

RG 96-05

Géologie de la région du lac Briend, 12N/05

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



License

Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

GÉOLOGIE DE LA RÉGION DU LAC BRIEND

(SNRC 12N/05)

Louis Madore
Pierre Verpaelst
Jean Choinière
Denis-Jacques Dion

Jean David
Denis Lefebvre
Robert Marquis
Michel Hocq

RG 96-05

Accompagne la carte
SI-12N05-C3G-97E

1997



Géologie de la région du lac Briend (12N/05)

Louis Madore
Pierre Verpaelst
Jean Choinière
Denis-Jacques Dion
Jean David
Denis Lefebvre
Robert Marquis
Michel Hocq

RG 96-05

(Accompagne la carte SI-12N05-C3G-97E)

RÉSUMÉ

Le levé géologique de la région du lac Briend (SNRC 12N/05) met à jour les connaissances géologiques du secteur NE du Groupe de Wakeham (terme révisé). Cette région montre plusieurs anomalies géochimiques de sédiments de fond de lac, des anomalies géophysiques et des linéaments importants coïncidents. Le secteur est constitué de roches supracrustales (Groupe de Wakeham), à l'ouest, et de roches granitoïdes (Suite felsique d'Olomane), à l'est, recoupées par des intrusions gabbroïques (Suite mafique de Lillian). Des porphyres granitiques (Porphyre de Kataht) sont intrusifs dans les roches supracrustales ou coïncés entre deux masses intrusives de la Suite felsique d'Olomane. Les roches supracrustales montrent un métamorphisme de contact à des conditions de température et de pression de 550°C et de 3 kb.

La Suite felsique d'Olomane a été datée à deux endroits par Martignole *et al.* (1994). Les analyses isotopiques ont donné des âges de 1245±3 Ma et 1239±3 Ma. Le Porphyre de Kataht, interprété jusqu'à récemment comme une roche volcanique felsique, est une intrusion felsique de faible profondeur d'un âge compris entre 1495±2 Ma et 1510±10 Ma. Cet âge repousse d'environ 200 Ma l'âge minimum auparavant attribué au Groupe de Wakeham.

Le Groupe de Wakeham est séparé de la Suite felsique d'Olomane par la Zone de cisaillement de Natashquan dont le pendage modéré est dirigé vers le SW. En bordure de la Zone de cisaillement de Natashquan, le Groupe de Wakeham repose structurellement sur la Suite felsique d'Olomane. Les relations entre ces deux domaines géologiques sont cependant ambiguës. Toutefois, certaines observations suggèrent qu'originellement, les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane étaient intrusifs dans le Groupe de Wakeham. Par la suite, les deux unités ont été télescopées vers le NE.

Les analyses chimiques des roches ignées montrent une distribution nettement bimodale. Les granitoïdes et les roches mafiques ont des tendances complètement indépendantes l'une de l'autre tant par leurs éléments majeurs que par leurs éléments en traces. Les deux types de roches montrent des caractéristiques géochimiques d'une mise en place en milieu intraplaque.

Des combinaisons d'éléments anomaux, observées dans les sédiments de lac et de ruisseau ainsi que dans les échantillons de roche, permettent d'identifier différents types potentiels de minéralisation. Trois types de minéralisation ressortent : le type *Olympic Dam* (Cu-U-Au-ETR) dans le granite à fluorine de la Suite felsique d'Olomane, le type *magmatique-mafique* (Cu-Ni±Co) et le type *filonien* (Cu-Ag-Mo) dans les zones de cisaillement.

DIRECTION DE LA GÉOLOGIE

Directeur: J.-L. Caty

SERVICE GÉOLOGIQUE DE QUÉBEC

Chef: A. Simard

Accepté pour publication le 97/01/06

Lecture critique

D. Brisebois

Éditeur

C. Dubé

Dessin assisté par ordinateur

P. Brouillette et L. Madore

Supervision technique

A. Beaulé

Préparé par la Division de l'Édition (Service de la Géoinformation, DG)

Le présent projet est financé par Ressources naturelles Canada et le ministère des Ressources naturelles du Québec dans le cadre de l'Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement minéral.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	4
Objectifs	4
Localisation et accès	4
Méthode de travail	5
Travaux antérieurs	5
Remerciements	5
GÉOLOGIE GÉNÉRALE	5
STRATIGRAPHIE	6
Groupe de Wakeham (mPwk)	6
Grès	6
Mudrock	6
Conglomérat	6
Basalte	6
Porphyre de Kataht (mPkat)	10
Suite felsique d'Olomane (mPolo)	10
Suite mafique de Lillian (mPlil)	10
Suite felsique de La Galissonnière (mPgal1)	11
MÉTAMORPHISME	11
GÉOLOGIE STRUCTURALE	11
LITHOGÉOCHIMIE	13
Éléments majeurs	13
Éléments mineurs	13
Éléments en traces et terres rares	13
Lithogéochimie et environnement tectonique	13
GÉOCHIMIE DES SÉDIMENTS DE LAC ET DE RUISSEAU	17
Bruits de fond régionaux	17
Anomalies ponctuelles	18
GÉOPHYSIQUE	18
Levés géophysiques antérieurs	18
Champ magnétique total résiduel	18
Anomalie de Bouguer	18
Levé radiométrique	25
GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE	25
CONCLUSION	25
RÉFÉRENCES	27

INTRODUCTION

Objectifs

La plupart des indices métallifères du Groupe de Wakeham se situent dans la partie ouest de son aire d'affleurement mais, dans le secteur NE, on observe à plusieurs endroits une coïncidence d'anomalies géochimiques de sédiments de fond de lac, d'anomalies géophysiques et de linéaments étendus. Ce secteur est cependant peu connu et peu exploré.

La cartographie de la région du lac Briend (feuillelet SNRC 12N/05) s'insère dans le Programme d'exploration minière du Moyen-Nord du ministère des Ressources naturelles du Québec. Cette cartographie vise à mettre à jour la carte géologique de la partie NE du Groupe de Wakeham, à l'échelle de 1:50 000, et à identifier des contextes géologiques favorables à la présence de substances minérales exploitables. Ce projet a été réalisé concurremment à la cartographie du feuillelet SNRC adjacent (Lac Le Doré, 12N/06).

Localisation et accès

Le secteur étudié se situe sur la Moyenne-Côte-Nord et couvre le feuillelet SNRC 12N/05 (figure 1). Cette région est

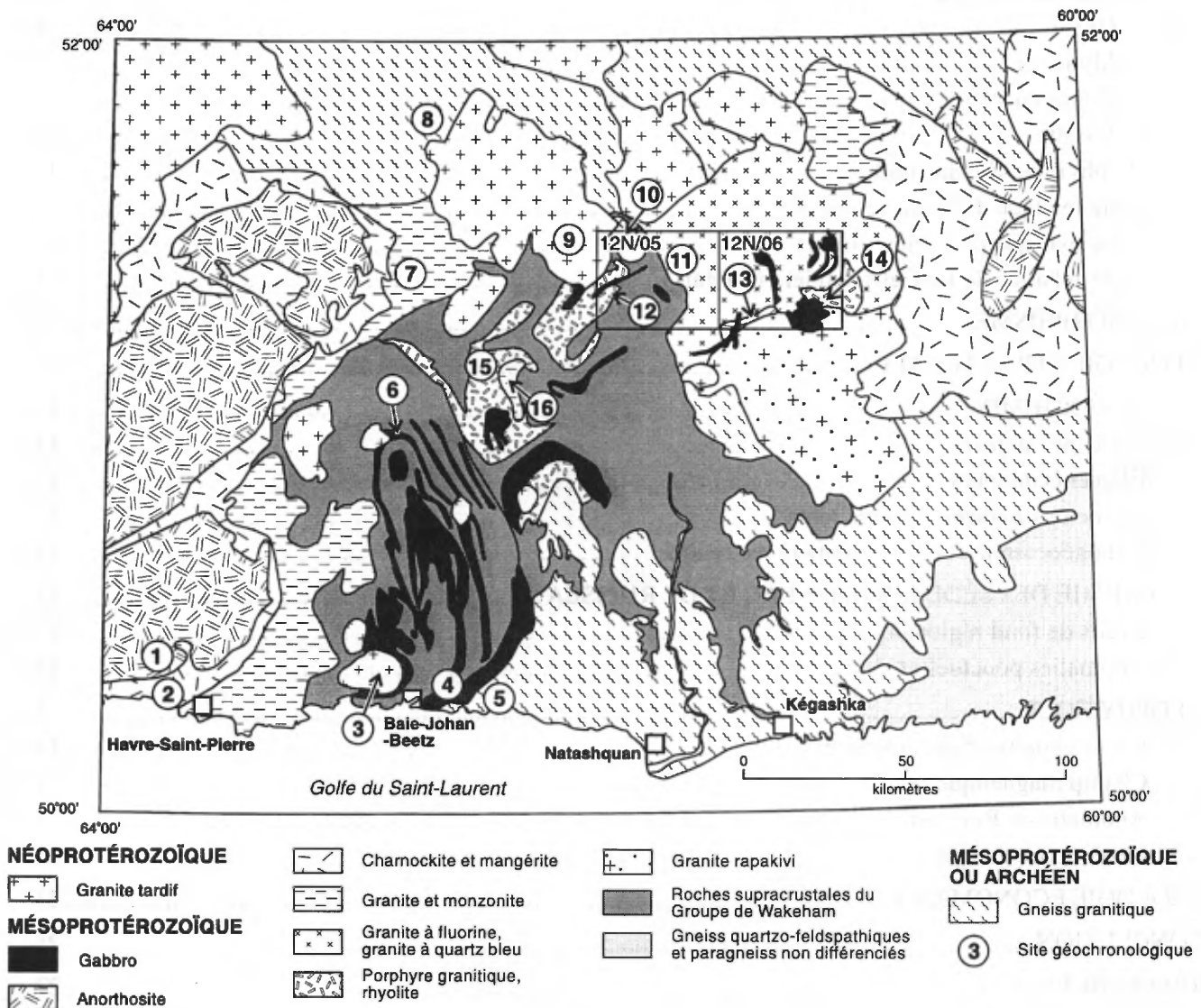


FIGURE 1 - Carte géologique simplifiée de la région du Groupe de Wakeham et localisation des travaux (Tirée de Avramtchev, 1983; Indares et Martignole, 1993). Les numéros correspondent aux sites d'analyses géochronologiques :

1) Anorthosite : 1062±4 Ma (van Breemen et Higgins, 1993), 2) Mangérite : 1126+7/-6 Ma (Emslie et Hunt, 1990), 3) Granite : 948±2 Ma (Fowler et Doig, 1983), 4) Porphyre felsique : 1246±5 Ma (Clark et Machado, 1995), 5) Gneiss granitique : 1495±2 Ma (Clark et Machado, 1995), 6) Gabbro : 1177+5/-4 Ma (Martignole *et al.*, 1994), 7) Monzonite foliée : 1079±5 Ma (Loveridge, 1986), 8) Gneiss : 1665+58/-40 Ma (Loveridge, 1986), 9) Granite : 993±3 Ma (Loveridge, 1986), 10) Granite folié : 1245±3 Ma (Indares et Martignole, 1993), 11) Granite folié : 1239±3 Ma (Indares et Martignole, 1993), 12) Porphyre felsique : 1503+6/-4 Ma (présent rapport), 13) Porphyre felsique : 1510±10 Ma (présent rapport), 14) Porphyre felsique : 1495±2 Ma (présent rapport), 15) Rhyolite : 1271+13/-3 Ma (Loveridge, 1986), 16) Monzonite porphyrique : 1322±7 Ma (Martignole *et al.*, 1992).

accessible par hydravion à partir de Havre-Saint-Pierre ou de Natashquan, à des distances respectives de 195 km et 125 km. Elle est traversée, du nord vers le sud, par les rivières Natashquan et Natashquan Est. Les principaux lacs sont le lac Briend et le lac La Galissonnière. Le relief est modéré et l'altitude varie de 130 à 500 m au-dessus du niveau de la mer. Des escarpements bordent les rivières Natashquan et Natashquan Est. La forêt boréale dense, presque exclusivement peuplée d'épicéa, couvre l'ensemble du territoire. Les affleurements rocheux sont éparés et généralement de petite taille.

Méthode de travail

Les travaux de terrain effectués à l'été de 1995 consistent en un levé de cartographie géologique à l'échelle de 1:50 000, un levé gravimétrique avec des stations espacées de 5 km, l'échantillonnage de sédiments de ruisseau autour des anomalies de fond de lac déjà connues, un levé radiométrique qualitatif au sol et le prélèvement de trois échantillons pour analyse géochronologique. Les données de travaux antérieurs géochimiques, géophysiques, de télédétection (images satellite), géologiques et géochronologiques disponibles ont été intégrées aux nouvelles données recueillies. L'information géoscientifique est contenue dans une base de données informatisée. La carte géologique a été numérisée à l'aide d'un système d'information à référence spatiale (système SIGÉOM du ministère des Ressources naturelles du Québec).

Travaux antérieurs

La région du lac Briend a déjà été cartographiée à l'échelle de 1:250 000 par Bourne *et al.* (1977). Elle a aussi fait l'objet de quelques levés ponctuels et d'une compilation régionale (Indares et Martignole, 1993). La région est couverte par un levé géochimique de sédiments de fond de lac (Beaumier, 1989). Un levé aéromagnétique hélicoptéré réalisé en 1993 par le ministère des Ressources naturelles du Québec couvre la demie nord du feuillet SNRC 12N/05 (MRN, 1994a et 1994b). Entre 1960 et 1968, la Commission géologique du Canada a effectué un levé gravimétrique régional (Thomas, 1974) puis, entre 1967 et 1969 un levé aéromagnétique régional (CGC, 1969a et 1969b). En 1975, Shell Canada ltée. a effectué des levés électromagnétiques aériens de type INPUT dans la région de la rivière Aguanus (deCarle, 1975) et dans la région du lac Jérémie (Shammas, 1975).

Remerciements

Nous tenons à remercier l'équipe du Centre d'études sur les ressources minérales de l'UQAC qui a géré la logistique des travaux de terrain. Nous tenons aussi à remercier Mme Nicole Gauthier de la SOQUEM et M. James H. Bourne de l'UQAM, qui nous ont fourni des données de

terrain inédites; M. Kamal N.M. Sharma, du MRN, nous a introduit à la géologie de la région; Mme Isabelle Lépine et M. Walter E. Trzcienski ont contribué à l'étude pétrologique. Merci à l'équipe de cartographie composée de Daniel Bandy-Ayera, Arlene Beisswenger, Richard Bernard, Sonya Chalifour, Marcelle Deslauriers, Mathieu Guay, François Labarre, Isabelle Lépine, Joseph Malec, Aurèle Noël, Ronald Robert et Armand Vigneault.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

Le segment oriental de la Province géologique de Grenville, entre les longitudes 60° et 64° et les latitudes 50° et 52°, comprend les roches supracrustales du Groupe de Wakeham, en contact, à l'ouest, avec une série d'intrusions granitiques et monzonitiques enveloppant l'anorthosite de Havre-Saint-Pierre. À l'est, le Groupe de Wakeham est en contact avec les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane. Le granite de La Galissonnière recoupe la partie nord du Groupe de Wakeham. Au sud, le Groupe de Wakeham est en contact avec des gneiss granitiques (figure 1).

Grenier (1957) a introduit le terme «Wakeham» pour désigner les roches métasédimentaires de la région du lac Wakeham situé à 55 km au nord de Baie-Johan-Beetz. Sharma et Jacoby (1972) reconnaissent des roches volcaniques à l'intérieur de la séquence sédimentaire. Ils utilisent le terme «Groupe de Wakeham» pour désigner l'ensemble des roches supracrustales situées au NE de Havre-Saint-Pierre et composées de sédiment, de basalte et de rhyolite métamorphisées au faciès des schistes verts et des amphibolites. Dans sa compilation de la Province géologique de Grenville, Wynne-Edwards (1972) utilise le terme «Groupe de Wakeham Bay» pour désigner la même séquence supracrustale. Martignole *et al.* (1992) ont élevé le Groupe de Wakeham au rang de Supergroupe qu'ils ont subdivisé en deux groupes: le Groupe d'Aguanus, qui comprend les roches de la partie est du Supergroupe de Wakeham et qui est situé à la base de la séquence, et le Groupe de Davy, situé dans la partie ouest du Supergroupe de Wakeham et qui forme le sommet de la séquence. Cependant, il est impossible, dans l'état actuelle de nos connaissances, de séparer sur une base lithostratigraphique, les roches du Groupe de Davy et les roches du Groupe d'Aguanus. Nous proposons donc de modifier le rang du Supergroupe et d'utiliser le terme «Groupe de Wakeham» pour désigner la séquence de roches supracrustales métamorphisées, dominée par des grès et située au nord du fleuve Saint-Laurent entre les villages de Havre-Saint-Pierre et Kégashka.

