

DPV 662

REPARTITION DE Rb, Sr, Y, Zn, Nb, Mo DANS LES TILLS DE BASE DE L'ABITIBI

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 



MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES

DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
ET MINÉRALE

Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo
DANS LES TILLS DE BASE DE L'ABITIBI

L. Kish, P. LaSalle, I.M. Szöghy

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC
DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE

Rb, Sr, Y, Zn, Nb, Mo

DANS LES TILLS DE BASE DE L'ABITIBI

PAR

L. KISH, P. LASALLE, I.M. SZÖGHY

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	1
GEOLOGIE GENERALE	1
GEOLOGIE GLACIAIRE ET ECHANTILLONNAGE	2
METHODE D'ANALYSE	3
Problèmes inhérents à la méthode	5
Effet de surface	5
Effet de liaisons chimiques	5
Effet de la dimension des grains	5
Effet de matrice	6
RESULTATS DES ANALYSES	6
Strontium	6
Rubidium	6
Yttrium	6
Zirconium	7
Niobium	7
Molybdène	7
CONCLUSIONS	7
REFERENCES	8

ILLUSTRATIONS

FIGURES

1 - Schéma du système de fluorescence-X à excitation radioisotopique	4
2 - Spectre typique	4
3 - Distribution des teneurs en strontium	hors texte
4 - Distribution des teneurs en yttrium	hors texte
5 - Distribution des teneurs en zirconium	hors texte
6 - Distribution des teneurs en niobium	hors texte

CARTE

Cadre géologique de la région de Rouyn - Val-d'Or - 1:200 000

INTRODUCTION

Ce travail, entrepris dans le cadre d'un projet de coopération entre le ministère des Richesses naturelles et l'Université Laval, a pour but d'étudier la répartition de Rb, Sr, Y, Zr, Nb et Mo dans les dépôts glaciaires hétérogènes de l'Abitibi et, partant, d'établir s'il existe une corrélation entre cette distribution et le substratum granitique. Nous avons utilisé une nouvelle méthode d'analyse: sources radioactives intenses et détecteurs à l'état solide mis sur le marché depuis peu. L'un de ceux-ci, un détecteur Ge(Li), a déjà permis de mesurer la distribution des isotopes radioactifs dans les roches uranifères du Grenville (Szöghy et Kish, 1978). Un détecteur Si(Li) a servi dans l'étude de quelques associations géochimiques typiques, telles que Fe-Ti-V dans les magnétites titanifères et certaines terres rares dans les roches granitiques radioactives.

La méthode employée sera décrite en détail dans un rapport en préparation (Szöghy et al.). Notre étude ne traite que le cas d'échantillons de dépôts glaciaires de composition hétérogène.

Les échantillons ont été prélevés en 1971 et 1972, dans le cadre de la campagne d'échantillonnage du projet Cadillac, lequel avait pour but d'étudier la distribution de Cu, Zn, Ni et Pb dans la moraine de fond (LaSalle et al., 1975). Il nous a semblé opportun de procéder à d'autres analyses des échantillons du projet Cadillac. Les raisons pour ce faire, sont les suivantes:

- Recueillir plus de renseignements sur une des plus importantes régions minières du Québec;

- Etudier la distribution des éléments en trace, dans une région glaciaire où les roches ont des compositions très variées;

- Se renseigner sur le till sous-jacent aux argiles varvées. Dans cette zone, la migration des éléments à travers les argiles est restreinte, ce qui, généralement, est tenu pour une entrave à la prospection.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

La région de l'Abitibi est située dans la province de Supérieur du Bouclier canadien. Les roches, d'âge archéen, forment un ensemble volcano-sédimentaire s'étendant vers l'ouest jusqu'en Ontario. Elles ont une certaine importance économique en raison du grand nombre de minéralisations métalliques qu'elles recèlent.

Les roches volcaniques mafiques et ultramafiques sont interlitées avec des roches sédimentaires argilo-gréseuses. L'assemblage volcano-sédimentaire a été assujéti à la déformation au cours de la phase tectonique kénoréenne. La mise en place des intrusions granitoïdes est reliée à cette phase.

