

MB 92-05

ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE DES DONNEES GEOCHIMIQUES APPLIQUEES A LA PROSPECTION DANS LA REGION DE LA GATINEAU

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

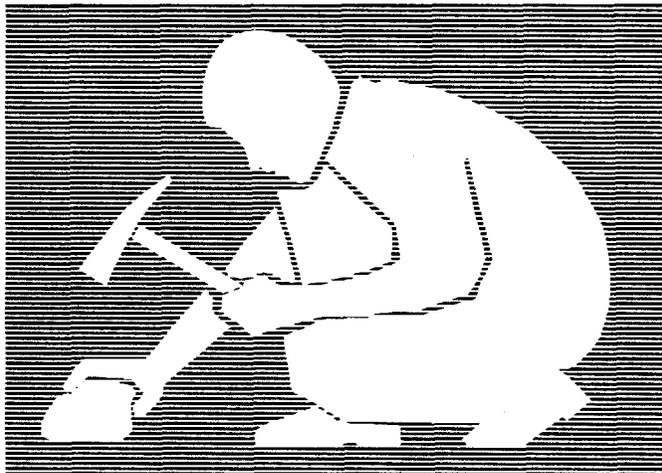


Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service géologique de Québec

Analyse multidimensionnelle des données géochimiques appliquées à la prospection dans la région de la Gatineau

Claude Bellehumeur

Michel Jébrak



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

Cette étude s'est effectuée en coopération avec l'UCAM

MB 92-05

1992

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
1. INTRODUCTION	1
2. PRÉSENTATION DES DONNÉES	3
3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	3
4. MINÉRALISATIONS	5
4.1 Minéralisations de la région de la Gatineau	5
4.2 Contexte tectonique des minéralisations du Grenville	6
5. ANOMALIES GÉOCHIMIQUES ET DÉTECTION DES GITES CONNUS	7
5.1 Métaux de base	7
5.2 Terres rares, U et Th	12
5.3 Or	12
6. ANALYSE DU SIGNAL GÉOCHIMIQUE DE CHAQUE FRACTION	16
6.1 Comparaison des moyennes	16
6.2 Principales associations géochimiques	16
6.3 Dispersion et structure spatiale des facteurs d'ACP	25
7. FILTRAGE DES DONNÉES PAR L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES	30
7.1 Métaux de base: effet du filtrage	31
7.2 Terres rares: effet du filtrage	34
7.3 Relevé détaillé de sédiments de ruisseau de la région de Gracefield: effet du filtrage	34
8. PROSPECTION GÉOCHIMIQUE DE L'OR	37
9. CONCLUSIONS	40
10. RÉFÉRENCES	41

1. INTRODUCTION

Le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec a effectué en 1987 un levé géochimique de sédiments de ruisseau s'étendant de part et d'autre de la vallée de la rivière Gatineau, entre Hull au sud et le réservoir Baskatong au nord (Fig 1 et 2). Les résultats bruts ont été présentés dans deux rapports du MERQ (Choinière, 1988; 1989), et Jébrak (1989) et Jébrak et al., (1990) ont réalisé une cartographie litho-géochimique de la région, ont comparé l'apport respectif des fractions lourde et fine, et ont sélectionné quelques anomalies susceptibles de présenter un potentiel élevé. Le présent travail a pour principal objectif de déterminer l'efficacité des méthodes géostatistiques et des méthodes de traitement de données multivariées à analyser les dispersions géochimiques multiélémentaires et plus particulièrement à discriminer les signaux associés à des zones minéralisées de ceux reliés aux lithologies. La réalisation de cet objectif passera par les étapes suivantes:

- (1) Définir les principales aires anormales en or, métaux de base et terres rares, et mettre ces aires anormales en relation avec les minéralisations connues à ce jour,
- (2) Comparer l'information géochimique apportée par les fractions fine et lourde, et déterminer les facteurs influençant les composantes du signal géochimique de chaque fraction, et ce pour les terrains de Mont-Laurier et de Baskatong,
- (3) Tenter d'éliminer les facteurs de variations reliés aux unités lithologiques en utilisant une technique de filtrage des données proposée par Marcotte (1989, 1990).
- (4) Vérifier l'efficacité des relevés géochimique de détail de Gauthier (1978, 1981, 1983) à repérer les minéralisations de Pb-Zn du district de Maniwaki, et effectuer une réinterprétation de ces données en les filtrant de l'influence des lithologies, de la couverture glaciaire et des phénomènes d'adsorption.
- (5) Proposer une méthode d'utilisation des éléments traceurs en prospection géochimique de l'or.

Le relevé de géochimie de la Gatineau couvre une superficie de 17700 km² et comprend 1661 sites d'échantillonnage. A chaque site, deux échantillons ont été prélevés. Le premier a été tamisé en laboratoire de façon à récupérer la fraction granulométrique inférieure à 177 um. Le second échantillon a été tamisé sur le terrain de façon à recueillir 4 litres de matériaux inférieure à 850 um. Ce matériel est passé sur la table à secousse afin d'extraire la fraction lourde d'une densité supérieure à 3.3. La fraction magnétique est séparée à l'aide d'un aimant. Choinière (1988) montre qu'après ce traitement, l'échantillon de minéraux lourds contient de 10 à 25% de matériaux de densité variant de 2.8 à 3.3.

Les échantillons furent broyés à 177 um, attaqués à l'acide nitrique chaud et analysés par émission atomique au plasma pour les éléments suivants: Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Eu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, P, Pb, Sm, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn. Le mercure fut dosé par absorption atomique tandis qu'As, Au, Br, Cs, Sb, Se, Tm, U et W furent dosés par activation neutronique.

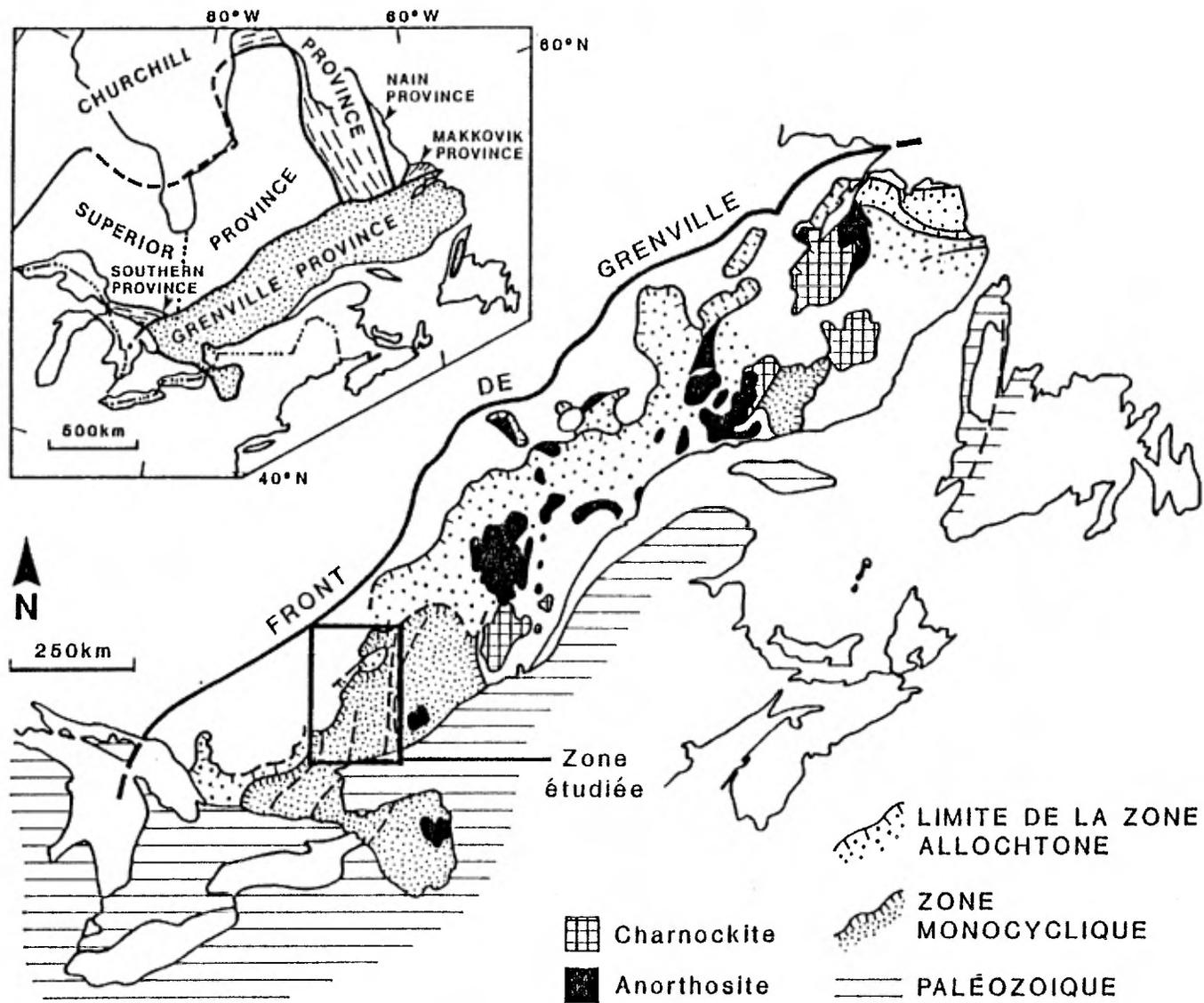


Figure 1 Position de la zone étudiée dans la Province de Grenville.
(tirée de Rivers et al., 1989)

2. PRÉSENTATION DES DONNÉES

La région comprenant deux domaines lithotectoniques distincts, nous avons traité séparément les données des terrains de Baskatong et Mont-Laurier. Les tableaux 3 et 4 montrent que les concentrations moyennes en éléments d'intérêt économique sont systématiquement plus élevées pour le terrain de Mont-Laurier. Il apparaît pertinent de sélectionner les anomalies selon des seuils propres à chaque domaine.

La plupart des éléments chimiques du relevé présentent une distribution fortement asymétrique, les éléments abondants tel le phosphore de la fraction lourde font cependant exception. La transformation logarithmique réduit généralement cette asymétrie (tableau 3 et 4). Il est donc résolu pour la suite de l'étude de considérer les logarithmes naturels des concentrations. Cette transformation réduit l'influence des valeurs extrêmes sur l'analyse en composantes principales qui sera utilisée plus loin.

Afin de fournir un élément de comparaison uniforme, toutes les variables ont été centrées et réduites (normalisation) à partir du logarithme naturel des concentrations. Chaque variable présente désormais une moyenne de zéro et un écart-type de un. Les concentrations des variables sont exprimées en écart-type par rapport à la moyenne. L'opération de normalisation de chaque donnée se fait dans un premier temps en effectuant la soustraction de la moyenne de la variable considérée (centrage). Les valeurs centrées sont ensuite réduites en effectuant la division par l'écart-type.

3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le levé géochimique couvre en partie les zones allochtones monocyclique et polycyclique de la province de Grenville (Rivers et al., 1989) (figure 1 et 2).

La zone monocyclique au sud-est comprend des roches supracrustales d'âge paléohélikien (1300-1200 Ma.) reposant sur un socle archéen-aphébien. Ces roches appartiennent au terrain de Mont-Laurier qui constitue la portion nord-est de la ceinture métasédimentaire centrale définie par Wynne-Edwards (1972). Les marbres sont abondants dans la partie nord-ouest du terrain de Mont-Laurier alors que les métapélites, quartzites, amphibolites et gneiss granulitiques prédominent ailleurs. Ces lithologies furent affectées par le cycle orogénique grenvillien (1250-1050 Ma., Moore et Thompson, 1980) qui produisit un grain tectonique d'orientation NE-SO. L'ensemble a été soumis à un métamorphisme intense allant du faciès amphibolite à granulite.

Le terrain de Mont-Laurier est recoupé par des massifs alcalins potassiques composés principalement de syénites miaskitiques. Corriveau (1990) suggère que ce magmatisme protérozoïque est relié à un environnement d'arc insulaire produit par un régime de subduction actif entre 1098 et 1076 Ma. Ces intrusions précèderaient l'amalgamation des terrains de la ceinture métasédimentaire centrale et leur accréation avec la ceinture allochtone polycyclique.

Le terrain de Mont-Laurier contient également deux champs de pegmatites principaux; le champ de Mont-Laurier et le champ de Gatineau-Buckingham (Ayres et Cerny, 1982). Ces pegmatites furent des producteurs de matériaux céramiques, mais aucun ne contient de concentrations économiques connues d'éléments rares.

La ceinture allochtone polycyclique au nord-ouest est constituée de gneiss gris quartzofeldspathique aphébien. Ces lithologies forment une bande d'orientation NE, d'une trentaine de

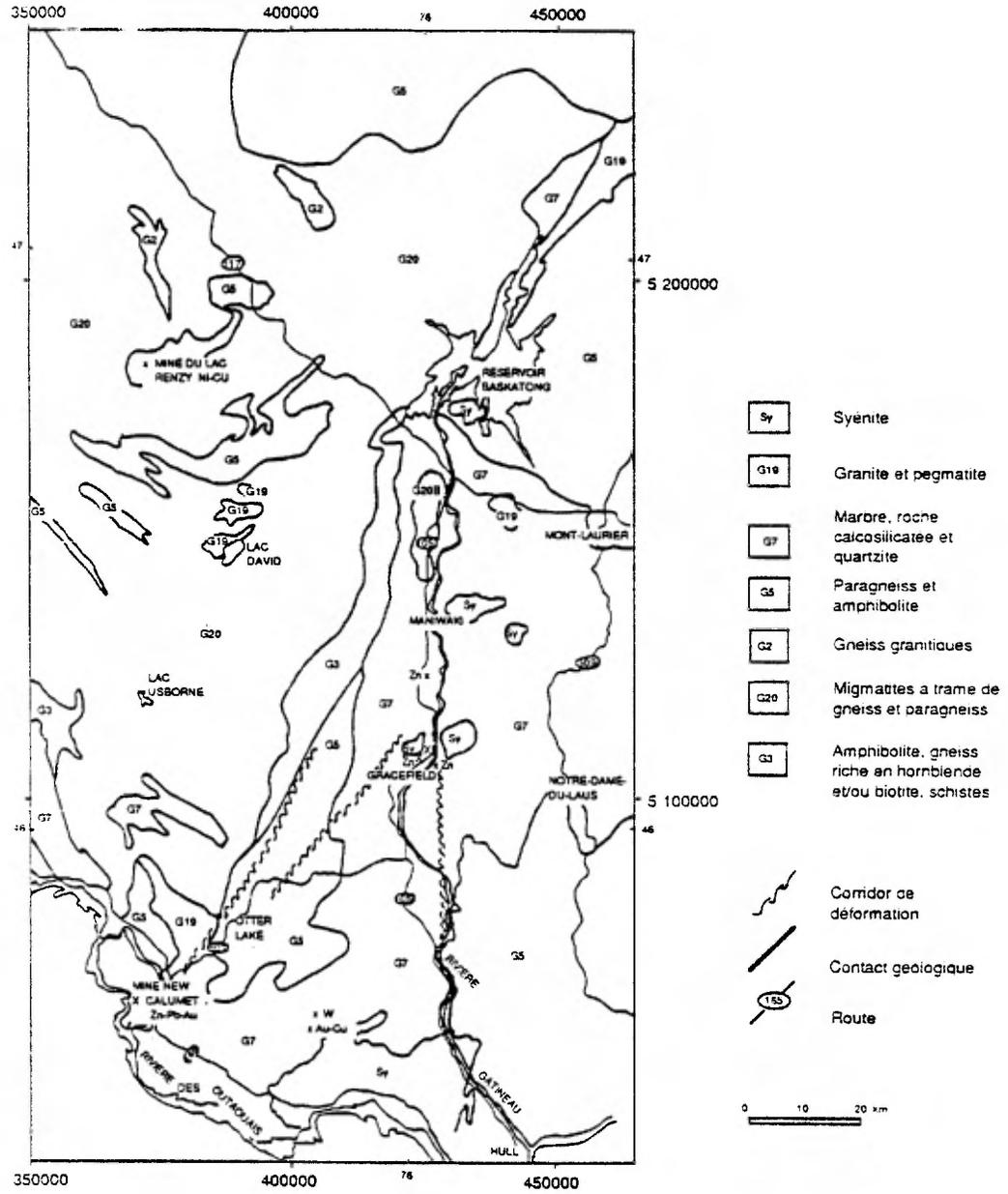


FIGURE 2. Esquisse géologique de la zone étudiée (modifié d'après Avramtchev et Piché, 1981).

kilomètres de largeur appelée terrain de Baskatong. Ce terrain fut identifié sur la base de levés aéromagnétique et de télédétection (Indares et Martignole, 1985). Il est séparé de la ceinture monocyclique par une zone fortement déformée. Cette frontière fait partie d'une importante zone de failles appelée CMBBZ (Central Metasedimentary Belt Boundary Zone), où la zone métasédimentaire centrale chevauche la ceinture allochtone polycyclique (Hamner et Ciesielski, 1984). Le terrain de Baskatong est limité au nord-ouest par la zone de cisaillement du Lac Renzy où apparaît un corps ultramafique.

