

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

CONTRÔLE STRATIGRAPHIQUE ET QUALITÉ MINÉRALURGIQUE DES GITES DE
GRAPHITE DES LACS GUÉRET ET GUINECOURT,
TERRANE DE GAGNON, PROVINCE DE GRENVILLE.

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA TERRE

PAR
GABRIELLE RIOUX

MAI 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche n'aurait pu voir le jour sans l'aide de précieuses personnes. Je tiens à remercier en premier lieu mes directeurs, Michel Gauthier et Francis Chartrand pour les judicieux conseils, les innombrables conversations « éclairantes » mais surtout d'avoir voulu relever le défi des minéraux industriels mis dans un contexte économique et minéralurgique.

Merci également à Yvon Trudeau et Isabelle « cheuff » Roy de SOQUEM Inc. ainsi qu'à Tyron Docherty et Ed Lyons de Quinto Technology Inc. pour leur soutien financier, opérationnel et technique tant sur le terrain que lors de la rédaction. Il aurait été également impensable de faire ce projet, dans tous ses aspects, sans la participation financière du CRSNG.

Merci au trio de techniciens en laboratoire de l'UQAM, Denise Fontaine, Raymond Mineau et Michel Préda, leur expertise technique et leurs conseils ont été fort utiles.

Merci à ma famille et à tous mes amis pour leurs constants encouragements.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	xi
RÉSUMÉ.....	xii
INTRODUCTION ET MÉTODOLOGIE.....	1
CHAPITRE I	
CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL.....	12
1.1 Formation d'Attikamagen.....	26
1.2 Formation de Denault.....	26
1.3 Formation de Wishart.....	27
1.4 Formation de Sokoman.....	28
1.5 Formation de Menihek.....	30
1.6 Amphibolite.....	31
CHAPITRE II	
CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE LOCAL.....	33
2.1 Socle.....	40
2.2 Formation d'Attikamagen.....	42
2.3 Formation de Denault.....	43
2.4 Formation de Wishart.....	44
2.5 Formation de Sokoman.....	45
2.6 Formation de Menihek.....	48
2.6.1 Stratigraphie des types de minéralisation.....	51

CHAPITRE III	
MINÉRALOGIE.....	53
3.1 Types de minéralisation - Graphite macrocristallin.....	55
3.2 Types de minéralisation - Graphite microcristallin.....	60
3.3 Types de minéralisation - Graphite en veine.....	65
CHAPITRE IV	
GÉOCHIMIE.....	67
4.1 Méthodologie analytique.....	68
4.2 Localisation des échantillons.....	69
4.3 Pourcentage de carbone graphitique (Cg).....	71
4.3.1 Matériau brut.....	71
4.3.2 Concentrés de minerai.....	73
4.4 Éléments délétères.....	75
4.4.1 Éléments majeurs.....	76
4.4.2 Métaux.....	78
4.5 Vecteur de migration.....	79
4.6 Pourcentage de récupération.....	80
CHAPITRE V	
DISCUSSION.....	84
5.1 Situation du graphite.....	84
5.2 Qualité du graphite.....	86
5.3 Distribution du graphite dans le Groupe de Knob Lake.....	88
CONCLUSION.....	90

APPENDICE A	
DONNÉES BRUTES DES DIFFÉRENTS TESTS GÉOCHIMIQUES.....	91
A.1 Résultats des analyses géochimiques (ACME LAB Vancouver).....	92
A.2 Résultats des analyses géochimiques (SGS Lakefield Limited, Toronto).....	105
A.3 Résultats des analyses de diffraction X (XRD, UQAM).....	108
A.4 Résultats des analyses au microscope électronique à balayage (M.E.B., UQAM).....	112
BIBLIOGRAPHIE.....	120

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
I.1 Équivalence entre les différents groupes de Gagnon et Knob Lake.....	2
I.2 Les différents types de gisement de graphite et leur modèle génétique simplifié.....	3
1.1 Synthèse des assemblages minéralogiques des différentes lithologies observées dans la région des lacs Guéret et Guinécourt.....	19
1.2 Corrélation entre les faciès métamorphiques.....	19
1.3 Différentes sources servant à l'élaboration des colonnes stratigraphiques.....	21
3.1 Prix des différents produits de graphite naturel en février 2005.....	54
3.2 Minéralogie du schiste contenant le graphite spéculaire selon les observations faites au microscope polarisant via lumière réfléchie ou transmise.....	55
3.3 Minéralogie moyenne des méta-mudstones selon les observations faites au microscope polarisant via lumière réfléchie ou transmise.....	60
4.1 Localisation de tous les échantillons prélevés pour les divers tests.....	69

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
I.1 Localisation de la région des lacs Guéret et Guinécourt.....	1
1.1 Les différents éléments lithologiques et lithotectoniques de la Province de Grenville (modifié de Perreault et Ouellet 1999, (d'après MM94-01).....	12
1.2 Gisement du Mont Reed, on observe des plis P1 (trait noir) qui sont repris par des plis P2 (trait vert).....	13
1.3 Gisement du Lac Carrol, NL, sur la photo, on observe un pli couché. Humphrey Pit, IOC	14
1.4 Carte de la réponse magnétique locale (région de Guéret et Guinécourt) où l'on voit des phénomènes structuraux.....	14
1.5 Carte de l'affleurement GD10 dans le secteur Guéret.....	15
1.6 Carte de l'affleurement GD2 dans le secteur Guéret.....	16
1.7 Pli polyphasé (photo secteur Guéret).....	17
1.8 Variation du métamorphisme régional à l'intérieur du domaine parautochtone de la Province de Grenville. Zones délimitées par des tirets rouges : extension des lambeaux du Groupe de Knob Lake.....	18
1.9 Carte magnétique montrant la localisation des neufs différents emplacements.....	20
1.10 Carte d'un levé aéromagnétique montrant la répartition des lambeaux du Knob Lake de par leur relief magnétique très contrasté.....	23
1.11 Série de colonnes stratigraphiques du Groupe de Knob Lake à l'intérieur de la Province de Grenville.....	24
1.12 Plan de stratification dans le marbre grenu souligné par des lamines riches en dolomite (surface à relief positif dans les zones pointillées).....	27

1.13	Échantillon du faciès à hématite spéculaire et quartz, Fire Lake.....	29
1.14	Texture coronitique dans les amphibolites, tranchée TR-03-02.....	32
2.1	Carte géologique locale de la région des lacs Guénécourt et Guéret (d'après la carte du MRN #M-390, DV 84-01, modifier par Lyons 2004 et Rioux 2005).....	35
2.2	Carte de la réponse magnétique locale superposée de la géologie locale (trame). La forte réponse magnétique est concordante avec le positionnement des formations de fers.....	36
2.3	Carte de la conductivité (en couleur). Le fond (en niveau de gris) de la carte montre la réponse magnétique de la région. La forte réponse de conductivité est concordante avec le positionnement des zones riche en graphite.....	37
2.4	Carte de la conductivité où l'on peut remarquer la situation des 5 principaux sites cartographiés.....	38
2.5	Série de colonnes stratigraphiques du Groupe de Knob Lake dans la région des lacs Guénécourt et Guéret.....	39
2.6	Complexe de l'Ashuanipi, exemple de gneiss tonalitiques appartenant au socle déformé dans la région à l'étude. Les amphiboles sont en enclaves. Lac Guénécourt.....	41
2.7	Gneiss du Complexe de l'Ashuanipi, secteur Guénécourt.....	42
2.8	Bloc métrique de marbre dolomitique avec diopside et quartz (relief positif).....	44
2.9	Horizon de quartzite (non altéré, à gauche) du décapage GD3, on remarque l'altération chamois de la dolomite contenue dans les niveaux décimétriques de marbre.....	45
2.10	Transformation de la magnétite en grunérite. On remarque la présence d'une hornblende secondaire entre la magnétite et la grunérite massive.....	46
2.11	Faciès calco-silicaté de la formation de fer de Sokoman, secteur Guénécourt.....	47
2.12	Formation de Sokoman, faciès à calcite, silicates de fer et silicates de calcium et grenat, secteur du lac Guéret.....	48

2.13	Série de colonnes stratigraphiques du Groupe de Knob Lake dans la région des lacs Guinécourt et Guéret. On observe la distribution de certains échantillons minéralisés.....	52
3.1 et 3.2	Schiste quartzo-feldspathique à graphite spéculaire. Les deux photos exposent la texture grano-lépidoblastique.....	56
3.3	Texture granoblastique à l'échelle microscopique. On remarque bien les blastes de quartz (QZ). SOQ19 Lumière transmise 5x.....	57
3.4 et 3.5	Relation d'interfoliation entre le graphite et la biotite. Sur ces photos on remarque que le graphite et la biotite suivent le même mouvement rotatoire. SOQ7, lumière réfléchie et transmise 5x.....	58
3.6 et 3.7	Relation entre les sulfures et le graphite. 4.6 : SOQ1, lumière réfléchie 10x, 4.7 : SOQ28, lumière réfléchie 5x.....	59
3.8	Altération de la pyrrhotite en marcassite. SOQ12, lumière réfléchie 5x.....	59
3.9 et 3.10	Texture « compacte » du méta-mudstone graphiteux.....	61
3.11	Graphite microcristallin dans lequel on perçoit une micro schistosité, un micro plissement. Q3, lumière réfléchie 5x.....	61
3.12	« Stratifications » du méta-mudstone graphiteux, échelle 15c.....	62
3.13	Relation entre les sulfures et le graphite. Q4, lumière réfléchie 10x.....	63
3.14	Relation entre les sulfures et le graphite. Q8, lumière réfléchie 5x.....	63
3.15	Relation entre les sulfures et le graphite. Q8, lumière réfléchie 20x.....	64
3.16	Veine de graphite macrocristallin dans le méta-mudstone graphiteux. Q8, lumière réfléchie 5x.....	64
3.17	Orientation des paillettes de graphite dans une veine de graphite. En rouge, direction de la veine, en bleu direction de quelques paillettes. Q6, lumière réfléchie, 10x.....	65
3.18	Veine de graphite avec un remplissage de pyrite au centre.....	66
4.1	Carte de la conductivité et localisation des échantillons de graphite.....	70

4.2	Les échantillons 8B et 14 B sont des reprises de SOQ8 et SOQ14. Code de couleur : orange : graphite massif, blanc hachuré : graphite spéculaire.....	72
4.3	Les échantillons RE Q3 et RE Q6 sont des reprises de Q3 et Q6. Code de couleur : orange : graphite massif; blanc hachuré : graphite spéculaire.....	73
4.4	Mesure de l'efficacité du procédé de concentration du minerai semi-quantitatif.....	75
4.5	Teneur moyenne en éléments majeurs des différents matériaux i.e. : minerai, résidu de traitement et concentré de traitement. Les différents maximums et minimums de chaque moyenne y sont présentés.....	77
4.6	Teneur moyenne en métaux des différents matériaux i.e : minerai de départ, résidus de traitement et concentrés de traitement. Les différents maximums et minimums de chaque moyenne y sont présentés.....	78
4.7	Pourcentage de graphite et pourcentage de récupération du graphite. Les bandes blanches montrent la proportion du graphite récupéré dans les échantillons bruts.....	83

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BO	Biotite
Cg	Carbone graphitique
CPY	Chalcopyrite
Fm	Formation
GP	Graphite
Gr	Groupe
GR	Grenat
HB	Hornblende
MA	Marcassite
MO	Molybdénite
PO	Pyrrhotite
PX	Pyroxène
PY	Pyrite
QZ	Quartz
SF	Sulfure
SPY	Sphalérite

RÉSUMÉ

La propriété de graphite des lacs Guéret et Guinécourt est localisée à environ 300 km au nord-nord-ouest de la ville de Baie-Comeau. Cette propriété se situe dans le Terrane de Gagnon, dans la région Parautochtone de la Province de Grenville.

Ce secteur n'est pas étranger à l'exploration minière. En effet, dans les années 1950, plusieurs travaux furent menés, le but de ceux-ci étant de définir le potentiel en formations de fer apparentées à celles du Groupe de Knob Lake comme celles trouvées à Fermont, Labrador City, Schefferville et Gagnon. Puis au début des années 2000, après un hiatus de quarante années, de grandes quantités de graphite furent mises au jour par les compagnies Exploration Esbec, Quinto Technology Inc. et SOQUEM Inc..

On dénombre trois types de graphite dans la région, soit du graphite macrocristallin, du graphite microcristallin et du graphite en veine. La minéralisation graphiteuse est contrôlée par la Formation de Menihek du Groupe de Knob Lake et confinée dans celle-ci. Les trois types de graphite ont une distribution particulière à l'intérieur de la Formation de Menihek. Le graphite macrocristallin est associé à un schiste quartzo-feldspathique tandis que le graphite microcristallin et celui en veine sont associés à un méta-mudstone graphiteux. Le contrôle stratigraphique du graphite s'observe tant au niveau local qu'au niveau régional, soit entre les lacs Guinécourt au Québec et Wabush Lake au Labrador.

L'étude de la répartition des gisements de graphite en comparaison avec les types de formations de fer de la Formation de Sokoman a permis l'élaboration d'un outil d'exploration. Cet outil est minéralurgique et met en compte la dichotomie existante entre le graphite et l'hématite. Cette dichotomie montre que la minéralisation graphiteuse est absente lorsqu'il y a présence d'hématite primaire.

Mots-clés : graphite, hématite, dichotomie, formations de fer, Province de Grenville, Terrane de Gagnon, Groupe de Knob Lake.

INTRODUCTION

La région des lacs Guéret et Guinécourt est située à environ 300 kilomètres au nord-ouest de la ville de Baie-Comeau, à l'ouest du réservoir Manicouagan (figure I.1). Dans cette région, des gîtes de graphite ont été découverts en 2002 par Exploration Esbec Inc. Depuis, plusieurs travaux d'exploration et de " mise en valeur " ont été entrepris.

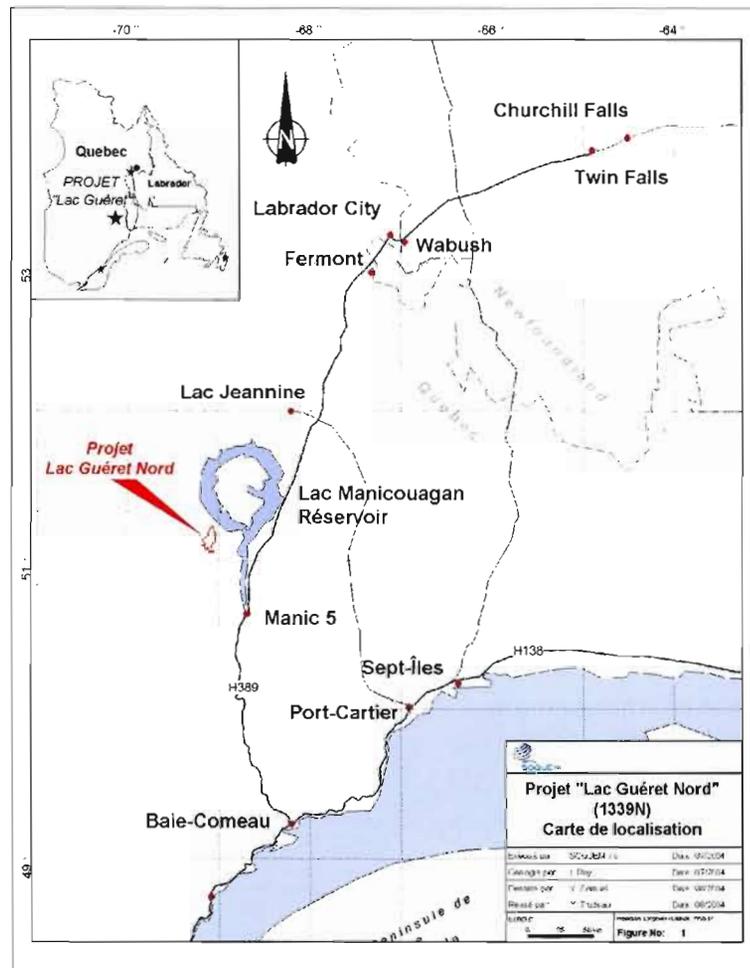


Figure I.1 : Localisation de la région des lacs Guéret et Guinécourt (données SOQUEM Inc.).

Les gîtes de graphite des lacs Guinécourt et Guéret se situent dans la partie septentrionale de la Province de Grenville. Cette région est traversée par la limite entre les roches du parautochtone et de l'allochtone polycyclique de la Province de Grenville (Rivers et al. 1989). On associe la géologie des roches supracrustales de la région au Groupe de Gagnon. Ce groupe est caractérisé par un assemblage métasédimentaire protérozoïque caractéristique d'une plate-forme continentale.

Le Groupe de Gagnon est l'équivalent métamorphique du Groupe de Knob Lake de la Fosse du Labrador (tableau I.1). Les principales formations de ce groupe sont de la base au sommet : la Formation de Katsao, la Formation de Duley, la Formation de Wapussakatoo, la Formation de Wabush et la Formation de Nault (Clarke, 1977). Les équivalents du Groupe de Knob Lake sont la Formation d'Attikamagen, la Formation de Denault, la Formation de Whisart, la Formation de Sokoman et la Formation de Menihek. La Formation de Nault-Menihek est l'hôte des gîtes de graphite et la Formation de Wabush-Sokoman renferme les gîtes de fer.

Tableau I.1 : Équivalence entre les différents groupes de Gagnon et de Knob Lake

Groupe de Gagnon	Groupe de Knob Lake
Fm. de Nault (graphite)	Fm. de Menihek (graphite)
Fm. de Wabush (formations de fer)	Fm. de Sokoman (formations de fer)
Fm. de Wapussakatoo	Fm. de Whisart
Fm. de Duley	Fm. de Denault
Fm. de Katsao	Fm. d'Attikamagen

Il existe quatre types de gisements de graphite (mrnf.gouv.qc.ca, d'après Harben et Kuzvart, 1996) : 1) les gisements métasomatiques de contact, 2) les gisements de veines hydrothermales, 3) les gisements métamorphiques et 4) les gisements métamorphisés (tableau I.2). Les deux derniers types de gisements sont difficiles à différencier étant donné leur nature métamorphique. Il est aussi difficile d'expliquer la nature des gisements de veines hydrothermales puisque la nature des fluides mis en compte varie (Simandl et Kenan, 1997)

Tableau I.2 : Les différents types de gisements de graphite et leur modèle génétique simplifié.

Type de gisement de graphite	Modèle génétique
gisements métasomatiques (skarns)	Se développent au contact entre des roches carbonatées et intrusives. Le graphite se forme par cristallisation du carbone organique ou par la réduction du CO ₂ initialement contenu dans les roches.
gisements de veines hydrothermales	Se développent à partir de solutions (liquides) riches en volatils, notamment du CO ₂ . La précipitation de graphite se fait dans la fracturation de la roche hôte. Souvent associés à des terrains métamorphiques.
gisements métamorphiques	Se développent pendant le métamorphisme régional. Il y a concentration et cristallisation de carbone. Souvent associés à des roches métasédimentaires (paragneiss) ou métachimiques (marbre)
gisements métamorphisés	Transformation des résidus de matière organique carbonée accumulés dans des sédiments. Souvent associés à des roches métasédimentaires (schistes, quartzites et métagrauwackes)

Étant donné la nature industrielle du graphite, il est essentiel d'en connaître les qualités. Il est, d'une part, primordial de rechercher le graphite ayant les meilleures qualités industrielles et, d'autre part, de localiser le "meilleur" graphite dans les unités géologiques. Dans l'industrie, chaque utilisation de graphite a besoin d'un minerai ayant des caractéristiques spécifiques. Dès lors, la qualité prime avant tout sur la quantité puisqu'il faut détrôner les concurrents en fournissant un meilleur produit dépassant ceux déjà existants.

Pour évaluer la qualité du graphite, plusieurs paramètres doivent être pris en compte, ceci dépendant de l'utilisation qu'en fera le client potentiel. Il peut s'agir de la structure (cristallinité), de la porosité, de la densité, de la qualité chimique (cendres), de la dureté, de l'élasticité, de la conductivité. Les industries des semi-conducteurs et des réfractaires sont celles où la présence d'un élément délétère, même en infimes traces, peut rendre le produit impropre à l'usage. La cristallinité ainsi que la pureté chimique du graphite sont les caractéristiques primordiales à vérifier pour s'assurer de la qualité d'un gisement.

La cristallinité du graphite dépend du degré d'organisation de la matière organique. Selon Barzoi et Guy (2002), la déformation structurale et l'augmentation de température auraient un rôle à jouer dans la cristallinité du graphite. Les effets liés à l'accroissement progressif de la température lors du métamorphisme sont : (1) l'amélioration de la structure en feuillets, (2) la réduction de la taille des espacements interfoliaires et (3) l'amélioration de l'ajustement des feuillets les uns par rapport aux autres. Toutefois, il semble que les réactions de la matière organique vis-à-vis une augmentation des contraintes ne sont pas aussi bien déterminées. Barzoi et Guy (2002) ont démontré que l'apparition de plans parallèles discontinus permet d'ordonner la matière organique. Ainsi, plus les conditions métamorphiques augmentent en intensité, plus la matière organique subit une transformation pour former du graphite.

Wilks et al. (1993 a et b) ont, pour leur part, établi deux types de graphitisation. En effet, selon le matériel initial soit du charbon (anthracite), soit une base bitumineuse très volatile, des conditions de cisaillement ou une augmentation de température favorisent la création de matériel graphiteux. Selon Bustin et al. (1995), l'énergie découlant de la déformation (cisaillement) est l'élément précurseur de la graphitisation du matériel charbonneux. Le matériel charbonneux se transforme plus facilement en graphite sous des conditions de température et de pression croissantes en comparaison avec un matériel bitumineux.

Les auteurs précédents ont tous traité du phénomène de cristallisation de la matière organique en fonction du métamorphisme et de la déformation. Ils ont établi que l'augmentation de la température et de l'énergie de la déformation influence la transformation de la matière organique en graphite sous diverses formes. Ces auteurs ont étudié le phénomène de graphitisation avec les méthodes de la diffraction aux rayons-X (XRD), de la microspectroscopie Raman et de la microscopie électronique à transmission à haute résolution (HRTEM). La question de la qualité de la cristallinité n'est toutefois pas résolue complètement par ces études.

Barzoi et Guy. (2002) ont défini que la roche encaissante pouvait jouer un rôle dans la cristallinité du graphite. La compétence de la roche hôte peut empêcher le phénomène de graphitisation. Ainsi, un quartzite va difficilement permettre l'organisation de la matière organique comparativement à un schiste moins compétent. Différents matériaux permettent un plus grand degré de cisaillement. Wilks et al. (1993) et Bustin et al. (1995) ont démontré que l'énergie émanant des conditions de cisaillement facilitait l'organisation de la matière organique. Ils ont aussi démontré que la graphitisation était facilitée dans un matériel solide tel que le charbon (i.e. "hard" carbon-based). Il est plus difficile d'organiser des particules liquides ou volatiles pour qu'elles se structurent progressivement en graphite.

Dans la région des lacs Guéret et Guinécourt, l'évaluation de la cristallinité de la matière organique peut se faire à l'œil nu. En fait, la matière organique a atteint son maximum d'ordre et on observe donc du graphite dans l'ensemble de la région. On ne peut donc plus comparer le produit trouvé à une substance bitumineuse ou au charbon. Les auteurs précédents démontraient des situations où l'on désirait obtenir du graphite ou une organisation de la matière organique. Dans le cas présent, la matière organique est déjà organisée et graphitisée. Il est alors possible d'évaluer les différents types de graphite observés et comparer les deux secteurs soit Guéret et Guinécourt.

Tel que mentionné précédemment, le métamorphisme, la déformation et l'augmentation de température pouvaient avoir un rôle sur la présence du graphite. Dans ce cas-ci, il est bon de se questionner quant aux effets négatifs ou positifs du métamorphisme sur le graphite. Va-t-il accroître la qualité ou bien la quantité de graphite? Est-ce que, comme Barzoi et Guy (2002) le suggèrent, la distribution du graphite sera influencée par les types de roches encaissantes?

Pour observer et définir les roches encaissantes et leurs effets sur les gîtes de graphite, une série de colonnes stratigraphiques a été établie. La répartition géographique du graphite sur l'ensemble de la propriété permet cet exercice. Cette distribution géographique permet de comprendre la disposition géologique et stratigraphique du graphite.

D'autre part, cette série de colonnes stratigraphiques permet d'évaluer la variation des épaisseurs du dépôt de graphite. De plus, les fluctuations bathymétriques du milieu de dépôt sédimentaire et les différents apports détritiques peuvent aussi être estimées d'un endroit à l'autre avec cette technique.

En élaborant des colonnes stratigraphiques, il est possible de repérer les niveaux graphiteux, mais aussi de repérer les associations avec les autres unités du Groupe de Gagnon. Ainsi, on peut porter une certaine attention au type de formation de fer en relation avec les niveaux graphiteux.

Tel que stipulé ci-dessus, le Groupe de Gagnon et son équivalent non métamorphisé, le Groupe de Knob Lake, sont reconnus pour la présence de nombreux gîtes de fer sédimentaire et la présence de schistes et de gneiss graphiteux. Le principal minerai de fer exploité est l'hématite (i.e. : Mine de Carol Lake, Mont Wright, Fire Lake, Mont Reed (non exploité), Lac Jeannine, Mine Scully). Les gisements de graphite (i.e. : gîtes de Mart Lake, Lac Knife et des lacs Guéret et Guinécourt) ne sont pas exploités. Il serait simpliste d'affirmer que le Groupe de Knob Lake est caractérisé par une paragenèse de graphite et d'hématite. Selon Miyashiro (1964), cette coexistence entre le graphite et l'hématite est difficile, voire impossible. Cette dichotomie implique qu'il ne peut y avoir du graphite en contact avec de l'hématite. Le graphite dans ce cas-ci joue le rôle d'une pompe à oxygène ce qui rend l'oxydation du contenu en fer difficile. L'oxygène est pompé de l'environnement par le graphite et rend le reste du milieu anoxique. Ce milieu réducteur est propice à la magnétite. Ces indices concernant la dichotomie entre le graphite et l'hématite, et les principes d'oxydoréduction permettraient de mieux comprendre la distribution du graphite dans le Groupe de Gagnon.

L'élaboration de la série de colonnes stratigraphiques peut, de ce fait, s'étendre du lac Guinécourt au lac Wabush. Ainsi, en répertoriant la stratigraphie des principaux gisements de fer et de graphite, on peut comprendre la distribution du graphite à l'échelle régionale. On vérifie la validité de l'hypothèse d'une dichotomie entre les gisements d'hématite spéculaire et ceux de graphite et on développe également un outil d'exploration.

La qualité du graphite n'est pas seulement fonction de sa cristallinité mais aussi de sa pureté chimique. Tel que stipulé, la présence, même infime, d'un élément délétère met en péril l'exploitation d'un gisement. Il est important de comprendre ce qui interfère, au niveau minéralurgique, tant au niveau du matériel brut, c'est-à-dire le minerai, qu'à celui du produit fini i.e. : le concentré de graphite. Il est primordial de comprendre les interrelations avec les autres minéraux pour prévoir le comportement du matériel à la suite du traitement métallurgique. Les

minéraux nocifs, tels que les micas et le quartz (Mart Lake Mining Inc. 1990) pour le concentré de graphite peuvent être en majeure partie identifiés par microscopie. On peut aussi déterminer le comportement de ces minéraux, à savoir où ils sont avant le traitement du minerai et où ils iront pendant et après celui-ci.

Pour répondre adéquatement à la problématique de la qualité cristalline, plusieurs tests seront effectués sur les échantillons de roche graphitique du secteur principal de notre étude, celui des lacs Guéret et Guinécourt. Suivant ces différents tests, il sera possible de répondre de la qualité du graphite. De plus, ces tests permettront de situer les zones contenant un graphite de haute pureté, haute qualité dans le secteur et dans les unités géologiques du Groupe de Gagnon.

Les objectifs principaux de cette étude seront donc de 1) bien situer les niveaux de graphite dans leur contexte stratigraphique tant au niveau local qu'au niveau régional et 2) de trouver le graphite possédant la " meilleure " qualité minéralurgique.

MÉTHODOLOGIE

Afin d'identifier le graphite de meilleure qualité, les tests effectués ciblaient la cristallinité et la pureté chimique. La réponse à la question de la distribution géologique et géographique du meilleur graphite peut être donnée par l'observation de la stratigraphie locale (région des lacs Guéret et Guinécourt) et régionale (i.e. : Lac Knife, au Québec, et Mart Lake au Labrador).

À la suite des travaux de prospection régionale et des tranchées des compagnies Soquem Inc. et Quinto Technology Inc., l'échantillonnage du graphite a été fait en fonction de la variété de graphite trouvé sur le terrain i.e. : spéculaire, massif et ou en veine. Cette sélection permet de bien cerner les caractéristiques de chacune des variétés de graphite. Une quantité suffisante de minerai était prélevée pour être capable d'en faire une lame mince, ou des analyses géochimiques, ou encore d'élaborer un concentré de graphite. Des échantillons de roches encaissantes ont été prélevés pour identifier les composantes minéralogiques sans toutefois évaluer leur contenu chimique. De plus, des échantillons des différentes formations du Groupe de Gagnon ont été prélevés afin de les caractériser à partir de lames minces et d'établir la distribution du graphite au sein de la colonne stratigraphique de celui-ci.

Puisque le graphite a atteint son degré de cristallinité maximum dans notre région d'étude, il ne peut être étudié avec la méthode de diffraction aux rayons-X (XRD) (Wilks et al. (1993) et Bustin et al. (1995)). Nous évaluerons la variété du graphite en fonction de la roche hôte, c'est-à-dire quel type de graphite est en relation avec quel type de roche. Les paramètres de cette évaluation sont la granulométrie, les interrelations avec les autres minéraux et la structure du graphite. Cette évaluation est faite à partir d'observations au microscope polarisant sous lumière réfléchie et en lumière transmise.

La granulométrie du graphite permet de classer les paillettes de graphite en deux groupes distincts. Le premier groupe est macrocristallin. La taille utilisée pour cette dénomination est caractérisée par des paillettes de plus de 0,180 mm (180µm). Cette taille est utilisée en sédimentologie pour définir le sable fin ou le silt grossier. Ce graphite est visible à l'œil nu. Sur le terrain cette catégorie de graphite correspond à ce qui est qualifié de spéculaire.

(Industrial Mineral). Le deuxième groupe est celui du graphite microcristallin. Les paillettes de ce groupe de graphite ont une taille inférieure à 0,150 mm (150µm). Ce graphite n'est pas visible à l'œil nu. Sur le terrain cette catégorie correspond au graphite dit massif. La comparaison de la granulométrie du graphite avec les tailles utilisées en sédimentologie permet aux acheteurs et aux vendeurs de mieux saisir la granulométrie d'un produit. De plus, le tamisage du concentré s'effectue dans les mêmes tamis que ceux utilisés en sédimentologie. On obtient un produit granuleux (i.e. : paillettes ou billes).

Les interrelations entre le graphite et les autres minéraux permettent de mieux saisir les différents apports ou non en éléments détritiques dans l'environnement initial. Le milieu initial de sédimentation était homogène ou bien hétérogène. Les observations en microscopie à ce sujet peuvent également confirmer ou infirmer les résultats chimiques obtenus par analyses géochimiques. Par exemple, l'observation de grenat, un silicate d'aluminium ou la présence d'aluminosilicates tels que la kyanite ou la sillimanite, en microscopie permet de corroborer un apport élevé en trioxyde de dialuminium (Al_2O_3) lors de l'analyse.

La texture du graphite est reliée aux interrelations entre les minéraux. La structure explique l'ordre des déformations. Il est important de voir les microstructures, car elles peuvent être de bons indicateurs de ce qui se voit à l'échelle macroscopique. Les microstructures peuvent déterminer si une variété de graphite est associée à une certaine déformation.

L'utilisation du microscope électronique à balayage (M.E.B.) à la suite de l'observation des lames minces permet de confirmer ou d'infirmer la présence des différents minéraux. Le M.E.B. permet aussi d'identifier des minéraux de faible taille, difficiles à identifier en microscopie polarisante.

On évalue la qualité chimique du graphite par des tests géochimiques simples, qui ne nécessitent pas de préparation ou de traitement de concentration, et par des tests de cendres où un traitement de concentration du minerai est nécessaire. Les analyses de cendres sont un test commun pour les concentrés de graphite. POCO Graphite Inc. (2001) en fait état dans un document concernant les caractéristiques et propriétés du graphite. Les analyses géochimiques simples ont été faites par la compagnie ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. de Vancouver. Les premiers tests ont été effectués sur le minerai brut

à savoir un échantillon provenant directement d'une tranchée. Les seconds tests ont été faits sur des concentrés de graphite et sur les résidus des concentrés. Ces analyses ont été effectuées chez SGS LAKEFIELD RESEARCH LIMITED.

Tout d'abord, chaque échantillon contenant du graphite visible à la loupe était analysé afin d'établir la quantité de carbone graphitique. Ce test élimine les sources de carbone qui ne sont pas graphitiques, c'est-à-dire les carbonates et la matière organique. D'autres analyses portaient sur les teneurs en oxydes majeurs, en métaux et en éléments traces et terres rares. L'analyse des oxydes majeurs et des métaux va permettre une comparaison entre les matériaux bruts et les analyses des cendres.

Pour faire la comparaison entre les échantillons bruts et un produit raffiné, il faut traiter les échantillons bruts pour en retirer le graphite. Les étapes pour y parvenir sont les suivantes. Tout d'abord, il faut broyer les échantillons et les tamiser. Le broyage est effectué en premier lieu à l'aide du broyeur hydraulique et, en second lieu, avec un pulvérisateur. On recueille les particules supérieures à 250µm. La colonne de tamisage est constituée de tamis de 250µm, 500µm, 1mm et 2mm. Les particules recueillies sont placées dans un bain d'eau distillée auquel on ajoute 2-5ml d'essence minérale (Varsol). Le graphite flotte à la surface de cette solution. On récupère la partie flottante, le graphite et les impuretés s'il y en a, avec un filtre. La quantité de matière versée dépend de la grandeur du contenant utilisé. Pour améliorer la flottation, on induit un courant ascendant au liquide. Ce processus permet de faire remonter les particules dans la colonne de liquide vers la surface afin d'être récupérées. On récupère le graphite ainsi que le résidu de traitement que l'on fait sécher à l'étuve. Ce procédé est efficace mais non industriel et le mélange d'eau distillée et d'essence minérale n'est pas constant. C'est un procédé artisanal qui permet de retirer une quantité suffisante de concentré de graphite et de résidu pour faire une comparaison géochimique. Ce procédé de traitement a été élaboré à partir des conseils de la compagnie PRALAB Inc. de Vancouver.

Après avoir séché le concentré et le résidu, on retire 50g de concentré et 50g de résidu que l'on met dans des pots stériles. Ces quantités serviront à effectuer les analyses de cendres. Les étapes du procédé de traitement sont le broyage du concentré, la pulvérisation et le séchage du concentré. Par la suite, les échantillons sont testés selon le test de l'A.S.T.M. C 561 (Standard Test Method for Ash in a Graphite sample). Les cendres obtenues, des concentrés et des résidus, sont ensuite analysées pour les éléments majeurs par fluorescence X et les métaux par ICP-ES.

Un autre test effectué sur les concentrés de graphite a permis de déterminer le pourcentage de carbone graphitique. Cette analyse a été effectuée aux laboratoires de ACME LTD. de Vancouver.