La carte accompagnant ce rapport donne les grandes lignes de la géologie régionale. Elle montre la distribution des principaux types de roches qui peuvent influencer les valeurs géochimiques des matériaux glaciaires.

La localisation de l'aire étudiée est donnée sur la carte. Vu la répartition régulière des sites de prélèvements, l'échantillonnage peut être tenu pour représentatif. Les principales unités comprennent le sillon de La Motte - Vassan (Imreh, 1976) et les massifs granitoïdes de

Lacorne, La Motte et Preissac (Dawson, 1966).

Le sillon de La Motte - Vassan appartient à l'assemblage volcanique de l'Abitibi. Il s'agit, cependant, d'une entité distincte, différente des roches volcaniques de Noranda, lesquelles renferment d'importantes minéralisations de Cu et Zn. On note, dans le sillon, des minéralisations de Ni associées à des roches intrusives mafiques-ultramafiques.

Les trois massifs granitoïdes, qui tirent leur nom des lacs Lacorne, La Motte et Preissac, sont intrusifs dans les roches volcaniques. Leur composition est surtout granodioritique, bien qu'il existe des variations dans le rapport feldspaths potassiques/feldspaths sodiques et dans la teneur en minéraux mafiques. En général, le sodium prédomine sur le potassium.

GEOLOGIE GLACIAIRE ET ECHANTILLONNAGE

Il y a probablement eu plusieurs avancées glaciaires dans la région au cours du Wisconsin. Cette hypothèse se fonde sur des données recueillies à l'extérieur de notre territoire (Chauvin et LaSalle, 1978), lequel ne présente pas, à notre connaissance, d'indications de telles avancées. Vu l'absence de coupes stratigraphiques étendues dans le sens vertical, force est de supposer la présence de seulement un till sous les argiles varvées accumulées dans le lac glaciaire Ojibway. Les eskers, qui ont été mis en place dans les chenaux sous-glaciaires ou supra-glaciaires débouchant dans le lac Ojibway, sont contemporains des argiles.

L'Abitibi, dont une vaste partie est recouverte de dépôts meubles - argiles varvées, surtout - est comprise dans un

secteur communément appelé la "bande argileuse". Afin de contourner les problèmes inhérents à l'argile, les échantillons de till basal ont été prélevés près du contact roc-till. Leur composition est fonction de la nature du substratum rocheux, de la direction du mouvement glaciaire et de la distance de transport.

D'après les azimuts de stries notés dans la région, la direction du dernier mouvement glaciaire est SSE; il y a lieu de croire, cependant, que l'écoulement glaciaire, à l'apogée de la glaciation, se faisait vers le SW. Etant donné que la distance de transport des matériaux glaciaires est subordonnée à de nombreux facteurs, on ne peut évidemment en décrire le processus en termes absolus. Les anomalies géochimiques s'estompent avec la distance pour finalement aboutir à la teneur de fond. Il faut donc parler de distance de transport vérifiable par l'analyse. Cette distance est de l'ordre d'environ 1000 m.

En général, les variations dans la composition chimique des tills résultent des différents processus de mise en place des sédiments. Une étude sommaire de ce problème (LaSalle et al., 1976) tend à montrer que, dans un rayon de 3 m, il peut exister des variations de l'ordre de 200%. De toute évidence, on ne peut donc, pour plusieurs raisons, toujours obtenir les mêmes résultats. Les facteurs qui entrent en ligne de compte sont les suivants:

- maille d'échantillonnage;
- orientation de la zone minéralisée sous-jacente au till par rapport à celle des prélèvements;
- hétérogénéité du till;
- poids limité de l'échantillon (75 g).

En résumé, l'obtention de résultats identiques est soumise à des aléas et,

en l'absence d'erreurs analytiques, n'arrive qu'une fois sur trois ou quatre (LaSalle et al., 1976).

La méthode d'échantillonnage a été décrite par LaSalle et al. (1975). Les échantillons ont été prélevés au moyen d'une foreuse à percussion dotée d'une tête spéciale. La fraction brute - maille de plus 80 (180 microns) - a fait l'objet d'une séparation gravimétrique au bromoforme. Le résidu a été pulvérisé à une maille de moins 80 avant d'être soumis à l'analyse.