Une rhyolite située géographiquement au centre du Groupe de Wakeham, datée par Loveridge (1986), a donné un âge U/Pb de 1271 ± 13/-3 Ma (site 15, figure 1). Dans le même secteur, Martignole *et al.* (1992) ont mesuré un âge de 1322 ± 7 Ma (site 16) pour une monzonite porphyrique. Clark et Machado (1995) rapportent des âges de 1246 ± 5

Ma et 1253 ± 6 Ma (site 4) pour des porphyres felsiques qui recourent la partie sud du Groupe de Wakeham. Un âge de $1503 \pm 6 / -4$ Ma (site 12), obtenu sur un porphyre intrusif dans le Groupe de Wakeham, repousse d'environ de 200 Ma l'âge minimum du Groupe de Wakeham.

STRATIGRAPHIE

La région du lac Briend est constituée des roches supracrustales du Groupe de Wakeham, à l'ouest, et des granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane, à l'est, recoupés par les intrusions gabbroïques de la Suite mafique de Lillian. Les roches du Groupe de Wakeham sont aussi recoupées par des intrusions du Porphyre de Kataht et d'un granite de la Suite felsique de La Galissonnière (figure 2). Les relations entre ces unités sont illustrées sur les coupes géologiques de la figure 3.

Groupe de Wakeham (mPwk)

Le Groupe de Wakeham de la région du lac Briend est composé d'arénite quartzitique, de subarkose, d'arkose, de wacke quartzitique et arkosique, de mudrock, de conglomérat intraformationnel et de basalte. Les roches du Groupe de Wakeham sont faiblement métamorphisées et montrent généralement des textures et des structures sédimentaires mésoscopiques très bien préservées (figure 4a). Ces structures sédimentaires sont le litage, les lamines entrecroisées et le granoclassement. Ces sédiments ont probablement été déposés sur une plate-forme marine stable et à faible profondeur d'eau.

Le Groupe de Wakeham est subdivisé en quatre lithofaciès : mPwk1, qui contient des arénites et des wackes quartzitiques; mPwk2, qui contient des arkoses, des subarkoses, des wackes arkosiques et des mudrocks; mPwk3, constitué de conglomérat; et mPwk4, formé de basalte.

GRÈS

Les grès constituent plus de 80% de la séquence du Groupe de Wakeham. La fraction principale des grès (arénite quartzitique, subarkose, arkose, wacke quartzitique et wacke arkosique) est composée de grains de quartz et de feldspaths recristallisés à différents degrés. La recristallisation, généralement intense, oblitère la forme originale des grains détritiques et confère à la roche une texture granoblastique polygonale. Il est cependant possible, lorsque la recristallisation des grains est moins sévère, d'observer la forme arrondie et originale des grains détritiques. La fraction des minéraux lourds est constituée de zircon, d'apatite et de minéraux opaques. Les minéraux opaques, parfois rempla-

cés par le leucoxène, se concentrent souvent dans de minces horizons.

La matrice est composée de matériau quartzo-feldspathique finement recristallisé, de petits feuilletts de muscovite généralement parallèles au litage et de porphyroblastes de biotite qui recourent les structures sédimentaires. La chlorite remplace partiellement la biotite et parsème la matrice. Un ciment de carbonate, peu abondant, est localement présent dans les grès.

MUDROCK

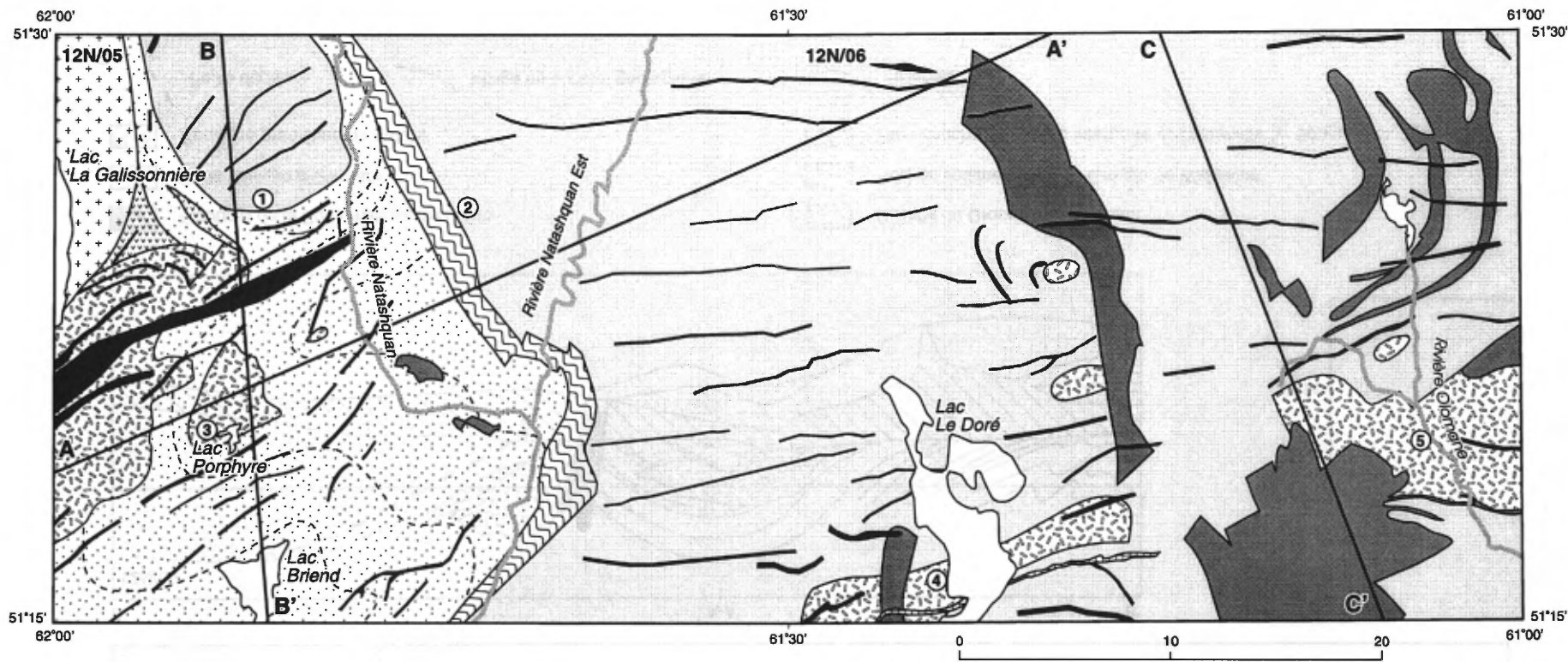
Les mudrocks sont interlités avec les grès. Ils sont peu abondants et leur puissance n'excède généralement pas un mètre. Ces roches sont principalement composées de matériau quartzo-feldspathique finement recristallisé, de muscovite, de biotite. La muscovite, sous forme de petits feuilletts, est orientée parallèlement au litage ou à la schistosité de plan axial. La biotite prend la forme de porphyroblastes. La chlorite remplace partiellement la biotite. L'épidote est disséminée en petits grains dans la fraction quartzo-feldspathique. De petits grains de minéraux opaques sont disséminés en faible quantité dans ces roches. Des cristaux idiomorphes de tourmaline verte sont localement présents. Le grenat, la fibrolite (variété de sillimanite), l'andalousite et la staurotide sont des minéraux métamorphiques observés dans quelques échantillons épars (figures 4b et 4c).

CONGLOMÉRAT



La séquence sédimentaire contient des lentilles de conglomérat d'épaisseur métrique à décamétrique, interstratifiées dans des grès. Les conglomérats sont polygéniques ou monogéniques et contiennent surtout des blocs et des galets d'arénite quartzitique (figure 4d). On observe aussi, dans de moindres proportions, des blocs et des galets de granite. La matrice est généralement gréseuse et composée de quartz, de feldspaths, de muscovite et de biotite. Des porphyroblastes de grenat et un ciment de carbonate sont localement présents dans la matrice.

BASALTE




Des coulées basaltiques, constituant moins de 1% de l'empilement de roches supracrustales, sont interstratifiées avec les sédiments détritiques. Ces coulées sont généralement massives et montrent rarement des reliques de cousins. Les basaltes métamorphisés sont constitués de cristaux d'actinote aciculaires, enchevêtrés de porphyroblastes de biotite, de minéraux opaques dont la magnétite, et d'épidote dans une mésostase essentiellement composée de plagioclase et d'un peu de quartz. La chlorite remplace partiellement la biotite, et le plagioclase microcristallin est souvent séricitisé. Les basaltes sont communément amygdalaires. Les amygdales sont constituées de calcite, de





NÉOPROTÉROZOÏQUE


-  Gabbro à olivine de Le Doré
-  Granite de La Galissonnière


MÉSOPROTÉROZOÏQUE

-  Suite mafique de Lillian
-  Suite felsique d'Olomane
-  Porphyre de Kataht

Groupe de Wakeham

-  Grès, mudrock, conglomérat
-  Basalte

 Zone de cisaillement de Natashquan

 Litage

① 1245 ± 3 Ma (Indares et Martignole, 1993)

② 1239 ± 3 Ma (Indares et Martignole, 1993)

③ 1503 + 6/-4 Ma (présente étude)

④ 1510 ± 10 Ma (présente étude)

⑤ 1495 ± 2 Ma (présente étude)

A—A' Coupe géologique

FIGURE 2 - Carte géologique simplifiée des régions du lac Briend (12N/05) et du lac Le Doré (12N/06).

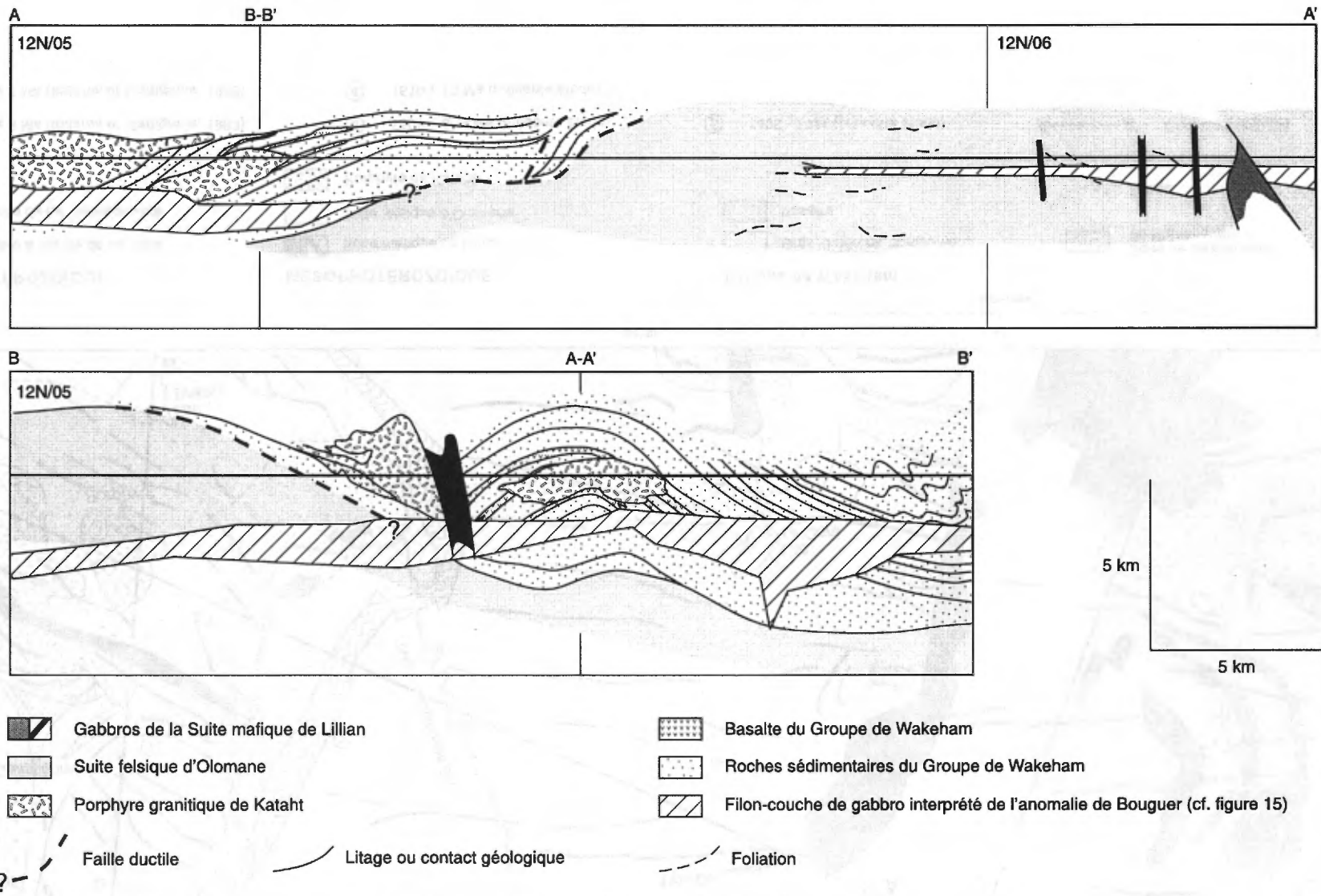


FIGURE 3 - Coupes géologiques A-A' et B-B' des régions du lac Briand (12N/05) et du lac Le Doré (12N/06). Ces coupes sont localisées à la figure 1.

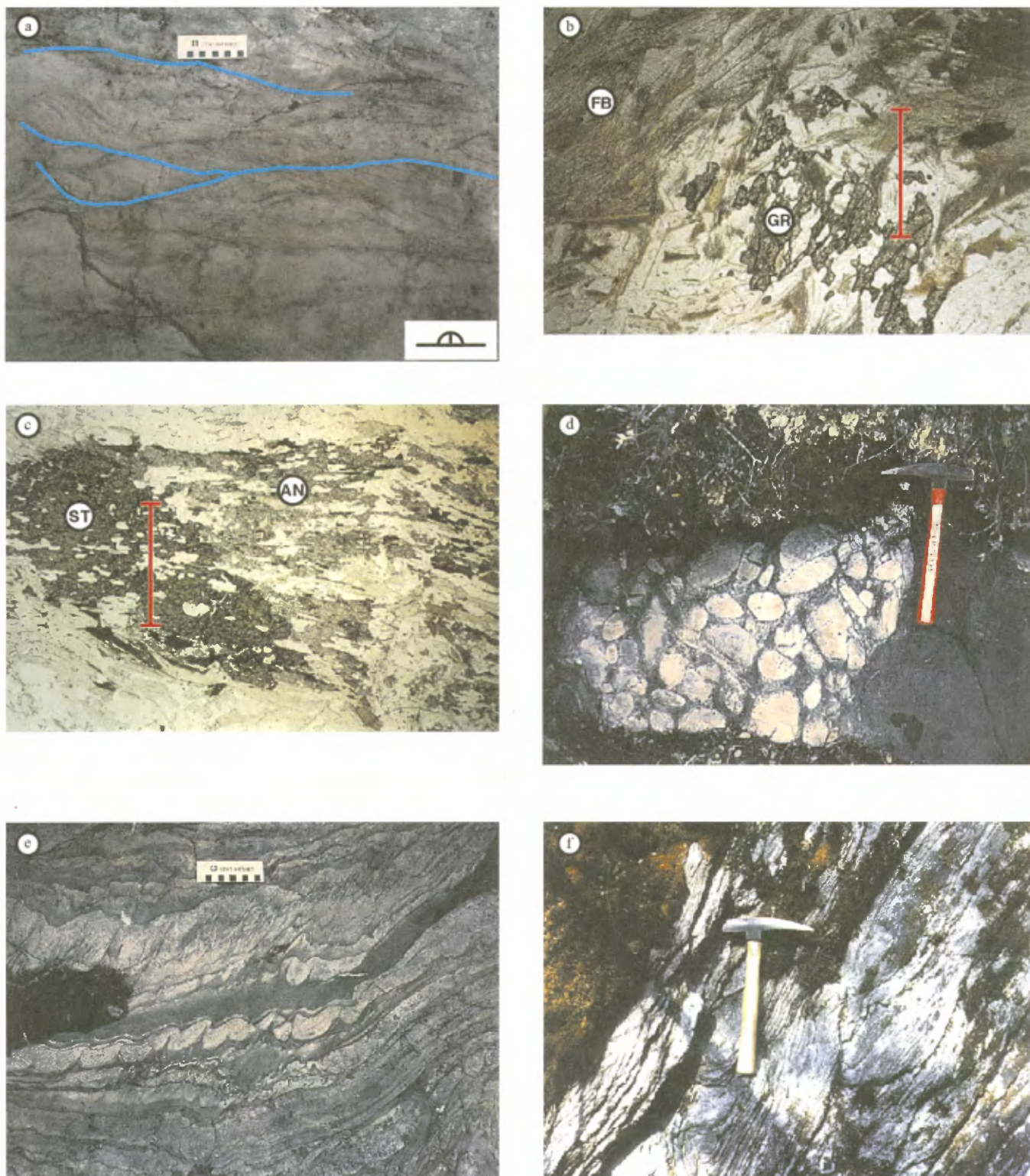


FIGURE 4 - a) arénite quartzitique montrant des lamines entrecroisées, b) lame mince (échelle de 1,25 mm) montrant l'assemblage métamorphique à fibrolite (FB) et grenat (GR), c) lame mince (échelle de 1,25 mm) montrant l'assemblage à staurolite (ST) et andalousite (AN), d) conglomérat monogénique contenant des blocs arrondis d'arénite quartzitique, e) plis dans des mudrocks et des grès fins du Groupe de Wakeham, f) schiste à muscovite de la Zone de cisaillement de Natashquan.

chlorite ou d'épidote. Quelques reliques de microlites de plagioclase ont résisté à la recristallisation métamorphique.