4. MINÉRALISATIONS

4.1 Minéralisations de la région de la Gatineau

Les principales études métallogéniques touchant le Grenville de l'ouest du Québec furent l'oeuvre de Gauthier et Brown (1986), Sangster et Bourne (1982) et Gauthier et al. (1985). Notons également les études touchant le sud-est de l'Ontario de Carter (1984) et Carter et Colvine (1985). Plusieurs types de minéralisations métalliques ont été reconnues dans la région de la Gatineau:

- **Gîtes stratoïdes de métaux précieux et de métaux de base.** Les minéralisations aurifères sont associées à des horizons riches en sulfures (pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, sphalérite et galène), confinés à des niveaux de gneiss contenant des silicates calciques (trémolite, actinote et diopside). Ce type de gîte, présent dans la partie sud-ouest de la région étudiée, est représenté par la mine Calumet. La mine Montauban, située dans la partie centrale de la province de Grenville du Québec, et le gîte Simon au sud-est de l'Ontario sont également de ce type (Jourdain et al., 1990).

- **Gîtes stratiformes de zinc.** Ils constituent le plus important type de minéralisations de métaux de base de la région de la Gatineau. Ils sont localisés dans la région de Maniwaki-Gracefield. Des amas stratiformes de sphalérite sont encaissés dans des marbres dolomitiques (Gauthier et Brown, 1986). Ils passent latéralement à des formations de fer de type faciès à carbonates qui deviennent d'importants repères stratigraphiques pour ces minéralisations. La mine Long Lake en Ontario et le gîte Balmat-Edwards de l'état de New York sont de ce type.

La région de Bryson, dans le sud-ouest du Québec, contient un gîte où des oxydes de fer, de zinc et de manganèse sont disséminés dans des marbres calcaro-dolomitiques (Gauthier et al., 1987). Ce gîte est apparenté à celui de Franklin, New Jersey.

- **Gîtes aurifères épigénétiques.** Ce type de gîte n'est pas représenté dans la région de la Gatineau, mais il constitue le type de gîte aurifère le plus commun de la province de Grenville. La plupart des gîtes aurifères du sud-est de l'Ontario sont de cette nature. Ils sont contenus dans des filons de quartz et carbonates. La pyrite et l'arsénopyrite sont les sulfures les plus communs (Carter et Colvine, 1985).

- **Des gîtes d'uranium** sont reconnus dans plusieurs districts, en particulier au nord de Calumet, au nord-est de Hull et au nord de Grand-Remous. Il s'agit de pegmatites à minéraux uranifères

et thorifères montrant une association polymétallique à Cu-Mo. Des terres rares leur sont associés, en particulier sous forme d'allanite.

- **Des gîtes de Ni-Cu** sont associés aux massifs ultra-basiques mis en place dans des zones de discontinuités. Le gîte de Ni-Cu du Lac Renzy est un des plus importants. Il est encaissé dans un sill komatiitique.

- **De petits indices de phosphates**, exploités à la fin du XIX^{ème} siècle, sont situés au nord-est de Hull. Il s'agit de skarns interstratifiés dans des marbres magnésiens, des quartzites et des gneiss. La minéralogie de ces skarns comporte des pyroxènes, trémolite-actinote, apatite et microcline. Des terres rares et de l'uranium sont parfois présents.

- **Des indices de molybdène** sont associés à des massifs de syénites. Certains gîtes montrent des minéralisations disséminées dans les syénites, alors que d'autres forment des bandes ou des amas irréguliers, dans des pyroxénites, au contact de syénites.

4.2 Contexte tectonique des minéralisations du Grenville

Gauthier et al., (1990) situent les événements métallogéniques qui ont marqué la Province de Grenville dans leur contexte tectonique global. Le cycle grenvillien correspond à un long ensemble tectonique, débutant par l'ouverture des bassins (1300 Ma.), leur développement et leur écrasement au cours des phases de serrage.

4.2.1 Phase précoce proto-Grenvillienne

Dès 1500 Ma., il apparaît une phase d'extension proto-Grenvillienne marquée par des intrusions mafiques et ultramafiques. Les gîtes de Ni-Cu du Lac Renzy dans la Gatineau, et du Lac Edouard en Mauricie seraient logés dans ce type d'intrusions (Gauthier et al., 1990). Les massifs anorthositiques riches en titane des Adirondak, du Lac St-Jean et de la Côte Nord seraient également des indicateurs de magmatisme lié à cette phase d'extension (McLelland, 1986).

4.2.2 Magmatisme alcalin

L'ouverture des bassins épicontinentaux s'accompagne de magmatisme intrusif et volcanique alcalin auquel est associé des gîtes de Zr, Nb, U, Fe et terres rares (Strange Lake, Labrador). Ce type d'environnement peut prendre une importance métallogénique considérable, car il est porteur des gisements de type "Olympic Dam". Ce sont des gisements de Fe, Cu, Au, U et terres rares. Les principaux gîtes de ce type sont localisés en Australie (Olympic Dam), Suède (Kiruna), Missouri (Monts St-François) et en Chine (Bayan Obo). L'âge des gisements connus à ce jour est protérozoïque moyen (1100 à 1700 Ma.). Ils sont situés dans des environnements cratoniques. On observe une association spatiale et temporelle avec une tectonique d'extension. La magnétite et l'hématite constitue la minéralogie dominante. Les minéraux de F, P et Ba sont également abondants. L'altération est marquée par un métasomatisme en fer.

4.2.3 Ouverture des bassins

Les principales minéralisations mises à jour dans la Province de Grenville correspondent à l'ouverture des bassins qui marquent les dépôts du Supergroupe de Grenville autour de 1290 Ma. Les gîtes de zinc du district de Maniwaki-Gracefield et les gîtes stratoïdes d'or et de métaux de base de Calumet et Montauban appartiennent à cette période.

4.2.4 Serrage Grenvillien

Plusieurs événements métallogéniques sont associés à la phase de fermeture des bassins. La production de pegmatite d'anatexie et de tactite au contact des pegmatites forment des gîtes uranifères. Les zones de cisaillement contrôlent la distribution des gîtes aurifères épigénétiques, qui sont surtout concentrés dans les zones de métamorphisme peu élevé du sud-est de l'Ontario.

Plusieurs auteurs ont démontré l'importance des grands cisaillements dans la recherche des gîtes épigénétiques aurifères. Mentionnons les travaux de Bonnemaïson (1987) pour le socle Varisque en France, et Poulsen et Robert (1989) pour la province du Supérieur. Le modèle développé par Baer (1977), où il présume d'importants décrochements induisant des cisaillements traversant la Province de Grenville, devient très intéressant pour la prospection de gîtes aurifères en proposant d'importants corridors de déformation à explorer. Jourdain et al., (1990) soulignent le potentiel des grandes zones de déformation de la Province de Grenville. Choinière (1990) mentionne que la bordure est du terrain de Mont-Laurier est le site de plusieurs anomalies d'or et d'éléments traceurs de l'or (As, Sb, Se). Ces anomalies suivent la zone de cisaillement de Labelle qui sépare le terrain de Mont-Laurier du terrain de Morin.

5. ANOMALIES GÉOCHIMIQUES ET DÉTECTION DES GÎTES CONNUS

Le relevé de sédiments fins et de minéraux lourds de la Gatineau définit un grand nombre d'anomalies. Ces anomalies furent localisées par Choinière (1988, et 1989) et Jébrak (1988). Les figures 3 à 5 montrent ces principales aires anormales en métaux de base, terres rares et or pour les fractions lourde et fine. Ces aires anormales sont constituées de regroupements d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 90ème percentile. Nous examinons la correspondance entre les aires anormales et les minéralisations connues.

5.1 Métaux de base

Les minéralisations de métaux de base sont concentrées dans six régions principales.

- 1- L'anomalie la plus notable forme un croissant au sud-est du réservoir Baskatong. Cette région est enrichie en Cu-Pb-Zn dans les fractions fine et lourde. Les anomalies de Cu et Zn de la fraction fine ont de fortes amplitudes.
- 2- La région de Notre-Dame-du-Laus, où l'on note des anomalies de Pb-Zn de la fraction lourde.
- 3- La région au nord-est du parc de la Gatineau et à l'est de Wakefield est caractérisée par des anomalies de Cu-Pb dans les fractions fine et lourde. Le cuivre de la fraction fine définit une anomalie le long de la rivière du Lièvre, au sud-est du réservoir l'Escalier. Le zinc de la fraction fine est également anormal dans cette région.
- 4- Au sud de la région étudiée, le long de la vallée de la rivière Outaouais, des anomalies de Cu-Pb-Zn sont retrouvées dans la fraction fine des sédiments de ruisseaux.

5- A l'ouest du territoire étudié, au nord de l'île du Grand Calumet, nous retrouvons une petite anomalie isolée de Cu-Zn dans la fraction lourde et de zinc dans la fraction fine. Un petit gîte de Cu-Zn (31 F/15-03) est situé dans cette région. Ce site est également l'hôte d'une anomalie de terres rares.

6- Le voisinage du site de l'anomalie de terres rares du lac David est l'hôte d'une vaste zone anormale de Cu-Pb-Zn. Cette anomalie est principalement identifiée dans la fraction lourde des sédiments de ruisseaux. La fraction fine montre quelques échantillons anormaux en Zn-Cu.

Les gîtes de métaux de base les plus importants de la région sont les gîtes de Zn du district de Maniwaki-Gracefield. Leur localisation en bordure de la rivière Gatineau fait que peu d'échantillons faisant partie du même bassin versant sont situés en aval des gîtes. Les échantillons 5628 et 5630 sont respectivement situés à 250 m et 2000 m en aval des gîtes Des Nègres et Bouchette de la région de Maniwaki. L'échantillon 5196 est localisé à 400 m en aval de l'indice Leitch de la région de Gracefield. Aucun échantillon n'est situé en aval des indices Lafontaine, Parker et Bitobi. Le tableau 1 montre que le relevé de géochimie régionale n'a pas détecté l'indice Leitch, l'échantillon 5196 montrant une concentration en Zn inférieure à la moyenne (-0.1 écart-type). Les gîtes Bouchette et Des Nègres sont mis en évidence par la fraction lourde de l'échantillon 5628. Il montre une concentration située à 3.48 écarts-types de la moyenne. Le zinc semble être le seul indicateur efficace.

Les travaux de Gauthier (1978, 1981 et 1983) dans la région de Maniwaki et Gracefield ont permis le prélèvement d'échantillons de la fraction fine des sédiments de ruisseaux à une maille d'environ 1 éch./3 km². Seul l'échantillon 77-13027 prélevé à 300 m du gîte Bouchette témoigne de la présence de cet indice (tableau 2). Les échantillons 77-13025, 79-10677 et 79-10731, situés à des distances variant de 200 m à 1000 m du gîte s'avèrent stériles. Les échantillons 79-10717 et 10779 situés à 400 m en amont du gîte Bouchette, montrent de fortes anomalies et pourraient indiquer la présence de d'autres gîtes zincifères dans cette région. Deux échantillons situés à environ 500 m de l'indice Leitch (district de Gracefield) montrent de fortes anomalies en zinc (81-13648 et 77-13105).

Ces relevés géochimiques indiquent que les halos d'enrichissement en zinc dans les sédiments de ruisseaux s'étendent jusqu'à un minimum de 200 à 500m. Le relevé régional montre que la fraction lourde semble plus apte que la fraction fine à repérer ce type de gîte, mais les relevés détaillés indiquent que la signature géochimique des gîtes apparaît également dans la fraction fine.

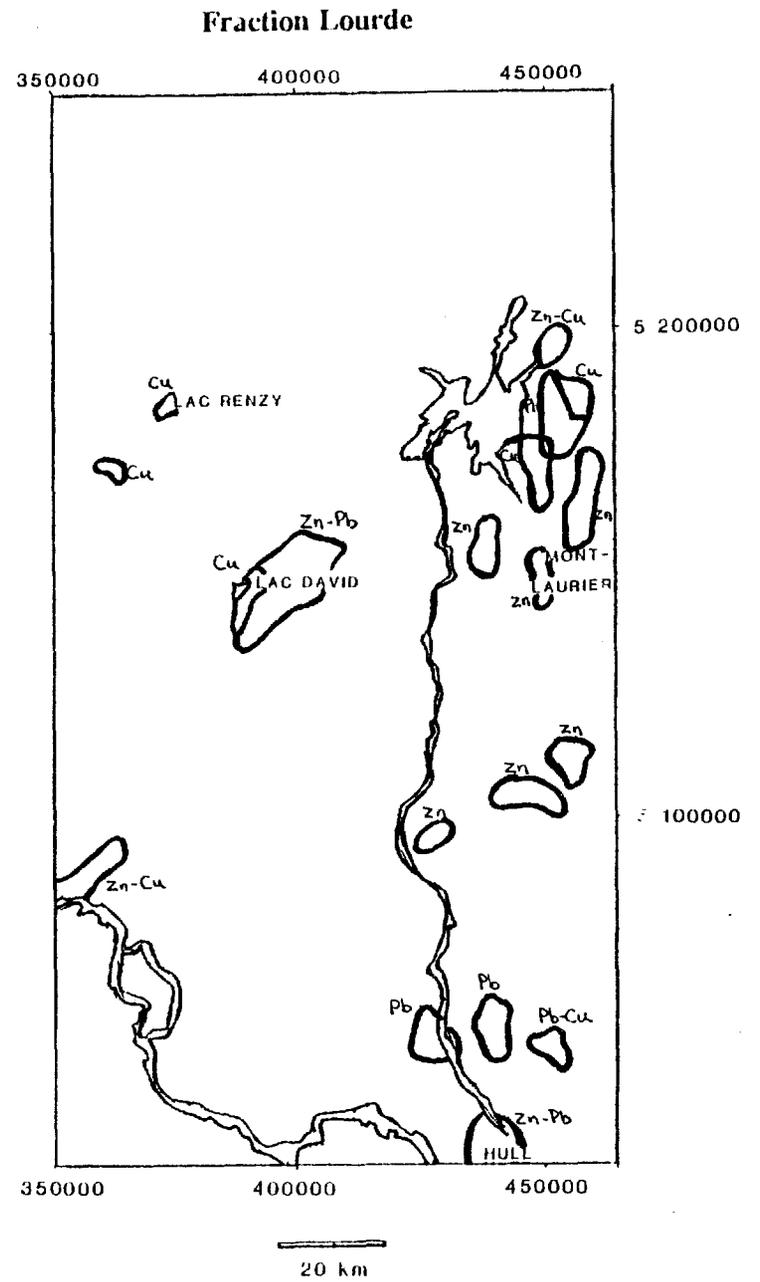
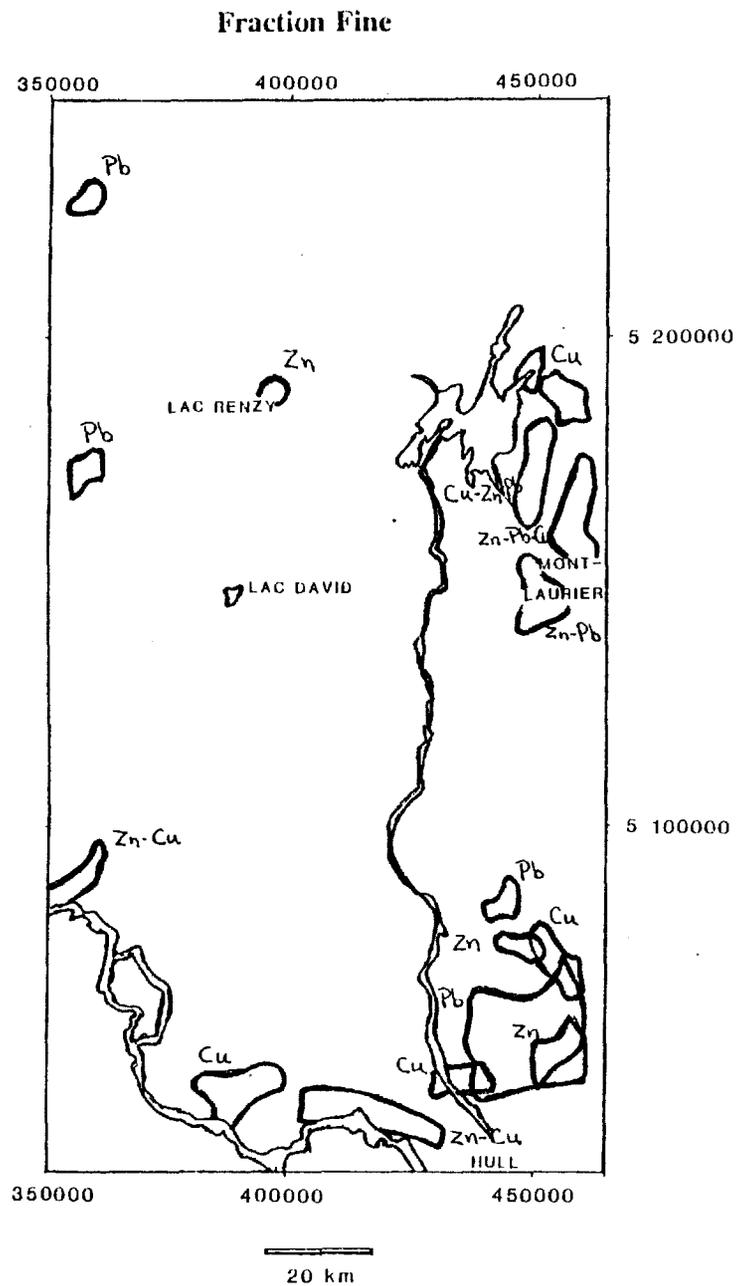


