

# MB 89-36

ETUDE COMPAREE DES MINERAUX LOURDS ET DES SEDIMENTS DE RUISSEAU DE 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

## SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

# Étude comparée des minéraux lourds et des sédiments de ruisseau de la région de la Gatineau

**Michel Jébrak**

**Université du Québec à Montréal**

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

Le présent projet est financé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada et le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec dans le cadre de l'entente auxiliaire Canada - Québec sur le développement minéral.

## TABLE DES MATIERES

-----

1. Introduction .....	4
2. Contexte géologique.....	6
3. Minéralisations .....	11
4. Méthodologie et résultats bruts.....	13
41. Analyses factorielles.....	14
42. Classification .....	25
43. Calcul de la fraction chimique .....	27
5. Comparaisons entre données géochimiques .....	27
51. Comparaison des teneurs moyennes.....	30
52. Diagrammes binaires .....	33
53. Contrastes des anomalies .....	41
54. Sensibilité aux minéralisations .....	42
55. Conclusions .....	43
6. Cartographies et interprétations .....	43
61. Fonds géochimiques .....	43
62. Anomalies en métaux de base .....	51
63. Anomalies en métaux précieux .....	56
64. Anomalies en terres rares, U .....	65
65. Anomalies en chrome.....	69
7. Conclusions .....	72

ETUDE COMPAREE DES MINERAUX LOURDS  
 ET DES SEDIMENTS DE RUISSEAU  
 DE LA REGION DE LA GATINEAU

-----  
 RESUME

L'étude géochimique des résultats des levés de minéraux lourds et de sédiments de ruisseau dans la région de la Gatineau permet de mettre en évidence plusieurs zones géochimiques différenciées et de dégager de nouvelles anomalies en métaux de base (Cu, Pb, Zn), en métaux précieux (Au, Ag) et en autres métaux (terres rares).

Quatre ensembles sont distingués :

- \* au Sud-Est, près du graben d'Ottawa, une zone fortement marquée par des dépôts de la mer de Champlain, caractérisée par un fort contenu en baryum
- \* au centre, le synclinorium de Mont-Laurier, marqué par l'abondance du calcium, un fond moyen en zinc et en terres rares plus élevé ;
- \* au Nord-Ouest, une zone aphébiennne montrant des teneurs relativement plus élevées en sodium ;
- \* en limite entre la zone aphébiennne et le synclinorium de Mont-Laurier, un ensemble de massifs à caractère alcalin, fortement enrichis en terres rares et strontium.

Les anomalies métalliques sont résumées sur les figures en conclusion. On fait ressortir notamment plusieurs nouvelles zones aurifères en limite du bassin de Mont-Laurier, et des anomalies intenses en terres rares à l'Est du Baskatong, dans le secteur du Lac David.

La comparaison entre les deux modes d'échantillonnage fait ressortir des teneurs moyennes plus élevées dans la fraction fine que dans la fraction lourde, en partie liée à une dissolution incomplète de la fraction lourde. La comparaison des contrastes montre que la fraction fine est plus significative pour les métaux de base et les éléments majeurs, tandis que la fraction lourde fractions montre de bons contrastes pour l'or, le chrome, les terres rares et le strontium. Il est parfois nécessaire de procéder à des calculs de rehaussements des teneurs (rapport fraction lourde/fraction légère, ou fraction chimique du signal) pour faire ressortir les anomalies en aval des zones d'indices connues.

ETUDE COMPAREE DES MINERAUX LOURDS  
ET DES SEDIMENTS DE RUISSEAU  
DE LA REGION DE LA GATINEAU  
-----

## 1. INTRODUCTION

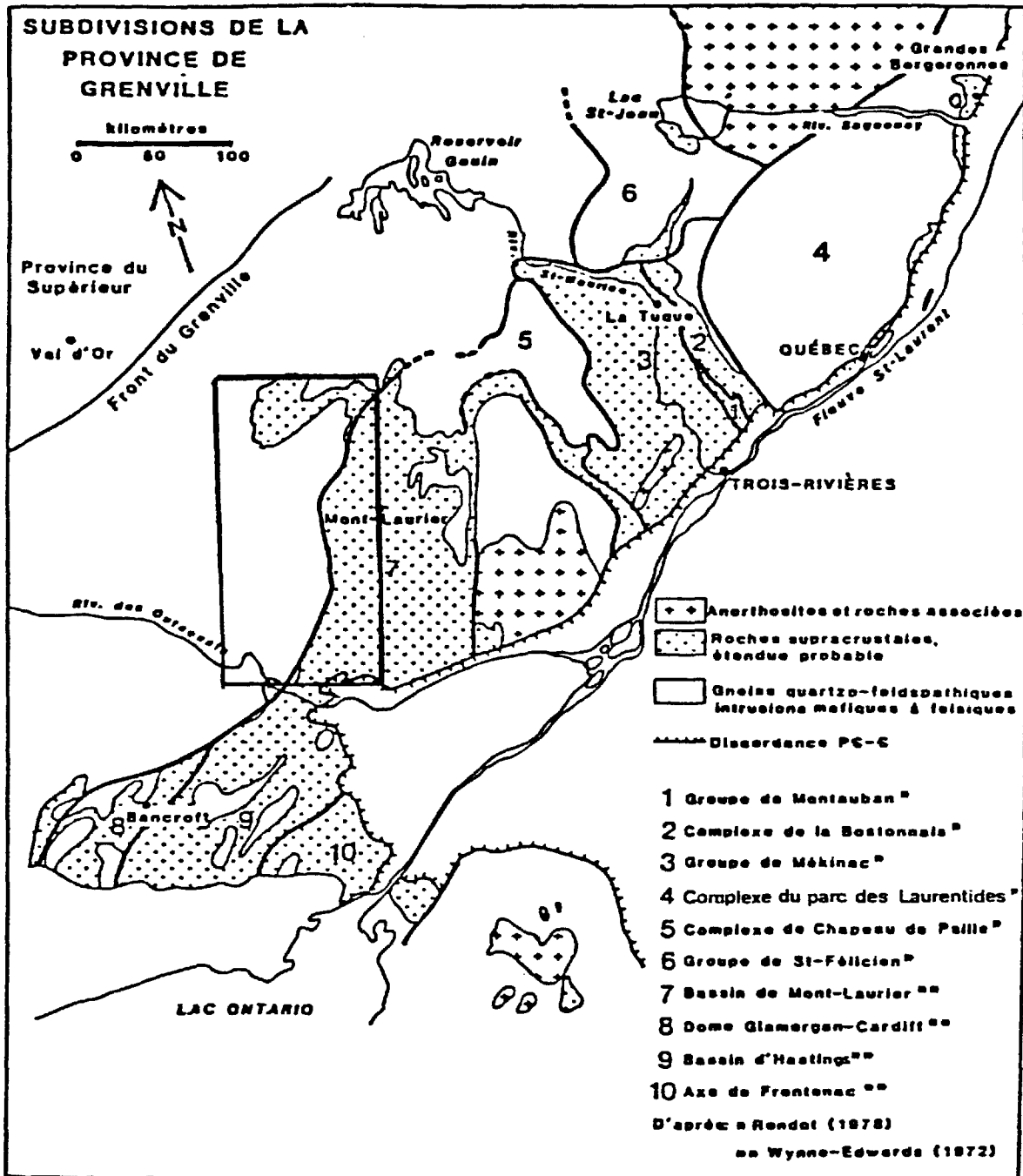
Le Ministère de l'Energie et des Ressources de Québec a effectué en 1987 un levé géochimique des sédiments de ruisseaux et des minéraux lourds de la région de la Gatineau. 1661 sites d'échantillonnage ont permis de couvrir 17 700 km<sup>2</sup>, entre Hull au Sud, et le 47° 15' parrallèle, au Nord.

Le présent rapport vise a fournir les premiers résultats d'une analyse statistique détaillée de ces données géochimiques. Plusieurs objectifs étaient visés :

(1) réaliser une cartographie litho-géochimique de la région de la Gatineau, en extrayant l'information de la géochimie par des procédures de traitement multi-variés ; cette procédure est un préalable à des études plus détaillées .

(2) comparer l'apport respectif de la géochimie des sédiments de ruisseaux et de celle des minéraux lourds ;

(2) sélectionner un certain nombre d'anomalies géochimiques susceptibles de présenter un potentiel minéral élevé dans le but de leur appliquer des méthodes plus détaillées, et en particulier d'y réaliser une étude minéralogique fine afin de mieux comprendre l'origine de ces anomalies.



Modifié de Morin (1984).

1. Situation de la zone étudiée

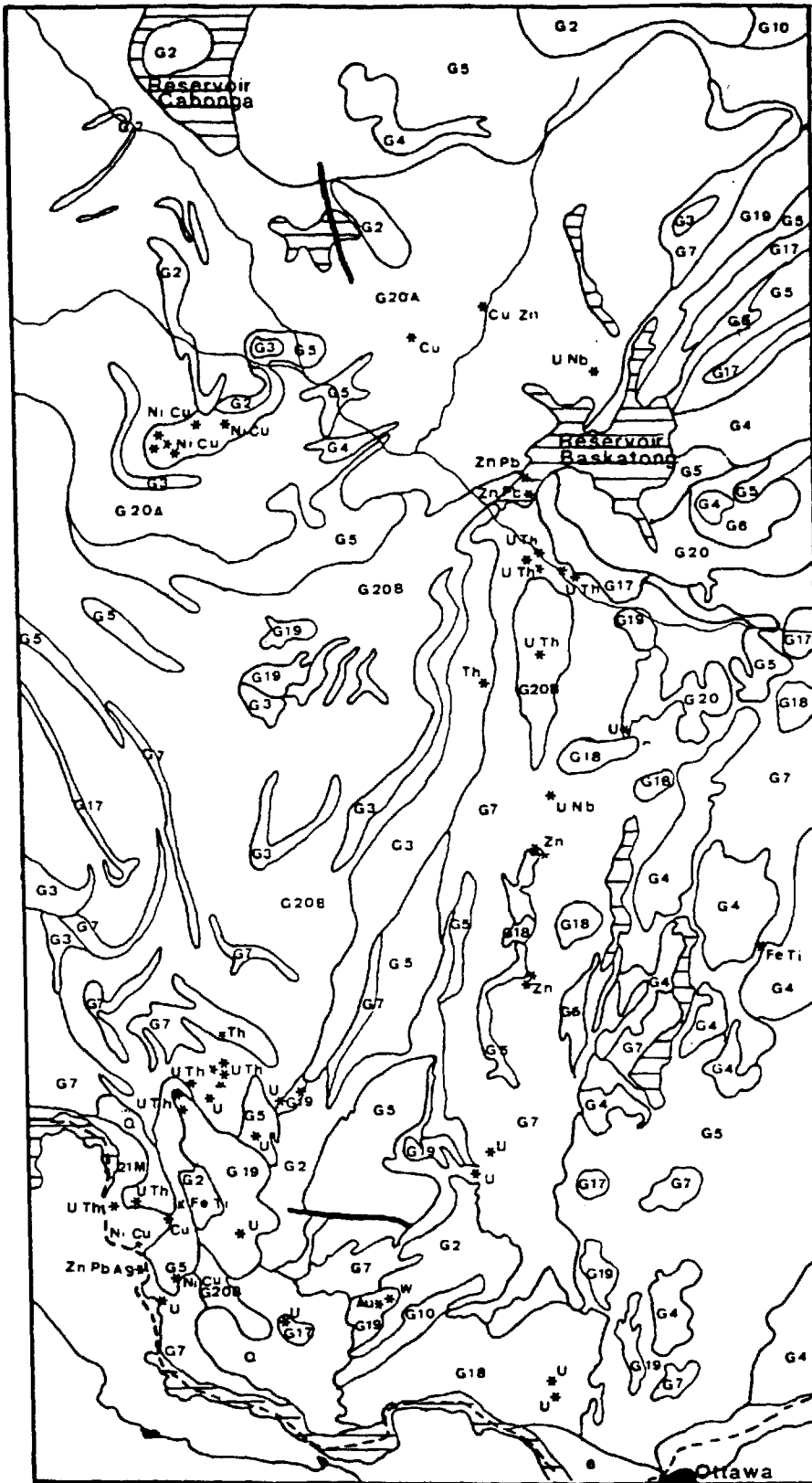
Le travail a été réalisé pour le compte du Ministère de l'Energie et des Ressources dans le cadre d'un contrat référencé 88A-5121-3203 signé au mois de Septembre 1988. Outre l'auteur, C. Normand, D. Boisvert et R. Lachapelle ont participé au traitement des données.

## 2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La zone couverte par le levé géochimique constitue un fragment de la province du Grenville (figure 1). On peut y distinguer plusieurs grands ensembles géologiques :

- au Sud-Ouest, une série d'âge protérozoïque qui constitue le vaste synclinorium de Mont-Laurier. Ces formations supracrustales appartiennent au supergroupe de Grenville et constituent le prolongement de la ceinture métasédimentaire central (CMB) décrite en Ontario. On y distingue des quartzites, des marbres calcaires et dolomitiques, des métapelites et des ortho-amphibolites. L'ensemble a été soumis à un métamorphisme intense au faciès granulite durant l'orogénie Grenville, autour de 1100 MA. Cette zone est en contact tectonique avec le socle granulitique, contact définissant la zone de cisaillement de Labelle qui prolongerait la zone mylonitique Colton-Carthage des Adirondack. Le cisaillement de Labelle n'apparaît pas sur la zone d'étude.

- au Nord-Est, des gneiss gris aphébiens, constitués de deux grandes unités : la zone de Baskatong, au contact de la couverture, et les gneiss gris à l'extrême nord. Ces gneiss sont constitués de migmatites quartzo-feldspathiques à lits de biotite, d'amphibolites et de mobilisats granitiques. La zone de Baskatong a été distinguée sur la base de levés aéromagnétiques et de télédétection. Du matériel charnockitique y est plus abondant. Le



Échelle 1:1 000 000



Kilomètres

2. Esquisse géologique de la zone étudiée, d'après la carte à 1/250 000 (Avramtchev et Al, 1981)




## L É G E N D E

ROCHES DE LA  
PLATE-FORME DU SAINT-LAURENT


## CÉNOZOÏQUE

## QUATERNAIRE


 Till, argile, silt, sable, gravier, blocs, tourbières


## PALÉOZOÏQUE

## ORDOVICIEN

 Roches non différenciées (21); roches de l'Ordovicien inférieur (21i), moyen (21m) et supérieur (21s)

## PROVINCE DU GRENVILLE

 Migmatites à trame de gneiss du complexe G1 et à trame de paragneiss et granites associés, plus jeunes et non déformés

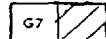
 Migmatites à trame de paragneiss


 Granite avec pegmatite


 Syénite


 Monzonite


 Gabbro, métagabbro, amphibolite


 Marbre et roche calco-silicatée


 Quartzite, paragneiss quartzofeldspathique

 Paragneiss mixtes, amphibolite

 Gneiss charnockitiques: équivalents de G1 et G2 et équivalents des paragneiss mixtes (G5) dans le faciès granulite; également des roches intrusives trop déformés pour classification dans la suite charnockitique

 Amphibolite, gneiss riches en hornblende et/ou biotite et schistes

 Gneiss granitiques

 Complexe gneissique comprenant des gneiss gris à quartz-plagioclase-biotite et/ou hornblende, homogènes à bien rubanés. Gneiss associés riches en hornblende et/ou biotite et amphibolites

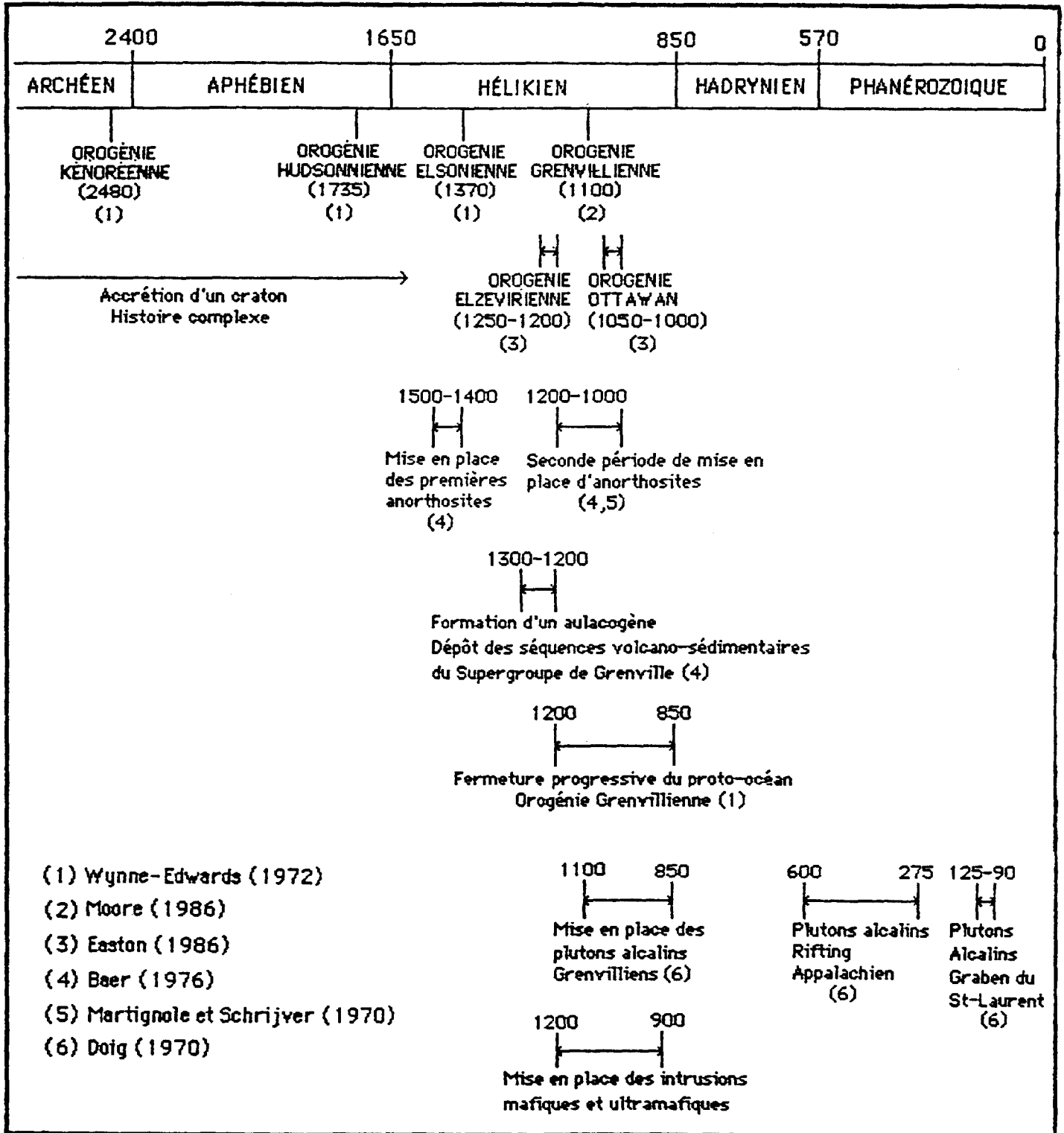
 faille

\* Indice minéralisé

contact entre ces deux sous-unités constitue la zone de cisaillement du Lac Renzy (Renzy Shear belt, ou RSB) où apparaissent des corps ultramafiques tels celui du Lac Renzy. L'ensemble est daté de 1619 Ma (DOIG, 1977).

- des massifs intrusifs, déformés ou post-tectoniques, comprenant des anorthosites, des gabbros, des diabases, des syénites, et des granitoides. Les plutons gabbroïques et des ultramafites se situent au sein ou au voisinage du supergroupe de Grenville et pourraient marquer de grandes discontinuités crustales. Le magmatisme alcalin est polyphasé, mais il se développe principalement à la fin de l'orogénie Grenville : dykes de carbonatites mis en place autour de 900-1000 MA près d'Ottawa, plutons potassiques tardifs dans la région de Mont-Laurier (CORRIVEAU et GORTON, 1988) ; des zones de fenitisation leur sont parfois associées. LUMBERS et VERTOLLI, 1988). Les granites vrais sont peu abondants.

La figure 2 donne une esquisse géologique et gîtologique de la zone échantillonnée d'après AVRAMTCHEV et PICHE (1981); cette esquisse sert de fond de carte pour le report des anomalies. Le tableau 1 donne un schéma géochronologique, d'après POIRIER (1988)



Tab 1 : Chronologies des événements géologiques.

### 3. MINERALISATIONS

Les principales minéralisations métalliques de la région de la Gatineau peuvent être divisées en plusieurs familles :

- les gîtes de zinc, fer et or du synclinorium de la Gatineau sont stratiformes (GAUTHIER, 1984 ; GAUTHIER et BROWN, 1986). Ils sont constitués par des niveaux exhalatifs associés aux marbres dolomitiques et localement à des horizons d'ortho-amphibolites. La minéralogie comprend surtout de la sphalérite, de la pyrrhotine, pyrite, diopside, calcite, dolomite, forsterite et phlogopite. Ces gîtes passent latéralement à des formations de fer du type faciès à carbonates. Les principaux gîtes de cette famille affleurant dans la zone d'étude sont ceux de Calumet, et ceux du district de Maniwaki-Gracefield (Bouchette).

- des indices d'or sont connus dans toute la partie centrale du bouclier du Grenville (GAUTHIER et al., 1985). Deux types peuvent être distingués : des gîtes stratoides, associés aux gisements de Zn et Fer, et des zones filoniennes. Dans les premiers, l'or apparaît au voisinage des horizons de sulfures, associé à de la pyrite et un peu de chalcoppyrite. Dans la zone minéralisée de Calumet, les teneurs varient entre 3.8 et 12 g/t sur des puissances de 1 à 6 m. L'altération (BISHOP et JOURDAIN, 1987) est marquée par la présence de silicates calciques et des grenats. Les filons sont généralement situés au voisinage des zones stratoides. JOURDAIN (comm. orale) a reconnu deux sous-types en Ontario : des zones de brèches associées aux grands couloirs de déformation, et des zones de cisaillement comparables à celles connues dans la province du Lac Supérieur.

- des indices d'uranium sont connus dans plusieurs districts, en particulier à Calumet, à Matte, au Lac Sopwith : il s'agit de

pegmatites anatectique à minéraux uranifères et thorifères montrant une association polymétallique à Cu, Mo. Des terres rares leur sont associées, en particulier sous forme d'allanite ; SOQUEM les a recherchées récemment dans le secteur du Lac Mac Gregor, au Nord-Est d'Ottawa. Ces pegmatites seraient souvent localisés au voisinage du contact du supergroupe du Grenville avec les gneiss.

- 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 syn- à tardi tectonique à caractère komatiitique. Deux millions de tonnes de minerais à 0.6 % Ni et 0.7 % Cu y ont été reconnues. De l'argent, du cobalt et très peu de platinoides y sont associés. La nature exacte de ces minéralisations reste mal connue ; ces indices ont été interprétés comme les éléments de complexes stratiforme ou comme des péridotites à caractère ophiolitique (POIRIER, 1988).

- de petits indices de phosphates, exploités à la fin du XIXème siècle à 40 km au Nord-Est d'Ottawa. Il s'agit de skarns interstratifiés dans des marbres magnésiens, des quartzites et des gneiss à biotite, à hornblende, à diopside ou leucocrate. L'association minéralogique de ces skarns comporte surtout des pyroxènes, trémolite-actinote, apatite et microcline (HOGARTH, 1988). Les apatites seraient enrichies en terres rares légères. De l'uranium est parfois associé à ces skarns.

- des indices de molybdène, associés à des massifs de syénites schistosés. On peut distinguer plusieurs types, disséminés ou métasomatiques. Les gîtes à Mo disséminé dans des syénites, tel la mine Moss (canton d'Onslow) rappellent des présentations à caractère porphyrique repris dans le métamorphisme. Les nombreux indices métasomatiques forment des bandes ou des amas irréguliers

dans des pyroxénites au contact de syénites : c'est le cas du Lac Indian, de Chaput (DRESSER et DENIS, 1951).

#### 4. METHODOLOGIE ET RESULTATS BRUTS

La géochimie des minéraux lourds a déjà fait l'objet d'une première interprétation par J. Choinière (1988). Ce travail fait apparaître plusieurs domaines géochimiques et un grand nombre d'anomalies. Un autre rapport du même auteur est en cours d'impression concernant la géochimie des sédiments de ruisseaux.

La démarche adoptée est complémentaire ; elle a consisté à étudier la répartition des échantillons dans des espaces bi- et multi-variés ; les résultats de ces analyses seront ensuite confrontés aux données brutes, métaux par métaux : on sera ainsi à même d'apprécier le rôle du traitement numérique des données. On envisagera successivement l'espace des variables par des analyses factorielles en composantes principales, puis l'espace des échantillons par une classification ascendante hiérarchique. Enfin, on déterminera par le calcul de nouvelles variables indicateurs de l'enrichissement relatif dans les minéraux lourds et de la fraction essentiellement chimique des sédiments de ruisseau.

L'ensemble des calculs a été réalisé soit avec le logiciel MacSigal 1.0 (MERQ) sur un ordinateur Macintosh, soit avec le logiciel GDM 2.2 (BRGM) sur ordinateur ATT 386.

#### 41. Analyses factorielles

Les analyses factorielles ont permis de définir quels étaient les facteurs majeurs qui contrôlaient la répartition des éléments. Plusieurs types d'analyses en composantes principales ont été réalisés. On sait que ce type d'analyse statistique repose en grande partie sur les échantillons et les variables pris en compte : ainsi, une population d'échantillons très hétérogène ne permettra qu'une analyse factorielle pauvre, où les facteurs cardinaux seront directement associés aux échantillons anomaux.

De la même manière, si l'ensemble des variables traitées est redondant, l'analyse sera fortement pondérée par les facteurs communs.

Nous avons donc entrepris de distinguer plusieurs ensembles au sein de la matrice totale des échantillons, en divisant cette matrice selon le type d'éléments et/ou le type d'échantillon : deux analyses en composantes principales ont eu pour objectif de reconnaître les principaux facteurs explicatifs d'une part pour les majeurs, d'autre part pour les éléments en trace. Ensuite, nous avons entrepris de limiter le champ d'étude à des populations de variables bornées, afin d'étudier plus finement la majeure partie des échantillons où la variance est souvent faible.

On peut résumer cette démarche de la manière suivante :

- \* ensemble des données sans bornage -----> Fn
- avec bornage -----> FnB
- \* traces sur la fraction fine sans bornage --> FTn
- avec bornage --> FTBn
- \* majeurs sur la fraction fine -----> FMn

Les différentes tentatives ont montré que, compte tenu de la

répartition log-normale fréquemment observée, il était souvent préférable de faire les calculs sur les valeurs logarithmiques. Néanmoins, l'utilisation de valeurs naturelles ne modifie que faiblement la nature et le poids des facteurs mis en évidence. L'utilisation de la procédure Varimax a permis une rotation des facteurs, et un meilleur ajustement des axes au nuage des échantillons.

#### a. ACP sur l'ensemble des éléments

Une analyse en composantes principales a été tentée sur l'ensemble du fichier et sur la quasi-totalité des variables, limitée à 50 du fait du logiciel utilisé. On a poussé la recherche jusqu'au huitième axe factoriel (tableau 2). D'une manière générale, les facteurs-scores sont faibles et donc assez peu explicatifs.

- \* le premier facteur ne porte que sur les terres rares dans les minéraux lourds ;
- \* le second combine les terres rares, le cuivre, le baryum et le chrome dans les sédiments de ruisseaux ;
- \* le troisième correspond à Fe, Al, Mn dans les minéraux lourds : il correspond sans doute aux grenats ;
- \* F4 associe Se, U, W et Tm dans les minéraux lourds ; il semble traduire un artefact analytique, ces 4 éléments ayant été dosés par activation neutronique sans broyage, à l'inverse des autres éléments de la famille des terres-rares.
- \* F5 traduit l'association Co-Ni dans les minéraux lourds
- \* F6 correspond à Na, Pb, et As-S
- \* F7 est le facteur de l'or et de l'arsenic en minéraux lourds.



## RESULTS AFTER FACTORS ROTATION

* m *	1 *	2 *	3 *	4 *	5 *	6 *	7 *	8 *
* Eigen value *	9.336 *	10.027 *	4.869 *	2.722 *	2.146 *	1.763 *	1.354 *	1.083 *
* Percentage *	19.5 *	20.9 *	10.1 *	5.7 *	4.5 *	3.7 *	2.8 *	2.3 *
* f(AG) *	0.209 *	0.052 *	0.183 *	-0.023 *	-0.401 *	0.365 *	0.110 *	0.010 *
* f(AL) *	0.295 *	0.255 *	-0.808 *	-0.039 *	-0.108 *	-0.061 *	-0.052 *	-0.029 *
* f(AS) *	0.314 *	0.087 *	-0.033 *	-0.029 *	-0.121 *	0.227 *	0.556 *	0.120 *
* f(AU) *	-0.063 *	-0.004 *	-0.015 *	0.182 *	0.023 *	0.012 *	0.613 *	-0.075 *
* f(BA) *	0.361 *	0.290 *	-0.375 *	0.043 *	-0.123 *	0.064 *	0.367 *	-0.078 *
* f(CA) *	0.900 *	0.150 *	-0.214 *	0.034 *	-0.044 *	0.000 *	0.018 *	0.019 *
* f(CO) *	-0.020 *	-0.003 *	-0.105 *	0.080 *	-0.128 *	0.097 *	-0.190 *	-0.426 *
* f(CE) *	0.855 *	0.175 *	-0.259 *	0.241 *	-0.124 *	0.017 *	0.078 *	-0.020 *
* f(CO) *	0.037 *	0.076 *	-0.066 *	0.082 *	-0.817 *	0.114 *	0.040 *	-0.053 *
* f(CR) *	0.227 *	0.039 *	-0.681 *	-0.232 *	-0.098 *	-0.041 *	0.016 *	0.090 *
* f(CU) *	0.333 *	0.092 *	-0.445 *	0.047 *	-0.532 *	0.147 *	0.084 *	0.039 *
* f(EU) *	0.865 *	0.112 *	-0.258 *	0.138 *	-0.070 *	0.076 *	-0.015 *	-0.017 *
* f(FE) *	0.310 *	0.259 *	-0.780 *	0.030 *	-0.267 *	0.044 *	0.024 *	-0.055 *
* f(LA) *	0.815 *	0.162 *	-0.249 *	0.243 *	-0.140 *	0.024 *	0.129 *	-0.013 *
* f(MG) *	0.510 *	0.298 *	-0.448 *	-0.090 *	-0.330 *	-0.014 *	0.148 *	0.068 *
* f(MN) *	0.312 *	0.108 *	-0.745 *	0.038 *	0.034 *	0.133 *	0.052 *	-0.023 *
* f(NA) *	0.559 *	-0.037 *	-0.206 *	0.048 *	-0.084 *	0.428 *	-0.228 *	0.055 *
* f(NI) *	0.176 *	0.162 *	-0.398 *	-0.126 *	-0.582 *	-0.111 *	-0.112 *	-0.034 *
* f(P) *	0.851 *	0.144 *	-0.143 *	0.039 *	0.007 *	-0.096 *	-0.026 *	-0.019 *
* f(PB) *	0.115 *	0.052 *	-0.238 *	0.121 *	-0.214 *	0.616 *	0.188 *	0.143 *
* f(SE) *	0.135 *	0.034 *	0.065 *	0.748 *	-0.034 *	0.088 *	-0.097 *	-0.079 *
* f(SM) *	0.873 *	0.111 *	-0.195 *	0.214 *	-0.068 *	0.141 *	-0.014 *	-0.009 *
* f(SR) *	0.861 *	0.150 *	-0.229 *	0.065 *	-0.054 *	-0.026 *	0.160 *	-0.012 *
* f(TH) *	0.773 *	0.188 *	-0.179 *	0.285 *	-0.188 *	0.149 *	0.136 *	0.023 *
* f(TI) *	0.353 *	0.050 *	-0.625 *	0.207 *	0.104 *	0.235 *	0.043 *	0.032 *
* f(TM) *	0.325 *	0.030 *	-0.077 *	0.755 *	0.059 *	-0.003 *	0.054 *	-0.001 *
* f(U) *	0.368 *	-0.033 *	0.065 *	0.734 *	-0.013 *	0.018 *	0.131 *	0.058 *
* f(V) *	0.493 *	0.178 *	-0.674 *	0.073 *	-0.049 *	0.148 *	-0.085 *	-0.037 *
* f(W) *	0.100 *	0.151 *	-0.033 *	0.676 *	-0.031 *	-0.067 *	0.158 *	0.072 *
* f(Y) *	0.847 *	0.174 *	-0.308 *	0.209 *	-0.027 *	0.005 *	-0.027 *	-0.033 *
* f(ZN) *	0.333 *	0.334 *	-0.445 *	0.090 *	-0.275 *	0.163 *	0.065 *	-0.109 *
* f(AG-S) *	-0.008 *	-0.017 *	-0.028 *	0.050 *	-0.032 *	0.023 *	-0.034 *	0.748 *
* f(AL-S) *	0.062 *	0.918 *	-0.106 *	0.059 *	-0.056 *	-0.022 *	-0.044 *	0.028 *
* f(AS-S) *	-0.014 *	0.415 *	-0.081 *	-0.067 *	0.022 *	0.569 *	0.012 *	-0.124 *
* f(AU-S) *	-0.043 *	0.107 *	-0.057 *	0.054 *	-0.030 *	0.144 *	-0.211 *	0.389 *
* f(BA-S) *	0.129 *	0.846 *	-0.004 *	0.021 *	0.038 *	0.070 *	0.140 *	0.028 *
* f(CA-S) *	0.488 *	0.528 *	-0.089 *	0.089 *	-0.113 *	0.030 *	0.302 *	0.013 *
* f(CE-S) *	0.419 *	0.700 *	-0.188 *	0.071 *	-0.032 *	-0.073 *	-0.033 *	-0.022 *
* f(CO-S) *	0.012 *	0.855 *	-0.110 *	-0.003 *	-0.015 *	0.175 *	-0.065 *	-0.054 *
* f(CR-S) *	0.072 *	0.873 *	-0.017 *	-0.045 *	-0.058 *	-0.110 *	-0.005 *	0.089 *
* f(CU-S) *	0.159 *	0.843 *	-0.124 *	0.031 *	-0.141 *	-0.043 *	-0.033 *	0.073 *
* f(EU-S) *	0.396 *	0.718 *	-0.188 *	0.081 *	-0.011 *	-0.039 *	0.073 *	-0.012 *
* f(FE-S) *	0.111 *	0.895 *	-0.130 *	0.080 *	-0.043 *	0.089 *	-0.052 *	-0.053 *
* f(MG-S) *	0.269 *	0.832 *	-0.038 *	0.095 *	-0.159 *	-0.040 *	0.186 *	0.061 *
* f(MN-S) *	0.084 *	0.781 *	-0.159 *	0.021 *	0.025 *	0.277 *	-0.021 *	-0.118 *
* f(PB-S) *	-0.125 *	0.650 *	-0.124 *	-0.100 *	0.011 *	0.436 *	0.062 *	0.170 *
* f(ZN-S) *	0.077 *	0.828 *	-0.114 *	0.120 *	-0.019 *	0.261 *	0.022 *	-0.005 *
* f(NI-S) *	0.125 *	0.911 *	-0.065 *	-0.025 *	-0.122 *	-0.084 *	0.032 *	0.048 *

Table No : 2. (Fn)  
Principal Component Analysis

## b. ACP sur l'ensemble des éléments bornés

Le bornage utilisé (calcium = [3-300 ppm]) élimine 268 échantillons du fichier, et en retient donc 1397. La recherche des facteurs a été poussée jusqu'au septième axe factoriel. On remarquera que ce dernier axe présente un poids explicatif encore sensible, presque 9 % (tableau 3). De plus, on a projeté dans ce tableau la position de variables non prises en compte pour le calcul afin d'analyser les facteurs explicatifs éventuels de la répartition de l'or (en fraction fine et en fraction lourde), de l'arsenic, du plomb, de l'antimoine et du mercure.

