
PROLONGEMENT DE LA FAILLE SUNDAY LAKE (MINE DETOUR GOLD, ONT.) AU QUEBEC ET SON POTENTIEL POUR LES MINERALISATIONS AURIFERES ET EN METAUX DE BASE

Projet 2013-02

Par : Stéphane Faure
2015



CONSOREM

Consortium de recherche
en exploration minérale

AVERTISSEMENT

Ce document présente certains résultats des travaux de recherche du CONSOREM (Consortium de Recherche en Exploration minérale) rendus publics pour le bénéfice de l'ensemble de la communauté géologique, ceci après la période de confidentialité prévue aux règlements généraux du CONSOREM.

Bien que ce document ait subi un processus d'évaluation interne, des erreurs ou omissions peuvent s'y retrouver. Le CONSOREM ne peut être tenu responsable pour des décisions prises sur la base de ces résultats.

Le contenu du document demeure la propriété de son auteur et du CONSOREM et peut être reproduit en totalité ou en partie à des fins non-commerciales en citant la référence suivante :

Faure, S., 2015. Prolongement de la faille Sunday Lake (mine Detour Gold, Ont.) au Québec et son potentiel pour les minéralisations aurifères et en métaux de base. Rapport, Projet CONSOREM 2013-02, 41 p.

Toutefois, la reproduction multiple de ce document, en tout ou en partie, pour diffusion à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de CONSOREM.

CONSOREM

Université du Québec à Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi, QC, G7H 2B1
Tél. : (418) 545-5011 poste 5634

Courriel : consorem@ugac.ca

Site Web: www.consorem.ca

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Le gisement de Detour Gold (15 Moz) est situé le long de la faille Sunday Lake en Ontario et il suscite beaucoup d'intérêt pour l'exploration dans le NO de l'Abitibi puisque cette structure majeure se poursuit vers l'est, au Québec, sur plus de 100 km. Cette portion de l'Abitibi est un territoire difficile d'accès, avec peu d'affleurements et une épaisse couverture glaciaire. Les derniers travaux de cartographie du ministère des Ressources naturelles au nord de la faille remontent aux années 1987-1988. Une compréhension actualisée de la géologie du secteur est devenue incontournable considérant que depuis le début des années 1990, beaucoup de nouvelles données de forage et de géophysique sont devenues publiques mais n'ont pas été intégrées dans une synthèse régionale. Ce projet vise à mieux positionner la faille Sunday Lake du côté québécois et à évaluer son importance par rapport aux autres couloirs de déformation de l'Abitibi, et à proposer des guides d'exploration régionale pour l'or et métaux de base dans ce territoire en établissant entre autres des corrélations avec le gisement d'or de Detour Gold et celui polymétallique de Selbaie (56,9 MT @ 1,85% Zn, 0,87% Cu, 39 g/t Ag, 0,55 g/t Au).

Les données lithologiques et géochimiques provenant de forages et d'affleurements du SIGÉOM et de compagnies membres du CONSOREM ont été compilées dans des bases de données unifiées. Le traitement de ces données combiné à l'interprétation de levés magnétiques et électromagnétiques hélicoptés et des levés géophysiques régionaux publics ont permis d'atteindre un niveau d'interprétation géologique d'une haute résolution.

La nouvelle interprétation géologique permet de proposer de nouvelles entités géologiques, notamment :

- 1) un étroit et long bassin de tufs de composition felsique à intermédiaire calco-alcaline qui est déformé le long de la faille Sunday Lake. Géochimiquement, les tufs sont similaires aux volcanoclastites du complexe volcanique de Selbaie;
- 2) deux bassins de conglomérats bordés par des failles, dont le plus étendu situé au centre de la région, est constitué de fragments polygéniques de composition intermédiaire, avec localement la présence de chert ou de sulfures semi-massifs, et qui est comparable en dimension au bassin du type pull-apart de Duparquet dans le sud de l'Abitibi;
- 3) un bassin de wackes et d'argilites dans le secteur de Fénélon orienté NO-SE et tronqué par la faille Sunday Lake;
- 4) des komatiites et des basaltes komatiitiques ainsi que des intrusions ultramafiques et des gabbronorites de compositions géochimiques similaires à celles de Detour Gold, sont coincées le long de la faille Sunday Lake ou bordent la Sous-province de l'Opatica entre le gîte Martinière et le gîte Ni-CU-ÉGP de Grasset.

Un des guides d'exploration à l'échelle régionale pour l'or orogénique est la relation angulaire entre la faille Sunday Lake (E-O) et les unités lithologiques et les plis orientés NE-SO tels qu'observés à la Mine Detour Gold. Cette relation angulaire plutôt inusitée en Abitibi, se retrouve partout du côté québécois vers l'est à partir du plus petit bassin de conglomérats au nord de faille Sunday Lake. Les crêtes magnétiques, la stratification ainsi que les traces axiales de plis sont à des angles supérieurs à 30 degrés par rapport aux failles E-O ou NO-SE. Des failles subsidiaires parallèles à la faille Sunday Lake, ou orientées NO-SE plissant la lithologie, ont été identifiées. Les structures NO-SE ont la même orientation que la faille Bapst qui borde le complexe de Selbaie à l'est et que celles interprétées comme synvolcaniques à Matagami (flancs sud et ouest).

L'information des récents forages et l'interprétation des levés magnétiques héliportés permet de proposer un tracé précis de la faille Sunday Lake et de ses subsidiaires. Cette structure est un métallotecte de premier ordre pour l'or orogénique. La présence de bassins sédimentaires de type Timiskaming et de roches ultramafiques le long de la faille Sunday Lake classe cette structure au même rang que les grandes failles crustales de l'Abitibi, comme celles de Cadillac–Larder Lake et Destor–Porcupine. Des cibles d'exploration plus précises sont proposées dans des charnières de plis interprétées par géophysique. Le potentiel pour des minéralisations polymétalliques du type épithermal ou sulfures massifs volcanogènes (SMV) comme à Selbaie ou Matagami est jugé faible puisqu'il ne semble pas y avoir de plutons synvolcaniques dans le secteur étudié. Le potentiel pour des SMV du type mafique est jugé meilleur à cause entre autres des intrusions mafiques à ultramafiques qui témoignent probablement d'un bassin arrière-arc et d'un volcanisme plutôt primitif au nord de la faille Sunday Lake. La série de filons-couches au centre de la région, entre les deux failles NO-SE, semble un milieu particulièrement propice pour ce type de minéralisation. Finalement, le potentiel pour des minéralisations Cu-Ni-ÉGP magmatiques dans des gabbro-norites et des roches ultramafiques est jugé positivement comme en témoignent les intersections économiques en forages obtenues par une compagnie depuis 2013 au gîte Grasset dans le segment est de la faille Sunday Lake.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE EXÉCUTIF	iii
TABLE DES MATIERES	v
LISTE DES FIGURES	vi
ABREVIATIONS ET ACRONYMES	ix
1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Géologie régionale	1
1.2 Problématique.....	5
1.3 Objectifs.....	6
1.4 Données et méthodologie	6
2 RESULTATS DE LA NOUVELLE INTERPRETATION GEOLOGIQUE	10
2.1 Géologie	10
2.2 Structures	16
2.3 Géochimie.....	18
3 GUIDES D'EXPLORATION REGIONALE	25
3.1 Guides pour l'or orogénique	26
3.2 Guides pour les sulfures massifs volcanogènes type mafique.....	31
3.3 Guides pour le Cu-Ni-EGP magmatique.....	34
4 CONCLUSION	36
REMERCIEMENTS	36
RÉFÉRENCES	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte géologique de l’Abitibi montrant la localisation des différents projets réalisés par le CONSOREM depuis 2005 dans les différents camps miniers avec le projet Detour en jaune.....	3
Figure 2. Carte géologique du SIGÉOM (2013) avec les couloirs de déformation en gris modifiés de Daigneault (1996).....	3
Figure 3. Nouvelle interprétation de la géologie et des couloirs de déformation (zones hachurées) au NO de l’Abitibi incluant la réinterprétation du camp minier de Selbaie (Faure, 2012).	4
Figure 4. Historique des travaux d’exploration (levés géophysiques et campagnes de forage) dans les feuillets 32L02 et 32L03 d’après le nombre de rapports statutaires dans le SIGÉOM (2013).....	4
Figure 5. Distribution des points de contrôle lithologique d’après les affleurements et forages du SIGÉOM (2013), Ayer et al. (2009) et de compagnies membres du CONSOREM, incluant le secteur de Selbaie (Faure, 2012).....	7
Figure 6. Distributions des 1369 échantillons géochimiques (symbole x) provenant du SIGÉOM (2012) et de compagnies membres du CONSOREM avec ceux du projet Selbaie (ronds) pour fin de comparaison géochimique (Faure, 2012).....	8
Figure 7. Localisation des levés aéromagnétiques dans le NO de l’Abitibi indiquant l’espacement des lignes de vol entre parenthèses. A) Mosaïque de la première dérivée verticale du champ total de levés privés MEGATEM II (Exploration Noranda et Mines d’Or Virginia, 2008) et publics du MERNQ (1982) et de l’OGS (2009). Gracieuseté de Glencore, 2014. B) Première dérivée verticale du champ magnétique total provenant de levés hélicoptérés privés de haute résolution.	9
Figure 8. Géologie du bassin de conglomérat du Lac Casault avec la trace des forages et les intervalles de conglomérats observés (carrés blancs).....	13
Figure 9. Exemples de conglomérats polygéniques reconnus par la compagnie Midland Exploration en 2013 dans le bassin du Lac Casault.	13
Figure 10. Comparaison à la même échelle de la dimension et de la morphologie entre le bassin de conglomérat du Lac Casault (A) et celui de Duparquet dans le sud de l’Abitibi (B).....	14
Figure 11. A) Distribution des gabbros et des roches ultramafiques (UM) dans le NO de l’Abitibi. L’épaisseur des contours des unités est exagérée. B) Première dérivée verticale du champ magnétique du complexe de filons-couches de gabbro (hauts magnétiques en mauve) montrant des déplacements apparents dextres ou senestres des filons-couches	

et des injections d'intrusions interprétées respectivement comme des failles synvolcaniques et des dykes nourriciers synvolcaniques (flèches blanches). Localisation montrée par le rectangle noir sur la figure A. 15

Figure 12. Tracés des crêtes magnétiques interprétées à partir de la première dérivée verticale du champ magnétique. Crêtes avec relation angulaire inférieure à 30 degrés (traits fins bleus) ou supérieur à 30 degrés (traits gras bleus) par rapport aux couloirs de déformation (en gris). 17

Figure 13. Distribution des bassins et unités sédimentaires le long des couloirs de déformation. 18

Figure 14. Traces axiales des plis dans le secteur de Detour Gold (Oliver et al., 2012), Selbaie (Lacroix, 1994a) et au nord de la FSL (cette étude). 18

Figure 15. A) Distribution des échantillons géochimiques de volcanoclastites felsiques à intermédiaires le long de la faille Sunday Lake (FSL) par rapport aux bassins volcaniques felsiques et intermédiaires. Datations de Ayer et al. (2007) et Barrie et Krogh (1996). B) Diagramme de classification des roches volcaniques de Winchester et Floyd (1977) pour la région étudiée. C) Diagramme de classification des affinités géochimiques de Barrett et MacLean (1994). 21

Figure 16. A) Distribution des bassins volcaniques felsiques et intermédiaires par rapport à des failles synvolcaniques cryptiques. Plutons en gris sont des intrusions syntectoniques (Lacroix, 1994a) qui s'alignent et qui auraient réutilisées certaines de ces structures précoces. B) Camp minier de Matagami à la même échelle avec ses flancs sud et ouest interprétés comme des structures synvolcaniques (Faure, 2010). 22

Figure 17. A) Distribution des échantillons géochimiques de gabbronorite, pyroxénite, basalte komatiitique et komatiite par rapport aux unités de roches mafiques et ultramafiques. CUG ; Complexe ultramafique de Grasset. B) Diagramme de Jensen (1976) pour les roches volcaniques mafiques et ultramafiques. C) Diagramme de De la Roche et al. (1980) pour les intrusions mafiques et ultramafiques. 23

Figure 18. Distribution des échantillons géochimiques de gabbronorite, pyroxénite, basalte komatiitique et komatiite (carrés en mauve) par rapport aux basaltes et gabbros (ronds en cyan). A une échelle régionale, la ligne pointillée représente un horizon stratigraphique marqueur reliant les roches ultramafiques. CUG ; complexe ultramafique de Grasset. 23

Figure 19. A) Distribution des échantillons géochimiques d'intrusions felsiques et intermédiaires par rapport aux plutons syntectoniques de Bordier (Opatca), Turgeon et Jérémie (Lacroix, 1994a). Datations dans la Sous-province de l'Opatca de Davis et al. (1995). B) Diagramme de Middlemost (1985) montrant les différences géochimiques entre le Pluton de Turgeon et les intrusions de Bordier et Jérémie. 24

Figure 20. Distribution des échantillons géochimiques d'intrusions felsiques à mafiques dans et autour de l'intrusion de Jérémie par rapport à la première dérivée du champ magnétique total. La phase intrusive I de l'intrusion de Jérémie a une signature géophysique distincte de la phase II. B) Diagramme d'éléments immobiles montrant la différence géochimique entre la phase I granitique et le cortège d'intrusions mafiques à felsiques situé dans la phase I et au SE de l'intrusion, autour du gîte Fénelon.....25

Figure 21. Couloirs de déformation avec les indices, gîtes et gisements d'or (ronds jaunes) et la trace des forages au diamant (en rouge).....28

Figure 22. A) Secteur ciblé (contour en blanc) pour les minéralisations aurifères le long du segment est de la faille Sunday Lake (FSL) au Québec. Ronds jaunes sont les indices aurifères. B) Première dérivée vertical du champ magnétique total en transparence sur la dérivée tilt montrant la démagnétisation des roches le long de la FSL ainsi que la relation d'angle entre la faille et les unités géologiques et les crêtes magnétiques. La zone minéralisée de la mine Detour Gold est montrée à la même échelle à titre de référence.29

Figure 23. A) Secteurs ciblés (contours en blanc) pour les minéralisations aurifères le long du segment central de la faille Sunday Lake (FSL) au Québec et autour du bassin de conglomérat du Lac Casault. B) Première dérivée vertical du champ magnétique total en transparence sur la dérivée tilt montrant la relation d'angle entre la faille au nord du bassin et les unités géologiques et les crêtes magnétiques ainsi que les jonctions triples à l'est et l'ouest du bassin. La zone minéralisée de la mine Detour Gold est montrée à la même échelle à titre de référence.30

Figure 24. Secteurs ciblés (cercles jaunes) pour les minéralisations aurifères le long de failles NO-SE au nord du bassin de conglomérat du Lac Casault, dans des charnières de plis et aux intersections de failles avec le couloir de déformation de la faille Sunday Lake (FSL).31

Figure 25. Géologie du NO de l'Abitibi avec les couloirs de déformation (zones hachurées), les failles synvolcaniques interprétées (Faure, 2010 et 2012), et les gîtes et mines de métaux de base. Intrusions synvolcaniques ; CRB: complexe de la rivière Bell, CS: complexe de Brouillan, MI: pluton de McIvor.33

Figure 26. Distribution des échantillons géochimiques de roches volcaniques felsiques fertiles pour les minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes (SMV) d'après le critère de fertilité géochimique PER-GH de Pearson (2007).....33

Figure 27. Carte de la première dérivée du champ magnétique total montrant des cibles d'exploration pour les SMV type mafique (cercles jaunes) dans des coulées de basaltes du complexe de filons-couches de gabbros magnétiques (couleur mauve) au centre de la région étudiée (**Figure 11**). Les flèches en jaunes indiquent la possible présence de failles et de dykes nourriciers synvolcaniques. Anomalies électromagnétiques INPUT

(DP 866) indiquées par des cercles blancs avec un point noir. Sources des données magnétiques; DP 866, GM 63646 et GM 67664.....34

Figure 28. Carte de la première dérivée du champ magnétique total en transparence sur la dérivée tilt au sud de l'intrusion de Jérémie montrant des cibles pour les minéralisations de type Ni-Cu-ÉGP magmatiques associées à des roches ultramafiques, les minéralisations Ni-Cu-ÉGP (carré en blanc), le complexe ultramafique de Grasset (CUG) et la trace des forages (traits en blanc). Le prolongement du CUG pourrait apparaître au sud de la faille Sunday Lake.....35

Figure 29. Cibles d'exploration pour les minéralisations Ni-Cu-ÉGP magmatiques associées à des roches ultramafiques (cercles oranges) par rapport aux différents complexes de dykes de gabbro et de roches ultramafiques, dont celui de Grasset (CUG).....35

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

CONSOREM: Consortium de recherche en exploration minérale

CUG : Complexe ultramafique de Grasset

FSL : Faille Sunday Lake

MERNQ : Ministère de l'Énergie et des ressources naturelles du Québec

OGS : Ontario Geological Survey

SIGÉOM : Système d'informations géominières du gouvernement du Québec

1 INTRODUCTION

Le CONSOREM a réalisé plusieurs synthèses géologiques dans les principaux camps miniers de métaux de base (Zn, Cu) de la ceinture de roches vertes archéennes de l'Abitibi, tels que Noranda, Val-d'Or, Lebel-sur-Quévillon, Matagami, et Selbaie (**Figure 1**). Ces compilations ont pour but de remettre à niveau des cartes géologiques qui datent parfois de plus de 20 ans. C'est une opportunité d'intégrer les récentes données géologiques, géochimiques et géophysiques du domaine public ou provenant de compagnies membres du consortium de recherche. La résolution des cartes est ainsi augmentée de manière significative. De nouveaux guides pour l'exploration émergent suite à l'intégration de ces données multi sources et des traitements qui en découlent.

La région réinterprétée dans le cadre de cette étude se localise à l'extrémité NO de l'Abitibi, bordée à l'ouest et au nord par la Sous-province plutonique de l'Opatoca, et au sud par le bassin sédimentaire du Groupe de la Rivière Turgeon et les failles Sunday Lake et Grasset (**Figure 2**). Le produit final est un nouveau modèle cartographique pour ce secteur très convoité par les compagnies d'exploration (**Figure 3**). La géologie régionale, la problématique, les objectifs et la méthodologie sont présentés dans les sous-sections suivantes.

