

# MB 88-42

INTEGRATION DE DONNEES GEOPHYSIQUES, GEOCHIMIQUES ET DE TELEDETECTION DANS LA REGION DE JOUTEL, ABITIBI

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 



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

**Intégration de données géophysiques,  
géochimiques et de télédétection  
dans la région de Joutel, Abitibi**

**Michel Rheault**

**Lavalin (Digim Inc.)**

Ce document est une reproduction fidèle du manuscrit tel que soumis par l'auteur sauf pour une mise en page sommaire destinée à assurer une qualité convenable de reproduction

**Rapport final**

---

**Présenté au  
Service de la Géochimie et de la Géophysique****Intégration de données de télédétection,  
géophysiques et géochimiques,  
Région de Joutel, Abitibi**

N.B. Les négatifs des illustrations couleur et les polyesters des figures de ce rapport sont disponibles pour consultation ou prêt au:

Service de la géochimie et de la géophysique  
Ministère de l'Énergie et des Ressources  
1620, boul. de l'Entente, local 3,04  
QUEBEC (Québec) G1S 4N6

Tél.: (418) 643-4609 Denis L. Lefebvre

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1. <u>CADRE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE</u></b> .....	1-1
<b>2. <u>TERRITOIRE D'ÉTUDE</u></b> .....	2-1
2.1 Physiographie .....	2-1
2.2 Géologie .....	2-1
<b>3. <u>TRAITEMENT DES DONNÉES</u></b> .....	3-1
3.1 Données de télédétection.....	3-1
3.1.1 Corrections radiométriques.....	3-1
3.1.2 Corrections géométriques.....	3-1
3.1.3 Rehaussements.....	3-4
3.1.3.1 Amélioration des contrastes.....	3-4
3.1.3.2 Accentuation des arêtes.....	3-4
3.2 Données géoscientifiques.....	3-8
3.2.1 Numérisation.....	3-8
3.2.2 Maille régulière.....	3-8
3.2.3 Gradient vertical.....	3-9
3.2.4 Rehaussements.....	3-9
3.2.4.1 Isodensité couleur.....	3-9
3.2.4.2 Illumination simulée.....	3-9
3.2.4.3 Stéréoscopie.....	3-13
3.2.4.4 Perspective.....	3-13

TABLE DES MATIÈRES (suite)

4. <u>INTÉGRATION DES DONNÉES</u> .....	4-1
4.1 Superposition .....	4-1
4.2 Stéréoscopie .....	4-1
5. <u>ANALYSE INTÉGRÉE</u> .....	5-1
5.1 Télédétection .....	5-1
5.2 Géophysique .....	5-6
5.3 Géochimie .....	5-11
5.3.1 Analyse des composantes principales .....	5-11
5.3.2 Analyse de pondération .....	5-15
5.4 Télédétection / géophysique / géochimie .....	5-17
6. <u>CONCLUSION</u> .....	6-1

RÉFÉRENCES

ANNEXE - Interprétation des données géochimiques dans la région de Joutel, Abitibi, Magelle Pelletier, 1988.. A-1

HORS-TEXTE

- Figure 1           Territoire à l'étude
- Figure 2           Carte géologique
- Figure 12          Interprétation structurale
- Figure 15          Interprétation structurale (liénements N.O)
- Figure 16          Interprétation structurale (linéaments N.E)
- Figure 17          Carte géologique interprétée
- Figure A5          Localisation des complexes géochimiques

## 1. CADRE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec ainsi que plusieurs compagnies minières effectuent actuellement des travaux d'exploration géologique dans la région de Joutel, en Abitibi. Le rapport suivant présente les résultats du traitement et de l'analyse de données numériques multiples, afin d'appuyer les travaux d'exploration en cours et à venir.

L'objectif visé par ce projet consiste à extraire, à l'aide des techniques informatiques de pointe, toutes les informations géologiques significatives et pertinentes à l'exploration minière, et à présenter ces informations sous forme de documents fonctionnels et profitables aux compagnies minières.

## 2. TERRITOIRE D'ÉTUDE

Le territoire d'étude est situé dans la région de Joutel, en Abitibi. Limité par les latitudes 49°15' et 49°30' nord, et par les longitudes 78° et 78°30' ouest; il est couvert par le feuillet topographique à l'échelle de 1:50 000, no 32E8 (voir figure 1).

### 2.1 Physiographie

Le relief du territoire à l'étude est faible et varie d'environ 250 m à 450 m. Les sommets les plus élevés sont situés dans les régions des collines Hedge et Cartwright situées respectivement au centre-sud et au centre-nord du territoire. La configuration du drainage est généralement de type dérangé à rectangulaire, cette dernière reflétant la structure géologique. La rivière Harricana, orientée NO, représente l'élément hydrographique dominant.

Les forêts à feuillus sont plus abondantes dans la moitié nord du territoire, alors que les espèces résineuses sont plus abondantes dans la moitié sud où l'activité forestière est également intense.

### 2.2 Géologie

Le territoire d'étude est situé dans la province géologique du Supérieur. Les principales lithologies rencontrées comprennent des unités ultramafiques, métavolcaniques mafiques et felsiques, métasédimentaires, et des granitoides foliés et massifs d'âge archéen (Hocq, 1981; 1982; 1983; Lacroix, 1986) (voir figure 2). Les unités volcano-sédimentaires occupent plus de 65% de la superficie du territoire, et sont régionalement orientées NS à NO ou NE. Toutefois, elles ont

localement tendance à subparalléliser les granitoides, introduits plus tardivement, qui occupent le centre-est et les extrémités NO et SO du territoire. Toutes ces unités sont finalement recoupées par des dykes d'âge protérozoïque, généralement orientés NE.

Tout le secteur a été soumis à une déformation polyphasée. Lacroix (1986a; 1986b), à l'aide de levés effectués au nord et à l'ouest du territoire dans le sillon Harricana-Turgeon, a démontré l'existence de 4 phases de déformation. Ses levés ont d'ailleurs permis de reconnaître la faille Harricana, orientée NO, observée au nord du territoire à l'étude le long de la rivière du même nom. Les levés effectués par Hocq (1983) ont permis de reconnaître des structures cassantes additionnelles orientées NE et NO. Ces dernières recoupent les dykes orientés NE.

Un total de 14 gîtes a été recensé (MER, 1983a). La plupart d'entre eux sont de type stratiforme et associés aux unités métavolcaniques. Trois d'entre eux sont contrôlés principalement par la structure dont un, de nature aurifère, par la faille Harricana.

### 3. TRAITEMENT DES DONNÉES

#### 3.1 Données de télédétection

Les données de télédétection traitées comprennent une scène SPOT panchromatique, deux scènes SPOT multibandes et une scène Landsat TM. Les données Landsat TM nous ont été fournies par le Service de la géochimie et de la géophysique du ministère de l'Énergie et des Ressources, alors que les données SPOT nous ont été fournies gracieusement dans le cadre du programme d'Utilisation d'Images SPOT (PUIS). Le tableau 3.1 présente les caractéristiques de ces données.

##### 3.1.1 Corrections radiométriques

D'importantes distorsions radiométriques sont présentes sur les images SPOT. Un effet de colonnage périodique est observé sur l'image panchromatique. Ces distorsions ont été réduites par une méthode d'égalisation d'histogrammes.

Un effet de plateau et un effet de colonnage sont observés sur les données multibandes, et plus particulièrement sur l'image prise en septembre où des données panchromatiques et multibandes ont été acquises simultanément. Ces distorsions sont surtout importantes sur les canaux visibles. Elles ont été réduites de façon empirique.

##### 3.1.2 Corrections géométriques

Les données SPOT et Landsat ont été corrigées géométriquement par le calage de chaque image sur le feuillet topographique à l'échelle de 1:50 000. Le rééchantillonnage des données a été effectué à des résolutions spatiales de 10 m, 20 m et 30 m

TABLEAU 3.1 Caractéristiques des données de télédétection

	SPOT PANCHROMATIQUE	SPOT MULTIBANDE	Landsat TM
Scène	612-250	612-250	18-26
Niveau	1A	1A	
Acquisition	87-08-01	87-06-04 86-09-27	86-07-21
Angle de visée	-24,79°	-3,93° +7,31°	vertical
Résolution spectrale	0,51-0,73 um	0,50-0,59 um 0,61-0,68 um 0,79-0,91 um	0,45-0,52 um 0,52-0,60 um 0,63-0,69 um 0,76-0,90 um 1,55-1,75 um 10,4-12,50 um 2,08-2,35 um
Résolution spatiale	10 m	20 m	30 m

**TABLEAU 3.2 Limites UTM, zone 17, des données de télédétection corrigées**

	X minimum	X maximum	Y minimum	Y maximum
SPOT Panchromatique	680 500	718 490	5 458 000	5 487 500
SPOT Multibande	680 500	718 480	5 458 000	5 487 500
Landsat TM	680 500	718 510	5 458 000	5 486 800

pour les données SPOT panchromatiques, SPOT multibandes et Landsat TM, respectivement. Le tableau 3.2 présente les limites UTM de chaque type de donnée corrigé.

### 3.1.3 Rehaussements

#### 3.1.3.1 Amélioration des contrastes

L'amélioration des contrastes a été réalisée par l'analyse des composantes principales et par des accentuations standards. L'analyse des composantes principales a été effectuée sur les six canaux Landsat TM visibles et infrarouges réfléchis. La transformation a été optimisée pour les zones à végétation active au détriment des zones de coupe forestière qui masquent généralement l'information géologique.

Les accentuations standards ont été appliquées sur tous les canaux SPOT géocodés et sur les canaux Landsat TM3, TM4 et TM5 par un étalement linéaire des intensités. Les seuils de coupure ont été définis sur les histogrammes de tout le territoire pour les images SPOT, et sur les histogrammes des zones à végétation active pour les données TM.

#### 3.1.3.2 Accentuation des arêtes

Des accentuations d'arêtes ont été réalisées sur tous les canaux SPOT géocodés, sur les canaux Landsat TM3, TM4 et TM5, et sur les trois composantes principales Landsat TM. On a utilisé un filtre de type Laplace, de dimension 5 sur 5. Les figures 3 et 4 illustrent deux des images rehaussées produites.