FIGURE 3. Principales anomalies de métaux de base. Les contours circonscrivent des groupes d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 90ème percentile.

TABLEAU 1: Teneurs en Zn et Pb des fractions fine et lourde des échantillons situés à proximité des gîtes de Zn du district de Maniwaki-Gracefield, relevé régional de sédiments de ruisseau de la Gatineau (Choinière, 1987; 1988)

Echantillons	Fraction Lourde		Fraction Fine	
	Zn	Pb	Zn	Pb
Gîte Leitch (région de Gracefield)				
5196	-0.10	-1.03	0.23	-1.31
Gîte Bouchette (région de Maniwaki)				
5628	3.48	1.14	-0.89	-1.31
5630	-0.92	0.06	-0.52	-0.99

* Les concentrations des éléments chimiques sont exprimées en écart-types par rapport à la moyenne. Les 90ème et 95ème percentiles de la distribution sont respectivement situés à environ 1.25 et 1.7 écart-types.

TABLEAU 2: Teneurs en Zn et Pb de la fraction fine des échantillons de sédiments de ruisseau situés à proximité des gîtes de Zn du district de Maniwaki-Gracefield (Gauthier, 1978; 1981; 1983)

Echantillons	Zn	Pb
Gîte Bouchette (région de Maniwaki)		
77-13027	1.36	0.21
77-13025	-0.39	-0.43
79-10677	-0.67	-0.62
79-10731	-0.47	-0.55
Proximité du gîte Bouchette, mais bassin versant différent.		
79-10717	3.55	1.42
79-10779	2.25	1.74
Gîte Leitch (région de Gracefield)		
81-13648	2.12	0.08
77-13105	4.65	-0.62

* Les concentrations des éléments chimiques sont exprimées en écart-types par rapport à la moyenne. Les 90ème et 95ème percentiles de la distribution sont respectivement situés à environ 1.25 et 1.7 écart-types.

5.2 Terres Rares, U et Th.

Les cartes d'anomalie de terres rares, de l'uranium et du thorium permettent d'identifier 5 zones de fortes concentrations;

1- A l'est du réservoir Baskatong, une vaste zone anormale de plus de 200 km² où les terres rares sont accompagnées d'U et Th. Cette anomalie est mise en évidence dans les fractions lourde et fine. Aucun gîte n'est connu dans cette région.

2- A proximité du Lac David, à 35 km au sud-ouest de Grand-Remous. Les fractions lourde et fine montrent de fortes anomalies en terres rares et Th. Aucun gîte n'est connu dans cette région.

3- Au nord de l'île du Grand Calumet, au voisinage du groupe d'indices d'U et Th du feuillet 31 F/15. Le La, Y, U et Th de la fraction lourde forme une vaste anomalie englobant ces indices et une partie d'une intrusion de granite et pegmatite située au sud-ouest. L'anomalie détectée par la fraction fine est limitée au groupe d'indice.

4- Au nord-ouest de Hull, au-dessus de la partie sud du batholithe de Wakefield et le long de la rive est de la rivière Gatineau, au-dessus d'une série d'indices de mica, apatite et uranium (gîtes du feuillet 31G/12). La fraction fine s'avère efficace à définir ces gîtes. La fraction lourde ne montre que des anomalies très locales et de faibles amplitudes dans cette région.

5- Au nord-est de Hull, sur le site d'un groupe d'indices d'apatite et mica du feuillet 31 G/12. La fraction lourde montre deux anomalies de La-Y de faible étendue et de forte amplitude, tandis que la fraction fine forme une anomalie d'une grande étendue et de faible amplitude. Nous n'observons pas d'enrichissement en U-Th dans cette région.

Nous notons également une anomalie de La, Th, Y et U située sur le linéament du Lac Cayamant. L'ouest du territoire étudié, au nord de l'île du grand Calumet, est le site d'une anomalie en La-Y dans les fractions fine et lourde. Le groupe de gîtes d'U-Th situé au nord de Grand-Remous (31J/12) est faiblement souligné par l'Y dans la fraction lourde.

De façon générale, le relevé de géochimie régional définit bien les minéralisations connues d'U, Th et terres rares. Il faut cependant souligner que les anomalies les plus importantes du relevé ne coïncident pas avec des minéralisations connues. Les régions de l'est du réservoir Baskatong et du lac David montrent des anomalies multi-élémentaires de forte amplitude. Des travaux de vérification de l'anomalie du lac David rapportent des pegmatites roses riches en terres rares, associées à des couloirs de cisaillement (Jébrak et al., 1990).

5.3 Or

Les seuls gîtes aurifères connus du territoire sont la mine Calumet (gîte 31 F/10-02) et le gîte d'Au et Cu du lac Glynn (31 F/09-13). La mine Calumet, située sur l'île du Grand Calumet, et le gîte du lac Glynn, situé à l'intérieur des limites du parc de la Gatineau n'ont pas été couverts par le relevé de géochimie.

La carte des concentrations aurifères mesurées dans les minéraux lourds définit deux importantes aires anormales situées au nord de Hull et à l'est du réservoir Baskatong. Ces deux aires anormales sont à divers degrés enrichies en As, Sb, Hg et Se.

L'anomalie du nord de Hull est fortement contrastée; plus de 25 échantillons titrent 13 à 40 ppb. Cependant, ces échantillons proviennent d'une région de la vallée de la Gatineau contenant une grande quantité de matériaux meubles transportés par les glaciers. Cette anomalie a donc peu de chances de refléter l'influence de minéralisations situées à proximité.

L'aire anormale de l'est du réservoir Baskatong est très étendue, mais les échantillons

anomaux sont peu regroupés. L'amplitude de l'anomalie est relativement faible, 4 échantillons atteignent des concentrations de 15 à 18 ppb.

La vallée de la rivière Gatineau, entre Maniwaki et Gracefield, contient plusieurs anomalies aurifères à caractère ponctuel. La teneur la plus élevée du relevé (4067 ppb) fut repérée à l'extrême nord de la région. Cet échantillon anomal est flanqué de deux échantillons anomaux de 16 ppb (fraction lourde) et 51 ppb (fraction fine) situés respectivement à 7 et 12.5 km au nord-est.

La fraction fine des sédiments de ruisseau ne permet pas de définir aucune anomalie notable. Les concentrations sont généralement peu élevées et les échantillons anomaux non-regroupés.

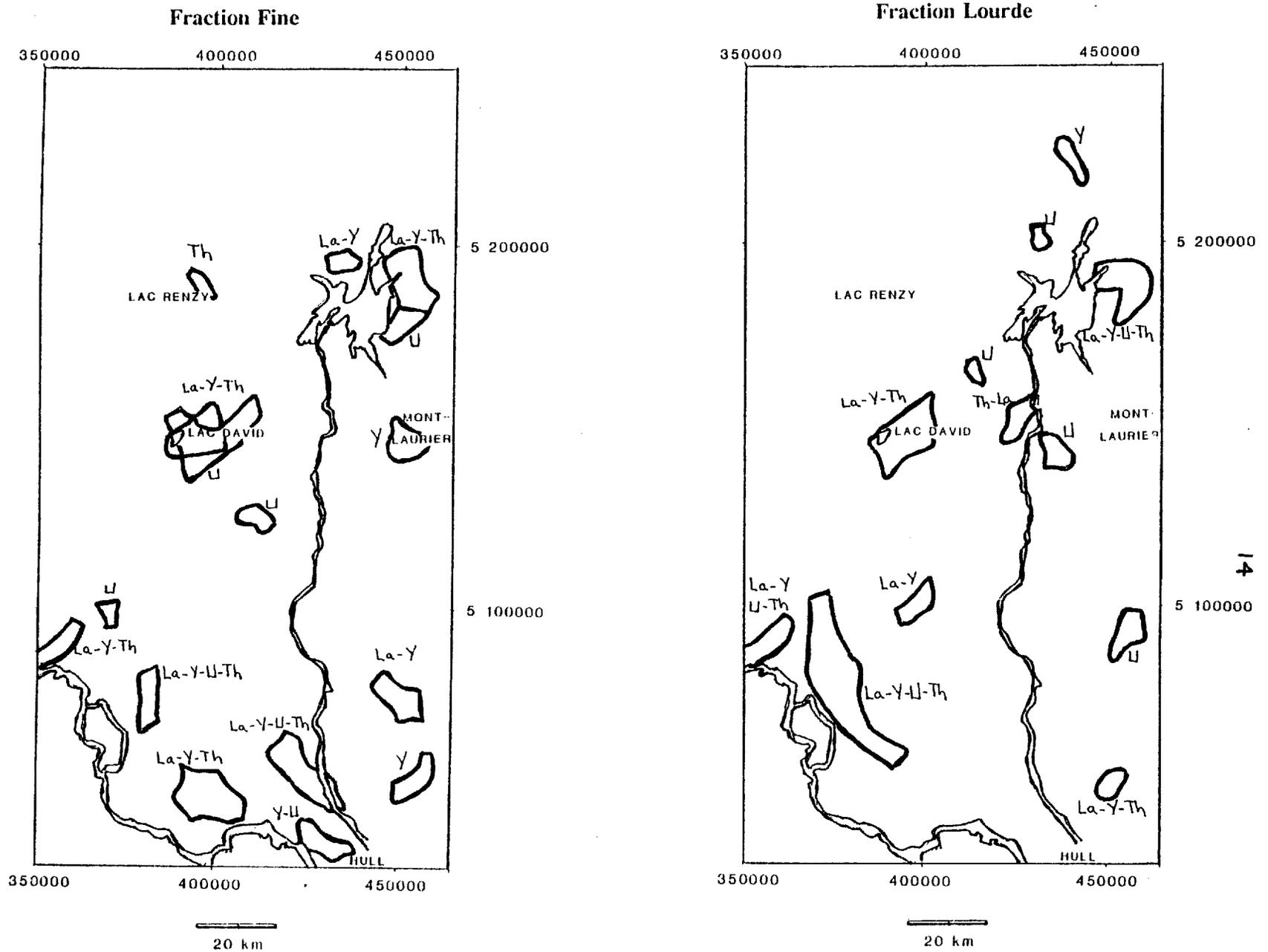


FIGURE 4. Principales anomalies de terres rares. Les contours circonscrivent des groupes d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 90ème percentile.

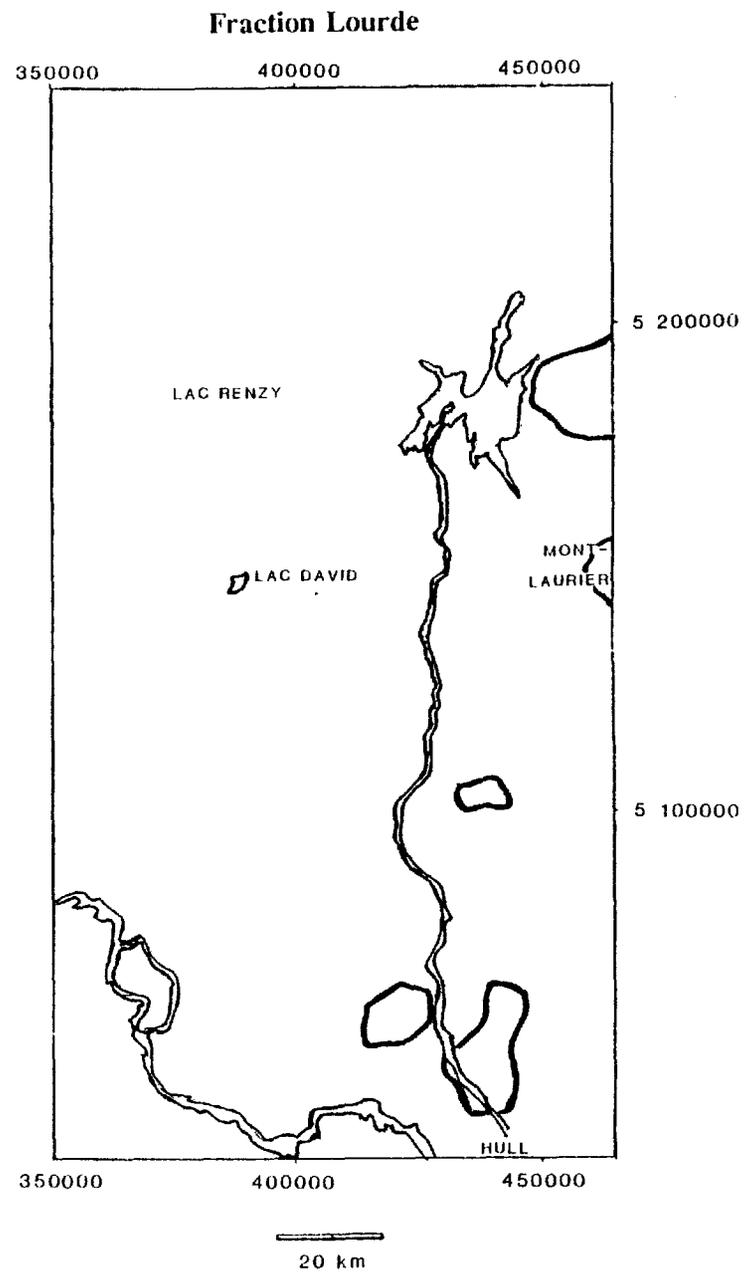


FIGURE 5. Principales anomalies aurifères (fraction lourde).

6. ANALYSE DU SIGNAL GÉOCHIMIQUE DE CHAQUE FRACTION

Le concentré de minéraux lourd et la fraction fine des sédiments de ruisseaux ne portent pas la même information géochimique. Tandis que la fraction dense correspond à une composante détritique, la fraction fine donne une information mixte où les transports chimiques s'ajoutent aux phénomènes détritiques. De plus la composante détritique de chacune des fractions est le témoin d'une minéralogie particulière propre à chaque fraction.