1.1 Géologie régionale

L'étude porte sur la réinterprétation des demi-feuillets sud 32L02 et 32L03 et le nord des feuillets 32E14, 32E15 et 32E16, en particulier tout le territoire au nord du bassin sédimentaire de la Rivière Turgeon, soit un territoire de 860 km² (**Figure 2**). Il s'agit d'une région difficile d'accès, de faible relief et de marécages où les affleurements sont rares du fait de l'épaisse couverture glacio-lacustres du Quaternaire qui fait par endroit plus de 100 m d'épaisseur (Remick, 1961 ; Lacroix, 1994a; Leclerc et Giguère, 2010). Du côté québécois, la région au nord du bassin de turbidites du Groupe de Taibi (**Figure 2**) a été cartographiée en 1987-1988 (Lacroix, 1990, 1994a). Lacroix (1990, 1994a) n'avait pas de données disponibles sur les forages pour les feuillets 32L02 et 32L03, mais seulement les cartes aéromagnétiques et électromagnétiques antérieures aux années 1990 (DP-866 et DV86-10). Des échantillons de roches prélevés sur le terrain ont été analysés (roche totale), mais aucune interprétation géochimique n'a été publiée (Lacroix, 1994a, 1994b). Les plaines de basaltes des groupes d'Enjalran-Bapst, Brouillan-Fénelon et Manthet ainsi que les phases intrusives mafiques et felsiques du pluton de Brouillan ont été initialement reconnues par Remick (1961 et 1969), qui avait identifié la forme ocellée du complexe volcano-plutonique de Brouillan sur la base de levés magnétiques de basse résolution du gouvernement fédéral. La cartographie de la partie ontarienne du sillon volcanique est plus récente. Elle est basée principalement sur l'interprétation d'un levé aéromagnétique et de l'information autour de la Mine Detour (Ayer et al. 2009 ; OGS, 2009).

Une synthèse géologique a été faite par le CONSOREM sur les complexes volcano-plutoniques de Selbaie et Matagami (Faure, 2010 et 2012). La géologie du camp de Selbaie a été complètement revue à partir d'informations géologiques et géophysiques récentes et publiques du Système d'informations géominières du gouvernement du Québec (SIGÉOM), et de nouvelles données inédites en forages (descriptions lithologiques et lithogéochimie) provenant des compagnies membres et non-membres du CONSOREM. Des traitements innovateurs avaient permis de caractériser des structures synvolcaniques et des altérations hydrothermales reliées à la caldeira de Selbaie (Faure, 2012).

Des corrélations stratigraphiques entre les unités volcaniques et sédimentaires de l'Ontario et du Québec s'établissent comme suit (**Figure 2**). Au nord de la Faille Sunday Lake (FSL) en Ontario, l'assemblage de Deloro, constitué de basaltes et de gabbros datés entre 2720 et 2725 Ma et de roches ultramafiques plus vieilles que 2725 Ma (Ayer et al. 2007; Ayer et al., 2009; Oliver et al. 2012), sont corrélés au Québec aux basaltes de Manthet (Lacroix 1994a). L'assemblage de Deloro, et, par extension, le Manthet correspondent en âge aux roches volcaniques de Selbaie (2725-2730 Ma; Barrie et Krogh, 1996) et de Matagami (2725 Ma; Ross et al., 2014). Au sud de la FSL en Ontario, les roches sédimentaires de Porcupine, dont l'âge de dépôt maximal est de 2696,7^{+6,6} Ma (Ayer et al., 2009) sont corrélés aux unités sédimentaires de la Rivière Turgeon (Lacroix, 1994a) et plus au sud avec les unités sédimentaires de la Formation de Taibi datée à 2697 Ma (David et al., 2009).

L'historique des travaux d'exploration au nord de la FSL montre trois principales périodes d'activité (**Figure 4**). La première période coïncide avec l'ère des levés électromagnétiques de type INPUT et les découvertes des mines Selbaie en 1974 et de Detour en 1979. La cartographie de Lacroix (1990, 1994a) à la fin des années 1980 avait pour objectif de revitaliser la région suite à une diminution importante des activités d'exploration et des réserves de minerai de la mine Selbaie. Un regain des activités est observé en 1995 suite à la découverte de la zone Discovery sur la propriété Fénelon de Cyprus Canada Inc. (Leclerc et Giguère, 2010), mais la crise des investisseurs à la bourse (scandale Bre-X) met un terme aux activités en 1998. Depuis 2000, les travaux d'exploration ont repris lentement et depuis le début des années 2010, plusieurs grands levés magnétiques et électromagnétiques aéroportés ont été réalisés par différentes compagnies suite à la mise en valeur du gisement Detour Gold en Ontario et de son ouverture en 2014 et à la suite de découvertes pour l'or (Martinière) et le Nickel (Grasset) par la compagnie Balmoral Resources notamment (**Figure 3**).

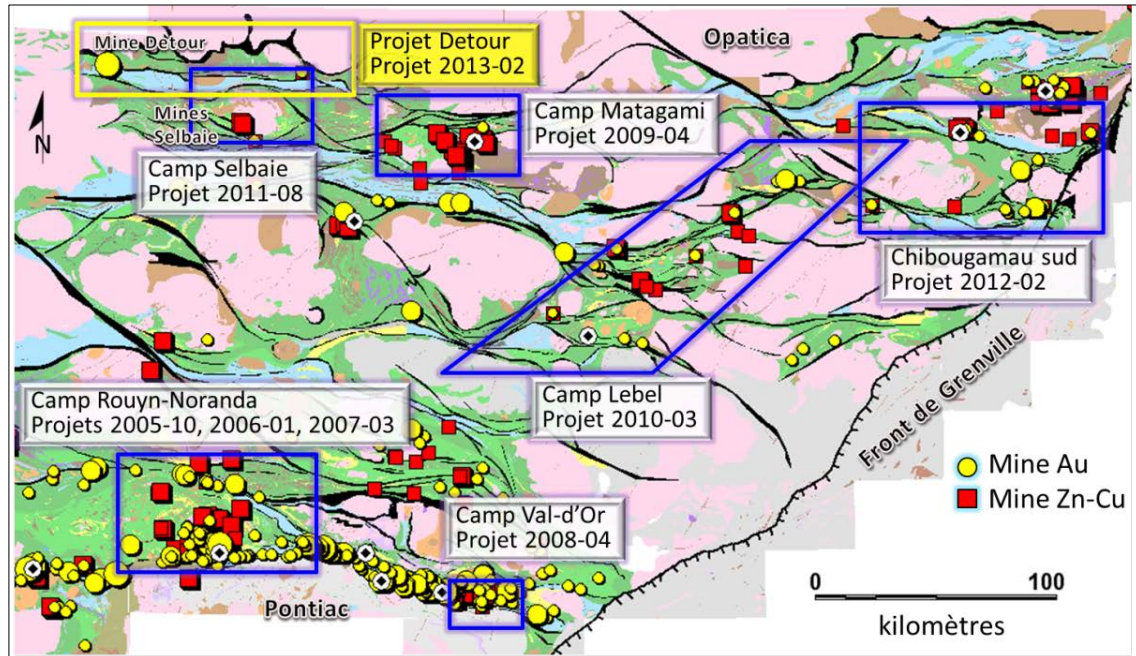


Figure 1. Carte géologique de l'Abitibi montrant la localisation des différents projets réalisés par le CONSOREM depuis 2005 dans les différents camps miniers avec le projet Detour en jaune.

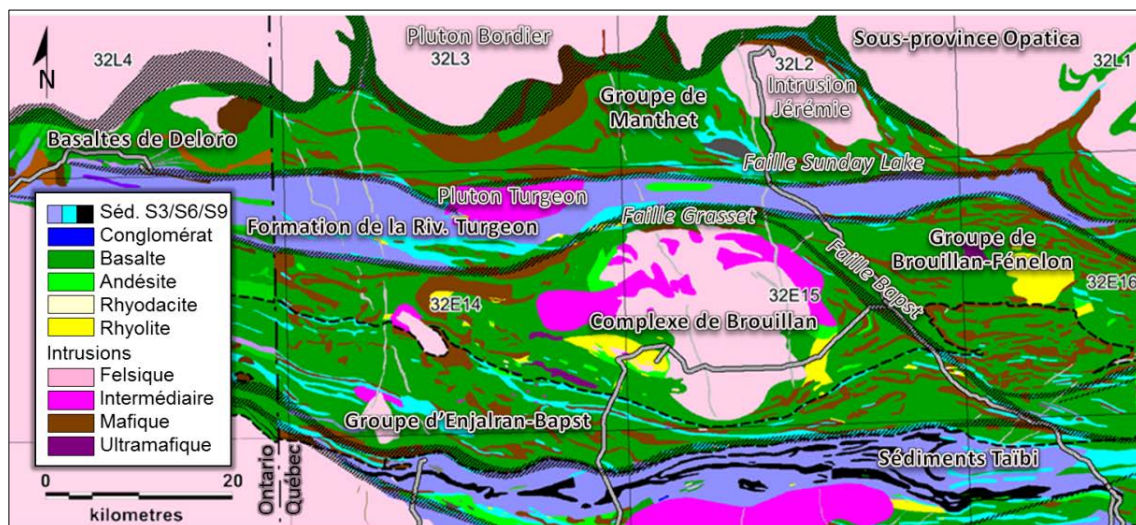


Figure 2. Carte géologique du SIGÉOM (2013) avec les couloirs de déformation en gris modifiés de Daigneault (1996). Codes de la légende: S3; wackes, S6; argilites, S9; formation de fer.

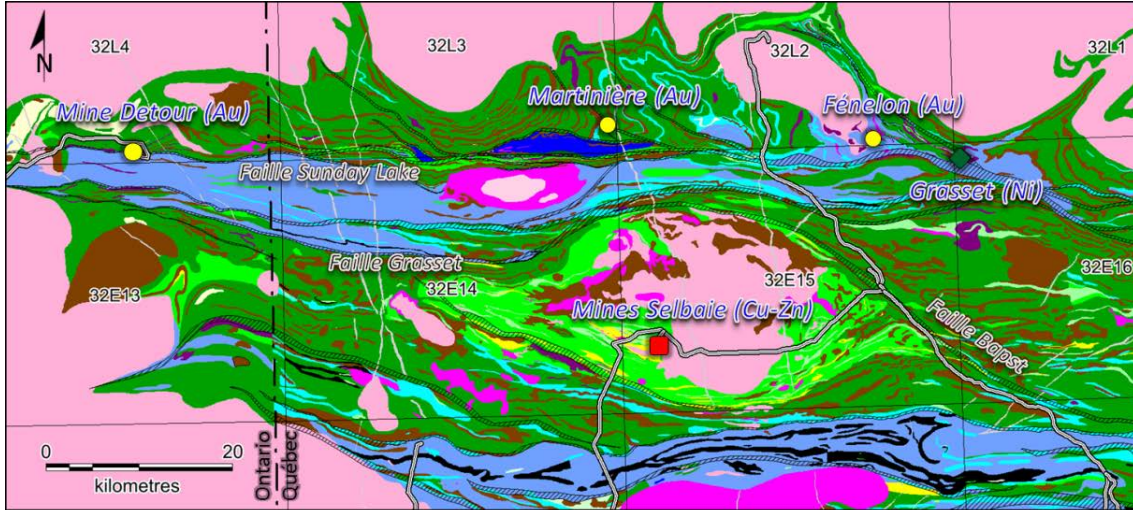


Figure 3. Nouvelle interprétation de la géologie et des couloirs de déformation (zones hachurées) au NO de l'Abitibi incluant la réinterprétation du camp minier de Selbaie (Faure, 2012).

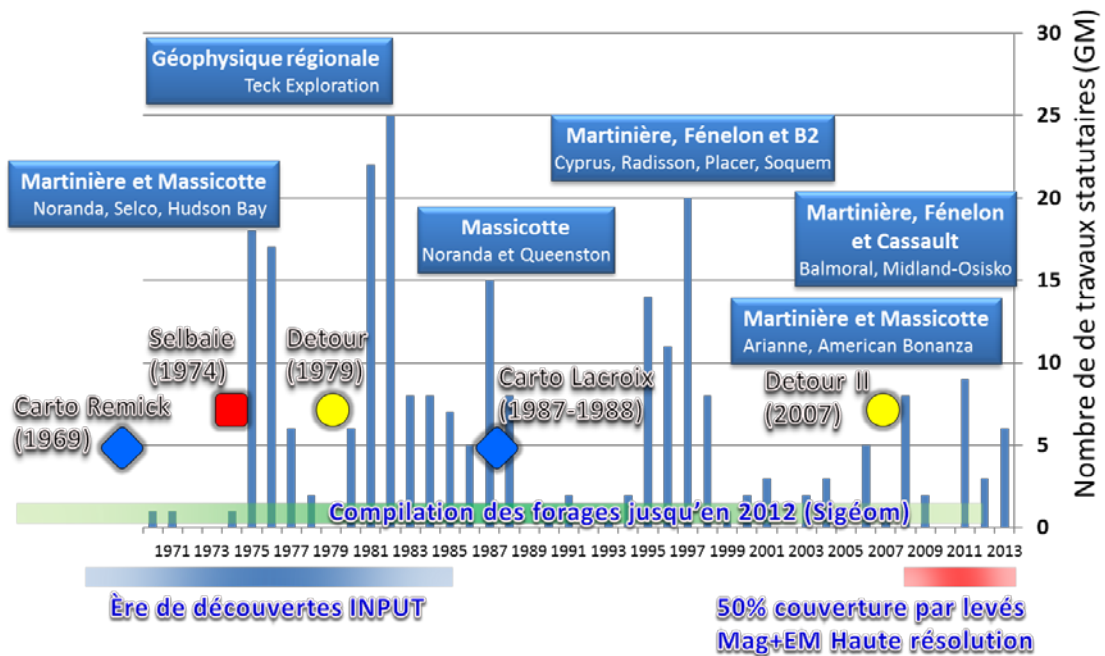


Figure 4. Historique des travaux d'exploration (levés géophysiques et campagnes de forage) dans les feuillets 32L02 et 32L03 d'après le nombre de rapports statutaires dans le SIGÉOM (2013).

1.2 Problématique

Contrairement aux autres projets réalisés par le CONSOREM dans les camps miniers de l'Abitibi, la région étudiée est immature du point de vue de l'exploration et de la compréhension géologique. Les travaux d'exploration et l'information géologique dans les rapports de compagnies, principalement concentrés autour de quelques gîtes tels que Massicotte, Martinière, B-2 et Fénelon (**Figures 3 et 4**) n'ont jamais été intégrés dans une interprétation cartographique. La compréhension géologique de cette région n'a pas été revue depuis les derniers travaux de cartographie en 1988 (Lacroix, 1994a). Entre autres, le lien entre la caldeira de Selbaie (Larson et Hutchinson, 1993) et cette partie de l'Abitibi n'est pas clair du point de vue de l'assemblage volcanique et de l'affinité géochimique.

En termes structuraux, la FSL, aussi appelé Faille Detour, est bien localisée du côté ontarien, mais au Québec, sa position est approximative (Lacroix et al. 1990; Daigneault, 1996). Elle n'a pas été observée en affleurement, n'apparaît pas sur les cartes géologiques publiques (Lacroix, 1990, 1994a) et n'a pas été caractérisée comme les autres couloirs de déformation de l'Abitibi (Daigneault, 1996). Elle a été identifiée localement par forages lors de travaux de prospection sur les propriétés Massicotte et B2 (feuillelet SNRC 32E14 **Figure 2**; GM 59037 et GM 56036). Ses caractéristiques géologiques ne sont pas bien connues et son importance en termes de complexité et de fertilité par rapport aux autres couloirs de déformation de l'Abitibi n'est pas établie.

Il existe une diversité de minéralisations dans le NO de l'Abitibi. Des sulfures massifs volcanogènes (SMV) sont exploités à Matagami depuis 1963 le long de structures NO-SE et ONO-ESE nommées flancs nord, sud et ouest (production pour les 12 mines : 53,3 Mt à des teneurs moyennes de 8,6% Zn et de 1,2% Cu; **Figure 1**). Un système épithermal polymétallique a été miné à Selbaie entre 1981 et 2004 (production : 56,9 MT @ 1,85% Zn, 0,87% Cu, 39 g/t Ag, 0,55 g/t Au; Faure et al. 1996; Adam, 2004; Faure, 2012). De l'or est présentement extrait du méga gisement de Detour Gold en Ontario (réserves en 2014 de 459,4 Mt @ 1,01 g/t Au, soit 14,96 Moz; site WEB en 2014; **Figure 3**). Finalement, une découverte majeure de nickel dans le canton de Grasset a été faite en 2014 par la compagnie Balmoral Resources Ltd au nord de la FSL entre les camps de Selbaie et Matagami (**Figure 3**). Comme le cadre géologique du secteur à l'étude demeure assez mal connu, il est difficile de proposer des guides d'exploration, notamment pour les minéralisations du type Detour Gold ou Selbaie.

1.3 Objectifs

L'objectif du projet est de réinterpréter la géologie le long du couloir de déformation de la FSL, et au nord de celle-ci jusqu'à la Sous-province de l'Opatoca, du côté québécois, en fonction de nouvelles données géologiques, géochimiques et géophysiques du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERNQ) et de compagnies membres du CONSOREM. Il s'agit de proposer des guides d'exploration régionale pour l'or et métaux de base en établissant entre autres des corrélations avec les caractéristiques géologiques des gisements de Detour Gold et de Selbaie. Dans le but de mieux cibler les minéralisations d'or orogénique, il est proposé de préciser la position du couloir de déformation de la FSL sur l'ensemble de son tracé depuis la frontière Québec Ontario et d'identifier d'éventuelles failles subsidiaires. La reconnaissance à l'échelle régionale d'unités de roches ultramafiques pour les minéralisations Cu-Ni est également un objectif visé.

Les principaux résultats obtenus lors de cette étude sont : 1) une nouvelle interprétation géologique haute résolution au nord du camp minier de Selbaie, 2) la localisation précise de la FSL et de ses subsidiaires E-O et NO-SE, 3) la reconnaissance d'un nouveau bassin de conglomérat de type Timiskaming dans le nord de l'Abitibi comparable en dimension à celui de Duparquet dans le sud de l'Abitibi (Faille Destor–Porcupine), et 4) l'identification d'un horizon régional de roches ultramafiques géochimiquement similaires à celles de la mine Detour Gold (Deloro) et du gîte Grasset.

1.4 Données et méthodologie

Différentes couches d'information et de données géologiques, géochimiques, et géophysiques ont été générées lors de ce projet dans le but de produire le modèle cartographique. À l'aide d'un SIG, des données inédites de compagnies membres et non-membres du CONSOREM, en particulier des données de descriptions et d'analyses géochimiques de carottes de forage ont été ajoutées aux données publiques du SIGÉOM (2013) et à celles de l'Ontario Geological Survey (Ayer et al. 2009). Les points de contrôle provenant d'affleurement et de forages sont présentés à la **Figure 5** à titre d'exemple d'une couche d'information.

Des cartes géologiques provenant de travaux d'exploration de compagnies le long de la FSL (cartes et informations sur des sites WEB et documents GM dans le SIGÉOM (2013)) et d'articles scientifiques ont été géoréférencées pour compléter l'interprétation de la carte géologique.

Une compilation de 1369 échantillons géochimiques contenant au moins les éléments majeurs a servi à déterminer des noms de roches, des affinités géochimiques et des altérations (**Figure 6**). Le nombre d'échantillons géochimiques se répartit comme suit; 906 proviennent du SIGÉOM (2013), 438 ont été acquis de compagnies partenaires du consortium, et 25 de l'OGS (Ayer et al., 2009). Les traitements géochimiques ont été

faits avec différentes méthodes de traitement au sein du logiciel LITHOMODELEUR (Trépanier, 2013 ; Trépanier et al., 2015 ; Trépanier et al., 2016). Les résultats ont été comparés à la géochimie des roches du complexe volcano-plutonique de Selbaie (**Figure 6** ; Faure, 2012).