Porphyre de Kataht (mPkat)

Le Porphyre de Kataht est une nouvelle unité lithodémique introduite pour désigner une série d'intrusions de porphyres à quartz et feldspaths. La localité type du Porphyre de Kataht se situe près de la rive ouest du lac Le Doré aux coordonnées UTM (NAD 83) suivantes : 612163E et 5680122N. Le Porphyre de Kataht se trouve sous forme de plusieurs masses kilométriques qui, dans la région, sont intrusives dans les sédiments du Groupe de Wakeham alors qu'elles se trouvent à la bordure entre le granite à fluorine et le granite rapakivi de la Suite felsique d'Olomane dans le secteur du lac Le Doré. Le contact entre le Porphyre de Kataht (mPkat) et les roches de la Suite felsique d'Olomane (mPolo1) n'est pas observé sur le terrain.

Partout, le Porphyre de Kataht est constitué d'une mésoctase microcristalline de quartz + plagioclase + feldspath potassique ± muscovite ± biotite ± chlorite. Cette mésoctase est le plus souvent recristallisée et polygonisée. Les phénocristaux sont du quartz le plus souvent polycristallin, du plagioclase plus ou moins altéré et du feldspath potassique assez frais. On trouve des opaques et des minéraux accessoires : épidote, zircon et fluorine.

Le Porphyre de Kataht a été daté par la méthode U/Pb sur des zircons, à trois endroits différents : sur le bord de la rivière Olomane et sur la rive ouest du lac Le Doré dans le feuillet SRNC 12N/06 et au lac Porphyre à 6 km au nord du lac Briend dans le feuillet SNRC 12N/05 (figure 2). On a obtenu les âges U-Pb suivants :

- rivière Olomane : 1495±2 Ma (site 5, figure 2);
- lac Le Doré : 1510±10 Ma (site 4, figure 2);
- lac Porphyre : 1503±6/-4 Ma (site 3, figure 2).

Suite felsique d'Olomane (mPolo)

Bourne *et al.* (1978) introduisent le terme «Pluton d'Olomane» pour désigner une monzonite quartzifère porphyrique pouvant contenir de la fluorine et du quartz bleu. Cette masse intrusive couvre la majeure partie du feuillet SNRC 12N/06 et la partie est du feuillet 12N/05. On a distingué trois lithofaciès dans cette intrusion composite : le granite à fluorine (mPolo1), le granite à quartz bleu (mPolo2) et le granite rapakivi (mPolo3). Le terme «Suite felsique d'Olomane» est utilisé pour désigner l'ensemble de ces trois lithofaciès. Dans la région, le granite à fluorine (mPolo1) couvre toute la partie est du feuillet 12N/05. Il recoupe aussi le Groupe de Wakeham (mPwk), à l'ouest de la rivière Natashquan.

Le granite à fluorine (mPolo1) est le seul lithofaciès de la Suite felsique d'Olomane à affleurer dans la région. Il est en fait constitué de granite et de monzonite quartzifère.

Ce dernier sous-faciès se trouve surtout le long de la Zone de cisaillement de Natashquan. On en trouve de moins en moins en direction de l'est. Le granite à fluorine est composé à 85-90% de quartz, de plagioclase et de feldspath potassique. On trouve de la biotite partout et localement de l'amphibole, de la muscovite, de la chlorite, de l'épidote, des opaques et du zircon. On a aussi noté la présence d'allanite. Ces granites contiennent généralement de la magnétite et de l'ilménite qui s'altère en leucoxène, en sphène et en rutile. La roche est par endroits porphyrique ou contient du quartz bleu. Martignole *et al.* (1994) ont daté le granite à fluorine à deux endroits. Les analyses isotopiques ont donné 1245±3 Ma et 1239±3 Ma (sites 1 et 2, figure 2).

Suite mafique de Lillian (mPlil)

Le terme «Gabbro de Lillian», introduit par Bourne *et al.* (1977), est utilisé pour désigner un dyke de gabbro métamorphisé, déformé et de grande envergure. Ce dyke est situé au SW du lac Le Doré. Le nouveau terme «Suite mafique de Lillian» est utilisé pour désigner l'ensemble des gabbros métamorphisés et légèrement foliés de la région du lac Briend et du lac Le Doré. Ces gabbros se présentent sous forme de masses tabulaires subhorizontales de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur ou en essaim de dykes verticaux d'épaisseur variant entre 25 et 100 m. Les dykes sont orientés NE-SW dans la partie occidentale du feuillet du Lac Briend et E-W dans la partie orientale. Ils recourent les autres lithologies et sont omniprésents sur tout le feuillet. Les intrusions subhorizontales, surtout présentes sur le feuillet du Lac Le Doré, atteignent des surfaces de plus de 60 km². Dans la région, entre les rivières Natashquan et Natashquan Est, une de ces intrusions recoupe les sédiments du Groupe de Wakeham.

Les gabbros de la Suite de Lillian sont métamorphisés mais préservent, lorsque les lattes de plagioclases ne sont pas entièrement recristallisées, des reliques de texture subophitique. Les minéraux ferromagnésiens constituent plus de 45% de la roche. Le clinopyroxène est presque entièrement remplacé par la hornblende ou l'actinote. La biotite, la chlorite et la muscovite se substituent partiellement aux amphiboles. Les aiguilles d'actinote sont généralement disposées de façon radiale autour des plages de minéraux mafiques. Le coeur de ces plages est constitué de cristaux d'actinote enchevêtrés, de biotite, de muscovite, de chlorite ou de reliques de clinopyroxène. Dans le gabbro folié, la hornblende orientée définit une texture nématoblastique. Les plagioclases, sous forme de lattes ou de néoblastes polygonaux, sont généralement damouritisés et saussuritisés. Les minéraux accessoires des gabbros sont le sphène, l'apatite, le zircon et la baddeleyite (ZrO₂). Les minéraux opaques constituent entre 1% et 7% de la roche et sont essentiellement l'ilménite, la magnétite, la pyrite, la pyrrhotine et la chalcopyrite. Ils sont présents sous forme de grains isolés disséminés dans la roche ou préservent des

textures d'exsolution dans le pyroxène. Certains grains de minéraux opaques sont entourés d'une couronne de leucocoxène.

Suite felsique de La Galissonnière (mPgal1)

«Le Pluton de la Galissonnière est un pluton de phase orogénique tardive, localisé dans la partie orientale de la province de Grenville du Québec» (Bourne, 1991). Ce pluton fait partie d'une série d'intrusions de granitoïdes tardifs situées dans le secteur du Groupe de Wakeham qui montrent des anomalies magnétiques positives arrondies et bien définies. Ces plutons tardifs sont regroupés sous le nouveau terme de «Suite felsique de la Galissonnière».

Le granite de la Suite felsique de la Galissonnière recoupe les autres lithologies dans le secteur du Groupe de Wakeham. Avec un âge de 993 ± 3 Ma (Loveridge, 1986), il est beaucoup plus jeune que le reste des lithologies datées dans la région. Bourne (1991) le décrit comme un granitoïde à phénocristaux de feldspath, à biotite et hornblende \pm allanite \pm titanite \pm zircon \pm apatite. La fluorine en est absente. Il est peu déformé.

MÉTAMORPHISME

Dans la partie occidentale du Groupe de Wakeham, le métamorphisme passe du faciès inférieur des schistes verts au faciès supérieur des amphibolites et des granulites en s'approchant de la bordure ouest du Supergroupe (Camion, 1990). Les évidences de terrain suggèrent que cette augmentation du métamorphisme résulte de l'emplacement des intrusions granitiques, monzonitiques et mangéritiques adjacentes au complexe anorthositique de Havre-Saint-Pierre (Martignole *et al.*, 1994).

Dans la région du lac Briend, les gabbros de la Suite mafique de Lillian montrent un métamorphisme qui chevauche les faciès des schistes verts et des amphibolites. Les amphiboles disposées en rosettes, avec, au centre, de la trémolite et en bordure, de la hornblende, constituent l'assemblage métamorphique le plus courant dans les métagabbros. D'autres gabbros contiennent seulement des porphyroblastes de hornblende verte. Dans les sédiments du Groupe de Wakeham, des bandes pélitiques ou semi-pélitiques contiennent les minéraux métamorphiques suivants : grenat, fibrolite, andalousite, staurotide, muscovite, et biotite. L'assemblage staurotide-andalousite indique que la température a atteint environ 550°C et que la pression n'a pas excédé 3 kb (figure 5). Des assemblages de ce type sont observés sur l'ensemble des sédiments de la région et indiquent qu'un événement thermique (activité magmatique, augmentation du gradient géothermique) a affecté ces roches.

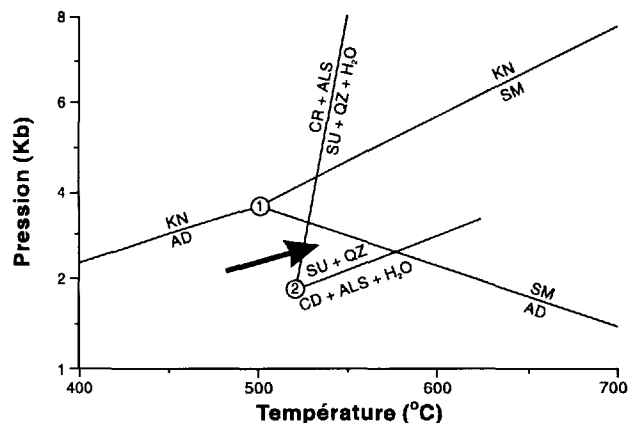


FIGURE 5 - Grille pétrogénétique (tirée de Yardley, 1989). 1) champs de stabilité des polymorphes Al_2SiO_5 (Holdaway, 1971). 2) limites de stabilité de la staurotide (Richardson, 1968). KN=kyanite, AD=andalousite, SM=sillimanite, CR=chloritoïde, ALS=aluminosilicate, CD=cordiérite, SU=staurotide, QZ=quartz.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

Dans la région du lac Briend, deux domaines géologiques distincts sont juxtaposés : les roches supracrustales du Groupe de Wakeham et les roches intrusives de la Suite felsique d'Olomanc. Les roches supracrustales du Groupe de Wakeham sont déformées en grands plis ouverts dont le plan axial à pendage abrupt est orienté à $\text{N}235^\circ$ (figures 4e et 6c). Dans les grès et les pélites, la schistosité de plan axial est définie par l'orientation des feuillettes de muscovite et l'allongement préférentiel des grains de quartz. Les axes de plis ondulent avec des plongements qui varient entre $\text{N}0^\circ$ et $\text{N}30^\circ$. Des failles de décrochement empruntent les flancs de plis, modifiant substantiellement la géométrie de ces derniers. Dans les roches de la Suite felsique d'Olomanc, la fabrique structurale est peu développée. Les granitoïdes sont massifs ou légèrement foliés. La foliation générale est homoclinale, modérément inclinée et orientée à $\text{N}260^\circ/50^\circ$ (figure 6d).

La Zone de cisaillement de Natashquan recoupe les plis dans les sédiments et sépare les deux domaines géologiques. Cette zone de cisaillement ductile se manifeste par des schistes à muscovite lorsque le protolithe est sédimentaire (figure 4f) ou par une texture mylonitique dans les roches granitiques. La Zone de cisaillement de Natashquan coïncide avec le linéament de la rivière Natashquan (Indares et Martignole, 1993). Elle est inclinée vers le SW à environ 60° (figure 6a). Les linéations minérales et d'étirement plongent majoritairement vers le NW (figure 6b). Une autre zone de cisaillement ductile à décrochement dextre,

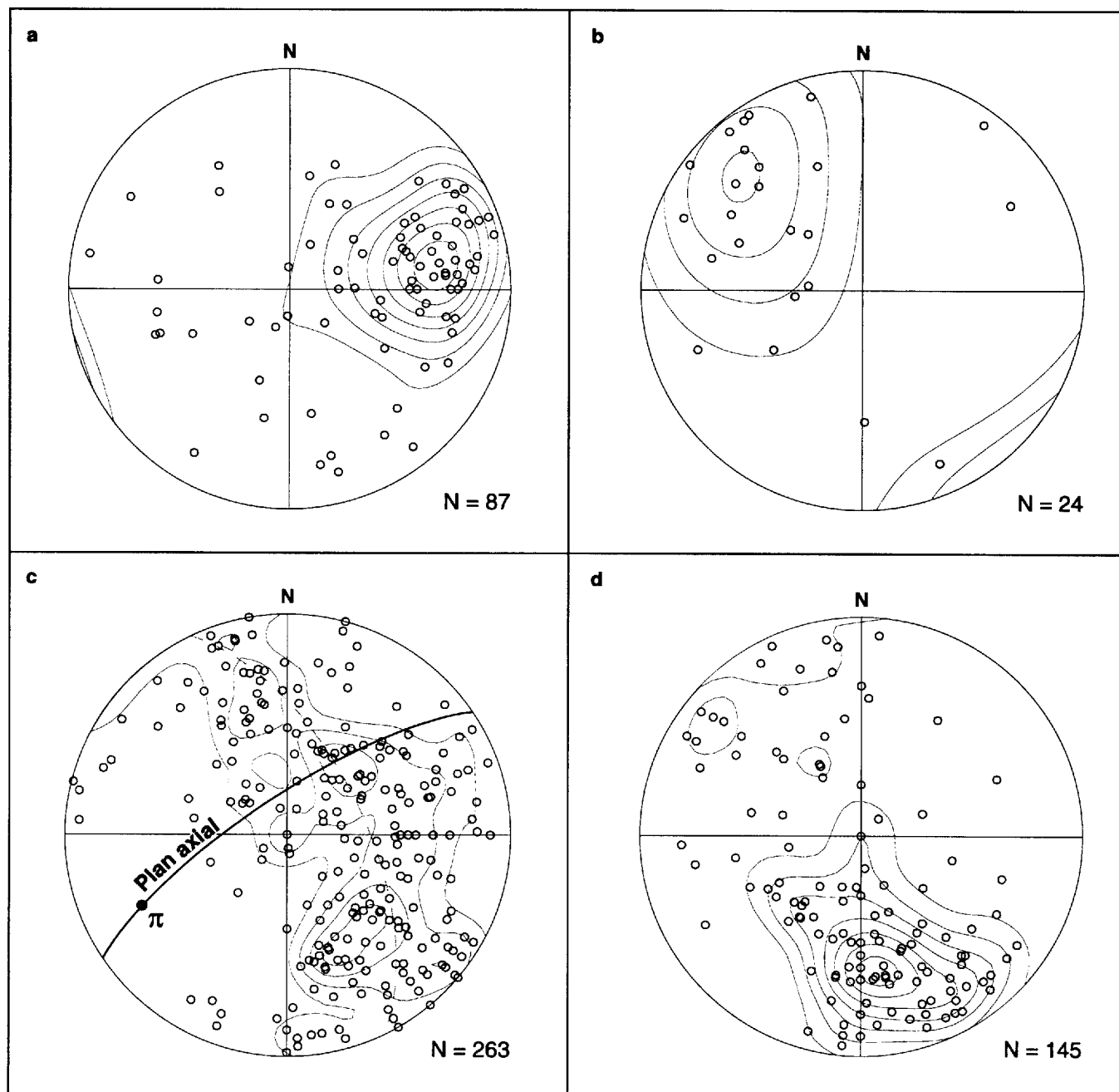


FIGURE 6 - Projections stéréographiques équiennes. Les contours sont effectués selon la méthode de Robin et Jowett (1986). N=nombre de données. a) pôle des plans de foliation dans la Zone de cisaillement de Natashquan, b) linéations minérales et d'étirement dans la Zone de cisaillement de Natashquan, c) pôles des plans de litage dans les roches supracrustales du Groupe de Wakeham, d) pôles des plans de foliation dans les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane.

orientée vers le NE, segmente la Zone de cisaillement de Natashquan en deux parties. La partie nord traverse le feuillet SNRC 12N/05) et la partie sud traverse le feuillet SNRC 12N/04.