METHODE D'ANALYSE

Les échantillons ont été analysés au laboratoire Van de Graaff de l'Université Laval à l'aide de la fluorescence à excitation radioisotopique. Le schéma du système apparaît à la figure 1. L'échantillon, soumis à l'irradiation par des photons primaires issus d'une source radioactive annulaire ^{109}Cd , émet les rayons caractéristiques des éléments constitutants. Un détecteur à l'état solide, de type Si (Li), convertit l'énergie des rayons X en impulsions de charge et transmet celles-ci au préamplificateur. Après transformation en voltage, amplification et passage de la forme analogue à la forme digitale (ADC), les signaux sont accumulés sous forme de spectres à dispersion d'énergie. Un ordinateur PDP-15 analyse ceux-ci pour extraire les intensités des rayons X. Les différentes intensités de fluorescence (par kilosecondes) sont converties, après calibration externe, en teneurs (ppm), lesquelles sont reportées sur la carte géologique de la région étudiée.

Les échantillons, sous forme de poudre, sont contenus dans des capsules, de 2 cm de diamètre, dont le fond est garni d'une mince feuille de plastique. L'épaisseur de saturation des échantillons, pour

les éléments au voisinage du zirconium ($Z=40$), est inférieure à 1 mm. Passé un poids minimal de 4 g, l'intensité des rayons X observée ne change pas.

La figure 2 montre un spectre typique. La présence d'un élément est indiquée par environ 86% de rayons $K\alpha$ et 14% de rayons $K\beta$ ou, subsidiairement, par des rayons $L\alpha$ et $L\beta$ en proportions égales.

Le bruit de fond est constitué par l'effet Compton dans l'échantillon et le détecteur et par le captage incomplet des charges en bordure du détecteur. Les intensités sont intégrées, à chaque mesure, par un analyseur à canaux multiples dont les fenêtres d'énergie sont placées sur les pics photoélectriques et les zones de fond. Chaque élément contribue, en proportions connues, à des accumulations dans plusieurs fenêtres. Une fenêtre supplémentaire donne la durée de la mesure (400 secondes pour les mesures de routine) eu égard au "temps mort" du système de comptage (5 à 10%).

L'extraction des taux de fluorescence se fait par itération. Les intensités des différents éléments sont évaluées suivant un ordre préétabli; on soustraie les bruits de fond préliminaires et on les corrige en les comparant avec des intensités déjà connues. Les bruits de fond sont alors calculés de nouveau; on soustraie l'apport de chaque élément présent, apport qu'indique l'intensité préliminaire. Le processus est répété jusqu'à ce que les critères de convergence soient satisfaits. Les taux de fluorescence finals sont convertis en teneurs d'après une courbe de réponse empirique (le maximum se situe à 20 comptes par ppm et par kiloseconde pour le Mo; pour le Sr, on applique un facteur de réduction de 2). Afin de compenser la diminution d'activité de la source

