

ES 011

COMPORTEMENT GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS GLACIAIRES EN FONCTION DU SOCLE PRECAMBRIEN
SOUS-JACENT

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 DES RICHESSES NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

ÉTUDE SPÉCIALE-11

**COMPORTEMENT GÉOCHIMIQUE DES SÉDIMENTS GLACIAIRES
EN FONCTION DU SOCLE PRÉCAMBRIEN SOUS-JACENT.**



**GEOCHEMICAL BEHAVIOUR OF GLACIAL DRIFT
IN RELATION TO UNDERLYING PRECAMBRIAN FORMATIONS.**

SPECIAL PAPER-11

L. IMREH

SERVICE DES GÎTES MINÉRAUX

QUÉBEC
1971

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC

DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

ÉTUDE SPÉCIALE-11

**COMPORTEMENT GÉOCHIMIQUE DES SÉDIMENTS GLACIAIRES
EN FONCTION DU SOCLE PRÉCAMBRIEN SOUS-JACENT.**

**GEOCHEMICAL BEHAVIOUR OF GLACIAL DRIFT
IN RELATION TO UNDERLYING PRECAMBRIAN FORMATIONS.**

SPECIAL PAPER-11

L. IMREH

SERVICE DES GÎTES MINÉRAUX

QUÉBEC
1971



A l'intérieur d'une région de 30 milles carrés composée de formations précambriennes à fort contraste géochimique, l'auteur démontre que la microparagnèse des sédiments de ruisseau d'origine glaciaire ne reflète nullement ce contraste. L'auteur note le danger de l'échantillonnage routinier de ces sédiments sans vérification préalable de leur dépendance des formations sous-jacentes et propose une enquête à l'échelle régionale dans les terrains à recouvrement glaciaire.

The author demonstrates that, within an area of 30 square miles made up of Precambrian formations of high geochemical contrasts, the microparagenesis of stream sediments of glacial origin in no way reflects that contrast. The author notes the danger of a routine sampling of these sediments without having previously checked their dependency on underlying formations and proposes an orientation survey on a regional scale in glacial terrains.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
REMERCIEMENTS	1
CADRE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE	1
Formations du sous-sol	2
Séquence métavolcanique	2
Métagabbros	2
Intrusions acides	2
Formations quaternaires	3
Réseau hydrographique	3
CONTROLE DES DONNEES GEOCHIMIQUE ...	4
Contraste géochimique du sous-sol	4
Oligo-éléments des échantillons alluvionnaires	5
Allure des distributions ...	5
Comportement des distributions en fonction du sous-sol	8
DISCUSSION	9
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION	10
BIBLIOGRAPHIE	13

FIGURES

1 - Esquisse géologique et géochimique du quart SW de Baby	Face à la page 1
2 - Histogrammes des fréquences relatives de Cu, Ni, Zn, U et Ag dans les alluvions	6
3 - Droites de Henry pour Cu, Ni, Zn, U et Ag dans les alluvions	7

TABLEAUX

1 - Eléments dosés dans les roches et les alluvions ..	4
2 - Teneurs moyennes des éléments dans les roches ...	4
3 - Pourcentage de présence des oligo-éléments dans les alluvions	5
4 - Teneurs moyennes des prélèvements alluvionnaires en fonction du sous-sol .	8

CONTENTS

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	15
ACKNOWLEDGMENTS	15
GEOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FRAMEWORK	15
Bedrock formations	15
Metavolcanic sequence	16
Metagabbros	16
Acidic intrusions	16
Quaternary formations	16
Hydrographic network	17
CONTROL OF GEOCHEMICAL DATA	17
Geochemical contrast of the bedrock	18
Trace elements in alluvial samples	19
Character of distributions.	20
Behavior of distributions in relation to the bedrock	20
DISCUSSION	23
CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION ...	24
BIBLIOGRAPHY	27

FIGURES

1 - Geological and geochemical sketch of the SW quarter of Baby township	Facing page 1
2 - Histograms of relative frequencies of Cu, Ni, Zn, U, and Ag in the alluviums ...	19
3 - Henry's probability curves for Cu, Ni, Zn, U, and Ag in the alluviums	21

TABLES

1 - Elements analyzed in rocks and alluviums	18
2 - Average content of elements in rocks	18
3 - Percentage of presence of trace elements in alluviums	19
4 - Average content of alluvial samples in relation to the bedrock	22

Microfilm

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

MICROFILMÉE SUR 35 MM ET

POSITIONNÉE À LA SUITE DES

PRÉSENTES PAGES STANDARDS

Numérique

PAGE DE DIMENSION HORS STANDARD

NUMÉRISÉE ET POSITIONNÉE À LA

SUITE DES PRÉSENTES PAGES STANDARDS

INTRODUCTION

L'utilisation des méthodes géochimiques dans la prospection est devenue tellement routinière qu'on se pose très rarement la question de savoir si les échantillons géochimiques, en raison de leur composition et origine, reflètent au moins partiellement la nature du sous-sol et les minéralisations associées. Il peut ainsi arriver qu'une interprétation statistique des données géochimiques sans égard à la réalité géologique retarde la mise en valeur d'une région. Shaw (1964) souligne bien cet aspect: "la répartition des éléments en traces est une chose intéressante en soi, mais il arrive souvent, dans la complexité des problèmes de dosage et d'interprétation, que l'on perde de vue les intérêts géologiques".

Face au danger de raisonner sur des abstractions, nous n'avons donc fait état de la méthodologie statistique qu'en autant que celle-ci s'intégrait au cadre géologique de la présente étude. Ce cadre, qui nous est bien connu puisque nous en avons fait le levé géologique à l'échelle de 1,000 pieds au pouce (Imreh, 1970), réunit les conditions nécessaires pour aborder le problème de dépendance des échantillons de sédiments de ruisseaux vis-à-vis des formations sous-jacentes. Ces conditions sont les suivantes:

- fort contraste géochimique entre les formations du sous-sol,
- présence de minéralisations liées à un certain type de roche,
- recouvrement glaciaire peu ou moyennement épais,
- réseau hydrographique uniformément développé,
- nombre d'échantillons géochimiques assez élevé pour permettre l'utilisation de quelques tests statistiques courants.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre vive reconnaissance à M. Germain Pelletier, ingénieur à la Direction générale des Eaux, qui a assuré la programmation rapide et efficace de nos données géochimiques.

LE CADRE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

Le problème géochimique abordé exige la connaissance de la composition et de la position géographique des entités pétrologiques de la région. Nous énumérons donc ci-dessous les traits principaux des formations

du sous-sol ainsi que les caractères morphologiques ayant une répercussion sur l'interprétation des résultats géochimiques.

Formations du sous-sol

Les formations du sous-sol, toute d'âge Précambrien inférieur, comprennent une séquence métavolcanique, des corps de métagabbro et des intrusions acides (voir Figure 1).

Séquence métavolcanique

La séquence métavolcanique comprend des andésites et des basaltes entre lesquels la distinction sur le terrain est quasiment impossible et quelques intercalations mineures plus acides (dacitiques).

Métagabbros

Les métagabbros forment trois groupes principaux, à savoir: les métagabbros communs; les métagabbros sousophitiques; et les métagabbros "favorables".

La distinction entre métagabbros communs et métagabbros "favorables" est difficile et, pour le moment, entièrement empirique. Les premiers sont, en général, noirâtres, tenaces et à grain moyen; ils n'ont pas de franges ultrabasiques et forment des grands corps homogènes. Les seconds sont soit noirâtres et assez tenaces (type "dépôt de carottes"), soit verdâtres, plus friables que les premiers et à gros grains; ils ont de nombreux passages ultrabasiques. Ces traits caractéristiques et descriptifs permettent la distinction provisoire sur le terrain et soulignent les différences pétrochimiques dont la description dépasse le cadre de cette étude.

Les métagabbros communs et sousophitiques sont particulièrement répandus à la base de la séquence volcanique et ont une attitude généralement pénéconcordante. Les gabbros favorables se trouvent dans le tiers supérieurs de la séquence locale. Outre les traits évoqués ci-dessus, ils se distinguent encore des deux autres métagabbros par une *minéralisation cupro-nickélique massive ou disséminée* en raison de laquelle nous leur accordons l'appellation "favorable".

Intrusions acides

Un complexe de porphyre quartzifère, plus jeune et franchement discordant, occupe la partie occidentale de la région étudiée. Il comprend de nombreuses ramifications majeures et mineures un peu partout à l'intérieur des formations basiques.

Des granodiorites forment la limite méridionale des formations mentionnées ci-dessus. On en trouve aussi dans l'angle nord-est de la région.

On rencontre aussi des syénites et lamprophyres mais elles occupent une surface si restreinte que leur effet sur le plan géochimique alluvionnaire demeure entièrement négligeable.