Nous envisageons ici une étude traitant séparément les terrains de Mont-Laurier et de Baskatong.

6.1 Comparaison des moyennes

Les tableaux 3 et 4 montrent que de nombreux éléments chimiques sont fortement enrichis dans la fraction fine (Al, Ba, Co, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Ti et Zn). Les corrélations existant entre les concentrations mesurées dans les fractions fine et lourde sont généralement très faibles (tableau 5). Ces caractéristiques indiquent que ces deux fractions ont un contenu minéralogique très différent. L'étude de Jébrak et al. (1990) mentionne que la fraction lourde contient généralement de 30 à 75% de grenat, de 5 à 25% d'ilménite et d'oxydes métalliques, de 5 à 45% de minéraux ferro-magnésiens et de 2 à 6% de sphène, apatite et zircon. L'enrichissement marqué en Co, Fe, Mg, Mn, Ni et Ti dans la fraction fine laisse présager la forte influence des oxydes métalliques et des minéraux ferro-magnésiens tel les amphiboles, pyroxènes et biotite. Comme le fait remarquer Choinière (1988), on peut attribuer une partie de cet enrichissement à des phénomènes d'adsorption sur des argiles, oxydes et hydroxydes. Al, K, Ba et Li de la fraction fine sont probablement en association avec les argiles, les micas et les feldspaths. Le plomb peut également être retrouvé dans les feldspaths potassiques et les micas. La mobilité du mercure est généralement tributaire du contenu en matière organique.

P, Ca, U et Y sont plus concentrés dans la fraction lourde que dans la fraction fine. Leurs supports minéralogiques sont probablement des minéraux lourds tel l'apatite, le sphène, la monazite et le zircon. Jébrak et Choinière (1989) et Jébrak et al. (1990) montrent que l'apatite constitue le porteur majeur des terres rares. Le Th et La ne montrent pas de concentration plus élevées en moyenne dans l'une ou l'autre des fractions. Il est alors possible que les micas et les feldspaths soient un des supports minéralogiques. Sb, Se et W sont presque exclusivement détectés dans la fraction lourde.

6.2 Principales associations géochimiques.

Les principales relations inter-élémentaires sont synthétisées par l'analyse en composantes principales (ACP). Les résultats pour les fractions fine et lourde des terrains de Mont-Laurier et de Baskatong sont présentés aux tableaux 6 à 9.

Pour la fraction lourde, la forte contribution de Al-Fe-Mg-Mn au premier facteur d'ACP est liée à l'occurrence de grenats, d'oxydes métalliques et de minéraux ferro-magnésiens tandis que l'apatite explique l'association P-Ca-La-Y-Th. Le deuxième facteur marque une opposition entre ces deux groupes d'éléments chimiques. Pour la fraction lourde du terrain de Baskatong, ce phénomène est exprimé par le troisième facteur. Le deuxième facteur montre une association U-W-Se-Sb-Pb-La.

L'ACP sur les données de la fraction fine montre le même genre d'association que pour

la fraction lourde. Sur le premier facteur, l'association Al-K-Ba-Li est lié aux argiles, micas et feldspaths, alors que les fortes contributions de Fe-Mn-Mg-Ti-Ni indique l'influence de phénomènes d'adsorption, de minéraux ferro-magnésiens et d'oxydes métalliques. Les facteurs 3, 4 et 5 montrent des associations qui peuvent être reliées à des minéralisations.

Les tableaux 6 à 9 montrent que la plus grande partie de la variance des éléments lithophiles et sidérophiles est expliquée par les deux premiers facteurs d'ACP. Les associations chimiques mises en évidence par ces facteurs caractérisent de façon générale la minéralogie commune des unités lithologiques sous-jacentes au relevé géochimique. De plus, certains facteurs agissant sur la dispersion secondaire du signal géochimique, et affectant globalement les échantillons de la banque de données tel l'oxydation, l'hydrolyse, mise en solution et l'adsorption sont probablement en grande partie pris en compte par les deux premiers facteurs d'ACP. Donc, la projection des échantillons sur les deux premiers vecteurs propres de l'ACP permet de créer de nouvelles variables qui modélisent les variations des fonds géochimiques attribués aux unités lithologiques.

Ce type de modélisation peut être d'un grand intérêt en prospection géochimique. Une grande part de la variance des éléments d'intérêt économique est expliquée par les deux premiers facteurs d'ACP et dépend directement des caractéristiques des unités lithologiques. Par exemple, pour la fraction lourde du terrain de Mont-Laurier, Cu, Pb, Zn, Ni, La, Y, U et Th sont fortement dépendant des deux premiers facteurs d'ACP, alors que As, Hg, Pb, Sb, Se et W leur sont marginalement associés. Le contenu en Cu-Zn-Ni est probablement tributaire de l'occurrence de minéraux ferro-magnésiens et d'oxydes métalliques; La-Y-Th-U voient leurs concentrations modulées par la distribution de l'apatite. Ces phénomènes sont susceptibles de masquer l'influence des minéralisations. Le prochain chapitre traitera de techniques de filtrage éliminant ces composantes reliées aux variations des fonds géochimiques. Cette transformation des données devrait améliorer la résolution des minéralisations.

TABLEAU 3: Comparaison des statistiques descriptives des minéraux lourds et des sédiments fins du Terrain de Mont-Laurier.

TERRAIN DE MONT-LAURIER

	Fraction Lourde				Fraction Fine			
	Moy.	Ect.	Dev.	Dev ln	Moy.	Ec.t.	Dev.	Dev ln
Al	16.8	5.1	1.1	0.0	70.5	44.1	1.3	1.8
As	1.4	0.8	5.9	1.5	1.5	1.2	7.1	1.8
Ba	9.1	6.9	4.1	0.0	70.1	54.2	2.3	0.0
Ca	88.1	45.7	1.6	-0.1	52.2	48.1	6.0	0.5
Co	2.7	3.8	10.9	4.6	5.2	4.1	3.9	0.5
Cu	5.3	5.5	8.5	1.0	13.3	8.9	1.8	0.1
Fe	32.2	11.2	1.7	0.3	99.5	72.8	3.0	0.0
Hg	14.4	11.6	4.1	2.3	73.2	79.7	4.2	0.1
K	2.1	0.2	16.0	10.1	9.7	12.0	2.9	0.7
La	21.1	14.1	2.4	0.2	25.2	17.5	4.1	0.2
Li	1.3	0.6	1.8	1.3	4.5	3.6	2.9	0.1
Mg	12.0	9.3	4.4	0.6	31.8	23.8	1.9	-0.1
Mn	92.7	36.2	1.0	-0.1	224.0	253.3	3.6	0.2
Ni	2.4	3.1	11.8	1.0	9.3	6.9	2.3	0.0
P	3269.1	1594.3	0.8	-1.5	1244.0	450.2	2.1	-1.1
Pb	5.2	8.1	7.7	1.7	12.2	10.3	3.6	0.3
Sb	7.8	4.9	13.2	1.5	1.7	1.5	8.5	1.2
Se	25.2	14.2	1.5	0.1	10.3	1.5	5.8	3.2
Th	10.2	7.0	4.5	0.4	8.9	4.5	2.6	0.0
Ti	2.1	1.1	1.6	0.2	5.0	3.2	1.6	0.0
U	159.7	83.2	2.6	0.0	30.0	20.7	3.3	1.0
W	5.0	5.5	7.4	0.2	1.5	1.2	4.4	2.1
Y	15.8	7.3	3.4	0.3	10.2	6.1	2.9	0.0
Zn	10.8	6.6	2.8	0.2	48.9	45.9	9.0	0.2
Au	7.1	27.7	---	---	5.9	13.1	---	---

Moy.: moyenne, Ec.t.: écart-type, Dev.: Coefficient de déviation (skewness), Dev. ln: Coefficient de déviation des logarithmes naturels des concentrations. Les teneurs sont exprimées en ppm sauf: U en dixième de ppm; Al, Ca, Fe, K, Mg et Ti en centième de pour cent; Au, Hg et Sb en ppb.

TABLEAU 4: Comparaison des statistiques descriptives des minéraux lourds et des sédiments fins du Terrain de Baskatong.

TERRAIN DE BASKATONG

	Fraction Lourde				Fraction Fine			
	Moy.	Ec.t.	Dev.	Dev ln	Moy.	Ec.t.	Dev.	Dev ln
Al	15.3	6.0	1.0	-0.5	48.7	40.0	3.0	1.8
As	1.2	0.5	2.8	1.8	1.4	1.7	6.3	2.4
Ba	5.7	3.0	1.7	0.1	56.7	178.4	15.7	0.9
Ca	74.6	65.1	2.4	-0.4	28.6	21.2	2.8	0.0
Co	2.2	1.7	14.9	6.1	4.7	6.0	5.6	1.4
Cu	4.8	6.0	8.1	1.2	10.7	13.6	7.3	0.2
Fe	28.0	11.9	1.2	-0.2	69.2	75.1	4.4	0.1
Hg	13.9	16.0	10.8	2.9	76.4	74.5	2.8	-0.2
K	2.1	0.4	9.8	6.4	4.0	4.1	6.2	1.4
La	14.5	18.9	3.6	0.7	22.7	26.6	4.0	0.3
Li	1.1	0.4	5.5	3.6	2.6	3.2	9.5	0.9
Mg	8.5	5.4	2.3	0.0	15.1	15.6	5.1	0.2
Mn	93.0	44.1	1.7	-0.1	219.0	503.8	8.9	0.5
Ni	2.1	1.5	2.9	0.6	6.6	5.9	4.3	0.1
P	2544.9	1876.0	1.3	-1.1	1048.6	798.9	3.2	0.4
Pb	3.8	3.3	8.5	1.1	12.4	10.9	2.6	0.3
Sb	7.0	4.3	16.4	1.1	1.6	1.1	2.8	1.2
Se	17.0	10.9	3.0	1.1	10.3	1.1	6.1	4.9
Th	6.3	6.2	4.6	0.7	7.1	5.9	4.9	0.3
Ti	1.7	1.1	2.2	0.9	3.2	2.2	1.7	0.1
U	115.9	94.3	12.2	0.4	20.4	13.6	4.5	0.4
W	3.4	6.0	7.9	1.1	1.2	0.7	6.3	3.1
Y	12.6	11.6	6.3	-0.1	6.9	6.4	3.3	0.1
Zn	8.8	20.2	21.5	1.2	31.6	30.7	3.8	0.3
Au	12.5	168.9	---	---	5.8	7.9	---	---

Moy.: moyenne, Ec.t.: écart-type, Dev.: Coefficient de déviation (skewness), Dev. ln: Coefficient de déviation des logarithmes naturels des concentrations. Les teneurs sont exprimées en ppm sauf: U en dixième de ppm; Al, Ca, Fe, K, Mg et Ti en centième de pour cent; Au, Hg et Sb en ppb.

TABLEAU 5: Corrélations entre les fractions lourde et fine.

Terrain de Mont-Laurier

Al	0.24	K	0.03	Sb	0.11
As	0.20	La	0.26	Se	-0.03
Ba	0.16	Li	0.43	Th	0.36
Ca	0.40	Mg	0.56	Ti	0.04
Co	0.02	Mn	0.17	U	0.11
Cu	0.21	Ni	0.08	W	0.08
Fe	0.27	P	0.33	Y	0.22
Hg	0.00	Pb	0.02	Zn	0.25

Terrain de Baskatong

Al	0.42	K	0.20	Sb	0.01
As	0.14	La	0.34	Se	0.03
Ba	0.09	Li	0.31	Th	0.44
Ca	0.67	Mg	0.48	Ti	0.24
Co	0.04	Mn	0.27	U	0.13
Cu	0.17	Ni	0.37	W	0.09
Fe	0.39	P	0.50	Y	0.49
Hg	0.00	Pb	0.18	Zn	0.09

TABLEAU 6: Résultats d'analyse en composante principale effectuée sur les données chimiques de la fraction lourde du Terrain de Mont-Laurier

	F1	F2	F3	F4	F5
%	31.1	13.4	7.2	6.5	5.5
Al	0.62	-0.49	0.08	-0.34	0.18
As	0.40	0.11	0.09	0.38	-0.40
Ba	0.44	-0.27	-0.02	0.22	-0.07
Ca	0.77	0.46	-0.26	0.03	0.01
Cu	0.66	-0.25	0.13	0.16	0.01
Fe	0.68	-0.52	0.13	-0.24	0.10
Hg	0.06	-0.04	0.27	-0.04	-0.28
La	0.80	0.30	-0.20	0.04	-0.08
Mg	0.66	-0.24	-0.11	0.33	0.15
Mn	0.67	-0.24	0.11	-0.45	-0.20
Ni	0.41	-0.45	-0.07	0.29	0.45
P	0.66	0.52	-0.32	-0.01	0.08
Pb	0.41	-0.18	0.41	0.34	-0.25
Sb	0.18	0.13	0.53	0.23	-0.18
Se	-0.01	0.43	0.49	0.02	0.47
Th	0.75	0.33	-0.04	0.11	-0.11
Ti	0.58	-0.07	0.20	-0.53	-0.20
U	0.30	0.64	0.35	-0.06	0.05
W	0.05	0.34	0.45	-0.09	0.37
Y	0.78	0.40	-0.23	-0.14	0.09
Zn	0.50	-0.39	0.03	0.22	0.19

Les % représentent la proportion de variance imputable aux différents facteurs.

TABLEAU 7: Résultats d'analyse en composante principale effectuée sur les données chimiques de la fraction fine du Terrain de Mont-Laurier.

	F1	F2	F3	F4	F5
%	54.8	10.3	7.2	4.9	3.7
Al	0.90	-0.21	0.07	-0.16	-0.00
As	0.42	0.15	0.54	0.29	-0.31
Ba	0.84	- 0.22	- 0.08	0.10	0.01
Ca	0.52	0.33	-0.21	0.61	0.27
Co	0.89	-0.13	0.10	-0.08	-0.11
Cu	0.86	-0.13	-0.13	-0.12	0.10
Fe	0.88	-0.12	0.11	-0.10	-0.09
Hg	0.32	0.17	0.55	-0.20	0.67
K	0.72	-0.43	-0.34	0.15	0.00
La	0.73	0.35	-0.30	-0.28	0.04
Li	0.81	0.09	0.16	-0.02	-0.11
Mg	0.85	-0.19	-0.18	0.22	0.07
Mn	0.78	0.05	0.24	0.11	-0.16
Ni	0.89	-0.25	-0.11	-0.01	0.02
P	0.33	0.69	-0.20	0.30	-0.02
Pb	0.69	0.05	0.41	0.15	0.02
Th	0.74	0.29	-0.37	-0.12	0.06
Ti	0.85	-0.32	-0.09	-0.19	-0.01
U	0.21	0.70	0.00	-0.34	-0.21
Y	0.74	0.48	-0.12	-0.13	0.00
Zn	0.84	0.04	0.31	0.02	-0.04

Les % représentent la proportion de variance imputable aux différents facteurs.

TABLEAU 8: Résultats d'analyse en composante principale effectuée sur les données chimiques de la fraction lourde du Terrain de Baskatong.

	F1	F2	F3	F4	F5
%	46.2	10.3	5.8	5.3	4.9
Al	0.81	-0.35	-0.03	0.01	0.09
As	0.37	0.24	0.15	0.53	-0.33
Ba	0.80	-0.03	-0.20	-0.00	-0.01
Ca	0.86	-0.11	0.34	-0.10	-0.01
Cu	0.71	-0.05	-0.14	0.14	0.02
Fe	0.88	-0.22	-0.15	-0.00	0.06
Hg	0.01	0.08	0.10	0.21	0.90
La	0.86	0.20	0.08	-0.09	-0.07
Mg	0.89	-0.29	0.02	0.08	0.02
Mn	0.79	-0.08	-0.20	-0.07	0.06
Ni	0.64	-0.29	-0.03	0.10	0.10
P	0.75	-0.17	0.44	-0.18	0.00
Pb	0.33	0.34	-0.56	0.22	0.06
Sb	0.14	0.33	0.34	0.63	0.05
Se	0.22	0.65	-0.13	-0.40	0.20
Th	0.86	0.25	0.08	-0.02	-0.03
Ti	0.72	0.14	-0.31	0.09	-0.09
U	0.28	0.72	0.28	-0.15	0.03
W	0.25	0.62	-0.07	-0.03	-0.11
Y	0.90	0.06	0.23	-0.17	-0.01
Zn	0.80	-0.01	-0.14	0.01	-0.04

Les % représentent la proportion de variance imputable aux différents facteurs.

