

# RG 2004-02

GÉOLOGIE DE LA RÉGION DU LAC LAGACE (32B/14)

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



Licence

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 

RG 2004-02

# Géologie de la région du lac Lagacé (32B/14)

Daniel Bandyayera  
Pierre Rhéaume  
Sandrine Cadéron  
Emmanuelle Giguère  
Kamal N. M. Sharma



Gneiss tonalitique migmatisé du Parautochtone grenvillien (unité M1b).

# Géologie de la région du lac Lagacé (32B/14)

Daniel Bandyayera<sup>1</sup>  
Pierre Rhéaume<sup>1</sup>  
Sandrine Cadéron<sup>1</sup>  
Emmanuelle Giguère<sup>2</sup>  
Kamal N. M. Sharma<sup>1</sup>

RG 2004-02

## RÉSUMÉ

Le levé géologique de la région du lac Lagacé (SNRC 32B/14) s'inscrit dans le cadre de l'évaluation du potentiel minéral du Front du Grenville. L'objectif de ce programme est de préciser le contexte structural, stratigraphique, métamorphique et métallogénique du Parautochtone grenvillien. La partie NW de la région est constituée principalement d'extensions des unités archéennes de la Ceinture d'Urban-Barry (Sous-province de l'Abitibi). Elle est formée du Complexe de Barry (tonalite à biotite + hornblende, localement granodioritique), du Pluton de Kalm-Coursol (tonalite et granodiorite) et des formations de Lacroix et de Fecteau. Ces unités sont au faciès des amphibolites à épidote rétrogradé au faciès des schistes verts.

La Formation de Lacroix est principalement formée de basaltes tholéitiques localement glomérophyriques, de komatiites typiquement vésiculaires et de tufs fins, à lapillis ou à blocs. Leurs caractéristiques lithogéochimiques suggèrent un environnement de plancher océanique pour les basaltes de la Formation de Lacroix et d'arc insulaire pour les tufs. La Formation de Fecteau est représentée par une séquence de basaltes massifs, coussinés ou bréchiques, généralement aphanitiques. Cette formation est mieux exposée dans la région du lac Hébert, au nord de la région cartographiée.

Dans la partie NE de la région du lac Lagacé, le Parautochtone est constitué de tonalite et de granodiorite fortement foliées à gneissiques, d'importantes bandes kilométriques d'amphibolites glomérophyriques à grenat et de laves ultramafiques. Ces unités sont au faciès moyen à supérieur des amphibolites. La partie SE de la région comprend des gneiss tonalitiques ou des gneiss mafiques migmatisés, des enclaves ou des niveaux d'amphibolites rubanées et migmatisées de type arc insulaire. Ce secteur contient des niveaux d'amphibolites ultramafiques à talc + anthophyllite + orthopyroxène qui indiquent un métamorphisme au faciès supérieur des amphibolites jusqu'à la transition avec le faciès des granulites. La datation U-Pb de zircons provenant du leucosome des migmatites situées à l'extrémité SE de la région cartographiée (unité *M1b*) indique un âge de  $2686,7 \pm 2,4$  Ma pour les cœurs des zircons et de  $2647 \pm 2$  Ma pour les anneaux de surcroissance. Nous considérons que l'âge de 2686,7 Ma reflète l'âge d'une partie du protolite migmatisé alors que l'âge de 2647 est celui de la fusion partielle.

Le Parautochtone grenvillien contient deux familles de dykes de gabbro d'orientation NE-SW : a) une famille de dykes de gabbro sans grenat avec des niveaux ultramafiques mineurs (*I3a*); et b) une famille de dykes de gabbro coronitique à grenat (*I3b*). Selon des critères géochimiques, nous associons la famille de dykes *I3a* aux essaims de dykes de Biscotasing ou de Senneterre (2167 Ma), et la famille de dykes *I3b* à l'essaim de dykes de l'Abitibi (1141 Ma).

Le Parautochtone grenvillien est séparé de la Sous-province de l'Abitibi par la Faille Buteux. Les éléments planaires et linéaires archéens du Parautochtone sont progressivement réorientés du nord au sud, d'une attitude de départ E-W marquant les effets de l'orogénèse kénoréenne, à une attitude NE-SW finale reflétant les effets de l'orogénèse grenvillienne.

Nos travaux indiquent un potentiel intéressant pour les gîtes Cu ± Ni ± Co ± EGP, les gîtes exhalatifs volcanogènes et les gîtes aurifères mésothermaux. Le potentiel en minéralisations de type Cu-Ni-Co-EGP est associé aux komatiites de la Formation de Lacroix et aux laves ultramafiques du domaine NE du Parautochtone. La signature exhalative se manifeste par des zones d'altération à grenat-anthophyllite + grunérite + actinote + spinelle ± clinopyroxène ± orthopyroxène dans les amphibolites du Parautochtone. Le potentiel aurifère est lié aux failles kénoréennes Lacroix et Frank, auxquelles sont associés les indices Griffith (11,53 g/t Au) et Sigouin-Griffith (35,9 g/t Au).

1. Géologie Québec (MRNFP)  
2. Université Laval

**DOCUMENT PUBLIÉ PAR GÉOLOGIE QUÉBEC**

**Directeur**

Alain Simard

**Chef du service géologique du Nord-Ouest**

Robert Marquis

**Responsable des inventaires géoscientifiques**

Robert Marquis

**Lecture critique**

André Gobeil

**Édition et mise en pages**

Jean Choinière

**Dessin assisté par ordinateur**

Johanne Jobidon, Gabriel Morin  
Daniel Bandyayera

**Supervision technique**

Charlotte Grenier

Document accepté pour publication le 2004/06/10

---



---

## TABLE DES MATIÈRES

---

INTRODUCTION .....	5
Objectifs .....	5
Localisation et accès .....	5
Méthode de travail .....	5
Travaux antérieurs .....	6
Remerciements .....	6
CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL .....	6
STRATIGRAPHIE .....	7
Archéen : Sous-province de l'Abitibi .....	7
Formation de Fecteau (Afec) .....	7
Formation de Lacroix (Alcx) .....	7
Roches intrusives d'âge Archéen .....	10
Unités lithologiques d'âge Archéen .....	11
Archéen déformé au Protérozoïque : Parautochtone de la Province de Grenville .....	11
Volcanite ultramafique (V4) .....	12
Amphibolite à grenat (M16a) .....	12
Gneiss mafique à grenat (M16b) .....	12
Amphibolite à grenat et clinopyroxène (M16c) .....	13
Gneiss tonalitique à enclaves d'amphibolite (M1a) .....	13
Gneiss tonalitique avec des niveaux d'amphibolite (M1b) .....	13
Tonalite gneissique à enclaves d'amphibolite (I1Da) .....	13
Protérozoïque .....	14
Dykes mafiques ou ultramafiques (I3a) .....	14
Dykes de gabbro à grenat (I3b) .....	14
LITHOGÉOCHIMIE .....	15
Roches volcaniques mafiques et ultramafiques .....	15
Roches volcaniques intermédiaires .....	15
Roches intrusives .....	17
Roches intrusives felsiques .....	17
Dykes mafiques protérozoïques .....	18
GÉOLOGIE STRUCTURALE .....	19
Fabriques planaires, linéaires et plissements .....	19
Failles kénoréennes .....	19
Failles grenvilliennes .....	19

---

MÉTAMORPHISME .....	21
Zone 1 : Province du Supérieur .....	21
Zone 2 : zone Transitionnelle .....	21
Zone 3 : zone des amphibolites à clinopyroxène et grenat .....	23
GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE .....	23
Veines aurifères orogéniques .....	23
Sulfures massifs volcanogènes .....	24
Sulfures de Cu ± Ni ± Co ± EGP associés aux roches ultramafiques .....	24
DISCUSSION ET CONCLUSION .....	25
RÉFÉRENCES .....	26
ANNEXE 1 : PHOTOGRAPHIES .....	29
HORS-TEXTE	
Géologie 1 : 20 000, 32B14-200-0101 – Rivière Pascagama .....	carte RG 2004-02-C001
Géologie 1 : 20 000, 32B14-200-0102 – Lac Larouche .....	carte RG 2004-02-C002
Géologie 1 : 20 000, 32B14-200-0201 – Lac Lacroix .....	carte RG 2004-02-C003
Géologie 1 : 20 000, 32B14-200-0202 – Lac Buteux .....	carte RG 2004-02-C004

## INTRODUCTION

### Objectifs

Le levé géologique à l'échelle 1 : 50 000 de la région du lac Lagacé (feuillelet SNRC 32B/14) fait partie des travaux de la première phase du programme de cartographie intitulé « Front du Grenville » (figure 1). Ce programme s'inscrit dans le cadre du plan d'intervention triennal 2003-2006 pour l'Abitibi et la Baie-James. Les travaux de cartographie de la région du lac Lagacé visent les objectifs suivants : 1) vérifier l'extension des unités volcano-sédimentaires amphibolitisées de la *Ceinture d'Urban-Barry* dans le Parautochtone grenvillien; 2) étudier les relations lithostratigraphiques, structurales et métamorphiques du Front du Grenville; 3) évaluer le potentiel minéral du secteur.

### Localisation et accès

La région du lac Lagacé (SNRC 32B/14) est située à 100 km au sud de Chapais, entre les longitudes 75°00' et 75°30'W, et les latitudes 48°45' et 49°00'N (figures 1 et 2).

On y accède par la route 113 reliant les villes de Chibougamau, de Chapais et de Lebel-sur-Quévillon. À partir de la ville de Chapais, on emprunte la route forestière L-209 en direction sud. La région cartographiée est parcourue par un important réseau de chemins forestiers construits par la compagnie forestière Barrette-Chapais. La plupart des chemins sont carrossables, bien qu'un véhicule tout-terrain (VTT) soit nécessaire sur plusieurs tronçons.

### Méthode de travail

Les travaux de terrain de l'été 2003 ont consisté en un levé géologique à l'échelle de 1 : 50 000 ainsi qu'en l'échantillonnage et l'analyse des unités lithologiques et des zones minéralisées. La cartographie a été effectuée principalement le long des chemins forestiers, par camion et par VTT. Quelques cheminements de contrôle ont été effectués en dehors des accès routiers. Les affleurements exposés en bordure des lacs Lacroix, Lagacé et Larouche ont été cartographiés par bateau. Cinquante heures d'hélicoptère ont été nécessaires pour couvrir les endroits difficiles d'accès. Au total, 1101 affleurements ont été décrits. Une compilation des affleurements visités lors des travaux antérieurs complète ce levé. L'interprétation géologique tient compte

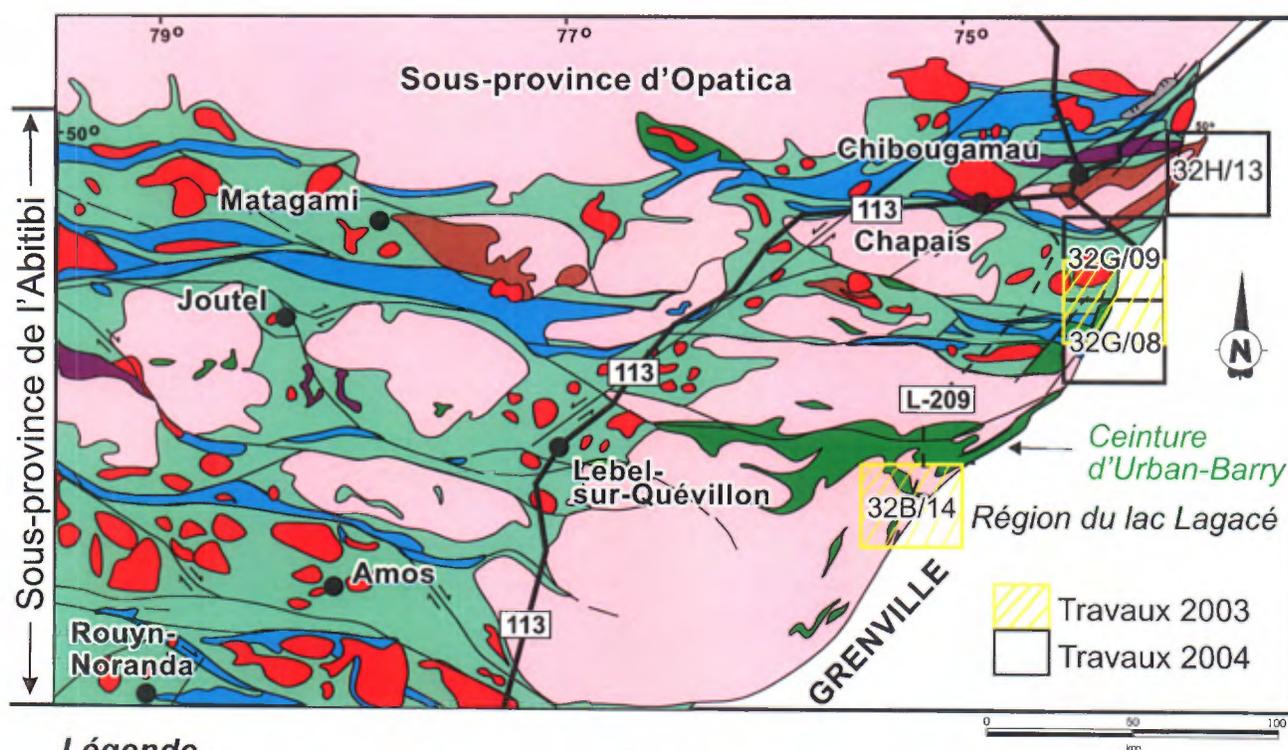


FIGURE 1 - Carte de localisation de la région étudiée et contexte géologique régional.

des travaux antérieurs et du levé aéromagnétique régional. Les résultats de ce levé géologique à l'échelle de 1 : 50 000 sont présentés sur quatre cartes hors texte à l'échelle 1 : 20 000.

La caractérisation des principales unités lithologiques est basée sur l'analyse lithogéochimique de 120 échantillons de roches et sur l'étude pétrographique de 200 lames minces. Cinquante échantillons ont également été analysés pour des éléments présentant un intérêt économique. Les données recueillies ont été versées dans le SIGEOM (Système d'information géominière du Québec).

### Travaux antérieurs

Les premiers levés géologiques de la région ont été réalisés à l'échelle de 1 : 63 360 au début des années 70 par Charre (1976). En 1989, Joly (1990) a cartographié à l'échelle 1 : 50 000 le secteur du lac Lacroix couvrant une portion du quart NW de la région du lac Lagacé. Ces travaux montrent que la moitié ouest de la région du lac Lagacé est formée de roches archéennes de la Sous-province de l'Abitibi, tandis que la moitié est se compose de roches appartenant au Parautochtone grenvillien. Peu de travaux de prospection ont été effectués dans la région cartographiée. Ceux-ci se concentrent dans les unités volcano-sédimentaires amphibolitisées des secteurs des lacs Lacroix et Buteux (figure 2; Moore et Cook, 1986; Racine, 1989).

### Remerciements

Nous tenons à remercier les géologues Aïssatou Diop, Carl Guilmette et Éric Hoffmann, les assistants géologues Mylène Sansoucy, Éric Hébert, Marc-Olivier Parent et François Bossé, pour l'aide qu'ils ont apportée tout au long de la campagne de terrain. Nous remercions également Denis-Jacques Dion pour les cartes géophysiques, Don W. Davis (Université de Toronto) pour le traitement et l'analyse des échantillons de géochronologie, et Patrick Houle (Géologie Québec) pour son introduction à la géologie régionale. Les figures du présent rapport ont été réalisées avec l'aide de Johanne Jobidon et de Gabriel Morin. Nous remercions également la Compagnie Barrette-Chapais pour l'hébergement de l'équipe.

## CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

La région cartographiée comprend les roches archéennes de la Ceinture d'Urban-Barry (CUB) (Sous-province de l'Abitibi, Province du Supérieur) et le Parautochtone de la Province de Grenville (figure 1).

La CUB occupe le centre-est de la Zone volcanique Nord de la Sous-province de l'Abitibi (Chown *et al.*, 1992). Elle s'étend d'est en ouest sur 150 km de longueur, du Front du Grenville jusqu'à l'est de Lebel-sur-Quévillon, et elle mesure de 4 à 20 km de largeur. Les unités volcano-sédimentaires de la CUB comprennent les formations d'Urban (2707 à 2714 Ma), de Macho (2717 Ma), de Chanceux (2727 Ma) et de Fecteau (2791 Ma). Ces unités sont délimitées par des blocs structuraux imbriqués par des failles régionales bordant des roches dont les âges augmentent du nord vers le sud. Les éléments structuraux reconnus dans la CUB correspondent aux phases D2, D3 et D4 de l'orogénèse kénoréenne (Chown *et al.*, 1992). Le grain structural dominant consiste en une schistosité ou une foliation minérale principalement orientée E-W à ENE-WSW (phase D2). En marge du Front du Grenville, une zone de déformation et un réseau de failles tronquent la séquence archéenne de la CUB en direction NNE (Daigneault et Allard, 1994).

La Province de Grenville s'est ajoutée au noyau du craton nord-américain au cours de l'orogénèse grenvillienne (environ 1050 à 1000 Ma) (Hocq, 1994), laquelle s'est formée dans le cadre d'un épisode accréctionnaire majeur culminant avec la formation du supercontinent de Rodinia (Powell *et al.*, 1993). Elle est subdivisée en trois zones lithotectoniques majeures, soit le Parautochtone, l'Allochtone polycyclique et l'Allochtone monocyclique (Rivers et Chown, 1986; Rivers *et al.*, 1989). Le Parautochtone forme une entité géologique dont l'évolution et les contextes métamorphique, structural et métallogénique sont encore mal connus. On définit le domaine Parautochtone comme un ensemble lithologique dérivé des roches archéennes ou protérozoïques adjacentes au Supérieur dont les caractéristiques métamorphiques et structurales reflètent l'orogénèse grenvillienne. À l'échelle régionale, il est séparé de la Province du Supérieur par le Front du Grenville. Celui-ci est interprété comme une des discontinuités structurales majeures du continent nord-américain, résultant de la collision de l'Allochtone avec le SE du continent du craton du Supérieur (l'Autochtone). Il est généralement accepté que le Front du Grenville est la première manifestation importante de la remontée de niveaux crustaux profonds de roches archéennes (Rivers *et al.*, 1989; Indares et Martignole, 1989). À l'échelle locale, le Front du Grenville se manifeste sous l'aspect d'une zone complexe de domaines imbriqués, ou comme une zone transitionnelle marquée par le passage d'un style structural et métamorphique kénoréen à une signature grenvillienne (Hocq, 1994; Daignault et Allard, 1994).