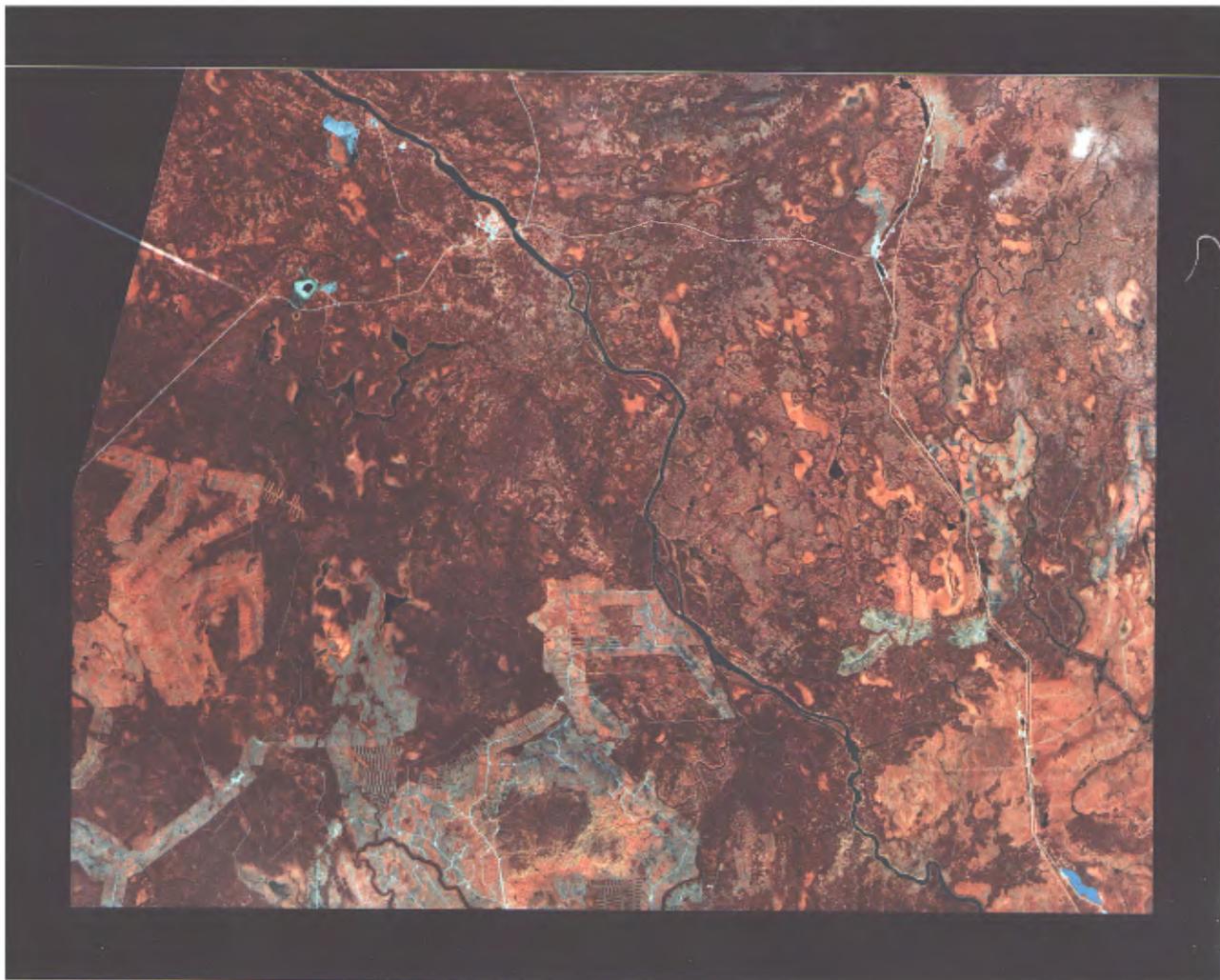
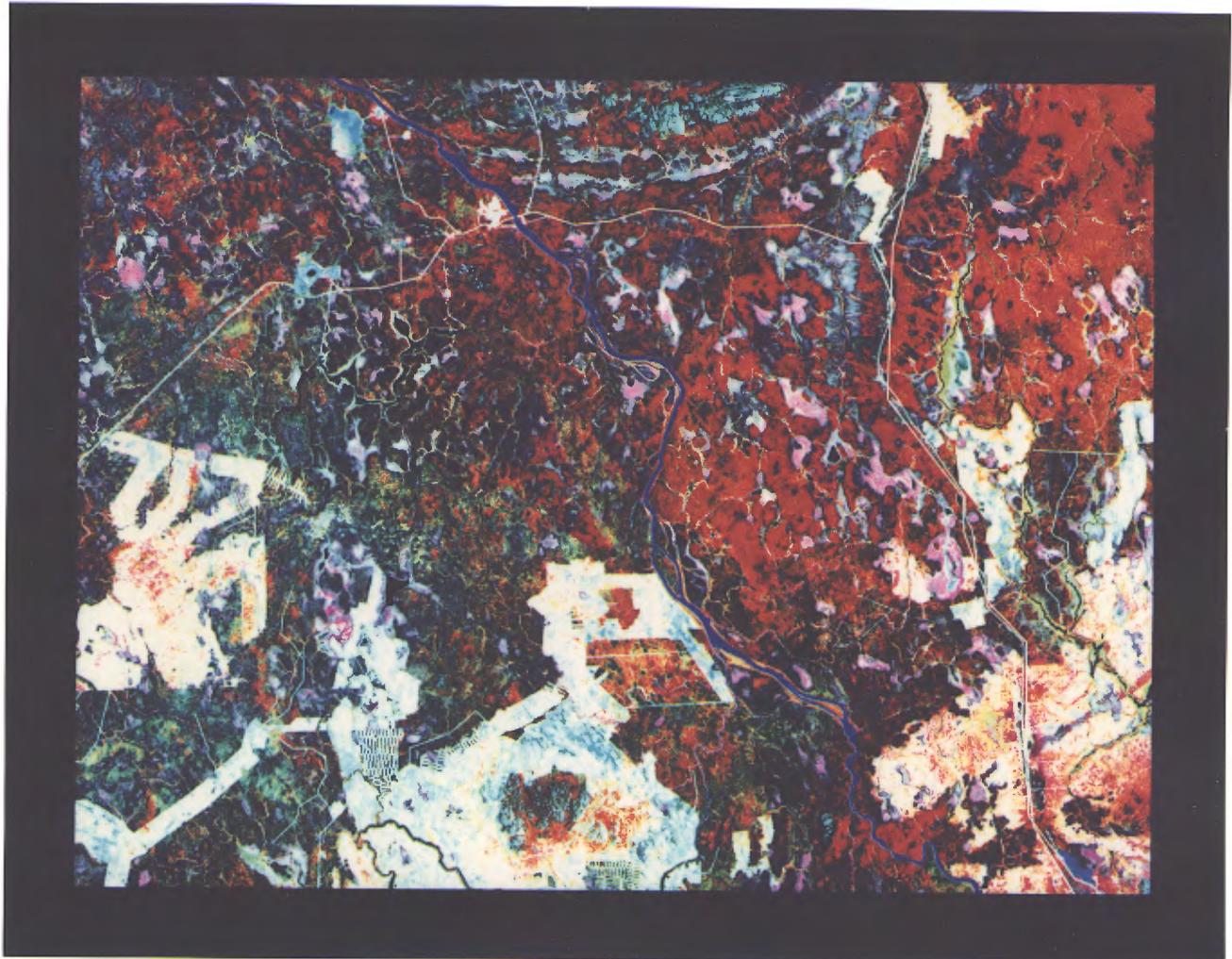


Figure 3. SPOT XS1,2 et 3 en bleu, vert et rouge avec arêtes accentuées  
(86-09-27) (1:250 000)



**Figure 4.** Composé couleur des trois composantes principales des canaux Landsat TM. C.P.3,2 et 1 en bleu, vert et rouge (86-07-21) (1:250 000)

TABLEAU 3.3 Caractéristiques des données géoscientifiques intégrées

TYPE DE DONNÉES	SUPPORT	CARACTÉRISTIQUES
Électromagnétique	Analogique	.levé aérien .levé interprété .cartes à l'échelle de 1:20 000 .anomalies de 2 à 6 canaux
Aéromagnétique	Numérique	.lignes de vol orientées NS et espacées de 200 m .altitude de vol de 120 m .résolution de 2 nT
Pédogéochimique	Numérique	.sédiments de sol .analyse de 9 éléments .maille irrégulière d'environ 1,2 km
Gîtologique	Analogique	.total de 14 gîtes

### 3.2 Données géoscientifiques

Les données géoscientifiques intégrées comprennent des levés géophysiques aéroportés, des levés pédogéochimiques et des données gîtologiques. Le tableau 3.3 présente les caractéristiques de ces données.

#### 3.2.1 Numérisation

Les données gîtologiques et les anomalies électromagnétiques de type INPUT<sup>MC\*</sup> ont été numérisées. Les données gîtologiques nous ont été fournies sous forme de listes de points, et les données électromagnétiques sous forme cartographique.

Les 14 gîtes ont été subdivisés en trois groupes: (1) les gîtes aurifères, (2) les gîtes polymétalliques de Cu, Zn et Ag, et (3) les gîtes de Fe et Py. Les anomalies électromagnétiques ont été regroupées sur 5 niveaux correspondant à la réponse de 2 à 6 canaux. Ces données ont ensuite été transformées sous forme d'images compatibles avec les données aéromagnétiques.

#### 3.2.2 Maille régulière

Des mailles régulières ont été produites pour les données du champ magnétique total ainsi que pour les données de chacun des 9 paramètres pédogéochimiques. La maille du champ total couvre un secteur compris entre les coordonnées "X" 680 000 et 718 700 et "Y" 5 457 000 et 5 488 000, alors que celles des données géochimiques couvrent un secteur compris entre les coordonnées "X" 680 000 et 720 000 et "Y" 5 456 000 et 5 488 000.

\* Marque de commerce de Barringer Research

Les données du champ magnétique total ont été recueillies lors de deux levés électromagnétiques effectués en 1974 et en 1978 par Questor Survey Ltd, pour le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MER 1983b). Les données ont d'abord été nivelées à l'aide de lignes de contrôle orientées E0 puis produites sous forme de mailles régulières.

### 3.2.3 Gradient vertical

Le gradient magnétique vertical a été calculé à partir de la maille régulière du champ total. Le calcul est effectué dans le domaine des fréquences et équivaut à l'application d'un filtre passe-haut.