Formations quaternaires

Ces formations, bien qu'elles ne soient pas portées sur l'esquisse géologique, méritent une brève description puisqu'elles constituent le milieu dans lequel les prélèvements géochimiques alluvionnaires furent effectués.

Il s'agit de sédiments glaciaires peu ou pas classés dont la composition granulométrique varie entre celle du gravier grossier et celle de l'argile légèrement sablonneuse. Les couches d'argile, plus fréquentes à la base des dépôts, sont minces et se bisotent sur de courtes distances. Les couches de sable et de gravier alternent d'une manière irrégulière et les transitions horizontales et latérales sont courantes. Ainsi, n'importe quelle classe granulométrique peut reposer directement sur le sous-sol.

Comme en témoignent l'étude photogéologique de l'environnement et des levés géologiques antérieurs (Chagnon, 1962), ce recouvrement qui varie de 0 à 60 pieds d'épaisseur, forme en partie l'extrémité frontale d'une moraine qui traverse le quart NE du canton de Baby. L'axe de cette moraine, matérialisé par un esker, est orienté NE-SW. A l'ouest de la région on reconnaît l'extrémité frontale d'une autre moraine mal individualisée correspondant à un ancien glacier de direction NW.

Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est constitué essentiellement de ruisseaux et de petites rivières dont le drainage est moyen ou faible selon que la base d'érosion est locale ou régionale. La base locale est marquée par des lacs communicants dont le niveau varie entre 750 à 800 pieds d'altitude; la base régionale est le grand lac Témiscamingue, à l'ouest de la région, dont l'altitude est d'environ 630 pieds.

Les lignes de partage des eaux se situent entre 850 et 950 pieds d'altitude et découpent la région en deux bassins hydrologiques: le secteur nord où les ruisseaux et les rivières se jettent dans les lacs et le secteur sud (y compris l'extrémité est du secteur nord) où les cours d'eau se jettent dans la rivière à la Loutre, qui coule au sud de la région. Le drainage du bassin sud n'est pas meilleur que celui du bassin nord.

La diversité hydrographique de la région n'influence nullement l'interprétation des données puisque le drainage est uniforme et que d'autre part, chaque formation majeure à fort contraste géochimique est équitablement représentée dans les deux secteurs. On doit cependant noter que les ruisseaux ne sont pas en contact direct avec le sous-sol et que les échantillons géochimiques alluvionnaires ont presque tous été pris à l'intérieur des sédiments quaternaires.

CONTROLE DES DONNEES GEOCHIMIQUES

Les conditions nécessaires à un contrôle critique de l'interprétation des données géochimiques étant réunies dans la région de Baby, on peut examiner les relations qualitatives et surtout quantitatives entre l'abondance des oligo-éléments du sous-sol et celle du recouvrement. La présence ou l'absence de ces relations forment la base principale d'une interprétation valable.

Contraste géochimique du sous-sol

Parmi les oligo-éléments dosés dans les échantillons de roche nous ne retonons ici que ceux dont le dosage a été également effectué sur les échantillons géochimiques alluvionnaires. Leur abondance respective est illustrée dans le tableau 1.

Tableau 1 - Eléments dosés dans les roches et les alluvions

Eléments	Cu	Ni	Zn	Ag	Sn	U	Pb	Au	W	Mo
Echantillons de roche	100	100	100	100	100	n.d.	100	n.d.	n.d.	n.d.
Echantillons alluvionnaires	100	100	100	80	15	80	50	n.d.	n.d.	n.d.

100 - éléments décélé en 100% de l'effectif; 80 - en plus de 80% de l'effectif;
50 - en environ 50% de l'effectif; 15 - en environ 15% de l'effectif;
n.d.- élément non décélé

Le cuivre, le nickel, le zinc et l'argent méritent d'être retenus pour une étude de relations entre le sous-sol et le recouvrement puisque ce sont les seuls éléments dont la présence dépasse 50% dans les deux types d'échantillons. Leur abondance dans les formations dominantes est récapitulée dans le tableau 2.

Tableau 2 - Teneurs moyennes des éléments dans les roches (en ppm)
(avec erreur standard)

Type de roche*	Nbre d'anal.	Cu	Ni	Zn	Ag
Gabbros favorables (corps d'effet ponctuel)	14	3076. ± 690.	2480. ± 370.	99.57± 6.82	1.94±0.26
Gabbros favorables (corps d'effet local)	53	309.5 ± 21.1	732.00± 92.3	85.5 ± 2.6	0.98±0.05
Gabbros, sauf gabbros favorables	23	116.35± 8.85	113.35± 11.5	73.09± 3.3	0.73±0.06
Basalte et andésite	19	132.00± 12.1	145.50± 17.7	97.4 ± 10.8	0.73±0.04
Porphyre quartzifère	8	59.75± 5.63	32.50± 2.57	52.50± 4.9	0.39±0.03
Granodiorite	6	44.00± 8.39	34.00± 8.1	52.50± 7.87	0.45±0.04

* A la lumière des études pétrographiques en cours, il y a lieu de diviser les gabbros favorables en deux groupes. Le premier correspond à deux petit corps fortement minéralisés au nord du lac Robinson; le second comprend tous les autres corps, en général moins minéralisés, qui occupent une superficie plus considérable.

Les valeurs groupées dans le tableau 2 correspondent, en général, à celles de la littérature, sauf celles du cuivre et du nickel dans les roches acides qui, selon les auteurs, se situent respectivement entre 15 et 23 ppm et entre 5 et 11 ppm (Emslie et Holman, 1966; Marchinin et Saposhnikova, 1962; Shaw, 1964). La teneur locale en Cu, Ni, Zn, Ag des roches acides diffère de façon significative de celle des roches basiques. (voir tableau 2). *Ceci permettra donc d'étudier le comportement de ces éléments dans les alluvions en fonction du sous-sol.*

Oligo-éléments des échantillons alluvionnaires

Les échantillons géochimiques alluvionnaires ont été dosés pour les éléments Cu, Ni, Co, Zn, Ag, Sn, U, Pb, Au, W, Mo. Le tableau 3 résume les pourcentages de présence selon l'effectif total des échantillons et selon la composition du sous-sol, chaque groupe d'échantillons pris au-dessus des diverses formations précambriennes étant ramené séparément à 100%.

Tableau 3 - Pourcentage de présence des oligo-éléments dans les alluvions.

Aires de prélèvement	Pourcentage de présence										
	Cu	Ni	Zn	Co	U	Ag	Pb	Sn	Mo	Au	W
Toutes les formations (234 échantillons)	100	100	100	94.9	94.9	86.5	47.8	11.5	2.0	0	0
Roches basiques (105 échantillons)	100	100	100	94	91	81	62	18	0	0	0
Porphyres quartzifères (96 échantillons)	100	100	100	94	98	86.5	29.0	16.0	2.0	0	0
Granodiorite (33 échantillons)	100	100	100	100	91	97	54	0	4	0	0

Il ressort du tableau 3 que:

- les éléments Cu, Ni, Zn sont uniformément présents dans chaque prélèvement;
- les éléments Co, U, Ag accusent une présence dont la répartition en fonction du sous-sol ne montre pas de fluctuations notables;
- Pb est faiblement présent; sa présence est la plus faible dans les échantillons pris au-dessus des porphyres quartzifères;
- Sn et Mo sont à peine présents et Au et W sont absents.

Allure de la distribution

Les histogrammes de fréquences relatives de Cu, Ni, Zn, U et Ag (figure 2) donnent l'image de distributions unimodales comprenant quelques valeurs anormalement élevées qu'on pourrait qualifier d'erronées puisque, dans le cas du nickel, il s'agit de deux prélèvements très espacés dans des secteurs où toutes les valeurs voisines sont basses. En comparant les modes avec les moyennes respectives, on constate généralement une légère asymétrie à gauche.