Dans la région cartographiée, le Front du Grenville forme une zone transitionnelle qui sépare le Supérieur du Parautochtone. À l'ouest, les roches du Supérieur appartiennent aux unités archéennes de la Ceinture d'Urban-Barry (formations de Fecteau et de Lacroix) et aux suites plutoniques qui lui sont périphériques (Complexe de Barry, Pluton de Kalm-Coursol; figure 1). À l'est, les roches du

Parautochtone représentent des équivalents de l'Autochtone métamorphisés au faciès des amphibolites. La région cartographiée contient l'extension vers le sud de la Formation de Fecteau datée à 2791 Ma (Bandyayera *et al.*, 2004), correspondant aux roches les plus vieilles jamais cartographiées dans la Sous-province de l'Abitibi.

## STRATIGRAPHIE

La région du lac Lagacé (SNRC 32B/14) est scindée en deux parties, le NW et le SE, par la Faille Buteux qui correspond au Front du Grenville (figure 2). La moitié NW se compose de roches archéennes de la Sous-province de l'Abitibi, tandis que la moitié SE correspond au Parautochtone de la Province de Grenville.

### Archéen : Sous-province de l'Abitibi

#### Formation de Fecteau (*Afec*)

La Formation de Fecteau (*Afec*) a été décrite pour la première fois dans la région du lac Hébert située au nord de la région cartographiée (Bandyayera *et al.*, 2004). Elle désigne la plus vieille séquence volcano-sédimentaire (2791 Ma) de la Ceinture d'Urban-Barry et elle a été subdivisée en cinq unités lithostratigraphiques : 1) une unité de basalte (*Afec1*); 2) une unité de filon-couche de gabbro (*Afec2*); 3) une unité de tuf intermédiaire (*Afec3*); 4) une unité de tuf felsique (*Afec4*); et 5) une unité de métasédiments (*Afec5*).

Seule l'unité de basalte (*Afec1*) a été reconnue dans la partie NE de la région du lac Lagacé. Elle est accolée au Complexe de Barry (*Abry*) par la Faille Frank et au Parautochtone par la Faille Buteux (figure 2). L'unité *Afec1* se compose de basaltes massifs, coussinés ou bréchiques, généralement aphanitiques, carbonatés et amphibolitisés. Le basalte est de couleur vert pâle en cassure fraîche et gris verdâtre en surface altérée. Certains horizons de basalte sont vésiculaires à amygdalaires. Les faciès amygdalaires contiennent jusqu'à 20 % d'amygdales (quartz ou carbonates) mesurant de 2 à 5 mm de diamètre. Les vésicules et les coussins sont fortement étirés ou allongés. Le rapport entre l'axe le plus long et l'axe le plus court est de 10 à 1.

Au contact avec le Complexe de Barry (au sud) et le long du Front du Grenville (à l'est), les basaltes de la Formation de Fecteau sont fortement amphibolitisés, schisteux à rubanés, et ils contiennent de 10 à 20 % de porphyroblastes de grenat.

#### Formation de Lacroix (*Alcx*)

La Formation de Lacroix (*Alcx*) est une nouvelle unité lithostratigraphique située au sud du lac Lacroix (figure 2). Cette Formation, orientée NW à EW, est en contact intrusif

avec le Pluton de Kalm-Coursol (*Akco*), tout le long de son contact sud. Au nord, elle est séparée des formations de Chanceux (2727 Ma) (SNRC 32G/03) et de Fecteau (2791 Ma) par les tonalites du Complexe de Barry (*Abry4*). Des affleurements typiques de cette formation [DB1058 (UTM NAD 83, 474667 E, 5419454 N) et PR5012 (UTM NAD 83, 474203 E, 5420148 N)] sont bien exposés le long de la route forestière 7090 et aux abords du lac Lacroix. Nous subdivisons la Formation de Lacroix (*Alcx*) en trois unités lithostratigraphiques : 1) une unité de komatiite magnétique, massive et vésiculaire (*Alcx1*); 2) une unité de basalte glomérophyrique, massif ou coussiné, contenant localement des niveaux de basalte komatiitique ou de basalte andésitique (*Alcx2*); et 3) une unité de tuf à lapillis ou à blocs (*Alcx3*).

#### Unité de komatiite (*Alcx1*)

L'unité *Alcx1* représente 8 % de la Formation de Lacroix. Elle occupe le cœur d'un synclinal au milieu de l'unité basaltique (*Alcx2*). Son épaisseur apparente est de 500 m et elle s'étend sur 5 à 6 km. Elle est constituée de komatiite fortement magnétique, massive et typiquement vésiculaire, localement bréchique. La susceptibilité magnétique de l'unité *Alcx1* est très élevée et elle correspond à une forte anomalie magnétique positive orientée NW-SE. La komatiite de la Formation de Lacroix contient jusqu'à 15 % de vésicules, localement remplies de carbonates. La présence de vésicules dans les komatiites est rarement signalée. Néanmoins, elles sont abondantes dans certaines unités de komatiite, notamment à Kambalda (Beresford *et al.*, 2000).

La roche est de couleur brun grisâtre en surface altérée et gris verdâtre en cassure fraîche. Elle est caractérisée par la présence de fractures de refroidissement polyédriques et une forte altération en talc. En surface altérée, la dissolution préférentielle des minéraux à travers ces fractures donne à la roche un aspect raviné (photo 1 en annexe 1). L'unité *Alcx1* est affectée localement par une très faible schistosité peu pénétrative.

L'examen pétrographique de la komatiite permet de constater que sa composition minéralogique est dominée par l'assemblage de minéraux secondaires. Elle contient une amphibole incolore à vert pâle (5 à 50 %), de l'actinote (5 à 40 %), de la chlorite (10 à 40 %), du talc (5 à 30 %), des carbonates (5 à 30 %), de la magnétite (2 à 10 %) et de l'iddingsite (1 à 7 %). L'olivine (1 à 15 %) et la magnétite (1 à 10 %) constituent les minéraux primaires localement bien préservés. Les cristaux d'olivine sont allongés (0,02 à 0,25 mm) et montrent une texture d'accumulat, par endroits.

#### Unité de basalte (*Alcx2*)

L'unité *Alcx2* représente 90 % de la Formation de Lacroix (figure 2). Elle est en contact intrusif avec le Pluton de Kalm-Coursol et l'unité tonalitique du Complexe de Barry. Le contact avec ces plutons est cisailé, schisteux ou

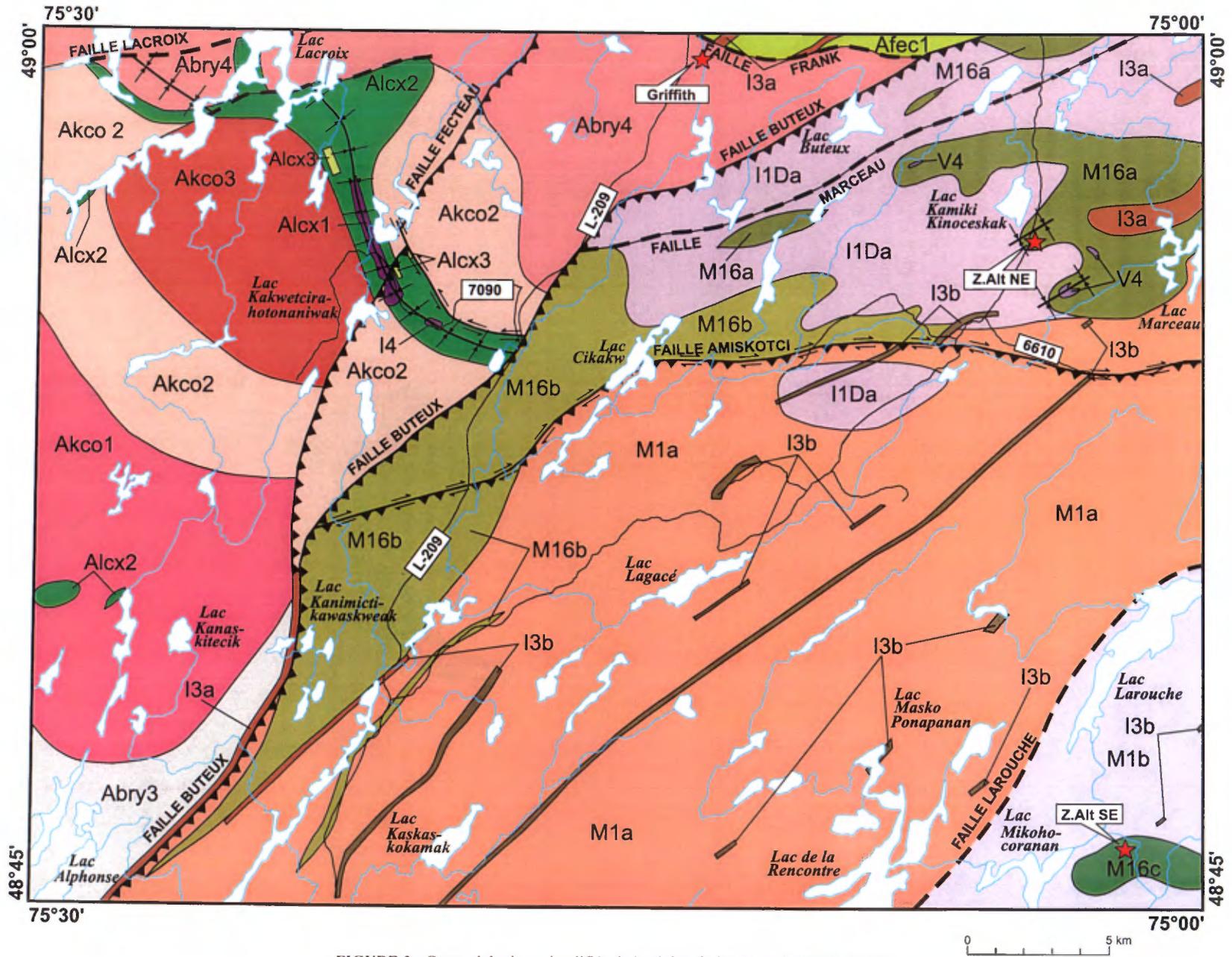


FIGURE 2 - Carte géologique simplifiée de la région du lac Lagacé (SNRC 32B/14).

## LÉGENDE STRATIGRAPHIQUE

### PROVINCE DU SUPÉRIEUR

SOUS-PROVINCE DE L'ABITIBI  
ARCHÉEN

#### Pluton de Kalm-Coursol

**Akco3** Tonalite à biotite massive

**Akco2** Granodiorite et tonalite  
foliées ou massives

**Akco1** Tonalite foliée ou gneissique,  
à hornblende + biotite + magnétite

#### Complexe de Barry

**Abry4** Tonalite à biotite et hornblende, massive  
à foliée; localement granodioritique

**Abry3** Gneiss tonalitique migmatisé,  
localement granodioritique

#### Formation de Lacroix

**Alcx3** Tuf à lapillis ou à blocs

**Alcx2** Basalte glomérophyrique, massif  
ou coussiné, amphibolitisé; basalte  
komatiitique ou basalte andésitique

**Alcx1** Komatiite magnétique, massive et  
vésiculaire

#### Formation de Fecteau

**Afec 1** Basalte massif, coussiné ou bréchiq

## LÉGENDE LITHOLOGIQUE

### PROTÉROZOÏQUE

**I3a** Dyke mafique ou ultramafique

**I3b** Dyke de gabbro à grenat,  
coronitique et ophitique

### PROVINCE DE GRENVILLE (PARAUTOCHTONE)

#### ARCHÉEN DÉFORMÉ AU PROTÉROZOÏQUE

**I1Da** Tonalite gneissique à enclaves migmatisées d'amphibolite  
à grenat ± clinopyroxène; localement granodiorite gneissique  
à biotite + hornblende

**M1a** Gneiss tonalitique migmatisé à enclaves d'amphibolite  
à grenat ± clinopyroxène

**M1b** Gneiss tonalitique migmatisé; niveaux  
d'amphibolite rubanée à grenat ± clinopyroxène

**M16a** Amphibolite à grenat, rubanée, localement  
migmatisée; dykes de tonalite

**M16b** Gneiss mafique migmatisé, à grenat ± clinopyroxène  
± épidote; injections de tonalite foliée ou gneissique;  
enclaves migmatisées de gneiss mafique glomérophyrique

**M16c** Amphibolite rubanée à grenat et clinopyroxène; niveaux  
d'amphibolite ultramafique

**V4** Volcanite ultramafique

### PROVINCE DU SUPÉRIEUR

#### ARCHÉEN

**I4** Intrusion ultramafique

★ Indice ou zone  
d'altération

 Faille ductile inverse

 Faille interprétée

 Synclinal

 Chemin forestier

FIGURE 2 (suite) - Légende de la carte géologique simplifiée.

mylonitique. L'unité *Alcx2* a une épaisseur apparente de 1,5 km et elle s'étend du NW vers le SE sur une quinzaine de kilomètres.

L'unité *Alcx2* est composée essentiellement de basalte glomérophyrique massif ou coussiné, localement magnétique. On note, entre les deux branches du lac Lacroix, la présence de niveaux de basalte komatiitique et de basalte andésitique. Dans des proportions moindres, l'unité *Alcx2* contient du gabbro synvolcanique magnétique, moyennement à grossièrement grenu et localement pegmatitique. Par endroits, l'unité *Alcx2* est coupée par des veines de quartz ± épidote ± tourmaline ± pyrite ± pyrrhotite ± hématite. Le basalte glomérophyrique est de couleur vert grisâtre en cassure fraîche et gris verdâtre en surface altérée. Il contient de 1 à 20 % d'agrégats glomérophyriques de plagioclase prismatiques ou arrondis, mesurant de 0,2 à 10,0 cm sur l'axe le plus long et baignant dans une matrice aphanitique (photo 2 en annexe 1 montrant des agrégats glomérophyriques de plagioclase mesurant de 0,2 à 5,0 cm de diamètre). Certains agrégats de plagioclase sont complètement remplacés par des agrégats d'épidote. L'unité *Alcx2* est amphibolitisée, foliée et localement schisteuse. La foliation est marquée par l'alignement de la hornblende et de l'épidote. Les agrégats ont enregistré la déformation et forment localement des sigmoïdes. Les cousins sont fortement étirés (jusqu'à des ratios de 15 pour 1) et aplatis, et leurs bordures sont épidotisées. Les basaltes de l'unité *Alcx2* sont localement vésiculaires (1 à 5 %). Les vésicules se transforment souvent en amygdales de quartz et de carbonates. En lames minces, le basalte glomérophyrique de l'unité *Alcx2* se compose de hornblende (35 à 70 %), d'actinote (2 à 10 %), de plagioclase (15 à 20 %), d'épidote (5 à 30 %), de chlorite (0 à 15 %), de quartz (2 à 10 %), de carbonates (1 à 3 %) et de minéraux opaques (1 %).

#### Unité de tuf (*Alcx3*)

L'unité *Alcx3* représente près de 2 % de la Formation de Lacroix (figure 2). Elle est constituée de petits horizons décimétriques interstratifiés avec le basalte glomérophyrique de l'unité *Alcx2*. Le tuf est de couleur vert à gris clair en cassure fraîche et blanc grisâtre en surface altérée. Il est polygénique et il contient 60 % de fragments de composition intermédiaires, de 10 à 20 % de fragments mafiques et moins de 10 % de fragments felsiques. La matrice représente 20 à 40 % de la roche. Les fragments sont aplatis et étirés dans un rapport de 10 pour 1 (photo 3 en annexe 1). Leurs dimensions varient de 5 à 10 cm pour l'axe long et de 0,5 à 1 cm pour l'axe court. L'assemblage grenat ± magnétite est localement observé dans les fragments et dans la matrice. En lames minces, le tuf à lapillite montre une texture granoblastique. Il se compose de plagioclase (45 à 50 %), de hornblende verte (5 à 10 %), de biotite (1 à 5 %), de grenat (1 à 3 %) et de quartz (5 à 10 %). Les porphyroblastes de grenat contiennent des inclusions de plagioclase, de zoïsite et de hornblende.

#### Roches intrusives d'âge Archéen

Les roches intrusives d'âge Archéen assignées à la Sous-province de l'Abitibi couvrent le tiers de la région cartographiée. Elles appartiennent au Complexe de Barry (*Abry*) et au Pluton de Kalm-Coursol (*Akco*). Cependant, aucune donnée géochronologique permettant de connaître précisément l'âge de la mise en place de ces masses intrusives n'est disponible. Les seules informations disponibles sur leur âge proviennent des relations de recoupement lithologique, structural et métamorphique.

#### Complexe de Barry (*Abry*)

Le Complexe de Barry (*Abry*) a été identifié pour la première fois par Milner (1943) dans le secteur du lac Mesplet (SNRC 32B/13) situé à l'ouest de la région cartographiée. Des travaux ultérieurs (Joly, 1990; Bandyayera *et al.*, 2002) ont permis de définir le Complexe de Barry comme un ensemble hétérogène de paragneiss, de diorite, de gneiss tonalitique migmatisé et de tonalite massive à foliée. Dans la région cartographiée, nous avons reconnu l'unité de gneiss tonalitique migmatisé, localement granodioritique (*Abry3*) et l'unité de tonalite à biotite et hornblende, massive à foliée (*Abry4*; photo 4 en annexe 1).

L'unité *Abry3* occupe l'extrémité sud-ouest de la région du lac Lagacé. Les affleurements les plus représentatifs sont observés en bordure du lac Alphonse (figure 2). L'unité *Abry3* se compose de gneiss tonalitique migmatisé, localement granodioritique. La gneissosité est marquée par une alternance de rubans mafiques et felsiques, contenant des schlierens d'amphibole et de biotite. Les rubans migmatisés contiennent de 1 à 10 % de mobilisat tonalitique. La roche est de couleur blanc grisâtre en surface altérée et gris blanchâtre en cassure fraîche. L'unité *Abry3* contient de 1 à 5 % d'enclaves plissées d'amphibolite.

L'unité *Abry4* est observée dans la partie nord de la région du lac Lagacé (SNR 32B/14). Elle occupe également le sud de la région du lac Hébert, entre les formations de Chanceux, de Macho et de Fecteau (SNRC 32G/03; Bandyayera *et al.*, 2004). L'unité *Abry4* désigne un assemblage de roches intrusives de composition essentiellement tonalitique, localement granodioritique, de couleur blanc grisâtre en surface altérée et gris blanchâtre en cassure fraîche. Ces roches sont moyennement grenues, généralement massives ou foliées. Elles contiennent de 5 à 15 % d'enclaves de diorite ou d'amphibolite. Les enclaves sont étirées, subarrondies, transposées parallèlement à la foliation et elles sont de dimension centimétrique à métrique. L'unité *Abry4* est la moins foliée et la plus homogène du Complexe de Barry. Toutefois, elle est injectée, localement, de mobilisat granitique ou pegmatitique. Typiquement, l'unité *Abry4* contient moins de 5 % de feldspath potassique, de 20 à 35 % de quartz, de 5 à 20 % de biotite, de 2 à 10 % de hornblende, de 5 à 15 % d'épidote et de 1 à

5 % d'hématite. Les minéraux accessoires sont la magnétite, l'ilménite, le zircon, le sphène et l'apatite.

