

RG 98-02

Géologie de la région du lac Jérôme, du lac Sanson et de la petite rivière de l'Abbé-Huard, 12L/13, 12L/14 et 12M/03

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 

GÉOLOGIE DE LA RÉGION DU LAC JÉRÔME, DU LAC SANSON ET DE LA PETITE RIVIÈRE DE L'ABBÉ-HUARD

(SNRC 12L/13, 12L/14, 12M/03)

Pierre Verpaelst
Louis Madore
Daniel Brisebois
Michel Hocq
Denis-Jacques Dion

avec la collaboration de:
Geneviève Lavallée
et Jean Choinière

RG 98-02

Accompagne les cartes
SI-12L13-C3G-99B, SI-12L14-C3G-99B, SI-12M03-C3G-99B



Falaise de paragneiss du Complexe de Buit sur le bord de la rivière Romaine.

Géologie des régions du lac Jérôme, du lac Sanson et de la petite rivière de l'Abbé-Huard (12L/13, 12L/14, 12M/03)

Pierre Verpaelst

Louis Madore

Daniel Brisebois

Michel Hocq

Denis-Jacques Dion

avec la collaboration de:

Geneviève Lavallée et Jean Choinière

RG 98-02

(Accompagne les cartes SI-12L13-C3G-99B, SI-12L14-C3G-99B et SI-12M03-C3G-99B)

RÉSUMÉ

La cartographie des régions des lacs Sanson (12L/14) et Jérôme (12L/13) et de la petite rivière de l'Abbé-Huard (12M/3) s'insère dans le cadre du Programme d'exploration minière du Moyen-Nord lancé en 1994 par le ministère des Ressources naturelles du Québec. La région étudiée est située sur la Moyenne-Côte-Nord, à une soixantaine de kilomètres au nord de Havre-Saint-Pierre. Les travaux consistent en : un levé géologique à l'échelle du 1:50 000, un levé gravimétrique et un levé de sédiments de ruisseaux. La carte géologique et les données de travaux antérieurs disponibles (géochimie, géophysique, images satellite, géologie et géochronologie) ont été numérisées et intégrées au système d'information à référence spatiale du Ministère, SIGÉOM.

La région étudiée est située sur la marge ouest du Groupe de Wakeham, qui comprend principalement des métagrès, accompagnés d'un peu de métapélites et de métavolcanites effusives ou hypabyssales de composition mafique et felsique. Cette unité est recoupée par la Suite mafique de la Robe-Noire (nouvelle unité) composée surtout de gabbro, et localement d'amphibolite et de roches ultramafiques. Le Groupe de Wakeham est en contact, à l'ouest, avec le Complexe de Buit (nouvelle unité), un assemblage de roches gneissiques et de roches felsiques foliées, d'amphibolites et de métasédiments. La Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre, séparée du complexe par les linéaments de la rivière Romaine et de l'Abbé-Huard, occupe la partie ouest de la carte. Elle est essentiellement constituée d'anorthosite et de son enveloppe de mangérite et de charnockite. La distribution des pôles de foliation, le plan axial des plis inverses et la linéation d'étirement plongeant généralement vers l'est tout comme les indicateurs cinématiques suggèrent un transport tectonique vers l'ouest. La déformation observée dans le Com-

(suite à la page suivante)

(Résumé - suite)

plexe de Buit affecte aussi les roches de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. Cette déformation pourrait correspondre à un transport tectonique, de direction générale NW-SE, qui a affecté le Groupe de Wakeham et les unités adjacentes au cours de l'orogénie ottawaienne (~1000 Ma). La modélisation gravimétrique supporte cette interprétation structurale. La lithogéochimie confirme les distinctions lithologiques faites sur le terrain et en lames minces. À défaut de pouvoir expliquer en détail les liens génétiques entre les différentes suites intrusives de la région, les diagrammes géochimiques permettent de diagnostiquer que la région a été affectée par des événements tectoniques en milieu intra-plaque en extension (pour produire les gabbros enrichis et les granites anorogéniques) et en compression (pour produire les granites d'arcs insulaires).

Du point de vue économique, le Complexe de Buit constitue la cible la plus intéressante pour l'exploration du cuivre et des métaux précieux, avec quatre nouveaux indices dans le feuillet 12L/14. La Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre constitue une autre cible pour le cuivre et le vanadium, avec deux indices dans le feuillet 12L/13 et trois anomalies dans le feuillet 12M/03. Enfin, la Suite mafique de la Robe-Noire compte un indice d'argent dans 12M/03.

DOCUMENT PUBLIÉ PAR GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction

Jean-Louis Caty

Responsable des inventaires géologiques

Alain Simard

Édition et mise en page

Jean-Pierre Lalonde

Dessin assisté par ordinateur

Pierre Verpaelst, Louis Madore et Charlotte Grenier

Supervision technique

André Beaulé

Document accepté pour publication le 98/07/06

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
Objectifs	5
Localisation et accès	5
Méthode de travail	5
Travaux antérieurs	5
Remerciements	8
GÉOLOGIE GÉNÉRALE	8
STRATIGRAPHIE	8
Groupe de Wakeham (mPwk)	9
Suite mafique de la Robe Noire (mPrbn1)	9
Complexe de Buit (mPbui)	10
Paragneiss (mPbui1)	10
Quartzite (mPbui2)	11
Amphibolite et gabbro métamorphisé (mPbui3)	11
Tonalite gneissique (mPbui4)	11
Granite hétérogène (mPbui5)	11
Granite hétérogène et pegmatite (mPbui6)	11
Monzonite et monzonite quartzifère (mPbui7)	12
Mangérite et charnockite (mPbui8)	12
Pegmatite (mPbui9)	12
Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre (mPhsp)	12
Anorthosite (mPhsp1)	13
Mangérite-charnockite-granite-jotunite (mPhsp4)	13
Sommaire de la stratigraphie	15
MÉTAMORPHISME	16
GÉOLOGIE STRUCTURALE	16
LITHOGÉOCHIMIE	17
Éléments majeurs	18
Éléments mineurs, en traces et les terres rares	21
Lithogéochimie et environnement tectonique	23
GÉOCHIMIE DES SÉDIMENTS DE LAC ET DE RUISSEAU	23
LEVÉS GÉOPHYSIQUES	25
Levés géophysiques antérieurs	25
Champ magnétique total résiduel	25
Anomalie de Bouguer	26
GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE	28
Minéralisations	28
MODÈLE TECTONIQUE RÉGIONAL	35
CONCLUSION	36
RÉFÉRENCES	37

INTRODUCTION

Objectifs

Ce rapport présente les résultats de la cartographie géologique et de la compilation géologique des régions suivantes (figures 1 et 2) :

- Lac Sanson (feuillelet SNRC 12L/14, demie ouest), localisée entre les longitudes 63° 00'W et 63° 30'W et les latitudes 50° 45'N et 51° 00'N,
- Lac Jérôme (feuillelet SNRC 12L/13, partie sud-est), localisée entre les longitudes 63° 30'W et 64° 00'W et les latitudes 50° 45'N et 51° 00'N, et
- Petite Rivière de l'Abbé-Huard (feuillelet 12M/3, partie est), localisée entre les longitudes 63° 00'W et 63° 30'W et les latitudes 51° 00'N et 51° 15'N de latitude.

Ce projet s'insère dans le cadre du Programme d'exploration minière du Moyen-Nord lancé en 1994 par le ministère des Ressources naturelles du Québec. Ce programme a pour but de promouvoir l'exploration minérale du territoire québécois compris entre les latitudes 50°30' et 54°00' Nord. L'objectif de la campagne de l'été 1997 était la mise à jour de la carte géologique au 1:50 000 de la partie NW de l'aire d'affleurement du Groupe de Wakeham et de son enveloppe. L'effort a porté sur l'identification des contextes géologiques favorables à la présence de substances minérales exploitables. Pour ce faire, nous avons cherché à expliquer, entre autres, les coïncidences d'anomalies géochimiques de sédiments de fond de lacs, d'anomalies géophysiques et de linéaments importants. Lors de la réalisation du premier volet de ce projet, en 1995 et 1996, les feuillelets SNRC 12N/03 (Verpaelst *et al.*, 1997a), 12N/04 (Madore *et al.*, 1997a), 12N/05 (Madore *et al.*, 1997b) et 12N/06 (Verpaelst *et al.*, 1997b) ont été couverts. Le levé de 1997 couvre les parties des feuillelets SNRC 12L/11, 12L/13, 12L/14 et 12L/M3 qui n'avaient pas été couvertes en détail au préalable; les autres parties de ces feuillelets ont été compilées à partir des travaux antérieurs. La région du lac Allard (SNRC 12L/11) fait l'objet d'un rapport géologique séparé (Madore *et al.*, 1999)

Pour alléger le texte, nous désignerons l'ensemble des trois secteurs concernés par ce rapport, c'est-à-dire les feuillelets SNRC 12L/13, 12L/14 et 12M/03, par l'appellation « région du lac Sanson ».

Localisation et accès

Le centre de la région étudiée est situé à une soixantaine de kilomètres au nord de Havre-Saint-Pierre, en Moyenne-Côte-Nord (figure 1). La région est accessible par hydra-vion, à partir de Havre-Saint-Pierre. Elle est traversée, du

nord vers le sud, par la rivière Romaine et par ses affluents (figure 2). Les principaux lacs sont le lac Buit, le lac Sanson, le lac Forget, le lac Kleczkowski et le lac Métivier dans 12L/14; les lacs Jérôme et Charles dans 12L/13 et le lac Ihuehkahiu dans 12M/03. Plusieurs autres petits lacs et étangs parsèment le territoire. Le relief, modéré à fort, culmine à 650 mètres. Certaines vallées encaissées, dont celle de la rivière Romaine, ont près de 200 m de relief. Le centre de la région est occupé par un plateau au relief modéré.

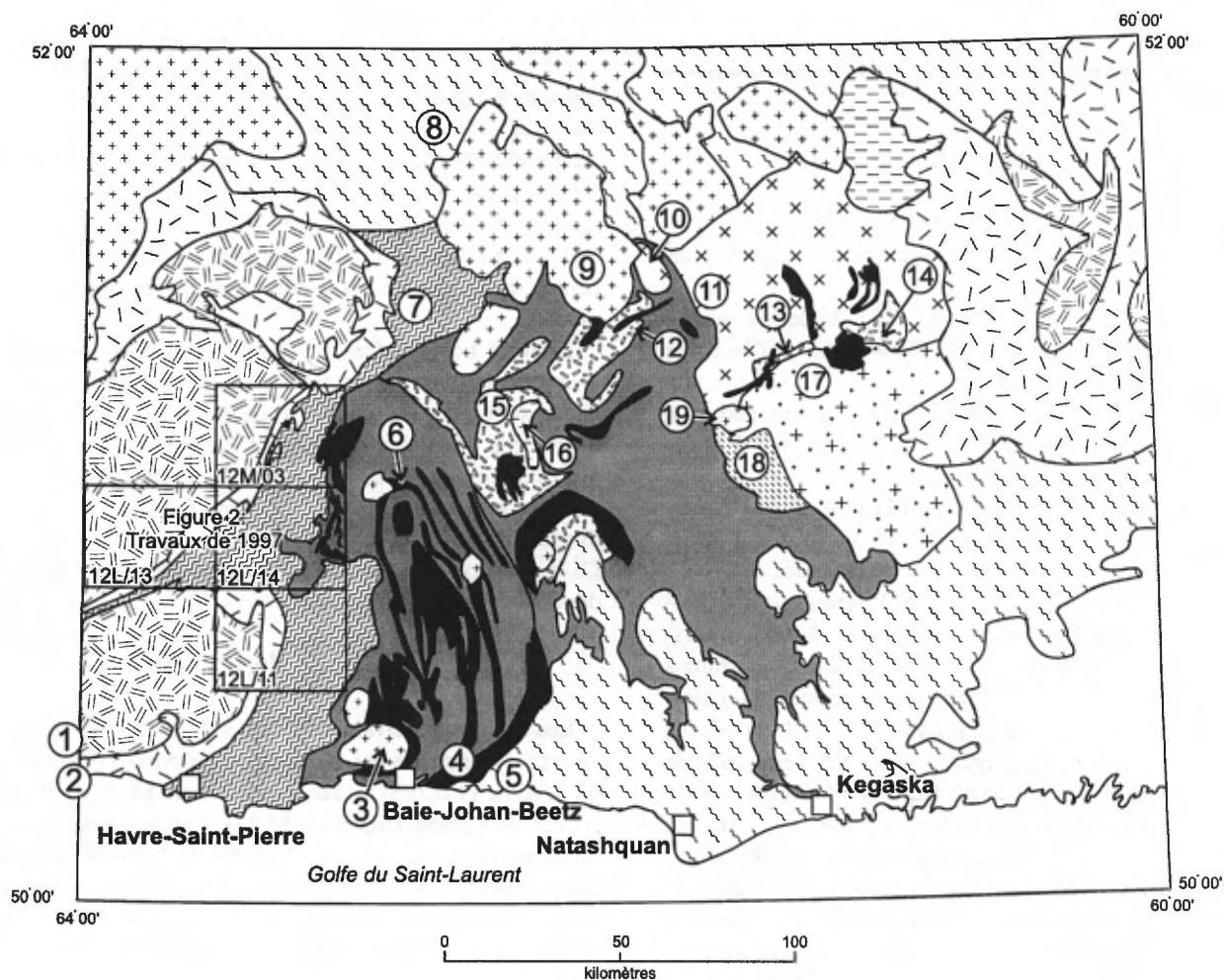
La forêt boréale dense, presque exclusivement peuplée d'épicéa, couvre les secteurs bas, alors que les secteurs hauts sont souvent couverts de mousses, de lichens et d'arbustes généralement épars et de petite taille. La forêt est relativement peu giboyeuse : quelques orignaux, un caribou et quelques ours, de rares castors, des oiseaux migrateurs et des gélinottes ont été observés durant l'été. Le lac Sanson et le lac Buit, des lacs de tête de rivière, sont dépourvus de poisson.

Méthode de travail

Les travaux de terrain effectués à l'été de 1997 (figure 2) couvrent une partie des feuillelets du lac Allard (12L/11), du lac Jérôme (12L/13) du lac Sanson (12L/14) et de la petite rivière de l'Abbé-Huard (12M/03). Ces travaux comprennent : un levé géologique à l'échelle du 1:50 000, avec des cheminements espacés d'un à trois kilomètres et des parcours le long de la rivière Romaine et des rivages des grands lacs; un levé gravimétrique aux stations espacées de 5 km; et un levé géochimique de sédiments de ruisseaux. Les données des travaux antérieurs disponibles (géochimie, géophysique, images satellite, géologie et géochronologie) ont été intégrées aux nouvelles données recueillies et cette information géoscientifique a été incorporée à la base de données du Système d'information géominère (SIGEOM) du ministère des Ressources naturelles du Québec. La carte géologique a été numérisée et elle est aussi disponible dans le SIGEOM.

Travaux antérieurs

La région du lac Sanson a d'abord été l'objet d'une cartographie exploratoire le long de la rivière Romaine et de ses principaux affluents (Retty, 1944). Ces travaux de terrain ont conduit à la découverte de minéralisations cuprifères au lac Sanson. La partie est du feuillelet a ensuite été l'objet d'un projet de cartographie géologique par Longley (1948). Au début des années soixante-dix, le ministère des Richesses naturelles a effectué, dans le cadre du projet Grenville, un levé géologique à l'échelle du 1:250 000 qui couvre entre autres la région du lac Sanson (Sharma et Franconi, 1975). La région a aussi été couverte par des



NÉOPROTÉROZOÏQUE

Granite tardif
(Suite felsique de La Galissonnière)

MÉSOPROTÉROZOÏQUE

Gabbro, amphibolite

Anorthosite (Suite AMCG de Havre-Saint-Pierre)

Charnockite et mangérite (Suite AMCG de Havre-Saint-Pierre)

Granite à fluorine et granite à quartz bleu
(Suite felsique d'Olmmane)

Monzonite

Porphyre granitique, rhyolite
(Suite felsique de Kataht)

Granite rapakivi
(Suite felsique de Kataht)

Granite et monzonite foliés, quartzite
et paragneiss (Complexe de Buit)

Gneiss granitique (Complexe de Boulain)

Métasédiments (Groupe de Wakeham)

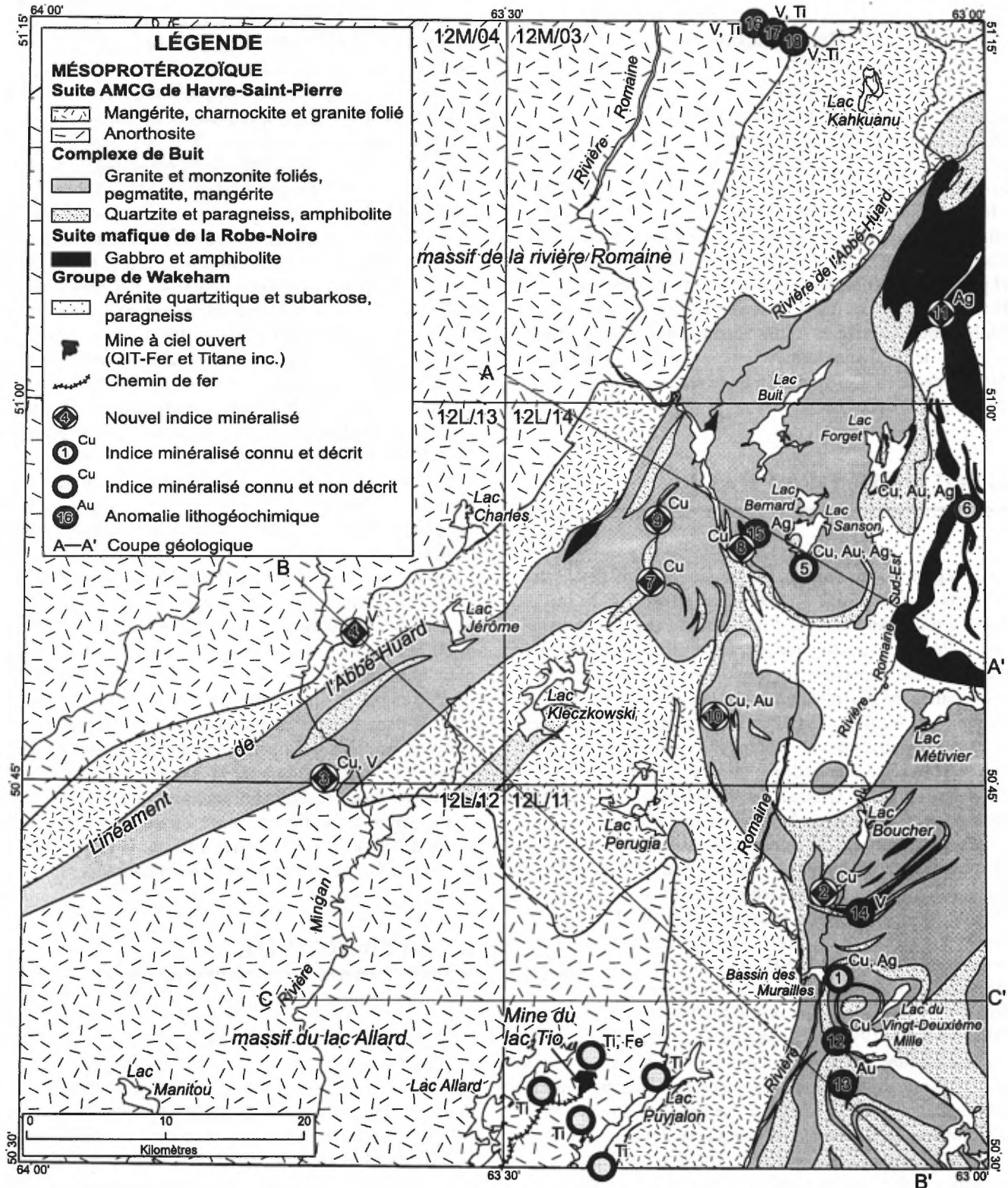
Gneiss quartzo-feldspathique
et paragneiss non différenciés

Gneiss et migmatite non différenciés

Site d'échantillonnage
géochronologique

Municipalité

FIGURE 1 - Géologie simplifiée de la région du Groupe de Wakeham et localisation des travaux de terrain effectués en 1997 (Tiré de Avramtchev, 1983; Indares et Martignole, 1993). Les numéros correspondent aux sites de prélèvement d'échantillons ayant fait l'objet d'analyses géochronologiques : 1) Anorthosite: 1062±4 Ma (van Breemen et Higgins, 1993), 2) Mangérite: 1126+7/-6 Ma (Emslie et Hunt, 1990), 3) Granite: 948±2 Ma (Fowler et Doig, 1983), 4) Porphyre felsique: 1246±5 à 1253±6 Ma (Clark et Machado, 1995), 5) Gneiss granitique: 1495±2 Ma (Clark et Machado, 1995), 6) Gabbro: 1177+5/-4 Ma (Martignole *et al.*, 1994), 7) Monzonite foliée: 1079±5 Ma (Loveridge, 1986), 8) Gneiss: 1665+58/-40 Ma (Loveridge, 1986), 9) Granite: 993±3 Ma (Loveridge, 1986), 10) Granite folié: 1245±3 Ma (Indares et Martignole, 1993), 11) Granite folié: 1239±3 (Indares et Martignole, 1993), 12) Porphyre felsique: 1503+6/-4 Ma (Madore *et al.*, 1997a), 13) Porphyre felsique: 1510±10 Ma (Verpaelst *et al.*, 1997a) 14) Porphyre felsique: 1495±2 Ma (Verpaelst *et al.*, 1997a), 15) Rhyolite: 1271+13/-3 Ma (Loveridge, 1986), 16) Monzonite porphyrique: 1322±7 Ma (Martignole *et al.*, 1992), 17) Granite rapakivi: 1497+15/-9 Ma (Verpaelst *et al.*, 1997b), 18) Gneiss granitique: 1515±30 Ma (Verpaelst *et al.*, 1997b), 19) Granite tardif : 981±2 Ma (inédit).



travaux ponctuels et une compilation régionale effectués par Indares et Martignole (1993).