Les analyses effectuées sur les concentrés permettent de comparer les échantillons bruts et ceux traités. En comparant ces deux produits, il est possible de mettre en évidence les éléments délétères mais aussi d'en trouver la source. On peut aussi remarquer l'enrichissement en graphite ou en tout autre élément soit vers les concentrés, soit vers les résidus de traitement.

L'observation des lames minces permet de rendre compte de la granulométrie et de la cristallinité du graphite. Il est important de noter les interrelations entre les minéraux de gangue et le graphite. Si le graphite est enchevêtré avec d'autres minéraux, par exemple de la biotite, le procédé de traitement devra en tenir compte. De plus, si l'on remarque des inclusions dans le graphite ou l'inclusion du graphite dans un autre minéral, il faudra en tenir compte lors de l'analyse du pourcentage en carbone. La présence d'éléments délétères peut aussi être décelée. S'il y en a, on peut affiner le traitement minéralurgique industriel ou bien changer totalement le procédé de traitement. La présence des éléments délétères diminue la qualité du graphite, ce qui n'est pas souhaitable.

L'observation des lames minces sert également à corroborer les analyses géochimiques. Si l'on trouve une quantité anormale d'un élément ou d'un composé chimique, il est possible de l'identifier soit en microscopie, soit en allant plus en profondeur à l'aide de techniques plus poussées telles que la diffraction X. L'identification de cet élément ou composé permet de réajuster le traitement minéralurgique dans un procédé industriel.

À la suite du traitement minéralurgique artisanal, les analyses des cendres des concentrés permettent de détecter la présence des éléments délétères. Dans le cas où la détection est positive, il faut alors retourner aux recettes chimiques et voir quelle solution permet d'éliminer cet élément. De plus, les lames minces et les analyses sur la roche totale permettent de comprendre d'où cet élément provient. S'il n'y a pas de solution au problème, le graphite est de moindre qualité et ne pourra être vendu à tous les acheteurs potentiels. Cela réduit la marge de manœuvre du producteur.

CHAPITRE I

CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Les gisements de graphite de la région des lacs Guinécourt et Guéret sont situés dans la zone Parautochtone de la Province de Grenville (figure 1.1). La zone Parautochtone de la Province du Grenville est une bande parallèle au Front de Grenville et est constituée de roches archéennes ou protérozoïques (inférieur-Aphébien ou moyen-Hélikien) censées être en continuité avec l'Autochtone (Province du Supérieur). Le Parautochtone est caractérisé par de nombreux terrains (terrane). La région à l'étude est située dans le Terrain de Gagnon. Cette zone a été fortement affectée, tant au niveau de la déformation que du métamorphisme, par les différents épisodes orogéniques du Grenville ($\pm 1,1$ Ga). Les effets de cette tectonique polyphasée sont perceptibles tant au niveau régional, local qu'au niveau de l'affleurement.

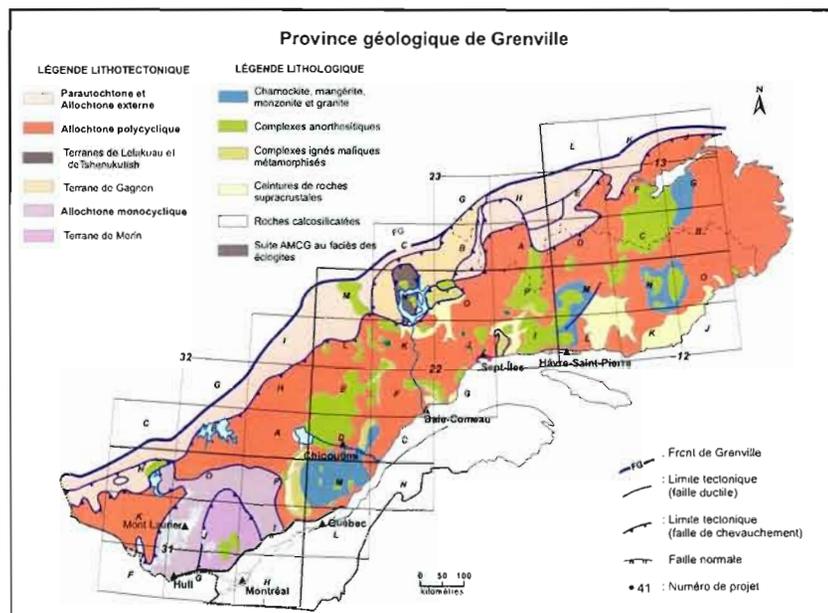


Figure 1.1: Les différents éléments lithologiques et lithotectoniques de la Province de Grenville (modifié de Perreault et Ouellet 1999 (d'après MM 94-01).

Les différentes données géologiques et géophysiques permettent d'observer des patrons structuraux complexes. Les blocs modèles montrant les divers gisements des deux principales compagnies (CMQC et IOCC) exploitant les formations de fer du Groupe de Knob Lake montrent des plis polyphasés (figures 1.2, 1.3). Il n'est pas rare de voir des plis de première génération être repris par une deuxième ainsi qu'une troisième génération de plis.

L'observation des levés Em-Mag et de conductivité permet de voir des structures polyphasées à grande échelle (figure 1.4). Les contrastes magnétiques au sud de la région montrent une structure de pli. Les contrastes au nord montrent aussi une structure de plissement complexe. La forte réponse magnétique est attribuable aux oxydes de fer de la Formation de Sokoman.

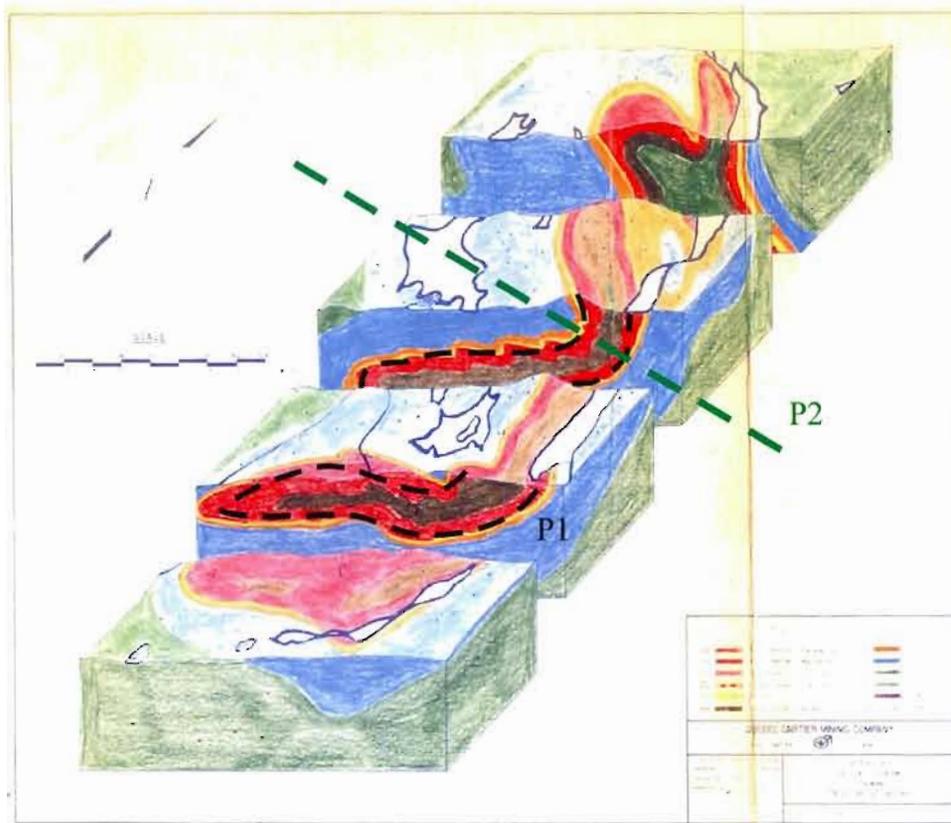


Figure 1.2 : Gisement du Mont Reed, on observe des plis P1 (traits noirs) qui sont repris par des plis P2 (trait vert) (tiré de Black 1961, QCM rapport non-publié).



Figure 1.3 : Gisement du Lac Carol, NL, sur la photo, on observe un pli couché (en rouge).
Humphrey Pit, Iron Ore Company of Canada.

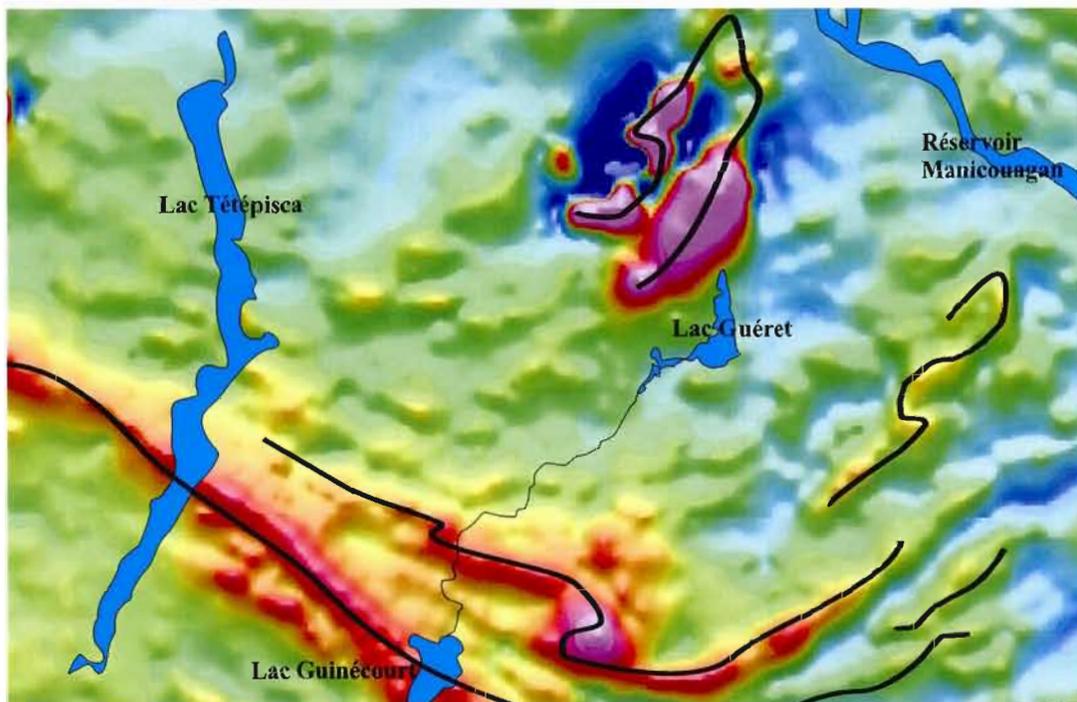


Figure 1.4 : Carte de la réponse magnétique locale (région Guéret et Guinécourt) où l'on voit des phénomènes structuraux (traits noirs) (données: levé aéromagnétique SOQUEM inc.)

La carte géologique est un autre bon indicateur du phénomène de tectonique polyphasée. En effet, les différentes unités sont déformées par une phase P1 et ultérieurement, une

phase P2 qui affecte la phase P1. Ce phénomène est aussi observable à l'échelle de l'affleurement (figures 1.5 et 1.6). Ce qui est aussi remarquable c'est que ce phénomène structural permet de concentrer (bourrage) de la minéralisation dans les charnières. Certains affleurements montrent aussi des plis polyphasés (figure 1.7).

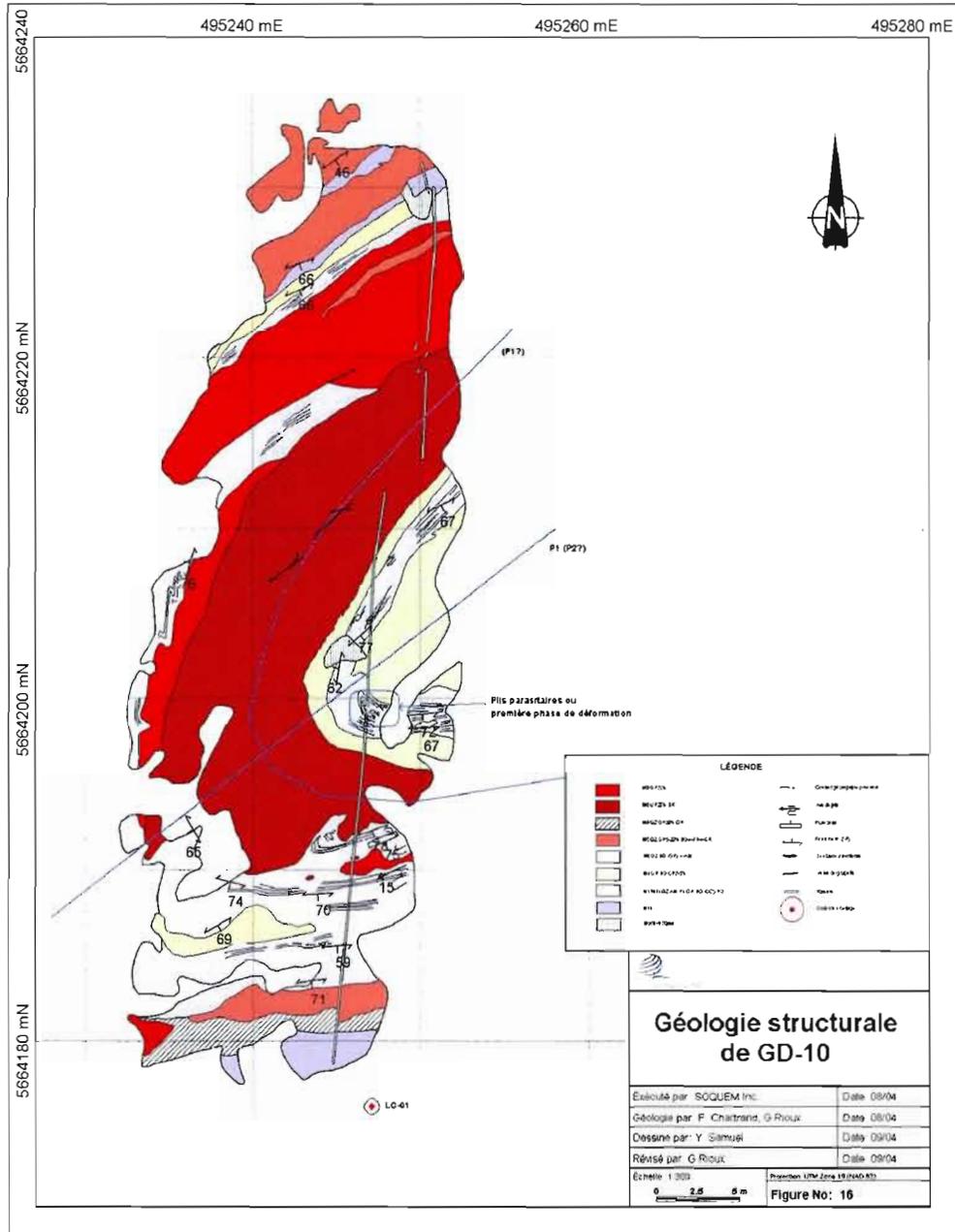


Figure 1.5 : Carte de l'affleurement GD10 dans le secteur Guéret. On observe une charnière de pli P2 reprenant un pli P1 (tiré de Rioux et Chartrand, SOQUEM, 2004, rapport non-publié).

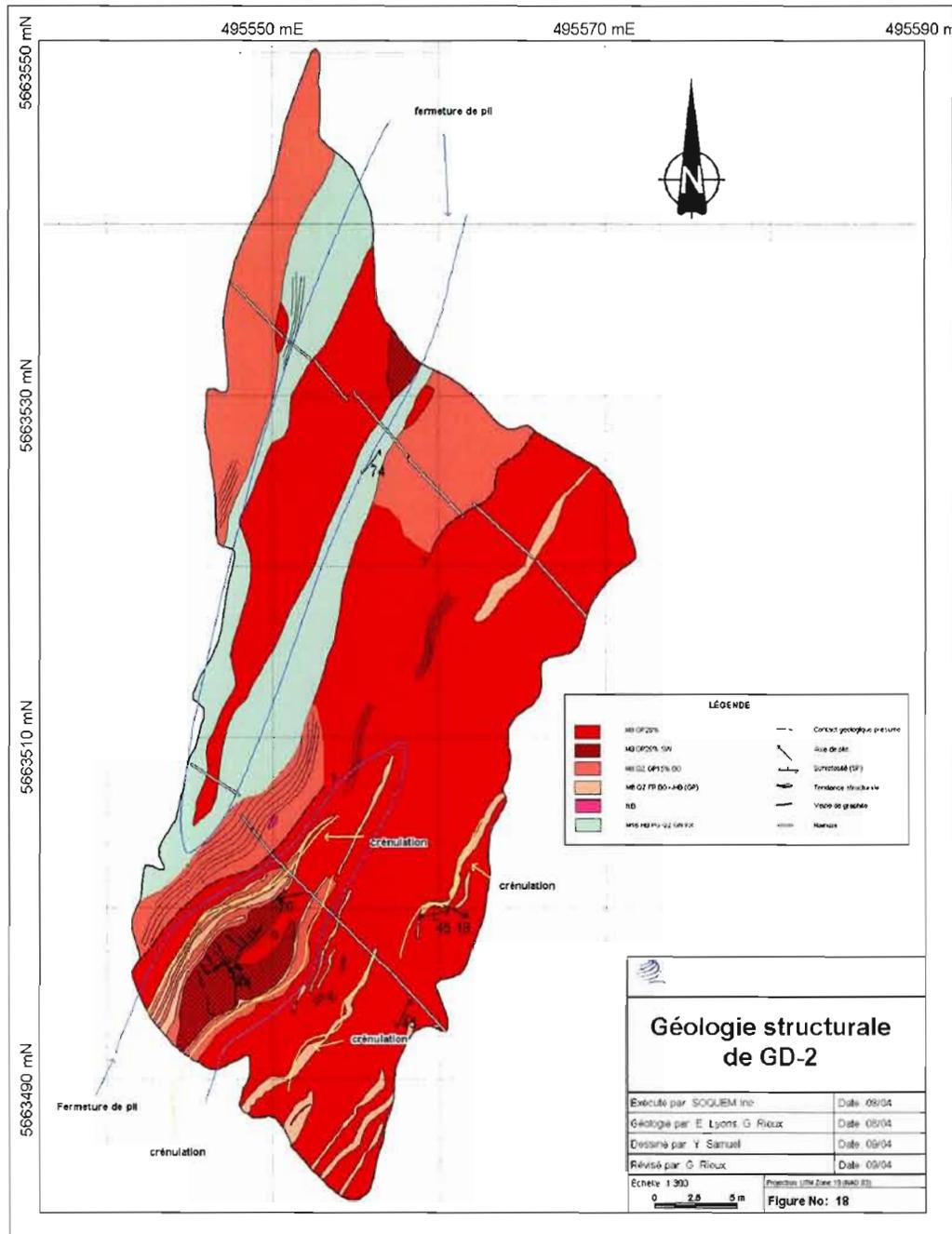


Figure 1.6 : Carte de l'affleurement GD2 dans le secteur Guéret. On observe des charnières de pli ainsi que des crénulations dans le méta-mudstone graphiteux (tiré de Rioux et Chartrand, SOQUEM, 2004, rapport non-publié).

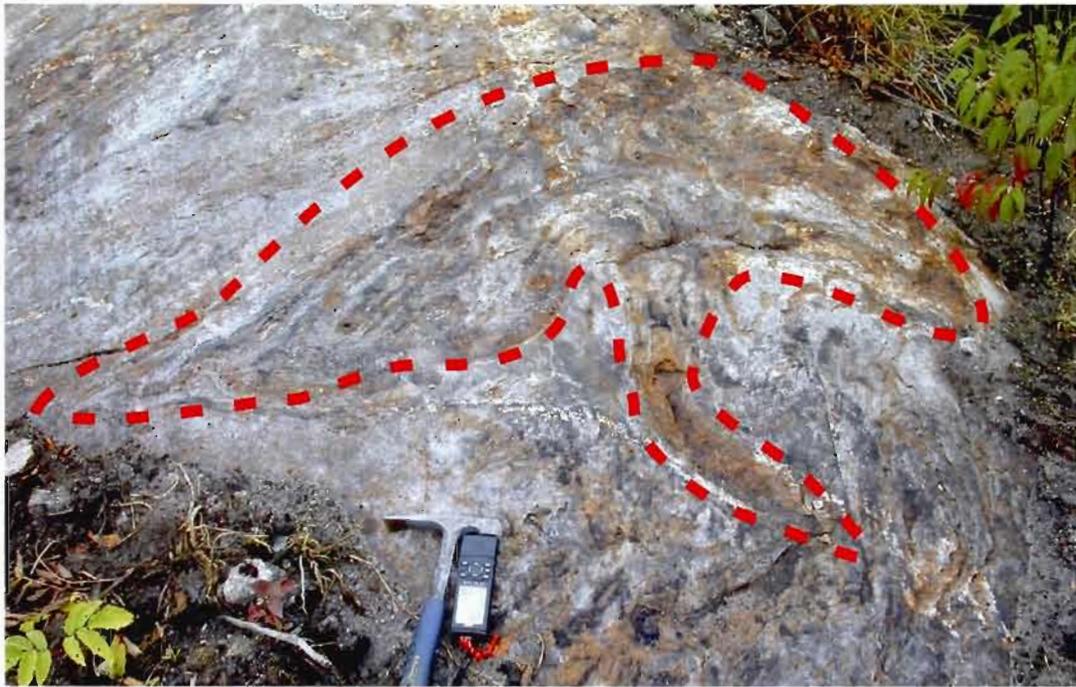


Figure 1.7 : Pli polyphasé (photo secteur Guéret, tireté rouge: enveloppe du pli)

Les épisodes grenvilliens ont aussi transformé minéralogiquement les assemblages des roches originales. L'intensité du métamorphisme dans la région passe du faciès schistes verts au faciès des granulites. L'intensité du métamorphisme augmente à mesure qu'on se dirige vers le sud, sud-ouest du Front de Grenville (Rivers, 1983) (figure 1.8).

L'observation, des assemblages des minéraux des formations associées au Groupe de Knob Lake de la région de Labrador City/Fermont, de la ville de Gagnon ainsi que de la région des lacs Guinécourt et Guéret permet de suivre ce changement d'intensité.

Les informations concernant l'intensité métamorphique des secteurs de Labrador City/Fermont ainsi que Gagnon sont données par les assemblages minéralogiques des formations de fer. Ces dernières ont été étudiées par plusieurs auteurs, principalement Kranck, 1961, Gross, 1968 et Butler, 1969. Les formations de fer dans la région de Labrador City/Fermont montrent un assemblage minéralogique constitué de : magnétite, hématite, ankérite, trémolite, quartz, actinote et, en de rares endroits, de la grunérite. Cette minéralisation est associée à un métamorphisme de schiste vert supérieur. Les formations de fer dans la région de Gagnon sont faites en général de magnétite, d'hématite, de quartz; les

silicates de fer sont essentiellement de l'hyperstène, de la ferroaugite, de la cummingtonite et on observe en moindre mesure de la calcite dans les formations de fer silicatées. Cet assemblage est associé au faciès métamorphique des amphibolites.

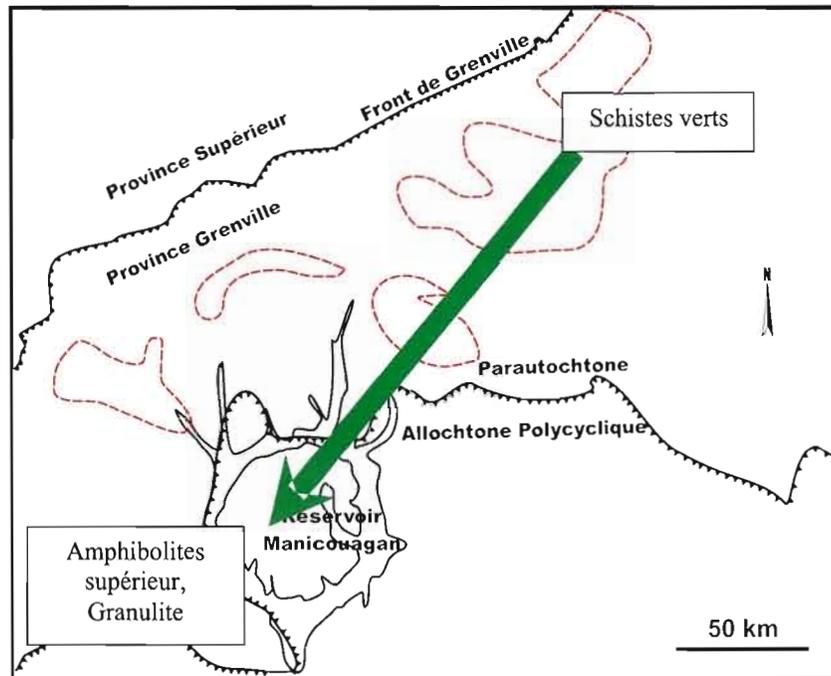


Figure 1.8 : Variation du métamorphisme régional à l'intérieur du domaine parautochtone de la Province de Grenville. Zones délimitées par des tirets rouges : extension des lambeaux du Groupe de Knob Lake.

Dans la région des lacs Guéret et Guinécourt, les observations de terrains sont beaucoup plus volumineuses. Les informations retenues ne soulignent pas que les assemblages de la formation de fer, mais aussi celles des marbres, des paragneiss et des métagabbros (tableau 1.1).

Si l'on reporte ces assemblages dans le tableau 1.2, il est facile d'associer ces lithologies aux faciès supérieur des amphibolites. De plus, il n'est pas rare de voir dans les roches métamorphisées du socle des zones migmatisées qui sont associées au faciès des granulites. Rivers (2002) a aussi relevé plusieurs zones de très haute pression (high pressure belt) dans la région avoisinant les lac Guéret et Guinécourt. Cette zone de haute pression est associée au grade métamorphique très élevé des éclogites.

Tableau 1.1 : Synthèse des assemblages minéralogiques des différentes lithologies observées dans la région des lacs Guéret et Guinécourt.

Lithologie	Assemblage
Marbre	Dolomite, diopside, quartz, trémolite
Paragneiss	Quartz, feldspath, biotite, grenat, ±graphite, ±sulfure, ±kyanite
Métagrabbo (métabasite)	Hornblende, plagioclase, grenat, ±biotite, ±quartz
Formation de fer	Quartz, grenat, grunérite, hornblende, ferrosilite, anthophillite,

Tableau 1.2 : Corrélation entre les faciès métamorphiques dans les métabasites, zones métamorphiques dans les métapélites et dans les zones métamorphiques dans les marbres lors du métamorphisme régional de moyenne pression (métamorphisme barrovien) (tiré de Harnois, 2001 Notes de cours). Les X rouges représentent divers faciès qu'on peut associer aux lithologies observées sur le terrain.

Zones métamorphiques dans les marbres	Zone à talc Tlc+Cal+Qtz Tlc+Cal+Dol		Zone à trémolite Tr+Cal+Qtz Tr+Cal+Dol		Zone à diopside Di+Cal+Qtz +/- Grs X		Zone à forstérite Fo+Cal+Di Fo+Cal+Dol Zone à wollastonite Wo+Di+Qtz Wo+Di+Cal +/-Scapolite	
Faciès métamorphiques dans les métabasites	Faciès des schistes verts Ab+Ep+Chl+Act		Faciès des amphibolites à albite-épidote Hbl+Ep+Ab		Faciès des amphibolites X Hbl+Pl+Grt		Faciès des granulites Opx (+Cpx+Pl)	
Zones métamorphiques dans les métapélites des terrains daldariens d'Écosse	Zone à chlorite Qtz+Ab+Ms+Chl	Zone à biotite Qtz+Ab+Ep+Bo+Chl	Zone à grenat X Grt+Ms+Bo	Zone à staurotide-kyanite St+Grt+Bo St+Ky+Bo	Zone à silimanite-muscovite Sil+Grt+Bo+Ms X	Zone à silimanite-feldspath K Sil+Kfs+Grt absence de Ms	Zone à grenat-cordiérite Grt+Crd	

Nonobstant, toutes ses considérations à propos du métamorphisme et de la déformation, tant à l'échelle régionale qu'à l'échelle locale, ne permettent pas de comprendre le contrôle initial de la minéralisation graphiteuse. Les accumulations de matières organiques sont antérieures

au métamorphisme. Dans cette étude, il est question de bien positionner lithologiquement et géographiquement le graphite pour en connaître le meilleur. Il faut donc connaître le contrôle initial et ce dernier est associé à la stratigraphie du Groupe de Gagnon-Knob Lake.

Le contexte stratigraphique des régions situées entre les lacs Guinécourt, au Québec et Wabush, au Labrador a été étudié à l'aide de données ponctuelles précises. Les données proviennent de travaux exécutés principalement par des compagnies minières i.e., Iron Ore Company of Canada et la Compagnie Minière Québec-Cartier. Les sites ont été choisis en fonction de leur contenu en graphite, en formation de fer et de la quantité de données accessibles. Neuf emplacements ont été choisis à partir de différents ouvrages (figure 1.9).

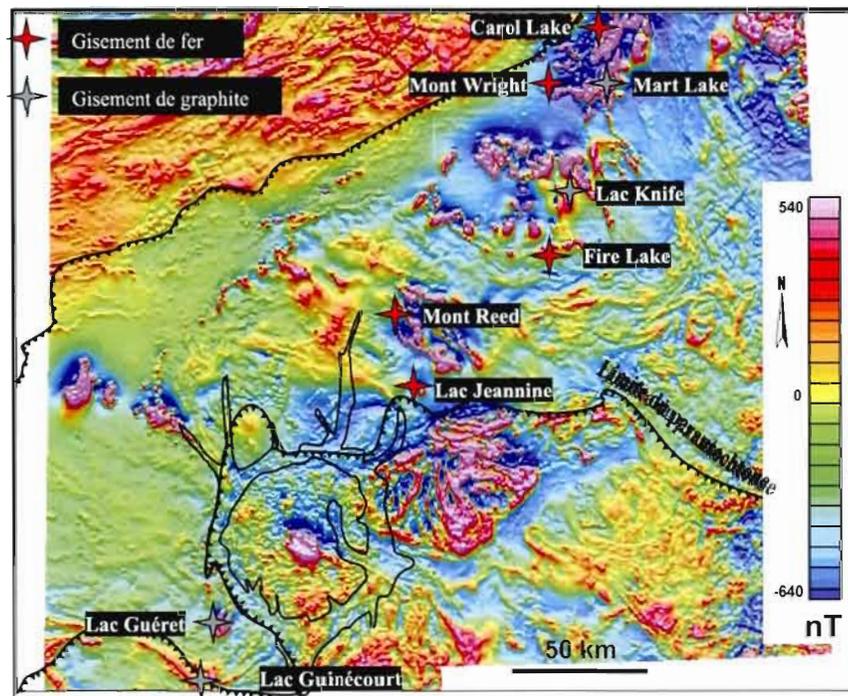


Figure 1.9 : Carte magnétique montrant la localisation des neuf différents emplacements (données: SOQUEM Inc.).

L'information, même cumulée, reste incomplète, car la cartographie et les données géologiques ne sont pas assez précises pour couvrir l'ensemble de la région. Les sources utilisées pour établir le contexte stratigraphique régional sont données dans le tableau suivant (tableau 1.3).

Tableau 1.3 : Différentes sources servant à l'élaboration des colonnes stratigraphiques

Localisation / site	Superficie couverte	Source bibliographique
Lac Guénécourt	450 km ²	<p>Roy, I., 2004 Rapport des travaux d'exploration 2003, Projet Lac Guéret Sud (1339), Région du réservoir Manicouagan, 2004, 51p. GM 60839</p> <p>Rioux, G., Chartrand, F., 2004 R apport d'excursion des propriétés 1339N et 1339S; et cartographie à la planchette, Projet Lac Guéret (1339), SOQUEM, rapport non publié.</p>
Lac Guéret	175 km ²	<p>Lyons, E. 2002, Technical Report. Phase 1 Geology and sampling on the Lac Guéret Pro perty, Comté de Manicouagan, region Côte-Nord, Québec, (NTS 22N03), Quinto Technology Inc., 26p. GM60485</p> <p>Lyons, E. 2004, Technical Report. Phase 2 Geology and sampling & phase 3 diamond drilling on the Lac Guéret Property, Comté de Manicouagan, reg ion Côte-Nord, Québec, NTS 22N/03, Quinto Technology Inc., 42p.</p> <p>Roy, I., 2004 Rapport des travaux d'exploration 2004, Secteur Bloc C, Projet Lac Guéret Nord (1339N), Manicouagan, Région Côte -Nord, Québec, (NTS 22N03), SOQUEM, 17p. GM 61184</p> <p>Rioux, G., Chartrand, F., 2004 Rapport d'excursion des propriétés 1339N et 1339S; et cartographie à la planchette, Projet Lac Guéret (1339), SOQUEM, rapport non publié.</p>
Lac Jeannine	18 km ²	Gross, G.A., Geology of iron deposit in Canada, Vol. III, Iron ranges of the Labrador geosyncline, 1968, 179p. GSC
Mont Reed	12 km ²	Black, E.D., 1961, Geological investigation in the Mt. Reed – Mt. Wright region (1960, field report), Rapport non publié, Compagnie Minière Québec -Cartier
Fire Lake	9 km ²	Black, E.D., 1961, Geological investigation in the Mt. R eed – Mt. Wright region (1960, field report), Rapport non publié, Compagnie Minière Québec -Cartier

Lac Knife	60 km ²	Poisson, P., 1988, Rapport de la campagne de prospection 1987, Projet Fermont, Société d'exploration minière Mazarin Inc. GM?? Poisson, P., 1989, Rapport de la campagne d'exploration 1988, Projet Fermont, Propriété du Lac Knife, GM 4944 8
Mont Wright	72 km ²	Gross, G.A., Geology of iron deposit in Canada, Vol. III, Iron ranges of the Labrador geosyncline, 1968, 179p. GSC
Mart Lake	12 km ²	Pike, C., Dumaresque, C., 1990+ Geologic al Assessment Report, Mart Mining and Exploration Ltd. A.R numbers : 23B/0164, 23B/14/0160, 23B/14/0157, 23B/14/0158, LAB/0951, LAB/0898
Carol Lake (IOC)	60 km ²	Gross, G.A., Geology of iron deposit in Canada, Vol. III, Iron ranges of the Labrador geosyncline, 1968, 179p. GSC Darch, W., 2004, Ressource Assessment Program presentation, IOC, non publié

Il est à noter que plusieurs de ces publications utilisent les termes associés au Groupe de Gagnon. Le Groupe de Gagnon est l'équivalent du Groupe de Knob Lake du Supergroupe de Kaniapiscou (Rivers, 1989). Depuis 1989, les termes du Groupe de Knob Lake sont utilisés puisque Rivers (1989) a montré la continuité du Knob Lake dans la Province de Grenville. Dans ce mémoire, ce sont les termes du Groupe de Knob Lake qui prévalent.

Le Groupe Knob Lake a été décrit en premier lieu au Labrador. Celui-ci contient plusieurs formations et sa description est plus complète. Dans la section sud-ouest (Province de Grenville), la région à l'étude, certaines formations sont absentes et le niveau métamorphique est plus élevé.

Le Groupe de Knob Lake est reconnu pour son contenu en gisements de fer et depuis quelques années, pour ses gisements de graphite. Les gisements de graphite font partie de la Formation de Menihék située stratigraphiquement au-dessus de la Formation de Sokoman riche en gisements de fer. À l'échelle régionale, la signature magnétique de la Formation de Sokoman peut être suivie facilement à l'aide d'un levé géophysique de type aéromagnétique (levé em-Mag) (figure 1.10).