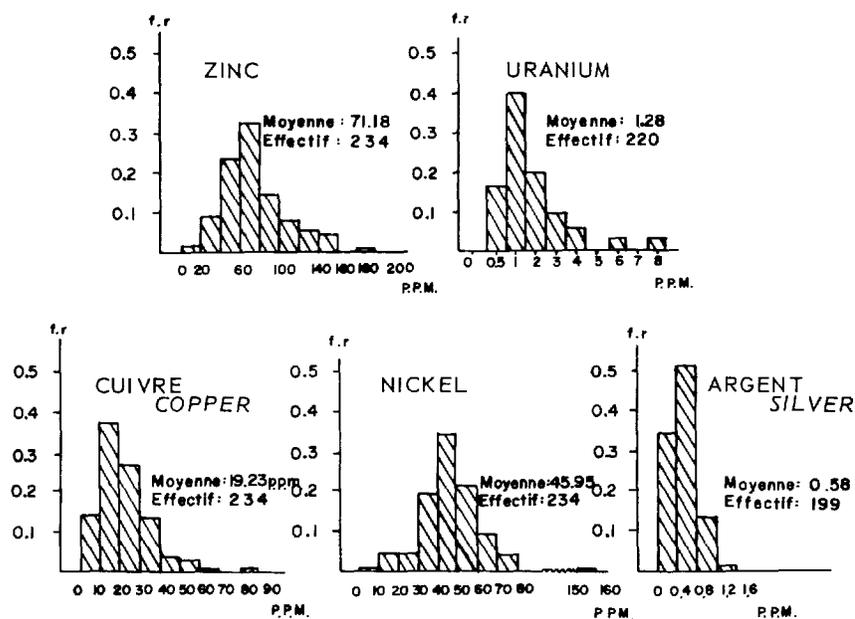


Fig. 2

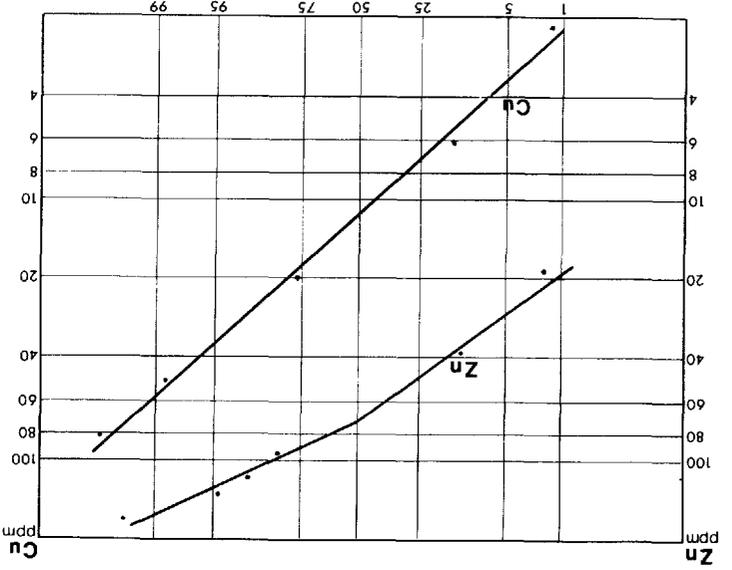
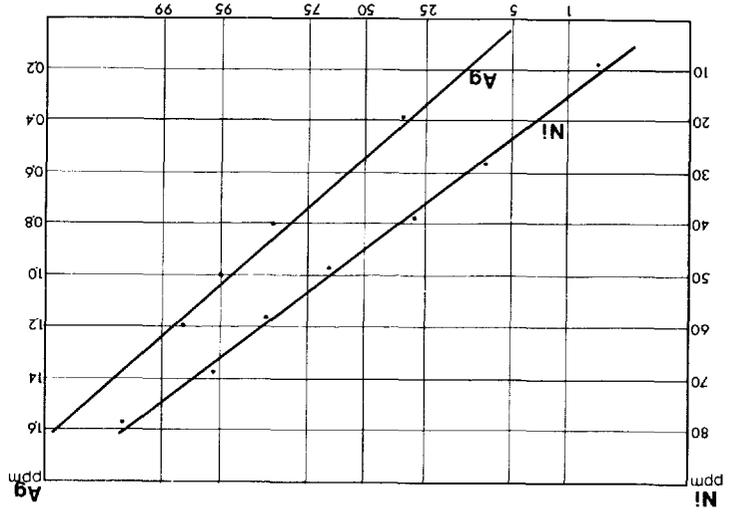
Histogrammes des fréquences relatives de Cu, Ni, Zu, U et Ag dans les alluvions

Comme il est préférable de raisonner sur des populations ajustables à une loi générale plutôt que sur un fait empirique, nous avons tenté de savoir si les distributions de Cu, Ni, Zn, U et Ag pouvaient être ajustées par une des lois théoriques de probabilité. A cet effet, nous avons d'abord tracé des droites d'Henry, (figure 3), lesquelles démontrent que:

a) Ni et Ag peuvent être ajustées par la loi normale de Laplace -Gauss; à noter que les valeurs de Ag se situent cependant à la limite de la détection (0,4 ppm \pm 7%);

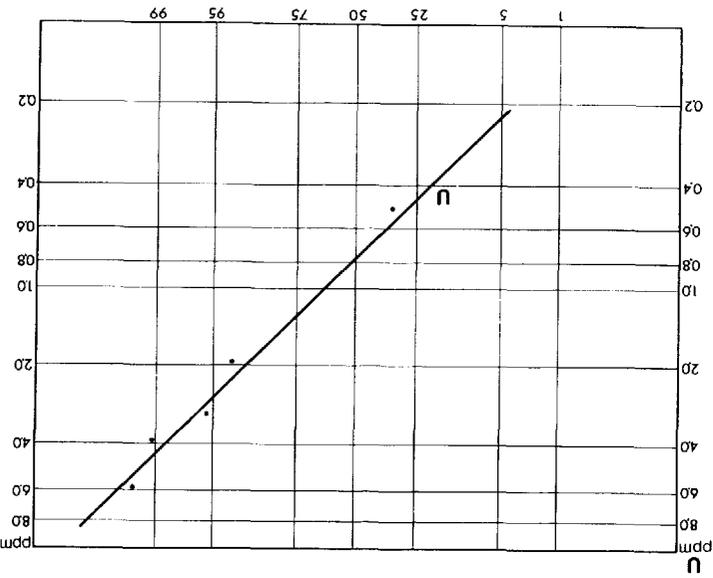
b) Cu, Zn et U semblent suivre la loi lognormale; la courbe du zinc est concave mais cette concavité pourrait être effacée par l'introduction d'une constante; les valeurs de U doivent être manipulées avec prudence car elles se situent à la limite de détection de 0.5 ppm et l'erreur analytique est de \pm 50% entre 0 et 2 ppm et de \pm 25% entre 3 et 10 ppm.

L'ajustement graphique pour le nickel et le cuivre a été contrôlé par un test numérique afin de voir sa portée exacte. Le test de χ^2 fut entièrement concluant pour la distribution du nickel. Quoique l'ajustement pour le cuivre ne soit pas rigoureux, l'écart entre χ^2_a (6.63) et χ^2_c (7.95) demeure assez petit pour permettre de raisonner sur des populations lognormales.



Droites de Henry pour le cuivre, le nickel, le zinc, l'uranium et l'argent

Fig. 3



Comportement des distributions en fonction du sous-sol

Après avoir défini le caractère des distributions, on peut aborder la question de leur indépendance du lieu de prélèvement. Comme on le sait, l'hypothèse de travail de la prospection géochimique est basée sur la présupposition que la composition du substratum se reflète - de près ou de loin - dans les sédiments alluvionnaires qui le recouvrent. Si cette présupposition s'avère juste, il y a lieu de trouver sur les formations du sous-sol géochimiquement différentes des sédiments alluvionnaires dont la micro-paragenèse géochimique reflète ces différences. Les valeurs du fond géochimiques alluvionnaires devraient ainsi former des populations statistiques différentes dont la limite géographique correspondrait grosso modo avec celle des unités géochimiques du sous-sol. Comparons à cet effet les valeurs correspondant du tableau 2 (page 5) et du tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 - Teneurs moyennes des échantillons alluvionnaires en fonction du sous-sol

Aires de prélèvement	Teneurs moyennes en ppm.				
	Cu	Ni	Zn	Ag	U
Basalte et gabbros	19.45±1.27 (105)	43.11±1.54 (105)	70.14±3.38 (105)	0.5 ±0.02 (85)	-----
Porphyres quartzifères	17.52±1.03 (96)	47.97±1.53 (96)	73.70±3.1 (96)	0.65±0.03 (83)	-----
Granodiorite	23.52±2.13 (33)	49.09±1.81 (33)	67.12±3.62 (33)	0.59±0.04 (31)	-----
Ensemble des formations	19.23±0.8 (234)	45.95±0.98 (234)	71.18±2.6 (234)	0.58±0.02 (199)	1.28±0.07 (220)

(105) Nombre d'échantillons.

On constate d'abord que les valeurs de fond du substratum basique pour Cu et Ni sont respectivement au moins deux et trois fois plus élevées que celles du substratum acide; pour Zn et Ag, elles sont deux fois plus élevées. Les gabbros favorables - en raison de leurs aires restreintes - sont considérés comme source d'anomalies (tableau 2). Ensuite on constate l'homogénéisation ou même l'inversion des valeurs dans les alluvions par rapport aux formations sous-jacentes, à savoir:

- Les valeurs alluvionnaires les plus élevées de Ni, Cu et Ag se trouvent au-dessus des formations acides dont la teneur dans les mêmes éléments est, comme on le sait, significativement plus faible. Cependant, cette inversion s'opère dans le cadre d'une homogénéisation poussée car les valeurs, mêmes lorsqu'elles diffèrent faiblement sur le plan statistique, appartiennent à la même population.

- Les valeurs du Zn sont encore plus homogénéisées sans accuser une nette inversion.