Le premier facteur (F1B) explique plus de 30 % de la distribution. Il regroupe P, Ca, Sr, Y : c'est un traceur des zones alcalines

Le second facteur (F2B) regroupe Mn, Fe, accessoirement Al et V : il correspond à des ferro-magnésiens tels que les chlorites : en carte, il trace de manière peu contrastée une zone riche en ferro-magnésiens à l'Est de Maniwaki ;

A partir du troisième facteur (F3B), le taux d'explication chute en dessous de 10 %, et présente surtout un caractère mono-élémentaire :

- F3B correspond au baryum, accessoirement au thorium et au lanthane ; il semble correspondre à un mécanisme d'apport supergène, dispersé sur toute la zone étudiée ; les valeurs les plus fortes ont été observées dans la zone soumise aux argiles de la mer de Champlain, et le long de la limite est du secteur.

- F4B correspond à l'uranium, F5B le cuivre, F6B le chrome, F7B le zinc

Les valeurs calculées illustrent l'indépendance des métaux précieux par rapport aux variables lithologiques prise en compte. On remarquera seulement un léger contrôle de la variation de l'antimoine et de l'arsenic par les facteurs 2 et 4, dépendant

## RESULTS AFTER FACTORS ROTATION

	m	1	2	3	4	5	6	7
* Eigen value	4.889	2.849	1.283	1.196	1.465	1.296	1.384	
* Percentage	30.6	17.8	8.0	7.5	9.2	8.1	8.6	
* f(AL)	0.220	0.647	0.096	-0.095	-0.191	0.426	0.379	
* f(BA)	0.288	0.217	0.838	0.040	-0.102	0.088	0.289	
* f(CA)	0.937	0.181	0.056	0.084	-0.097	0.128	0.140	
* f(CR)	0.130	0.312	0.057	-0.040	-0.118	0.907	0.065	
* f(CU)	0.220	0.349	0.078	0.019	-0.810	0.161	0.197	
* f(FE)	0.198	0.767	0.181	-0.042	-0.319	0.277	0.272	
* f(MG)	0.508	0.328	0.224	-0.162	-0.418	0.306	0.303	
* f(MN)	0.181	0.908	0.133	0.065	-0.114	0.103	-0.022	
* f(P)	0.943	0.124	0.026	0.074	-0.059	0.105	0.124	
* f(SR)	0.870	0.140	0.283	0.128	-0.120	0.088	0.114	
* f(TH)	0.641	0.196	0.348	0.342	-0.407	-0.012	0.088	
* f(U)	0.304	-0.014	0.039	0.927	-0.009	-0.055	0.006	
* f(V)	0.394	0.593	0.062	0.070	-0.202	0.170	0.429	
* f(LA)	0.668	0.208	0.377	0.286	-0.407	0.010	0.073	
* f(Y)	0.816	0.304	0.118	0.243	-0.154	0.072	0.222	
* f(ZN)	0.258	0.225	0.309	0.025	-0.188	0.072	0.808	
* f(AG)	0.076	-0.010	0.020	0.034	-0.087	-0.051	-0.024	
* f(AU)	0.006	-0.032	0.036	0.135	-0.013	-0.011	0.003	
* f(AS)	0.193	0.037	0.119	0.110	-0.151	0.060	0.017	
* f(PB)	0.002	0.131	0.135	0.112	-0.260	0.037	0.142	
* f(HG)	-0.010	0.053	-0.009	0.082	-0.045	0.040	0.017	
* f(AU-S)	-0.032	0.071	-0.017	-0.021	-0.047	0.062	0.088	

Table No : 3 (FnB)  
Principal Component Analysis

(Processing on logarithmic values)

principalement de l'uranium.

c. ACP sur les majeurs (FnM)

Cette analyse avait pour but de faire ressortir les principales lithologies de la Gatineau. Le fichier complet a été utilisé et traité sur les majeurs (Al, Na, K, Ca, Mg, Mn). Les éléments métalliques et le rapport LaY (fractionnement des terres rares) ont été projetés sur les plans factoriels sans avoir participé au traitement (figure 3). On notera en particulier :

- \* F1M correspond à la quasi-totalité des éléments, et en particulier aux ferro-magnésiens ;

- \* F2M oppose les alcalins (Ca, Na, K) aux fer et au manganèse.

- \* F3M correspond à l'association Ca, P, Sr, opposée à K.

- \* F4M correspond au sodium;

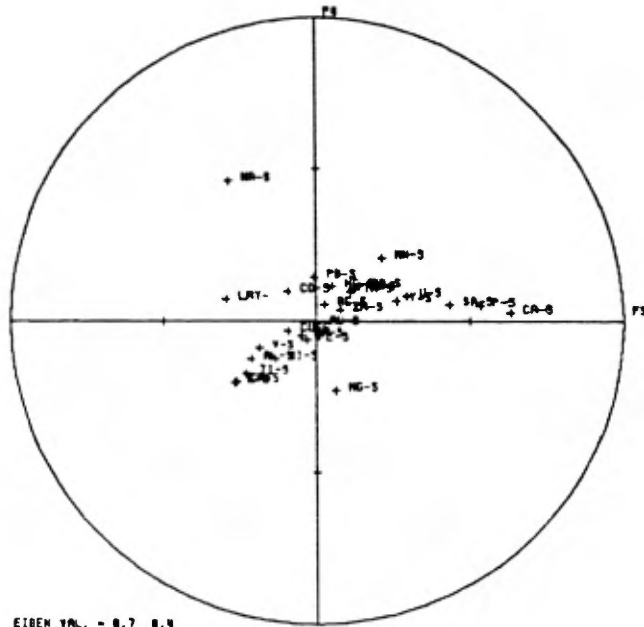
- \* F5M correspond à l'association Fe-Mn ;

d. ACP sur les traces (FnT)

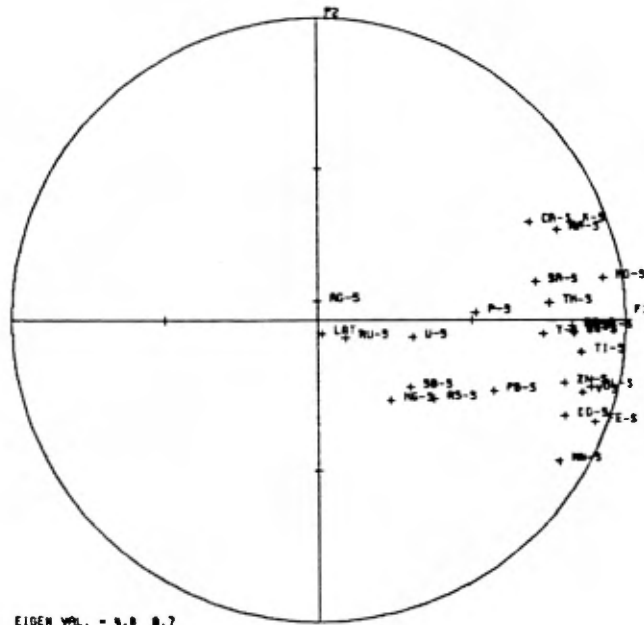
Cette ACP avait pour but de faire ressortir les principales associations métalliques observées dans le secteur de la Gatineau. On a utilisé les valeurs de la fraction, puis les données sur les minéraux lourds ont été projetés dans les plans factoriels, sans avoir participé au traitement. Le tableau 4 et la figure 4 résument les caractères des différents axes.

- \* F1T (20%) correspond aux terres rares, en particulier les terres rares légères, avec le phosphore.

- \* F2T (11 %) regroupe un ensemble des éléments métalliques abondants au NE d'Ottawa : Sb, Zn, As, Cd, (Hg), qui témoignent de l'existence d'une paragenèse minéralogique comprenant de la sphalérite et de l'antimoine dans ce secteur gneissique. D'autres points, moins marqués,



EIGEN.WVL. = 8.3 8.3



EIGEN.WVL. = 89.0 96.0

3. Plans factoriels de l'ACP Fnm

## RESULTS AFTER FACTORS ROTATION

```

*****
*           m *           1 *           2 *           3 *           4 *           5 *
* Eigen value * 4.517 * 2.493 * 1.747 * 4.180 * 1.120 *
* Percentage  * 19.6 * 10.8 * 7.6 * 18.2 * 4.9 *
*****

* f(AG-S ) * 0.017 * -0.030 * 0.934 * 0.016 * -0.017 *
* f(AS-S ) * 0.088 * 0.683 * -0.004 * -0.240 * 0.063 *
* f(AU-S ) * -0.048 * 0.051 * -0.003 * -0.030 * 0.152 *
* f(BA-S ) * -0.005 * 0.043 * 0.006 * -0.456 * 0.249 *
* f(CD-S ) * 0.109 * 0.613 * -0.009 * 0.005 * -0.111 *
* f(CE-S ) * 0.836 * 0.110 * -0.002 * -0.341 * -0.106 *
* f(CO-S ) * 0.273 * 0.399 * -0.013 * -0.580 * -0.088 *
* f(CR-S ) * 0.161 * 0.043 * 0.004 * -0.896 * 0.030 *
* f(CU-S ) * 0.335 * 0.095 * 0.002 * -0.666 * 0.042 *
* f(EU-S ) * 0.888 * 0.172 * 0.010 * -0.305 * 0.046 *
* f(HG-S ) * 0.148 * 0.421 * 0.000 * -0.017 * -0.210 *
* f(LA-S ) * 0.883 * 0.085 * 0.002 * -0.244 * -0.041 *
* f(MO-S ) * 0.312 * 0.096 * 0.002 * -0.593 * 0.042 *
* f(NI-S ) * 0.211 * 0.166 * -0.008 * -0.870 * 0.040 *
* f(PB-S ) * -0.007 * 0.061 * 0.933 * -0.018 * 0.007 *
* f(SB-S ) * 0.025 * 0.763 * 0.029 * -0.083 * 0.300 *
* f(SE-S ) * 0.151 * -0.091 * -0.008 * -0.019 * 0.686 *
* f(SR-S ) * 0.327 * 0.333 * 0.015 * -0.308 * 0.299 *
* f(TH-S ) * 0.808 * 0.092 * 0.001 * -0.385 * -0.008 *
* f(U-S ) * 0.502 * 0.032 * 0.014 * 0.075 * 0.443 *
* f(V-S ) * 0.360 * 0.145 * 0.002 * -0.750 * -0.085 *
* f(Y-S ) * 0.826 * 0.225 * 0.000 * -0.255 * 0.108 *
* f(ZN-S ) * 0.066 * 0.652 * 0.041 * -0.260 * 0.282 *
*****

* f(CU ) * 0.081 * 0.162 * 0.010 * -0.047 * 0.142 *
* f(PB ) * 0.010 * 0.142 * 0.049 * -0.031 * 0.081 *
* f(ZN ) * 0.110 * 0.108 * 0.003 * -0.045 * 0.040 *
* f(AU ) * -0.027 * -0.009 * -0.002 * 0.014 * -0.004 *
* f(CR ) * 0.140 * 0.078 * -0.007 * -0.082 * 0.012 *
* f(P-S ) * 0.441 * 0.223 * 0.003 * -0.055 * 0.142 *
*****

```

Table No : 4 (FnT)  
Principal Component Analysis  
(Processing on natural values )

apparaissent de l'autre coté du bassin de Mont-Laurier, au Sud du Lac David.

\* F3T (8 %) associe le plomb et l'argent, symptomatique de la présence de galène argentifère. Deux points montrent des valeurs élevées pour ce facteur.

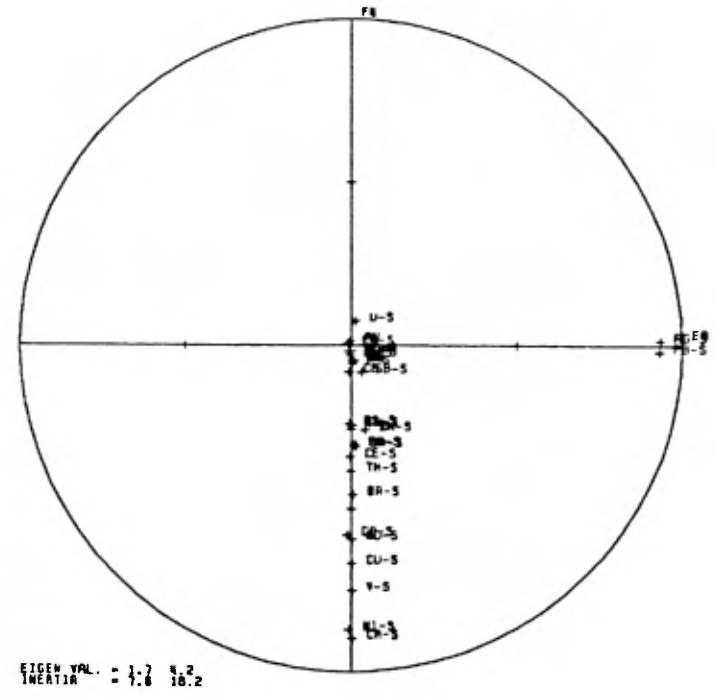
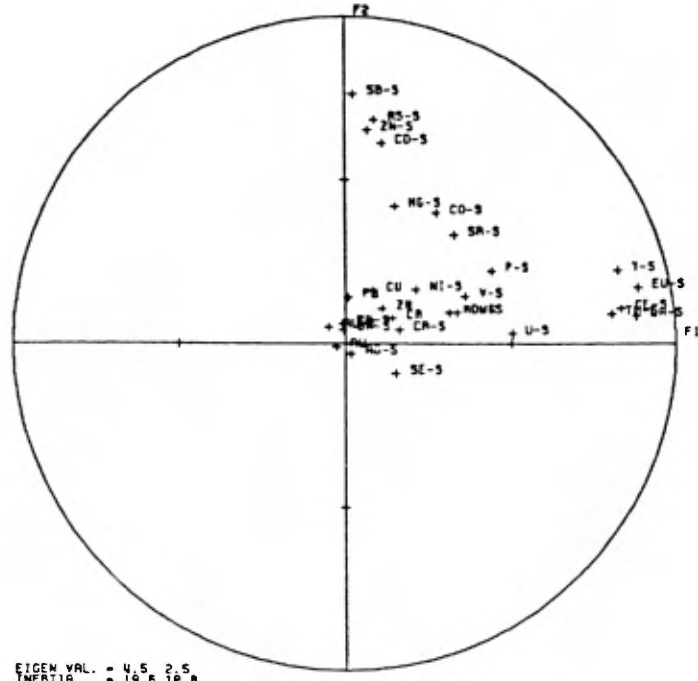
\* F4T (18 %) correspond au chrome, nickel, vanadium, traceurs des ensembles ultramafiques.

#### e. ACP sur les traces bornées

On a extrait du fichier plusieurs échantillons qui présentaient un caractère fortement anomal afin de ne retenir que des facteurs présentant une signification régionale. Pour cela, on a borné les variables pris en compte à partir d'un examen spécifique de chaque histogramme. Les coupures retenues ont été les suivantes :

élément	minimum	maximum
Y	2.00	50.00
ZN	3.00	30.00
AL	5.00	35.00
BA	2.00	25.00
CR	1.00	10.00
CU	2.00	15.00
FE	8.00	80.00
MG	2.00	30.00
MN	25.0	230.0
P	100.	7000.
SR	1.00	100.0
TH	2.00	40.00
U	25.0	400.0
V	2.00	13.00
LA	0.00	163.0

Cette analyse factorielle permet de faire apparaître de nouveaux facteurs plus représentatifs de la majorité de la population : ainsi, si on retrouve F1TB (tableau 5) correspondant aux terres rares et au phosphore, les autres facteurs tracent des éléments métalliques :



4. Plans factoriels de l'ACP FnT



## RESULTS AFTER FACTORS ROTATION

*****						
* m *	1 *	2 *	3 *	4 *	5 *	
* Eigen value *	4.165 *	3.114 *	5.785 *	1.097 *	1.004 *	
* Percentage *	18.1 *	13.5 *	25.2 *	4.8 *	4.4 *	
*****						
* f(AG-S) *	-0.003 *	-0.016 *	0.007 *	-0.028 *	0.978 *	
* f(AS-S) *	0.052 *	0.675 *	-0.177 *	0.191 *	0.013 *	
* f(AU-S) *	0.021 *	0.062 *	-0.057 *	0.702 *	0.122 *	
* f(BA-S) *	0.210 *	0.155 *	-0.816 *	0.009 *	-0.024 *	
* f(CD-S) *	0.056 *	0.548 *	0.001 *	-0.237 *	-0.064 *	
* f(CE-S) *	0.765 *	0.114 *	-0.456 *	-0.044 *	-0.027 *	
* f(CO-S) *	0.187 *	0.417 *	-0.592 *	-0.031 *	-0.024 *	
* f(CR-S) *	0.115 *	0.089 *	-0.912 *	0.014 *	-0.004 *	
* f(CU-S) *	0.337 *	0.125 *	-0.798 *	-0.011 *	0.011 *	
* f(EU-S) *	0.812 *	0.241 *	-0.414 *	-0.004 *	0.004 *	
* f(HG-S) *	0.134 *	0.628 *	-0.099 *	-0.095 *	-0.010 *	
* f(LA-S) *	0.804 *	0.192 *	-0.408 *	-0.027 *	-0.018 *	
* f(MO-S) *	0.059 *	0.011 *	-0.635 *	0.133 *	0.019 *	
* f(NI-S) *	0.214 *	0.107 *	-0.903 *	0.013 *	-0.012 *	
* f(PB-S) *	0.105 *	0.749 *	-0.352 *	0.026 *	0.007 *	
* f(SB-S) *	0.030 *	0.761 *	-0.043 *	0.155 *	0.043 *	
* f(SE-S) *	0.079 *	-0.045 *	-0.041 *	0.632 *	-0.149 *	
* f(TH-S) *	0.746 *	0.105 *	-0.508 *	0.020 *	-0.001 *	
* f(U-S) *	0.629 *	0.172 *	0.116 *	0.222 *	0.031 *	
* f(V-S) *	0.235 *	0.255 *	-0.815 *	0.027 *	-0.008 *	
* f(Y-S) *	0.747 *	0.276 *	-0.373 *	0.061 *	-0.005 *	
* f(ZN-S) *	0.287 *	0.526 *	-0.538 *	0.032 *	0.020 *	
* f(SR) *	0.573 *	-0.135 *	-0.022 *	-0.005 *	-0.010 *	
*****						
* f(CU) *	0.117 *	-0.012 *	-0.024 *	0.054 *	0.015 *	
* f(PB) *	0.018 *	0.096 *	-0.028 *	0.042 *	0.132 *	
* f(ZN) *	0.113 *	0.062 *	-0.047 *	0.041 *	0.004 *	
* f(AU) *	-0.037 *	-0.012 *	0.013 *	-0.009 *	-0.003 *	
* f(CR) *	0.162 *	0.040 *	-0.053 *	-0.013 *	0.007 *	
* f(P-S) *	0.652 *	0.112 *	0.001 *	0.040 *	-0.018 *	
*****						

Table No : 5 (FnTB)  
Principal Component Analysis  
(Processing on natural values )

- \* F2TB (13 %) correspond à As, Cd, Hg, Pb, Sb, Zn ;
- \* F3TB (25 %) regroupe Ba, Cr, Cu, Ni, V sur un facteur négatif. Il est bien marqué au Sud de la zone, dans la zone d'influence de la mer de Champlain ;
- \* F4TB (5 %) associe Au et Se. Ces deux éléments ont été analysés par activation neutronique et il n'est pas impossible que la technique analytique renforce un caractère singulier de cette association, rencontrée dans les zones de barrière d'oxydo-réduction ;
- \* F5TB (4.4 %) correspond à l'argent. Trois valeurs sont très élevées dans le bassin de la Gatineau .

## 42. Classification

La technique de classification ascendante hiérarchique (CAH), ou cluster analysis, est basée sur le calcul de la distance euclidienne entre chaque échantillon. Ce type de classification attribue à chaque variable un même poids, ce qui peut conduire à surestimer certains facteurs ; il était donc nécessaire de réaliser l'analyse en composantes principales avant, afin de reconnaître les variables qui pourraient avoir un effet redondant. On établit ensuite un arbre hiérarchique, que l'on découpera au niveau voulu afin d'y distinguer des groupes homogènes.

La classification présentée repose sur l'ensemble des éléments, fraction fine et fraction lourde. Pour des contraintes de logiciel, elle a été limitée à 20 variables que l'on a bornées afin de faire ressortir les grandes tendances, et non les points fortement anomaliques. La liste des variables et leurs bornes sont données au tableau 6.

## PARAMETERS FOR HIERARCHICAL CLUSTERS ANALYSIS

Names and limits of classifying variables:

AG	0.000000	14.0000
AU	0.000000	25.0000
BA	0.000000	40.0000
CR	0.000000	14.0000
CO	0.000000	70.0000
CU	0.000000	40.0000
NI	0.000000	20.0000
PB	0.000000	40.0000
TH	0.000000	100.000
TI	0.000000	10.0000
U	0.000000	500.000
Y	0.000000	100.000
ZN	0.000000	100.000
SOTR	0.000000	500.000
AU-S	0.000000	50.0000
CU-S	0.000000	50.0000
PB-S	0.000000	50.0000
ZN-S	0.000000	100.000
U-S	0.000000	100.000
Y-S	0.000000	50.0000

Number of data retained: 1466

tableau 6

#### 43. Calcul de la fraction chimique

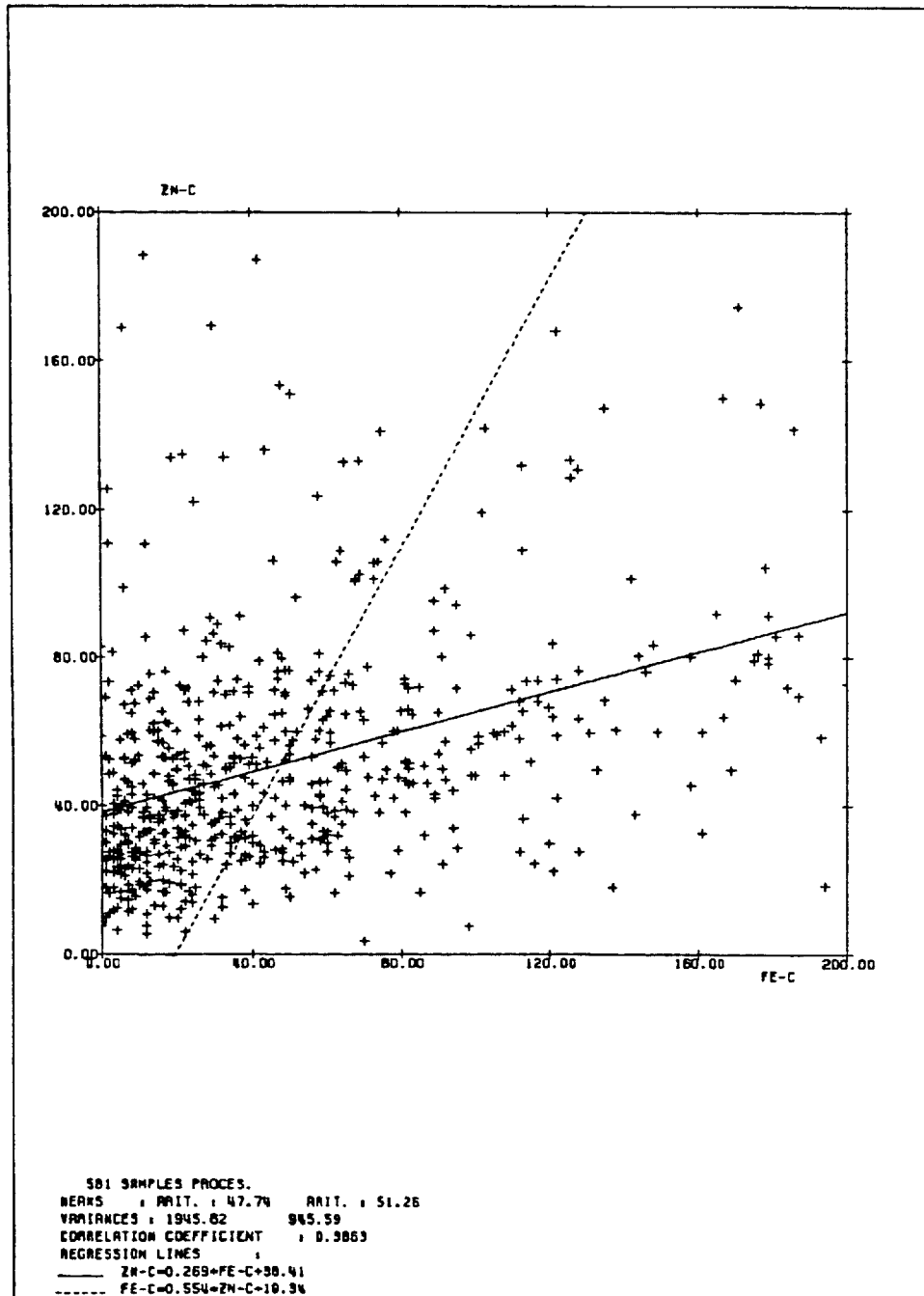
La fraction fine est constituée souvent par un mélange d'éléments issus d'un transport chimique, fixé sur des oxyhydroxydes, de la matière organique, des colloïdes, et d'éléments transportés avec des minéraux lourds très fins .

Il est souhaitable de distinguer ces deux modes de piégeage. Pour cela, pour chacun des éléments qui montraient un double comportement, on a calculé des valeurs résiduelles des fractions fines en les régressant sur les fractions lourdes grâce aux corrélations observées. Le tableau 7 précise le mode de calcul. La valeur résultante représente donc la teneur de la fraction fine et légère. Cette fraction est qualifiée ici de "purement chimique" du fait du piégeage probable des éléments sur des oxyhydroxydes et des colloïdes.

En effet, si on tente de déterminer a posteriori la position de cette fraction , on obtient des corrélations sensibles (figure 5) entre les valeurs obtenues pour les éléments métalliques et les valeurs du fer : il s'agit donc bien d'un piégeage à dominante chimique.

#### 5. COMPARAISON ENTRE METHODES GEOCHIMIQUES

La géochimie des minéraux lourds et celles des sédiments de ruisseaux ne donnent pas la même information. Tandis que la fraction dense va correspondre essentiellement à une composante détritique de l'information géochimique, la fraction fine nous donnera une information mixte où les transports chimiques s'ajouteront aux phénomènes détritiques. La combinaison de ces deux informations est susceptible de nous fournir de nouvelles indications.



### 5. Corrélation entre zinc chimique et fer chimique

* CRAL	=	(	CR	*	1.000	)	/	(	AL	*	1.000	)
* VTI	=	(	V-S	*	1.000	)	-	(	TI-S	*	3.000	)
* P-C	=	(	P-S	*	1.000	)	-	(	P	*	0.250	)
* LA-C	=	(	LA-S	*	1.000	)	-	(	LA	*	2.000	)
* MG-C	=	(	MG-S	*	1.000	)	-	(	MG	*	8.000	)
* TH-C	=	(	TH-S	*	1.000	)	-	(	TH	*	0.350	)
* PB-C	=	(	PB-S	*	1.000	)	-	(	PB	*	0.400	)
* ZN-C	=	(	ZN-S	*	1.000	)	-	(	ZN	*	0.800	)
* Y-C	=	(	Y-S	*	1.000	)	-	(	Y	*	0.350	)
* V-C	=	(	V-S	*	1.000	)	-	(	V	*	2.000	)
* NA-C	=	(	NA-S	*	1.000	)	-	(	NA	*	0.450	)
* CA-C	=	(	CA-S	*	1.000	)	-	(	CA	*	0.200	)
* FE-C	=	(	FE-S	*	1.000	)	-	(	FE	*	3.000	)
* MN-C	=	(	MN-S	*	1.000	)	-	(	MN	*	2.000	)
* BA-C	=	(	BA-S	*	1.000	)	-	(	BA	*	0.570	)
* CU-C	=	(	CU-S	*	1.000	)	-	(	CU	*	0.300	)
* U-C	=	(	U-S	*	1.000	)	-	(	U	*	0.100	)

tableau 7

L'analyse en composante principale sur l'ensemble du fichier nous a montré qu'il n'existait pas de facteurs importants combinant les deux types d'informations. Nous envisagerons donc tout d'abord une comparaison en étudiant la répartition de chacun des éléments dosés entre les deux types d'échantillon, d'abord sur des moyennes géométriques, puis sur des diagrammes binaires. Nous examinerons ensuite les contrastes de chaque type d'information. Enfin, nous confronterons ces données géochimiques aux indices connus dans le secteur de Maniwaki.