La couverture des récents levés magnétiques aéroportés procure une nouvelle vision du territoire, notamment à cause de la résolution des levés (lignes de vol aux 100 ou 200 m). Trois levés régionaux ont couvert le territoire (**Figure 7a**); un levé aux 200 m de 1982 au nord du bassin (DP 866 et cartes dérivées du DV 86-08, 09, 10, et 11), le levé MEGATEM II à l'est et l'ouest de Selbaie (Exploration Noranda et Mines d'Or Virginia, 2008), et le levé haute résolution en Ontario (OGS, 2009). Également, des levés héliportés aux 100 m de nos partenaires (format .grd) ou publics (format images géoréférencées à partir de GM) ont été compilés sur une mosaïque (**Figure 7b**). Au total, c'est 43% du territoire au nord du bassin de la Rivière Turgeon qui est couvert par ces levés héliportés. Des traitements et des filtres avec le logiciel Geosoft ont permis de rehausser les données sources du champ magnétique total (1^{ière} dérivée verticale, tilt, etc.).

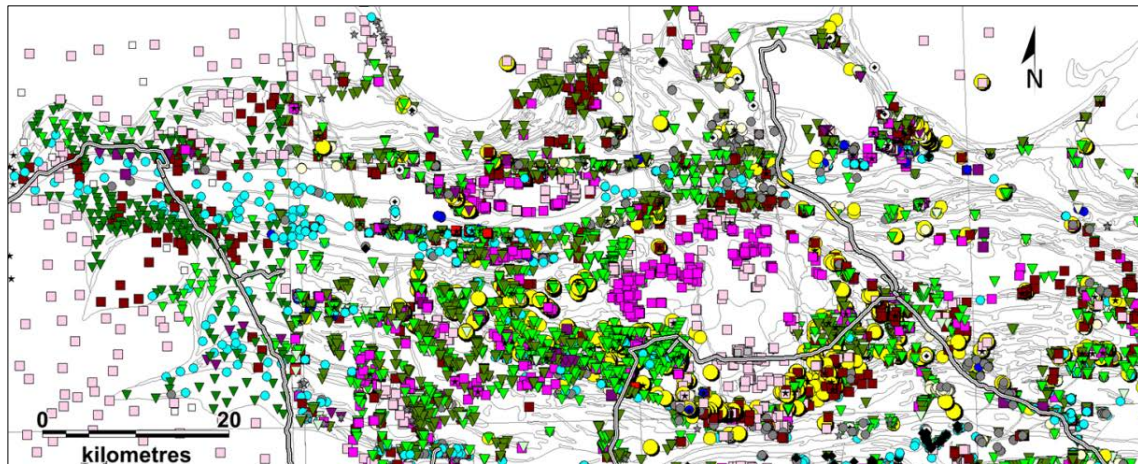


Figure 5. Distribution des points de contrôle lithologique d'après les affleurements et forages du SIGÉOM (2013), Ayer et al. (2009) et de compagnies membres du CONSOREM, incluant le secteur de Selbaie (Faure, 2012). Symboles pour les points d'affleurement et intersections en forage : carrés, intrusions felsiques (rose), intermédiaires (fuchsia) et mafiques (brun); triangles, volcanites mafiques (vert foncé) et andésites (vert); ronds, rhyolites (jaune gros) et rhyodacites (jaune petit); autres ronds, sédiments turbiditiques (cyan), graphiteux (gris), conglomérats (bleu), et formation de fer (noir).

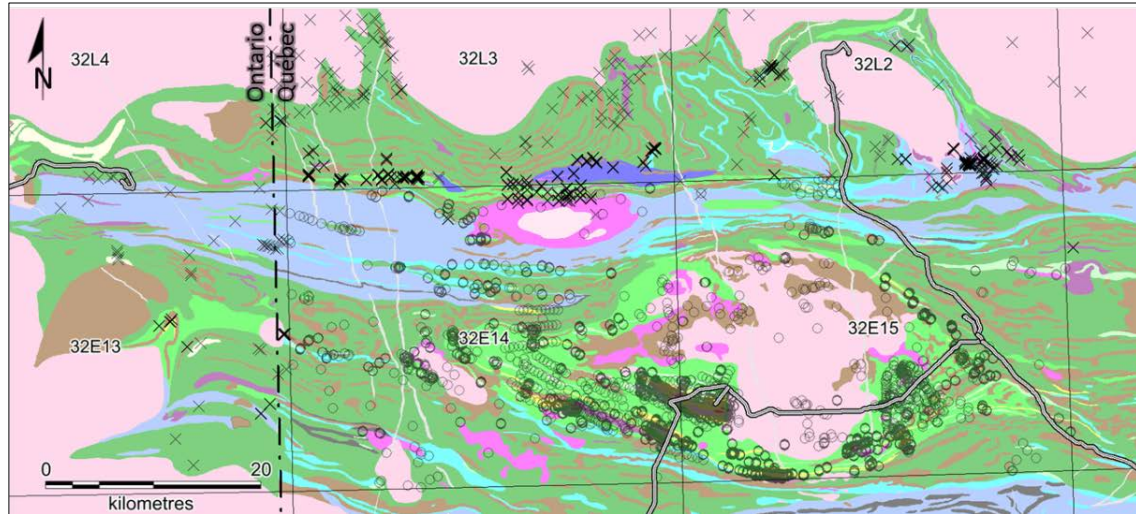


Figure 6. Distributions des 1369 échantillons géochimiques (symbole x) provenant du SIGÉOM (2012) et de compagnies membres du CONSOREM avec ceux du projet Selbaie (ronds) pour fin de comparaison géochimique (Faure, 2012).

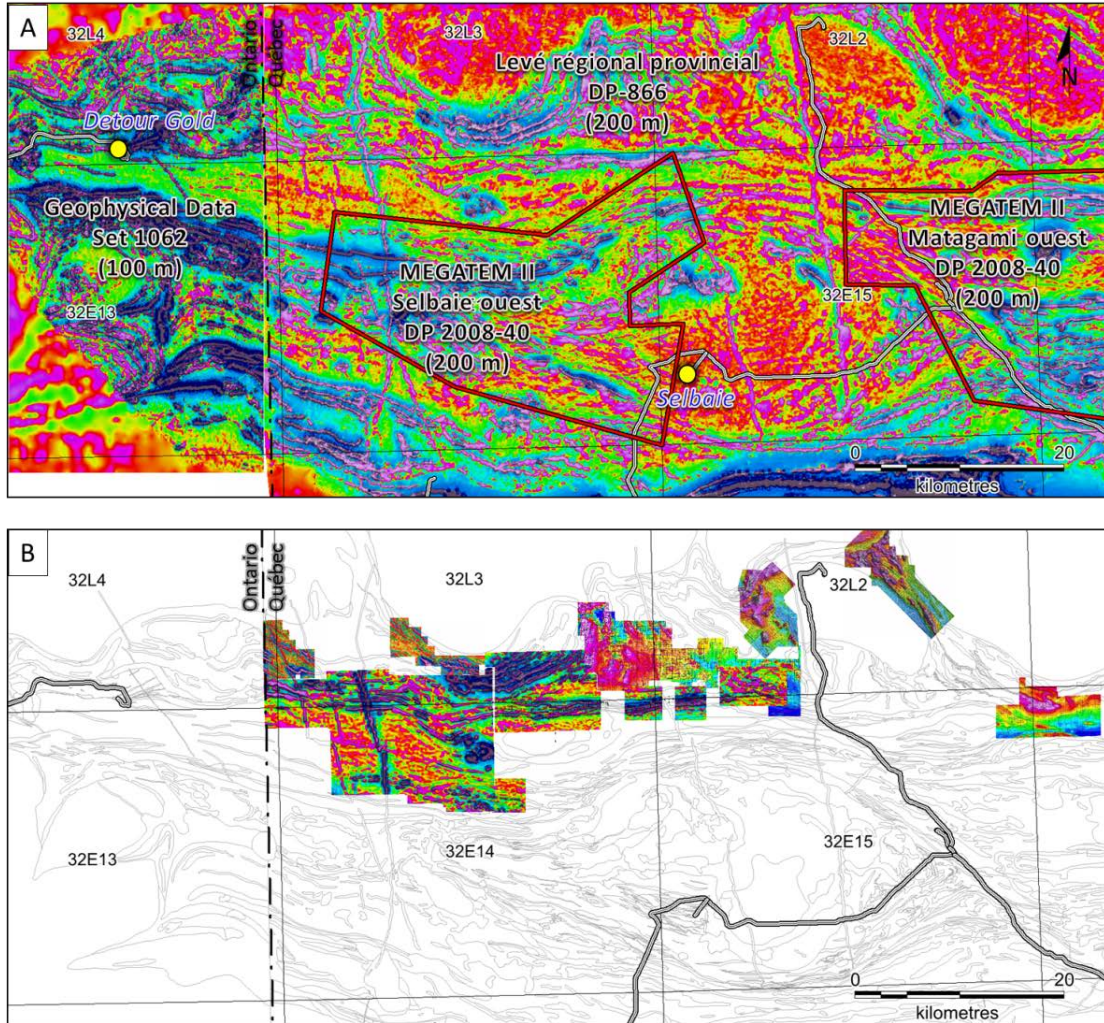


Figure 7. Localisation des levés aéromagnétiques dans le NO de l'Abitibi indiquant l'espacement des lignes de vol entre parenthèses. A) Mosaïque de la première dérivée verticale du champ total de levés privés MEGATEM II (Exploration Noranda et Mines d'Or Virginia, 2008) et publics du MERNQ (1982) et de l'OGS (2009). Gracieuseté de Glencore, 2014. B) Première dérivée verticale du champ magnétique total provenant de levés hélicoptères privés de haute résolution.

2 RESULTATS DE LA NOUVELLE INTERPRETATION GEOLOGIQUE

Cette section du rapport présente les principaux résultats géologiques, structuraux, et géochimiques de la nouvelle interprétation cartographique du secteur.

2.1 Géologie

La géologie du côté ontarien d'Ayer et al. (2009) a été modifiée légèrement en fonction de cartes géologiques autour de la Mine Detour Gold (Oliver et al., 2012) et au sud du bassin sédimentaire de la Rivière Turgeon, un secteur d'exploration nommé Lower Detour (site web de la compagnie Detour Gold en 2013). Le levé aéromagnétique (OGS, 2009) et des anomalies électromagnétiques INPUT ont permis de préciser certains contacts lithologiques ou de corrélérer des unités géologiques de part et d'autre de la frontière interprovinciale (niveaux d'argilites, contacts avec des gabbros ou de plutons par exemples).

Du côté québécois, la nouvelle carte géologique a été précisée et détaillée notamment à cause des levés aéromagnétiques de haute résolution et de nouveaux points de contrôles lithologiques par forage. Les modifications les plus marquées sont présentées dans les prochains paragraphes et concernent principalement les bassins sédimentaires et les intrusions mafiques et ultramafiques.

Entre l'intrusion de Jérémie et la FSL, un nouveau bassin sédimentaire de wackes, de siltstones, de mudstones et d'argilites graphiteuses, orienté NO-SE, est identifié notamment par les travaux de reconnaissance par forages autour du gîte Fénelon entre 1987 et 2008 par les compagnies Cyprus Canada Inc., Fairstar, et American Bonanza Gold Corporation (Leclerc et Giguère, 2010). La partie est de cette séquence sédimentaire est intercalée de coulées de basaltes et de formation de fer, et est injectée de dykes porphyriques, de stocks de composition intermédiaire ou felsique, et de filons-couches et dykes de gabbros et pyroxénites hôtes de la minéralisation au gîte Fénelon (ressources historiques de 132 470 t à 8,4 g Au/t, GM 60704).

Au nord de la FSL et au sud du gîte Martinière (**Figure 3**), un nouveau bassin de conglomérat, nommé informellement bassin du Lac Casault, est interprété d'après une série de forages réalisés par la compagnie Midland Exploration en 2012 et 2013 (GM 67737) au cœur et en marge du bassin (**Figures 3 et 8**). Le bassin mesure 18 km de long par un maximum de 2 km de large, pour une superficie de 21 km². Les observations de carottes de forage faites par l'auteur indiquent que les conglomérats sont polygéniques avec des fragments de composition intermédiaire à mafique. Les clastes sont de tailles cm à dm (cailloux à blocs), localement sub-métriques, et sont anguleux, sub-anguleux, ou arrondis. Des fragments de volcanites et d'intrusions felsiques, de cherts rouges et de sulfures semi-massifs à massifs, et des clastes magnétiques sont également observés (**Figure 9**). Des niveaux gréseux sont intercalés localement dans la séquence conglomératique. La composition hétérogène des fragments suggère des

sources variables, probablement intra-bassin et extra bassin. Ce lithofaciès dominant est constitué plus communément de conglomérat à support de fragments (« clasts supported ») (**Figure 9**, forage CAS 13-33). La matrice est généralement de couleur gris-vert foncé et est altérée en chlorite et/ou séricite et carbonates de fer, localement en hématite et épidote. Les bordures du bassin du Lac Casault sont déformées comme en témoignent l'aplatissement des fragments en forage (**Figure 9**, forage CAS 13-25). La signature magnétique du bassin de conglomérat est homogène et de faible intensité, à l'exception de la bordure nord qui est plus magnétique à cause de la présence de gabbros. Ces conglomérats ont des caractéristiques semblables aux unités sédimentaires de type Timiskaming des bassins de type pull-apart du sud de l'Abitibi, notamment celui de Duparquet (Mueller et al., 1991). Ils pourraient témoigner d'un régime fluviatile et pourraient être interpréter comme des sédiments de coulées gravitaires en bordure de haut relief (Miall, 1992). Cependant, une étude plus approfondie des faciès sédimentaires est nécessaire pour interpréter ce type de dépôts. Le bassin est aussi comparable en dimension au bassin sédimentaire de Duparquet qui mesure 18 x 1,5 km² pour une superficie de 17,5 km² (**Figure 10**). Un autre bassin de conglomérat est interprété au NO du Pluton de Turgeon, le long d'une structure de même orientation se butant sur la FSL (GM 42183 et GM 59037 ; **Figure 3**). Sa superficie est de 1,9 km².

Dans le segment est de la FSL, les forages permettent d'interpréter davantage d'unités de wackes, d'argilites et localement de conglomérats (GM 54907 et GM 55424) le long de la faille que ce qui est possible de reconnaître en surface à cause du faible degré d'exposition (Lacroix, 1994a). Dans la partie est du bassin sédimentaire de la Rivière Turgeon, au coin nord-est du feuillet 32E15 (**Figures 2 et 3**), les nouvelles données permettent d'interpréter plus de basaltes au cœur du bassin.

Au nord du Pluton de Turgeon, une masse indifférenciée de gabbros et de basaltes du Groupe de Manthet, d'une superficie de 18 x 4 km², a été cartographiée par Lacroix (1990, 1994a; **Figure 2**). Les récents levés VTEM et magnétométriques hélicoptés de Ressources d'Arianne Inc. (GM 63646) et de Midland Exploration - Osisko (GM 66346) ont permis d'identifier en détail ce qui est interprété comme un complexe de filon-couches de gabbros magnétiques ayant la forme d'un haricot (**Figures 3 et 11**). Il s'agit d'une des plus grandes concentrations de gabbros dans le NO de l'Abitibi avec le complexe situé entre Selbaie et Matagami, à l'est de la Faille Bapst (**Figure 11**). L'extrémité ouest du complexe se poursuit vers l'ouest jusqu'en Ontario, où il s'arrête en bordure d'une grosse intrusion mafique constituée de gabbro et diorite, et localement de roches ultramafiques, tel qu'identifiés sur la carte géologique de Ayer et al. (2009). La signature magnétique des gabbros donne l'illusion que le complexe se referme à l'extrémité NE par un pli, mais la résolution du levé aéromagnétique régional dans ce secteur est plus faible et donc sujette à interprétation. Les quelques points de contrôle sur la stratification des coulées de basalte suggèrent plutôt qu'il s'agit d'une séquence homoclinale à polarité vers le sud (Remick, 1961 ; Lacroix 1990, 1994a). Les deux levés

magnétiques hélicoptés montrent une série de bris de susceptibilité magnétique orientés ONO-ESE avec des décalages apparents dextres ou senestres. Ces décalages sont interprétés comme des failles (**Figure 11b**). Le long de ces structures, des hauts magnétiques de même signature que les gabbros sont clairement visibles. Ces anomalies ONO-ESE ne sont pas des artéfacts de vol, puisque les lignes de vol sont orientées N-S. Il pourrait s'agir de dykes nourriciers, perpendiculaires à la stratification et alimentant les filons-couches de gabbros. Les structures ONO-ESE sont ainsi interprétées comme des failles synvolcaniques le long desquelles se sont injectés des dykes nourriciers.

Des roches ultramafiques ont été décrites dans plus de 130 forages en de nombreux endroits au nord de la FSL, autant au Québec qu'en Ontario (**Figures 3 et 11**). Les plus fortes concentrations de roches ultramafiques se trouvent autour de la Mine Detour Gold (Oliver et al. 2012), dans le segment ouest de la FSL au Québec, entre la frontière interprovinciale et le nord du Pluton de Turgeon, au nord du gîte Martinière, et autour de l'intrusion de Jérémie (**Figure 11**). Dans la majorité des cas, il s'agit de filons-couches différenciés de gabbro et de pyroxénite intercalées entre des coulées de basalte. Les volcanites ultramafiques sont surtout regroupées autour de l'intrusion de Jérémie. C'est dans cette région où le complexe ultramafique de Grasset (CUG) est l'hôte de minéralisations de type Nickel-Cuivre-ÉGP magmatique (Balmoral Resources, site WEB en 2015).

Au sud-est de l'intrusion de Jérémie et à l'ouest du gîte Fénelon (**Figure 3**), six forages de Fairstar ont entièrement intersectés en 1997 un cortège de roches intrusives. D'après les descriptions des logs de forage (GM 55424), les intrusions sont de composition intermédiaire à felsique, sont aphanitiques, finement grenues ou grenues, avec à l'occasion des yeux de quartz bleus. Les intrusions sont communément altérées en séricite, en carbonates, en silice, et localement en biotite. Plusieurs dykes à phénocristaux de feldspath et quelques dykes de pyroxénites ont été reconnus témoignant d'injections multiples. Ce cortège d'intrusions est interprété comme étant le prolongement d'une phase intrusive du pluton de Jérémie de 1 à 3 km vers le SE (**Figure 3**).



Figure 8. Géologie du bassin de conglomérat du Lac Casault avec la trace des forages et les intervalles de conglomérats observés (carrés blancs). Même légende géologique que sur la Figure 2.