Remerciements

Nous tenons à remercier les membres de l'équipe qui ont participé aux travaux de terrain : Oumar Diakité, Martin Doyon, Richard Drouin, Gaétan Gagnon, Youcef Larbi, Hugues Lavoie, Élisabeth LeBlanc, Geneviève Leblanc, Zotic Lemieux, Jules Napess, Aurèle Noël, Julien Piétacho, Mélissa Pruneau, Norbert Tremblay et Sophie Turcotte. Nous tenons aussi à remercier monsieur Kamal N.M. Sharma, du MRN, qui a contribué à l'étude pétrographique et participé à de nombreuses discussions sur la géologie de la région, ainsi que madame Nadia El Houari et messieurs Mohammed Labriki et Alain Simard pour leur participation au levé. Nous remercions aussi monsieur Ross Stevenson de l'UQAM, directeur de recherche du projet de doctorat de Youcef Larbi.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

La région du lac Sanson, qui comprend trois des quatre feuillets cartographiés en 1997, est située sur la marge ouest d'un grand bassin sédimentaire du segment oriental de la Province géologique de Grenville (figure 1). Ce bassin, d'une superficie de plus de 8100 km², comprend principalement des métagrès et, dans une proportion restreinte (~10 %), des métapélites et des métavolcanites effusives ou hypabyssales de compositions mafique et felsique. Cette séquence sédimentaire est désignée ici par l'appellation de « Groupe de Wakeham ». Elle est en contact, à l'ouest, avec le Complexe de Buit (nouvelle unité). Le Complexe de Buit est un assemblage de roches gneissiques et de roches intrusives felsiques et foliées, d'amphibolites et de métasédiments. Plus à l'ouest, ce complexe borde la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. Sur sa marge orientale, dans le secteur de la rivière Natashquan (SNRC 12N/03 et 12N/06), le Groupe de Wakeham est en contact avec les granitoïdes de la Suite felsique d'Olomane et les gneiss du Complexe de Boulain (Madore *et al.* 1997a et b; Verpaelst *et al.*, 1997 a et b). Au sud comme au nord, il est en contact avec d'autres gneiss granitiques non différenciés qui pourraient éventuellement être corrélés sur une base lithologique avec le Complexe de Boulain et le Complexe de Buit. Plusieurs suites gabbroïques sont injectées dans les lithologies précédentes. Enfin, des granites tardifs de la Suite felsique de La Galissonnière sont intrusifs dans le Groupe de Wakeham, la Suite felsique d'Olomane et les gneiss granitiques.

Dans cette partie de la Province de Grenville, des âges absolus, obtenus par la méthode U-Pb sur des zircons provenant de différents types de roches, ont mis en évi-

dence la complexité de l'organisation finale de cette partie de la croûte continentale (figure 1). Ainsi, les nouvelles données nous amènent à remettre en question la nature de ce qui a été appelé « allochtone » et de ce qui constitue le socle des roches du Wakeham.

Une roche magmatique felsique, interprétée comme une rhyolite et située géographiquement au centre du Groupe de Wakeham, a été datée à 1271 ± 13/-3 Ma (Liveridge, 1986) (figure 1, site 15). Dans le même secteur, Martignole *et al.* (1992) ont mesuré un âge de 1322 ± 7 Ma sur une monzonite porphyrique (figure 1, site 16). Clark et Machado (1995) rapportent des âges de 1246 ± 5 Ma et de 1253 ± 6 Ma sur des porphyres felsiques intrusifs dans la partie sud du Groupe de Wakeham (figure 1, site 4). Par contre, un âge U-Pb de 1503 ± 6/-4 Ma a été obtenu sur un porphyre intrusif dans la partie est du Groupe de Wakeham (figure 1, site 12) (Madore *et al.*, 1997b), ce qui recule l'âge minimum de la partie est du Groupe de Wakeham de 1270 Ma à 1500 Ma environ. Les isotopes Pb²⁰⁷/Pb²⁰⁶ de soixante zircons détritiques provenant d'un grès de la partie est du Groupe de Wakeham ont aussi été analysés à la microsonde photonique (ablation au laser) dotée d'un spectromètre de masse à source ionisante de type plasma par induction couplée (LAM-ICP-Q-MS : « *laser-ablation microprobe inductively-coupled plasma quadrupole mass spectrometer* »). Les résultats de ces analyses indiquent que les âges de zircons détritiques sont compris entre 1600 et 2800 Ma (Madore *et al.*, 1997a). Aucun âge inférieur à 1600 Ma n'a été obtenu. Ces données permettent de conclure que l'âge des sédiments, dans la partie est du Groupe de Wakeham, se situe entre 1500 Ma, l'âge du porphyre intrusif dans les sédiments, et 1600 Ma, l'âge minimum des zircons détritiques prélevés dans les roches sédimentaires. La sédimentation de la partie est du Groupe de Wakeham serait légèrement antérieure ou contemporaine de l'orogénie pinwarienne, dont l'âge se situe entre 1450 et 1530 Ma (Gower, 1996), et qui a affecté la partie orientale du Grenville, et en particulier l'est du Labrador.

STRATIGRAPHIE

La région du lac Sanson (feuillets SNRC 12L/14, 12L/13 et 12M/03), est constituée de quatre unités lithostratigraphiques et lithodémiques d'âge Mésoprotérozoïque, dont deux sont de nouvelles unités définies ici pour la première fois. L'unité présumée la plus ancienne est le Groupe de Wakeham (Madore *et al.*, 1997a et 1997b) composé d'arénite quartzitique, de subarkose et de paragneiss. Cette unité est recoupée par la Suite mafique de la Robe Noire (nouvelle unité) composée surtout de gabbro et, localement, d'amphibolite et de roches ultramafiques. Le Complexe de Buit (nouvelle unité) est un assemblage de gneiss, d'intrusions felsiques foliées, de quartzite, de paragneiss et d'am-

phibolite. Il est probable que les métasédiments du Complexe de Buit soient des équivalents stratigraphiques du Groupe de Wakeham. La quatrième unité est la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. Celle-ci est essentiellement constituée d'anorthosite et d'une enveloppe de mangerite et de charnockite.

Groupe de Wakeham (mPwk)

Claveau (1949) a introduit l'expression « roches sédimentaires du lac Wakeham » pour désigner une séquence de métasédiments située immédiatement à l'est de la région du lac Sanson. Il a divisé la séquence en trois lithofaciès qui sont, de la base au sommet présumés : 1) un quartzite impur et un micaschiste; 2) un quartzite blanchâtre, massif et à grain fin; et 3) un quartzite calcaire (sic) et un calcaire cristallin. Par la suite, Grenier (1957) a utilisé le terme « roches sédimentaires de Wakeham » pour désigner les roches sédimentaires qui « affleurent dans une étendue ayant les limites approximatives suivantes : au sud, la Côte Nord du golfe Saint-Laurent, à l'ouest, la rivière Romaine et au nord, une ligne mal définie située à quelques 15 milles au nord du parallèle 51°... ». Des roches identiques ont été observées vers le sud (Cooper, 1957; Depatie, 1967) et vers l'est, jusque dans la région du village de Kegaska (*op. cit.*). Sharma et Jacoby (1972) identifient pour la première fois des roches volcaniques felsiques dans la séquence sédimentaire. Ils introduisent le terme Groupe de Wakeham pour désigner la séquence de roches sédimentaires, de basalte et de rhyolite, métamorphisés aux faciès des schistes verts ou des amphibolites, qui affleure au NE de Havre-Saint-Pierre. Bien qu'étant les premiers à assigner un rang formel à l'unité, ils ne désignent toutefois ni région type ni coupe type. Dans sa compilation de la Province géologique de Grenville, Wynne-Edwards (1972) identifie la même séquence sous le terme de Groupe de Wakeham Bay. Cependant, comme le mentionnent Martignole *et al.* (1994), cette désignation est impropre puisque le terme géographique « Wakeham » dérive du nom d'un lac situé à environ 55 km au nord de Baie-Johan-Beetz tandis que la baie de Wakeham est située en Ungava. Martignole et Indares (1988) ont élevé le Groupe de Wakeham au rang de supergroupe. Ils le subdivisent en deux groupes : le Groupe d'Aguanus, situé dans la partie est du bassin sédimentaire et considéré comme étant à la base du supergroupe, et le Groupe de Davy dans la partie ouest et au sommet de la séquence. Ils sont séparés par la zone de cisaillement de la rivière Nabisipi (Martignole *et al.*, 1992 et Indares et Martignole, 1993). Le critère distinctif entre les deux groupes serait la présence de silicoclastites et de volcanites bimodales dans le Groupe d'Aguanus. Cependant, la superposition stratigraphique des deux groupes est loin d'être prouvée et ils ne se distinguent nullement l'un de l'autre sur la base de caractéristiques lithologiques. Martignole *et al.* (1994) ont aussi introduit la notion de « terrane de Wakeham » qui englobe l'ensemble des litho-

logies incluant les métasédiments et les intrusions qui les recourent. Madore *et al.* (1997b) ont ramené le Wakeham du rang de supergroupe à celui de groupe et les termes Aguanus et Davy ont été abandonnés. Cette définition est maintenue dans le présent rapport.

Dans la région du lac Sanson, le Groupe de Wakeham englobe les métasédiments qui occupent la partie orientale des cartes des feuillets 12L/14 et 12M/3. Il est composé surtout de silicoclastites. Les conditions de métamorphisme y varient du faciès supérieur des schistes verts au faciès moyen des amphibolites. Les roches sédimentaires comprennent essentiellement une arénite quartzitique et une subarkose, accompagnées d'un peu de paragneiss. Les grès sont localement bien lités et exhibent en plusieurs endroits des structures primaires comme les laminations parallèles, les laminations obliques et le granoclassement, permettant ainsi de définir des polarités. Malgré la préservation de certaines structures primaires, les textures primaires sont généralement oblitérées par la recristallisation. Les grès sont de couleur blanchâtre et ils ne possèdent que des quantités réduites de feldspath et de minéraux alumineux (biotite, muscovite, chlorite). Quelques niveaux métriques de paragneiss sont interstratifiés avec des arénites et des subarkoses.

La grande uniformité des grès du Groupe de Wakeham, leur épaisseur considérable (plus de 1000 m mesurés dans la partie est du Wakeham) et la rareté des mudrocks suggèrent un milieu de dépôt aux conditions stables (uniformes dans le temps), mais subsident. La maturité texturale et la composition du grès indiquent une source continentale, au relief faible ou éloignée du milieu de dépôt. L'assemblage de structures sédimentaires appartient à un milieu de dépôt de haute énergie, où le taux de sédimentation est élevé et le dépôt périodiquement instable. Ce milieu est, par endroits, peu profond et soumis à l'action de tempêtes. Ces conditions sont respectées dans une mer épicontinentale peu profonde ou sur une plate-forme continentale en bordure d'un craton. Un front deltaïque, soumis à l'action des courants marins, et une série de cordons littoraux ou de grands bancs de sables, soumis à l'action périodique de tempêtes, sont des environnements probables de sédimentation pour les grès du Wakeham.

Suite mafique de la Robe Noire (mPrbn1)

La Suite mafique de la Robe Noire est une nouvelle unité lithodémique qui désigne des filons-couches et des dykes de gabbros métamorphisés, intrusifs dans les sédiments du Groupe de Wakeham. Les dykes et de filons-couches sont d'épaisseur décimétrique à kilométrique. Localement, des niveaux ultramafiques (surtout de la clinopyroxénite) ont été observés à l'intérieur des masses gabbroïques. Ces intrusions affleurent dans la partie est du feuillet SNRC 12L/14 et dans la partie SE du feuillet SNRC 12M/03. La Suite mafique de la Robe Noire est

probablement équivalente aux roches gabbroïques cartographiées plus à l'est, dans les régions du lac Wakeham (Claveau, 1949) et du lac Beetz (Grenier, 1957) où elles épousent la forme des grands plis régionaux, notamment la synforme de Davy (Indares et Martignole, 1993).

Les roches gabbroïques sont massives ou légèrement foliées et elles montrent généralement une texture subophitique. Elles sont composées de plagioclase généralement hypidiomorphe et de 40 % de minéraux ferromagnésiens. Les minéraux ferromagnésiens les plus communs sont le clinopyroxène, partiellement remplacé par la hornblende verte, et l'actinote. Le gabbro contient aussi de 1 à 5 % de biotite et un peu de quartz. Localement, le gabbro contient de l'épidote et de la chlorite. Les minéraux accessoires sont le sphène, l'apatite et le zircon. De 1 à 10 % de minéraux opaques constitués d'oxydes (ilménite et magnétite) et de sulfures (pyrite et chalcopyrite) parsèment la roche.

Là où les roches de la Suite mafique de la Robe Noire sont le plus déformées, surtout près des contacts avec la roche encaissante, le gabbro a été transformé en amphibolite foliée. La géochimie montrera que les gabbros de cette suite diffèrent réellement des autres gabbros de la région, c'est-à-dire ceux du Complexe de Buit.

Complexe de Buit (mPbui)

Longley (1948) a introduit le terme « Granite du lac Buit » pour désigner une série d'intrusions granitiques situées dans la portion est des régions des lacs Alard (12L/11) et Sanson (12L/14) et qui s'étendent au-delà de la limite est de cette région. Ce granite à biotite est de couleur rose et sa granulométrie varie de moyenne à grossière. On observe généralement une gneissosité bien définie et localement une texture porphyrique, avec des phénocristaux de feldspath rose (*op. cit.*). Indares et Martignole (1993) reprennent le terme « Granite du lac Buit » pour désigner « des roches hétérogènes massives ou foliées à granulométrie variable, avec des enclaves de quartzite ou de paragneiss » situées à l'est du lac Buit. Ce type de granitoïde porteur de paragneiss et d'amphibolite s'observe au sud et à l'est des feuillets cartographiés, en particulier dans la partie orientale de la carte du lac à l'Ours (Dépatie, 1967) et dans la partie occidentale des feuillets 12L/07 (Cooper, 1957) et 12L/10 (Grenier, 1957).

Dans ce rapport, nous élevons, provisoirement, l'unité au rang de complexe et nous étendons sa distribution géographique. Le Complexe de Buit est constitué de gneiss, de roche felsique intrusive et foliée, de quartzite, de paragneiss et d'amphibolite. Cet assemblage de roches déformées et métamorphosées se situe géographiquement entre le Groupe de Wakeham, à l'est, et la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre, à l'ouest. La région type du Complexe de Buit se situe entre le Bassin des Murailles et l'extrémité NW du lac du Vingt-Deuxième Mille. Sa limite ouest pourrait bien

correspondre au linéament de la Rivière Romaine que l'on peut observer sur le feuillet 12L/11 (Madore *et al.*, 1999). Vers le nord, dans le feuillet 12M/03, le linéament de l'Abbé-Huard constitue sa limite occidentale. Cette nouvelle appellation a pour hypothèse de départ que le Granite de Buit de Longley (1948) fait bien partie du complexe. Cette "appartenance" ne peut être approfondie dans le cadre de ce rapport.

Paragneiss (mPbui1)

Le paragneiss est contenu dans des roches felsiques intrusives sous la forme d'enclaves de dimensions centimétriques à décimétriques ou de radeaux de dimension kilométrique. Le paragneiss est presque partout interdigité avec du quartzite et de l'amphibolite. On peut y observer un rubanement tectono-métamorphique bien développé. Il est généralement migmatisé. Le mobilisat, de composition granitique et originant d'un niveau structural plus profond, se présente sous forme de veines de dimension centimétrique à décimétrique, parallèles à la gneissosité et localement boudinées. Le paragneiss contient surtout de la muscovite et, par endroits, de la sillimanite ou de la cordiérite. Il possède une foliation interne bien développée. Des intrusions ultérieures de mobilisat, en veines et en dykes non déformés, traversent la gneissosité et forment des masses décimétriques irrégulières.

La composition du paragneiss varie tant à l'échelle du ruban qu'à l'échelle de l'affleurement. Le paragneiss se compose d'une mésostase quartzofeldspathique à texture granoblastique entourant des porphyroblastes de biotite ou de muscovite. Localement, la chlorite remplace la biotite. La staurotide et le grenat, observés sur plusieurs lames minces, sont localement observés individuellement, mais ils occupent communément le même habitus. Certains porphyroblastes de ces deux minéraux contiennent des inclusions hélicitiques indicatrices d'une cristallisation syn-cinématique. La staurotide est partiellement rétro-morphosée en séricite. L'andalousite et la sillimanite, localement enchevêtrées, ainsi que la cordiérite, la hornblende et l'épidote sont observées dans des proportions variables. Le paragneiss contient aussi des traces d'apatite, de tourmaline, de zircon, de sphène, d'allanite et de graphite. De 1 à 5 % et, exceptionnellement, jusqu'à 15 % de minéraux opaques, dont une proportion importante (jusqu'à 50 %) est constituée de magnétite, parsèment la roche.

Dans quelques localités, le paragneiss et les roches qui lui sont associées possèdent une minéralogie caractérisée par l'abondance de cordiérite à laquelle s'ajoute du quartz, du feldspath, de l'amphibole orthorhombique (anthophyllite), du spinelle (hercynite), du grenat, de la biotite, de la muscovite ainsi qu'une quantité non négligeable (10 à 20 %) de minéraux opaques composés d'oxydes, dont la magnétite, et de sulfures, surtout constitués de chalcopyrite et de pyrite. Cet assemblage suggère la présence de zones

d'altération hydrothermale métamorphisées. Nous verrons au chapitre 9 que des indices minéralisés sont associés à ces zones d'altération.

Quartzite (mPbui2)

Le quartzite présente la même structure que le paragneiss avec lequel il est intercalé. Il contient généralement une foliation tectonique bien développée et, localement dans des zones moins déformées, un litage primaire. Il se compose surtout de quartz à texture granoblastique, accompagné d'un peu de plagioclase ou de microcline. Des reliques de rubans de quartz, communs dans ces roches, sont des indices de déformation ductile. Localement, de grandes plages de quartz enveloppent des minéraux métamorphiques orientés dans la même direction; cela suggère une recristallisation thermique tardi-cinématique ou post-cinématique. Les minéraux métamorphiques observés dans le quartzite sont la biotite, la muscovite, le grenat et la sillimanite. Les minéraux accessoires sont l'apatite, le sphène, la tourmaline et le zircon. Dans un nombre restreint de localités, le quartzite contient jusqu'à 10 % de minéraux calcosilicatés tels le diopside et l'actinote. Le plagioclase, la scapolite, l'épidote, le grenat, le sphène, la muscovite, la biotite, la calcite et les minéraux opaques constituent moins de 30 % de la roche. L'apatite, la tourmaline et le zircon sont présents en traces.

Amphibolite et gabbro métamorphisé (mPbui3)

Environ 10 % des roches du Complexe de Buit sont formés de bandes d'amphibolite et de gabbro déformé et métamorphisé. Ces bandes s'observent aussi bien dans les radeaux de roches d'origine sédimentaire que dans les roches granitiques et même dans les bandes de tonalite foliée. Ces bandes, d'épaisseur décimétrique ou kilométrique, sont généralement boudinées et elles suivent la trajectoire structurale du complexe. Ces bandes de roche mafique sont en majorité trop petites pour être cartographiées à l'échelle du 1:50 000. Cependant, localement, elles sont assez volumineuses pour être représentées sur la carte.

L'amphibolite est généralement homogène, foliée et à texture granoblastique. Les principales phases minérales sont la hornblende verte et le plagioclase. Les autres phases sont la biotite partiellement chloritisée, du quartz et des reliques de clinopyroxène presque entièrement remplacé par de la hornblende et de l'épidote. Le sphène, l'apatite et le zircon sont présents en traces. Entre 2 et 15 % de minéraux opaques, sous forme de petits cristaux de magnétite et localement de chalcopyrite, parsèment la roche.

Quelques affleurements de gabbro contiennent de la hornblende brune. Ces affleurements sont localisés principalement le long du linéament de l'Abbé-Huard, dans la partie occidentale du feuillet 12L/11 et dans le sud du

feuillet 12M/03. À cause de sa minéralogie particulière et de sa localisation spécifique, il est possible que cet ensemble de gabbros constitue une suite intrusive à part des autres gabbros. Toutefois, leur géochimie n'est pas assez distincte de celle des autres gabbros du complexe pour justifier, dans l'état actuel de nos connaissances, la création d'une nouvelle unité.

Tonalite gneissique (mPbui4)

Plusieurs bandes lenticulaires de tonalite gneissique ont été observées dans le Complexe de Buit, mais toutes sont à l'extérieur de la région du lac Sanson. Nous référons donc le lecteur au rapport sur la région du lac Allard (Madore *et al.*, 1999) pour le détail sur ce lithofaciès.