Finalement, on constate que dans le secteur des gabbros favorables, considérés comme sources possibles d'anomalies géochimiques alluvionnaires en Cu et Ni en raison de la minéralisation qu'ils renferment, il y a une véritable dépression dans les valeurs alluvionnaires des dits éléments.

Comme nous venons de le voir, la répartition géographique des valeurs alluvionnaires glaciaires de Cu et Ni est caractérisée, par rapport aux valeurs géochimiques du sous-sol, par le déplacement et l'inversion des valeurs et par leur homogénéisation assez poussée. Il en résulte que les valeurs alluvionnaires ne reflètent nullement l'abondance en oligo-éléments des formations sous-jacentes; elles en sont indépendantes.

Pour le moment nous nous arrêtons à la constatation de l'indépendance des valeurs géochimiques alluvionnaires par rapport aux formations sous-jacentes; cependant, il y a forte présomption que la cause de la répartition géographique des valeurs alluvionnaires soit étroitement liée à l'évolution du terrain glaciaire.

DISCUSSION

Nous en tenant rigoureusement aux observations et en écartant toute idée préconçue, nous trouvons que:

- Cu, Ni, Zn affichent des différences fortes et statistiquement assurées dans les formations du sous-sol (tableau 2);
- les mêmes éléments n'accusent que des différences statistiques imputables au hasard en fonction du sous-sol dans les prélèvements alluvionnaires (tableau 4);
- l'abondance respective des éléments mentionnés est différente dans les roches et dans les alluvions;

gabbros et basaltes : Cu > Ni > Zn (tableau 2)
porphyre quartzifère : Cu > Zn > Ni (tableau 2)
granodiorite : Zn > Cu > Ni (tableau 2)
alluvions : Zn > Ni > Cu (tableau 4)

- l'uranium est présent dans la quasi-totalité des échantillons alluvionnaires et absent dans les échantillons de roches (tableaux 1 et 3); il faut cependant noter que la limite de détection dans les roches est entre 1 et 2 ppm;

- les valeurs les plus élevées de Ni dans les échantillons alluvionnaires (tableau 4) se trouvent au-dessus des formations acides en dépit du fait que ces dernières contiennent trois fois moins de Ni que les formations basiques (tableau 2);

- les valeurs de Cu dans les échantillons alluvionnaires pris au-dessus des formations acides sont pratiquement identiques à celles des échantillons pris au-dessus des formations basiques en dépit du fait que les roches basiques contiennent au moins deux fois plus de Cu que les roches acides;

- les valeurs de Cu dans les échantillons alluvionnaires pris au-dessus de la granodiorite sont significativement plus fortes que dans les échantillons alluvionnaires pris au-dessus des porphyres quartzifères en dépit du fait que la granodiorite est plus pauvre en Cu que les porphyres quartzifères;

- les valeurs du Zn dans les échantillons alluvionnaires est la même sans égard au sous-sol tandis que dans les roches basiques il y significativement plus de Zn que dans les roches acides.

De ce qui précède, on peut conclure que:

a) l'abondance et le rapport respectif des éléments cités ci-dessus dans les formations alluvionnaires sont génétiquement indépendants du substratum sous-jacent;

b) le déplacement des valeurs les plus élevées des éléments mentionnés ci-dessus correspond à une polarisation propre aux sédiments glaciaires et est indépendante du sous-sol;

c) l'absence d'anomalies cupro-nickélicifères dans les alluvions est indépendante de la présence ou de l'absence de minéralisations dans le sous-sol (voir figure 1).

La conclusion s'impose donc que le raisonnement statistique classique dans les régions à recouvrement glaciaire doit être subordonné à la notion de *l'indépendance*, notion peu ou pas soulevée au cours d'une campagne géochimique de routine. Nous pouvons par conséquent affirmer que la méthode de prospection géochimique classique, qui a fait ses preuves dans les régions à recouvrement autochtone, semble inopérante dans une région à recouvrement glaciaire, qui, par définition est allochtone. Ceci n'a cependant pas une portée générale puisque, même si les conditions nécessaires à une investigation axée sur ce problème sont réunies dans la région que nous avons cartographiée, il s'agit d'une enquête isolée sur une superficie restreinte ne dépassant pas 30 milles carrés. Il s'ensuit que le résultat négatif local ne signifie nullement l'échec de la méthode à l'échelle régionale.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION

Avant de formuler une recommandation générale, il serait utile de dresser un tableau des facteurs et des phénomènes propres à la mise en place des sédiments alluvionnaires glaciaires pour essayer de mieux comprendre le comportement des éléments en trace y liés. Ceci ne constitue qu'une hypothèse de travail.

A cet effet examinons brièvement quelques traits généraux du cycle glaciaire. L'érosion glaciaire se faisant par voie physique, les débris arrachés du substratum et incorporés dans le glacier s'éloignent progressivement de leur source sans altération chimique notable. Celle-ci

ne devient pas plus prononcée au cours du transport et, les oligoéléments logés dans les silicates ne sont, par conséquent, que faiblement libérés. Les sulfures étant plus sensibles aux actions conjuguées des agents physico-chimiques, il est probable que leurs composants sont plus facilement mis en solution. En tout état de choses le matériel clastique accumulé par le glacier subit l'action d'homogénéisation et de redistribution propre à la vie interne de ce dernier. Ceci signifie que, même en prenant un terrain d'abrasion homogène, il y a lieu de compter avec une polarisation éventuelle des associations géochimiques. Si le terrain d'abrasion est hétérogène, les effets se superposent sans permettre pour autant de définir leur origine exacte. Toutefois, parmi les facteurs inhérents à la composition du sous-sol, il faut examiner la grandeur respective des unités lithochimiques susceptibles de provoquer des contrastes géochimiques au niveau des sédiments glaciaires et, en second lieu, la géométrie de ces unités par rapport à la direction de la glaciation. S'il est évident que les horizons peu puissants ont relativement peu de chance de se répercuter dans les sédiments glaciaires qu'ils ont alimentés, puisque la nature de ces derniers est plutôt propre à la redistribution et à l'homogénéisation de matériaux érodés, il reste cependant à prouver que les grandes unités lithochimiques échappent ou non, au moins partiellement, à cet effet. Quant à la sédimentation glaciaire, elle s'effectue en partie au cours de la fonte partielle et périodique et finalement durant l'achèvement de l'histoire du glacier lorsqu'il fond complètement. Il est évident que le matériel ainsi sédimenté reflète plutôt la composition du substratum raboté par le glacier que la composition des formations sur lesquelles il repose. L'effet de ces dernières n'influence donc pas l'évolution des dépôts glaciaires et semble rester faible ou absent au niveau des oligo-éléments.

Les anomalies géochimiques enregistrées méritent, en conséquence, d'être traitées avec beaucoup de prudence car, à priori, elles paraissent plutôt refléter la polarisation du sédiment glaciaire ou, dans le meilleur des cas, un indice de minéralisation particulièrement fort en amont du glacier dont il a arraché les débris.

Finalement il est utile d'examiner l'effet du sous-sol sur lequel les sédiments glaciaires sont déposés. A notre avis, cet effet ne peut se faire sentir que lorsque la fluctuation du niveau phréatique fossile a d'abord permis la mise en solution d'ions métalliques des formations sous-jacentes et ensuite le captage de ces ions par les sédiments glaciaires. Si le captage a effectivement lieu, les ions de même nature, déjà présents dans les sédiments, brouilleront l'image à tel point que la séparation des populations devient difficile, sinon impossible. Il est évident que, dans ces conditions, seul les fortes concentrations ponctuelles ou les anomalies régionales auront la chance de pouvoir contraster avec le fond géochimique préexistant.

La connaissance géochimique des formations glaciaires laissant encore beaucoup à désirer, il serait capital de grouper les données d'analyses disponibles aussi bien en fonction des unités glaciaires qu'en fonction

du substratum sur lequel elles reposent. On pourrait ainsi, nous semble-t-il, séparer en beaucoup de cas l'effet de l'infiltration in situ de celui de la redistribution des oligoéléments venant d'ailleurs avec le glacier.

Si les valeurs géochimiques alluvionnaires sont dépendantes de l'anatomie du glacier et indépendantes des formations sous-jacentes, certains comportements des oligoéléments dans la région étudiée deviennent compréhensibles:

- cantonnement de la majorité des faibles valeurs de Cu, Ni, Zn au pied du front de l'esker NNE-SSE dans la partie nord-est de la région, là où se trouvent les plus grands affleurements du gabbro favorable, affleurements dont la teneur en Cu et Ni est plus élevée que celles des autres gabbros;

- "dépression" des valeurs de Ni au sud du lac Robinson entre le front et l'avant-pays de l'esker NNE-SSW juste dans le secteur où la teneur en Ni du substratum est particulièrement élevée;

- légère tendance croissante de toutes les valeurs, sans contour défini, vers l'extrémité sud de la région qui est l'avant-pays frontal de l'esker reconnu (voir figure 3) ;

- cantonnement des valeurs les plus élevées du Ni dans le secteur occidental où elles seraient liées à la présence de l'ancien glacier venant de l'ouest ;

- absence d'anomalies géochimiques alluvionnaires autour des formations minéralisées.