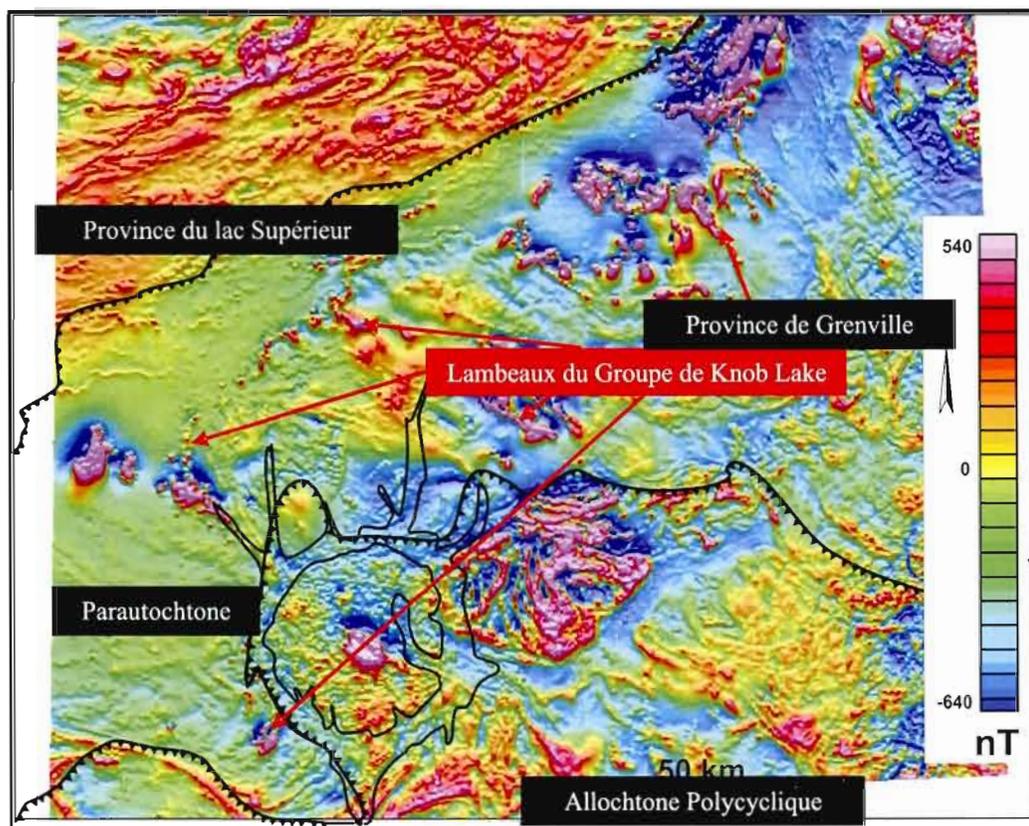
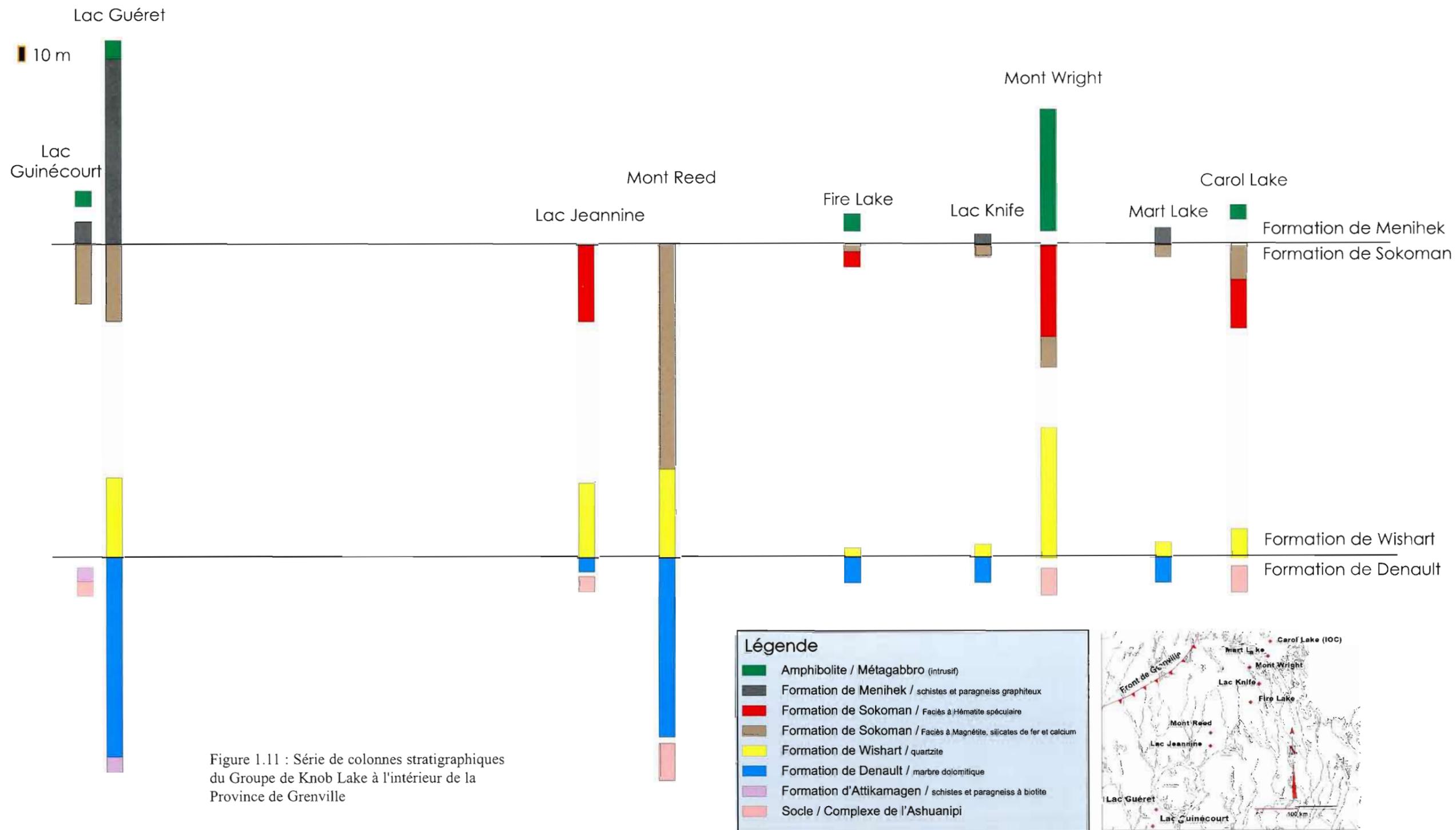


Figure 1.10 : Carte d'un levé aéromagnétique montrant la répartition des lambeaux du Knob Lake de par leur relief magnétique très contrasté et très élevé (dans les tirets blancs) dans le domaine parautochtone de la Province de Grenville (données: SOQUEM Inc.)

Les neuf différents sites choisis montrent tous des caractéristiques stratigraphiques du Groupe de Knob Lake, même malgré leur éloignement. Pour établir un lien comparatif entre ces sites régionaux, une série de colonnes stratigraphiques est établie (figure 1.11).

Ces colonnes montrent tout d'abord les différentes couches stratigraphiques constituant le Groupe de Knob Lake dans la Province de Grenville particulièrement les différents niveaux minéralisés en graphite et en minerai de fer.



Une particularité de ce groupe de méta-sédiments est la présence d'unités formées par précipitation chimique. De ce fait, dans sa section grenvillienne (parautochtone), on observe des marbres, des quartzites et des formations de fer situés à des niveaux stratigraphiques différents et préservés à plusieurs endroits. Ces unités chimiques sont la Formation de Denault (marbre), la Formation de Wishart (quartzite) et la Formation de Sokoman (formations de fer) (figure 1.11).

Les autres unités sont constituées de sédiments clastiques hétérogènes qui, une fois métamorphisés, résultent en paragneiss et en schistes. Les différentes unités qui forment le reste du groupe de Knob Lake dans la zone parautochtone du Grenville sont la Formation d'Attikamagen et la Formation de Menihek. La première est à la base de ce groupe et la seconde surmonte les unités chimiques (Clarke, 1977).

Étant donné la proximité de la Province du lac Supérieur (archéen), il est normal de retrouver dans le parautochtone de la Province de Grenville (protérozoïque) des unités appartenant à celle du lac Supérieur. En effet, l'empilement stratigraphique du Groupe de Knob Lake repose sur un socle archéen très déformé et métamorphisé par les épisodes successifs de collision associés à l'édification du Grenville.

Les observations de terrain ainsi que l'analyse des colonnes stratigraphiques régionales montrent la présence de granite et de gneiss granitique à la base de la stratigraphie (fig. 1.11). Ces unités granitiques plus ou moins homogènes appartiennent au Complexe de l'Ashuanipi (Clarke 1977) et forment le socle archéen déformé. Ces diverses écailles archéennes sont composées de quartz, de feldspaths potassiques, de plagioclases. La teneur en plagioclase varie entre 10% et 30%. On y trouve de la biotite, des amphiboles et des pyroxènes comme minéraux mafiques.

Dans le Groupe de Knob Lake deux formations sont importantes d'un point de vue économique : la Formation de Menihek qui est porteuse de la minéralisation de graphite et la Formation de Sokoman qui est porteuse des formations de fer. L'observation de la série de colonnes stratigraphiques régionales (fig. 1.11) permet de constater que les niveaux graphiteux ou les niveaux à hématite spéculaire, le seul faciès économique, ne sont pas toujours présents. Les principaux endroits où l'on peut voir des sites de minéralisation en graphite sont ceux de

Mart Lake (Labrador), de lac Knike et des lacs Guinécourt et Guéret (fig. 1.9). Tandis que les gisements d'hématite spéculaire se trouvent aux sites de Lac Jeannine, du Mont Reed, de Fire Lake, du Mont Wright, de Wabush et Carol Lakes (Labrador) (fig. 1.9). Il est à noter que le site de la mine Scully (Wabush) n'est pas étudié faute d'information.

1.1 Formation d'Attikamagen

On observe des schistes quartzo-feldspathiques, des gneiss quartzo-feldspathique migmatisés, des phyllades, des métagrauwackes et des gneiss à kyanite. Ces lithologies sont typiques d'un bassin peu profond hétérogène métamorphisé. Il est difficile de la dissocier de la Formation de Menihek lorsque celle-ci n'est pas porteuse de minéralisation graphitique (Gross, 1968 et Rivers, 1983). Les lithologies de la Formation d'Attikamagen sont hétérogènes.

1.2 Formation de Denault

La formation sous les quartzites est constituée des marbres de la Formation de Denault (Clarke, 1977). Dans le Terrane de Gagnon, on note une forte variation d'épaisseur de cette formation. C'est une unité massive de marbre dolomitique avec des passées siliceuses. Les grains de carbonates sont grossiers. La formation contient une quantité variable de quartz et de minéraux calco-silicatés i.e. : de 10% à 40%. Les minéraux calco-silicatés sont la trémolite et le diopside. Ils suivent les plans de stratification. Leur présence est due à des réactions métamorphiques entre le quartz et la dolomite. On trouve aussi des traces de graphite dans les marbres les plus purs.

La Formation de Denault présente tous les degrés de transition entre le marbre pur et une roche calco-silicatée formée de diopside blanc et de trémolite avec quartz et carbonates interstratifiés. Plus on s'approche du contact entre les formations de Denault et de Wishart, plus le marbre est impur. Il y a une zone d'alternance des niveaux stratigraphiques, un passage graduel du marbre vers le quartzite. Cette zone est représentée par les niveaux calco-silicatés du marbre (figure 1.12).

La variation de puissance du marbre est un phénomène primaire. Les plans de décollement de la zone parautochtone, au moment de l'orogénie grenvillienne, sont situés profondément dans le socle (Rivers, comm. pers. 2005). De ce fait, les unités chevauchantes pendant la déformation bougent en bloc. C'est tout l'assemblage métasédimentaire du domaine parautochtone qui remonte en formant un tout, ce qui préserve les épaisseurs initiales (Rivers et al., 2002 et Rivers, comm. pers. 2005). Ces épaisseurs peuvent par la suite être amplifiées dans les charnières de plis.



Figure 1.12 : Plan de stratification dans le marbre grenu souligné par des lamines riches en dolomite (surface à relief positif dans les zones pointillées).

1.3 Formation de Wishart

Sous les formations de fer du Sokoman, on trouve à tous les endroits les quartzites de la Formation de Wishart. Cette formation est caractérisée par une épaisseur très variable passant de 50 centimètres à plus de 500 mètres dans la région de Fermont. Sa minéralogie est variée. Le quartz domine, mais on trouve jusqu'à 10% de muscovite, d'hématite, de cummingtonite et de carbonates dans les quartzites. On observe accessoirement de la biotite, du grenat, de la chlorite, de l'apatite, de la tourmaline, du zircon, du sphène et du graphite.

À la base de la Formation de Wishart on peut trouver jusqu'à 40% de minéraux calco-silicatés. Il est donc facile de confondre le quartzite impur avec la partie supérieure des marbres de Denault. La Formation de Wishart montre des horizons où l'on observe des lits de minéraux calco-silicatés. Ces minéraux calco-silicatés, le diopside et/ou la trémolite, proviennent de la réaction métamorphique entre le quartz et la dolomite (Gross, 1968). Ces lits sont situés près du contact entre les deux formations. C'est une zone de mélange, un passage graduel entre ces formations.

Selon Clarke (1977) et Gross (1968), le quartzite est en équivalence latérale avec les marbres et les formations de fer. Le quartzite passe à des schistes à quartz muscovite par accroissement en muscovite et par accroissement en hématite et magnétite à des formations de fer.

1.4 Formation de Sokoman

La Formation de Sokoman compte trois faciès principaux : un premier faciès à hématite spéculaire et quartz, un deuxième à quartz, magnétite et pyroxènes et, enfin, un troisième à quartz, grunérite, diopside, magnétite et calcite. Sous la Formation de Menihek, on observe les différentes formations de fer de la Formation de Sokoman. Ce qui est remarquable toutefois, c'est l'absence de formation de fer à hématite spéculaire lorsqu'il y a présence de graphite dans la Formation de Menihek (figure 1.11).

Gross (1968) et Clarke (1977) expliquent que la Formation de Sokoman est une suite de trois faciès qui ont des positions bien définies les uns par rapport aux autres. Ils ont observé que le faciès à quartz, grunérite, diopside, magnétite et calcite passe au faciès supérieur à quartz, magnétite et pyroxène, par augmentation de magnétite et de quartz. Ces deux faciès sont surmontés d'un autre faciès, celui à hématite spéculaire et quartz. Le passage d'un faciès à l'autre se fait de manière graduelle avec l'augmentation et la disparition de la magnétite et l'augmentation de l'hématite spéculaire.

Le faciès à hématite spéculaire et quartz est celui exploité par les compagnies minières. Ce niveau de la Formation de Sokoman est caractérisé par des lits d'hématite spéculaire centimétriques à pluri métriques (figure 1.13) et des lits de quartz.

Il existe un horizon distinctif et riche en manganèse associé au faciès à hématite et quartz. Cette zone est caractérisée par l'apparition de rhodonite (un pyroxène de manganèse). On la retrouve au mont Reed dans une épaisseur de 5m à 6m. On observe de fins litages de 3mm à 1cm d'épaisseur, de rhodonite et d'aégyrine interstratifiés avec du quartz et de l'hématite (Clarke, 1977)

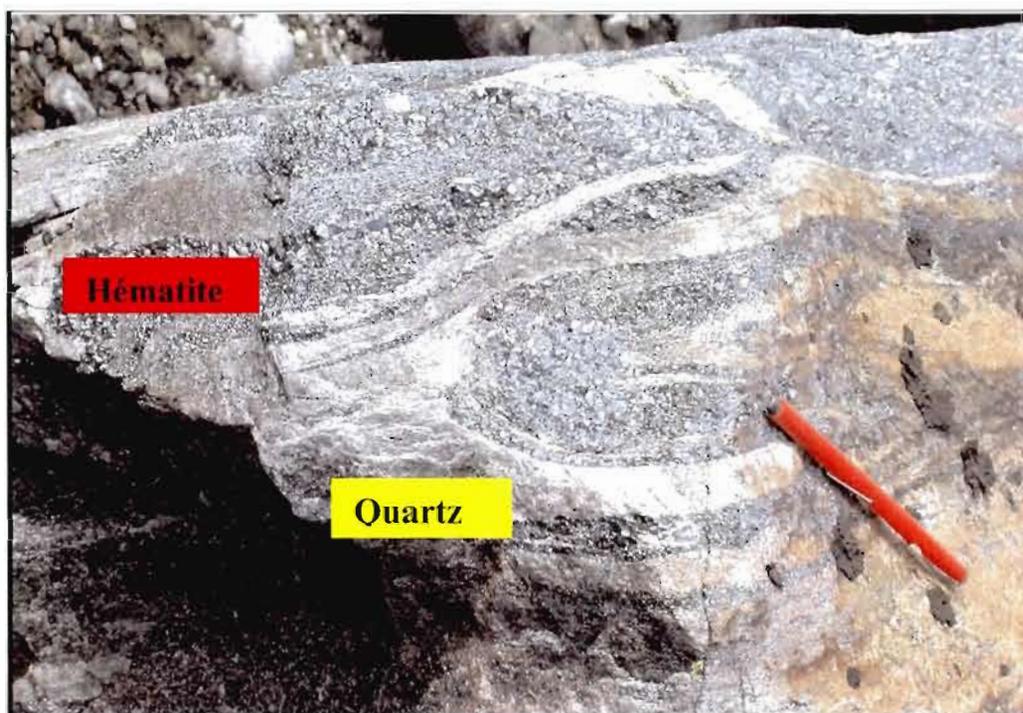


Figure 1.13 : Échantillon du faciès à hématite spéculaire et quartz, Fire Lake

Le deuxième faciès, à quartz, magnétite et pyroxène, n'est pas observé aux différents sites. On sait que ce faciès est semblable au faciès à quartz, grunérite, diopside, magnétite et calcite. La différence se situe au niveau de la présence de calcite et de la quantité de magnétite. Une mauvaise évaluation d'un affleurement peut induire en erreur et classer ce faciès à quartz, magnétite et pyroxènes dans le faciès à quartz, grunérite, diopside, magnétite et calcite. Cette erreur peut être fréquente étant donné le passage progressif des trois faciès ferrifères.

La présence de graphite dans la Formation de Menihek est associée spatialement au troisième faciès de la Formation de Sokoman, celui à magnétite, quartz, silicates de fer et magnésium et calcite. Ce faciès possède une épaisseur variant de 3 à 100 mètres. La présence de la magnétite est inférieure à 20% dans ce niveau. On y observe également plusieurs minéraux accessoires tels que l'apatite, le stilpnomélane, la minnesotaite, la goethite et le spinelle (Clarke, 1977).

La composition des roches de ce troisième faciès est extrêmement variable. On y observe tous les degrés allant des roches litées à quartz et pyroxènes, des roches massives à pyroxènes et celles grossièrement litées à quartz et pyroxènes avec des lentilles irrégulières de carbonate. Cette variation lithologique est fonction de la minéralogie initiale de l'affleurement observé. Lors du métamorphisme, il y a réaction entre les diverses composantes en quantité variable d'un endroit à l'autre, et on obtient alors tout un éventail lithologique pour ce faciès.

Il appert que la variation de puissance sous le contact Menihek/Sokoman n'a pas d'influence sur l'épaisseur de graphite au niveau de la stratigraphie régionale. On peut en faire état en comparant les épaisseurs entre les sites des lacs Guinécourt et Guéret (fig. 1.11). Avec sensiblement la même puissance de formation de fer sous la formation graphiteuse, on trouve une épaisseur dix fois plus grande de graphite dans la région du lac Guéret que dans celle du lac Guinécourt.

1.5 Formation de Menihek

La Formation de Menihek est composée d'unités homogènes à hétérogènes de métapélites et de métagrauwackes. Dans la région des lacs Guinécourt et Guéret, on distingue trois unités plus ou moins différentes de paragneiss à quartz, feldspath, mica et grenat (95%), de schiste à quartz, mica et grenat, et d'une roche à hornblende, grenat et pyroxène (métagabbro de Shabogamo). Ces trois unités font partie d'un faciès d'une même roche. Les niveaux riches en graphite se positionnent au niveau de l'unité de paragneiss à quartz, feldspath, mica et grenat. Cette formation constitue le niveau supérieur du Groupe de Knob Lake dans le domaine paraautochtone de la Province de Grenville.

Lors de nos observations de terrain, il était difficile de différencier la Formation de Menihek de celle de la Formation d'Attikamagen. En effet, ces deux unités sont composées de paragneiss et de schiste à quartz, feldspath, biotite, grenat, hornblende et sulfures (pyrite et pyrrhotite). Seule la présence de graphite permet de conclure qu'on a affaire à la Formation de Menihek.

1.6 Amphibolite

Tout comme le Complexe de l'Ashuanipi qui définit la limite inférieure du Groupe de Knob Lake, on trouve une limite supérieure à ce groupe. On observe sur certains sites des niveaux d'amphibolites (dykes?) qui sont apparentés au Groupe de Shabogamo (Darch 2005, comm. Pers.). Cette limite n'est pas continue géométriquement. En effet, la suite intrusive de Shabogamo est plus jeune que le Groupe de Knob Lake. Toutefois, les amphibolites ne sont pas toujours en position sommitale, elles peuvent recouper la stratigraphie du Knob Lake ou s'y insérer (fig. 1.11).

Certaines localités montrent de fortes épaisseurs d'amphibolite au sommet du Groupe de Knob Lake. On observe sur le terrain des textures coronitiques dans les amphibolites. La texture est créée par un assemblage grenu de grenat entouré d'un fin liséré de plagioclases suivi de pyroxènes verts et d'amphiboles noires (figure 1.14). Cette texture est typique d'un métamorphisme élevé au faciès supérieur des amphibolites sinon à celui des granulites. Rivers (2004) décrit un phénomène similaire dans la zone de haute pression caractérisé par la présence des éclogites. Il explique également que pour des faciès métamorphiques de moindre pression tels que ceux des granulites et amphibolites supérieur, le centre ne sera pas une olivine mais bien un grenat. Ces amphibolites ont un protolite gabbroïque.

La présence ou l'absence d'amphibolites ne permet pas de déterminer la présence de graphite. De plus, la présence d'amphibolites ne présente pas plus de corrélation avec la présence de faciès des formations de fer, soit à magnétite et silicates de calcium et de fer, soit à hématite spéculaire. Il est à noter que tous ces faciès peuvent être en contact avec l'amphibolite, ce qui en fait un mauvais marqueur stratigraphique.



Figure 1.14 : Texture coronitique dans les amphibolites, tranchée TR-03-02, secteur Guinécourt.

CHAPITRE II

CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE LOCAL

En basant leur campagne d'exploration sur des relevés aéromagnétiques régionaux, plusieurs compagnies ont exploré la région des lacs Guinécourt et Guéret et ce, depuis les années 1960. Ces relevés ont permis à la Compagnie Minière Québec-Cartier (CMQC), entre autres, de trouver plusieurs indices de formation de fer appartenant au Groupe de Knob Lake. De plus, les différentes campagnes de cartographie du ministère des Ressources naturelles (MRN) dans les années 1968 à 1977 ont mis à jour l'emplacement de sites contenant des anorthosites, lançant du même coup des recherches pour trouver des sulfures et des éléments du groupe platine. Toutefois, les cartes géologiques (figure 2.1) produites ne permettent pas une localisation précise de toutes les unités du Groupe de Knob Lake, en particulier la Formation de Menihek.

Les différents travaux forestiers dans la région à l'étude ont permis une relance de l'exploration minière par la création de chemins, rendant l'accès au terrain plus facile. La découverte initiale de graphite est attribuée à Exploration Esbec Inc. Au cours des années 2000 et jusqu'à aujourd'hui deux compagnies, Quinto Technology Inc. et SOQUEM Inc., ont exploré ce secteur pour trouver d'importantes quantités de graphite associées à la Formation de Menihek. Ces découvertes résultent du suivi d'un relevé électromagnétique (EM) et magnétique (EM-Mag) régional. Le relevé aéromagnétique permettait de localiser d'une manière très grossière les formations de fer de la Formation de Sokoman (figure 2.2). Par la suite, les compagnies ont effectué un levé aérien électromagnétique (EM-Mag) local qui a permis de localiser plus précisément les endroits où le Groupe de Knob Lake était présent.

Une carte de conductivité fut produite à partir des données recueillies lors de ce levé. Cette carte de conductivité, jumelée à la carte magnétique, permet de préciser les endroits où l'on peut trouver la Formation de Menihék (figure 2.3). Se basant sur le fait que le graphite est un minéral hautement conducteur, on explore les endroits où l'on trouve une forte réponse de conductivité

Or, l'ensemble de ces données recueillies à l'aide des différents levés a orienté les deux compagnies pour des campagnes de tranchées et de décapages. Ces travaux ont permis la mise à jour de la minéralisation graphitique et de la stratigraphie du Groupe de Knob Lake. En trois années de campagnes d'exploration et de décapages, plus de 150 tranchées ont été creusées. Toutes les tranchées ont été observées et celles contenant des niveaux de graphite ont été cartographiées en détail. Cette cartographie de détail a permis de voir les différentes lithologies de la région des lacs Guinécourt et Guéret.

De toutes ces tranchées, cinq ont été cartographiées encore plus soigneusement puisqu'elles montrent la stratigraphie du Groupe de Knob Lake. De plus,, ces dernières permettent de localiser la minéralisation dans les lithologies de ce groupe. Les cinq sites choisis sont répartis dans la région du lac Guinécourt : Capitaine Cosmos et Graphi-Ouest, et dans celle du lac Guéret : GD3, Caron Cliff et 1339N-TR-04-01. (Figure 2.4)

Les rapports de campagne d'exploration 2003 et 2004 de SOQUEM Inc. et de Quinto Technology Inc. ainsi que des excursions sur le terrain pendant les étés 2003 et 2004 ont permis la construction de colonnes stratigraphiques associées à ces différents sites. Cette suite de colonnes stratigraphiques permet de mieux comprendre l'importance de la stratigraphie dans ce secteur. (Figure 2.5)

Il faut aussi noter que ces cinq zones de décapage sont dispersées sur l'ensemble de la propriété, une superficie de plus de 600km². L'information recueillie est complétée par la géologie locale. Pris conjointement, tous les types de données permettent une meilleure interprétation des phénomènes observés.

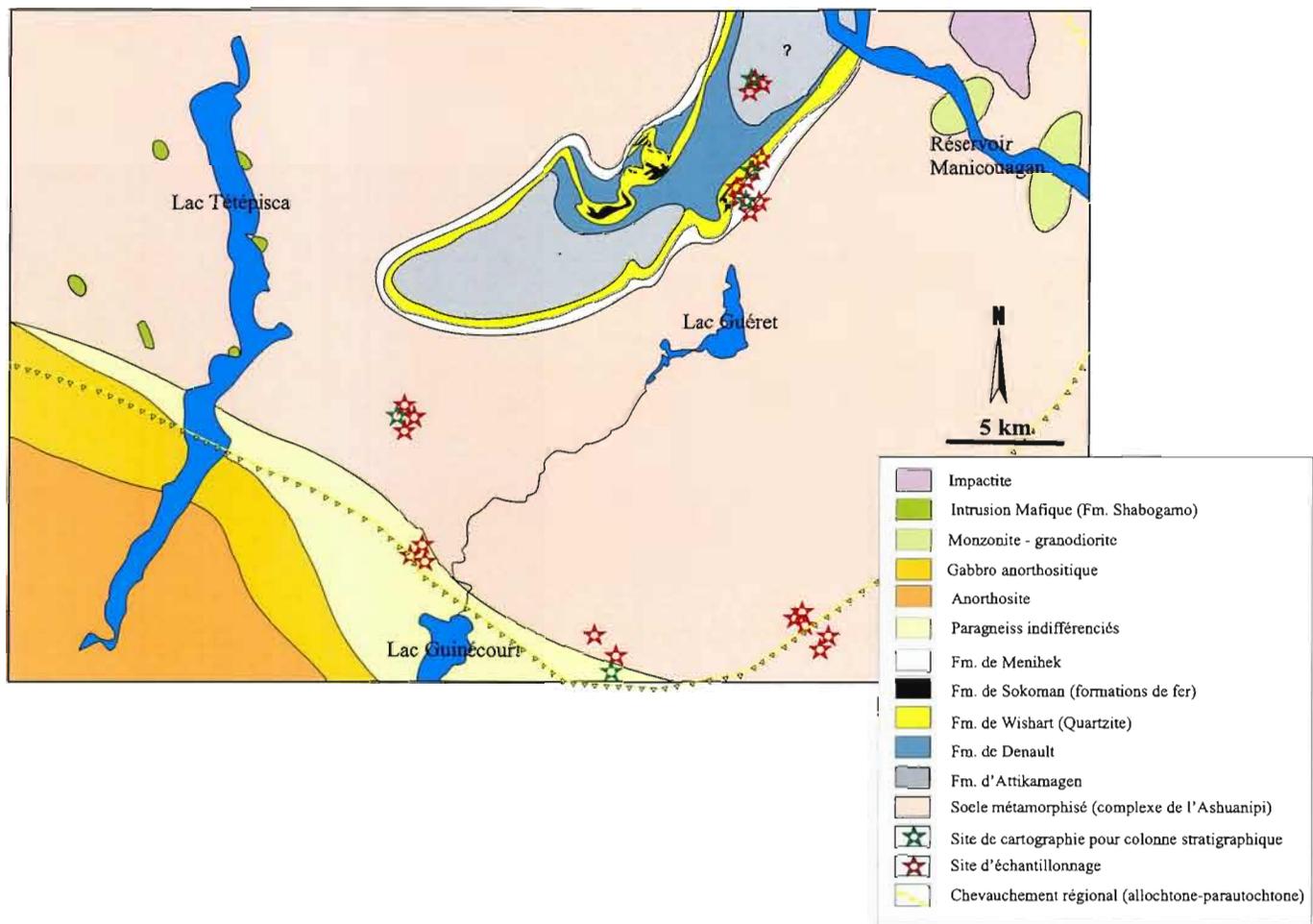


Figure 2.1 : Carte géologique locale de la région des lacs Guinécourt et Guéret (d'après la carte du MRN #M-390, DV 84-01, modifiée par Lyons 2004 et Rioux 2005)

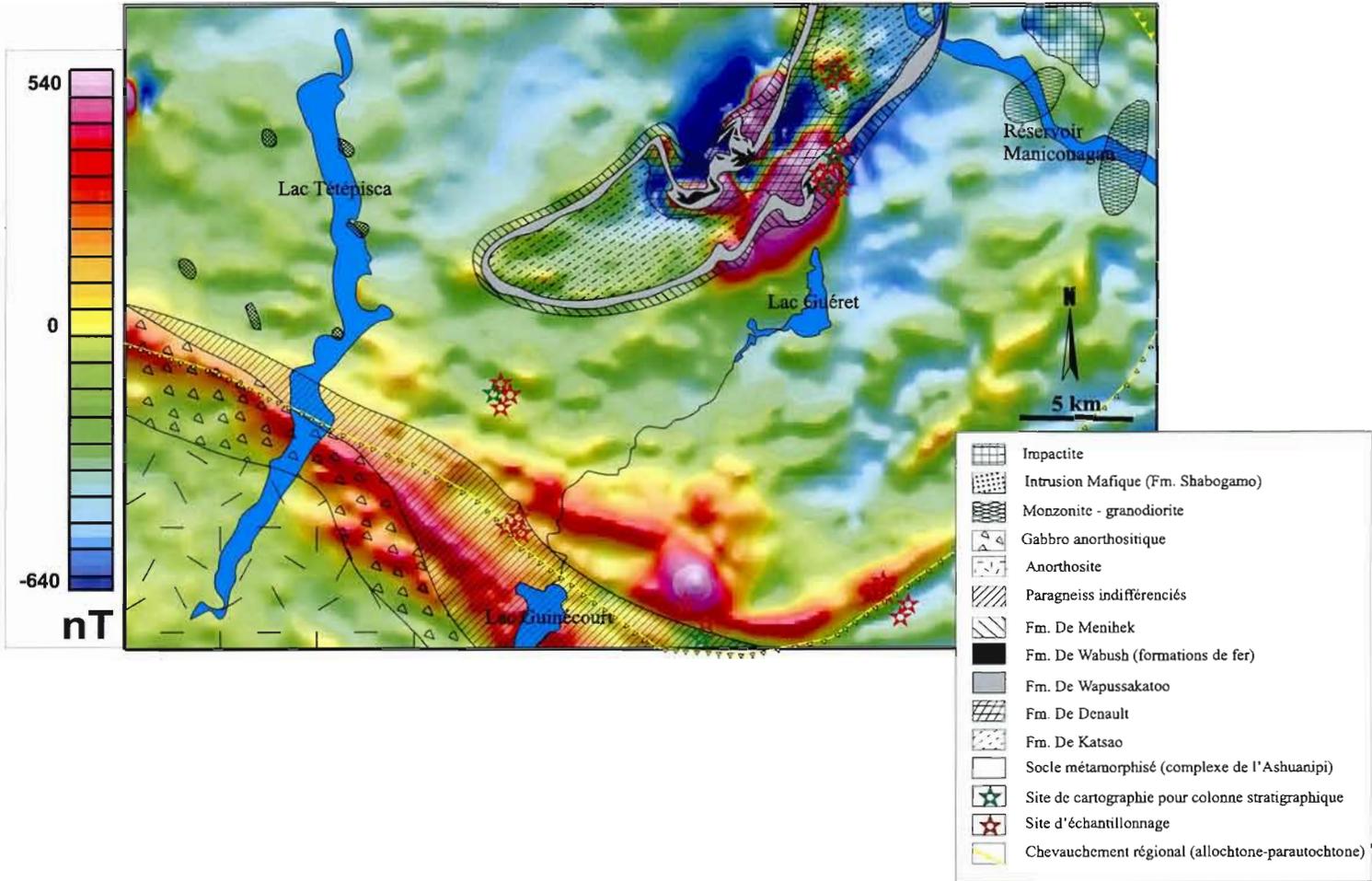


Figure 2.2 : Carte de la réponse magnétique locale superposée de la géologie locale (trame). La forte réponse magnétique est concordante avec le positionnement des formations de fer (données: levé aéromagnétique SOQUEM Inc.).

