



## **Géologie de la région de Chambord, Roberval et Notre-Dame-de-la-Doré (feuilletés SNRC 32A08, A09 et A10) et reconnaissance des feuilletés SNRC 32A06, A07 et A11**

Samuel Morfin, Christian Tremblay, Fabien Solgadi, Abdelali Moukhsil et Réal Daigneault

MB 2015-07

**Avertissement**

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

Géologie de la région de Chambord, Roberval et Notre-Dame-de-la-Doré

(feuillet SNRC 32A08, A09 et A10) et reconnaissance des feuillets SNRC 32A06, A07 et A11

Samuel Morfin<sup>1</sup>, Christian Tremblay<sup>1</sup>, Fabien Solgadi<sup>2</sup>, Abdelali Moukhsil<sup>2</sup> et Réal Daigneault<sup>1</sup>

1 : CERM (Centre d'études sur les ressources minérales, UQAC)

2 : MERN (Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles)

## Table des matières

Résumé .....	1
Remerciements .....	3
Introduction .....	3
Objectifs du projet .....	4
Géologie régionale et travaux antérieurs .....	5
Unités Lithologiques .....	6
Complexe de Barrois .....	7
Suite plutonique de Belley.....	11
Mangérite de Lachance.....	12
Gabbronorite de Claire .....	14
Suite anorthositique de Lac-Bouchette.....	14
Groupe de Trenton.....	15
Reconnaissance dans les feuillets SNRC 32A06, 32A07 et 32A11 .....	16
Séquence des unités / Chronologie relative.....	17
Géologie structurale .....	19
Types de fabriques.....	19
Grain régional - Trajectoires .....	20
Failles et zones de déformation .....	20
Domaines structuraux.....	21
Déformation fragile .....	24
Colorations .....	25
Lithogéochimie.....	26
Les roches felsiques et intermédiaires .....	26

Les roches mafiques .....	28
Métamorphisme et conditions de mise en place.....	29
Pic de température .....	29
Fusion partielle .....	29
Trajet rétrograde .....	30
Métamorphisme de contact.....	31
Géologie économique.....	31
Géologie économique associée aux roches magmatiques felsiques .....	32
Indice et occurrences métalliques.....	33
Occurrences de métaux associés aux sulfures .....	33
Indices associés aux oxydes .....	34
Gabbronorites .....	34
Occurrence de magnétite d'Angoulême No cogite 32A08-0001 .....	35
indices et occurrences non métalliques .....	35
Indices associés aux paragneiss (graphite) .....	35
Niveaux de quartzite (mPboi4b) dans les paragneiss .....	36
La silice dans le secteur du feuillet 32A08.....	36
Pierre architecturale et carrière.....	38
Carrière Vert Printemps.....	38
Suite plutonique de Belley.....	38
Carrière Chambord .....	39
Granite vert de la Mangérite de Lachance dans le secteur sud-ouest.....	39
Discussion et Conclusion .....	39

Références .....	42
Figures .....	46
Tableaux .....	58
Annexes .....	60

### **Liste des figures**

Figure 1 : Carte régionale simplifiée

Figure 2 : Géologie mise à jour de la région d'étude.

Figure 3 : photographies de terrain et de lames minces

Figure 4 : Limite des domaines structuraux

Figure 5: Diagrammes QAP indiquant les résultats des colorations

Figure 6 : Diagrammes géochimiques pour les intrusions felsiques et intermédiaires

Figure 7 : Diagrammes géochimiques des roches mafiques

Figure 8: Diagrammes de domaines d'altération associés aux IOCG

### **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Analyse partielle de gabbro avec sulfure de Lac-Bouchette

Tableau 2 : Analyses d'échantillons du Gabbronorite de Claire

Tableau 3 : Localisation des carrières et zones d'intérêt pour la pierre architecturale

### **Liste des annexes**

Annexe 1 : Résultat de coloration à la cobaltinitrite

### **Cartes hors texte**

Carte géologique de la région de Chambord (32A08)

Carte géologique de la région de Roberval (32A09)

Carte géologique de la région de Notre-Dame-de-la-Doré (32A10)

Carte géologique des régions de Chambord - Roberval - Notre-Dame-de-la-Doré (32A08-32A09-32A10)

Carte géologique de reconnaissance du feuillet 32A07

## RÉSUMÉ

Ce projet porte sur la géologie des feuillets SNRC 32A010, 32A09 et surtout 32A08 localisés au sud du lac Saint-Jean qui ont été cartographiés à l'échelle 1 :50 000. Le projet a également permis une reconnaissance dans des feuillets adjacents soient 32A07, 32A09 et 32A11. Ce territoire fait partie de la Province de Grenville central. Une attention particulière a été portée aux différentes intrusions granitiques (au sens large), notamment dans le feuillet 32A08 pour leur potentiel a priori intéressant vu leur nature syénitique. Toutefois, les résultats analytiques sur ces unités ne montrent aucune indication de valeurs économiques dans des éléments tels que les terres rares.

L'unité la plus ancienne de la zone d'étude est composée de granodiorite/charnockite foliée et de paragneiss. Ces deux lithologies contiennent aussi des niveaux mafiques. L'ensemble de ces lithologies forme le Complexe de Barrois et occupe la partie ouest de la zone d'étude tandis que la partie est est composée de la Suite plutonique de Belley. Cette suite est dominée par des monzonites foliées à phénocristaux de feldspaths potassiques et contient aussi des granites et syénogranites communément foliés. La Mangérite de Lachance est constituée d'une mangérite porphyrique, communément massive, qui s'injecte dans les deux grandes unités et qui forme des massifs de forme arrondie. Le Gabbronorite de Claire dont fait partie l'indice de gabbronorite du Lac Touladi est surtout observée dans la Mangérite de Lachance. Au pourtour du lac Saint-Jean, les calcaires ordoviciens de la Formation de Trenton et les shales d'Utica recouvrent en discordance le socle grenvillien.

Le grain structural de la région est surtout orienté nord-sud, mais est perturbé par les intrusions de la Mangérite de Lachance. De nombreuses failles régionales grenvilliennes produisant des zones mylonitisées sont reconnues sur plusieurs kilomètres. La structure du graben impose une morphologie nord-ouest-sud-est qui produit de nombreux linéaments dans cette même direction et dont les principaux sont attribués à des failles fragiles.

D'un point de vue économique, le feuillet 32A08 comprend le couloir de Lac-Bouchette qui contient le dépôt de Silice de Lac-Bouchette ainsi qu'un indice de silice situé proche de la rivière Métabetchouan.

Le travail de reconnaissance dans les feuillets situés les plus à l'ouest (32A07) montre la présence de plusieurs affleurements dominés par des paragneiss contenant des sulfures et du graphite. Également, des quartzites impurs ont été observés dans ces séquences métasédimentaires. Le feuillet 32A06, quoique seulement partiellement cartographié, montre un potentiel intéressant pour la pierre architecturale avec la présence de très grands massifs de mangérite très peu fracturés.



## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions d'abord toutes les personnes qui ont participé aux travaux de terrain. Le géologue Lucas Briao Koth et les aides-géologues Guillaume Rathé, Gabriel Côté et Donovan Desjardins. Nous remercions l'équipe du CERM, Mélanie Lambert pour sa précieuse contribution dans tous les domaines concernant la géomatique, de la gestion de la base de données à la production des cartes, Claude Dallaire pour sa contribution à l'édition des cartes, affiches et à la numérisation des résultats de coloration, Sonia Dorval pour la partie financière du projet. Julie Menier du CONSOREM est aussi remerciée pour ses commentaires qui ont amélioré le rapport. Le soutien de l'ensemble du personnel et des moyens techniques en géologie à l'UQAC (LabMaTer, CERM) ont permis de concrétiser le projet. Nous remercions le CÉGEP de Saint-Félicien pour avoir rendu disponible l'une de leurs résidences étudiantes comme logement et camp de base pour les 2 étés 2013 et 2014. Produits Forestier Résolu est également remercié pour avoir mis à notre disposition des cartes de chemins forestiers. Nous remercions la Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean pour leur soutien au projet. Nous tenons finalement à remercier plus particulièrement l'ensemble du personnel du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec pour leurs réponses à nos questions et pour leur participation à ce projet.

## **INTRODUCTION**

Ce rapport présente les résultats d'un projet d'acquisition de connaissances marqué par deux étés de terrain en 2013 et 2014 par le CERM-UQAC via une entente impliquant le CONSOREM (Consortium de recherche en exploration minérale) section Saguenay–Lac-Saint-Jean et le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec.

Le projet porte principalement sur les feuillets SNRC 32A08, 32A09 et 32A10 et s'étend aux feuillets 32A06, 32A07 et 32A11 pour une couverture de reconnaissance. Le territoire comprend l'ouest et le sud-ouest du lac Saint-Jean et contient les agglomérations de Chambord, La Doré, Lac-Bouchette, Roberval, Saint-Félicien, Saint-François-de-Sales, Saint-Méthode, Saint-Prime, Saint-Hedwidge et la Communauté de Mashteuiatsh.

À l'origine, le projet d'acquisition de connaissances sur les granites, les gîtes et la géologie (dénommé PAC3G) a été mis en place à la demande du milieu régional SLSJ afin de stimuler les travaux d'exploration dans la région SLSJ par de nouvelles informations géologiques ciblées. L'emphase du projet devait être portée plus particulièrement sur la mise à jour des fiches de gîtes et sur la caractérisation des suites granitiques particulièrement pour les granites plus spécialisés pouvant être associés à des occurrences de métaux de haute technologie (comme les terres-rares). Toutefois, le secteur retenu ayant une couverture géologique déficiente, il nous a été demandé de préciser davantage le contexte géologique de la région afin d'améliorer la couverture cartographique

Le territoire à l'étude est facilement accessible via le réseau routier liant les principales agglomérations. Une grande partie de la zone d'étude est située dans la forêt économique, où l'accès y est aisé via de nombreux chemins forestiers. Des véhicules tout-terrain ont été nécessaires sur les vieux chemins et des traverses à pied ont aussi été réalisées pour couvrir les zones plus difficiles d'accès.

## **OBJECTIFS DU PROJET**

Avec les ajustements du mandat demandé, les objectifs du projet sont donc :

- 1) Mettre à jour les connaissances du territoire d'étude via un levé géologique à l'échelle 1 :50 000.

- 2) Procéder à la caractérisation des unités granitiques présentes sur le territoire.
- 3) Mettre à jour les fiches de gîtes et les indices de minéralisation.

## **GÉOLOGIE RÉGIONALE ET TRAVAUX ANTÉRIEURS**

La Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (SALSJ), qui a une superficie de 20 000 km<sup>2</sup>, est située en plein cœur de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Celle-ci est localisée dans la partie centrale de la Province de Grenville (Rivers *et al.*, 1989) (figure 1). L'âge des roches se situe entre 1137 et 1160 Ma (Higgins et Van Breemen, 1992). Elle fait partie d'une suite Anorthosite, Mangérite, Charnockite, Granite (AMCG) (figure 1). Ces roches sont bordées à l'ouest par des orthogneiss de différentes affinités et recoupées elles-mêmes par des intrusions granitiques. Des lambeaux de paragneiss sont également cartographiés. La SALSJ est composée de plusieurs lobes coalescents, d'âge protérozoïque, constitués d'anorthosites et de différentes lithologies variant entre les gabbros, les norites, les troctolites, et, en quantité moindre, les pyroxénites, les dunites et les péridotites. Ces roches sont reconnues pour avoir subi un métamorphisme de haut grade et présentent des évidences de déformation (Woussen *et al.*, 1986). Elles sont notamment rubanées ou migmatitisées (Cimon et Hébert, 1998; Turcotte, 2001). La zone d'étude fait partie de l'allochtone polycyclique grenvillien (Rivers *et al.*, 1989). Les travaux de cartographie antérieurs dans la zone d'étude se limitent au feuillet 32A08 par Benoit et Valiquette (1971). Laurin et Sharma (1975) ont proposé une interprétation légèrement différente de la partie est du feuillet 32A08, tout en étant basée sur moins d'affleurements que la précédente étude. Une mise à jour dans la base de données SIGÉOM a eu lieu en 2010 (CG SIGÉOM32A). Du point de vue de la géophysique, seules les données aéromagnétiques de basse résolution (800 m) fournies par Ressources Naturelles Canada sont disponibles (RNC, 1963).

Dans le cadre du projet PAC3G, deux cas de figure se sont présentés pour le travail de cartographie. Dans un premier temps, les zones pour lesquelles l'information préexistante était presque nulle. Dans ce contexte, la carte proposée est issue uniquement des travaux de terrain et de l'interprétation du levé aéromagnétique. Ce cas concerne surtout les feuillets 32A09 et 32A10 (excepté une zone dans la partie sud-ouest). Dans le cas du feuillet 32A08, la présence de travaux historiques a été prise en compte. Il est à noter que les travaux précédents sont constitués d'affleurements de compilation dont l'information ponctuelle de terrain n'est pas disponible dans le SIGEOM. Seuls sont disponibles les rapports et les cartes. Il est aussi à noter que les études effectuées dans le feuillet 32A08 sont antérieures au levé aéromagnétique. Pour cette raison, il nous a fallu combiner nos observations, les interprétations historiques et les contraintes géophysiques disponibles afin de proposer la carte (figure 2).

## **UNITÉS LITHOLOGIQUES**

La région cartographiée n'est en contact avec aucune unité lithostratigraphique reportée dans le SIGEOM. De plus, l'absence de datations effectuées sur des unités lors de cette campagne de cartographie ne permet pas de faire des corrélations avec d'autres unités régionales. Pour ces raisons, la légende proposée est uniquement constituée de nouvelles unités formelles. La légende est organisée suivant la chronologie relative déterminée grâce aux relations de terrain et au levé aéromagnétique (voir le chapitre «Chronologie relative»).

Il est aussi à noter que la couverture par les dépôts quaternaires est telle dans certaines zones des basses terres, proches du lac Saint-Jean, que la densité d'affleurements y est très faible. Cela est particulièrement important dans la partie ouest et nord du feuillet 32A09, dans le secteur au nord de la rivière Ashuapmushuan et dans le secteur du parc de la Pointe-Taillon. Le tracé des unités y est moins précis, et très influencé par le levé magnétique aéroporté disponible. Il est à noter que

des résultats des travaux du PACES-SLSJ (CERM-PACES, 2013) ont été pris en compte pour certains tracés.

Les régions de l'ouest et sud-ouest du lac Saint-Jean sont principalement constituées d'unités de la Province de Grenville d'âge protérozoïque et sont dominées par les orthogneiss et les intrusions qui les recourent. Au pourtour ainsi que sous le lac Saint-Jean, les unités grenvilliennes sont recouvertes par les calcaires du Groupe de Trenton d'âge ordovicien. Une démarcation majeure orientée globalement nord-sud est proposée. Elle sépare des terrains dominés par des orthogneiss tonalitiques - granodioritiques à l'ouest de terrains plus monzonitiques à syénitiques et contenant de l'anorthosite à l'est. En plus de la description de terrain, des analyses géochimiques et de l'étude de lames minces, de nombreuses colorations à l'acide hydrochlorique et cobaltinitrite ont été effectuées afin de déterminer les proportions de feldspaths. Cela a permis de corriger et d'améliorer les noms de roches données sur le terrain.

### **COMPLEXE DE BARROIS**

Le Complexe de Barrois, nouvelle unité formelle, compose la majorité de la partie ouest de la zone d'étude. Il se compose d'unités d'orthogneiss et de séquences de paragneiss. Les orthogneiss ont principalement des compositions granodioritique à tonalitique. Le complexe contient des unités de composition mafique (mPboi3) ainsi que des domaines plus riches en gneiss d'origine métasédimentaire (mPboi4). Finalement, des zones où l'observation d'orthopyroxène est systématique forment une unité mPboi2 représentant des orthogneiss charnockitiques. Il est à noter que des dykes aplitiques leucocrates de composition probablement granitique sont présents sur la plupart des affleurements et recourent toutes ces unités. Aucune tendance ou direction préférentielle n'a été observée dans ces dykes.

L'unité mPboi1, composée principalement d'orthogneiss représente la lithologie principale de la région d'étude. Cette unité est très hétérogène et intimement liée à des niveaux de paragneiss. De façon générale, les orthogneiss se présentent sous la forme d'une roche plus ou moins rubanée de couleur gris blanchâtre (photo 1, figure 3). La gneissosité est marquée principalement par l'allongement d'amas discontinus de minéraux mafiques qui délimitent les rubans quartzo-feldspathiques qui montrent eux-mêmes généralement une légère foliation. Les alternances de niveaux mafiques et quartzo-feldspathiques sont d'ampleur millimétrique à centimétrique, selon la granulométrie et l'intensité de la déformation. La fabrique planaire principale est localement accentuée par des niveaux plus épais, généralement rosés, quartzo-feldspathiques et continus qui peuvent être interprétés comme des injections de leucogranites issus de la fusion partielle, ou bien de leucosomes (dans le cas où la fusion partielle est attestée, d'après la nomenclature de Sawyer, 2008). Au contraire, la structure planaire principale peut être perturbée par ces mêmes liquides d'anatexie lorsqu'ils forment des poches d'accumulation qui effacent la foliation (voir le chapitre « Métamorphisme »).

La composition des orthogneiss est très variable. L'identification sur le terrain des différents feldspaths est difficile. La comparaison entre les descriptions de terrain et les analyses de colorations faites sur des échantillons de gneiss montrent que la proportion de plagioclases est systématiquement surestimée sur le terrain par rapport aux feldspaths potassiques. Généralement, les gneiss ont des compositions de granodiorite ou de monzogranite.