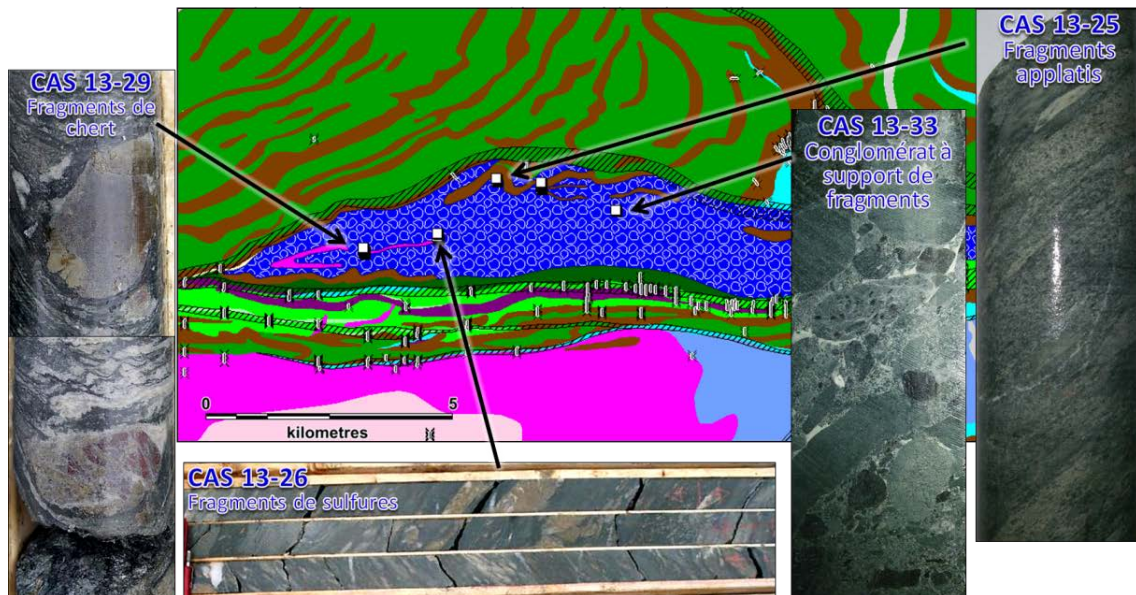


Figure 9. Exemples de conglomérats polygéniques reconnus par la compagnie Midland Exploration en 2013 dans le bassin du Lac Casault.

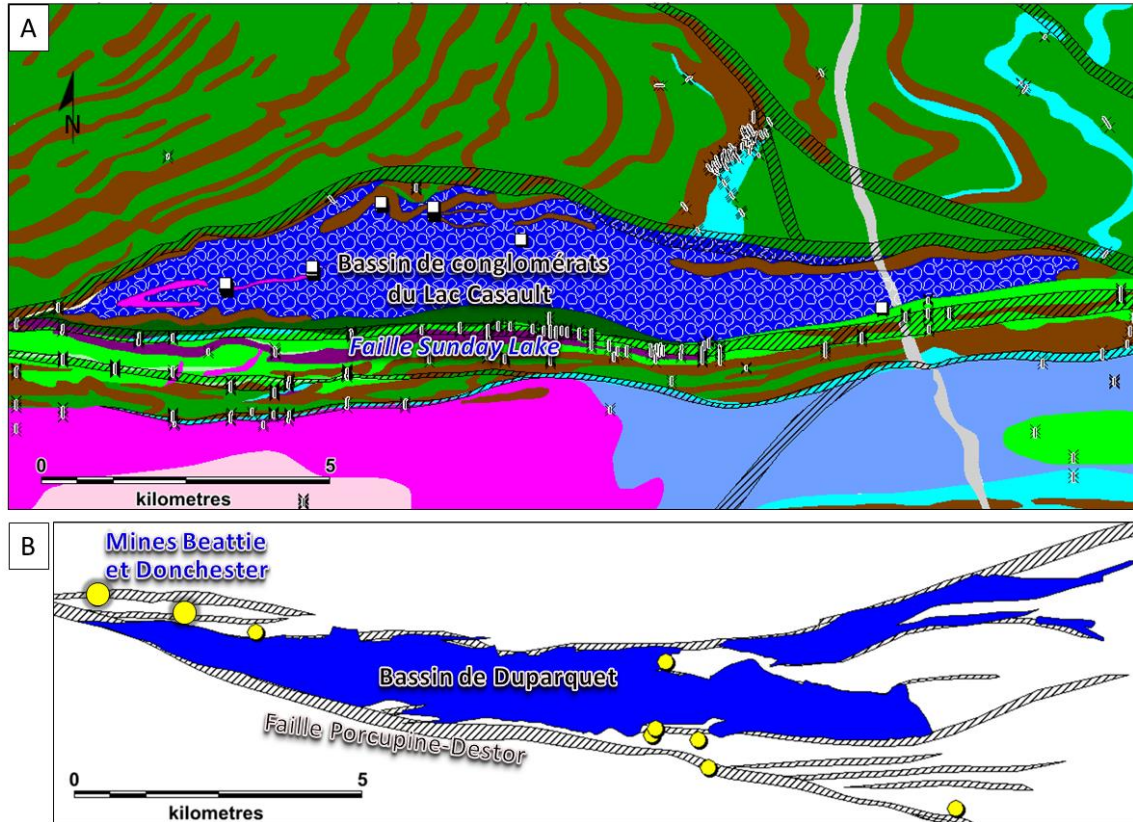


Figure 10. Comparaison à la même échelle de la dimension et de la morphologie entre le bassin de conglomérat du Lac Casault (A) et celui de Duparquet dans le sud de l'Abitibi (B).

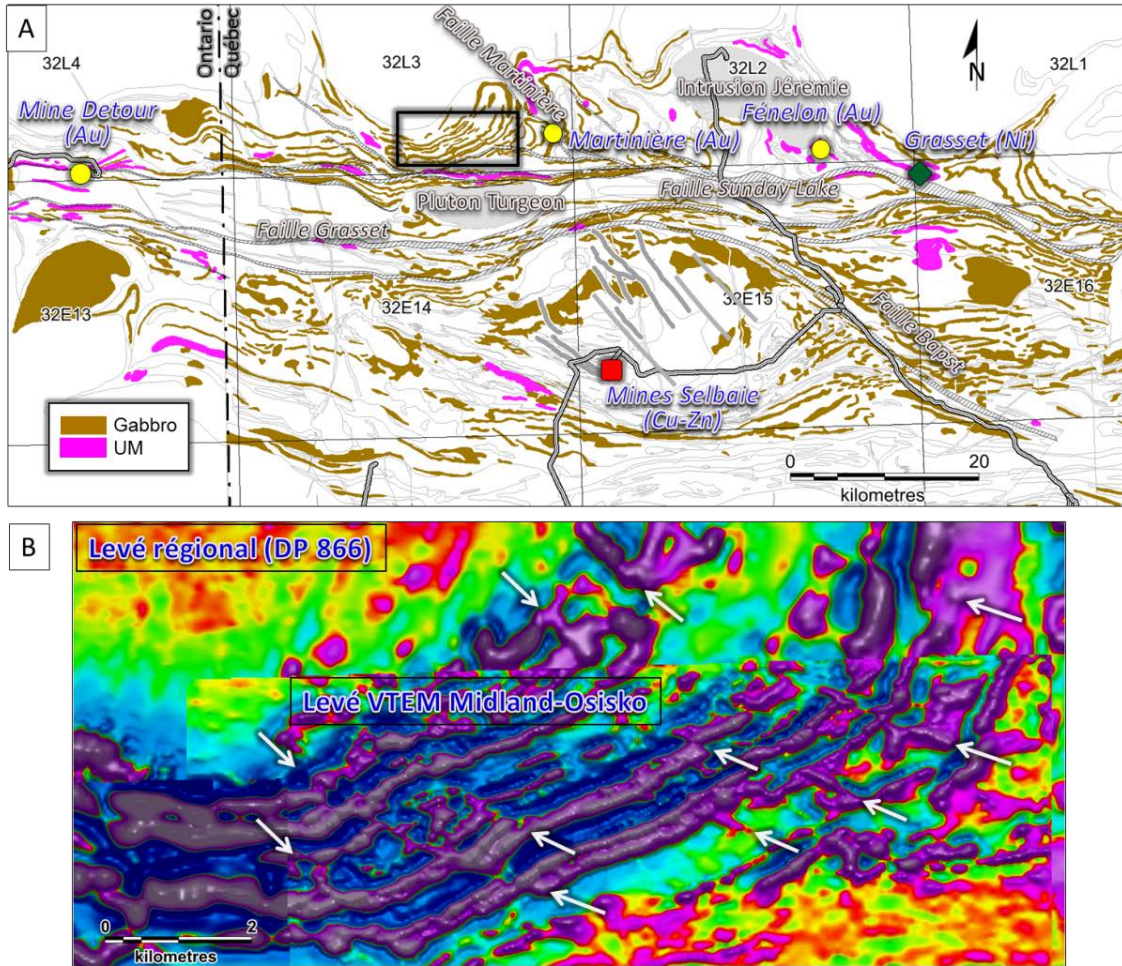


Figure 11. A) Distribution des gabbros et des roches ultramafiques (UM) dans le NO de l'Abitibi. L'épaisseur des contours des unités est exagérée. B) Première dérivée verticale du champ magnétique du complexe de filons-couches de gabbro (hauts magnétiques en mauve) montrant des déplacements apparents dextres ou senestres des filons-couches et des injections d'intrusions interprétées respectivement comme des failles synvolcaniques et des dykes nourriciers synvolcaniques (flèches blanches). Localisation montrée par le rectangle noir sur la figure A.

2.2 Structures

La reconnaissance des couloirs de déformation dans la région à l'étude est basée sur des critères géologiques et géophysiques. Dans trois secteurs entre la frontière Québec-Ontario et le gîte de Cu-Ni-ÉGP de Grasset, la FSL a été intersectée en forage selon un espacement moyen des sondages de 500 m à 1 km (**Figure 3**). Les intervalles pluridécimétriques décrits dans les logs de sondage comme des zones très altérées, cisailées, ou schisteuses, avec des veines, des stockwerks, ou des variations lithologiques sur de courts intervalles de distance, ont été identifiés et isolés dans les différentes banques de données et mis en carte. Ces intervalles représentent des zones de déformation ductile à ductile-cassante. Ils ont été reliés entre eux pour produire la surface des couloirs de déformation suivant les cartes du champ magnétique total, de la première dérivée du champ total, ou de la dérivée tilt. Les critères géophysiques pour identifier des couloirs de déformation sont : des creux (bas) magnétiques linéaires et latéralement continus recoupant des crêtes (hauts) magnétiques à angle (**Figure 12**), ou des ruptures de grains magnétiques ou de domaines magnétiques distincts. Un creux magnétique suivant un couloir de déformation peut être interprété comme une démagnétisation des roches causée par le passage de fluides hydrothermaux.

La FSL a clairement une orientation méridionale, séparant les roches volcaniques du Groupe de Manthet au nord et les unités sédimentaires du Groupe de la Rivière Turgeon au sud, comme c'est le cas en Ontario dans le secteur de la mine Detour Gold (Pressacco, 1999; Oliver et al., 2012). La largeur du couloir de déformation varie entre 200 et 500 m en moyenne, mais atteint jusqu'à 1,2 km dans la région au sud du gîte Fénelon (**Figure 11**). Le couloir a un parcours sinueux et se sépare à quelques endroits en embranchements qui se reconnectent par la suite (**Figures 3, 8 et 11**). C'est notamment le cas au contact nord du Pluton de Turgeon et autour du bassin de conglomérat du Lac Casault (**Figure 8**). De la frontière interprovinciale jusqu'à la faille Martinière, le litage volcanique régional (Lacroix, 1994a) et les crêtes magnétiques suivent une orientation E-O parallèle à la FSL. Mais à l'est de la faille Martinière, la stratification S0 et les crêtes magnétiques sont obliques à la FSL d'environ 30 à 45 degrés (**Figure 12**). Une relation angulaire est également observée le long de la branche nord de la FSL qui moule le bassin de conglomérat du lac Casault (**Figure 8**).

Au nord de la FSL, au moins 5 couloirs de déformation orientés NO-SE viennent se buter sur la FSL. Certains segments de ces failles ont été interprétés par Lacroix (1994a) et d'autres failles secondaires de même orientation ont été également interprétées par cet auteur. Les couloirs décalent des crêtes magnétiques ou limitent des domaines magnétiques distincts. Ils semblent également contrôler la géométrie d'au moins trois bassins sédimentaires (**Figures 3, 8 et 13**). La faille Martinière, en plus de fermer le bassin de conglomérat du Lac Cassault à l'est, délimite deux domaines géologiques distincts, soit le complexe de filons-couches mafiques à l'ouest sans unités sédimentaires, et un domaine avec des horizons d'argilites et de tufs graphiteux à l'est,

avec très peu d'intrusions de gabbro (**Figures 11 et 13**). Entre l'intrusion de Jérémie et la Sous-province de l'Opatica, un autre couloir NO-SE est interprété par Lacroix et al. (1990). Les couloirs de déformation NO-SE ont la même orientation que la faille Bapst à l'est de Selbaie, que les failles qui découpent le complexe volcano-plutonique de Selbaie (**Figure 11**), et que les flancs sud et ouest dans le camp de Matagami. Plusieurs de ces structures NO-SE au sud de la FSL ont été interprétées comme des failles synvolcaniques (Faure, 2010 et 2012). Les orientations semblables des failles au nord de la FSL permettent donc aussi de les proposer comme des structures synvolcaniques.

En Ontario, une série de plis synclinaux et anticlinaux ont été interprétés autour du gisement Detour Gold. Les traces axiales sont orientées E-O et NE-SE. Les traces NE-SO, dont le pli Airstrip Antiform, sont tronquées et entraînées avec un mouvement apparent dextre par la FSL (**Figure 14** ; Oliver et al., 2012). Au Québec, au sud de la FSL, Lacroix (1994a) a interprété une trace axiale antiforme passant au cœur du complexe volcano-plutonique de Selbaie (**Figure 13**). Même s'il n'y a pas de mesure de S_0 sur le terrain, il est proposé que des structures synformes passent au cœur de la majorité des bassins sédimentaires de la région étudiée, comme celui de la Rivière Turgeon, du lac Casault, et du lac Matis (**Figures 13 et 14**). Tel est le cas pour la majorité des bassins sédimentaires de l'Abitibi (Daigneault et al., 2004). Des crêtes magnétiques formant des charnières de plis et des horizons d'argilites graphiteuses à l'est de la faille Martinière ont permis de définir d'autres plis. Les traces axiales ont une orientation E-O au sud et immédiatement au nord de la FSL, mais celles plus au nord de la FSL et à l'est de la faille Martinière ont une orientation NO-SE. Des traces axiales d'orientation NO-SE ont été également interprétées dans le camp minier de Matagami par Pilote (2012) et Williamson et al. (2013).

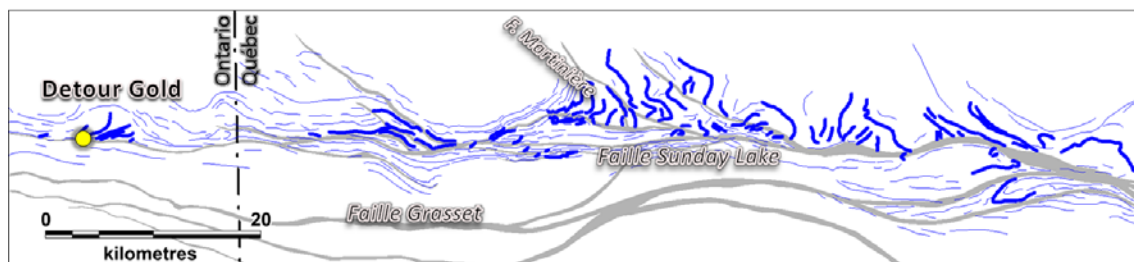


Figure 12. Tracés des crêtes magnétiques interprétées à partir de la première dérivée verticale du champ magnétique. Crêtes avec relation angulaire inférieure à 30 degrés (traits fins bleus) ou supérieure à 30 degrés (traits gras bleus) par rapport aux couloirs de déformation (en gris).

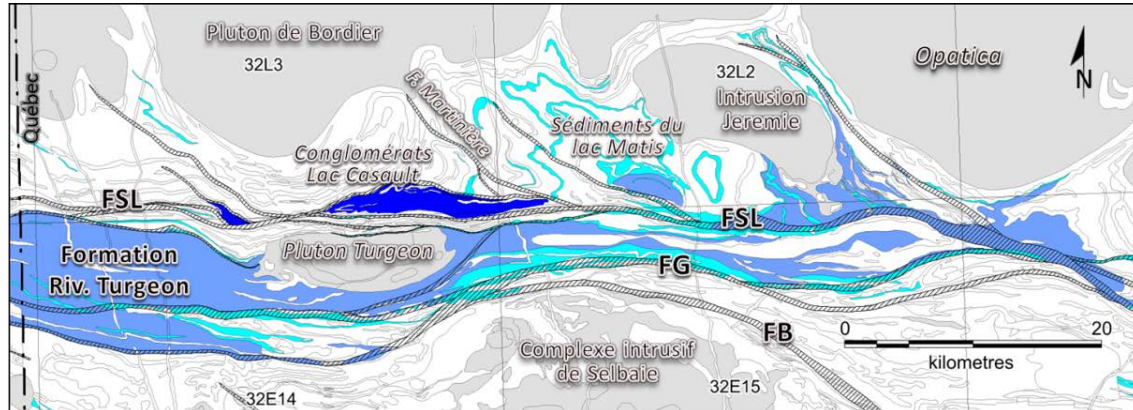


Figure 13. Distribution des bassins et unités sédimentaires le long des couloirs de déformation. Légende pour les unités sédimentaires comme sur la **Figure 2**. Intrusions en gris. Couloirs de déformation en zones hachurées. FSL ; faille Sunday Lake, FG ; faille Grasset, FB ; faille Bapst.

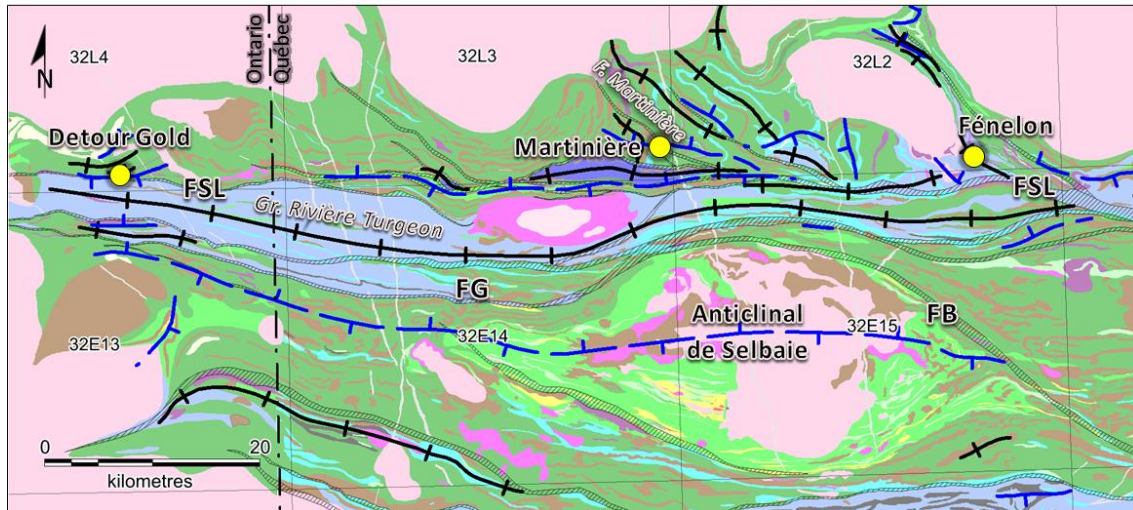


Figure 14. Traces axiales des plis dans le secteur de Detour Gold (Oliver et al., 2012), Selbaie (Lacroix, 1994a) et au nord de la FSL (cette étude). Anticlinaux en bleu et synclinaux en noir. Couloirs de déformation en zones hachurées. FSL : faille Sunday Lake ; FG : faille Grasset ; FB : faille Bapst.