### **Pluton de Kalm-Coursol (*Akco*)**

Le Pluton de Kalm-Coursol (*Akco*) couvre l'ouest de la région du lac Lagacé. La combinaison des données structurales (foliations), des données sur le degré de déformation, l'analyse du grain magnétique et la composition de l'intrusion nous orientent vers une interprétation d'une structure en dôme (voir aussi le chapitre « Géologie structurale »; figures 2 et 6). Le cœur tonalitique du dôme est accolé à la bordure sud de la Formation de Lacroix. Le Pluton de Kalm-Coursol est constitué de trois unités : la tonalite foliée ou gneissique, à hornblende + biotite + magnétite (*Akco1*); l'unité de granodiorite et de tonalite foliées ou massives (*Akco2*); et la tonalite à biotite massive (*Akco3*).

L'unité *Akco1* forme 30 % du Pluton de Kalm-Coursol. Elle affleure à l'ouest et au sud du lac Kasokocktewakamak (figure 2). Le contact entre l'unité *Akco1* et l'unité *Abry3* du Complexe de Barry est peu documenté. Le gneiss tonalitique du Complexe de Barry (unité *Abry3*) devient de plus en plus gneissique et migmatisé à l'approche du contact avec le Pluton de Kalm-Coursol. La tonalite gneissique (*Akco1*) est moyennement à grossièrement grenue, homogène, leucocrate à mésocrate. Les rubans riches en minéraux mafiques sont d'épaisseur millimétrique à centimétrique et ils sont magnétiques. Ils contiennent, en proportions variables, de la hornblende, du plagioclase, de la biotite, de l'épidote et de la magnétite. Les rubans felsiques sont généralement plus étroits que les rubans mafiques et ils contiennent moins de 5 % de minéraux mafiques. L'unité *Akco1* est injectée par plusieurs générations de tonalite et de veines de granite, de pegmatite et d'aplite qui occupent, au total, entre 10 et 30 % du volume de la roche. Les veines sont, localement, boudinées ou plissées. L'unité *Akco1* contient également entre 5 et 30 % d'enclaves de basalte glomérporphyrique et d'amphibolite que nous assignons à la Formation de Lacroix. La plupart des enclaves sont moyennement grenues, rubanées et injectées de veines plissées d'épidote et de tonalite. En lames minces, la composition de la tonalite gneissique est variable : quartz (10 à 40 %), feldspath (30 à 70 %) et minéraux mafiques (5 à 30 %).

L'unité *Akco2* représente 40 % du Pluton de Kalm-Coursol. Elle est constituée de granodiorite et de tonalite. La granodiorite forme plus de 70 % de l'unité *Akco2*. Elle est typiquement massive, moyennement grenue, homogène, de couleur orange en cassure fraîche et orange blanchâtre en surface altérée. La tonalite est surtout observée près de la Faille Buteux et elle constitue moins de 30 % de l'unité *Akco2*. Elle est massive à légèrement foliée, moyennement grenue, de couleur gris blanchâtre en cassure fraîche et blanc rosâtre en surface altérée. La tonalite contient entre 5 et 10 % de biotite, tandis que la granodiorite contient moins de 5 % de minéraux mafiques. L'unité *Akco2* est recoupée

par des dykes de pegmatite à magnétite et biotite; elle contient également jusqu'à 15 % d'enclaves d'amphibolite étirées parallèlement à la foliation.

L'unité *Akco3* forme le cœur du Pluton de Kalm-Coursol. Il s'agit d'une tonalite moyennement à grossièrement grenue, homogène, localement foliée, de couleur gris blanchâtre en surface altérée et gris moyen en cassure fraîche. La foliation est indiquée par l'alignement de la biotite qui constituent 5 à 10 % de la roche. Le quartz interstitiel n'est pas touché par la déformation et les feldspaths sont hypidiomorphes. Cette unité est typiquement dépourvue d'enclaves. Toutefois, elle contient jusqu'à 10 % de dykes de granodiorite.

### **Unités lithologiques d'âge Archéen**

#### ***Intrusion ultramafique (I4)***

Une intrusion ultramafique (*I4*) a été reconnue au sein de la Formation de Lacroix, à 1,5 km à l'est du lac Kakwetcirahotonaniwak (figure 2). L'intrusion est caractérisée par une très forte susceptibilité magnétique comparable à celle de l'unité komatiitique (*Alcx1*); il est possible qu'il s'agisse d'un faciès de cumulat de l'unité *Alcx1* plutôt qu'une intrusion indépendante. Elle mesure 600 m sur l'axe le plus long et 400 m sur l'axe le plus court. La roche est foliée, homogène, moyennement grenue, de couleur gris verdâtre en surface altérée et gris noirâtre en cassure fraîche. Elle contient, par endroits, 10 à 15 % de magnétite automorphe. Sa composition est essentiellement celle d'une pyroxénite.

En lames minces, l'intrusion ultramafique (*I4*) est formée de trémolite-actinote (70 %), de hornblende verte (8 %), de chlorite (5 %), de carbonates (50 à 90 %) et de 5 à 15 % de magnétite. La hornblende contient de 5 à 15 % d'inclusions de magnétite. L'assemblage trémolite-actinote-hornblende verte représente le produit de l'altération du pyroxène primaire. Les minéraux accessoires sont la magnétite, la biotite et la chromite.

### **Archéen déformé au Protérozoïque : Parautochtone de la Province de Grenville**

Dans la région du lac Lagacé (32B/14), la Province du Supérieur est séparée du Parautochtone de la Province de Grenville par la Faille Buteux (figure 2). Cette structure ductile (voir le chapitre « Géologie structurale ») coïncide avec un linéament aéromagnétique régional, orienté également NE-SW, mettant en évidence la limite entre les deux provinces géologiques. À l'intérieur du Parautochtone lui-même, la Faille Amistkotci sépare ce dernier en deux blocs structuraux. Au nord de cette faille, les roches sont faiblement à moyennement migmatisées, tandis qu'au sud, les roches sont fortement migmatisées. Du NW vers le SE, le gradient métamorphique dans le Parautochtone passe

graduellement des faciès inférieur à moyen des amphibolites au faciès supérieur des amphibolites et au faciès des granulites (voir le chapitre « Métamorphisme »).

#### Volcanite ultramafique (V4)

L'unité de volcanite ultramafique (V4) est observée dans la partie NE de la région cartographiée, au nord et au sud du lac Kamiki Kinoceskak; elle se retrouve au sein d'une importante unité d'amphibolite à grenat, rubanée et localement migmatisée (M16a) (figure 2). Il s'agit de trois petites lentilles mesurant entre 500 m et 1 km de longueur et de 200 à 400 m de largeur. On les retrouve essentiellement près du contact plissé de l'unité M16a avec l'encaissant tonalitique (unité IIDa). Ces lentilles ultramafiques sont elles-mêmes plissées. La volcanite ultramafique (V4) est de couleur brunâtre en surface altérée et noir grisâtre en cassure fraîche. Elle est généralement massive, moyennement à grossièrement grenue, fortement magnétique et elle montre des textures de cumulat et de 1 à 5 % de sulfures interstitiels. La distinction entre la volcanite ultramafique (V4) et une intrusion ultramafique relève plutôt d'une interprétation générale que d'observations de terrain ou de l'examen des lames minces. Cependant, on reconnaît localement un réseau de fractures losangiques similaires aux fractures de refroidissement polyédriques observées dans les komatiites de la Formation de Lacroix (unité Alcx1). Les données lithogéochimiques et pétrographiques montrent que l'unité V4 est formée de dunite, d'harzburgite et de wehrlite, montrant des textures de mésocumulat à adcumulat. Les minéraux primaires préservés sont l'olivine (5 à 80 %), l'enstatite (2 à 45 %), l'augite (2 à 15 %). Les minéraux métamorphiques sont la serpentine (2 à 20 %), le talc (1 à 10 %), la trémolite ou l'actinote (2 à 15 %), l'anthophyllite (1 à 5 %), la hornblende verte (15 à 40 %), les carbonates (1 à 10 %) et la chlorite (1 à 5 %).

#### Amphibolite à grenat (M16a)

L'unité M16a affleure dans la partie NE de la région cartographiée (figure 2). Elle est le prolongement vers le sud d'une unité d'amphibolite à grenat du Parautochtone observée dans la région du lac Hébert (32G/03), en contact de faille (la Faille Buteux) avec la Formation de Fecteau (Afec) (2791 Ma). L'unité M16a se distingue de la Formation de Fecteau par la présence d'agrégats gloméroporphyriques de plagioclase. La Faille Marceau sépare l'unité M16a en deux ensembles métamorphiques (voir le chapitre « Métamorphisme »). Au nord de la faille, l'unité d'amphibolite est affectée par un métamorphisme au faciès moyen des amphibolites, tandis qu'au sud de cette structure, l'unité M16a est au faciès supérieur des amphibolites. Le contact sud-ouest de l'unité M16a avec l'unité de tonalite gneissique (IIDa) est intrusif et plissé. Ce contact est marqué par la présence d'une tonalite gneissique à hornblende et à grenat qui s'injecte dans l'unité M16a. L'amphibolite de l'unité M16a est de couleur gris verdâtre en surface altérée et

grisâtre en cassure fraîche. L'unité M16a se compose d'amphibolite rubanée à grenat, localement à clinopyroxène et migmatisée (photo 5 en annexe 1). Le rubanement et la migmatisation de l'amphibolite s'intensifient du nord vers le sud. Dans certains rubans, la concentration du grenat peut atteindre 60 %, suggérant qu'il s'agirait de tufs intermédiaires de composition alumineuse montrant une forte altération volcanogène. On reconnaît, localement, des restes de coussins avec des anciennes bordures hyaloclastiques présentement remplies d'épidote, de hornblende et de grenat. Par endroits, l'unité d'amphibolite à grenat, rubanée et localement migmatisée (M16a), contient des agrégats gloméroporphyriques de plagioclase. Les veines de quartz ou les dykes de tonalite qui coupent l'unité M16a sont fortement plissés et subparallèles aux plans de rubanement. L'unité d'amphibolite contient, localement, des niveaux d'épaisseur métrique de chert et de formation de fer silicatée, métamorphisée et fortement rouillée (voir le chapitre « Géologie économique »). En lames minces, l'amphibolite se compose de hornblende (40 à 70 %), de grenat (30 à 60 %), de clinopyroxène (2 à 15 %), de plagioclase (20 à 50 %), d'épidote (1 à 10 %) et de quartz (3 à 10 %). Les minéraux accessoires sont la biotite, les carbonates et le sphène.

#### Gneiss mafique à grenat (M16b)

L'unité M16b affleure au NW et à l'est de la rivière Pascagama, à l'est et à l'ouest du lac Cikakw, et le long des failles Buteux et Amiskotci (figure 2). Elle s'étend en direction NE sur 24 km de longueur et près de 5 km de largeur. L'unité M16b se compose de gneiss mafique migmatisé, à grenat ± clinopyroxène ± épidote, injecté de tonalite foliée ou gneissique, à hornblende + épidote + grenat. Dans certains rubans du gneiss mafique, la concentration de grenat peut atteindre 30 %. Le gneiss mafique se retrouve souvent sous forme d'enclaves rubanées au sein de la tonalite migmatisée, dans des proportions de 20 à 60 %. La plupart de ces enclaves sont magnétiques et épidotisées. Localement, les niveaux de gneiss mafiques contiennent des agrégats gloméroporphyriques de plagioclase. Toutefois, les traces d'une origine volcanique sont oblitérées. Toute l'unité M16b est fortement plissée. Des plis en fourreau à vergence nord-ouest sont exposés en coupe le long de la route L-209 (voir le chapitre « Géologie structurale »). L'unité M16b se caractérise également par la présence de 2 à 10 % de veines d'épidote et de 2 à 15 % de dykes granitiques à pegmatitiques qui sont transposés parallèlement à la foliation ou au rubanement. En lames minces, le gneiss mafique montre une texture granoblastique. Il est composé de hornblende (40 à 70 %), d'actinote (5 à 15 %), de plagioclase (20 à 35 %), de clinopyroxène (1 à 5 %), de grenat (5 à 15 %), d'épidote (1 à 15 %), de quartz (3 à 10 %) et de biotite (1 à 5 %). La tonalite gneissique est lépidoblastique et elle est constituée de plagioclase (40 à 60 %), de quartz (de 15 à 30 %), de biotite brune (1 à 10 %), de hornblende verte (5 %) et d'épidote

(3 %). Les minéraux accessoires sont le sphène et la magnétite.

### **Amphibolite à grenat et clinopyroxène (M16c)**

L'unité *M16c* est située dans le coin sud-est de la région cartographiée (figure 2). Elle représente une bande orientée E-W, de 1,2 km d'épaisseur et de 4 km de longueur. L'unité *M16c* est typiquement à grenat et clinopyroxène. La roche est de couleur grisâtre ou noir brunâtre en surface altérée et gris noirâtre en cassure fraîche. Elle est rubanée, moyennement à grossièrement grenue, équi-granulaire à porphyroblastique. Les rubans, d'épaisseur centimétrique, montrent une alternance entre des rubans pauvres en grenat (5 à 10 %) (photo 6 en annexe 1) et riches en grenat (10 à 50 %). Les rubans contenant 50 % de grenat forment, par endroits, des horizons de pyrigarnite. On reconnaît, localement, des restes de coussins avec d'anciennes bordures hyaloclastiques remplies d'épidote, de hornblende, de clinopyroxène et de grenat. Le grenat est disséminé un peu partout dans l'unité *M16c*, et son diamètre atteint souvent 1 cm. Les amphibolites de l'unité *M16c* se distinguent également de celles des unités *M16a* et des gneiss mafiques (*M16b*) par l'absence d'agrégats gloméroporphyriques de plagioclase.

Certains niveaux de l'amphibolite rubanée *M16c* sont de composition ultramafique. Ils se distinguent par une couleur vert foncé en surface altérée alors que le reste de l'unité est typiquement grisâtre. L'unité *M16c* est coupée par une série de veines de quartz-carbonates tronquées par le rubanement dans les niveaux amphibolitiques adjacents.

### **Gneiss tonalitique à enclaves d'amphibolite (M1a)**

L'unité *M1a* est située au sud de la Faille Amiskotci (figure 2). Elle englobe des gneiss tonalitiques hétérogènes, fortement déformés, contenant de 0 à 10 % d'enclaves d'amphibolite à grenat ± clinopyroxène. L'unité *M1a* est typiquement migmatisée. La migmatisation augmente graduellement du nord vers le sud, et du NW vers le SE de la région cartographiée. Elle est observée autant dans les enclaves d'amphibolite que dans le gneiss tonalitique. Le gneiss tonalitique consiste en une alternance de rubans de tonalite mésocrate à hornblende et de tonalite leucocrate à biotite, d'épaisseur millimétrique à centimétrique (photo 7 en annexe 1). Il contient de 1 à 10 % de grenat, autant dans le faciès mésocrate que dans le faciès leucocrate. Par endroits, les rubans sont très réguliers et la roche se présente comme un gneiss droit. Les structures linéaires de la roche sont bien développées et elles sont soulignées par l'étirement des minéraux mafiques et les tiges de quartz. Certains rubans sont formés de gneiss mafique à grenat (jusqu'à 15 % de la roche) ± clinopyroxène. Ils se caractérisent également par l'abondance des cristaux de hornblende (70 %) fortement étirés. Le gneiss tonalitique (*M1a*) est généralement injecté de mobilisat felsique, parallèle-

ment à la gneissosité. Des dykes de pegmatite ou des veines de quartz sont par endroits fortement déformés, plissés, boudinés et partiellement à complètement transposés dans les plans de gneissosité. Les enclaves d'amphibolite sont généralement gloméroporphyriques. Elles sont fortement déformées, migmatisées et entrecoupées de dykes de pegmatite ou de tonalite.

### **Gneiss tonalitique avec des niveaux d'amphibolite (M1b)**

L'unité *M1b* affleure à l'est du lac Larouche, dans le coin SE de la région cartographiée (figure 2). Elle se compose du gneiss tonalitique le plus migmatisé de la région, au sein duquel on observe constamment des niveaux d'amphibolite rubanée à grenat ± clinopyroxène, d'épaisseur métrique à décamétrique. Ces niveaux d'amphibolite ne sont pas cartographiables à l'échelle 1 : 50 000, et contrairement aux enclaves d'amphibolite de l'unité *M1a*, ils ne contiennent pas de faciès gloméroporphyrique. Cependant, ils forment par endroits jusqu'à 20 % de l'affleurement du gneiss tonalitique. Les niveaux d'amphibolite sont fortement plissés, migmatisés et injectés de matériel tonalitique.

Sur le plan pétrographique, le gneiss tonalitique migmatisé de l'unité *M1b* est similaire à celui de l'unité *M1a*. Toutefois, l'unité *M1b* est la plus migmatisée de toute la région cartographiée et les enclaves d'amphibolite sont omniprésentes. On observe la fusion partielle aussi bien dans le gneiss tonalitique que dans les enclaves ou dans les niveaux d'amphibolite. L'unité *M1b* contient de multiples injections de mobilisat tonalitique ou trondhjémitique. La datation U-Pb de zircons prélevés dans le leucosome de la migmatite (affleurement n° EG-2134; photo sur la page couverture) indique un âge de  $2647 \pm 2$  Ma (Davis et Dion, en préparation). Ces données géochronologiques impliquent que la migmatisation du Parautochtone relève d'un processus archéen et non grenvillien (voir également le chapitre « Discussions et Conclusions »).

### **Tonalite gneissique à enclaves d'amphibolite (I1Da)**

L'unité *I1Da* affleure dans la partie NE de la région du lac Lagacé, entre la Faille Buteux et la Faille Amiskotci et elle est coupée par la Faille Marceau. Elle constitue la moitié de la zone transitionnelle entre le Parautochtone grenvillien et l'Archéen (voir le chapitre « Métamorphisme »); l'autre moitié est formée par les unités *M16a*, *V4* et *I3a*. Dans l'unité *I1Da*, le degré de métamorphisme passe graduellement du faciès moyen des amphibolites au nord, au faciès supérieur des amphibolites, au sud. L'unité *I1Da* se compose de tonalite gneissique contenant 2 à 10 % d'enclaves migmatisées d'amphibolite à grenat ± clinopyroxène. Ces enclaves sont fortement déformées, migmatisées, et elles contiennent des agrégats gloméroporphyriques de plagioclase (1 à 10 %). Contrairement aux unités

felsiques *M1a* et *M1b*, toutes les deux situées au sud de la Faille Amiskotci, la tonalite gneissique de l'unité *I1Da* ne contient pas de grenat et n'est pas migmatisée. La tonalite gneissique *I1Da* contient localement, et dans des proportions variables, de la tonalite gneissique à hornblende et de la granodiorite gneissique à biotite et hornblende. La granodiorite gneissique est plus importante entre la Faille Buteux et la Faille Marceau, où elle forme localement 50 % de l'unité *I1Da*. Elle est moyennement à grossièrement grenue, localement porphyrique. La texture gneissique de la granodiorite est marquée par une prédominance de rubans leucocrates (>80 % de la roche). Des dykes de pegmatite rose hématisée (10 %) s'injectent parallèlement à la gneissosité.