La dépendance de la distribution spatiale des valeurs de l'anatomie et de la morphologie des anciens glaciers demande cependant une confirmation plus régionale, laquelle, comme nous l'avons déjà dit, doit se faire par une étude plus poussée des formations quaternaires.

Quant à l'origine de cette microparagenèse, étrangère au substratum mais dépendante de l'érosion glaciaire, on devrait très probablement remonter le chemin que le glacier a parcouru. Le rapport $Zn > Ni > Cu$ refléterait plutôt la capacité migratrice de ces éléments en milieu sédimentaire glaciaire que l'effet de facteurs génétiques inhérent à la microparagenèse du terrain érodé.

Il n'est donc pas interdit, si on traduit les constatations précédentes sur le plan de la prospection alluvionnaire dans le terrain glaciaire, de supposer que les sédiments glaciaires semblent plus propres à refléter les variations régionales que les variations locales. Ce qui équivaut à dire qu'une méthode de prospection géochimiques des alluvions d'origine glaciaire ne peut généralement pas répondre aux questions locales d'une manière efficace. En d'autres termes, l'échec d'une méthode de prospection peut être imputable à l'incompatibilité existant entre l'échelle du milieu sur lequel porte une prospection et l'échelle d'efficacité de la méthode.

Sur le plan pratique, on est amené à reconsidérer la notion d'emploi d'une méthode donnée de la prospection géochimique. A l'échelle des travaux de détail une méthode basée sur le prélèvement de sédiments de ruisseau paraît inefficace pour la recherche de corps minéralisés isolés ou d'horizons minéralisés de faible puissance lorsque le recouvrement échantillonné est de nature allochtone. *Il devient également évident qu'un résultat négatif ne signifie nullement une absence de minéralisation dans le sous-sol mais marque plutôt la limite d'efficacité de la méthode de prospection.* A l'échelle régionale, il reste à vérifier la portée exacte de la méthode utilisée sous peine de passer à côté de minéralisation économiquement valables. Cette vérification pourrait se faire dans des régions dont la lithochimie est au moins partiellement connue et sur des eskers et leur environnement. Il importerait que ce travail soit exécuté à diverses échelles pour en arriver, si possible, à trouver la compatibilité entre l'échelle des phénomènes recherchés et l'échelle à laquelle une méthode donnée est la plus efficace. Les travaux à exécuter doivent tout naturellement tenir compte de l'importance du contrôle géologique de dépendance appelé à présider aux diverses phases de l'interprétation statistique.

BIBLIOGRAPHIE

- AHERNS, L.H. 1966 - Element distribution in specific igneous rocks (Geoch., Cosmoch. Acta. vol. 30, pp. 109-122).
- AUBAGUE, M.,
FOGLIERINI, F.,
GRENIER, C. 1964 - Sur les anomalies de fuite en prospection géochimique stratégique ... (Bull. Soc. franc. Miner. Crist., LXXXVII, pp. 20-27).
- CHAGNON, J.Y. 1962 - Rapport préliminaire sur la région de Remigny-Villars (Min. Richesses Nat. du Qué. R.P. no 478, pp. 1-10).
- DUVAL, R. 1959 - Etude graphique d'une distribution lognormale (Revue de Statis. Appl., vol. VII, no 1, pp. 107-115).
- EMSLIE, R.F. and
HOLMAN, R.H.C. 1966 - The Copper content of Canadian Shields rocks, Red Lake Lonsdowne House Area, NW ONTARIO (Geol. Surv. of Canada, Bull. 130, pp. 1-31).
- IMREH, L. 1970 - Géologie de la partie sud-ouest du canton de Baby, cté de Témiscamingue (Min. des Richesses Nat. du Qué. Rap. Préliminaire no 592).
- KELLY, R.,
IMREH, L.,
HIRLEMANN, G. 1969 - Cartes géochimiques de la région du lac Kipawa (Min. des Richesses Nat. du Qué., cartes prov. no 1675 et 1676 A-J).
- LINDER, A. 1964 - Statistische Methoden ... (Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart, 484 pages).
- MARCHININ, E.K. et
SAPOSHNIKOVA, A.M. 1962 - (en russe) La teneur en Ni, Co, Cr, V et Cu dans les roches volcaniques du Kamtshatka et des Kouriles (Geochimija, pp. 272-376, référé in: Zentralblatt für Min. Teil. II, 1963, H 3/4 pp. 510-511).
- SHAW, D.M. 1964 - Interprétation géochimique des éléments en trace dans les roches cristallines (Masson et Cie, Paris, 237 pages).

- SHAW, D.M. et al. 1967 - An estimate of the chemical composition of the Canadian Precambrian Shield (Can. Journ. of Earth Sci., vol. 4, no 5, pp. 829-854).
- SZADECKZY-KARDOSS, E. 1955 - Géokémia (Akadémiai Kinyvkido, Budapest, 680 pages).
- UNKSOW, W.A., et
LODOTSCHNIKOVA, N.W. 1961 - (en russe) La distribution du Cobalt et du Nickel dans les roches eruptives et dans la croute terrestre (Geochemija, pp. 732-741, référé in: Zentralblatt für Min. u. Petr., T. II, H. 1, 1963, page 22).
- WEBB, J.S.,
NICHOL, I., and
THORNTON, I. 1968 - The Broadening Scope of Regional Geochemical Reconnaissance (Intern. Geol. Congr., Prague, 1968, Section 6, pp. 131-147).

INTRODUCTION

The use of geochemical methods in exploration has become so routine that the question whether or not the geochemical samples, in consideration of their composition and origin, reflect at least partially the nature of the underlying bedrock and its associated mineralization is rarely raised. A statistical interpretation of the geochemical data without paying proper attention to the geological reality may even delay further assessment of an area. Shaw (1964) pointed out this aspect by writing: "la répartition des éléments en traces est une chose intéressante en soi, mais il arrive souvent, dans la complexité des problèmes de dosage et d'interprétation, que l'on perde de vue les intérêts géologiques".

Facing the danger of reasoning on abstractions, the statistical methodology was only treated in so far as it could be integrated in the geological framework of the present study, which is fairly well known to us, since the geological mapping was carried out at the scale of 1,000 feet to the inch (Imreh, 1970). This framework supplies us with the necessary conditions to face the problem of dependence between stream sediment samples and the underlying formations. These conditions are the following:

- strong geochemical contrast between the bedrock formations,
- presence of mineralization linked with certain rock types,
- glacial overburden of average or great thickness,
- uniformly developed hydrographic network,
- number of geochemical samples great enough to justify the use of a few common statistical tests.

ACKNOWLEDGMENTS

The writer wishes to express his gratitude to Mr. Germain Pelletier, engineer at the Waters Branch, who insured a fast and efficient programming of the geochemical data.

GEOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FRAMEWORK

The geochemical problem treated herein requires a knowledge of the composition and the geographic location of the petrological entities of the area. The main features of the bedrock formations, as well as the morphological characters which have a bearing on the interpretation of geochemical results, are treated below.

Bedrock formations

The bedrock formations are all Lower Precambrian in age and consist of a metavolcanic sequence, masses of metagabbros, and acidic intrusions (see figure 1, facing page 1).

Metavolcanic sequence

The metavolcanic sequence includes andesites and basalts, which are almost impossible to tell apart in the field, and a few minor dacitic interlayers.

Metagabbros

The metagabbros consist of three main groups: the common metagabbros, the subsophitic metagabbros, and the "favourable" metagabbros.

The distinction between the common metagabbros and the "favourable" metagabbros is difficult and, for the moment, may be considered entirely empirical. The former are usually blackish, tough, and medium grained; they have no ultrabasic borders and form large and homogeneous bodies. The latter are either blackish and quite tough ("core shack" type), or greenish and more friable and coarser grained than the former. The "favourable" metagabbros also show numerous ultrabasic phases. These characteristic and descriptive features allow a provisional field distinction and point to petrochemical differences whose descriptions are outside the scope of the present study.

The common and subsophitic metagabbros are particularly widespread at the base of the metavolcanic sequence and possess an attitude which is usually peneconcordant. The "favourable" metagabbros are found within the upper third of the local sequence. Apart from the features mentioned so far, the "favourable" metagabbros also differ from the other two metagabbros by their associated massive and disseminated copper-nickel mineralization, hence their name "favourable" metagabbros.

Acidic intrusions

A younger and truly discordant quartz porphyry complex occurs in the western portion of the area under study. It is accompanied by numerous major and minor offshoots nearly everywhere within the basic formations.

Granodiorites form the southern limit of the above mentioned formations. Some are also found in the northeastern corner of the area.