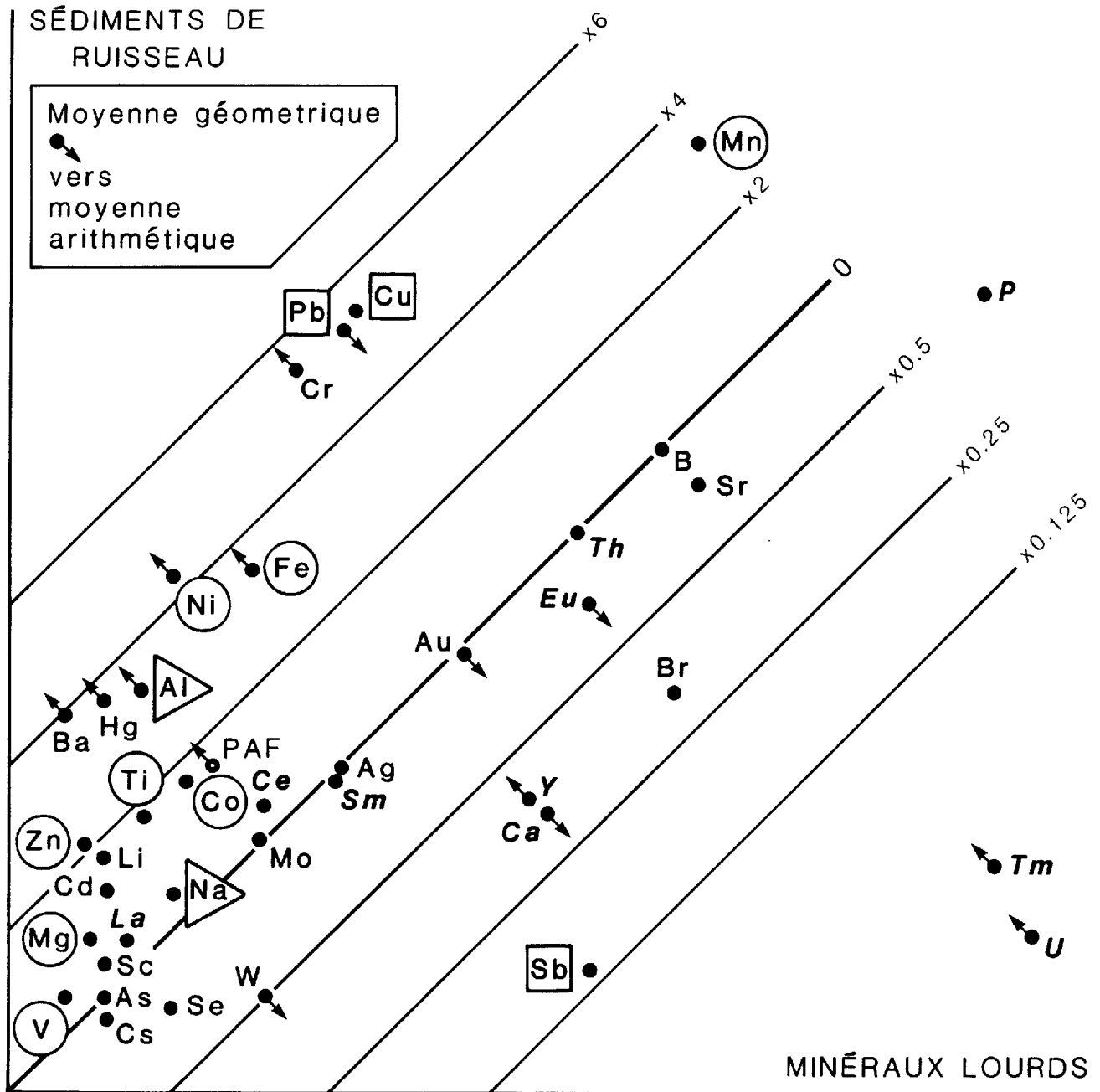
#### 51. Comparaison des teneurs moyennes

La figure 6 et les tableaux en annexe permettent une comparaison entre les moyennes géométriques et arithmétiques de chaque éléments dans les concentrés de minéraux lourds et dans la fraction fine des sédiments de ruisseaux. La moyenne géométrique est le reflet de l'ensemble de la population et permet de diminuer le poids des échantillons anomaux. La moyenne arithmétique permet, au contraire, de tenir compte des effets de pépites.

Il apparaît plusieurs groupes d'éléments :

\* les éléments du groupe de fer (Fe, Mn, Mg, Ni, Ti, Zn, Co, Cd, V) sont fortement enrichis dans les phases fines ; on remarquera que même le chrome, réputé pour son comportement peu mobile dans les chromites, présente le même type d'enrichissement. Comme l'a fait remarquer J. Choinière (1988), on peut attribuer cet enrichissement à des phénomènes d'adsorption sur des oxydes et hydroxydes.

\* les éléments métalliques sont souvent très fortement enrichis dans la fraction fine : plus de 4 fois pour le plomb et le



6. Comparaison des teneurs élémentaires dans les sédiments de ruisseaux et les minéraux lourds



cuiivre. La composante de transport chimique est donc largement la plus forte en moyenne.

\* les éléments à conotation feldspathique (Al, K, Ba) sont également enrichis dans la fraction fine.

\* les éléments métalliques (Au, As, Ag) sont aussi plus concentrés, en moyenne, dans les fractions fines que dans les fractions lourdes. Mais on observera ci-après que cela ne signifie pas que ces éléments se partagent équitablement pour chaque échantillon. La différence entre moyennes arithmétique et géométrique montre l'importance des effets de pépité, très significatifs pour l'or.

\* P, Ca, W, Sb, U, Br, certaines terres rares moyennes et lourdes (Y, Eu, Tm) sont plus concentrés dans la fraction lourde que dans la fraction fine. Leurs supports minéralogiques sont donc des minéraux lourds : c'est le cas pour la monazite, et l'apatite, concentrées en phosphore, en calcium et souvent en europium. Le tungstène est vraisemblablement sous forme de scheelite. Le brome et l'antimoine présente un comportement identique. Par contre, les terres rares légères (La, Ce, Sm), le thorium ne montrent pas des concentrations plus élevées en moyenne dans l'une ou l'autre des fractions, ce qui traduit l'existence d'un autre support minéralogique que la monazite. On peut penser qu'une partie de ces terres légères, ainsi que le strontium se partage entre monazite-apatite et feldspath. On soulignera néanmoins que ces éléments ont été dosés pour la plupart par activation neutronique à l'inverse des autres : il est alors possible que la préparation des échantillons puisse introduire une différence traduite par ce facteur.

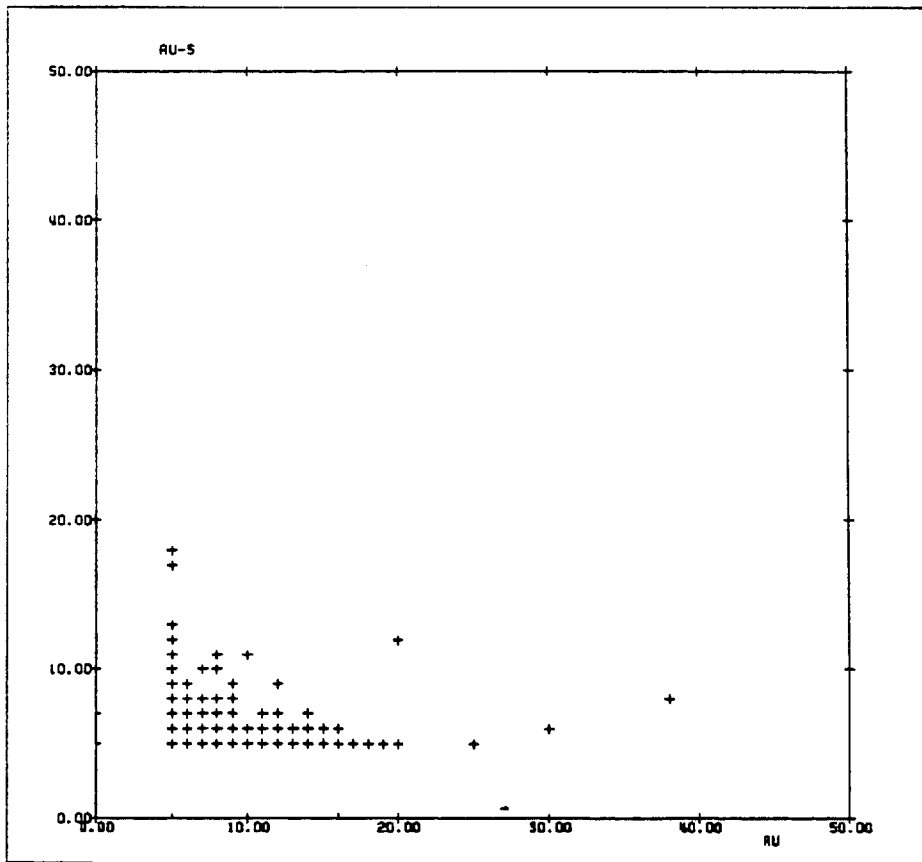
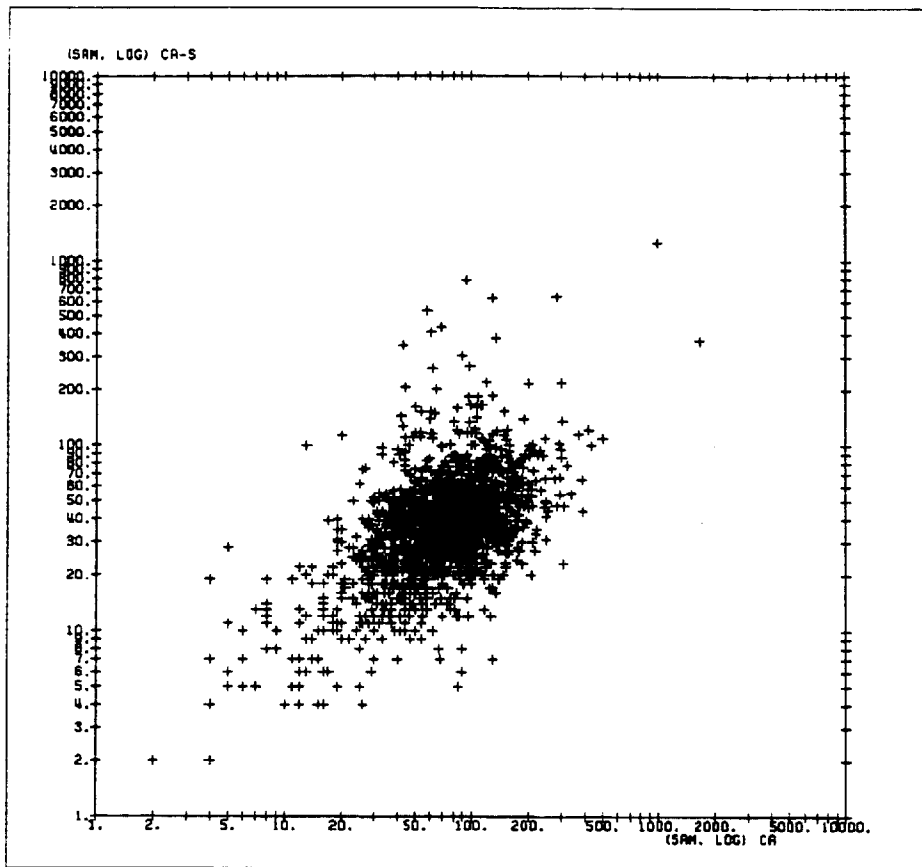
## 52. Diagrammes binaires

La construction de diagrammes binaires pour chacun des éléments permet de raffiner notre première analyse. Quatre types de comportement sont mis en évidence :

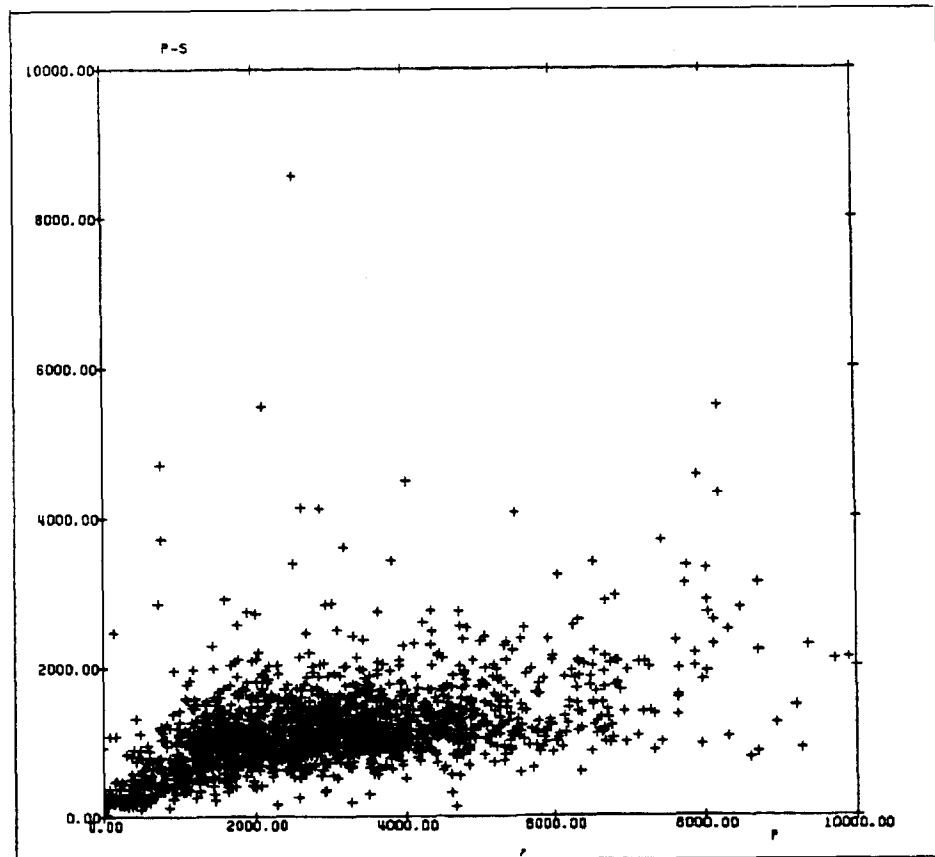
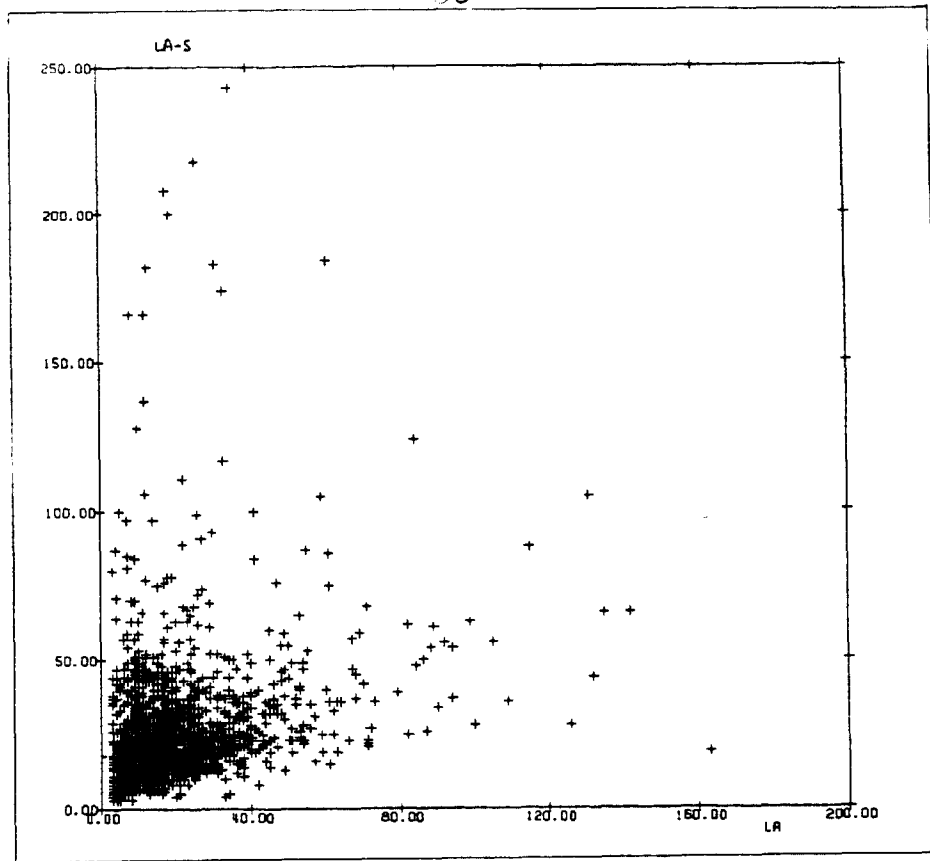
Le premier type correspond à un comportement identique : on observe une droite de corrélation entre teneurs en minéraux lourds et teneurs dans la fraction fine. Fe, Mn, Al, d'une part, Ca, P, Br d'autre part montrent grossièrement ce type de comportement, surtout en valeurs logarithmiques (figure 7). Les droites de corrélations ne sont jamais très bonnes, mais ce comportement indique la présence de porteurs identiques dans les fractions fines et les fractions lourdes. On peut donc penser que l'essentiel du phosphore et du calcium de la fraction fine est également dans des monazites. A l'inverse, une partie importante du fer et du manganèse apparaissent sans doute sous forme d'oxydes et d'hydroxydes encroûtant les minéraux lourds.

Le second type correspond à une absence complète de relation entre teneurs dans les minéraux lourds et teneurs dans la fraction fine des sédiments de ruisseaux( figure 7). La plupart des éléments métalliques (Ag, Au, As, Cd, Mo, Sb) , des éléments légers (Li, B), et le titane montrent ce dispositif. On peut remarquer qu'il s'agit surtout d'éléments dont les teneurs sont faibles. Ce comportement signifie sans doute que ces éléments apparaissent dans l'une ou l'autre des fractions, mais que les seuils analytiques n'ont pas permis un dosage significatif dans l'autre fraction. Sur les sites échantillonnés, il n'y a qu'un seul porteur apparent.

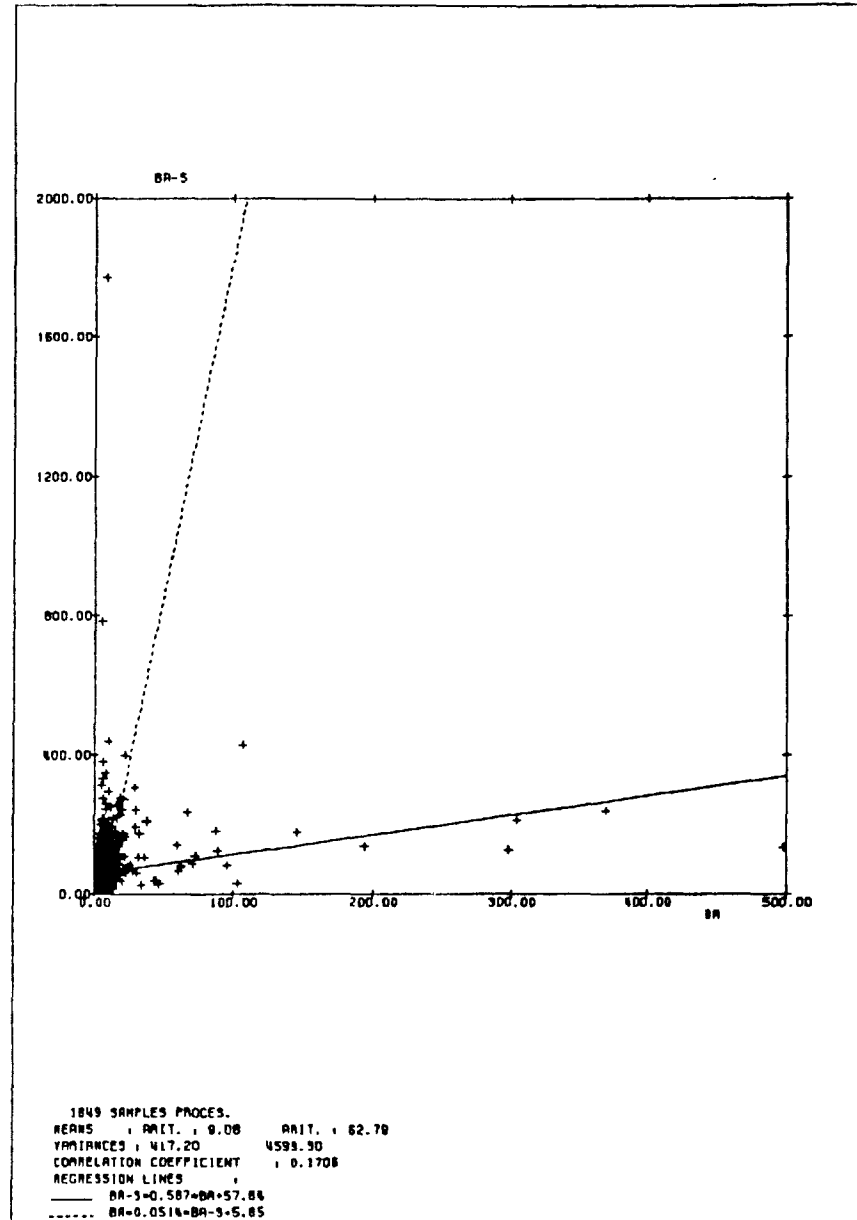
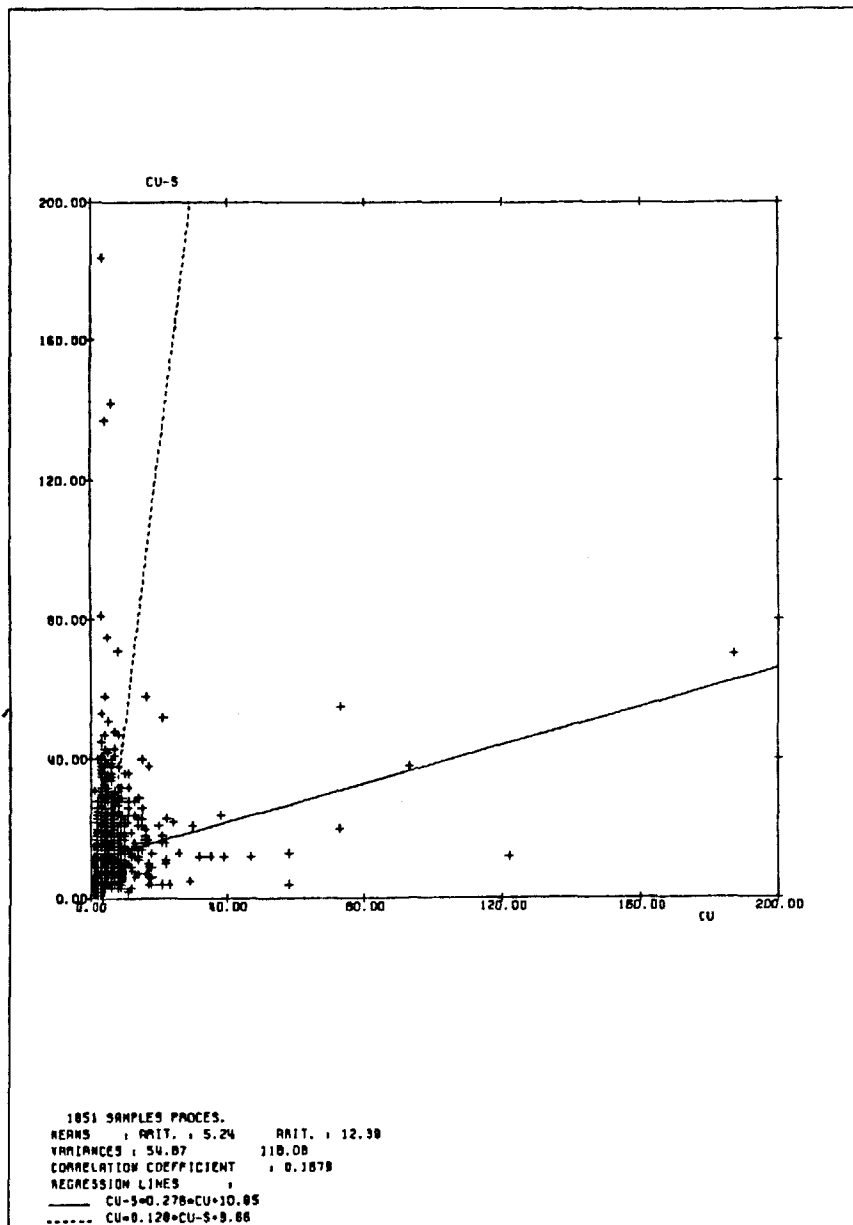
Le troisième type de comportement correspond à une double corrélation. La plupart des éléments obéit à ce schéma, en



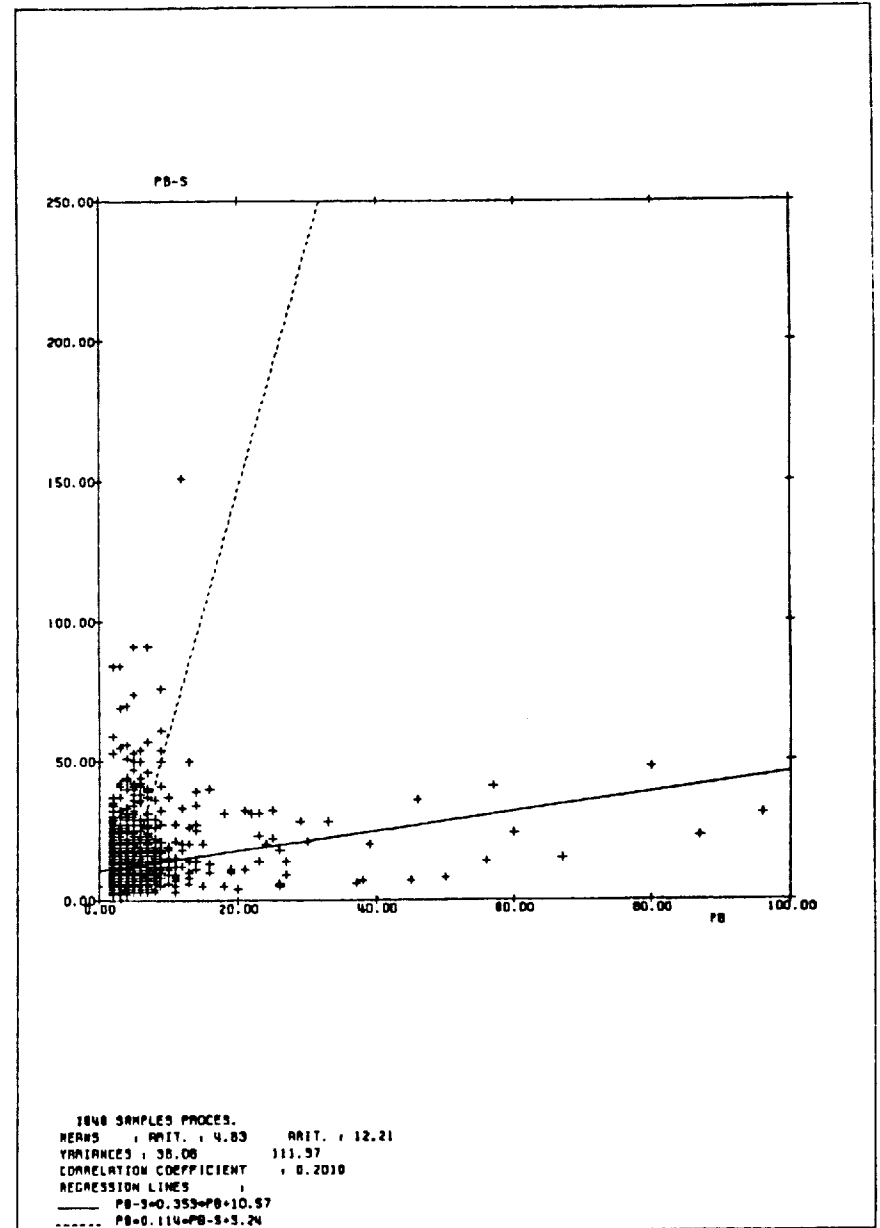
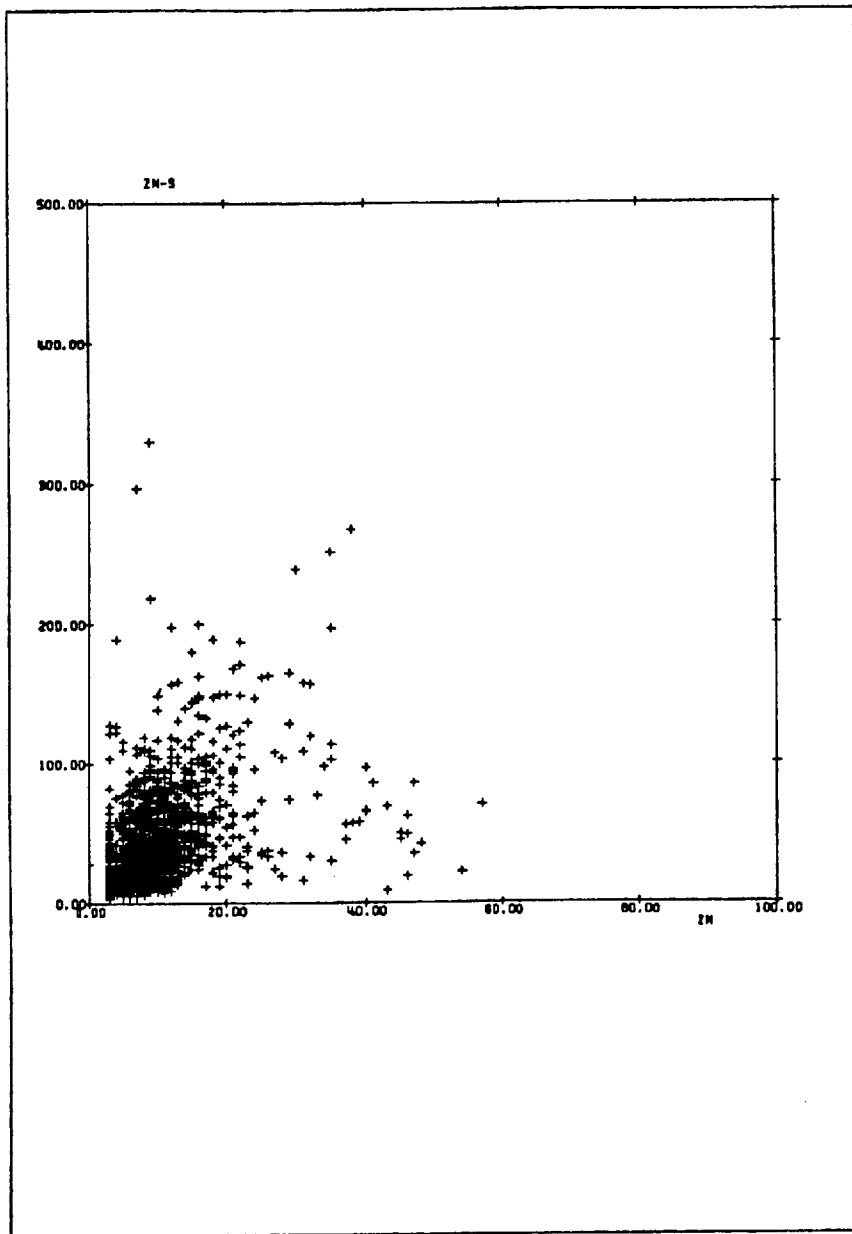
7. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau : calcium et or



8. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau : lanthane et phosphore



9. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau :  
 cuivre et baryum



10. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau :  
 zinc et plomb

particulier les métaux de base (Cu, Pb, Zn), les terres rares, Ba et Sr, Mg, Ni et V. Il signifie que ces éléments se partagent entre deux porteurs (figures 8, 9 et 10)

Enfin, le dernier type de comportement est offert par le zinc, puisque l'on observe au moins trois droites de corrélations, correspondant à autant de porteurs.

Ces comportements peuvent être résumés par le calcul d'un rapport :

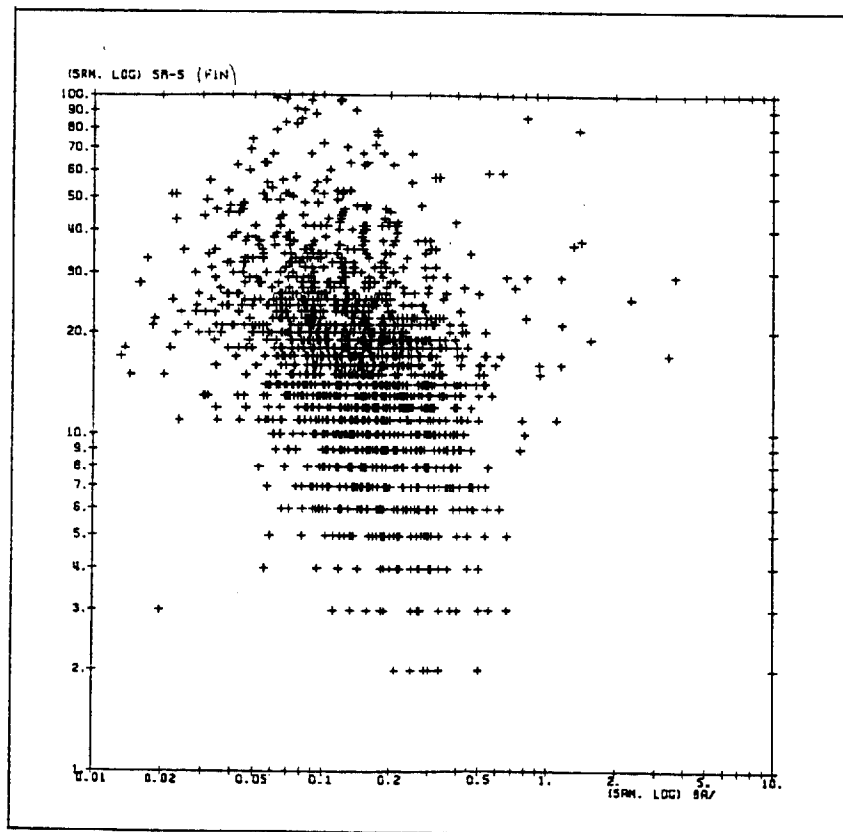
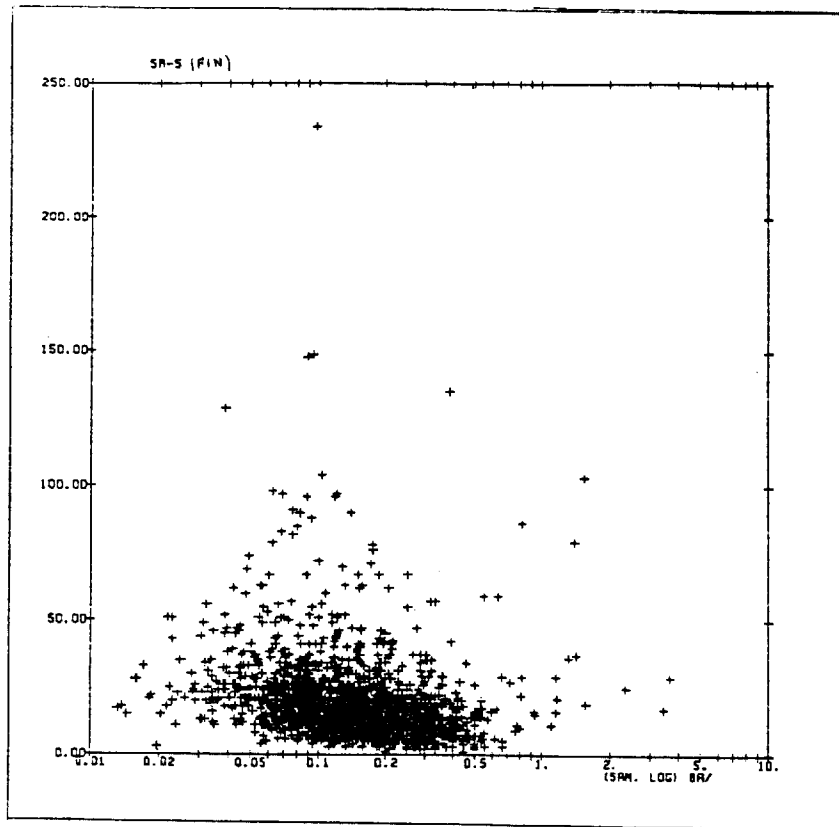
$$(X)/ = (X)ML / (X)SR$$

correspondant au facteur d'enrichissement d'un élément X dans les minéraux lourds par rapport aux sédiments de ruisseaux. Ce rapport est, on l'a vu, souvent inférieur à 1. Les histogrammes en valeurs logarithmiques en sont donnés en annexe. Il font apparaître des courbes uni- et bimodales qui traduisent les comportements évoqués plus haut.