Le Groupe de Wakeham, en bordure de la Zone de cisaillement de Natashquan, repose structuralement sur les roches intrusives de la Suite d'Olomane. Dans la Zone de

cisaillement de Natashquan, des plis isoclinaux inclinés vers l'est suggèrent un transport tectonique vers l'est. Cependant, la présence d'enclaves de roches sédimentaires dans les roches intrusives suggère que la relation originale entre les deux domaines est intrusive. Les roches de la région ont donc été télescopées vers l'est sans avoir été transportées tectoniquement sur une grande distance.

LITHOGÉOCHIMIE

Au total, 79 échantillons de roches ont été prélevés à des fins d'analyse chimique, dont 41 pour analyse totale et 38 pour des analyses des métaux usuels et précieux. Ils se répartissent comme suit : 7 roches sédimentaires, 33 gabbros, 29 granitoïdes et 10 basaltes. Les analyses ont été effectuées au Centre de recherche minérale du ministère des Ressources naturelles. L'ensemble des résultats d'analyses et les coordonnées des localisations des échantillons ont été intégrés à la base de donnée du SIGÉOM. Le tableau 1 présente des données d'analyses représentatives des différentes lithologies.

Éléments majeurs

Les éléments majeurs des roches ignées de la région du lac Briand montrent une distribution bimodale (figure 7a). Les granitoïdes sont nettement subalcalins et probablement calco-alcalins, alors que les basaltes et les gabbros chevauchent les domaines subalcalin et alcalin. Sur le diagramme AFM (figure 7b), les granitoïdes montrent une tendance complètement indépendante de celle des roches mafiques. Les basaltes chevauchent les domaines tholéiitique et calco-alcalin alors que les gabbros sont nettement tholéitiques avec un enrichissement en fer. Les gabbros sont aussi plus riches en phosphore et en titane que les basaltes (figure 7c). Ils ne montrent pas de différence notable pour les autres éléments. Pour ce qui est des granitoïdes, les éléments majeurs ne permettent pas de distinguer des suites différentes.

Éléments mineurs

En général, les éléments mineurs ne sont pas très utiles pour différencier les suites ignées de la région. La seule distinction qui peut être faite concerne les basaltes qui sont légèrement plus enrichis en Cr et Ni que les gabbros (figure 7d).

Éléments en traces et terres rares

Les éléments en traces et les terres rares sont nettement plus utiles que les éléments majeurs et mineurs pour distinguer entre les suites ignées, au moins en ce qui concerne les roches mafiques. Les gabbros sont plus enrichis en éléments en traces et en terres rares que les basaltes qui sont plus primitifs (figures 7e et 7f). Toutefois, il est possible que les gabbros et les basaltes fassent partie de la même suite ignée car les rapports de leurs éléments en traces et des terres rares restent assez constants. Certains de ces gabbros forment d'ailleurs des filons-couches interstratifiés avec les sédiments et les basaltes du Groupe de

Wakeham. La problématique de cette association vient du fait que ces mêmes dykes recoupent le granite à fluorine daté à 1240 Ma alors que l'âge minimum du Groupe de Wakeham est, dans la région, de 1500 Ma. Il faut donc envisager la possibilité que les basaltes et les gabbros aient été générés lors d'événements magmatiques différents dans un environnement tectonique semblable (figures 8a et 8b).

Les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane et le Porphyre de Kataht montrent les mêmes tendances géochimiques (figures 9 et 10a). Une origine comagmatique est possible mais, comme dans le cas des gabbros et des basaltes, une différence d'âge de plus de 250 Ma entre la Suite d'Olomane et le Porphyre de Kataht suggère qu'il s'agit d'événements ignés différents dans un même milieu tectonique.

Les éléments des terres rares montrent des affinités communes pour les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane et le Porphyre de Kataht, avec les mêmes rapports et les mêmes enrichissements (figure 10a). Ces teneurs et rapports diffèrent nettement de ceux des roches mafiques (figure 10b) qui ont des teneurs moindres mais surtout des rapports terres rares légères/terres rares lourdes plus faibles. Ceci suggère qu'il n'y a pas de parenté magmatique ni d'évolution magmatique par cristallisation fractionnée entre les roches mafiques et les roches felsiques.

Lithogéochimie et environnement tectonique

Les basaltes sont légèrement plus alcalins que les roches mafiques intrusives (figure 7a). Ceci semble indiquer que, malgré un comportement géochimique semblable pour les éléments en traces et les terres rares (figures 7e, 7f et 10b), leurs origines sont différentes. Les volcanites mafiques sont probablement des basaltes intraplaques provenant d'une zone du manteau légèrement enrichie ou ayant subi une contamination de la croûte lors de leur remontée (figure 8). Les gabbros quant à eux montrent des patrons enrichis en éléments en traces et un enrichissement en éléments légers des terres rares par rapport aux éléments lourds. Ils diffèrent donc des roches originaires du manteau supérieur.

Les différents diagrammes géochimiques utilisés pour identifier l'environnement tectonique des granitoïdes montrent que toutes les roches intrusives felsiques tombent dans le domaine des granites intraplaques anorogéniques (WPG) ou postorogéniques (POG) (figure 9). Cette caractérisation est en accord avec les interprétations antérieures quant au milieu de dépôt des roches supracrustales du Groupe de Wakeham. Les roches volcaniques se seraient épanchées dans un environnement de sédiments silicoclastiques matures sur une plate-forme continentale. La géochimie des gabbros est semblable à celle des roches volcaniques mafiques. Dans la mesure où les gabbros recoupent les roches du Groupe de Wakeham et de la Suite felsique d'Olomane, ces deux unités se sont formées dans des contextes géotectoniques semblables.

TABLEAU 1 - Données d'analyses représentatives des différentes lithologies de la région du lac Briend.

Échantillon.	Suite felsique d'Olomane				Porphyre de Kataht			Suite mafique de Lillian					Groupe de Wakeham				
	Granite à fluorine				95-AB-3049-A	95-LM-2254-A	95-LM-2263-A	Pluton		Essaim de dykes			95-RM-7150-B	Basalte			
	95-AB-3049-A	95-AB-3136-A	95-PV-1060-A	95-PV-1083-A				95-LM-2147-A	95-PV-1270-C	95-LM-2296-A	95-PV-1296-A	95-RM-7132		95-PV-1301-A	95-RM-7021-B	95-RM-7109	95-DB-5241
No. BAROQ	6510	6632	6536	6537	6658	6576	6584	6628	6648	6579	6642	6654	6653	6646	6590	6651	6652
SiO ₂	75,70	73,80	71,30	72,10	71,50	74,50	69,40	46,30	49,60	47,50	50,90	45,20	45,60	45,10	43,30	49,50	49,00
TiO ₂	0,29	0,43	0,35	0,36	0,39	0,27	0,70	1,25	3,97	1,07	2,48	4,06	4,11	2,81	2,99	0,96	0,99
Al ₂ O ₃	12,70	13,30	14,10	13,20	14,10	13,00	13,40	18,20	13,60	19,10	16,90	13,00	12,10	16,20	15,10	16,20	16,40
Fe ₂ O ₃ T	2,11	3,07	2,74	3,50	2,65	2,27	4,21	11,70	12,80	8,72	11,50	15,90	18,60	14,50	14,10	10,10	9,65
MnO	0,04	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05	0,06	0,16	0,15	0,26	0,16	0,24	0,24	0,23	0,16	0,21	0,16
MgO	0,30	0,52	0,23	0,31	0,57	0,06	0,71	9,06	3,98	8,49	4,31	4,86	4,63	8,43	6,27	6,72	9,17
CaO	0,88	1,64	0,72	0,86	2,25	0,92	1,86	10,20	7,70	9,01	8,90	5,73	9,64	5,47	12,70	10,60	9,07
Na ₂ O	3,51	3,28	3,51	3,40	3,34	3,29	3,28	2,47	2,99	3,41	1,71	2,12	2,13	4,00	1,49	3,61	3,19
K ₂ O	3,74	4,65	6,12	5,33	4,54	5,52	5,06	0,04	0,61	0,71	1,16	4,50	1,63	0,61	0,94	0,68	0,82
P ₂ O ₅	0,04	0,06	0,05	0,06	0,09	0,02	0,16	0,12	1,79	0,10	0,27	0,77	0,56	0,31	0,49	0,14	0,08
PAF	0,80	0,66	0,70	0,90	0,59	0,60	0,96	1,19	1,93	2,20	0,97	3,60	1,38	1,69	1,73	1,20	2,20
TOTAL	100,11	101,46	99,85	100,08	100,07	100,50	99,80	100,69	99,12	100,57	99,26	99,98	100,62	99,35	99,27	99,92	100,73
Q	39,8	33,5	25,4	29,7	29,0	31,6	28,1	0,0	15,5	0,0	13,6	0,0	6,2	0,0	2,0	0,0	0,0
Or	22,8	28,1	37,0	32,5	27,3	33,0	31,6	0,3	4,3	4,7	7,8	32,5	11,8	4,3	6,7	4,5	5,5
Ab	30,5	28,4	30,3	29,6	28,7	28,1	29,3	23,4	29,9	32,2	16,4	21,9	22,0	40,6	15,1	34,4	30,3
An	4,3	8,0	3,4	4,0	10,2	4,4	7,2	43,1	25,9	38,7	39,7	15,4	22,7	29,4	38,0	29,3	31,5
C	1,4	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Di	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	1,2	10,1	5,4	8,2	6,9	11,0	25,2	0,9	26,6	22,7	14,5
Hy	0,9	1,5	2,7	2,9	3,2	2,3	1,5	17,0	9,6	1,8	12,2	9,5	5,8	9,2	6,8	4,7	11,1
Ol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	13,1	0,0	2,7	0,0	11,5	0,0	2,9	5,9
Ap	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,4	0,3	4,6	0,2	0,7	2,1	1,5	0,8	1,3	0,3	0,2
Il	0,0	0,0	0,7	0,7	0,8	0,5	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ba	1000,0	760,0	790,0	650,0	1100,0	600,0	1100,0	68,0	440,0	59,0	67,0	580,0	220,0	108,0	470,0	120,0	250,0
Rb	200,0	230,0	290,0	210,0	155,0	245,0	130,0	0,0	20,0	36,0	49,0	205,0	120,0	26,0	27,0	26,0	25,0
Sr	150,0	120,0	110,0	95,0	180,0	61,0	120,0	320,0	950,0	290,0	230,0	170,0	140,0	34,0	440,0	200,0	420,0
Cs	6,7	6,5	4,1	0,9	2,5	4,6	0,9	<0,5	4,4	3,7	1,2	12,0	6,9	3,3	2,8	2,8	1,0
Li	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	35,0	14,0	32,0	35,0	26,0	0,0	12,0	28,0
Ga	8,0	20,0	24,0	23,0	16,0	19,0	16,0	14,0	24,0	12,0	32,0	25,0	32,0	25,0	20,0	19,0	10,0
Ta	1,2	2,6	3,2	3,8	1,0	6,6	2,2	<0,5	1,9	<0,5	1,3	1,0	2,1	1,5	4,1	<0,5	0,6
Nb	32,0	41,0	38,0	60,0	12,0	40,0	24,0	6,0	17,0	<3	13,0	15,0	37,0	23,0	23,0	8,0	4,0
Hf	6,6	13,0	12,0	14,0	6,9	11,0	11,0	1,8	7,9	1,4	4,6	6,6	9,2	5,1	4,8	1,7	1,2
Zr	210,0	430,0	380,0	470,0	355,0	350,0	420,0	82,0	354,0	55,0	204,0	290,0	360,0	227,0	230,0	84,0	63,0
Y	27,0	70,0	64,0	92,0	41,0	73,0	53,0	22,0	32,0	20,0	41,0	57,0	83,0	50,0	44,0	28,0	17,0
Th	12,0	35,0	20,0	26,0	14,0	27,0	13,0	<0,2	2,0	<0,2	2,6	2,6	4,3	2,6	1,6	3,5	<0,2
U	3,1	6,2	4,3	4,5	3,8	6,4	4,2	1,1	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	1,2	0,6	<0,5	1,2	<0,5
Cr	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	120,0	32,0	240,0	130,0	37,0	69,0	120,0	120,0	130,0	220,0
Ni	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,0	39,0	160,0	127,0	31,0	57,0	107,0	120,0	180,0	140,0
Co	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	65,0	41,0	85,0	43,0	53,0	49,0	58,0	71,0	62,0	52,0
Sc	5,9	6,6	3,9	5,4	7,6	3,1	10,0	24,0	17,0	36,0	37,0	30,0	47,0	34,0	34,0	32,0	32,0
V	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	195,0	212,0	187,0	252,0	275,0	417,0	231,0	0,0	94,0	200,0
Cu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	28,0	<1	141,0	<1	98,0	25,0	0,0	<1	<1
Pb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<12	<12	12,0	<12	<12	<12	<12	0,0	<12	<12
Zn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	115,0	109,0	122,0	82,0	151,0	144,0	151,0	0,0	108,0	58,0
Cd	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<2	2,0	<2	2,0	2,0	2,0	3,0	0,0	<2	<2
W	<1	2,0	1,0	1,0	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0	7,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Pd	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	<6	<6	19,0	9,0	12,0	13,0	0,0	15,0	7,0
Pt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	<6	<6	<6	<6	6,0	6,0	0,0	<6	<6
Au	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	13,0	<2	7,0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
As	<0,5	0,8	0,9	<0,5	1,6	1,3	0,8	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	0,6	<0,5
Sb	<0,1	0,1	0,4	<0,1	0,5	0,3	0,4	0,2	0,6	2,4	0,3	0,2	0,2	<0,1	0,5	1,4	0,6
Te	<10	<10	<10	<10	11,0	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13,0	17,0	11,0	<10	0,0	<10
La	44,0	110,0	71,0	110,0	47,0	90,0	62,0	5,0	69,0	4,0	20,0	26,0	35,0	18,0	24,0	8,0	5,0
Ce	85,0	200,0	140,0	220,0	89,0	180,0	120,0	12,0	140,0	10,0	41,0	61,0	77,0	38,0	50,0	17,0	10,0
Nd	37,0	83,0	63,0	83,0	38,0	83,0	59,0	9,0	89,0	7,0	25,0	38,0	52,0	23,0	34,0	10,0	7,0
Sm	6,8	15,0	12,0	17,0	6,6	15,0	11,0	3,1	17,0	2,3	6,8	9,8	13,0	6,5	8,0	3,2	2,2
Eu	0,9	1,7	1,6	2,0	1,2	1,3	2,0	1,4	4,3	0,9	2,2	2,8	3,4	2,4	2,6	1,2	0,8
Tb	0,9	1,8	1,7	2,1	1,0	2,3	1,5	0,5	1,3	0,4	1,0	1,3	2,4	1,4	1,0	0,5	0,4
Ho	1,5	2,6	3,0	3,2	1,6	3,4	2,3	0,7	2,0	0,7	1,4	1,0	3,0	1,4	<0,5	0,7	0,6
Tm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yb	3,9	7,8	7,3	9,0	4,0	9,3	6,0	2,2	2,2	2,0	4,2	5,2	7,9	4,4	3,8	2,3	1,6
Lu	0,6	1,1	1,0	1,3	0,6	1,3	0,8	0,3	0,3	0,2	0,6	0,7	1,1	0,6	0,5	0,3	0,2