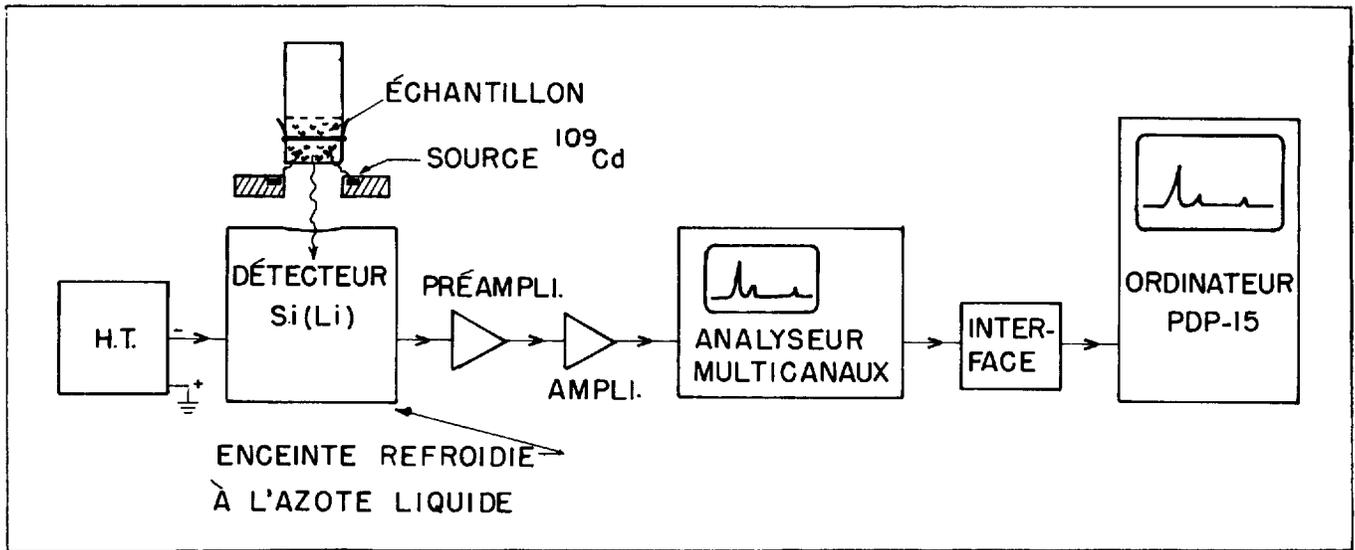


FIGURE 1 - Schéma du système de fluorescence-X à excitation radioisotopique.

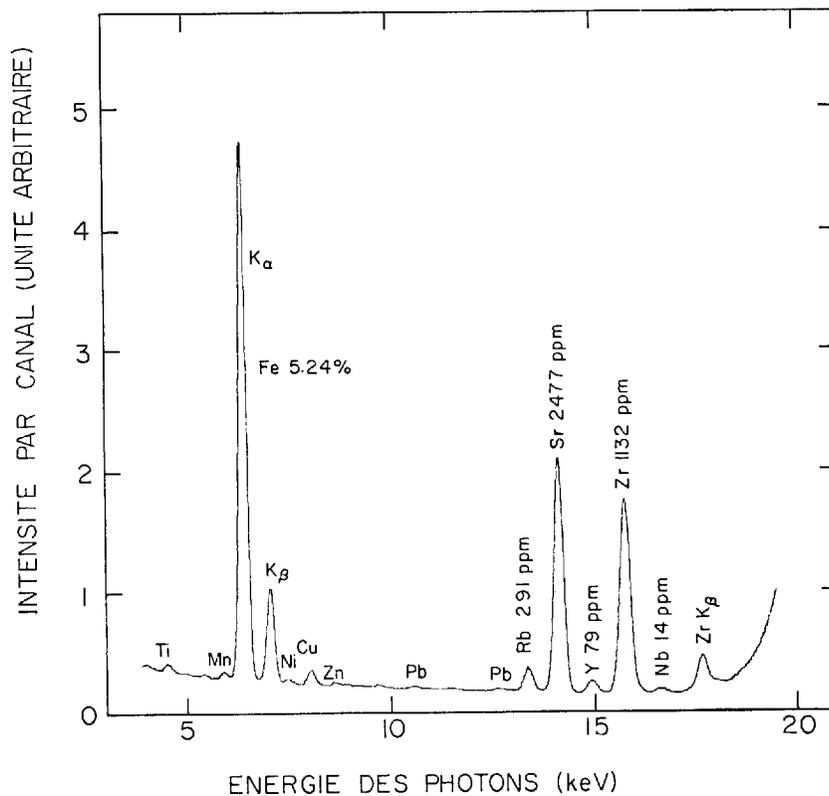


FIGURE 2 - Spectre typique. Source: ^{109}Cd . Détecteur: Si (Li).

^{109}Cd avec le temps, on apporte une correction.