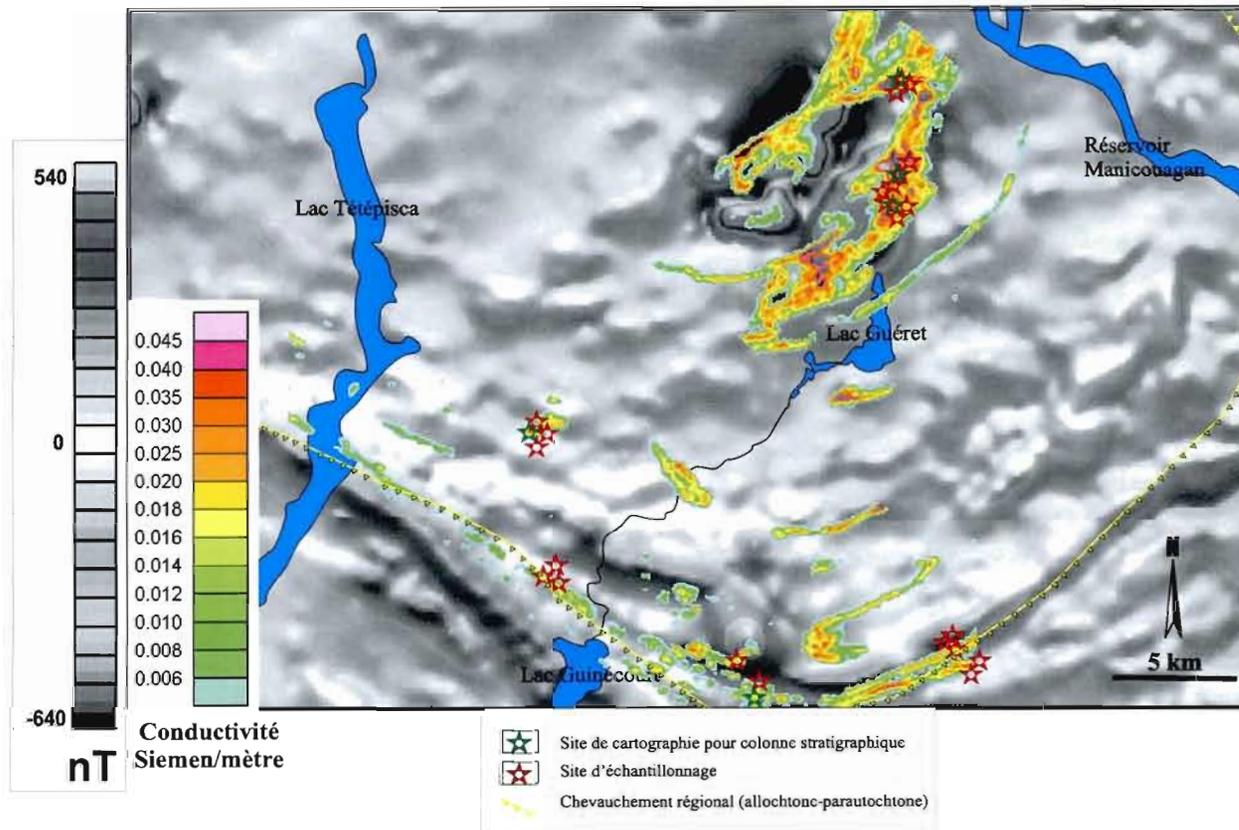


Figure 2.3 : Carte de la conductivité (en couleur). Le fond (en niveau de gris) de la carte montre la réponse magnétique de la région. La forte réponse de conductivité est concordante avec le positionnement des zones riches en graphite (données: levé aérien SOQUEM Inc.).

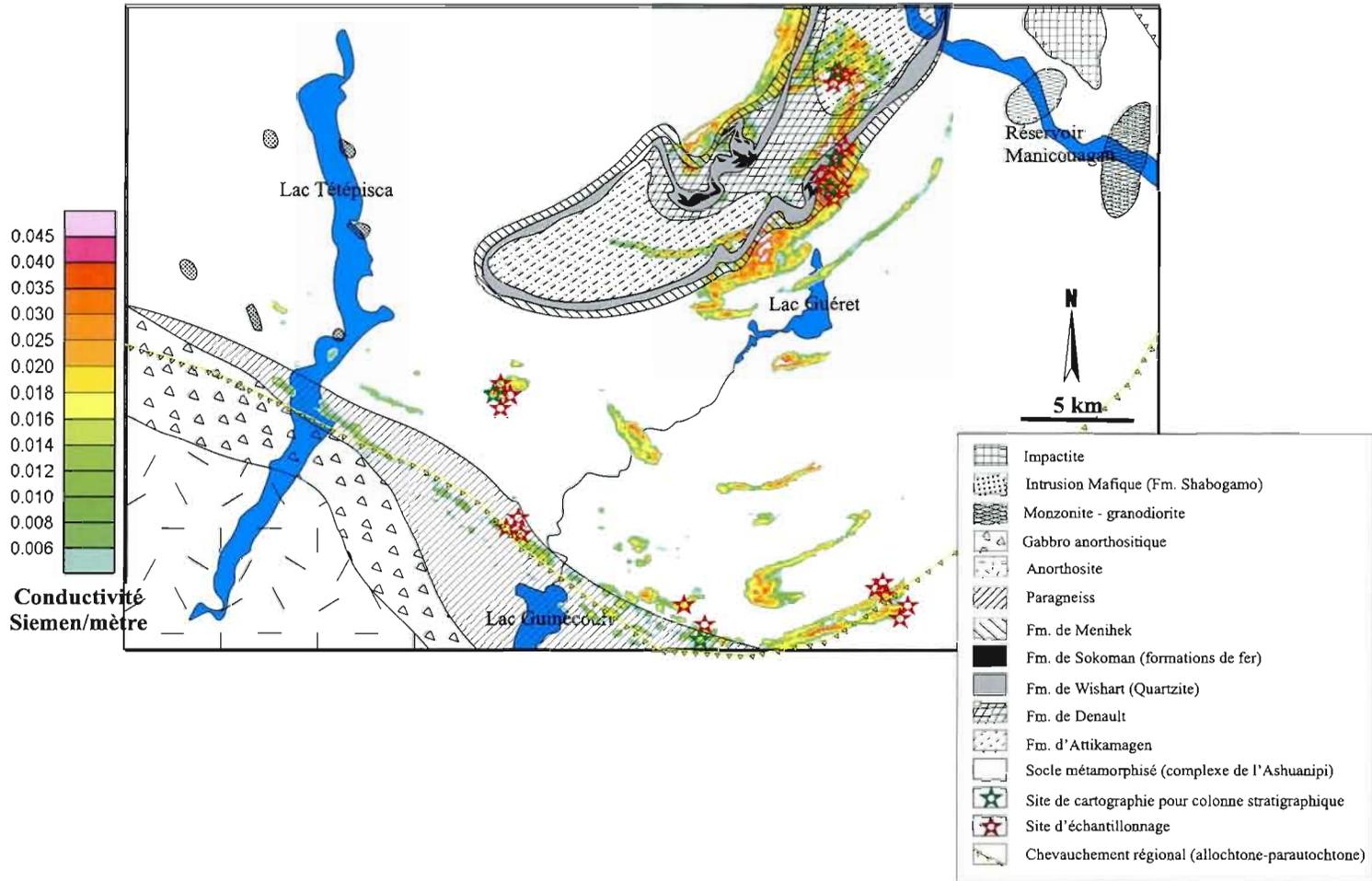


Figure 2.4 : Carte de la conductivité où l'on peut remarquer la situation des 5 principaux sites cartographiés (données: levé aérien SOQUEM Inc.).

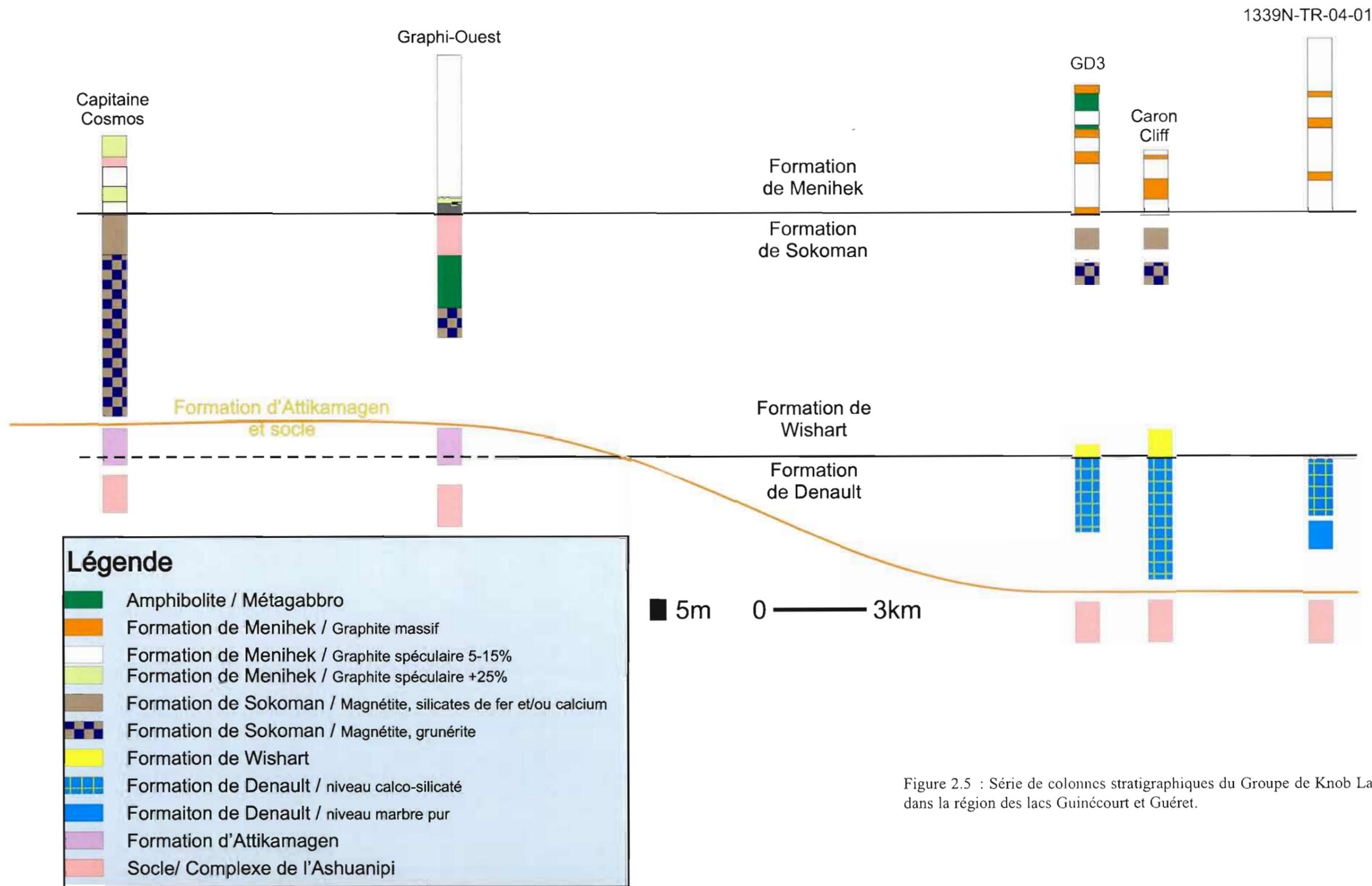


Figure 2.5 : Série de colonnes stratigraphiques du Groupe de Knob Lake dans la région des lacs Guinécourt et Guéret.

2.1 Socle

Les unités présentes sont apparentées au Complexe de l'Ashuanipi de la Province du lac Supérieur (Rivers, 1983). À l'échelle régionale, les gneiss observés dans les régions des lacs Guinécourt et Guéret sont semblables à ce que Clarke (1977) décrit comme le socle de la région de Gagnon i.e. : des granulites altérés à quartz, feldspath, hornblende, pyroxène, biotite et grenat, des gneiss foliés à quartz, feldspath et biotite, et des gneiss à hornblende.

L'observation des unités associées au socle à l'échelle locale se fait autant dans la région du lac Guinécourt que dans la région du lac Guéret. La quantité de données recueillies dans le secteur du lac Guéret est limitée car les différents travaux d'exploration dans cette région sont concentrés aux zones à forte concentration en graphite. L'information géologique est donc pauvre en ce qui a trait au socle. La couverture Quaternaire et végétale est un autre obstacle qui limite la cartographie des unités archéennes déformées.

Lorsque observé dans la région Guéret, le socle est caractérisé par des unités gneissiques, quartzo-feldspathiques à biotite, amphibole et pyroxène. Il est rare de voir des feldspaths potassiques. On remarque essentiellement des plagioclases. Les gneiss tonalitiques trouvés dans le secteur Guéret sont semblables à ceux du secteur Guinécourt (figure 2.6).

Dans le secteur du lac Guinécourt, les plages d'observation sont plus nombreuses et permettent une meilleure collecte de données. Une des unités associées au socle dans la région est celle des gneiss quartzo-feldspathiques à plagioclases, feldspaths potassiques, hornblende et biotite. Les gneiss quartzo-feldspathiques ressemblent à des gneiss tonalitiques avec une faible concentration en feldspaths potassiques (figure 2.7).

Une autre unité associée au socle est celle des gneiss intermédiaires à plagioclases, hornblende, biotite et quartz. Ils sont semblables à des amphibolites (hornblende, plagioclase, grenat) mais avec un contenu en quartz plus élevé et la présence de pyroxènes et biotite. On trouve également des gneiss droits.

Les campagnes d'exploration de la Compagnie Minière Québec-Cartier en 1960 (Ferreira, 1962) montre que le socle est continu sur l'ensemble de la région des lacs Guénécourt et Guéret. Il serait toutefois intéressant de revoir cet aspect puisque les données à ce sujet ne sont que partielles.



Figure 2.6 : Complexe de l'Ashuanipi, exemple de gneiss tonalitiques appartenant au socle déformé dans la région à l'étude. Les amphiboles sont en enclaves. Lac Guénécourt



Figure 2.7 : Gneiss du Complexe de l'Ashuanipi, secteur Guinécourt

2.2 Formation d'Attikamagen

La formation à la base du Groupe de Knob Lake, celle d'Attikamagen, est présente dans la région du Lac Guinécourt et non dans la région du Lac Guéret. La présence de graphite est un indice clé qui permet de définir dans quelle formation un affleurement se situe. La Formation d'Attikamagen est dépourvue de graphite tandis que la Formation de Menihek, dans la région des lacs Guinécourt et Guéret est riche en graphite.

L'épaisseur de la Formation d' Attikamagen est variable. C'est une formation hétérogène de schistes quartzofeldspathiques, de paragneiss quartzo-feldspathiques migmatisés, de phyllades et de méta-grauwackes. Ces lithologies font référence à un milieu pélitique hétérogène (Clarke, 1977). Les observations sur le terrain ont permis la caractérisation de quatre types de schistes et paragneiss faisant partie de cette formation (Roy, 2003). Ces

schistes et/ou paragneiss sont caractérisés par la présence de quartz, de feldspath, de la biotite, de grenat. On observe également, à certains endroits, des yeux de matériel fusionné (quartz et feldspath). Les phyllades ainsi que les méta-grauwackes n'ont pas été observés lors des différentes campagnes d'échantillonnage et d'exploration.

2.3 Formation de Denault

Au-dessus de l'Attikamagen, on trouve la Formation de Denault. Cette dernière est observée uniquement dans le secteur du lac Guéret. On remarque des épaisseurs variables de marbre dolomitique. Le marbre dans le secteur du lac Guéret est essentiellement de deux types. Le premier est un marbre dolomitique grossier, grenu et très blanc. Les affleurements sont de grande taille, 5m² et plus.

Le deuxième type de marbre (alternance de marbre dolomitique et de minéraux calcosilicatés) expose des bandes de quartz, de pyroxènes et/ou d'amphiboles calciques (diopside et/ou trémolite) et de la dolomite. Le diopside est observé plus fréquemment. Ce sont les résultats d'analyse aux rayons X qui dénotent la présence de trémolite. Ce type de marbre possède une granulométrie plus fine que le premier type, voire moyenne. Les affleurements sont de plus petite taille. Clarke (1977) explique que la Formation de Duley, l'équivalent de la Formation de Denault, passe par tous les degrés entre une roche calco-silicatée formée de diopside blanc ou de trémolite, de quartz et de carbonates interstratifiés et le marbre pur (figure 2.8).



Figure 2.8 : Bloc métrique de marbre dolomitique avec diopside et quartz (relief positif)

2.4 Formation de Wishart

Tout comme la Formation de Denault, la Formation de Wishart n'est observable que dans la région du lac Guéret. Les quartzites sont impurs et ceux que l'on remarque sont de faible épaisseur, c'est-à-dire moins d'un mètre. Les quartzites sont essentiellement composés de quartz. On trouve aussi en moindre mesure, du graphite (moins de 3%), des minéraux calco-silicatés (diopside principalement) et, en de rares occasions, de la magnétite. Lorsqu'ils sont observés, les quartzites sont en contact avec le marbre et on observe un passage graduel entre les deux.

Ce passage graduel d'une formation à l'autre est représenté par les niveaux calco-silicatés du marbre ou de la quartzite. Ceux-ci se trouvent au sommet du marbre ou à la base du quartzite. Ce passage montre la transformation progressive des niveaux de calcaire dolomitique très quartzeux et des grès dolomitique lors du métamorphisme. La dolomite et le quartz réagissent entre eux pour former les niveaux de minéraux calco-silicatés (diopside et/ou trémolite) (figure 2.9).



Figure 2.9 : Horizon de quartzite (non altéré, à gauche) du décapage GD3, on remarque l'altération chamois de la dolomite contenue dans les niveaux décimétriques de marbre.

2.5 Formation de Sokoman

Les formations de fer de la Formation de Sokoman sont présentes tant dans la région du lac Guinécourt que dans la région du lac Guéret. Les différents levés géophysiques, les résultats de forage de la Compagnie Minière Québec-Cartier ainsi que la compilation stratigraphique permettent d'apprécier l'étendue des faciès associés aux formations de fer.

Dans la région du lac Guinécourt, on observe deux faciès de la formation de fer, le faciès à magnétite et le faciès à calcite et silicates de fer et silicates de calcium. On observe aussi un phénomène de transformation hydrothermale à la suite du passage de fluides métamorphiques. Le faciès à magnétite est transformé progressivement en une roche à amphibole ferrifère, la grunérite. On remarque des textures de remplacement de la magnétite par une amphibole intermédiaire (hornblende noire) et ensuite par la grunérite (figure 2.10).



Figure 2.10 : Transformation de la magnétite en grunérite. On remarque la présence d'une hornblende intermédiaire entre la magnétite et la grunérite massive.

Le second faciès observé dans la région, le faciès à calcite, silicates de fer et silicates de calcium est très hétérogène. Son contenu est diversifié et peut être composé d'amphiboles ferrifères et/ou calciques, de pyroxènes ferrifères et/ou calciques, de grenat, de biotite, de quartz et de magnétite. Les affleurements de ce type montrent du quartz et de la magnétite en lamine. Ce faciès est rubané ou laminé (figure 2.11).



Figure 2.11 : Faciès calco-silicaté de la formation de fer de Sokoman, secteur Guinécourt

Dans la région du lac Guéret (anciennement Echo Lake, cf CMQC Ferreira 1960), les récents travaux n'ont permis de mettre à jour que le faciès à calcite, silicates de fer et silicates de calcium de la formation de fer. D'anciens travaux de Ferreira (1960, GM 11575, GM 12609, GM 12730, GM 13175, GM 13176) ont toutefois démontré que le faciès à magnétite, silicates et quartz était présent en profondeur. Ferreira (1960) explique que ce faciès est associé à une amphibole brunâtre (grunérite). Le premier faciès, observé récemment dans la région, est hétérogène et ressemble en tout point à ce que l'on trouve dans la région du lac Guinécourt. On remarque une grande variabilité dans les concentrations des minéraux, notamment au niveau de la magnétite qui peut varier de traces à 10% (figure 2.12)



Figure 2.12 : Formation de Sokoman, faciès à calcite, silicates de fer et silicates de calcium et grenat, secteur du lac Guéret.

2.6 Formation de Menihek

La Formation de Menihek se trouve dans les régions des lac Guinécourt et Guéret. Cette formation est à la fois l'hôte de la minéralisation graphiteuse et de la formation sommitale du Groupe de Knob Lake dans le territoire à l'étude. Tout comme pour le Sokoman la géophysique est le principal outil de détection pour cette formation. La minéralisation graphiteuse contenue dans le Menihek est facilement détectée à l'aide des mesures de conductivité lors de levés aéroportés et au sol (i.e. : au Beep-Mat) (cf figure 2.4).

La construction de colonnes stratigraphiques (fig. 2.5) de cinq tranchées clés dans les secteurs des lacs Guinécourt et Guéret a permis d'observer différents phénomènes. Ces tranchées ont été sélectionnées parce qu'elles montrent une stratigraphie complète du Groupe de Knob Lake. On remarque de prime abord, que la minéralisation graphiteuse est présente soit lorsque le

faciès à calcite, diopside et grunérite ou celui à magnétite, grunérite, quartz \pm diopside de la formation de fer est présent. Ce phénomène est d'autant plus visible à l'échelle des lacs Guinécourt et Guéret qu'à l'échelle du domaine parautochtone (cf. figures 2.5 et 1.10)

D'autre part, la stratigraphie des tranchées montre que les épaisseurs des zones minéralisées sont variables. Les niveaux de graphite dans la région sud de la propriété sont d'ordre métrique (de 10 centimètres à un maximum de 8 mètres), tandis que dans le nord de la propriété (lac Guéret), les épaisseurs trouvées sont pluri-décamétriques voire hectométriques. Ces fortes épaisseurs coïncident avec la présence des marbres calco-silicatés de la Formation de Denault.

On dénote à certains endroits que les zones minéralisées sont plus épaissées dans les charnières de plis. Les pièges structuraux tels que les charnières de plis semblent permettre un accroissement de l'épaisseur de zones minéralisées.

On observe aussi que plus l'épaisseur de la zones minéralisées est importante, plus on trouve une grande diversité morphologique de graphite. La cartographie des tranchées a mis à jour trois variétés de graphite : le graphite spéculaire, le graphite amorphe et le graphite en veine.

La première catégorie est le graphite en paillettes grossières. Le terme de terrain utilisé pour cette catégorie est graphite spéculaire. Cette minéralisation montre une granulométrie moyenne à grossière (0,1mm à 2mm) des paillettes de graphite. On observe ce graphite macrocristallin dans des schistes gréseux à quartz granulaire, feldspath, biotite et \pm grenat. La concentration du graphite varie de 1% à 25%.

Ce type de minéralisation est présent en quelques endroits dans le secteur du lac Guinécourt et est presque ubiquiste dans le secteur du lac Guéret. L'existence du graphite dans les deux régions est notable, toutefois la puissance des niveaux minéralisés est très différente. Les épaisseurs des niveaux graphiteux du secteur du lac Guinécourt varient de 10 centimètres à 8 mètres. Tandis que les épaisseurs des niveaux graphiteux dans la région du lac Guéret varient de 3 mètres à 15 mètres, atteignant localement une centaine de mètres.

La deuxième catégorie de graphite est le graphite microcristallin. Le terme de terrain utilisé pour cette variété est graphite amorphe. Ce type de minéralisation est microcristallin (10 à 50 μm). Les paillettes ne se voient pas à la loupe et, au microscope, leur dimension est de l'ordre du micron. Le graphite est littéralement pris dans une pâte de quartz. Cette unité est un méta-mudstone à quartz, graphite, pyrrhotite, pyrite, molybdénite. L'assemblage minéralogique des méta-mudstones démontre un milieu initial réducteur et s'apparente à celui d'un shale noir avant métamorphisme. Cette variété de graphite n'est observée que dans la région du lac Guéret. Les épaisseurs des zones minéralisées varient entre 1 mètre et 10 mètres.

La troisième catégorie de graphite est associée au graphite amorphe. On qualifie ce type de minéralisation de graphite en veine. Cette minéralisation est macrocristalline. Les paillettes de graphite peuvent avoir des dimensions variant de quelques millimètres à quelques centimètres (1 mm à 2 cm). On observe une croissance des paillettes perpendiculaire à la direction de la veine. On note à l'occasion des sulfures (pyrrhotite) craquelés au centre des veines. Le réseau de veines forme parfois une structure en stockwerk.

Les veines sont confinées à l'enveloppe de méta-mudstone à graphite amorphe. Elles sont situées entre les plans de stratification. On observe que certaines veines recoupent les plans de stratification de la lithologie hôte. Ces veines ne se trouvent pas dans tous les niveaux de méta-mudstone. Elles sont concentrées dans la région de la colonne stratigraphique de GD3.

L'examen des colonnes stratigraphiques montre que les trois types de graphite coexistent dans la région du lac Guéret. Tandis que dans la région du lac Guinécourt, seul le graphite spéculaire est remarquable. Une relation entre les différentes variétés de graphite est notable.

Les observations effectuées lors des campagnes de terrains et celles reposant sur les colonnes stratigraphiques révèlent une zonalité stratigraphique des unités minéralisées. On remarque que les niveaux quartzo-feldspathiques contenant le graphite macrocristallin (spéculaire) sont situés stratigraphiquement sous les niveaux de méta-mudstone à graphite microcristallin. Cette zonalité ne s'observe que dans la région du lac Guéret où l'on note tous les types de minéralisation (figure 2.5).

Ce phénomène démontre qu'il n'y a pas de lien entre l'épaisseur de l'unité du graphite macrocristallin et l'épaisseur de l'unité du graphite microcristallin. En effet, une forte puissance de schiste quartzo-feldspathique à graphite (graphite spéculaire) n'est pas nécessairement gage d'une forte puissance de méta-mudstone à graphite (graphite amorphe).

2.6.1 Stratigraphie des types de minéralisation

Les différents types de minéralisation sont dans différents types de roches hôtes appartenant à la Formation de Menihek. La position stratigraphique de ces lithologies hôtes est tout aussi différente que leur nature.

Le schiste quartzo-feldspathique est à la base de la Formation de Menihek et le méta-mudstone graphiteux est situé au-dessus. Ce phénomène ne s'observe que lorsque les deux types de minéralisation sont présents et est facilement remarquable à l'aide de la série de colonnes stratigraphique locale (figure 2.13).

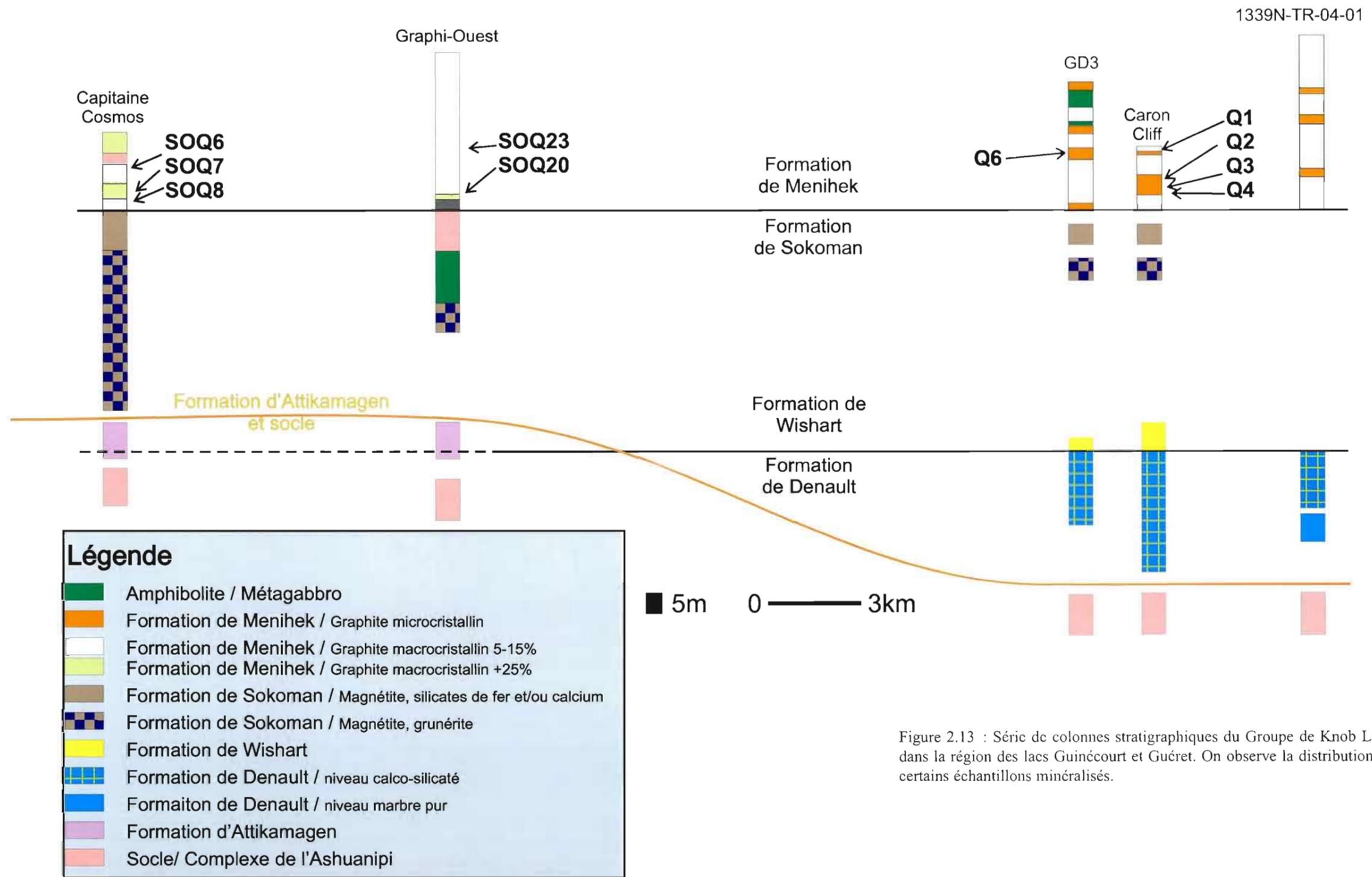


Figure 2.13 : Série de colonnes stratigraphiques du Groupe de Knob Lake dans la région des lacs Guincourt et Guéret. On observe la distribution de certains échantillons minéralisés.

CHAPITRE III

MINÉRALOGIE

Le graphite étant un minéral industriel, il n'y a pas que la quantité et la teneur qui comptent pour ce type de gisement. La compétition dans le monde des minéraux industriels exige que la qualité du produit récupéré soit le critère qui prime sur tout autre critère. La qualité métallurgique d'un produit peut être attribuable au taux de récupération, aux différents éléments délétères et à ces propriétés minéralogiques. Les propriétés minéralogiques qui sont utilisées dans le cas présent sont le type de minerai i.e. : macrocristallin, microcristallin. Chaque type de minerai possède des proportions différentes en plus d'un hôte particulier.

Il est bon de comprendre que chacun des ces types, une fois traité, possède une valeur monétaire différente (tableau 3.1) selon le contenu en carbone du produit et la taille des paillettes associées au produit.

Donc, à l'aide de ce tableau des différents produits et des prix rattachés à ces produits, on observe que plus la concentration en carbone d'un produit est élevée, plus il se transige à haut prix. On remarque aussi que plus les paillettes de graphite ont une grande taille, plus le prix est élevé. Toutefois, le prix associé au produit ayant un pourcentage de carbone de 90% et des paillettes cristallines de grandeur moyenne est inférieur au prix des paillettes cristallines de grandeur fine. Ce phénomène peut être expliqué par la quantité considérable de ce produit sur le marché et par les nombreux producteurs.

Tableau 3.1 : Prix des différents produits de graphite naturel en février 2005. Les prix représentent une moyenne. Source : Industrial Minerals, February 2005.

Produit (graphite)	Pourcentage Carbone (% C)	Taille (mm)	Prix par tonne (\$US)
Cristallin moyen	85-87	[0,149; 0,177]	630-810
Cristallin fin	90	<0,149	525-715
Cristallin moyen	90	[0,149; 0,177]	370-410
Cristallin grand	90	>0,177	800-1100
Cristallin fin	94-97	<0,149	710-820
Cristallin moyen	94-97	[0,149; 0,177]	650-840
Cristallin grand	94-97	>0,177	900-1150

En résumé, plus les paillettes sont grandes et le pourcentage de carbone élevé, plus le produit est profitable au producteur. Donc, la qualité d'un produit graphiteux est intimement liée à la granulométrie des paillettes et à sa qualité géochimique.

Dans le contexte de cette étude, la qualité minéralurgique du minerai est mise de l'avant par l'étude pétrographique du minerai contenu dans la Formation de Menihek. Cette étude pétrographique permet de répondre à la question suivante : est-ce du bon graphite pour le marché mondial? L'observation en lames minces des différents types de graphite et des différents hôtes de la minéralisation sont les deux éléments qui permettent de trouver la réponse.

Trois différents types de graphite sont observables dans la région des lacs Guinécourt et Guéret; le graphite macrocristallin (spéculaire), le graphite microcristallin (amorphe) et le graphite en veine. Ces trois différentes minéralisations se trouvent dans deux lithologies distinctes : une unité quartzo-feldspathique gréseuse et une unité de méta-mudstone.

3.1 Type de minéralisation - Graphite macrocristallin

Le graphite macrocristallin est le type de graphite rencontré tant dans la région des lacs Guinécourt que Guéret. Ce type de graphite spéculaire est caractérisé par des paillettes ayant une taille moyenne égale ou supérieure à 500µm. Ce type de graphite expose plusieurs caractéristiques morphologiques importantes. Les cristaux de graphite observés sont automorphes et ont une longueur variant de 200µm à 2mm. De plus, les différents tests de diffraction aux rayons X (XRD) et au microscope électronique à balayage (MEB) infirment la présence d'éléments délétères microscopiques dans les cristaux de graphite. L'hôte de cette minéralisation est un schiste quartzo-feldspathique.

Ce schiste quartzo-feldspathique montre une texture variant de granoblastique à lépidoblastique (figure 3.1 et figure 3.2). Il contient une grande diversité de minéraux (tableau 3.2). Les minéraux ont une granulométrie variant de fine à moyenne. On observe un phénomène de météorisation superficielle des affleurements.

Tableau 3.2 : minéralogie du schiste contenant le graphite spéculaire selon les observations faites au microscope polarisant via lumière réfléchie ou transmise

Minéraux	Pourcentage (%)
Quartz	30-40
Feldspath	10-20
Graphite	5-25
Biotite	5-15
Pyrite	5-15
Pyrrhotite	5-20
Grenat	0-10
Chalcopyrite	trace-2
Molybdénite	trace
Sphalérite	trace
Muscovite	trace
Hornblende	0-2
Pyroxène	0-2
Diopside	0-3



Figures 3.1 et 3.2 : Schiste quartzo-feldspathique à graphite spéculaire.

Les deux photos exposent la texture grano-lépidoblastique.

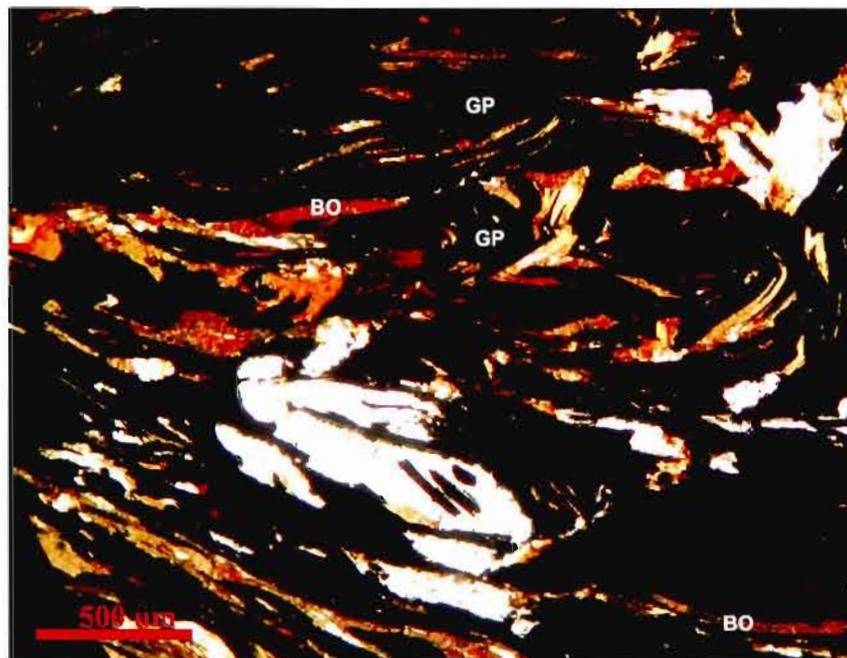
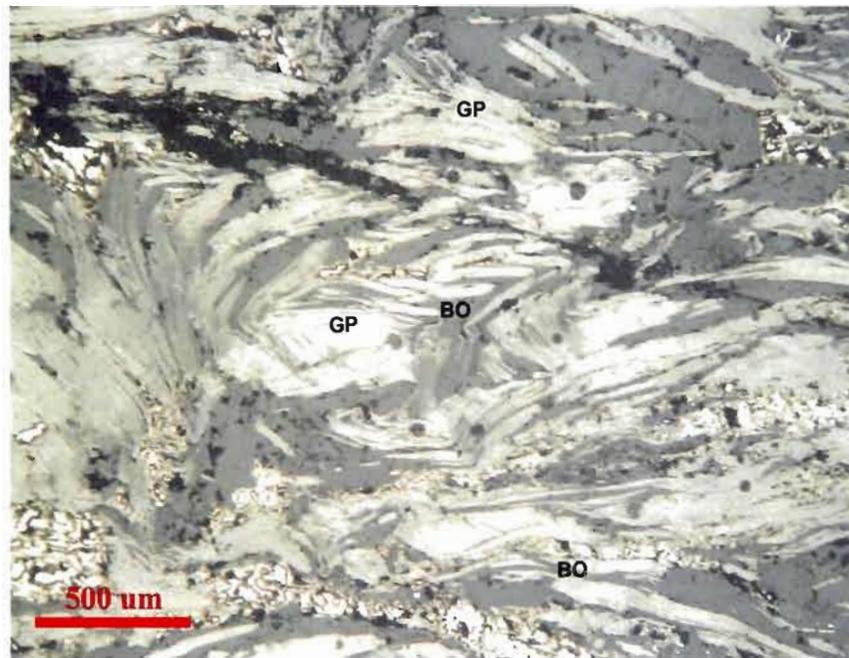
Cette texture grano-lépidoblastique est facilement observable en microscopie. En effet, on remarque que les " yeux " de quartz ainsi que les blastes de grenat sont compris dans la schistosité et les différents minéraux planaires tels que la biotite et le graphite contournent ces obstacles (figure 3.3). La biotite et le graphite sont les principaux éléments responsables de la schistosité.