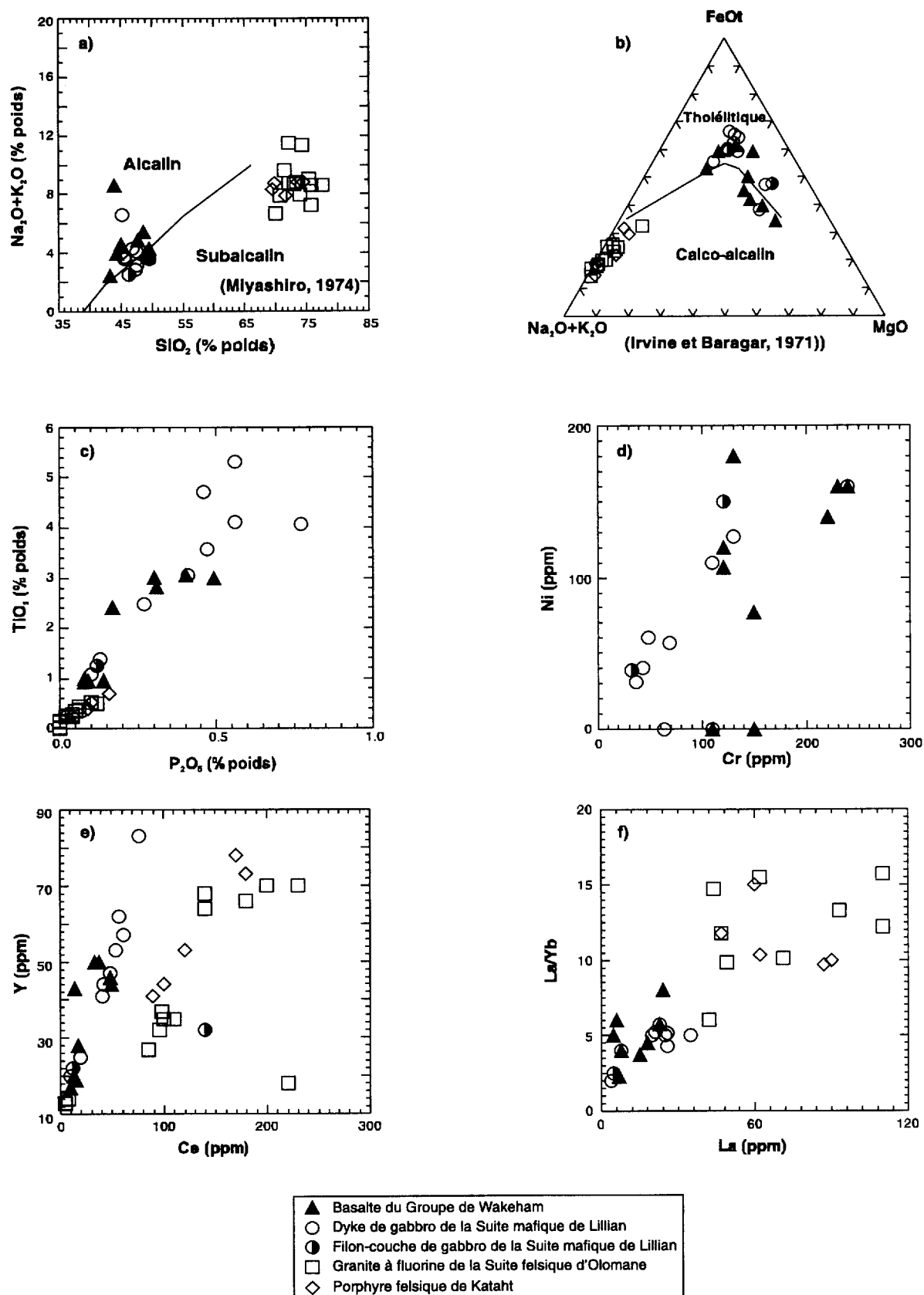


FIGURE 7 - Diagrammes géochimiques d'éléments majeurs (a), (b) et (c), d'éléments mineurs (d) et d'éléments en traces et de terres rares (e) et (f) pour les roches de la région du lac Briand.

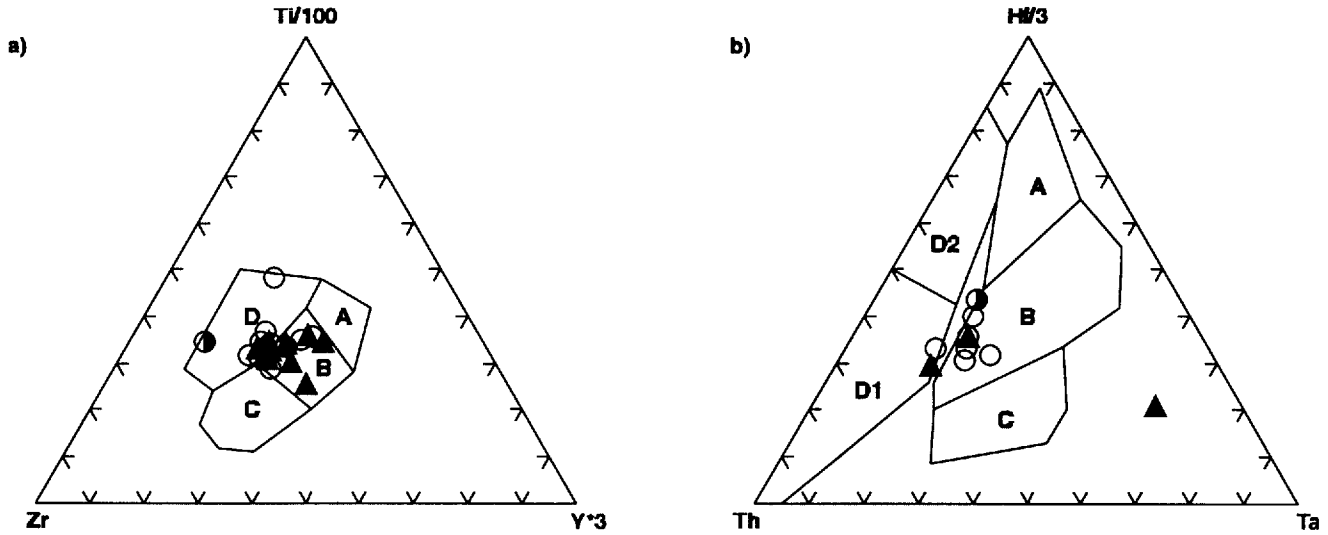


FIGURE 8 - Diagrammes géochimiques des environnements tectoniques pour les roches mafiques de la région du lac Briand.
 a) Diagramme ternaire Zr-Ti-Y (Pearce et Cann, 1973); A et B=tholéiite pauvre en K_2O , B=basalte de fond océanique, B et C=basalte calco-alcalin, D=basalte intraplaque.
 b) Diagramme ternaire Th-Hf-Ta (Wood, 1980); A=basalte normal de dorsale médio-océanique, B=basalte enrichi de dorsale médio-océanique et tholéiite intraplaque, C=basalte intraplaque, basalte intraplaque alcalin, D1=basalte primitif d'arc insulaire, D2=basalte calco-alcalin. Les symboles des lithologies sont les mêmes que ceux de la figure 7.

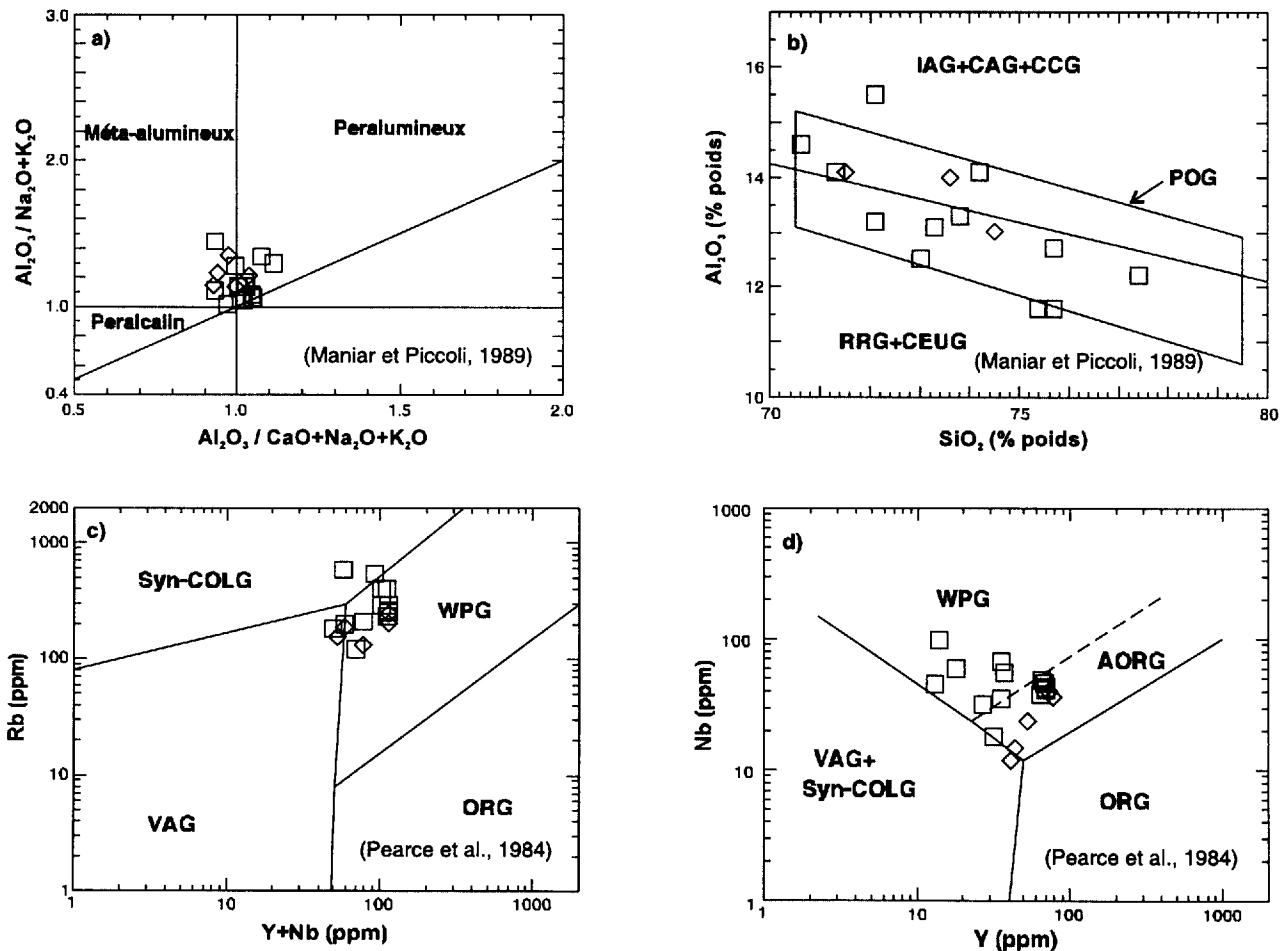


FIGURE 9 - Diagramme géochimique de classification des roches felsiques (a). Diagrammes géochimiques des environnements tectoniques pour les roches felsiques (b), (c) et (d). AORG=granite de segment anomal de dorsale, IAG=granite d'arc insulaire, CAG=granite d'arc continental, CCG=granite de zone de collision continentale, RRG=granite de zone de rift, CEUG=granite de soulèvement épigénétique continental, POG=granite postorogénique, COLG=granite synchrone à une collision, VAG=granite d'arc volcanique, ORG=granite de dorsale, WPG=granite intraplaque. Les symboles des lithologies sont les mêmes que ceux de la figure 7.

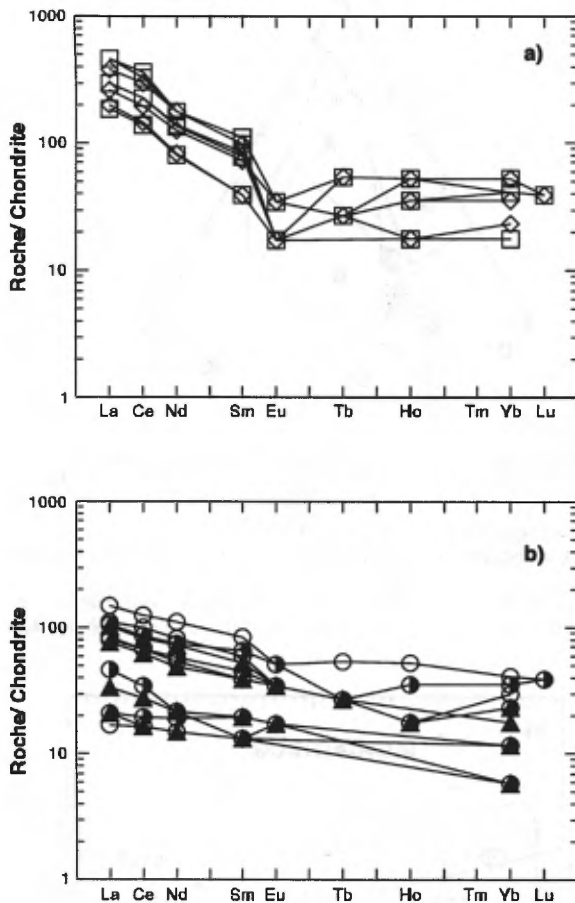


FIGURE 10 - Diagrammes de concentration d'éléments de terres rares normalisés par rapport aux chondrites (Sun et McDonough, 1989). a) pour les intrusions felsiques de la région du lac Briand et b) pour les roches mafiques de la région du lac Briand. Les symboles des lithologies sont les mêmes que ceux de la figure 7.

GÉOCHIMIE DES SÉDIMENTS DE LAC ET DE RUISSEAU

Les feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06 ont été couverts par un levé de sédiments de lac (Beaumier, 1989). Au total, 646 échantillons ont été prélevés sur ce territoire d'une superficie de 1,930 km² pour une densité moyenne de prélèvement d'un échantillon par 3 km². Les résultats, sous forme de données numériques (coordonnées et teneurs), sont disponibles via le SIGÉOM ou en faisant référence à la publication originale (MB 89-46X). Le tableau 2 présente les données statistiques de base pour les sédiments de lac.

Au cours des travaux de cartographie géologique de 1995, 251 échantillons de sédiments de ruisseau ont été prélevés sur les feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06. Cependant, la partie ouest du feuillet 12N/05 et la partie SE du

TABLEAU 2 - Données statistiques de base pour les sédiments de lac.

Élément	Unité	Min.	Maximum	Moy. géom.	P98
Ag	ppm	0,4	0,6	0,40	0,4
B	ppm	4	30	4,1	6
Ba	ppm	9	300	51,9	173
Be	ppm	2	91	2,4	17
Cd	ppm	0,2	6,5	0,28	1,1
Ce	ppm	7	1174	145,2	711
Co	ppm	2	55	3,4	29
Cr	ppm	1	32	7,2	25
Cu	ppm	3	179	23,1	75
Fe	%	0,05	20,87	0,977	12,88
Mn	ppm	11	6078	97,2	1976
Mo	ppm	3	93	3,6	15
Ni	ppm	1	61	5,9	24
Pb	ppm	2	467	8,0	32
Y	ppm	2	1288	48,4	259
Zn	ppm	3	626	39,8	254
As	ppm	1	13	1,1	3
Au	ppb	5	32	5,2	10
Sb	ppm	0,1	0,5	0,32	0,3
Se	ppm	10	30	10,6	20
Tm	ppm	2	64	8,5	29
W	ppm	1	7	1,2	3

feuillet 12N/06 n'ont pratiquement pas été échantillonnées. Les données géochimiques de sédiments de lac et de ruisseau des feuillets 12N/05 et 12N/06 sont traités ensemble puisque certaines anomalies chevauchent les deux cartes.

Bruits de fond régionaux

Les résultats d'analyse des sédiments de lac montrent une large zone où les teneurs en Be sont élevées. Cette zone se situe dans les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane, à la jonction des feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06 (figure 11). Dans cette zone, la majorité des échantillons ont des teneurs en Be égales ou supérieures à 5 ppm et atteignent localement 91 ppm alors que le bruit de fond régional est inférieur à la limite de détection analytique de 2 ppm. L'analyse des sédiments de ruisseau confirme cette tendance. La zone où le bruit de fond en Be est élevé présente aussi des bruits de fond élevés en U, Y, La et Pb ainsi que des anomalies ponctuelles très élevées (des teneurs en Y atteignant 1228 ppm par exemple). Ces signaux géochimiques ne sont pas sans rappeler ceux observés en marge du gisement de Zr, Y, Nb, Be et terres rares du lac Brisson au Labrador, tant par l'association d'éléments anomaux que par leurs teneurs (Beaumier 1982, McConnel et Batterson, 1987). Plus à l'ouest, dans les roches supracrustales du Groupe de Wakeham, les bruits de fond en Cr, Cu

et Ni sont élevés. La présence d'intrusions gabbroïques en est probablement la cause.