### 3.2.4 Rehaussements

#### 3.2.4.1 Isodensité couleur

Toutes les mailles régulières des paramètres géoscientifiques ont été produites sous forme d'isodensité couleur, afin de mieux percevoir les variations des intensités relatives de chacun d'eux. Les cartes couleur du champ magnétique total et du gradient magnétique vertical à l'échelle de 1:50 000 ainsi que les cartes couleur des paramètres géochimiques à l'échelle de 1:100 000 seront publiées ou disponibles pour consultation auprès du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

#### 3.2.4.2 Illumination simulée

Des images, sous forme d'illumination simulée, ont été produites pour les mailles régulières du champ magnétique total et du gradient magnétique vertical. Ce type de rehaussement permet de mettre en lumière des discontinuités structurales d'orientation préférentielle à l'aide d'une

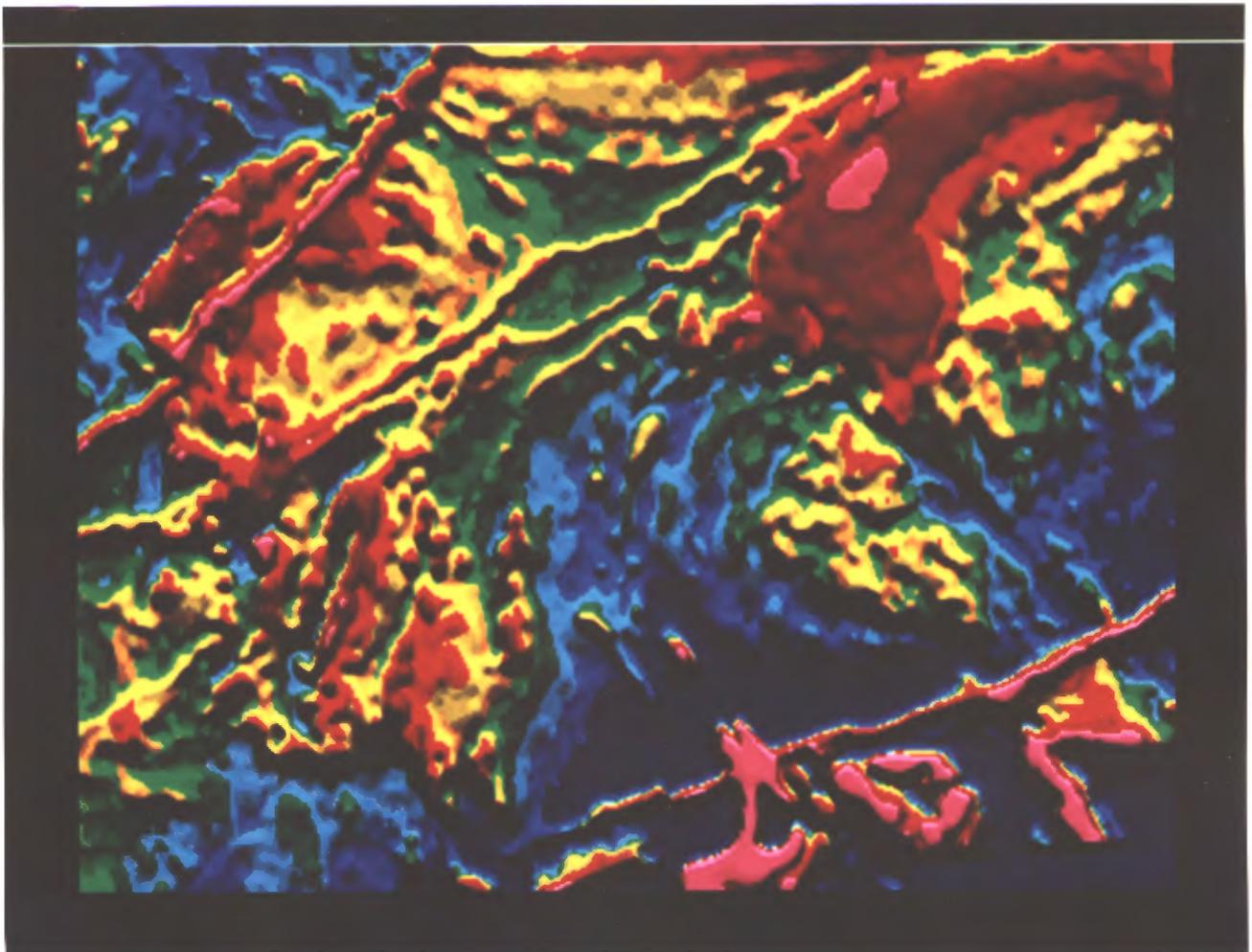


Figure 5. Champ magnétique total sous forme d'illumination simulée  
Azimut solaire:0°, élévation solaire:30°. (1:250 000)

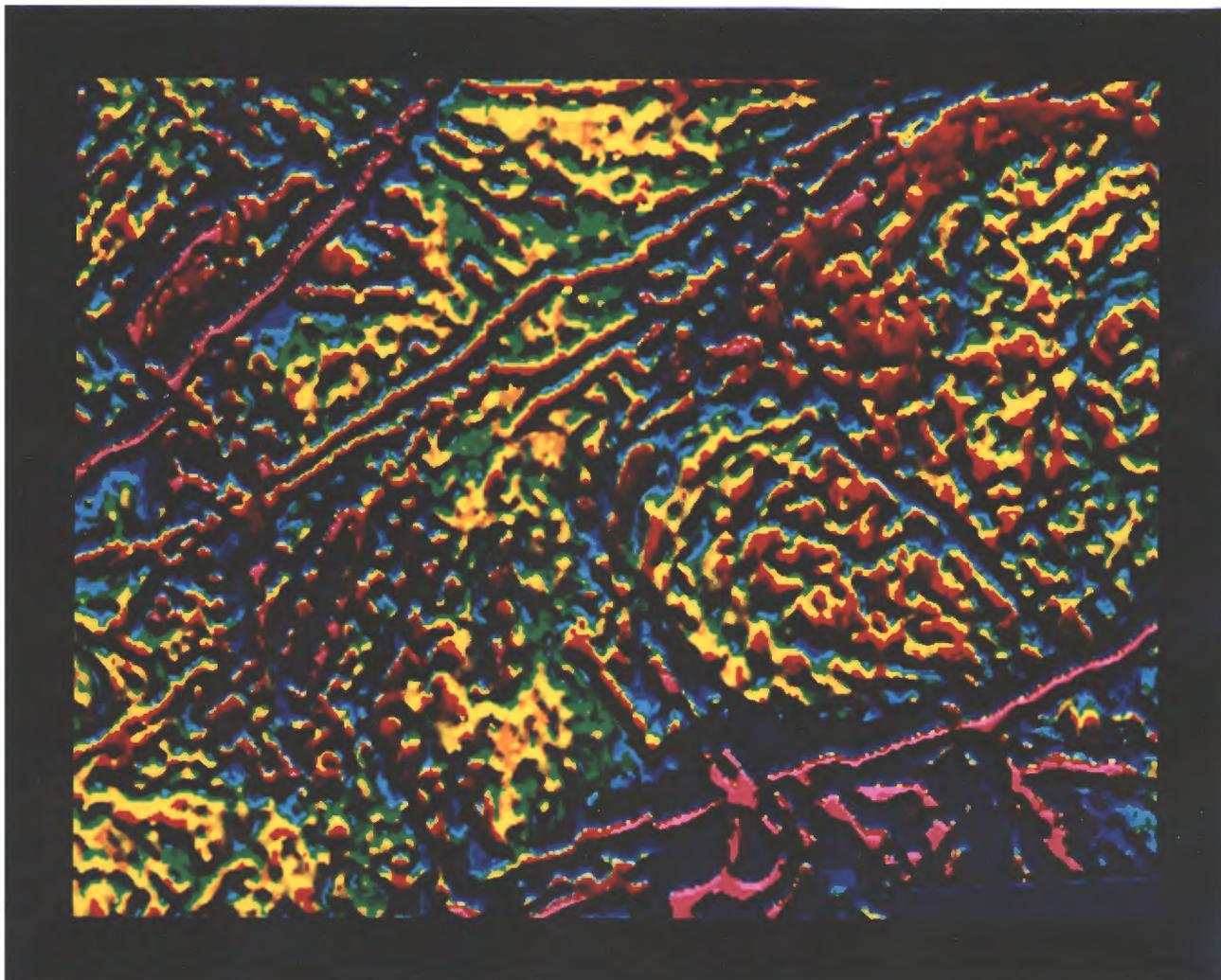
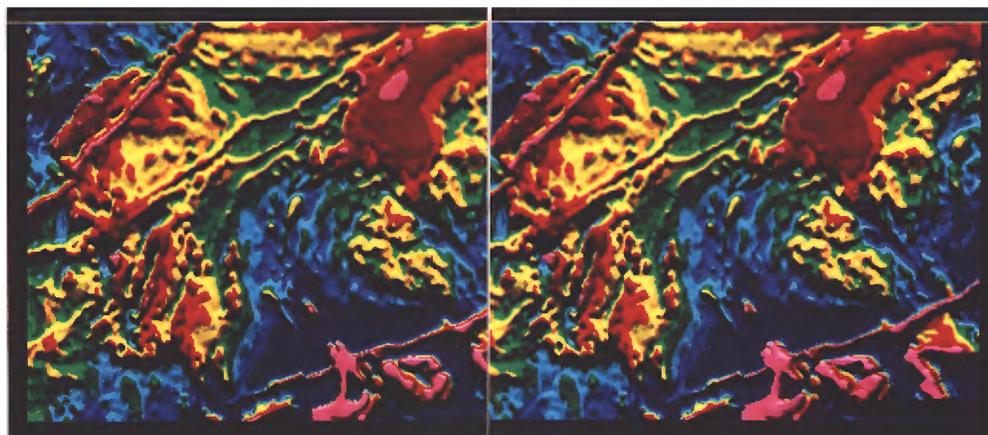
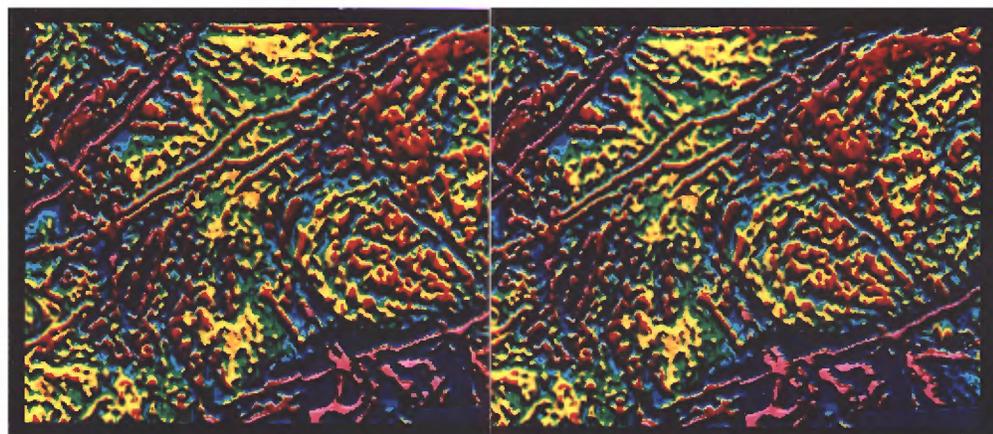


Figure 6. Gradient magnétique vertical sous forme d'illumination simulée. Azimut solaire:0°, élévation solaire:30°. (1:250 000)



(a)



(b)

**Figure 7.** Stéréocouple des données aéromagnétiques: (a) champ magnétique total, (b) gradient magnétique vertical

direction d'illumination appropriée. Les figures 5 et 6 illustrent les résultats de ce type de rehaussement.

#### 3.2.4.3 Stéréoscopie

Les images couleur, sous forme d'illumination simulée des données aéromagnétiques, ont été produites en stéréoscopie.

La procédure suivie consiste à créer une parallaxe artificielle en simulant une visée oblique. La figure 7 illustre deux couples stéréoscopiques du champ magnétique total et du gradient magnétique vertical.