Les limites de détection (p.ex. 8 ppm pour le Rb et 3 ppm pour le Mo), pour une mesure de 400 secondes, tiennent compte non seulement de l'erreur statistique sur le bruit de fond - qui peut être réduit à volonté en augmentant le temps de mesure - mais aussi d'une variation possible de l'ordre de 5% dans ce bruit de fond - en raison de la présence d'éléments non détectés - et d'une légère variation de gain de l'amplificateur.

Problèmes inhérents à la méthode

Les intensités de fluorescence, pour des échantillons de même composition globale, sont fonction de l'effet de surface, des liaisons chimiques, de la dimension des grains ou des effets de matrice. D'où l'importance d'évaluer l'influence de ces divers facteurs sur les mesures obtenues. On pourrait également, préalablement au dosage, transformer les échantillons en pastilles au moyen d'une fonte au borax. On obtiendrait ainsi une plus grande homogénéité et l'élimination des facteurs précités mais au prix d'une réduction dans les intensités de fluorescence et d'une augmentation du bruit de fond.

Effet de surface

Nous avons comparé les intensités de fluorescence émanant d'une plaque polie d'ilménite avec celles issues du même minéral broyé et tamisé. La plaque et la poudre à 200 mailles donnent, pour le titane, des intensités K_{α} identiques; la réponse diminue cependant, pour des dimensions plus grandes, en raison surtout du fait que l'angle d'incidence des photons primaires est élevé par rapport à l'axe de symétrie

du détecteur. Un phénomène d'ombrage en résulte, lequel a tendance à diminuer avec l'augmentation de l'énergie des photons primaires. L'important, pour les mesures présentées dans ce rapport, c'est qu'un mélange de grains de dimensions variables, suivi d'un simple tassement de la capsule par chocs répétitifs sur une surface lisse, suffit pour obtenir des intensités maximum de rayons X qu'on peut répéter.

Effet de liaisons chimiques

Cet effet repose sur l'influence interne. Ainsi, l'intensité de fluorescence du potassium est environ 3 fois plus élevée pour le K_2CO_3 que pour le KCl, parce que le chlore absorbe les rayons X du potassium. Cette influence est importante aussi longtemps que la distance moyenne $r_{\text{K}-\text{Cl}}$ des atomes K et Cl est faible. En tenant compte, dans un cristal KCl, de tous les atomes de potassium (indice i) et de chlore (j), $i, j = 1, \dots, N$, l'expression

$$\sum_{i,j} (r_i^{\text{K}} - r_j^{\text{Cl}})^2 / N$$

a une valeur négligeable. Si on mélange les cristaux avec une matrice quartz, l'influence demeure, mais un broyage manuel dans un creuset la fait disparaître.

Effet de la dimension des grains

Cet effet devient important pour les échantillons à distribution granulométrique bimodale, quand le mode concourant à la fluorescence est très grossier et que l'énergie des photons primaires se rapproche du seuil d'absorption. Une fraction importante de l'énergie des photons primaires se perd alors dans le mode non fluorescent sans rencontrer les grains fluorescents. De plus, le flux passant à travers des grains fluorescents est absorbé par les premières couches. Peu d'atomes fluorescents sont finalement irradiés par le flux

nominal. Nos mesures sur des compositions artificielles ont indiqué que cet effet devient moins important si on augmente l'énergie des photons incidents. Après un broyage prolongé de certains de nos échantillons, nous avons soumis ceux-ci à une autre analyse. Nous n'avons pas alors noté d'effet.

Effet de matrice

Pour une même concentration d'éléments fluorescents, l'intensité de fluorescence est fonction de la composition de la matrice. Cette intensité est plus forte pour de la matière organique que pour un silicate, vu que les rayons caractéristiques peuvent, dans une matrice composée d'éléments à nombre atomique faible, ressortir des régions plus éloignées. La source annulaire permet une irradiation par faisceaux croisés, ce qui explique pourquoi cet effet n'a pu être observé lors du dosage d'échantillons de faible (organique) et de grande densité (silicate).