La composition en minéraux mafiques dans les orthogneiss est majoritairement dominée par la biotite et l'amphibole brune. Le pyroxène est rarement observé, mais il est présent partout à travers la zone d'étude. Les orthopyroxènes sont communément remplacés par l'amphibole et/ou la biotite formant des textures coronitiques observables aussi bien sur le terrain à la loupe qu'en microscopie. La proportion de minéraux mafiques dans les orthogneiss varie beaucoup, elle est en

moyenne d'environ 15 % et peut atteindre 25 %. La granulométrie est fine à moyenne et la gneissosité est marquée par les alignements des minéraux mafiques.

L'unité mPboi2 est constituée d'orthogneiss à orthopyroxène qui sont donc des gneiss charnockitiques à enderbitiques. Les lithologies sont identiques à l'unité mPbar1 à l'exception de la présence de pyroxène. Les orthopyroxènes sont soit observés directement sur le terrain, soit pour certains dans des lames minces. Les pyroxènes sont millimétriques, ils sont contenus dans une matrice quartzo-feldspathique foliée à grains fins. Ces domaines se situent exclusivement dans le feuillet 32A10 et principalement dans la partie ouest de celui-ci. Les contacts entre mPboi2 et mPboi1 sont basés sur le fait que dans certains domaines, l'orthopyroxène est toujours observé, et ne sont donc pas associés à des contacts tectoniques reconnus ou à des variations dans le levé aéromagnétique.

L'unité mPboi3 est constituée d'amphibolite dont la taille est très variable. Cette unité mafique se retrouve communément dans les orthogneiss de l'unité mPboi1. Cette unité peut être continue sur plusieurs affleurements, mais en général elle forme une partie mineure des affleurements (photos 1 et 6, figure 3). On retrouve ces amphibolites sous la forme de niveaux communément décimétriques, généralement boudinés ainsi que sous forme d'enclaves. Cette unité ne constitue que très localement la lithologie principale des affleurements, sa proportion sur la carte est sous-représentée. Les amphibolites sont de couleur noire – verdâtre foncée, régulièrement assez magnétiques; elles ont en général une granulométrie fine et homogène. La minéralogie est généralement typique des amphibolites avec plagioclase – hornblende ± clinopyroxène. Lorsque présent, le pyroxène est généralement très mineur (moins de 1 %). Les amphibolites contiennent localement des amas leucocrates (photo 6, figure 3), à grain moyen à grossier. Ceux-ci sont interprétés comme des leucosomes lorsqu'ils sont associés à des amas mafiques dans la matrice. Il est donc probable que certains niveaux d'amphibolites aient partiellement fondu (voir le chapitre « Métamorphisme »).

L'unité mPboi4 est constituée de paragneiss se trouvant au sein des orthogneiss. Ces unités sont bien rubanées et se différencient généralement des orthogneiss par une plus grande proportion de biotite et ont donc des teintes plus mésocrates (photo 5, figure 3). Le contact entre les paragneiss et les orthogneiss n'est pas observé, il est donc impossible de savoir comment les paragneiss s'intègrent dans les orthogneiss. Bien que rare, la présence d'aluminosilicate comme la sillimanite est un indicateur en faveur de la nature sédimentaire du protolithe dans ces domaines. Le grenat, bien que n'étant pas toujours observé, est commun dans les paragneiss. Il se présente sous forme de porphyroblastes mauves rosés vitreux et atteint des tailles centimétriques. Les paragneiss présentent des évidences de fusion partielle (voir le chapitre « Métamorphisme »). Deux sous-unités ont été identifiées dans les paragneiss. La sous-unité mPboi4a, qui est située dans la partie ouest du feuillet 32A10, est caractérisée par une teinte systématiquement rouillée des paragneiss (photo 7, figure 3). Ceux-ci ont un contenu en pyrite atteignant 5 % ainsi que 2 à 3 % de graphite (voir le chapitre « Géologie économique »), ce qui n'est pas trouvé dans les autres domaines de paragneiss. Le graphite est présent sous forme de petites paillettes, atteignant au maximum quelques millimètres. La relation entre cette bande de paragneiss rouillée et les unités environnantes n'est pas connue. La forme précise et l'épaisseur de cette bande n'ont pas pu être déterminées en détail dû à l'échelle de cartographie et au faible nombre d'affleurements et ses contours sont donc approximatifs. La sous-unité mPboi4b est constituée d'affleurements dans lesquels des niveaux de quartzites ont été décrits. L'unité quartzitique la plus significative mesure environ 2 m d'épaisseur, mais les bandes sont généralement d'épaisseur décimétrique dans les paragneiss. En plus d'être de petites tailles, les quartzites qui ont été observés contiennent toujours d'autres minéraux tels que du grenat ou bien des niveaux de minéraux mafiques ce qui en diminue le potentiel économique.



## SUITE PLUTONIQUE DE BELLEY

La Suite plutonique de Belley est une nouvelle unité formelle. Elle est composée de quatre unités qui se séparent en fonction de la proportion de feldspath potassique de la roche. L'unité mPbly1 est de composition assez hétérogène et elle affleure principalement dans la partie est de la carte. Cette unité est nommée d'après le lac Belley situé à proximité de Saint-François-de-Sales. Elle est constituée majoritairement de monzonites, monzonites quartzifères, monzogranites, mais peut aussi contenir des quantités mineures de syénite quartzifère et syénogranite. Les lithologies sont systématiquement porphyriques et typiquement foliées (photo 4, figure 3). Cette unité se différencie du Complexe de Barrois par sa composition globalement plus riche en feldspaths potassiques, ainsi que par son aspect porphyrique systématique. Cette unité correspond aussi à une réponse magnétique relativement basse dans le levé aéromagnétique régional. La quantité de quartz dans les unités varie, mais de nombreuses descriptions de terrain indiquent moins de 20 % de quartz. L'omniprésence de feldspath potassique donne une teinte rosée caractéristique à cette unité. Les minéraux mafiques observés sont la biotite et l'amphibole. L'orthopyroxène n'y a été observé qu'en lame mince (photo 12, figure 3). Le contenu en minéraux mafiques est en moyenne de 10 %.

La nature porphyrique associée à la foliation donne régulièrement un aspect de gneiss œillé. Cette caractéristique les distingue des orthogneiss du Complexe de Barrois qui ne sont que très localement porphyriques. La foliation s'exprime dans les microstructures par une déformation des grains de quartz, et l'alignement général de tous les minéraux, pas seulement les mafiques. Les lithologies principales sont communément injectées de dykes granitiques rosés.

L'unité mPbly2 située dans la partie est du feuillet 32A08 montre systématiquement une affinité plus syénitique que le reste de la Suite plutonique de Belley. Les syénogranites (et syénites quartzifères) dominent sur les monzogranites (et monzonites quartzifères). Cette unité est aussi définie par une réponse plus élevée du levé aéromagnétique orientée N-S. Les caractéristiques

structurales et texturales sont très similaires à celles de mPbly1, c'est-à-dire la structure foliée et la texture porphyrique qui sont systématique. La matrice est à grains moyens avec une grande proportion de phénocristaux. Cependant, la proportion de feldspath potassique est globalement plus élevée que dans mPbly1. Il est à noter que, bien qu'en dehors de la carte 32A08, un très grand et très bel affleurement est présent sous le pont qui franchit la rivière Métabetchouan à la hauteur de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean. Cet affleurement compense en partie la faible densité d'affleurements de ce domaine. Du fait de cette faible densité d'affleurements, la limite entre mPbly1 a été tracée avec les données du levé aéromagnétique.

L'unité mPbly3 est caractérisée par des domaines qui sont à granulométrie plus fine, par une proportion moyenne plus faible de feldspath potassique ainsi que par une texture porphyrique moins prononcée que l'unité mPbly1 de référence. La lithologie typique de l'unité est un monzogranite folié dans lequel les plagioclases sont plus abondants que les feldspaths potassiques. Cette unité est allongée selon un axe nord-sud et ses contours sont fortement influencés par un domaine de réponse aéromagnétique plus forte que les domaines adjacents. Il est à noter qu'une zone de déformation qui semble être majeure constitue la bordure est de l'unité. Cette zone de déformation est marquée par la présence de zones silicifiées (voir le chapitre « Géologie économique ») et par des affleurements fortement hématisés.

L'unité mPbly4 représente des domaines de syénites quartzifères, monzonites et monzonites quartzifères qui sont similaires aux lithologies de mPbly1 excepté leur granulométrie qui est systématiquement plus grossière. La texture principale est plus massive que pour l'unité mPbly1. Cette unité forme des domaines arrondis dans la carte, mais il est à noter que leurs limites sont inférées, et ne correspondent généralement pas à des domaines aéromagnétiques distincts.

**MANGÉRITE DE LACHANCE**

La Mangérite de Lachance (unité mPlch) est une nouvelle intrusion formelle. Elle est constituée principalement de mangérites porphyriques qui s'injectent dans le Complexe de Barrois et la Suite plutonique de Belley (voir le chapitre « Chronologie relative »). Cette unité se retrouve presque systématiquement associée à des hauts magnétiques, qui sont localement connectés entre eux par des terrains où la signature magnétique est supérieure à la moyenne des orthogneiss (voir le chapitre « Géologie structurale »). La mangérite est généralement de couleur blanchâtre en surface altérée, mais verdâtre en cassure fraîche. Elle est caractérisée par sa texture porphyrique avec des phénocristaux de feldspath potassique dans une matrice de plagioclase – amphibole – biotite – orthopyroxène et magnétite (photo 3, figure 3). Bien que l'orthopyroxène ne soit pas toujours observé sur le terrain, certaines monzonites quartzifères porphyriques ont été interprétées comme des mangérites, notamment en fonction de leur relation avec les hauts magnétiques régionaux. Les phénocristaux sont majoritairement des feldspaths potassiques perthitiques, mais peuvent aussi être des plagioclases. L'orthopyroxène est observé dans des amas de minéraux mafiques et est communément partiellement remplacé par la biotite et l'amphibole. Le contenu en quartz est variable, mais assez faible (inférieur à 20 % généralement), la plupart des mangérites ont été décrites comme des monzonites quartzifères sur le terrain parce que les orthopyroxènes sont disparus ou invisibles. La présence de magnétite est quasi systématique dans la mangérite.

La texture typique de la mangérite est remarquable. Elle est marquée par une foliation faiblement à moyennement développée dans la matrice qui est alors à grain moyen à grossier. La mangérite peut également exhiber des foliations mieux développées. Dans ce cas, la matrice est à grains plus fins, les phénocristaux sont mieux alignés. On observe généralement que le degré de développement de la foliation et donc de la déformation augmente en bordure des unités de mangérite, ce qui coïncide habituellement avec des contrastes magnétiques régionaux.

Il est à noter que la Mangérite de Lachance se trouve en intrusion à la fois dans le Complexe de Barrois ainsi que dans le Complexe de Belley. Dans le secteur sud-est de la zone d'étude, les deux

domaines de mangérites cartographiées ont des signatures aéromagnétiques faibles en comparaison avec leur équivalent dans la partie centrale de la zone d'étude. Cela indique possiblement une différence interne dans la suite de mangérite, mais qui n'est pas observable sur le terrain, ni distinguable avec les données des analyses lithogéochimiques.

### **GABBRONORITE DE CLAIRE**

Une nouvelle unité formelle correspondant au Gabbronorite de Claire (mPclr) affleure dans deux domaines. Cette unité mafique et gabbroïque se distingue des amphibolites par une plus grande proportion en orthopyroxènes et surtout en oxydes de fer. Cette unité est plus mélanocrate que les amphibolites (photo 8, figure 3). La granulométrie est moyenne à grossière et la structure montre généralement un faible degré de déformation. La surface altérée a une couleur noire – rouille. La plus importante unité de gabbronorite ne se trouve pas dans les orthogneiss, mais plutôt associée aux mangérites. Elle semble être en continuité (d'après le levé aéromagnétique) avec les gabbronorites du dépôt du lac Touladi (voir le chapitre « Géologie économique »).

### **SUITE ANORTHOSITIQUE DE LAC-BOUCHETTE**

Deux unités forment la Suite anorthositique de Lac-Bouchette et sont principalement constituées d'anorthosites et de gabbros.

L'unité mPbct1 affleure dans la partie sud-est de la région cartographiée. Un grand domaine étiré sur environ 15 km selon un axe nord-sud constitue la plus grande partie de l'unité. Des affleurements contenant des gabbros anorthositiques sont aussi retrouvés dans différentes unités de la Suite plutonique de Belley. Cette unité est constituée de gabbros leucocrates, donc riches en plagioclases. Le plagioclase le plus calcique observé en microscope possède une composition

d'andésine (An<sub>40</sub>). Le pyroxène n'est pas observé ni sur le terrain ni en lame mince dans ces gabbros. L'amphibole verte est le minéral mafique dominant et est localement partiellement remplacée par la biotite. Les amphiboles représentent environ 25 % de la roche. Celles-ci forment des amas de hornblende, dont le cœur est communément composé de hornblende poeciloblastique (à inclusions de quartz). Les gabbros de cette unité sont foliés. La granulométrie est moyenne à fine. Ces gabbros sont associés à l'unité contenant les anorthosites de par leur relative proximité géographique, l'aspect mésocrate des gabbros ainsi que leur présence dans l'unité de monzonite et de syénite quartzifère. Il est à noter que l'indice du Lac-Bouchette (voir le chapitre « Géologie économique ») fait partie de cette unité.

L'unité mPbct2 est constituée de quelques grands affleurements d'anorthosite se trouvant en bordure du lac Saint-Jean, le long de la route 169, proche de la limite est de la carte. L'anorthosite est blanc clair en surface altérée, mais verdâtre foncée en cassure fraîche. La granulométrie est moyenne à grossière. Les anorthosites sont très leucocrates. La biotite, qui est le minéral mafique principal, se trouvent localement en amas centimétriques. Aucune structure n'a été observée dans l'anorthosite qui semble être massive.

## **GROUPE DE TRENTON**

Le Groupe de Trenton est majoritairement constitué de calcaire et forme la bordure sud-ouest du lac Saint-Jean (Denis, 1932). Ces calcaires sont d'âge ordovicien et contiennent des éléments des séquences des Shales de Pointe-Bleue qui surmontent celles de la Formation de Galets (calcarénite bioclastique principalement). Lavoie et Asselin (1998) interprètent ces séquences comme des lambeaux de la plate-forme du Saint-Laurent. Les calcaires reposent en discordance sur les unités protérozoïques. Le groupe de Trenton occupe les basses terres entourant le lac Saint-Jean où les affleurements sont rares. Le contour de l'unité dans les secteurs situés au nord

de Saint-Félicien et dans le parc de la Pointe-Taillon a été interprété lors du projet PACES-SLSJ à partir des résultats de forages (CERM-PACES, 2013) qui recourent du calcaire sous les terrains quaternaires dans les parties nord-ouest et nord du lac Saint-Jean.

Le Groupe de Trenton est composé de deux sous-unités, une séquence de calcaires (Ott1) surmontée d'un niveau de shale d'Utica (Ott2; Benoit et Valiquette, 1971). Les unités de ce groupe n'ont pas fait l'objet d'une étude spécifique aux cours des travaux des étés 2013 et 2014, le lecteur est référé aux travaux approfondis de Desbiens et Lespérance (1989) pour plus de détails. Les séquences ne sont pas déformées; elles sont subhorizontales avec un très léger pendage vers le nord – nord-est dans le secteur de Roberval. Lavoie et Asselin (1998) proposent une description avancée des lithologies et de leurs milieux de dépôts Il est à noter que plusieurs carrières exploitent le calcaire pour le granulats dans la zone cartographiée (voir le chapitre « Géologie économique »).

### **RECONNAISSANCE DANS LES FEUILLETS SNRC 32A06, 32A07 ET 32A11**

La reconnaissance dans les feuillets SNRC 32A06, 32A07 et 32A11 avait comme objectif de vérifier les accès routiers, le niveau d'affleurement et de recueillir des données sur la géologie de façon préliminaire. La répartition des routes forestières est assez bonne et permettrait une bonne couverture de ces feuillets. Les affleurements sont répartis en fonction des unités. Les unités intrusives de mangérite et granite sont bien exposées alors que les gneiss le sont beaucoup moins. Les dépôts quaternaires sont importants le long du couloir de la rivière Trenche et de linéaments nord-ouest sud-est parallèles à la rivière Trenche. Ces linéaments correspondent probablement à des discontinuités structurales (failles).