Granite hétérogène (mPbui5)

Le granite hétérogène est la lithologie prédominante du Complexe de Buit. Des quantités moindres (< 20 %) de granite à feldspath alcalin, de syénite et de pegmatite sont incluses dans cette unité. Ces intrusions felsiques contiennent un important volume d'enclaves, sous forme de lentilles restreintes à l'échelle de l'affleurement ou de radeaux pluri-kilométriques. Ces enclaves proviennent probablement des unités adjacentes (métasédiments, amphibolites, roches d'affinité anorthositique). Ces roches se présentent sous forme d'enclaves de dimensions restreintes à l'échelle de l'affleurement ou encore de radeaux pluri-kilométriques. Le granite hétérogène, le granite à feldspath alcalin et la syénite sont généralement foliés ou rubanés. En lame mince, on observe une texture granoblastique polygonale et, localement, une texture mylonitique oblitérée par la néoblastèse. Cependant, là où la déformation est faible ou modérée, la texture grenue porphyrique est préservée. La pegmatite est généralement massive ou légèrement foliée et elle se présente sous forme de veines, de dykes ou de masses irrégulières dont la taille est généralement limitée à l'échelle de l'affleurement.

Le granite hétérogène, la pegmatite et le granite à feldspath alcalin se composent d'un matériau quartzofeldspatique dans des proportions qui leurs sont caractéristiques. Ils contiennent aussi de la biotite (1 à 20 %), localement chloritisée, et de la muscovite (1 à 4 %). Par endroits, ces roches renferment de la cordiérite, de la hornblende verte, du grenat, de l'épidote ou du spinelle vert. L'apatite, le zircon, l'allanite, le rutile et le sphène sont présents en traces. Entre 1 et 5 % de minéraux opaques sont disséminés dans la roche.

Granite hétérogène et pegmatite (mPbui6)

Cette unité, qui n'est présente que dans le feuillet 12L/14, est comparable à la précédente. Elle se compose des mê-

mes lithologies, mais la plus grande abondance de pegmatite (> 20 %) la différencie du granite hétérogène folié (mPbui5).

Monzonite et monzonite quartzifère (mPbui7)

Ces lithologies, de même que les mangérites et les charnockites (mPbui8) incluses dans le Complexe de Buit, ne sont présentes que sous forme d'enclaves dans le granite hétérogène (mPbui5) ou de copeaux dans le complexe. Elles sont des équivalents probables des monzonites présentes en bordure de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre.

La monzonite et la monzonite quartzifère sont des roches porphyroïdes constituées de phénocristaux idiomorphes ou hypidiomorphes dont la taille varie entre 5 et 25 mm. Ces phénocristaux se composent de plagioclase généralement zoné et de feldspath potassique. La mésostase est surtout constituée de matériau quartzofeldspatique. Ces roches sont généralement massives ou légèrement foliées.

La monzonite et la monzonite quartzifère contiennent (mésostase et phénocristaux inclus) de 3 à 20 % de quartz, de 15 à 40 % de plagioclase, de 20 à 50 % de feldspath potassique et de 5 à 20 % de minéraux ferromagnésiens. Ces derniers comprennent surtout de la biotite partiellement chloritisée et un peu de hornblende verte. Localement, ces roches contiennent de la cordiérite. L'apatite, le zircon et le sphène sont présents en trace. De 1 à 5 % de minéraux opaques sont disséminés dans la roche.

Mangérite et charnockite (mPbui8)

Les roches mangéritiques de cette unité sont foliées. Ces roches se composent de matériau quartzofeldspatique à texture granoblastique. Les minéraux ferromagnésiens, constitués de biotite, d'augite, d'hypersthène et de hornblende verte, sont orientés parallèlement à la foliation. Localement, des reliques de rubans de quartz recristallisés soulignent leur foliation tectonique. Des porphyroclastes de feldspath sont fréquemment observés. La pétrographie de ces roches est décrite en détail plus loin lors du traitement de leurs équivalents dans la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre.

Pegmatite (mPbui9)

Des intrusions pegmatitiques de petite taille sont omniprésentes dans le Complexe de Buit. Dans les secteurs du lac Sanson et du lac Buit (nord du feuillet SNRC 12L/14 et sud du feuillet 12M/03), certaines masses de pegmatite sont assez volumineuses pour être cartographiées à l'échelle du 1 : 50 000. La pegmatite de ces masses est modérément foliée. Elle est surtout composée de matériau quartzofeldspatique. Ces roches contiennent aussi de la biotite (1 à 15 %) et de la muscovite (1 à 3 %). Les minéraux accessoires sont le sphène, le zircon et l'allanite. L'allongement des

plages de quartz polycristallin et l'orientation des micas soulignent la foliation.

Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre (mPhsp)

Retty (1944) a reconnu l'existence d'un massif anorthositique autour des lacs Allard et Puyjalon et, plus au nord, le long de la rivière Romaine. Sharma et Franconi (1975) reconnaissent au moins trois massifs dans la région; ce sont les massifs du lac Fournier, de Havre-Saint-Pierre et de la rivière Romaine. Selon eux, les deux derniers seraient rattachés l'un à l'autre. Keary et Thomas (1979) reprennent la nomenclature de Sharma et Franconi (1975) et mentionnent qu'une anomalie gravimétrique positive serait centrée sur les deux premiers massifs, qui pourrait être causée par une masse importante de gabbro en profondeur. Hargraves (1959 et 1962) et Bergeron (1973 et 1986) se sont penchés sur la description et la genèse des roches minéralisées en ilménite du secteur oriental du massif du lac Allard qu'ils relient à la suite anorthositique du lac Allard; ils n'incluent pas la couronne mangéritique de ce massif. Depatie (1967) et Hocq (1982) ont cartographié en détail la partie orientale de ce massif avec sa couronne mangéritique.

Van Breemen et Higgins (1993) ont introduit le terme « Complexe anorthositique de Havre-Saint-Pierre » pour désigner toutes ces anorthosites qu'ils divisent en lobes, soit les lobes du Lac Allard, c'est-à-dire du Nord-Est et Nord-Ouest, et le lobe Sud-Ouest qu'ils appellent l'Anorthosite de Magpie. L'âge obtenu pour ce dernier lobe est de 1062 ± 4 Ma (figure 1). Enfin, Martignole (1996), dans sa revue des anorthosites du Grenville, reprend le terme « Complexe anorthositique de Havre-Saint-Pierre » qui comprendrait, en plus des massifs définis par Sharma et Franconi (1975), un quatrième pluton, celui d'Atikonak. Pour leur part, Emslie et Hunt (1990) ont considéré plutôt la répartition spatiale des roches anorthositiques et mangéro-granitiques et ont par conséquent utilisé le terme « suite anorthosite-mangérite-charnockite-granite » ou suite AMCG.

Afin de respecter les règles de nomenclature du Code stratigraphique nord-américain (DV 86-02, MRN, 1986), nous proposons d'inclure l'ensemble des massifs anorthositiques ainsi que les enveloppes de mangérite-charnockite-granite qui les entourent dans une même unité, la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. Le terme « complexe » nécessite la présence de roches d'au moins deux classes génétiques. La présence exclusive de roches intrusives dans cette unité nous amène à conclure que le terme « suite » est celui qui respecte le mieux le code stratigraphique. Nous avons conservé le qualificatif « anorthositique » parce que l'anorthosite représente de loin la lithologie dominante de la suite. Les différents massifs gardent leurs appellations informelles, suggérées par Sharma et Franconi (1975).

Van Breemen et Higgins (1993) ont daté une anorthosite pegmatitique prélevée à l'ouest de la rivière au Tonnerre, dans le lobe Sud-Ouest, à 1062 ± 4 Ma. Emslie et Hunt (1990) ont rapporté un âge U-Pb de $1126 \pm 7/-6$ Ma sur une roche mangéritique près de l'embouchure de la rivière Magpie, dans la partie SW de la suite. Pour sa part, Loveridge (1986) a obtenu un âge de 1079 ± 5 Ma sur une mangérite située au nord des roches du Wakeham.

Anorthosite (mPhsp1)

Les anorthosites n'ont pas fait l'objet d'une étude détaillée dans le cadre du présent projet. Les travaux de cartographie n'incluaient pas les massifs anorthositiques mais seulement leurs contacts avec les roches encaissantes. Les différentes lithologies n'ont été différenciées que dans la région du lac Allard (feuille 12L/11) par Hocq (1982); une courte description de ces lithologies sont reprises par Madore *et al.* (1999). Nous référons aussi le lecteur aux travaux de Sharma et Franconi (1975) pour plus de détails sur les anorthosites des feuilles 12L/14 et 12M/03. Nous ne donnerons ici que les grandes lignes de la minéralogie et des textures observées dans ces roches.

Les seuls affleurements du massif anorthositique du lac Allard ont été répertoriés à l'extrême sud du feuillet 12M/03. Certains de ces affleurements sont altérés et même carbonatés, non loin d'une zone où apparaissent des gneiss à scapolite et diopside dans l'encaissant. La couronne mangéritique-granitique du massif du lac Allard affleure dans le coin SW de la région du lac Sanson (feuille 12L/14). Le massif de la Romaine, avec sa couronne MCG, affleure dans les régions des feuilles 12L/14 et 12M/3. Le massif de la Romaine est principalement constitué d'anorthosite (<10 % de minéraux mafiques) et de leuconorite (> 10 % de minéraux mafiques). Toutefois, plusieurs affleurements de roches d'affinité anorthositique ont été répertoriés à l'intérieur de la couronne MCG, au sud du contact principal et au nord du prolongement du linéament de l'Abbé-Huard (12L/13). Ces affleurements pourraient constituer des lentilles anorthositiques d'assez grande dimension, mais on ignore la nature de leur contact. Il pourrait s'agir de grandes enclaves. L'anorthosite peut être massive, foliée ou litée. Elle est généralement gris clair à gris sombre, avec parfois des reflets bleutés. Elle est à grain fin à grossier, parfois porphyroïde avec une mésostase à grain moyen à fin. Dans la partie cartographiée en 1997, l'anorthosite a souvent une texture gneissique, granoblastique ou saccharoïde, avec localement des phénocristaux de plagioclase dans une mésostase recrystallisée. Les autres minéraux généralement observés sont : biotite + oxydes \pm clinopyroxènes \pm orthopyroxènes \pm hornblende verte \pm apatite. Le plagioclase est presque toujours antiperthitique avec un liséré de quartz (<1 %) et de feldspath potassique (<1 %). L'anorthosite est souvent altérée avec ses plagioclases séricitisés ou saussuritisés.

Mangérite-charnockite-granite-jotunite (mPhsp4)

Dans la région du lac Sanson, un assemblage lithologique, comprenant des roches à orthopyroxène comme la mangérite, la charnockite et la jotunite, et certains de leurs équivalents dépourvus d'orthopyroxène comme la monzonite, la monzonite quartzifère, le granite et le monzogabbro quartzifère. Cet assemblage, ci-après appelé suite MCG pour mangérite-charnockite-granite, forme une couronne de roches ignées grenues autour de chacun des deux massifs anorthositiques. Ces roches sont difficiles à cartographier à l'échelle du présent levé. Une cartographie détaillée de ces roches devra tenir compte de la complexité de leur environnement magmatique, tectonique et métamorphique.

Les limites entre les différents types de roche de la suite MCG ne sont pas des contacts intrusifs francs mais plutôt des limites transitionnelles entre les faciès lithologiques; ces limites pourraient être utiles pour cerner l'agencement des principaux types de roches. Cependant, à ce stade-ci de nos connaissances, ces limites n'ont pas été déterminées avec précision et n'apparaissent pas sur les cartes au 1 : 50 000. Elles pourront être ajoutées ultérieurement en fonction d'observations nouvelles et d'une cartographie orientée spécifiquement en ce sens.

La suite MCG renferme une dizaine de types lithologiques qui reflètent, chacun, un degré d'évolution magmatique spécifique (tableau I). Les types les plus communs, c'est-à-dire mangérite, mangérite quartzifère, charnockite, ainsi que leurs équivalents dépourvus de pyroxènes, monzonite, monzonite quartzifère et granite, ont été observés partout et totalisent, à eux seuls, plus de 80 % de l'ensemble de la suite MCG. Les lithofaciès les plus riches en plagioclase et en minéraux ferromagnésiens (jotunite, diorite, enderbite, opdalite), les premiers à cristalliser, ainsi que les types les plus leucocrates et les plus potassiques (monzosyénite et granite alcalin avec ou sans olivine ferrifère), les derniers à apparaître, ne s'observent que localement et ne forment que des lentilles de dimensions restreintes. Toutefois, plusieurs affleurements de granite alcalin à olivine ferrifère s'alignent en une bande presque continue de plusieurs kilomètres de longueur, à mi-distance des limites des deux massifs, dans le prolongement du linéament de l'Abbé-Huard. On ignore toutefois l'épaisseur et l'extension complète de cette bande.

L'une des principales caractéristiques pétrographiques de la suite MCG est la présence presque constante de mésoperthites dans les plagioclases. Presque tous les types de roches ont subi différents degrés de recrystallisation. Sur le terrain, les mangérites et les roches qui leur sont associées sont souvent altérées et de couleur cassonade.

Le tableau 1 permet de prendre connaissance de la minéralogie, de l'ordre d'apparition des phases minérales et de la succession des types de roches de la ceinture MCG. L'ordre de succession des lithofaciès est agencé en fonc-

TABEAU 1 - Synthèse pétrographique des types de roche de la suite mangérite-charnockite-granite de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. L'ordre de numérotation des colonnes correspond à l'évolution de la cristallisation fractionnée à partir du magma de la suite. Dans les colonnes 3, 8 et 9, la superposition des deux types d'occurrences (continue et sporadique) réfère aux roches à pyroxènes et à celles qui en sont majoritairement dépourvues. Dans la colonne 10, l'orthopyroxène ferrifère est seul, tandis que l'olivine ferrifère cristallise avec le clinopyroxène ferrifère (augite).

Type de roche / Minéral	1 diorite ferrifère	2 jotunite	6 enderbite	7 opdalite	3 mangérite/ monzonite	8 mangérite/ monzonite quartzitique	9 charnockite/ monzo- granite	4 syéno- monzonite	10 leucogranite
Plagioclase									
PG-1	1	1	1, résorbé	1, résorbé	1, résorbé	1, résorbé	1, résorbé	1, résorbé	
PG-2	1	1, 2	2	2	2-4	2-4	2-4	3-4	4 ?
PG-3					6	6-7	6-7	5-6	5
Feldspath - K perthitique	3-5	3-5	4-6	2-6	2-6	2-7	2	2	1
Quartz	5	4-5 (2)	6	6	6	6	6	5	3
Orthopyroxène	2	3	3	3	3	3	2-3	3	2 ferrifère
Clinopyroxène	2	3	3	3	3	3	2-3	3	2 ferrifère
Olivine									2 ferrifère
Hornblende verte	3 (1)	4 (1)	3-4	4	3-4	3-5	3-5	4	2-3 (5)
Amphibole blanche	(2)	(3)							
Biotite	4	5 (2)	5	4-5	5 (1)	4-5	4-5	3-4	3-4
Opaques	1	1	1	1	1	1	1	1	/
Apatite	1	1	1	1	1	1	1	1	/
Zircon	1	1	1	1	1	1	1	1	/
Muscovite									4-5
Sphène/Leucoxène	(3)	(4)	(4)						

Les numéros en tête de colonnes réfèrent à ceux des compositions moyennes reportées sur la figure 3.

PG-1 Phénocristal de plagioclase


PG-2 Plagioclase de mésostase

PG-3 Plagioclase tardif (albite)

1 à 7 Ordre d'apparition des minéraux primaires dans le tableau

/ Minéraux précoces ayant cristallisé sur une longue période

(1) à (3) Ordre de cristallisation des minéraux secondaires (métamorphiques)

 Présence continue des minéraux

 Présence sporadique des minéraux

tion de leur position dans la figure 3, et cette dernière est basée sur leur composition minéralogique. Cette figure traduit le degré d'évolution de chacun des types de roches.

Aucun caractère pétrographique ni géochimique (comme nous le verrons plus loin) ne permet actuellement de relier le magma des massifs d'anorthosite et celui de la suite MCG. Toutefois, leur relation spatiale indéniable et leur caractère plutonique nous incitent à inclure la suite MCG dans la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre.

La nature du contact entre le granite de la suite MCG et le granite hétérogène du Complexe de Buit reste encore ambiguë, en partie parce qu'il se trouve dans des zones de cisaillement. Les deux granites se ressemblent beaucoup sur le terrain. Toutefois, en lame mince, le granite de la suite MCG est mésoperthitique et cryptoperthitique alors que celui du Complexe de Buit ne l'est pas. C'est sur cette base que les contacts ont été tracés.

Sommaire de la stratigraphie

Toute la région située de part et d'autre de la rivière Romaine constitue une zone tampon entre le Groupe de Wakeham traversé par les filons-couches de la Suite de la Robe Noire (nouvelle unité), à l'est, et la Suite anorthositi-

que de Havre-Saint-Pierre, à l'ouest. Cette zone est formée par le Complexe de Buit (nouvelle unité) qui renferme de nombreux radeaux de roches d'origine sédimentaire et ignée. Ce complexe se trouve à proximité de zones de cisaillement d'envergure régionale qui correspondent aux linéaments de la rivière Romaine et de l'Abbé-Huard. Ces zones de cisaillement rendent ambiguës les relations entre le Complexe de Buit et la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. La Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre regroupe au moins deux massifs anorthositiques et un cortège mangérite-charnockite-granite dans le secteur cartographié en 1997.

Il est fort probable que les métasédiments du Complexe de Buit soient des équivalents stratigraphiques du Groupe de Wakeham. Quant à la Suite mafique de la Robe Noire, elle pourrait inclure les dykes et les filons-couches intrusifs dans les sédiments du Wakeham; toutefois, ceci reste à être démontré. Enfin, le Complexe de Buit ressemble beaucoup, par ses composantes lithologiques et par son métamorphisme, au Complexe de Boulain, cartographié en 1996, qui se trouve en contact de faille avec la partie est du Groupe de Wakeham (Verpaelst *et al.*, 1997b).

Les contacts entre les différentes unités cartographiées n'affleurent généralement pas et demeurent ambigus. Comme les résultats des analyses géochronologiques ne sont

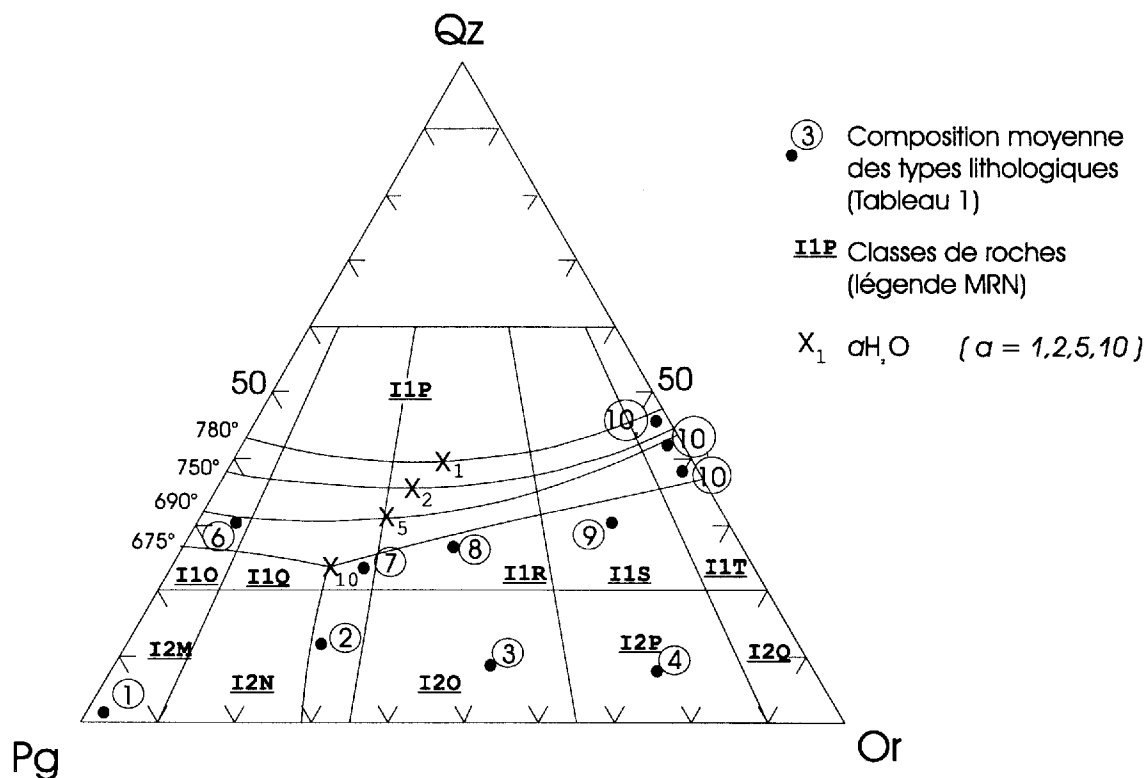


FIGURE 3 - Diagramme ternaire Quartz - Plagioclase - Feldspath potassique avec la position modale des échantillons de la suite MCG. Les points accompagnés de cercles numérotés représentent les compositions modales moyennes des principaux types lithologiques de la suite (voir analyse qualitative au tableau 1). Les traces des courbes cotectiques pour $aH_2O = 1$ sont indiquées pour des pressions de 1, 2, 5 et 10 kbars, avec les eutectiques et minimum (tiré de Johannes et Holz, 1996).

pas encore disponibles au moment de la rédaction de ce rapport, nous ne pouvons donc établir plus précisément la stratigraphie. Des travaux sont encore en cours pour apporter un éclairage sur cet aspect.