On peut analyser plus en détail ces partages élémentaires entre lourds et fins en construisant des diagrammes binaires montrant un ratio (X)/ en fonction d'un élément (figures 11, 12) : par exemple :

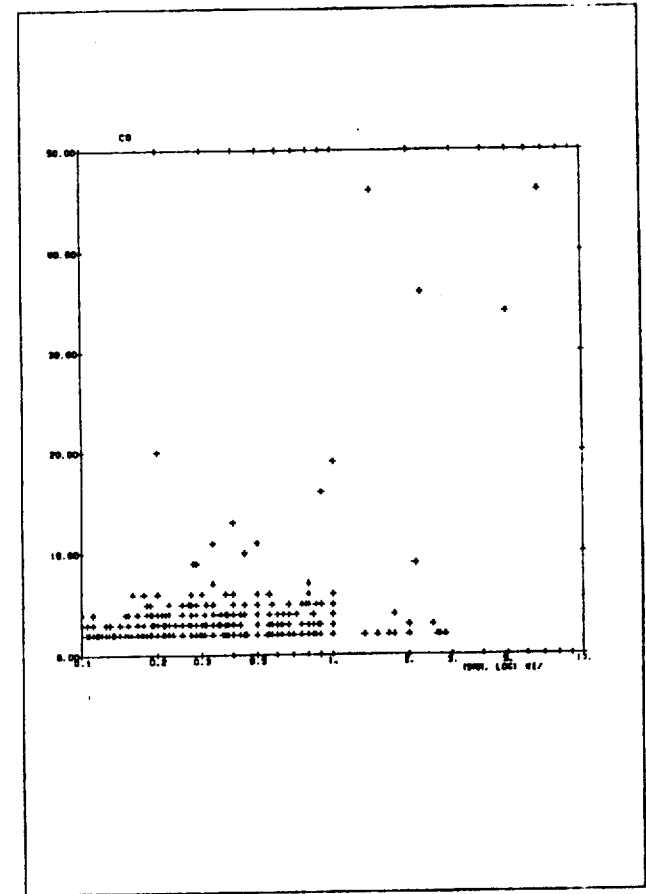
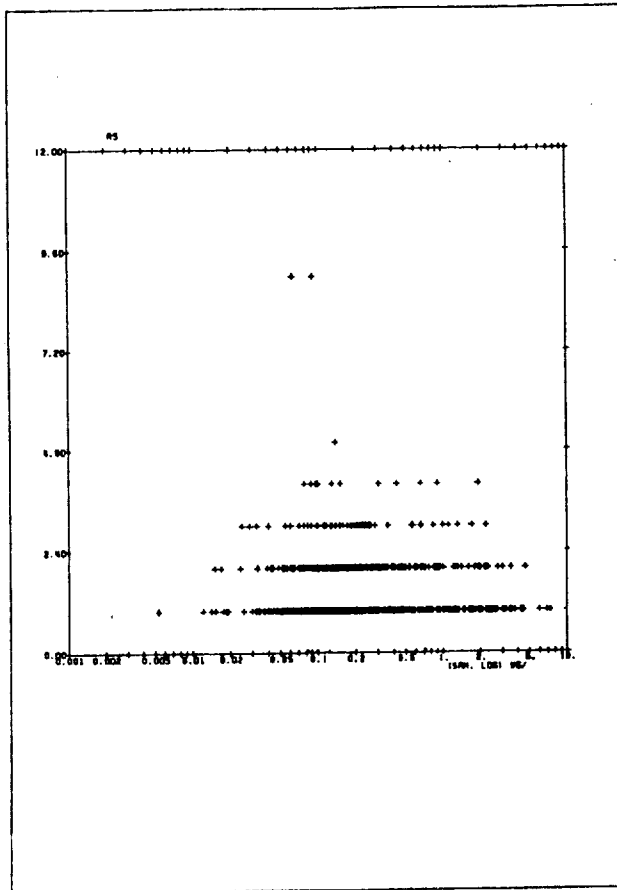
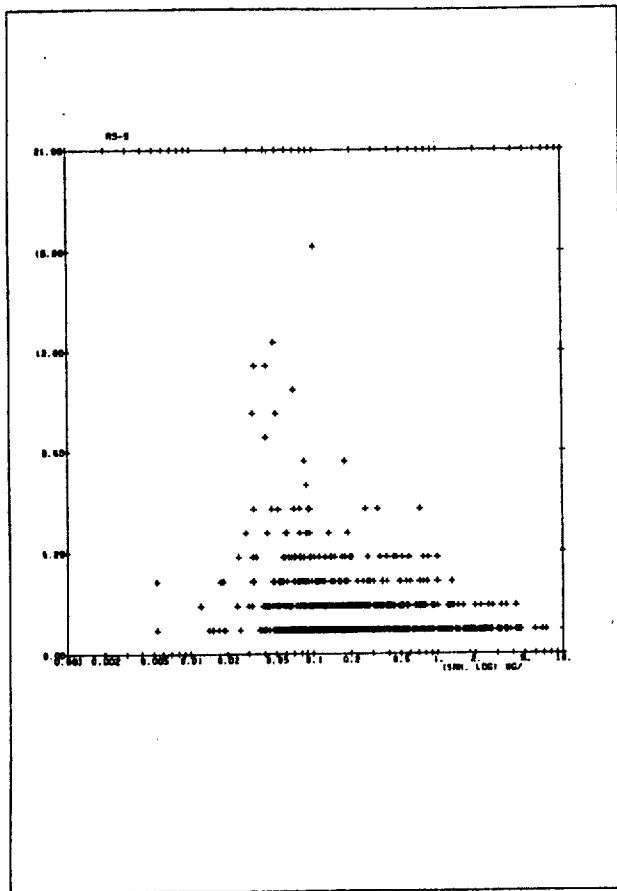
- \* le mercure en minéraux lourds est associé à plus d'arsenic que celui en sédiments de ruisseaux ; ce phénomène s'observe tant avec l'arsenic de la fraction fine qu'avec celui de la fraction lourde. Cela semble traduire un double comportement du mercure, soit associé à des minéraux à Hg, As, soit seul dans la fraction fine. Le mercure des minéraux lourds constitue donc un guide plus direct pour des minéralisations à caractère épithermal.

- \* le baryum en minéraux lourds contient plus de strontium que celui en sédiments ; le porteur pourrait être la



11. Relations entre baryum et strontium dans les échantillons





12. Relations entre arsenic et mercure, entre cobalt et nickel dans les échantillons (X/ = rapport de l'élément dans la fraction lourde sur l'élément dans la fraction fine)

barytine. Ce phénomène expliquerait le comportement du strontium, enrichi dans la fraction lourde.

\* le nickel en sédiment est associé à plus de cobalt que celui dans les minéraux lourds.

### 53. Contrastes des anomalies

La teneur ne constitue pas le seul facteur essentiel d'une prospection géochimique : la valeur du contraste est également très importante. Nous avons donc entrepris une comparaison du contraste des anomalies, en dehors de leur signification géologique. Pour cela, il suffit de mesurer les déviations géométriques des populations, ce qui exprime la dispersion des valeurs par rapport à la moyenne géométrique.

Les tableaux statistiques en annexe montrent que les valeurs des déviations géométriques sont presque toujours plus élevées pour la fraction fine que pour la fraction lourde ; elles atteignent souvent 2, ce qui traduit la présence de valeurs largement différentes du mode. On peut donc conclure que, pour la plupart des éléments, et en particulier pour les métaux de base, la fraction fine permet d'obtenir un meilleur contraste que la fraction lourde.

Par contre, sur certains éléments, les déviations géométriques de certaines fractions lourdes sont plus élevées que celles des fractions fines : c'est le cas de l'or, du thorium, du chrome, du strontium et de la plupart des terres rares. On reconnaît ici les éléments concentrés dans les minéraux lourds, peu solubles dans l'environnement superficiel.

#### 54. Sensibilité aux minéralisations

Il ne suffit pas que les résultats géochimiques soient sensible en terme de teneur et bien contrastés, il faut surtout qu'ils soient capable de tracer des minéralisations inconnues, et, à fortiori, connues !

Bien que la zone étudiée n'ait pas fait l'objet de travaux intensifs, on peut tenter de vérifier sur quelques cas quels sont les réponses géochimiques à des indices connus.

Ainsi, dans le secteur de Maniwaki-Gracefield, on dispose de cartes détaillées donnant la localisation des minéralisations en zinc (GAUTHIER, 1982). Les échantillons prélevés ne montrent pas de très fortes anomalies en métaux de base, alors qu'il s'agit des principales minéralisations connues dans la zone étudiée. Néanmoins, on observe :

- \* une légère anomalie en zinc au Nord ;
- \* aucune anomalie en terme de teneurs brutes au Sud (secteur de Lafontaine, Leitch) ; mais le rapport fraction lourde/fraction fine du zinc fait ressortir une très légère anomalie , ce pourrait témoigner du piégeage du zinc sous forme de minéraux denses tels des spinelles zincifères (gahnite).
- \* de légères anomalies en mercure
- \* l'absence complète d'anomalie en plomb

Il apparaît donc possible de tracer les minéralisations en métaux de base ; on remarquera toutefois que la calcul du rapport minéraux lourds/sédiments peut permettre d'améliorer le signal géochimique brut.

Dans le cas de l'uranium et du thorium, on peut remarquer au Nord d'Ottawa et au Nord de Calumet la fiabilité des méthodes géochimiques : les minéraux lourds et les sédiments de ruisseaux tracent tous deux les principales anomalies connues. Il semble

toutefois que les minéraux lourds présentent des contrastes plus élevés.

## 55. Conclusions

La comparaison des résultats des levés de minéraux lourds et de sédiments de ruisseaux dans la région de la Gatineau montre :

\* une meilleure sensibilité et un meilleur contraste de la géochimie de la fraction fine pour les métaux de base, les éléments majeurs, et la plupart des métaux, associés surtout aux oxy-hydroxydes.

\* une meilleure sensibilité pour les métaux précieux dans la fraction fine

\* un meilleur contraste pour la géochimie de la fraction lourde pour l'or, le chrome, les terres rares, le strontium.

## 6. CARTOGRAPHIES ET INTERPRETATIONS

Nous envisagerons successivement le fond géochimique correspondant à la lithologie, puis les anomalies en métaux précieux, en métaux de base, en terres rares, ainsi que celles en chrome.

### 61. Fond géochimique

Trois approches ont été retenues : (a) l'analyse en composantes principales a permis de souligner quels étaient les éléments majeurs les plus caractéristiques dans les sédiments de ruisseaux; (b) une classification ascendante hiérarchique a permis de classer les échantillons non anormaux dans un espace multi-varié (minéraux lourds et sédiments); (c) les limites et les caractères de ces aires ont été précisés à partir de la cartographie de rapports significatifs.

### a. analyse en composantes principales

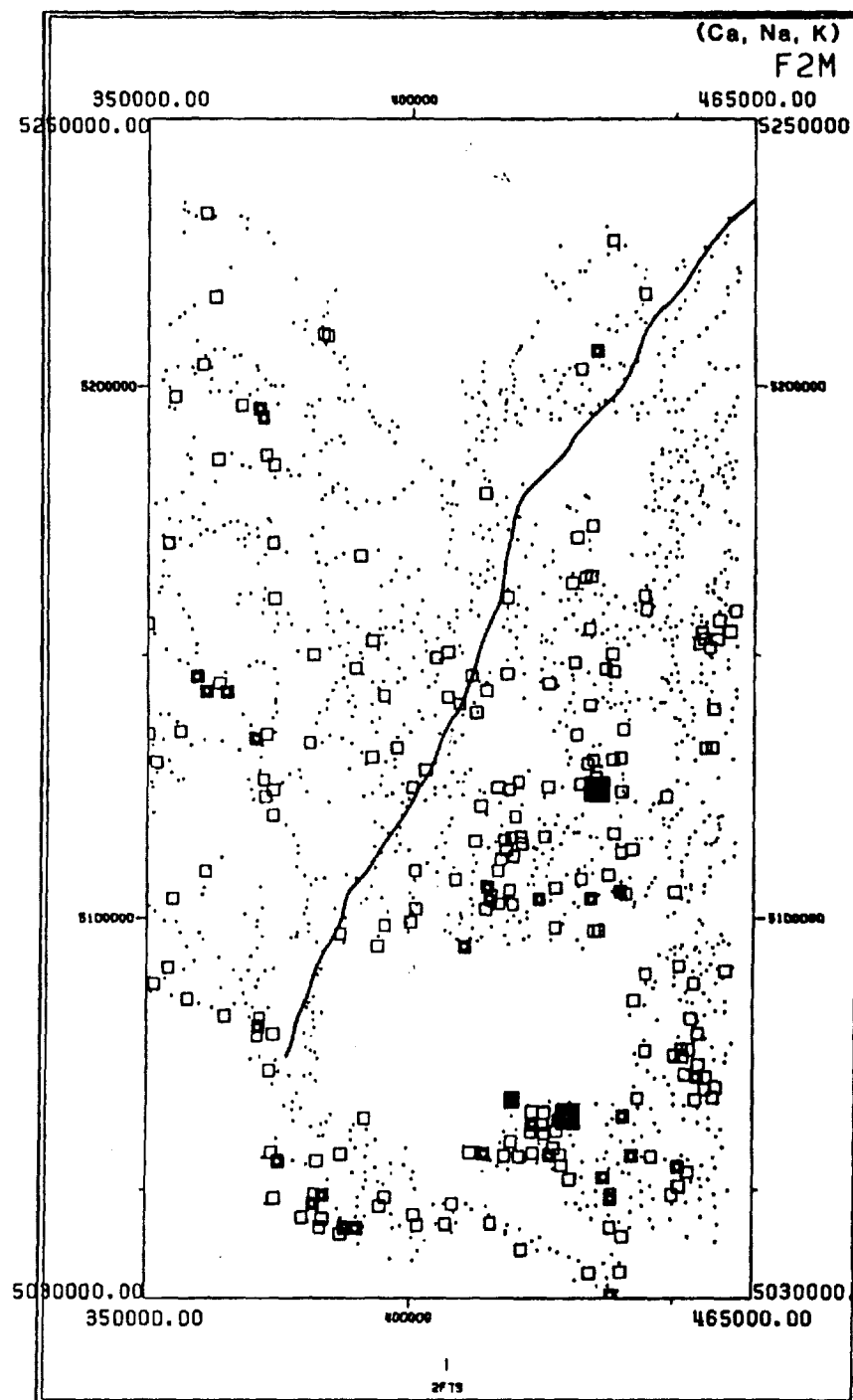
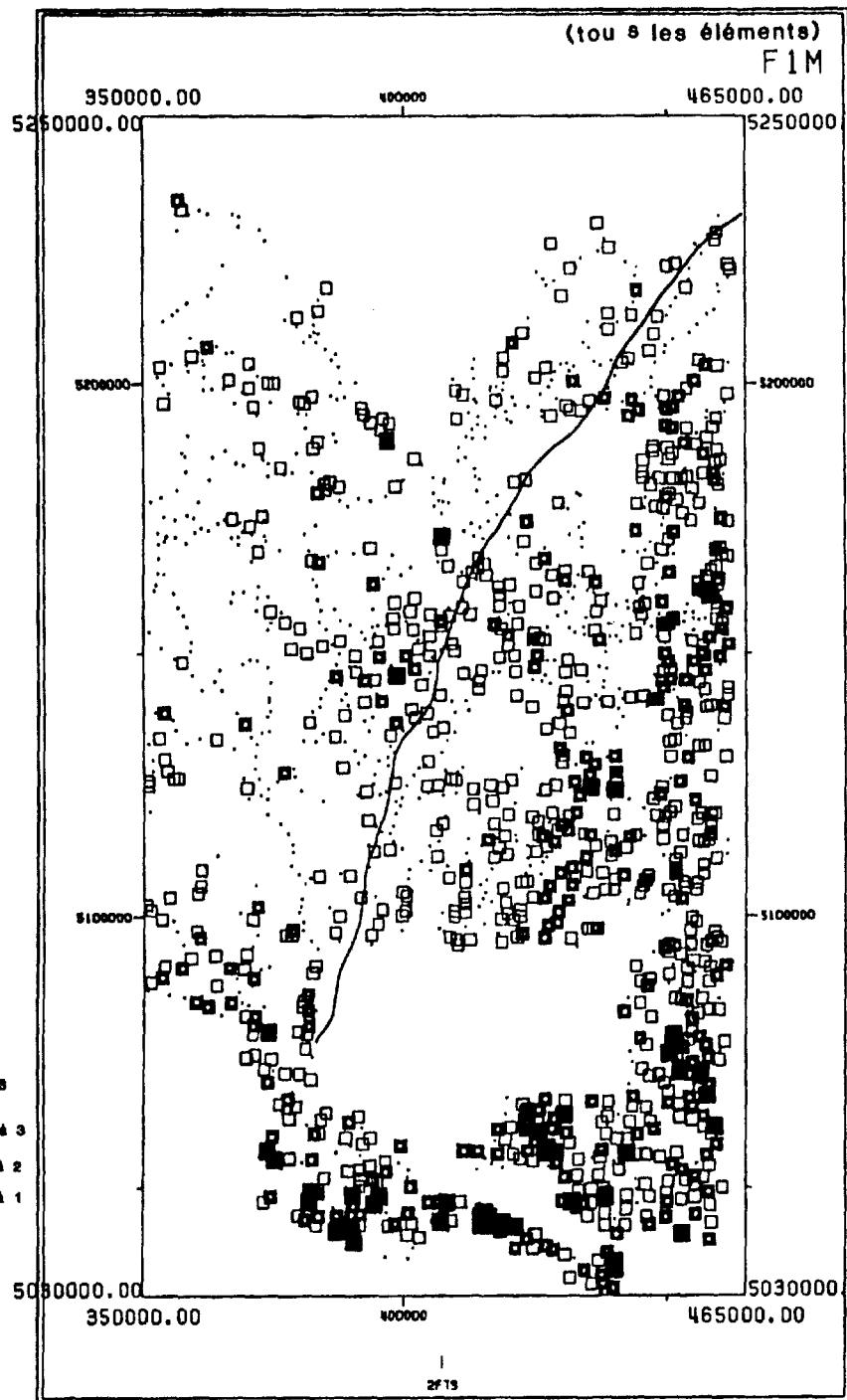
La cartographie des facteurs issus de l'analyse en composante principale sur les majeurs dans les sédiments de ruisseaux fait ressortir plusieurs unités :

\* F1M correspond à la quasi-totalité des éléments, et en particulier aux ferro-magnésiens : il reflète surtout la concentration absolue en éléments, sans doute opposée à la dilution par la silice. Tous les éléments métalliques sont associés à ce facteur, sauf les métaux précieux, Au et Ag et leur accompagnateurs (Hg, Sb, As). La cartographie de F1M (figure 13) montre un enrichissement sensible dans la partie orientale de la zone étudiée et au Sud; ce phénomène semble sécant sur les données géologiques disponible. Il pourrait traduire une couverture quaternaire plus marquée.

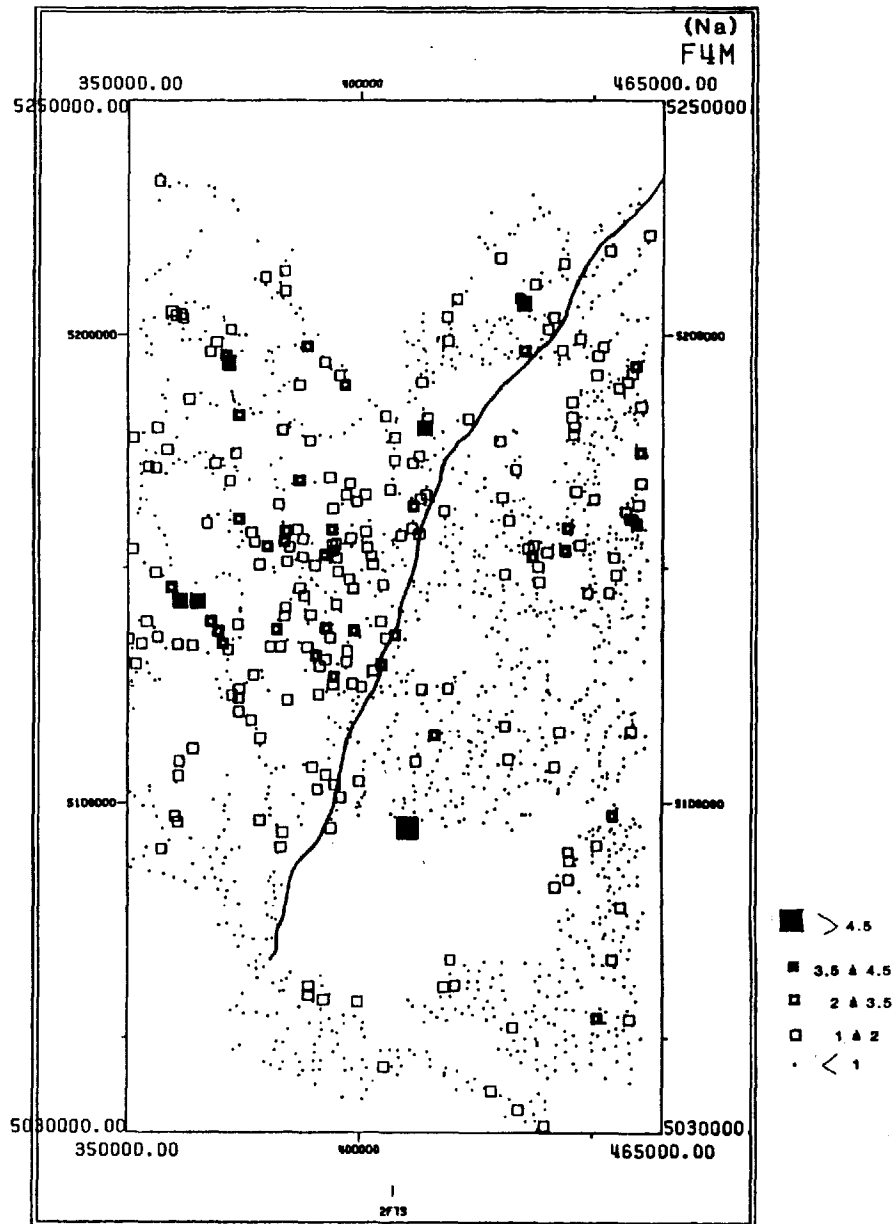
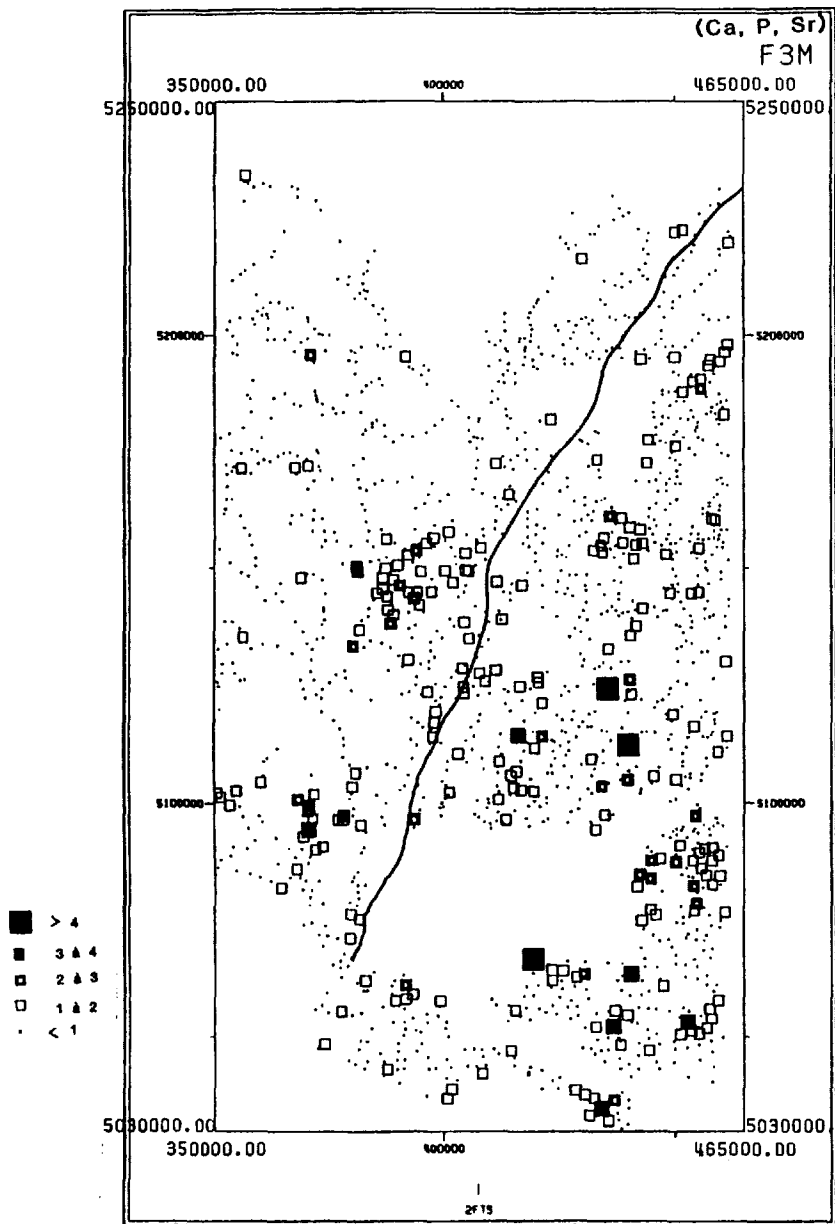
\* F2M oppose les alcalins (Ca, Na, K) au fer et au manganèse. Les éléments métalliques tel le zinc, l'arsenic, le cadmium sont inclus dans le facteur Fe-Mn, ce qui traduit une fixation sur des oxydes. Cette association est mieux marquée dans le bassin de Mont-Laurier.

\* F3M correspond à l'association Ca, P, Sr, opposée à K. On la retrouve également plutôt dans le bassin de Mont-Laurier. Le rapport La/Y suit le même comportement que le potassium, significatif d'un piégeage des terres rares légères dans des minéraux potassiques. La cartographie de ce facteur (figure 14) fait ressortir plusieurs zones : 4 zones anormales, au Nord-Ouest du bassin, et 3 points très élevés, situés dans le bassin du Mont-Laurier ;

\* F4M correspond au sodium et trace l'encaissant aphébién, situé



13. Cartographies des axes factoriels établis sur les éléments majeurs : F1M , F2M



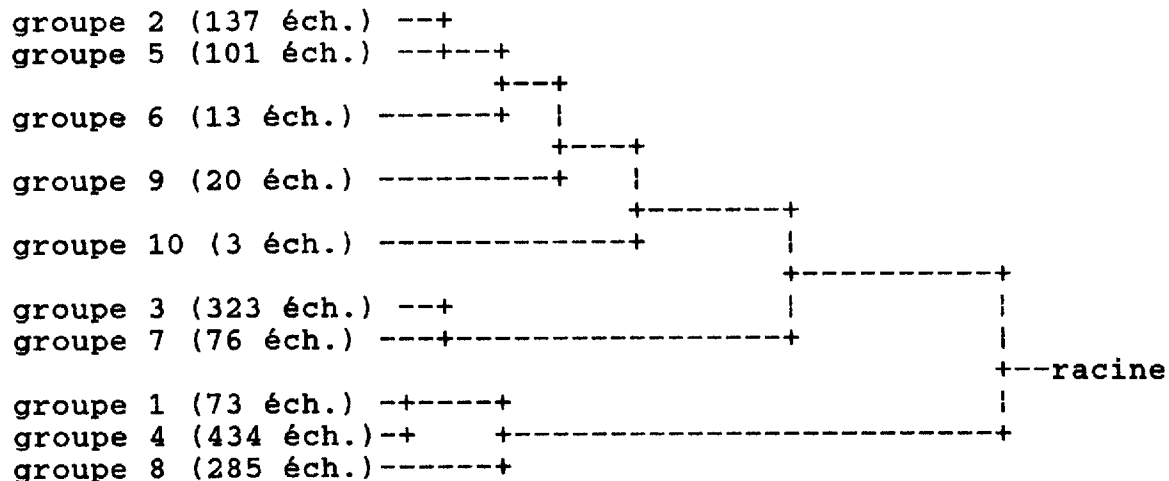
14. Cartographies des axes factoriels établis sur les éléments majeurs : F3M , F4M

au Nord-Ouest de la zone d'étude et des complexes alcalins. Un point très anomal apparaît dans le bassin de Mont-Laurier, en limite de la zone de Kazabazua ;

\* F5M correspond à l'association Fe-Mn ;

#### b. Classification

La classification réalisée a été limitée à 10 groupes. Le schéma suivant l'arborescence de ces dix groupes :



Si l'on compare les 10 groupes constitués à partir de leur moyenne géométrique pour les éléments métalliques, et qu'on les reporte en carte, on constate (tableaux en annexe, figure 15) :

\* le groupe 1 est riche en or (11 ppb, au lieu de 5ppb) ; il est dispersé sur toute la zone d'étude, avec des zones de concentration dans le coin S-E de Kazabazua ;

\* le groupe 2 est assez riche en zinc et cuivre, fer, manganèse. Il semble marquer les marges et le coeur du synclinorium de Mont-Laurier ;



\* le groupe 3 est très dispersé sur toute la zone d'échantillonnage : il correspond à des teneurs moyennes pour la plupart des éléments, avec un enrichissement en aluminium dans la fraction fine ;

\* le groupe 4 est lui aussi dispersé, mais il correspond à des échantillons plus pauvres en aluminium, en manganèse, en magnésium, en potassium dans la fraction fine, en cuivre, plomb et zinc chimiques ;

\* le groupe 5 est riche en terres rares, en aluminium, en calcium, en magnésium, assez riche en sodium : il trace les contextes alcalins en limite du bassin de Mont-Laurier