Cent quarante (140) affleurements ont été décrits dans les 3 feuillets de la reconnaissance. Les contours des quelques unités qui sont proposés sont fortement influencés par le levé

aéromagnétique du fait de la plus faible densité d'affleurements décrits dans ces feuillets. Dans les domaines pour lesquels la couverture lors de cette étude est trop faible, aucune unité n'est proposée et le lecteur est prié de se référer aux unités déjà présentes dans le SIGÉOM. Toutes les unités qui sont observées dans les domaines de reconnaissance sont similaires et associées aux unités décrites dans la section Unités Lithologiques. Dans le feuillet 32A06, un très grand domaine dans la partie est et sud-est est composé de mangérite, corrélée à la Mangérite de Lachance, formant des collines très homogènes, très peu fracturées et très bien exposées. La partie nord-ouest est composée d'orthogneiss et de paragneiss (contenant aussi des quartzites), typiques d'unités du Complexe de Barrois. Les routes forestières permettant un accès au quart sud-ouest étaient trop loin pour une journée de travail basée à St-Félicien. Le feuillet 32A07 contient de nombreuses unités d'après le SIGÉOM et qui ont été définies avant les travaux de cette étude. Nos travaux ont confirmé la présence d'unités de paragneiss ainsi que des bandes d'orthogneiss. Ces unités sont comparables à celles du Complexe de Barrois. La partie nord du feuillet est composée de l'extension du Gabbronorite de Claire, qui est décrite dans le feuillet 32A10. Le gabbronorite correspond à un domaine de forte réponse aéromagnétique. L'indice Touladi (voir le chapitre « Géologie économique ») fait partie de cette unité. Il est à noter que la majorité de la partie sud du feuillet est inaccessible par les chemins forestiers en camionnette et la couverture des dépôts quaternaires y est importante. Le feuillet 32A11 est constitué en majorité de paragneiss et d'orthogneiss, qui sont interprétés comme faisant partie du Complexe de Barrois.

## **SÉQUENCE DES UNITÉS / CHRONOLOGIE RELATIVE**

Grâce aux relations de recoupement entre les unités observées sur le terrain, il est possible de recomposer une chronologie relative entre les unités en l'absence de datations absolues.

Dans le secteur ouest, le Complexe de Barrois principalement constitué d'orthogneiss (mPboi1 et mPboi2) contient les unités d'amphibolites (mPboi3) et de paragneiss (mPboi4). L'ensemble de ces roches constitue les plus vieilles unités de la région. Les amphibolites sont observées en enclaves ou en niveaux plus ou moins boudinés dans les orthogneiss, mais cela n'atteste pas nécessairement de relations temporelles, mais plutôt des différences rhéologiques face à la déformation. La relation temporelle entre les orthogneiss et les paragneiss est problématique. La présence de ces unités supracrustales contenues dans (ou bien juxtaposées avec) les orthogneiss n'a pas pu être expliquée par le travail de terrain. Aucun contact entre ces deux unités n'a pu être directement observé.

La limite entre les secteurs est et ouest correspond à la transition entre le Complexe de Barrois et la Suite plutonique de Belley. Cette transition est caractérisée par un contraste dans le levé aéromagnétique. La relation temporelle entre le Complexe de Barrois et la Suite plutonique de Belley n'est pas évidente à partir des observations de terrain; la zone de contact étant très pauvre en affleurements. La présence d'injection de matériel monzo- à syénogranitique dans le Complexe de Barrois peut indiquer que les monzogranites porphyriques postdatent les orthogneiss.

D'après le levé aéromagnétique, il semble que les massifs mangéritiques de la Mangérite de Lachance (mPlch) s'injectent et affectent les orthogneiss et les monzogranites foliés porphyriques. Certaines observations de terrain confirment cette relation, car les orthogneiss sont localement retrouvés en enclaves dans les mangérites. Parmi les deux domaines du Gabbronorite de Claire (mPclr), le plus important d'entre eux est contenu dans la Mangérite de Lachance (mPlch). Le Gabbronorite de Claire est donc assez tardive dans l'ensemble de la séquence mésoprotérozoïque.

Les anorthosites et gabbros de la Suite anorthositique de Lac-Bouchette (mPbct) semblent s'être injectés dans la Suite plutonique de Belley, mais la relation temporelle n'est pas définie.



Finalement, les calcaires du Groupe de Trenton sont déposés en discordance sur le socle cristallin protérozoïque.

## **GÉOLOGIE STRUCTURALE**

### **TYPES DE FABRIQUES**

La quasi-totalité des lithologies du socle protérozoïque présente des fabriques planaires et linéaires bien développées et attribuables à la déformation. Les fabriques planaires sont généralement facilement identifiables sur le terrain. En revanche, l'identification et la mesure de structures linéaires sont plus difficiles et fortement dépendantes de la qualité de l'affleurement.

La fabrique planaire principale du Complexe de Barrois est une gneissosité qui se caractérise par un rubanement compositionnel régulier avec des bandes centimétriques à décimétriques. Ce rubanement peut être produit soit par transposition des unités et des dykes (généralement mafiques) ou soit par la ségrégation métamorphique. Dans les unités plus massives, la fabrique principale prend la forme d'une foliation. Les gabbros et les mangérites sont plus communément foliés. Sur une échelle de 1 à 5 permettant de qualifier l'anisotropie planaire principale visible sur le terrain, la grande majorité des lithologies ont été décrites au niveau 3. Ce niveau indique que les anisotropies planaires principales sont bien marquées et que la granulométrie ou la forme des minéraux indiquent un fort degré de recristallisation. La structure planaire principale (gneissosité G1 et foliation F1) est définie comme la fabrique S1 régionale.

Dans la partie ouest du feuillet 32A10, les orthogneiss exhibent une fabrique S2 qui se superpose nettement sur la fabrique S1 (gneissosité). Cette fabrique S2 est alors une foliation minérale communément observée de plan axial parallèle à des plis P2. Cette particularité est suffisamment significative pour qu'un domaine structural soit défini selon ce critère, et est donc décrit plus de détails ci-dessous.

Comparativement au gneiss du Complexe de Barrois, la Suite plutonique de Belley est caractérisée par une foliation, qui n'est pas nécessairement associée à une gneissosité. Le degré de déformation est variable, mais la fabrique planaire est généralement facilement observable et mesurable sur le terrain.

Bien que les linéations soient un outil efficace pour définir des domaines structuraux, la densité de linéations observées et mesurées sur le terrain ne permet pas une analyse approfondie. Les linéations observées sont pour la plupart des linéations d'étirement (photo 3, figure 3). Dans le domaine sud-ouest du feuillet 32A10, la linéation marque l'intersection de la gneissosité et de la foliation et est donc aussi une linéation géométrique. La grande majorité des linéations ont une direction vers le sud-est.

#### **GRAIN RÉGIONAL - TRAJECTOIRES**

Les directions du grain structural régional déduites de l'attitude de la fabrique principale (G1-F1) coïncident avec le rubanement magnétique du territoire.

Globalement, dans les parties est et centrale de la zone d'étude, le grain structural est majoritairement orienté nord-sud. Il est perturbé par des zones où les trajectoires des structures planaires forment des zones circulaires qui correspondent aux hauts magnétiques et à la présence des mangérites. Dans la partie ouest, les trajectoires sont plus perturbées, ce qui correspond au domaine où la fabrique S1 est reprise par la foliation S2.

#### **FAILLES ET ZONES DE DÉFORMATION**

Des zones de déformation pouvant être interprétées comme des failles ductiles régionales ont été répertoriées dans la zone cartographiée. Elles sont déduites à partir du degré d'anisotropie

planaire principale plus élevé observé sur le terrain et de la variation des trajectoires du grain structural régional. Dans certains cas, les variations abruptes de ces trajectoires peuvent s'expliquer par la présence de ces failles qui agissent comme des surfaces de décollement.

Certaines de ces failles sont associées à des fabriques planaires de faible pendage et sont interprétées comme des failles de chevauchement. Les linéations d'étirement y sont communément en composante pendage. D'autres failles sont associées à des fabriques à fort pendage et des linéations d'étirement directionnelles et sont interprétées comme des décrochements. La structure séparant le Complexe de Barrois et la Suite magmatique de Belley est interprétée comme étant une faille décrochante, du fait de la linéation qui est sub-parallèle à la direction. Malheureusement les indices de mouvement observés ne sont pas concluants sur l'estimation du sens de décrochement.

## **DOMAINES STRUCTURAUX**

L'analyse structurale permet de définir des domaines structuraux qui sont présentés à la figure 4. Les calcaires du Groupe de Trenton sont peu ou pas déformés; ils ne sont pas considérés comme un domaine structural, car ils n'ont aucune relation avec les terrains cristallins. Noter que les domaines structuraux ne sont pas proposés pour les feuillets 32A06 et 32A11 à cause de la trop faible densité de relevé.

**Le domaine A** constitue le coin nord-ouest du feuillet 32A10 et contient aussi quelques stations situées dans le feuillet 32A11. Il est caractérisé par des foliations et des gneissosités qui ont une orientation moyenne à N100/70 et une linéation d'étirement minérale associée qui est en composante pendage, vers N90/45. Ce domaine est séparé du domaine B par une zone de déformation mylonitique à décrochement dextre.

**Le domaine B** constitue la partie ouest du feuillet 32A10; il est caractérisé par la présence d'une gneissosité (G1) ainsi que d'une foliation dans les orthogneiss (F2). La foliation (F2) plisse la gneissosité (G1) dans plusieurs affleurements. Quoique plissée, la gneissosité montre une orientation générale N-S (175/40), la foliation F2 est globalement NNE. Il est à noter que F2 est parallèle à la direction générale de la faille qui sépare le domaine A des domaines B et C et qui montre en plusieurs endroits des évidences de déformation mylonitique. Les indices de mouvement dans ces zones indiquent en majorité un décrochement dextre (photo 2, figure 3). F2 pourrait donc être l'expression de la présence d'un couloir de déformation NNE affectant des unités dont la gneissosité G1 est plutôt E-O. Les linéations dans ce domaine ont deux attitudes, la première où la linéation est globalement vers le SE avec une plongée de 50°. La seconde attitude des linéations s'observe proche de la faille située dans la partie ouest, les linéations sont alors plutôt en composante direction soit parallèles à la direction NNE-SSO de la faille et de la foliation F2 et ont des plongées plus faibles, ce qui indique le mouvement en décrochement sur cette faille. Le domaine B est délimité à l'est par des zones où la réponse aéromagnétique est plus élevée et où les directions des foliations changent.

**Les domaines C et D** sont semblables et peuvent être regroupés sous une description similaire. Ces terrains correspondent en majorité à des bandes où la fabrique principale S1 (G1-F1) a une direction principale assez homogène et qui ont une réponse assez élevée dans le levé aéromagnétique. Ces domaines sont avant tout composés d'orthogneiss, mais contiennent aussi des unités de mangérite foliée. Dans le domaine C la fabrique planaire principale est NO-SE, avec un pendage vers le NE à environ 60°. Les linéations ont une direction moyenne autour de N140/40. La limite est du domaine C est assez mal contrainte du fait de la faible densité d'affleurement.

Dans le domaine D, la fabrique planaire principale est orientée ENE-WSW. Le pendage est élevé (80°) tantôt vers le nord et tantôt vers le sud. Les linéations mesurées ont cependant toutes une

direction générale vers le sud avec des plongées de 50°. La limite sud du domaine D est constituée d'une faille de mouvement indéterminé. Le contact avec le domaine C correspond à un changement de direction de la fabrique planaire. La limite dans la partie ouest du domaine D est interprétée à partir du champ magnétique régional et ne correspond pas à une faille observée ou interprétée.

**Le domaine E** est délimité par une faille de chevauchement dans sa partie sud, le reste du contact est défini par un fort gradient dans le levé aéromagnétique. Ce domaine est assez pauvre en affleurements et la partie nord en est presque dépourvue. La fabrique planaire typique est orientée NNE-SSO, avec un pendage élevé vers l'est. Au contact de la faille dans la partie sud, la fabrique planaire tourne vers une orientation E-O avec des pendages faibles vers le nord et des linéations d'étirement en composante pendage, ce qui peut être associé à un chevauchement vers le sud.

**Le domaine F** est caractérisé par des directions de fabrique planaire principale qui décrivent des trajectoires concentriques. Celles-ci sont centrées sur l'intrusion de mangérite qui contient le Gabbronorite de Touladi. Cette dernière est clairement responsable d'une forme arrondie, marquée dans le gradient du levé aéromagnétique. Les pendages sont en moyenne élevés (60°) et sont dirigés vers le centre de l'intrusion. La partie sud-est du domaine F est constituée d'un domaine où les foliations et les gneissosités ont des tendances plus linéaire avec une orientation préférentielle ONO-ESE et des linéations subhorizontales plongeant vers N110. Il est intéressant de noter que la partie du domaine F qui se trouve dans 32A07, et donc dans la zone de reconnaissance, contient une plus faible densité d'affleurements.

**Le domaine G** est similaire au domaine F car il est aussi caractérisé par un arrangement concentrique des trajectoires. Ce domaine est centré sur une intrusion de mangérite. Le grain structural régional est donc fortement affecté par la mise en place de ces intrusions. L'intrusion est elle-même affectée par une foliation concentrique qui est co-structurée avec l'organisation de l'encaissant. L'intrusion au cœur du domaine G s'injecte dans la Suite plutonique de Belley. Les

pendages semblent pointer majoritairement vers le centre de l'intrusion. Aucune direction principale n'est observable dans les fabriques planaires. La limite située à l'est du domaine G est constituée d'une faille interprétée. Les contacts avec le domaine J sont interprétés en fonction de l'orientation de la fabrique planaire (qui est presque toujours N-S dans le domaine J), la limite du domaine G représente la zone d'influence de l'injection de la mangérite dans la Suite plutonique de Belley.

**Le domaine H** comprend les orthogneiss de la partie centrale de la zone d'étude. Globalement, le domaine H est caractérisé par une direction de la fabrique principale S1 (G1 et F1) globalement N-S et à pendage élevé (généralement vers l'est). La limite avec le domaine H est interprétée comme un chevauchement. Le contact avec le domaine I est basé sur une faille ductile interprétée surtout à partir du fort gradient magnétique.

**Le domaine I** est caractérisé par une fabrique planaire N-S à pendage abrupt, généralement vers l'est. Ce domaine se caractérise par sa réponse élevée dans le levé aéromagnétique. Il est bordé à l'est par une faille chevauchante (facilement observable entre Saint-Prime et Roberval). Sa limite ouest est avant tout basée sur le fort contraste magnétique N-S qui est rectiligne.

**Le domaine J** constitue la partie est de la carte. Il comprend la quasi-totalité de la Suite plutonique de Belley, les unités liées à l'anorthosite ainsi que les orthogneiss situés dans la partie est du feuillet 32A08. La foliation est globalement NNW-SSE. Deux populations différentes peuvent être définies selon le pendage, l'une à faible pendage (30°) vers l'est, la seconde à pendage plus élevé. Les pendages élevés de la seconde population font que les pendages peuvent être vers l'est ou l'ouest. Les deux populations ne correspondent pas à des domaines distinguables sur le terrain, et ne sont donc pas figurées sur la carte. Les linéations sont orientées principalement N-S et ont de très faibles plongées.

## **DÉFORMATION FRAGILE**

Le socle protérozoïque de la région du Lac-Saint-Jean est affecté par de la déformation cassante tardive. Celle-ci est associée à la déformation responsable de l'ouverture du Graben du Saguenay qui a culminé lors de l'ouverture de l'Atlantique. Cette déformation s'observe sous forme de fractures et de failles fragiles de différentes orientations. L'observation du modèle numérique d'altitude (MNA) permet de déduire la présence de linéaments dans la topographie régionale. Une famille principale de linéaments est reconnue à environ N110, une autre famille est autour de N165. Lorsque ces linéaments génèrent des décalages significatifs des contacts lithologiques à l'échelle de la carte, ils sont alors interprétés comme des failles. Sur le terrain, ces failles décalent les unités avec des rejets atteignant quelques mètres. Quelques-unes de ces cassures sont scellées par des carbonates (par exemple à la chute de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean).

## **COLORATIONS**

La plupart des terrains cartographiés sont composés de roches magmatiques felsiques ou intermédiaires. La classification de ces roches est principalement basée sur la reconnaissance des proportions de quartz, feldspath potassique et plagioclase. Deux cent treize (213) colorations par cobaltinitrite après une attaque à l'acide hydrochlorique ont été effectuées au LABMATER (UQAC) à cet effet. Une fois numérisés, et traités par analyse des images, les résultats de colorations permettent une meilleure estimation des proportions des différents feldspaths que les estimations de terrain, ou les lames minces. Malgré une faible part de subjectivité (réduite à son maximum par l'utilisation de logiciels d'analyse d'images), les résultats de coloration ont une précision estimée à environ 10 %. Il est intéressant de constater la différence entre les deux types d'analyse. Il faut rappeler que les colorations ne permettent d'estimer le quartz que de façon approximative puisqu'il ne réagit pas l'acide hydrochlorique, et n'acquiert donc pas de couleur spécifique.

Les résultats de coloration sont présentés à la figure 5. Noter l'affinité légèrement plus alcaline de la Suite de Belley comparativement au Complexe de Barrois. Les résultats de coloration semblent indiquer une surestimation systématique de la proportion de feldspath alcalin dans les unités de la Suite plutonique de Belley sur le terrain. Il reste vrai que la Suite plutonique de Belley ne contient que très peu d'échantillons de composition granodioritique comparativement au Complexe de Belley. Les échantillons de la Mangérite de Lachance sont d'après les colorations plutôt des charnockites, quoique l'estimation du quartz est approximative.

## **LITHOGÉOCHIMIE**

Cent quarante-sept (147) analyses géochimiques sur roche totale ont été effectuées sur des échantillons représentatifs des différentes unités lithologiques. La préparation des échantillons (concassage et broyage) ainsi que les analyses ont été effectuées par Actlabs. Les éléments majeurs ont été analysés par ICP-AES tandis que les éléments traces ont été analysés par ICP-MS. En plus de ceux-ci, neuf échantillons ont été analysés pour des analyses économiques par ICP-MS, ICP-AES (ICP à spectrométrie d'émission optique) ainsi qu'un échantillon par infrarouge pour le carbone graphitique. L'ensemble des analyses est disponible dans la base de données du SIGÉOM.