TABLEAU 9: Résultats d'analyse en composante principale effectuée sur les données chimiques de la fraction fine du Terrain de Baskatong.

	F1	F2	F3	F4	F5
%	59.6	8.8	6.4	4.1	3.2
Al	0.86	-0.21	-0.21	0.10	-0.13
As	0.50	-0.21	0.55	-0.43	0.08
Ba	0.79	-0.22	-0.01	0.11	0.20
Ca	0.70	0.51	0.08	-0.09	0.37
Co	0.78	-0.21	0.26	-0.16	-0.22
Cu	0.85	0.00	-0.20	0.10	-0.01
Fe	0.90	-0.13	-0.03	-0.11	-0.15
Hg	0.40	-0.31	0.43	0.63	0.09
K	0.72	-0.12	-0.34	-0.11	0.09
La	0.84	0.27	0.00	0.25	-0.06
Li	0.82	-0.09	-0.15	-0.11	-0.14
Mg	0.87	-0.01	-0.28	-0.14	0.04
Mn	0.81	-0.10	0.30	-0.19	-0.07
Ni	0.88	-0.09	-0.25	-0.02	0.04
P	0.70	0.55	0.07	-0.09	0.25
Pb	0.66	-0.41	0.28	0.05	0.18
Th	0.84	0.32	0.01	0.13	-0.02
Ti	0.82	-0.23	-0.30	0.08	-0.12
U	0.48	0.50	0.32	0.03	-0.47
Y	0.82	0.45	0.03	0.11	-0.02
Zn	0.82	-0.22	0.09	-0.01	0.11

6.3 Dispersion et structure spatiale des facteurs d'ACP

Les figures 6 et 7 montrent les régions d'enrichissement des deux premiers facteurs d'ACP des fractions lourde et fine. Pour la fraction lourde, le premier facteur est enrichi dans la partie est du terrain de Mont-Laurier, et circonscrit les gneiss charnockitiques et les unités contenant des amphibolites. Pour le terrain de Baskatong, cet enrichissement semble surtout limité à la région de l'anomalie du lac David et à une petite zone au nord-ouest de l'île du Grand Calumet. Pour la fraction fine, le premier facteur marque les vallées des rivières Outaouais, Gatineau et du Lièvre; ce qui montre la forte influence des argiles et autres dépôts glaciaires sur les données géochimiques.

Le pôle enrichi en P-Ca-La-Y du deuxième facteur des fractions lourde et fine du terrain de Mont-Laurier définissent sensiblement les mêmes zones; soit l'est du réservoir Baskatong, les principales unités granitiques, les fenêtres de socle aphébien, ainsi que les régions des linéaments du lac Cayamant et de la rivière Picanoc. Les anomalies définies par la partie enrichie en Al-Fe-Mn correspondent généralement à celles définies par le premier facteur. La région de l'est du réservoir Baskatong fait cependant exception; le facteur 1 est modérément enrichi dans cette région, le pôle P-Ca-La-Y du facteur 2 montre de très fortes valeurs et le pôle Al-Fe-Mn y est appauvri. Donc cette anomalie semble très influencée par la présence d'apatite et/ou de monazite.

Le pôle enrichi en P-Ca-Y de la fraction lourde du troisième facteur des données du terrain de Baskatong définit trois zones enrichies situées au sud-ouest du lac David, au nord-ouest du réservoir Baskatong et au nord-ouest de la région étudiée. Aucune lithologie et structure géologique particulières ne sont rapportées dans ces régions. L'anomalie de terres rares du lac David ne semble pas exclusivement reliée à un minéral riche en phosphore.

La continuité spatiale des facteurs d'ACP est étudiée à l'aide du variogramme. Les paramètres observés sont;

- 1) la portée qui représente la distance au-delà de laquelle les observations peuvent être considérées comme indépendantes; on la fixe à l'intersection de la courbe variographique et du palier,
- 2) le palier est le niveau maximale de la variable considérée. Il correspond à la variance de la variable.
- 3) l'effet de pépité est fixé à l'ordonnée à l'origine de la courbe. Il correspond aux variations erratiques se produisant à des distances inférieures à la maille d'échantillonnage.

Les figures 8 et 9 montrent les variogrammes des deux premiers facteurs d'ACP des fractions fine et lourde du terrain de Mont-Laurier. Les continuités spatiales sont bien définies. L'effet de pépité représente environ 50% de la variance des variables. Les portées sont généralement plus longues pour la fraction fine (de l'ordre de 50 à 60 km) que pour la fraction lourde (20 à 35 km). L'ordre de grandeur de ces variations montrent que ces facteurs définissent des phénomènes d'envergure régionale. Les discontinuités dans la croissance des courbes variographiques des deux premiers facteurs de la fraction fine et du premier facteur de la fraction lourde indiquent des échelles de variations plus locales de l'ordre de 15 à 25 km. Nous observons donc l'effet d'au moins deux phénomènes de dispersion combinés qui agissent à des échelles différentes. Le deuxième facteur de la fraction lourde, opposant Al-Fe-Mn à P-Ca-La-Y, subit des variations de nature locale (portée inférieure à 20 km), qui sont peu prévisibles avec un niveau de bruit de fond très élevé.

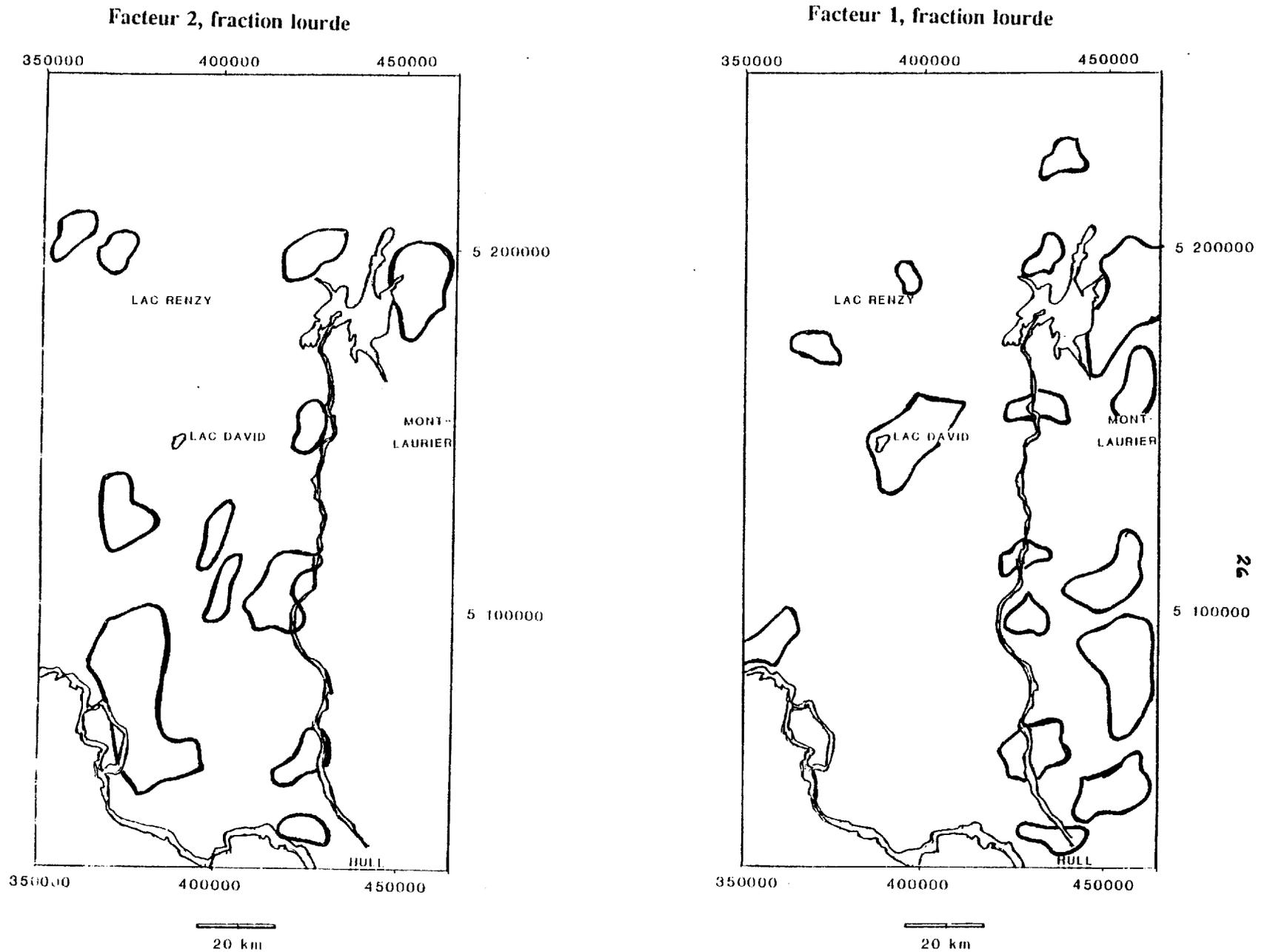


FIGURE 6. Anomalies des premier et deuxième facteur d'ACP de la fraction lourde. Les contours circonscrivent des groupes d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 85ème percentile. Nous représentons le pôle riche en P-Ca-La-Y du deuxième facteur. Pour le terrain de Baskatong, sur la figure de gauche, le pôle enrichi en P-Ca-La-Y correspond au troisième facteur d'ACP.

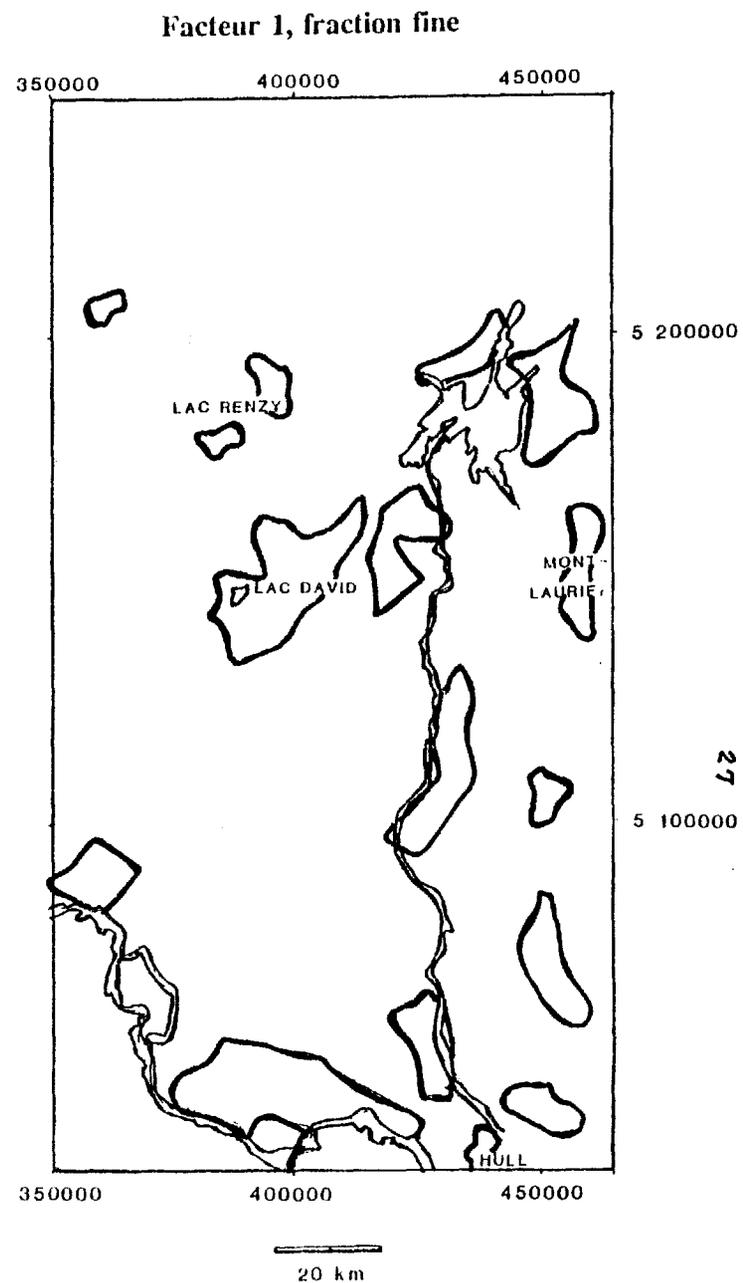
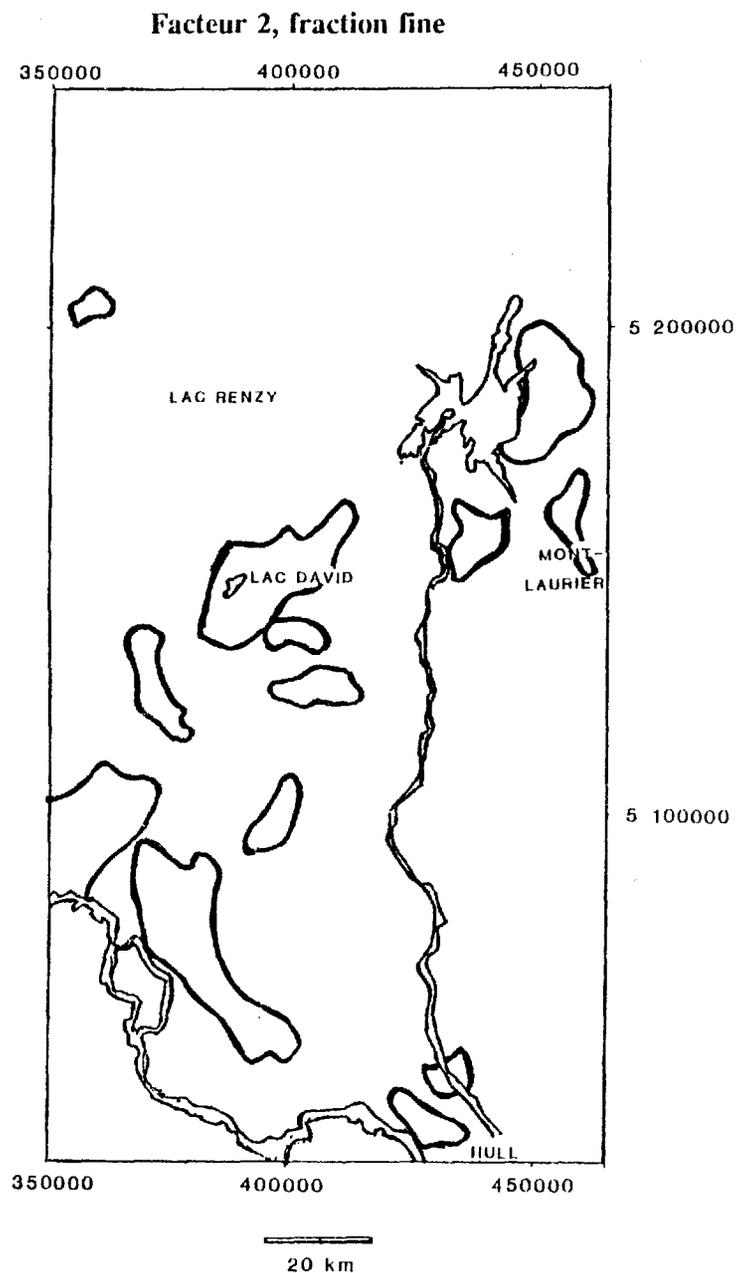
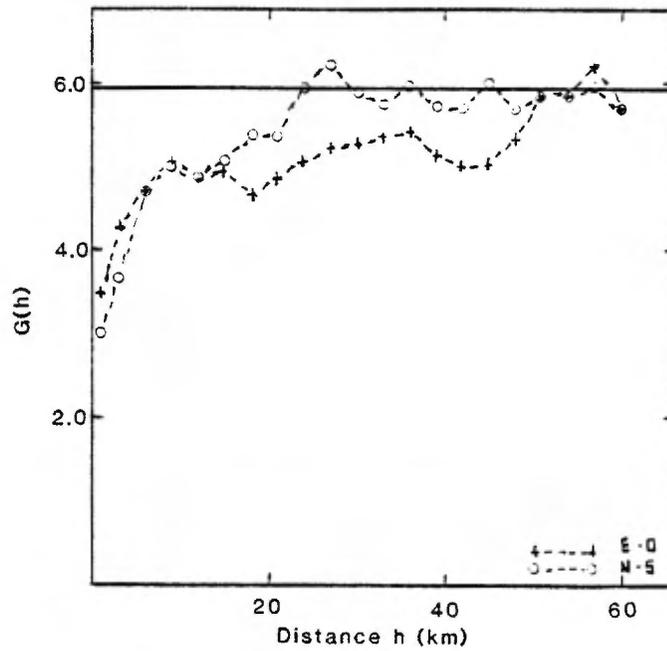


FIGURE 7. Anomalies des premier et deuxième facteur d'ACP de la fraction fine. Les contours circonscrivent des groupes d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 85ème percentile. Le pôle riche en P-Ca-La-Y est représenté sur la figure de gauche.