Anomalies ponctuelles

La figure 11 met en évidence les principales anomalies ponctuelles pouvant être reliées à des minéralisations. Ag, Au, As, B, Be, Ba, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tm, W, Y, Zn sont les éléments utilisés pour définir les anomalies de sédiments de lac et de ruisseau. Les critères de sélection des anomalies géochimiques sont indiqués dans la légende de la figure 11.

Dans la grande zone où le bruit de fond en Be est élevé, plusieurs anomalies en éléments métalliques sont observées. Au NW du lac Le Doré, dans les sédiments de lac, on note la présence d'une aire anormale en Be (figure 11). Dans cette aire, un échantillon présente des teneurs élevées en Cu (128 ppm), Zn (626 ppm), Ce (1174 ppm), Pb, Cd, As, Ni, Mo et Y (figure 11, site A). À environ 3 km au SW, deux échantillons de sédiments de ruisseau (figure 11, site B) présentent des teneurs élevées en Mn (4%), Be (42 ppm), Ce (2488 ppm), Co (408 ppm), Zn (800 ppm), As (92 ppm), Cu, Ni, Sb, Cd. Ce groupe d'éléments anormaux pourrait indiquer la présence de zones d'altération hydrothermale minéralisées. Des anomalies du même type se retrouvent ailleurs dans la zone où le bruit de fond en Be est élevé (figure 11, sites C, D, E, F, G, H et I). Notons que dans les deux échantillons de sédiments de ruisseau du site B, la forte concentration en Mn (4%) ainsi que les teneurs élevées en Zn et Co qui lui sont associées suggèrent l'absorption et la coprécipitation de certains éléments sur des oxydes et hydroxydes de Mn.

Dans le Groupe de Wakeham (figure 11), des anomalies en Cu-Ni-Cr (sites J et K) pourraient être reliées à des minéralisations cuprifères comparables à celles des zones de cisaillement de la région de Baie-Johan-Betz (Gobeil et Clark, 1992). Trois anomalies sont situées dans les granitoïdes de la Suite d'Olomane, au centre du feuillet SNRC 12N/06 soit, du sud vers le nord : une aire anormale en Au, As, Fe, Co (figure 11, site L), un échantillon anormal en Pb-Ag (figure 11, site M) ainsi qu'une aire anormale en Pb-Ag (figure 11, site N).

GÉOPHYSIQUE

Levés géophysiques antérieurs

La Commission géologique du Canada a réalisé un levé aéromagnétique dans le secteur du lac Briend entre 1967 et 1969. Les lectures ont été prises à 330 m d'altitude avec un espacement de 800 m entre les lignes de vol. Deux cartes du champ magnétique total ont été publiées à l'échelle de 1:63 360 et du 1:250 000 (CGC, 1969a et 1969b). Pour ce

levé, les données numériques de la maille du champ magnétique total résiduel sont disponibles au ministère des Ressources naturelles du Québec (Dion et Dumont, 1994).

Entre 1960 et 1968, la Commission géologique du Canada a aussi réalisé un levé gravimétrique régional couvrant le secteur du lac Briend. Pour ce levé, les stations de lecture sont espacées de 10 à 15 kilomètres et les résultats sont publiés sur une carte à l'échelle 1:500 000 (Thomas, 1974).

En 1975, lors de travaux d'exploration, la compagnie Shell Canada Ltée a réalisé un levé électromagnétique aérien de type INPUT couvrant une partie des feuillets SNRC 12M/01, 12M/08 et 12N/05. Deux rapports concernant ces travaux sont disponibles au ministère des Ressources naturelles du Québec (Shammas, 1975; deCarle, 1975).

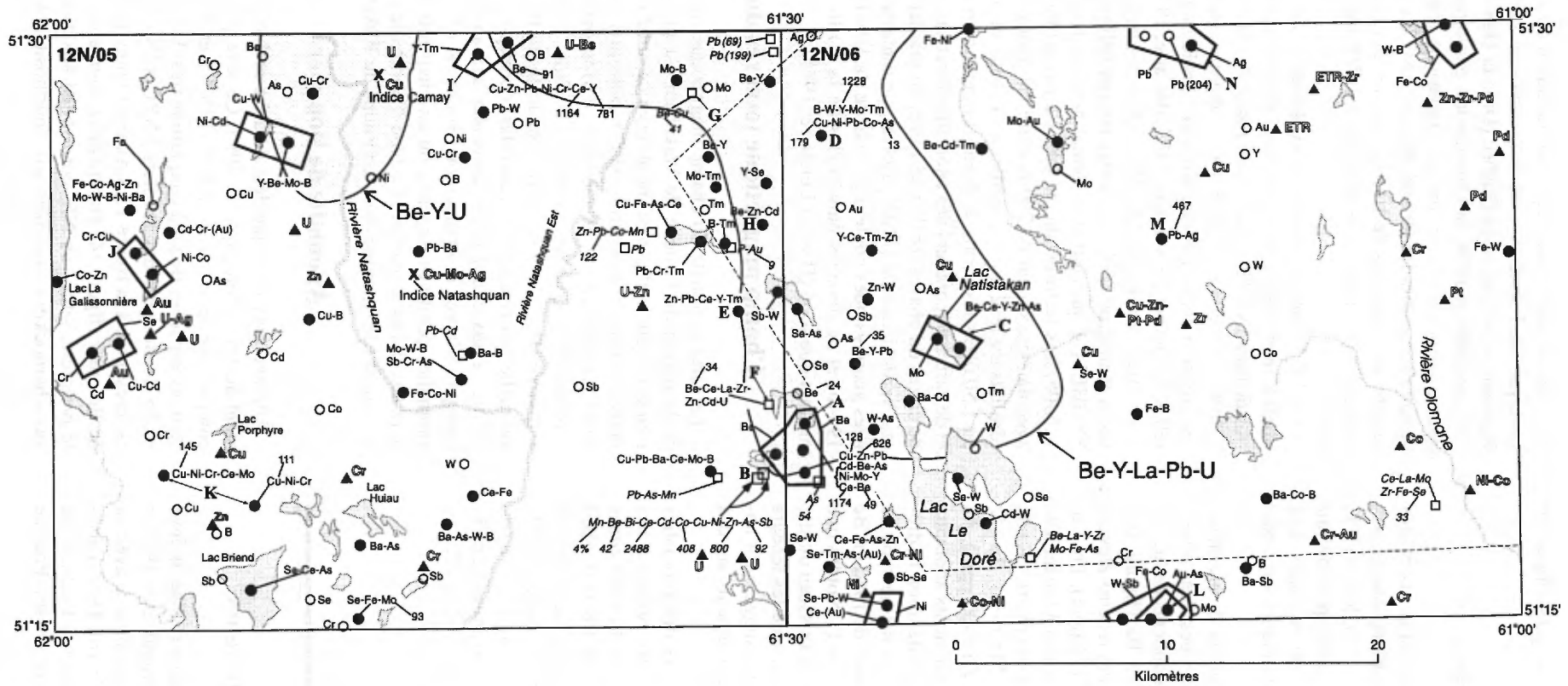
En 1993, le ministère des Ressources naturelles du Québec a réalisé un levé électromagnétique hélicopté de type SYGHEM 4 qui couvre la demie nord du feuillet SNRC 12N/05. Les lectures ont été prises à une altitude de 60 m avec un espacement de 200 m entre les lignes de vol. Les résultats du levé ont été publiés à l'échelle du 1:20 000 et du 1:50 000 sous forme de données numériques des profils et de cartes de contours des anomalies électromagnétiques, de cartes du champ total et de cartes du gradient magnétique vertical calculé (MRN, 1994a), de traitement de données géophysiques couleur à l'échelle du 1:50 000 (MRN, 1994b) et de données numériques de la maille du champ magnétique total (Dion et Lefebvre, 1995).

Champ magnétique total résiduel

La carte régionale du champ magnétique total résiduel de la région du Groupe de Wakeham est présentée à la figure 12. Sur cette carte on observe de nombreuses anomalies positives circulaires (>500 nanoteslas) et de dimensions kilométriques. Ces anomalies correspondent aux intrusions de granitoïdes tardifs de la Suite felsique de la Galissonnière. Dans la partie est de la carte, une large anomalie positive (>450 nanoteslas) correspond aux mangérites et aux charnockites associées aux anorthosites de Donqon, Maryen et Etamamiou (Bourne *et al.*, 1978). Les anomalies positives linéaires ou en chapelets correspondent aux dykes de gabbro. Ce type d'anomalie est particulièrement bien marqué dans le Groupe de Wakeham.

Anomalie de Bouguer

Un levé gravimétrique détaillé a été réalisé concurremment au levé géologique de 1995. Ce levé gravimétrique compte, sur les feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06, 176 stations espacées de un à cinq kilomètres. La carte d'anomalie de Bouguer des feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06 est présentée à la figure 13. La carte régionale d'anomalie de Bouguer (figure 14) montre deux anomalies positives : la première, située au NE, correspond aux mangérites et aux charnockites associées aux anorthosites de Donqon,



- | | | |
|--|---|---|
| <p>Cu-Ni ● Site anomal en sédiments de lac; au moins deux éléments au-dessus du 98^e percentile.</p> <p>Cu ○ Site anomal en sédiments de lac; un seul élément au dessus du 98^e percentile</p> <p>Cu-Ni □ Site anomal en sédiments de ruisseau.</p> | <p>□ Aire regroupant plusieurs sites anomaux en un ou plusieurs éléments</p> <p>B Site anomal mentionné dans le texte.</p> <p>□ Signal géochimique régional en Be et autres éléments associés (sédiments de lac)</p> | <p>Cu ▲ Site anomal en lithogéochimie</p> <p>Cu X Indice minéralisé</p> <p>--- Limite de la zone soustraite au jalonnement.</p> |
|--|---|---|

FIGURE 11 - Principales anomalies géochimiques sur les feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06.

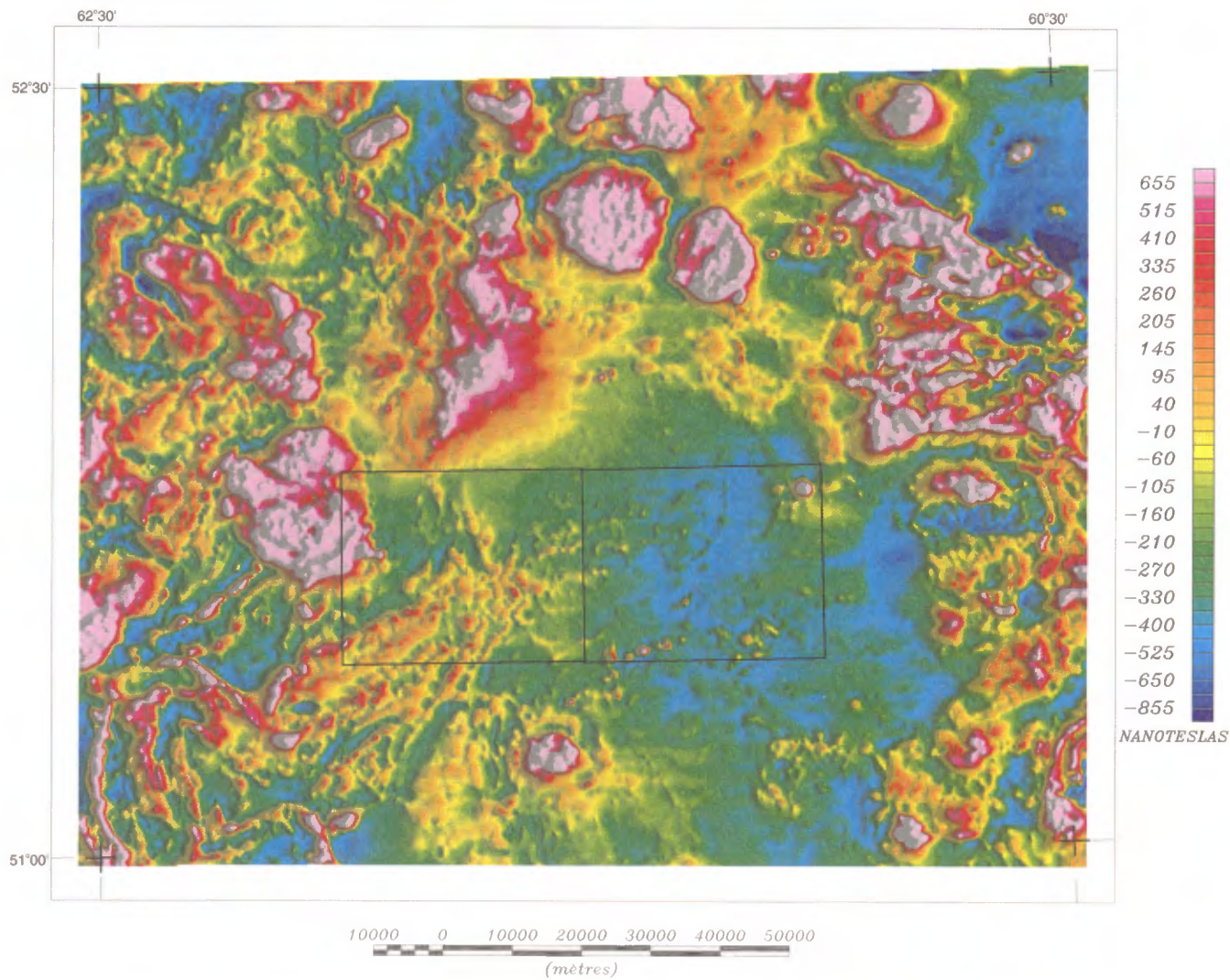


FIGURE 12 - Carte régionale en couleurs du champ magnétique total résiduel. Les encadrés correspondent aux limites des feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06.

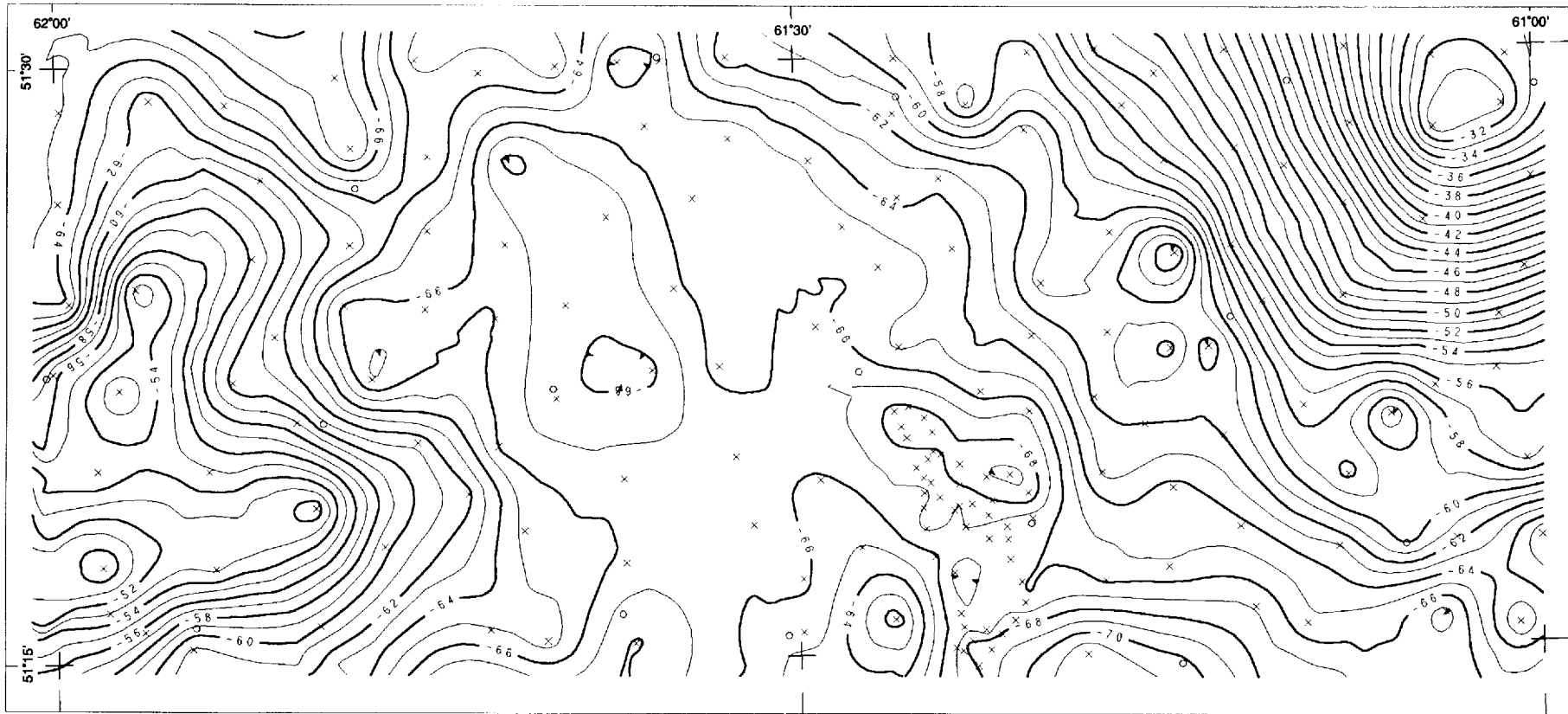


FIGURE 13 - Carte de détaillée de l'anomalie de Bouguer pour les feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06. Les x représentent les nouvelles stations gravimétriques du levé de 1995 et les cercles correspondant aux station gravimétriques prises entre 1960 et 1968 par la Commission géologique du Canada (Thomas, 1974).