## **LES ROCHES FELSQUES ET INTERMÉDIAIRES**

Les roches magmatiques felsiques et intermédiaires couvrent la quasi-totalité du socle protérozoïque de la zone d'étude. Certaines analyses d'échantillons considérés comme provenant de l'unité mPbo11 risquent de ne pas être représentatives car l'entrelacement entre les niveaux interprétés comme étant magmatiques ou sédimentaires est trop fine à l'échelle de la cartographie. Il est donc possible que certaines de ces analyses correspondent en fait à des roches de paragneiss, ou bien à des mélanges entre ces deux pôles. Toutes les roches intrusives felsiques à



intermédiaires analysées sont du type-I (Chappell et White, 1974), ce qui indique une source ignée du protolithe des magmas (figure 6a-c) (sauf pour quelques échantillons qui sont interprétés comme étant des métasédiments). Les orthogneiss du Complexe de Barrois (mPboi1) sont les plus hétérogènes, en termes de possibles contextes de mise en place (figure 6d), et ce même en omettant les échantillons qui ont une possible origine métasédimentaire. La majorité de ces roches sont d'affinité métalumineuse (figure 6a). Elles se répartissent entre des granites d'arcs volcaniques et des granites intraplaques selon le diagramme discriminant Y+Nb vs Rb (Pearce *et al.*, 1984, figure 6d). Cette hétérogénéité est possiblement due au mélange de plusieurs sources de magmas d'origines variées formées par de nombreuses injections. Le fait que les orthogneiss contiennent des amphibolites et des roches métasédimentaires est aussi une source potentielle de contamination et donc d'hétérogénéité. La déformation subie par les orthogneiss et qui a mené à la formation de la gneissosité (avec une ségrégation chimique possible), ajoute encore un degré de complexification et de possible mélange à la signature géochimique.

Les échantillons de la Suite plutonique de Belley (mPbly1 à 4) ont des compositions situées à la limite entre per- et métalumineux (figure 6b), notamment ceux de l'unité mPbly1. Les échantillons issus des unités mPbly2 et mPbly4 ont plutôt des affinités syénogranitiques d'après les observations de terrain et sont plutôt métalumineuse (figure 6b), tandis que ceux provenant du domaine monzogranitique mPbly3 sont plutôt peralumineuse. Le contexte de mise en place des unités de la Suite plutonique de Belley est surtout celui de granites intraplaques (figure 6e).

Comparativement aux unités hétérogènes décrites ci-dessus, les roches de la Mangérite de Lachance (mPlch) ont une composition chimique assez homogène. Toutes sont métalumineuses et coïncident avec le domaine des granites intraplaques (figure 6c et f). L'homogénéité géochimique des mangérites laisse supposer qu'il s'agit d'une série de massifs ayant une origine ou des processus magmatique similaires ou communs. L'homogénéité géochimique peut aussi indiquer qu'il y a eu peu de mélange avec les différents encaissants. Cela peut indiquer une mise en place

dans un encaissant relativement froid et consolidé, et ce, tardivement dans l'histoire métamorphique.

## **LES ROCHES MAFIQUES**

Les amphibolites présentes dans le Complexe de Barrois (mPboi3) ont des affinités surtout tholéitiques plutôt riches en fer (figure 7a et b). Elles ont un contenu en SiO<sub>2</sub> entre 45 et 55 % et en MgO entre 2 et 6 % sauf pour deux échantillons à 16 % MgO. Ces deux échantillons se situent dans le champ des basaltes komatiitiques. Le contexte de mise en place des amphibolites est intraplaques d'après la classification de Pearce et Norry (1979).

Les analyses du Gabbronorite de Claire (mPclr) montrent deux types de compositions en éléments trace. La première a une signature en éléments traces assez similaires aux amphibolites de l'unité mPboi3 (figure 7c). Le second type de composition est plus riche en éléments tels que les HFSE, U/Th et les terres rares légères, et donc possiblement à la présence de minéraux accessoires tels que l'apatite, ces échantillons correspondent à des zones plus rouillées (affleurement 13-SM-2125, voir le chapitre « Géologie économique »). Ces deux échantillons sont plus riches en fer (18,20 pd. % en moyenne), phosphore (3,03 pd. % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en moyenne) et titane (4,9 pd. % TiO<sub>2</sub> en moyenne). Malgré leurs similitudes géochimiques, les évidences texturales et les relations avec les encaissants (comme le fait que les gabbronorites ne se trouvent jamais en niveaux dans les gneiss) supportent l'hypothèse que les gabbronorites forment une unité distincte des amphibolites.

Les analyses d'échantillons provenant de la Suite anorthositique de Lac-Bouchette (mPbct1 et 2), indiquent une affinité calco-alkaline. Cette affinité est compatible avec l'injection tardive de ces magmas dans la séquence stratigraphique; ils se seraient injectés tardivement dans un contexte de

convergence comparativement à l'environnement plutôt extensif interprété pour les roches tholéitiques.

## **MÉTAMORPHISME ET CONDITIONS DE MISE EN PLACE**

Les roches du socle protérozoïque grenvillien montrent des évidences de conditions de haute température.

### **PIC DE TEMPÉRATURE**

Dans certains paragneiss de composition pélitique, l'assemblage sillimanite – grenat – feldspath potassique - quartz – biotite – graphite indique des conditions de haute température, dans le faciès supérieur des amphibolites. La muscovite n'est pas observée sur le terrain, indiquant la possible réaction muscovite + quartz = sillimanite + biotite + feldspath potassique et donc le passage au faciès granulitique. La qualité médiocre des affleurements contenant les assemblages cités ci-dessus n'a pas permis de faire l'échantillonnage nécessaire afin de produire des lames minces. Ainsi, en l'absence d'observations microscopiques, le passage au faciès granulitique ne peut être qu'inféré.

La présence d'orthopyroxène dans les orthogneiss indique soit une cristallisation à haute température, soit un remplacement des phases hydratées ferro-magnésiennes (biotite et amphibole) durant un trajet métamorphique prograde. En microscopie optique, on n'observe pas d'évidence que le pyroxène remplace une autre phase (telles que des inclusions par exemple), ce qui indique plutôt une origine ignée.

### **FUSION PARTIELLE**

Des affleurements d'unités de paragneiss et d'amphibolites montrent des structures qui indiquent la probable fusion partielle de ceux-ci. Malheureusement, les microstructures fines liées à la

fusion partielle n'ont pas pu être observées en lame mince. La recristallisation subie par ces lithologies a pu effacer ces évidences. La fusion partielle est donc interprétée d'après les observations de terrain telles que la présence d'amas mafiques centimétriques associés avec des leucosomes et possiblement des minéraux péritectiques. L'absence d'évidence de fusion partielle dans les orthogneiss indique que ces lithologies n'ont probablement pas fondu. Également, il est possible que les traces de fusion partielle n'aient pas été remarquées à l'affleurement, car cela est très difficile dans des lithologies leucocrates (Sawyer, 2010).

Les conditions métamorphiques nécessaires pour atteindre la fusion partielle des lithologies locales varient selon que le système soit anhydre ou que de l'eau soit disponible (Winter, 2001). Si l'eau est disponible, la fusion peut se produire dès le faciès supérieur des amphibolites, soit à environ 750°C. Cependant, la fusion anhydre de métapélites nécessite des températures supérieures à 800°C. Dans le cas des unités mafiques, leur fusion partielle anhydre aurait nécessité des températures supérieures à 850°C. Régionalement, un degré substantiel de fusion partielle anhydre est peu probable. En effet, si la température a atteint 850°C pour permettre la fusion anhydre des unités mafiques, alors les paragneiss et même les orthogneiss auraient atteint de hauts degrés de fusion partielle et cela s'observerait sur le terrain. Il est donc probable que le pic de température ait été à environ 750°C - 800°C et en présence d'eau (Bucher et Frey, 2002).

### **TRAJET RÉTROGRADE**

Le remplacement quasi systématique de l'orthopyroxène par la biotite ou l'amphibole dans les orthogneiss indique une réhydratation à des conditions du faciès des amphibolites durant le trajet rétrograde. L'origine de l'eau dans de tels contextes est un problème récurrent en géologie métamorphique. Il est à noter que la présence d'eau est attestée au faciès moyen des amphibolites (environ 600 - 700°C) par la réhydratation des pyroxènes en biotite et amphibole.

## **MÉTAMORPHISME DE CONTACT**

Quoique les orthogneiss aient pu cristalliser en profondeur, la présence d'unités supracrustales, telles que les paragneiss et les amphibolites, implique un enfouissement. Étant donné le contexte géologique de collision continentale lors de l'orogénèse grenvillienne, un trajet métamorphique de type barrovien est probable. Le pic de métamorphisme a pu atteindre le faciès granulitique par endroits. L'ensemble des unités pré-grenvilliennes a été réhydraté au faciès moyen des amphibolites, où les pyroxènes ont été remplacés par la biotite et l'amphibole rétrograde.

Dans le cas des intrusions magmatiques mises en place dans les gneiss, il n'est pas possible de parler de conditions de métamorphisme, mais plutôt de discuter des conditions de mise en place et de cristallisation. Les anorthosites ont des températures de cristallisation typiquement autour de 1200°C, ce qui est similaire à la température des gabbros associés (Woussen *et al.*, 1981). Les mangérites ont généralement des températures de cristallisation plus faibles, de l'ordre de 800 - 900°C (Markl *et al.*, 1998).

Si l'injection des magmas des mangérites a eu un impact métamorphique sur leur encaissant, cela n'a pas été observé sur le terrain. L'impact thermique n'est pas responsable ni de la présence d'orthopyroxène dans les orthogneiss, ni de la possible fusion partielle, car aucun lien spatial n'est reconnu entre ces phénomènes et la proximité de mangérites. En revanche, il est possible que les magmas mangéritiques et anorthositiques grenvilliens (quoique pauvre en H<sub>2</sub>O) aient pu fournir une partie de l'eau responsable de l'hydratation des pyroxènes, et qui a possiblement permis la fusion partielle.

## **GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE**

Sur l'ensemble du territoire couvert par les travaux de l'été 2013 et 2014, peu d'indices étaient connus. Sur les feuillets 32A09 et 32A10, aucun indice n'était signalé, alors que dans le feuillet

32A08, trois indices de minéraux non-métalliques et un de minéraux métalliques sont reconnus. Deux carrières sont également exploitées sur ce feuillet. Les travaux de l'été ont permis de visiter ces indices et carrières pour vérifier leurs statuts. En plus, les données recueillies sur l'ensemble du territoire ont fait ressortir certaines zones d'intérêt pour les minéraux métalliques et non-métalliques. La description des types d'indices qui suit inclut des indices connus et d'autres simplement signalés ici comme des occurrences.

### **GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE ASSOCIÉE AUX ROCHES MAGMATIQUES FELSIQUES**

#### *Potentiel IOCG (« Iron Oxide Copper Gold »)*

L'observation d'indices associés à des contextes d'IOCG dans les terrains du Grenville (Faure, 2012) incite à envisager la présence d'IOCG dans notre zone d'étude. Les IOCG se caractérisent notamment par leurs larges empreintes d'altération, qui sont parfois détectables sur le terrain. Certains outils géochimiques existent pour déterminer les types et les degrés d'altération de roches dans des contextes d'IOCG. Deux de ces méthodes ont été appliquées à la base de données lithogéochimiques. La classification des altérations décrite dans Montreuil *et al.* (2013) permet de déterminer quelles altérations ont pu subir certaines roches magmatiques. D'après cette classification, les échantillons analysés représentent dans leur grande majorité soit des compositions non altérées, soit des échantillons avec une faible altération en Ca et Fe (figure 8). Vingt (20) analyses tombent dans des champs indiquant une possible altération. Parmi celles-ci, 10 correspondent à une potentielle altération potassique, 4 à une altération en Fe et Ca ( $\pm$  Mg et  $\pm$  K), 6 sont dans un champ du diagramme dont l'altération n'est pas déterminée (figure 8). Il est à noter que toutes ces analyses apparaissent dans des champs correspondant à de faibles niveaux d'altération, proche du champ des roches non altérées. Benavides *et al.* (2008) proposent un indice d'altération modifié appliqué aux contextes d'IOCG pour les roches calco-alcalines. La base de données PAC3G (n=147) retourne 6 échantillons dont les valeurs de cet indice est

supérieure à 80 %. Tous font partie des leucogabbros associés à l'anorthosite de Lac-Bouchette et ne correspondent donc pas aux environnements de zone convergente associés aux roches calco-alcalines. Ces analyses ne font donc pas ressortir de potentiel pour les gisements de type IOCG dans la zone d'étude.

#### Potentiel en Éléments de Terre Rares (ETR)

La présence de syénites et de syénogranites, notamment dans la partie SE de la zone d'étude, dans le Groupe de Belley permet de présumer d'un potentiel en éléments du groupe des terres rares. Cependant, les échantillons analysés ne présentent aucun potentiel économique significatif. Parmi les unités de la Suite plutonique de Belley, 4 échantillons retournent un total en ETR supérieur à 1000 ppm. La quantité de Nd pour ces échantillons est supérieure à 200 ppm et le maximum est de 261 ppm. Les teneurs en ETR de ces roches sont considérées élevées mais ne dépassent pas la valeur de 1700 ppm nécessaire pour être considérées comme un indice de terres rares. De plus, leur contenu en Nd n'est pas très élevé. Pour des suites granitiques enrichies en ETR les seuils seront en général plus élevés. Par exemple, la syénite à néphéline du Canton de Crevier présente des valeurs en zirconium entre 1000 à 2000 ppm (GM67168).

### **INDICE ET OCCURRENCES MÉTALLIQUES**

#### Occurrences de métaux associés aux sulfures

##### *Lac-Bouchette*

Une seule occurrence a été échantillonnée dans le secteur du Lac-Bouchette. Il s'agit d'une dissémination de pyrite, pyrrhotite et chalcopryrite associée à des lambeaux mafiques déformés dans les phases gabbroïques (photo 9, figure 3). Les sulfures ne comptent que pour 3-5 % de la roche. Le résultat d'analyse obtenu sur un échantillon choisi a donné des valeurs en éléments métalliques bien inférieures à celles nécessaires pour le qualifier d'indice (tableau 1).

L'ensemble des roches gabbroïques correspondant à l'unité 1 de la Suite anorthositique de Lac-Bouchette (mPbct1) est certainement la meilleure unité pour contenir des minéralisations de type Ni-Cu. Dans le feuillet voisin 22D05, des découvertes en métaux usuels ont été réalisées par les travaux des prospecteurs récemment (Com. Pers). Des valeurs anomaliques en cuivre, nickel et cobalt ont été rapporté (0,185 % Cu, 0,18 % Ni, 0,013 % Co). Ces découvertes sont associées à des intrusions mafiques comme celles cartographiées dans la Suite anorthositique de Lac-Bouchette.

*Mo – Au: Indice Kennedy (Fiche de gîte 32A08-1000)*

Pour l'indice Kennedy du feuillet 32A08, il est fait mention de la présence de molybdénite et d'or (6% MoS<sub>2</sub>) à faible distance du contact entre une pegmatite et un gneiss granitique (GM-11530, 1953). Les tentatives pour retrouver cet indice durant la phase terrain ont été vaines. Comme l'information date de plus d'un siècle, la localisation peut avoir été mal retranscrite.

## **INDICES ASSOCIÉS AUX OXYDES**

### Gabbronorites

Plusieurs indices d'oxydes sont présents dans les unités de gabbronorite. Ces contextes de phases mafiques enrichies en oxydes de fer et titane sont reconnus dans la partie sud du feuillet 32A10 avec l'unité de Gabbronorite de Claire (figure 2). Ces unités ont certaines similarités avec les OAGN (Oxide - Apatite Gabbronorite) décrites par McLelland *et al.* (1994). Les valeurs en fer, titane et phosphore obtenues sont élevées mais insuffisantes pour produire une fiche de gîte pour ces roches (tableau 2). On y note toutefois des valeurs de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> d'environ 3 %. Ces valeurs, qui avoisinent celles du TiO<sub>2</sub>, sont rencontrées habituellement dans les phases évoluées d'une suite de cristallisation de roche mafique comme les suites anorthositiques. À quelques kilomètres au sud dans le feuillet 32A07 se trouve la propriété du lac Touladi qui est reconnue pour son dépôt de fer



titane associé à des phases de gabbro enrichi en oxydes. Le tonnage a été estimé à 124 Mt à 23 % Fe et 6,6 % TiO<sub>2</sub> (Boily, 2010). L'unité de roches enrichies en fer et titane reconnue dans la portion sud du feuillet 32A07 et la partie nord du feuillet 32A07 est le même horizon qui renferme le dépôt du lac Touladi.

#### Occurrence de magnétite d'Angoulême No cogite 32A08-0001

La fiche de gîte de cette occurrence donne une localisation au contact entre un gabbro et un granite. Toutefois, ce gîte n'a pas été retrouvé sur le terrain probablement en raison d'une localisation déficiente. Cependant, compte tenu de la description de la fiche de gîte, le pourcentage d'oxydes de fer et titane estimé est inférieur à 20 %. Le pourcentage trop faible pour cette occurrence ne permettra pas d'atteindre les seuils minimums de 30 % en fer pour demeurer dans la base de données des gîtes.