Facteur 1, fraction lourde



Facteur 2, fraction lourde

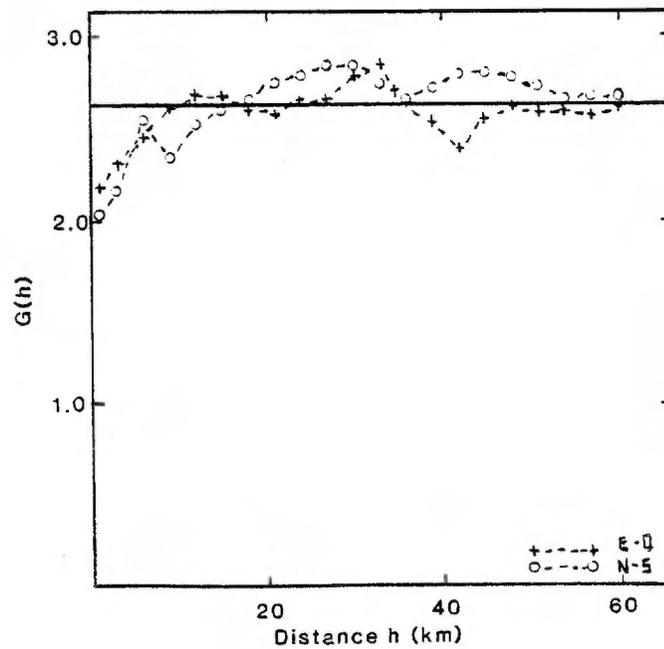
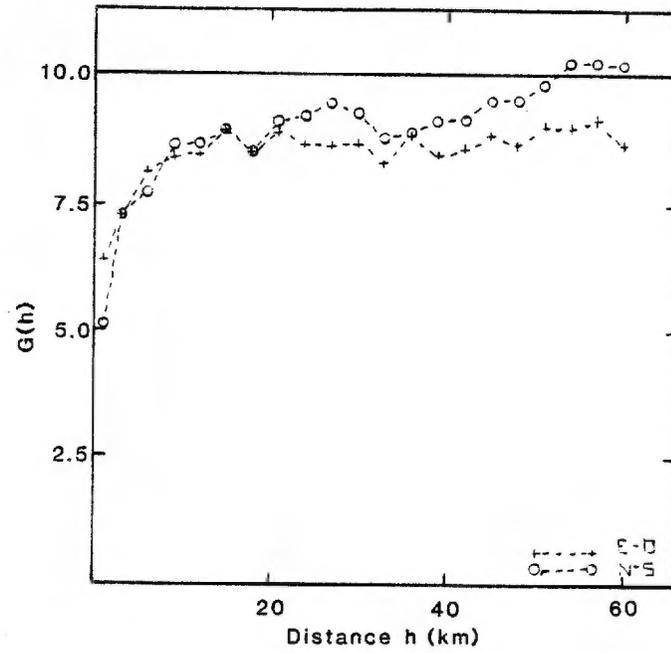


FIGURE 8. Variogrammes des premier et deuxième facteur d'ACP de la fraction lourde du terrain de Mont-Laurier.

Facteur 1, fraction fine



Facteur 2, fraction fine

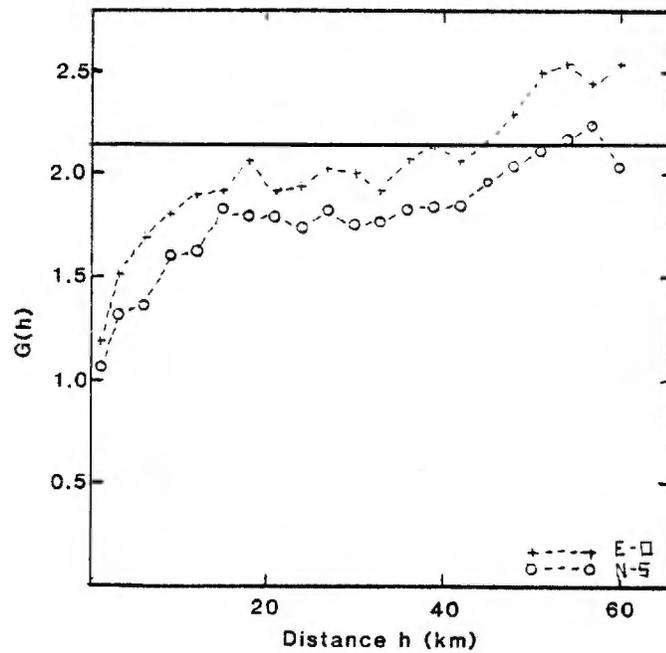


FIGURE 9. Variogrammes des premier et deuxième facteur d'ACP de la fraction fine du terrain de Mont-Laurier.

7. FILTRAGE DES DONNÉES PAR L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Afin d'éliminer du signal géochimique original les composantes susceptibles de masquer l'influence des minéralisations, nous utiliserons la technique de filtrage proposée par Marcotte (1989, 1990). Connaissant les vecteurs propres (facteurs) de l'ACP (u_i) et les projections des échantillons (factor scores) sur ces vecteurs (c_i), il est possible de reconstruire la matrice de données originales X en appliquant:

$$X = \sum_{i=1}^p c_i u_i'$$

où p est égal au nombre total de facteurs,

On peut obtenir une reconstruction partielle de la matrice X , en excluant les vecteurs propres (facteurs) non désirés (Lebart et al., 1977). La matrice de données ainsi reconstruite est filtrée de l'information portée par les facteurs exclus. Pour le présent travail, nous nous sommes limités à filtrer l'effet des deux premiers facteurs d'ACP pour les fractions fine et lourde du terrain de Mont-Laurier, et les premier et troisième facteurs de la fraction lourde du terrain de Baskatong.

7.1 Métaux de base: effet du filtrage

L'effet du filtrage des données peut être vérifié sur les gîtes de zinc du district de Maniwaki-Gracefield (tableau 10). La transformation des données met en évidence le gîte Leitch que les données originales ne permettaient de détecter. L'échantillon 5196 voit sa concentration passée de 0.23 à 1.56 écart-types de la moyenne pour la fraction fine, et de -0.1 à 1.10 pour la fraction lourde. Le groupe de gîte de la région de Gracefield demeure indétectable par la fraction fine, mais le contraste est augmenté de 3.48 à 4.7 écart-types dans la fraction lourde. Ces résultats montrent la pertinence de la transformation des données.

La figure 10 montre les cartes circonscrivant les anomalies des données filtrées des deux premiers facteurs d'ACP pour le Cu-Pb-Zn.

Zn- Les cartes de dispersion des anomalies de zinc sont sensiblement modifiées par le filtrage des données. Le zinc de la fraction lourde voit augmenter le contraste et l'étendue des anomalies de l'est de la région étudiée (à l'ouest de Mont-Laurier). Une série de nouvelles anomalies apparaissent dans les fractions fine et lourde dans la région de Notre-Dame-du-Laus et de Bouchette. La plupart des anomalies du sud de la région disparaissent après la transformation des données. L'anomalie en zinc de la fraction lourde de la région du lac David disparaît alors qu'une nouvelle anomalie peut être distinguée au nord-est du réservoir Baskatong.

Pb- La carte du plomb de la fraction fine change relativement peu. Le principal changement observé pour la fraction lourde se situe à l'est du réservoir Baskatong où l'anomalie de forme circulaire se transforme en un linéament de direction NNO. L'anomalie en plomb de la fraction lourde de la région du lac David disparaît et nous notons l'apparition d'une nouvelle anomalie à l'extrême ouest de la région étudiée.

Cu- Les anomalies du cuivre de la fraction fine du sud de la région étudiée disparaissent. L'amplitude et l'étendue de l'anomalie de l'est du réservoir Baskatong augmentent. Plusieurs échantillons anomaux des fractions fine et lourde apparaissent le long du linéament de la rivière Picanoc et le long de la zone de faille du lac Renzy.

TABLEAU 10: Teneurs en Zn, filtrées des deux premiers facteurs d'ACP, des échantillons situés à proximité des gîtes de Zn du district de Maniwaki-Gracefield, relevé régional de sédiments de ruisseau de la Gatineau (Choinière, 1987; 1988)

Echt.	<u>Fraction Lourde</u>		<u>Fraction Fine</u>	
	Données brutes	Données filtrées	Données brutes	Données filtrées
Gîte Leitch (région de Gracefield)				
5196	-0.10	1.10	0.23	1.56
Gîte Bouchette (région de Maniwaki)				
5628	3.48	4.64	-0.89	-0.30
5630	-0.92	-0.08	-0.52	-0.34

* Les concentrations des éléments chimiques sont exprimées en écart-types par rapport à la moyenne. Les 90ème et 95ème percentiles de la distribution sont respectivement situés à environ 1.25 et 1.7 écart-types.

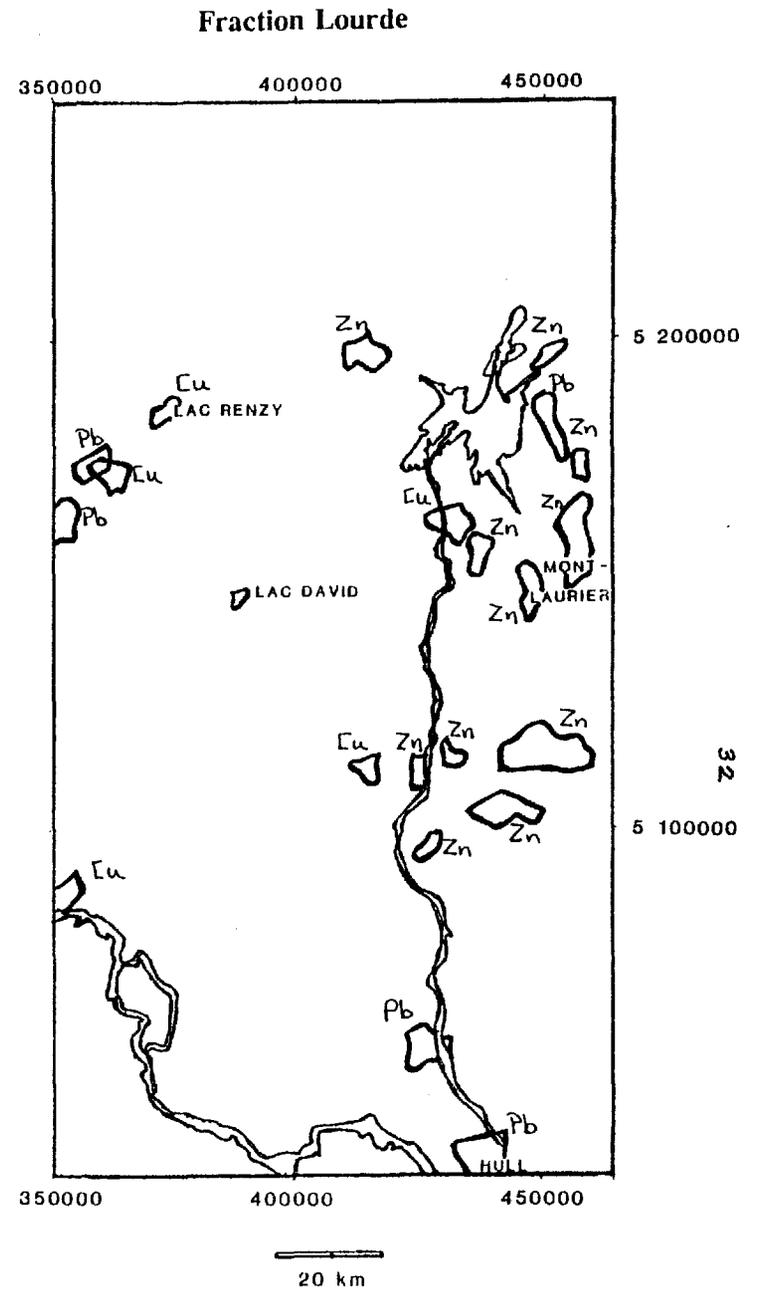
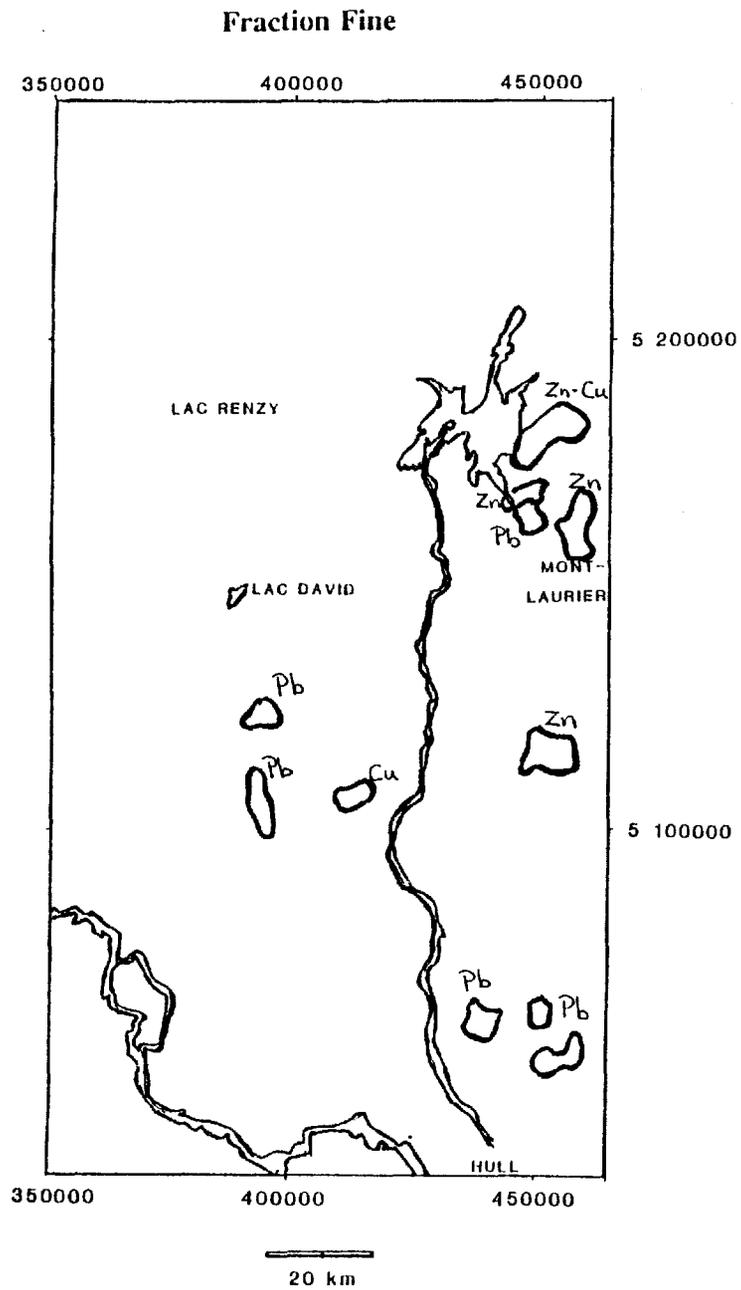


FIGURE 10. Principales anomalies de métaux de base; données filtrées des deux premiers facteurs d'ACP. Les contours circonscrivent des groupes d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 90ème percentile.