#### 3.2.4.4 Perspective

Une vue en perspective de l'image du champ magnétique total a été produite. La figure 8 illustre les résultats obtenus lorsque l'observateur est situé à l'ouest du territoire d'étude.

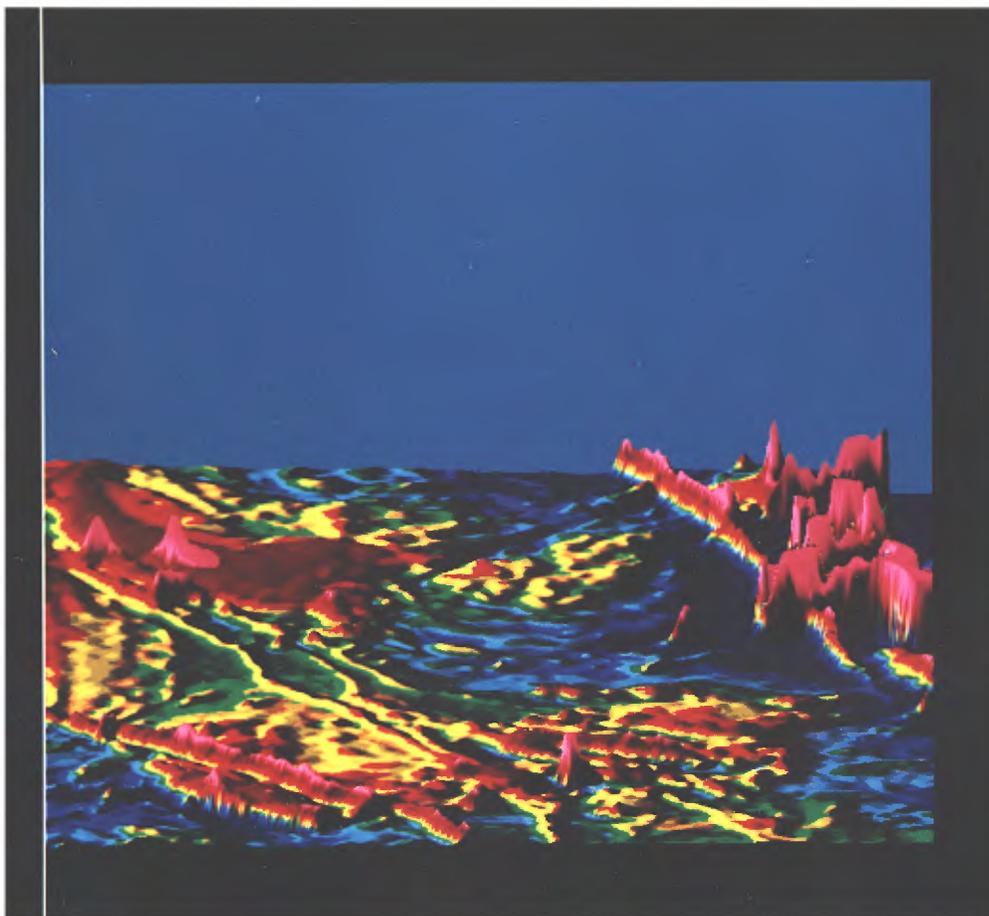


Figure 8. Vue vers l'est du champ magnétique total

## 4. INTÉGRATION DES DONNÉES

### 4.1 Superposition des données

Les données gîtologiques et électromagnétiques ont été superposées sur l'image noir et blanc du champ magnétique total, sous forme d'illumination simulée. La figure 9 illustre les résultats obtenus où les gîtes aurifères sont représentés en jaune, les gîtes polymétalliques de Cu-Zn-Ag en rouge, et les gîtes de Fe-Py, en vert. Les données INPUT, quant à elles, sont représentées par des couleurs variant du bleu foncé au rouge pour des anomalies croissant de 2 à 6 canaux.

### 4.2 Stéréoscopie

L'image des données gîtologiques et électromagnétiques, superposée au champ total, a également été produite en stéréoscopie (voir figure 10). De plus, une stéréoscopie artificielle a été simulée sur l'image SPOT panchromatique à l'aide du modèle numérique du champ magnétique total (voir figure 11). Ce produit a l'avantage d'illustrer, sur un même produit, l'intensité relative des anomalies magnétiques ainsi que toutes les références spatiales correspondantes.



Figure 9. Champ magnétique total sous forme d'illumination simulée avec gîtes, levés INPUT et hydrographie superposés. (1:250 000)

DIGIM/1988-08-05



Figure 10. Stéréocouple du champ magnétique total de la figure 9.

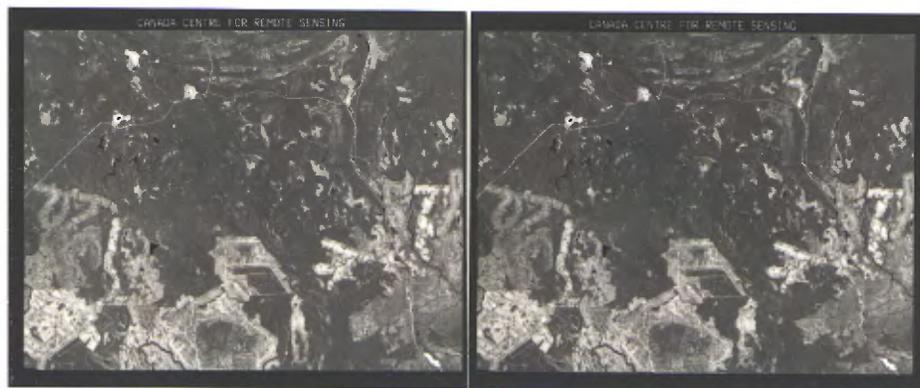


Figure 11. Stéréocouple SPOT panchromatique où la parallaxe introduite provient du champ magnétique total.

## 5. ANALYSE INTÉGRÉE

L'analyse géologique a d'abord été réalisée pour chacun des paramètres géophysiques et géochimiques et ceux de télédétection, tout en tenant compte de l'arrangement spatial des gîtes et des anomalies INPUT. Elle consiste en une analyse des linéaments des images SPOT et Landsat, en une analyse lithologique et structurale des images du champ magnétique total et du gradient magnétique vertical, et en une analyse des composantes principales et de pondération des données pédogéochimiques. Finalement, les résultats de ces trois analyses ont été confrontés afin de mettre en lumière les lieux de corrélation entre chaque paramètre et, le cas échéant, les aires les plus favorables d'exploration.

### 5.1 Télédétection

La figure 12 présente les linéaments interprétés de l'ensemble des images SPOT et Landsat produites. La densité de linéaments est élevée au centre-est du territoire, au-dessus des granitoides, ainsi qu'au centre-nord et au centre-sud du territoire, au-dessus des collines Cartwright et Hedge où la densité d'affleurements est élevée. À l'opposé, elle est généralement faible dans tout le secteur SO du territoire, où l'activité forestière intense masque l'information géologique.

Quatre réseaux de linéaments sont prédominants: ONO (285°), NO (315°), NNE (15°), et NE (65°). Les réseaux NE et NO sont les plus denses et représentent vraisemblablement les réseaux de fractures dominants. Des alignements de linéaments suggèrent des zones de failles probables et ce, dans chacune des quatre directions. Quelques-uns de ces alignements sont associés à des failles existantes, alors que d'autres sont nouveaux. Notons des alignements NO observés dans les granitoides situés à l'est, dont l'un semble représenter l'extension SE de la faille Harricana jusqu'à la rivière

Allard, des alignements NNE observés juste en bordure de ces granitoides et subparallèles à la rivière Harricana, et des alignements ONO observés au centre-ouest dans les unités volcaniques.

Lacroix (1986b), lors de levés effectués dans le sillon Harricana-Turgeon, au nord et à l'ouest du territoire à l'étude, a reconnu quatre phases de déformations souples auxquelles sont associés cinq réseaux de structures cassantes. Des réseaux de failles E0 (Casa-Bérardi, Grasset, Détour) et N0 (Harricana, Douay, Bapst, Turgeon) découleraient respectivement des déformations souples D1 (régionalement orientée N0) et D2 (régionalement orientée E0). Les réseaux de linéaments ONO et N0 pourraient être associés à ces deux réseaux de failles.

Selon Lacroix, trois réseaux de fractures NNO, NS et NE découleraient du développement de plis en kinks associés aux phases tardives D3 et D4. Les réseaux de linéaments NNE et NE pourraient être associés aux systèmes de fractures NS et NE.

La dynamique des rosaces de direction des linéaments varie en fonction de la longueur des linéaments extraits. La figure 13 présente l'histogramme du nombre de linéaments extraits en fonction de leur longueur. Ces résultats indiquent une forte densité de linéaments inférieurs à 700 m. Des rosaces de direction ont donc été produites pour les linéaments inférieurs et supérieurs à 700 m (voir figure 14).

La rosace de direction des linéaments courts équivaut à celle produite pour l'ensemble des linéaments. Toutefois, la rosace des linéaments longs met en évidence un cinquième réseau de linéaments NNO qui pourrait, tout comme le réseau NNE et NE,