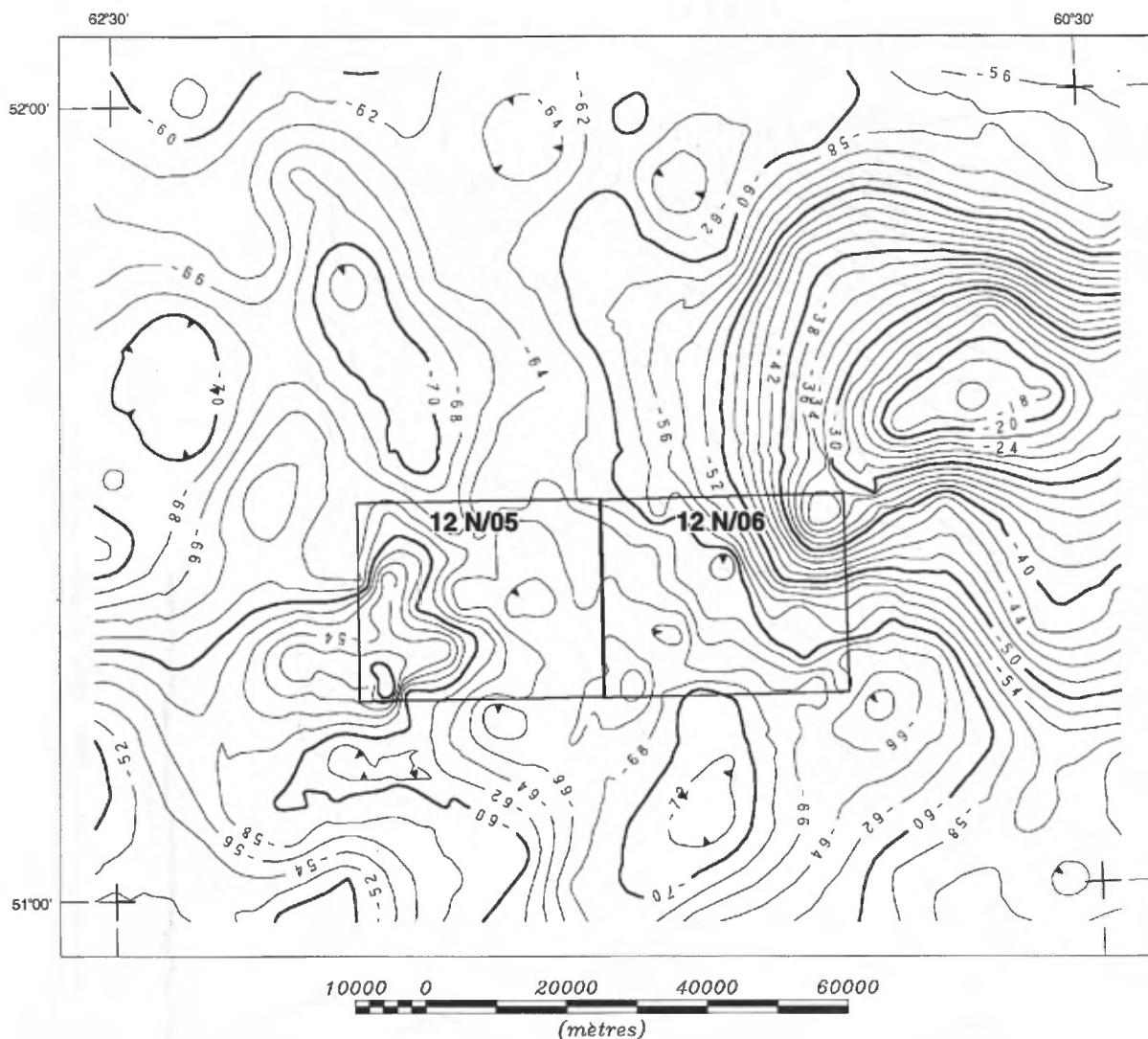


FIGURE 14 - Carte régionale de l'anomalie de Bouguer. Les encadrés correspondent aux limites des feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06.

Maryen et Etamamiou; la deuxième, située plus à l'ouest, sur le feuillet 12N/05, correspond géographiquement au Groupe de Wakeham. Cependant, comme les roches supracrustales ne sont pas assez denses pour produire une telle anomalie, il est nécessaire de postuler la présence d'une masse de roche plus dense, tel du gabbro sous le couvert sédimentaire, pour expliquer cette anomalie positive.

Afin de modéliser des coupes géologiques à partir de la géologie et de l'anomalie de Bouguer, trente cinq déterminations de la densité spécifique ont été effectuées sur des échantillons de roche représentant les différentes lithologies cartographiées. Le tableau 3 présente un sommaire des valeurs obtenues. Deux coupes (A-A' et B-B') ont été modélisées en 2,5 dimensions à l'aide du logiciel GM-SYS (Northwest Geophysical Associates Inc.) (figure 15). Ces coupes sont localisées à la figure 2.

TABLEAU 3 - Résultats des déterminations de la densité spécifique.

Lithologie	Nombre d'analyses	Moyenne	Densité (g/cm ³)
Grès	8	2,67	2,66 à 2,72
Porphyre	7	2,67	2,64 à 2,71
Granite	14	2,66	2,64 à 2,68
Gabbro	6	3,03	2,86 à 3,12

Les sédiments et le porphyre observés en surface ne sont pas assez denses pour expliquer les anomalies de Bouguer positives présentées aux figures 15a et 15c. Ces anomalies de Bouguer suggèrent donc la présence de roches plus denses tel un gabbro sous les roches supracrustales et les porphyres. Un filon-couche de gabbro situé sous les roches

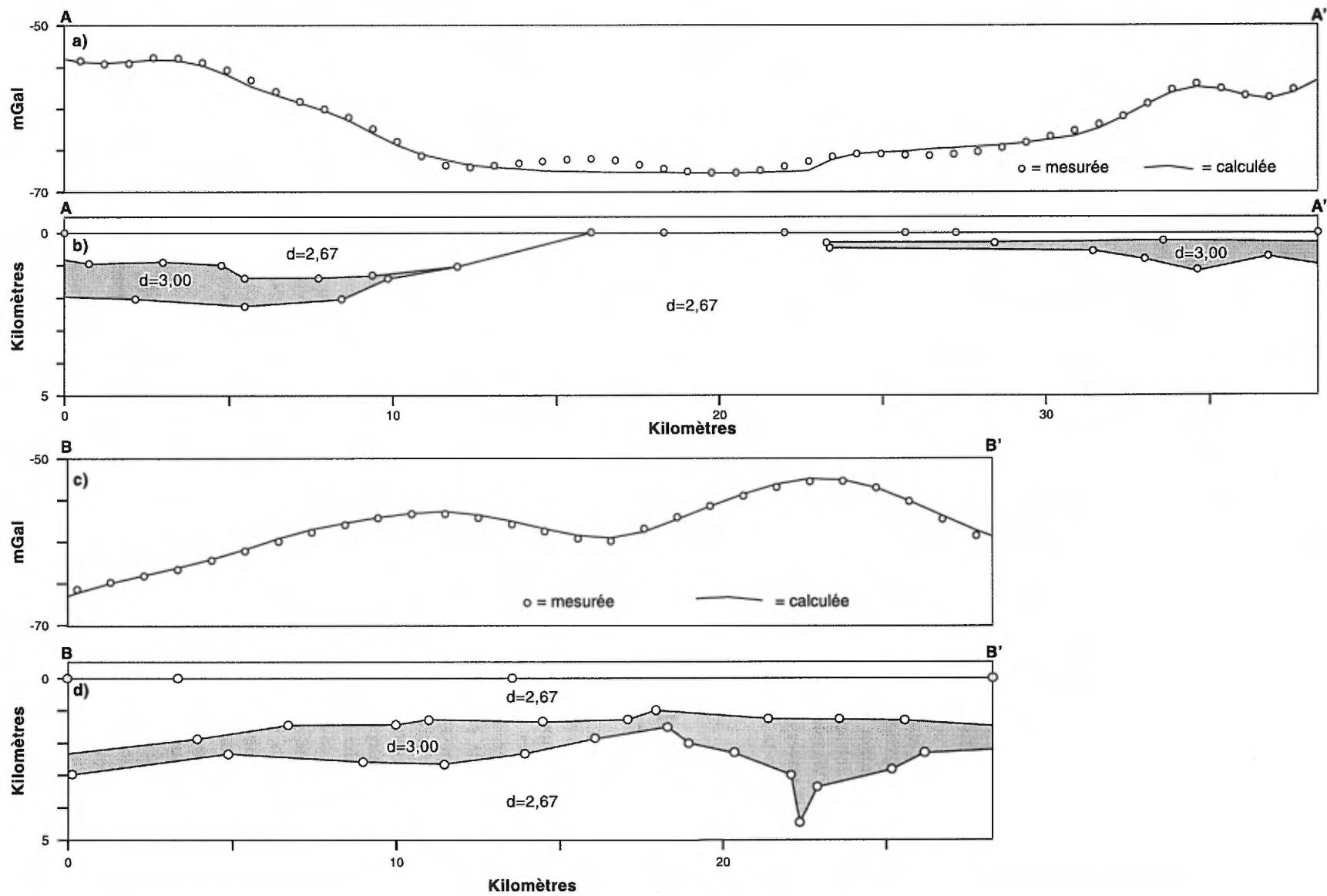


FIGURE 15 - a) anomalie de Bouguer mesurée et calculée pour la coupe A-A', b) modèle de densité pour la coupe A-A', c) anomalie de Bouguer mesurée et calculée pour la coupe B-B' d) modèle de densité pour la coupe B-B'. Les coupes A-A' et B-B' sont localisées à la figure 2.

du Groupe de Wakeham a été interprété en combinant les données géologiques et gravimétriques de la région (figures 15b et 15d). Ce filon-couche de gabbro est reporté sur les coupes géologiques A-A' et B-B' de la figure 3.

Levé radiométrique

Un levé radiométrique qualitatif a été effectué lors des travaux de cartographie de 1995. Il consistait à mesurer la radioactivité générale de la roche sur les affleurements visités. Les résultats de ce levé sont présentés sur la carte des contours du compte total par seconde de l'émission gamma (figure 16). Le seuil de coupure choisi est de 250 cps.

Une grande anomalie radiométrique, située à la jonction des feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06, dans les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane, coïncide avec les résultats d'analyse des sédiments de lac qui montrent une zone où les teneurs en Be sont élevées (figure 11). Une autre anomalie se situe au NW du feuillet SNRC 12N/05, dans la masse granitique de la Suite felsique d'Olomane qui perce les sédiments du Groupe de Wakeham. Un chapelet d'anomalies radiométriques qui traverse du NW vers le SE le feuillet 12N/05, coïncide avec la Zone de cisaillement de Natashquan.

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Bien que la plupart des indices minéralisés soient observés dans la partie ouest du Groupe de Wakeham, de nombreuses anomalies géochimiques en métaux usuels et en métaux précieux ont été signalées à l'est du Groupe (Choinière et Clark, 1994). C'est le cas de la région du lac Briend, qui présente des sites anomaux en Cu, Zn, Pb, La, Y, U, Be déjà connus (Beaumier, 1982; Bellehumeur et Jébrak, 1995). Cependant, jusqu'à présent, très peu de travaux d'exploration ont été effectués dans le secteur.

Dans les échantillons de roche analysés au cours de nos travaux, aucune teneur ne dépasse les seuils d'indices. Toutefois, des anomalies ont été identifiées. Celles-ci ont été déterminées en effectuant la moyenne des teneurs de tous les échantillons lithogéochimiques de la région et en retenant les teneurs dépassant cette moyenne de deux écarts-types. La figure 11 montre les sites d'échantillons lithogéochimiques anomaux ainsi que les anomalies de géochimie des sédiments de fond de lac et de sédiments de ruisseau. Sur cette carte, on note plusieurs sites où il y a coïncidence d'anomalies géochimiques dans les sédiments de lac, les sédiments de ruisseau et la roche (lithogéochimie). En 1995, au cours de travaux d'exploration, les géologues de la SOQUEM ont découvert deux indices dans le secteur du lac Briend : l'indice *Natashquan* (0,65% Cu, 0,29% Mo et 117g/t Ag) et l'indice *Camay* (0,19% Cu). Les deux indices

sont localisés le long de la zone de cisaillement de Natashquan.

La partie orientale de la carte des anomalies du feuillet SNRC 12N/05 (figure 11) est particulièrement intéressante. On y retrouve une série d'anomalies, notamment autour des sites B et H où coïncident de hautes valeurs en métaux usuels (Cu, Zn, Pb, Mo, Co, Ni, Cd), en éléments des terres rares (Ce, Tm, La), en éléments en traces et en Be. Dans le secteur ouest du même feuillet, au nord du lac Briend et à l'est du lac La Galissonnière, on retrouve des anomalies en métaux usuels dans plusieurs échantillons de sédiments de lac, de sédiments de ruisseau et de roche.

Plusieurs anomalies lithogéochimiques en métaux usuels, Y et Zr proviennent d'affleurements de roches appartenant à la Suite mafique de Lillian. Des anomalies lithogéochimiques en uranium et en éléments des terres rares proviennent du granite à fluorine de la Suite felsique d'Olomane. D'autres anomalies lithogéochimiques proviennent de zones de cisaillements.

Des associations d'éléments anomaux, observées dans les sédiments de lac, les sédiments de ruisseau et les roches, permettent d'identifier des contextes métallogéniques possibles pour cette partie du Groupe de Wakeham. Dans cette optique, trois types de minéralisation sont retenus : une minéralisation en Cu-U-Au-ETR de type *Olympic Dam* (Clark et Gobeil, 1992), une minéralisation en Cu-Ni±Co de type *magmatique-mafique* (Voisey's Bay, Duluth, Muskox) et une minéralisation en Cu-Au-Ag±Pb±Zn de type *filonien* (Gobeil et Clark, 1992). Ce sont la nature anorogénique et le caractère subalcalin des granitoïdes de la région, l'abondance de fluorine dans certains de ces granitoïdes, la présence de grands linéaments associés à des failles régionales ainsi que la présence d'anomalies géochimiques en Cu, U, Au, ETR et Y coïncidents qui suggèrent la possibilité d'une minéralisation de type *Olympic Dam*. L'abondance d'intrusions mafiques dont certaines montrent des anomalies lithogéochimiques en Cu, Cr ou Ni crée un potentiel pour des minéralisations magmatiques dans les intrusions mafiques. Des anomalies géochimiques en métaux usuels dans les sédiments de lac et de ruisseau, distribuées le long de linéaments topographiques, suggèrent la présence de minéralisations en Cu-Au-Ag ±Pb±Zn de type filonien associées aux failles. Sur le feuillet SNRC 12N/05, les géologues de la SOQUEM ont trouvé deux indices de Cu±Ag±Mo (Camay et Natashquan) dans un contexte géologique comparable.