La tonalite gneissique est constituée d'une alternance de rubans leucocrates, moyennement à grossièrement grenus, et de rubans mésocrates moyennement grenus. Les rubans sont plus ou moins discontinus et ils sont d'épaisseur millimétrique à centimétrique. Les rubans mésocrates contiennent de 5 à 20 % de hornblende. L'unité *I1Da* est localement plissée, en particulier au contact avec la bande d'amphibolite à grenat (unité *M16a*). Les rubans leucocrates et mésocrates plissés sont réarrangés de façon chaotique. Les dykes de pegmatite sont également plissés et boudinés.

## Protérozoïque

### Dykes mafiques ou ultramafiques (I3a)

Dans la région du lac Hébert, au nord, l'unité de basalte de la Formation de Fecteau (*Afec1*) est coupée par deux dykes de composition mafique ou ultramafique (unité *I3a*; Bandyayera *et al.*, 2004). Ces dykes sont coiffés d'une anomalie magnétique positive orientée NE. Dans la présente carte, ce type de dyke mafique ou ultramafique (*I3a*), typiquement sans grenat, est également présent le long du tracé de la Faille Buteux, dans la partie sud-ouest de la région cartographiée, et au nord de la Faille Amiskotci (figure 2). Dans la partie nord-est de la région, ces dykes, généralement de composition gabbroïque, sont caractérisés par leur résistance à la déformation. Leurs bordures sont localement bréchifiées et schisteuses. Leur épaisseur varie de 100 à 200 m. Au nord du lac Marceau, l'épaisseur du dyke de gabbro atteint exceptionnellement 1 km. Le gabbro est de couleur gris verdâtre en surface altérée et gris moyen en cassure fraîche. Il montre typiquement une texture subophitique à ophitique bien préservée. En lames minces, la roche est formée de clinopyroxène frais (5 à 55 %), d'orthopyroxène (0 à 10 %), d'olivine (0 à 3 %), de baguettes de plagioclase (40 à 60 %), de biotite rouge-brun (1 à 3 %), de hornblende verte (5 à 40 %), d'actinote aciculaire (10 à 40 %), de magnétite (5 %), de quartz interstitiel (1 à 5 %) et de sulfures disséminés (<2 %). Les minéraux accessoires sont la magnétite, le zircon, l'apatite

et la muscovite. Le clinopyroxène est partiellement ou totalement altéré en hornblende de couleur vert à vert bleuté ou en tremolite-actinote; le plagioclase est localement saussuritisé. Localement, on observe aussi de l'olivine altérée avec des couronnes d'orthopyroxène. Dans le gabbro de l'unité *I3a*, l'altération du plagioclase en scapolite est rare. La signature chimique de ces dykes est similaire à celle des essais de Senneterre ou de Biscotasing datés à 2167 Ma (voir les chapitres « Lithogéochimie » et « Discussion et Conclusion »).

Le faciès ultramafique de l'unité *I3a* est observé au nord de la Faille Frank, dans le prolongement sud des dykes mafiques cartographiés dans la région du lac Hébert (Bandyayera *et al.*, 2004). Ces dykes s'arrêtent sur la Faille Frank. La roche ultramafique est de couleur brun grisâtre en surface altérée et gris moyen foncé en cassure fraîche. Elle est homogène, massive, moyennement à finement grenue, de composition péridotitique à pyroxénitique.

### Dykes de gabbro à grenat (I3b)

L'unité *I3b* est composée de dykes de gabbro à grenat, coronitique, ophitique, moyennement à grossièrement grenu et magnétique (photo 8 en annexe 1). Le gabbro à grenat est typiquement massif, quoique ses bordures soient parfois amphibolitisées et déformées. L'unité *I3b* montre par endroits un litage magmatique marqué par l'alternance de lits leucocrates et mélanocrates, d'épaisseur centimétrique à métrique. Le sommet des lits leucocrates est localement grossièrement grenu et il contient plus de grenats que la base. Ce type de dyke de gabbro à grenat est observé uniquement dans le Parautochtone, à l'est de la Faille Buteux. Ces dykes sont nombreux au sud de la Faille Amiskotci, et rares au nord de cette dernière. Tout comme les dykes mafiques ou ultramafiques, on les repère aisément grâce à leurs signatures magnétiques positives, orientées NE-SW, et qui se terminent sur la Faille Amiskotci. Les dykes de gabbro de l'unité *I3b* sont d'extension plurikilométrique et leur épaisseur varie de 100 à 200 m. Ils coupent par endroits les structures gneissiques des gneiss tonalitiques migmatisés (unités *M1a* et *M1b*). Ils sont donc postérieurs à la déformation et au métamorphisme régionaux archéens. Les relations de recoupement entre ces dykes, le métamorphisme et les structures archéennes ainsi que les failles grenvilliennes, telle la Faille Amiskotci qui les affecte permettent de dire que ces dykes sont post 2648 Ma et pré-grenvilliens. En lames minces, le gabbro coronitique à grenat (unité *I3b*) se compose de clinopyroxène frais (5 à 20 %), d'orthopyroxène (0 à 10 %), de baguettes de plagioclase (40 à 60 %), de biotite rouge-brun (1 à 3 %), de hornblende brune (5 à 10 %), de grenat (5 à 50 %), d'actinote aciculaire (10 à 40 %), de scapolite (5 à 35 %), de magnétite (5 %) et de sulfures disséminés (<2 %). Les minéraux accessoires sont la magnétite, le zircon, l'apatite et les carbonates. Dans les gabbros de l'unité *I3b*,

l'altération du plagioclase en scapolite est un phénomène très répandu. Une texture coronitique est très bien développée dans ces gabbros. Elle se présente tantôt sous forme de couronnes de grenat autour de l'orthopyroxène ou du clinopyroxène, tantôt sous forme de couronnes successives de biotite et de grenat autour de la magnétite. Le grenat se développe également directement sur le plagioclase. La signature chimique de ces dykes est similaire à celle du Grand dyke d'Abitibi daté à 1141 Ma (voir les chapitres « Lithogéochimie » et « Discussion et Conclusion »).

## LITHOGÉOCHIMIE

Le volet « lithogéochimie » du présent rapport vise à classifier et à caractériser les différentes lithologies de la région du lac Lagacé sur une base géochimique. Les 120 échantillons utilisés dans ce chapitre ont été analysés par *ACME Analytical Laboratories*. Les éléments majeurs et les éléments en traces sont analysés par la méthode ICP-ES (spectrométrie d'émission atomique à source plasma). Les terres rares et les éléments de faible concentration sont analysés par la méthode ICP-MS (spectrométrie de masse à source plasma). Tous les résultats analytiques sont intégrés à la base de données du SIGEOM.

### Roches volcaniques mafiques et ultramafiques

Selon les diagrammes de classification de Maclean et Barrett (1993), de Winchester et Floyd (1977) et de Jensen (1976), les basaltes des unités *Alcx2* (7 échantillons), et ceux qui constituaient le protolithe des unités *M16a* (amphibolite; 3 échantillons) et *M16c* (gneiss mafique; 2 échantillons) ont des compositions subalcalines et basaltiques qui couvrent le domaine des tholéiites magnésiennes et de ferrotholéiites (figures 3a, 3b et 3c). Sur les diagrammes des éléments des terres rares normalisés aux chondrites (figure 3e), les unités *Alcx2* et *M16a* montrent un spectre des terres rares plat  $[(La/Yb)_n = 0,5 \text{ à } 2]$  [où « n » signifie : normalisé par rapport aux chondrites; les valeurs de normalisation sont tirées de Sun et McDonough (1989)] et une absence d'anomalie négative en Eu. Sur les diagrammes multiéléments (figure 3f), les unités *Alcx2* et *M16a* se caractérisent par l'absence d'anomalie négative en Nb ou en Ti et par un net enrichissement en Nb par rapport au Th. Ce profil d'éléments en trace implique l'absence d'une interaction entre le magma parent et une composante crustale. Par ailleurs, leurs rapports Th/Nb variant entre 0,05 et 0,26 sont similaires à ceux du manteau primitif (Th/Nb = 0,118). Ces caractéristiques indiquent que les basaltes de la Formation de Lacroix (unité *Alcx2*) et le protolithe des amphibolites de l'unité *M16a* possèdent des

compositions comparables à celles du plancher océanique issu d'une *plume* mantellique non contaminée (Wilson, 1989).

Contrairement aux unités *Alcx2* et *M16a*, l'unité *M16c* montre un spectre des terres rares fractionné  $[(La/Yb)_n = 2 \text{ à } 3]$  (figure 3e). Sur les diagrammes multiéléments (figure 3f), l'unité *M16c* se caractérise par une forte anomalie négative en Nb, un net enrichissement en Th et La et par des anomalies négatives en Ti et Sr. Leurs rapports Th/Nb, variant de 0,16 à 0,52, se démarquent sensiblement de ceux des basaltes générés par une *plume* mantellique (Th/Nb = 0,118). Ces caractéristiques géochimiques sont interprétées comme une conséquence de l'assimilation de la croûte continentale par un magma parent (Wilson, 1989; Kerrich et Wyman, 1997).

Sur le diagramme discriminant d'environnements géodynamiques de Wood (1980) (figures 3d), les basaltes tholéiitiques des unités *Alcx2* et *M16a*, se situent dans le champ des basaltes de type N-MORB. Les basaltes tholéiitiques de l'unité *M16c* se placent dans le champ des tholéiites d'arcs insulaires (tholéiites d'arcs primitifs) avec un rapport Hf/Th supérieur à 3.

Les échantillons analysés des roches volcaniques ultramafiques proviennent des unités *Alcx1* et *V4*. Le diagramme de Jensen (figure 3c) montre que ces unités sont formées de komatiite péridotitique. Les laves komatiitiques ont des concentrations en MgO variant de 25 à 30 %, en Ni de 0,10 à 0,19 %, en Cu de 17 à 142 ppm et des rapports Mg# qui varient de 80 à 86 [où « Mg# » =  $MgO/MgO + FeO(\text{total})$ , exprimé en % moléculaire]. Les cumulats de komatiite péridotitique montrent des concentrations en MgO de 40 à 50 % et ils sont très appauvris en Ni qui varie de 0,03 à 0,1 %. Toutes les komatiites analysées sont non appauvries en Al ( $Al_2O_3/TiO_2 = 20 \text{ à } 23$ ; Sproule *et al.*, 2002). Sur les diagrammes des éléments des terres rares normalisés par rapport aux chondrites, les komatiites affichent un spectre des terres rares plat  $[(La/Yb)_n = 0,59 \text{ à } 1,12]$  (figure 3e), avec un léger appauvrissement en terres rares légères et intermédiaires (La, Ce, Pr, Nd, Sm). Bien que ces komatiites soient fortement appauvries en terres rares, leurs profils sont presque parallèles à ceux des basaltes associés, suggérant que ces roches aient été générées par la même *plume* mantellique qui a produit les magmas basaltiques. Cependant, sur les diagrammes multiéléments, les komatiites montrent un faible appauvrissement en Nb  $[(Nb/Th)_n = 0,40 \text{ à } 0,57]$  et en Ti. Ces données suggèrent une interaction du magma parent des komatiites avec une composante crustale (voir aussi le chapitre « Géologie économique »).

### Roches volcaniques intermédiaires

Les résultats analytiques des échantillons de roches intermédiaires traités dans cette section proviennent de la Formation de Lacroix (unité *Alcx3*). Les tufs à lapillis ou à blocs de l'unité *Alcx3* (5 échantillons) sont de composition andésitique et d'affinité transitionnelle (figures 3a, 3b et

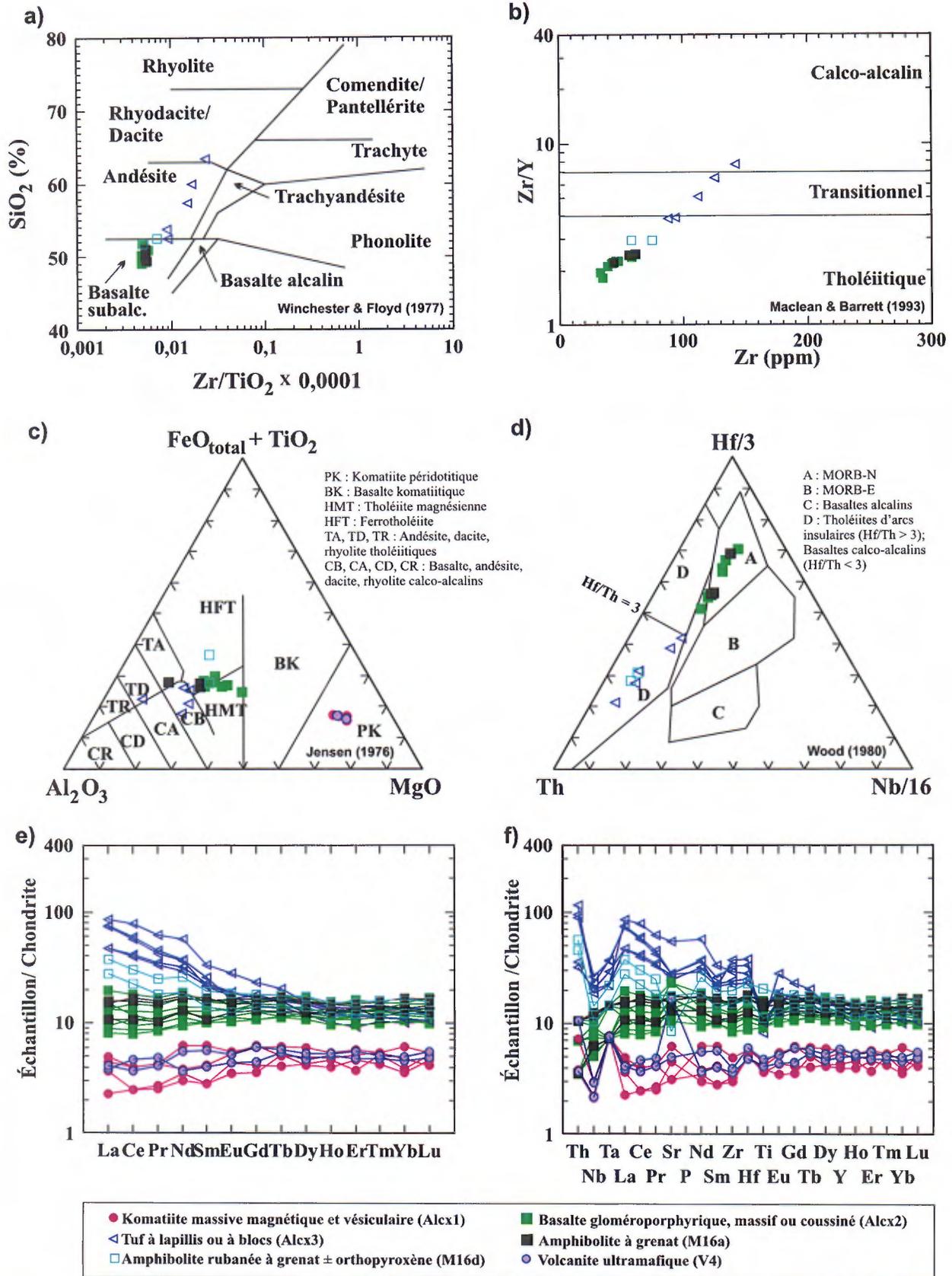


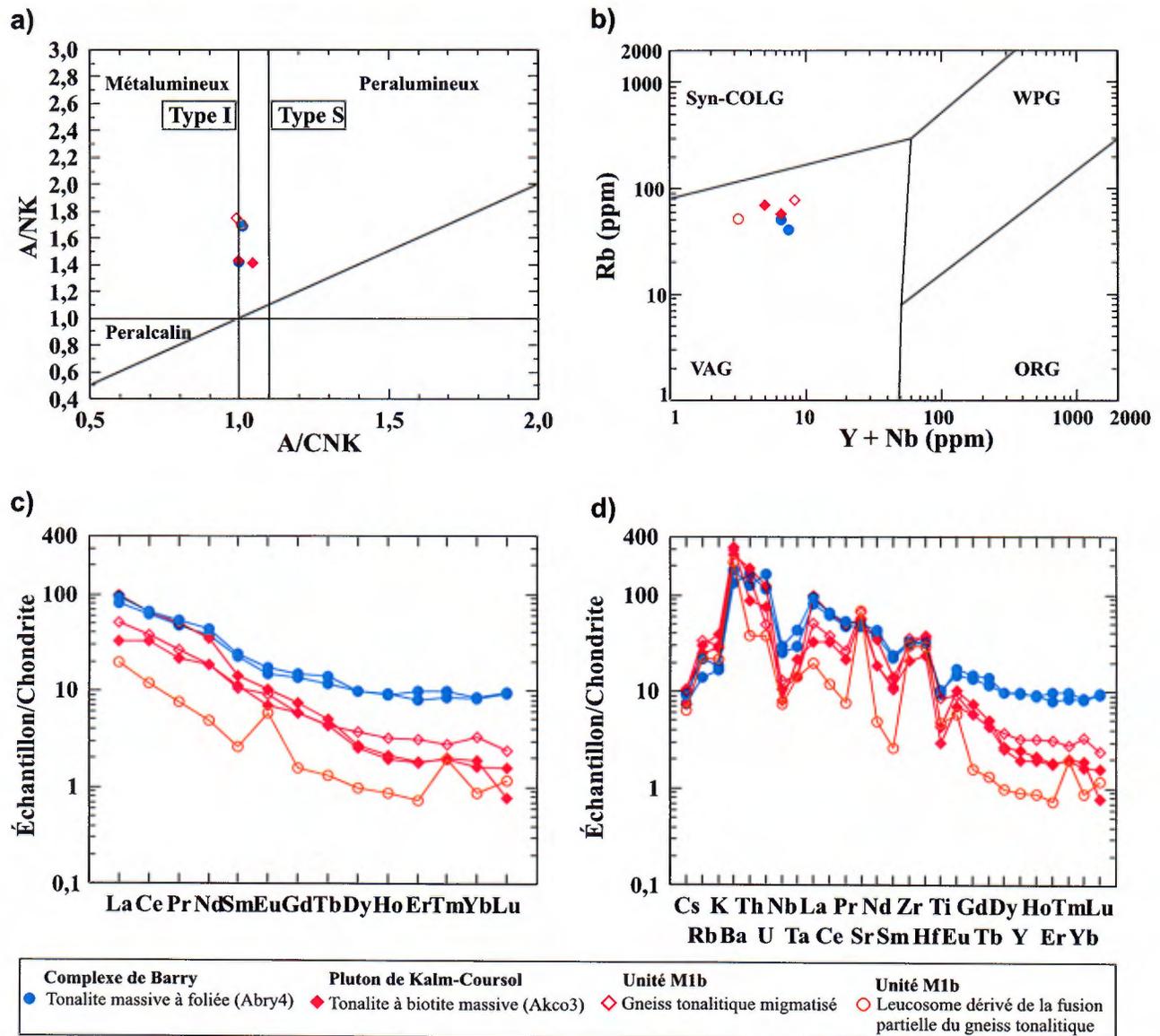
FIGURE 3 - Diagrammes de caractérisation géochimique des roches mafiques et ultramafiques : a) Diagramme de classification  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  (Winchester et Floyd, 1977); b) Diagramme d'affinité  $\text{Zr}/\text{Y}$  versus  $\text{Zr}$  (Maclean et Barrett, 1993); c) Diagramme cationique  $(\text{FeO}(\text{total}) + \text{TiO}_2) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$  (Jensen, 1976); d) Diagramme de discrimination géotectonique  $\text{Hf}/3 - \text{Th} - \text{Nb}/16$  (Wood, 1980); e) et f) Diagrammes des éléments des terres rares et diagrammes multiéléments normalisés par rapport aux chondrites, illustrant la caractérisation géochimique des unités Alc1, Alc2, Alc3, V4, M16a et M16c.