### **INDICES ET OCCURRENCES NON MÉTALLIQUES**

#### Indices associés aux paragneiss (graphite)

Les paragneiss à graphite se retrouvent à l'extrémité ouest du feuillet 32A10 (figure 2). Il s'agit de l'unité mPboi4a qui a été cartographiée sur quelques kilomètres carrés. L'horizon graphitique se trouve à la bordure de cette unité et est visible sur plusieurs centaines de mètres avec une épaisseur estimée de quelques dizaines de mètres. Cet horizon est facile à localiser puisqu'il est fortement rouillé et en bordure d'une nouvelle route forestière. Dans certains échantillons choisis, on observe jusqu'à environ 5 % de graphite qui se retrouve sous forme de grosses paillettes de 1 à 2 mm dans une roche riche en quartz et feldspath. Le résultat d'analyse a donné une valeur de 1,24 % en carbone graphitique. Toutefois, l'unité de paragneiss qui contient cet indice est peu étendue. Bien que cette teneur se rapproche de résultats obtenus dans le projet Bisset Creek de la compagnie Northern Graphite, (<http://northerngraphite.com/wp-content/uploads/2013/09/13-09->

23-NGC-PR-Update-BFS-Final-with-appendix-for-SEDAR2.pdf) elles sont loin des résultats de dépôts comme celui du lac Knife de Focus graphite Inc. et celui du lac Guéret de Mason Graphite Corp qui ont des teneurs beaucoup plus élevées à 15% et plus (<http://www.focusgraphite.com/>; <http://www.masongraphite.com/>). Il est commun de rencontrer des traces de graphite dans les paragneiss. C'est d'ailleurs un critère diagnostique d'identification pour ces roches.

#### Niveaux de quartzite (mPboi4b) dans les paragneiss

Plusieurs niveaux de quartzites ont été découverts dans les séquences de paragneiss du Complexe de Barrois (mPboi4b). Le niveau de quartzite le plus important mesure environ 2 m d'épaisseur et peut être suivi sur quelques dizaines de mètres. Les autres niveaux de quartzites sont encore plus minces, et ne dépassent pas un mètre d'épais. Ces affleurements ne représentent pas des dépôts de silice, mais la présence avérée de quartzite indique un potentiel de cette formation à contenir ce type de dépôt. Ces niveaux présentent une pureté très variable et hétérogène ce qui rend difficile l'estimation de la pureté moyenne. Pour réaliser un échantillonnage représentatif il aurait été nécessaire de prélever plusieurs petits morceaux perpendiculairement à la direction de la lentille ou plusieurs échantillons. Cet échantillonnage a été jugé non nécessaire puisque les impuretés visibles étaient trop nombreuses avec en moyenne de 10 à 15% de feldspath. Ces valeurs ont été jugées trop élevées pour atteindre les teneurs en silice nécessaires pour l'industrie (de >98% à >99,5% SiO<sub>2</sub>). Selon les usages, les teneurs combinées en l'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et TiO<sub>2</sub> doivent être entre 0,15% et 0,5% (<http://sidex.ca/wp-content/uploads/2015/02/Explorer-pour-la-silice-au-Qu%C3%A9bec.pdf>).

#### La silice dans le secteur du feuillet 32A08

### *Le dépôt de silice de Lac-Bouchette*

Ce dépôt est situé en bordure de la route entre St-Francois-de-Sales et Lac-Bouchette (figure 2). Il s'agit d'une ancienne exploitation de quartz découverte en 1933 et exploitée de façon sporadique jusqu'à la fin des années 1970. Une estimation sommaire du volume extrait de 65,000 tonnes sur le gisement peut être calculée en mesurant la longueur, la profondeur du trou par une épaisseur du cœur de la veine. Les réserves sur ce dépôt sont de 312,000 tonnes à 99,60 % SiO<sub>2</sub> (Delagrave et Gaucher, 1978). Ce dépôt de quartz est développé au sein d'un grand couloir de déformation de direction nord-est fortement altéré et silicifié. La veine principale a un pendage abrupt vers l'est à 70 degré et une épaisseur d'une dizaine de mètres. La présence de poches et de zones avec des cristaux de quartz euhédres serait alors associée à un phénomène tardif de remobilisation locale en espace ouvert. La roche encaissante mPbly1 de cette veine principale est de composition granitique. Elle est fracturée et silicifiée sur une épaisseur décamétrique du côté ouest qui est exposé. Un affleurement sur le bord de la route à 200 mètres du couloir principal montre un réseau de fracturation rempli de quartz et une intense silicification de la roche.

### *Indice de quartz de Chambord*

À quelques kilomètres au nord-est du dépôt de silice de Lac-Bouchette, une autre zone de veines de quartz est connue sous le nom de l'indice de Chambord. Cet indice a été découvert en 1994 par les travaux d'inventaire d'IOS Services Géoscientifiques (Girard et Veldhuyzen, 1996). Le Fonds Minier a réalisé des travaux de décapage en 2001 sur l'extension nord de l'indice. Le rapport n'a pas été déposé au MERN. Ces décapages avaient permis de recouper la zone silicifiée et les veines plus ou moins pures de quartz. La qualité du quartz est jugée excellente à bonne, avec des teneurs en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> variant de 0,07 % à 0,5 % et celles en titane variant de 10 ppm à 600 ppm (Girard, 1996). L'indice est constitué d'un essaim de veines de quartz dont certaines atteignent quelques dizaines de mètres d'épaisseur. Ces veines recoupernt une colline d'environ 200 mètres

de large par 450 mètres de long et 50 mètres de hauteur et sont encaissées dans les monzogranites de la Suite plutonique de Belley (mPbly1).

L'indice de quartz de Chambord et le dépôt du Lac-Bouchette partagent probablement une origine commune. Il pourrait s'agir d'un vaste système hydrothermal qui a amené des quantités significatives de quartz par l'entremise de fluides chargés de silice. Toute la zone entre Lac-Bouchette et l'indice de Chambord est potentiellement un secteur d'intérêt pour l'exploration du quartz hydrothermal. Cet environnement de fracturation et de circulation de fluides intense peut produire des dépôts ayant une pureté élevée de quartz. Cependant, les dépôts sont généralement de plus petite taille et de géométrie complexe.

#### **PIERRE ARCHITECTURALE ET CARRIÈRE**

Les carrières et les secteurs potentiels pour la pierre architecturale sont présentés et décrits au tableau 3 et figurés dans la figure 9. Les sections suivantes présentent les principales caractéristiques de ces secteurs.

##### *Carrière Vert Printemps*

Une carrière au sein de la Mangérite de Lachance et connue sous le nom de Vert Printemps (Spring Green) a été visitée pendant le projet. Le niveau d'inventaire de la carrière ainsi que la méthode d'exploitation par câble diamanté ont pu y être observés. Le potentiel au sein des mangérites du feuillet 32A08 (figure 9) et dans le sud de 32A06 est également excellent. Pour les mangérites situées dans le feuillet 32A10, les massifs sont plus fracturés et déformés.

##### *Suite plutonique de Belley*

La Suite plutonique de Belley au sud de Roberval montre un réel potentiel intéressant pour la pierre architecturale (-photo 4, figure 3). Le massif est accessible grâce à de récentes routes forestières. Il est peu fracturé, homogène et forme des reliefs de plusieurs dizaines de mètres. La couleur de la roche fraîche est orangée à granulométrie grossière et texture grenue légèrement foliée (photo 10, figure 3).

#### Carrière Chambord

Une carrière a été visitée à Chambord qui se trouve dans les roches calcaires du Groupe de Trenton. Cette carrière est tout près du village. Elle fut exploitée de façon sporadique depuis les 20 dernières années. À la fin des années 90, Granite Aurélien Tremblay a exploité la partie centrale de la carrière pour la production de tranche de façade, Les claims ont été repris par la compagnie Polycor en octobre 2013.

#### Granite vert de la Mangérite de Lachance dans le secteur sud-ouest

Certains massifs de mangérites présentent plusieurs caractéristiques intéressantes pour une exploitation pour la pierre architecturale. La partie sud-est du feuillet 32A06 est composée de nombreux massifs de plusieurs kilomètres carrés de surface. Ces massifs de mangérite verte qui forment des collines semblent très homogènes d'après les observations de terrain et très peu fracturés. Un très faible degré de déformation y a été observé. Ce secteur est accessible à partir de chemins forestiers en bon état depuis La Doré.

## **DISCUSSION ET CONCLUSION**

Les travaux de cartographie des feuillets 32A08, 32A09 et 32A10 ont permis de définir plusieurs nouvelles unités géologiques pour la région. La principale unité est le Complexe de Barrois. Ce complexe est très vaste et assez hétérogène, mais est globalement constitué de granodiorite et de

tonalite gneissique. Le Complexe de Barrois contient des unités lithologiques de nature supracrustale telles que des paragneiss et des amphibolites. La partie est de la zone d'étude est composée de la Suite plutonique de Belley. Celle-ci comprend des monzogranites et des syénogranites. Les granites composant cette suite sont systématiquement foliés, mais pas gneissiques, et ont très communément une texture porphyrique. Une série d'intrusions de la Mangérite de Lachance s'injectent aussi bien à travers le Complexe de Barrois que de la Suite plutonique de Belley. Les mangérites sont généralement moins structurées que les gneiss environnants, elles ont typiquement des textures porphyriques, sont à grains grossiers et surtout ont une réponse élevée sur le levé aéromagnétique dans la partie ouest de la zone d'étude, mais ont une réponse aéromagnétique faible dans la partie est, en dépit du fait que les unités se ressemblent beaucoup. Deux domaines forment le Gabbronorite de Claire, qui est caractérisée par des gabbros riches en oxydes de fer. Un des domaines du Gabbronorite de Claire contient l'indice de Touladi situé dans la zone de reconnaissance. Enfin, des leucogabbros et des anorthosites de la Suite anorthositique de Lac-Bouchette semblent s'injecter dans la Suite plutonique de Belley. Il est probable que cette suite soit associée à la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean. Les calcaires ordoviciens du Groupe de Trenton recouvrent les unités mésoprotérozoïques au pourtour du lac Saint-Jean.

L'analyse lithogéochimique montre que l'ensemble des unités intrusives felsiques à intermédiaires de la région sont de type-I. On note une grande variabilité géochimique dans les unités du Complexe de Barrois et de la Suite plutonique de Belley. Cela est interprété comme indiquant des sources multiples, des mélanges ou de la contamination, en plus de la possible cristallisation fractionnée dans chacune de ces unités. Comparativement, les différents échantillons de la Mangérite de Lachance sont assez homogènes malgré leur dispersion spatiale et leur manque de connexion spatiale (qui pourrait être un artefact de la surface d'érosion actuelle d'après le levé aéromagnétique). Cela est expliqué comme l'évidence d'une source unique,

probablement une chambre magmatique profonde, alimentant des plutons plus superficiels. Les amphibolites présentes dans le Complexe de Barrois (mPbar3) ont des affinités tholéitiques, et coïncident avec le champ des basaltes intraplaques. Cela indique une mise en place dans un contexte extensif. Les gabbros associés aux anorthosites ont une affinité calco-alcaline, indiquant une mise en place associée à une collision.

Le socle cristallin de la zone d'étude a été divisé en huit (8) domaines structuraux distincts. Globalement, la fabrique planaire régionale est orientée N-S à SO-NE et constitue la phase la plus ancienne de déformation D1. Une faille importante est identifiée dans la partie ouest du feuillet 32A10, celle-ci est associée à une foliation F2 surimprimée sur la gneissosité. La fabrique planaire principale F1-G1 est perturbée localement par les injections de mangérite et décrit des trajectoires concentriques, centrées généralement vers le cœur des intrusions.

L'étude métamorphique indique que les unités supracrustales ont atteint le faciès inférieur des granulites, du moins localement. Des évidences de fusion partielle sont localement observées dans les unités supracrustales. Cette fusion est interprétée comme étant due à l'injection d'eau dans le système à des conditions du faciès supérieur des amphibolites. L'ensemble des unités contenant de l'orthopyroxène montre des évidences de métamorphisme rétrograde avec le remplacement des assemblages anhydres par des assemblages à biotite ou amphibole. En résumé, l'histoire métamorphique indique un enfouissement d'unités supracrustales associé à la déformation du socle orthogneissique (qui a lui-même cristallisé à haute température). L'ensemble a ensuite été injecté par des unités de mangérite et d'anorthosite, elles-mêmes cristallisant à haute température (supérieure à 850°C).

L'unité de Gabbronorite de Claire est intéressante pour les oxydes de fer et titane. Cependant, l'échantillon analysé ne retourne pas de valeurs suffisantes pour le qualifier d'indice. Une bande de paragneiss particulièrement rouillés et ayant un contenu de 1,24 % en carbone graphitique a été découverte à l'ouest de la zone d'étude. Quelques affleurements contenant des niveaux de

quartzites ont été décrits mais ne sont pas assez volumineux pour constituer un intérêt économique. Ces découvertes ne constituent pas des indices, mais font apparaître de nouvelles zones d'intérêt dans la région.

Le secteur contient aussi des zones propices pour la pierre de taille. Certaines mangérites sont d'ailleurs actuellement exploitées et le présent travail propose de nouvelles zones d'intérêt, notamment dans la partie est du feuillet 32A06 où de grands domaines de mangérite homogène, massive et semblant peu fracturée sont présents.

## **RÉFÉRENCES**

BENAVIDES, J. - KYSER, K.T. - CLARK, A. H. - STANLEY, C. - OATES, C., 2008 - Exploration guidelines for copper-rich-gold deposits in the Mantoverde area, northern Chile: the integration of host-rock molar elements ratios and oxygen isotopes compositions. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*; Vol. 8, pages 343-367.

BENOIT, F.-W. - VALIQUETTE, G., 1971 - Région du lac Saint-Jean (partie sud). Ministère des richesses naturelles, Québec - RG140, 29 pages et 5 cartes.

BOILY, M. - 2010. Technical report and recommendations, the Lake Touladi Fe-Ti deposit. ALS Chemex, GEON - GM 66981, 84 pages.

BUCHER, K. - FREY, M. - 2002. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*, Springer Berlin Heidelberg, 341 pages.

CERM-PACES, 2013 – Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi. 332 pages.

CHAPPELL, B.W. – WHITE, A. J.R., 1974 – Two contrasting granite types. *Pacific Geology*; volume 8, pages 173-174.



- CIMON, J. – HÉBERT, C., 1998 – Processus magmatiques à l'origine d'une séquence jotunitique différenciée dans l'anorthosite du Lac-Saint-Jean, Québec. Ministère des Ressources Naturelles, Québec – DV 98-05, 41 pages.
- DELAGRAVE, M. - GAUCHER, E., 1978 - Résultats des travaux de géologie et des forages effectués dans une carrière de silice près du lac bouchette. Lavoie, Gaucher & Associates, Metriclab Inc - GM 39155, 30 pages.
- DENIS, B. T., 1932 - La région de Simard, Comté de Chicoutimi. Services des Mines du Québec. Rapport annuel 1932, pages 61-90.
- DESBIENS, S. - LESPÉRANCE, P.J., 1989 - Stratigraphy of the Ordovician of the Lac St-Jean and Chicoutimi outliers, Québec. Canadian Journal of Earth Sciences; 26, pages 1185-1202.
- FAURE, S., 2012 - Potentiel de minéralisations de type IOCG en contexte intracratonique ou d'arcs continentaux dans les terrains archéens et protérozoïque du Québec. CONSOREM projet 2010-08 - 29 pages.
- GIRARD, R., 1996 - L'indice de silice de Chambord, rapport sommaire sur la géologie. IOS services géoscientifiques - RP 95006 - 8 pages.
- GIRARD, R. - VELDHUYZEN, H., 1996 - L'indice de silice de Chambord, rapport sommaire sur la géologie. H. V. Geological Services, SKW Canada Inc - GM 57005, 13 pages.
- HIGGINS, M.D. - VAN BREEMEN, O., 1992 - The age of the Lac-Saint-Jean anorthosite complex and associated mafic rocks, grenville province, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences; 29, pages 1412-1423.
- IRVINE, T.N. – BARAGAR, W.R.A., 1971 – A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 8, pages 523-546.
- JENSEN, L.S. – PYKE, D.R., 1982 – Komatiites in the Ontario portion of the Abitibi belt. In: Komatiites. Geol. (eds) N.T. Arndt and E.G. Nesbitt (Allen and Unwin, London), pages 147-157.

- LAVOIE, D. – ASSELIN, E., 1998 - Upper Ordovician facies in the Lac Saint-Jean outlier, Québec (eastern Canada): palaeoenvironmental significance for Late Ordovician oceanography. *Sedimentology*; volume 45, pages 817-832.
- LAURIN, A.F. - SHARMA, K. N. M., 1975- Région des rivières Mistassini, Peribonca, Saguenay, (Grenville 1965-1967). Ministère des Ressources Naturelles, Québec; RG 161, 97 pages et 10 cartes.
- MANIAR, P.D. – PICCOLI, P.M., 1989 – Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*; volume 101, pages 635-643.
- MARKL, G. - FROST, R. - BUCHER, K., 1998 - The Origin of Anorthosites and Related Rocks from the Lofoten Islands, Northern Norway: I. Field Relations and Estimation of Intrinsic Variables. *Journal of Petrology*; volume 39, pages 1425-1452.
- MCDONOUGH, W.F. – SUN, S.S., 1995 – The composition of the earth. *Chemical Geology*; volume 120, pages 223-253.
- MCLELLAND, J. - ASHWAL, L. - MOORE, L., 1994 - Composition and petrogenesis of oxide-, apatite-rich gabbro-norites associated with Proterozoic anorthosite massifs: examples from the Adirondack Mountains, New York. *Contributions to Mineralogy and Petrology*; volume 116, pages 225-238.
- MONTREUIL, J.-F. - CORRIVEAU, L. - GRUNSKY, E.C., 2013 - Compositional data analysis of hydrothermal alteration in IOCG systems, Great Bear magmatic zone, Canada: To each alteration type its own geochemical signature. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*; Vol. 13, pages 229-247.
- PEARCE, J.A. – NORRY, M.J., 1979 – Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks, *Contributions to Mineralogy and Petrology*; volume 69, pages 33-47.
- 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.

RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C.F. - DAVIDSON, A., 1989 – New tectonics division of the Grenville Province, southeast Canadian Shield. *Tectonics*; volume 8, pages 63-84.

SAWYER, E., 2008 – Atlas of migmatites; *The Canadian Mineralogist*, Special Publication, volume 9, NRC Research Press, Ottawa, Ontario , p. 371.

SAWYER, E. - 2010 - Migmatites formed by water-fluxed partial melting of a leucogranodiorite protolith: Microstructures in the residual rocks and source of the fluid. *Lithos*; volume 16, pages 273-286.

THERIAULT, R. - BEAUSEJOUR, S. - 2012 - Carte géologique du Québec - Édition 2012. Ministère des Ressources Naturelles, DV 2012-06, 8 pages et 1 carte.

TREMBLAY, C., 2014 - Rapport de visite du projet d'Yves Audet 22D04, Consorem Rapport interne. 8 pages.

TURCOTTE, S., 2001 - Mise en place de la portion nord-est de la suite anorthositique du Lac-Saint-Jean durant un chevauchement Grenvillien; Université du Québec à Chicoutimi, 204 pages.

WINTER, J.D. 2001 – An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, 699 pages.

WOUSSEN, G. - DIMROTH, E. - CORRIVEAU L. - ARCHER P., 1981 - Crystallization and Emplacement of the Lac St-Jean Anorthosite Massif (Quebec, Canada). *Contribution to Mineralogy and Petrology*; volume 76, pages 343-350.

WOUSSEN, G. - ROY, D. - DIMROTH, E. - CHOWN E. H., 1986 - Mid-Proterozoic extensional tectonics in the core zone of the Grenville Province. In *The Grenville Province*. Edited by Moore J. M., Davidson A., and Baer A. J.. Geological Association of Canada, Special Paper 31, pp. 297 - 312.

Publication du Ministère de l'Énergie et des Ressources, 2010 - Carte géologique du SIGEOM - Feuillet 32A - CG SIGEOM32A - 16 cartes.

Ressources Naturelles Canada, 1963, Levé fédéral du champ magnétique total, Québec #14, (805m). Entrepôt de données géoscientifiques, Ressources naturelles Canada.

Ministère des Ressources Naturelles, 1953 - Kennedy Molybdénite Prospect - GM 11530 - 1 page.

### Liste Des Figures

Figure 1 : Carte régionale simplifiée montrant la localisation de la région cartographiée (SNRC 32A08, 32A09 et 32A10), modifié de Thériault et Beauséjour (2012).

Figure 2 : Géologie mise à jour de la région d'étude.

Figure 3: Photos de terrain et de lames minces.

Figure 4 : Limite des domaines structuraux et projections stéréographiques de fabriques associées. Projection selon le canevas de Schmidt, hémisphère inférieur. Les points situés en dehors des cercles représentent des mesures pour lesquelles seule une direction a pu être mesurée, mais qui n'ont pas de pendages associés.

Figure 5 : Diagrammes QAP indiquant les résultats des colorations pour a) les roches du Complexe de Barrois et de la Mangérite de Lachance et b) les unités de la Suite plutonique de Belley.

Figure 6 : Diagrammes géochimiques pour les intrusions felsiques et intermédiaires de la région d'étude. **a**, **b** et **c**) diagrammes  $Al/Ca+Na+K$  vs  $Al/Na+K$  (Maniar et Piccoli, 1989); type I = source ignée; type S = source sédimentaire (Chappell et White, 1974). **d**, **e** et **f**) diagrammes  $Y+Nb$  vs  $Rb$  (Pearce *et al.*, 1984); VAG = granite d'arc volcanique, ORG = granite de dorsale océanique, WPG = granite intraplaque, syn-COLG = granite syn-collisionnel.

Figure 7 : Diagrammes géochimiques des roches mafiques. **a**) diagramme AFM avec  $Na_2O + K_2O$  (A),  $FeO + Fe_2O_3$  (F), et  $MgO$  (M) (Irvine et Baragar, 1971). **b**) diagrammes ternaires  $Al$ -

( $Fe_{total} + Ti$ )-Mg (Jensen et Pyke, 1982). **c**) diagrammes multiéléments normalisés au manteau primitif (McDonough et Sun, 1995). **d**) diagramme Zr vs Zr/Y (Pearce et Norry, 1979).

Figure 8 : Diagrammes de domaines d'altération associés aux IOCG pour les analyses **a**) du Complexe de Barrois, **b**) de la Suite plutonique de Belley et **c**) pour les autres unités magmatiques. D'après Montreuil et al., 2013

Figure 9: Localisation des indices et des zones d'intérêts dans le feuillet 32A08

Figure 1 :

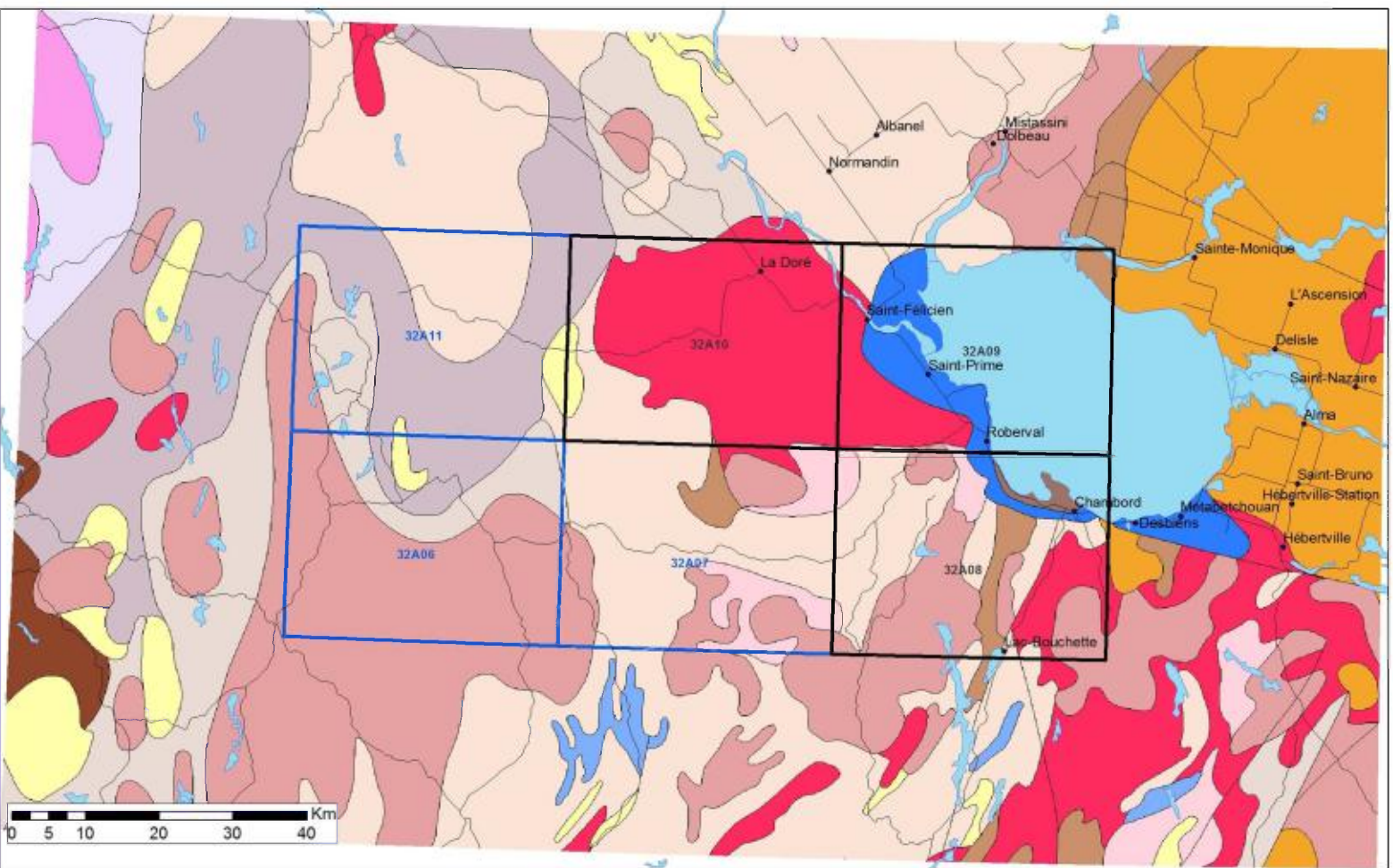


Figure 2

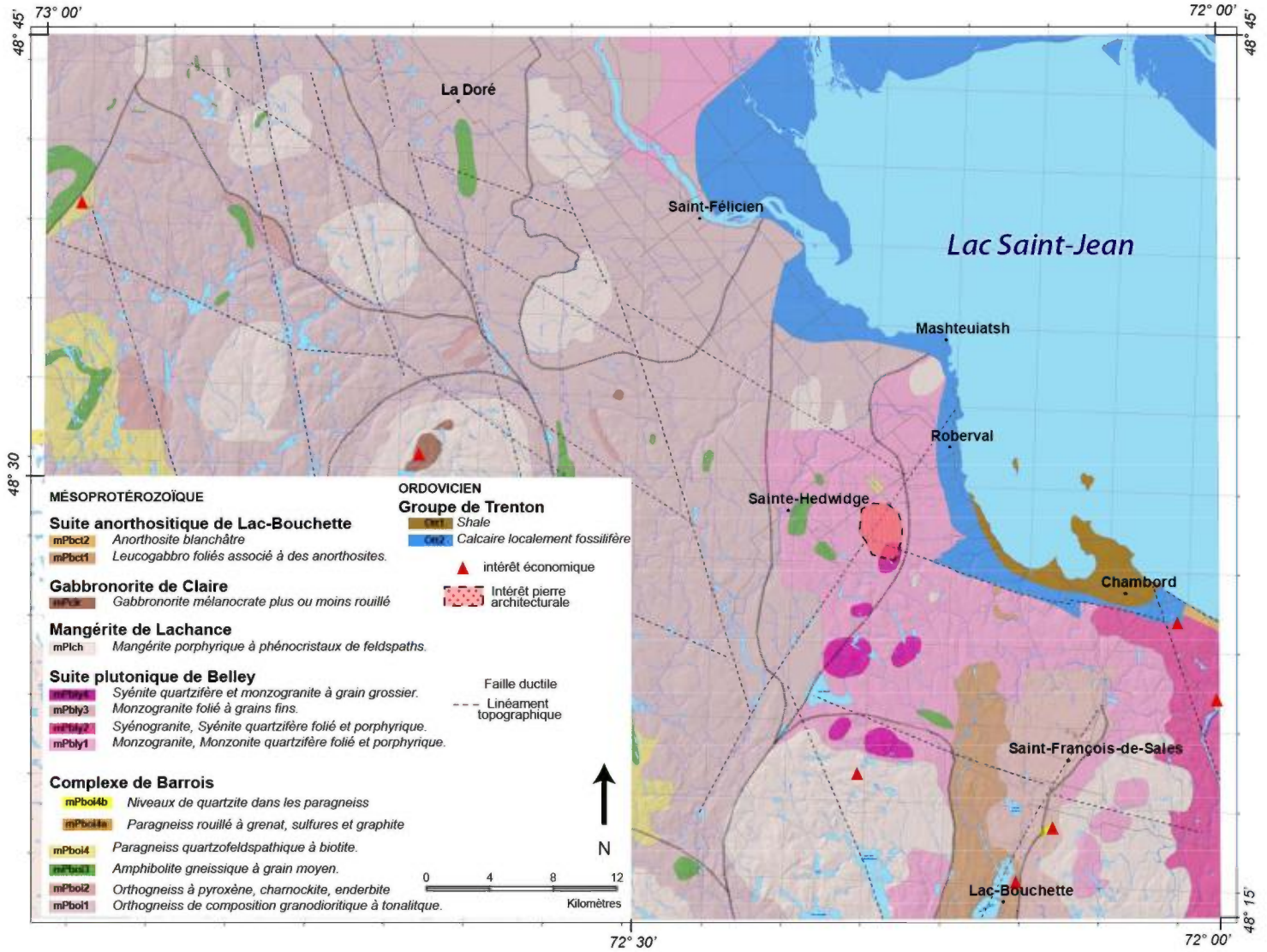


Figure 3



Photo 1: Orthogneiss typique (mPboi1) avec des niveaux d'amphibolite boudinés et possiblement migmatisés (mPboi3).

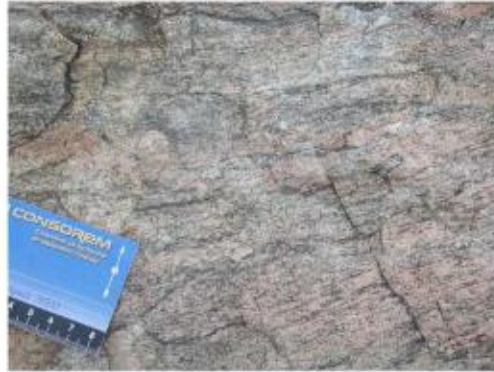


Photo 2: Orthogneiss mylonitisé (mPboi1). Notez les quartz rubanés et les indices de mouvement dextre.



Photo 3: Mangérite foliée et très étirée montrant la forte linéation d'étirement affectant les phénocristaux (mPlch).



Photo 4: Monzogranite typique de la Suite plutonique de Belley (mPbly1). Les phénocristaux de feldspaths potassiques sont caractéristique de ces granites foliés.



Photo 5: Paragneiss du Complexe de Barrois (mPboi4). Notez les niveaux rosés (granitiques) et les amas mafiques, ce qui indique la possible fusion partielle anhydre des paragneiss.



Photo 6: Niveau épais d'amphibolite du Complexe de Barrois (mPboi4). Les liquides leucocrates, associés à des niveaux plus mélanocrates, indiquent la possible fusion partielle.



Figure 3 (suite)



Photo 7: Paragneiss rouillés du Complexe de Barrois (mPoi4). La teinte rouillée provient des sulfures (quelques pourcents). Ils contiennent du graphite, du grenat et possiblement de la sillimanite.



Photo 8: Gabbro de Claire (mPclr). La granulométrie est plus grossière que dans les amphibolites. On y observe plus d'orthopyroxène, et la teinte est aussi plus rouillée.



Photo 9: Gabbro de l'indice du Lac-Bouchette. Les sulfures représentent 3 à 5% de la roche et sont de la pyrite, pyrrothite et chalcopyrite.



Photo 10: Monzonite quartzifère (mPbly1) orangée du secteur sud de Roberval. Cet échantillon est représentatif de la zone considérée intéressante pour la pierre ornementale.

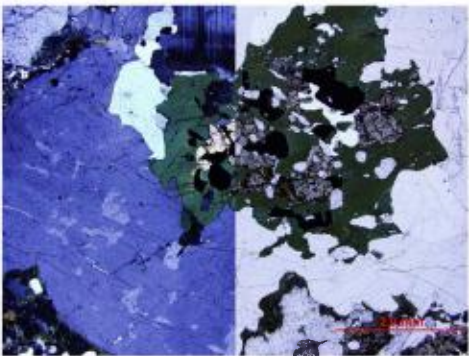


Photo 11: Mangérite (mPlch) montrant la rétrogression de l'orthopyroxène en amphibole + oxyde. La matrice est composée de PG et FK qui peuvent aussi être des phénocristaux. Notez l'absence d'une forte fabrique planaire.

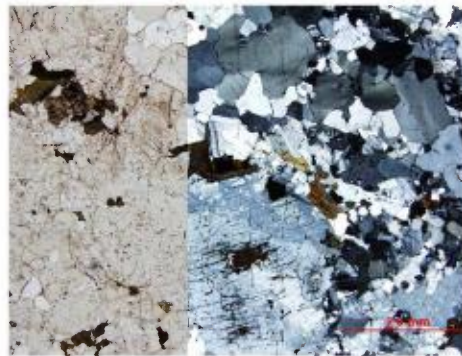


Photo 12: Monzonite quartzifère leucocrate (mPbly1), légèrement foliée. Notez la présence de phénocristaux de FK caractéristiques de l'unité. Notez la présence d'un petit OX remplacé par la BO en haut à gauche.