CONCLUSION

La région du lac Briend comprend les roches supracrustales du Groupe de Wakeham à l'ouest et les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane à l'est. Ces deux domaines géologiques sont séparés par la Zone de cisaillement de Natashquan. Dans cette zone de cisaillement, des dykes de

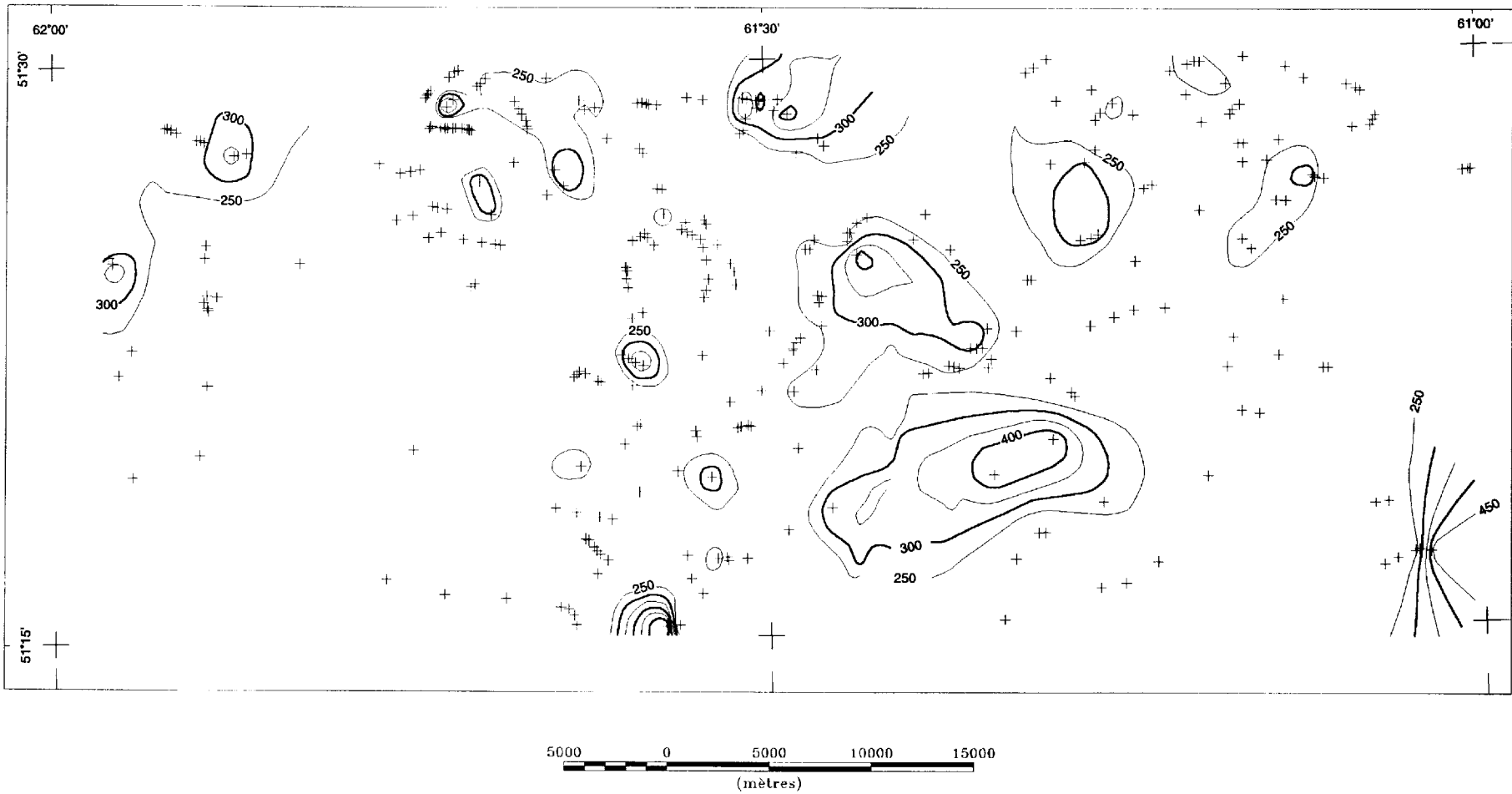


FIGURE 16 - Carte des contours du compte total par seconde (cps) de l'émission gamma pour les feuillets SNRC 12N/05 et 12N/06.

gabbro ont été injectés parallèlement à la fabrique tectonique. D'autres dykes de gabbro recoupent les roches du Groupe de Wakeham et les roches de la Suite felsique d'Olomane. Des masses gabbroïques tabulaires et subhorizontales ainsi que le pluton de granite tardif de La Galissonnière recoupent l'ensemble de ces lithologies. Jusqu'à récemment, on avait mesuré, dans des roches liées au Groupe de Wakeham, des âges U-Pb variant entre 1246 ± 5 Ma et 1322 ± 7 Ma (Loveridge 1986, Clark et Machado 1995, Martignole *et al.*, 1992). Un échantillon du Porphyre de Kataht recoupant les sédiments a toutefois donné un âge de $1503 \pm 6/-4$ Ma, reculant ainsi de près de 200 Ma l'âge minimum du Groupe de Wakeham. Dans la région du lac Le Doré située immédiatement à l'est, on retrouve aussi le Porphyre de Kataht coïncé entre le granite à fluorine et le granite rapakivique de la Suite felsique d'Olomane. Des âges de 1510 ± 10 Ma et de 1495 ± 2 Ma (sites 4 et 5, figure 2) ont été obtenus pour ce porphyre.

Les roches supracrustales du Groupe de Wakeham, en bordure de la Zone de cisaillement de Natashquan, reposent structurellement sur les roches plutoniques de la Suite d'Olomane. Cependant, la nature originelle du contact entre les roches du Groupe de Wakeham et les roches plutoniques de la Suite felsique d'Olomane reste ambiguë. Les indicateurs cinématiques observés dans la Zone de cisaillement de Natashquan suggèrent que les roches de la région ont été télescopées vers l'est sans pour autant montrer d'évidence de chevauchement important. Quoique le Groupe de Wakeham soit séparé de la Suite felsique d'Olomane par une zone de cisaillement, la présence d'enclaves de roches appartenant au Groupe de Wakeham dans la Suite felsique d'Olomane suggère que la relation originale entre ces deux unités est intrusive. De plus, la présence de roches intrusives de même âge (~1500 Ma) et appartenant au Porphyre de Kataht, de part et d'autre de la Zone de cisaillement de Natashquan, suggère que l'environnement géologique est le même de part et d'autre de la zone de cisaillement.

On en arrive ainsi à la séquence suivante d'événements :

- Mise en place des sédiments et des volcanites du Wakeham sur un socle de nature inconnue (>1500 Ma);
- Intrusion du Porphyre de Kataht (~1500 Ma);
- Plissement des roches du Groupe de Wakeham;
- Mise en place de la Suite felsique d'Olomane (~1240 Ma) et métamorphisme de contact dans les roches du Groupe de Wakeham;
- Cisaillement le long du contact principal entre la Groupe de Wakeham et la Suite felsique d'Olomane (Zone de cisaillement de Natashquan);
- Mise en place des gabbros de la Suite mafique de Lillian.

Le potentiel minéral de la région du lac Briend reste encore à approfondir. Toutefois, trois types de minéralisation possibles ont été identifiés pour la région : une minéralisation de type *Olympic Dam* (Cu-U-Au-ETR), une minéralisation de type *magmatique-mafique* (Cu-Ni±Co) et

une minéralisation de type *filonien* (Cu-Au-Ag±Pb±Zn) comparable à l'*indice Freewest* situé au NE de Baie-Johan-Beetz (hors carte).

La minéralisation de type *Olympic Dam* (Cu-U-Au-ETR) associée au granite à fluorine de la Suite felsique d'Olomane est suggérée par des anomalies géochimiques en Cu, U, Au, ETR et Y dans les sédiments de ruisseau et de lac. La source rocheuse n'a cependant pas été identifiée. Certains gabbros de la Suite mafique de Lillian montrent des anomalies lithogéochimiques caractéristiques de gîtes du type Cu-Ni±Co dans des intrusions mafiques. Les géologues de la SOQUEM ont découvert, dans le secteur du lac Briend, l'*indice Natashquan* (0,65% Cu, 0,29% Mo et 117g/t Ag) et l'*indice Camay* (0,19% Cu). Ces deux indices de type filonien sont localisés le long de la zone de cisaillement de Natashquan.

RÉFÉRENCES

- AVRAMTCHEV, L., 1983 - Carte des gîtes minéraux du Québec, feuillets Lac des Morhiban (12M) et Rivière Natashquan (12N). Ministère des Ressources naturelles; DV 83-14, cartes M-360 et M-361.
- BEAUMIER, M., 1982 - Géochimie des sédiments de lac, région de la rivière Georges. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 82-16.
- BEAUMIER, M., 1989 - Géochimie des sédiments de lac, région de Havre-Saint-Pierre. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 89-46 (MB 89-46X pour les données sous forme numérique).
- BELLEHUMEUR, C. - JÉBRAK, M., 1995 - Géochimie des sédiments de lac de la Moyenne-Côte-Nord: sélection des composantes anormales. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 95-02, 80 pages.
- BOURNE, J.H. - SCOTT, G. - BORDUAS, B. - LALONDE, A., 1977 - Lac De Morhiban and Natashquan river map-areas, Québec. *IN* : Report of Activities, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 77-1A, pages 199-204.
- BOURNE, J.H. - ASHTON, K.E. - GOULET, N. - HELMSTAEDT, H. - LALONDE, A. - NEWMAN, P., 1978 - Portions of the Natashquan, Musquaro and Harrington Harbour map-sheets, eastern Grenville Province, Québec - A preliminary report. *IN* : Current Research, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 78-1A, pages 413-418.
- BOURNE, J.H., 1991 - The geochemistry of the La Galissonnière Pluton: a middle Proterozoic late-orogenic intrusion from the eastern Grenville Province, Québec. *Journal canadien des sciences de la Terre*; volume 28, pages 37-43.
- CAMION, E., 1990 - Évolution métamorphique et tectonique du Supergroupe de Wakeham (Province de Grenville, Québec). Thèse de maîtrise, Université de Montréal; 99 pages.
- CHOINIÈRE, J. - CLARK, T., 1994 - Nouvelles analyses pour l'or dans les sédiments de lac de la région de Baie-Johan-Beetz (Moyenne-Côte-Nord). Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 94-02, 6 pages.

- CLARK, T. - GOBEIL, A., 1992 - Potentiel du Terrane de Wakeham pour des gîtes de Cu-U-Au-Ag de type Olympic Dam et de Pb-Zn stratiformes en milieu gréseux. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 92-05, 7 pages.
- CLARK, T. - MACHADO, N., 1995 - New U-Pb dates from the Wakeham Terrane and its basement: preliminary results. *IN* : Lithoprobe, Abitibi-Grenville Project, Result from a combined meeting on the Grenville province with the ESCOOT transect; Report 49, pages 29-35.
- CGC, 1969a - Série des cartes aéromagnétiques (Lac Briend). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 5174G.
- CGC, 1969b - Série des cartes aéromagnétiques (Rivière Natashquan), Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 7369G.
- deCARLE, R.J., 1975 - Airborne electromagnetic survey, Shell Canada Limited, Aguanus River Area, Québec. Ministère des Ressources naturelles, Québec; GM-38843, 12 pages.
- DION, D.-J. - DUMONT, R., 1994 - Diffusion des données numériques (mailles du champ magnétique total résiduel), Territoire du Québec. Ministère des Ressources naturelles du Québec; MB 94-08X.
- DION, D.-J. - LEFEBVRE D. L., 1995 - Données numériques (mailles du champ magnétique total). Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 95-25X.
- EMSLIE, R.F. - HUNT, P.A., 1990 - Ages and petrogenetic significance of igneous mangerite-charnockite suites associated with massif anorthosites, Grenville Province. *Journal of Geology*; volume 98, pages 213-231.
- FOWLER, A.D. - DOIG, R., 1983 - The age and origin of Grenville Province uraniumiferous granites and pegmatites. *Journal canadien des Sciences de la Terre*; volume 20, pages 92-104.
- GOBEIL, A. - CLARK, T., 1992 - L'indice de Freewest et le potentiel en cuivre, or et argent de la zone de déformation du lac Caron (Côte-Nord). Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 92-01, 5 pages.
- GRENIER, P.-E., 1957 - Région du lac Beetz, district électoral de Saguenay. Ministère des Mines, Québec; RG-73, 88 pages.
- HOLDAWAY, M.J., 1971 - Stability of andalusite and the aluminium silicate phase diagram. *American Journal of Science*; volume 271, pages 97-131.
- INDARES, A. - MARTIGNOLE, J., 1993 - Étude régionale du Supergroupe de Wakeham, Moyenne-Côte-Nord. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 91-21, 73 pages.
- IRVINE, T.N. - BARAGAR, W.R.A., 1971 - A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Journal canadien des Sciences de la Terre*; volume 8, pages 523-548.
- LOVERIDGE, W.D., 1986 - U-Pb ages on zircon from rocks of the Lac Morhiban map area, Québec *IN* : Current Research, part A. Commission Géologique du Canada; paper 86-1A, pages 523-530.
- MANIAR, P.H. - PICCOLI, P.M., 1989 - Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*; volume 101, pages 635-643.
- MARTIGNOLE, J. - INDARES, A. - DESJARDINS, D., 1992 - Géologie de la région des lacs Artur et Ruffin (Moyenne-Côte-Nord). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 91-20, 74 pages.
- MARTIGNOLE, J. - MACHADO, N. - INDARES, A., 1994 - The Wakeham Terrane: a Mesoproterozoic terrestrial rift in the eastern part of the Grenville Province. *Precambrian Research*; volume 68, pages 291-306.
- McCONNEL, J.W. - BATTERSON, M.J., 1987 - The Strange Lake Zr-Y-Nb-Be-REE Deposit, Labrador: A Geochemical Profile in Till, Lake and Stream Sediment and Water. *Journal of Geochemical Exploration*; volume 29, pages 105-127.
- MIYASHIRO, A., 1974 - Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science*; volume 274, pages 321-355.
- MRN, 1994a - Traitement des données géophysiques (aéromagnétiques), région de la rivière Natashquan, par SIAL Géosciences inc. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DV 94-06.
- MRN, 1994b - Levé aérien hélicopté SYGHEM 4, région de la rivière Natashquan, par SIAL Géosciences inc. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 94-01.
- PEARCE, J.A. - CANN, J.R., 1973 - Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters*; volume 19, pages 290-300.
- PEARCE, J.A. - HARRIS, N.B.W. - TINDLE, A.G., 1984 - Trace element discrimination diagrams for tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*; volume 25, pages 956-983.
- RICHARDSON, S.W., 1968 - Staurotide stability in a part of the system Fe-Al-Si-O-H. *Journal of Petrology*; volume 9, pages 467-488.
- ROBIN, P.-Y.F. - JOWETT, E.C., 1986 - Computerized density contouring and statistical evaluation of orientation data using counting circles and continuous weighting functions. *Tectonophysics*; volume 121, pages 207-223.
- SHAMMAS, B.R., 1975 - Lac Jérémie Project, Québec, Airborne EM evaluation. Ministère des Ressources naturelles, Québec; GM-38844, 11 pages.
- SHARMA, K.N.M. - JACOBY, R.S., 1972 - Jeremie and Gaudreault lakes area. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP-134, 16 pages.
- SUN, S.S. - MCDONOUGH, W.F., 1989 - Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *IN* : Magmatism in the ocean basins. *Geological Society; Special Publication*, volume 42, pages 313-345.
- THOMAS, M. D., 1974 - The correlation of gravity and geology in southeastern and southern Labrador, Gravity map series of Earth physics Branch. Commission géologique du Canada; 49 pages (7 cartes).
- van BREEMEN, O. - HIGGINS, M.D., 1993 - U-Pb zircon age of the southwest lobe of the Havre-Saint-Pierre Anorthosite Complex, Grenville Province. *Journal canadien des Sciences de la Terre*; volume 30, pages 1453-1457.
- VERPAELST, P. - MADORE, L. - CHOINIÈRE, J. - DION, D.-J. - DAVID, J. - LÉPINE, I. - PERREAU, S. - LEFEBVRE, D. - HOCQ, M., 1997 - Géologie de la région du lac Le Doré (12N/06). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 96-02.

WOOD, D.A., 1980 - The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*; volume 50, pages 11-30.

WYNNE-EDWARDS, H. R., 1972 - The Grenville Province. *IN*: Variations in tectonic styles in Canada (Edited by R.A. Price

and R.J.W. Douglas). Geological Association of Canada; Special Paper 11, pages 263-334.

YARDLEY, B.W.D., 1989 - An introduction to metamorphic petrology. Longman Scientific and Technical/John Wiley and Sons, New York; 248 pages.



Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Secteur des mines