3c). Sur les diagrammes des éléments des terres rares et les diagrammes multiéléments normalisés aux chondrites (figures 3e et 3f), l'unité *Alcx3* a des profils caractérisés par un net enrichissement en terres rares légères [(La/Yb)<sub>n</sub> = 3 à 8], un appauvrissement en terres rares lourdes et moyennes, des anomalies négatives prononcées en Nb + Ta, en Sm et en Ti, et des teneurs en Th variant de 0,5 à 2,7 ppm. Les rapports (Th/La)<sub>n</sub> varient de 0,7 à 1,69 et (Nb/Th)<sub>n</sub> de 0,11 à 0,64. Ces caractéristiques géochimiques suggèrent un environnement d'arc insulaire pour la mise en place des volcanites intermédiaires de la Formation de Lacroix. Ceci est confirmé par le diagramme discriminant de Wood (1980) selon lequel les andésites de la Formation de Lacroix se situent dans le domaine des arcs volcaniques formés de basaltes calco-alcalins (Hf/Th < 3) (figure 3d).

## Roches intrusives

### Roches intrusives felsiques

Les échantillons utilisés dans cette section appartiennent au Pluton de Barry (*Abry4*; 2 échantillons), au Pluton de Kalm-Coursol (*Akco3*; 2 échantillons) et à l'unité de gneiss tonalitique migmatisé (*M1b*; 2 échantillons). Toutes les roches felsiques analysées sont méta-alumineuses à légèrement peralumineuses [figure 4a; A/CNK = 1 à 1,05 et A/NK = 1,4 à 1,8 (où « A », « C », « N » et « K » représentent respectivement les proportions moléculaires de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O)]. Tous les profils des éléments des terres rares des roches intrusives montrent un enrichissement en terres rares légères et un appauvrissement en terres rares



**FIGURE 4** - Diagrammes de caractérisation géochimique des roches intrusives felsiques : **a)** Diagramme A/NK versus A/CNK (Maniar et Picolli, 1989; Shand, 1974; Chappell et White, 1974); A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (molaire), N = Na<sub>2</sub>O (molaire), K = K<sub>2</sub>O (molaire), C = CaO (molaire); **b)** Diagramme de discrimination géotectonique Rb versus Y + Nb (Pearce *et al.*, 1984; Syn-COLG = Granite syncolisionnel; VAG = Granite intraplaque; ORG = Granite de ride océanique); **c)** et **d)** Diagrammes des éléments des terres rares et diagrammes multiéléments normalisés par rapport aux chondrites, illustrant la caractérisation géochimique des unités Abry4, Akco3 et M1b.

lourdes (figures 4c et 4d). Les compositions des tonalites massives à foliées du Complexe de Barry sont les plus évoluées de toutes les roches analysées (figure 4c). Le leucosome dans la tonalite migmatisée (unité *M1b*) est l'unité la plus pauvre en terres rares. Il se distingue également par une forte anomalie positive en Eu (figure 4c). Sur les diagrammes multiéléments normalisés par rapport aux chondrites (figure 4d), toutes les unités felsiques montrent des profils d'éléments traces bien fractionnés, avec des anomalies négatives en Nb-Ta et en Ti. Elles se caractérisent également par un appauvrissement en Cs et Rb. Selon les observations effectuées sur le diagramme de classification paléotectonique de Pearce *et al.* (1984), les différents plutons de la région étudiée appartiennent à la classe des granitoïdes d'arc volcanique (VAG; figure 4b).

### Dykes mafiques protérozoïques

Les résultats analytiques montrent une différence majeure entre les dykes mafiques ou ultramafiques sans grenat de l'unité *I3a* (4 échantillons) et les dykes de gabbro coronitique à grenat de l'unité *I3b* (3 échantillons). L'unité *I3a* montre des concentrations en  $\text{SiO}_2$  supérieures à celles de l'unité *I3b* (figure 5b), tandis que les rapports Mg# de l'unité *I3a* sont typiquement inférieurs à ceux de l'unité *I3b* [ $\text{Mg\#} = \text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeO}(\text{total}))$ , exprimé en % molaire]. Sur le diagramme de Jensen (figure 5a), les gabbros de l'unité *I3a* occupent le champ des tholéiites magnésiennes, tandis que les gabbros coronitiques à grenat de l'unité *I3b* occupent le champ des tholéiites ferrifères. Compte tenu de leurs teneurs en  $\text{SiO}_2$  (>50 %), en  $\text{TiO}_2$  (<0,7 %), en

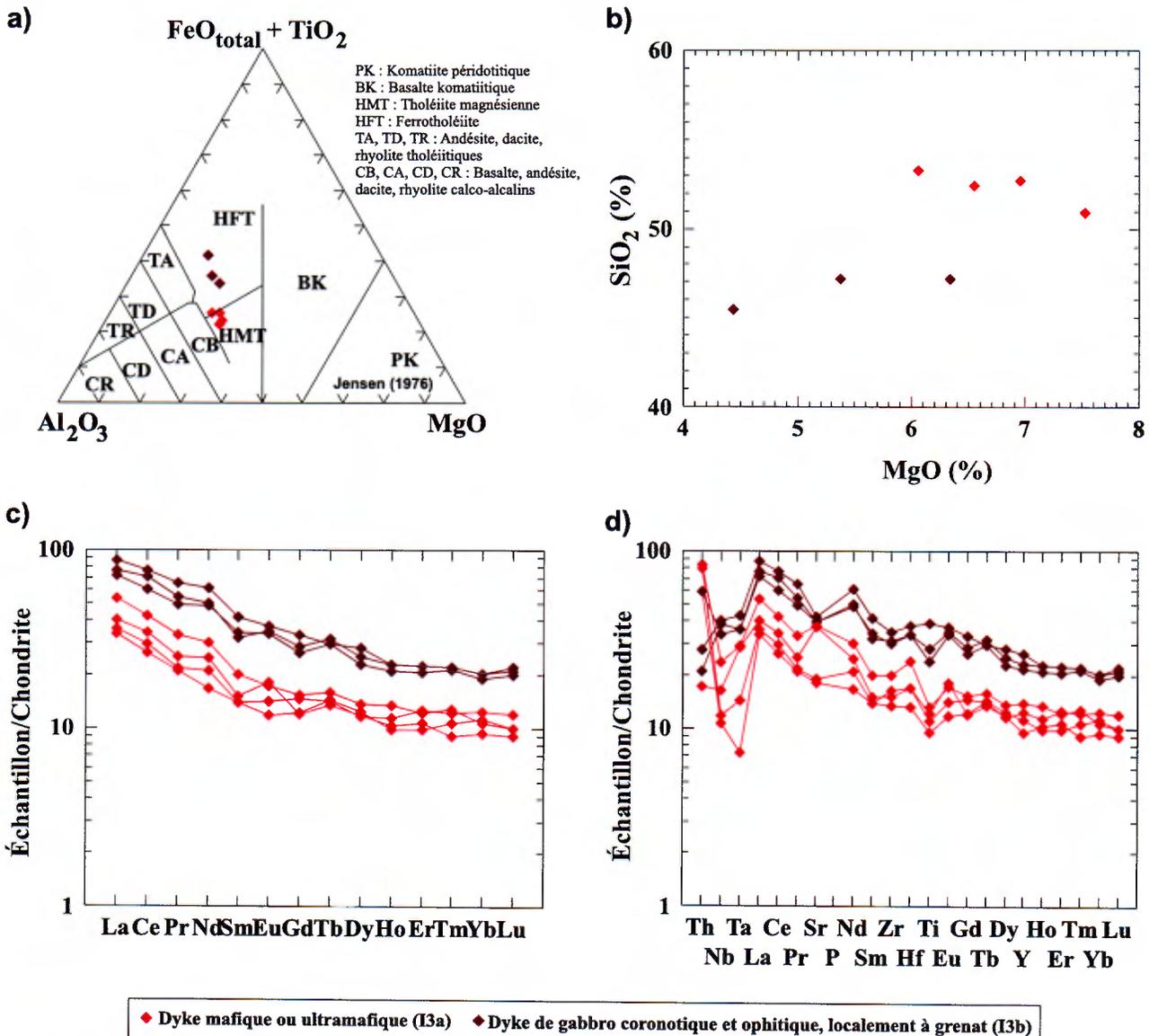


FIGURE 5 - Diagrammes de caractérisation géochimique des dykes protérozoïques : a) Diagramme cationique  $(\text{FeO}(\text{total}) + \text{TiO}_2) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$  (Jensen, 1976); b) Diagramme  $\text{SiO}_2$  vs MgO; c) et d) Diagrammes des éléments des terres rares et diagrammes multiéléments normalisés par rapport aux chondrites.

$P_2O_5$  (<0,09 %) et en  $K_2O$  (<0,5 %), les dykes de gabbro de l'unité *I3a* s'apparentent aux essais de dykes de Biscotasing (2167 Ma) ou de Senneterre (2214 Ma) (Halls et Davis, 2004). Les dykes de type *I3b*, par leurs teneurs en  $SiO_2$  (<50 %), en  $TiO_2$  (>1,5 %), en  $P_2O_5$  ( $\geq 0,3$  %) et en  $K_2O$  ( $\approx 1$  %) ressemblent à l'essai de dyke de l'Abitibi (1141 Ma) (Krogh *et al.*, 1987; Halls et Davis, 2004).

Sur les diagrammes des éléments des terres rares normalisés aux chondrites (figure 5c), les unités *I3a* et *I3b* affichent des spectres enrichis en terres rares légères par rapport aux terres rares lourdes [ $(La/Yb)_n = 2,9$  à 5]. Cependant, l'unité *I3b* est nettement plus enrichie en terres rares que l'unité *I3a*. Sur les diagrammes multiéléments normalisés aux chondrites (figure 5d), l'unité *I3a* se caractérise par de fortes anomalies négatives en Nb, en Ta et en Ti, suggérant une contamination crustale du magma parent. L'unité *I3b* se caractérise par l'absence d'anomalies en Nb et Ta et par de faibles anomalies en Ti. Les rapports Th/Yb (0,20) et Ta/Yb (0,15) de l'unité *I3b* sont similaires à ceux d'un manteau appauvri (Pearce, 1983). L'unité *I3a* a des rapports Th/Yb (1) et Ta/Yb (0,08) comparables à ceux des arcs océaniques.

## GÉOLOGIE STRUCTURALE

Deux styles structuraux contrastés sont reconnus dans la région du lac Lagacé (SNRC 32B/14) (figure 6). Le style structural de la partie NW est régi par le Pluton de Kalm-Coursol, lequel présente toutes les caractéristiques des dômes associés aux granodiorites tardi-tectoniques de la Sous-province de l'Abitibi (Chown *et al.*, 1992). La partie SE de la région consiste en roches supracrustales et intrusives souvent migmatisées marquées par les effets de l'orogénèse grenvillienne. Les effets de la déformation grenvillienne apparaissent progressivement du NW au SE, mais ils deviennent dominants à partir de la Faille Buteux.

### Fabriques planaires, linéaires et plissements

Les unités cartographiées sont affectées par au moins une schistosité ou une foliation minérale pénétrative. La schistosité principale dans les roches métavolcaniques est  $S_2$ , tout comme dans la région du lac Hébert (Bandyayera *et al.*, 2004) plus au nord. La schistosité  $S_2$  est localement replissée par des plis isoclinaux  $P_3$ . Le grain structural des roches intrusives archéennes au NW de la Faille Buteux (figure 6, domaine 1) est contrôlé par le Pluton de Kalm-Coursol. La dispersion de la foliation et de la linéation minérale à l'intérieur de ce pluton définit un patron circulaire. Les enclaves et les cristaux sont relativement peu étirés et la foliation, lorsqu'elle est bien développée, ne

confère jamais à la roche un aspect schisteux. Ces caractéristiques indiquent que le degré de déformation des roches du Pluton de Kalm-Coursol est généralement faible. Cette fabrique se superpose à celle des roches plutoniques et volcaniques avoisinantes hôtes du Pluton de Kalm-Coursol. Elle réoriente la trame de la schistosité principale kénoréenne, notamment dans la Formation de Lacroix.

La Formation de Lacroix occupe un synforme isoclinal ( $P_3$ ) de direction NNW-SSE accolé au flanc NE du Pluton de Kalm-Coursol (figure 6, domaine 2). Ces roches sont marquées par une forte schistosité ( $S_2$ ) pénétrative (photo 2 en annexe 1). Les marqueurs passifs, tels les cristaux de plagioclase, sont étirés à l'intérieur de la foliation, définissant une linéation d'étirement ( $L_e$ ) plongeant modérément dans une direction N à NNE. La schistosité est plus faible dans les roches ultramafiques occupant la charnière du pli et plus intense sur les flancs du pli. La trace de la schistosité principale est localement orthogonale à l'axe du pli, indiquant que ce plissement ( $P_3$ ) est postérieur à la schistosité principale ( $S_2$ ).

Les roches au SE de la Faille Buteux sont marquées par un style structural grenvillien et elles appartiennent au Parautochtone. Les fabriques archéennes y sont progressivement réorientées par l'orogénèse grenvillienne. Dans ce secteur, nous avons distingué deux domaines structuraux séparés par la Faille Amiskotci (figure 6, domaines 3 et 4). Ces domaines sont caractérisés par une attitude moyenne des fabriques planaires se rapprochant d'une attitude NE-SO et des linéations plongeant modérément de l'E à l'ESE. L'attitude moyenne de la schistosité du domaine 3 est de  $N076^\circ/68^\circ$  et celle du domaine 4 est de  $N055^\circ/51^\circ$ . L'attitude moyenne de la linéation du domaine 3 est de  $N104^\circ/30^\circ$  et celle du domaine 4 se disperse du NE au SE autour d'un maximum d'attitude  $N083^\circ/33^\circ$ .

### Failles kénoréennes

Les roches des domaines 1 et 2 sont recoupées par des failles kénoréennes orientées ESE-WNW et WSW-ENE. Deux d'entre elles, les failles Lacroix et Frank, ont déjà été décrites dans la région du lac Hébert (Bandyayera *et al.*, 2004). Une troisième faille, comparable, déplace le synclinal affectant la Formation de Lacroix. Ces failles sont de type ductile à ductile-fragile. Elles sont marquées par une schistosité modérée à forte et une linéation d'étirement plongeant avec un fort angle de chute, dans le cas des failles en périphérie du lac Lacroix, et plongeant vers l'est dans le cas de la Faille Frank.

### Failles grenvilliennes

Un réseau de failles de direction NE-SW à E-W se ramifiant à partir de la Faille Buteux affecte les roches archéennes de la région du lac Lagacé. Ce réseau de failles ductiles, d'âge grenvillien, en particulier la Faille Buteux,

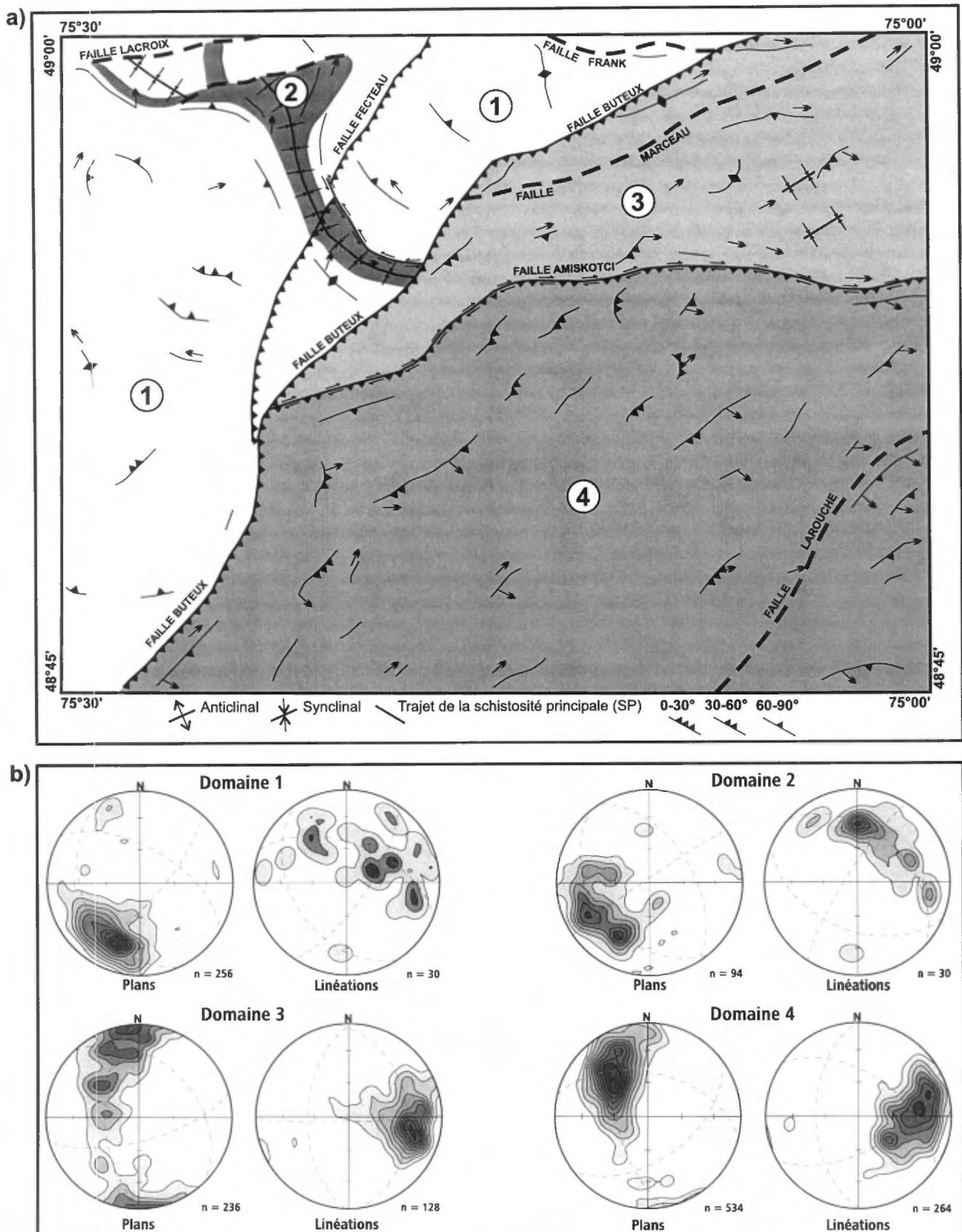


FIGURE 6 - a) Carte des domaines structuraux (1 à 4) de la région du lac Lagacé et b) Projections stéréographiques équiares de la schistosité principale et des linéations des domaines identifiés ci-haut. À noter que du nord au sud, la schistosité et la linéation archéennes sont progressivement réorientées vers des attitudes grenvilliennes.

limite les ensembles lithologiques et recoupe les essaims de dykes de gabbro des unités *I3a* et *I3b*. L'effet global de ces failles est de limiter des blocs structuraux caractérisés par des roches représentant des niveaux crustaux progressivement plus profonds du nord au sud à l'intérieur du Parautochtone. Ces failles se manifestent par un rubanement gneissique et des plis en fourreau plongeant de l'E au SE. La déformation associée à ces grandes failles est bien exposée le long de la route L-209 à l'ouest du lac Kanimictikawaskweak (figures 2 et 7; photo 9 en annexe 1). On y voit des plis en fourreau déversés vers le NW affectant des migmatites gneissiques riches en enclaves d'amphibolite et des horizons d'amphibolites rubanées. La Faille Amiskotci est exposée le long de la route 6610 (figures 2 et 6). Elle est marquée par une forte gneissosité, des plis en fourreau et un patron de plissements complexe (photo 10 en annexe 1) dans une zone de déformation principalement E-W. La linéation d'étirement plonge généralement de façon modérée vers l'est. La Faille Fecteau, de caractère plus cassant, s'apparente davantage aux failles inverses tardi-grenvilliennes à rejet sénestre N010° à N020° décrites par Chown *et al.*, (1992).