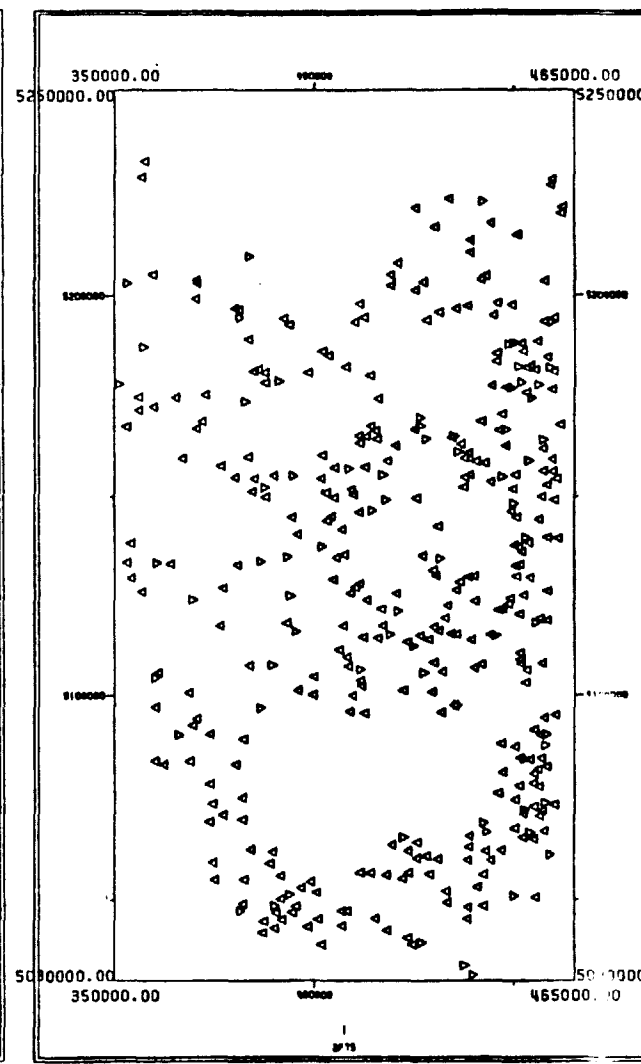
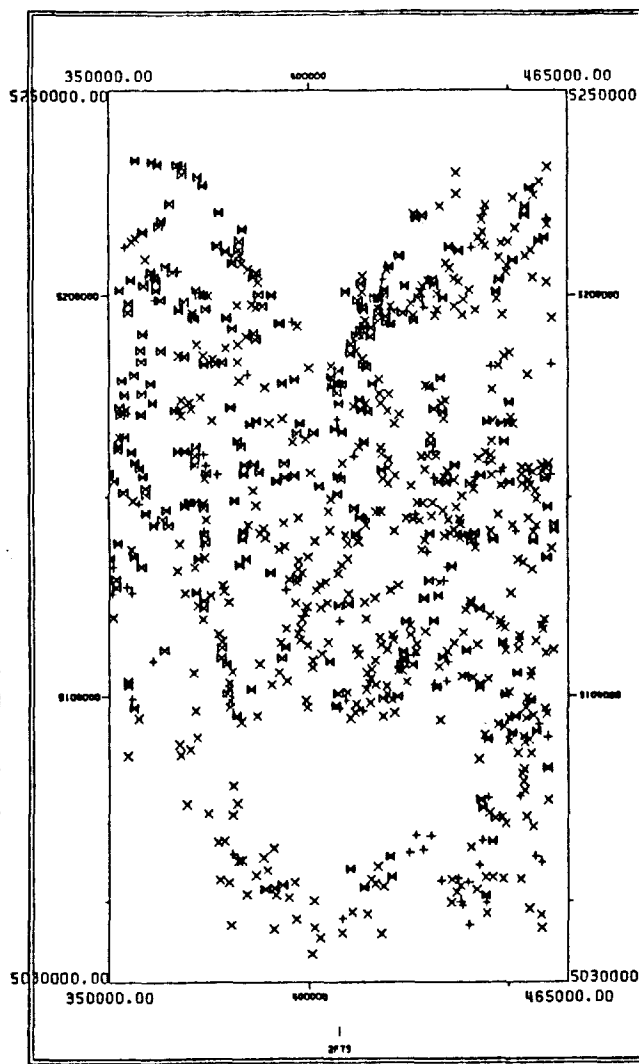
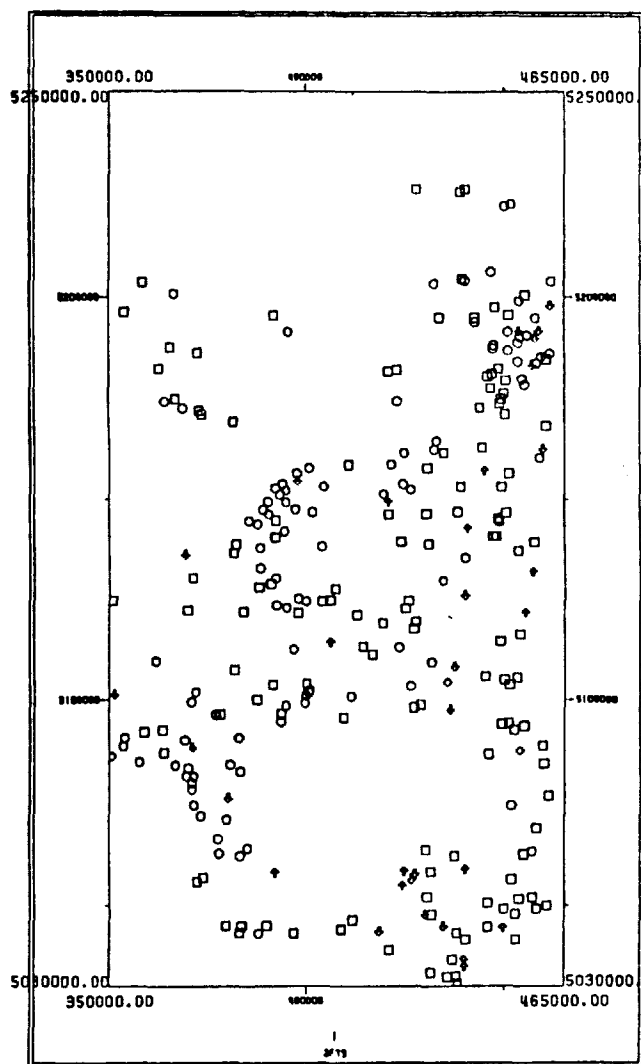
\* le groupe 6 est riche en plomb (28 ppm), en Cu-S (17 ppm), en Pb-S (19 ppm), en Zn-S (56 ppm), en Mn-S, en K-S et en Al-S. Il semble assez caractéristique des zones minéralisées en métaux de base de type Calumet ; on le rencontre sous forme d'échantillons dispersés au Nord d'Ottawa, au Sud de Mont-Laurier

\* le groupe 7 est riche en Au-S (9 ppb) ; le reste des éléments n'apparaît pas significativement distinct. Les échantillons appartenant à ce groupe sont très dispersés.

\* le groupe 8 est bien localisé au Nord-Ouest de la zone étudiée ; il est caractérisé par un faible contenu en terres rares, les plus faibles valeurs de cuivre, de plomb, de zinc, de fer, en magnésium, en sodium, tant en sédiments de ruisseaux qu'en minéraux lourds ;

\* le groupe 9 est riche en sodium, en arsenic (1.9 ppm), en terres rares, en calcium, en magnésium, en uranium (fraction fine), en manganèse (fraction fine) : ce sont donc des échantillons à caractère alcalin, présent au Nord d'Ottawa, à l'Est du réservoir Baskatong, au Sud-Ouest de Mont-Laurier et à Calumet ;

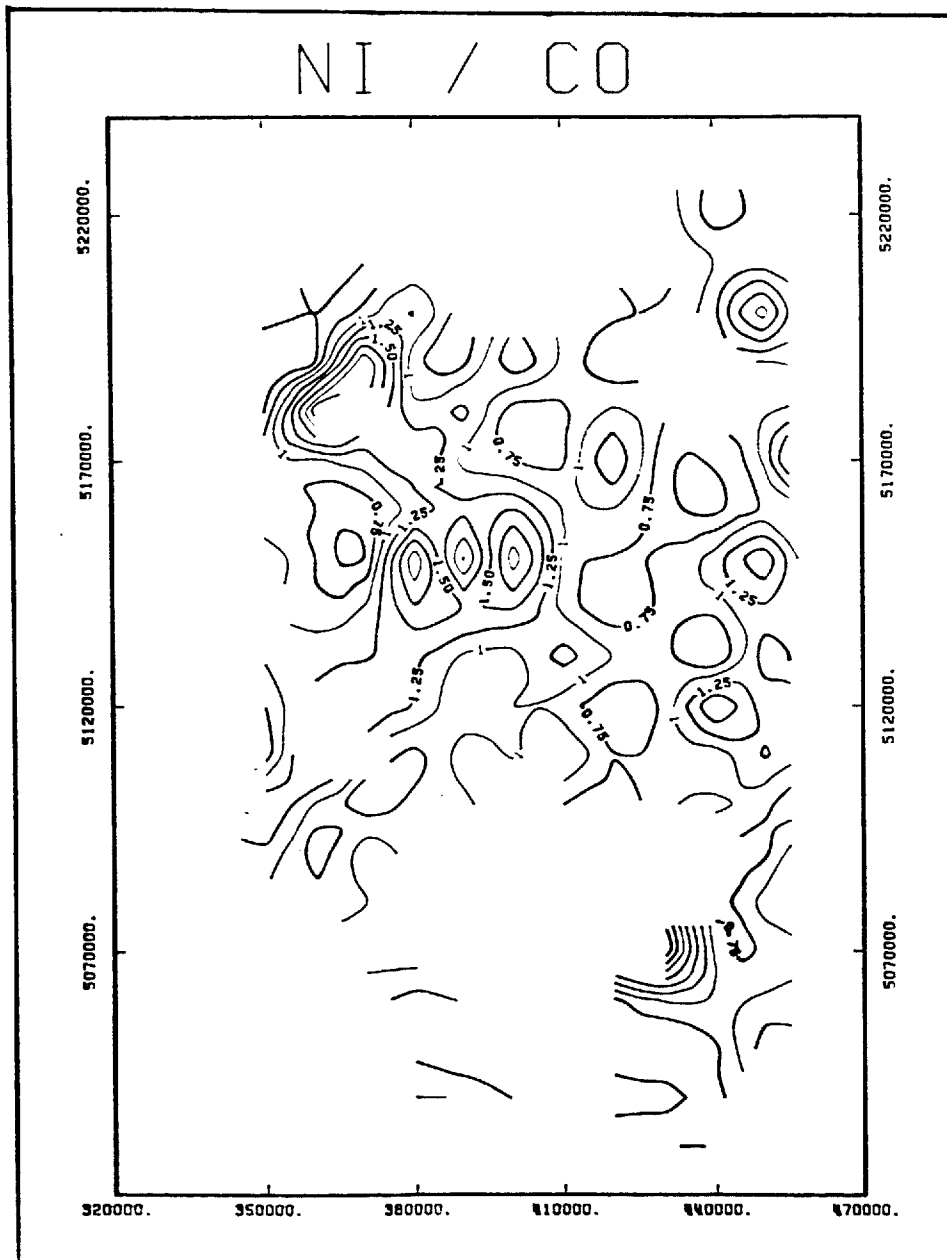
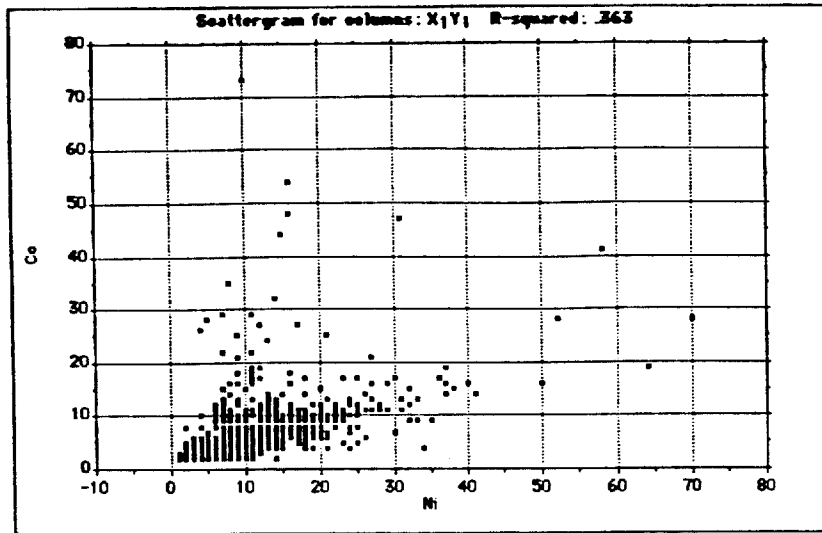
\* le groupe 10 est riche en cuivre (14 ppm), en zinc (18 ppm) et en fer (63 ppm) : il correspond donc à 3 échantillons très anomaux.



GROUPES (COOS) :

- |     |      |
|-----|------|
| + 1 | ◆ 6  |
| □ 2 | ▽ 7  |
| △ 3 | ⊠ 8  |
| X 4 | ◆ 9  |
| ○ 5 | ◇ 10 |

15. Répartition des 10 groupes distinguées par la CAH



16. Diagramme binaire et cartographie du rapport Ni/Co (fraction lourde)

### c. rapports inter-élémentaires

Plusieurs rapports permettent de distinguer aisément des domaines géochimiques différenciés. Ainsi, le diagramme Ni-Co (fig. 16) montre l'existence de deux populations caractérisées par des rapports Ni/Co de 2 et de 0.3. Le report cartographique sur des valeurs lissées (par kriggage) montre que les valeurs du rapport Ni/Co supérieures à 1 sont concentrées sur le socle aphébien.

### d. conclusions

La cartographie des grandes unités litho-géochimiques de la Gatineau fait donc ressortir quatre grandes unités :

- \* au Sud-Est, près du graben d'Ottawa, une zone fortement marquée par des dépôts de la mer de Champlain, caractérisée par un fort contenu en baryum

- \* au centre, le synclinorium de Mont-Laurier, marqué par l'abondance du calcium, un fond moyen en zinc et en terres rares plus élevé ;

- \* au Nord-Ouest, une zone aphébienne montrant des teneurs relativement plus élevées en sodium, un rapport Ni/cu supérieur à 1 ;

- \* en limite entre la zone aphébienne et le synclinorium de Mont-Laurier, un ensemble de massifs à caractère alcalin, fortement enrichis en terres rares et strontium.

## 62. Anomalies en métaux de base

Nous ne redonnerons pas ici les principales anomalies issus d'un traitement mono-varié (CHOINIÈRE, 1988 et en cours); nous tenterons de tracer les différentes associations minérales et leur localisation.

### a. Plomb

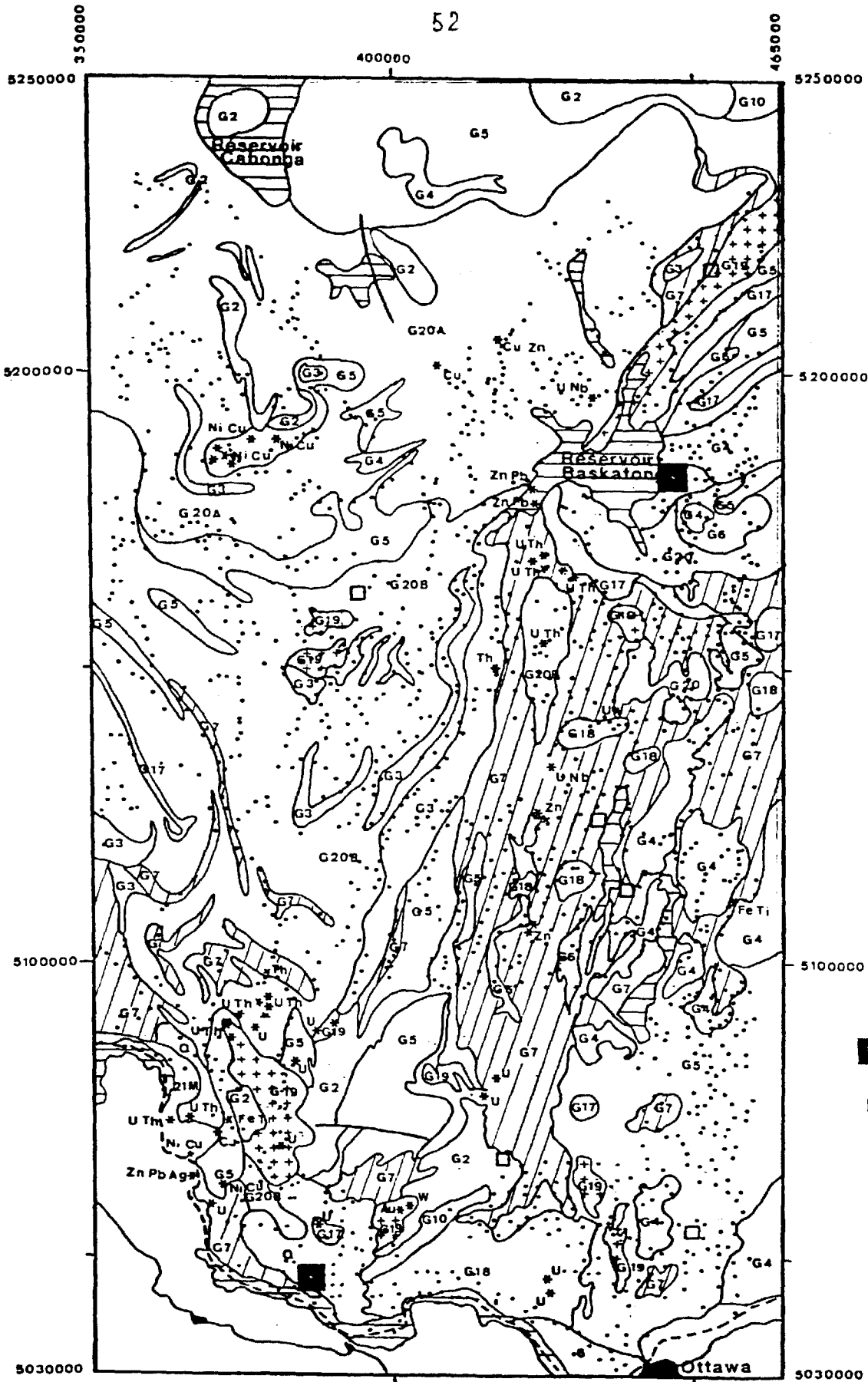
Le plomb présente deux type de comportement : d'une part, il est associé à du zinc dans les minéralisations stratiformes ; l'une des fortes anomalies ponctuelles en sédiments de ruisseau (363 ppm) est associée à une très forte anomalie en zinc (2227 ppm).

D'autre part, il peut apparaître seul, avec de l'argent. Le facteur F3T correspond à cette association, symptomatique de la présence de galène argentifère. Deux points montrent des valeurs élevées pour ce facteur, l'un près de la rivière des Outaouais , près de Shawille, l'autre à l'Est du réservoir Baskatong (figure 17). D'autres points apparaissent à l'est de Maniwaki. Au Sud, ces échantillons, parfois riches en baryum, pourraient indiquer la présence de minéralisations de type filon en extension dans le socle, associés au graben du Saint-Laurent.

### b. Zinc

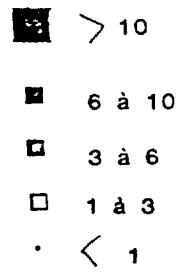
Le facteur F2T regroupe un ensemble des éléments métalliques abondants au Nord d'Ottawa : Sb, Zn, As, Cd, (Hg), qui témoignent de l'existence d'une paragenèse minéralogique comprenant de la sphalérite et de l'antimoine dans ce secteur (figure 18). D'autre points, moins marqués, apparaissent de l'autre coté du bassin de Mont-Laurier.

Le facteur F7B trace également le zinc ,mais sans caractère polymétallique : le zinc est légèrement associé à du vanadium ou de l'aluminium. On le trace tantôt à faible teneur le bassin du



# F3T

(Pb, Ag.)

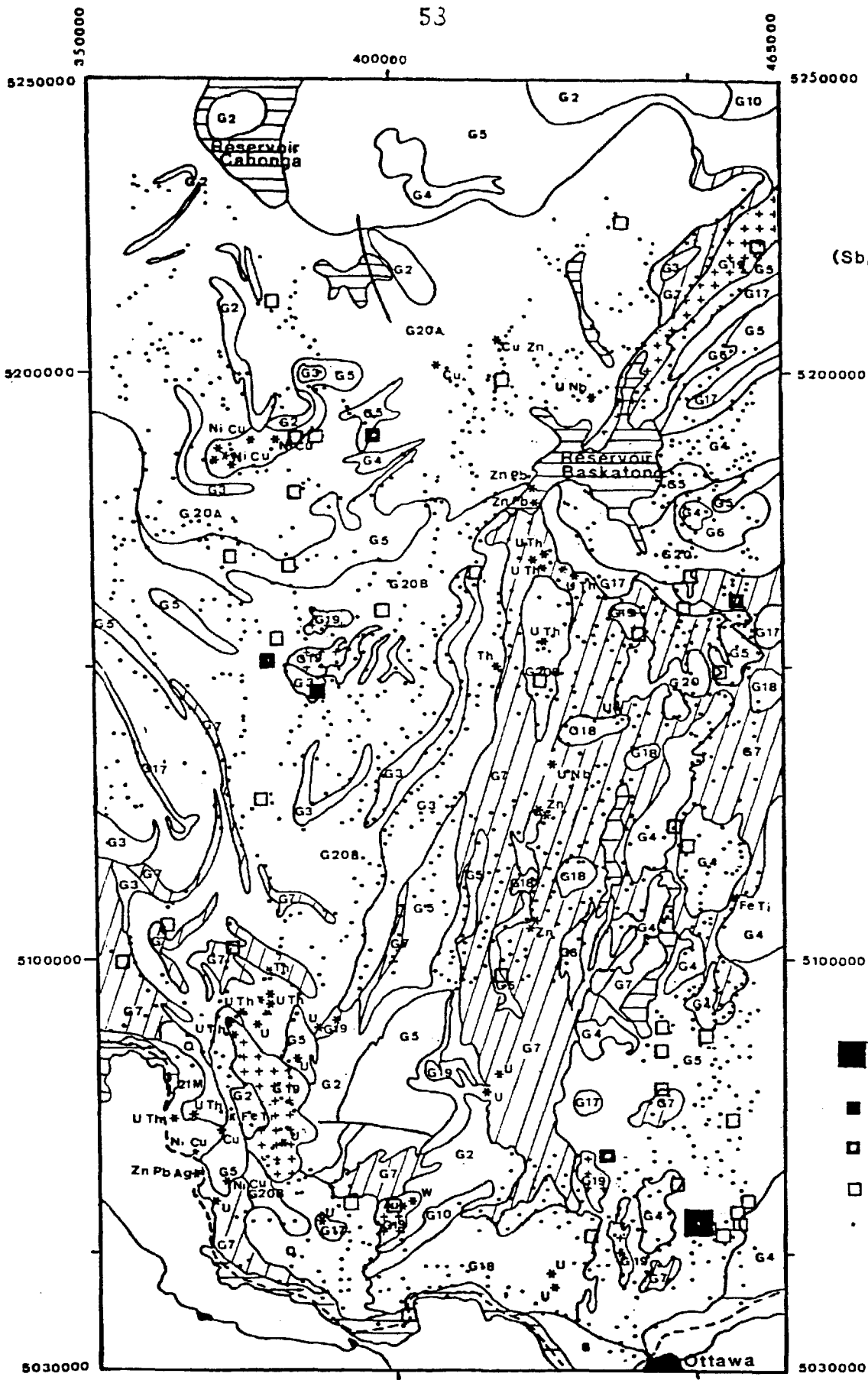


400000  
Échelle 1:1 000 000



Kilomètres

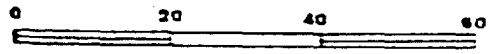
17. Cartographie du facteur F3T



# F2T

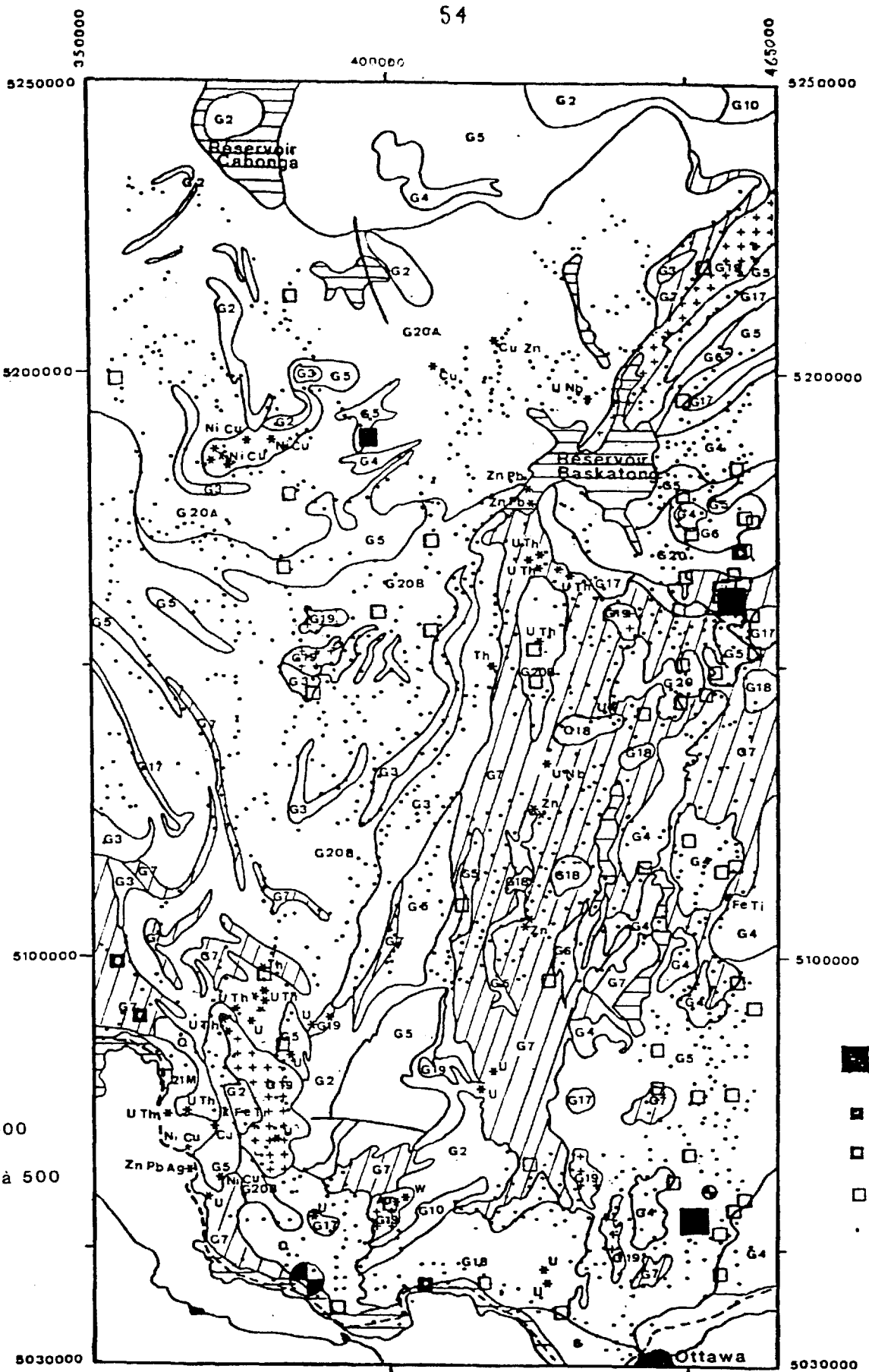
(Sb, Zn, As, Cd)

400000  
Échelle 1:1 000 000



Kilomètres

18. Cartographie du facteur F2T



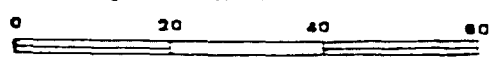
# Zn-C

## Pb-C

- ◐ > 500
- ◑ 300 à 500

- > 500
- ▣ 300 à 500
- ◻ 200 à 300
- ◻ 100 à 200
- < 100

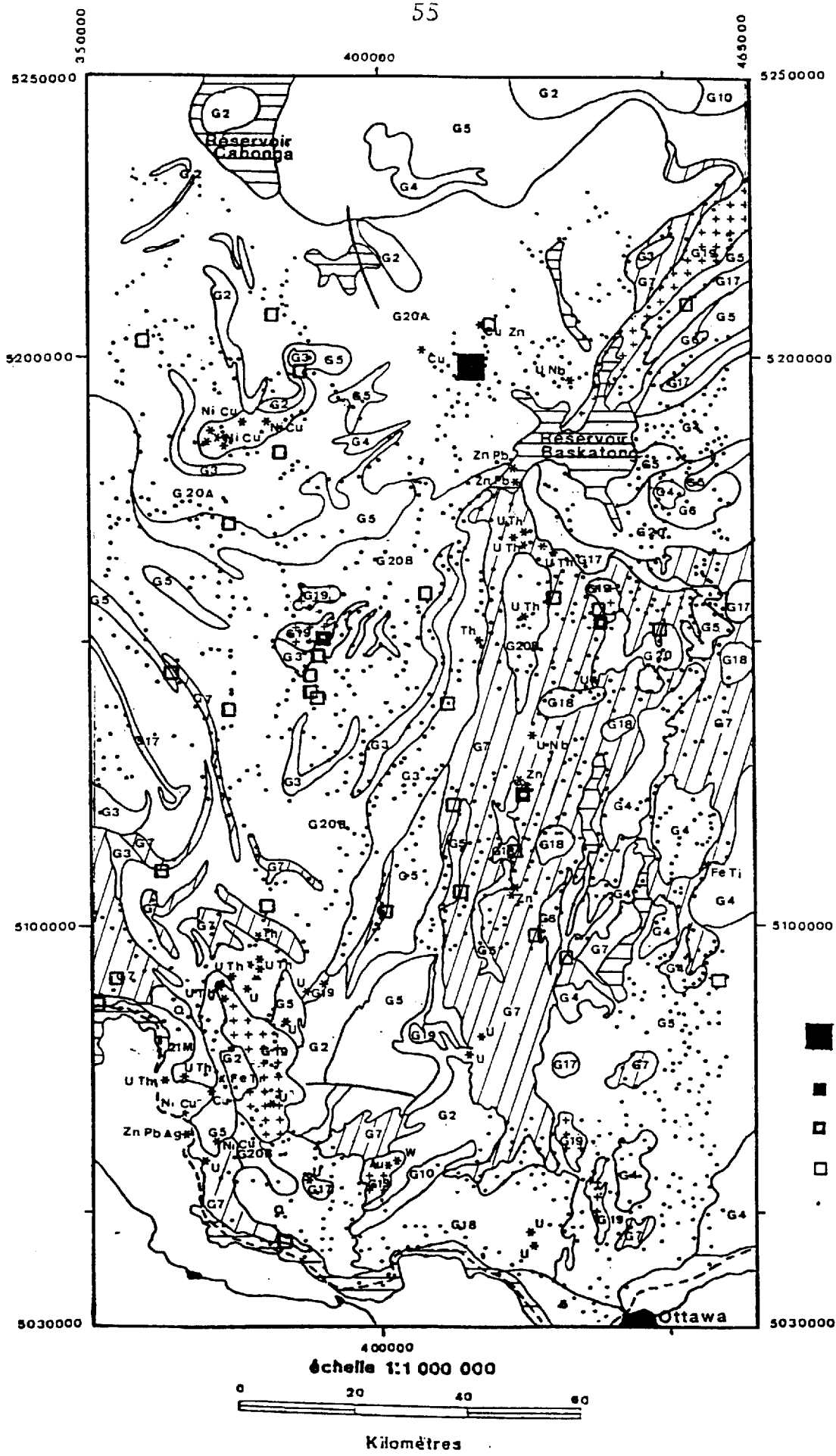
400000  
 échelle 1:1 000 000



Kilomètres

19. Cartographie du zinc "chimique"





**ZN/**

20. Cartographie du rapport fraction lourde/fraction fine pour le zinc

Mont-Laurier, tantôt associé à des oxy-hydroxydes de fer, au Nord d'Ottawa.

La cartographie de la fraction chimique (Zn-C) du zinc souligne deux zones de fortes anomalies, l'un au Nord-Ouest d'Ottawa, l'autre au voisinage de Mont-Laurier (figure 19). On sait que des indices sont connus dans ce dernier secteur (JOURDAIN, comm. orale).

La cartographie de la fraction détritique rehaussée (Zn/) fait ressortir une forte anomalie à l'ouest du réservoir Baskatong; de nombreuses anomalies plus faibles apparaissent au niveaux des indices connus, dans le secteur de Bouchette, mais aussi dessine une traînée près du Lac David.

#### c. Cuivre

La cartographie de la fraction détritique réhaussée du cuivre (Cu/) fait apparaître plusieurs secteurs anomaux (figure 21). Ces anomalies sont localisées tantôt dans le bassin de Mont-Laurier, en particulier à l'Ouest des minéralisations de Maniwaki, tantôt associées aux zones à caractère alcalin (Nord d'Ottawa, Lac David, E-Baskatong, etc.), ou dans le coin Nord-Ouest du secteur étudié, dans et au Nord du sill du Lac Renzy.