2.3 Géochimie

L'intérêt principal de la géochimie dans cette étude est de reconnaître d'éventuelles roches volcaniques s'apparentant à celles du complexe volcano-plutonique de Selbaie ou du secteur de la Mine Detour Gold (**Figure 6**). La **Figure 15** montre la distribution des échantillons géochimiques et les noms et affinités de roches volcaniques mafiques à felsiques déterminés par des diagrammes géochimiques. Le spectre des roches volcaniques varie de basalte à rhyodacite (**Figure 15b**). Une vingtaine d'échantillons

se classeraient comme des rhyolites, en particulier le long du segment ouest de la FSL et à Detour Gold (**Figure 15a**). Un étroit bassin volcanique, d'affinité calco-alkaline, est identifié le long de la FSL. Il mesure 50 km de long par 500 m à 1,2 km de large. Il est constitué principalement de tufs de composition rhyolitiques à andésitiques (**Figures 15a et 15c**). Ces roches volcaniques ont des compositions similaires aux rhyolites et dacites calco-alkalines hôtes de la minéralisation à l'ancienne Mine Selbaie et datées à $2729^{+3/-2}$ Ma (Barrie et Krogh, 1996 ; Faure, 2012). Il est également proposé que ce bassin occupe la même position stratigraphique que l'horizon de volcanoclastites felsiques de la Mine Detour Gold, nommé le « chert marker horizon » et daté à 2725 Ma (**Figure 15a** ; Oliver et al., 2012). Quelques minces horizons felsiques interstratifiés dans des coulées de basaltes sont aussi identifiés au nord de la FSL. A l'échelle régionale, la géochimie a permis de reconnaître différents ensembles de volcanoclastites felsiques à intermédiaires calco-alkalines distribuées d'une manière organisée et délimitées par de grandes structures NO-SE schématisées à la **Figure 16a**. La faille Bapst délimite l'est du complexe volcanique de Selbaie. Son prolongement vers le NO pourrait expliquer la fermeture du bassin volcanique calco-alkalin le long de la FSL. D'autres structures cryptiques NO-SE sont interprétées, notamment à l'ouest du complexe de Selbaie et du bassin longeant la FSL, ou en Ontario, entre le secteur de la mine Detour Gold et les volcanites d'Atkinson Lake. Certaines de ces structures auraient été réutilisées par la suite par des intrusions tardi- à post-tectoniques (**Figure 16a** ; Lacroix, 1994a). Ces structures NO-SE sont interprétées comme des failles synvolcaniques au même titre que celles interprétées au nord de la FSL (**section 2.2**). Elles ont une orientation et des longueurs semblables aux failles NO-SE porteuses des gisements de SMV dans le camp minier de Matagami (**Figure 16b**).

Les basaltes de Manthet ont une affinité tholéiitique avec un ratio Zr/Y autour de 3 (**Figure 15c**). La majorité des échantillons ont des valeurs en MgO entre 2 et 11% et en Al_2O_3 entre 10 et 17%. Dans la région de la mine Detour Gold, l'assemblage inférieur du Deloro est constitué d'une épaisse séquence de roches mafiques-ultramafiques (Pressacco, 1999; Ayer et al., 2009; Oliver et al., 2012). La séquence consiste à la base en des coulées de komatiites et des sills et dykes ultramafiques et le sommet en des coulées de basaltes tholéiitiques. Dans la région étudiée, un total de 11 échantillons de roches volcaniques et 17 d'intrusions sont ultramafiques, avec des teneurs supérieures à 18% MgO et des valeurs en Cr entre 900 et 5300 ppm. Les komatiites forment une suite ignée avec les basaltes-komatiitiques et les basaltes magnésiens (**Figures 17a et 17b**). Une dizaine d'échantillons de basaltes riches en magnésium ont une composition à tendance boninitique ($MgO > 8\%$ et $TiO_2 < 0,5\%$; Le Bas et Streckeisen, 1991). Un cortège de pyroxénites et de gabbronorites est identifié le long de la FSL, au nord du Pluton de Turgeon, et autour l'intrusion de Jérémie (**Figures 17a et 17c**). La géochimie a permis de confirmer la présence de komatiites et d'intrusions ultramafiques dans le CUG à la marge est de l'intrusion de Jérémie (**Figure 17a**). Au nord de la FSL, la distribution des intrusions ultramafiques, des basaltes komatiitiques et des komatiites par rapport aux basaltes et gabbros suggère qu'il y a une corrélation régionale des

unités ultramafiques selon un niveau stratigraphique en particulier (**Figure 18**). Ce niveau suit la FSL entre Detour et le Pluton de Turgeon pour bifurquer vers le nord et être recoupé par le bassin de conglomérat du Lac Casault et la faille Martinière et suivre ensuite le contact des Sous-provinces de l'Abitibi et l'Opatoca et terminer autour de l'intrusion de Jérémie et dans le CUG où il est plissé par la FSL. Ce niveau de roches ultramafiques d'envergure régionale est corrélé à la base de l'assemblage de Deloro (>2725 Ma) en Ontario, et à un nouvel assemblage dans le Groupe de Manthet au Québec. Ces roches ultramafiques au nord de la FSL indiquent la présence d'un domaine lithotectonique moins différencié et plus primitif géochimiquement qu'au sud de la FSL qui ne contient qu'une seule bande de roches ultramafiques à l'ouest de Selbaie (**Figure 17** ; Faure, 2012). Ce domaine pourrait également se comparer aux basaltes magnésiens du Groupe de Cartwright au sud du bassin de Taibi et dont l'âge est estimé à $2721,4^{±3,1}$ Ma (Legault et al. 2002 ; **Figure 2**).

Les plutons de Turgeon, de Jérémie, et de Bordier sont interprétés être syntectoniques (**Figure 19** ; Davis et al., 1995 ; Lacroix, 1994a). Les échantillons géochimiques de ces intrusions felsiques et intermédiaires sont d'une composition subalcaline (**Figure 19b**). Le Pluton de Turgeon est une diorite quartzifère à HB-BO avec un cœur de monzodiorite quartzifère (Lacroix, 1990). Sa signature géochimique est distincte des autres intrusions (**Figure 19b**). Il est plus alcalin et plus mafique et sa composition varie de diorite-monzonite à monzonite quartzifère. L'intrusion de Jérémie a une composition de granodiorite et de granite très similaire aux intrusions felsiques de Bordier dans la Sous-province de l'Opatoca, suggérant un possible lien génétique et temporel entre ces intrusions (**Figure 19b**). La partie sud de l'intrusion de Jérémie (**section 2.1**) a par contre une composition géochimique différente qui se traduit également par une signature magnétique distincte (**Figure 20**). Les rapports Al_2O_3/TiO_2 et Zr/Y sont plus élevés dans la partie granitique (**Figure 20a**) et homogène au niveau magnétique (**Figure 20b**). Les trois échantillons géochimiques de la partie sud de l'intrusion se comparent aux échantillons des filons-couches et dykes mafiques à felsiques affectés par la déformation du secteur du gîte Fénelon (**Figure 20b**). Cette partie de l'intrusion au magnétisme contrasté pourrait représenter une phase précoce synvolcanique (Phase I) et une chambre magmatique alimentant les volcaniques et le complexe de dykes de Fénelon. La partie granitique du pluton de Jérémie, qui représente la plus grande superficie, est interprétée comme une seconde phase (Phase II) synchronique à la mise en place des plutons syntectoniques de Bordier.

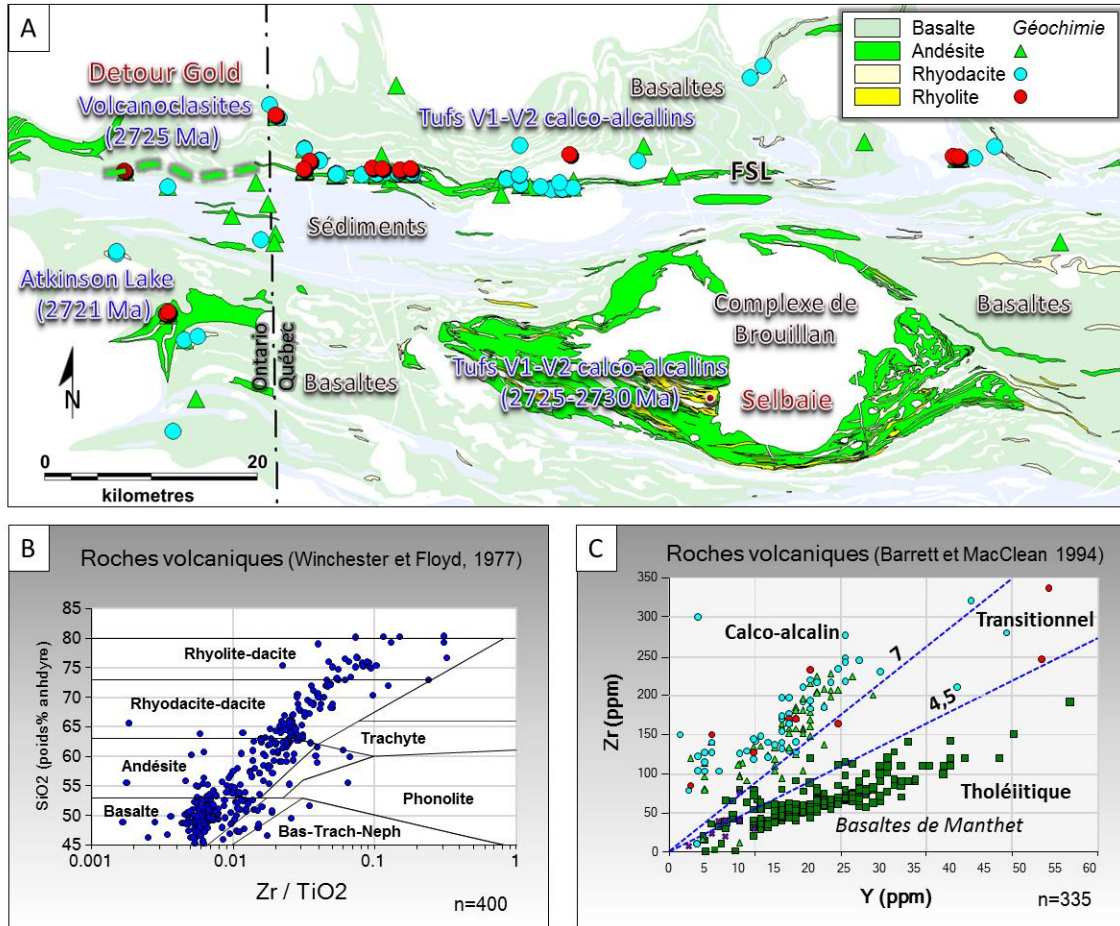


Figure 15. A) Distribution des échantillons géochimiques de volcanoclastites felsiques à intermédiaires le long de la faille Sunday Lake (FSL) par rapport aux bassins volcaniques felsiques et intermédiaires. Datations de Ayer et al. (2007) et Barrie et Krogh (1996). B) Diagramme de classification des roches volcaniques de Winchester et Floyd (1977) pour la région étudiée. C) Diagramme de classification des affinités géochimiques de Barrett et MacLean (1994).

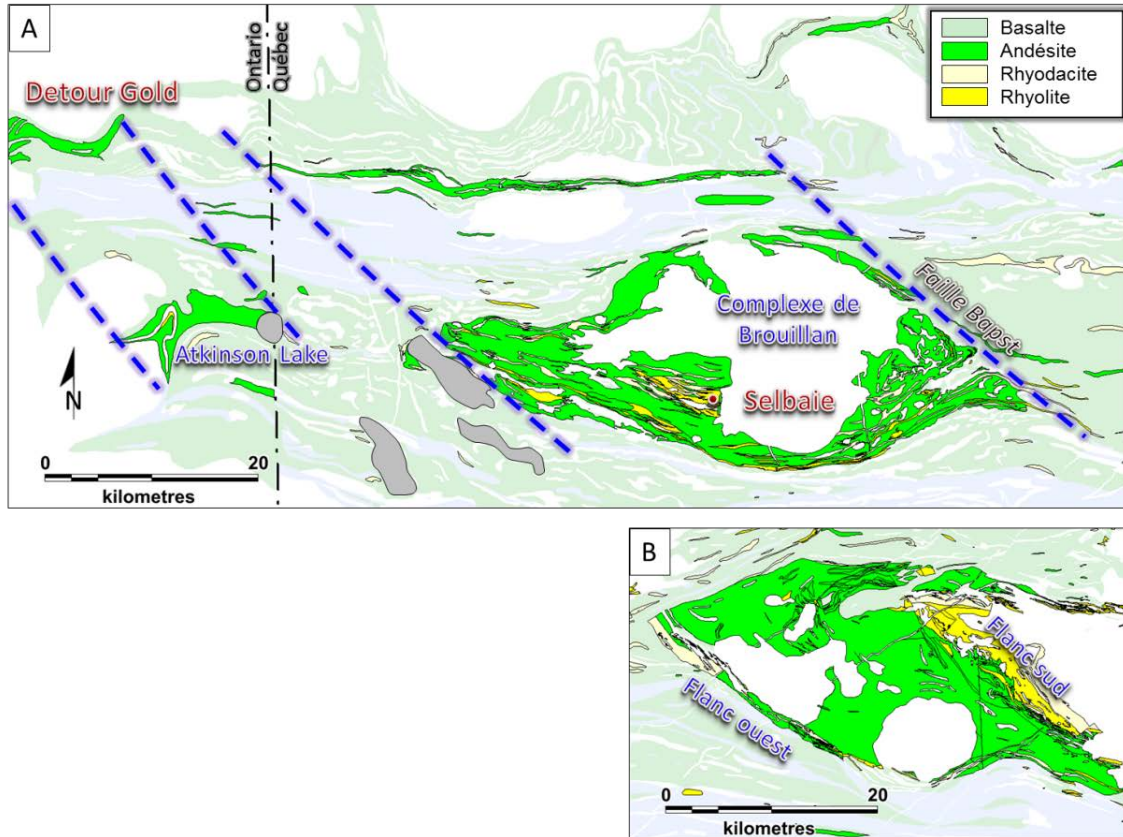


Figure 16. A) Distribution des bassins volcaniques felsiques et intermédiaires par rapport à des failles synvolcaniques cryptiques. Plutons en gris sont des intrusions syntectoniques (Lacroix, 1994a) qui s'alignent et qui auraient réutilisées certaines de ces structures précoces. B) Camp minier de Matagami à la même échelle avec ses flancs sud et ouest interprétés comme des structures synvolcaniques (Faure, 2010).

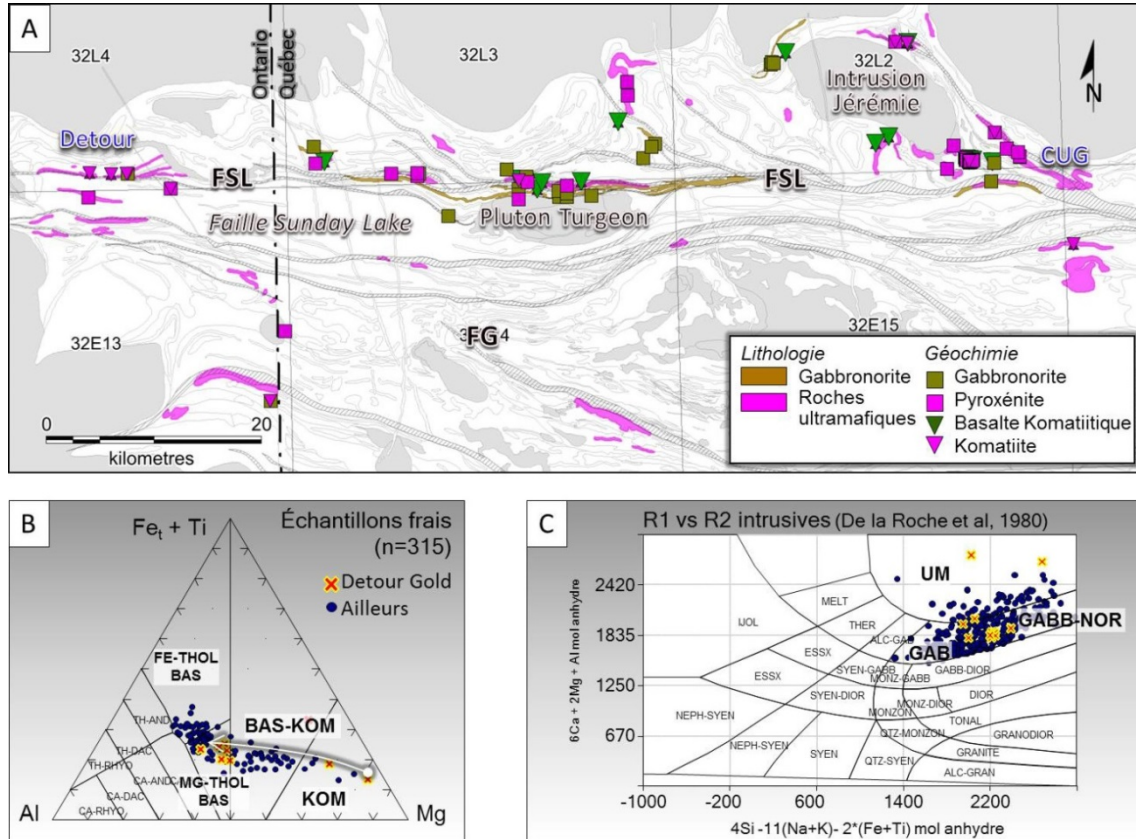


Figure 17. A) Distribution des échantillons géochimiques de gabbronorite, pyroxénite, basalte komatiitique et komatiite par rapport aux unités de roches mafiques et ultramafiques. CUG ; Complexe ultramafique de Grasset. B) Diagramme de Jensen (1976) pour les roches volcaniques mafiques et ultramafiques. C) Diagramme de De la Roche et al. (1980) pour les intrusions mafiques et ultramafiques.