MÉTAMORPHISME

Dans la région du lac Sanson, le degré de métamorphisme des sédiments du Groupe de Wakeham passe progressivement du faciès des schistes verts, à l'intérieur du groupe, au faciès des amphibolites, en bordure (Indares et Martignole, 1993 ; Camion, 1990). Dans la partie est du Groupe de Wakeham, les conditions du métamorphisme varient du faciès des schistes verts (biotite + muscovite + épidote ± actinote) au faciès inférieur des amphibolites (grenat + sillimanite ± andalousite ± staurotide) (Madore *et al.*, 1997a et 1997b). Dans la région du lac Sanson, qui touche la partie ouest du Groupe de Wakeham et les roches adjacentes, les assemblages métamorphiques les plus caractéristiques sont observés dans les métasédiments du Complexe de Buit et du Groupe de Wakeham. Ces assemblages comprennent la staurotide, le grenat, l'andalousite, la sillimanite, la biotite et la muscovite. La coexistence d'andalousite-sillimanite et de staurotide-grenat, observée dans quelques échantillons, indique que, dans la partie ouest du groupe et dans les roches adjacentes, notamment dans le Complexe de Buit, le métamorphisme a atteint des conditions de température et de pression d'environ 550 °C et 0,35 GPa (figure 4). La présence de chlorite, développée à partir de la biotite, est due à un rétro-métamorphisme. Dans les gabbros de la Suite mafique de la Robe Noire et leurs équivalents du Complexe de Buit, les variations de pression et de température ont été suffisantes pour déstabiliser presque totalement les pyroxènes présents et les transformer en amphiboles.

Dans le secteur de la rivière Romaine, aucun assemblage minéralogique ne permet de tracer un isograde pouvant être relié à la mise en place de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. La juxtaposition du complexe de Buit et de la suite anorthositique pourrait donc être d'origine tectonique.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

Le degré de déformation varie à travers la région cartographiée. Ainsi, les sédiments du Groupe de Wakeham sont en général peu déformés. Malgré une recristallisation généralisée de ces roches, les structures primaires sont préservées à plusieurs endroits. Les roches du Wakeham sont toutefois fortement déformées à proximité des zones de

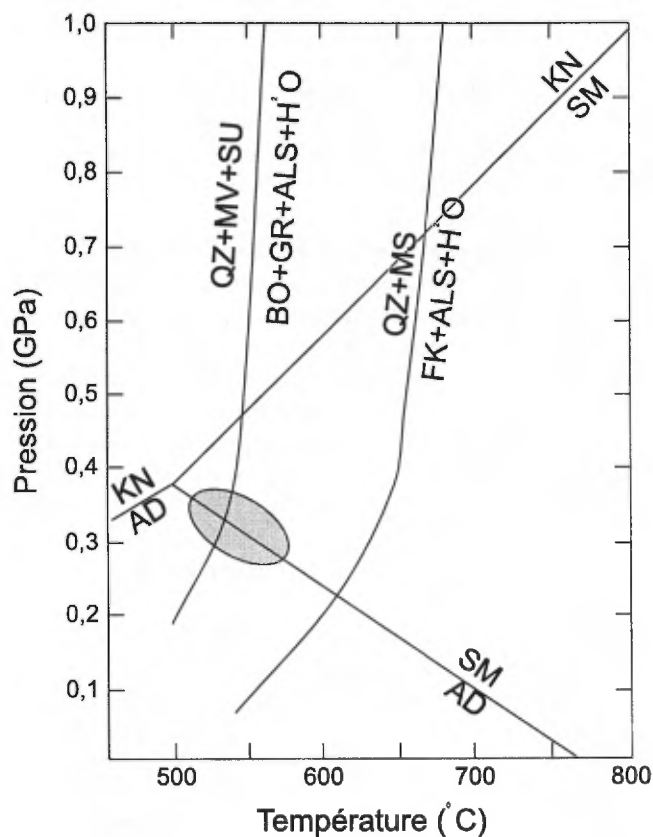


FIGURE 4 - Grille pétrogénétique (tirée de Carmichael, 1978). AD = andalousite, ALS = allumino-silicate, BO = biotite, FK = feldspath potassique, GR = grenat, KN = kyanite, QZ = quartz, MS = muscovite, SM = sillimanite, SU = staurotide. Le champ grisé correspond aux conditions de métamorphisme atteintes dans la partie ouest du Groupe de Wakeham.

cisaillement comme celles de la rivière Romaine et de l'Abbé-Huard. Le degré de déformation dans le Complexe de Buit varie de moyen à intense d'un endroit à l'autre. Les roches du complexe ont probablement subi plusieurs phases de déformation qui ne seront pas discutées en détail dans le cadre de ce rapport. Toutefois, la présence d'un motif structural en dômes et bassins, particulièrement bien développé dans la région du lac Allard (feuillelet SNRC12L/11) (Madore *et al.*, 1999), ainsi que la présence de certaines structures mésostructurales comme des microplis métriques, des plis à surface axiale courbe et l'intersection de plusieurs foliations, témoignent d'une histoire structurale complexe.

L'analyse structurale permet de constater à l'échelle régionale que les unités déformées par de grands plis d'amplitude kilométrique qui sont déversés vers l'ouest (figures 5a et 6). Le plan axial de ces plis, calculé d'après la distribution des pôles de foliation mesurés sur le terrain, est orienté NE-SW avec un pendage d'environ 30° vers le SE (figure 5a). La linéation d'étirement plonge généralement vers l'est (figure 5b). Cette géométrie structurale

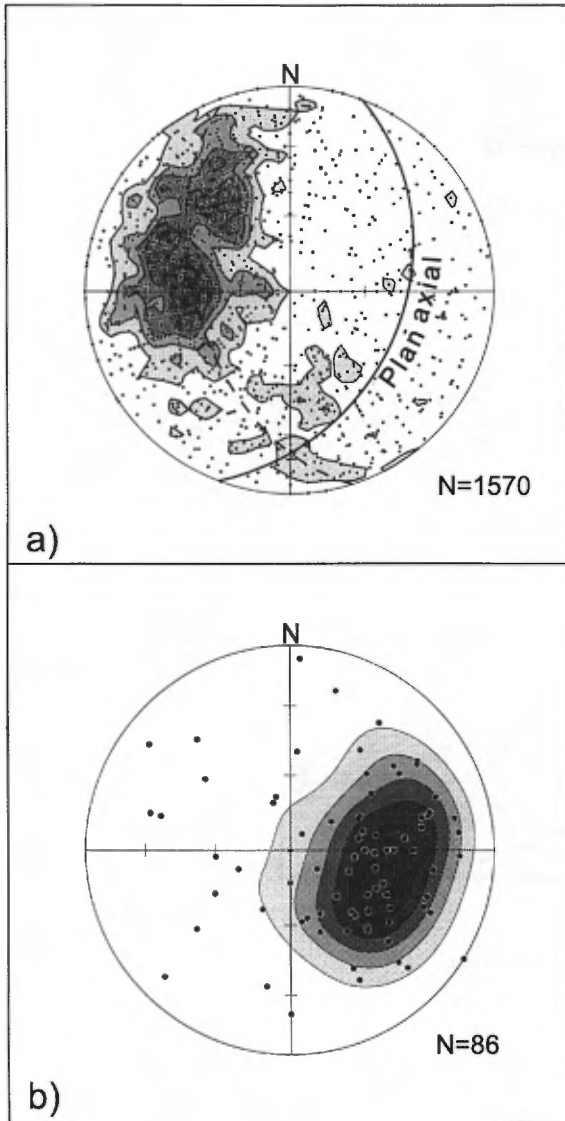


FIGURE 5 - Projections stéréographiques équiennes. a) Pôles des plans de la foliation, b) Linéations d'étirement. (N = nombre de données) Les contours sont effectués selon la méthode de Robin et Jowett (1986).

suggère un transport tectonique vers l'ouest. Une série de zones de cisaillement, interprétées comme des failles inverses, est localisée préférentiellement sur les flancs ouest des plis déversés. Cette configuration structurale s'étend sur toutes les unités de la région. Ceci suggère que le Groupe de Wakeham, la Suite mafique de la Robe Noire, le Complexe de Buit ainsi que la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre ont été affectés de façon similaire durant la phase de déformation compressive qui a généré ces structures en plis-failles.

Notons la présence de deux zones de déformation intense : le linéament N-S de la Rivière Romaine et le linéament NE-SW de l'Abbé-Huard. Ces zones de déformation ont une largeur d'au moins un kilomètre. Elles sont constituées probablement de plusieurs failles ductiles anastomosées. Les deux zones n'affleurent presque pas, ce qui

a limité la mesure d'indicateurs cinématiques. Les quelques mesures qui ont été prises permettent d'interpréter les deux linéaments comme des zones de cisaillement ductile inverse.

Les coupes de la figure 6 sont des schémas de la disposition possible des unités de la région. On y observe que les sédiments du Groupe de Wakeham reposent structurellement sur le Complexe de Buit, un assemblage tectono-métamorphique constitué d'équivalents des unités adjacentes, qui ont été déformées et abondamment injectées de matériau migmatitique. Le Groupe de Wakeham et le Complexe de Buit chevauchent la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. Cette déformation en compression a engendré des répétitions stratigraphiques, notamment à la bordure est de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre où le massif du lac Allard a été séparé du massif de la rivière Romaine. Cette même déformation a aussi joué un rôle important dans le développement des zones de déformation régionales localisées sur les linéaments de l'Abbé-Huard et de la rivière Romaine.

Plusieurs questions restent en suspens en ce qui concerne la structure régionale. Quels sont les liens structuraux entre les domaines constitués par les différents ensembles que sont le Complexe de Buit et la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre? Les linéaments de la rivière Romaine et de l'Abbé-Huard sont-ils vraiment des cisaillements inverses et quelle est leur attitude en profondeur? Le motif structural en "dôme et bassin" suggéré dans le Complexe de Buit se continue-t-il de part et d'autre de la région cartographiée, par exemple, dans le Groupe de Wakeham? Pour répondre à ces questions, la synthèse régionale sera nécessaire et les données provenant de l'étude des terrains adjacents devront être compilées et discutées. Les réponses pourront aussi avoir une incidence sur notre compréhension de la répartition des indices minéralisés dans et autour du Groupe de Wakeham.

LITHOGÉOCHIMIE

À l'été 1997, sur l'ensemble de la région cartographiée, nous avons prélevé 186 échantillons de roches aux fins d'analyses lithochimiques. De ceux-ci, 82 ont été soumis à une analyse totale et 104 à une analyse pour les métaux usuels et précieux. Les échantillons ont été analysés au Centre de recherche minérale du Québec. Les résultats des analyses et la localisation des échantillons sont intégrés dans la base de données du SIGÉOM. Le tableau 2 contient quelques analyses d'échantillons représentatifs des roches ignées de la région. Dans la discussion qui suit, les roches ignées de la région seront comparées, dans leur ensemble, afin de présenter une vue globale des signatures géochimiques de chaque famille de roches, à savoir : les roches anorthositiques de la Suite anorthositique de Havre-Saint-

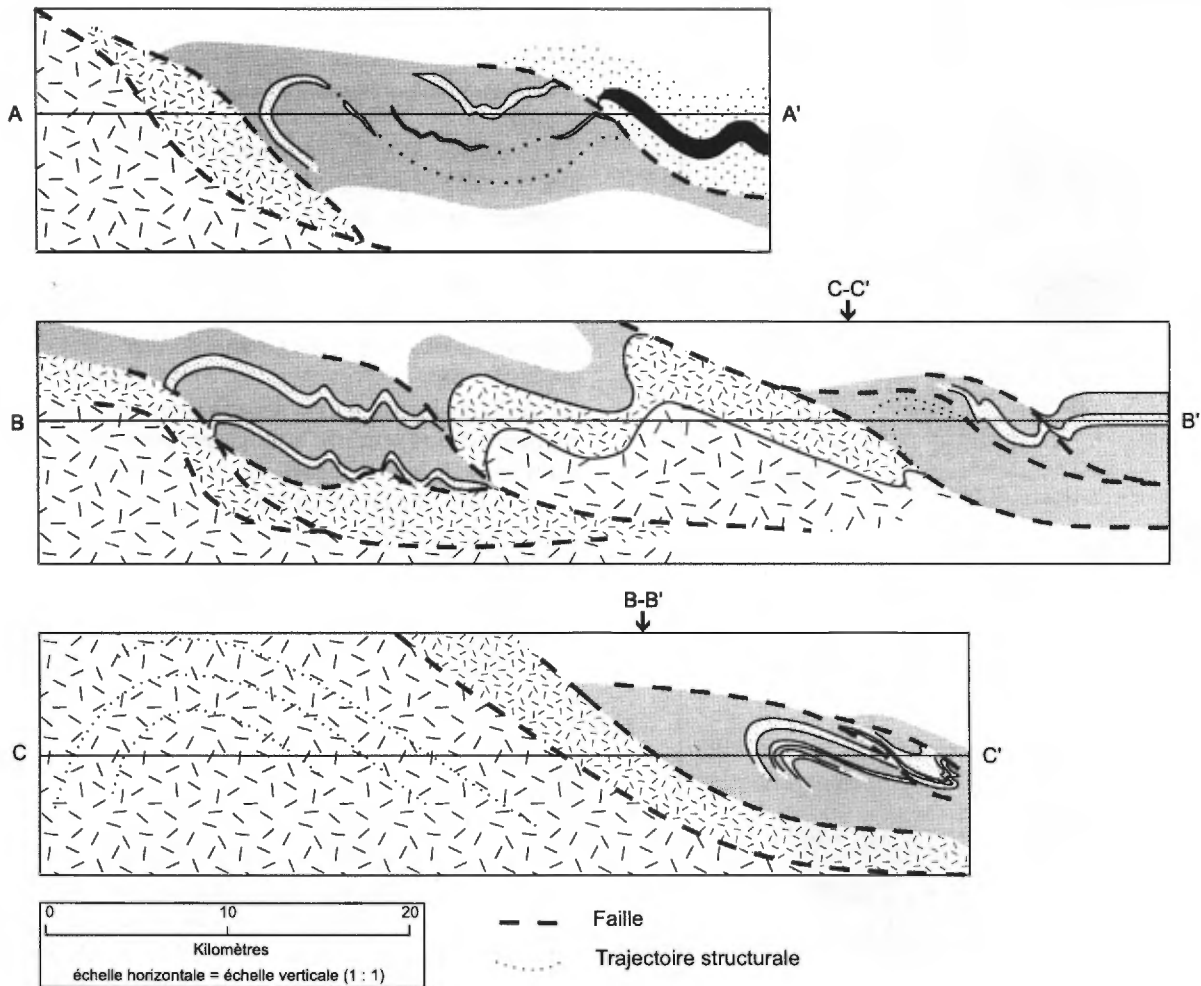


FIGURE 6 - Coupes géologiques schématisées A-A', B-B', et C-C'. Ces coupes sont localisées à la figure 1.

Pierre, le gabbro de la Suite mafique de la Robe Noire, le gabbro localisé dans la zone de cisaillement de l'Abbé-Huard, les amphibolites associées au Complexe de Buit et les granitoïdes (granites, tonalites), ainsi que les gneiss du Complexe de Buit.

Éléments majeurs

Les roches ignées et métamorphiques de la région ont une distribution continue des compositions mafique à felsique (figure 7a). Les gabbros et les anorthosites se trouvent dans le domaine mafique, les granitoïdes et les paragneiss dans le domaine felsique et les monzonites dans les compositions intermédiaires. Sur le diagramme AFM, les roches se répartissent entre les domaines tholéiitique et calcoalcalin (figure 7b). La Suite mafique de la Robe Noire est d'affinité nettement tholéiitique avec des teneurs plus élevées en fer et en magnésium alors que les autres gabbros et les amphibolites se répartissent dans les deux domaines. Les tonalites de Buit semblent nettement tho-

léiitiques alors que les gneiss sont plus près du domaine calcoalcalin. Les autres granitoïdes se confondent près du pôle des alcalis. La Suite mafique de la Robe Noire se distingue aussi par des teneurs élevées en fer, en magnésium, en titane et en phosphore (figures 7b et c), éléments que l'on trouve aussi dans quelques échantillons d'amphibolite dont le contenu en ilménite et en apatite est élevé. La composition des différents granitoïdes varie peu si ce n'est que certains échantillons de monzonite et de mangérite sont plus riches en P_2O_5 que ceux provenant d'autres granitoïdes. En fait, leurs teneurs se rapprochent de celles de certaines unités mafiques. Le diagramme de TiO_2 versus P_2O_5 (figure 7c) permet aussi de déduire que les roches mafiques et les roches felsiques ont évolué séparément. Les éléments majeurs ne permettent pas de pousser plus loin la discrimination des différentes lithologies.

Les minéraux normatifs (CIPW) ont des compositions qui concordent avec la composition modale définie lors de l'étude pétrographique des lames minces et des plaques colorées utilisées pour les granitoïdes (figure 7d).

TABLEAU 2 - Analyses chimiques d'échantillons représentatifs des roches ignées et des paragneiss de la région couverte par les cartes des lacs Allard, Jérôme et Sanson et de la petite rivière de l'Abbé-Huard. La localisation des échantillons se trouve dans la base de données du SIGÉOM. (S.M.R.N. : Suite mafique de la Robe-Noire; Fe_2O_{3TOT} = total des oxydes de fer)

Lithologie	Suite anorthositique de Havre-St-Pierre						Complexe de Buit					S.M.R.N.
	I3G	I3H	I2F	I2E	I2O	I1B-I1E	I1B	I1D	M4	I3A	M16	I3A
Échant.	1038A	3344B	2285A	1266A	3035	3198B	1113A	2064	2067A2	3305B	6025	3473
SiO ₂	54,60	53,40	66,90	50,50	57,40	66,80	77,00	68,10	66,30	46,30	48,00	46,40
TiO ₂	0,86	0,22	0,99	1,48	1,65	0,88	0,13	0,89	1,27	2,55	1,37	3,91
Al ₂ O ₃	25,00	24,60	13,90	20,60	16,30	15,30	12,00	13,30	14,00	14,20	17,50	13,70
Fe ₂ O _{3TOT}	2,86	3,47	5,39	8,53	8,70	4,14	1,47	7,69	8,48	14,80	11,10	16,30
MnO	0,02	0,04	0,05	0,12	0,14	0,05	0,04	0,13	0,08	0,19	0,19	0,23
MgO	0,65	4,14	1,38	4,41	1,79	0,99	0,13	0,97	2,90	6,71	6,18	6,20
CaO	8,35	8,85	2,43	8,72	5,66	2,53	0,76	3,08	1,55	10,50	9,07	7,77
Na ₂ O	5,02	4,34	3,23	4,00	3,87	3,37	2,65	2,63	1,81	3,01	3,14	1,17
K ₂ O	1,48	0,56	4,58	1,24	2,99	5,10	4,82	2,20	2,43	0,79	1,81	1,50
P ₂ O ₅	0,19	0,03	0,35	0,33	0,88	0,25	0,03	0,27	0,16	0,35	0,12	0,51
PAF	0,96	0,17	0,74	0,08	0,54	0,71	0,46	0,39	0,62	0,21	1,43	1,97
Total	99,99	99,82	99,94	100,01	99,92	100,12	99,49	99,65	99,60	99,61	99,91	99,66
Ba	370	299	1100	718	1800	2000	641	610	313	187	231	331
Rb	13	3	166	9	32	129	183	119	89	5	62	58
Sr	1000	0	294	682	666	341	40	144	92	311	324	136
Cs	1,2	0,8	2,7	0,6	0,6	1,0	5,1	8,8	7,5	0,5	2,6	2,3
Li	13	2	25	4	16	23	37	23	16	7	31	32
Ga	22	17	21	21	28	21	18	22	18	22	22	26
Ta	0,5	0,5	1,2	0,8	1,7	2,5	1,7	2,3	0,8	0,5	1,4	1,9
Nb	3	3	17	3	22	25	21	35	11	3	9	15
Hf	1,5	0,5	16,0	2,9	18,0	14,0	4,7	13,0	7,2	3,0	2,5	8,9
Zr	72	33	491	129	638	452	120	429	224	118	91	298
Y	6	3	36	18	61	55	86	87	27	33	31	61
Th	2,3	0,2	8,5	1,0	3,1	9,7	17,0	12,0	8,2	0,2	2,5	3,2
U	0,6	0,5	1,7	0,5	0,5	1,1	3,8	2,5	2,3	0,5	1,9	0,6
Cr	20	100	20	20	20	20	20	22	80	210	110	130
Ni	10	65	15	36	5	7	3	15	65	36	75	63
Co	10	23	12	33	15	7	3	16	34	55	49	51
Sc	2,6	6,3	6,1	15,0	14,0	8,0	8,9	25,0	19,0	40,0	30,0	51,0
V	41	33	50	104	68	43	2	43	111	339	204	401
Cu	2	4	13	13	11	10	15	19	7	34	30	152
Pb	12	12	13	12	12	15	17	12	12	12	12	12
Zn	21	30	97	65	159	60	31	126	41	136	106	118
Rh	6	10	0	11	0	0	0	0	6	6	6	6
Pd	21	6	0	6	0	0	0	0	6	6	6	6
Pt	6	20	0	18	0	0	0	0	7	6	9	6
La	11	3	77	20	71	90	46	56	33	11	19	20
Ce	21	4	140	38	150	180	98	110	66	27	42	50
Pr	10	10	10	10	10	24	10	13	10	10	10	10
Nd	13	5	52	26	100	96	45	57	34	13	24	38
Sm	2,4	0,4	10,0	5,4	19,0	16,0	12,0	14,0	7,1	5,4	5,7	10,0
Eu	1,3	0,8	2,2	2,4	5,9	3,8	1,0	2,8	1,9	1,8	1,6	2,9
Tb	0,2	0,2	0,2	0,6	2,1	1,4	1,6	0,7	0,2	0,7	0,7	1,9
Dy	1	1	7	1	10	10	4	8	2	2	1	8
Ho	0,5	0,5	1,1	1,1	2,7	1,9	4,6	3,7	2,0	1,1	1,6	2,6
Yb	0,5	0,2	3,0	1,7	5,5	5,0	11,0	11,0	3,8	3,5	3,6	6,2
Lu	0,1	0,1	0,5	0,2	0,7	0,7	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,9

Fe_2O_{3TOT} = Le total des oxydes de fer exprimés sous la forme de Fe_2O_3 .