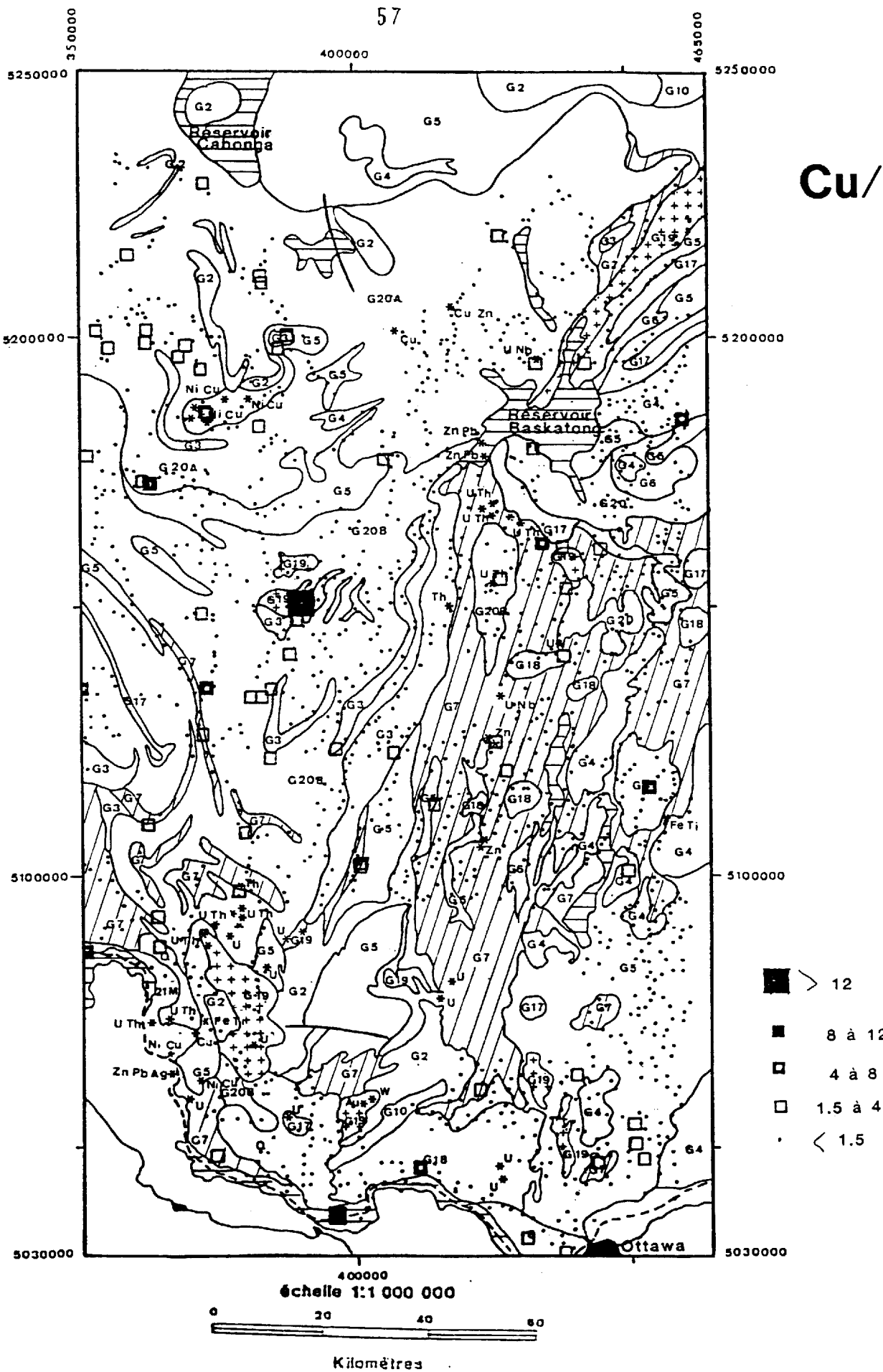
Le cuivre chimique (figure 22) montre 4 anomalies très fortes (supérieure à 80 ppm) dans le socle aphébien: aucune minéralisation ne semble connue à leur voisinage (canton Gillies)

### 63. Anomalies en métaux précieux

#### a. Or

Existe-t-il un moyen de tracer l'or par des associations élémentaires qui viendrait compléter les données brutes? les études factorielles ont montrés que seul l'association avec le selenium ou l'arsenic était significative.

Si l'on reporte les valeurs en or non anomaliques dans les fractions fines en fonction du fer chimique (Fe-C), on constate une légère corrélation: les échantillons qui contiennent le plus



21. Cartographie du rapport fraction lourde/fraction fine pour le cuivre



d'or se situent autour de -20 centièmes de % Fe, ce qui signifie que le fer est partagé entre les deux fractions, avec prédominance de la fraction lourde : il pourrait donc s'agir de pyrites aurifères. Les valeurs très anormales montrent un comportement pépitique, sans relation avec le fer : il doit s'agir de micro-pépites (figure 23).

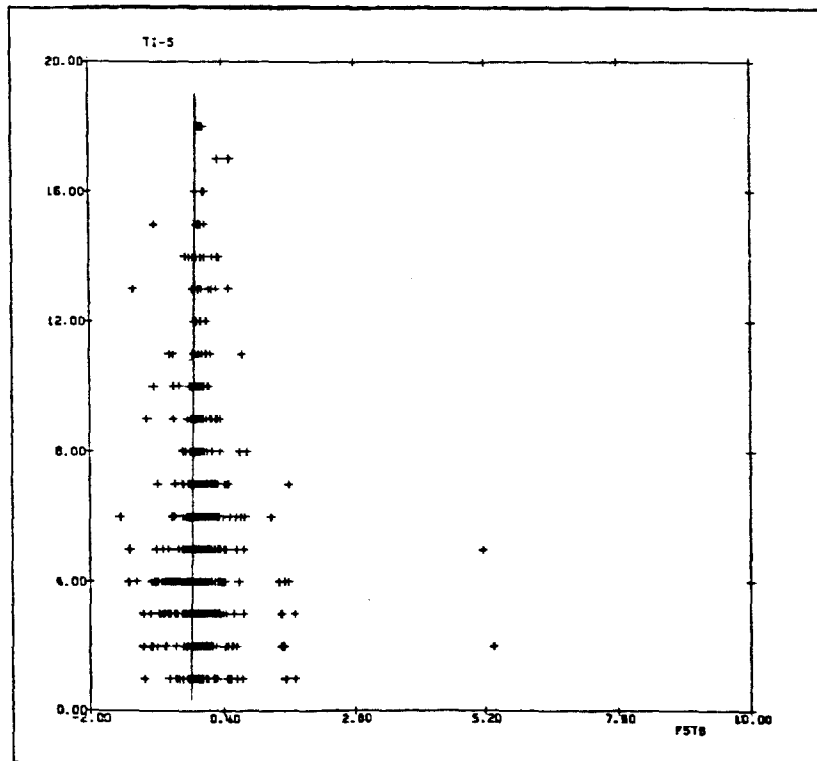
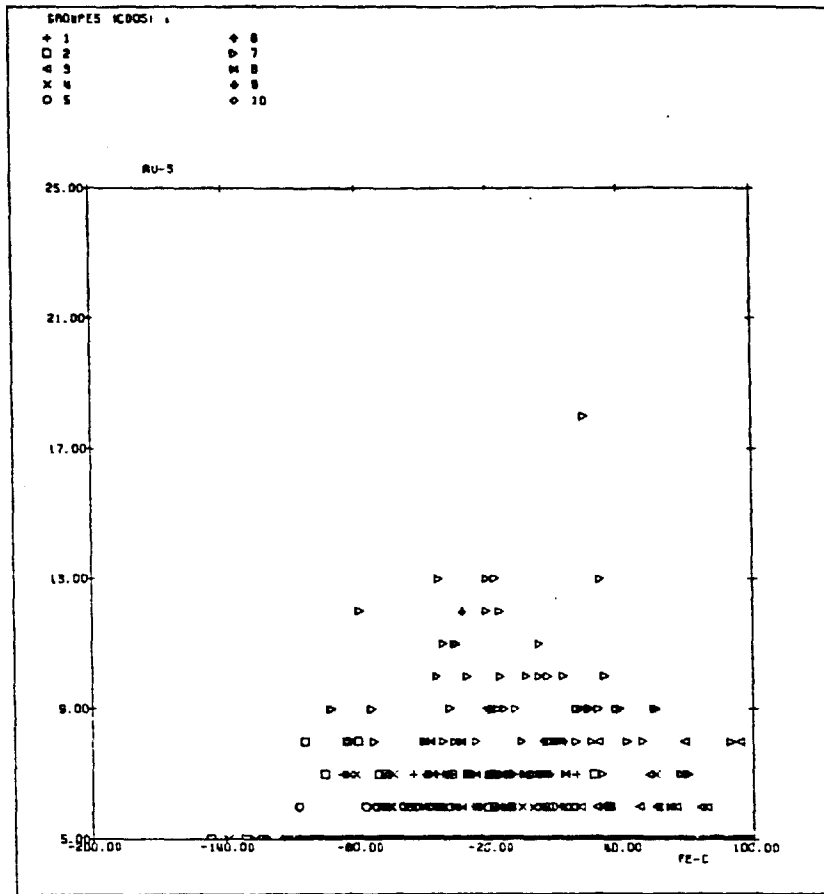
Par ailleurs, on sait que l'or est souvent associé à des zones de chloritisation intense. Ces chloritisations se marquent par la néoformation de minéraux titanés (rutile, anatase) qui peuvent éventuellement être concentrés dans les fractions lourdes. Néanmoins, le diagramme binaire de l'or associé au sélénium (facteur F5TB) en fonction du titane dans les minéraux lourds ne montre guère l'existence d'une corrélation (figure 23).

Le fond géochimique des sédiments de ruisseau est de l'ordre de 8 ppb. La cartographie des teneurs les plus élevées (figure 24) fait ressortir deux types d'anomalie :

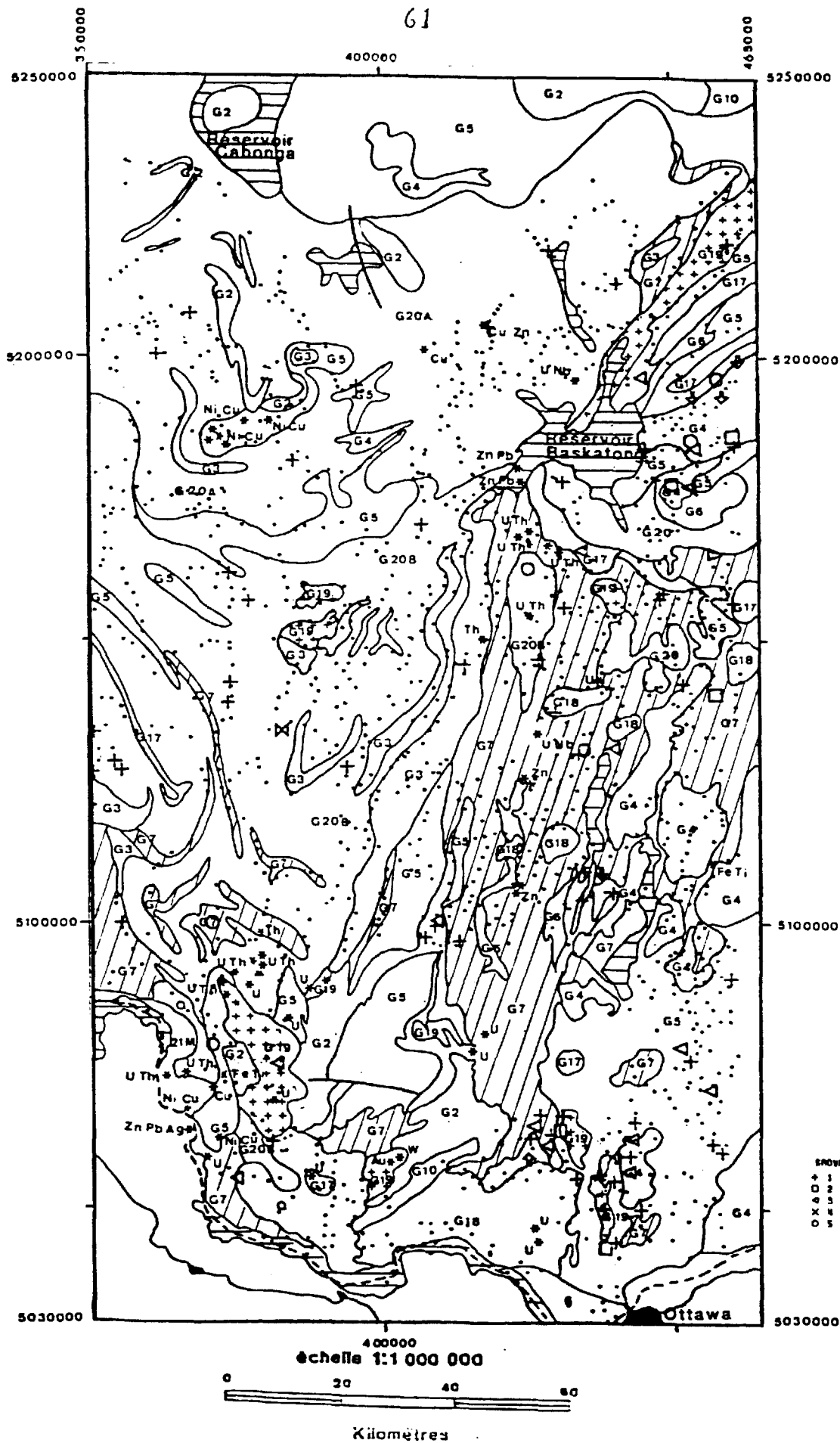
- Cinq points fortement anormaux, trois au Nord de la zone d'étude et deux à l'Est du secteur de Kabazabua. L'une d'entre elle est situé au voisinage d'indices qui pourraient correspondre à des formations de fer ;
- de nombreux points un peu moins anormaux, dans tout le synclorium de Mont-Laurier, et en particulier dessinant sa marge ouest .

Les anomalies mises en évidence par l'analyse factorielle des traces sur les variables bornées complètent sensiblement la carte des valeurs brutes de l'or. Le facteur F4TB regroupe Au et Se. Sa cartographie (figure 25) dessine le tour du bassin de Mont-Laurier. On sait que le gîte de Calumet occupe une telle position.

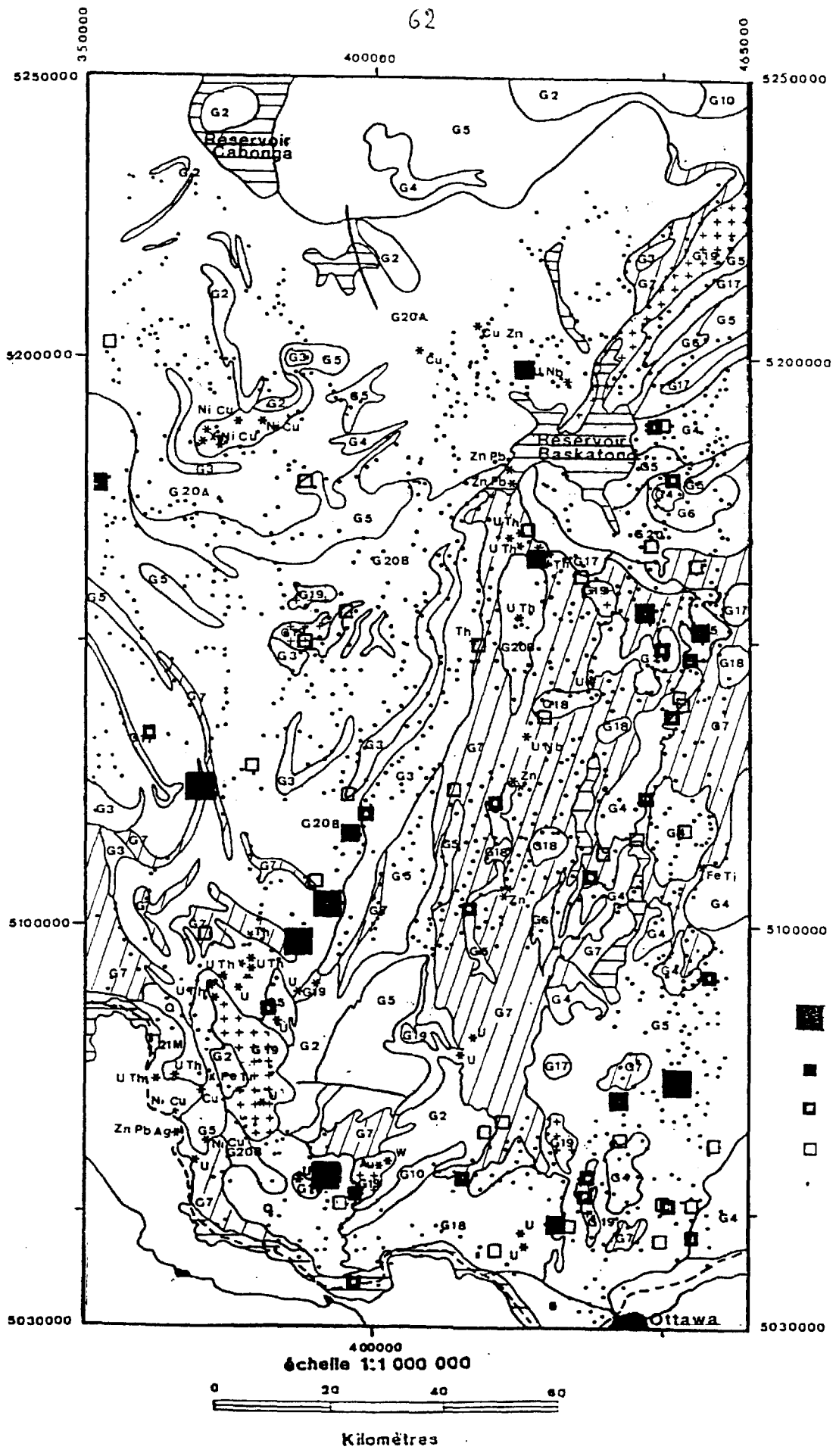
On observe ainsi une concentration remarquable sur sa marge occidentale, avec 4 points alignés selon un axe NNE-SSW. Cette zone pourrait avoir une signification en terme structural et correspondre à une mylonite. On sait que de tels contextes sont



23. Relations de l'or avec le fer chimique et avec les minéraux titanés



24. Cartographie de l'or dans la fraction fine



# F4TB

(Au, Se)

25. Cartographie de l'axe F4TB , associant or et selenium



favorable pour des gîtes de type filonien ainsi qu'on a pu l'observer plus au Sud-Ouest dans la partie ontarienne de la CMB.

A l' Est de Maniwaki, on observe une anomalie en Au-ML, à caractère plus polymétallique, avec Ba, Sb-ML, Se-ML, W.

#### b. Argent

Aucune anomalie nette n'apparaît en première analyse, sauf celle associée au plomb (point 291, avec 32 ppm Ag et 4910 ppm Pb). F5TB (4.4 %) correspond à l'argent. Trois valeurs sont très élevées dans le bassin de la Gatineau .

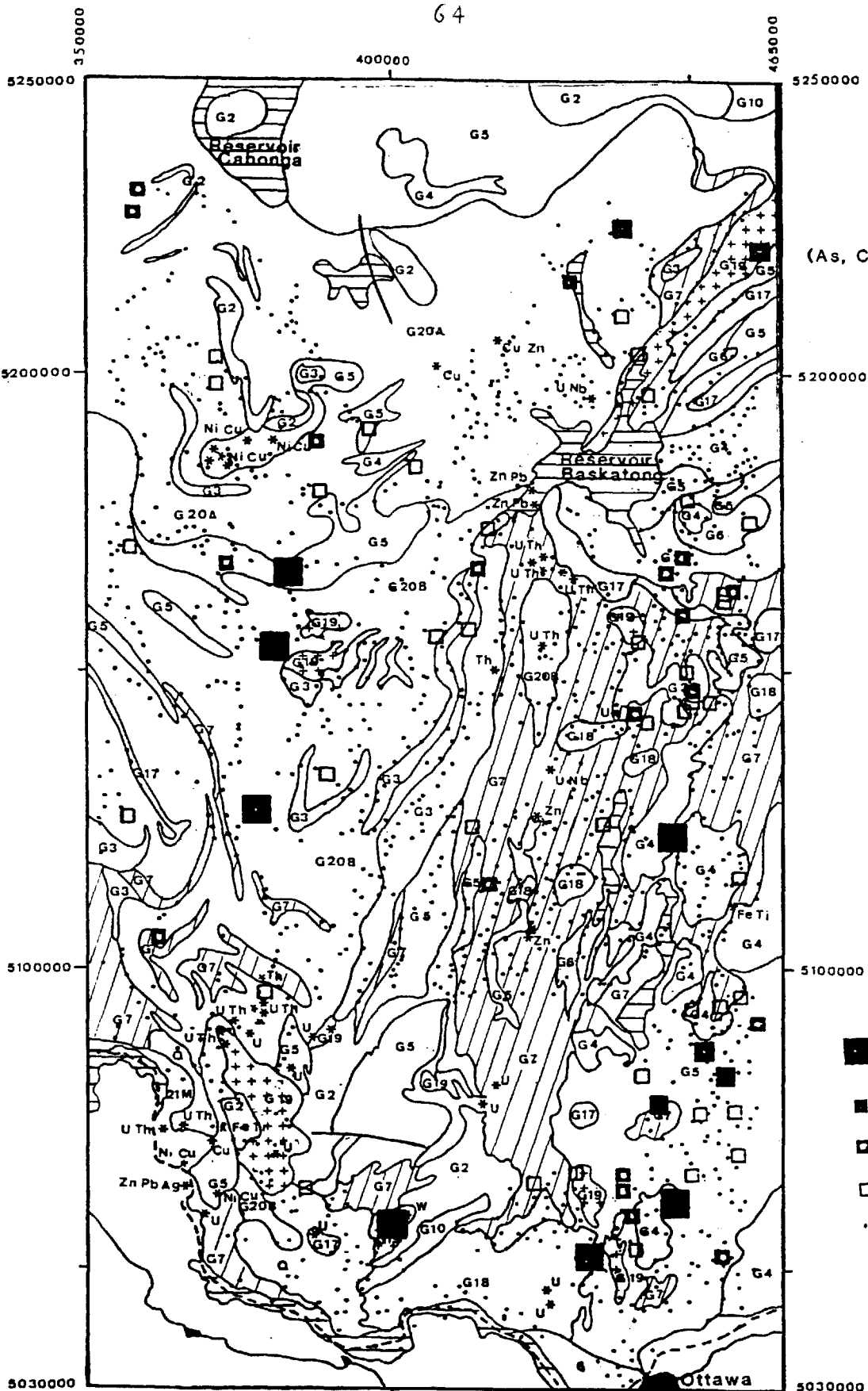
Ni l'or, ni l'argent ne sont pris en compte par les facteurs associés aux éléments majeurs. Ces éléments occupent le coeur des projections factorielles. On peut donc affirmer que ces minéralisations aurifères sont indépendantes du contexte lithologique.

#### c. Arsenic et mercure

Ces éléments sont des accompagnateurs traditionnels de l'or. Dans les sédiments de ruisseau, une seule anomalie à arsenic (21 ppm) se détache significativement du fond, inférieur à 10 ppm. Cette anomalie montre une association à Ba(300 ppm), Ce, Co.(point 5299). ppm), 495 (18 ppm), 781 (12 ppm), 834 (12 ppm),

Trois anomalies en mercure apparaissent dans les sédiments de ruisseau: les échantillons 4151 (1890 ppb), 4191 (1890 ppm), 4256 (2450 ppb) . Ces anomalies pourraient tracer des minéralisations à caractère épithermal ainsi qu'il en a été signalé dans un contexte semblable en Ontario (Clyde Fork).

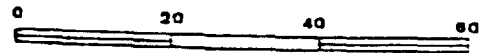
La cartographie du facteur F2TB fait ressortir des anomalies polymétalliques élevées au Nord d'Ottawa, au Sud de Mont-Laurier, sans doute au voisinage d'intrusions, et dans la zone de



# F2TB

(As, Cd, Hg, Pb, Sb, Zn)

échelle 1:1 000 000



Kilomètres

26. Cartographie de l'axe F2TB

socle au Sud du Lac Renzy : ces anomalies restent inexplicées (figure 26)

#### 64. Anomalies en terres rares, U

La cartographie du facteur F1B, correspondant aux terres rares fait ressortir avec netteté deux grands secteurs lithologiques: au Nord-Ouest, le socle est pauvre en terres rares, au Sud-Est, le bassin de Mont-Laurier est plus riche.

La carte de la somme des terres rares fait apparaître trois zones de concentrations et deux points très élevés (figure 27): les zones sont, du Nord au Sud :

- \* l'Est du réservoir Baskatong, une vaste zone anormale très riche en uranium et thullium, situé sur les gneiss, en aval de granitoides. Aucun indice de ce type n'y est connu. Il s'agit probablement de syénites alcalines donnant des concentrations nombreuses (pegmatites et skarns ?);

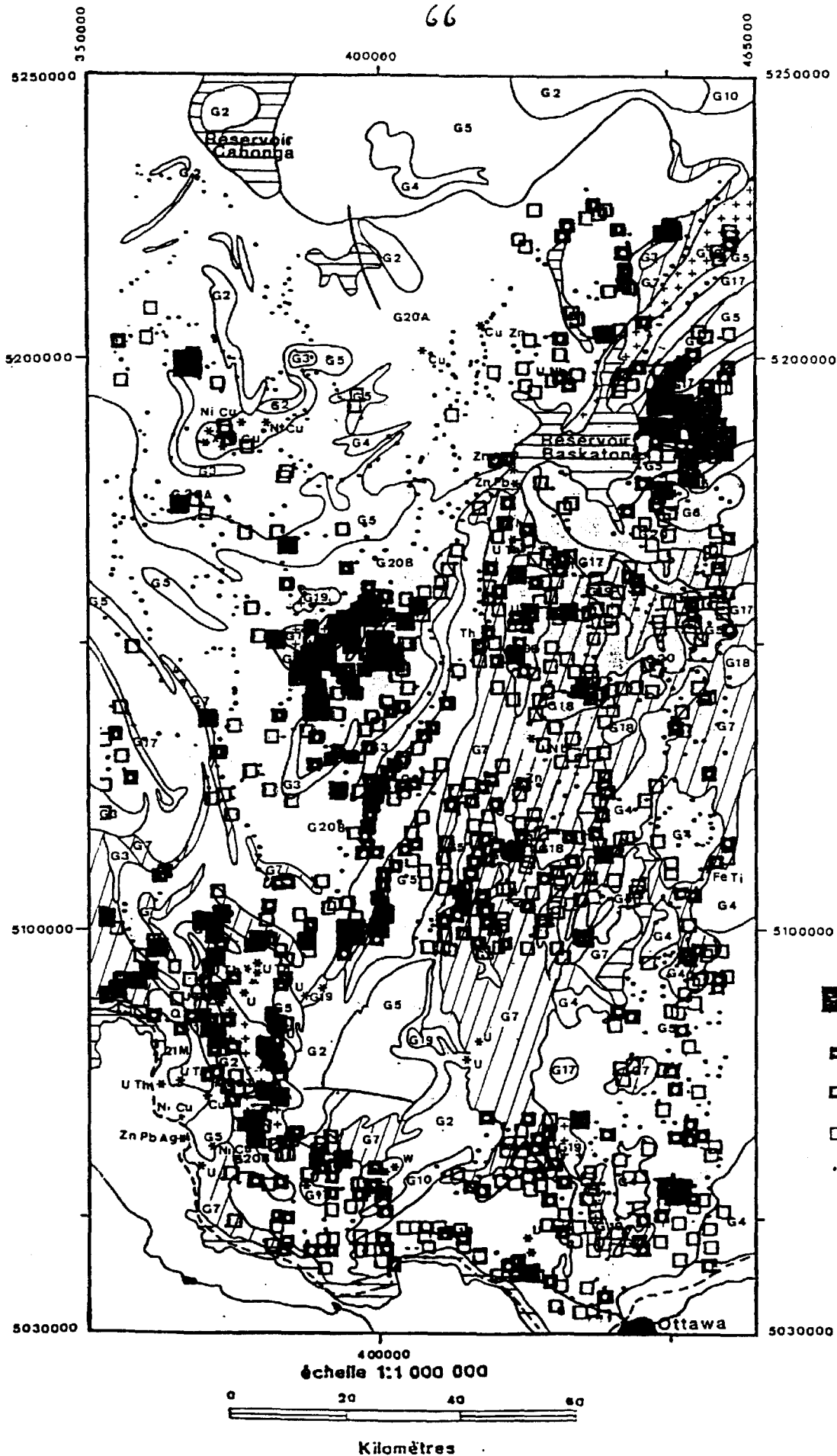
- \* Dans le secteur du Lac David, au Sud-Ouest de Grands Remous, une vaste zone anormale, encore plus riche en terres rares, mais sans uranium, associé à une intrusion ;

- \* Dans le secteur Nord-Calumet, au voisinage des indices d'uranium connus.

- \* Des anomalies isolées sont situés au Nord d'Ottawa, au voisinage des indices pegmatitiques et métasomatiques connus, et au Nord du Lac Renzy.

On remarquera que la plupart de ces anomalies ressort nettement sur la carte du phosphore chimique (figure 28).

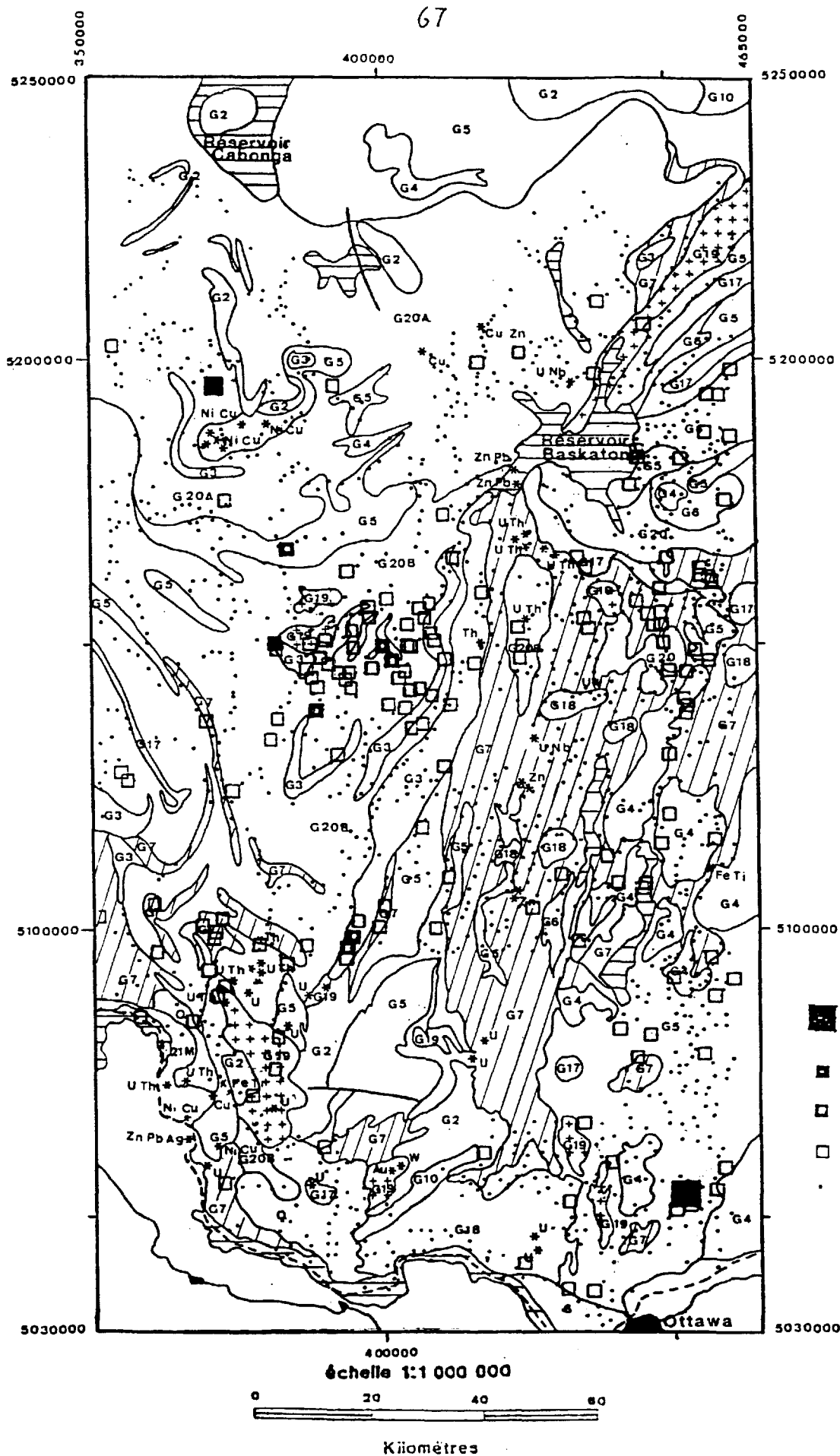
Le diagramme Sr-K (fig. 29) illustre la position du strontium tantôt associé aux phases feldspathiques, tantôt suivant le comportement des terres rares. La carte du rapport Sr/K fait ressortir des zones similaires à celle de la sommes des terres rares. Ce chapelet de zones à caractère alcalins se parallélise avec la ligne Mc Arthur de Wyne-Edwards, limitant le socle, et avec des linéaments de télédétection NE-SW.