Some syenites and lamprophyres are also found, but in such limited amounts that their effect on alluvial geochemistry is negligible.

Quaternary formations

Even though they do not appear on the geological sketch, these formations deserve a brief description for they make up the material from which the alluvial geochemical samples were taken.

They consist of poorly sorted glacial sediments, whose granular composition ranges between that of a coarse gravel and that of a slightly sandy clay. The clay beds, frequently found at the base of the deposits, are thin and pinch out within a short distance. The sand and gravel beds alternate irregularly and show frequent horizontal and lateral transitions. Hence, sediments of any granularity may rest directly on the bedrock.

As witnessed by photoqueological studies and previous geological surveys in the vicinity (Chagnon, 1962), this overburden, whose thickness ranges between 0 and 60 feet, forms part of the frontal extremity of a moraine that crosses the northeast quarter of Baby township. The axis of this moraine, which is marked by an esker, is oriented NE-SW. The frontal extremity of another moraine occurs to the west of the area and corresponds to an ancient glacier whose direction was to the NW.

Hydrographic network

The hydrographic network is essentially composed of streams and small rivers with an average or low drainage, depending on whether the erosional base is local or regional. The local base is marked by connecting lakes whose levels range between 750 and 800 feet; the regional base is the large lake, Temiscaming, to the west of the area, whose altitude is about 630 feet.

The divide is at a height between 850 and 950 feet above sea level and cuts the area into two hydrologic basins: the north sector, where streams and rivers flow into lakes, and the south sector (including the eastern extremity of the north sector) where streams flow into the Loutre river, which, in turn, flows south of the area. The drainage of the southern basin is no better than that of the northern basin.

The hydrographic diversity of the area in no way affects the interpretation of data, for the drainage is uniform and, on the other hand, each major formation having a strong geochemical contrast is equitably represented in both sectors. However, it must be noted that the streams are not in direct contact with the bedrock and that nearly all the alluvial geochemical samples were taken within the Quaternary sediments.

CONTROL OF GEOCHEMICAL DATA

The conditions required for a critical control of the interpretation of geochemical data having been met in the Baby area, the qualitative and quantitative relations between the abundance of trace elements in the bedrock and that of the overburden may be examined. The presence or the absence of these relations form the main basis of a valid interpretation.

Geochemical contrast of the bedrock

Among the trace elements for which rock samples were analysed, only those for which the alluvial geochemical samples were also analysed are listed in table 1.

Table 1 - Elements analysed in rock and alluvial samples

Elements	Cu	Ni	Zn	Ag	Sn	U	Pb	Au	W	Mo
Rock samples	100	100	100	100	100	n.d	100	n.d	n.d	n.d
Alluvial samples	100	100	100	80	15	80	50	n.d	n.d	n.d

100 - elements detected in 100% of samples; 80 - elements detected in more than 80% samples; 50 - elements detected in approximately 50% of samples; 15 - elements detected in approximately 15% of samples; n.d - non detected element

Copper, nickel, zinc, and silver deserve further consideration for a correlation study between the bedrock and the overburden, because they are the only elements to exceed 50% in both types of samples. Their abundance in the dominant formations is also listed in table 2.

Table 2 - Average content of elements in rocks in ppm
(with standard deviation)

Rock type	No. Samples	Cu	Ni	Zn	Ag
"Favourable" gabbro *	14	3076. ±690.	2480. ±370.	99.57± 6.82	1.94± 0.26
"Favourable" gabbro *	53	309.5 ± 21.1	732.00 ± 92.3	85.5 ± 2.6	0.98± 0.05
Gabbros, except "favourable" gabbro	23	116.35± 8.85	113.35 ± 11.5	73.09± 3.3	0.73± 0.06
Basalt and andesite	19	132.00± 12.1	145.50 ± 17.7	97.4±±10.8	0.73± 0.04
Quartz porphyry	8	59.75± 5.63	32.50 ± 2.57	52.50± 4.9	0.39± 0.03
Granodiorite	6	44.00± 8.39	34.00 ± 8.1	52.50± 7.87	0.45± 0.04

* In the light of petrographic studies presently under way, the "favourable" gabbros may be divided into two groups. The first corresponds to two small and heavily mineralized bodies north of Lake Robinson; the second includes all the other bodies, usually less mineralized and occupying a greater area.

Most of the values shown on table 2 correspond to those of the literature, except those for copper and nickel in acidic rocks which, according to some authors, fall between 15 and 23 ppm and 5 and 11 ppm respectively (Emslie and Holmes, 1966; Marchinin and Saposhnikova, 1962; Shaw, 1964). The local Cu, Ni, Zn, Ag contents in the acidic rocks differ significantly from those in the basic rocks (table 2). This will therefore allow a study of the behavior of these elements in alluviums in relation with the bedrock.

Trace elements in alluvial samples

The alluvial geochemical samples were assayed for Cu, Ni, Co, Zn, Ag, Sn, U, Pb, Au, W, Mo. Table 3 shows the percentage of presence according to the total samples and according to the bedrock composition; each group of samples taken over the various Precambrian formations was considered separately as 100%.

Table 3 - Percentage of presence of trace elements in the alluviums

Sampling area	Percentage of presence										
	Cu	Ni	Zn	Co	U	Ag	Pb	Sn	Mo	Au	W
All formations (234 samples)	100	100	100	94.9	94.9	86.5	47.8	11.5	2	0	0
Basic rocks (105 samples)	100	100	100	94	91	81	62	18	0	0	0
Quartz porphyry (96 samples)	100	100	100	94	98	86.5	29	16	2	0	0
Granodiorite (33 samples)	100	100	100	100	91	97	54	0	4	0	0

Table 3 shows the following facts:

- Cu, Ni, Zn are uniformly present in each sample;
- the distribution of Co, U, Ag in relation to the bedrock shows no notable fluctuations;
- the lowest Pb contents occur in samples taken over the quartz porphyry;
- Sn and Mo are barely present while Au and W are absent.

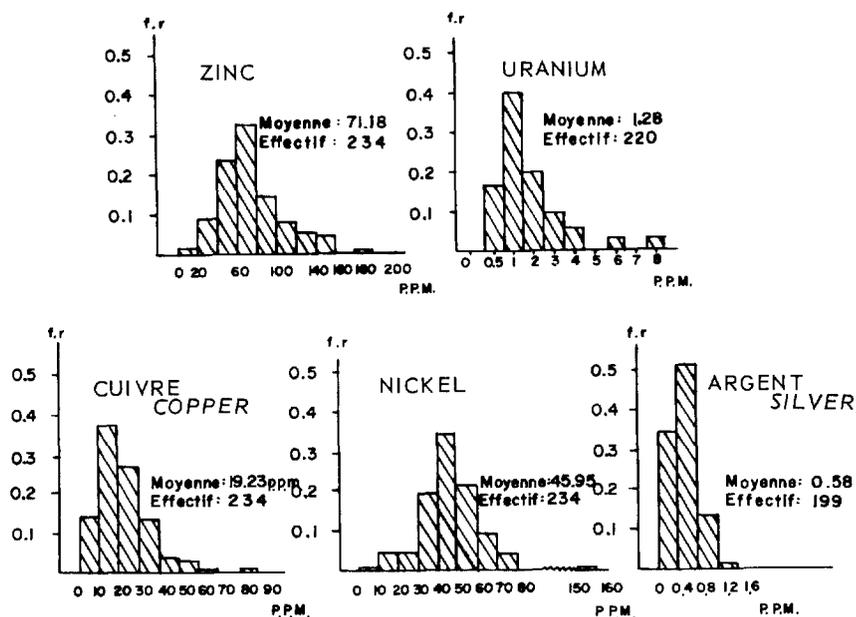


Fig. 2

Histograms of relative frequencies for Cu, Ni, Zu, U and Ag in stream sediments

Character of distribution

The relative frequency histograms for Cu, Ni, Zn, U and Ag (figure 2) give a picture of unimodal distributions comprising a few abnormally high values that could be considered erroneous for, as in the case of nickel, they represent two widely spaced sampling sites in sectors where all adjacent values are low. Comparison of the modes with the respective means generally shows a slight asymmetry to the left.