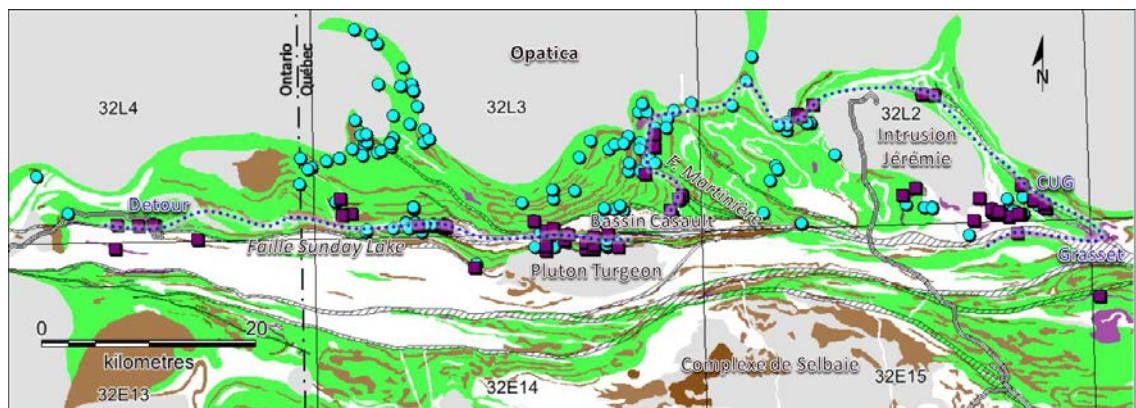


Figure 18. Distribution des échantillons géochimiques de gabbronorite, pyroxénite, basalte komatiitique et komatiite (carrés en mauve) par rapport aux basaltes et gabbros (ronds en cyan). A une échelle régionale, la ligne pointillée représente un horizon stratigraphique marqueur reliant les roches ultramafiques. CUG ; complexe ultramafique de Grasset.

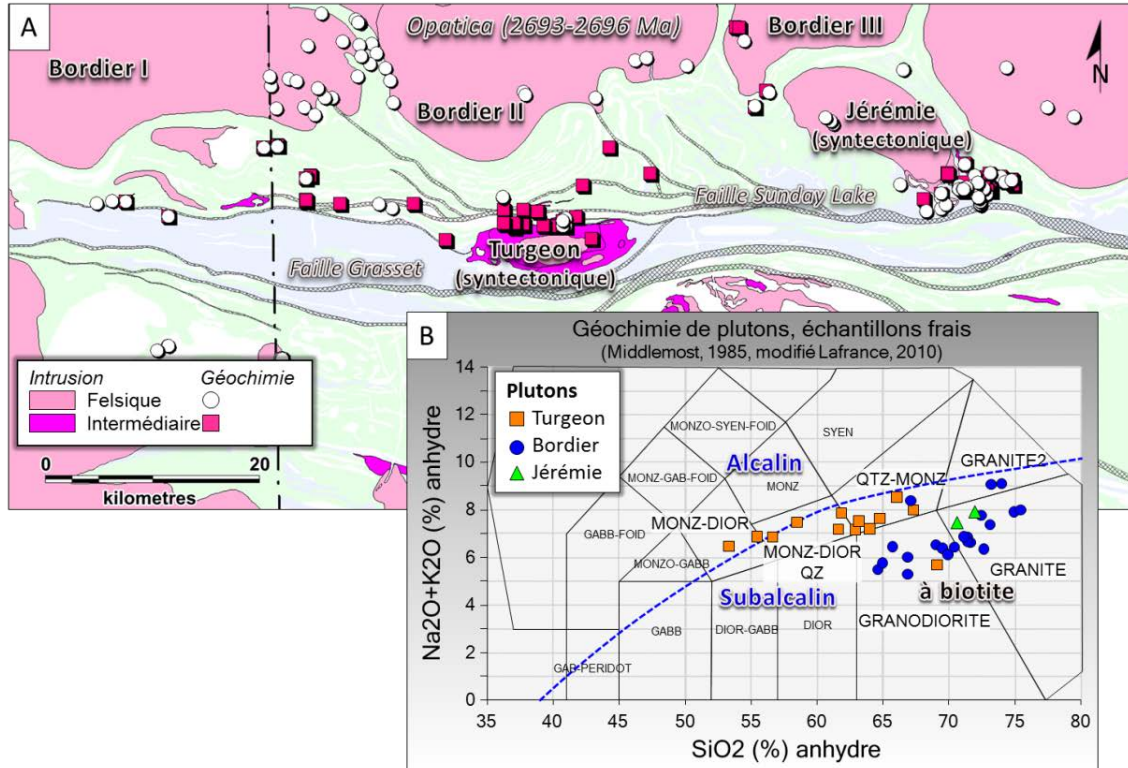


Figure 19. A) Distribution des échantillons géochimiques d'intrusions felsiques et intermédiaires par rapport aux plutons syntectoniques de Bordier (Opatica), Turgeon et Jérémie (Lacroix, 1994a). Datations dans la Sous-province de l'Opatica de Davis et al. (1995). B) Diagramme de Middlemost (1985) montrant les différences géochimiques entre le Pluton de Turgeon et les intrusions de Bordier et Jérémie.

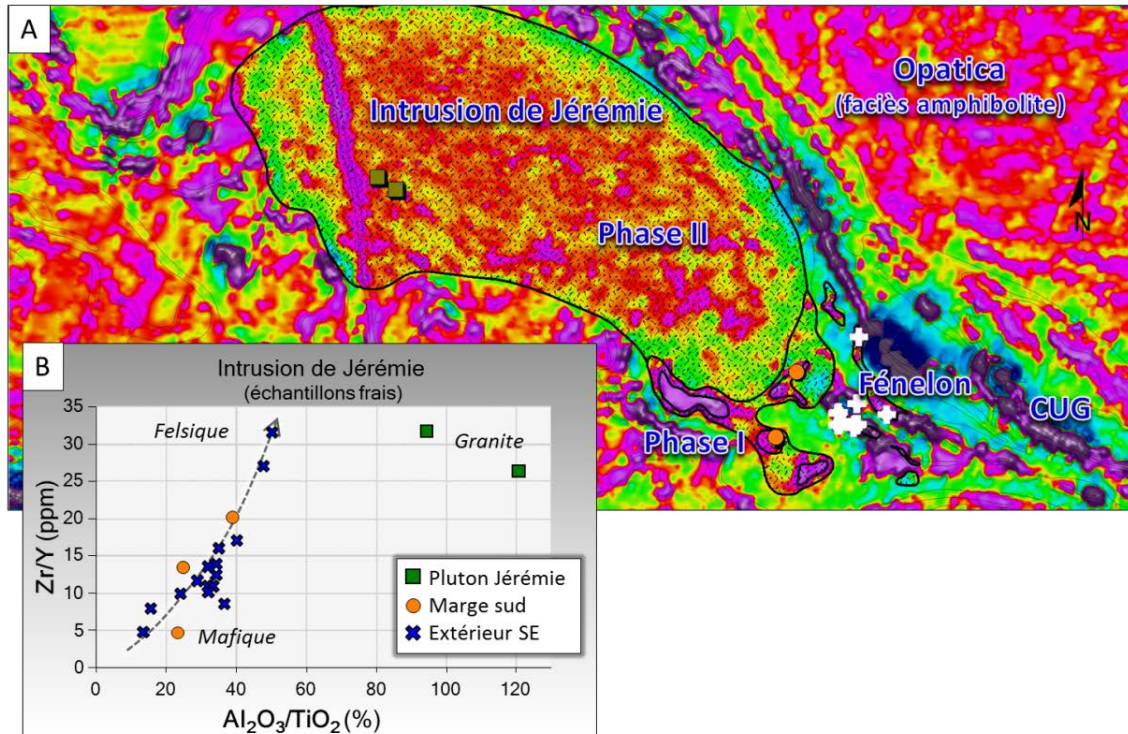


Figure 20. Distribution des échantillons géochimiques d'intrusions felsiques à mafiques dans et autour de l'intrusion de Jérémie par rapport à la première dérivée du champ magnétique total. La phase intrusive I de l'intrusion de Jérémie a une signature géophysique distincte de la phase II. B) Diagramme d'éléments immobiles montrant la différence géochimique entre la phase I granitique et le cortège d'intrusions mafiques à felsiques situé dans la phase I et au SE de l'intrusion, autour du gîte Fénelon. Les symboles x bleus correspondent aux croix blanches de la figure A.

3 GUIDES D'EXPLORATION REGIONALE

La région entre la FSL et la Sous-province de l'Opatica est immature en termes d'exploration. Il y a relativement peu de gisements comparativement au reste de l'Abitibi, mais le mégagisement aurifère de Detour Gold, la découverte du gîte Ni-Cu-ÉGP de Grasset et les gîtes d'or de Martinière et de Fénelon indiquent que ce territoire est fertile et diversifié sur le plan métallogénique. Cette section du rapport propose des pistes pour l'exploration en comparant les caractéristiques et les environnements géologiques autour des mines Detour Gold et de Selbaie notamment. Les nouveaux éléments géologiques qui émergent de cette étude, tels que les intrusions, roches ultramafiques, bifurcations et intersections de failles, plis, permettent de proposer plusieurs guides pour l'exploration.

3.1 Guides pour l'or orogénique

Le principal attrait pour les minéralisations aurifères le long de la FSL est certainement le gisement de Detour Gold situé au toit de la FSL. C'est l'unique gisement le long et au nord de la FSL. L'enveloppe des zones minéralisées de la mine mesure plus de 5 km latéralement, 200 à 500 m de largeur, et plus de 800 m de profondeur (Allaire et al., 2014). D'après Pressacco (1999) et Oliver et al. (2012), les principales caractéristiques géologiques à Detour sont :

- faille d'envergure régionale (FSL) constituée de roches ultramafiques très altérées (talc, chlorite, carbonates et actinote) au contact entre un bassin sédimentaire plus jeune et une séquence de roches volcaniques plus anciennes ;
- plusieurs zones de stockworks et de veines de QZ-Au sub-parallèles au toit de la FSL dans les basaltes massifs ou coussinés de l'assemblage de Deloro ;
- forte altération potassique;
- abondance de dykes de composition variée et diverses générations ;
- structure complexe avec des plis serrés à isoclinaux ;
- linéation minérale à faible plongée associée à un mouvement décrochant senestre ;
- proximité de la limite de l'isograde schiste vert et amphibolite inférieur.

La présence du gisement Detour à cet endroit de la FSL n'apparaît pas comme une coïncidence fortuite. La zone minéralisée est localisée dans un nœud structural, à l'intersection entre la FSL et un point d'inflexion du grain lithologique et structural qui varie d'une orientation E-O à NE-SO (**Figure 12** ; Oliver et al., 2012). Cette relation a entre la stratification S0 et la FSL est peu commune ailleurs en Abitibi. Elle est ici considérée comme un guide d'exploration à l'échelle régionale.

Du côté québécois de la ceinture, le nouveau tracé de la FSL est en soi le premier métallotecte et la principale cible pour les minéralisations d'or orogénique (**Figure 21**). Le nombre d'indices et de gîtes le long de cette structure est très faible en comparaison des autres couloirs de déformation de l'Abitibi. L'espacement entre les forages est grand (500 m à plus de 1 km en moyenne) et la profondeur d'investigation faible, soit approximativement de 200 à 250 m. Des cibles d'exploration basées sur l'intersection de couloirs de déformation et de domaines structuraux à angle comme à Detour sont proposées pour le segment central et est de la FSL (**Figures 12, 14, 22, 23 et 24**). Au sud et SE de l'intrusion de Jérémie, le bassin sédimentaire, la séquence de roches mafiques et ultramafiques du Gîte Fénelon, et des traces axiales de plis sont tronqués entre 30 et 90 degrés par la FSL (**Figures 14 et 22**). Ce segment de la faille coupe abruptement toutes les crêtes magnétiques et est démagnétisé sur toute la longueur suggérant une altération intense dans le couloir de déformation (**Figure 22b**). Ce tronçon de faille est très peu exploré avec moins d'une dizaine de forages sur 15 km de longueur. Un seul indice a été découvert en 2011 par Balmoral Resources à 1 km à

l'ouest du gîte de Ni-Cu-ÉGP de Grasset. La minéralisation est située dans un gabbro au contact nord de la FSL et est associée à un corridor de veines à quartz-carbonate. Un intervalle de 33 m en forage a donné 1,7 g Au/t incluant deux zones à plus hautes teneurs de 6,2 g Au/t sur 4 m et de 4,2 g Au/t sur 5 m (communiqué de presse de Balmoral du 7 juillet 2011). Toute la région autour du bassin de conglomérat de Lac Casault est jugée propice pour des minéralisations aurifères (**Figure 23**). Les bassins du type Timiskaming sont interprétés en Abitibi s'être formés dans un contexte en décrochement (bassin type pull-apart), ce qui facilite la remontée de fluides hydrothermaux et de magmas alcalins (Robert, 2001; Daigneault et al. 2002). La FSL est coincée entre ce bassin et le pluton syntectonique de Turgeon et les contacts du bassin et du pluton au nord sont cisailés. La présence dans la FSL de roches mafiques et ultramafiques et de fortes altérations en forage indique un terrain fertile. En effet, des analyses en forage ont donné des intervalles de 10,4 g Au/t sur 1,45 m (communiqué de presse de Midland Exploration du 26 avril 2012) à l'éponte sud de la FSL, en contact avec le pluton, et de 3,7 g Au/t sur 4 m (GM 56036) à l'éponte nord de la faille, à moins de 400 m du bassin de conglomérat. La bordure nord du bassin de conglomérat est également une cible parce qu'un couloir de déformation est présent. Les filons-couches de gabbro sont plissés à fort angle par rapport à la faille et fortement altérés en carbonates et chlorite (**Figure 23**). Les terminaisons est et ouest du bassin de conglomérat sont deux points triples favorables à la montées de fluides hydrothermaux et d'intrusions, comme c'est le cas par exemple du gisement Beattie à Duparquet le long de la Faille Porcupine-Destor (**Figure 10**).

La Faille Martinière est probablement une des structures NO-SE les plus fertiles du fait qu'elle délimite deux domaines géologiques distincts (**Figures 3, 11 et 13**) et qu'une relation angulaire avec le litage volcanique est interprétée (**Figures 8 et 12**). Les minéralisations aurifères au gîte Martinière sont situées à l'intersection avec une faille subsidiaire NNO (**Figures 21, 23 et 24**). Il y a une série de plis serrés dans des gabbros et des argilites graphiteuses en bordure de cette faille qui pourraient concentrer des fluides dans les charnières (**Figure 24**). Finalement, la faille NO-SE à l'est de la Faille Martinière est également un bon métallotecte car celle-ci borde un bassin sédimentaire (sédiments du lac Matis), recoupe des charnières de plis, et montre une relation d'angle avec les gabbros et des horizons d'argilites graphiteuses comme au gîte Martinière (**Figure 24**).

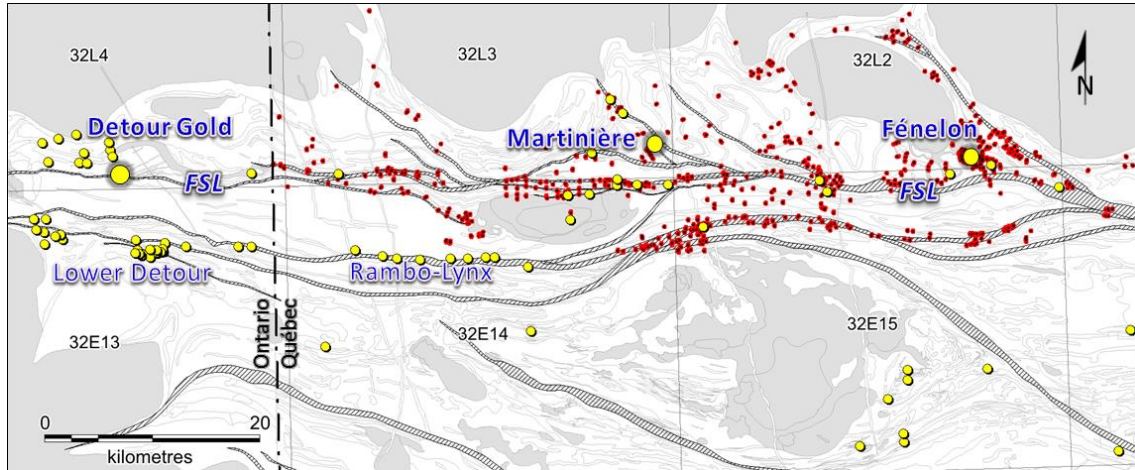


Figure 21. Couloirs de déformation avec les indices, gîtes et gisements d'or (ronds jaunes) et la trace des forages au diamant (en rouge).

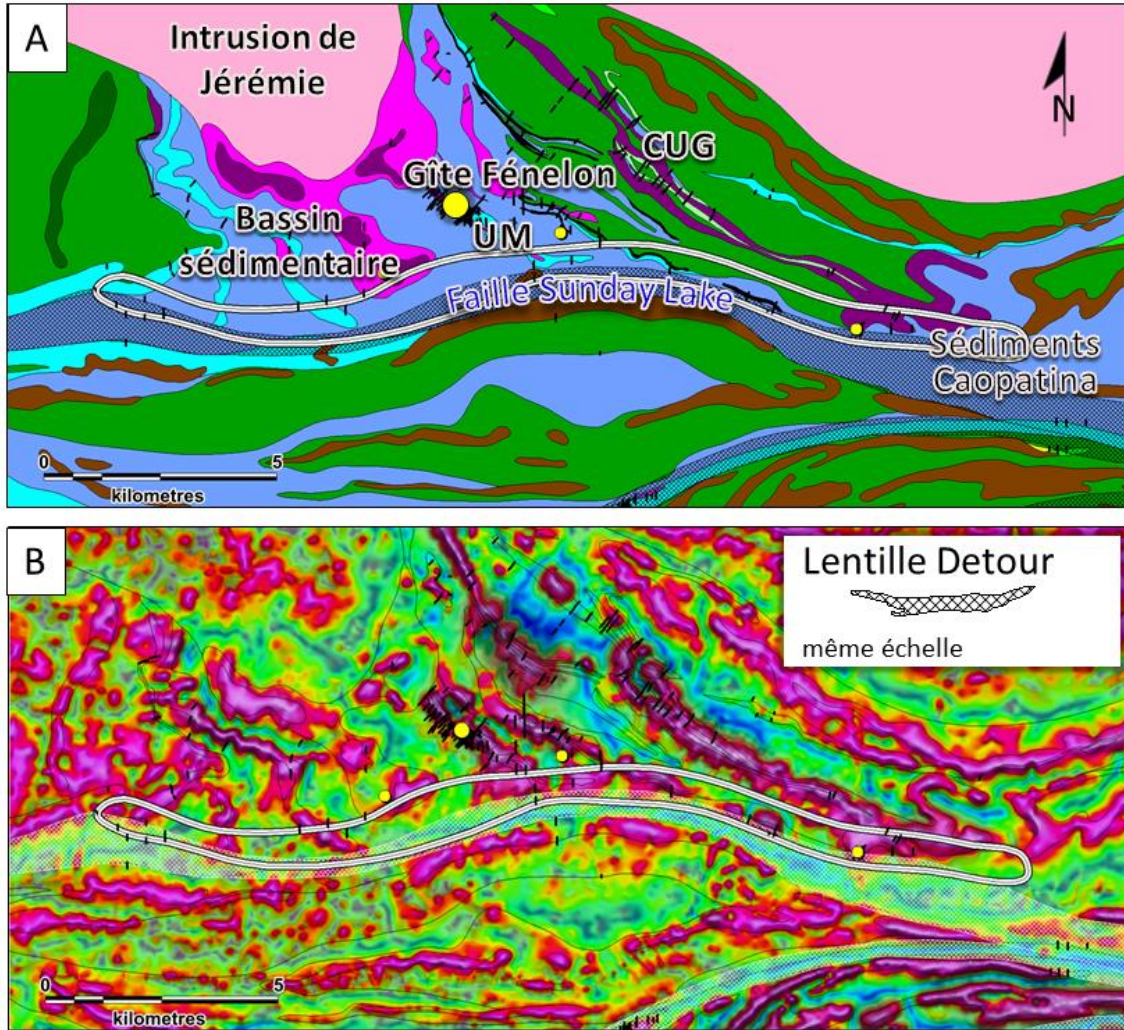


Figure 22. A) Secteur ciblé (contour en blanc) pour les minéralisations aurifères le long du segment est de la faille Sunday Lake (FSL) au Québec. Ronds jaunes sont les indices aurifères. Même légende que sur la **Figure 2**. UM ; roches ultramafiques, CUG ; complexe ultramafiques de Grasset. B) Première dérivée vertical du champ magnétique total en transparence sur la dérivée tilt montrant la démagnétisation des roches le long de la FSL ainsi que la relation d'angle entre la faille et les unités géologiques et les crêtes magnétiques. La zone minéralisée de la mine Detour Gold est montrée à la même échelle à titre de référence.