# SOTR

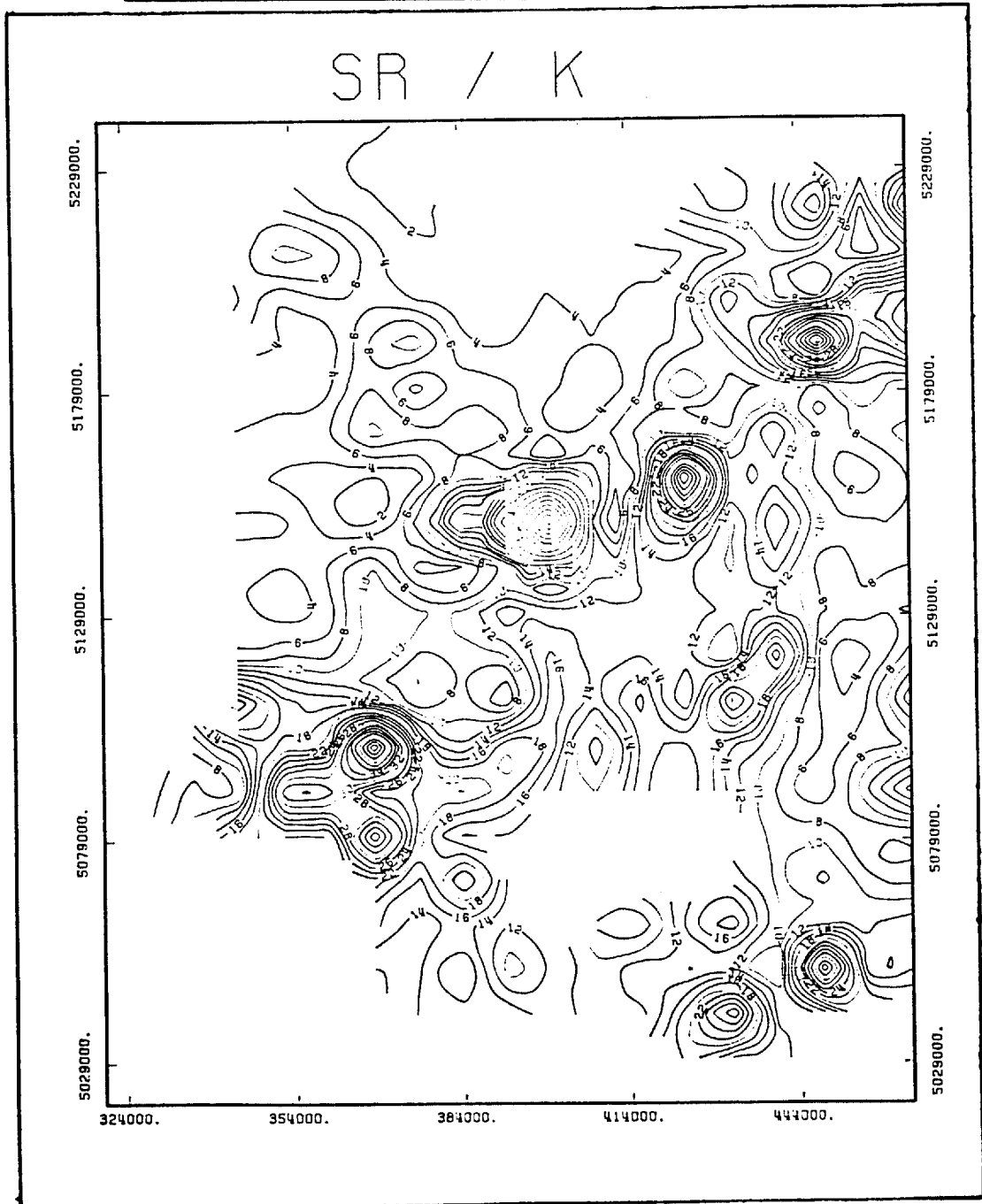
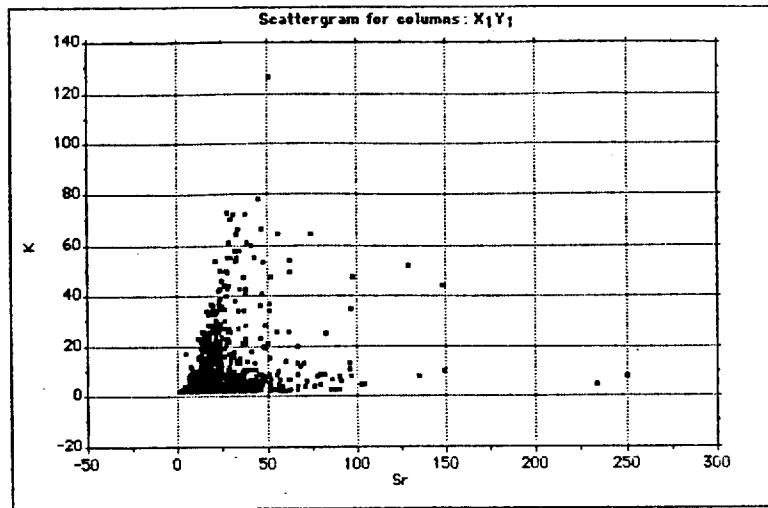
(terres-rares)

27. Cartographie de la sommes des terres rares (fraction lourde)



P-C

28. Cartographie du phosphore "chimique"



29. Diagramme binaire et cartographie du rapport Sr/K dans la fraction fine

## 65. Anomalies en chrome

Le chrome est un traceur précieux pour les minéralisations en Ni-Cu ou en platinoides.

Une assez bonne corrélation existe entre le chrome et l'aluminium; le rapport moyen Cr/Al est de l'ordre de 0.25, ce qui correspond probablement à un mélange entre la composition des chromites et des minéraux alumineux ; la figure 30 montre la répartition des échantillons dans un diagramme binaire. Trois points montrent un rapport Cr/Al plus élevé, autour de 0.75, indicatif d'une association de minéraux lourds où les chromites constituent l'essentiel.

Le facteur F4T correspond à une association mafique typique à Cr, Cu, Ni et V. Ce facteur apparaît en négatif. On l'a donc inversé pour produire une carte (figure 31). D'une manière générale, les valeurs les plus élevées sont limitées à l'Est de la zone d'étude, dessinant deux trainées sub-méridiennes. Quatre zones montrent des valeurs très élevées : deux échantillons en limite N-W et Nord du secteur, un échantillon au dessus de Calumet, un échantillon en bordure du graben d'Ottawa

Le chrome seul ou le facteur F6B montre des anomalies au Lac Renzy, au Nord d'Ottawa, et au Nord-Est de Calumet (figure 31)

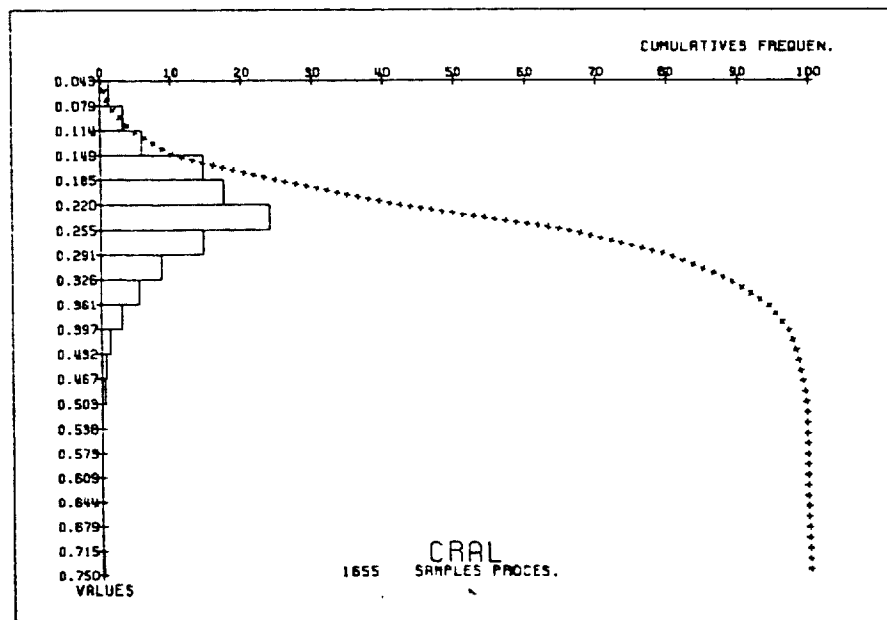
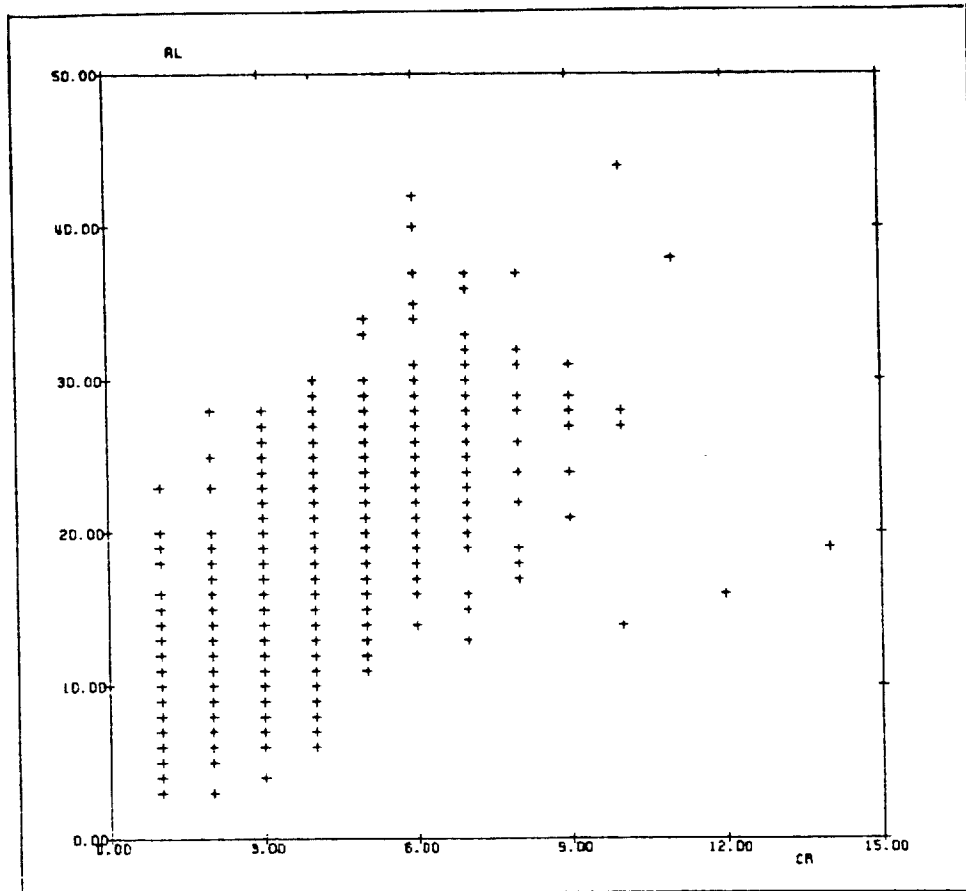
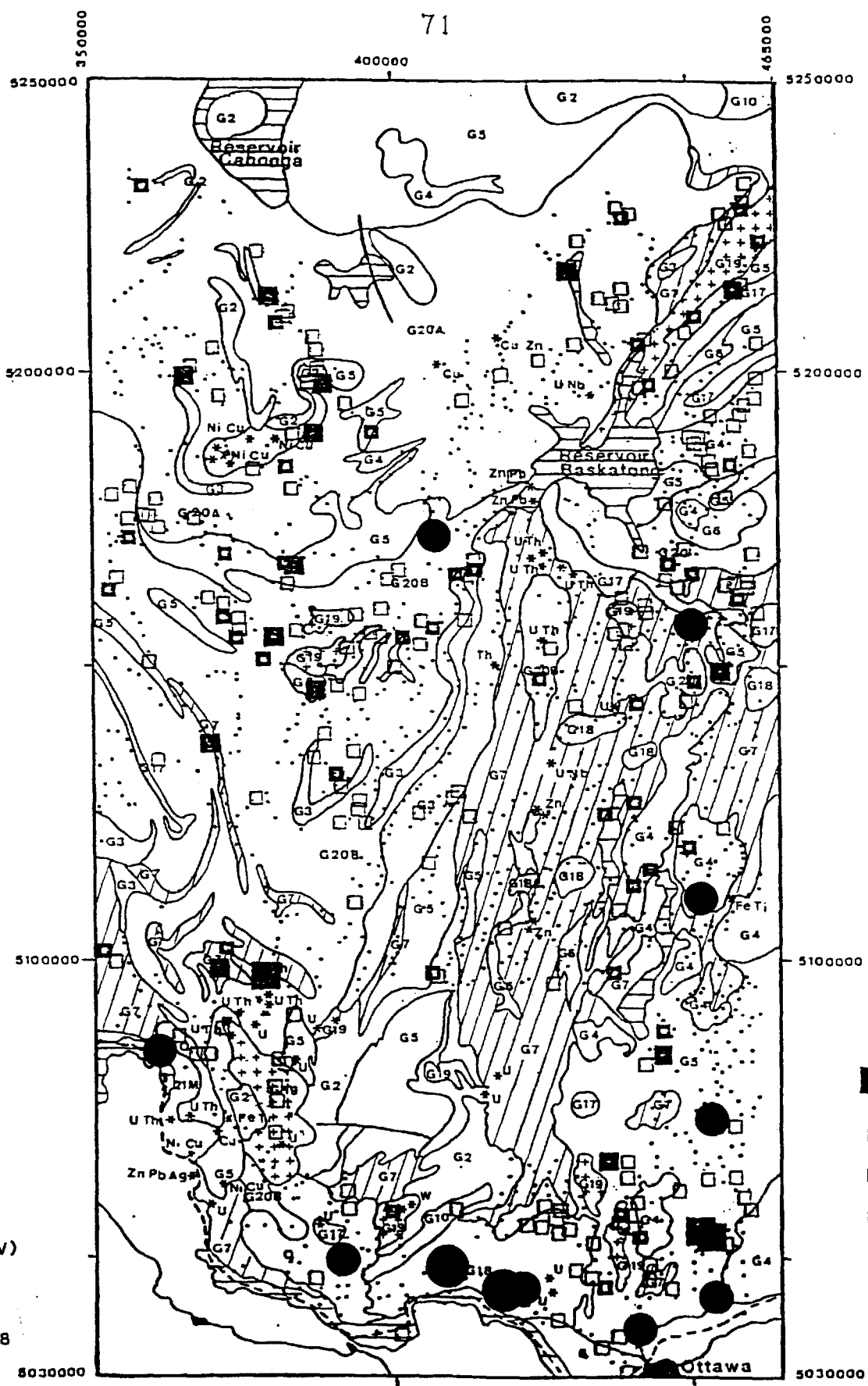


figure 30 : corrélation entre le chrome et l'aluminium (en haut), et histogramme de la répartition du rapport Cr/Al dans les minéraux lourds





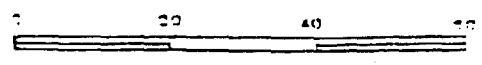
# F6B

(Cr)

- > 4
- 3 à 4
- 2 à 3
- 1 à 2
- < 1

- F4T**  
(Cr, Ni, V)
- > 8
  - 6 à 8

400000  
 échelle 1:1 000 000



Kilomètres

31. Cartographie de l'axe F6B

## 7. CONCLUSIONS

L'étude géochimique des résultats des levés géochimiques des sédiments de ruisseaux et des minéraux lourds de la Gatineau conduit à trois grands types de résultats :

### \* des résultats métallogéniques

La géochimie confirme et élargit le caractère polymétallique de la province du Grenville. De nombreuses substances fournissent des anomalies, et en particulier :

- les métaux de base, avec la mise en évidence de nouvelles zones zincifères à l'Est des indices connus de Maniwaki-Gracefield et de zones anormales le long du contact occidental des calcaires (figure 32) ;

- l'or, avec plusieurs anomalies ou l'or est seul ou associé à du selenium, parfois le long du contact occidental des calcaires ; l'association locale avec le mercure suggère la possibilités de découvrir des gîtes à caractère épithermal (figure 33).

- les terres rares, avec la mise en évidence de deux grandes zones d'intérêt, au Lac David et à l'Est du réservoir Baskatong. Au Nord d'Ottawa, on retrouve une signature comparable quoiqu'un peu plus polymétallique près des indices connus (figure 34)

### \* des résultats géologiques

La géochimie met en évidence des ensembles géochimiques cartographiables au sein des ensembles hautement métamorphiques de la province du Grenville; en particulier, elle souligne le bassin de Mont-Laurier, la présence de nouveaux complexes alcalins de l'Est du réservoir Baskatong qui complètent les observations de CORRIVEAU (1988).

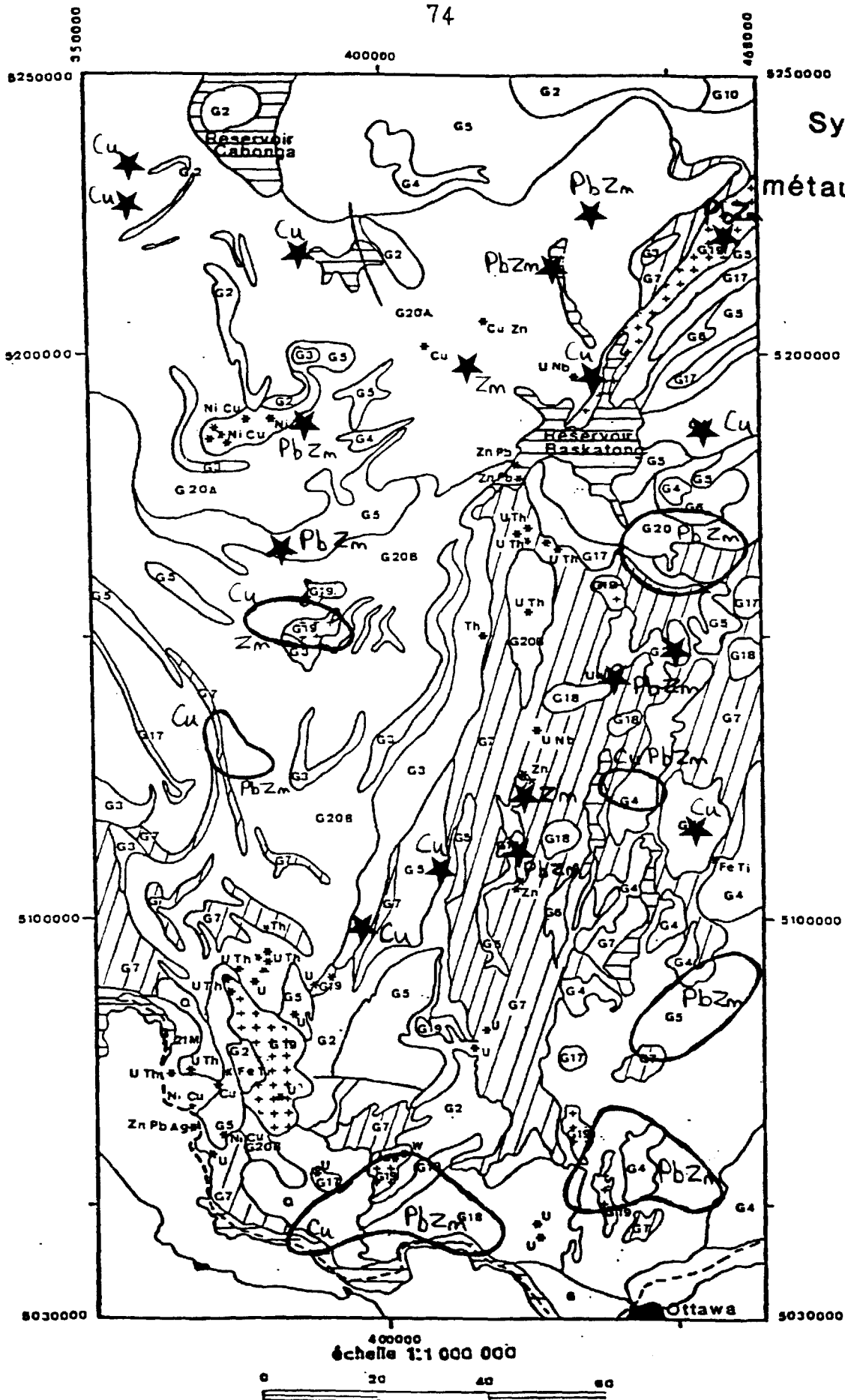
### \* des résultats méthodologiques

La comparaison entre les deux modes de prélèvement et de traitement des échantillons permet de reconnaître comment se fait la partition des teneurs au sein des sédiments terrigènes. Bien que le signal géochimique des minéraux lourds soit affaibli du fait du mode de traitement, on soulignera :

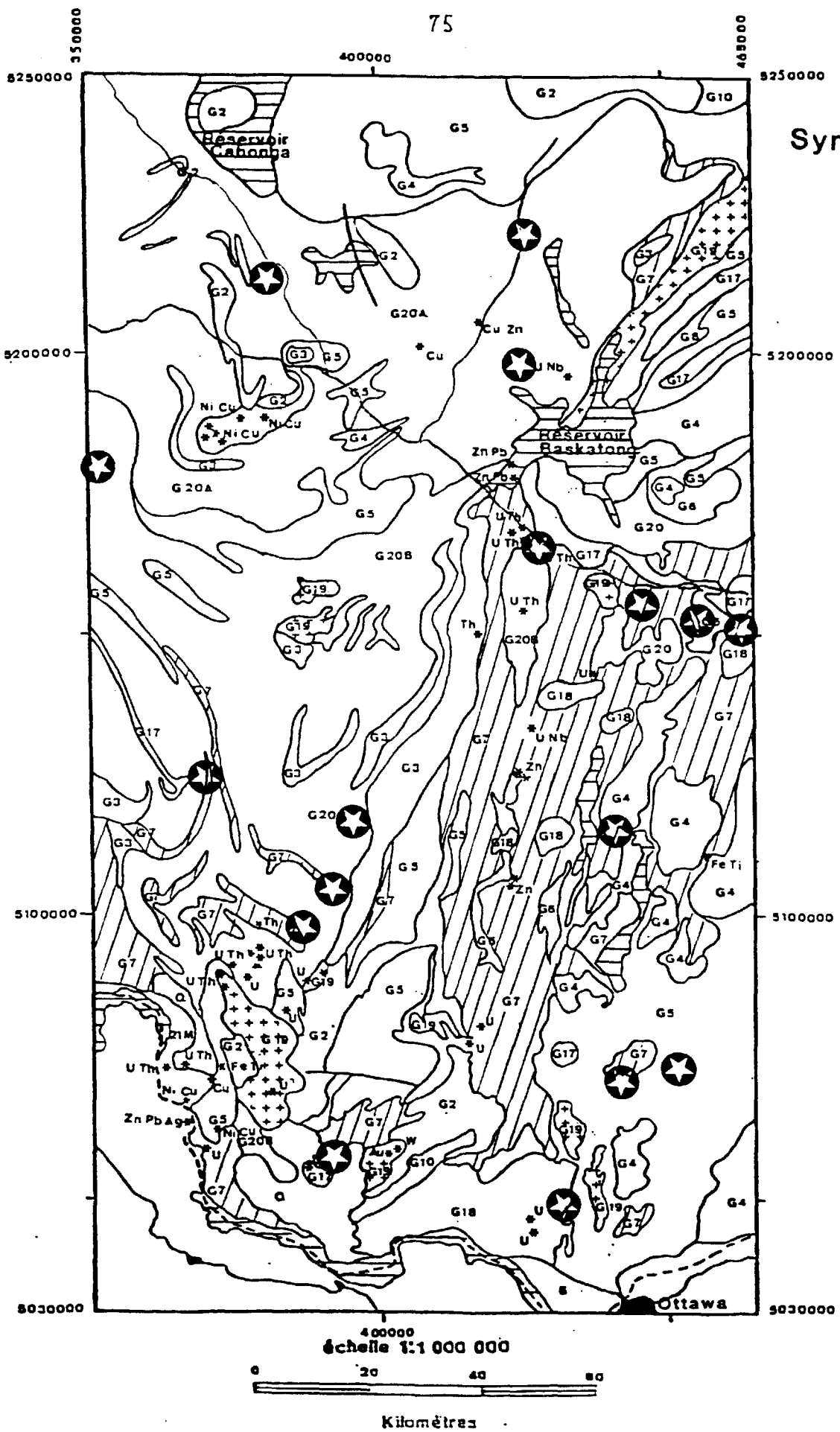
- le comportement des métaux de base, largement enrichis dans la fraction fine, et associés à des oxy-hydroxydes de fer
- le comportement de l'or, enrichi dans la fraction fine, mais un peu mieux contrasté dans la fraction lourde ;

La seconde partie de ce travail devrait permettre d'analyser à une échelle plus fine les phénomènes de transport géochimique dans la Gatineau ; on s'attachera en particulier :

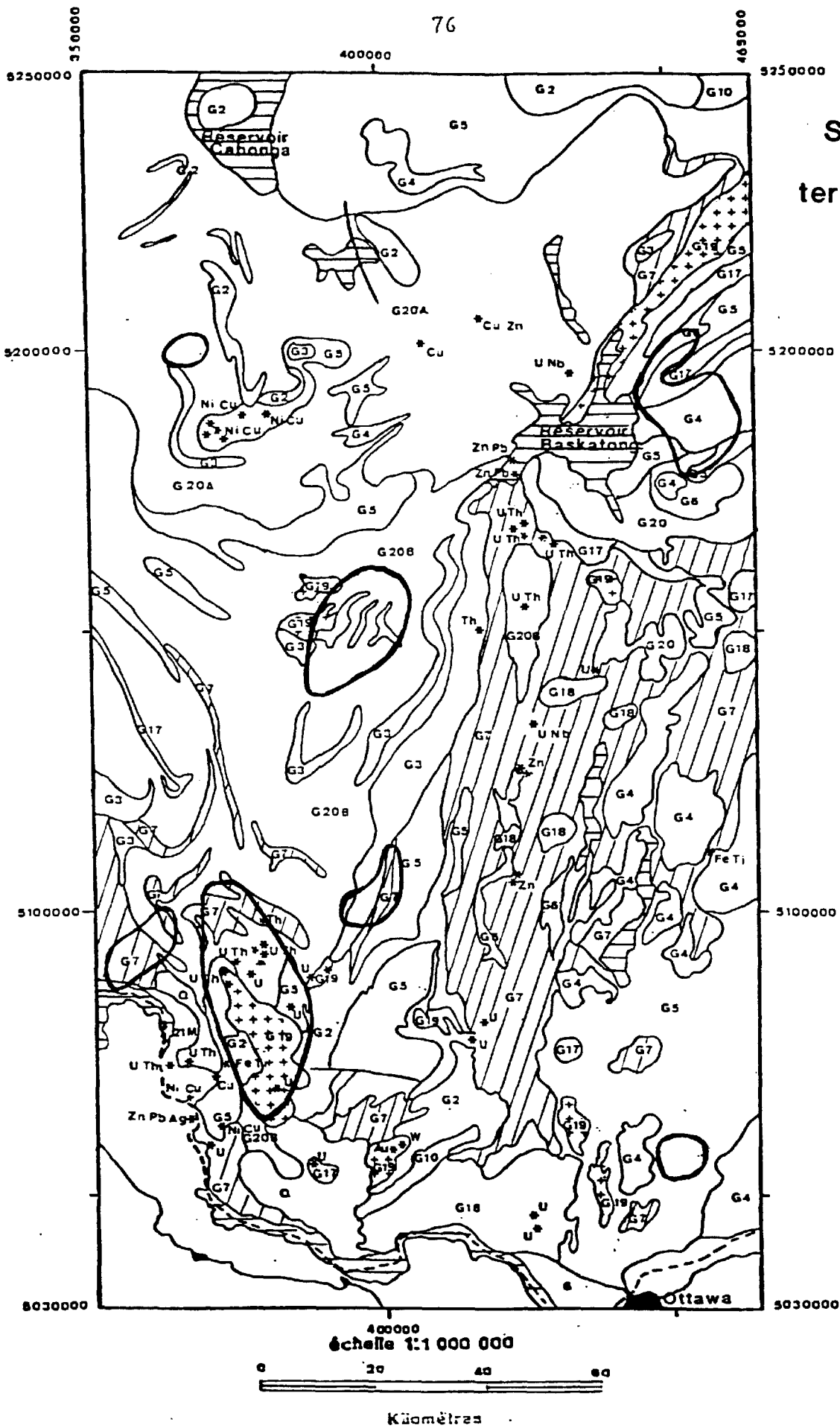
- à déterminer le support minéralogiques des anomalies en Zn-Pb à l'est de Maniwaki, en les comparant aux faibles anomalies enregistré à l'aval des gîtes connus du district,
- à comparer les anomalies en or seul et en or associé (or-se),
- à déterminer l'origine de l'anomalie en terres rares à l'Est du Baskatong.



32. Synthèse des anomalies pour les métaux de base (sédiments de ruisseau et minéraux lourds)



33. Synthèse des anomalies pour l'or (sédiments de ruisseau et minéraux lourds)



34. Synthèse des anomalies pour les terres rares (sédiments de ruisseau et minéraux lourds)



## REFERENCES

- AVRAMTCHEV L., PICHE G. (1981) Carte des Gîtes minéraux du Québec, région de Laurentie-Saguenay, Ministère de l'Energie et des Ressources, DPV 809
- BISHOP C., JOURDAIN V. (1987) Grenville polymetallics - The Montauban and Grand Calumet deposits - Norther Min. Mag., Décembre 1987, pp. 15-17
- CHOINIÈRE J. (1984) Géochimie des minéraux lourds - région de Kazabazua (Gatineau) Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec, DV 83-10
- CHOINIÈRE J. (1988) Géochimie des minéraux lourds - région de la Gatineau - Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec, MB88-35
- CHOINIÈRE J., LEDUC M. (1988) Géochimie des sédiments de ruisseau dans la région de Kazabazua - Complément d'analyse, Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec, DP 99-14
- CORRIVEAU L., GORTON M.P. Precambrian potassic plutons in the Central Metasedimentary Belt of the Grenville Province- Grenville workshop, Gananoque, Ont., Friends of Grenville, résumés
- DOIG R. (1977) Rb-Sr geochronology and evolution of the Grenville Province in northwestern Québec, Canada - Geol. Soc Am. Bull., 88, pp. 183-185
- DRESSER J.A., DENIS T.C. (1951) Géologie du Québec, vol. III, Géologie économique - Ministère des Mines, Province de Québec, rapport géologique 20
- GAUTHIER M. (1982) Métallogénie du zinc dans la région de Maniwaki-Gracefield, Québec, MM 82-03
- GAUTHIER M., MORIN G., MARCOUX P. (1985) Minéralisations aurifères de la partie centrale de la Province de Grenville, Bouclier Canadien - CIM Bull., vol. 78, n. 874, pp. 60-69
- GAUTHIER M., BROWN A.-C. (1986) Zinc and iron metallogeny in the Maniwaki-Gracefield District, Southwestern Québec - Economic Geol., vol. 81, pp. 89-112
- HOGARTH D.D. (1988) Chemical composition of fluorapatite and associated minerals from skarn near Gatineau, Québec - Mineralogical Mag., 52, pp. 347-358



INDARES A., MARTIGNOLE J. (1985) The Montréal - Val d'Or geotraverse - Field Guidebook, Friends of Grenville, Univ. Mottréal, 72 p.

LUMBERS S.B., VERTOILI V.M. (1988) Fenitization and carbonatite emplacement within the CMM, Grenville Province, Ontario-Grenville workshop, Gananoque, Ont., Friends of Grenville, résumés p. 10

POIRIER S. (1988) Etude métallogénique de gîtes de nickel, cuivre et platinoides de l'Ouest de la province de Grenville, Québec. Thèse de Maitrise, UQAM, inédit, 299 p.

WYNNE-EDWARDS H.R., GREGORY A.F., HAY P.W., GIOVANELLA C.A., REINARDT E.W. (1966) Mont-Laurier and Kempt Lake areas, Québec (31 J and 31 O). Geol. Surv. Canada, paper 66-32, 32 p.