## MÉTAMORPHISME

La région du lac Lagacé se divise en trois grandes zones métamorphiques délimitées par quatre isogrades caractérisant un gradient métamorphique qui augmente du NW vers le SE (figure 8a). L'assemblage minéralogique de chaque

isograde est défini selon les paragenèses métamorphiques retrouvées dans les ceintures et les enclaves des metabasites. On passe du faciès inférieur des amphibolites, au faciès supérieur des amphibolites, à la transition des granulites (figure 8b).

### Zone 1 : Province du Supérieur

Dans la partie NW de la carte, la Formation de Lacroix montre un métamorphisme régional archéen au faciès des amphibolites à épidote rétrotransformé au faciès des schistes verts. Ce rétrotransformisme est relié à la mise en place du Pluton de Kalm-Coursol et du Complexe de Barry. L'assemblage à hornblende bleu-vert aciculaire, à plagioclase et à biotite du faciès des amphibolites, est remplacé par un assemblage composé d'actinote, d'épidote et de chlorite. Ces plutons sont métamorphisés au faciès supérieur des schistes verts avec des assemblages à chlorite + épidote + amphibole (beaucoup d'actinote). On observe un rétrotransformisme marqué par l'omniprésence de chlorite + épidote + actinote à l'intersection du plan axial synforme des roches métavolcaniques et la Faille Fecteau. La présence locale du grenat dans les roches retrouvées uniquement à proximité de ce linéament structural relie ce minéral à l'influence de cette faille et non au métamorphisme régional antérieur.

### Zone 2 : zone Transitionnelle

Cette zone délimite un métamorphisme régional au faciès moyen des amphibolites avec l'apparition de la hornblende verte et du grenat (figures 8a et 8b). L'isograde à HB-GR

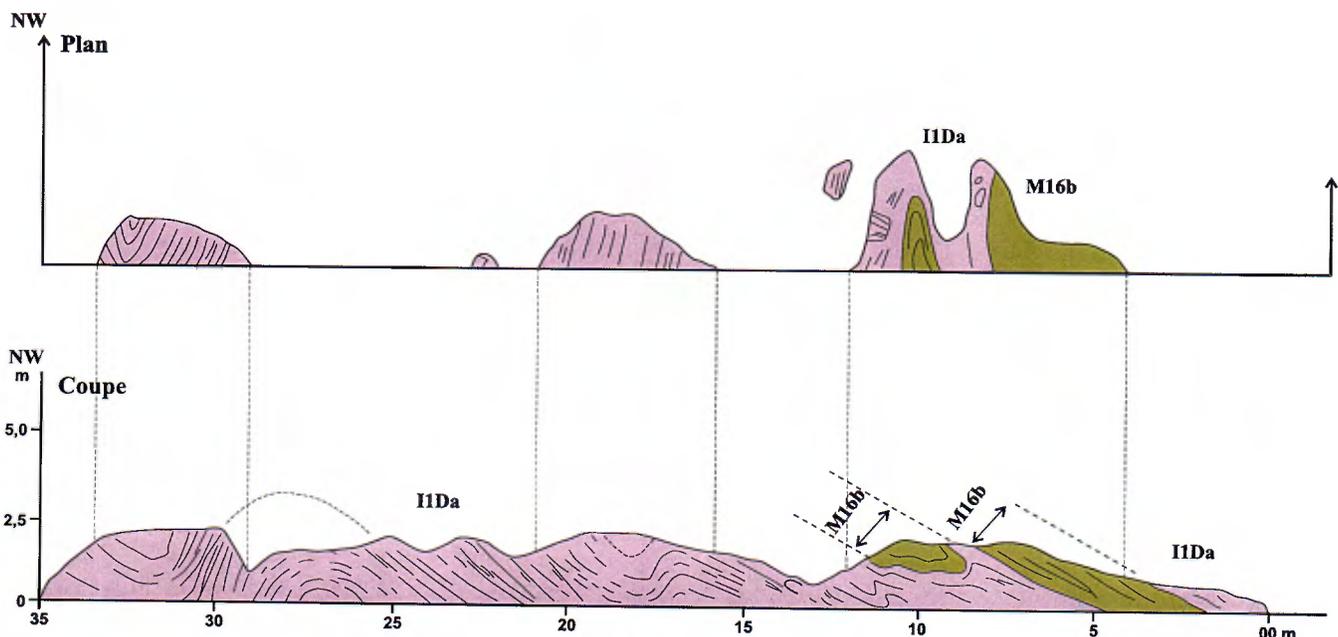
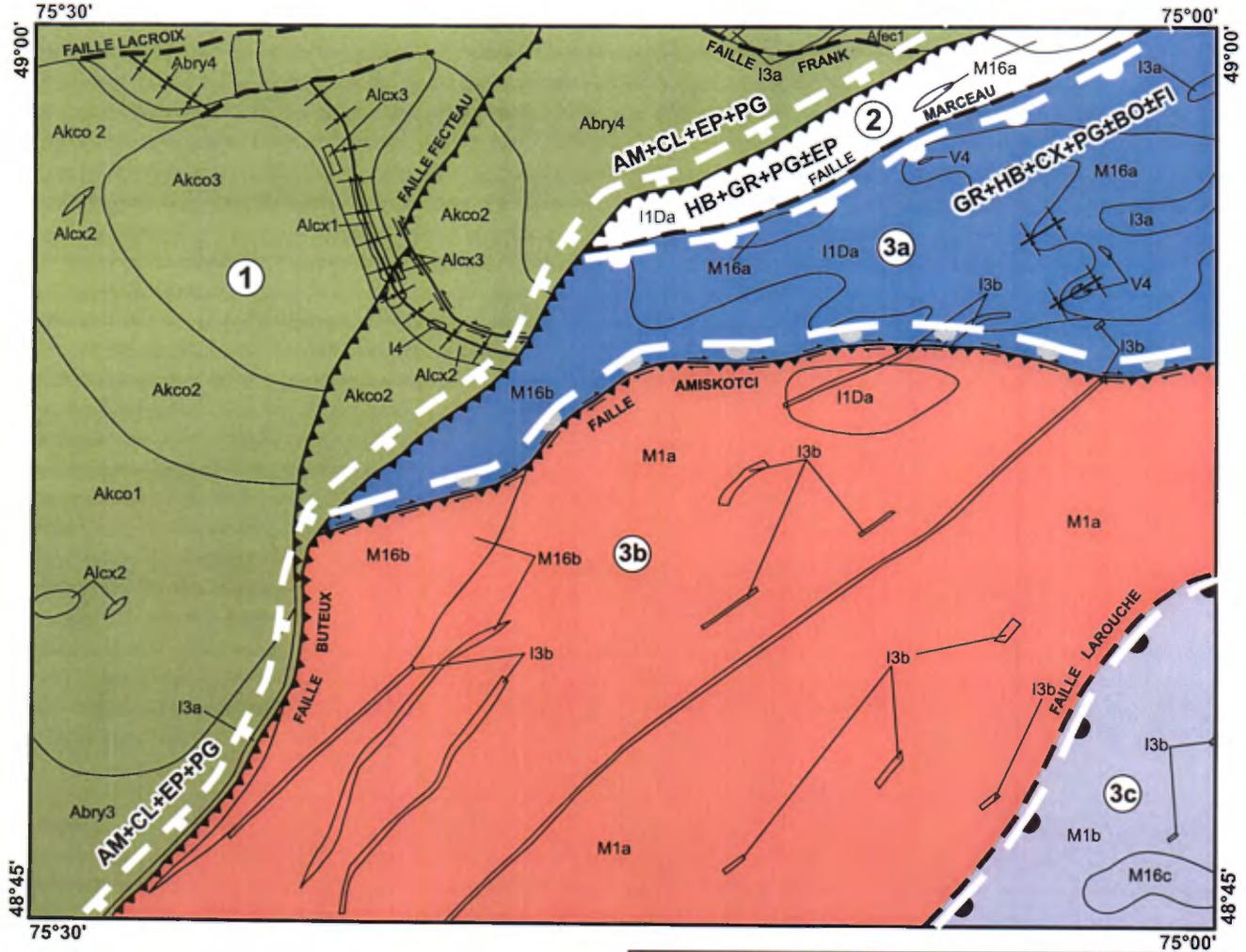
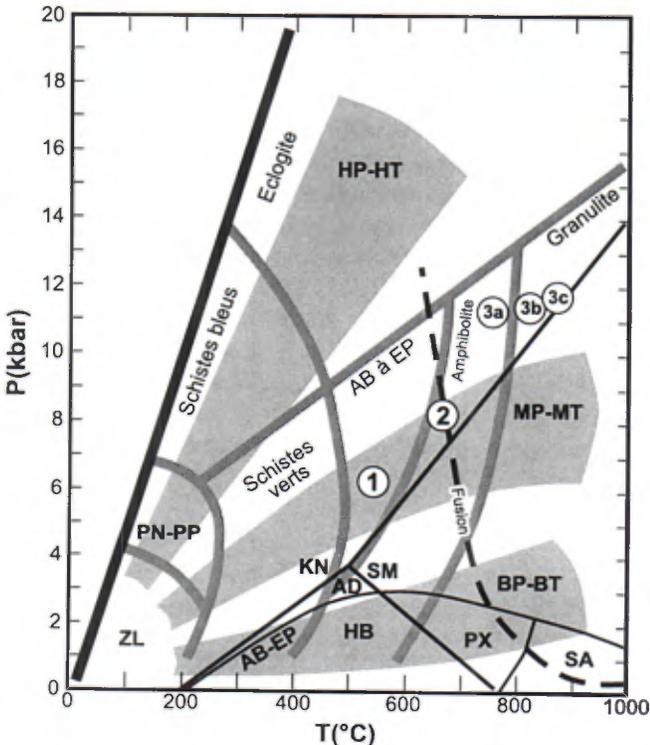


FIGURE 7 - Vue en coupe et en plan d'une série de plis exposés le long de la route L-209, au sud de la zone de convergence des failles Buteux et Amiskotci. Cette coupe expose des plis en fourreau grenvilliens à vergence au nord. Les marqueurs structuraux déformés sont la foliation archéenne, les contacts entre les migmatites et les amphibolites, et les enclaves d'amphibolite dans les migmatites. L'âge de la migmatisation est de 2648 Ma (présente étude).



**FIGURE 8a** - Carte des faciès métamorphiques ( zones 1 à 3). Les isogrades sont définis selon les assemblages minéralogiques des metabasites. Les étiquettes stratigraphiques et lithologiques correspondent à celles de la FIGURE 2. Abréviations : AM- amphibole, CL- chlorite, EP- épidote, PG- plagioclase, HB- hornblende, GR- grenat, CX- clinopyroxène, BO- biotite, FL- fluide, les exposants « + » et « ++ » signifient respectivement des apports de 10 à 20 % et de 20 à 50 %.



**FIGURE 8b** - Diagramme P-T montrant les faciès et les zones métamorphiques (modifié de Spear, 1993). Le point triple des aluminosilicates est tracé selon Holdaway (1971). Les numéros 1 à 3 réfèrent aux zones métamorphiques représentées sur la FIGURE 8a et définies dans le texte. Abréviations : P- pression, T- température; HP- haute pression, MP- moyenne pression, BP- basse pression, AB- albite, AD- andalousite, EP- épidote, HB- hornblende, KN- kyanite, PN- préhnite, PP- pumpellyite, PX- pyroxène, SA- sanidine, SM- sillimanite, ZL- zéolite.

longe la Faille Buteux et se définit par la réaction :  $AM + CL + EP + PG \Rightarrow HB + GR + PG \pm EP$  (voir signification des codes à la figure 8a). Le grenat n'est pas présent dans toutes les metabasites de cette zone (photo 5 en annexe 1). Ce phénomène est probablement lié à la composition chimique de la roche et non aux conditions thermobarométriques subies par celle-ci. Le grenat associé à la Faille Buteux semble syn- à tardi-grenvillien. L'isograde à grenat tracé par Cimon (1977) dans le canton de Dollier et l'isograde à hornblende-grenat tracé par Baker (1980) le long du Front du Grenville près de Chibougamau sont en continuité avec celui que nous avons levé dans la région du lac Lagacé.

### Zone 3 : zone des amphibolites à clinopyroxène et grenat

Cette zone débute par le passage de l'isograde à clinopyroxène (CX; figure 8a), le long de la Faille Marceau. Elle est subdivisée en trois sous-zones (3a, 3b et 3c) associées à deux sous-isogrades qui soulignent une augmentation du processus de migmatisation vers le SE avec une augmentation progressive de fluide (FI) et de biotite (BO). La biotite devient de plus en plus rouge, ce qui indique l'augmentation de sa teneur en titane et de la température (figures 8a et 8b). L'isograde à clinopyroxène souligne la réaction :  $\text{grenat} + \text{hornblende} + \text{plagioclase} \pm \text{épidote} \Rightarrow \text{grenat} + \text{hornblende} + \text{clinopyroxène} + \text{plagioclase} (\pm \text{biotite et fluide})$ . L'assemblage métamorphique dans les metabasites se compose de grenat + hornblende + clinopyroxène + plagioclase + quartz (photo 6 en annexe 1). La hornblende, de couleur verte, est prismatique et les textures sont granoblastiques. On est dans le faciès des amphibolites de haute pression, à la transition avec le faciès des granulites (figure 8b). Un épisode rétro-morphique est marqué par des symplectites d'épidote autour de la hornblende, du clinopyroxène et des plagioclases dans les enclaves de metabasites retrouvées dans les migmatites au sud des failles Amiskotci et Larouche. Des niveaux de roches ultramafiques contiennent un assemblage à talc + antigorite et montrent encore des textures primaires à cumulats préservées.

Dans la zone 3a, le processus de fusion partielle dans les metabasites est faible (clinopyroxène  $\pm$  biotite  $\pm$  fluide, figure 8a). Le métamorphisme se situe entre le faciès supérieur des amphibolites de haute pression et le faciès des granulites (figure 8b). La zone 3b se retrouve au sud de la Faille chevauchante d'Amiskotci qui a permis la remontée de niveaux crustaux plus profonds. Le processus de migmatisation y est plus important [clinopyroxène + biotite<sup>+</sup> + fluide<sup>+</sup> (où l'exposant « + » signifie un apport de 10 à 20 %); figure 8a et photo 8 en annexe 1]. Le gneiss tonalitique encaissant (M1a) contient localement un assemblage à hornblende  $\pm$  grenat  $\pm$  clinopyroxène. Les conditions P-T sont donc plus élevées que dans la zone 3a. La zone 3c est affectée par le métamorphisme le plus fort dans la région. La Faille Larouche délimite donc un domaine où les pro-

cessus de fusion partielle culminent et entraînent une migmatisation poussée des enclaves des metabasites [clinopyroxène + biotite<sup>++</sup> + fluide<sup>++</sup> (où l'exposant « ++ » signifie un apport de 20 à 50 %); figure 8a]. La biotite est rouge-brun; le grenat et le clinopyroxène sont omniprésents dans les enclaves et dans la migmatite encaissante. Un lambeau de ceinture de roches métavolcaniques (M16c) contient des roches ultramafiques montrant un assemblage métamorphique à talc + antigorite + orthopyroxène typique du passage du faciès des amphibolites supérieur au faciès des granulites, équivalent à celui des metabasites encaissants. Des métagabbros à grenat (I3b) se retrouvent uniquement dans les migmatites des zones 3b et 3c (figure 8a, photo 8 en annexe 1). Un assemblage métamorphique à grenat + clinopyroxène + orthopyroxène + plagioclase + hornblende vient se surimposer sur les minéraux primaires, formant des textures coronitiques caractéristiques.

## GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Nos travaux de cartographie ont permis d'identifier de nouveaux environnements propices au développement de trois grands types de gîtes, soit les gîtes d'or orogéniques associés aux failles régionales kénoréennes, les gîtes de sulfures massifs volcanogènes et les minéralisations en  $Cu \pm Ni \pm Co \pm EGP$  associées aux laves et aux cumulats ultramafiques.

### Veines aurifères orogéniques

Trois failles régionales kénoréennes sont identifiées dans la région à l'étude. Deux d'entre elles, dont la Faille Lacroix, coupent les roches de la Formation de Lacroix au nord du Pluton de Kalm-Coursol. Au nord de la région du lac Lagacé, la Faille Lacroix contient un indice aurifère significatif, l'indice **Sigouin-Griffith** (2,74 g/t Au sur 1,5 m et 35,9 g/t Au; Bandyayera *et al.*, 2004). Cet indice correspond à une série de veines de quartz dans des cisaillements E-W périphériques à la Faille Lacroix. Ces veines sont situées à environ 200 m au nord du feuillet 32B/14. Des veines similaires pourraient vraisemblablement se trouver plus au sud, aux environs de la Faille Lacroix.