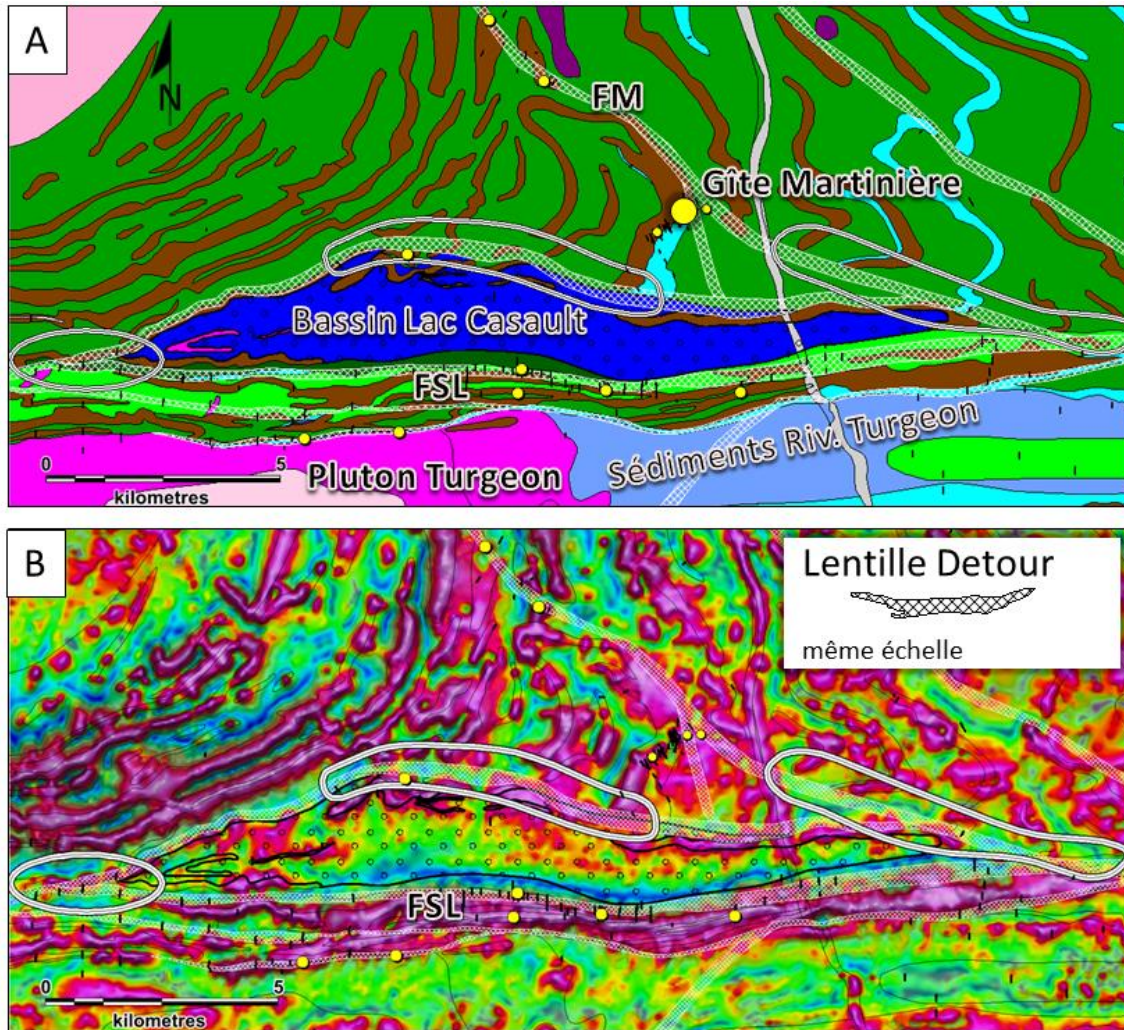


Figure 23. A) Secteurs ciblés (contours en blanc) pour les minéralisations aurifères le long du segment central de la faille Sunday Lake (FSL) au Québec et autour du bassin de conglomérat du Lac Casault. Ronds jaunes sont les indices aurifères. Même légende que sur la **Figure 2**. FM ; Faille Martinière. B) Première dérivée vertical du champ magnétique total en transparence sur la dérivée tilt montrant la relation d'angle entre la faille au nord du bassin et les unités géologiques et les crêtes magnétiques ainsi que les jonctions triples à l'est et l'ouest du bassin. La zone minéralisée de la mine Detour Gold est montrée à la même échelle à titre de référence.



Figure 24. Secteurs ciblés (cercles jaunes) pour les minéralisations aurifères le long de failles NO-SE au nord du bassin de conglomérat du Lac Casault, dans des charnières de plis et aux intersections de failles avec le couloir de déformation de la faille Sunday Lake (FSL). FM ; faille Martinière. Zones minéralisées de Martinière en jaune. Même légende que sur la **Figure 2**.

3.2 Guides pour les sulfures massifs volcanogènes type mafique

Les guides d'exploration pour les SMV du type Noranda (bimodale mafique) sont marqués par la présence :

- d'intrusions synvolcaniques, qui agissent à titre de moteurs thermiques pour la convection des fluides hydrothermaux ;
- de rhyolites de haute température, qui indiquent la présence d'une intrusion à faible profondeur ;
- de failles synvolcaniques qui agissent comme une plomberie pour la circulation et la précipitation des fluides hydrothermaux (Franklin, 1997 ; Galley, 2003 ; Gibson et Galley, 2007).

Dans le NO de l'Abitibi et au nord du couloir de déformation de Casa Berardi, il existe trois intrusions synvolcaniques ; le complexe de la rivière Bell et le pluton de McIvor dans le camp minier de Matagami, et le complexe de Brouillan à Selbaie (**Figure 25**). Les SMV dans ces deux camps miniers sont localisées en bordures de ces intrusions et sont alignés le long de structures NO-SE (flancs sud et ouest à Matagami) ou ONO-ESE (Selbaie et flanc nord à Matagami). Ces structures sont interprétées comme des failles de bordures de bassins synvolcaniques (**Figure 25** ; Faure, 2010 et 2012). Au nord de la FSL, plusieurs structures NO-SE sont interprétées et sont corrélées aux structures synvolcaniques des camps de Matagami et Selbaie. La faille Martinière est l'hôte de minéralisation de type SMV où un intervalle de 2,1 m @ 4,2% Zn, 1,5% Cu, 29,4 g Ag/t et 2,8 g Au/t a été intercepté dans un sulfure semi-massif adjacent au corridor aurifère

(**Figure 25** ; communiqués de presse de Balmoral du 13 septembre 2011 et 20 avril 2015). Les autres structures NO-SE offrent donc un potentiel pour les SMV.

Le point négatif pour l'exploration des SMV au nord de la FSL est l'absence pour l'instant d'une intrusion synvolcanique et d'une caldeira de dimension significative comme à Selbaie, Matagami ou Noranda (**Figures 25 et 26**). De plus, il ne semble pas y avoir d'évidence géophysique pour un pluton enfoui (**Figure 7**). Également, il y a très peu de rhyolites comparativement aux camps miniers habituels de SMV du type bimodal mafique. Une dizaine d'échantillons géochimiques se classent comme des rhyolites et rhyodacites. Seuls quelques échantillons géochimiques sur la **Figure 27** se classent comme étant fertiles pour les SMV d'après des critères de Pearson (2007). Les roches volcaniques felsiques ne se regroupent pas au sein d'une unité cartographiable, mais plutôt sous la forme de minces lentilles isolées dans le bassin de volcanoclastites intermédiaires qui longe la FSL (**Figure 26**). La dimension de ce bassin est beaucoup plus petite qu'à Selbaie, malgré qu'il soit plus déformé.

Un autre modèle d'exploration applicable pour les SMV dans la région est le type mafique d'arrière arc, c'est-à-dire des lentilles minéralisées entièrement encaissées dans des basaltes (Galley et al., 2007). La présence de roches ultramafiques le long et au nord de la FSL témoigne d'une période de remontée du manteau et d'un flux de chaleur élevé. Ces roches sont généralement associées à du volcanisme de rides de suprasubduction et à un bassin suffisamment mature pour que le magmatisme mafique ne soit pas dérivé en partie de la fusion de la plaque subductée ou de l'arc, mais plutôt de la fusion partielle du manteau. La région entre la FSL et l'Opatica pourrait représenter un contexte géodynamique en extension, comme un rift de d'arrière arc où Selbaie et Matagami serait l'arc. Les filons-couches mafiques et ultramafiques sont des moteurs thermiques locaux de haute température qui peuvent favoriser le développement de lentilles de SMV. Un des secteurs d'intérêt pour ce modèle est certainement le complexe de filons-couches de gabbros magnétiques au NO du bassin de conglomérat du Lac Casault (**Figures 11 et 27**). Des failles interprétées comme des structures synvolcaniques sont localement injectées par des dykes nourriciers mafiques (**section 2.1**). Aux intersections entre ces structures et des coulées de basaltes non-magnétiques, il y a plusieurs anomalies électromagnétiques isolées qui pourraient indiquer la présence d'amas de sulfures conducteurs (**Figure 27**).

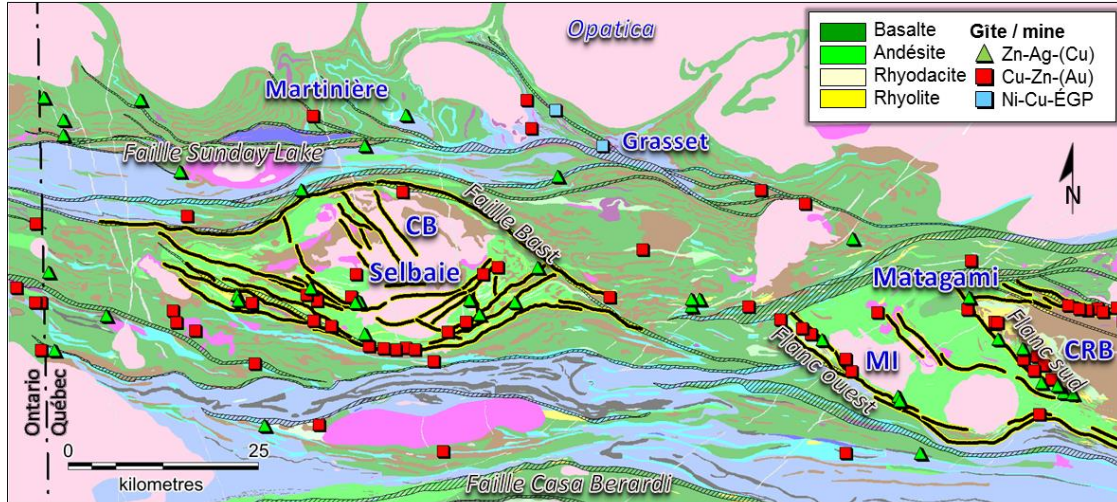


Figure 25. Géologie du NO de l'Abitibi avec les couloirs de déformation (zones hachurées), les failles synvolcaniques interprétées (Faure, 2010 et 2012), et les gîtes et mines de métaux de base. Intrusions synvolcaniques ; CRB: complexe de la rivière Bell, CS: complexe de Brouillan, MI: pluton de McIvor.

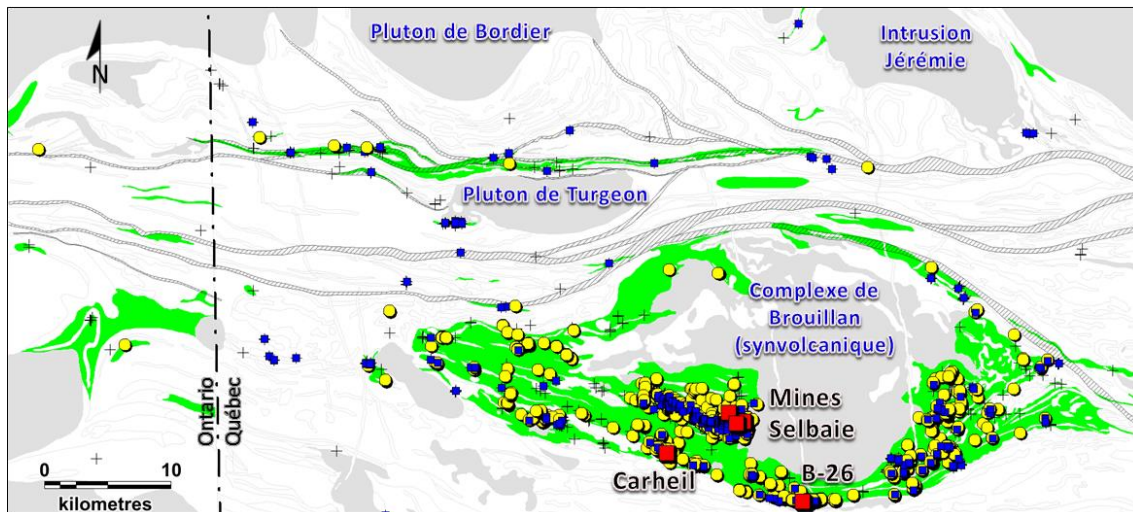


Figure 26. Distribution des échantillons géochimiques de roches volcaniques felsiques fertiles pour les minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes (SMV) d'après le critère de fertilité géochimique PER-GH de Pearson (2007). Symboles : fertile (ronds jaunes), non-fertile (ronds bleus), indéterminé (croix). Bassins de roches volcaniques de composition felsique et intermédiaire en vert, intrusions en gris, couloirs de déformation en hachuré.

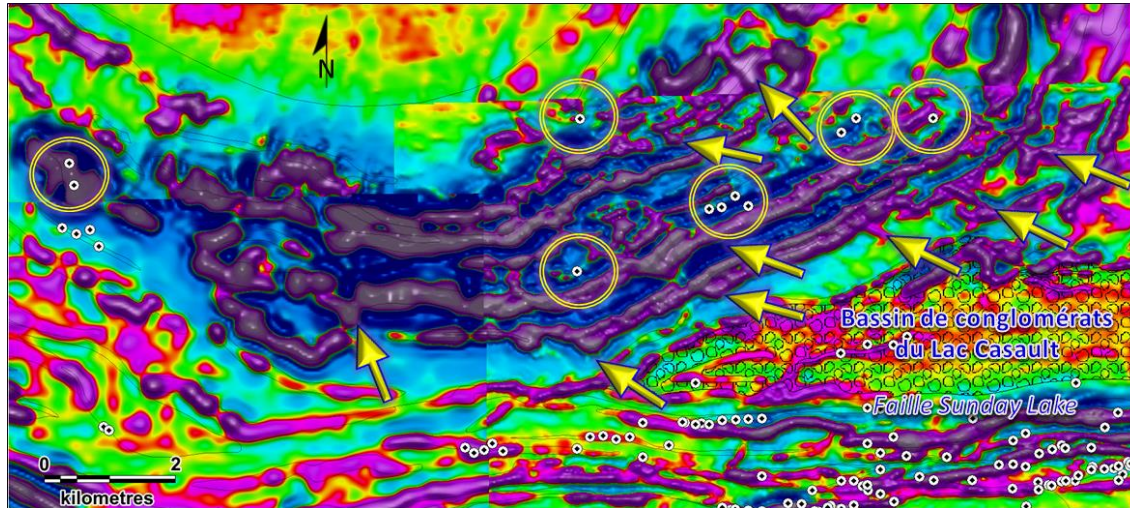


Figure 27. Carte de la première dérivée du champ magnétique total montrant des cibles d'exploration pour les SMV type mafique (cercles jaunes) dans des coulées de basaltes du complexe de filons-couches de gabbros magnétiques (couleur mauve) au centre de la région étudiée (**Figure 11**). Les flèches en jaunes indiquent la possible présence de failles et de dykes nourriciers synvolcaniques. Anomalies électromagnétiques INPUT (DP 866) indiquées par des cercles blancs avec un point noir. Sources des données magnétiques; DP 866, GM 63646 et GM 67664.

3.3 Guides pour le Cu-Ni-EGP magmatique

Dans la région à l'étude, il y a un potentiel pour des minéralisations en Ni-Cu-ÉGP associées à des komatiites et des intrusions ultramafiques comme en témoigne le gîte de Grasset à l'extrémité ouest de la FSL (**Figure 28**). Tel que discuté dans les **sous-sections 2.3 et 3.2**, la présence de roches ultramafiques témoigne d'un bassin de rift et de la proximité avec le manteau asthénosphérique. Le CUG présente un bon potentiel puisque des minéralisations sont connues aux deux extrémités (**Figure 28**). Ce complexe est visible sur le levé magnétique régional. Il mesure plus de 8 km de longueur par 300 m de largeur. Il est constitué de roches ultramafiques serpentinisées, et d'horizons de volcanites felsiques et des argilites graphiteuses. Le gîte Grasset est situé à l'intersection de la FSL et d'une faille NO-SE. Le complexe ultramafique est très peu foré.

Une anomalie magnétique comparable à la signature géophysique du CUG est présente au NE de l'intrusion de Jérémie. Plusieurs forages ont interceptés des roches ultramafiques magnétiques (GM 53727) et plusieurs échantillons géochimiques confirment la présence de komatiites et basaltes komatiitiques et de pyroxénites (**Figure 17**). Cette bande de roches mafiques et ultramafiques est interprétée comme le prolongement du CUG (**Figure 28**).

A l'échelle régionale, toutes les intrusions et coulées ultramafiques deviennent des cibles d'exploration pour ce type de minéralisation (**Figure 29**). Au sud du gîte Fénelon, il est possible que le CUG se poursuive au sud de la FSL à 5 km vers l'ouest, entraîné par la zone de déformation, ou vers l'est par un pli apparent sur la carte magnétique (**Figure 28**).