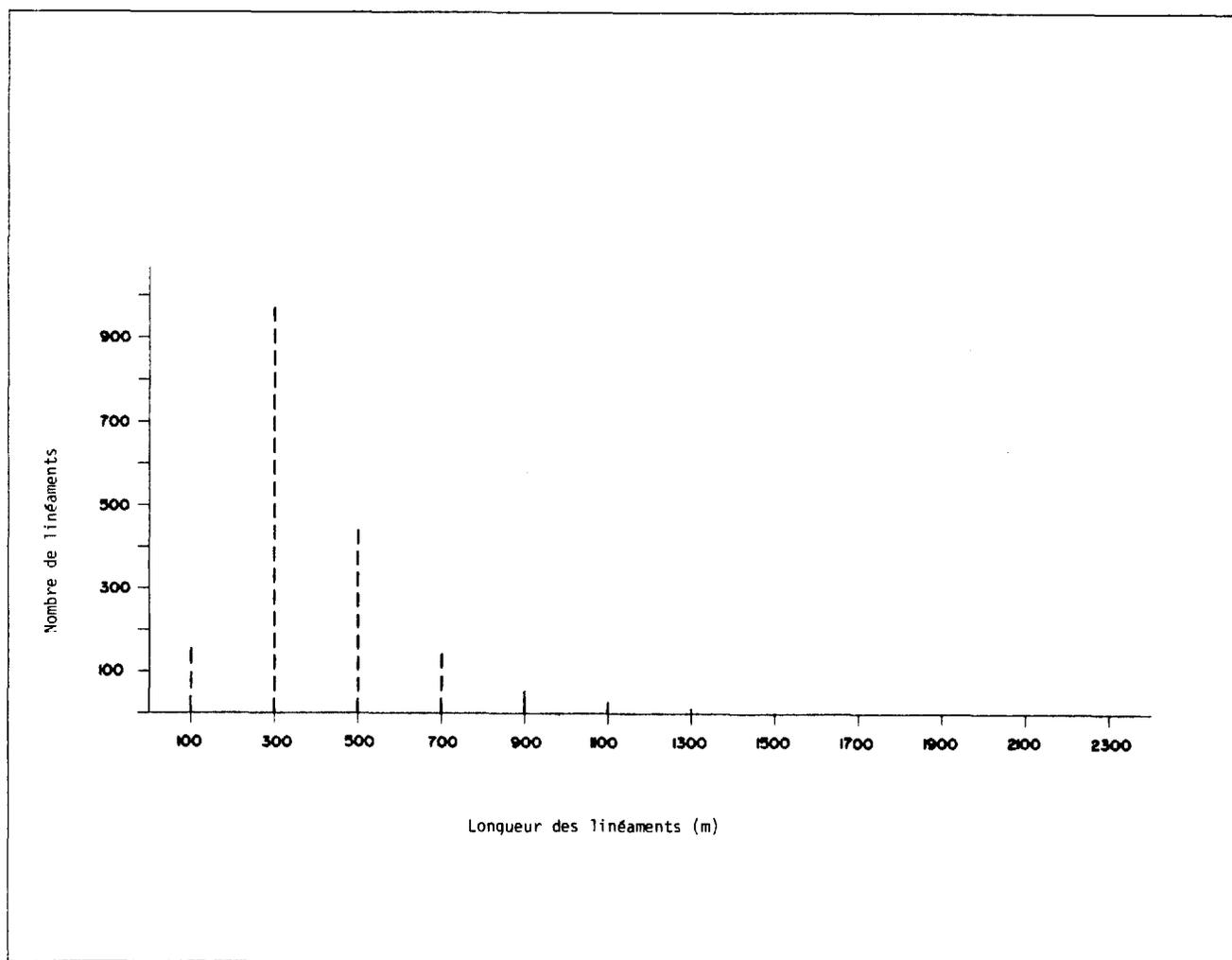
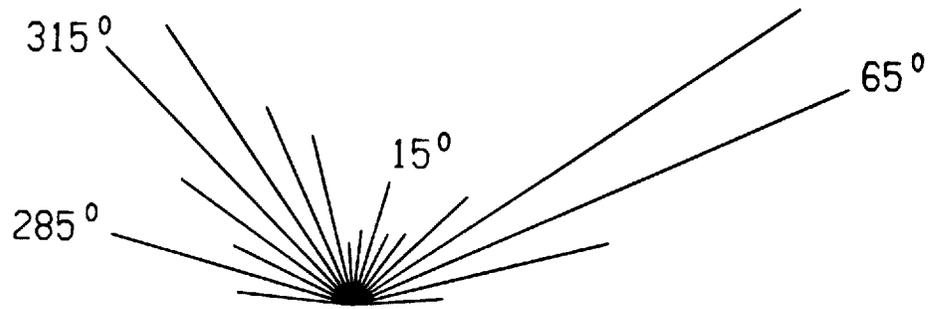
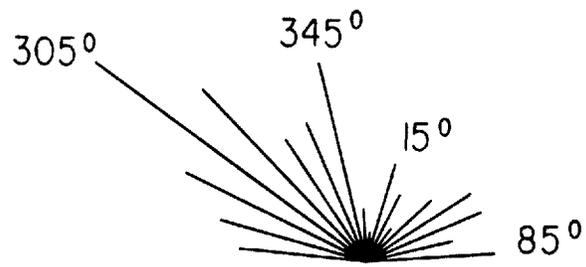


Figure 13. Histogramme du nombre de linéaments en fonction de la longueur



(a)



(b)

Figure 14. Rosace de direction des linéaments inférieurs à 700 m (a), et supérieurs à 700 m (b)

représenter le cinquième réseau de fractures associé aux deux phases tardives de déformation D3 et D4 (Lacroix, 1986b).

La faible superficie du territoire étudié ainsi que la faible quantité de gîtes existants ne permettent pas de tirer des conclusions valables relativement au contrôle potentiel d'un réseau particulier de linéaments sur la minéralisation. Les figures 15 et 16 représentent les linéaments NO et NE avec les gîtes superposés. Les deux réseaux pourraient localement contrôler la minéralisation. Il faudrait, toutefois, prêter une attention particulière au réseau NO puisqu'un des trois gîtes contrôlés par la structure est associé à une zone de cisaillement NO, située en bordure de la faille Harricana.

## 5.2 Géophysique

L'analyse des données géophysiques a été réalisée sur les images rehaussées du champ magnétique total et du gradient magnétique vertical en tenant compte des anomalies électromagnétiques et des gîtes. L'interprétation qualitative a été faite à l'aide des cartes de compilation géoscientifique du MER, afin de mieux définir les formations géologiques ainsi que les éléments structuraux (voir figure 17).

Les données du champ magnétique total permettent de distinguer les grandes unités magnétiques régionales. On note la présence de dykes de diabase orientés NE ainsi que d'importantes anomalies situées au SE, associées à des unités ultramafiques. Le granite de Marest est caractérisé par une zone circulaire de faible magnétisme. Toutefois, la partie centrale du granite est légèrement magnétique. Au nord de ce granite, près des collines de sable, on observe une anomalie probablement associée à des roches volcaniques.

Au sud des collines Cartwright, on observe une anomalie positive qui pourrait être associée à une alternance de laves mafiques et ultramafiques (Lacroix, 1986a). Quant à l'étroit bas magnétique orienté NO, qui recoupe le granite de Marest, il pourrait être associé à une faille inconnue jusqu'à maintenant.

Le granite et la rhyolite associés au gîte de Joutel n'ont pas de signature magnétique. Ceci s'explique probablement par la faible susceptibilité magnétique et la faible extension spatiale de ces unités.

Dans la région des collines de sable, les données du gradient vertical indiquent plusieurs bandes anomaliques. Tout cet ensemble est cartographié comme étant du granite. Il est possible que le granite se trouve sous ces anomalies qui pourraient correspondre à des laves mafiques. Notons que la forte anomalie, située en bordure de cette bande, a été forée et qu'on a retrouvé de l'anorthosite dans un de ces forages et du gabbro dans un autre.

On observe des déplacements apparents plus ou moins NO le long des dykes NE. Ces discontinuités sont associées à des failles dont certaines ont déjà été reconnues.

Les anomalies électromagnétiques indiquent un long conducteur, situé au sud des collines Cartwright, qui se prolonge vers l'ouest jusqu'au gîte d'Estrades. Ce conducteur est associé à la faille Harricana. Une analyse détaillée indique la présence de deux conducteurs parallèles séparés d'environ 300 m. Un autre conducteur longe le flanc sud des collines et les rejoint à l'extrémité est de la carte. Plus à l'est, ce conducteur rejoint la faille Douay.

Lacroix (1986a) associe ces longs conducteurs à des zones de failles. Ils seraient causés par des niveaux graphiteux qui suivent les contacts régionaux entre les bandes sédimentaires et volcaniques.

Les trois gîtes aurifères sont situés le long d'un dyke NE situé au NO du territoire. Les zones de failles probables NO, qui ont provoqué des déplacements apparents généralement senestres au NO et dextres au SE, pourraient localement représenter des zones potentielles de contrôle sur la minéralisation.

Deux gîtes polymétalliques de Cu-Zn, situés à l'ouest de Joutel, sont associés à des anomalies électromagnétiques et parfois à de petites anomalies aéromagnétiques. Les anomalies correspondant au gîte de Poirier découlent vraisemblablement des résidus miniers et des infrastructures d'exploitation minière. Nonobstant ces phénomènes, il faudrait tenir compte des lieux de concentrations d'anomalies électromagnétiques, avec ou sans anomalie aéromagnétique, observée au NO et au centre-sud du territoire qui ne correspondent à aucun gîte existant.

### 5.3 Géochimie

#### 5.3.1 Analyse des composantes principales

On a réalisé l'analyse des composantes principales des neuf mailles régulières des paramètres pédogéochimiques, afin de produire trois images décorrélatées contenant la majorité de l'information des neuf images d'entrée.

Le tableau 5.1 présente les coefficients de corrélation entre les neuf éléments analysés. Les éléments As,Co,Zn,Li,Ni et Cu