As it is preferable to reason on populations which are adjustable to a general law rather than on an empirical fact, the writer tried to find out if the Cu, Ni, Zn, U, and Ag distributions could be adjusted by one of the theoretical rules of probability. For this, Henry's probability curves were plotted (figure 3) and show that:

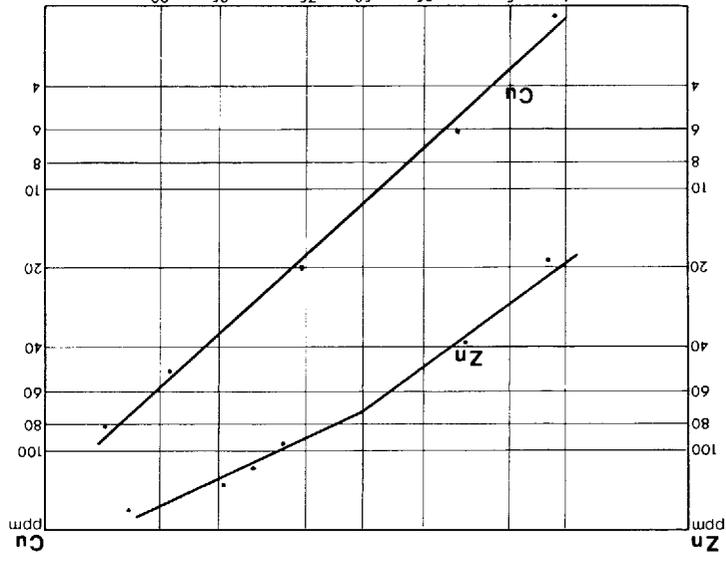
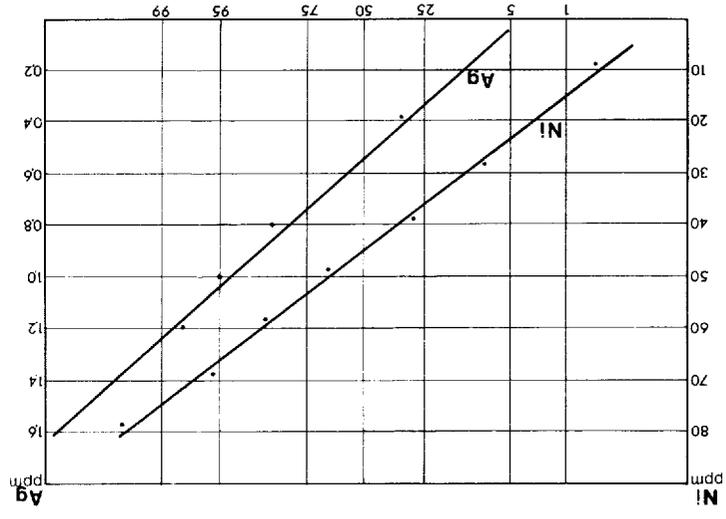
a) Ni and Ag may be adjusted by the Laplace-Gauss distribution law; it should be noted, however, that the values for Ag fall at the limit of detection (0.4 ppm - 7%);

b) Cu, Zn and U seem to follow a lognormal distribution; the zinc curve is concave but this feature could be smoothed out by the introduction of a constant; the U values must be handled with caution for they fall at the 0.5 ppm limit of detection and the analytical error $\pm 50\%$ between 0 and 2 ppm and $\pm 25\%$ between 3 and 10 ppm.

The graphic adjustment for nickel and copper was controlled by a numerical test to find its exact range. The χ^2 test was completely conclusive for the nickel distribution. Even if the adjustment for copper is not exact, the deviation between χ_a^2 (6.63) and χ_c^2 (7.95) remains small enough to enable further reasoning on lognormal populations.

Behavior of distributions in relation to the bedrock

After having defined the character of the distributions, the question of their independence to the sampling site may be tackled. As we know, the working hypothesis in geochemical prospecting is based on the assumption that the bedrock composition is reflected --- closely or distantly --- in the overlying alluvial sediments. If this assumption is proven correct, bedrock formations that are geochemically different may be found to be overlain by alluvial sediments whose geochemical microparagenesis reflects these differences. The values of the alluvial geochemical background should, therefore, form different statistical populations whose geographic limits should correspond approximately to that of the bedrock geochemical units. Hence let us compare the corresponding values of tables 2 and 4.



Henry's curves for copper,
nickel,
zinc,
uranium,
silver.

Fig. 3

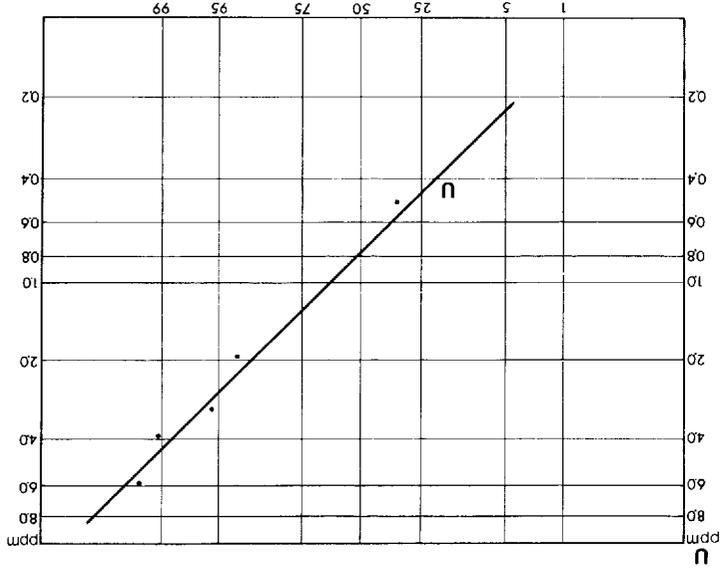


Table 4 - Average content of alluvial samples
in relation to the bedrock

Sampling area	Average content in ppm				
	Cu	Ni	Zn	Ag	U
Basalt and gabbros	19.45±1.27 (105)	43.11±1.54 (105)	70.14±3.38 (105)	0.5 ± 0.02 (85)	- - - - -
Quartz porphyry	17.52±1.03 (96)	47.97±1.53 (96)	73.70±3.1 (96)	0.65± 0.03 (83)	- - - - -
Granodiorite	23.52±2.13 (33)	49.09±1.81 (33)	87.12±3.62 (33)	0.59± 0.04 (31)	- - - - -
Formations together	19.23±0.8 (234)	45.95±0.98 (234)	71.18±2.6 (234)	0.58± 0.02 (198)	1.28 ± 0.07 (220)

First it should be noted that the background values of the basic substratum for Cu and Ni are at least two and three times higher, respectively, than those of the acidic substratum; for Zn and Ag, they are twice as high. Because of their restricted areal extent, the favourable gabbros are considered a source of anomalies (table 2). Moreover, one observes the homogenization or even the inversion of values in the alluviums in relation to the underlying formations:

- The highest alluvial values for Ni, Cu, and Ag are found over the acidic formations whose contents of the same elements are, as we know, significantly lower. However, this inversion takes place through an extensive homogenization, for the values belong to the same population, even when they are statistically slightly different.

- The Zn values are even more homogenized without showing a net inversion.

Finally, it may be observed that in the sector of "favourable" gabbros, considered as the possible sources of alluvial geochemical anomalies in Cu and Ni because of the mineralization they contain, there is a true low in the alluvial values of these elements.

As seen previously, the geographic distribution of the glacial alluvial values for Cu and Ni is characterized, in relation to the geochemical values of the bedrock, by the displacement and the inversion of values and by their advanced homogenization. The result is that the alluvial values in no way reflect the abundance of trace elements of the bedrock formations; they are independant from them.

Our remarks will be limited for now to the observation that the alluvial geochemical values are independant from those of the bedrock formations; there is, however, a strong presumption that the cause for the geographic distribution of alluvial values is closely related to the evolution of the glacial terrain.

DISCUSSION

By sticking closely to the observations and by keeping away from preconceived ideas, it is found that:

- Cu, Ni, Zn show differences that are both strong and statistically certain in bedrock formations (table 2);
- in the alluvial samples, the same elements only show statistical differences that are attributable to chance in connection with the bedrock;
- the respective abundance of the previously mentioned elements is different in the rocks and in the alluviums;

gabbros and basalts:	Cu>Ni>Zn	(table 2)
quartz porphyry	: Cu>Zn>Ni	(table 2)
granodiorite	: Zn>Cu>Ni	(table 2)
alluviums	: Zn>Ni>Cu	(table 4)

- uranium is present in nearly all the alluvial samples and absent in rock samples (tables 1 and 3); it must be noted, however, that the limit of detection in rocks is between 1 and 2 ppm.

- the highest Ni values in alluvial samples (table 4) are found over the acidic formations in spite of the fact that these formations contain only a third of the Ni found in the basic formations (table 2);

- Cu values in alluvial samples taken over acidic formations are practically identical to those contained in samples taken over basic formations in spite of the fact that the basic rocks contain at least twice as much Cu as the acidic rocks;

- the Cu values in alluvial samples taken over the granodiorite are significantly higher than those of alluvial samples taken over the quartz porphyry even though the granodiorite is poorer in Cu than the quartz porphyry;

- the Zn values are the same in alluvial samples, regardless of the bedrock composition, while in basic rocks, the Zn values are significantly higher than in the acidic rocks.

It may, therefore, be concluded that:

- a) the abundance and the relative ratio of the elements previously mentioned in the alluvial formations are genetically independent from the underlying substratum.
- b) displacement of the highest values for the previously mentioned elements corresponds to a polarization which characterizes glacial sediments and which is independent from the bedrock;
- c) the absence of Cu-Ni anomalies in the alluviums is independent of the presence or absence of mineralization in the bedrock (see figure 1).