Cette unité passe par tous les niveaux de paragneiss à biotite et grenat, à un schiste quartzo-feldspathique à graphite. Plusieurs sous-unités ont été répertoriées dans la région du lac Guinécourt (Rioux, G. et al. 2003, GM 60464; et Roy, I. 2004, GM 60839). Ces sous-unités montrent des caractéristiques similaires sans toutefois dévoiler la présence de graphite. Il est possible de faire erreur lors du classement de ces différentes lithologies. Celles qui ne contiennent pas de graphite pourraient, par des caractéristiques similaires, être définies comme faisant partie de la Formation d'Attikamagen. Toutefois, leur position stratigraphique et la présence de graphite permettent de les ranger dans le Menihek.



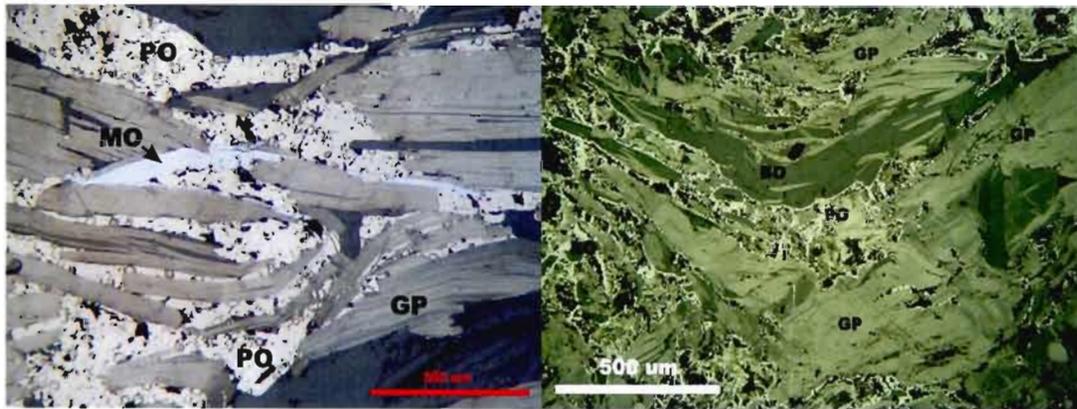
Figure 3.3 : Texture granoblastique à l'échelle microscopique. On remarque bien les blastes de quartz (QZ). SOQ19 Lumière transmise 5x.

La biotite et le graphite sont enchevêtrés (figures 3.4 et 3.5) et cet enchevêtrement est un des problèmes majeurs lors du traitement du minerai. Le graphite et la biotite restent intimement liés et ce phénomène réduit la qualité du concentré. Ces observations sont notées tant sur la propriété des lacs Guinécourt et Guéret que sur la propriété de Mart Lake au Labrador (Pike, C., Dumaresque, C., Geological Assessment Report, 1990+, Mart Mining and Exploration Ltd. A.R numbers : 23B/0164, 23B/14/0160, 23B/14/0157, 23B/14/0158, LAB/0951).



Figures 3.4 et 3.5 : Relation d'interfoliation entre le graphite et la biotite. Sur ces photos on remarque que le graphite et la biotite sont plissés de la même manière. SOQ7, lumière réfléchie et transmise 5x.

Le graphite contient ou est en contact avec de la pyrrhotite, et/ou de la pyrite, et/ou de la chalcopryrite et/ou de la molybdénite. Les sulfures se logent dans les interstices créés entre les paillettes de graphite et/ou à proximité du graphite (figures 3.6 et 3.7) et sont xénomorphes. On dénote une altération de la pyrrhotite en marcassite au niveau des fissures et aux contacts externes des minéraux (figure 3.8).



Figures 3.6 : et 3.7 : Relation entre les sulfures et le graphite. 3.6 : SOQ1, lumière réfléchie 10x, 3.7 : SOQ28, lumière réfléchie 5x.

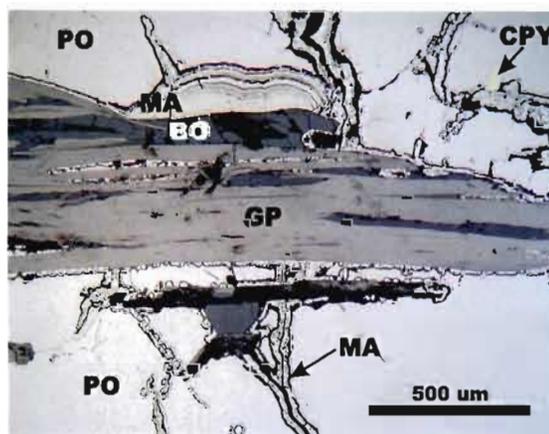


Figure 3.8 : altération de la pyrrhotite en marcassite. SOQ12, lumière réfléchie 5x.

3.2 Type de minéralisation - Graphite microcristallin

Le graphite microcristallin est présent uniquement au nord de la propriété du lac Guéret. Ce type de graphite est caractérisé par des paillettes ayant une longueur moyenne de 10µm à 50µm. Les caractéristiques morphologiques du graphite microcristallin sont similaires au graphite macrocristallin, la différence la plus remarquable étant la longueur des paillettes. Encore une fois, au plan des résultats chimiques (XRD, MEB), ce type de graphite ne contient pas à proprement dit d'éléments délétères dans ses paillettes. L'hôte de ce type de minéralisation est un méta-mudstone graphiteux.

Le méta-mudstone graphiteux présente une texture " compacte " voire aphanitique (figures 3.9 et 3.10). On observe une stratification dans cette lithologie. Au niveau minéralogique, cette unité est homogène et la variété de minéraux diminue drastiquement comparativement au schiste quartzo-feldspathique (tableau 3.3).

Tableau 3.3 : Minéralogie moyenne des méta-mudstones selon les observations faites au microscope polarisant via lumière réfléchie ou transmise.

Minéraux	Pourcentage (%)
Quartz	60-70
Graphite	25-40
Pyrite	1-5
Pyrrhotite	1-5
Molybdénite	1
Chalcopyrite	0-1
Biotite	0-5
Feldspath	0-5
Amphibole	0-2
Pyroxène	0-2
Sphalérite	0-1



Figures 3.9 et 3.10 : texture " compacte " du méta-mudstone graphiteux

Le quartz est le principal minéral de cette unité. Il contient le graphite. La minéralisation ainsi que tous les autres minéraux sont prisonniers d'une pâte de quartz. Malgré la compacité de cette unité, on peut observer en microscopie que l'alignement du graphite crée une micro schistosité (figure 3.11). Cette dernière est imperceptible à l'échelle de l'affleurement. On remarque toutefois certaines stratifications dans des zones bien exposées (figure 3.12) qui pourraient du même coup révéler la schistosité.

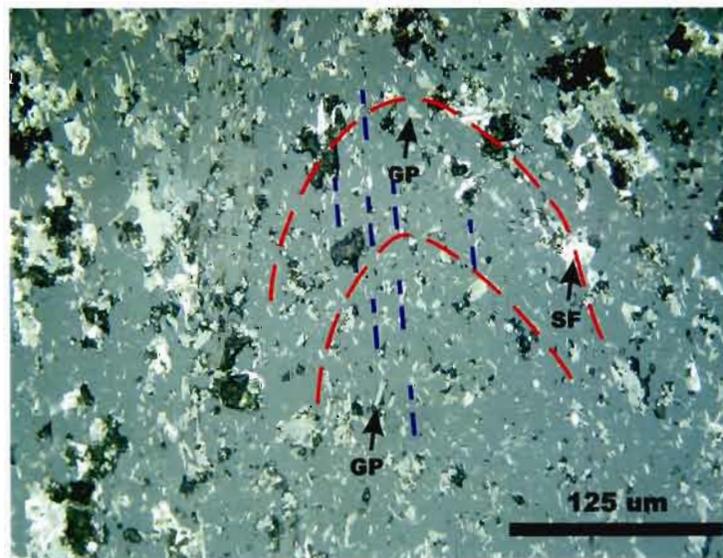


Figure 3.11 : Graphite microcristallin dans lequel on perçoit une micro schistosité (bleu), un micro plissement (rouge). Q3, lumière réfléchie 5x.

Ces stratifications sont apparentes dans les zones où l'on retrouve des veines de graphite qui entrecouper la lithologie. Ces veines entourent les blocs de méta-mudstone où l'on observe les stratifications. Cette combinaison de veines autour des " blocs " donne une structure brèche à la roche.



Figure 3.12 : " Stratifications " du méta-mudstone, échelle 15cm, secteur lac Guéret.

Outre le quartz qui englobe les autres minéraux, les relations entre ceux-ci sont semblables à ce que l'on observe pour la minéralisation macrocristalline. Le graphite est étroitement lié avec les différents sulfures lorsque ceux-ci sont présents (figures 3.13, 3.14 et 3.15). On remarque que ces sulfures sont en contact direct ou à proximité du graphite microcristallin, que parfois ceux-ci peuvent l'inclure et que l'inverse est aussi possible. Ces relations entre le graphite et les sulfures ont tendance à se produire près des micro-veines de graphite (figure 3.16).

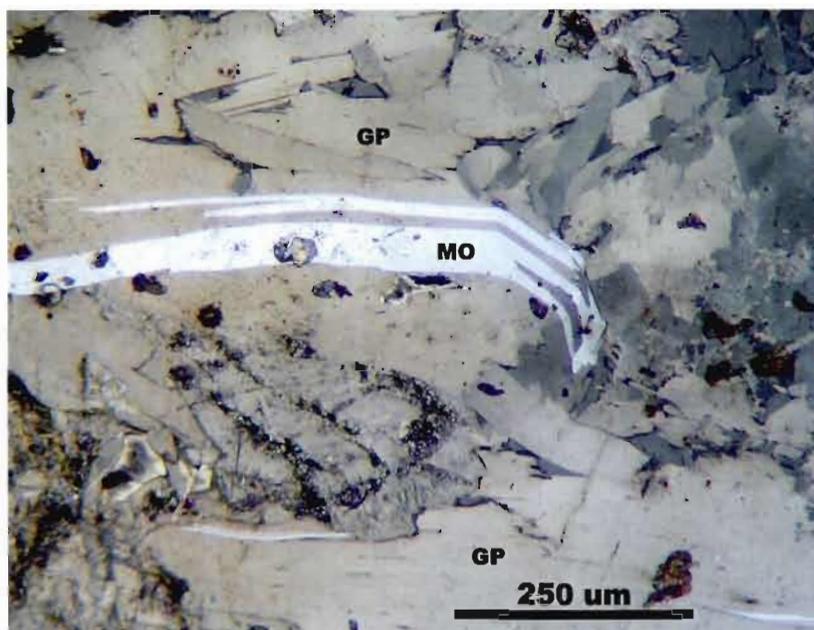


Figure 3.13 : Relation entre les sulfures et le graphite. On observe la molybdénite coincée à l'intérieur du graphite. Q4, lumière réfléchie 10x.

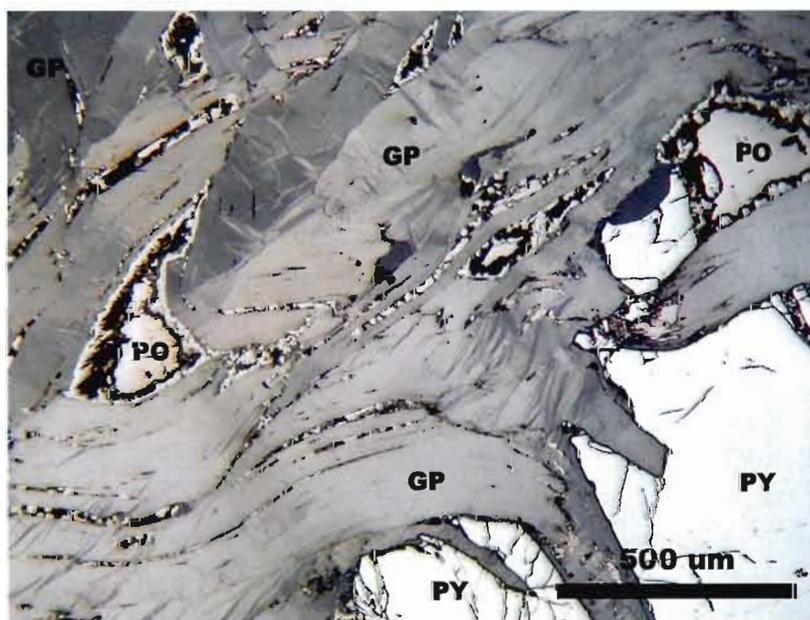


Figure 3.14 : Relation entre les sulfures et le graphite. La pyrrhotite est piégée à l'intérieur du graphite (entre les paillettes). La pyrite est en contact avec le graphite Q8, lumière réfléchie 5x.

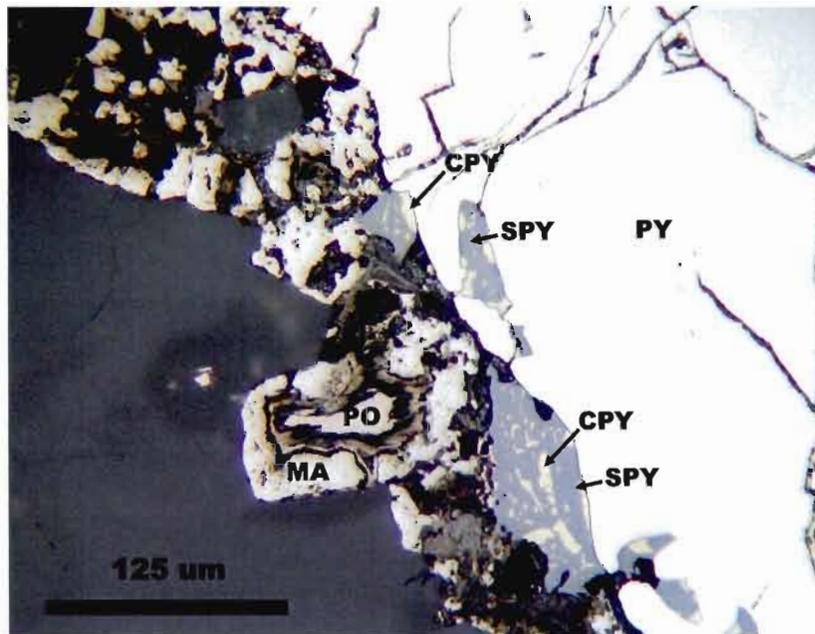


Figure 3.15 : Observation des différents types de sulfures présents dans la lithologie contenant du graphite microcristallin. Q8, lumière réfléchie 20x.

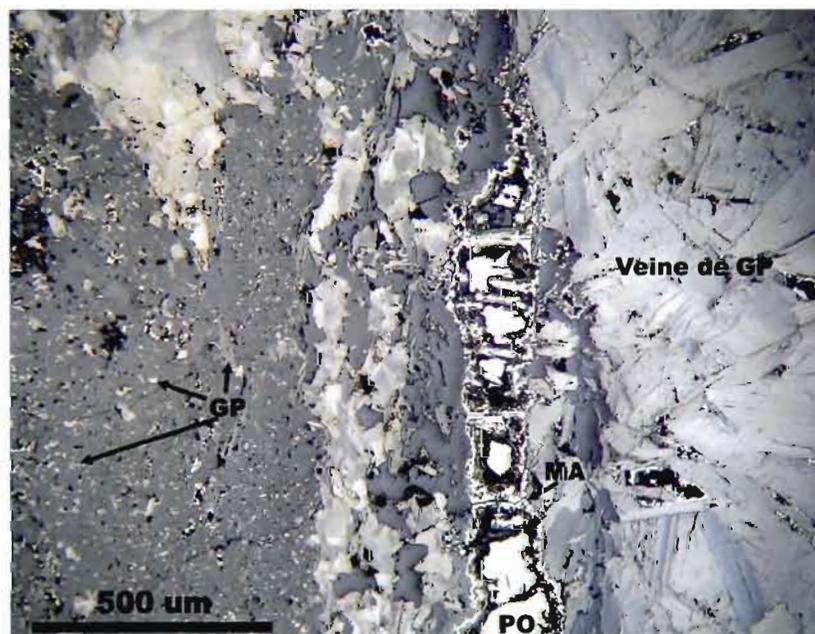


Figure 3.16 : Veine de graphite macrocristallin dans le méta-mudstone graphiteux. Q8, lumière réfléchie 5x.

3.3 Type de minéralisation - Graphite en veine

Le graphite en veine se trouve dans la même unité que le graphite microcristallin. Ce type de minéralisation montre des paillettes de diverses grandeurs. On observe en microscopie des cristaux de plus de 50µm et, sur le terrain, ces cristaux peuvent atteindre jusqu'à 3cm en certaines occasions. Les veines et micro-veines observées atteignent des largeurs de 50µm à 3cm et parfois plus (maximum 10cm) lorsqu'il y a un remplissage de sulfure au centre. Tout comme les précédents types de minéralisation, il n'y a pas d'élément délétère détecté à l'aide des différents outils d'analyse.

Les veines et micro-veines observées, tant à l'œil nu qu'au microscope, montrent que les paillettes de graphite ont un alignement quasi-perpendiculaire à la direction de la veine ou de l'ouverture (figure 3.17). C'est un phénomène de remplissage (crack and seal). Les veines grossières se trouvent en quelques zones et les micro-veines sont observables sur l'ensemble du méta-mudstone graphiteux. Ces veines n'ont pas de direction préférentielle.

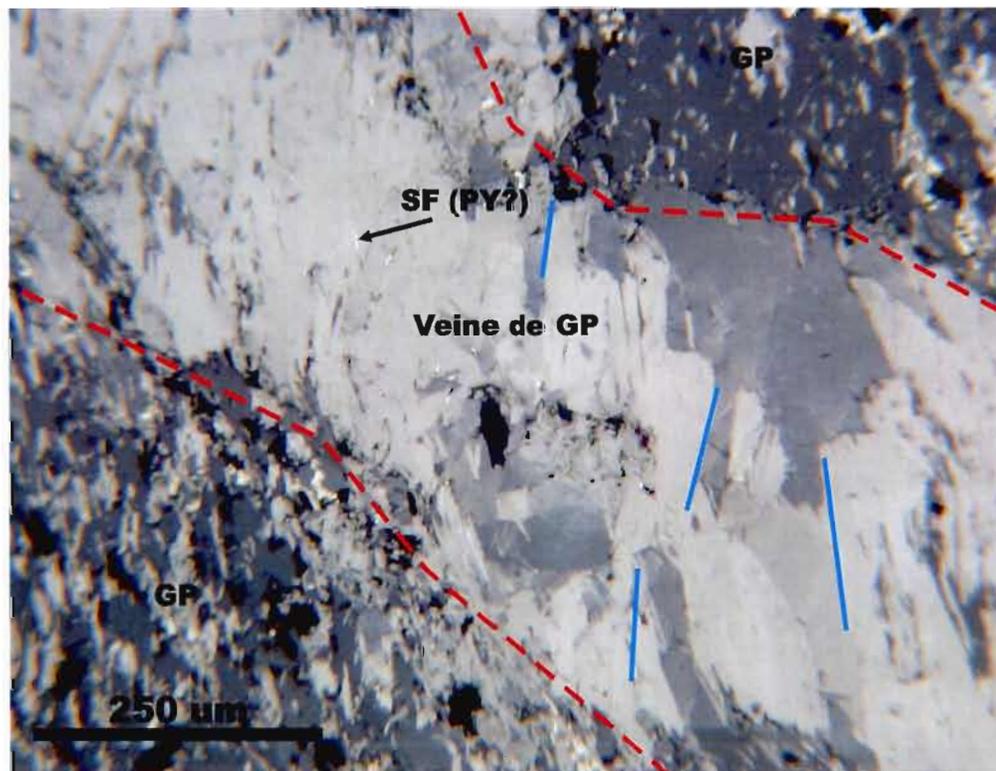


Figure 3.17 : Orientation des paillettes de graphite dans une veine de graphite. En rouge, direction de la veine; en bleu, direction de quelques paillettes. Q6, lumière réfléchie, 10x

Les principaux minéraux observés dans les veines, outre le graphite, sont la pyrite et la pyrrhotite. Les sulfures sont habituellement situés au centre des veines grossières et en périphérie ou à l'intérieur des micro-veines (figures 3.16 et 3.18).



Figure 3.18 : Veine de graphite avec un remplissage de pyrite au centre, secteur lac Guéret.

CHAPITRE IV

GÉOCHIMIE

L'objectif principal de cette étude étant d'identifier le meilleur graphite, la géochimie, dans ce contexte, sert plutôt de calibrage minéralurgique de la minéralisation. Le type de données recueillies et analysées permet une comparaison avec d'autres sites en production ou en attente de production. Ces données mettent en valeur le minerai. Elles restent toutefois incomplètes dans une perspective de géochimie pour reconnaître la nature des roches.

Du point de vue minéralurgique, il est intéressant d'évaluer le pourcentage de carbone graphitique dans les échantillons de roches entières mais aussi dans les échantillons de concentrés. Cela permet une évaluation primaire du comportement du graphite lors du traitement. De plus, il est important de reconnaître les éléments délétères qui pourraient diminuer la qualité du concentré et d'en connaître la source.

Il est difficile d'obtenir les données géochimiques des compagnies qui exploitent le graphite. Le milieu étant extrêmement compétitif, ces dites compagnies sont plutôt protectionnistes et gardent le secret concernant les éléments délétères ainsi que leur procédé de traitement. Les données divulguées sont d'ordre très général et ne permettent pas une comparaison directe entre les diverses sources mondiales. De même, la littérature concernant le graphite ou bien le carbone ne traite pas vraiment de ce sujet, mis à part la revue " Industrial Minerals ".

Ainsi, les informations recueillies pour cette étude seront traitées entre elles et la comparaison s'effectuera entre les différents types de graphite, c'est-à-dire spéculaire, microcristallin et en veines, et entre les échantillons bruts et les concentrés.

4.1 Méthodologie analytique

La sélection des échantillons a été faite en fonction des résultats obtenus lors de la campagne de rainurage de SOQUEM et de Quinto Technology. L'accessibilité des tranchées constituait un autre facteur à prendre en compte. En effet, certaines tranchées étaient soit inondées, soit ensevelies suite à des éboulements. Tous les niveaux accessibles contenant du graphite furent échantillonnés pour des analyses géochimiques. Deux échantillons par site furent prélevés. Un premier échantillon permettait de recueillir les informations à propos de la roche entière tandis que le deuxième permettait de recueillir les informations à propos du concentré de graphite.

Les échantillons bruts étaient analysés en premier lieu pour déterminer leur contenu en métaux, en éléments majeurs et en carbone graphitique. Le jumeau de l'échantillon était traité par flottation. Pour obtenir un concentré de graphite et récupérer les résidus, on débutait le traitement du minerai par un broyage grossier de l'échantillon. Puis on pulvérisait la phase broyée, à une granulométrie inférieure à 2 centimètres. On triait le produit de la pulvérisation dans une colonne de tamisage (2cm, 1cm, 500um, 250um). On faisait flotter les particules recueillies dans une solution d'eau distillée et d'essence minérale. Le graphite flottant à la surface était amassé puis séché pour en faire un concentré. Les résidus étaient aussi récupérés et séchés.

Des analyses de pourcentage de carbone graphitique ainsi que des analyses de cendres étaient effectuées sur les concentrés et les résidus. Les analyses de carbone graphitique étaient faites en vue d'établir le contenu en graphite. Les analyses de cendres étaient réalisées pour déterminer les éléments majeurs et les métaux restant après la combustion à 900°C.

4.2 Localisation des échantillons

Les échantillons recueillis couvrent l'ensemble des sites contenant du graphite dans la région des lacs Guénécourt et Guéret. La carte suivante (figure 4.1) montre la localisation de chaque emplacement et le tableau 4.1 résume la position de ces emplacements.

Tableau 4.1 : Localisation de tous les échantillons prélevés pour les divers tests.

Échantillon	Coordonnée X (NAD83, zone19)	Coordonnée Y (NAD83, zone 19)	Région
SOQ1	497690	5645640	Lac Guénécourt
SOQ6	481135	5654392	Lac Guénécourt
SOQ7	481128	5654374	Lac Guénécourt
SOQ8	481116	5654357	Lac Guénécourt
SOQ12	481674	5648248	Lac Guénécourt
SOQ14	481740	5648241	Lac Guénécourt
SOQ15	481746	5648241	Lac Guénécourt
SOQ17	481665	5648256	Lac Guénécourt
SOQ18	481666	5648257	Lac Guénécourt
SOQ20	489883	5643797	Lac Guénécourt
SOQ23	489050	5645011	Lac Guénécourt
SOQ27	498450	5644933	Lac Guénécourt
SOQ28	498451	5644941	Lac Guénécourt
SOQ30	497851	5645690	Lac Guénécourt
SOQ31	497850	5645697	Lac Guénécourt
AOQ34	497808	5645675	Lac Guénécourt
Q1	495239	5664196	Lac Guéret
Q2	495230	5664206	Lac Guéret
Q3	495782	5665024	Lac Guéret
Q4	495647	5664566	Lac Guéret
Q6	495675	5663537	Lac Guéret
Q8	495565	5663505	Lac Guéret
Q9	495564	5663586	Lac Guéret
Q12	495493	5663406	Lac Guéret
Q14	495611	5663428	Lac Guéret
Q15	495611	5663428	Lac Guéret

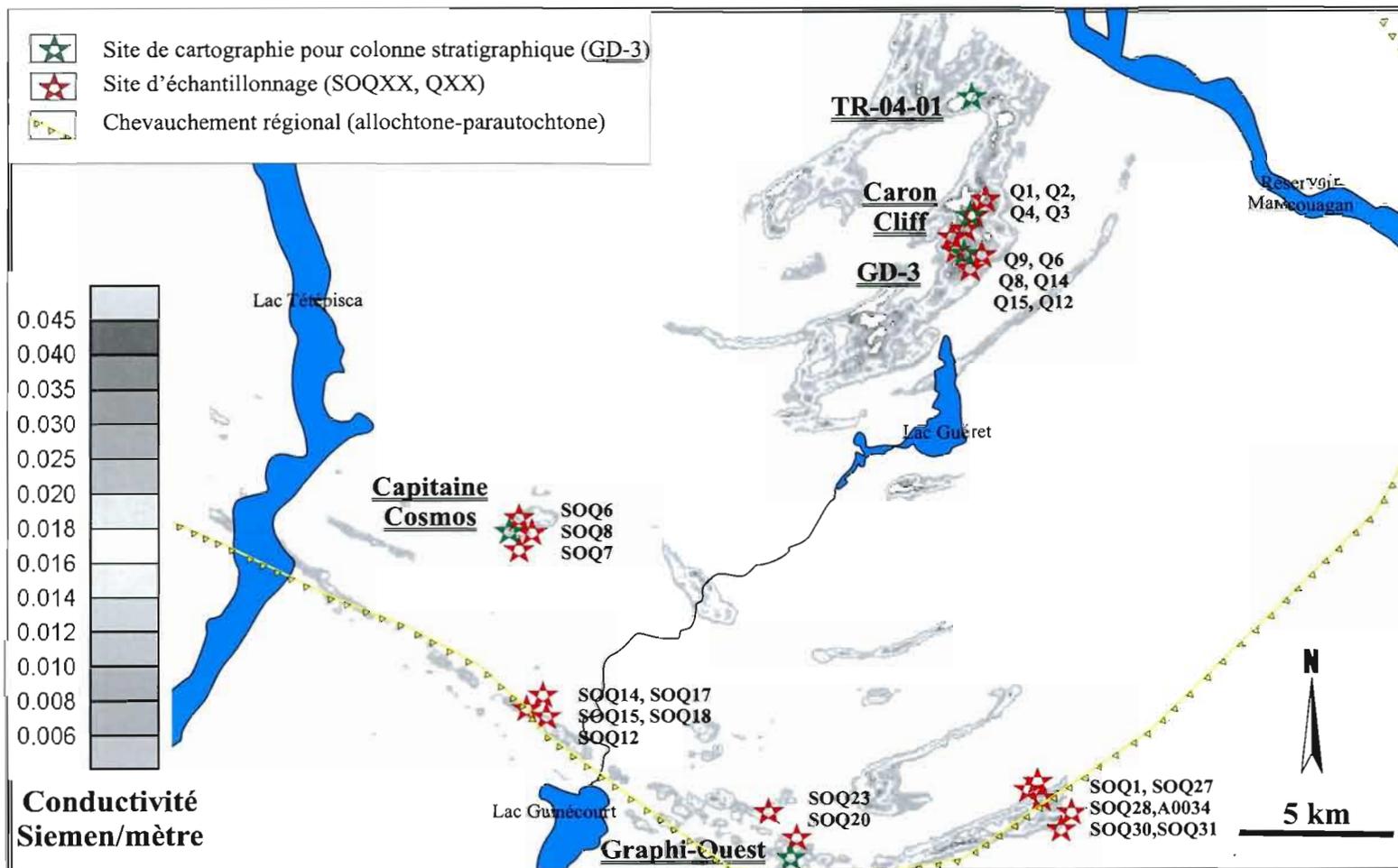


Figure 4.1 : Carte de la conductivité et localisation des échantillons de graphite (données: SOQUEM Inc.)

La majorité des échantillons contenus dans le tableau 4.1 ont été soumis au cycle complet des analyses. Ce cycle comprend des analyses de géochimie pour métaux, pour éléments majeurs, mineurs, pour les éléments traces, des analyses de carbone graphitique tant sur l'échantillon brut que l'échantillon concentré et des analyses de cendres sur les concentrés et les résidus de concentrés.

Toutefois, il est important de remarquer que les étapes de concentration du minerai sont un procédé non-industriel. Celui-ci ne permet pas d'obtenir des résultats optimaux, tels ceux qu'on obtiendrait dans un laboratoire où tout est contrôlé et où l'on trouve tout le matériel nécessaire à la confection de concentré. Le procédé utilisé donne donc des résultats semi-quantitatifs.

4.3 Pourcentage de carbone graphitique (Cg)

Le pourcentage de carbone graphitique est un élément essentiel de la description minéralurgique des échantillons. Il permet de comprendre quelle portion de l'analyse de carbone total provient du graphite. Il faut noter que l'analyse de carbone total comprend tant le carbone associé au graphite que le carbone associé aux carbonates. On peut alors quantifier le graphite dans les divers niveaux minéralisés. La majorité des échantillons, tant les matériaux bruts que les concentrés et les résidus, ont été analysés pour leur contenu en graphite.

4.3.1 Matériau brut

Les teneurs en carbone graphitique de ces analyses sont très étalées. Tout d'abord si l'on observe la quantité de carbone graphitique dans des échantillons de matériau brut i.e. : la roche initiale, on constate que le spectre de ces résultats s'étend de 2,15% Cg à 43,96% Cg (figure 4.2).

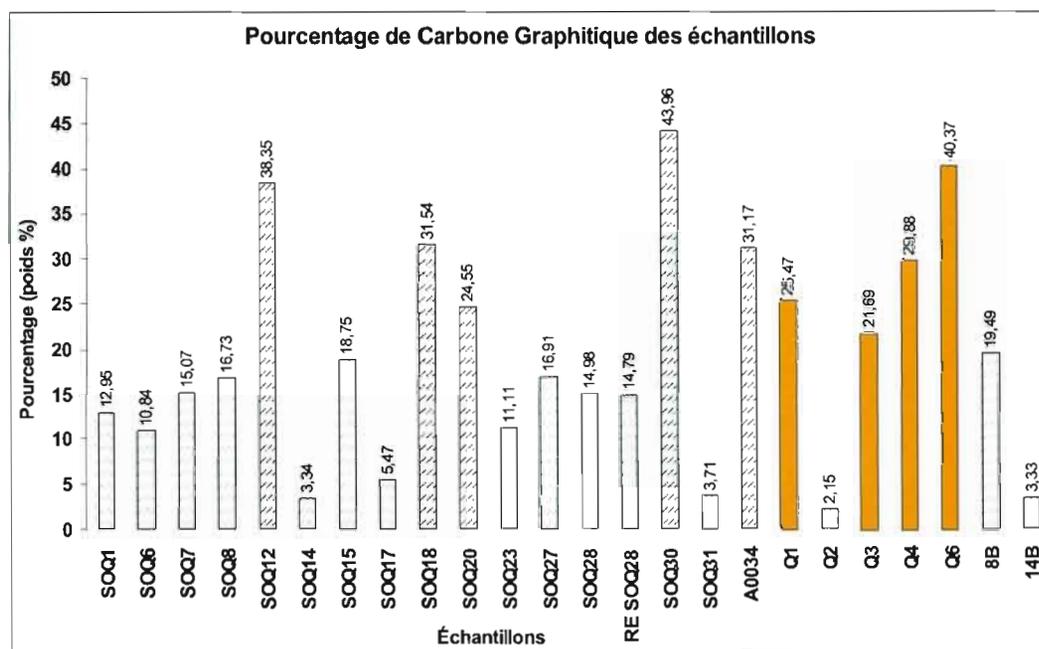


Figure 4.2 : Les échantillons 8B et 14 B sont des reprises de SOQ8 et SOQ14.

Code de couleur : orange : graphite amorphe, blanc hachuré : graphite spéculaire.

Rappelons que le graphite spéculaire est contenu dans un schiste à quartz+graphite±biotite ±grenat±sulfures et que le graphite amorphe est contenu dans une unité de méta-mudstone graphiteux. Ce dernier contient aussi une quantité considérable de micro-veines et de veines de graphite.

Si l'on compare les différents types de minéralisation entre eux, on remarque que tant les minerais de graphite macrocristallin (spéculaire) que les minerais de graphite microcristallin (massif) montrent une teneur variable en graphite. Il ne semble pas y avoir un type minéralisation plus riche que l'autre. Les résultats du pourcentage de carbone graphitique donne une ordre de grandeur de la quantité mais pas nécessairement une direction vers le meilleur graphite.