Fraction Lourde

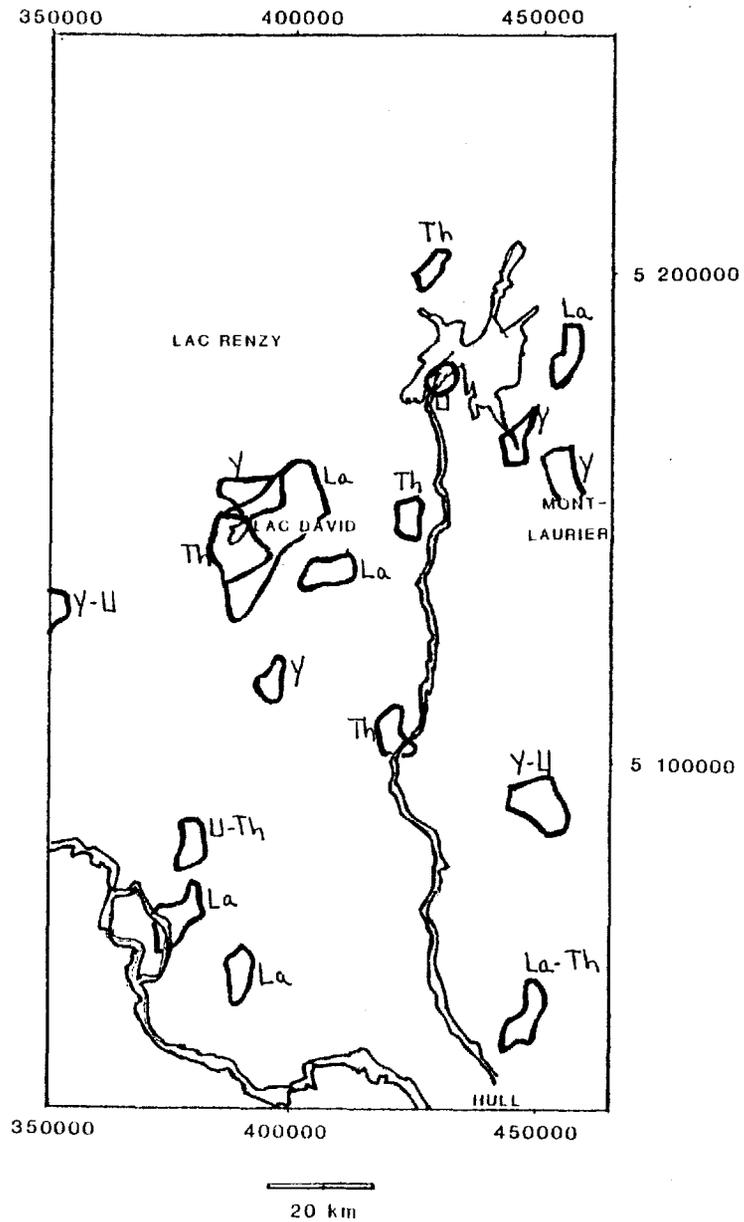


FIGURE 11. Principales anomalies de terres rares de la fraction lourde; données filtrées des deux premiers facteurs d'ACP. Les contours circonscrivent des groupes d'échantillons dont les concentrations sont supérieures au 90ème percentile.

7.2 Terres Rares-U-Th: effet du filtrage

L'effet le plus marquant de la transformation des données touche l'anomalie de l'est du réservoir Baskatong qui disparaît complètement pour Y-U-Th (figure 11). L'étendue de l'anomalie en lanthane diminue, mais le contraste reste important. Les roches granitiques du nord de l'île du Grand Calumet sont mises en évidence par le La-Th, mais la signature en La-Y-Th du groupe de gîtes d'U-Th de cette région s'efface, alors que celle de l'U s'accroît.

La transformation des données permet de conserver la forte anomalie en La du lac David. Le contraste et l'extension vers le sud de cette anomalie est légèrement diminué pour Y-Th. L'anomalie en La-Y de la partie sud-ouest du terrain de Baskatong disparaît complètement.

Quelques nouvelles anomalies apparaissent:

- La-Th, au nord de Hull,
- Y-U, au nord-est du réservoir l'Escalier, dans l'est de la région étudiée, et à l'extrême ouest de la région, en coïncidence avec une anomalie de W,
- Y, à l'est de Mont-Laurier,
- Th, région de Gracefield.

7.3 Relevé détaillé de sédiments de ruisseau de la région de Gracefield; effet du filtrage.

Les échantillons du relevé détaillé de Gauthier (1983), couvrant les gîtes de Zn de la région de Gracefield sont analysés par émission au plasma, pour une série complète d'éléments chimiques semblable à celle du relevé régional de la Gatineau. Les relevés couvrant la région de Maniwaki et une partie de la région de Gracefield (Gauthier 1978, 1981) fournissent des informations pour une gamme beaucoup plus restreinte d'éléments chimiques. Nous ne traiterons donc que le relevé de la région de Gracefield.

Les résultats de l'ACP sur les données de la région de Gracefield sont en tout point semblable à ceux de la fraction fine du relevé régional couvrant le terrain de Mont-Laurier. Les cartes du zinc de la fraction fine et du zinc filtré des deux premiers facteurs d'ACP sont présentées aux figures 12 et 13. L'échantillon 81-13648, situé à proximité du gîte Leitch, voit sa concentration passée de 2.1 à 8.3 écart-types. L'effet le plus important est observé sur le site d'une anomalie formée de 8 échantillons anomaux contigus, situés dans la partie est du levé. L'importance de cette anomalie est fortement diminuée par la transformation des données, alors que plusieurs nouveaux points anomaux apparaissent, définissant de nouvelles cibles d'exploration dans la région.

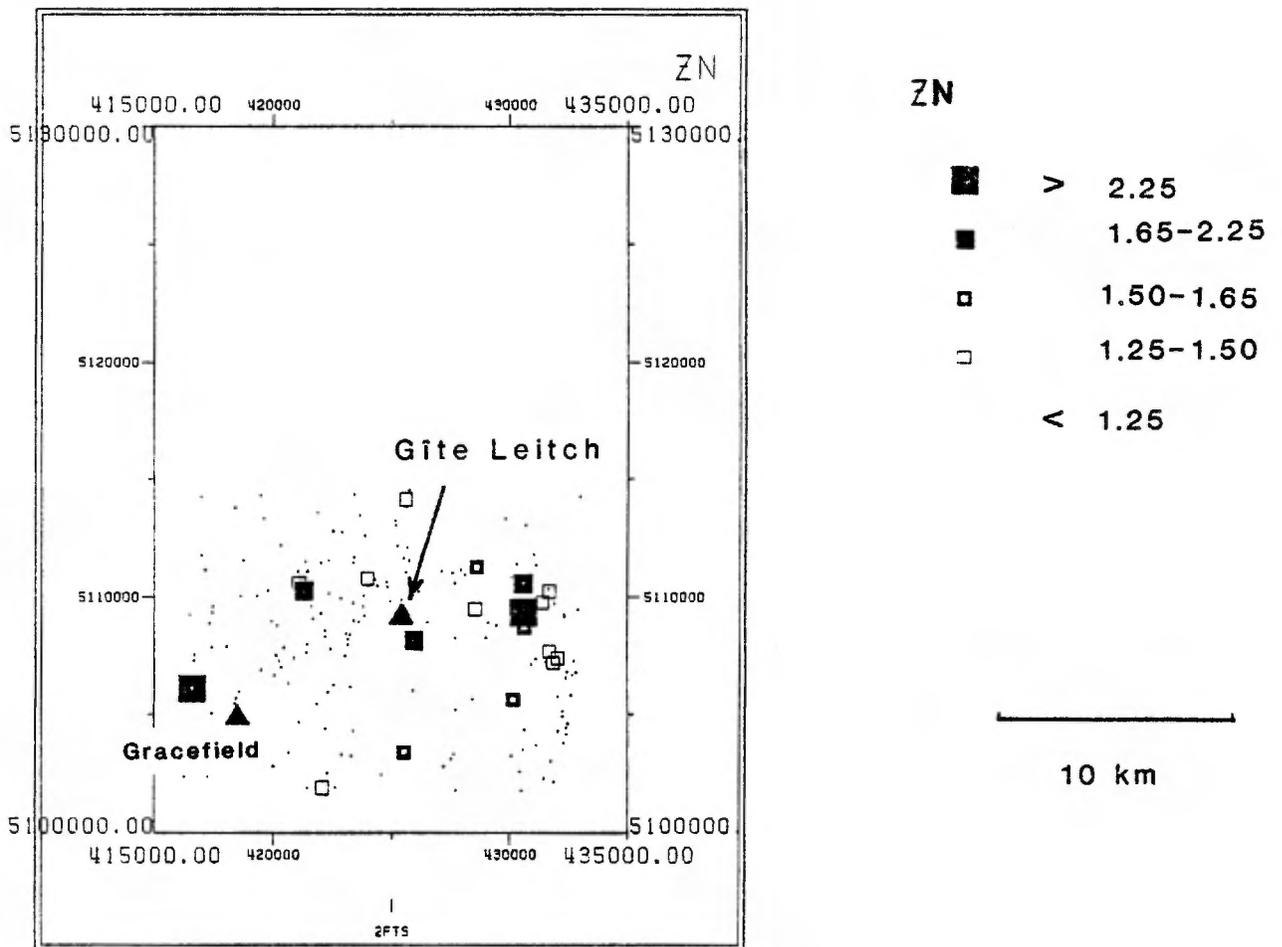


FIGURE 12. Carte de dispersion des concentrations de Zn, relevé détaillé de la fraction fine des sédiments de ruisseau de la région de Gracefield.

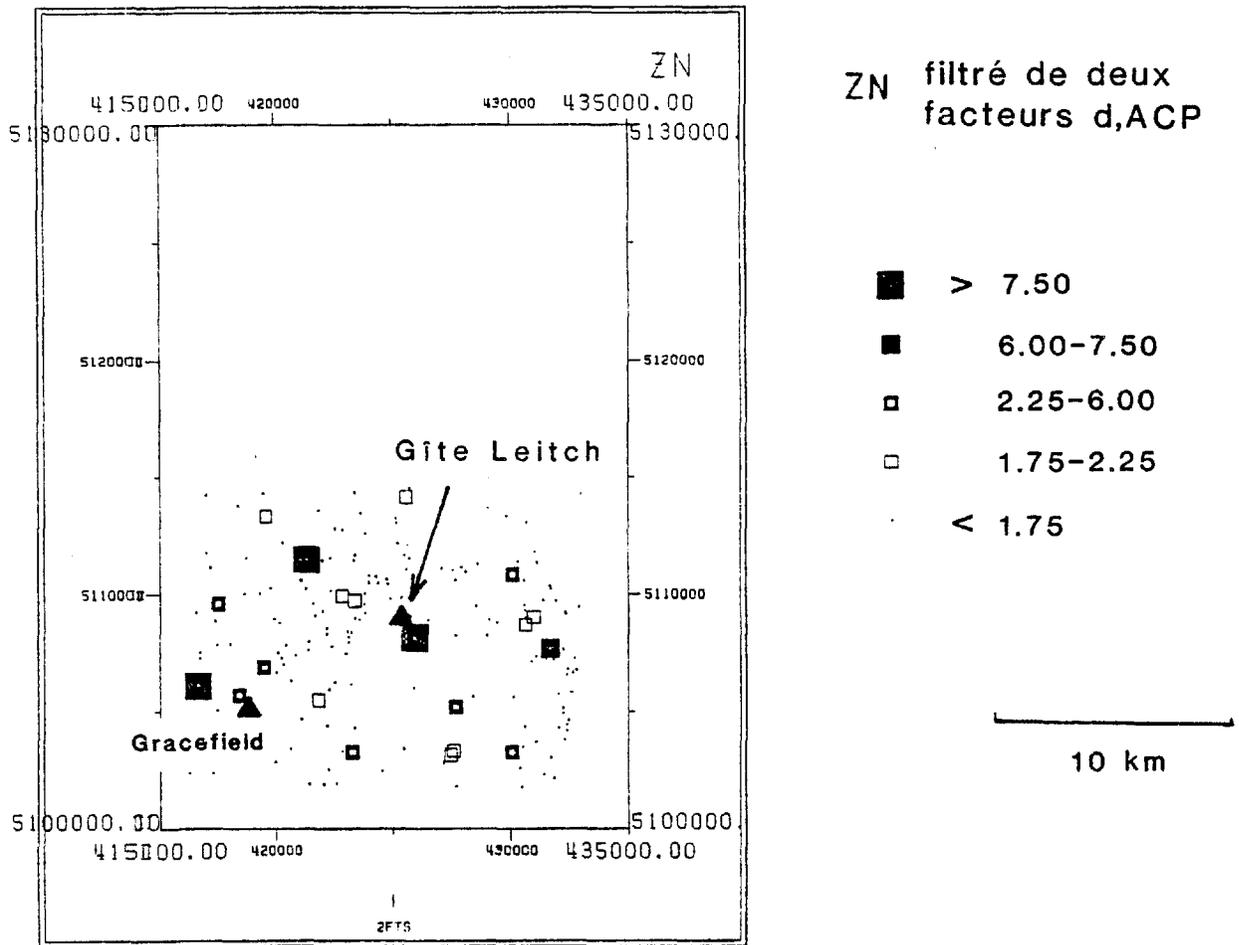


FIGURE 13. Carte de dispersion des concentrations de Zn, filtrées des deux premiers facteurs d'ACP. Relevé détaillé de la fraction fine des sédiments de ruisseau de la région de Gracefield.

8. PROSPECTION GÉOCHIMIQUE DE L'OR

Ce chapitre sur la prospection géochimique de l'or dans la Gatineau se veut un complément aux informations publiées dans Jébrak et al., (1990). Dans ce précédent rapport, nous utilisons la régression pour établir une relation entre l'or et ses principaux traceurs. L'utilisation de cette technique visait à contrer quelques problèmes particuliers à la prospection géochimique de l'or. Généralement, une forte proportion des échantillons des relevés géochimiques régionaux ne contiennent pas une quantité suffisante d'or pour qu'il soit détecté. Étant donné ces faibles concentrations, il devient difficile de prélever et d'analyser des échantillons vraiment représentatifs des environs des stations de prélèvement. Généralement, les variations locales dues au prélèvement, à la préparation et à l'analyse des échantillons (effet de pépité) sont grandes en regard des variations régionales. Ces sources de variations locales agissent comme un bruit de fond aléatoire qui masque le signal géochimique utile. Ces caractéristiques rendent difficiles l'utilisation de l'or en prospection géochimique, et soulignent la pertinence d'utiliser des éléments traceurs au comportement moins erratique.

Plusieurs éléments traceurs de l'or sont communément utilisés en prospection géochimique. Boyle (1979) préconise l'utilisation de l'argent, l'arsenic et l'antimoine comme éléments traceurs, du fait qu'ils forment des halos d'enrichissement autour de presque tous les types de gisements épigénétiques. Le sélénium, le tellurium, le bore, le bismuth et le tungstène sont également largement utilisés. Le mercure et le thallium semblent efficaces pour la prospection des gisements récents. Le plomb et le baryum ont tendance à se concentrer à proximité des sources métallifères. Mais tous ces éléments traceurs sont utilisés sans connaître la nature et la qualité de leur liaison avec les concentrations aurifères. C'est pourquoi nous préconisons l'utilisation de la régression pour préciser les éléments traceurs reliés de façon significative à l'or, et pour apprécier la qualité de cette relation.

Les travaux de Jébrak et al. (1990) ont considéré les 354 échantillons où l'or fut détecté (> 5 ppb Au) répartis à la fois sur les terrains de Mont-Laurier et Baskatong, pour définir un modèle de régression où l'or est exprimé en fonction de divers traceurs. Pour la fraction lourde, le modèle expliquait 17% de la variance de l'or alors qu'un modèle appliqué à la fraction fine ne prenait en compte que 1% de cette variance. Il fut donc décidé de ne pas utiliser la fraction fine en prospection géochimique de l'or dans la Gatineau. Le modèle développé pour la fraction lourde définissait des anomalies au nord de Hull, à l'est du réservoir Baskatong et dans la partie sud-ouest de la région étudiée, où plusieurs échantillons enrichis en As sont regroupés.