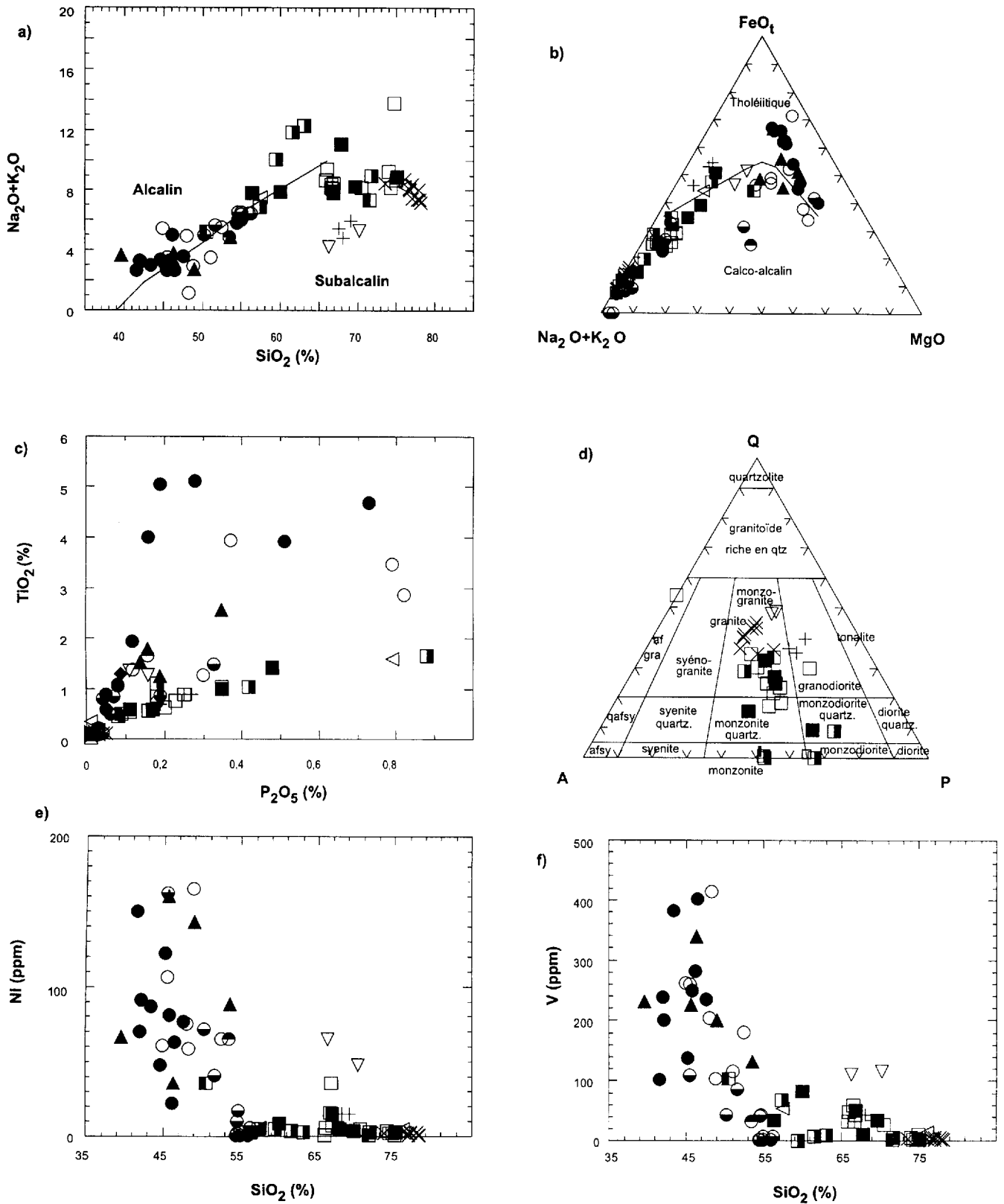


FIGURE 7 - Diagrammes géochimiques d'éléments majeurs (a : Miyashiro, 1964; b : Irvine et Baragar, 1968) et mineurs des roches ignées et métamorphiques de la région cartographiée en 1997.

- ▲ Gabbro à hornblende brune
- Amphibolite du Complexe de Buit
- Gabbro subophitique de la Suite mafique de la Robe Noire
- ◁ Charnockite
- Monzonite mésoperthitique
- Granite mésoperthitique
- ▣ Mangérite
- ▤ Monzonite quartzifère
- Anorthosite gabbroïque
- Anorthosite
- ▽ Paragneiss du Complexe de Buit
- × Granite du Complexe de Buit
- + Tonalite du Complexe de Buit

FIGURE 7 g - (Suite) Légende.

Éléments mineurs, en traces et les terres rares

Les éléments mineurs compatibles (c'est-à-dire qui entrent dans la structure des premiers minéraux qui cristallisent à partir d'un magma comme le Cr, le Ni, le Cu et le Co) ne sont pas très utiles pour différencier les suites ignées mafiques de la région. Le diagramme du SiO₂ versus le Ni (figure 7e), par exemple, permet de supposer qu'il y a non pas une mais plusieurs suites sans liens génétiques. Le diagramme de variation du vanadium en fonction du SiO₂ (figure 7f) permet tout au plus de dire que la Suite mafique de la Robe Noire semble plus primitive que les autres unités mafiques avec sa teneur moyenne en silice plus faible et ses teneurs moyennes en Ni et en V plus élevées que celles des autres roches mafiques.

Certains éléments mineurs sont présents en quantités anormales. Certaines des teneurs dépassent les seuils d'indices définis par le MRN dans la Province de Grenville pour les minéralisations en cuivre, en argent, en or, en vanadium et en phosphore (tableau 3). D'autres, sans dépasser les seuils d'indices, sont quand même anormales pour les roches de la région étudiée. Nous avons donc déterminé des anomalies en calculant, pour chaque élément, la moyenne et l'écart-type pour tous les échantillons de roche de la région. Les teneurs dépassant de deux écarts types la teneur moyenne ($X > \text{teneur}_{\text{moy}} + 2s$) ont été retenues comme anormales. Des anomalies en Cu, en Ag, en Au, en V, en Ti et en P ont ainsi été identifiées. Les nouvelles anomalies et les nouveaux indices sont essentiellement localisés dans le Complexe de Buit et au contact entre l'anorthosite et la mangérite de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre (figure 2). Ces indices et ces anomalies

seront discutées dans le chapitre sur la géologie économique.

Les éléments en traces et les terres rares (TR) se sont avérés plus utiles que les éléments majeurs et mineurs pour distinguer les unités de roches ignées (figure 8). Dans les gabbros, les teneurs en éléments traces et en terres rares varient peu d'une suite à l'autre (par exemple, Yb versus SiO₂ de la figure 8e). Cependant, les rapports entre certains éléments en traces et entre certaines terres rares diffèrent beaucoup plus (figure 8f). Ainsi, la Suite mafique de la Robe Noire semble la plus primitive avec non seulement les rapports La/Yb les plus faibles mais aussi des teneurs en La et Yb généralement plus faibles; viennent ensuite les gabbros à hornblende brune trouvés dans la zone de cisaillement de l'Abbé-Huard et enfin les amphibolites associées au Complexe de Buit (figure 8f).

Dans les granitoïdes, les contrastes de composition sont plus évidents. Les granites du Complexe de Buit se distinguent nettement des autres granitoïdes par des teneurs élevées en Rb et Yb, mais assez faibles en Sr, Zr et les autres TR (figures 8a,b,c,d et e). Ces granites ont aussi les rapports TR légères/TR lourdes les plus faibles (figure 8f), comparables aux rapports observés dans les gabbros les plus primitifs. Ce sont pourtant les granitoïdes les plus felsiques. On ne peut toutefois pas relier génétiquement les granitoïdes du Complexe de Buit et les gabbros de la Suite mafique de la Robe Noire. Enfin les tonalites ont aussi des teneurs élevées en Zr, Nb et TR; mais elles ont de faibles rapports La/Yb, comme les gabbros et les granites du Complexe de Buit (figure 8f).

Les roches les plus évoluées sont les granitoïdes de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre, comme l'indiquent leurs teneurs élevées en Rb, Y, Nb et TR (figure 8a,

TABLEAU 3 - Seuils d'indices minéralisés pour les Appalaches et la Province de Grenville.

Substance	Seuil
Au	0,5 g/t
Ag	5 g/t
Platinoïdes	0,5 g/t
Cuivre	0,1%
Nickel	0,25%
Cobalt	0,5%
Zinc	0,3%
Plomb	0,3%
Fer	20,0%
MoS ₂	0,1%
U ₃ O ₈	0,05%
ThO ₂	0,05%
V	0,2%
Nb ₂ O ₅	0,05%
Ta ₂ O ₃	0,02%
MnO	6,0%

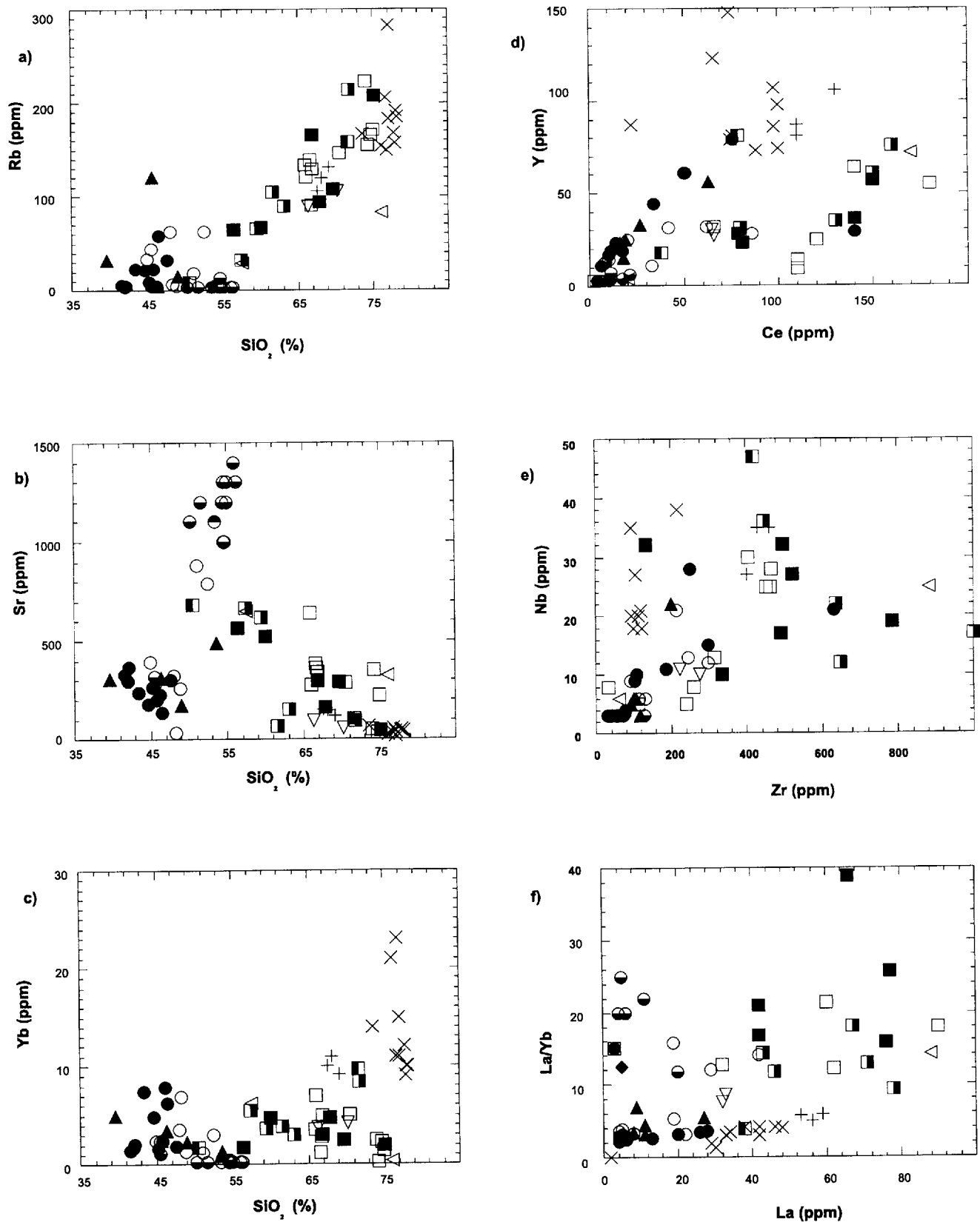


FIGURE 8 - Diagrammes binaires pour les éléments en traces et les terres rares dans les roches de la région cartographiée en 1997.

- ▲ Gabbro à hornblende brune
- Amphibolite du Complexe de Buit
- Gabbro subophitique de la Suite mafique de la Robe Noire
- ◁ Charnockite
- Monzonite mésoperthitique
- Granite mésoperthitique
- ▣ Mangérite
- ▤ Monzonite quartzifère
- Anorthosite gabbroïque
- Anorthosite
- ▽ Paragneiss du Complexe de Buit
- × Granite du Complexe de Buit
- + Tonalite du Complexe de Buit

FIGURE 8g - (suite) Légende.

b, d et e). De plus, leurs rapports TR légères/TR lourdes sont semblables à ceux des anorthosites (figure 8f).

Peu d'unités sont assez différenciées pour qu'il soit possible de suivre l'évolution de la composition du magma original vers celle d'un magma plus évolué. Les tendances observées pour les terres rares ne se vérifient que difficilement avec les éléments en traces. Par exemple, on pourrait être tenté de relier génétiquement la Suite mafique de la Robe Noire et les tonalites ou les granites du Complexe de Buit qui ont tous des rapports La/Yb semblables. Les autres éléments ne confirment pas cette relation.

Les diagrammes des TR normalisées aux chondrites (figure 9) nous renseignent un peu plus sur la possibilité d'une parenté magmatique entre les différentes unités. Ainsi, les patrons des TR sont très semblables pour les monzonites et les granites mésoperthitiques situés dans la région à l'ouest de la rivière Romaine. Il en est de même pour les mangérites et les charnockites de la Suite de anorthositique de Havre-Saint-Pierre. Ceci confirme les tendances observées lors de l'analyse pétrographique détaillée de la suite MCG effectuée par l'un des auteurs (M. Hocq), suite caractérisée par des feldspaths mésoperthitiques. Toutes ces roches ont d'ailleurs été groupées dans la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre. D'autre part, les données provenant des granitoïdes, des tonalites et des paragneiss du Complexe de Buit génèrent des patrons sub-parallèles (figure 9c), différents de ceux de la suite mangéritique (figure 9b). En ce qui concerne les roches mafiques, les gabbros subophitiques de la Suite mafique de la Robe Noire sont plus pauvres en TR et ils ont des rapports La/Yb plus faibles que les amphibolites et les gabbros à hornblende brune du Complexe de Buit, qui sont semblables par leur teneur en TR (figure 9a).

La réflexion sur les processus pétrogénétiques qui ont généré les suites intrusives de la région n'a pas été poussée plus loin. Une telle réflexion s'appuiera sur une étude qui devra inclure les roches intrusives connues ailleurs dans le groupe de Wakeham et les unités adjacentes.

Lithogéochimie et environnement tectonique

Les roches mafiques analysées sont en général à grain fin à moyen et sont homogènes. Nous avons donc supposé que, de façon générale, le comportement géochimique des gabbros est comparable à celui des roches volcaniques mafiques; nous avons utilisé les diagrammes servant à discriminer les volcanites mafiques. Les gabbros analysés chevauchent les domaines alcalin et sub-alcalin (figure 7a). Les diagrammes géochimiques utilisés pour discriminer les environnements tectoniques permettent de conclure que la plupart des gabbros proviennent d'un magma mafique enrichi en éléments incompatibles (figures 10a et b). Ces gabbros proviendraient d'un environnement intraplaque, comme une plaque océanique ou un plateau continental (figure 10). L'enrichissement du magma en éléments incompatibles pourrait être relié à une source provenant d'une zone du manteau légèrement enrichie. Ce type d'enrichissement du magma et sa nature modérément alcaline pourraient aussi résulter d'une contamination du magma originel lors de son ascension dans la croûte continentale.

Les différents diagrammes géochimiques, utilisés pour identifier l'environnement tectonique des unités felsiques, indiquent que les granitoïdes de toutes les suites sont à cheval sur les domaines des granites intraplaques (WPG) et des granites d'arc insulaire (VAG) (figures 10c et d). Ces résultats sont compatibles avec les environnements tectoniques déduits à partir du chimisme des unités mafiques.

À défaut d'expliquer en détail les liens génétiques entre les différentes suites intrusives de la région, les diagrammes géochimiques permettent de diagnostiquer l'environnement tectonique de mise en place. Il apparaît donc possible que la région ait été affectée par des événements tectoniques en milieu intraplaque en extension (pour produire les gabbros enrichis et les granites anorogéniques) et en compression (pour produire les granites d'arcs insulaires).

GÉOCHIMIE DES SÉDIMENTS DE LAC ET DE RUISSEAU

(en collaboration avec Jean Choinière)

Les régions du lac Allard (12L/11), du lac Jérôme (12L/13), du lac Sanson (12L/14) et de la petite rivière de

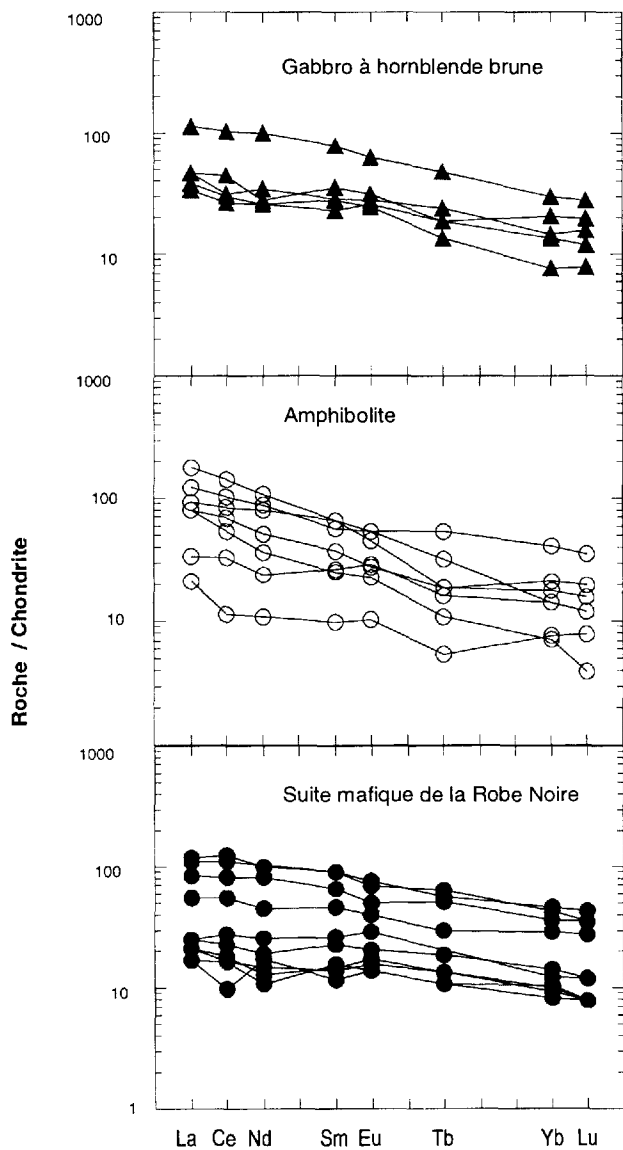


FIGURE 9 A - Concentrations des terres rares normalisées par rapport aux chondrites (Sun et McDonough, 1989) pour les roches mafiques.

l'Abbé-Huard (12M/03) ont été couvertes par un levé de sédiments de lac en 1988 et 1989 (Beaumier, 1989). Au total, 381 échantillons de sédiments de lac ont été prélevés sur ces feuillettes. La maille d'échantillonnage a permis d'obtenir une densité moyenne d'un échantillon par 13 km². Lors du levé géologique de 1997, 87 échantillons de sédiments de ruisseau ont été prélevés. Le nombre limité d'échantillons de sédiments de ruisseau s'explique par la nature même des ruisseaux de la région qui, le plus souvent, ont des lits de gravier grossier et de blocs et se prêtent mal à l'échantillonnage de sédiments fins. Les données numériques associées aux échantillons de sédiments (coordonnées et données analytiques) sont disponibles via le SIGÉOM.