L'évaluation du pourcentage de carbone graphitique dans les veines reste difficile. L'extraction exclusive du matériel filonien est ardue, voire impossible, sans en affecter la qualité et la

concentration. De plus, les veines se trouvent déjà dans un matériel graphiteux, qui peut influencer la concentration en carbone graphitique. L'effet inverse peut également se faire ressentir. Les micro-veines de graphite sont incluses dans le méta-mudstone et augmentent localement la concentration de carbone graphitique tel un effet de pépite.

4.3.2 Concentrés de minerai

L'analyse de carbone graphitique sur les concentrés de minerai montre encore une fois un large éventail de résultats. Suite au traitement de concentration par flottation, les valeurs en carbone graphitique se situent entre 51% et 80% (figure 4.3).

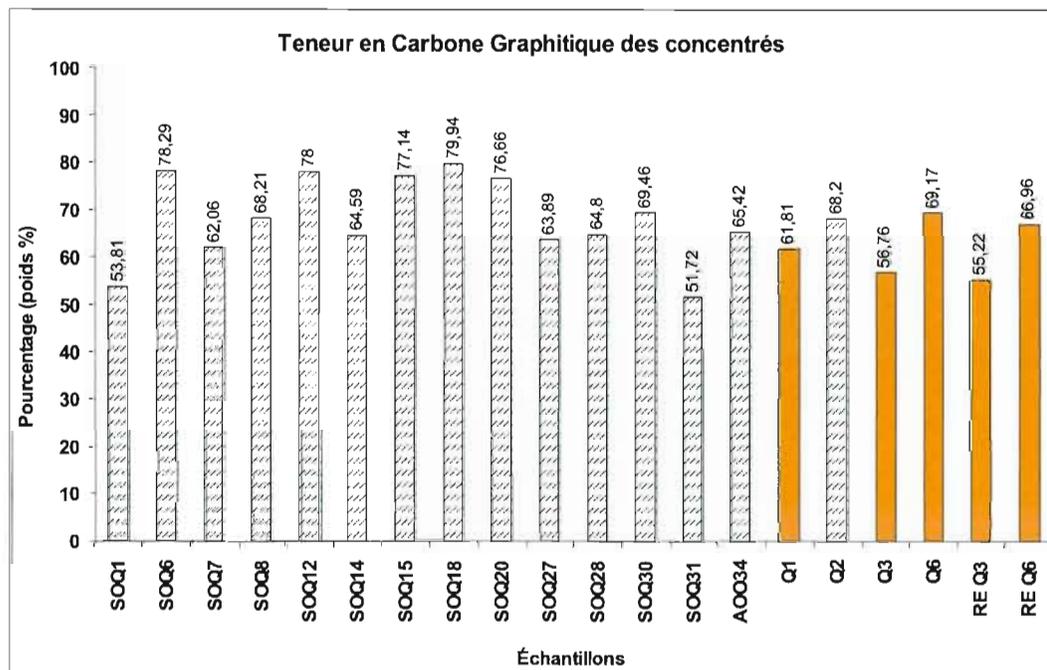


Figure 4.3 : Les échantillons RE Q3 et RE Q6 sont des reprises de Q3 et Q6.
Code de couleur : orange : graphite massif; blanc hachuré : graphite spéculaire

Ce qui est remarquable entre les différents échantillons, c'est la teneur initiale de carbone graphitique et la teneur finale de carbone graphitique obtenue après le traitement de concentration. On observe que les échantillons de graphite macrocristallin-spéculaire qui ont à l'origine une teneur en graphite de 2% à 40% donnent, après traitement, une teneur élevée, 50% à 80%. Cette teneur élevée démontre jusqu'à quel point il est possible de récupérer la totalité du graphite spéculaire. Il est à noter que la matrice dans laquelle on trouve le graphite spéculaire va de granoblastique à lépidoblastique. La libération des feuillets est plus facile pour ce type de graphite. Le broyage est plus efficace et est facilité par la texture des minéraux. Avec un traitement plus rigoureux, dans des conditions industrielles, ce pourcentage peut augmenter. Une meilleure récupération peut signifier une plus grande diversité de produits graphiteux.

D'un autre côté, le graphite microcristallin-amorphe possède à l'origine une forte teneur en carbone graphitique de 20% à 40%. On obtient après traitement des concentrations de 60% à 70% comparables aux échantillons de graphite spéculaire. Par contre, il est plus difficile d'obtenir un concentré à très haute teneur avec le graphite microcristallin. La récupération est moins efficace que pour le graphite spéculaire. Il est à noter que la matrice du graphite amorphe est une pâte silicatée (quartz-feldspath) massive. L'effet concentrateur est différent pour le graphite spéculaire et le graphite microcristallin. L'atteinte de la teneur la plus élevée est plus facile avec le graphite spéculaire que le graphite amorphe (figure 4.4).

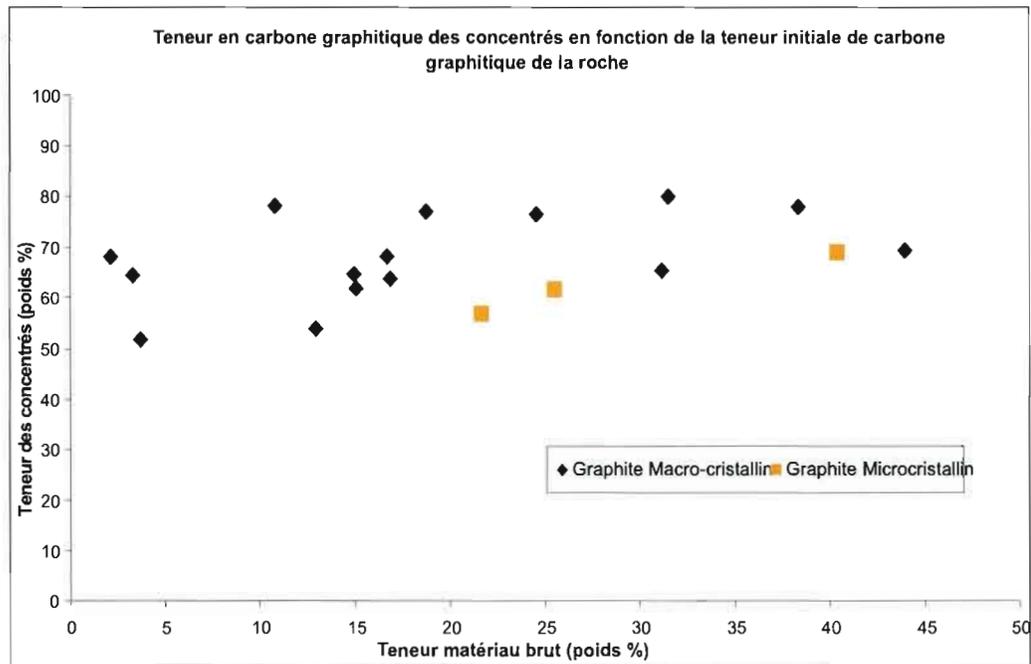


Figure 4.4 : Mesure de l'efficacité du procédé de concentration du minerais semi-quantitatif.

4.4 Éléments délétères

La qualité minéralurgique d'un gîte de graphite peut être aussi évaluée par la reconnaissance des éléments délétères. Ceux-ci peuvent avoir un effet néfaste sur la qualité d'un produit graphiteux. Pour détecter ces éléments, on utilise la méthode d'analyse des cendres selon le code ASTM C561-91 (Standard Test Method for Ash in a Graphite sample). Ce test permet de vérifier la présence des éléments restant dans le concentré après combustion. Si, par hypothèse, le concentré était constitué de 100% graphite, le test de cendres ne laisserait voir que du carbone dans les résidus de combustion.

Il est aussi possible de suivre la migration des éléments délétères à l'aide de ce test. En effectuant des tests d'éléments majeurs et des métaux sur le matériel brut ainsi que sur les cendres des concentrés et des résidus de concentration, on peut observer la migration possible de ces éléments. On entend par migration, la tendance d'un élément à converger soit vers le résidu, soit vers le concentré à la suite du traitement par flottation du matériel brut i.e., le minerai. Puis, on utilise l'observation des lames minces pour comprendre quels sont les minéraux porteurs de ces éléments.

Cette section traitera seulement de la comparaison entre le matériel initial i.e. : la roche, et le matériel extrait du traitement i.e. : le concentré de flottation et le résidu de flottation. Il est important de noter que le procédé de flottation est effectué dans un laboratoire sans cellule de flottation. Ce traitement est qualifié de " maison " i.e. : non industriel. Il donne une certaine idée de ce que peut produire un procédé dit industriel.

4.4.1 Éléments majeurs

L'observation des résultats d'analyses géochimiques faite sur le minerai, le concentré et le résidu de graphite montre des patrons d'éléments majeurs semblables (figure 4.5). On remarque que les plus hautes teneurs de ces éléments sont en général associées aux échantillons de résidus de traitements. On observe aussi, pour certains éléments, que les données géochimiques du minerai surpassent les données des résidus par une faible marge.

Ce phénomène peut indiquer une perte lors du traitement. Certains minéraux ont tendance à se dissoudre en milieu aqueux et peuvent donc diminuer la concentration d'un élément dans le résidu de flottation.

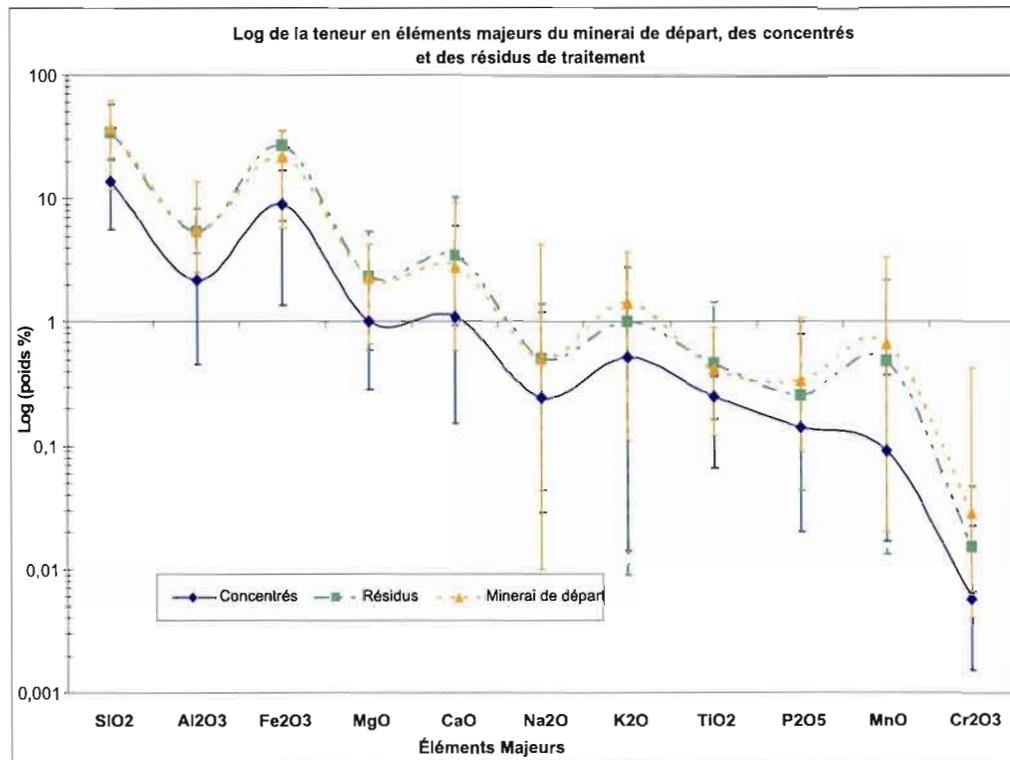


Figure 4.5 : Teneur moyenne en éléments majeurs des différents matériaux i.e. : minéral, résidu de traitement et concentré de traitement. Les différents maximums et minimums de chaque moyenne y sont présentés.

On observe que la courbe représentant les concentrés est inférieure aux courbes de données des autres matériaux. On note une prédominance de certains éléments tels que le SiO₂, le Fe₂O₃, le Al₂O₃, le MgO et le CaO. Cette prédominance peut s'expliquer par la nature des minéraux présents dans l'échantillon initial. La présence de quartz, feldspath, biotite, grenat, pyroxène et amphibole en grande concentration peut donner des résultats semblables. Tous ces minéraux ont été observés en grande proportion dans les lames minces.

4.4.2 Les métaux

Les patrons des analyses géochimiques des métaux sont similaires pour le minerai, les concentrés et les résidus de flottation. La majorité des métaux suivent la tendance initiale du minerai (figure 4.6). Il est important de remarquer que les teneurs obtenues dans les concentrés et les résidus sont plus élevées que dans le minerai de départ. Cela est causé par la concentration des minéraux métalliques par rapport à la gangue silicatée lors du traitement. Dans le minerai de départ, les métaux sont plus dilués dans la masse, tandis que dans les concentrés et résidus il y a concentration des métaux.

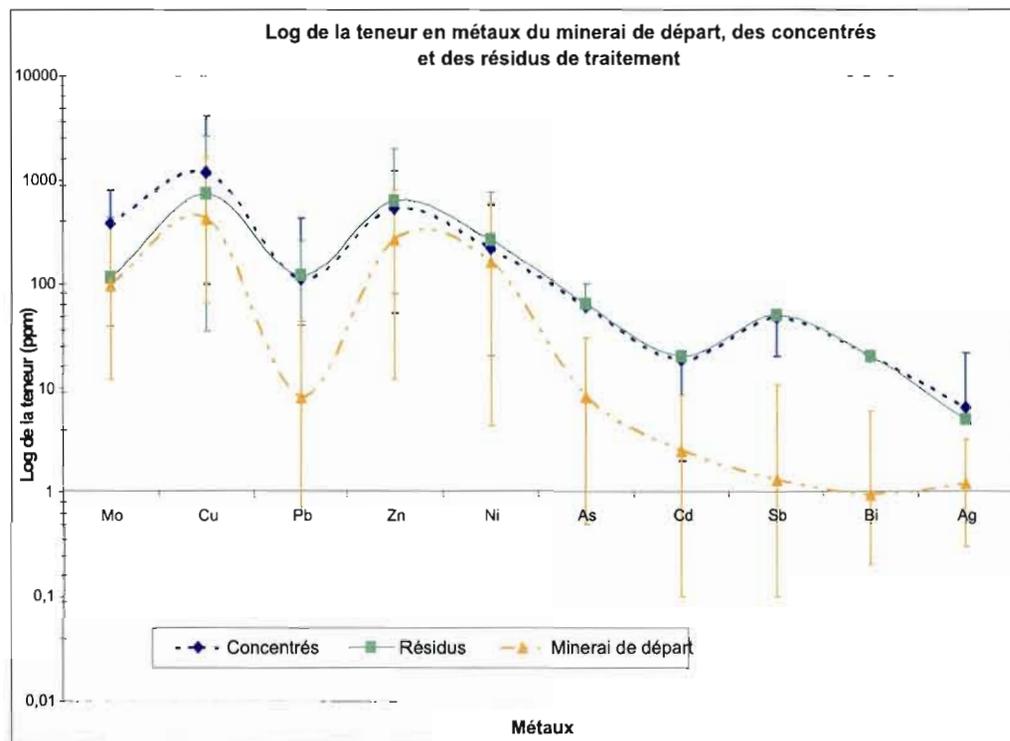


Figure 4.6 : Teneur moyenne en métaux des différents matériaux i.e. : minerai de départ, résidus de traitement et concentrés de traitement. Les différents maximums et minimums de chaque moyenne y sont présentés.

On note que les données des concentrés et surtout celles des résidus sont plus élevées que celles du minerai. On observe un enrichissement des métaux dans les résidus, exception faite du cuivre et du molybdène qui s'appauvrissent et, dans une moindre mesure, de l'argent. Il est normal d'observer ce phénomène d'enrichissement puisqu'on libère les sulfures lors du traitement de concentration du graphite. Ceux-ci se concentrent alors dans le résidu de concentré.

La quantité élevée de cuivre et de molybdène dans les concentrés de graphite pourrait être attribuable aux minéraux tels que la chalcopirite et la molybdénite qui sont associés au graphite. Ces sulfures sont piégés entre les paillettes de graphite et peuvent, hypothétiquement, y être retenus lors du traitement et ne pas se dissocier du graphite.

4.5 Vecteur de migration

Les diverses analyses effectuées sur les différents matériaux permettent la détermination d'un vecteur de migration des éléments délétères. Le vecteur de migration est en fait, un vecteur qui démontre vers quel matériau les éléments majeurs et les métaux se dirigent. Le vecteur de migration que prennent les divers éléments est important puisque ce dernier permet l'élaboration d'un procédé de traitement plus efficace. L'observation des teneurs moyennes des différents matériaux des figures 4.5 et 4.6 montrent certains vecteurs généraux.

Tout d'abord, au niveau des éléments majeurs, on remarque dans la figure 4.5 que les moyennes ont un tracé semblable. Toutefois, les teneurs moyennes des résidus sont plus élevées ou égales aux moyennes du minerai initial. Ceci montre un enrichissement des éléments dans les résidus de traitement. On remarque l'effet contraire avec les concentrés de traitement. Les valeurs sont nettement inférieures et montrent un appauvrissement de ces éléments dans le concentré. Ainsi le vecteur moyen de migration des éléments majeurs est en direction des résidus de traitement.

Lorsqu'on observe les différentes teneurs moyennes au niveau des métaux (figure 4.6), on remarque trois choses. Premièrement, les valeurs moyennes du minerai initial sont inférieures à celles des concentrés et des résidus de traitement. Ceci peut être causé par un effet de dilution. La concentration est moins élevée puisque les métaux sont associés aux éléments majeurs pour faire un tout. Deuxièmement, les teneurs moyennes des concentrés et des résidus suivent un tracé presque identique.

La troisième chose se situe au niveau des concentrations de certains métaux. Lorsqu'on observe attentivement les quantités de cuivre et de molybdène, on remarque que la concentration de ces métaux est plus élevée dans les concentrés que dans les résidus de traitement. Cette observation peut être expliquée par la présence de minéraux tels que la chalcopyrrite et la molybdénite. Ces minéraux, lorsque observés en lames minces, sont en contact avec le graphite et habituellement inclus dans le graphite. Donc, lors du traitement de flottation, le graphite peut protéger ces minéraux qui restent inclus et sont récupérés dans le procédé. La concentration est alors plus élevée pour le cuivre et le molybdène.

Le vecteur de migration pour les métaux, à l'exception du cuivre et du molybdène, est en direction des résidus de traitement. Les concentrations des éléments sont plus élevées dans les résidus que les concentrés. Les métaux se dirigent plus aisément du minerai initial aux résidus.

4.6 Pourcentage de récupération

Le traitement des données permet ultimement de connaître le pourcentage de récupération du graphite. On peut obtenir différents types de pourcentages de récupération. On peut obtenir un pourcentage en fonction du poids de graphite recueilli après la flottation en fonction de ce qui avait été recueilli au broyage. On peut aussi obtenir un pourcentage en fonction de la teneur de carbone graphitique. Ce dernier pourcentage est obtenu en comparant la teneur dans l'échantillon initial brut et le concentré.

Le pourcentage de récupération en fonction du poids ne peut être le seul pourcentage à vérifier. En fait, ce dernier est arbitraire et dépend de la quantité initiale de matériel et de son contenu en graphite. Étant donné le traitement par flottation non industriel, il est difficile de bien jauger les résultats.

On a remarqué avec les tests de cendres que les concentrés contenaient beaucoup d'impuretés. On le notait facilement à l'aide des analyses des éléments majeurs et des métaux. Donc, le poids du concentré incluait le poids de ces impuretés. Or, on ne peut tenir compte du poids puisqu'il ne s'agit pas que de graphite à 100%. Le pourcentage de récupération en fonction du poids est donc invalide dans cette situation où le procédé de traitement n'est pas à 100% efficace.

On peut utiliser le pourcentage de récupération en fonction de la teneur en carbone graphitique puisque celui-ci tient compte des impuretés relevées par le test des cendres. On calibre ce pourcentage seulement sur la teneur en graphite. On a utilisé deux séries de résultats. La première série est le résultat de l'analyse de carbone graphitique sur les échantillons bruts. La deuxième série est le résultat de l'analyse de carbone graphitique pratiquée sur les concentrés obtenus par flottation.

Les échantillons sont principalement du type graphite spéculaire, à granulométrie moyenne à grossière, et des échantillons de graphite microcristallin (graphite amorphe). Le graphite en veines n'est pas analysé individuellement puisqu'il est inclus dans la lithologie contenant le graphite amorphe.

La figure 4.7 permet de bien saisir l'ampleur des résultats obtenus en considérant les teneurs initiales et finales de carbone graphitiques. On peut observer dans ce graphique les différents taux de récupération de graphite en regard des teneurs initiales de la roche et des concentrés.

Pour obtenir le pourcentage de récupération brut (prB), on a fait l'opération suivante :

$$\text{prB} = \frac{(\text{Teneur en carbone graphitique de la roche}) \times (\text{Teneur en carbone graphitique du concentré})}{100}$$

Pour obtenir le pourcentage de récupération relatif (prR), on a fait l'opération suivante :

$$\text{prR} = \frac{((\text{Teneur en carbone graphitique de la roche}) - \text{prB}) \times 100}{(\text{Teneur en carbone graphitique de la roche})}$$

Au premier regard, on remarque que le taux de récupération relatif varie de 20% à 50% (figure 4.7). On constate que le traitement pourrait être grandement raffiné. Un système de flottation industriel donnerait de meilleurs résultats et surtout réduirait la quantité d'impuretés.

Les pourcentages de récupération sont aussi variables pour le graphite spéculaire (20% à 50%) que pour le graphite amorphe (30% à 44%). Le graphite amorphe contient une bonne part de veines de graphite et celle-ci est plus facile à extraire et augmente la teneur en carbone graphitique par un effet pépité.

Pendant le traitement, on notait que le graphite de type spéculaire était plus facile à extraire lors du broyage et de la flottation. Ce type de minéralisation est situé dans des roches à texture granoblastique. On pouvait obtenir des paillettes de bonne dimension. Il en était tout autrement pour le graphite amorphe. Comme la compagnie Mart Lake Mining and Exploration Ltd. l'a constaté, suite aux essais de traitement de son minerai, la pâte silicatée est difficile à broyer et il y a beaucoup de perte de grandes paillettes (s'il y en a). On perd beaucoup de matériel graphiteux, quel qu'il soit, puisque la maille de broyage est plus petite. Le phénomène est reconnaissable autant sur le gîte de Mart Lake (Labrador) que sur celui du lac Guéret. Les minéraux silicatés piègent le graphite qui reste prisonnier et ne peut se libérer lors du procédé de traitement.

Donc, dans le cas présent, le taux de récupération du graphite pourrait être amélioré par un procédé de traitement industriel. De plus, le procédé non industriel ne montre pas de différence convaincante entre la récupération du graphite spéculaire et celle du graphite amorphe. Cette différence pourrait être plus éloquent en utilisant un procédé industriel plutôt que semi-quantitatif.

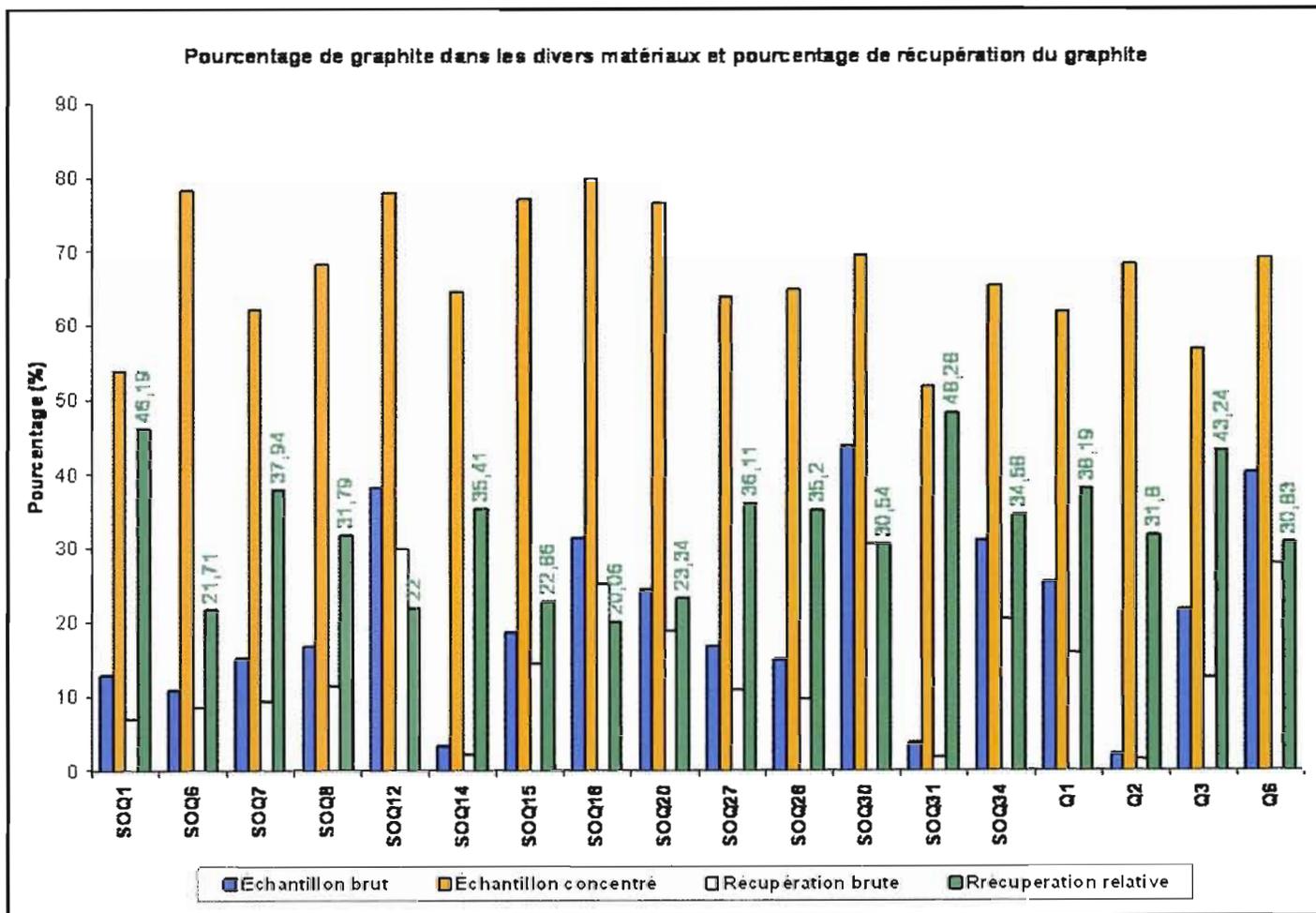


Figure 4.7 : Pourcentage de graphite et pourcentage de récupération du graphite. Les bandes blanches montrent la proportion du graphite récupéré dans les échantillons bruts.

CHAPITRE V

DISCUSSION

À la base, cette étude devait permettre de répondre à la question suivante : " Où se situe le meilleur graphite et quels sont les contrôles géologiques? ". Cette question fut tout d'abord établie dans l'optique de contrôle métamorphique, mais les observations de terrain ont plutôt réorienté les recherches vers un autre mécanisme de contrôle initial de la minéralisation, i.e. : la stratigraphie du Groupe de Knob Lake. En étudiant ce groupe plus attentivement, tant au plan local que régional, il était facile de cerner le comportement de la minéralisation graphiteuse. Pour bien répondre à cette question primordiale, il ne faut pas regarder seulement le contrôle stratigraphique mais aussi la qualité du graphite. Deux questions émergent donc : " Où est le graphite et quel est le meilleur? ". Pour y répondre, il fallait regarder attentivement sa situation géologique et stratigraphique, étudier les différents types de minéralisation et procéder à des tests de qualité géochimique.

6.1 Situation du graphite

Les différents levés géophysiques (aéromagnétique régional et local, électromagnétique local) ont permis tout d'abord de localiser les formations de fer de la Formation de Sokoman. Celles-ci sont facilement remarquables à l'aide du relevé aéromagnétique et permettent par le fait même, de suivre le Groupe de Knob Lake dans le domaine parautochtone de la Province de Grenville (c.f. figure 1.9). De plus, l'élaboration de la suite de colonnes stratigraphiques à l'échelle régionale permet d'observer les différentes formations du groupe. Au moyen de ces outils, on a observé que le faciès à hématite des formations de fer était absent lorsque le

graphite était présent. On a de plus constaté que, là où il existait, le graphite se trouvait en position sommitale de la stratigraphie du Knob Lake. La vue régionale donnée par ces colonnes permet de positionner les niveaux de graphite dans la formation surimposant le Sokoman soit la Formation de Menihek.

À l'échelle de la région à l'étude, les lacs Guéret et Guinécourt, les levés géophysiques aéromagnétique et électromagnétique ont permis de localiser les formations de fer ainsi que les principaux conducteurs. De plus, les divers travaux de terrain effectués dans les années 1960 et 1970 ont mis à jour d'importants volumes de minerai de fer dans cette région. Les formations de fer trouvées ont été associées à la Formation de Sokoman du Groupe de Knob Lake (Ferreira 1960). Les levés électromagnétiques ont permis d'établir une carte de conductivité qui recensait les conducteurs graphiteux de la région. Lorsqu'on observait leur position géographique, on remarquait qu'il y avait concordance géographique entre le Sokoman et les divers niveaux de graphite (c.f. figure 2.3).

La minéralisation graphiteuse est associée à deux lithologies distinctes. La première lithologie contenant le graphite est celle qu'on peut observer sur l'ensemble de la région. Cette unité est un schiste quartzo-feldspathique à graphite, biotite et sulfures. Ce schiste expose du graphite macrocristallin. La deuxième lithologie contenant la minéralisation est un méta-mudstone graphiteux. Ce dernier ne se trouve que dans le secteur du lac Guéret. Cette unité contient du graphite microcristallin et du graphite en veine. Ces deux lithologies appartiennent à la Formation de Menihek du Groupe de Knob Lake.

Le confinement du méta-mudstone graphiteux au secteur du lac Guéret pourrait être attribuable au milieu de dépôt initial de la matière organique. Il serait plausible de croire à un approfondissement du bassin dans le secteur du lac Guéret. La présence de marbre seulement dans cette région permet d'admettre que le méta-mudstone graphiteux est dans un environnement de plate-forme carbonatée. La plate-forme est distale au " continent " et est le lieu de l'approfondissement du bassin. Le schiste quartzo-feldspathique à graphite est plutôt associé à un environnement proximal au " continent ". La grande diversité minéralogique de cette lithologie laisse croire à un environnement avec un apport détritique hétérogène tel que les bordures immédiates et peu profondes d'un bassin. On voit donc, grossièrement, le mécanisme de dépôt de la matière organique.

L'élaboration de la série de colonnes stratigraphiques locales a permis de confirmer les indices lithologiques et géophysiques et ainsi localiser les niveaux de graphite dans la Formation de Menihek. On observe avec ces colonnes stratigraphiques que les niveaux de graphite se trouvent au-dessus des niveaux de formation de fer et autres formations du Groupe de Knob Lake. En fait, les formations de fer ne sont pas toujours en contact direct avec le graphite. On y observe plutôt le niveau calco-silicaté de la Formation de Wishart et, à quelques endroits, le faciès calco-silicaté des formations de fer du Sokoman.

6.2 Qualité du graphite

À la lumière de la série de colonnes stratigraphiques locales, on observe que les deux lithologies hôtes de la minéralisation ne se mélangent pas et exposent deux niveaux distincts l'un de l'autre. On observe même une alternance entre les unités et ceci laisse croire à une alternance stratigraphique à l'intérieur de la Formation de Menihek. Cette alternance commence à la base par le schiste quartzo-feldspathique à graphite, biotite et sulfures suivie du méta-mudstone graphiteux. Toutefois, cette alternance n'est vérifiée que si tous les types de minéralisation sont présents et que les deux lithologies hôtes le sont aussi. Cette hypothèse ne peut être vérifiée au plan régional, c'est-à-dire entre les différents gîtes du Groupe de Knob Lake dans la Province de Grenville par manque d'information.

Sachant que le graphite se trouve dans la Formation de Menihek, établissons maintenant quel est, d'un point de vue économique, le meilleur type dans la région des lacs Guéret et Guinécourt. Il existe trois types de minerai dans cette région. Le premier type, celui qu'on peut trouver tant dans la région du lac Guéret que dans celle du lac Guinécourt est le graphite macrocristallin. Le deuxième type de graphite est le microcristallin et le troisième celui en veines. Ces deux derniers types de minéralisation se trouvent seulement dans la région du lac Guéret. Pour juger de la qualité du graphite on se base sur la longueur des paillettes, les éléments délétères, son comportement lors du traitement semi-quantitatif ainsi que sur son contenu géochimique.

Au plan macroscopique, il est difficile de dire quel en est le meilleur puisque seul le graphite macrocristallin peut être identifié. Au plan microscopique, on peut observer les différentes relations entre les minéraux contenant la minéralisation graphiteuse. De prime abord, on remarque une relation étroite entre le graphite et la biotite dans le schiste quartzo-feldspathique. Cette relation d'enchevêtrement du graphite et de la biotite peut affecter le rendement du traitement métallurgique et ultimement la qualité du produit. De plus, dans le méta-mudstone graphiteux, le graphite microcristallin est emprisonné dans une pâte quartzreuse qui doit encore une fois être prise en compte dans le traitement minéralurgique. Ces deux relations conflictuelles peuvent toutefois être contournées avec un procédé minéralurgique approprié à chacun de ces types de minerai.

Les tests faits au microscope électronique à balayage et à la diffraction-X n'ont pas détecté d'élément délétère qui pourrait diminuer la qualité d'un éventuel procédé de traitement. Aussi, les tests de cendres effectués sur les résidus de traitement et sur les concentrés de traitement semi-quantitatif ont démontré que les contaminants trouvés dans les concentrés sont associés aux autres minéraux, c'est-à-dire à tout ce qui n'est pas du graphite. Il est facile de suivre la migration de ces minéraux du matériau brut jusqu'au concentré et ainsi établir un procédé métallurgique qui en tienne compte.

Dans ce cas-ci, peu importe le type de minéralisation graphiteuse rencontré, un procédé métallurgique approprié garantit la qualité du concentré. L'élément important est la longueur des paillettes des produits. Le graphite de type macrocristallin est contenu dans un matériel friable (granoblastique). Les paillettes de graphite au broyage sont extraites du matériau avec plus de facilité et avec une plus petite maille de broyage. Le matériel graphiteux est plus grossier une fois le traitement terminé. Le type microcristallin est emprisonné dans une pâte de quartz. Ce dernier doit être pulvérisé à une maille de broyage plus petite ce qui peut diminuer la taille des cristaux. Les veines de graphite sont incluses dans le matériau du type microcristallin. Les veines seront donc broyées à la même grosseur que le graphite microcristallin. On perdra donc tout l'avantage de sa longueur à moins d'en tirer un " lumpy ore " par séparation gravimétrique après un premier broyage au centimètre, sinon plus grossier.