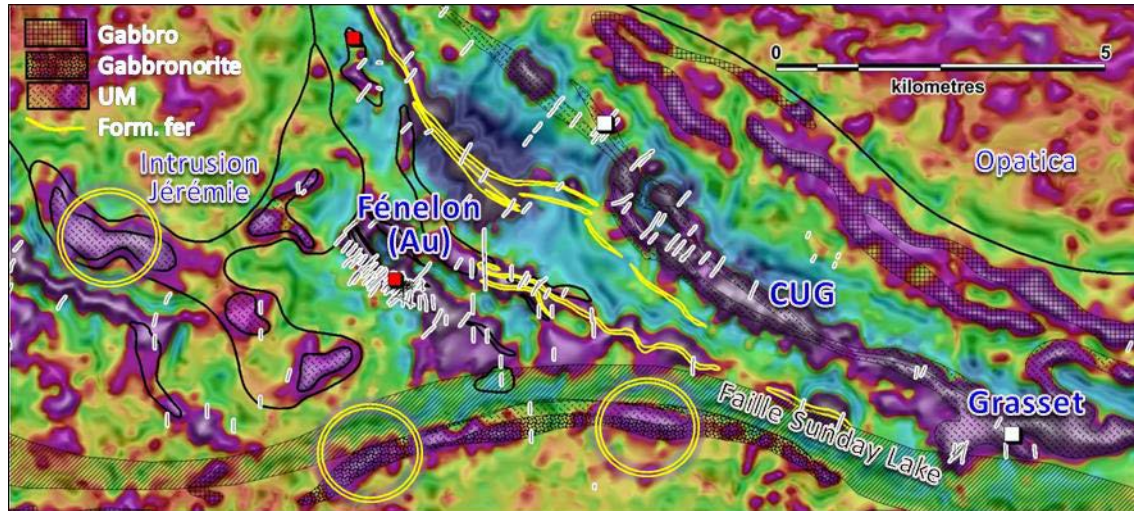


Figure 28. Carte de la première dérivée du champ magnétique total en transparence sur la dérivée tilt au sud de l'intrusion de Jérémie montrant des cibles pour les minéralisations de type Ni-Cu-ÉGP magmatiques associées à des roches ultramafiques, les minéralisations Ni-Cu-ÉGP (carré en blanc), le complexe ultramafique de Grasset (CUG) et la trace des forages (traits en blanc). Le prolongement du CUG pourrait apparaître au sud de la faille Sunday Lake.

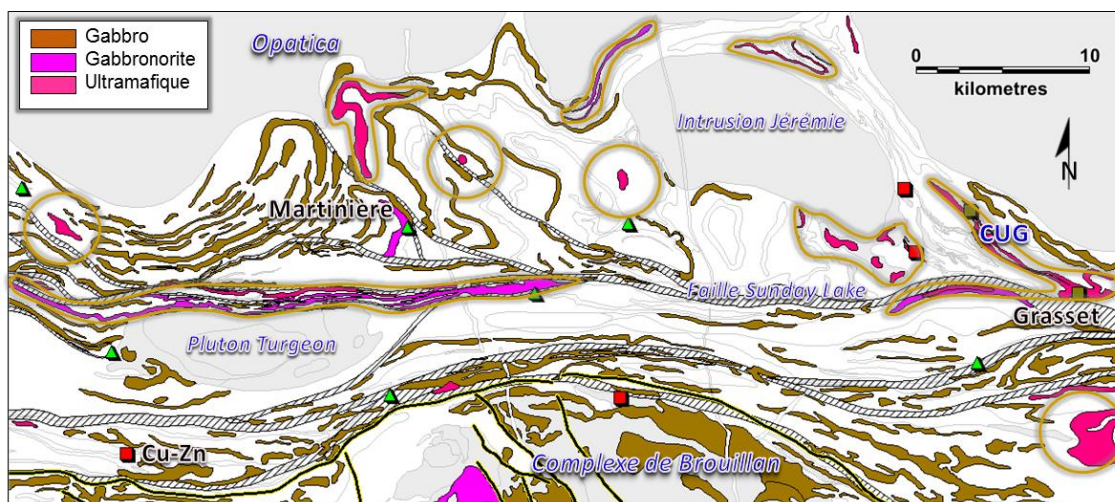


Figure 29. Cibles d'exploration pour les minéralisations Ni-Cu-ÉGP magmatiques associées à des roches ultramafiques (cercles oranges) par rapport aux différents complexes de dykes de gabbro et de roches ultramafiques, dont celui de Grasset (CUG).

4 CONCLUSION

Cette étude apporte une nouvelle vision de la géologie dans le NO de l'Abitibi. La réinterprétation des données d'affleurements de la fin des années 80, de forages récents et de levés héliportés de haute résolution ont permis de réaliser un modèle cartographique de haute résolution au nord du camp minier de Selbaie, en particulier au nord du couloir de déformation de la FSL.

La FSL présente beaucoup de caractéristiques communes avec les autres couloirs de déformation de l'Abitibi, comme les failles de Porcupine–Destor et de Cadillac–Larder Lake ; limite entre deux domaines lithologique et structural, présence de roches ultramafiques et de bassins sédimentaires en pull-apart du type Timiskaming, large zone de déformation et d'altération intense en carbonate, chlorite, muscovite et talc.

Des cibles d'exploration pour l'or orogénique sont proposées en fonction du nouveau tracé de la FSL et de ses subsidiaires, des relations angulaires entre des failles et le grain structural, et des charnières de plis (i.e. Martinière). La partie centrale du secteur étudié présente une combinaison de facteurs géologiques favorables, notamment par la présence du pluton de monzonite syn-tectonique de Turgeon, de roches ultramafiques, et d'un bassin d'envergure régionale de conglomérat. La présence d'un étroit bassin de volcanoclastites dacitiques à andésitiques calco-alcalines du même type qu'à Selbaie est de bon augure pour l'exploration des métaux de base volcanogènes (Zn-Cu), mais l'absence apparente d'une intrusion synvolcanique dans toute la région est un point négatif pour ce type de minéralisation. Le modèle SMV type mafique est privilégié dans la région au nord de la FSL compte tenu de la nature presque exclusivement mafique des volcanites. Plusieurs horizons de roches mafiques-ultramafiques au centre et à l'est du secteur sont identifiés et représentent des cibles pour les minéralisations Ni-Cu-ÉGP de type magmatique, comme en témoigne la récente découverte du gîte Grasset à l'extrémité est de la faille.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier la compagnie Midland Exploration (Mario Masson) et la Minière Osisko (Carl Corriveau) pour avoir eu accès aux différentes bases de données et pour une visite de leur carothèque, la compagnie Glencore (Michel Allard) pour le produit MEGATEM II nivelé avec les données publiques, Arianne Phosphate Inc. (Daniel Boulianne) pour de l'information géologique, plusieurs autres géologues de compagnies membres et non-membres qui ont fournis de l'information pertinente au projet et Géologie Québec pour l'accès aux bases de données du SIGÉOM. Des remerciements sont également adressés à Réal Daigneault pour la lecture critique du rapport, ainsi que Marie-Line Tremblay pour la révision et l'édition finale.

RÉFÉRENCES

- Adam, D., 2004. Les Mines Selbaie, final ore reserves statement as of January 22, 2004. Rapport interne BHPbilliton, 25 p.
- Allaire, A., Live, P., Dupéré, M., Camus, Y. et Ritchie, D.G., 2014. Detour Lake Mine – NI 43-101 Technical Report.
- Ayer, J.A., Chartrand, J.E., Duguet, M., Rainsford, D.R.B. et Trowell, N.F., 2009. GIS compilation of the Burntbush–Detour lakes area, Abitibi greenstone belt; Ontario Geological Survey, Miscellaneous Release–Data MRD-245 and Preliminary Map P.3609.
- Ayer, J.A., Dubé, B., Friedman, R., Hamilton, M.A. et van Breemen, O., 2007. Detour–Burntbush Area. *Dans* Summary of Field Work and Other Activities 2007, *édité par* C.L. Baker, E.J. Debicki, J.R. Parker, J.K. Mason, R.I. Kelly, M.C. Smyk, J.A. Ayer, G.M. Stott et P. Sarvas. Ontario Geological Survey, Open File Report OFR-6213, p. 3-7.
- Barrett, T.J. et MacLean, W.H., 1994. Chemostratigraphy and hydrothermal alteration in exploration for VHMS deposits in greenstones and younger volcanic rocks. *Dans* Alteration and alteration processes associated with ore-forming systems, *édité par* D.R. Lentz. Geological Association of Canada, short course notes, 11: 433-467.
- Barrie, C.T. et Krogh, T. E., 1996. U-Pb Zircon Geochronology of the Selbaie Cu-Zn-Ag-Au Mine, Abitibi Subprovince, Canada. *Economic Geology*, 91 : 563-575.
- Daigneault, R., 1996. Couloirs de déformation de la Sous-Province de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles du Québec, MB 96-33, 114 p.
- Daigneault, R., Mueller, W.U. et Chown, E.H., 2002. Oblique Archean subduction: accretion and exhumation of an oceanic arc during dextral transpression, Southern Volcanic Zone, Abitibi Subprovince Canada. *Precambrian Research*, 115: 261-290.
- Daigneault, R., Mueller, W.U. et Chown E.H., 2004. Abitibi greenstone belt plate tectonics: the diachronous history of arc development, accretion and collision. *Dans* Developments in Precambrian Geology 12, The Precambrian Earth: Tempos and events, *édité par* P.G. Eriksson, W. Altermann, D.R. Nelson, W.U. Mueller, O. Catuneanu, Elsevier: pp 88-102.
- David, J., Davis, W.D., Bandyayera, D., Pilote, P. et Dion, C., 2009. Datations U-Pb effectuées dans les sous-provinces de l'Abitibi et de La Grande en 2006-2007. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2009-02.
- Davis, W.J., Machado, N., Gariépy, C., Sawyer, E.W., et Benn, K., 1995. U-Pb geochronology of the Opatoca tonalite-gneiss belt and its relationship to the

- Abitibi greenstone belt, Superior Province, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 32: 113-127.
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P. et Marchal, M., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses – its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology* 29, 183–210.
- DP 866, 1982. Levé EM aérien par INPUT MK VI.
- DV86-08, 1986. Traitement des données géophysiques (aéromagnétiques) – région de Brouillan-Manthet.
- DV86-09, 1986. Traitement des données géophysiques (aéromagnétiques) – région de Brouillan-Manthet.
- DV86-10, 1986. Traitement des données géophysiques (aéromagnétiques) – région de Brouillan-Manthet.
- DV86-11, 1986. Traitement des données géophysiques (aéromagnétiques) – région de Brouillan-Manthet.
- Exploration Noranda et Mines d'Or Virginia, 2008. Levé électromagnétique aérien MEGATEM II au nord-ouest de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles du Québec, DP 2008-40, 3 p. et 32 cartes.
- Faure, S., 2010. Reconnaissance de structures synvolcaniques majeures dans les environnements de sulfures massifs volcanogènes, nord-ouest de la Sous-province d'Abitibi. Rapport CONSOREM 2009-04, 34 p.
- Faure, S., 2012. Réévaluation paléo environnementale du complexe volcanique de Selbaie et de son potentiel métallogénique. Rapport CONSOREM 2011-08, 26 p.
- Faure, S., Jébrak, M. et Angelier, J., 1996. Structural evolution of Les Mines Selbaie, northern Abitibi, Québec, Canada. *Exploration and Mining Geology*, 5: 215-230.
- Franklin, J. M., 1997. Lithogeochemical and Mineralogical Methods for Base Metal and Gold Exploration. *Dans Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration*, A.G. Gubins, éditeur, 191-208.
- Galley, A. G., 2003. Composite synvolcanic intrusions associated with Precambrian VMS-related hydrothermal systems. *Mineralium Deposita*, 38: 443–473.
- Galley, A.G., Hannington, M.D. et Jonasson, I.R., 2007. Volcanogenic massive sulphide deposits. *Dans Goodfellow, W.D., ed., Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5*, p. 141-161.

- Gibson, H. et Galley, A., 2007. Volcanogenic massive sulphide deposits of the Archean, Noranda District, Quebec. *Dans* Goodfellow, W. D., ed., Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods, Special Publication No. 5, Mineral Deposits Division, Geological Association of Canada, p. 533-552.
- GM 42183, 1985. Diamond drilling log, Lemieux property. 10 p.
- GM 53727, 1995. 1995 Jeremie a diamond drill report. 77 p.
- GM 54907, 1997. Report on the 1997 diamond drilling program, Gaudet Property. Explorations Minières du Nord, 46 p.
- GM 55424, 1997. Report on the 1996-97 winter exploration program, Fenelon "A" property, northwestern Quebec. Fairstar Explorations Inc., 2196 p.
- GM 56036, 1998. Rapport de la campagne de forage, projet B2-Lanouillier. 93 p.
- GM 59037, 2001. Rapport des travaux, hiver 2001, propriété Lac Gignac, Cantons Massicotte, Manthet et La Peltrie, 406 p.
- GM 60704, 2003. Independent technical report on the Fenelon project, Quebec, Canada. 97 p.
- GM 63646, 2008. Report on a helicopter-borne time domain electromagnetic geophysical survey, Massicotte property, Québec, 33 p.
- GM 66346, 2012. Helicopter-borne geomagnetic survey, Matagami region, Québec. Data acquisition report, Casault Project, 58 p.
- GM 67664, 2013. Report on a helicopter-borne versatile time domain electromagnetic (VTEM) and horizontal airmagnetic gradiometer geophysical survey, Casault project.
- GM 67737, 2013. Rapport des travaux de forage 2013, Propriété Casault, Canton Martigny, Lanouillier, La Peltrie. Ministère des Ressources naturelles du Québec, 187 p.
- Jensen, L. S., 1976. A New Cation Plot for Classifying Subalkalic Volcanic Rocks. Ontario Geological Survey Miscellaneous Paper 66, 22p.
- Lacroix, S., 1990. Géologie de la région des rivières Turgeon et Théo. Ministère des ressources naturelles du Québec, MB 90-28, 22 p.
- Lacroix, S., 1994a. Géologie de la partie ouest du sillon Harricana-Turgeon, Abitibi. Ministère des Ressources naturelles du Québec, MB 94-54, 26 p.
- Lacroix, S., 1994b. Géologie de la partie ouest du sillon Harricana-Turgeon, Abitibi. Annexe 1 : analyses lithogéochimiques. Ministère des ressources naturelles du Québec, MB 94-61, 77 p.

- Lacroix, S., Simard, A., Pilote, P. et Dubé, L.M., 1990. Regional geologic elements and mineral resources of the Harricana-Turgeon belt, Abitibi of NW Quebec. Institut canadien des mines et de la métallurgie ICM, volume spécial 43 : 313-326.
- Larson, J.E. et Hutchinson, R.W., 1993. The Selbaie Zn-Cu-Ag Deposits, Quebec, Canada: an example of evolution from Subaqueous to Subaerial volcanism and mineralization in an Archean caldera environment. *Economic Geology*, 88:1460-1482.
- Le Bas, M.J. et Streckeisen, A. L., 1991. The IUGS systematics of igneous rocks. *Journal of the Geological Society London*, 148: 825-833.
- Leclerc, A. et Giguère, E., 2010. Technical report on Fénelon property, Fénelon Township Province of Québec, Canada, for Balmoral Resources Inc., 72 p.
- Legault, M., Gauthier, M., Jébrak, M., Mueller, M., Daigneault, R., Davis, D.W. et Baillargeon, F., 2002. Évolution du Complexe volcanique de Joutel, Sous-province de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, rapport ET-2001-01, 46 p.
- MERNQ, 1982. Levé EM aérien par input MK VI – région de Brouillan-Manthet.
- Miall, A. D., 1992. Alluvial Deposits. *Dans* Walker, R. G., et James, N. P., eds., *Faciès models. Response to sea level change: Geological Association of Canada*, p. 119-142.
- Middlemost, E.A.K., 1985. Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Sciences Reviews* 37, 215–224.
- Mueller, W., Donaldson, J. A., Dufresne, D. et Rocheleau, M., 1991. The Duparquet Formation: sedimentation in a late Archean successor basin, Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 28: 1394-1406.
- Oliver, J., Ayer, J., Dubé, B., Aubertin, R., Burson, M., Panneton, G., Friedman, R. et Mike Hamilton, M., 2012. Structural, Chronologic, Lithologic and Alteration Characteristics of Gold Mineralization: The Detour Lake Gold Deposit, Ontario, Canada. *Exploration and Mining Geology*, 20:1-30.
- OGS, 2009. Ontario airborne geophysical surveys, magnetic data, Detour area; Ontario Geological Survey, Geophysical Data Set 1062.
- Pearson, V., 2007. Le PER-GH: un nouvel indice de classification des volcanites felsiques pour la reconnaissance des environnements fertiles. Rapport du projet CONSOREM 2004-02, 27 p.
- Pilote, P., 2012. Géologie Lac Watson, Ile Bancroft, Lac la Gauchetière. Ministère des Ressources naturelles du Québec, cartes CG-32F12C-2012-01, CG-32F12D-2012-01, CG-32E16B-2012-01

- Pressacco, R., 1999. Economic Geology and Mineralization at the Detour Lake Mine. Dans Special Project: Timmins Ore Deposit Descriptions, *édité par R. Pressacco*, Ontario Geological Survey Open File Report 5985, p. 52-78
- Remick, J.H., 1961. Géologie de la région de Manthet – Jérémie- La Forêt. Rapport préliminaire, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, RP 458, 28 p.
- Remick, J.H., 1969. Géologie de la région d'Harricana-Turgeon, comtés d'Abitibi-Est et Abitibi-Ouest. Rapport préliminaire, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, RP-564, 217 p.
- Robert, F., 2001. Syenite-associated disseminated gold deposits in the Abitibi greenstone belt, Canada. *Mineralium Deposita*, 36: 503-516.
- Ross, P.-S., McNicoll, V. J., Debreil, J.-A. et Carr, P., 2014. Precise U-Pb Geochronology of the Matagami Mining Camp, Abitibi Greenstone Belt, Quebec: Stratigraphic Constraints and Implications for Volcanogenic Massive Sulfide Exploration. *Economic Geology*, 109: 89–101.
- Trépanier, S. 2013. Norme Lithomodeleur. Projet CONSOREM 2011-04. 91 p. et logiciel version 3.5.4.
- Trépanier, S., Mathieu, L. et Daigneault, R., 2015. CONSONORM-LG : new normative minerals and alteration indexes for low-grade metamorphic rocks. *Economic Geology*, 110 : 2127-2138.
- Trépanier, S., Mathieu, L., Daigneault, R. et Faure, S., 2016. Precursors predicted by artificial neural networks for mass balance calculations : Quantifying hydrothermal alteration in volcanic rocks. *Computers & Geosciences*, 89 : 32-43.
- SIGÉOM, 2012. Système d'information géominière du Québec, Ministère Énergie et Ressources naturelles. [Enligne][<http://sigeom.mines.gouv.qc.ca>]
- SIGÉOM, 2013. Système d'information géominière du Québec, Ministère Énergie et Ressources naturelles. [Enligne][<http://sigeom.mines.gouv.qc.ca>]
- Williamson, K., Pilote, P. et Rabeau, O. 2013. Modélisation régionale du camp minier de Matagami. MB 2013-05, 13 p.
- Winchester, J. A. et Floyd, P. A. 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20 :325–343.