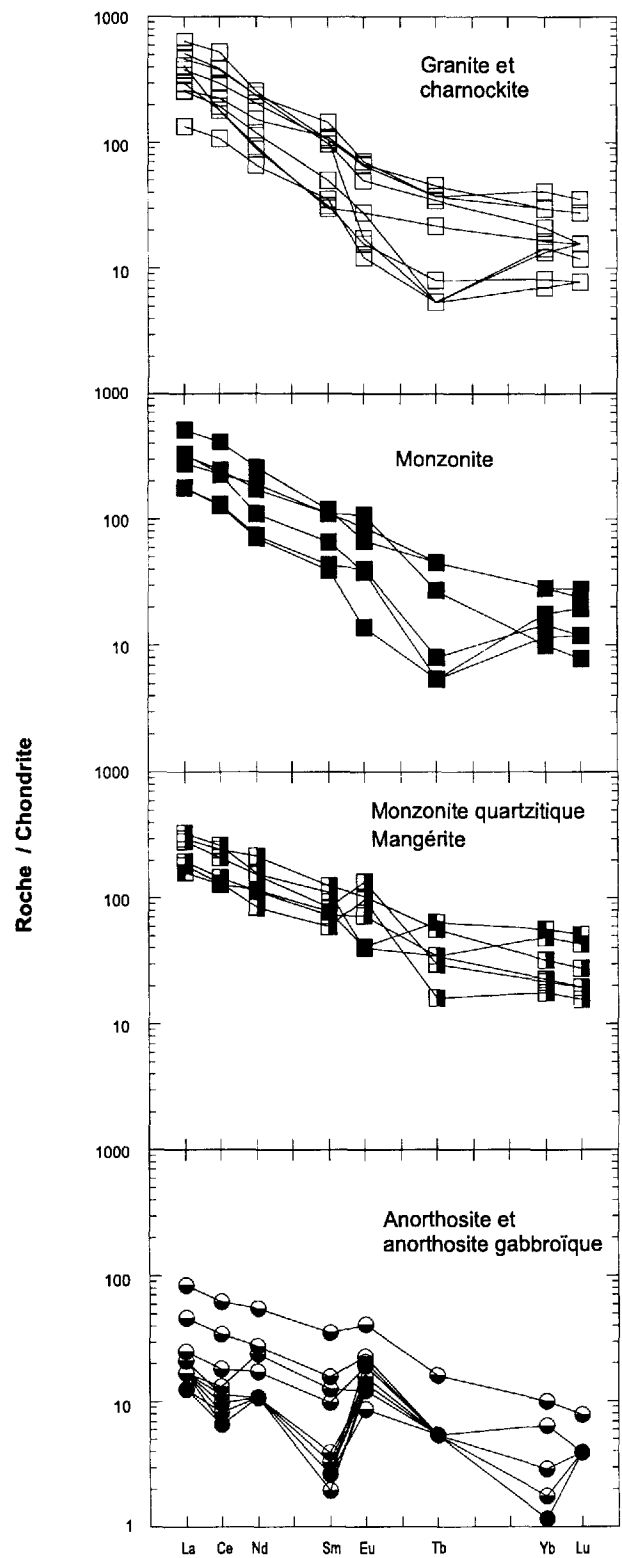


FIGURE 9B - Concentrations des terres rares normalisées par rapport aux chondrites (Sun et McDonough, 1989) pour les roches anorthositiques, mangérotiques et granitiques.

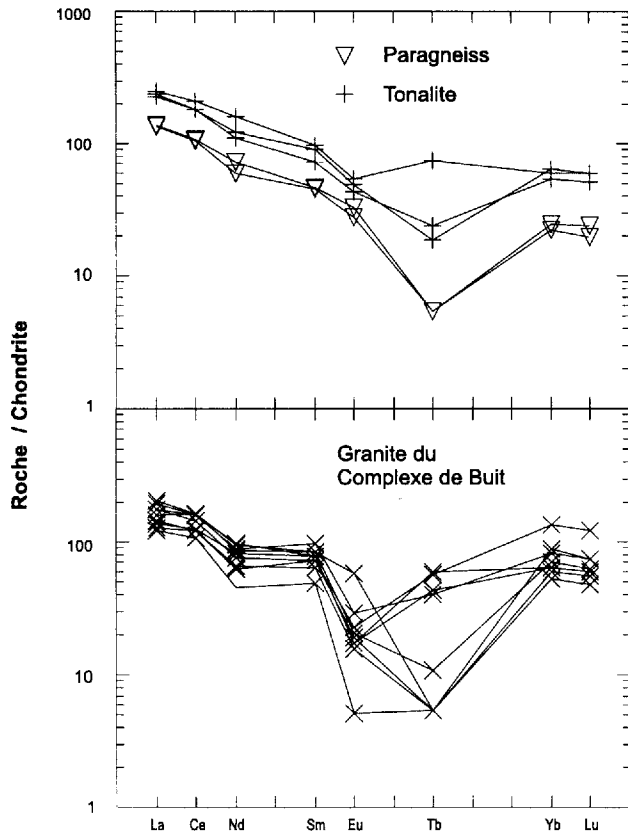


FIGURE 9 C - Concentrations des terres rares normalisées par rapport aux chondrites (Sun et McDonough, 1989) pour les roches felsiques du Complexe de Buit.

La figure 11 met en évidence les principales anomalies ponctuelles pouvant être reliées à la présence de minéralisations. La seule coïncidence d'anomalie de sédiments de lac et d'anomalie de sédiments de ruisseau est observée dans la partie sud du feuillet 12M/03 et elle correspond à des teneurs élevées en vanadium. Toutefois, il est intéressant de noter que les anomalies de sédiments de lac et de ruisseau en vanadium, en titane et en phosphore s'alignent le long du linéament de l'Abbé-Huard et près du contact anorthosite – mangérite (figures 2 et 11). Ces anomalies coïncident aussi avec une anomalie magnétique positive importante située près de ce contact (figure 12).

Si l'on compare la carte de la figure 11 à celle des anomalies et indices lithogéochimiques (figure 2), on note alors la coïncidence d'anomalies en Cu, en Au et en As autour du lac du Vingt-Deuxième Mille, dans la partie sud du feuillet 12L/11.

Enfin, il n'y a pas d'anomalie de sédiments de fonds de lac dans les environs de la mine du lac Tio. Il ne faut donc pas se fier uniquement à la présence ou à l'absence d'anomalies dans les sédiments comme guide pour l'exploration dans cette région. L'absence d'anomalie pourrait avoir diverses causes comme le relief local, l'histoire glaciaire de la région et la solubilité du Titane.

LEVÉS GÉOPHYSIQUES

(en collaboration avec Geneviève Lavallée)

Levés géophysiques antérieurs

La Commission géologique du Canada a réalisé de 1966 à 1968 un levé aéromagnétique dans le secteur du lac Sanson. Les lectures ont été prises à 300 m d'altitude avec un espacement de 800 m entre les lignes de vol. Deux cartes du champ magnétique total ont été publiées à l'échelle de 1: 63 360 et de 1: 250 000 respectivement (Commission géologique du Canada, 1969a, b, c, d, e et f). Pour ce levé, les données numériques de la maille du champ magnétique total résiduel sont disponibles au ministère des Ressources naturelles du Québec (Dion et Dumont, 1994).

Entre 1960 et 1968, la Commission géologique du Canada a aussi réalisé un levé gravimétrique régional couvrant le secteur des lacs Allard, Jérôme et Sanson et de la petite rivière de l'Abbé-Huard. Les stations de lecture de ce levé sont espacées de 10 à 15 kilomètres. Les résultats sont publiés sur une carte à l'échelle de 1: 500 000 (Thomas, 1974).

Champ magnétique total résiduel

La figure 12, réalisée à partir d'une maille de 200 m de côté, présente le champ magnétique total résiduel pour l'ensemble de la région. Les zones magnétiques se divisent en trois types de signatures : des zones arquées, des unités rectilignes et des aires plus ou moins circulaires ou ovoïdes.

Les anorthosites de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre se démarquent de façon spectaculaire par leur faible magnétisme. De formes ovoïdes, ces deux masses anorthositiques occupent une partie des quatre feuillets à l'étude. L'intensité magnétique y est faible jusqu'au contact représenté par une couronne de magnétisme plus intense. La carte du gradient magnétique vertical calculé, non incluse dans ce rapport, met en relief les anomalies de petites longueurs d'ondes ou de faible extension spatiale, c'est-à-dire, les sources situées près de la surface. En supposant une magnétisation parfaitement induite et des pendages modérés vers l'est comme ceux que nous avons mesurés, les contacts des corps magnétiques devraient être décalés légèrement vers l'est par rapport à l'isogramme zéro. Cet isogramme constitue tout de même une bonne approximation des contacts, compte tenu de l'échelle de cartographie. Le gradient magnétique facilite ainsi la cartographie géologique dans les régions pauvres en affleurements.

Le Complexe de Buit, avec ses quelques intrusions fortement magnétiques, occupe la majeure partie de la région couverte par le feuillet 12L/11. Le Groupe de Wakeham se manifeste par un magnétisme peu intense dans les régions

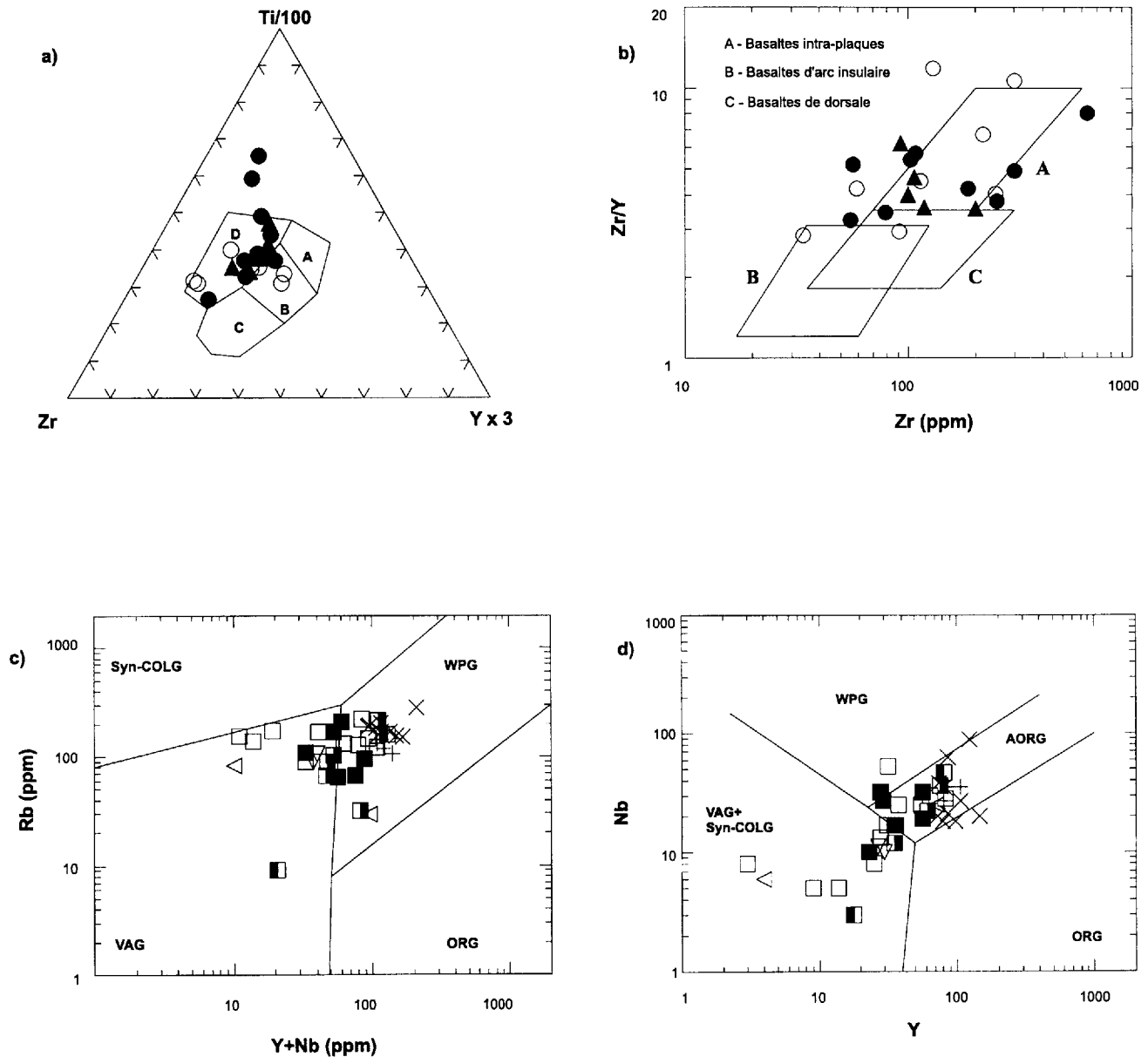


FIGURE 10 - Diagrammes discriminants pour les roches mafiques (a et b) et felsiques (c et d) de la région cartographiée en 1997. a) Diagramme ternaire Ti-Y-Zr (Pearce et Cann, 1973); champs A et B: Tholéiite pauvre en K_2O , champ B: basalte de fond océanique; champs B et C: basalte calcoalcalin; champ D: basalte intra-plaque; b) Diagramme log-log Zr/Y versus Zr (Pearce et Cann, 1973); c) de Rb en fonction de (Y+Nb); d) Diagramme log-log de Nb en fonction de Y de Pearce *et al.* (1984). (COLG= granite synchrone à une collision; VAG= granite d'arc volcanique; ORG= granite de dorsale; AORG= granite de segment anomal de dorsale; WPG= granite intra-plaque)

des feuilletés 12L/11, 12L/14 et 12M/03. Il s'étend largement à l'est de ces feuilletés, comme en fait foi la figure 12. Complètement à l'est des régions des feuilletés 12L/14 et 12M/03, la Suite mafique de la Robe Noire, composée de gabbros intrusifs dans le Groupe de Wakeham, a une intensité magnétique très élevée.

On distingue une masse bien circonscrite et très magnétique dans la partie NW de 12L/11. Cette masse, à la signature plus ou moins circulaire, se trouve dans la couronne du massif anorthositique du lac Allard et correspond à une mangérite.

Anomalie de Bouguer

Un levé gravimétrique détaillé a été réalisé concurremment au levé géologique de 1997. Ce levé couvre le feuillet SNRC 12 L/11 à l'exclusion du secteur sud-ouest. Il couvre aussi la région de la demie est du feuillet 12 L/13, de la demie ouest du feuillet 12 L/14 et du centre-sud du feuillet 12 M/03. Ce levé compte 130 stations espacées de quatre à cinq kilomètres. La carte de l'anomalie de Bouguer est présentée à la figure 13. À l'échelle de la Province de Grenville, le secteur à l'étude fait partie d'une grande

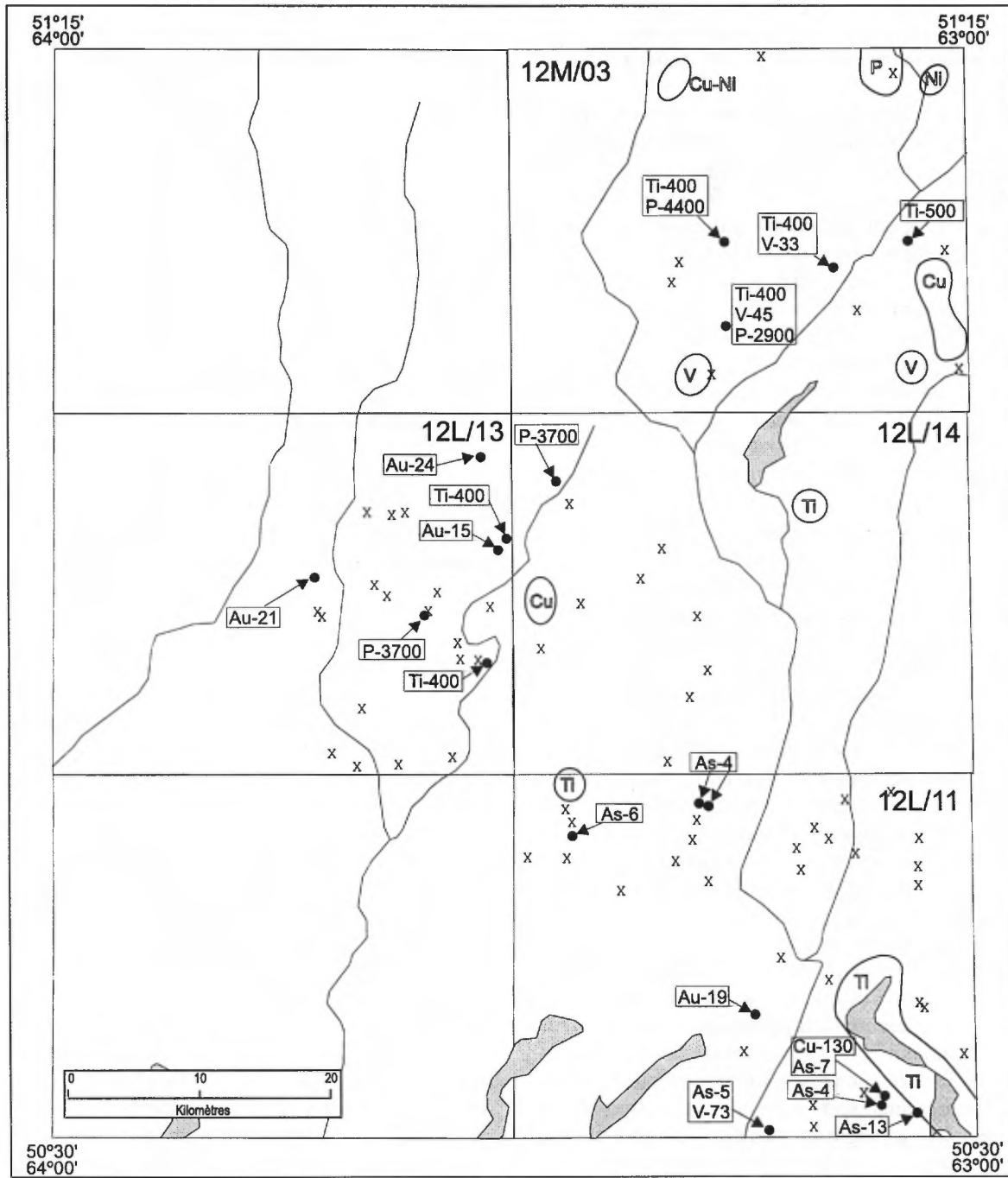


FIGURE 11 - Distribution des anomalies de sédiments de ruisseau et de lac dans la région cartographiée en 1997.

anomalie négative connue sous le nom « d'anomalie Moisie-Agvanus ». Cette grande anomalie, orientée est-ouest, inclut plusieurs anomalies orientées NE-SW. Selon Thomas (1974), les anorthosites ($r_{\text{moy}} = 2.68 \text{ g/cc}$) de même que les granites ($r_{\text{moy}} = 2.63 \text{ g/cc}$) seraient responsables du développement des anomalies de Bouguer négatives qui caractérisent ce secteur.

Les valeurs de l'anomalie de Bouguer varient entre -40 et -100 mGals. Un certain parallélisme s'observe entre les signatures gravimétriques et magnétiques. Des anomalies gravimétriques associées à des unités de densité plus élevée coïncident avec des anomalies également sur la carte du champ magnétique total (figure 12). L'anomalie circulaire dans le quart NW de la région du lac Allard (SNRC 12L/11) ainsi que les intrusions mafiques de la Suite mafique de la Robe Noire dans le secteur est du feuillet 12M/03 en sont des exemples. La forte anomalie positive qui apparaît dans la partie est de la carte de l'anomalie de Bouguer (figure 13) est probablement due à l'influence des corps gabbroïques intrusifs dans le Groupe de Wakeham. Il y a probablement un lien entre la forme de cette anomalie positive et l'orientation nord-nord-est de la synforme de Davy, localisée à l'est de la région cartographiée (voir figure 1). Inversement, les régions avec des anomalies magnétiques fortement négatives (<400 nanoTeslas) correspondent aux secteurs les plus négatifs sur l'anomalie de Bouguer; c'est le cas du massif anorthositique de la Rivière Romaine. De façon générale, le champ magnétique associé à ces zones d'anomalies est faible et moins perturbé que le champ environnant, ce qui signifie que, dans la région, les anorthosites contiennent relativement peu de magnétite. Comme le contenu en magnétite est proportionnel à la teneur en minéraux mafiques dans les roches ignées, il est raisonnable de supposer que les anorthosites de cette région sont pauvres en ferro-magnésiens, ce qui expliquerait la faible densité moyenne observée pour le massif de la Rivière Romaine (Tableau 4).

Des modélisations de volume des lithologies ont été effectuées avec le progiciel GM-SYS de la firme Northwest Geophysical Associates inc.. En tenant compte de la densité des roches, des contacts géologiques et de certaines hypothèses de travail, trois profils géologiques localisés sur la figure 13 ont été modélisés. Les modèles de la figure 14 sont une représentation de la forme et de la disposition possibles des corps géologiques. Les densités utilisées pour les différentes lithologies sont présentées au tableau 4. Une densité de $2,66 \text{ g/cm}^3$ a été présumée pour la lithologie 3 qui est composée à 90 % de quartzite et à 10 % de gneiss. Nous avons estimé une densité de $2,680 \text{ g/cm}^3$ pour le socle. Les densités des lithologies varient entre $2,64$ et $2,69 \text{ g/cm}^3$, sauf pour le gabbro qui a une densité de $3,04 \text{ g/cm}^3$. Le faible contraste de densité entre les différentes lithologies de cette région (sauf pour le gabbro) rend la modélisation difficile. Néanmoins, de fortes variations gravimétriques ont été observées sur tous les profils (figure 14). Ces variations suggèrent que le gabbro, qui

affleure dans la région à l'est des feuillets 12 M/03 et 12 L/14, continue en profondeur sous les autres lithologies. L'hypothèse d'un chevauchement général des ensembles lithologiques est avancée pour les trois profils. Les unités situées à l'est des linéaments de la rivière Romaine et de l'Abbé-Huard auraient été transportées vers le nord-ouest sur les unités situées à l'ouest de ces linéaments, comme une série d'écaillés tectoniques. On présume la présence d'une masse gabbroïque (couche 9), d'une densité de 3 g/cm^3 , sous presque toutes les lithologies. Cette couche de gabbro (couche 9) forme une unité distincte. Elle se trouve en profondeur, à l'intérieur ou sous l'anorthosite, et s'épaissit vers le sud-ouest (figure 14).