La Faille Frank, plus à l'est, sépare les roches de la Formation de Fecteau de celles du Complexe de Barry. L'indice **Griffith**, constitué d'une série de veines de quartz + carbonate + pyrite, est associé à cette structure. Ces veines recoupent des alternances de roches volcaniques mafiques et de roches métasédimentaires ou métavolcano-sédimentaires au faciès des amphibolites. L'indice Griffith a titré jusqu'à 11,53 g/t Au (Freeman, 1943). En 2003, de nouvelles analyses n'ont pas réussi à reproduire ces teneurs élevées obtenues à l'époque; les meilleures teneurs n'ayant pas atteint 1 g/t Au (P. Houle, 2004; communication personnelle).

## Sulfures massifs volcanogènes

La présente campagne de cartographie a permis de mettre en évidence deux secteurs (zones d'altération) susceptibles de receler des minéralisations d'affinité exhalative. Ces deux secteurs sont localisés dans des amphibolites du Parautochtone (unités *M16a* et *M16c*; figure 2) et se manifestent par des concentrations de grenat atteignant 60 % le long de certains horizons de pyrigarnite. La zone d'altération NE, à l'intérieur de l'unité *M16a*, contient aussi des amphiboles (grunérite ou actinote), du clinopyroxène et jusqu'à 15 % de pyrrhotite disséminée accompagnée de pyrite et de traces de chalcopryrite; cette zone d'altération se retrouve dans des laves de type plancher océanique. Un échantillon provenant de ce secteur représente une formation de fer silicatée interlitée avec des amphibolites rubanées (photo 11 en annexe 1) dont la signature géochimique est caractéristique d'un environnement d'arc volcanique (figure 3d). La zone d'altération SE, à l'intérieur de l'unité *M16c*, consiste en niveaux de pyrigarnite contenant des quantités mineures de sulfures disséminés (photo 12 en annexe 1) dans un environnement d'arc volcanique. Les grenats des zones d'altération SE et NE montrent des compositions relativement plus calciques et manganifères que celles des grenats associés au métamorphisme régional. Ces zones grenatifères sont comparables aux zones d'altération volcanogène métamorphisées associées aux gîtes du camp minier de Bousquet-Laronde en Abitibi (Valliant et Barnett, 1982) et aux gisements du bloc de Yilgarn en Australie (Ridley *et al.*, 1995).

Le rapport Al-Fe-Mn est un outil permettant d'évaluer la composante hydrothermale des roches portant une empreinte exhalative (Spry *et al.*, 2000). Les ratios Al-Fe-Mn (figure 9) situent les pyrigarnites des zones d'altération NE et SE à mi-chemin entre le champ caractérisant les sédiments métallifères contemporains (champ hydrothermal) et les roches non altérées (champ non hydrothermal). Nous considérons que ces résultats sont compatibles avec l'expression d'une signature exhalative distale. Aucune de ces zones de pyrigarnite n'a retourné de teneurs significatives en métaux.

## Sulfures de Cu ± Ni ± Co ± EGP associés aux roches ultramafiques

La découverte des unités komatiitiques de la Formation de Lacroix et des roches ultramafiques qui leur sont probablement corrélatives dans le Parautochtone ouvre la porte à la découverte de sulfures de Cu ± Ni ± Co ± EGP magmatiques. La caractérisation de ces séquences (figure 10) montre qu'il s'agit principalement de komatiites appauvries en Ti [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>) > 25 et (Gd/Yb)<sub>nm</sub> < 0.8] et de komatiites non appauvries en Al [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>) = 25 à 15 et (Gd/Yb)<sub>nm</sub> ≈ 1] comparables à celles de Kambalda en Australie.

La présence locale de faciès à cumulat et les indications d'une composante de contamination crustale suggèrent que

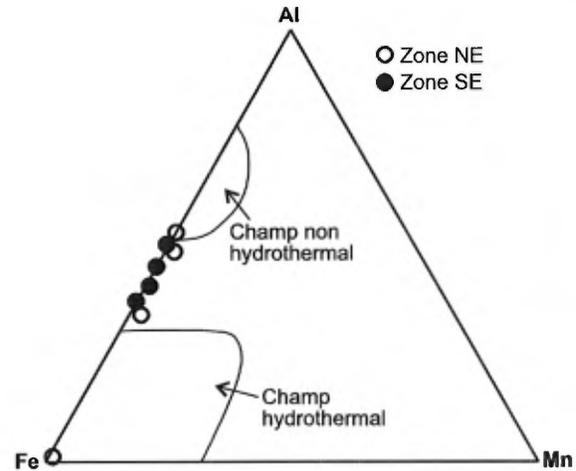


FIGURE 9 - Diagramme Al-Fe-Mn (% molaire) montrant la position des pyrigarnites de la région du lac Lagacé par rapport à un champ de composition hydrothermale (sédiments métallifères de l'*East Pacific Rise* et de la dépression de l'Afar) et un champ de composition non hydrothermale (basaltes, shales et granites) (modifié de Spry *et al.*, 2000).

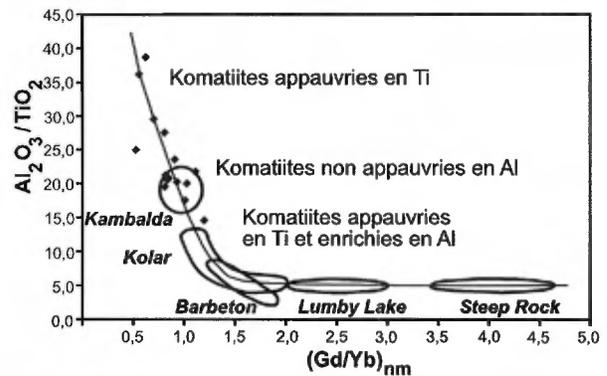


FIGURE 10 - Caractérisation des ratios Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> et [Gd/Yb]<sub>nm</sub> des komatiites de la Formation de Lacroix (*Alcx1*) et des roches ultramafiques du Parautochtone (*V4*) en relation avec d'autres unités komatiitiques. (Les champs de référence sont tirés de Sproule *et al.*, 2002; nm = normalisé au manteau).

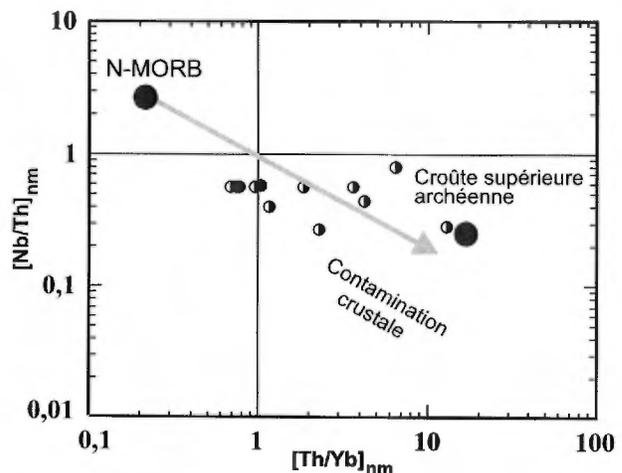


FIGURE 11 - Relation entre les ratios (Th/Yb)<sub>nm</sub> et (Nb/Th)<sub>nm</sub> des komatiites de la Formation de Lacroix (*Alcx1*) et des roches ultramafiques du Parautochtone (*V4*) montrant la composante de contamination crustale (modifié de Sproule *et al.*, 2002; nm = normalisé au manteau).

ces unités possèdent un potentiel pour des minéralisations en  $\text{Cu} \pm \text{Ni} \pm \text{Co} \pm \text{EGP}$ . Cette contamination est mise en évidence par les ratios  $(\text{Th}/\text{Yb})_{\text{m}}$  supérieurs à 1 et par les ratios  $(\text{Nb}/\text{Th})_{\text{m}}$  inférieurs à 1 (figure 11). La contamination crustale d'un magma ultramafique est un facteur important dans la ségrégation de sulfures de Cu et de Ni à partir du magma parent (Leshner *et al.*, 2001).

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Le levé géologique de la région du lac Lagacé montre que la Faille Buteux forme la limite NW du Parautochtone grenvillien qui constitue la limite vers le nord-ouest de la dominance des effets de l'orogénèse grenvillienne. La Faille Buteux est donc interprétée comme étant le Front du Grenville. À l'ouest de cette faille, la Province du Supérieur comprend les extensions de la Ceinture d'Urban-Barry : les formations de Lacroix et de Fecteau, le Pluton de Kalm-Coursol et le Complexe de Barry. La Formation de Lacroix occupe un synforme isoclinal de direction NNW-SSE, dont le cœur est occupé par une unité de komatiite, et dont les flancs sont formés de basaltes tholéitiques de type plancher océanique et de tufs andésitiques calco-alkalins de type arc insulaire. Au nord, la Formation de Lacroix est séparée des formations de Chanceux (2727 Ma) et de Fecteau (2791 Ma) par les tonalites du Complexe de Barry (Bandyayera *et al.*, 2004). Selon ces auteurs, les unités volcaniques de la Ceinture d'Urban-Barry deviennent plus vieilles du nord vers le sud. Cette observation suggère que la Formation de Lacroix est plus vieille que la Formation de Chanceux (2727 Ma). L'ajout de nouvelles données géochronologiques au sud de la Faille Frank permettrait de clarifier les relations encore mal connues entre les formations de Fecteau et de Lacroix. On peut toutefois suggérer que la Formation de Lacroix est similaire à la Formation d'Obatogamau (2730 Ma) située à la base de la colonne stratigraphique de la Bande Volcanique Nord de Chibougamau à Chapais (Chown *et al.*, 1992). Cette corrélation découle de son caractère gloméroporphyrrique, de sa signature lithogéochimique typique de basaltes de plancher océanique et de son âge interprété comme supérieur à 2727 Ma à partir des relations qui existent avec les autres formations de la région.

Le Parautochtone grenvillien de la région du lac Lagacé comprend les lithologies plissées et migmatisées de la Sous-province d'Abitibi qui acquièrent progressivement un style structural grenvillien. Il est divisé en plusieurs domaines et sous-domaines tectono-métamorphiques par les failles grenvilliennes telle la Faille Amiskotci, une faille NE-SW à E-W associée à une zone de plis en fourreaux. Le domaine NE (ou domaine 3, figure 6) est situé entre les failles Buteux et Amiskotci. On reconnaît dans ce domaine des éléments structuraux principalement archéens et réorientés par le

plissement grenvillien. Le domaine SE (ou domaine 4, figure 6) comprend toutes les roches situées au sud de la Faille Amiskotci et à l'est de la Faille Buteux. Contrairement aux amphibolites rubanées du domaine NE, associées à un environnement géotectonique de type plancher océanique, les amphibolites rubanées du domaine SE présentent les caractéristiques d'un environnement d'arc insulaire. Les failles grenvilliennes coïncident généralement avec la limite des isogrades métamorphiques archéens qui reflètent des conditions métamorphiques progressivement plus élevées du nord au sud. Ainsi, la faille Buteux limite à l'est l'assemblage des roches du Supérieur et la Faille Marceau coïncide avec l'apparition du clinopyroxène. Les failles Amiskotci et Larouche délimitent des zones marquées par un degré de migmatisation généralement fort et d'intensité croissante du nord vers le sud.

La datation U-Pb de zircons provenant du leucosome des migmatites situées à l'extrémité SE de la région cartographiée (unité *M1b*) donne un âge de  $2686,7 \pm 2,4$  Ma pour les cœurs des zircons et de  $2647 \pm 2$  Ma pour les anneaux de surcroissance (Davis et Dion, en préparation). L'âge de  $2686,7 \pm 2,4$  Ma est attribué à un phénomène d'héritage et représente probablement la contribution de tonalites et de granodiorites syn- à tarditectoniques au processus d'anatexie (Chown *et al.*, 2002), ce qui est compatible avec nos observations en surface. L'âge de  $2647 \pm 2$  Ma est attribué à la fusion partielle et correspond à l'événement *M2* d'Abitibi (Chown *et al.*, 1992). Ces données géochronologiques permettent de conclure que l'épisode métamorphique majeur, la migmatisation et la foliation principale dans le Parautochtone relèvent de processus archéens. Le métamorphisme des enclaves est antérieur ou synchrone à cette période d'intense migmatisation. Le métamorphisme archéen au faciès supérieur des amphibolites entraîne une fusion partielle et une migmatisation des unités mafiques et felsiques. Ces migmatites montrent une évolution tectono-métamorphique polyphasée. L'exhumation syn-grenvillienne des unités archéennes provoque une déstabilisation et un rétro-métamorphisme des assemblages de haut grade métamorphique comme l'indiquent les symplectites à épidote des enclaves d'amphibolites migmatisées au sud de la Faille Amiskotci.

Les unités migmatisées du domaine SE sont recoupées par des dykes de gabbros coronitiques à grenat (unité *I3b*) d'orientation typiquement NE-SW. Il existe deux principales hypothèses pour expliquer l'origine des textures coronitiques; l'hypothèse d'une origine magmatique et celle d'une origine métamorphique. Dans le cas de la région du lac Lagacé, nous pensons que les textures symplectitiques et coronitiques observées dans ces gabbros sont reliées à un déséquilibre des conditions thermodynamiques du milieu lors de la décompression des roches pendant l'exhumation grenvillienne. Madore (1990) propose des conditions P-T de 9 à 6 kbar et de 950 à 600 °C pour la formation des textures coronitiques de métagabbros du Parautochtone. Indares et Dunning (1997) proposent des conditions

maximales de 13,5 kbar et 740 °C, avec un âge métamorphique Pb/Pb syn-grenvillien de  $1019 \pm 3$  Ma pour ce même type de gabbro coronitique. Ces données nous indiquent que l'orogénèse grenvillienne se caractérise par un métamorphisme d'exhumation qui vient se surimposer sur le métamorphisme d'enfouissement archéen. Toutefois, il existe d'autres hypothèses qui astreignent le développement de textures coronitiques à un processus purement magmatique, lié à un rétablissement d'équilibre minéral *subsolidus* (Griffin et Heir, 1973) ou à une combinaison des processus métamorphiques et magmatiques (Grant, 1988).

En ce qui a trait à la corrélation des unités archéennes de part et d'autre du Parautochtone, notons que les amphibolites des unités *M16a*, *M16b*, *I1Da* et *M1a* entre les failles Buteux et Larouche présentent des caractères communs, tel la présence d'agrégats glomérporphyriques de plagioclase et une signature lithogéochimique de type plancher océanique. Ces éléments permettent de suggérer que ces unités sont des équivalents diversement métamorphisés et migmatisés de la Formation de Lacroix, dont ils sont séparés par la Faille Buteux. Les dykes de l'unité *I3a*, présents de part et d'autre de la Faille Buteux, sont similaires sur le plan lithogéochimique et appartiennent aussi probablement au même essaim.

Les différences géochimiques entre les dykes de gabbro à grenat coronitique (unité *I3b*) et les dykes mafiques ou ultramafiques sans grenat (unité *I3a*) reflètent leur appartenance à différents essais. La caractérisation lithogéochimique des essais de dykes mafiques est un outil qui a déjà été utilisé avec succès en Abitibi et à la Baie James pour reconnaître l'appartenance d'un dyke à un essaim donné (Goutier *et al.*, 2001). Condie *et al.* (1987) montrent que les dykes mafiques de l'Archéen et du Protérozoïque inférieur sont des tholéiites à quartz, montrant typiquement des anomalies Nb-Ta et Ti sur les diagrammes multiéléments, et dont le contexte géotectonique s'apparente à celui des basaltes calco-alkalins. Les dykes du Protérozoïque moyen sont principalement des tholéiites à olivine typiquement enrichies en éléments incompatibles, montrant des anomalies négatives en Sr et dont le contexte géotectonique est semblable à celui des basaltes d'îles en arc. Nos résultats analytiques indiquent que l'unité *I3a* s'apparente aux dykes archéens tandis que l'unité *I3b* s'apparente aux dykes du Protérozoïque moyen. De par leurs teneurs en éléments majeurs et en éléments traces, les dykes de gabbro de l'unité *I3a* s'apparentent aux essais de dykes de Biscotasing (2167 Ma) ou de Senneterre (2214 Ma) (Halls et Davis, 2004), tandis que les dykes de gabbro de l'unité *I3b* ressemblent à l'essai de dyke de l'Abitibi (1141 Ma) (Krogh *et al.*, 1987; Halls et Davis, 2004).

La région du lac Lagacé offre un bon potentiel pour la découverte de veines de quartz aurifères de type orogénique, comme celles des indices Griffith et Sigouin-Griffith, le long des zones de failles kénoréennes. Des zones d'altération métamorphisées dans les roches métavolcaniques se traduisent par la présence de niveaux très grenatiferes (de

20 à 60 % de grenat) et ajoutent ainsi un certain potentiel pour les gîtes d'affinité exhalative volcanogène. Finalement, les komatiites de la Formation de Lacroix et leurs équivalents présumés dans le Parautochtone constituent un métalotecte favorable à la présence de gîtes de  $\text{Cu} \pm \text{Ni} \pm \text{Co} \pm \text{EGP}$  formés par ségrégation magmatique.

## RÉFÉRENCES

- BAKER, D. J., 1980 - The metamorphic and structural history of the Grenville Front near Chibougamau, Quebec. Unpublished Ph.D. thesis, University of Georgia, Athens, Ga., U.S.A., 335 pages.
- BANDYAYERA, D., - RHÉAUME, P. - DOYON, J. - SHARMA, K.L., 2004 - Géologie de la région du lac Hébert (32G/03). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2003-07, 52 pages.
- BANDYAYERA, D. - THÉBERGE, L. - FALLARA, F., 2002 - Géologie de la région des lacs Piquet et Mesplet (32G/04 et 32B/13). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2001-14, 48 pages.
- BERESFORD, S.W. - CAS, R.A.F. - LAMBERT, D.D. - STONE, W.E., 2000 - Vesicles in thick komatiite lava flows, Kambalda, Western Australia. *Journal of Geological Society of London*; volume 157, pages 11-14.
- CHAPPELL, B.W. - WHITE, A.J.R., 1974 - Two Contrasting Granite Types. *Pacific Geology*; volume 8, pages 173-174.
- CHARRE, R., 1976 - Région du lac Lagacé, Carte 1809 (échelle 1/63 360). Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG 172, 46 pages.
- CHOWN, E.H. - DAIGNEAULT, R. - MUELLER, W. - MORTENSEN, J.K., 1992 - Tectonic evolution of the Northern Volcanic Zone, Abitibi belt, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, volume 29, pages 2211-2225.
- CHOWN, E.H. - HARRAP, R. - MOUKHSIL, A., 2002 - The role of granitic intrusions in the evolution of the Abitibi belt, Canada. *Precambrian Research*; volume 115, pages 261-310.
- CIMON, J., 1977 - Quart nord-ouest du canton de Dollier. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DPV-504, 39 pages.
- CONDIE, K.C. - BOBROW, D.J. - CARD, K.D., 1987 - Geochemistry of precambrian mafic dykes from the southern Superior Province of the Canadian shield. *In: Mafic dyke swarms* (Halls H.C. and Fahrig W.F., editors). Geological Association of Canada, Ottawa; special paper 34, page 13.
- DAIGNEAULT, R. - ALLARD, G.O., 1994 - Transformation of Archean structural inheritance at the Grenville Foreland Parautochthon Transition zone, Chibougamau, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, volume 31, pages 470-488.
- DAVIS, D.W. - DION, C., (en prépartion) - Datations U-Pb effectuées en support aux travaux de terrain et de compilation géoscientifique du Service géologique du Nord-Ouest (2003-2004). Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec; Études en cours 2004.
- FREEMAN, B.C., 1943 - Région de Buteux, Compté et Territoire d'Abitibi. Ministère des Mines, Québec; RG 015, 48 pages.