Figure 4

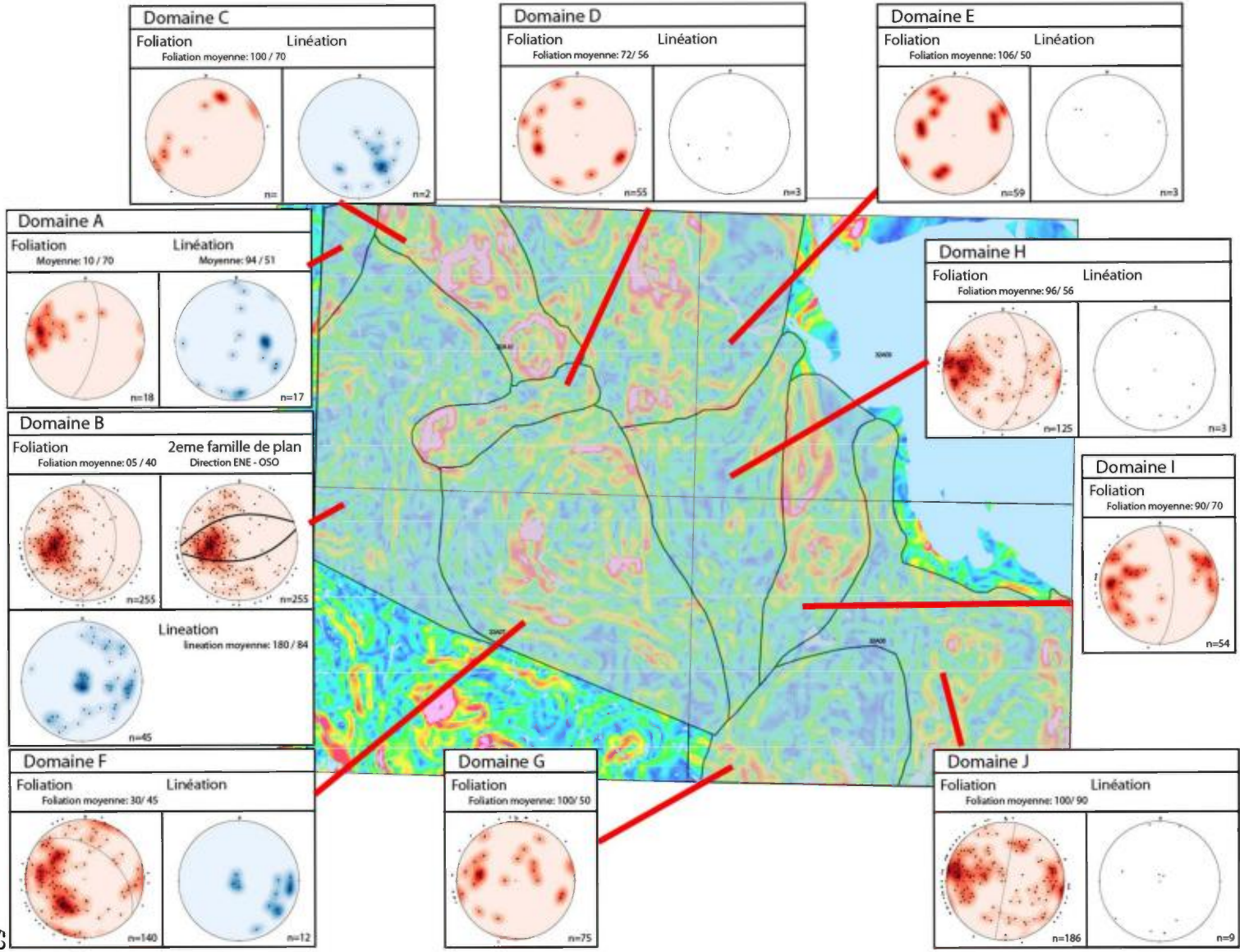


Figure 5

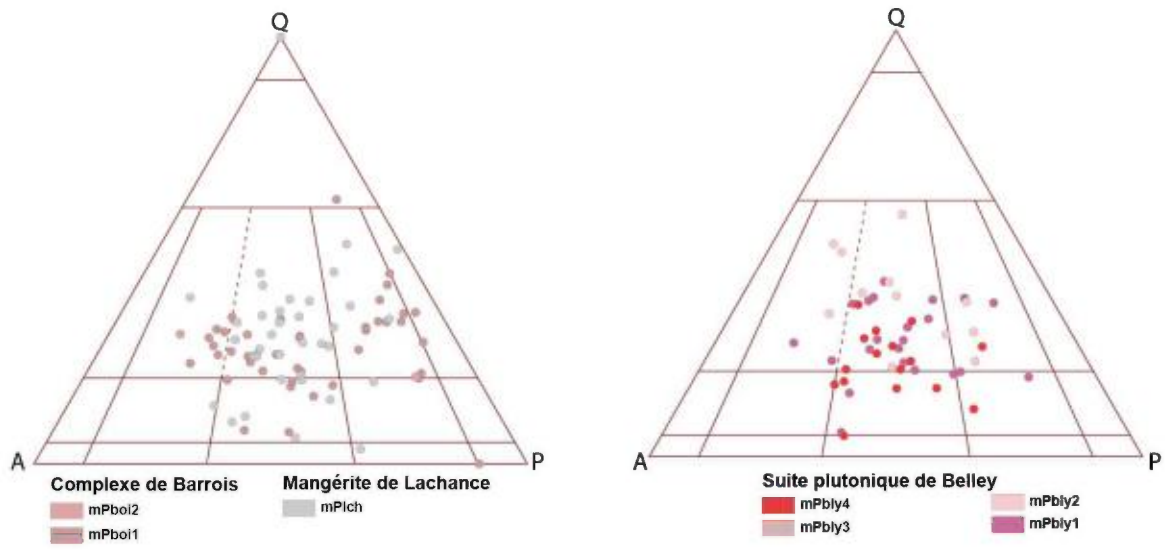
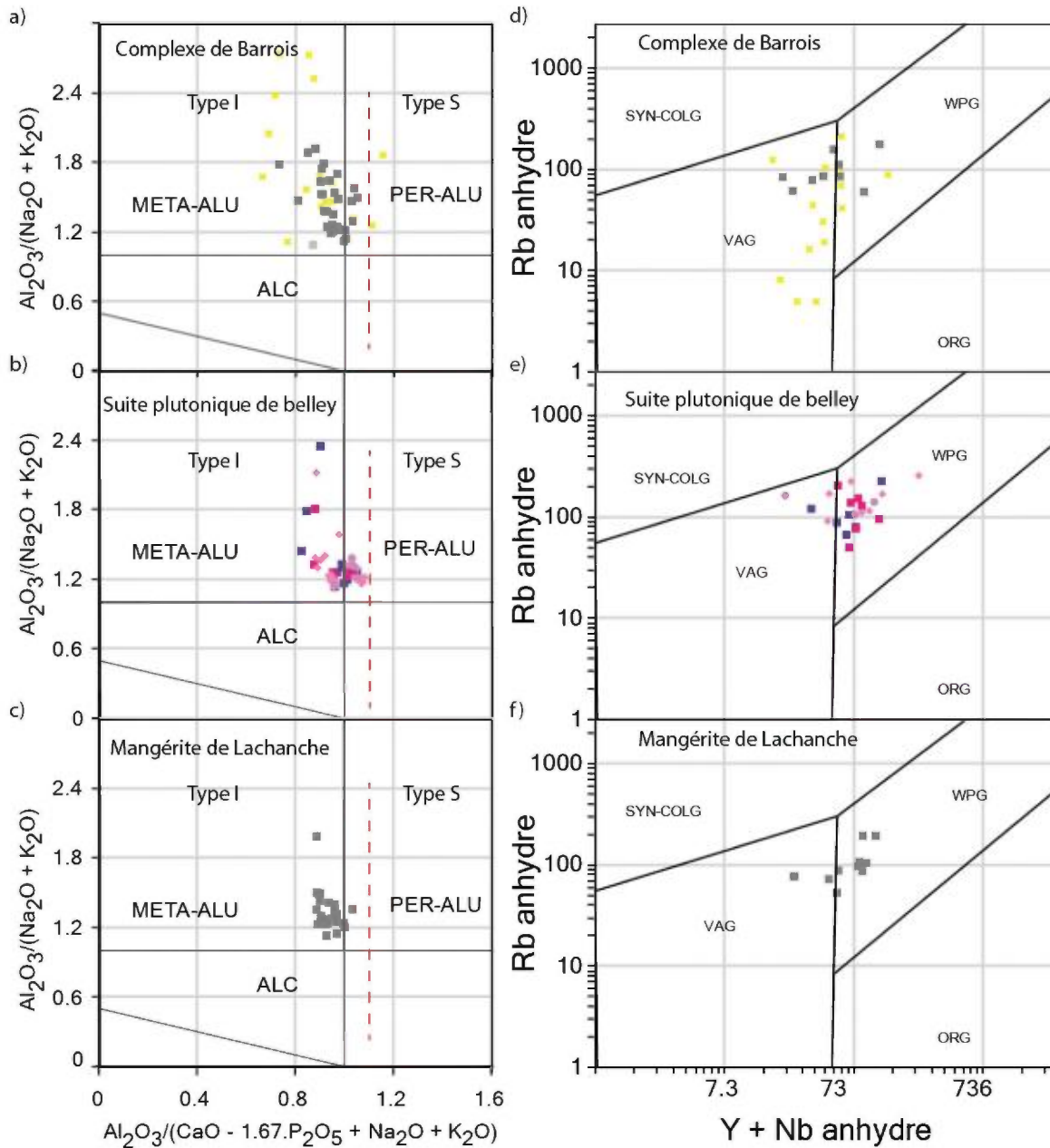


Figure 6



**Légende - Roches intrusives felsiques et intermédiaires**

- Complexe de Barrois
- mPboi1 - orthogneiss
  - mPboi2 - orthogneiss à othopyroxènes
  - mPboi4 - interprétés comme métasédiments
- Mangérite de Lachanche
- mPlch - Mangérites

- Suite plutonique de Belley
- mPbly1 - Monzogranite et monzonite quartzifère folié et porphyrique
  - mPbly2 - Syénogranites et syénite quartzifère folié et porphyrique
  - mPbly3 - Monzogranite folié à grains fins
  - mPbly4 - Syénite quartzifère à grains grossier

Figure 7

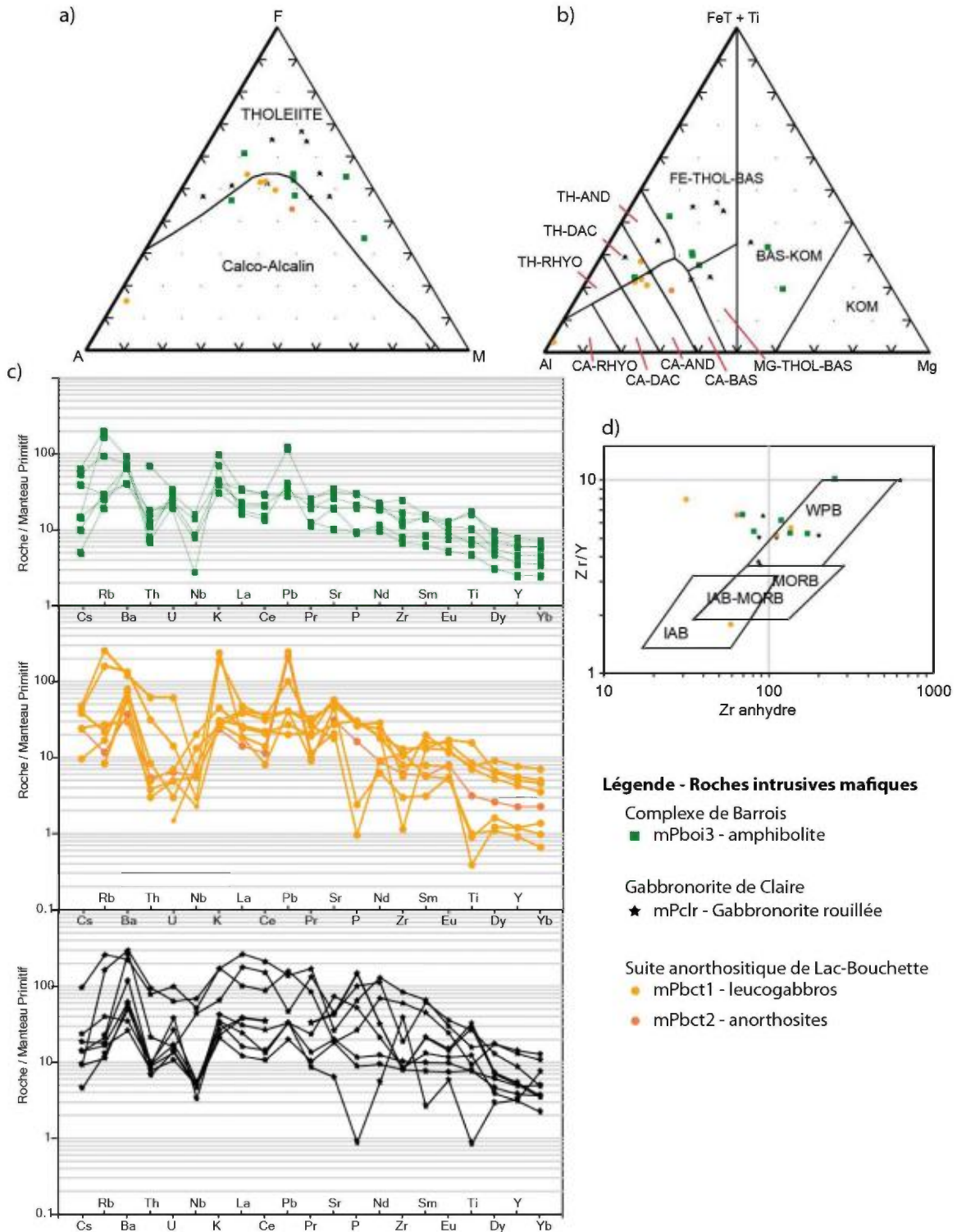


Figure 8

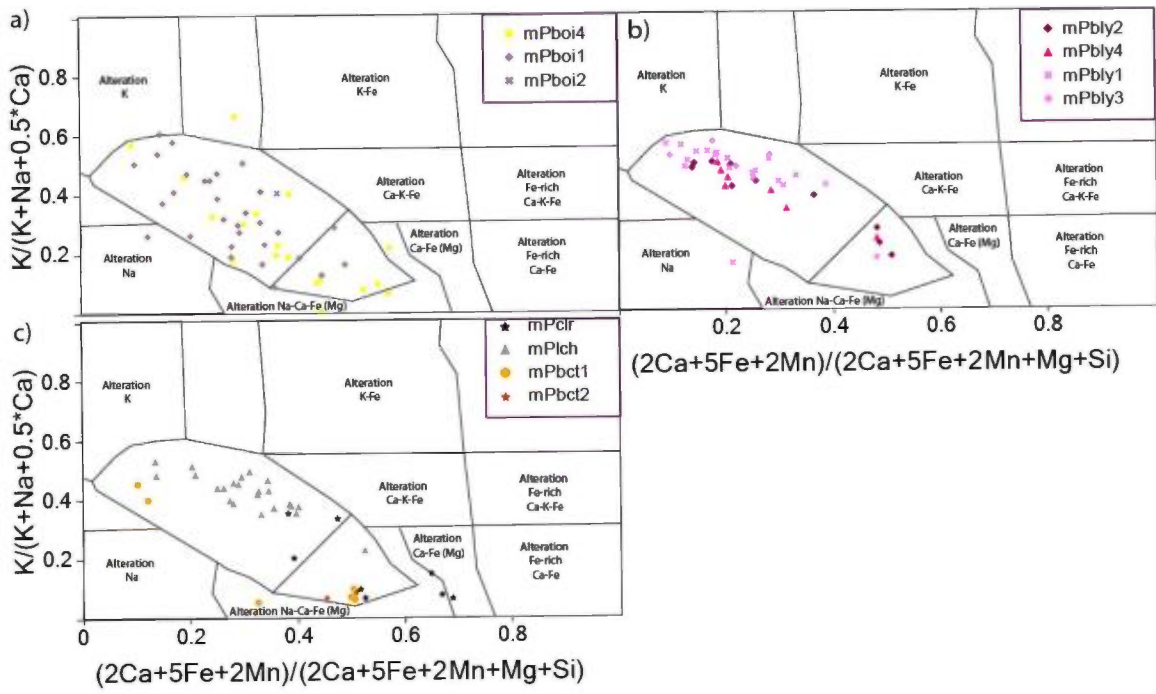
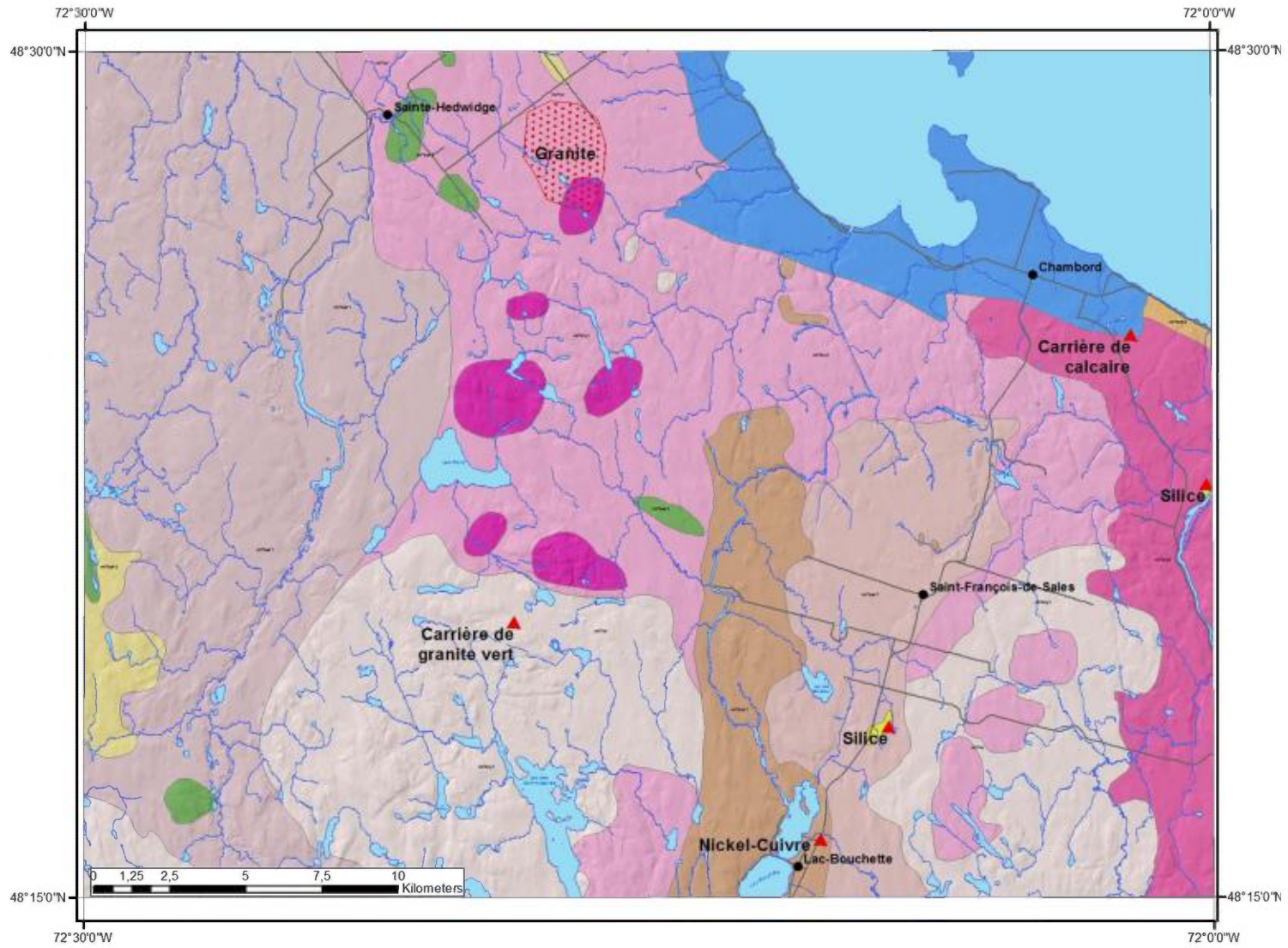


Figure 9



## TABLEAUX

No. Anal	SNRC	Fuseau	E UTM	N UTM	Litho	Au ppb	Cu ppm	Ni ppm	Zn ppm
2013057682	32A08	18	709710	5349909	I3A	13	632	52	161

Tableau 1 : Résultats partiels de l'échantillon de gabbro avec sulfures (mPbct1). Les coordonnées UTM sont en NAD 83, zone 18.