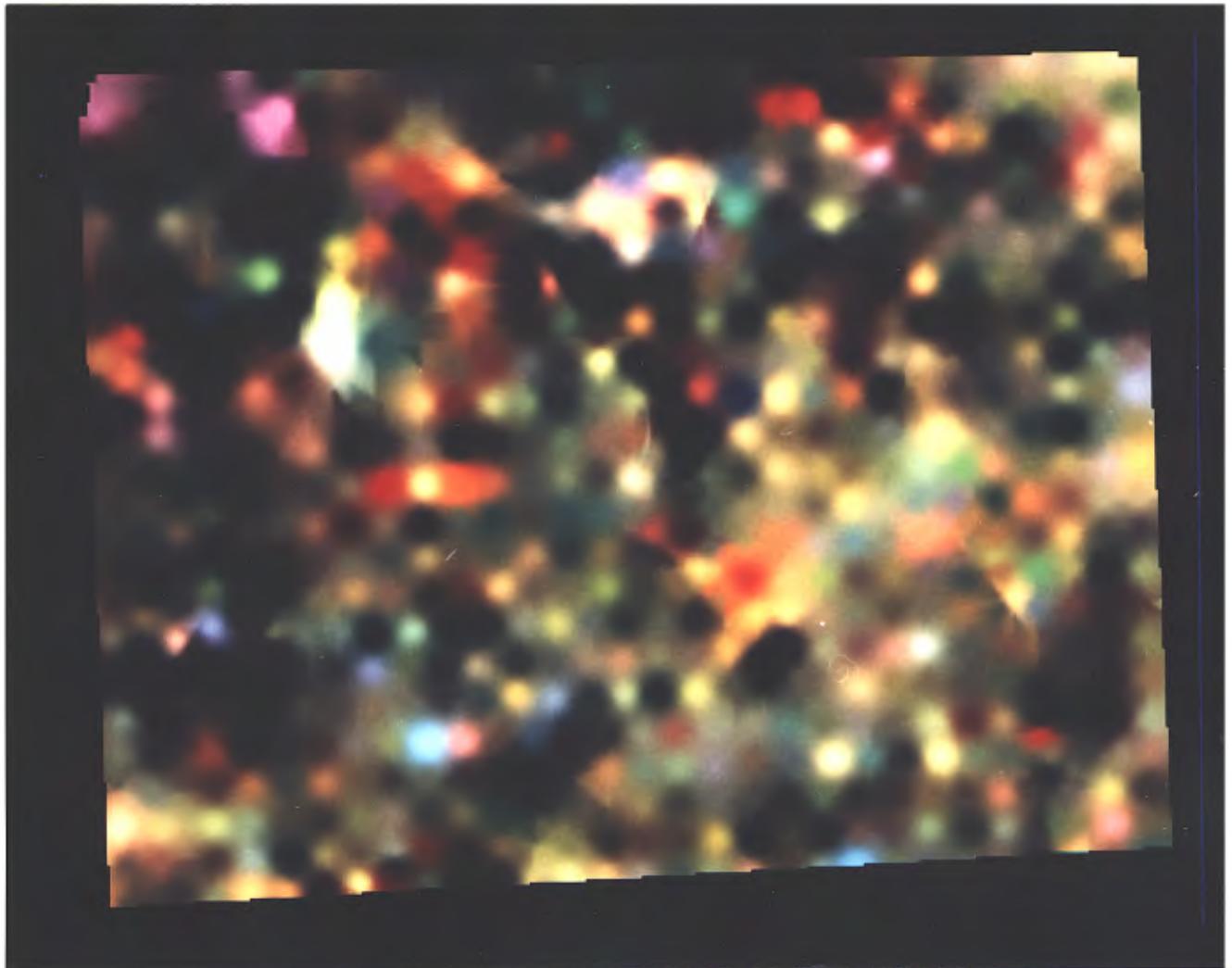


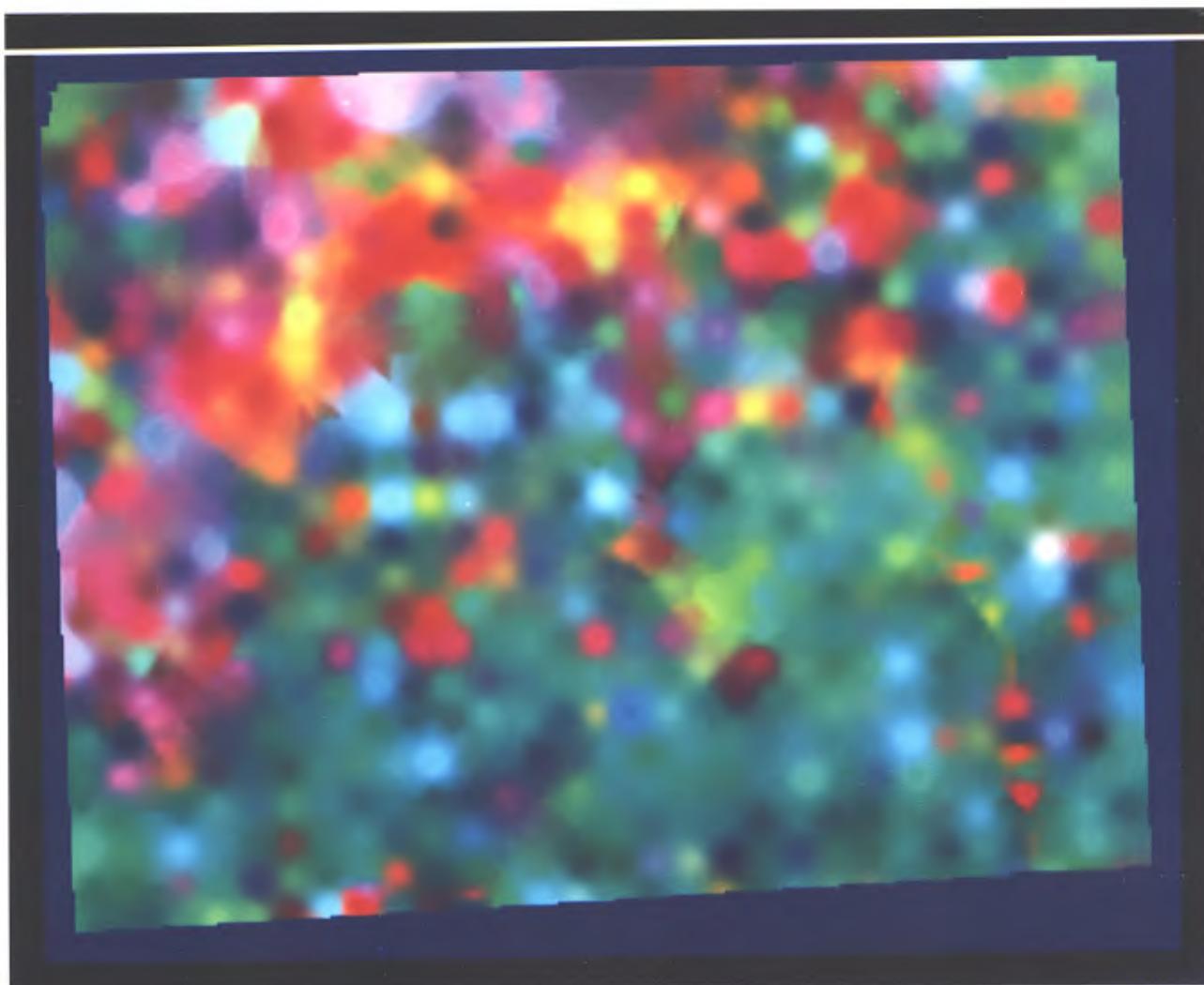
Figure 18. Composé couleur de trois paramètres pédogéochimiques: Co, Zn et Ni en bleu, vert et rouge (1:250 000)

ont tous au moins un coefficient de corrélation supérieur à 0,7. Les éléments Co, Zn et Ni ont tous au moins quatre éléments qui sont en corrélation avec eux à plus de 0,7. Qui plus est, ces trois éléments ont, entre eux, les coefficients de corrélation les plus élevés. À l'opposé, les éléments Pb, U et Hg ont tous des coefficients de corrélation inférieurs à 0,6.

La figure 18 illustre un composé couleur des éléments Co, Zn et Ni, en bleu, vert et rouge. Les plages de teinte grise représentent les lieux de corrélation entre les trois paramètres. Ce composé couleur illustre également les lieux de corrélation entre deux paramètres seulement et les lieux de forte teneur d'un seul paramètre. Les plages de teinte cyan, jaune et magenta, par exemple, indiquent respectivement des lieux de corrélation entre les paires d'éléments Co-Zn, Zn-Ni et Ni-Co, alors que le bleu, le vert et le rouge représentent respectivement de fortes teneurs en Co, Zn ou Ni seulement.

Le tableau 5.2 présente les coefficients de corrélation entre chacun de ces 9 éléments et chacune des trois composantes principales. Les résultats de cette analyse indiquent que les éléments Hg, Cu et Pb corréleront plus fortement avec la première composante, que les éléments Ni, Zn, Co, Li et As corréleront plus fortement avec la deuxième composante, alors que la troisième composante contient plutôt l'information de l'élément U.

La figure 19 illustre un composé couleur des trois composantes principales géochimiques. Le bleu, le vert et le rouge, associés aux composantes 3, 2 et 1, indiquent donc de fortes teneurs des groupes d'éléments qui sont en corrélation avec chacune d'elles, alors que toutes les teintes intermédiaires indiquent les variations spatiales de ces



**Figure 19.** Composé couleur des trois composantes principales  
pédogéochimiques: C.P.3,2 et 1 en bleu, vert et rouge  
(1:250 000)

teneurs. Les résultats de cette analyse indiquent donc que, régionalement, les plus fortes valeurs anormales de Hg-Cu-Pb, corrélées avec la première composante principale, sont observées au nord du territoire, et que celles de Ni-Zn-Co-Li-As, fortement corrélées avec la deuxième composante principale, sont observées dans la moitié sud.

### 5.3.2 Analyse de pondération

Une carte de pondération a été produite afin de mettre en lumière les aires anormales les plus favorables. Le calcul de cet indice tient compte du percentile de chaque élément, sous lequel les teneurs ne sont pas significatives, ainsi que d'un indice de mobilité qui lui est propre (Pelletier, 1987).

Le tableau 5.3 présente, pour chaque élément, un indice de mobilité ainsi que le seuil correspondant au 75ème percentile. Le calcul de cette pondération consiste à attribuer à chaque élément le coefficient de pondération pour toutes les valeurs supérieures à ce seuil, et à faire la somme de ces coefficients.

La figure 20 présente l'image isocouleur des résultats. Il est à noter que ce sont les éléments les moins mobiles qui contribuent le plus aux anomalies extraites. Le gîte aurifère d'Agnico-Eagle ainsi que deux gîtes de Cu-Zn situés au sud et au nord du ruisseau Kistabiche, présentent de fortes anomalies géochimiques. Les nouvelles aires anormales, dont certaines correspondent à celles produites par Beaumier (1982), devraient donc être examinées.

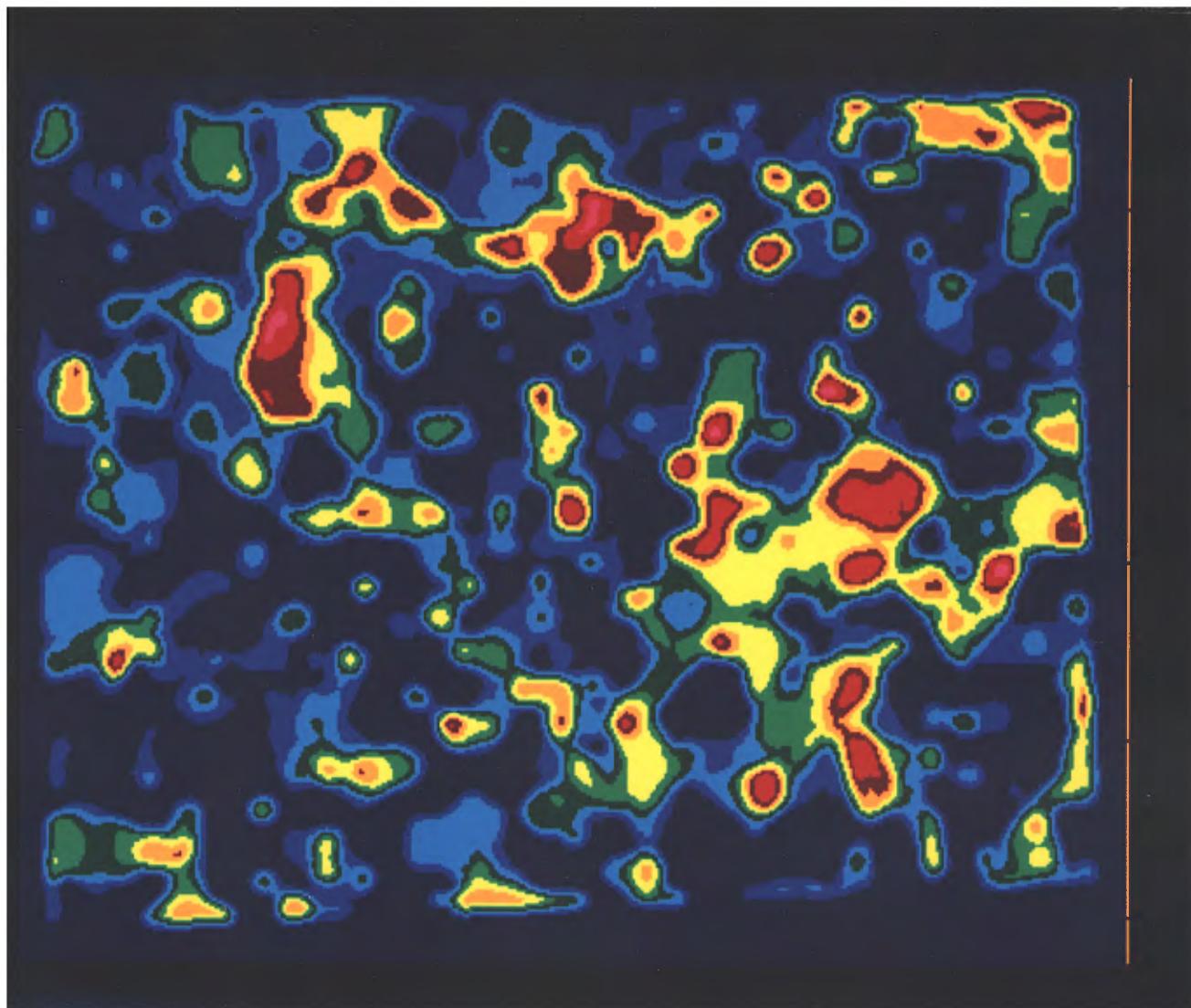


Figure 20. Carte de pondération des données pédogéochimiques sous forme d'isodensité couleur (1:250 000)

#### 5.4 Téledétection / géophysique / géochimie

Les interprétations des paramètres ont finalement été confrontées afin d'identifier les lieux de corrélation entre chacun des paramètres et aussi afin de produire un document intégré qui présente les aires d'exploration les plus favorables avec toutes les références spatiales correspondantes.