Nos travaux plus récents ont traité séparément les échantillons provenant des terrains de Mont-Laurier et de Baskatong (Bellehumeur et Jébrak, 1990). Le modèle de régression expliquait alors 11% et 15% de la variance de l'or des terrains de Mont-Laurier et Baskatong, mais ne retenait que des éléments chalcophiles (As, Se, Pb et Hg) contrairement au modèle précédent qui retenait As, Se, Pb, Sb, Th et Y.

L'étude de la composition du signal géochimique des données de la Gatineau montre que les éléments traceurs utilisés pour la modélisation des concentrations aurifères sont affectés par la minéralogie commune des unités lithologiques ainsi que par les processus de dispersion secondaire des signaux géochimiques. L'ACP du fichier contenant les échantillons où l'or fut détecté donne sensiblement les mêmes résultats que l'ACP de l'ensemble des données. Nous avons donc filtré l'effet des deux premiers facteurs d'ACP du fichier où l'or fut détecté. Ces

travaux furent effectués pour le terrain de Mont-Laurier. Nous établissons un nouveau modèle de régression où l'or est exprimé en fonction de traceurs débarassés de l'effet de la minéralogie commune des roches (tableau 11). L'équation de régression fait intervenir As, Cu, Pb, Sb, Se et Zn qui expliquent 21% de la variance des concentrations aurifères pour un coefficient de corrélation de 0.49. Le filtrage des données a donc amélioré la qualité de la régression.

La carte des anomalies d'or estimée par la régression est montrée à la figure 14. Le contraste et l'étendue de l'anomalie du nord de Hull est fortement diminué. La configuration de l'anomalie de l'est du réservoir Baskatong est modifiée. On retrouve dix échantillons anomaux contigus, disposés le long d'un linéament de direction NE-SO de 15 km de longueur. Le bassin de drainage de l'anomalie est relativement restreint, moins de 200 km². L'anomalie est située au contact de gneiss charnockitiques et de paragneiss de la série de Grenville, laissant présager la présence de zones de failles. Une étude d'imageries Landsat fait ressortir de nombreux linéaments parallèles à l'anomalie (Digim, 1989).

TABLEAU 11. Régression multiple de l'or de la fraction lourde sur des éléments traceurs corrigés de l'effet des deux premiers facteurs d'ACP.

Coefficient de corrélation multiple: 0.49

% de variance expliquée par la régression: 21%

**Variables
indépendantes**

	Coefficients
As	0.13
Cu	0.19
Pb	0.15
Sb	0.09
Se	0.22
Zn	-0.11

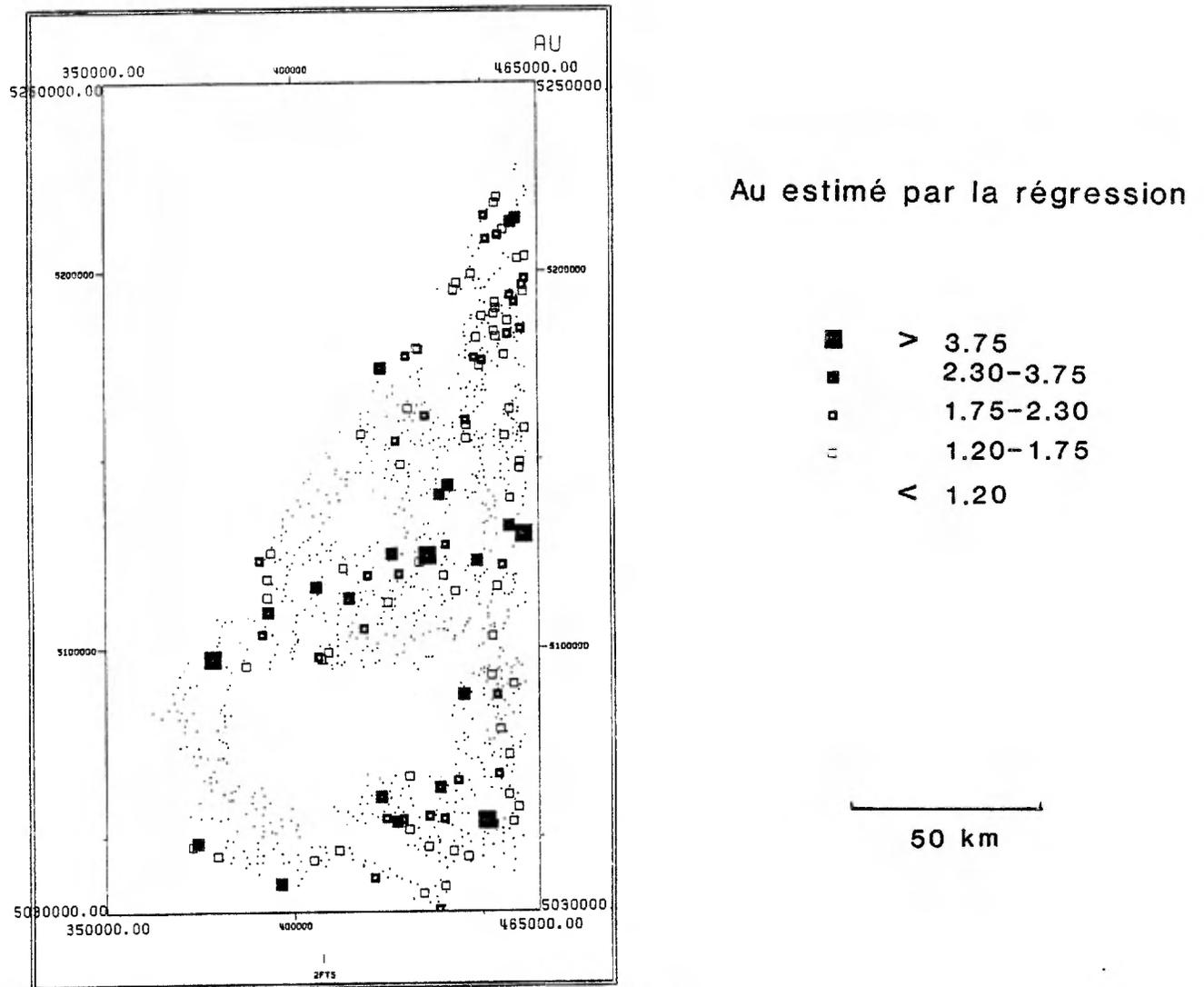


FIGURE 14. Carte de dispersion des concentrations aurifères estimées par la régression (éléments traceurs filtrés des deux premiers facteurs d'ACP).

CONCLUSIONS

Le présent travail nous a permis d'améliorer sensiblement l'information géochimique initiale grâce à des traitements statistiques et géostatistiques adaptés. Le principe de la méthode utilisée a été de caractériser les variations du fond géochimique par des analyses factorielles spécifiques à chacune des grandes unités géologiques, puis d'éliminer les composantes correspondant à des fonds litho-géochimiques pour faire ressortir les anomalies. Les résultats concernent les anomalies polymétalliques, les métaux de base et l'or.

Deux vastes zones polymétalliques (REE, U, Th, Cu, Pb, Zn) anormales apparaissaient à l'issue des résultats bruts, à l'Est du réservoir Baskatong et dans la région du Lac David. Le traitement fait ressortir le caractère lithologique et l'abondance probable de l'apatite dans la première zone, et confirme la présence de teneurs en La-Y-Th et le rôle plus secondaire de l'apatite dans la seconde.

Deux types d'anomalies en métaux de base avaient été mises en évidence: anomalies parmi les minéraux lourds à l'Est de la région étudiée, anomalies en sédiments de ruisseau à l'Est et au Sud-Est. Paradoxalement, aucune zone anormale n'apparaissait clairement associée aux gisements de zinc bien connus du district de Maniwaki-Gracefield, mais en raison de leur localisation en bordure d'un grand collecteur comme la rivière Gatineau, très peu d'échantillons sont situés en aval des gîtes. Un échantillon de la fraction lourde montre localement une signature caractéristique tandis que le levé de M. Gauthier (1983) démontre qu'il existe effectivement une dispersion dans la fraction fine.

Le traitement numérique et le filtrage des données réduisent la surface des zones anormales. La signature géochimique des gîtes de Zn du district de Maniwaki-Gracefield demeure de faible étendue, mais le contraste est fortement rehaussé. La transformation des données montrent qu'un relevé détaillé multiélémentaire est à même de détecter d'éventuelles minéralisations zincifères malgré l'influence de la couverture de dépôts meubles.

En général, la dispersion des anomalies est modifiée par la transformation des données. Les anomalies de métaux de base de la partie sud de la région disparaissent. Plusieurs nouvelles anomalies zincifères apparaissent dans les zones affleurantes des marbres du terrain de Mont-Laurier, et la zone de failles du lac Renzy révèlent des anomalies de Cu-Pb. La transformation des données efface presque complètement l'anomalie de La-Y-U-Th de l'est du réservoir Baskatong. L'anomalie du lac David conserve sa signature en La-Y-Th, mais l'extension des anomalies de Y-Th est diminuée.

L'or avait été décelé dans deux grandes zones, l'Est du réservoir Baskatong et la région au Nord de Hull. On montre que les teneurs en or peuvent être modélisées à l'aide d'éléments traceurs par régression multiple. Le modèle fait intervenir As, Cu, Zn, Pb, Sb et Se préalablement filtrés des composantes lithologiques. La corrélation du modèle avec les données brutes montre un coefficient de corrélation de 0.49. Ce traitement modifie sensiblement les priorités d'exploration en renforçant l'anomalie de Baskatong au détriment de celle du Nord de Hull.

RÉFÉRENCES

- Avramtchev, L., Piché, G., 1981. Carte des gîtes minéraux du Québec, région de Laurentie-Saguenay, MERQ, DPV 809.
- Ayres, L.D. et Cerny, P., 1982. Metallogeny of granitoid rocks in the Canadian Shield. *Can. Miner.*, 20: 439-535.
- Baer, A.J., 1977. The Grenville Province as a shear zone. *Nature*, 267: 337-338.
- Bellehumeur, C. et Jébrak, M., 1990. Exploration géochimique de l'or dans la région de la Gatineau (Grenville) - apports des techniques numériques. in. Nouveaux horizons pour l'exploration, 1990, résumés des conférences. MERQ. DV 90-40.
- Bishop, C. et Jourdain, V., 1987. Grenville polymetallics; the Montauban and Grand Calumet deposits. *North. Min. Mag.*, décembre 1987: 15-17.
- Bonnemaison, M., 1987. Les zones de cisaillement aurifères; modélisation et prospection. Thèse Univ. Paul Sabatier, Toulouse,
- Boyle, R.W., 1979. The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element. *Geol. Survey Canada, Bull* 280.
- Carter, T.R., 1984. Metallogeny of the Grenville Province southeastern Ontario. *Ontario Geol. Survey, Open file report* 5515, 422 pp.
- Carter, T.R. et Colvine, A.C., 1985. Metallic mineral deposits of the Grenville Province, southeastern Ontario. *CIM Bull.*, 78: 95-106
- Choinière, J., 1988. Géochimie des minéraux lourds - région de la Gatineau. MERQ, MB 88-35, 38 pp.
- Choinière, J., 1989. Géochimie de la fraction fine des sédiments de ruisseaux de la région de la Gatineau. MERQ, MB 89-08.
- Choinière, J., 1990. Géochimie des minéraux lourds et des sédiments de ruisseau - région de Papineau-Labelle. MERQ, MB 89-32.
- Corriveau, L., 1990. Proterozoic subduction and terrane amalgamation in the southwestern Grenville province, Canada: Evidence from ultrapotassic to shoshonitic plutonism. *Geology*, 15: 614-617.
- Digim, 1989. Interprétation structurale à partir d'images satellite - Grenville de la région Gatineau-Mauricie. MERQ. MB 89-27.

Gauthier, M., 1978, Minéralisations zincifères de la région de Maniwaki, comté de Gatineau. MERQ. DP-599.

Gauthier, M., 1981, Métallogénie du zinc dans la région de Maniwaki. MERQ. DPV-753.

Gauthier, M., 1983, Métallogénie du zinc dans la région de Maniwaki-Gracefield, Québec. MERQ. MM 82-03

Gauthier, M. et Brown, A.C., 1986. Zinc and iron metallogeny in the Maniwaki-Gracefield district, southwestern Quebec. *Econ. Geol.*, 81: 89-112.

Gauthier, M., Morin, G. et Marcoux, P., 1985. Minéralisations aurifères de la partie centrale de la Province de Grenville, Bouclier Canadien. *CIM Bull.*, 78: 60-69.

Gauthier, M., Brown, A.C. et Morin, G., 1987. Small iron-formations as a guide to base- and precious-metal deposits in the Grenville province of southern Quebec. In: Appel, P.W. and Laberge G.L. (éditeurs), *Precambrian Iron-Formations*. Theophratus, Athens. 297-327.

Gauthier, M., Gower, C.F., Sangster, A.L., soumis pour publication. Grenvillian metallogeny.

Hanmer, S.K. et Ciesielski, A., 1984. A structural reconnaissance of the northwest boundary of the Central Metasedimentary Belt, Grenville Province, Ontario and Quebec. In: *Current Research, Part B, Geol. Surv. of Canada, Paper 84-1B*: 121-131.

Indares, A. et Martignole, J., 1985. The Montreal-Val d'Or geotraverse. *Friends of the Grenville, field guidebook*, 20 pp.

Jébrak, M., 1989. Etude comparée des minéraux lourds et des sédiments de ruisseau de la région de la Gatineau. MERQ. MB 89-36.

Jébrak, M., Bellehumeur, C. and Normand, C., 1990. Dispersion de l'or et des terres rares dans les ruisseaux de la Gatineau. MERQ. MB 90-29.

Jébrak, M., Gauthier, M., Giguère, C., Bourne, J. et Guedroudj, T., 1990. L'anomalie en terres rares du lac David (Gatineau, Province de Grenville). in. *Nouveaux horizons pour l'exploration, 1990, résumés des conférences*. MERQ. DV 90-40.

Jourdain, V., Gauthier, M. et Guha, J., 1990. Métallogénie de l'or dans la Sud-Ouest de la Province de Grenville. *Geol. Survey Can., Open file report 2287*. pp 53.

Lebart, L., Morineau, A., et Tabard, N., 1977. *Techniques de la description statistique*, Dunod, pp. 351.

Marcotte, D. et Fox, J.S., 1989. Analyse multidimensionnelle de données géochimiques de

sédiments lacustres dans la région de Manicouagan. MERQ. MB 89-58.

Marcotte, D. et Fox, J.S., 1990. The Schefferville area: multivariate analysis and variography used to enhance interpretation of lake sediment geochemical data. *Journ. Geoch. Explor.*, 38, 247-263.

McLelland, J.M., 1986. Pre-Grenvillian history of the Adirondacks as an anorogenic bimodal caldera complex of mid-proterozoic age. *Geology*, 14, 229-233.

Moore, J.M. et Thompson, P.M., 1980. The Flinton Group: A late Precambrian metasedimentary succession in the Grenville Province of eastern Ontario. *Can. J. Earth Sci.*, 17, 1685-1707.

Poulsen, K.H. et Robert, F., 1989. Shear zones and gold: practical examples from southern Canadian Shield. In: J.T. Burnsall (Editor) *Mineralization and shear zone*. Geol. Ass. Can., Miner. Ass. Can., Short course notes, 6.

Rivers, T., Martignole, J., Gower, C.F. et Davidson, A., 1989. New tectonic divisions of the Grenville Province, southeast Canadian shield. *Tectonics*, 8: 63-84.

Sangster, A.L. et Bourne, J., 1982. Geology of the Grenville Province and regional metallogenesis of the Grenville Super group. In: R.W. Hutchinson, C.D. Spence and J.M. Franklin (Editors) *Precambrian sulphide deposits*. Geol. Ass. of Canada, Spec. Paper 25: 91-125.

Wynne-Edwards, H.R., 1972. The Grenville Province. In: R.A. Price and R.J.W. Douglas (Editors) *Variations in tectonic styles in Canada*. Geol. Ass. of Canada, Spec. Paper 11: 264-334.