À priori, le matériel macrocristallin sera le matériel à avantager puisque ce dernier ne perdra pas toute sa longueur dans le procédé de traitement. Par contre, en regardant tous les paramètres associés au marché du graphite, des cristaux fins de haute concentration en carbone ont un prix sur le marché plus élevé que les cristaux moyens de même concentration. Il faudra donc utiliser un procédé minéralurgique de haute qualité qui éliminera les effets tels que l'enchevêtrement de la biotite, l'englobement du graphite par une pâte de quartz et des inclusions de sulfures dans le graphite, pour optimiser le produit graphiteux. Dans le cas de la région des lacs Guéret et Guinécourt, il faudra décider vers quel marché sera destiné le graphite avant de prendre une décision quant au type de minéralisation choisi pour ce projet. Toutefois, dans une optique de développement minier, tout le matériel, peu importe le type de minéralisation, sera confondu lors de la production. Le graphite macrocristallin devrait être préféré puisqu'il permet un large éventail de produits finis et une récupération plus facile.

6.3 Distribution du graphite dans le Groupe de Knob Lake

Le Groupe de Knob Lake est constitué de méta-sédiments associés à un environnement de plate-forme continentale. On peut donc observer des unités chimiques et des unités détritiques formées dans un bassin adjacent au continent. Cet empilement stratigraphique a été déformé et métamorphisé lors des épisodes de l'orogénie grenvillienne. Toutefois, les plans de décollement des failles chevauchantes sont en profondeur dans le socle et n'affectent pas l'empilement stratigraphique du Groupe de Knob Lake (T. Rivers, Comm. pers. 2005). En fait, on remarque des évidences de tectoniques polyphasées dans les strates mais, malgré ces plissements, les épaisseurs sont conservées dans des proportions relativement équivalentes à la situation antérieure à la déformation. On peut donc affirmer que la stratigraphie dans le Groupe de Knob Lake est une évidence répétable, constante. Or, les différentes associations entre les formations sont un bon outil d'exploration, en particulier la dichotomie entre le graphite et l'hématite.

La dichotomie existante entre les gisements d'hématite et les gîtes de graphite est un bon indice de répartition du graphite dans le Groupe de Knob Lake. À l'échelle régionale, on note que le graphite et l'hématite ne sont pas associés. Il suffit de trouver des formations de fer de la Formation de Sokoman à l'aide des outils géophysiques et de vérifier le type de formation de fer trouvée. Si l'on trouve des formations de fer avec de l'hématite primaire, on peut fortement suspecter qu'il n'y aura pas de graphite, parce que le graphite et l'hématite ne proviennent pas d'un même environnement géochimique. Le graphite est typiquement associé à un environnement très réducteur, peu oxygéné, tandis que l'hématite doit être dans un environnement oxydant pour se former, sans quoi l'on obtient de la magnétite.

Comme l'explique Miyashiro (1964), le graphite (la matière organique) est une pompe à oxygène. La matière organique capte tout l'oxygène possible pour sa transformation progressive en graphite et laisse l'environnement réducteur. Cela empêche la formation de l'hématite et laisse la voie libre à la magnétite qui elle se forme en milieu réducteur. Donc, en présence de graphite le seul oxyde de fer possible est la magnétite. Cette dichotomie est un bon outil d'exploration pour les recherches futures de graphite dans le Groupe de Knob Lake.

CONCLUSION

Dans un proche avenir, le graphite sera un minéral industriel hautement recherché. En effet, il fera partie intégrante des piles à combustible qui semblent être le futur de l'industrie automobile mondiale (sources web diverses). Présentement, le graphite est consommé par trois principaux secteurs de l'industrie : la fabrication de l'acier, les réfractaires et les fonderies. Avec une économie prospère à l'heure actuelle et un prochain développement technologique anticipé, il sera bon pour le Canada de se positionner en tant que producteur de graphite. Il était donc opportun d'élaborer un projet de recherche qui visait à localiser et à évaluer les gîtes de graphite des lacs Guéret et Guinécourt, et plus particulièrement de jauger la qualité du graphite. Même si ce mémoire n'a pas répondu à toutes les attentes quant aux effets métamorphiques et aux effets structuraux, il a tout de même permis d'établir :

1. Que le graphite est confiné à la Formation de Menihék.
2. Que la minéralisation est sous un contrôle stratigraphique tant à l'échelle locale (lithologie et minéralisation) que régionale dans le Groupe de Knob Lake.
3. Qu'il existe trois types de graphite, i.e. : macrocristallin, microcristallin et en veines, dans la région des lacs Guéret et Guinécourt. Que ces trois types ont des qualités minéralurgiques semblables.
4. Que la dichotomie entre le graphite et l'hématite est un excellent outil d'exploration qui permettrait de trouver d'autres gîtes de graphite dans la région Parautochtone de la Province de Grenville.

En ce qui concerne le meilleur graphite, eh bien, celui-ci ne pourra être définitivement établi qu'en sachant vers quel marché sera destiné ce graphite. Somme toute, le Groupe de Knob Lake semble contenir d'importantes quantités de graphite qui n'attendent qu'on les découvre. Ceci permettrait au Canada de devenir un joueur important dans le secteur des technologies de pointes. Les nouvelles percées technologiques permettront la diversification de la région frontalière Québec-Labrador, secteur connu trop souvent que pour ces formations de fer.

Reste qu'à chercher...

APPENDICE A

DONNÉES BRUTES DES DIFFÉRENTS TESTS GÉOCHIMIQUES

A.1	Résultats des analyses géochimiques (ACME LAB Vancouver)	92
A.2	Résultats des analyses géochimiques (SGS Lakefield Limited, Toronto)	105
A.3	Résultats des analyses de diffraction X (XRD, UQAM)	108
A.4	Résultats des analyses au microscope électronique à balayage (M.E.B., UQAM)	112

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. 852 E. HASTINGS ST.
 VANCOUVER BC V6A 1R6 PHONE(604)253-3158 FAX(604)253-1716 @ CSV TEXT FORMAT
 To University du Quebec a Montreal
 Acme file # A400715 Received: MAR 1 2004 * 11 samples in this disk file.

ELEMENT SAMPLES	C/GRA %
SI	< .02
SOQ1CON	53.81
SOQ7CON	62.06
SOQ8CON	68.21
SOQ12CON	78.00
SOQ15CON	77.14
SOQ20CON	76.66
SOQ27CON	63.89
SOQ30CON	69.46
Q6CON	69.17
RE Q6CON	66.96
STANDARD CSB	1.50

A1. Analyse de carbone graphitique

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. 852 E. HASTINGS ST.
 VANCOUVER BC V6A 1R6 PHONE(604)253-3158 FAX(604)253-1716 @ CSV TEXT FORMAT
 To University du Quebec a Montreal (Terra)
 Acme file # A406802 Received: NOV 2 2004 * 16 samples in this disk file.

ELEMENT SAMPLES	C/GRA %
SI	.07
SOQ6CON	78.28
SOQ14CON	64.58
SOQ18CON	79.93
SOQ28CON	64.79
SOQ31CON	51.71
SOQ34CON	65.41
Q1CON	61.80
Q2CON	68.19
Q3CON	56.75
RE Q3CON	55.21
Q8CON	66.13
Q9CON	53.46
Q12CON	69.83
Q14CON	88.68
Q15CON	87.65
STANDARD CSB	1.52

A1: Analyse de carbone graphitique

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.

To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP

Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.

Analysis: GROUP 4A - 0.200 GM

ELEMENT	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO
SAMPLES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SOQ1	35,77	4,57	31,97	2,22	1,37	0,12	1,13	0,28	0,38	0,64
SOQ6	44,01	8,05	16,88	4,13	3,4	0,51	3,68	0,62	0,42	0,41
SOQ7	32,2	5,91	29,15	2,78	2,12	0,61	2,21	0,4	0,14	0,1
SOQ8	39,12	6,92	22,51	0,85	1,33	0,65	3,56	0,33	0,18	0,04
SOQ12	17,84	3,38	20,12	2,87	5,37	0,67	0,24	0,39	0,4	0,07
SOQ14	49,98	6,71	24,43	3,52	2,96	0,12	2,06	0,68	0,19	0,98
SOQ15	55,58	4,94	9,57	1,75	1,68	0,04	0,11	0,47	0,26	0,88
SOQ17	46,83	4,04	30,07	4,02	4,69	0,08	< ,02	0,13	0,44	2,96
SOQ18	35,74	2,54	17,15	1,9	3,02	0,08	0,13	0,12	0,32	0,63
SOQ20	22,91	2,68	32,8	0,91	0,95	0,35	0,33	0,27	0,15	0,02
SOQ23	45,41	3,61	25	3,1	3,47	0,05	< ,02	0,17	0,37	1,62
SOQ27	33,48	5,03	19,71	1,23	0,92	0,38	1,75	0,29	0,15	0,26
SOQ28	31,98	5,83	24,01	1,33	0,6	0,48	1,2	0,39	0,09	0,15
RE SOQ28	31,9	5,82	24,4	1,34	0,62	0,49	1,21	0,39	0,1	0,15
SOQ30	29,22	2,69	14,3	0,66	0,79	0,04	0,45	0,29	0,1	0,35
SOQ31	43,3	7,74	30	3,19	1,83	0,15	1,71	0,9	0,2	0,91
A0034	11,8	3,9	35,43	1,45	2,35	0,23	0,47	0,53	0,56	0,44
Q1	36,97	4,67	15,36	1,67	2,12	0,01	0,98	0,29	0,53	1,14
Q2	54,85	4,62	21,27	4,23	4,5	0,06	0,53	0,18	0,46	3,3
Q3	31,72	6,1	17,26	1,16	1,58	0,65	2,19	0,3	0,25	0,12
Q4	28,12	5,98	11,79	3,65	9,19	1,28	0,85	0,7	1,08	0,13
Q6	23,11	5,08	9,5	2,85	7,74	0,98	1,46	0,57	0,38	0,11
8B	32,2	5,92	27,72	0,9	1,14	0,47	3,52	0,5	0,27	0,05
14B	51,42	6,79	22,67	3,44	3,12	0,14	1,98	0,62	0,21	0,98
STANDARD SO-17/CSB	61,69	13,77	5,76	2,35	4,69	4,21	1,38	0,59	0,97	0,53

A1: Analyses deséléments majeurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4A - 0.200 GM

ELEMENT	Cr2O3	Ba	Ni	Sc	LOI	TOT/C	TOT/S	GRA/C	SUM
SAMPLES	%	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%	%
SOQ1	0,01	162	130	9	21,1	16,27	13,82	12,95	99,6
SOQ6	0,042	524	67	9	17,5	12,82	7,31	10,84	99,72
SOQ7	0,01	176	173	9	23,8	17,86	13,6	15,07	99,47
SOQ8	0,015	300	119	10	23,6	20,16	10,92	16,73	99,15
SOQ12	0,007	31	155	17	48,3	43,58	9,23	38,35	99,68
SOQ14	0,008	114	62	11	7,8	4,4	8,38	3,34	99,46
SOQ15	0,007	163	< 20	6	24,6	22,66	1,97	18,75	99,91
SOQ17	0,009	8	48	3	6,4	6,84	3,71	5,47	99,68
SOQ18	0,004	81	90	6	38,2	36,38	6,85	31,54	99,86
SOQ20	0,008	105	397	5	38,1	30,05	19,57	24,55	99,55
SOQ23	0,007	9	82	5	17	13,94	6,76	11,11	99,82
SOQ27	0,007	458	133	6	36,3	21,6	14,42	16,91	99,58
SOQ28	0,006	187	84	5	33,3	18,62	7,29	14,98	99,4
RE SOQ28	0,007	182	80	6	33,1	18,34	7,31	14,79	99,55
SOQ30	0,012	57	53	5	50,8	49,54	5,03	43,96	99,72
SOQ31	0,01	115	93	17	9,4	4,61	10,24	3,71	99,37
A0034	0,022	73	194	13	41	35,9	15,35	31,17	98,21
Q1	0,011	129	116	7	35,7	29,95	8,98	25,47	99,48
Q2	0,008	77	61	5	5,7	2,83	4,13	2,15	99,73
Q3	0,012	389	261	11	37,9	28,13	11,64	21,69	99,32
Q4	0,043	367	139	14	36,2	33,7	4,26	29,88	99,08
Q6	0,01	316	101	12	47,6	45,02	4,4	40,37	99,44
8B	0,014	268	139	8	26,4	23,14	13,7	19,49	99,15
14B	0,006	130	57	11	7,9	4,19	6,55	3,33	99,3
STANDAR	0,424	385	23	23	3,4	2,42	5,3	1,54	99,82

A1: Analyses deséléments majeurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM

ELEMENT SAMPLES	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm
SOQ1	64,8	6	8,4	2,1	5,7	67,7
SOQ6	23,6	10,1	17,3	3,5	17,1	158,9
SOQ7	37,9	3,9	12,6	2,8	20,8	79,3
SOQ8	28	1,7	10,1	2,2	20,1	88
SOQ12	88,4	< ,1	8,3	0,8	4,9	2
SOQ14	34,1	12,4	18,3	3,8	33,9	131,8
SOQ15	4,2	1,2	5,1	3,6	25,8	4,7
SOQ17	17,8	< ,1	6,7	1,1	2,3	0,7
SOQ18	30,4	0,2	5,3	0,7	2	7,3
SOQ20	244,2	0,7	5,1	1,5	7,2	14,8
SOQ23	38,3	< ,1	7,5	1,2	2,6	0,7
SOQ27	85,2	1	7,2	1,5	9	34,2
SOQ28	53,5	2,3	8,7	3	20,4	38,5
RE SOQ28	57,1	1,4	8,7	3,1	20,6	38,4
SOQ30	13,9	1,1	4,3	1	11,3	20,9
SOQ31	28,3	5,8	15	2,8	23,2	82,9
AOQ34	38	0,9	6,8	2,3	33,7	16,9
Q1	26,9	4,5	7,8	1,8	9,3	49,7
Q2	12,6	3,8	9,2	1,4	5,4	29,5
Q3	23,6	1,6	10,8	3,3	6,8	52
Q4	29,5	< ,1	14,2	4,6	115,2	15,7
Q6	3,6	3,1	7,8	1,2	16	51,2
8B	35,4	2	8,5	2,6	33,2	88,8
14B	29,5	9,7	16,7	3,8	31,3	114,6
STANDARD SO-17	19,1	3,7	19,6	12,4	26,1	22,8

A1: Analyses des éléments terre rare (ETR) et éléments mineurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM

ELEMENT SAMPLES	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm
SOQ1	1	22,8	0,1	6,7	34,5	766
SOQ6	2	347,2	0,8	3,1	18,7	733
SOQ7	1	133,4	1,2	4,3	21,9	827
SOQ8	1	86,8	1,1	7,5	48,7	1209
SOQ12	< 1	49,3	0,1	1,2	2,6	940
SOQ14	< 1	23,4	2,1	5,2	14,7	386
SOQ15	< 1	7,1	1,8	1,2	1,6	277
SOQ17	< 1	57,4	0,3	2,2	13,4	445
SOQ18	< 1	20	0,3	1	21,7	609
SOQ20	< 1	36,3	0,3	5,7	37,8	491
SOQ23	< 1	50,1	0,1	2,7	21,4	454
SOQ27	< 1	77,9	0,4	6,8	25,2	508
SOQ28	< 1	54,3	0,7	5	5,3	513
RE SOQ28	2	54,8	0,8	6,5	5,6	523
SOQ30	< 1	3,3	0,4	1,8	6,8	895
SOQ31	< 1	9,5	1,2	4,5	9,5	378
AOQ34	< 1	31,8	1,2	23,3	53,4	2459
Q1	< 1	39,3	0,4	6,9	134,3	1443
Q2	< 1	57,8	0,2	4	14,4	466
Q3	< 1	78,2	0,4	8,2	111,8	1553
Q4	< 1	312	4,4	81,8	166,4	2754
Q6	< 1	78,9	0,5	5,8	98,6	1204
8B	< 1	77	1,5	10,9	55,6	1216
14B	< 1	31,6	1,7	7,3	14,5	345
STANDARD SO-17	10	319,5	4,1	11,3	11,8	127

A1: Analyses des éléments terres rares (ETR) et des éléments mineurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM

ELEMENT SAMPLES	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm
SOQ1	2,5	63	51	30,8	80,5
SOQ6	0,9	101,9	28,7	15,5	38,6
SOQ7	1,8	111,8	21,5	30,4	58
SOQ8	2,4	77	30,1	43	74,2
SOQ12	0,5	21	25,2	13,3	32,5
SOQ14	0,2	149,4	33	33,8	76,9
SOQ15	3,4	114	25	6,8	11,4
SOQ17	< ,1	44,6	35,2	19,8	46,4
SOQ18	1,8	24,6	27,9	10,4	23,6
SOQ20	0,8	51	15,9	27,7	51,2
SOQ23	2,1	42	27,7	17,2	43,4
SOQ27	0,2	59	24,9	17,5	48
SOQ28	1,8	110,4	17,3	14,6	34,6
RE SOQ28	2,5	96,7	18,1	15	35,5
SOQ30	0,3	55,6	31,8	14,5	27,6
SOQ31	3	107,7	32,2	30	71,1
AOQ34	2,5	104,5	101,6	127,1	270,8
Q1	5,4	70,2	79,9	16,6	35,8
Q2	0,4	48	35,9	27,1	65,2
Q3	12,2	116,9	31,2	11,9	25,7
Q4	1,8	228,2	116,4	243,2	530,6
Q6	6,5	64,2	67	34,1	64,3
8B	3,9	95,8	41,8	47,4	93,5
14B	2,5	152,6	33,6	27,6	68,8
STANDARD SO-17	10,7	365,7	26,9	10	24,6

A1: Analyses des éléments terres rares (ETR) et des éléments mineurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM

ELEMENT SAMPLES	Pr ppm	Nd ppm
SOQ1	8,46	35,3
SOQ6	5,17	21,1
SOQ7	7,07	26,6
SOQ8	8,88	33,5
SOQ12	4,45	18,3
SOQ14	9,2	38,5
SOQ15	1,05	3,5
SOQ17	5,34	23,4
SOQ18	3,39	16,5
SOQ20	5,92	22,3
SOQ23	5,29	20,9
SOQ27	5,55	21,4
SOQ28	4,33	16
RE SOQ28	4,25	16,3
SOQ30	3,64	12,7
SOQ31	8,67	33,5
AOQ34	32,65	117,4
Q1	5,46	22,4
Q2	6,79	26,8
Q3	4,4	18,6
Q4	64,66	237,9
Q6	9,45	36,6
8B	11,33	42,3
14B	8,15	32,5
STANDARD SO-17	3,02	13,4

A1: Analyses des éléments terres rares (ETR) et des éléments mineurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM

ELEMENT SAMPLES	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm
SOQ1	6,8	1,65	8,32	1,2	7,42
SOQ6	4,4	1,8	5,34	0,69	4,29
SOQ7	4,1	1,06	3,92	0,55	2,91
SOQ8	5,1	1,49	5,54	0,81	4,34
SOQ12	3,3	1,36	4	0,43	2,88
SOQ14	6,7	1,59	6,49	0,9	4,54
SOQ15	2,6	0,77	6,29	0,9	4,46
SOQ17	4,4	1,11	5,71	0,78	4,79
SOQ18	3,3	0,77	3,67	0,48	3,33
SOQ20	3,3	1,09	2,95	0,41	2,47
SOQ23	4	1,06	4,49	0,69	3,71
SOQ27	3,5	1,27	3,3	0,63	3,35
SOQ28	2,9	0,77	3,06	0,42	2,29
RE SOQ28	3,2	0,89	3,18	0,51	2,65
SOQ30	2,5	0,56	3,83	0,67	3,99
SOQ31	6,5	1,29	6,42	0,93	5,63
AOQ34	18,7	3,36	19,3	2,64	14,1
Q1	5,7	1,48	8,9	1,33	8,54
Q2	4,9	1,4	5,55	0,75	4,51
Q3	4	1,03	4,94	0,76	4,44
Q4	35	7,72	29,5	3,88	18,99
Q6	7	1,88	7,51	1,21	7,57
8B	6,9	1,87	6,34	1,13	5,89
14B	6,2	1,68	6,23	0,85	4,57
STANDARD SO-17	3,1	1,02	3,77	0,65	4,12

A1: Analyses des éléments terres rares (ETR) et des éléments mineurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM

ELEMENT SAMPLES	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm
SOQ1	1,63	4,46	0,75	5,07	0,72
SOQ6	0,83	2,43	0,36	2,6	0,44
SOQ7	0,63	1,95	0,28	2,18	0,35
SOQ8	0,99	2,37	0,4	2,55	0,47
SOQ12	0,79	2,43	0,42	2,92	0,54
SOQ14	1,03	3,08	0,44	3,46	0,51
SOQ15	0,81	1,99	0,27	1,92	0,3
SOQ17	1,08	3,14	0,59	3,44	0,49
SOQ18	0,83	2,43	0,35	2,78	0,4
SOQ20	0,44	1,28	0,19	1,12	0,22
SOQ23	0,83	2,28	0,41	2,25	0,33
SOQ27	0,66	2,3	0,31	2,32	0,38
SOQ28	0,48	1,75	0,25	1,64	0,31
RE SOQ28	0,56	1,69	0,27	1,82	0,3
SOQ30	0,89	2,67	0,39	2,43	0,36
SOQ31	1,03	2,86	0,45	2,8	0,48
AOQ34	2,83	9,25	1,44	8,96	1,58
Q1	1,89	6,13	0,97	6,92	1,1
Q2	0,95	2,63	0,46	2,43	0,41
Q3	0,9	2,67	0,44	2,24	0,4
Q4	3,1	7,98	1,14	6,62	0,94
Q6	1,68	5,09	0,86	5,19	0,88
8B	1,11	3,44	0,5	3,42	0,51
14B	0,87	2,7	0,48	2,96	0,53
STANDARD SO-17	0,93	2,69	0,43	2,89	0,43

A1: Analyses des éléments terres rares (ETR) et des éléments mineurs

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 1DX - 0.50 GM

ELEMENT SAMPLES	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm
SOQ1	55,3	587,6	2,7	304	190	< ,5
SOQ6	46,2	180,7	2,3	676	92,5	10,5
SOQ7	61,1	418,4	11,8	805	254,8	10,6
SOQ8	64,5	400,8	4,9	701	162,5	13,2
SOQ12	72,7	620,6	1,8	26	195,1	0,5
SOQ14	27,3	196,6	1,6	223	84,3	2,5
SOQ15	47,4	65,8	2,4	12	4,3	0,8
SOQ17	24,2	154,9	0,6	28	60,9	0,8
SOQ18	42,9	329,9	1,2	130	138,6	< ,5
SOQ20	156,2	1627	2,2	43	611,8	5,2
SOQ23	87,7	239,3	1,2	46	116,5	1,3
SOQ27	67,5	1083,2	3,9	290	199,6	5,4
SOQ28	51,1	1008,1	4	241	114,6	2,1
RE SOQ28	57,6	1019,9	4,4	242	120,9	0,5
SOQ30	52,1	177	1,9	125	72,8	2,9
SOQ31	19,8	350,7	1,8	423	155,9	5,2
AOQ34	193,9	331,7	9,7	331	210	19,5
Q1	301,3	283,4	11,5	207	186,3	9,8
Q2	43,4	129,6	4,6	523	55,7	29,9
Q3	376,4	318,2	43,9	458	436,7	22,1
Q4	155,3	187,4	25,5	112	148,2	30,2
Q6	256,2	154,3	29,2	180	144	6,8
8B	108,8	390,8	5,3	185	218,7	7,1
14B	23,9	172,7	1,7	225	76,5	1,5
STANDARD DS5	12,1	141,2	24	129	24,2	19,5

A1: Analyses des métaux

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 1DX - 0.50 GM

ELEMENT SAMPLES	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Ag ppm	Au ppb	Hg ppm
SOQ1	3,1	<,1	0,7	1,5	1,6	<,01
SOQ6	2,2	0,3	0,6	0,9	2,2	<,01
SOQ7	6	0,6	0,5	2,2	2,3	0,01
SOQ8	8,6	0,7	0,2	1,3	1,6	0,01
SOQ12	0,1	0,1	0,7	1	1	<,01
SOQ14	0,6	<,1	0,3	0,6	3,2	<,01
SOQ15	0,1	<,1	0,3	1	1,6	<,01
SOQ17	0,7	<,1	0,2	0,6	1,6	<,01
SOQ18	0,6	<,1	0,7	1,2	<,5	<,01
SOQ20	0,6	0,1	3	0,9	1,3	<,01
SOQ23	0,7	<,1	0,3	0,6	1,1	<,01
SOQ27	5,6	<,1	1,5	2,1	1,8	<,01
SOQ28	2,7	<,1	1,7	1,5	0,6	0,01
RE SOQ28	3	<,1	1,7	1,6	1,9	<,01
SOQ30	1,5	<,1	0,2	0,7	<,5	<,01
SOQ31	3,9	<,1	0,2	0,8	5,2	<,01
AOQ34	4,6	0,1	0,6	1,2	1,6	0,01
Q1	0,9	1,4	0,7	1,8	<,5	0,01
Q2	1,4	0,5	0,2	0,8	2,4	0,04
Q3	5,4	10,7	1,2	3,2	<,5	0,09
Q4	1,3	5,2	1,4	2	2,1	0,01
Q6	1,4	7,4	0,3	1,3	<,5	0,27
8B	1,2	1,1	0,2	1,4	<,5	0,02
14B	0,7	0,1	0,3	0,5	4,7	<,01
STANDARD DS5	5,3	3,8	6	0,3	42	0,17

A1: Analyses des métaux

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.
 To University du Quebec a Montreal PROJECT GUERET-GP
 Acme file # A400405 Received: FEB 5 2004 * 24 samples in this disk file.
 Analysis: GROUP 1DX - 0.50 GM

ELEMENT SAMPLES	Tl ppm	Se ppm
SOQ1	1,3	22,7
SOQ6	3,2	11,2
SOQ7	3	21
SOQ8	0,5	20,9
SOQ12	0,1	12,6
SOQ14	1,9	5,4
SOQ15	0,4	12,3
SOQ17	< ,1	6,2
SOQ18	0,1	9,9
SOQ20	0,1	35,2
SOQ23	< ,1	10,9
SOQ27	0,9	22,4
SOQ28	1,8	16,7
RE SOQ28	1,9	17,4
SOQ30	0,5	8,8
SOQ31	3,4	6,4
AOQ34	0,7	32,6
Q1	2,5	12,1
Q2	1,5	7
Q3	2,9	28,2
Q4	1,9	14,5
Q6	2,3	9,5
8B	0,8	26,8
14B	1,9	4,9
STANDARD DS5	1	4,8

Al: Analyses des métaux

Sample ID	ASH %	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	MgO %	CaO %	Na2O %	K2O %	TiO2 %	P2O5 %	MnO %	Cr2O3 %	V2O5 %	LOI %	Sum %
Q4CON	54.5	45.2	11.5	17.5	4.74	13.4	2.62	1.64	0.81	1.75	0.16	0.05	0.74	0	100.1
Q6CON	75.8	64.5	9.36	13.8	3.17	2.82	0.87	2.31	0.49	0.62	0.15	0.02	0.51	0.10	98.7
SOQ1CON	60.4	40.2	6.71	42.3	4.81	0.91	0.08	2.49	0.90	0.26	0.53	0.01	0.34	0.05	99.6
SOQ7CON	65.4	43.8	8.76	33.3	4.74	1.59	0.62	3.91	1.05	0.13	0.15	0.02	0.42	0.40	98.9
SOQ8CON	74.9	45.5	9.05	37.9	1.14	1.40	1.11	3.13	0.55	0.08	0.07	0.01	0.23	0.04	100.2
SOQ12CON	84.9	37.5	8.49	32.5	6.72	8.53	0.98	2.11	2.04	0.64	0.17	0.01	0.38	0.02	100
SOQ15CON	80.9	84.4	2.38	7.18	2.5	0.81	0.15	0.20	0.98	0.49	0.41	0.01	0.04	0.42	99.9
SOQ15CON2															
SOQ20CON	66.2	41	8.32	40.7	2.7	2.56	1.2	0.82	1	0.19	0.05	0.01	0.34	0.07	99.0
SOQ23CON	71.8	60.1	3.33	29.6	1.98	2.83	0.12	0.05	0.23	0.23	1.32	0.01	0.09	0	99.8
SOQ27CON	76.4	37.9	7.49	44.3	4.06	2.05	0.38	1.14	1.17	0.18	0.12	0.01	0.43	0	99.2
SOQ30CON	76	41.4	5.53	44.7	1.93	1.78	0.18	1.34	0.98	0.33	0.33	0.04	0.8	0.15	99.5
Q4R	33.9	45.4	9.38	16.5	6.04	15.7	2.11	1.26	1.08	1.54	0.2	0.07	0.89	0.01	100.2
Q6R	38.6	69.3	8.68	10.7	2.41	2.7	0.92	2.68	0.4	0.68	0.11	0.02	0.41	0.06	99.1
SOQ1R	21.5	43.1	5.56	43.9	2.54	1.52	0.14	1.05	0.39	0.26	0.84	0.01	0.21	0.25	99.8
SOQ7R	21.6	40.6	6.69	42.6	3.26	2.3	0.71	3.19	0.6	0.15	0.11	0.02	0.30	0.08	100.6
SOQ8R	22.2	41.6	7.62	44.9	0.77	1.21	0.97	3.56	0.39	0.08	0.03	0.01	0.19	0.08	101.3
SOQ12R	18.2	35.4	9.02	34.2	6.61	10.5	0.86	1.34	1.77	0.43	0.44	0.01	0.35	0.02	101
SOQ15R	12.5	65.7	9.32	16.8	2.01	3.01	0.06	0.07	0.19	0.05	1.61	0.01	0.08	0.0	98.9
SOQ20R	33.8	34.2	6.13	53.7	1.67	2.31	1.07	0.47	0.66	0.12	0.02	0.01	0.21	0.0	100.5
SOQ23R	11.7	51.9	5.88	31.2	3.83	5.26	0.05	0.01	0.27	0.22	2.47	0.03	0.13	0.02	101.2
SOQ27R	36	37.1	6.18	45	3.17	4.58	0.83	0.57	0.40	0.12	0.31	0.01	0.27	0.08	98.6
SOQ30R	35	31.8	5.57	55	1.85	2.38	0.30	1.09	0.85	0.35	0.42	0.03	0.89	0.06	100.5

A2: Analyses des cendres

Sample ID	Ag g/t	Al g/t	As g/t	Ba g/t	Be g/t	Bi g/t	Ca g/t	Cd g/t	Co g/t	Cr g/t	Cu g/t	Fe g/t	K g/t	Li g/t	Mg g/t	Mn g/t	Mo g/t	Na g/t
Q4CON	5	61000	60	510	3	20	96000	20	57	330	330	120000	16000	40	30000	1200	360	21000
Q6CON	22	51000	60	260	3	20	21000	20	13	85	450	100000	21000	40	20000	1200	520	6300
SOQ1CON	5	36000	60	270	3	20	5500	20	83	60	1300	300000	20000	40	30000	3800	230	670
SOQ7CON	5	47000	60	240	3	20	12000	20	44	160	620	240000	37000	40	30000	1200	160	3800
SOQ8CON	5	48000	60	210	3	20	8100	20	43	200	720	260000	30000	40	6300	570	230	8000
SOQ12CON	5	45000	60	860	3	20	61000	20	110	92	1300	230000	20000	40	42000	1200	800	6300
SOQ15CON	7	12000	60	450	0.6	20	5000	2	16	36	200	50000	1300	40	15000	2800	340	510
SOQ15CON2	5	11000	60	400	3	20	4500	20	18	45	100	44000	1000	40	14000	2600	110	500
SOQ20CON	5	46000	60	220	3	20	19000	20	240	100	4200	300000	6600	40	17000	340	640	7600
SOQ23CON	5	18000	60	5.8	3	20	20000	20	46	49	390	210000	430	40	12000	9600	600	630
SOQ27CON	5	40000	60	290	3	20	15000	20	150	78	3800	320000	9300	40	25000	920	190	2100
SOQ30CON	5	30000	60	140	3	20	13000	20	69	220	800	330000	11000	40	12000	2500	370	1300
Q4R	5	50000	99	390	3	20	113000	20	55	330	250	120000	9600	40	37000	1500	160	14000
Q6R	5	48000	60	450	3	20	20000	20	24	68	500	76000	24000	40	16000	840	440	6200
SOQ1R	5	29000	60	150	3	20	11000	20	100	74	1300	310000	8500	40	16000	6300	53	290
SOQ7R	5	36000	60	270	3	20	17000	20	56	72	570	300000	30000	40	20000	940	59	3800
SOQ8R	5	40000	60	250	3	20	7000	20	56	66	380	320000	27000	40	3900	290	68	5400
SOQ12R	5	47000	60	480	3	20	73000	20	110	84	290	240000	15000	40	39000	3200	67	5800
SOQ15R	5	48000	60	44	3	20	21000	20	9	44	35	120000	620	40	12000	12000	39	230
SOQ20R	5	32000	60	130	3	20	17000	20	350	95	1300	390000	3700	40	8900	240	160	6600
SOQ23R	5	31000	60	10	4	20	37000	20	40	68	160	220000	160	40	23000	19000	41	480
SOQ27R	5	33000	60	150	3	20	34000	20	140	50	2600	350000	5100	40	20000	2300	95	5200
SOQ30R	5	33000	60	110	3	20	18000	20	80	140	660	400000	16000	40	11000	3100	63	1600

A2: Analyses des cendres

Sample ID	Ni g/t	P g/t	Pb g/t	Sb g/t	Se g/t	Sn g/t	Sr g/t	Ti g/t	Tl g/t	U g/t	V g/t	Y g/t	Zn g/t
Q4CON	270	7000	110	50	60	40	100	5800	60	41	2200	22	1200
Q6CON	220	2400	420	50	60	40	120	2800	60	140	2700	120	450
SOQ1CON	210	910	66	50	60	40	8.1	5100	60	46	1800	37	620
SOQ7CON	190	540	86	50	60	40	100	5800	60	41	2200	22	1200
SOQ8CON	210	400	83	50	60	40	78	3200	60	35	1100	26	330
SOQ12CON	220	2500	46	50	60	40	61	11000	60	24	2000	39	360
SOQ15CON	20	2000	40	20	60	40	13	6100	60	20	160	9.8	53
SOQ15CON2	20	1800	150	50	60	40	11	5200	60	20	160	9	70
SOQ20CON	570	730	81	50	60	40	110	5800	60	74	1800	67	200
SOQ23CON	140	920	62	50	60	40	35	980	60	59	380	21	390
SOQ27CON	300	660	92	50	60	40	29	6500	60	25	2200	13	570
SOQ30CON	250	1400	85	50	60	40	15	5700	60	63	4200	53	870
Q4R	220	6100	260	50	60	40	400	6100	60	150	4500	150	970
Q6R	150	2700	110	50	60	40	150	2300	60	95	2100	110	590
SOQ1R	240	1000	83	50	60	40	15	2200	60	48	1000	67	630
SOQ7R	310	530	250	50	60	40	120	3300	60	31	1500	23	2000
SOQ8R	270	360	110	50	60	40	81	2200	60	35	1000	18	340
SOQ12R	240	1800	69	50	60	40	54	10000	60	24	1800	73	310
SOQ15R	20	230	40	50	60	40	4.7	1100	60	20	370	39	79
SOQ20R	750	530	85	50	60	40	110	3800	60	69	1300	42	110
SOQ23R	110	840	64	50	60	40	41	1600	60	36	700	38	590
SOQ27R	300	430	85	50	60	40	65	2400	60	28	1300	39	510
SOQ30R	290	1200	150	50	60	40	16	4900	60	56	4400	65	700