- GOUTIER, J. - BUCHAN, K.L. - HAMILTON, M.A. - ERNST, R., 2001 - Les essais de dykes de gabbro protérozoïques de la Baie-James et leur implication stratigraphique. Séminaire d'information sur la recherche géologique. Programme et résumés 2001. Ministère des Ressources naturelles, Québec; page 38.
- GRANT, S.M., 1988 - Diffusion models for corona formation in metagabbros from the Western Grenville Province, Canada. *Contributions to Mineralogy and Petrology*; volume 98, pages 49-63.
- GRIFFIN, W.L. - HEIER, K.S., 1973 - Petrological implications of some corona structures. *Lithos*; volume 6, pages 315-335.
- HALLS, H.C. - DAVIS, D.W., 2004 - Paleomagnetism and U-Pb geochronology of the 2.17 Ga Biscotasing dyke swarm, Ontario, Canada: evidence for vertical-axis crustal rotation across the Kapuskasing zone. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 41, pages 255-269.
- HOCQ, M., 1994 - La Province de Grenville. *Dans* : Géologie du Québec (Dubé C., éditeur). Ministère des Ressources naturelles du Québec, Québec; MM 94-01, pages 75-94.
- HOLDAWAY, M. J., 1971 - Stability of andalusite and the aluminium silicate phase diagram. *American Journal of Sciences*; volume 271, pages 97-131.
- INDARES, A. - DUNNING, G., 1997 - Coronitic metagabbro and eclogite from the Grenville Province of western Quebec: interpretation of U - Pb geochronology and metamorphism. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 34, pages 891-901.
- INDARES, A. - MARTIGNOLE, J., 1989 - The Grenville Front south of Val-d'Or, Québec. *Tectonophysics*; volume 157, pages 221-239.
- JENSEN, L.S., 1976 - A New Cation Plot for Classifying Subalkalic Volcanic Rocks. Ontario Division of Mines; miscellaneous paper 66, 22 pages.
- JOLY, M., 1990 - Géologie de la région du lac aux Loutres et du lac Lacroix. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 90-42, 55 pages.
- KERRICH, R. - WYMAN, D.A., 1997 - Review of developments in trace-element fingerprinting of geodynamic settings and their implications for mineral exploration. *Australian Journal of Earth Sciences*; volume 44, pages 465-487.
- KROGH, T.E. - CORFU, F. - DAVIS, D.W. - DUNNING, G.R. - HEAMAN, L.M. - KAMO, S.L. - MACHADO, N. - GREENOUGH, J.D. - NAKAMURA, E., 1987 - Precise U-Pb Isotopic Ages of Diabase Dykes and Mafic to Ultramafic Rocks Using Trace Amounts of Baddeleyite and Zircon. *In*: Mafic dyke swarms (Halls H.C. and Fahrig W.F., editors). Geological Association of Canada, Ottawa; special paper 34, pages 147-152.
- LESHER - C.M. - BURNHAM, O.M. - KEAYS, R.R. - BARNES, S.J. - HULBERT, L., 2001 - Trace-element geochemistry and petrogenesis of barren and ore-associated komatiites. *Canadian Mineralogist*; volume 39, pages 673-696.
- MACLEAN, W.H. - BARRETT, T.J., 1993 - Lithogeochemical techniques using immobile elements. *Journal of Geochemical Exploration*; volume 48, pages 109-133.
- MADORE, C., 1990 - Origin and implication of corona structures within diabase dykes intruding the archaean orthogneisses of the Central Grenville Province, east of Chibougamau, Quebec. *Mémoire de maîtrise, Université d'Ottawa*, 340 pages.
- MANIAR, P.D. - PICCOLI, P.M., 1989 - Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*; volume 101, pages 635-643.
- MILNER, R.L., 1943 - Région du lac Barry, comté et territoire d'Abitibi. Ministère des Mines, Québec; RG-14, 27 pages.
- MOORE, D.W. - COOK, R.B., 1986 - Report on geological and lithogeochemical surveys, Macho project. Ministère des Ressources naturelles, Québec; GM-44396, 17 pages.
- PEARCE, J.A., 1983 - The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at destructive plate boundaries. *In*: Continental basalts and mantle xenoliths (Hawkesworth C.J. and Norry M.J., editors). Nantwich, Shiva; pages 230-249.
- PEARCE, J.A. - HARRIS, N.B.W. - TINDEL, A.G., 1984 - Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*; volume 25, pages 956-983.
- POWELL, C.M. - MCELHINNY, M.W. - MEERT, J.G. - PARK, J.K., 1993 - Paleomagnetic constraints on timing of the neoproterozoic break up of Rodinia and the Cambrian formation of Gondwana. *Geology*; volume 21, pages 889-892.
- RACINE, M., 1989 - Rapport géologique, Propriété Freeman-Buteux. Ministère des Ressources naturelles, Québec; GM-48455, 258 pages.
- RIDLEY, J. R. - GROVES, D. I. - HAGEMAN, S. G., 1995 - Exploration and Deposit Models for Gold Deposits in Amphibolite/Granulite Facies Terrains. Minerals and Energy Research Institute of Western Australia; Report #142, 150 pages.
- RIVERS, T. - CHOWN, E.H., 1986 - The Grenville orogen in eastern Quebec and western Labrador - Definition, identification and tectonometamorphic relationships of autochthonous, parautochthonous and allochthonous terranes. *In*: The Grenville Province (Moore J.M., Davidson A. and Baer A.J., editors). Geological Association of Canada; special paper 31, pages 31-50.
- RIVERS, T. - MARTIGNOLE, J. - GOWER, C.F. - DAVIDSON, A., 1989 - New tectonics divisions of the Grenville Province, southeast canadian shield. *Tectonics*; volume 8, pages 63-84.
- SHAND, S.J., 1974 - Eruptive Rocks : Their Genesis, Composition, Classification, and their Relation to Ore-Deposits. John Wiley and Sons, New York; 488 pages.
- SPEAR, F. S., 1993 - Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. *Mineralogical Society of America Monograph*, New York; 799 pages.
- SPOULE, R.A. - LESHER, C.M. - AYER, J.A. - THURSTON, P.C. - HERZBERG, C.T., 2002 - Spatial and temporal variations in the geochemistry of komatiites and komatiitic basalts in the Abitibi greenstone belt. *Precambrian Research*; volume 115, pages 153-186.
- SPRY, P.G. - PETER, J.M. - SLACK, J.F., 2000 - Meta-Exhalites as exploration guides to ore. *In*: Metamorphosed and metamorphogenic ore deposits (Spry, P.G., Marchall, B. and Vokes, F.M., editors). Society of Economic Geologists; *Reviews in Economic Geology*; volume 11, pages 163 à 201.
- 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

(Saunders A.D. and Norry M.J., editors). Geological society of London Special Publication; volume 42, pages 313-345.

VALLIANT, R. I. - BARNETT, R. L., 1982 - Manganiferous garnet underlying the Bousquet gold orebody, Quebec : metamorphosed manganese sediment as a guide to gold ore. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 19, pages 993-1010.

WILSON, M., 1989 - Igneous petrogenesis: A global tectonic approach. Unwin Hyman, London; 466 pages.

WINCHESTER J.A. - FLOYD, P.A., 1977 - Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology; volume 20, pages 325-343.

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.

## ANNEXE 1 : Photographies



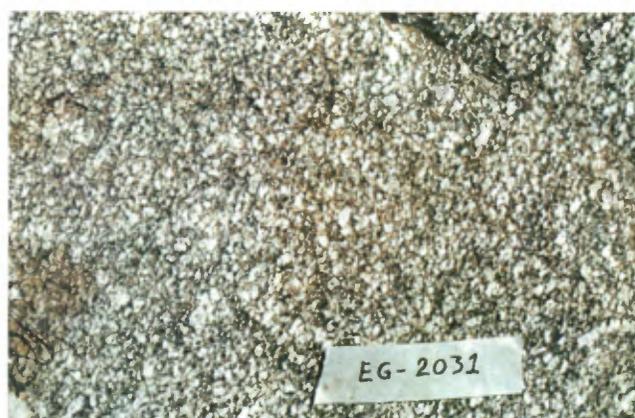
**PHOTO 1** - Aspect typique en affleurement de la komatite de la Formation de Lacroix (unité *Alcx1*). La surface texturée résulte de l'interaction entre l'altération de surface et un réseau de fractures d'origines diverses incluant des fractures de refroidissement polyédriques.



**PHOTO 2** - Basalte gloméroporphyrique de la Formation de Lacroix (unité *Alcx2*). Le basalte contient de 1 à 20 % d'agrégats gloméroporphyriques de plagioclase, prismatiques ou arrondis, mesurant de 0,2 à 5,0 cm de diamètre.



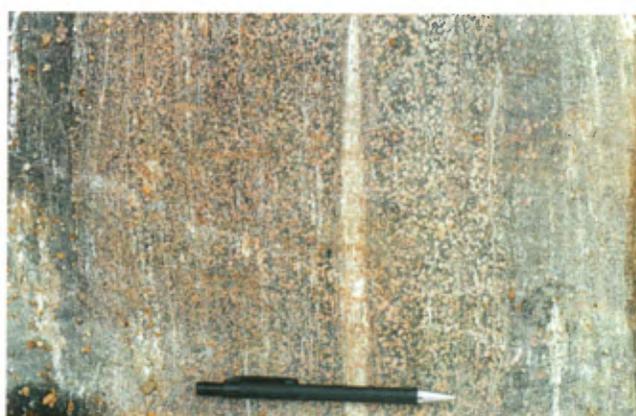
**PHOTO 3** - Tuf à lapillis et à blocs de la Formation de Lacroix (unité *Alcx3*). Le tuf est polygénique. Les fragments sont aplatis et étirés. Leur axe long mesure de 5 à 10 cm et leur axe court de 0,5 à 1 cm.



**PHOTO 4** - Tonalite à biotite et hornblende, massive à foliée du Complexe de Barry (unité *Abry4*). La photo représente le faciès tonalitique moyennement à grossièrement grenu le moins déformé du Complexe de Barry.



**PHOTO 5** - Amphibolite gloméroporphyrique, localement migmatisée de l'unité *M16a* du Parautochtone. La photo représente le faciès le mieux préservé dans la partie NE de la région du lac Lagacé. Au point de vue géochimique, cette unité du Parautochtone est l'équivalent du basalte gloméroporphyrique de la Formation de Lacroix (unité *Alcx2*).



**PHOTO 6** - Amphibolite rubanée à grenat et clinopyroxène (unité *M16c*). La taille des grenats et l'alternance des rubans riches et pauvres en grenat reflètent la composition du protolithe.

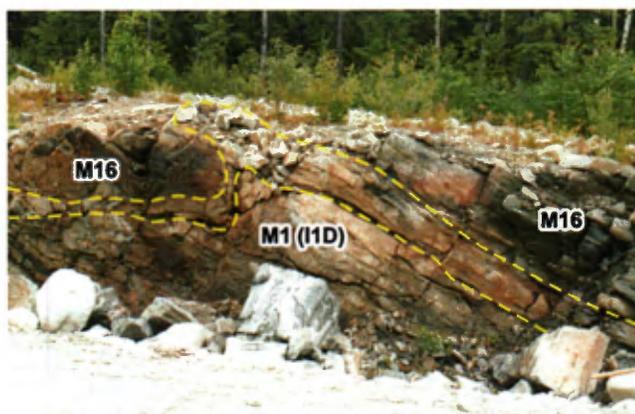
## ANNEXE 1 : Photographies (suite et fin)



**PHOTO 7** - Gneiss tonalitique migmatisé à enclaves d'amphibolite (unité *M1a*). Les rubans millimétriques à centimétriques sont localement très réguliers sur des dizaines de mètres. Les structures linéaires de la roche sont bien développées et elles sont soulignées par l'étirement des minéraux mafiques et les tiges de quartz.



**PHOTO 8** - Gabbro à grenat, coronitique, massif, ophitique, moyennement à grossièrement grenu (unité *I3b*). Ce type de gabbro montre localement un litage magmatique.



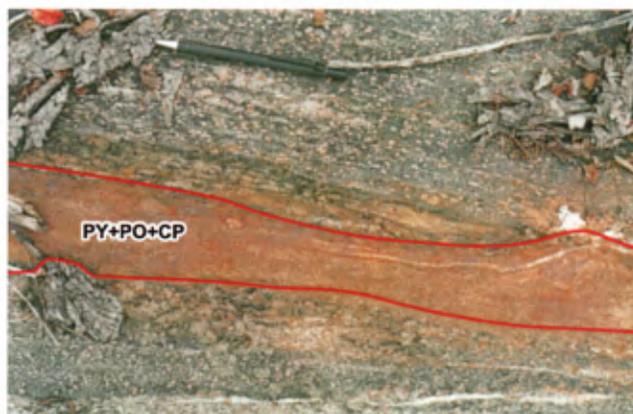
**PHOTO 9** - Section NW-SE, à regard vers l'est, à travers une alternance de gneiss mafique et de gneiss tonalitique (unité *M16b*) exposant des plis déversés vers le NW en périphérie de la Faille Buteux.



**PHOTO 10** - Vue en plan d'une zone de gneiss tonalitiques et d'amphibolites gneissiques dans la zone de la Faille Amiskotci. Les principales caractéristiques de cette zone de faille sont le développement de plans de cisaillement E-W, d'un rubanement gneissique et de plis en fourreau.



**PHOTO 11** - Formation de fer silicatée de type Algoma. D'origine exhalative, cet horizon se retrouve en alternance avec les amphibolites rubanées à grenat de l'unité *M16a*. La zone d'altération est riche en amphibole (AM = grunérite et actinote) et en clinopyroxène (CX = diopside).



**PHOTO 12** - Horizon grenatifère sulfuré au sein de l'unité *M16c* (SE de la région cartographiée). Le grenat se caractérise par une composition plus calcique (pôle grossulaire) avec un enrichissement en manganèse (pôle spessartine). Les sulfures se composent essentiellement de pyrite (PY), pyrrhotite (PO) et chalcopyrite (CP).

# Résumé

Le levé géologique de la région du lac Lagacé (SNRC 32B/14) s'inscrit dans le cadre de l'évaluation du potentiel minéral du Front du Grenville. L'objectif de ce programme est de préciser le contexte structural, stratigraphique, métamorphique et métallogénique du Parautochtone grenvillien. La partie NW de la région est constituée principalement d'extensions des unités archéennes de la Ceinture d'Urban-Barry (Sous-province de l'Abitibi). Elle est formée du Complexe de Barry (tonalite à biotite + hornblende, localement granodioritique), du Pluton de Kalm-Coursol (tonalite et granodiorite) et des formations de Lacroix et de Fecteau. Ces unités sont au faciès des amphibolites à épidote rétrogradé au faciès des schistes verts.

La Formation de Lacroix est principalement formée de basaltes tholéiitiques localement glomérophyriques, de komatiites typiquement vésiculaires et de tufs fins, à lapillis ou à blocs. Leurs caractéristiques lithogéochimiques suggèrent un environnement de plancher océanique pour les basaltes de la Formation de Lacroix et d'arc insulaire pour les tufs. La Formation de Fecteau est représentée par une séquence de basaltes massifs, coussinés ou bréchiques, généralement aphanitiques. Cette formation est mieux exposée dans la région du lac Hébert, au nord de la région cartographiée.

Dans la partie NE de la région du lac Lagacé, le Parautochtone est constitué de tonalite et de granodiorite fortement foliées à gneissiques, d'importantes bandes kilométriques d'amphibolites glomérophyriques à grenat et de laves ultramafiques. Ces unités sont au faciès moyen à supérieur des amphibolites. La partie SE de la région comprend des gneiss tonalitiques ou des gneiss mafiques migmatisés, des enclaves ou des niveaux d'amphibolites rubanées et migmatisées de type arc insulaire. Ce secteur contient des niveaux d'amphibolites ultramafiques à talc + anthophyllite + orthopyroxène qui indiquent un métamorphisme au

faciès supérieur des amphibolites jusqu'à la transition avec le faciès des granulites. La datation U-Pb de zircons provenant du leucosome des migmatites situées à l'extrémité SE de la région cartographiée (unité M1b) indique un âge de  $2686,7 \pm 2,4$  Ma pour les cœurs des zircons et de  $2647 \pm 2$  Ma pour les anneaux de surcroissance. Nous considérons que l'âge de 2686,7 Ma reflète l'âge d'une partie du protolite migmatisé alors que l'âge de 2647 est celui de la fusion partielle.

Le Parautochtone grenvillien contient deux familles de dykes de gabbro d'orientation NE-SW : a) une famille de dykes de gabbro sans grenat avec des niveaux ultramafiques mineurs (I3a); et b) une famille de dykes de gabbro coronitique à grenat (I3b). Selon des critères géochimiques, nous associons la famille de dykes I3a aux essaims de dykes de Biscotasing ou de Senneterre (2167 Ma), et la famille de dykes I3b à l'essaim de dykes de l'Abitibi (1141 Ma).

Le Parautochtone grenvillien est séparé de la Sous-province de l'Abitibi par la Faille Buteux. Les éléments planaires et linéaires archéens du Parautochtone sont progressivement réorientés du nord au sud, d'une attitude de départ E-W marquant les effets de l'orogénèse kénoréenne, à une attitude NE-SW finale reflétant les effets de l'orogénèse grenvillienne.

Nos travaux indiquent un potentiel intéressant pour les gîtes  $\text{Cu} \pm \text{Ni} \pm \text{Co} \pm \text{EGP}$ , les gîtes exhalatifs volcanogènes et les gîtes aurifères mésothermaux. Le potentiel en minéralisations de type  $\text{Cu-Ni-Co-EGP}$  est associé aux komatiites de la Formation de Lacroix et aux laves ultramafiques du domaine NE du Parautochtone. La signature exhalative se manifeste par des zones d'altération à grenat-anthophyllite + grunérite + actinote + spinelle  $\pm$  clinopyroxène  $\pm$  orthopyroxène dans les amphibolites du Parautochtone. Le potentiel aurifère est lié aux failles kénoréennes Lacroix et Frank, auxquelles sont associés les indices Griffith (11,53 g/t Au) et Sigouin-Griffith (35,9 g/t Au).