RESULTATS DES ANALYSES

Un total de 1950 échantillons, prélevés sur un territoire de 3100 km², ont été analysés pour Rb, Sr, Y, Nb, Zr et Mo. Nous avons comparé nos résultats avec les moyennes données dans les tableaux de Fairbridge (1972). Les roches acides, tel que mentionné ci-dessus, sont, dans notre territoire, représentées par les masses granitoïdes de Lacorne, La Motte et Preissac, et les roches mafiques-ultramafiques, par le sillon de La Motte-Vassan. Afin de comparer plus aisément nos résultats avec les moyennes de Fairbridge, nous avons groupé les intervalles en ppm - montrés aux figures 3 à 6 - en trois classes: I (faible teneur), II (teneur intermédiaire) et III (teneur élevée).

Strontium

La teneur en Sr de nos échantillons est relativement élevée. La figure 3 illustre la distribution des valeurs suivant les classes. Les valeurs de la classe II se comparent avec les concentrations moyennes de Fairbridge (100-450 ppm) pour les roches granitiques. La classe I contient une forte proportion de valeurs plus faibles que la moyenne. Le tableau suivant résume les données:

Classe I	0-134 ppm	41.3%
Classe II	135-500 ppm	57.6%
Classe III	> 500 ppm	1.1%

La figure 3 montre donc que les valeurs de la classe II sont distribuées uniformément; on note, cependant, l'absence de valeurs de la classe I, en bordure du massif de Lacorne, à l'ouest de celui-ci et ainsi que dans le secteur à l'ouest du massif de La Motte. La plus petite des masses granitoïdes - celle de Preissac - n'est pas mise en évidence par la distribution du Sr dans les matériaux glaciaires. Les valeurs exceptionnellement élevées de la classe III ne pointent pas à l'emplacement des massifs.

Rubidium

Le Rb montre des valeurs se situant, de façon générale, entre 30 et 70 ppm. Sa distribution dans les sédiments glaciaires ne semble pas s'accorder avec la géologie régionale.

Yttrium

La classe II contient des valeurs correspondant aux moyennes dans les roches granitiques (35-40 ppm) et dans les roches basaltiques-andésitiques (20-22 ppm).

Les classes (figure 4) sont les suivantes:

Classe I	0-21 ppm	92.0%
Classe II	22-38 ppm	7.6%
Classe III	>38 ppm	0.4%

La seule concentration importante de la classe II se trouve en bordure sud-ouest du massif de La Motte.

Les deux autres masses granitiques ne peuvent être localisées à partir de la distribution de cet élément dans les matériaux morainiques.

Zirconium

La teneur moyenne dans les roches ultramafiques est de l'ordre de 45 ppm, de l'ordre de 140-175 ppm dans les roches granitiques, elle atteint 500 ppm dans les roches syénitiques. Nos valeurs, dans leur majorité (classe I), sont beaucoup plus faibles que la moyenne pour les granites. Les valeurs de la classe III se comparent avec cette moyenne; quant à la classe II, elle est probablement l'équivalent dilué de la classe III.

Les classes sont les suivantes:

Classe I	0-64 ppm	87.9%
Classe II	65-102 ppm	11.0%
Classe III	>102 ppm	1.1%

Une concentration importante des classes II et III se trouve aux périphéries ouest et sud du massif de Lacorne (figure 5). Les deux autres masses granitiques ne sont pas décelées par la distribution du Zr dans les matériaux morainiques.

Niobium

Les classes montrent une variation

limitée dans les teneurs:

Classe I	0-16 ppm	1.3%
Classe II	17-37 ppm	91.8%
Classe III	> 37 ppm	6.9%

Les valeurs moyennes varient de 20 à 35 ppm dans les roches granitiques et syénitiques et atteignent 16 ppm dans les roches ultramafiques. Les valeurs de la classe III sont donc anormalement élevées. Leur distribution (figure 6) montre une concordance évidente avec l'emplacement des trois masses granitoïdes.

Molybdène

La concentration dans les dépôts glaciaires est faible; la moitié des échantillons ont une teneur qui se situe à la limite de détection (3 ppm pour le Mo). La minéralisation connue de Mo, dans le secteur de Preissac, ne montre pas de dispersion marquée dans les dépôts morainiques avoisinants.