La confrontation des données de télédétection avec les données géophysiques a consisté à identifier la corrélation existant entre les linéaments extraits des données de télédétection et les discontinuités observées sur les données géophysiques. Par la suite, les intersections favorables de linéaments ont été circonscrites.

La confrontation avec les données géochimiques a consisté à extraire les valeurs les plus significatives des résultats de la pondération et à superposer ces résultats sur ceux de la confrontation des données de télédétection avec les données géophysiques.

La figure 21 illustre les résultats de cette analyse intégrée. Les structures linéaires corrélées sont représentées en rouge, les linéaments de télédétection non corrélés les plus significatifs en vert, les intersections favorables en jaune et les contours d'anomalies géochimiques les plus significatives, du bleu foncé au bleu clair pour les valeurs de pondération de 35, 40, 45 et 50, respectivement.

La corrélation entre les structures linéaires extraites des images SPOT et Landsat avec les données géophysiques confirme l'origine géologique des réseaux de linéaments ONO, NO, NNE et NE. Quelques alignements de linéaments indiquent des zones de

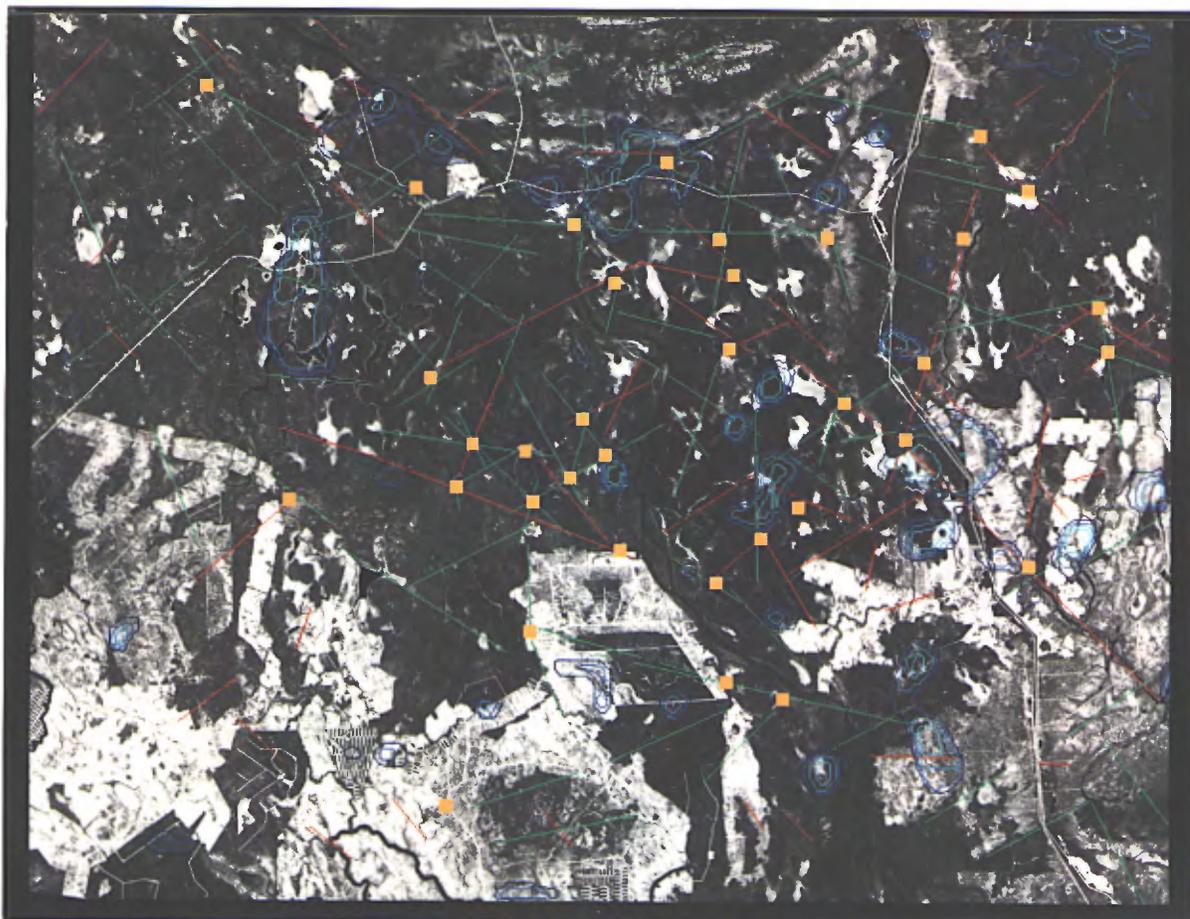


Figure 21. Résultats de l'analyse intégrée superposés au canal SPOT panchromatique: convergence de linéaments de télédétection et aéromagnétiques en rouge, linéaments de télédétection en vert, intersection favorable de linéaments en jaune, contours d'anomalies pédogéochimiques en bleu.

failles probables. Mentionnons le linéament NO de la rivière Allard, observé dans le granite de Marest, qui semble représenter le prolongement de la faille Harricana cartographiée au nord du territoire d'étude (Lacroix, 1986b). D'autres alignements NNE qui recoupent ce granite, ainsi que des alignements ONO, observés dans les assemblages volcano-sédimentaires au centre-ouest, pourraient également être associés à des cassures majeures.

Quoique subjectives, les intersections des linéaments les plus significatifs fournissent des sites potentiels d'exploration et plus particulièrement celles observées à proximité d'anomalies géochimiques. Toutefois, ces lieux d'intersection doivent être considérés avec prudence. Ils sont définis indépendamment du type de lithologie sous-jacente et sont directement reliés à la densité de linéaments. De plus, certaines des structures linéaires extraites pourraient représenter des phénomènes glaciaires.

La majorité de ces intersections sont observées dans des secteurs où n'existe pas de gîte actuellement. A l'opposé, trois anomalies géochimiques sont en corrélation avec trois gîtes existants. Les intersections favorables, situées au-dessus ou à proximité d'anomalies géochimiques, devraient donc être examinées.

En somme, les secteurs les plus favorables sont situés au centre-ouest, près de la rivière Harricana, ainsi qu'au-dessus du granite de Marest. Les intersections de linéaments et les anomalies géochimiques de ces deux secteurs devraient être vérifiées, plus particulièrement celles observées le long du linéament de la rivière Allard qui représente probablement le prolongement de la faille Harricana.

**TABLEAU 5.1 Coefficients de corrélation entre chaque élément géochimique**

	As	Co	Cu	Hg	Li	Ni	Pb	U
Co	,72							
Cu	,61	,63						
Hg	,35	,21	,57					
Li	,49	,71	,61	,22				
Ni	,64	,87	,73	,19	,83			
Pb	,55	,34	,56	,59	,19	,33		
U	,28	,24	,34	,31	,36	,26	,17	
Zn	,70	,83	,72	,31	,76	,90	,52	,26

**TABLEAU 5.2 Coefficients de corrélation entre les 3 composantes principales et les 9 éléments géochimiques**

	As	Co	Cu	Hg	Li	Ni	Pb	U	Zn
C.P.1	,45	,33	,65	,99	,33	,33	,64	,35	,45
C.P.2	,61	,79	,50	,18	,72	,87	,24	,20	,86
C.P.3	,20	,33	,19	,06	,14	,35	,27	,59	,49

TABLEAU 5.3 Paramètres intervenant lors de la pondération

ÉLÉMENT	SEUIL DU 75%	INDICE DE MOBILITÉ	COEFFICIENT DE PONDÉRATION
Cu	19,0 ppm	1,26	15
Zn	70,0 ppm	1,28	12
As	2,4 ppm	1,33	9
Ni	25,0 ppm	1,36	8
Hg	140,0 ppb	1,42	6
Co	8,0 ppm	1,50	4
Li	13,0 ppm	1,53	3
Pb	16,0 ppm	1,81	2
U	1,0 ppm	2,20	1

## 6. CONCLUSION

L'intégration numérique de données de sources multiples nécessite des coûts additionnels par rapport à l'intégration analogique. Elle nécessite également du temps additionnel pour construire la banque de données lorsque les données proviennent de supports différents (analogique ou numérique) ou de formats numériques d'entrée différents.

Cependant, on peut en tirer de nombreux avantages dans le cadre de programmes d'exploration géologique: d'abord, le support numérique des données qui permet le traitement optimal de chaque paramètre individuel; deuxièmement, la grande flexibilité offerte par le support numérique qui permet de visualiser rapidement et avec précision la corrélation entre différentes combinaisons de données, et finalement, l'analyse statistique de l'ensemble de ces paramètres qui permet d'évaluer quantitativement la corrélation entre chaque paramètre et d'aboutir, le cas échéant, à la modélisation.

Dans le cadre de ce projet, on a exploité au maximum le traitement de chaque paramètre pris séparément. Les rehaussements par amélioration de contrastes et accentuations d'arêtes des données de télédétection ont grandement facilité l'interprétation de linéaments. Parallèlement, le calcul du gradient magnétique vertical et les rehaussements par illumination simulée ont permis d'extraire, des données aéromagnétiques, de nouvelles informations à caractère lithologique et structural. Quant aux données géochimiques, le support numérique des données ainsi que les techniques de traitements d'images ont favorisé grandement la modélisation de l'ensemble des neuf paramètres d'entrée.