No. Anal	SNRC	Fus	E UTM	UTM N	Litho	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (T)	MgO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	V
						%	%	%	%	%	%	%	%	ppm
2013057676	32A10	18	671275	5375908	I2O	20,17	7,12	0,17	11,2	2,21	0,6	4,6	3,09	454
2013057677	32A10	18	671275	5375908	I2O	20,32	6,08	0,15	12,4	2,18	0,51	5,2	2,96	497

Tableau 2 : Résultats d'analyses dU Gabbronorite de Claire (mPclr) particulièrement rouillé. Les coordonnées UTM sont en NAD 83, zone 18.



Unité	Type	E UTM	N UTM	Feuillet SNRC
Calcaire de Trenton	Carrière	718331	5367014	32A08
Suite plutonique de Belley	Secteur	700796	5370646	32A08
Mangérite de Lachance	Carrière	699403	5356685	32A08
Mangérite de Lachance	Secteur	637879	5361146	32A06

Tableau 3: Localisation des carrières et des zones d'intérêt pour la pierre architecturale dans la zone d'étude (UTM NAD 83).

## **ANNEXES**

Annexe 1: Résultats de coloration à la cobaltinitrite utilisés à la figure 5

litho	Estant	Nordant	%Felspath K	%Plagio	%Quartz	Unité	litho	Estant	Nordant	%Felspath K	%Plagio	%Quartz	Unité
13-1170	703248	5349998	14	68	19	mPbly1	14-1074	713275	5360993	37	43	23	mPbly4
13-3132	703092	5358944	12	52	36	mPbly1	14-2076	711937	5348435	39	40	20	mPbly4
14-2127	702066	5367257	16	41	34	mPbly1	14-2106	711250	5358981	41	41	15	mPbly4
13-1057	690958	5381117	27	53	20	mPbly1	14-1077	708863	5361066	35	34	24	mPbly4
13-3085C	695091	5379803	29	52	19	mPbly1	14-2109	712555	5359807	42	34	24	mPbly4
13-3085	695091	5379803	24	39	37	mPbly1	13-1143	714647	5361118	39	31	29	mPbly4
14-2071B	704721	5359743	26	38	30	mPbly1	13-1144B	714888	5363474	43	30	28	mPbly4
14-2035	693045	5382588	32	39	18	mPbly1	13-3198	714843	5361895	58	37	5	mPbly4
13-2203	698793	5373203	33	37	30	mPbly1	13-2261	711826	5355717	40	25	36	mPbly4
14-2002	697889	5369843	37	40	29	mPbly1	14-2105	710242	5358259	51	30	21	mPbly4
13-1135	704594	5371081	37	41	22	mPbly1	14-2104	710269	5353118	45	27	15	mPbly4
13-2224	696852	5378591	37	38	25	mPbly1	14-2103B	710260	5353054	48	26	15	mPbly4
13-1052	690888	5381855	32	27	41	mPbly1	14-1123	654973	5380699	0	67	23	mPboi1
14-2001	696142	5372285	26	21	18	mPbly1	13-3012	677948	5382441	5	60	35	mPboi1
13-1083B	684937	5395606	43	32	25	mPbly1	14-2030B	656660	5379764	6	52	23	mPboi1
13-3086	696301	5380692	36	27	37	mPbly1	14-2036	690144	5366185	4	42	0	mPboi1
13-3205	705877	5364621	37	26	36	mPbly1	13-3152	694925	5368169	6	50	45	mPboi1
13-1082	685945	5395183	52	33	15	mPbly1	14-2029	656993	5379510	7	56	34	mPboi1
13-1127	700933	5365287	58	36	6	mPbly1	14-2026C	657262	5378415	6	43	35	mPboi1
13-1081	685874	5393865	41	23	36	mPbly1	14-1005	689542	5368705	8	53	30	mPboi1
13-1126	700724	5365793	52	26	22	mPbly1	13-1139	659474	5393038	11	68	21	mPboi1
13-3183	714221	5352344	57	16	27	mPbly1	14-1141	612874	5375741	12	68	20	mPboi1
13-2272	721928	5352681	18	46	36	mPbly2	14-1061	688311	5349713	10	47	35	mPboi1
14-2099	715458	5367269	20	51	29	mPbly2	13-1044	664670	5379175	12	55	33	mPboi1
14-2100	715162	5367295	23	56	23	mPbly2	13-1044B	664670	5379175	8	30	62	mPboi1
14-2101	714734	5367206	24	43	27	mPbly2	14-1064	688673	5349255	13	52	33	mPboi1
13-3219	714617	5366013	31	31	38	mPbly2	13-3117B	679938	5391301	17	51	32	mPboi1
14-1002	721696	5358288	41	39	21	mPbly2	13-1111	692844	5348068	17	52	31	mPboi1
13-3188B	718904	5358474	31	28	41	mPbly2	13-1042	662385	5382729	21	52	27	mPboi1
13-3179	721230	5352822	37	15	48	mPbly2	14-2009	648807	5382635	28	47	17	mPboi1
13-3217	697853	5363777	20	23	57	mPbly3	14-1137	618460	5377107	31	43	14	mPboi1
13-2205	700796	5370646	38	24	38	mPbly3	14-1101	655709	5360935	32	41	31	mPboi1
14-2091	698634	5359735	42	18	30	mPbly3	14-2063	688680	5363093	31	39	29	mPboi1
14-2121	701319	5370344	32	10	42	mPbly3	14-2030	656660	5379764	32	39	20	mPboi1
14-2098	714006	5363891	21	59	28	mPbly4	13-1096	683151	5395277	35	42	22	mPboi1
14-1078	709132	5361325	25	54	10	mPbly4	13-3116B	679151	5391034	38	43	19	mPboi1
14-2070	708629	5357295	35	53	17	mPbly4	13-1041	662045	5383465	39	43	18	mPboi1
13-1144	714888	5363474	31	37	32	mPbly4	13-3115	679928	5390401	45	48	7	mPboi1

litho	Estant	Nordant	%Felspath K	%Plagio	%Quartz	Unité	litho	Estant	Nordant	%Felspath K	%Plagio	%Quartz	Unité
13-1170	703248	5349998	14	68	19	mPbly1	14-1074	713275	5360993	37	43	23	mPbly4
13-3132	703092	5358944	12	52	36	mPbly1	14-2076	711937	5348435	39	40	20	mPbly4
14-2127	702066	5367257	16	41	34	mPbly1	14-2106	711250	5358981	41	41	15	mPbly4
13-1057	690958	5381117	27	53	20	mPbly1	14-1077	708863	5361066	35	34	24	mPbly4
13-3085C	695091	5379803	29	52	19	mPbly1	14-2109	712555	5359807	42	34	24	mPbly4
13-3085	695091	5379803	24	39	37	mPbly1	13-1143	714647	5361118	39	31	29	mPbly4
14-2071B	704721	5359743	26	38	30	mPbly1	13-1144B	714888	5363474	43	30	28	mPbly4
14-2035	693045	5382588	32	39	18	mPbly1	13-3198	714843	5361895	58	37	5	mPbly4
13-2203	698793	5373203	33	37	30	mPbly1	13-2261	711826	5355717	40	25	36	mPbly4
14-2002	697889	5369843	37	40	29	mPbly1	14-2105	710242	5358259	51	30	21	mPbly4
13-1135	704594	5371081	37	41	22	mPbly1	14-2104	710269	5353118	45	27	15	mPbly4
13-2224	696852	5378591	37	38	25	mPbly1	14-2103B	710260	5353054	48	26	15	mPbly4
13-1052	690888	5381855	32	27	41	mPbly1	14-1123	654973	5380699	0	67	23	mPboi1
14-2001	696142	5372285	26	21	18	mPbly1	13-3012	677948	5382441	5	60	35	mPboi1
13-1083B	684937	5395606	43	32	25	mPbly1	14-2030B	656660	5379764	6	52	23	mPboi1
13-3086	696301	5380692	36	27	37	mPbly1	14-2036	690144	5366185	4	42	0	mPboi1
13-3205	705877	5364621	37	26	36	mPbly1	13-3152	694925	5368169	6	50	45	mPboi1
13-1082	685945	5395183	52	33	15	mPbly1	14-2029	656993	5379510	7	56	34	mPboi1
13-1127	700933	5365287	58	36	6	mPbly1	14-2026C	657262	5378415	6	43	35	mPboi1
13-1081	685874	5393865	41	23	36	mPbly1	14-1005	689542	5368705	8	53	30	mPboi1
13-1126	700724	5365793	52	26	22	mPbly1	13-1139	659474	5393038	11	68	21	mPboi1
13-3183	714221	5352344	57	16	27	mPbly1	14-1141	612874	5375741	12	68	20	mPboi1
13-2272	721928	5352681	18	46	36	mPbly2	14-1061	688311	5349713	10	47	35	mPboi1
14-2099	715458	5367269	20	51	29	mPbly2	13-1044	664670	5379175	12	55	33	mPboi1
14-2100	715162	5367295	23	56	23	mPbly2	13-1044B	664670	5379175	8	30	62	mPboi1
14-2101	714734	5367206	24	43	27	mPbly2	14-1064	688673	5349255	13	52	33	mPboi1
13-3219	714617	5366013	31	31	38	mPbly2	13-3117B	679938	5391301	17	51	32	mPboi1
14-1002	721696	5358288	41	39	21	mPbly2	13-1111	692844	5348068	17	52	31	mPboi1
13-3188B	718904	5358474	31	28	41	mPbly2	13-1042	662385	5382729	21	52	27	mPboi1
13-3179	721230	5352822	37	15	48	mPbly2	14-2009	648807	5382635	28	47	17	mPboi1
13-3217	697853	5363777	20	23	57	mPbly3	14-1137	618460	5377107	31	43	14	mPboi1
13-2205	700796	5370646	38	24	38	mPbly3	14-1101	655709	5360935	32	41	31	mPboi1
14-2091	698634	5359735	42	18	30	mPbly3	14-2063	688680	5363093	31	39	29	mPboi1
14-2121	701319	5370344	32	10	42	mPbly3	14-2030	656660	5379764	32	39	20	mPboi1
14-2098	714006	5363891	21	59	28	mPbly4	13-1096	683151	5395277	35	42	22	mPboi1
14-1078	709132	5361325	25	54	10	mPbly4	13-3116B	679151	5391034	38	43	19	mPboi1
14-2070	708629	5357295	35	53	17	mPbly4	13-1041	662045	5383465	39	43	18	mPboi1
13-1144	714888	5363474	31	37	32	mPbly4	13-3115	679928	5390401	45	48	7	mPboi1

litho	Estant	Nordant	% Felspath K	% Plagio	% Quartz	Unité	litho	Estant	Nordant	% Felspath K	% Plagio	% Quartz	Unité
13-1070	672753	5384094	33	33	34	mPboi1	14-2008	649322	5383669	24	52	26	mPboi4
13-2145	666545	5383759	38	36	26	mPboi1	14-1126	666467	5360726	36	43	21	mPboi4
14-2038	689091	5367400	42	35	21	mPboi1	13-1038	649116	5380633	34	40	26	mPboi4
14-1090	627433	5399164	44	34	27	mPboi1	13-3036	653139	5377924	34	39	27	mPboi4
14-1137	618460	5377107	53	38	8	mPboi1	13-3044	651339	5375565	36	41	23	mPboi4
13-3043	651658	5374846	44	32	24	mPboi1	14-1027	628805	5391188	40	40	23	mPboi4
14-1102	655064	5361996	40	28	23	mPboi1	13-1028	651131	5381186	41	32	27	mPboi4
13-1094	676675	5390867	42	28	30	mPboi1	14-0	654203	5382614	46	32	19	mPboi4
14-1138	618375	5375509	44	25	17	mPboi1	14-1106B	672453	5357092	37	26	37	mPboi4
13-1049	661513	5376366	47	27	26	mPboi1	14-1118	654149	5383677	37	23	34	mPboi4
13-3095	691126	5361579	43	23	34	mPboi1	13-3005	659320	5379234	36	20	45	mPboi4
13-3172	659328	5387715	46	23	31	mPboi1	14-1110	666616	5352265	37	20	35	mPboi4
13-1140	659476	5393040	50	25	25	mPboi1	14-1153	641722	5381407	49	22	33	mPboi4
13-1138	660805	5393252	50	23	28	mPboi1	13-1146	648447	5396462	49	21	30	mPboi4
13-1099	693788	5389897	47	21	31	mPboi1	13-1154	648989	5400008	57	22	22	mPboi4
14-1138	618375	5375509	48	20	28	mPboi1	14-1152	642576	5381393	64	24	13	mPboi4
14-2026	657262	5378415	53	19	22	mPboi1	13-3041	655626	5374357	100	0	0	mPboi4
13-3030	662153	5388814	12	67	20	mPboi2	14-1081	625520	5366410	54	0	39	mPboi4
13-3025	660472	5389880	55	14	30	mPboi2	14-2118	640841	5354493	0	68	30	mPlch
14-1018	670295	5360833	0	58	42	mPboi4	14-1051B	670160	5375605	0	66	30	mPlch
14-1099	667808	5359717	2	46	37	mPboi4	14-1142	611165	5377047	1	48	50	mPlch
14-1041	629225	5382695	2	36	59	mPboi4	14-2124	702705	5369118	9	45	28	mPlch
14-1120	654577	5381991	4	59	30	mPboi4	13-3112	699923	5349617	11	38	51	mPlch
13-3246	687771	5355494	6	62	33	mPboi4	13-1109	693152	5352402	22	59	19	mPlch
14-1127	665659	5362038	7	51	29	mPboi4	14-2085	688638	5348106	18	46	37	mPlch
14-1082	625689	5365419	5	37	27	mPboi4	13-2252	703524	5381547	17	38	45	mPlch
13-1021	646584	5385413	12	65	22	mPboi4	13-1089	681394	5389083	32	64	3	mPlch
13-1036	649457	5379336	15	59	25	mPboi4	13-3103	696063	5353547	23	45	32	mPlch
14-1115	675393	5359146	13	48	35	mPboi4	13-2025	680046	5383262	27	46	27	mPlch
14-1068	621107	5376471	10	33	59	mPboi4	14-1162	642394	5365221	33	53	15	mPlch
14-1014	677642	5359560	14	43	34	mPboi4	14-1057	694921	5352246	27	43	27	mPlch
14-1154	642065	5380231	14	42	34	mPboi4	13-3141	699403	5356685	25	37	38	mPlch
14-1038	630815	5377780	18	51	33	mPboi4	14-1009	713419	5354510	29	37	26	mPlch
14-1150	642835	5383538	18	50	28	mPboi4	13-2031	665427	5389452	29	37	34	mPlch
14-1124	668208	5362920	19	49	23	mPboi4	14-2117	639946	5359792	32	40	17	mPlch
14-1035	622501	5393045	13	34	44	mPboi4	14-2095	702411	5355135	32	40	19	mPlch
13-3032	652590	5379284	18	44	39	mPboi4	14-2118	640841	5354493	43	49	6	mPlch