CONCLUSIONS

Nous avons utilisé la fluorescence à excitation radioisotopique pour le dosage de Rb, Sr, Y, Zr, Nb et Mo dans les matériaux glaciaires. On ne peut tirer de conclusions quant aux valeurs de Rb et Mo, vu la variation statistique insuffisamment grande. Les teneurs, pour les quatre autres éléments, montrent, par leur variation, une certaine relation avec le substratum granitique.

La corrélation, dans le cas du Sr, se traduit par l'absence de basses teneurs dans le manteau glaciaire (till) recouvrant la partie ouest des massifs de Lacorne et de La Motte. Une concentration de hautes teneurs en Y apparaît en bordure sud-ouest du massif de La Motte. La relation entre

la distribution du Zr et l'emplacement du massif de Lacorne se manifeste par une concentration évidente de cet élément du côté ouest du massif. Les hautes teneurs en Nb sont concentrées dans les dépôts situés au-dessus de chacune des masses granitoïdes. La teneur moyenne en Mo des roches granitiques se situe, pour la méthode d'analyse utilisée, à la limite de détection (3 ppm) que la majorité des teneurs obtenues ne dépassent pas. Dans les dépôts glaciaires du secteur du lac Preissac, où des minéralisations de Mo sont connues, cet élément ne se présente pas en concentrations anormales dans le till.

Le rapport entre les teneurs dans le substratum et les teneurs dans les dépôts glaciaires sus-jacents varie d'un massif à l'autre. Il se peut que des différences dans les compositions globales des massifs influent sur les teneurs en éléments dans les tills; mais le facteur probablement le plus important est la dilution mécanique des fragments de roc détachés du substratum pendant le transport glaciaire.

Etant donné les nombreux paramètres qui entrent en ligne de compte, nous ne pouvons aller au-delà de conclusions très générales. Pour résumer, disons que, où l'échantillonnage du till a été fait de façon méthodique, les teneurs en plusieurs éléments peuvent servir à délimiter les lithologies majeures du substratum dans des aires qui ont connu la glaciation. On peut contourner le problème posé par l'argile de surface par l'échantillonnage du till sous-jacent à celle-ci. La distribution des éléments dans les dépôts glaciaires et le substratum pointe à un transport vers le SW. En raison, cependant, de la dilution évoquée ci-dessus, les fragments granitiques détachés du socle par le glacier, per-

dent leurs caractères lithochimiques pour aboutir dans la teneur de fond, après un transport d'à peu près 2 km.

REFERENCES

- CHAUVIN, L - LaSALLE, P., 1978 - **Forage des sédiments meubles de la région de Joutel-Matagami**; ministère des Richesses naturelles du Québec; rapport préliminaire, DPV-560.
- DAWSON, K.R., 1966 - **A comprehensive study of the Preissac-Lacorne Batholith, Abitibi county, Quebec**; Commission géologique du Canada; bulletin 142.
- FAIRBRIDGE, R.W., 1972 - **The Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences**; Van Nost and Reinhold Co., New York; volume IV A.
- IMREH, L., 1976 - **Nouvelle lithostratigraphie à l'ouest de Val-d'Or et son incidence géologique**; ministère des Richesses naturelles du Québec; étude préliminaire, DPV-349.
- LaSALLE, P. - WARREN, B. - GILBERT, P. - JACOB, H.L. - LaSALLE, Y.R., 1975 - **Moraine sampling under varved clays in the Rouyn-Val-d'Or area; general results**; proceedings, symposium on geochemistry, Vancouver.
- LaSALLE, P. - WARREN, B. - GILBERT, P., 1976 - **Till sampling at depth in the Rouyn-Val-d'Or area**; in **Glacial Till** (Legget, editor); Société royale du Canada; publication spéciale 12.
- SZÓGHY, I.M. - KISH, L., 1978 - **Determination of radioactive disequilibrium in uranium-bearing rocks**; Journal canadien des sciences de la terre; volume 15, no 1.
- SZOGHY, I.M. - TOUMA, L. - KISH, L., - **Analyse des roches par fluorescence à excitation radioisotopique**; ministère des Richesses naturelles du Québec; rapport en préparation.