La modélisation gravimétrique appuie en grande partie les coupes structurales proposées dans le chapitre sur la structure. Un chevauchement semblable a été observé au contact NW de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre par Gobeil *et al.* (1997), mais à cet endroit c'est l'anorthosite qui chevauche les unités gneissiques vers le NW.

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

La région est l'hôte d'un gisement de titane de classe mondiale, exploité par QIT-Fer et Titane inc. depuis 1948. Plusieurs indices minéralisés ont été observés dans la partie ouest du Groupe de Wakeham (Gobeil et Clark, 1992; Clark, 1995), et de nombreuses anomalies géochimiques en métaux usuels et en métaux précieux ont été décelées dans les sédiments de fonds de lac (Choinière et Clark, 1994) un peu partout dans le groupe.

Les modèles métallogéniques retenus dans le cadre de ce projet s'appliquent à certaines minéralisations observées dans la partie ouest du Wakeham et décrites par Gobeil et Clark (1992) et Clark (1995) : 1) Cu-Au-Ag ($\pm \text{Pb} \pm \text{Zn}$) filoniens d'origine hydrothermale (indices Baie-Johan-Beetz, Barette et Lac Véronique au SW du Groupe de Wakeham); 2) Ni-Cu dans les métagabbros (indices Rivière Quetachou et Nord de la crête White au SW du Groupe de Wakeham); 3) V-Ti dans les anorthosites.

À ces modèles s'ajoutent des minéralisations potentielles dans les granites, les intrusions mafiques et les métasédiments : 4) Cu-U-Au-Ag-ETR de type Olympic Dam (Oreskes et Hitzman, 1993); 5) Cu-Ni-Co-Platinoïdes dans les roches de type magmatique-mafique tels les gisements de Duluth, Muskox (Naldrett, 1989) ou Voisey's Bay (Ryan *et al.*, 1995); 6) Cu-Ag-Co de type Kupferschiefer dans les roches sédimentaires.

Minéralisations

Plusieurs nouveaux indices minéralisés et des anomalies ont été découverts au cours de la campagne de cartogra-

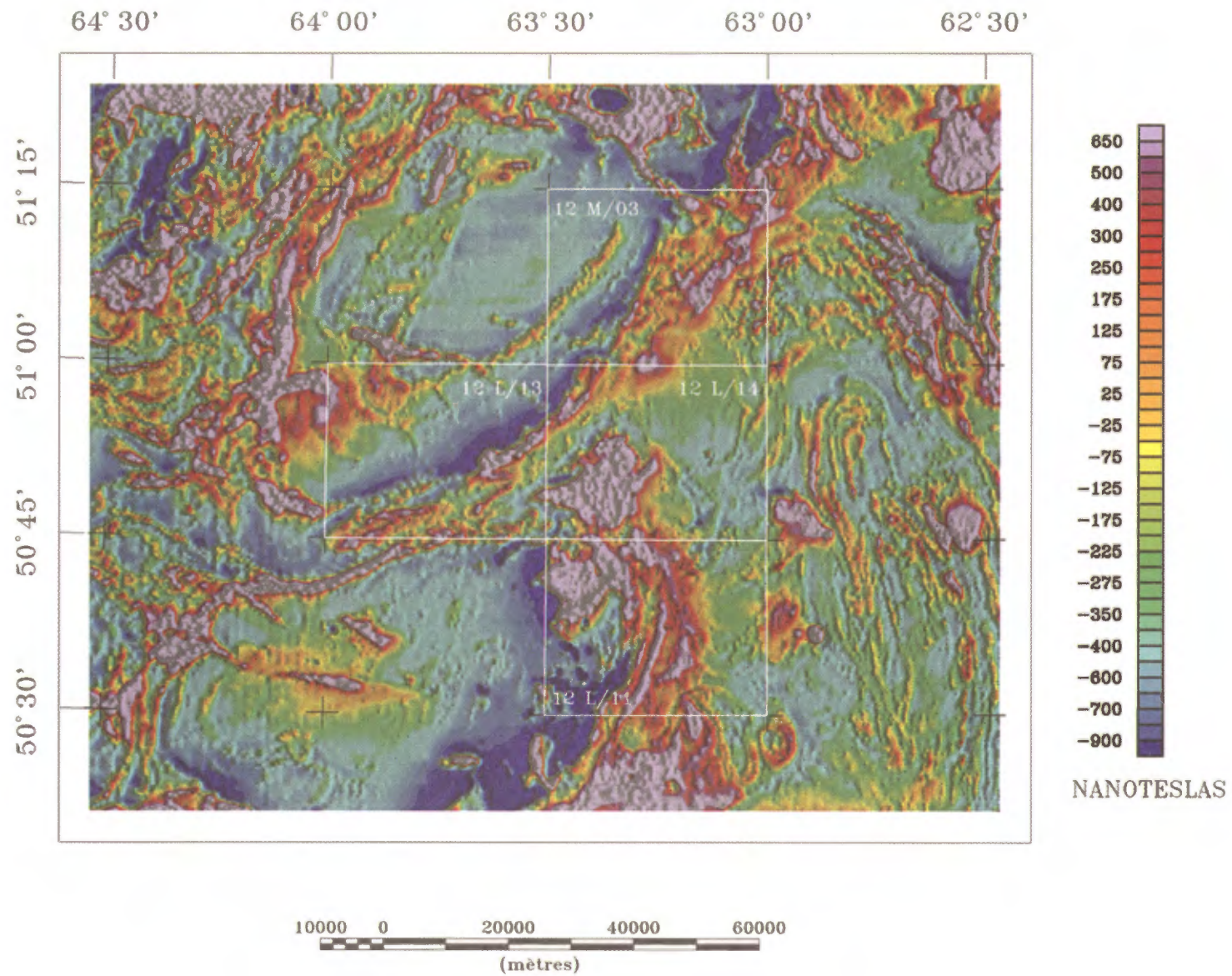


FIGURE 12 - Champ magnétique total résiduel dans la région du lac Sanson. Les encadrés correspondent aux limites des feuillets SNRC 12L/11, 12L/13, 12L/14 et 12M/03.

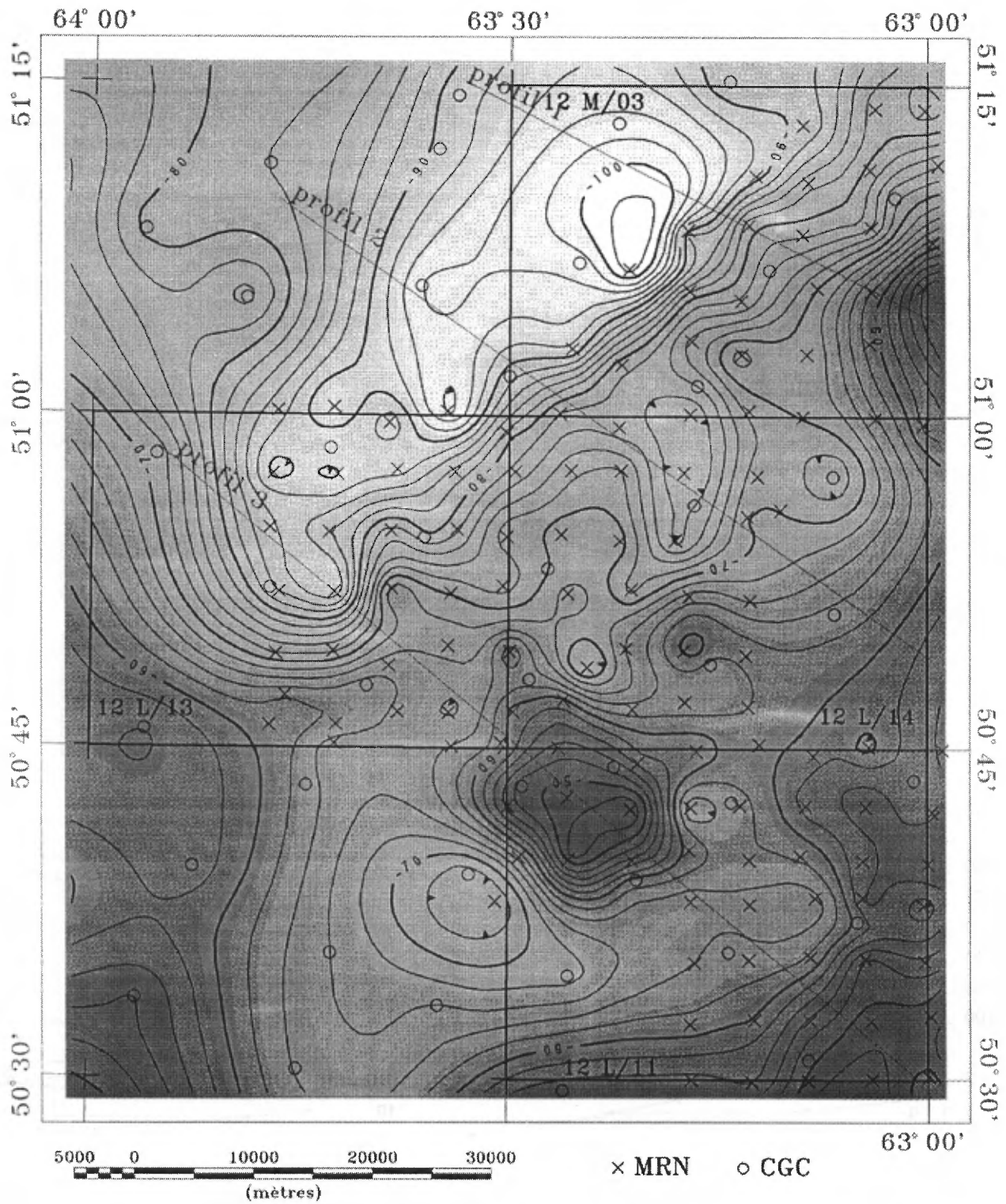


FIGURE 13 - Distribution de l'anomalie de Bouguer dans la région couverte par les feuillets 12L/11, 12L/13, 12L/14 et 12M/03. Les «x» représentent les nouvelles stations gravimétriques du levé de 1997 effectué par le ministère des Ressources naturelles. Les «o» correspondent aux stations gravimétriques visitées entre 1960 et 1968 par la Commission géologique du Canada (Thomas, 1974).

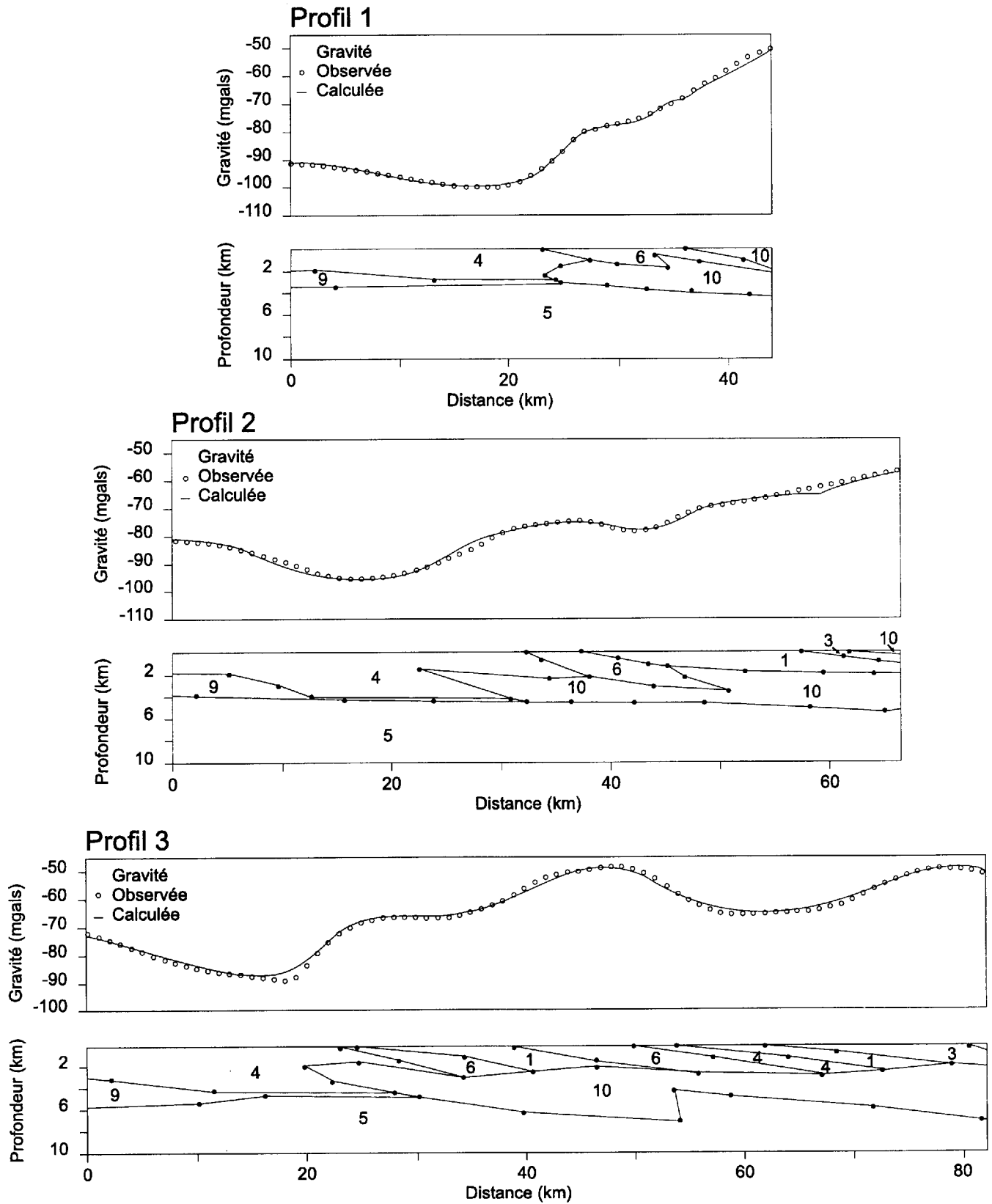


FIGURE 14 - Profils modélisés des anomalies de Bouguer tracés en tenant compte des mesures de densité effectuées sur des échantillons typiques (tableau 4).

TABEAU 4 - Densités mesurées et estimées des principales lithologies de la région étudiée. La numérotation des lithologies correspond à celle utilisée sur les profils de la figure 14.

Lithologie	Nombre d'échantillons	ρ moyen (g/cc)	ρ maximum (g/cc)	ρ minimum (g/cc)
1- granite	13	2,638	2,767	2,580
2- quartzite	5	2,639	2,703	2,567
3- paragneiss et quartzite	-	2,662*	,	-
4- anorthosite	9	2,678	2,749	2,605
5- «socle»	-	2,680*	-	-
6- mangérite	10	2,685	2,764	2,644
7- monzonite quartzifère	2	2,691	2,696	2,685
8- gneiss	5	2,723	2,783	2,628
9- gabbro	-	3,000*	-	-
10- gabbro	10	3,040	3,298	2,841

* valeurs estimées

phie de 1997. Ces minéralisations et celles déjà connues sont liées à trois contextes géologiques distincts :

(1) *Cu-Au-Ag dans le Complexe de Buit*

Les minéralisations en Cu-Au-Ag se trouvent dans l'assemblage lithologique paragneiss-quartzite-amphibolite-granite-pegmatite du complexe (figure 2; indices 1, 2, 5, 7, 8, 9 et 10 du tableau 5 et anomalies 12 et 13 du tableau 6). Les caractéristiques de ces minéralisations sont les suivantes :

- minéralisation en chalcopryrite à laquelle sont associés, dans des proportions variables, de la bornite, de la pyrite, de la pyrrhotite, de l'ilménite, de la magnétite, du leucoxène et du rutile;

- sulfures disséminés dans le paragneiss, le quartzite et l'amphibolite ainsi que dans une roche à cordiérite-anthophyllite interprétée comme une zone d'altération métamorphisée (Spear, 1993);

- l'amphibolite grenatifère et le paragneiss sont particulièrement propices à la minéralisation;

- des veines de quartz d'épaisseur millimétrique à centimétrique, traversant les métasédiments et les amphibolites et contiennent localement de la chalcopryrite \pm malachite;

- plus rarement, de la chalcopryrite disséminée a été observée dans les pegmatites.

L'indice du lac Sanson (Retty, 1944; Longley, 1948), situé dans la partie sud du lac (SNRC 12L/14), ainsi que l'indice du bassin des Murailles (Retty, 1944), aux abords de la rivière Romaine (SNRC 12L/11), sont deux exemples

de ce type de minéralisation. Ce contexte métallogénique s'étend sur une superficie de plus de 400 km² dans le Complexe de Buit (figure 2).

(2) *Cu-Au-Ag dans la Suite mafique de la Robe Noire*

Ces minéralisations se présentent sous forme de chalcopryrite, de pyrite et de pyrrhotite disséminées dans des dykes et des filons-couches de gabbro et d'amphibolite de la Suite mafique de la Robe Noire (figure 2; indices 6 et 11 du tableau 5 et anomalie 15 du tableau 6). Ces roches minéralisées sont relativement riches en oxydes (magnétite et ilménite) et elles sont situées à proximité de métasédiments.

(3) *V-Ti dans la Suite anorthotitique de Havre-Saint-Pierre*

Ce type de minéralisation se localise dans des roches riches en oxydes de Fe et de Ti. Ces roches sont composées de plus de 50 % d'oxydes (magnétite et d'ilménite) dans lesquels flottent des cristaux de plagioclase. Ce type de minéralisation se situe notamment à l'interface entre l'anorthosite du massif de la rivière Romaine et la mangérite qui la ceinture (figure 2, indice 4 du tableau 5 et anomalies 16, 17 et 18 du tableau 6). Les roches hôtes de ces minéralisations contiennent aussi beaucoup d'apatite. Dans le feuillet du lac Allard, la plupart des bandes de ferro-diorites/jotunites (unités 5 et 6 de Hocq, 1982) constituent des bandes plus ou moins homogènes caractérisées par ce type de minéralisations. Elles s'accompagnent de fortes anoma-

TABLEAU 5 - Indices minéralisés (autres que Fe et Ti).

Numéro sur la figure 2	Nom de l'indice	Minéraux et associations	Substances	SNRC (fiche de gîte)	Coordonnée UTM (NAD83)	Coordonnée UTM (NAD27)
1	Bassin des Murailles	Cp, Po, Py dans du paragneiss migmatisé	0,5 % Cu, 1,3 g/t Ag	12L/11 (-0004)	487946E 5607692N	487883E 5607472N
2	Lac Boucher	Sulfures, Cp dans une amphibolite avec paragneiss	0,11 % Cu	12L/11	487593E 5614443N	487529E 5614220N
3	Mingan Sud	Im et sulfures dans une anorthosite	0,12 % Cu, 0,18 % V	12L/13	451851E 5622434N	451788E 5622212N
4	Mingan Centre	Mg, Im, Sf dans une anorthosite	0,17 % V	12L/13	454018E 5633027N	453955E 5632805N
5	Hayman (Lac Sanson)	Cp, Py, Po en veines et disséminées dans des paragneiss et amphibolites	4,21 % Cu, 6 g/t Au, (0,86 % Cu, 3 g/t Ag)*	12L/14 (-0001)	486357E 5638688N	486196E 5638649N
6	Romaine Sud-Est	Cp et or visible dans un gabbro intrusif dans des métasédiments	0,34 % Cu, 0,21 g/t Au, 1,54 g/t Ag	12L/14 (-0003)	498543E 5642395N	498480E 5642173N
7	Lac Bernard	Cp et Py dans un paragneiss à anthophyllite-cordiérite-grenat	0,43 % Cu	12L/14	475688E 5636789N	475624E 5636565N
8	Romaine 1	Cp, Mc dans des veines de Qz et de pegmatite recoupant du gabbro et du paragneiss	0,11 % Cu,	12L/14	482601E 5639475N	482538E 5639252N
9	Rivière Bernard	Bn, Cp et Py en veinules dans du paragneiss	0,17 % Cu	12L/14	476048E 5642029N	475984E 5641805N
10	Romaine 2	Cp, Py dans un paragneiss migmatisé	0,57 % Cu, 0,1 g/t Au	12L/14	481106E 5627229N	481043E 5627006N
11	Abbé-Huard 1	Im et Mg dans du gabbro altéré	5 g/t Ag	12M/03	495671E 5654504N	495607E 5654280N

Les rangs ombragés correspondent aux nouveaux indices.

Bn bornite; Cp : chalcopryrite; Im : ilménite; Mc : malachite; Mg : magnétite; Po : pyrrhotite; Py : pyrite;

Qz : quartz; Sf : sulfures indéterminés;

* Résultats d'analyse de cette étude entre parenthèses.

TABLEAU 6 - Anomalies géochimiques (en métaux non ferreux).