It is, therefore, concluded that the classic statistical reasoning in glacially covered areas must be subordinated to the idea of independence, an idea which is of little or no concern in the course of a routine geochemical survey. It can, therefore, be stated that the classic geochemical prospecting method, which has proved itself in areas of autochthonous overburden, does not seem to work in an area of glacial overburden which is by definition allochthonous. However, this cannot be made the general rule since, even if the conditions required for an investigation centered on this problem prevail in the area under study, it is an isolated survey on a restricted area which does not exceed 30 square miles. It follows that the local negative result by no means indicates that the method has failed on a regional scale.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

Before formulating a general recommendation, let us consider the factors and phenomena related to the deposition of glacial alluvial sediments, so as to better understand the behavior of the associated trace elements, this being but a working hypothesis.

For this matter, let us examine briefly the general features of the glacial cycle. Glacial erosion being a physical phenomena, the debris ripped off the substratum and incorporated in the glacier is carried progressively farther away from its source without notable chemical alteration. This alteration does not get any more pronounced through the transport and the trace elements present within the silicates, for instance, have only been slightly liberated. Sulphides being more sensitive to the combined actions of physico-chemical agents, their components probably become more easily soluble. The clastic materials accumulated by the glacier undergo homogenization and a redistribution characteristic to their internal life. This means that, even when taking a terrain of homogeneous abrasion, geochemical associations may be found with an eventual polarization. If the terrain of abrasion is heterogeneous, the effects are superposed without permitting definition of their exact origin. However, among the factors inherent to the bedrock composition, one must examine the respective sizes of the lithochemical units which might cause geochemical contrasts in the glacial sediments, and then the geometry of these units in relation to the ice direction. Even though it is evident that the thin horizons are relatively unlikely to have contaminated the glacial sediments they supplied, for their nature is more characteristic of the distribution and the homogenization of the eroded material, the possibility that large lithochemical units might escape this effect, at least in part, remains to be proven. As for glacial sedimentation, it is partly accomplished during partial and periodical melting and finally at the end of the glacier's history, as it melts completely. It is obvious that the material thus deposited reflects the composition of the substratum eroded by the glacier rather than the composition of the formations on which it rests. The effect of these latter formations does not, however, influence the evolution of glacial deposits

and seems to remain weak or absent on the trace elements.

The geochemical anomalies recorded, therefore deserve to be treated with great care, for they seem to reflect the polarization of the glacial sediment or, at best, the indication of a particularly strong mineralization up-glacier and from which the debris have been ripped.

Finally it is useful to examine the effect of the bedrock on which the glacial sediments are deposited. It is the writer's opinion that this effect can only be felt when the fluctuation in the fossil ground-water level first allowed the dissolution of metallic ions from the underlying formations and then the trapping of these ions by the glacial sediments. If this trapping eventually takes place, ions of similar habit, already present in the sediments, would confuse the picture to such an extent that the separation of populations would become difficult, if not impossible. It is obvious that in these conditions, only the strong pin-point concentrations or the regional anomalies would stand the chance of contrasting against the pre-existent geochemical background.

The geochemical knowledge of the glacial formations still leaves much to be desired. It would be of prime importance to group available analytical data in relation to glacial units and to the underlying substratum. In several cases, separation of the effect of in situ infiltration and the redistribution of trace elements brought from elsewhere by the glacier may be possible.

Provided the alluvial geochemical values are related to the anatomy of the glacier and are independent from the underlying formations, some habits of the trace elements in the area under study become understandable:

- grouping of the majority of weak Cu, Ni, Zn values at the foot of the NNE-SSE esker front in the northeast part of the area, where the largest outcrops of "favourable" gabbro, in which the Cu and Ni content is higher than in other gabbros, are found;

- low Ni values south of Robinson lake, between the front and the foreground of the NNE-SSE esker, in the sector where the Ni content of the substratum is particularly high;

- a slight tendency for values to increase with ill-defined contours towards the south extremity of the area, which is the frontal foreground of the recognized esker (see figure 3);

- grouping of the highest Ni values in the western sector where they might be related to the presence of the ancient glacier coming from the west;

- absence of alluvial geochemical anomalies around mineralized formations.

The dependency of the spatial distribution of anomalous values on the morphology of ancient glaciers requires a more regional confirmation, which, as previously said, must be done through a closer study of the Quaternary formations.

As for the origin of this microparagenesis, foreign to the substratum but dependent on glacial erosion, one would probably have to back track the course followed by the glacier. The Zn>Ni>Cu ratio reflected the migrating capacity of these elements in a glacial sedimentary environment rather than the effect of genetic factors inherent to the microparagenesis of the eroded terrain.

When studied in regards to alluvial prospecting in a glacial terrain, the former observations may lead one to imply that the glacial sediments seem more likely to reflect regional variations than local variations. Which means that a geochemical prospecting method for glacial alluviums is usually unable to provide adequate answers to local questions. In other words, the failure of a prospecting method may be charged to the existing incompatibility between the selected working scale and the efficiency scale of the method.

In actual fact, one is inclined to reconsider the very use of a given geochemical prospecting method. At the scale used for detailed surveys, a method based on stream sediment sampling seems inefficient in the search for isolated mineralized bodies or for thin mineralized horizons when the overburden sampled is allochthonous in nature. It is also obvious that a negative result by no means signifies an absence of mineralization in the bedrock, but rather points to the efficiency limit of the prospecting method. On a regional scale, the exact range of the method used remains to be determined, at the risk of failing to detect valuable economic mineralization. This verification could be done in areas where the lithochemistry is at least partially known and on eskers and in their vicinity. It is important that this work be carried out at different scales, so as, hopefully, to find the compatibility between the scale of the phenomenon we are looking for and the scale at which a given method is most efficient. The studies to be conducted must obviously take into account the importance of the geological control on which the various phases of statistical interpretation will rely heavily.

BIBLIOGRAPHY

- AHERNS, L.H. 1966 - Element distribution in specific igneous rocks (Geoch., Cosmoch. Acta. vol. 30, pp. 109-122).
- AUBAGUE, M.,
FOGLIERINI, F.,
GRENIER, C. 1964 - Sur les anomalies de fuite en prospection géochimique stratégique ... (Bull. Soc. franc. Miner. Crist., LXXXVII, pp. 20-27).
- CHAGNON, J.Y. 1962 - Geology of the Rémigny-Villars area, Rouyn-Noranda and Témiscamingue Counties (Quebec Dept. Nat. Resources, P.R. no. 478).
- DUVAL, R. 1959 - Etude graphique d'une distribution lognormale (Revue de Statist. Appl., vol. VII, no 1, pp. 107-115).
- EMSLIE, R.F. and
HOLMAN, R.H.C. 1966 - The Copper content of Canadian Shields rocks, Red Lake Lonsdowne House Area, NW ONTARIO (Geol. Surv. of Canada, Bull. 130, pp. 1-31).
- IMREH, L. 1970 - Geology of the southwest quarter of Baby township, Témiscamingue County (Quebec Dept. Nat. Resources, P.R. no 592).
- KELLEY, R.,
IMREH, L.,
HIRLEMANN, G. 1969 - Geochemical maps of lake Kipawa area (Quebec Dept. Nat. Resources, prov. maps no. 1675 and 1676 A-J).
- LINDER, A. 1964 - Statistische Methoden ... (Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart, 484 pages).
- MARCHININ, E.K. and
SAPOSHNIKOVA, A.M. 1962 - (In Russian) Ni, Co, Cr, V and Cu content in volcanic rocks of Kamtshatka and of the Kouriles (Geochimija, pp. 272-376, reference in: Zentralblatt für Min. Teil. II, 1963, H3/4 pp. 510-511).
- SHAW, D.M. 1964 - Interprétation géochimique des éléments en trace dans les roches cristallines (Masson et Cie, Paris, 237 pages).
- SHAW, D.M. et al. 1967 - An estimate of the chemical composition of the Canadian Precambrian Shield (Can. Journ. of Earth Sci., vol. 4, no 5, pp. 829-854).
- SZADECZKY-KARDOSS, E. 1955 - Géokémia (Akadémiai Kinyvkiodo, Budapest, 680 pages).
- UNKSOW, W.A. AND
LODOTSCHNIKOVA, N.W. 1961 - (In Russian) Distribution of Cobalt and Nickel in eruptive rocks and in the earth's crust (Geochimija, pp. 732-741, reference in Zentralblatt für Min. U. Petr., T. II, H. 1, 1963, page 22).
- WEBB, J.S.,
NICHOL, I., and
THORNTON, I. 1968 - The Broadening Scope of Regional Geochemical Reconnaissance (Intern. Geol. Congr., Prague 1968, Section 6, pp. 131-147).