L'intégration de l'ensemble de ces données a surtout permis d'apporter de nouveaux concepts géologiques sur le territoire d'étude. Mentionnons des alignements de linéaments ONO, NO, NNE et NE dont l'origine géologique est corroborée par les données aéromagnétiques, des anomalies de pondération géochimiques qui sont en corrélation avec quelques gîtes

existants et finalement certaines intersections favorables de linéaments dont certaines corrèlent avec des anomalies géochimiques ou sont observées à proximité d'anomalies géochimiques.

En somme, l'intégration numérique de données de sources multiples en exploration géologique est certainement bénéfique du point de vue de la flexibilité offerte par le support numérique des données d'entrée et des nouveaux concepts qui peuvent être introduits rapidement. Cependant, la modélisation numérique, qui est actuellement en pleine phase de recherche et développement, nécessite plus de temps et d'efforts, mais est certainement vouée à un avenir très prometteur.

## RÉFÉRENCES

BEAUMIER M. (1982) "Pédogéochimie de la région de Joutel", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DP 930

HOCQ M. (1981) "Carte géologique préliminaire de la région de Joutel-Guyenne", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, une carte annotée à l'échelle de 1:100 000, DP 851

HOCQ M. (1982) "Projet Joutel-Quévillon, région du lac Bigniba", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, une carte annotée à l'échelle de 1:100 000, DP 82-05

HOCQ M. (1983) "Cantons de Dalet et de Maizerets et partie des cantons adjacents", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, une carte annotée à l'échelle de 1:50 000, DP 83-25

LACROIX S. (1986a) "Le district minier de Casa-Bérardi: cycles volcaniques et/ou une autre faille de Cadillac", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MB 86-63

LACROIX S. (1986b) "La faille aurifère de Casa-Bérardi", présenté lors du séminaire de la DGEGM, novembre 86

MER (1983a) "Répertoire des fiches de gîte minéral", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DPV-845, 2e édition, 125 p.

MER (1983b) "Cartes aéromagnétiques à 1:20 000, - Région de la rivière Turgeon et de Joutel-Poirier", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DP-83-14, 28 feuillets.

MER (1981) "Gîtes minéraux du Québec: feuille Harricana Supérieure 32E", ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction générale de l'exploration géologique et minérale, carte M-305.

PELLETIER M. (1987) "Carte d'interprétation géochimique par pondération", Bulletin du CIM, Vol.80, no.908, p.63-68

RIVE M. (1985) "Carte géologique à l'échelle de 1:125 000", carte non publiée produite par le Service géologique du nord-ouest, Rouyn-Noranda

A VENIR

MER (1989) "Traitement des données géophysiques (aéromagnétiques)"  
- Région de Joutel-Poirier (Ruisseau Kistabiche - 32 E/8), Cartes contours et couleur du champ magnétique total résiduel et du gradient magnétique vertical calculé et une carte des anomalies électromagnétiques à l'échelle du 1:50 000, DV 88-14, 5 cartes.

## INTERPRÉTATION DES DONNÉES GÉOCHIMIQUES DANS LA RÉGION DE JOUTEL

par  
Magella Pelletier

A/1

## DONNEES GEOCHIMIQUES

Les données géochimiques de la région de Joutel/Poirier furent obtenues suite à un levé des sols réalisé par le Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec en 1980 (Beaumier, 1982). Ce levé régional a permis le prélèvement de 2000 échantillons sur une maille de 1.2 X 1.2 Km. Chacun des échantillons fut analysé pour le Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mn, U, Mo, Li, Hg, As et Fe par absorption atomique après avoir été tamisé à 177 microns.

## STATISTIQUES

Pour le présent travail, seul les éléments indiqués au tableau 1 furent retenus. Ce tableau brosse les principales composantes statistiques de la population globale et ceci en fonction de l'indice de mobilité (Pelletier, en préparation) et du rang de pondération (Pelletier, 1987) qui seront utilisés dans l'interprétation.

TABLEAU 1: Principales statistiques des échantillons géochimiques.

ELEMENT	MOYENNE	ECART TYPE	75ième PERCENTILE	92ième PERCENTILE	INDICE MOBILITE	RANG PONDERATION
Cu (ppm)	16.2	6.1	19	24	1.26	15
Zn (ppm)	55.7	23.7	70	90	1.28	12
As (ppm)	1.9	0.9	2.4	3.2	1.33	10
Ni (ppm)	18.4	10.4	25	34	1.36	8
Hg (ppb)	103.0	64.0	140	200	1.42	6
Co (ppm)	6.4	4.3	8	12	1.50	4
Li (ppm)	9.9	12.1	13	20	1.53	3
Pb (ppm)	13.3	10.3	16	29	1.81	2
U (ppm)	0.95	0.91	1.0	2.2	2.20	1

## INTERPRETATION

## Localisation

Du levé initial, qui comprenait les feuillets SNRC 32E/1, 32E/2W, 32E/7E et 32E/8, seul le feuillet 32E/8 fut retenu pour l'interprétation. Les travaux d'interprétation se sont effectués à l'échelle du 1:100,000 et la carte finale fut dressée au 1:50,000.

Les travaux se sont déroulés en quatre étapes soient:

#### Première étape

La première étape d'interprétation fut la représentation des données géochimiques sur des cartes en couleur. Les données furent d'abord lissées sur une maille contenant 321 X 400 éléments et les teneurs obtenues furent ensuite distribuées sur un étalement de 7 couleurs.

L'étude individuelle de ces cartes a permis de dégager les principales tendances géochimiques régionales et locales. De plus, les teneurs du 75<sup>ième</sup> et du 92<sup>ième</sup> percentile furent retenues respectivement pour définir les principales tendances régionales et pour qualifier et quantifier les principales zones anomaliques.

#### Seconde étape

La seconde étape fut le calcul de la carte de pondération. La pondération pour chacun des éléments est utilisée afin de faire ressortir les zones d'activité géochimique et les alignements structurales si il y a lieu (Pelletier, 1987). Le tableau 1 indique le rang de pondération utilisé pour chacun des éléments. Seul les teneurs aux dessus du 75<sup>ième</sup> percentile furent utilisées pour la pondération et seul les sommations supérieures à 30 de pondération furent conservées pour la carte finale d'interprétation.

#### Troisième étape

L'analyse en composante principale de tout les échantillons et éléments a permis de dégager les principales corrélations des éléments entre eux. Ces corrélations sont exprimées au tableau 2. Une carte fut composée à partir de chacune des composantes permettant ainsi de dégager les grandes lignes régionales des relations géochimiques avec la géologie.

TABLEAU 2: Principales corrélations avec les composantes.

COMPOSANTE	ELEMENTS EN CORRELATION	DEGRE DE CORRELATION
PREMIERE COMPOSANTE	Hg	0.98
	Cu	0.65
	Pb	0.64
SECONDE COMPOSANTE	Ni	0.87
	Zn	0.86
	Co	0.79
	Li	0.72
	As	0.61
TROISIEME COMPOSANTE	U	0.59

## Quatrième étape

## CARTE FINALE D'INTERPRETATION

La phase finale d'interprétation regroupe les trois étapes citées précédemment et identifie les principales relations géochimiques avec la géologie. Le tableau 3 permet d'évaluer l'importance des étapes précédentes et de les comparer. De plus, ce tableau dresse la liste des tendances et des correspondances géochimiques avec la géologie. Soulignons enfin que chacun des contextes géologiques sont soutenus par au moins deux techniques d'interprétation géochimique.

TABLEAU 3: Tableau d'interprétation géochimique.

GEOLOGIE	IDENTIFICATION GEOCHIMIQUE SELON L'ETAPE		COMPOSANTE PRINCIPALE
	CARTE COULEUR	PONDERATION	
Granite du Lac Mistaouac	U - élevé F, Li - bas		Identifié avec la troisième composante
Volcaniques du Canton Joutel	Hg, Cu et Pb - élevé		Identifié avec la première composante
Volcaniques du Canton Poirier	Ni, Zn, Co, Li et As - élevé		Identifié avec la deuxième composante
Granite de la Rivière Allard	Cu, Zn, Ni et As - élevé	zone au dessus de 30	
Ultramaïfiques Canton Maizerets	Li, Ni et Pb - élevé	zone au dessus de 30	
Colline Cartwright	Cu, Zn, Ni, Li, Co, Hg et As - élevé	zone au dessus de 30	
Esker de Matagami	Hg et Pb - élevé		Ident. avec la 1ère et la 3ème composante

Pour la prospection minière, les quatre complexes géochimiques suivants furent dégagés de tout les autres données:

- 1 - Complexe Joutel-Poirier
- 2 - Complexe Cartwright
- 3 - Complexe Harricana
- 4 - Complexe Valrennes

#### COMPLEXE JOUTEL-POIRIER

Ce complexe se superpose au secteur minéralisé de la Mine Poirier (Cu,Zn,Ag) et contient du Cu, Zn, Ni, Li, Co et Hg. Les niveaux de teneurs de ces éléments sont très élevés et caractérisent bien ce secteur minier.

#### COMPLEXE CARTWRIGHT

En plus de l'arsenic (As), le complexe Cartwright contient les mêmes éléments géochimiques que celui de Joutel-Poirier. Cependant, on ne peut lui associer aucune minéralisation connue. La qualité et la force de ce complexe géochimique sont égales sinon supérieures à celles de Joutel-Poirier et offrent un bon potentiel pour la découverte de zones minéralisées en sulfures.

#### COMPLEXE HARRICANA

Ce complexe se superpose à la Mine Agnico-Eagle (Au,Cu) et contient principalement des teneurs élevées en Cu, Zn, Pb et Ni. Il donne un image géochimique caractéristique de ces dépôts de sulfures aurifères.

#### COMPLEXE VALRENNES

Ce dernier complexe se retrouve à la limite nord-ouest du territoire étudié. Il contient des teneurs élevées en Zn, As et Co qui sont généralement caractéristiques des dépôts aurifères contenus dans des roches quartzifères. Ce complexe offre donc un bon potentiel pour la découverte de minéralisations.

#### CONCLUSION

L'étude et l'interprétation des données géochimiques de la région de Joutel - Poirier, a permis de dégager les grandes lignes géologiques de cette région et de définir des zones à fort potentiel minier. L'utilisation combinée des cartes couleurs, de la pondération et de la composante principale permet de corroborer les techniques d'interprétation entre elles et d'augmenter le degré de confiance dans l'interprétation.

Finalement, il serait important d'étendre ce type d'interprétation sur les autres secteurs environnants car elle pourrait permettre aux compagnies minières de profiter au maximum des données géochimiques du Ministère.

#### REFERENCES

- BEAUMIER, M. 1982 - Pédogéochimie de la région de Joutel. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec. DP-930
- PELLETIER, M. 1987 - Carte d'interprétation géochimique par pondération. CIM Bull. Vol. 80, No. 908, pp. 63-68.
- PELLETIER, M. (en préparation) - Indice de mobilité "IM" en géochimie de l'environnement secondaire.