Numéro sur la figure 2	Nom de l'anomalie	Minéraux et associations	Substances	SNRC	Coordonnées UTM (NAD83)	Coordonnées UTM (NAD27)
12	Laurin 1	Po, Py, Cp en veinules et disséminés dans un paragneiss	0,08 % Cu	12L/11	488616E 5604243N	488553E 5604021N
13	Laurin 2	Sulfures dans un gneiss quartzo-feldspathique à sillimanite	12 ppb Au	12L/11	488998E 5599828N	488935E 5599606N
14	Laurin 3	Im et Rl dans un gabbro métamorphisé	0,12 % V	12L/11	490468E 5612711N	490404E 5612488N
15	Romaine 3	Py et Cp dans un gabbro amphibolitisé	4 g/t Ag	12L/14	482502E 5640480N	482439E 5640258N
16	Abbé-Huard 2	Ilménite dans l'anorthosite	0,14 % V, 10 % TiO ₂	12M/03	483849E 5677451N	483784E 5677227N
17	Abbé-Huard 3	Ilménite dans l'anorthosite	0,12 % V, 9 % TiO ₂	12M/03	485137E 5677377N	485073E 5677153N
18	Abbé-Huard 4	Ilménite dans l'anorthosite	0,13 % V, 9 % TiO ₂	12M/03	485483E 5676057N	485419E 5675833N

Cp : chalcopryrite; Im : ilménite; Po : Pyrrhotite; Py : pyrite; Rl : rutile

lies magnétiques positives et ponctuelles. Ces minéralisations ne semblent pas restreintes à la région du feuillet du lac Allard, mais elles s'étendent possiblement jusqu'au nord de la région de la petite rivière de l'Abbé-Huard.

Les données actuelles ne permettent pas encore de proposer des modèles métallogéniques définitifs. Toutefois, le Complexe de Buit constitue la cible la plus intéressante pour l'exploration du cuivre et des métaux précieux. Le modèle considéré actuellement pour expliquer cette minéralisation est celui des gîtes de cuivre stratiformes dans des roches sédimentaires. L'abondance d'oxydes de fer dans les métasédiments du Complexe de Buit pourrait indiquer que ces strates étaient à l'origine des *redbeds* qui auraient perdu leur couleur rouge par métamorphisme et transformation de la goethite en magnétite. Ces gisements, formés en milieu continental, sont nombreux au Protérozoïque. Il est aussi possible qu'une partie des minéralisations soient associées à des édifices volcaniques. L'assemblage lithologique amphibolites - paragneiss et zones à cordiérite + anthophyllite pourrait correspondre à un empilement volcano-sédimentaire auquel sont associées des zones d'altérations hydrothermale, le tout métamorphisé au faciès des amphibolites. En plus, il est difficile d'écarter la possibilité que certaines minéralisations soient de type filonien, d'autant plus que les minéralisations sont à faibles distances de zones de cisaillement.

Les gabbros de la Suite mafique de la Robe Noire constituent aussi une cible intéressante pour des minéralisations en cuivre, or, argent et vanadium. Enfin, le contact anorthosite-mangérite est le site d'indices et d'anomalies en vanadium et en titane.

La région étudiée montre une variété d'autres environnements géologiques (figure 1) : roches métasédimentaires, roches plutoniques de composition et d'âges différents, ainsi que des structures majeures comme les zones de cisaillement de la rivière Romaine et de l'Abbé-Huard. Mais il semble bien que les principaux indices et anomalies découverts sont essentiellement associés aux paragneiss du Complexe de Buit et au faciès de bordure de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre, au contact des anorthosites et des mangérites.

MODÈLE TECTONIQUE RÉGIONAL

À partir des données recueillies lors de la cartographie effectuée par le ministère des Ressources naturelles au nord de Havre-Saint-Pierre et de Natashquan (Madore *et al.*, 1997a; Madore *et al.*, 1997b; Verpaelst *et al.*, 1997a; Verpaelst *et al.*, 1997b; Madore *et al.*, 1999), les grandes

lignes d'un modèle tectonique régional peuvent être tracées pour la partie est de la Province de Grenville du Québec. Des corrélations entre la partie est et la partie ouest de l'aire d'affleurement du Groupe de Wakeham peuvent aussi être suggérées (figure 15).

Dans un premier temps, les sédiments du Groupe de Wakeham ont été déposés sur une marge continentale passive, il y a environ 1600 Ma. Par la suite, un événement magmatique a généré la Suite felsique de Kataht. Cette suite est constituée de porphyres felsiques, dont l'un est intrusif dans le Wakeham, et de granite rapakivi. L'âge de la Suite de Kataht varie de 1495 à 1510 Ma. Ces âges correspondent à l'événement pinwarien (1530 - 1450 Ma). Toujours à l'est du Groupe de Wakeham, les granites de la Suite felsique d'Olomane correspondent à un ajout de matériau sialique dans la croûte continentale. Ils sont d'âge elzevirien (1300 - 1250 Ma). Les granitoïdes de la Suite felsique de La Galissonnière sont des intrusions tardives qui succèdent au paroxysme de l'événement ottawaien (>1100 Ma). Dans la partie est de l'aire d'affleurement du Groupe de Wakeham, l'âge des unités mafiques, (Suite mafique de Lillian, Gabbro de Kapanien, Gabbro de Le Doré), déduit à partir des relations de terrain, varie de 1200 à 900 Ma. Dans la partie ouest du Groupe de Wakeham, un gabbro, équivalent probable des roches de la Suite mafique de la Robe Noire, a été daté à 1177 ± 4 Ma. (Martignole *et al.*, 1994). Ces suites mafiques correspondent probablement à des événements anorogéniques.

Le Groupe de Wakeham est ceinturé par des roches déformées et métamorphisées. À l'est, le groupe est bordé par le Complexe de Boulain principalement constitué de gneiss granitique et de granite folié. L'analyse isotopique (technique $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ par LAM-ICP-Q-MS) de zircons hérités contenus dans ce granite folié a permis d'identifier un intervalle d'âges comparable à celui obtenu sur les zircons détritiques d'une arkose du Groupe de Wakeham. Ceci suggère une fusion partielle des sédiments du Wakeham pour générer le granite folié. À l'ouest, le Groupe de Wakeham est bordé par le Complexe de Buit, un assemblage de roches déformées et métamorphisées dans des conditions de température et de pression d'environ 550 °C et 0,35 GPa. Le complexe comprend surtout du gneiss, ainsi que des roches felsiques intrusives et foliées, du quartzite, du paragneiss et de l'amphibolite. Les métasédiments du Complexe de Buit sont fort probablement des équivalents lithologiques du Groupe de Wakeham. La déformation observée dans le Complexe de Buit affecte aussi les roches de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre dont les âges connus varient entre 1133 et 1062 Ma. La déformation est donc contemporaine ou postérieure à 1062 Ma. Cette déformation pourrait correspondre à un transport tectonique, de direction générale NW, qui a affecté le Groupe de Wakeham et les unités adjacentes au cours de l'orogénie ottawaienne (~1000 Ma).

Âge (Ma)	Événements géologiques dans la partie ouest du Groupe de Wakeham	Événements géologiques dans la partie est du Groupe de Wakeham	Orogénies dans la Province de Grenville
900		Gabbro de Le Doré	
1000	Formation du Complexe de Buit et chevauchement du Gr de Wakeham et du Complexe de Buit sur la suite anorthositique	Suite felsique de La Galissonnière	Orogénie ottawaienne
1100	Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre	Anorthosites de Donjon, Maryen et Etamamiou	
	Suite mafique de la Robe-Noire	Suite mafique de Lillian Gabbro de Kapanien	
1200		Suite felsique d'Olomane	Orogénie elzevirienne
1300		Rhyolite et monzonite	
1400			
1500		Suite felsique de Kataht	Orogénie pinwarienne
1600	Sédimentation du Groupe de Wakeham	Sédimentation du Groupe de Wakeham	
	Socle ?	Socle ?	

FIGURE 15 - Âge des principaux événements géologiques dans les parties E et W du Groupe de Wakeham. Les trames utilisées pour la partie ouest sont les mêmes que sur la figure 2.

CONCLUSION

Les travaux de terrain effectués dans les régions correspondant aux feuillets du lac Jérôme (12L/13), du lac Sanson (12L/14) et de la petite rivière de l'Abbé-Huard (12M/03) incluent un levé géologique à l'échelle de 1:50 000, un levé gravimétrique aux stations espacées de 4 à 5 km et un levé de sédiments de ruisseau. Les données des travaux antérieurs disponibles (géochimie, géophysique, image satellite, géologie et géochronologie) ont été intégrées aux nouvelles données recueillies.

Ces travaux de terrain ont permis de mettre à jour la carte géologique. Dans la région du lac Sanson, on a reconnu le Groupe de Wakeham; on a aussi défini deux nouvelles unités, la Suite mafique de la Robe Noire et le Complexe de Buit. Enfin, la cartographie a permis de redéfinir une unité lithodémique, la Suite anorthositique de

Havre-Saint-Pierre. Dans la région du feuillet 12L/14 (Lac Sanson), quatre nouveaux indices de cuivre, dont un avec une anomalie en or, s'ajoutent aux deux indices déjà répertoriés. La plupart de ces indices se trouvent dans des paragneiss du Complexe de Buit. Un seul semble logé dans des veines de quartz et de pegmatite traversant des paragneiss et du gabbro. Ces minéralisations sont localisées en bordure d'une anomalie magnétique positive. Toutefois, elles ne semblent pas coïncider avec des anomalies de géochimie de fonds de lac ou de ruisseau. Les modèles métallogéniques à considérer sont : les gîtes de cuivre de type stratiforme dans des roches sédimentaires ou dans les empilements volcano-sédimentaires, et les gîtes de cuivre et argent de type filonien. Dans la région représentée par le feuillet 12L/13, on trouve un indice de vanadium en bordure des anorthosites. Cet indice pourrait être corrélé avec des anomalies en vanadium situées dans la partie nord du feuillet 12M/03. Enfin, un indice d'argent a été décelé

dans un gabbro de la Suite mafique de la Robe Noire dans le SE de la région du feuillet 12M/03.

Dans la région cartographiée, le Groupe de Wakeham est bordé par le Complexe de Buit, un assemblage de roches déformées et métamorphisées dans des conditions de température et de pression d'environ 550 °C et 0,35 GPa. Le complexe comprend principalement du gneiss, des roches felsiques intrusives et foliées, du quartzite, du paragneiss et de l'amphibolite. Les métasédiments du Complexe de Buit sont fort probablement des équivalents lithologiques du Groupe de Wakeham. On pourrait corréler ce complexe avec le Complexe de Boulain qui a été défini dans le secteur du lac Bohier, où il est en contact de faille avec la partie est du Groupe de Wakeham.

La déformation observée dans le Complexe de Buit affecte aussi les roches de la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre dont les âges connus varient entre 1133 et 1062 Ma. La déformation est donc contemporaine ou postérieure à 1062 Ma. Cette déformation pourrait correspondre à un transport tectonique, de direction générale NW, qui a affecté le Groupe de Wakeham et les unités adjacentes au cours de l'orogénie ottawaienne (~1000 Ma).

La figure 15 résume l'âge des principaux événements géologiques et met en relation les unités présentes de part et d'autre du Groupe de Wakeham. Il est cependant nécessaire d'effectuer une synthèse régionale afin d'établir, avec plus de certitude, l'histoire géologique du Groupe de Wakeham et des roches environnantes. Cette synthèse permettra, entre autre, de mieux comprendre les relations tectono-stratigraphiques entre les roches du Complexe de Buit et celles du Complexe de Boulain. Elle permettra aussi de mieux définir les gneiss non différenciés situés au nord et au sud du Groupe de Wakeham. Enfin, elle permettra d'élaborer un modèle tectonique plus détaillé pour l'ensemble de la région.

RÉFÉRENCES

- AVRAMTCHEV, L., 1983 – Carte des gîtes minéraux du Québec, Région de la Côte Nord. Ministère des Ressources naturelles, Québec ; DV 83-14, cartes M-360, M-361, M-368 et M-369.
- BEAUMIER, M., 1989 – Géochimie des sédiments de lac, région de Havre-Saint-Pierre. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 89-46 (MB 89-46X pour les données sous forme numérique).
- BERGERON, M., 1973 – A mineralogical study of hemo-ilmenite ore from lac Tio, Québec. Quebec Iron and Titanium Corporation; Research report number 9, 145 pages.
- BERGERON, M., 1986 – Minéralogie et géochimie de la Suite anorthositique de la région du Lac Allard, Québec : évolution des membres mafiques et origine des gîtes massifs d'ilménite. École Polytechnique de Montréal; thèse de Ph.D., 485 pages.
- CAMION, E., 1990 – Évolution métamorphique et tectonique du Supergroupe de Wakeham (Province de Grenville, Québec). Thèse de maîtrise, Université de Montréal; 99 pages.
- CARMICHAEL, M.D., 1978 – Metamorphic bathozones and bathograds: a measure of the depth of post-metamorphic uplift and erosion on regional scale. *American Journal of Science*; volume 278, pages 769-797.
- CGC, 1969 - Série de cartes aéromagnétiques (Lac Allard). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 5133G. (SNRC 12L/11)
- CGC, 1969 - Série de cartes aéromagnétiques (Lac Jérôme). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 5152G. (SNRC 12L/13)
- CGC, 1969 - Série de cartes aéromagnétiques (Lac Sanson). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 5151G. (SNRC 12L/14)
- CGC, 1969 - Série de cartes aéromagnétiques (Rivière de l'Abbé-Huard). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 5154G. (SNRC 12M/03)
- CGC, 1969 - Série de cartes aéromagnétiques (Havre Saint-Pierre). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 7360G. (SNRC 12L)
- CGC, 1969 - Série de cartes aéromagnétiques (Lac Morhiban). Commission géologique du Canada, Ottawa; carte 7370G. (SNRC 12M)
- CHOINIÈRE, J. – CLARK, T., 1994 – Nouvelles analyses pour l'or dans les sédiments de lac de la région de Baie-Johan-Beetz (Moyenne-Côte-Nord). Ministère des Ressources naturelles; PRO 94-02, 7 pages.
- CLARK, T., 1995 – Étude préliminaire de minéralisations à l'est de Baie-Johan-Beetz, Moyenne-Côte-Nord. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 95-54, 36 pages.
- CLARK, T. - MACHADO, N., 1995 - New U-Pb dates from the Wakeham Terrane and its basement: preliminary results. IN: Lithoprobe, Abitibi-Grenville Project, Result from a combined meeting on the Grenville province with the ESCOOT transect; Report 49, pages 29-35.
- CLAVEAU, J., 1949 - La région du lac Wakeham, Comté de Saguenay. Ministère des Mines, Québec ; Rapport géologique 37, 57 pages.
- COOPER, G.E., 1957 - Région de Johan-Beetz, district électoral de Saguenay. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG 74, 69 pages.
- DÉPATIE, J.J., 1967 - Géologie de la région du lac à l'ours, comté de Duplessis. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RP 559, 16 pages.
- DION, D.J. - DUMONT, R., 1994 - Diffusion des données numériques (maille du champ magnétique total résiduel), territoire du Québec. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 94-08X .
- EMSLIE, R.F. - HUNT, P.A., 1990 - Ages and petrogenetic significance of igneous mangerite-charnockite suites associated with massif anorthosites, Grenville Province. *Journal of Geology* ; volume 98, pages 213-231.
- FOWLER, A.D. - DOIG, R., 1983 - The age and origin of Grenville Province uraniumiferous granites and pegmatites. *Canadian Journal of Earth Sciences* ; volume 20, pages 92-104.
- GOBEIL, A. - CHEVÉ, S. - CLARK, T. - TOGOLA, N., 1997 - Rivière Baune (22P02). Ministère des Ressources naturelles; carte SI-22P02-97K.

- GOBEIL, A. - CLARK, T., 1992 - L'indice Freewest et le potentiel en cuivre, or et argent de la zone de déformation du lac Caron (Côte-Nord). Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 92-01, 5 pages.
- GOWER, C.F., 1996 - The evolution of the Grenville Province in eastern Labrador, Canada. IN : Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region. Édité by T.S. Brewer. Geological Society Special Publication number 112, pages 197-218.
- GRENIER, P.-E., 1957 - Région du lac Beetz, district électoral de Saguenay. Ministère des Mines, Québec ; RG-73, 88 pages.
- HARGRAVES, R.B., 1959 - Petrology of the Allard Lake anorthosite suite and paleomagnetism of the ilmenite deposits. Princeton University, unpublished Ph.D. thesis.
- HARGRAVES, R.B., 1962 - Petrology of the Allard Lake anorthosite suite, Québec. IN: Petrologic Studies (Buddington volume), Geological Society of America; pages 163-189.
- HOCQ, M., 1982 - Région du lac Allard. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DPV-894, 99 pages.
- INDARES, A. - MARTIGNOLE, J., 1993 - Étude régionale du Supergroupe de Wakeham, Moyenne-Côte-Nord. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 91-21, 73 pages
- KEARY, P. - THOMAS, M.D., 1979 - Interpretation of the gravity field of the Lac Fournier and Romaine River anorthosite massifs, eastern Grenville Province : significance to the origin of anorthosite. Journal of the Geological Society of London; volume 136, pages 725-736.
- LONGLEY, W.W., 1948 - Région du lac Forget, Comté de Saguenay. Ministère des Mines du Québec; RG 36.
- LOVERIDGE, W.D., 1986 - U-Pb ages on zircon from rocks of the Lac Morhiban map area, Quebec. IN : Current Research, part A. Commission Géologique du Canada; paper 86-1A, pages 523-530.
- MADORE, L. - VERPAELST, P. - BRISEBOIS, D. - HOCQ, M., 1999 - Géologie de la région du lac Allard (SNRC 12/L11). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-01.
- MADORE, L. - VERPAELST, P. - BRISEBOIS, D. - CHOINIÈRE, J. - DION, D.J. - DAVID, J., 1997a - Géologie de la région du lac Cormier (SNRC 12N/04). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 97-08, 32 pages.
- MADORE, L. - VERPAELST, P. - CHOINIÈRE, J. - DION, D.J. - DAVID, J. - LEFEBVRE, D. - MARQUIS, R. - HOCQ, M., 1997b - Géologie de la région du lac Briend (12N/05). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 97-05, 30 pages.
- MARTIGNOLE, J., 1996 - Tectonic setting of anorthositic complexes of the Grenville Province, Canada. DANS : Petrology and geochemistry of magmatic suites of rocks in the continental and oceanic crusts. Université libre de Bruxelles; pages 3-18.
- MARTIGNOLE, J. - MACHADO, N. - INDARES, A., 1994 - The Wakeham Terrane: a Mesoproterozoic terrestrial rift in the eastern part of the Grenville Province. Precambrian Research; volume 68, pages 291-306.
- MARTIGNOLE, J. - INDARES, A. - DESJARDINS, D., 1992 - Géologie de la région des lacs Artur et Ruffin (Moyenne-Côte-Nord). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 91-20, 74 pages, 1 carte.
- MARTIGNOLE, J. - INDARES, A., 1988 - Étude régionale du secteur nord-est du Supergroupe de Wakeham. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 88-06, 9 pages.
- NALDRETT, A.J., 1989 - Magmatic sulfide deposits. Oxford Monographs on Geology and geophysics, number 14. Oxford University Press; 186 pages.
- ORESQUES, N. - HITZMAN, M.W., 1993 - A model for the origin of the Olympic Dam-type deposits. IN : Mineral Deposit Modeling (Edited by R.V. Kirkham, W.D. Sinclair, R.I. Thorpe and J.M. Duke). Association géologique du Canada; Special Paper 40, pages 15-633.
- RETTY, J.A., 1944 - Région de la rivière Romaine inférieure, Comté de Saguenay. Ministère des Mines, Québec ; Rapport géologique 19, 32 pages.
- ROBIN, P.Y. - JOWETT, E., 1986 - Computerized density contouring and statistical evaluation of orientation data using counting circles and continuous weighting functions. Tectonophysics; volume 121, pages 207-223.
- RYAN, B. - WARDLE, R.J. - GOWER, C.F. - NUNN, G.A.G., 1995 - Nickel-copper sulphide mineralisation in Labrador : The Voisy's Bay discovery and its exploration implications. Current Research, Report 95-1, Geological Survey, Department of Natural Resources, Government of Newfoundland and Labrador; pages 177-204.
- SHARMA, K.N.M. - FRANCONI, A., 1975 - Région des rivières Magpie, Saint-Jean, Romaine. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; Rapport géologique 163, 71 pages.
- SHARMA, K.N.M. - JACOBY, R.S., 1972 - Jeremie and Gaudreault lakes area. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DP-134, 16 pages.
- SPEAR, F.S., 1993 - Metamorphic phase equilibria and pressure - temperature - time paths. Mineralogical Society of America; Monograph Series, 799 pages.
- SUN, S.S. - McDONOUGH, W.F., 1989 - Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts : implications for mantle composition and processes. IN : Magmatism in the ocean basins, Geological Society, Special Publication 42; pages 313-345.
- THOMAS, M.D., 1974 - The Correlation of Gravity and Geology in Southeastern and Southern Labrador. Gravity map series of Earth physics branch, Département de l'Énergie, Mines et Ressources, Ottawa; 49 pages (7 maps).
- VAN BREEMEN, O. - HIGGINS, M.D., 1993 - U-Pb zircon age of the southwest lobe of the Havre-Saint-Pierre Anorthosite Complex, Grenville Province, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 30, pages 1453-1457.
- VERPAELST, P. - MADORE, L. - BRISEBOIS, D. - CHOINIÈRE, J. - DION, D.J. - DAVID, J., 1997a - Géologie de la région du lac Bohier (12N/03). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 97-07, 29 pages.
- VERPAELST, P. - MADORE, L. - BRISEBOIS, D. - CHOINIÈRE, J. - DION, D.J. - DAVID, J., 1997b - Géologie de la région du lac Le Doré (12N/06). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 97-02, 29 pages.
- WYNNE-EDWARDS, H. R., 1972 - The Grenville Province. IN : Variations in tectonic styles in Canada. Édité by R.A. Price and R.J.W. Douglas. Geological Association of Canada; Special Paper 11, pages 263-334.



Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Secteur des mines