A2: Analyses des cendres

	Département des Sciences de la terre										24-mars-04
	Laboratoire de radiocristallographie										
	BQ2	RQ2.	BQ3.	RQ3.	BSOQ1.	RSOQ1.	BOQ7.	RSQ7.	RSOQ10	RSOQ25.	
Minéraux	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
quartz	29,58%	18,01%	14,06%	11,02%	16,85%	8,18%	4,63%	16,92%	20,61%	0,00%	
C	49,36%	63,88%	73,44%	72,50%	66,25%	80,89%	72,35%	44,71%	29,86%	0,00%	
Biotite	4,73%	9,44%	0,00%	0,00%	8,34%	7,26%	13,85%	9,16%	14,35%	0,69%	
Muscovite	0,00%	0,00%	0,68%	0,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Chlorite-Fe	0,42%	0,19%	0,00%	0,00%	0,84%	0,69%	1,02%	0,19%	0,22%	0,00%	
Chlorite-Mg	0,00%	0,00%	1,03%	0,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
interstratifiés	0,55%	0,18%	0,70%	0,53%	0,16%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,58%	
feldspaths	2,13%	5,87%	3,38%	9,10%	0,32%	0,13%	5,76%	26,95%	14,64%	29,19%	
amphibole-	9,49%	0,08%	0,23%	0,13%	0,09%	0,00%	0,00%	0,93%	0,00%	0,00%	
actinote	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	51,68%	
hornblende	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	18,85%	0,00%	
cordierite	0,64%	0,12%	0,16%	0,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,77%	riebeckite
pyroxène	0,00%	0,00%	1,07%	0,82%	0,11%	0,04%	0,00%	0,00%	0,17%	14,68%	diopside
grossulaire ?	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,96%	0,40%	
hématite	0,28%	0,08%	0,21%	0,08%	0,06%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
magnétite	0,30%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
marcasite	0,42%	0,68%	2,28%	3,37%	0,35%	0,49%	0,37%	0,51%	0,00%	0,00%	
pyrrhotine	1,85%	1,28%	0,35%	0,23%	5,64%	1,91%	1,80%	0,48%	0,00%	0,00%	
chalcopyrite	0,14%	0,05%	0,54%	0,23%	0,05%	0,03%	0,07%	0,07%	0,17%	0,00%	
CuS2 ?	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,82%	0,13%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	
apatite	0,11%	0,09%	0,09%	0,06%	0,05%	0,03%	0,07%	0,07%	0,17%	0,00%	
gypse	0,00%	0,00%	1,77%	0,48%	0,09%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

A3: Analyses diffraction-X (XRD)

			Département des Sciences de la terre	
			Laboratoire de radiocristallographie	
				24-mars-04
	SOQ3.	SOQ3.	SOQ5.	SOQ5.
	poudre	poudre	poudre	poudre
Minéraux	Intensité	%	Intensité	%
quartz	7	0,28%	20	1,48%
C	125	4,99%	146	10,77%
Biotite	0	0,00%	169	12,47%
Muscovite	0	0,00%	0	0,00%
Chlorite-Fe	18	0,72%	12	0,89%
Chlorite-Mg	0	0,00%	0	0,00%
pyrophyllite?	28	1,12%	0	0,00%
interstratifiés	20	0,80%	45	3,32%
feldspaths	102	4,07%	212	15,65%
cummingtonite	186	7,43%	0	0,00%
grünerite	82	3,27%	0	0,00%
Mg-hornblende	0	0,00%	112	8,27%
talc?	16	0,64%	0	0,00%
orthoferrosilite	1252	50,00%	0	0,00%
fayalite	478	19,09%	0	0,00%
diopside/augite	0	0,00%	214	15,79%
magnétite	90	3,59%	10	0,74%
calcite?	78	3,12%	0	0,00%
rutile	16	0,64%	6	0,44%
grossulaire	0	0,00%	409	30,18%
knorringite-Cr	6	0,24%	0	0,00%
Total	2504	100,00%	1355	100,00%

A3: Analyses diffraction-X (XRD)

Département des Sciences de la terre Laboratoire de radiocristallographie		
		25-mars-04
Minéraux	SOQ3. poudre %	SOQ5. poudre %
quartz	0,28%	1,48%
C	4,99%	10,77%
Biotite	0,00%	12,47%
Muscovite	0,00%	0,00%
Chlorite-Fe	0,72%	0,89%
Chlorite-Mg	0,00%	0,00%
pyrophyllite?	1,12%	0,00%
interstratifiés	0,80%	3,32%
feldspaths	4,07%	15,65%
cummingtonite	7,43%	0,00%
grünerite	3,27%	0,00%
Mg-hornblende	0,00%	8,27%
talc?	0,64%	0,00%
orthoferrosilite	50,00%	0,00%
fayalite	19,09%	0,00%
diopside/augite	0,00%	15,79%
magnétite	3,59%	0,74%
calcite?	3,12%	0,00%
rutile	0,64%	0,44%
grossulaire	0,00%	30,18%
knorringite-Cr	0,24%	0,00%
Total	100,00%	100,00%

A3: Analyses diffraction-X (XRD)

Département des Sciences de la terre Laboratoire de radiocristallographie												11-nov-04
	SOQ37.	SOQ37.	SOQ38.	SOQ38.	SOQ41.	SOQ41.	Q10.	Q10.	GD10.	GD10.	27D.	27D.
	poudre	poudre										
Minéraux	Intensité	%										
quartz	649	22,16%	34	3,20%	64	6,89%	2085	86,23%	60	2,51%	66	3,60%
C	0	0,00%	60	5,66%	10	1,08%	0	0,00%	573	23,92%	0	0,00%
Biotite	6	0,20%	40	3,77%	0	0,00%	0	0,00%	275	11,48%	0	0,00%
Chlorite	16	0,55%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
interstratifiés	20	0,68%	10	0,94%	12	1,29%	9	0,37%	14	0,58%	21	1,15%
feldspaths	111	3,79%	112	10,56%	60	6,46%	85	3,52%	0	0,00%	40	2,18%
cumingtonite	619	21,13%	10	0,94%	97	10,44%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
actinote	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	42	1,74%	0	0,00%	0	0,00%
ferrosilite	711	24,27%	456	42,98%	20	2,15%	0	0,00%	1275	53,24%	841	45,88%
fayalite	478	16,32%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	698	38,08%
antigorite	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	41	2,24%
diopside/augite	240	8,19%	262	24,69%	587	63,19%	165	6,82%	116	4,84%	117	6,38%
magnétite	35	1,19%	7	0,66%	7	0,75%	3	0,12%	0	0,00%	0	0,00%
chalcopryrite?	8	0,27%	0	0,00%	34	3,66%	19	0,79%	14	0,58%	0	0,00%
pyrite	36	1,23%	70	6,60%	38	4,09%	10	0,41%	68	2,84%	9	0,49%
Total	2929	100,00%	1061	100,00%	929	100,00%	2418	100,00%	2395	100,00%	1833	100,00%

A3: Analyses diffraction-X (XRD)

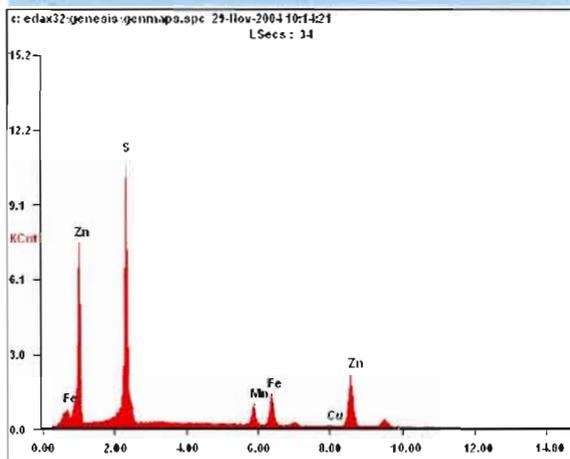
Microanalysis Report



Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/29/2004



Element	Wt%	At%
<i>SK</i>	32.60	48.55
<i>MnK</i>	06.31	05.48
<i>FeK</i>	10.76	09.20
<i>CuK</i>	00.32	00.24
<i>ZnK</i>	50.00	36.52



KV 20.0 MAG 120 TILT 0.0 MICRONS PER PIXY 2.083

A4: MEB de Q3

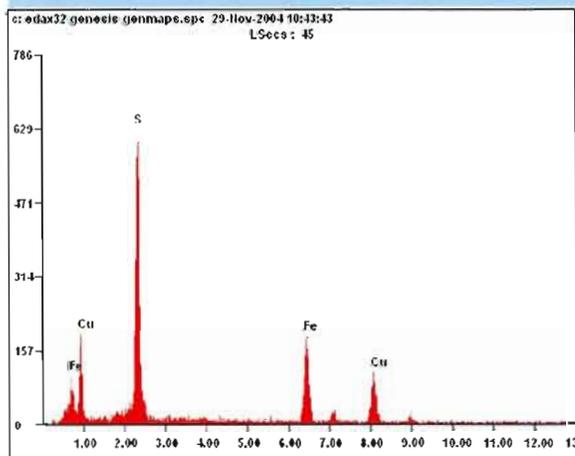
Microanalysis Report



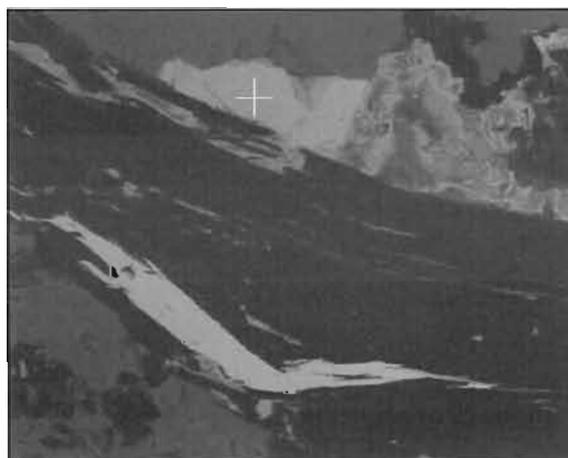
Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/29/2004



Element	Wt%	At%
S K	34.28	49.23
Fe K	31.46	25.94
Cu K	34.27	24.83



KV 20.0 MAG 500 TILT 0.0 MICRONS PER PIX 0.500

A4: MEB de Q3

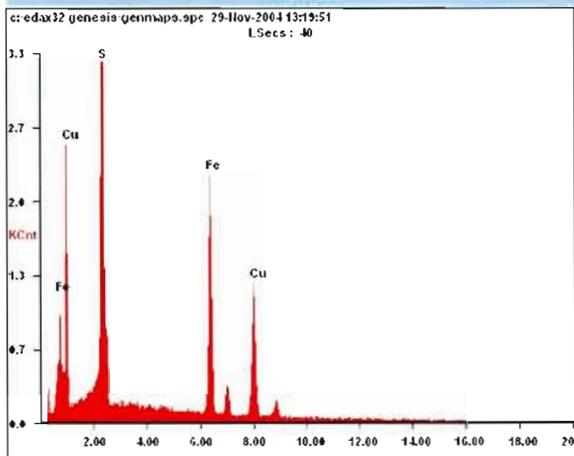
Microanalysis Report



Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/29/2004



Element	Wt%	At%
S K	36.32	51.49
Fe K	29.91	24.34
Cu K	33.78	24.17



A4: MEB de Q6

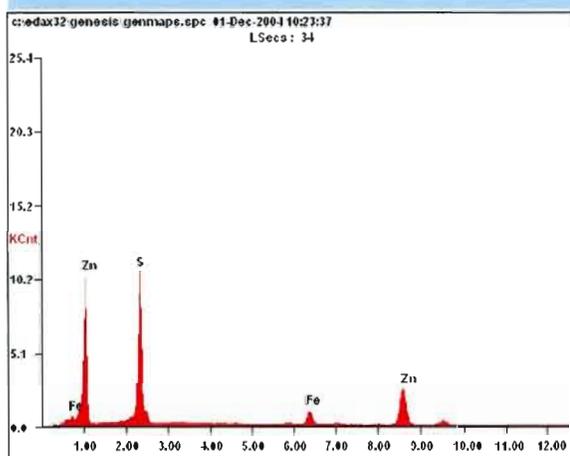
Microanalysis Report



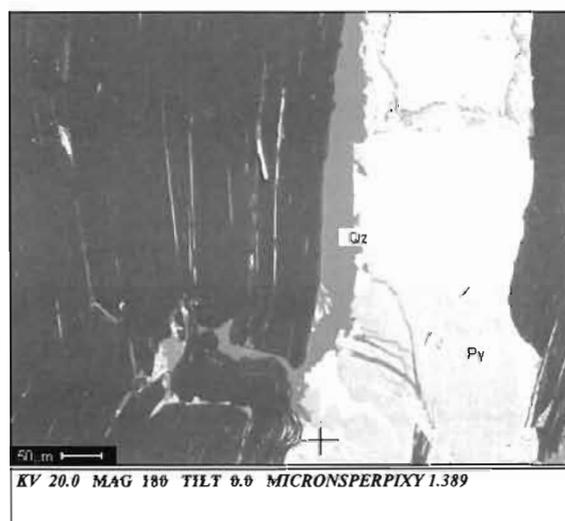
Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

12/1/2004



Element	Wt%	At%
<i>SK</i>	32.41	48.91
<i>FeK</i>	08.24	07.14
<i>ZnK</i>	59.35	43.94



A4: MEB de Q8

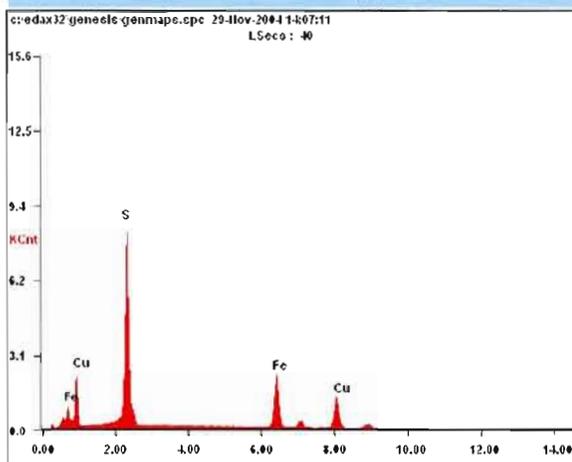
Microanalysis Report



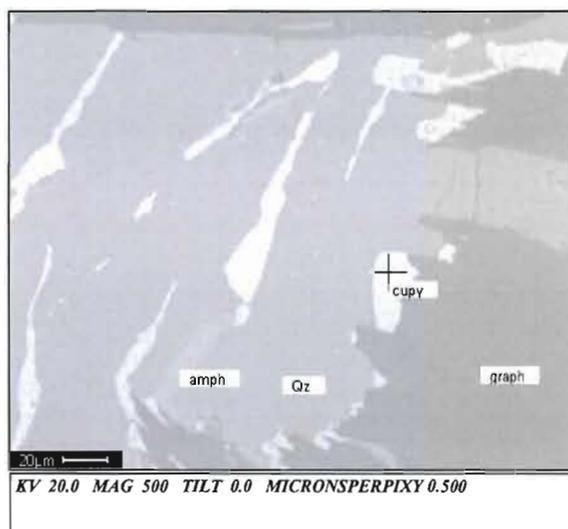
Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/29/2004



Element	Wt%	At%
S K	34.84	49.88
FeK	30.61	25.16
CuK	34.55	24.96



A4: MEB de SOQ1

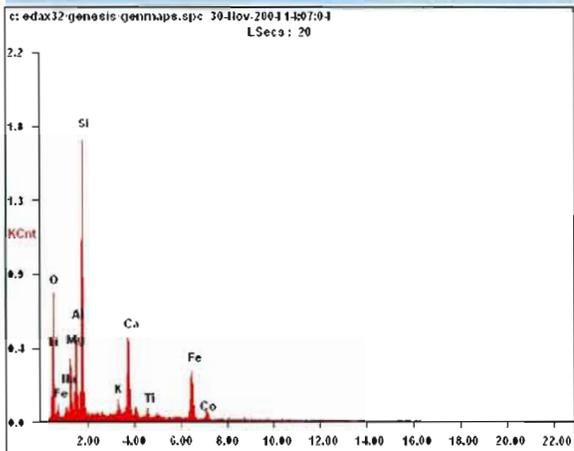
Microanalysis Report



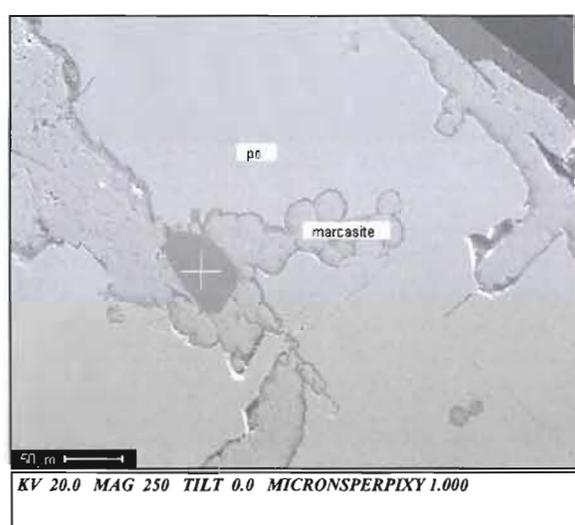
Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/30/2004



Element	Wt%	At%
S K	39.50	53.21
Fe K	60.50	46.79



A4: MEB de SOQ12

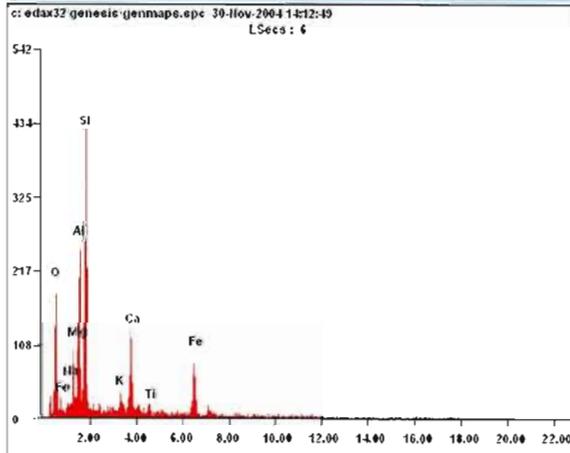
Microanalysis Report



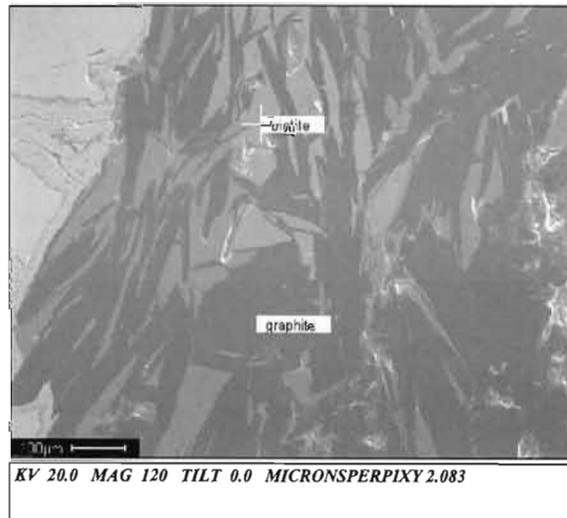
Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/30/2004



Element	Wt%	At%
O K	31.00	48.12
NaK	01.73	01.87
MgK	06.49	06.63
AlK	07.91	07.28
SiK	24.00	21.22
KK	01.59	01.01
CaK	09.42	05.84
TiK	01.32	00.68
FeK	16.55	07.36



A4: MEB de SOQ12

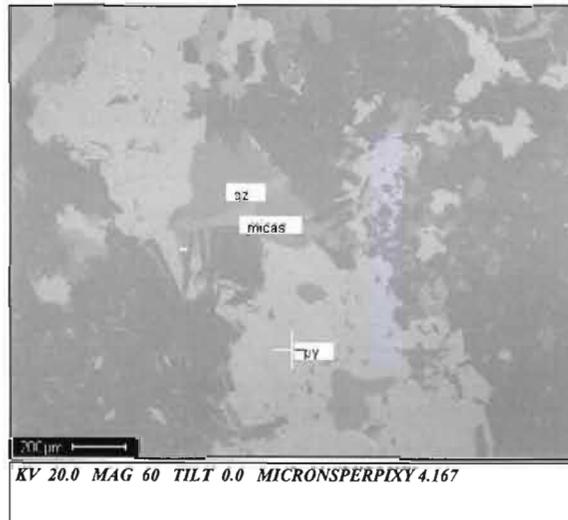
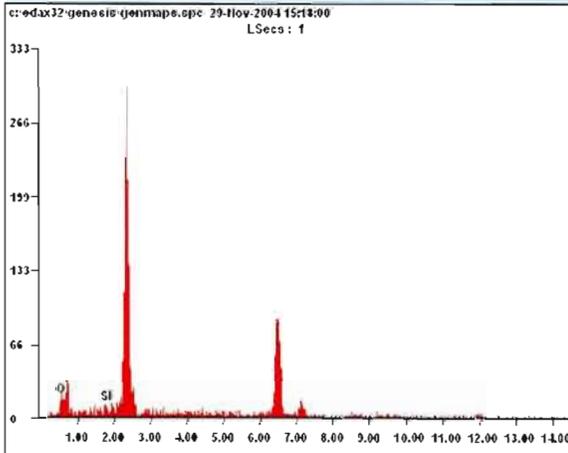
Microanalysis Report



Prepared for: *Company Name Here*

Prepared by: *Your Name Here*

11/29/2004



A4: MEB de SOQ18

BIBLIOGRAPHIE

- Ahn, J. H. Cho, M. and Buseck, P. R. 1999. «Interstratification of carbonaceous material within illite». *American Mineralogist*, v. 84, p. 1967-1970.
- Barzoi, S.-C. et Guy, B. 2002. «Rôle de la déformation métamorphique dans la cristallinité du graphite: l'exemple des schistes graphiteux de la vallée de la Lotru (Carpathes, Roumanie)». *C.R. Geosciences : Géomatériaux*, v. 334, p. 89-95.
- Bergfeld, D. Nabelek, P. I. and Labotka, T. C. 1996. «Carbon isotope exchange during poly-metamorphism in the Panamint Mountains, California, USA». *Journal of metamorphic Geology*, v. 14, p. 199-212.
- Beysac, O. Bollinger, L. Avouac, J.-P. and Goffe, B. 2004. «Thermal metamorphism in the lesser Himalaya of Nepal determined from Raman spectroscopy of carbonaceous material». *Earth and Planetary Science Letters*, v. 225, p. 233-241.
- Beysac, O. Brunet, F. Petitet, J.-P. Goffe, B. and Rouzaud, J.-N. 2003. «Experimental study of the microtextural and structural transformations of carbonaceous materials under pressure and temperature». *Eur. J. Mineral.*, v. 15, p. 937-951.
- Beysac, O. Goffe, B. Chopin, C. and Rouzaud J. N. 2002. «Raman spectra of carbonaceous material in metasediments: a new geothermometer». *Journal of metamorphic Geology*, v. 20, p. 859-871.
- Beysac, O. Rouzaud, J.-N. Goffe, B. Brunet, F. and Chopin, C. 2002. «Graphitization in a high-pressure, low-temperature metamorphic gradient: a Raman microspectroscopy and HRTEM study». *Contrib. Mineral. Petrol.*, v. 143, p. 19-31.
- Black, E.D., 1961, «Geological investigation in the Mt. Reed – Mt. Wright region (1960, field report)», Rapport non publié, Compagnie Minière Québec-Cartier
- Bonijoly, M. Oberlin, M. and Oberlin, A. 1982. «A possible mechanism for natural graphite formation». *International Journal of Coal Geology*, v. 1, p. 283-312.
- Brime, C. Garcia-Lopez, S. Bastida, F. Valin, M. L. Sanz-Lopez, J. and Aller, J. 2001. «Transition from Diagenesis to Metamorphism Near the Front of the Variscan Regional Metamorphism (Cantabrian Zone, Northwestern Spain)». *The Journal of Geology*, v. 109, p. 363-379.

- Buseck, P. R. and Bo-Jun, H. 1985. «Conversion of carbonaceous material to graphite during metamorphism». *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 49, p. 2003-2016.
- Bustin, R. M. Ross, J. V. and Rouzaud, J.-N. 1995. «Mechanisms of graphite formation from kerogen: experimental evidence». *International Journal of Coal Geology*, v. 28, p. 1-36.
- Butler, P. J. 1969. «Mineral Composition and Equilibria in the Metamorphosed Iron Formation of the Gagnon Region, Quebec, Canada». *Journal of Petrology*, v. 10, p. 56-101.
- Cesare, B. and Maineri, C. 1999. «Fluid-present anatexis of metapelites at El Joyazo (SE Spain): constraints from Raman spectroscopy of graphite». *Contribution to mineralogy and petrology*, v. 135, p. 41-52.
- Clarke, P. J. 1977. «Région de Gagnon». Ministère des Richesses Naturelles du Québec, v. *Rapport Géologique 178*, p. 70.
- Cleland, C. E. 2001. «Historical science, experimental science, and the scientific method». *Geology*, v. 29, p. 987-990.
- Connelly, J. N. and Heaman, L. M. 1993. «U-Pb geochronological constraints on the tectonic evolution of the Grenville Province, western Labrador». *Precambrian Research*, v. 63, p. 123-142.
- Cox, R. A. and Indares A. 1999. «Transformation of Fe-Ti gabbro to coronite, eclogite and amphibolite in the Baie du Nord segment, Manicouagan Imbricate Zone, eastern Grenville Province». *Journal of metamorphic Geology*, v. 17, p. 537-555.
- Cox, R. A. Indares, A. and Dunning, G. R. 2002. «Temperature-time paths in the high-P Manicouagan Imbricate zone, eastern Grenville Province: Evidence for two metamorphic events». *Precambrian Research*, v. 117, p. 225-250.
- Davies, C. and Chase, R. J. 1994. «The Merelani Graphite-Tanzanite Deposit, Tanzania: An Exploration Case History». *Exploration Mining Geology*, v. 3, p. 371-382.
- Evans, K. A. Bickle, M. J. Skelton, A. D. L. Hall, M. and Chapman H. 2002. «Reductive deposition of graphite at lithological margins in East Central Vermont: a Sr, C and O isotope study». *Journal of metamorphic Geology*, v. 20, p. 781-798.
- Faryad, S. W. Melcher, F. Hoinkes, G. Puhl, J. Meisel, T. and Frank, W. 2002. «Relics of eclogite facies metamorphism in the Astroalpine basement, Hochgrössen (Speik complex), Austria». *Mineralogy and Petrology*, v. 74, p. 49-73.
- Ferreira, E.C. 1962a. «Report on Geological, Drilling and Deep Needle Survey, Are 24B, Echo Lake, Québec : unpubl. rept for Québec-Cartier Mining Co.», *Ministère des Ressources Naturelles*, Assesment Report 12609

Ferreira, E.C. 1962b. «Report on Geological, Drilling and Deep Needle Survey, Are 24B, Echo Lake, Québec : unpubl. rept for Québec-Cartier Mining Co.», *Ministère des Ressources Naturelles*, Assesment Report 13176

Ferry, J. M. 1992. «Regional Metamorphism of the Waits River Formation, Eastern Vermont: Delineation of a New Type of Giant Metamorphic Hydrothermal System». *Journal of Petrology*, v. 33, p. 45-94.

Gross, G. A. 1968. «Geology of iron deposit in Canada, Iron Range of the Labrador Geosyncline». *Geological Survey of Canada*, p. 179p.

Hawley, G. 2001. «New Uses for Graphite». *The Thirteenth Annual Canadian Conference on Markets for Industrial Minerals*.

Indares, A. and Dunning, G. 2004. «Crustal architecture above the high-pressure belt of the Grenville Province in the Manicouagan area: new structural, petrologic and U-Pb age constraints». *Precambrian Research*, v. 130, p. 199-228.

Janak, M. Hurai, V. Ludhova, L. and Thomas, R. 1999. «Partial Melting and Retrogression During Exhumation of High-Grade Metapelites, the Tatra Mountains, Western Carpathians». *Phys. Chem. Earth (A)*, v. 24, p. 289-294.

Krabbendam, M. Urai, J. L. and v.Vliet, L. J. 2003. «Grain size stabilisation by dispersed graphite in high-grade quartz mylonite: an example from Naxos (Greece)». *Journal of Structural Geology*, v. 25, p. 855-866.

Kranck, S. H. 1961. «A Study of Phase Equilibrial in a Metamorphic Iron Formation». *Journal of Petrology*, v. 2.

Kretz, R. 1996. «Graphite deformation in marble and mylonitic marble, Grenville Province, Canadian Shield». *Journal of metamorphic Geology*, v. 14, p. 399-412.

Kwiecin´ska, B. and Petersen, H. I. 2004. «Graphite, semi-graphite, natural coke, and natural char classification—ICCP system». *International Journal of Coal Geology*, v. 57, p. 99-116.

Lagoeiro, L. E. 1998. «Transformation of magnetite to hematite and its influence on the dissolution of iron oxide minerals». *Journal of Metamorphic Geology*, v. 16, p. 415-423.

Liogys, V. A. and Jenkins, D. M. 2000. «Hornblende geothermometry of amphibolite layers of the Popple Hill gneiss, north-west Adirondack Lowlands, New York, USA». *Journal of metamorphic Geology*, v. 18, p. 513-530.

- Lyons, E. 2002. «Technical Report. Phase 1 Geology and sampling on the Lac Guéret Property, Comté de Manicouagan, région Côte-Nord, Québec, (NTS 22N03)» Quinto Technology Inc., 26p.
- Lyons, E. 2004, «Technical Report. Phase 2 Geology and sampling & phase 3 diamond drilling on the Lac Guéret Property, Comté de Manicouagan, région Côte-Nord, Québec, NTS 22N/03», Quinto Technology Inc., 42p.
- Malisa, E. P. 1998. «Application of graphite as a geothermometer in hydrothermal altered metamorphic rocks of the Merelani-Lelatema area, Mozambique Belt, northeastern Tanzania». *Journal of African Earth Sciences*, v. 26, p. 313-316.
- Miyashiro, A. 1964. «Oxidation and reduction in the Earth's crust with special reference to the role of graphite». *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 28, p. 717-729.
- MRN. 1994. «Géologie du Québec». *Ministère des Ressources Naturelles*, MM 94-01
- Nabelek, P. I. Wilke, M. Huff, T. A. and Sirbescu, M.-L. 2001. «Production of carbonic fluids from graphite during metamorphism and their retention in the deep crust». *Eleventh Annual V. M. Goldschmidt Conference*
- Olson, D. W. 2002. «Graphite: USGS mineral yearbook». Chapitre 34.
- Poisson, P. 1988. «Rapport de la campagne de prospection 1987, Projet Fermont» Société d'exploration minière Mazarin Inc. GM
- Poisson, P. 1989. «Rapport de la campagne d'exploration 1988, Projet Fermont, Propriété du Lac Knife», Société d'exploration minière Mazarin Inc, GM 49448
- Pike, C. Dumaresque, C., «1990+ Geological Assessment Report», Mart Mining and Exploration Ltd. Assesment Reports number : 23B/0164, 23B/14/0160, 23B/14/0157, 23B/14/0158, LAB/0951, LAB/0898, Natural Department of Newfoundland and Labrador
- Powell, C. M. Oliver, N. H. S. Li, Z.-X. Martin, D. M. and Ronaszeki, J. 1999. «Synorogenic hydrothermal origin for giant Hamersley iron oxide ore bodies». *Geology*, v. 27, p. 175-178.
- Rioux, G. Chartrand, F. 2004. «Rapport d'excursion des propriétés 1339N et 1339S; et cartographie à la planchette, Projet Lac Guéret (1339)», SOQUEM Inc., rapport non publié.
- Rioux, G. Roy, I. Trudeau, Y. 2003. «Travaux d'exploration 2003. Cartographie et Coupe de lignes, Projet du Lac Guéret-Bloc Sud (1339), Région du lac Guinécourt, Région du Réservoir Manicouagan», SOQUEM Inc., 14p. rapport non publié

- Rivers, T. 1983. «The northern margin of the Grenville Province in western Labrador – anatomy of an ancient orogenic front». *Precambrian Research*, v. 22, p. 41-73.
- Rivers, T. 1997. «Lithotectonic elements of the Grenville Province: review and tectonic implications». *Precambrian Research*, v. 86, p. 117-54.
- Rivers, T. Ketchum, J. Indares, A. and Hynes, A. 2002. «The High Pressure belt in the Grenville Province: architecture, timing and exhumation». *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 39, p. 867-893.
- Rivers, T. Martignole, J. Gower, C. F. and Davidson, A. 1989. «New tectonic divisions of the Grenville Province, southeast Canadian shield». *TECTONICS*, v. 8, p. 63-84.
- Roy, I. 2004. «Rapport des travaux d'exploration 2003, Projet Lac Guéret Sud (1339), Région du réservoir Manicouagan, 2004», SOQUEM Inc., 51p. GM 60839
- Roy, I. 2004. «Rapport sur les travaux d'exploration 2004, Secteur du Bloc C, Projet Lac Guéret Nord (1339N)», SOQUEM Inc., 17p. GM
- Sangster, A. L. Gauthier, M. and Gower, C. F. 1992. «Metallogeny of structural zones, Grenville Province, northeastern North America». *Precambrian Research*, v. 58, p. 401-426.
- Santosh, M. Wada, H. Satish-Kumar, M. and Binu-Lal, S. S. 2003. «Carbon isotope “stratigraphy” in a single graphite crystal: Implications for the crystal growth mechanism of fluid-deposited graphite». *American Mineralogist*, v. 88, p. 1689-1696.
- Satish-Kumar, M. and Wada, H. 2000. «Carbon isotopic equilibrium between calcite and graphite in Skallen Marbles, East Antarctica: evidence for the preservation of peak metamorphic temperatures». *Chemical Geology*, v. 166, p. 173-182.
- Satish-Kumar, M. Wada, W. and Santosh, M. 2002. «Constraint on the application of carbon isotope thermometry in high- to ultrahigh-temperature metamorphic terranes». *Journal of metamorphic Geology*, v. 20, p. 335-350.
- Simandl, G. J. and Keenan, W. M. 2000. «Crystalline Flake Graphite, Microcrystalline Graphite, Vein Graphite in Metamorphic Terrains». *Mineral Deposit Profiles*, BCGS.
- Tagiri, M. Yago, Y. and Tanaka, A. 2000. «Shuffled-cards structure and different P/T conditions in the Sanbagawa metamorphic belt, Sakuma-Tenryu area, central Japan». *The Island Arc*, v. 9, p. 188-203.
- Ueno, Y. Yurimoto, H. Yoshioka, H. Komiya, T. and Maruyama, S. 2002. «Ion microprobe analysis of graphite from ca. 3.8 Ga metasediments, Isua supracrustal belt, West Greenland: Relationship between metamorphism and carbon isotopic composition». *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 66, p. 1257-1268.

Whitehouse, M. J. and Fedo, C. M. 2003. «Deformation features and critical field relationships of early Archaean rocks, Akilia, southwest Greenland». *Precambrian Research*, v. 126, p. 259-271.

Wilks, K. R. Mastalerz, M. Bustin, R. M. and Ross, J. V. 1993. «The role of shear strain in the graphitization of a high-volatile bituminous and an anthracitic coal». *International Journal of Coal Geology*, v. 22, p. 247-277.

Wilks, K. R. Mastalerz, M. Ross, J. V. and Bustin, R. M. 1993. «The effect of experimental deformation on the graphitization of Pennsylvania anthracite». *International Journal of Coal Geology*, v. 24, p. 347-369.

Zuilen, M. A. v. Lepland, A. Teranes, J. Finarelli, J. Wahlen, M. and Arrhenius, G. 2003. «Graphite and carbonates in the 3.8 Ga old Isua Supracrustal Belt, southern West Greenland». *Precambrian Research*, v. 126, p. 331-348.