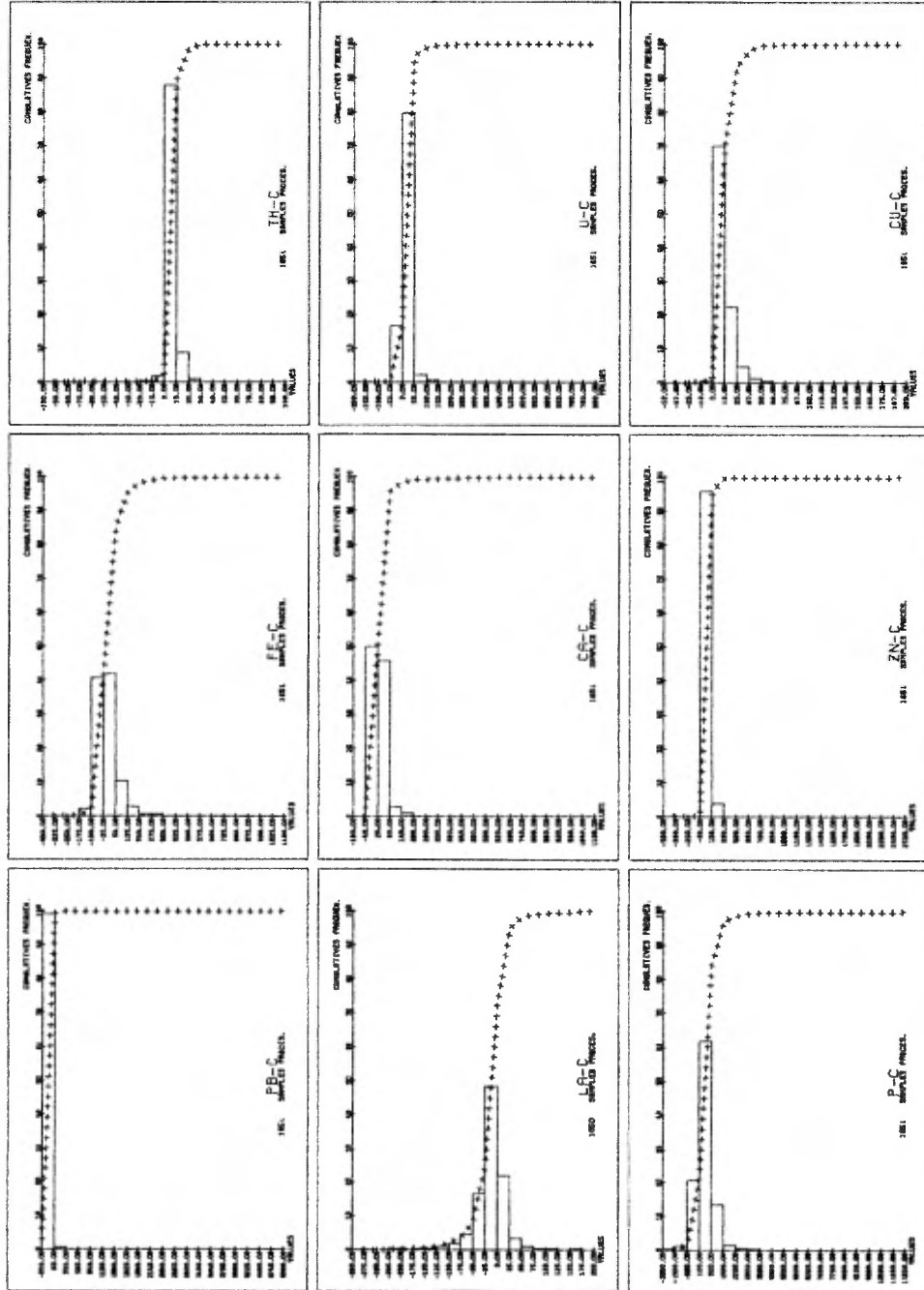
## LISTE DES FIGURES

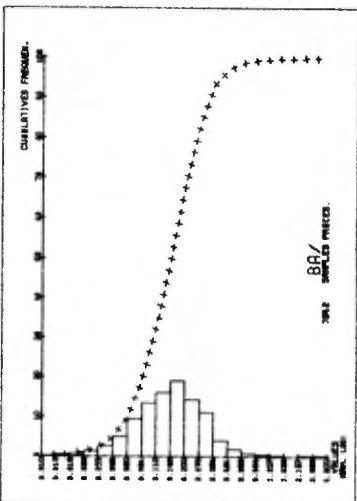
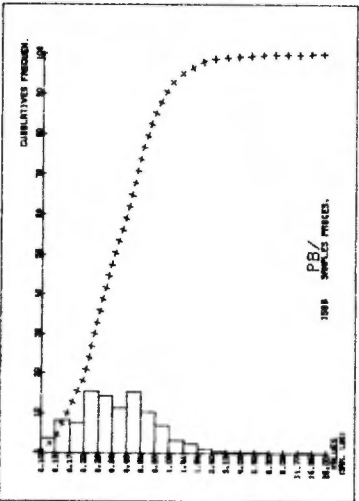
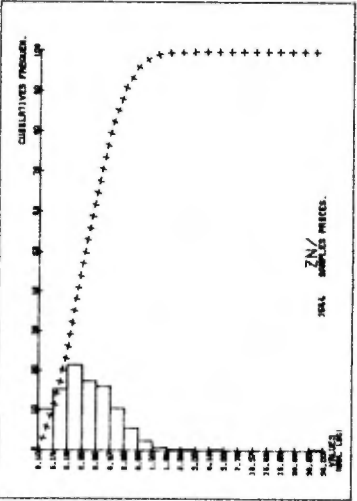
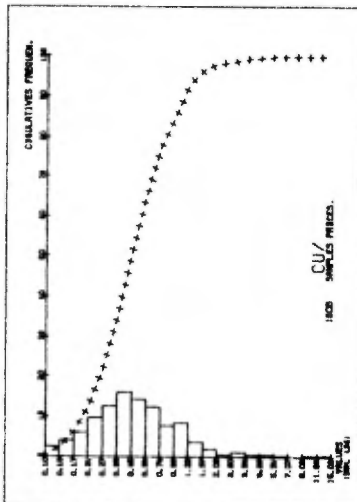
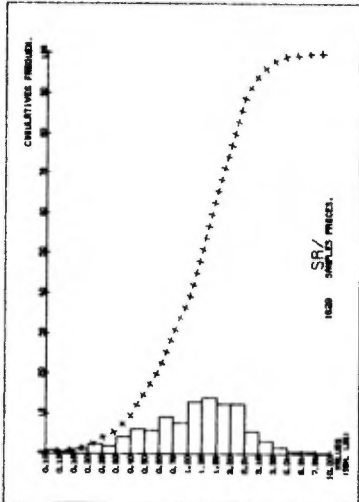
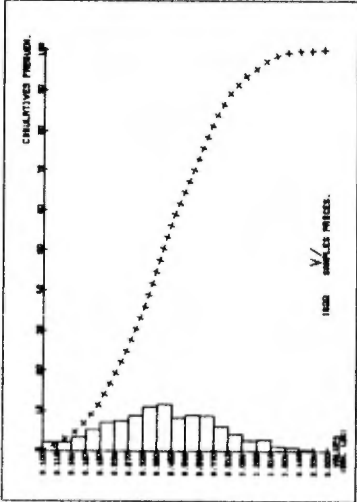
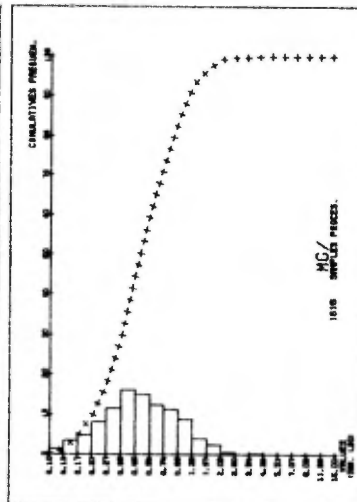
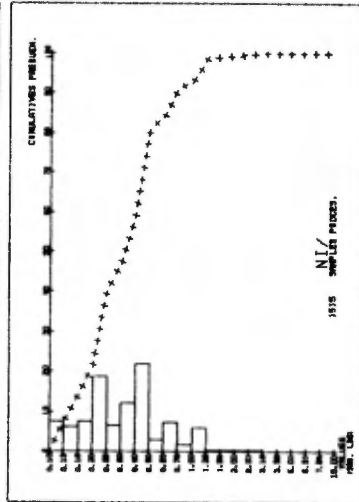
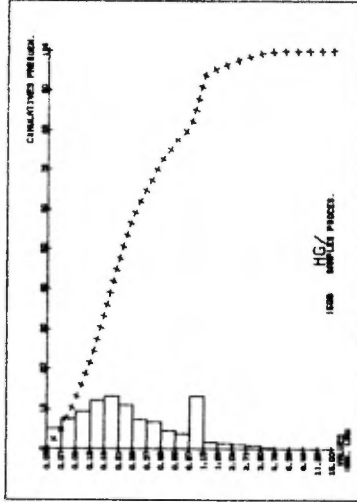
1. Situation de la zone étudiée au sein de la province du Grenville
2. Esquisse géologique de la zone étudiée, d'après la carte à 1/250 000
3. Plans factoriels de l'ACP FnM
4. Plans factoriels de l'ACP FnT
5. Corrélation entre zinc chimique et fer chimique
6. Comparaison des teneurs élémentaires dans les sédiments de ruisseaux et les minéraux lourds
7. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau : calcium et or
8. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau : lanthane et phosphore
9. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau : cuivre et baryum
10. Relations entre minéraux lourds et sédiments de ruisseau : zinc et plomb
11. Relations entre baryum et strontium dans les échantillons
12. Relations entre arsenic et mercure, entre cobalt et nickel dans les échantillons (X/ = rapport de l'élément dans la fraction lourde sur l'élément dans la fraction fine)
13. Cartographies des axes factoriels établis sur les éléments majeurs : F1M , F2M
14. Cartographies des axes factoriels établis sur les éléments majeurs : F3M , F4M
15. Répartition des 10 groupes distinguées par la CAH
16. Diagramme binaire et cartographie du rapport Ni/Co
17. Cartographie du facteur F3T
18. Cartographie du facteur F2T
19. Cartographie du zinc "chimique"

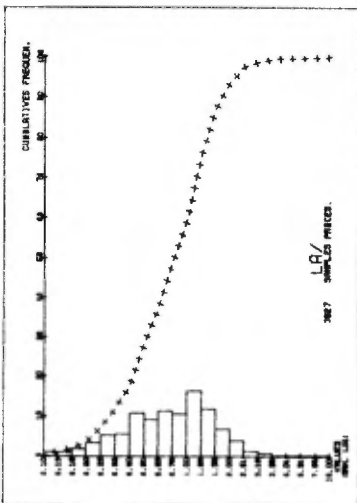
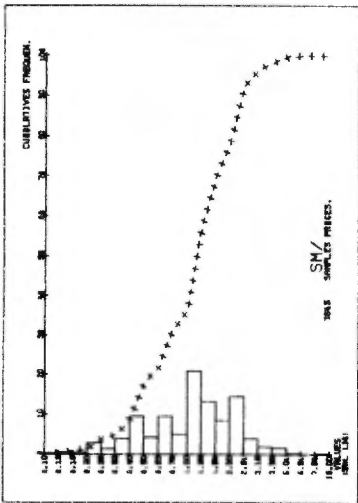
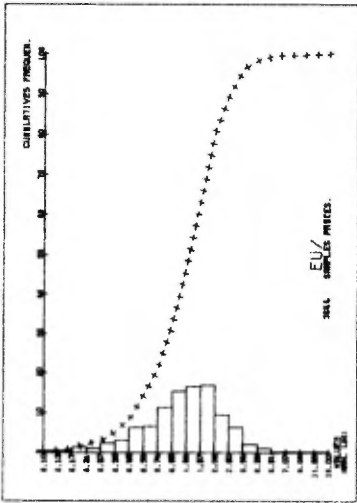
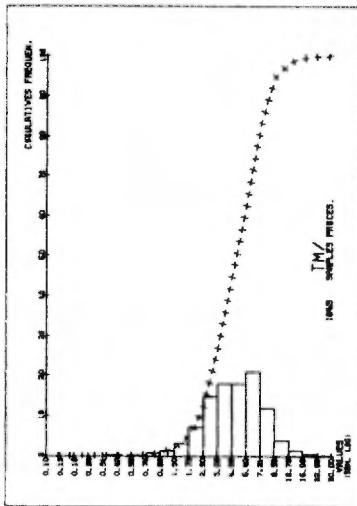
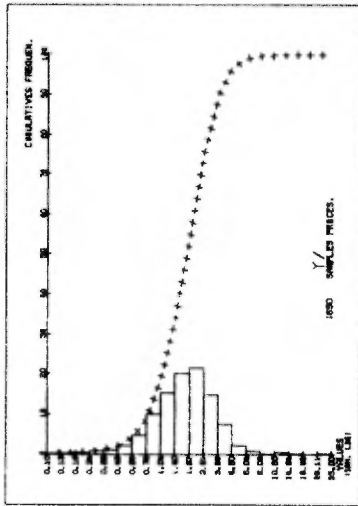
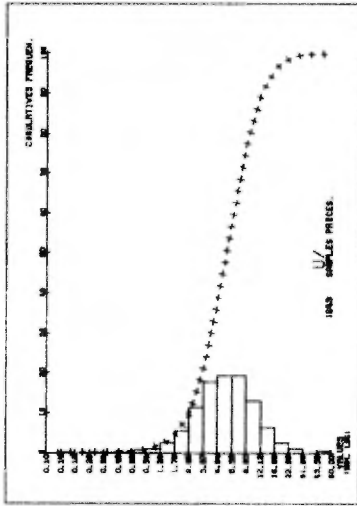
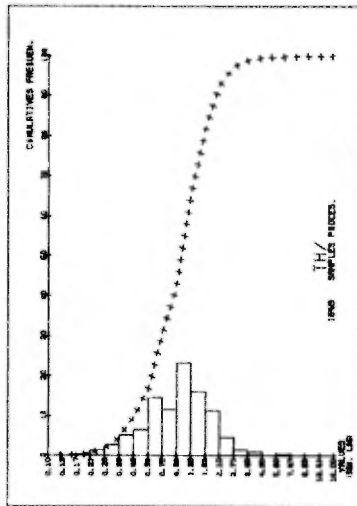
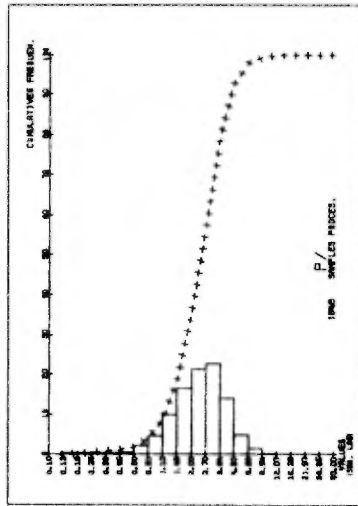
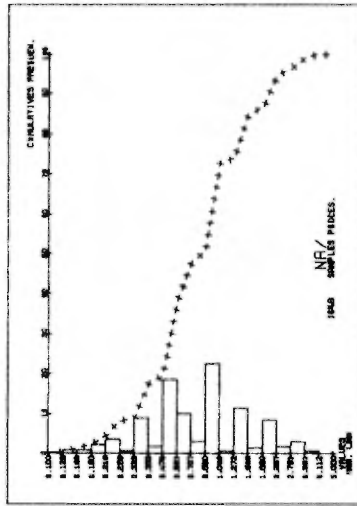
20. Cartographie du rapport fraction lourde/fraction fine pour le zinc
21. Cartographie du rapport fraction lourde/fraction fine pour le cuivre
22. Cartographie du cuivre "chimique"
23. Relations de l'or avec le fer chimique et avec les minéraux titanés
24. Cartographie de l'or dans la fraction légère
25. Cartographie de l'axe F4TB , associant or et selenium
26. Cartographie de l'axe F2TB
27. Cartographie de la sommes des terres rares (fraction lourde)
28. Cartographie du phosphore "chimique"
29. Diagramme binaire et cartographie du rapport Sr/K
30. Diagramme binaire et histogramme du rapport Cr/Al
31. Cartographie de l'axe F6B
32. Synthèse des anomalies pour les métaux de base (sédiments de ruisseau et minéraux lourds)
33. Synthèse des anomalies pour l'or (sédiments de ruisseau et minéraux lourds)
34. Synthèse des anomalies pour les terres rares (sédiments de ruisseau et minéraux lourds)

ANNEXE 1

HISTOGRAMMES DES ÉLÉMENTS CALCULÉS :  
RAPPORTS X/ (PHASE LOURDE /PHASE FINE)  
ET ÉLÉMENTS "CHIMIQUES" (X-C)







**ANNEXE 2**

**COMPARAISON DES MOYENNES GEOMETRIQUES  
DE CHAQUE GROUPE DISTINGUE PAR LA CAH**



\*\* Comparison of geometrical means \*\*

CD05 Titles	Obs.	AU	AG	AS
1	73	11.32306	3.9986	1.403120
2	137	5.485204	3.9986	1.275070
3	323	5.459611	3.9986	1.208923
4	434	5.149485	3.9986	1.168431
5	101	5.627419	3.9986	1.488960
6	13	6.542606	3.9986	1.173413
7	76	5.505444	3.9986	1.146565
8	285	5.263535	3.9986	1.071153
9	20	6.333695	5.2714	1.897839
10	3	4.997956	3.9986	1.587215

CD05 Titles	Obs.	AU-S	AG-S	AS-S
1	73	5.153071	4.035419	1.181623
2	137	5.141132	4.045831	1.348280
3	323	5.146435	3.998591	1.396272
4	434	5.063937	4.025462	1.090936
5	101	5.225322	4.007433	1.296836
6	13	5.421523	3.998591	1.545738
7	76	8.955958	4.010346	1.256024
8	285	5.149057	3.998591	1.080270
9	20	5.449608	3.998591	1.533508
10	3	4.997956	3.998591	1.000000

CD05 Titles	Obs.	SOTR	LAY	LAY-
1	73	66.30540	1.082547	2.508778
2	137	95.61704	1.176945	2.448166
3	323	70.49151	1.073887	2.700334
4	434	80.28004	1.119616	2.501565
5	101	195.0653	1.591699	2.979391
6	13	82.03130	1.371975	2.644989
7	76	70.31619	1.073501	2.582923
8	285	33.21302	0.9087455	2.680506
9	20	181.8389	1.995531	2.643749
10	3	75.07456	1.438455	2.113373

\*\* Comparison of geometrical means \*\*

CD05 Titles	Obs.	CU	PB	ZN
1	72	3.571556	3.302049	7.340028
2	135	7.013378	4.253146	13.04885
3	316	3.895212	3.428553	8.918662
4	434	4.005262	3.177690	7.863187
5	100	6.516540	4.871009	12.37835
6	13	4.780365	28.24606	10.49465
7	76	4.052438	3.575472	8.021202
8	285	2.696523	2.799997	4.828154
9	20	5.856371	7.136718	10.44382
10	3	13.69913	3.474926	17.85425

CD05 Titles	Obs.	AL	CA	MG
1	72	14.86435	62.68149	8.411375
2	135	18.84534	86.61225	13.76231
3	316	15.73189	68.20055	9.379234
4	434	15.60651	74.58270	8.909842
5	100	20.31938	154.0728	15.24301
6	13	15.50743	69.22160	11.82924
7	76	15.29489	65.75451	8.582381
8	285	10.89896	34.99240	4.906460
9	20	17.17171	131.1393	16.06474
10	3	13.34258	73.19633	8.138915

CD05 Titles	Obs.	MN	K	FE
1	72	84.74341	1.999648	27.98829
2	135	106.0896	2.073813	37.07125
3	316	83.77220	2.014347	28.90956
4	434	84.88168	2.005259	29.09065
5	100	128.6506	2.094384	39.86213
6	13	84.40170	1.999648	29.56771
7	76	83.38128	2.042768	28.07257
8	285	62.26129	1.999648	19.45038
9	20	103.7269	2.040590	34.64588
10	3	89.32244	1.999648	62.90376

CD05 Titles	Obs.	K-S	MN-S	MG-S
1	72	4.716929	102.3310	17.78077
2	135	6.201114	160.6380	25.59670
3	316	7.393645	200.5199	28.58481
4	434	3.929061	84.33875	14.95471
5	100	5.249451	148.3654	22.61979
6	13	11.11328	223.7929	37.44330
7	76	6.367559	157.4532	22.94991
8	285	2.757570	60.49731	8.845502
9	20	8.600152	229.4495	38.77439
10	3	5.766430	94.95100	23.77068

\*\* Comparison of geometrical means \*\*

CD05 Titles	Obs.	CU	PB	ZN
1	73	3.577086	3.320851	7.348637
2	137	6.967422	4.206544	12.90160
3	323	3.899926	3.439533	8.900507
4	434	4.005262	3.177690	7.863187
5	101	6.529752	4.861500	12.39337
6	13	4.780365	28.24606	10.49465
7	76	4.052438	3.575472	8.021202
8	285	2.696523	2.799997	4.828154
9	20	5.856371	7.136718	10.44382
10	3	13.69913	3.474926	17.85425

CD05 Titles	Obs.	CU-S	PB-S	ZN-S
1	73	7.587151	7.872148	26.25542
2	137	11.38406	10.80420	40.72139
3	323	14.51706	13.93310	48.06972
4	434	7.617037	6.422260	22.83788
5	101	11.52165	9.455934	34.48273
6	13	17.19271	19.26634	56.09562
7	76	12.51694	11.15406	39.66058
8	285	5.040327	6.788718	17.71607
9	20	13.55179	12.85533	47.09029
10	3	6.412040	5.590999	23.37341

CD05 Titles	Obs.	CU-C	PB-C	ZN-C
1	73	6.190497	6.143994	18.56712
2	137	8.712576	8.799923	28.08725
3	323	13.02604	12.11801	38.82993
4	434	6.144652	4.772614	15.17091
5	101	8.933827	6.920621	22.49826
6	13	15.25244	11.28266	47.22587
7	76	10.83779	9.099933	31.76343
8	285	4.014026	5.388121	13.07606
9	20	11.32752	9.345850	37.04106
10	3	4.945717	3.727241	17.12706

CD05 Titles	Obs.	U-S	AL-S	W
1	72	20.60529	42.84480	3.804293
2	135	22.50511	61.09781	3.191665
3	316	28.03081	75.74955	3.328942
4	434	19.65839	39.27381	3.155179
5	100	28.54010	51.18297	3.460098
6	13	22.70887	83.09415	4.219810
7	76	22.59441	62.54364	3.777015
8	285	16.46031	28.73540	2.304698
9	20	35.45765	69.39677	4.755957
10	3	27.86887	39.18853	5.426502

**ANNEXE 3**

**DONNEES STATISTIQUES ELEMENTAIRES  
SUR QUELQUES VARIABLES ET RAPPORTS**

Elementary statistical parameters  
GATINEAU

```

*****
* Var.! Number! Minimum! Maximum! Arithm !Standard! Variat.* Geom.! Geom. *
*   !of obs.! value ! value ! mean  ! deviat.! coeff.* mean !deviation*
*****
* AG  ! 1656! 0.0 ! 14.0 ! 4.0! 0.4! 0.10* 4.0! 1.06*
* AG-S! 1660! 4.0 ! 32.0 ! 4.1! 0.9! 0.23* 4.0! 1.09*
* AL  ! 1656! 0.0 ! 50.0 ! 16.3! 5.4! 0.34* 15.4! 1.41*
* AL-S! 1660! 6.0 ! 393.0 ! 63.0! 44.5! 0.71* 50.2! 1.98*
* AS  ! 1656! 0.0 ! 12.0 ! 1.3! 0.7! 0.56* 1.2! 1.44*
* AS-S! 1660! 0.0 ! 21.0 ! 1.5! 1.2! 0.84* 1.3! 1.57*
* AU  ! 1656! 0.0 ! 4067.0 ! 9.0! 102.3! 11.33* 5.7! 1.42*
* AU-S! 1660! 0.0 ! 429.0 ! 5.9! 11.5! 1.96* 5.4! 1.27*
* B   ! 1656! 0.0 ! 27.0 ! 4.1! 1.0! 0.25* 4.0! 1.11*
* B-S ! 1660! 4.0 ! 31.0 ! 4.1! 0.9! 0.21* 4.0! 1.10*
* BA  ! 1656! 0.0 ! 498.0 ! 9.1! 20.4! 2.25* 6.8! 1.83*
* BA-S! 1660! 5.0 ! 3419.0 ! 66.1! 120.7! 1.83* 47.3! 2.11*
* BE  ! 1656! 0.0 ! 2.0 ! 2.0! 0.0! 0.02* 2.0! 1.00*
* BE-S! 1660! 2.0 ! 2.0 ! 2.0! 0.0! 0.00* 2.0! 1.00*
* BR  ! 1656! 0.0 ! 14.0 ! 8.5! 1.6! 0.19* 8.3! 1.21*
* BR-S! 1660! 0.0 ! 145.0 ! 7.0! 8.3! 1.19* 4.9! 2.20*
* CA  ! 1656! 0.0 ! 1654.0 ! 84.4! 69.1! 0.82* 68.1! 1.99*
* CA-S! 1660! 2.0 ! 1246.0 ! 44.8! 53.9! 1.20* 35.1! 1.93*
* CD  ! 1656! 0.0 ! 20.0 ! 2.1! 0.7! 0.34* 2.1! 1.16*
* CD-S! 1660! 2.0 ! 108.0 ! 2.9! 3.6! 1.24* 2.5! 1.56*
* CE  ! 1656! 0.0 ! 370.0 ! 43.4! 35.2! 0.81* 33.1! 2.15*
* CE-S! 1660! 3.0 ! 440.0 ! 45.1! 34.3! 0.76* 36.7! 1.92*
* CO  ! 1656! 0.0 ! 288.0 ! 2.7! 8.1! 2.99* 2.2! 1.43*
* CO-S! 1660! 2.0 ! 73.0 ! 5.0! 4.8! 0.96* 3.9! 1.90*
* CR  ! 1656! 0.0 ! 14.0 ! 3.7! 1.5! 0.41* 3.4! 1.55*
* CR-S! 1660! 1.0 ! 105.0 ! 11.5! 9.2! 0.79* 9.0! 2.05*
* CS  ! 1656! 0.0 ! 5.0 ! 1.2! 0.5! 0.42* 1.2! 1.37*
* CS-S! 1660! 0.0 ! 8.0 ! 1.4! 0.7! 0.52* 1.2! 1.47*
* CU  ! 1656! 0.0 ! 187.0 ! 5.2! 7.4! 1.41* 4.2! 1.74*
* CU-S! 1660! 1.0 ! 184.0 ! 12.4! 10.8! 0.88* 9.7! 2.01*
* EU  ! 1656! 0.0 ! 83.0 ! 9.4! 7.4! 0.78* 7.3! 2.10*
* EU-S! 1660! 1.0 ! 65.0 ! 7.5! 5.1! 0.68* 6.2! 1.83*
* FE  ! 1656! 0.0 ! 189.0 ! 30.8! 12.4! 0.40* 28.8! 1.45*
* FE-S! 1660! 5.0 ! 1226.0 ! 89.2! 78.8! 0.88* 67.4! 2.14*
* HG  ! 1656! 10.0 ! 264.0 ! 14.4! 14.8! 1.03* 12.3! 1.57*
* HG-S! 1660! 0.0 ! 2450.0 ! 76.1! 107.4! 1.41* 48.8! 2.62*
* LA  ! 1656! 0.0 ! 163.0 ! 18.8! 16.5! 0.88* 14.0! 2.17*
* LA-S! 1660! 3.0 ! 243.0 ! 24.3! 21.1! 0.87* 19.1! 2.00*
*****

```

Table no

Elementary statistical parameters  
GATINEAU

```
*****
* Var.! Number! Minimum! Maximum! Arithm !Standard! Variat.* Geom.! Geom. *
* !of obs.! value ! value ! mean ! deviat.! coeff. * mean !deviation*
*****
* LI ! 1656! 0.0 ! 6.0 ! 1.2! 0.5! 0.43* 1.2! 1.38*
* LI-S! 1660! 1.0 ! 56.0 ! 3.8! 3.6! 0.93* 2.9! 2.10*
* MG ! 1656! 0.0 ! 434.0 ! 11.3! 16.9! 1.49* 9.0! 1.80*
* MG-S! 1660! 1.0 ! 583.0 ! 26.4! 27.1! 1.03* 19.0! 2.25*
* MN ! 1656! 0.0 ! 386.0 ! 92.8! 39.1! 0.42* 85.3! 1.51*
* MN-S! 1660! 7.0 ! 7925.0 ! 223.8! 379.3! 1.69* 127.3! 2.77*
* MO ! 1656! 0.0 ! 13.0 ! 3.0! 0.4! 0.14* 3.0! 1.08*
* MO-S! 1660! 3.0 ! 11.0 ! 3.2! 0.6! 0.19* 3.1! 1.15*
* NA ! 1656! 0.0 ! 11.0 ! 2.3! 1.3! 0.60* 1.9! 1.74*
* NA-S! 1660! 1.0 ! 21.0 ! 2.9! 1.6! 0.57* 2.5! 1.63*
* NI ! 1656! 0.0 ! 56.0 ! 2.3! 2.7! 1.16* 1.9! 1.76*
* NI-S! 1660! 1.0 ! 70.0 ! 8.4! 6.7! 0.80* 6.5! 2.02*
* P ! 1656! 0.0 ! 9897.0 ! 3011.0! 1733.0! 0.58* 2445.1! 2.09*
* P-S ! 1660! 23.0 !13905.0 ! 1181.0! 670.5! 0.57* 1044.2! 1.67*
* PB ! 1656! 0.0 ! 586.0 ! 5.0! 15.7! 3.11* 3.7! 1.82*
* PB-S! 1660! 2.0 ! 4910.0 ! 15.4! 121.0! 7.87* 9.6! 2.02*
* LOI ! 1656! 0.0 ! 16.0 ! 2.6! 1.4! 0.53* 2.4! 1.46*
* LOIS! 1660! 2.0 ! 78.0 ! 6.3! 7.5! 1.20* 4.1! 2.32*
* SB ! 1656! 0.0 ! 400.0 ! 7.9! 13.2! 1.68* 7.1! 1.40*
* SB-S! 1660! 0.0 ! 29.0 ! 1.7! 1.3! 0.80* 1.5! 1.64*
* SC ! 1656! 0.0 ! 6.0 ! 1.3! 0.5! 0.40* 1.2! 1.38*
* SC-S! 1660! 1.0 ! 15.0 ! 2.1! 1.4! 0.70* 1.7! 1.79*
* SE ! 1656! 0.0 ! 116.0 ! 22.2! 13.7! 0.62* 19.1! 1.72*
* SE-S! 1660! 0.0 ! 31.0 ! 10.3! 1.4! 0.14* 10.2! 1.10*
* SM ! 1656! 0.0 ! 49.0 ! 5.0! 3.5! 0.71* 4.0! 1.96*
* SM-S! 1660! 1.0 ! 45.0 ! 4.6! 3.3! 0.72* 3.8! 1.80*
* SR ! 1656! 0.0 ! 987.0 ! 24.5! 34.6! 1.41* 16.8! 2.45*
* SR-S! 1660! 1.0 ! 250.0 ! 19.6! 16.8! 0.86* 15.5! 1.95*
* TH ! 1656! 0.0 ! 324.0 ! 9.0! 10.2! 1.14* 7.1! 1.93*
* TH-S! 1660! 2.0 ! 83.0 ! 8.3! 5.1! 0.61* 7.2! 1.72*
* TI ! 1656! 0.0 ! 10.0 ! 1.9! 1.1! 0.56* 1.7! 1.64*
* TI-S! 1660! 1.0 ! 25.0 ! 4.4! 3.0! 0.69* 3.5! 1.94*
* TM ! 1656! 0.0 ! 56.0 ! 13.2! 5.6! 0.42* 12.2! 1.49*
* TM-S! 1660! 0.0 ! 11.0 ! 3.0! 1.4! 0.46* 2.8! 1.48*
* U ! 1656! 0.0 ! 1903.0 ! 144.3! 96.3! 0.67* 126.0! 1.68*
* U-S ! 1660! 0.0 ! 649.0 ! 27.3! 27.3! 1.00* 22.8! 1.71*
* V ! 1656! 0.0 ! 22.0 ! 5.6! 2.2! 0.40* 5.2! 1.48*
* V-S ! 1660! 2.0 ! 113.0 ! 16.0! 11.4! 0.71* 12.9! 1.97*
*****
```

Table no

Elementary statistical parameters  
GATINEAU

```
*****
* Var.! Number! Minimum! Maximum! Arithm !Standard! Variat.* Geom.! Geom. *
* !of obs.! value ! value ! mean ! deviat.! coeff. * mean !deviation*
*****
* BA/ ! 1651! 0.0 ! 3.7 ! 0.2! 0.2! 1.04* 0.1! 2.08*
* EU/ ! 1651! 0.0 ! 14.6 ! 1.5! 1.0! 0.71* 1.2! 2.01*
* HG/ ! 1648! 0.0 ! 12.1 ! 0.5! 0.7! 1.58* 0.3! 2.87*
* LA/ ! 1651! 0.0 ! 8.6 ! 0.9! 0.7! 0.74* 0.7! 2.09*
* MG/ ! 1651! 0.0 ! 15.0 ! 0.6! 0.6! 0.94* 0.5! 1.99*
* NA/ ! 1651! 0.0 ! 5.0 ! 1.0! 0.7! 0.72* 0.8! 2.04*
* NI/ ! 1651! 0.0 ! 9.3 ! 0.4! 0.4! 1.15* 0.3! 2.15*
* P/ ! 1651! 0.0 ! 35.9 ! 2.7! 1.7! 0.64* 2.3! 1.81*
* TH/ ! 1651! 0.0 ! 15.5 ! 1.2! 0.8! 0.70* 1.0! 1.79*
* PB/ ! 1651! 0.0 ! 15.0 ! 0.5! 0.6! 1.24* 0.4! 2.16*
* SM/ ! 1651! 0.0 ! 9.0 ! 1.3! 0.9! 0.68* 1.1! 2.02*
* SR/ ! 1651! 0.0 ! 10.5 ! 1.4! 1.0! 0.72* 1.1! 2.20*
* TM/ ! 1649! 0.0 ! 28.0 ! 5.0! 2.7! 0.54* 4.4! 1.71*
* U/ ! 1649! 0.0 ! 59.8 ! 6.7! 4.8! 0.72* 5.5! 1.91*
* V/ ! 1651! 0.0 ! 2.3 ! 0.5! 0.3! 0.68* 0.4! 1.93*
* Y/ ! 1651! 0.0 ! 31.0 ! 2.0! 1.4! 0.71* 1.7! 1.81*
* ZN/ ! 1651! 0.0 ! 43.2 ! 0.3! 1.1! 3.12* 0.3! 1.97*
*****
```

Table no