

DPV 826

LITHOGEOCHIMIE DE LA PARTIE ORIENTALE DU COMPLEXE RHYOLITIQUE DE LA MINE HUNTER (COMTE D'ABITIBI-OUEST)

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
DE L'ÉNERGIE
ET DES RESSOURCES**

DIRECTION GÉNÉRALE
DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE
ET MINÉRALE

**Lithogéochimie de la partie orientale
du complexe rhyolitique de la mine Hunter**

Abitibi-Ouest

Yves Gagnon

RAPPORT FINAL

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE
SERVICE DE LA GÉOLOGIE

LITHOGÉOCHIMIE DE LA PARTIE ORIENTALE
DU COMPLEXE RHYOLITIQUE DE LA MINE HUNTER,
ABITIBI-OUEST

RAPPORT FINAL

Y. GAGNON



TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	1
Localisation et accès	1
Physiographie et culture	2
Travaux antérieurs	2
Objectifs et méthode de travail	2
Remerciements	3
GEOLOGIE GENERALE, PETROGRAPHIE ET STRUCTURE	3
Position du complexe dans le contexte abitibien	3
Description du complexe	4
Roches volcaniques felsiques	4
Rhyolites massives	4
Rhyolites fragmentaires	5
Roches volcaniques intermédiaires et mafiques	7
Roches intrusives	7
Tectonique	8
GEOLOGIE ECONOMIQUE	8
Mine Hunter	8
Travaux divers	9
Potentiel économique	9
GEOCHIMIE	10
Populations	11
K ₂ O	11
Na ₂ O	11
TiO ₂	12
CaO	12
MgO	12
Fe _{tot}	12
Zn	12
Cu	12
Corrélations	13
Na ₂ O - K ₂ O	13
MgO - Fe _{tot}	14
Diagramme AFM	14
ALTERATION ET METAMORPHISME	15
Carbonatisation	15
Chloritisation	15
Altération potassique	16
Métamorphisme	16
LITHOGEOCHIMIE	17
Altération hydrothermale	17
Etude des anomalies	18
Rapport Na ₂ O/K ₂ O	18
Indice D.M.	19
Rapport CaO/MgO	21
Cuivre	22
Zinc	22

	Page
SYNTHESE DE L'ETUDE LITHOGEOCHIMIQUE DU COMPLEXE	23
REFERENCES	25
ANNEXES	
1- Observations pétrographiques (1980) .	27
2- Observations pétrographiques (1979) .	28
3- Analyses chimiques (1980)	29
4- Analyses chimiques (1979)	29
5- Roches moyennes de Le Maître	30
CARTE (1:20 000)	
Carte géologique du complexe rhyolitique de la mine Hunter	hors texte

INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats des travaux de terrains effectués au cours de l'été 1980. Il complète l'étude régionale de 1979 (Gagnon, 1981); celle-ci porte sur les roches volcaniques acides du complexe de la mine Hunter et couvre un territoire réservé à la couronne en vertu de la loi 27 (dossier 1001), c'est-à-dire la partie du complexe située à l'ouest de la mine Hunter.

Les travaux de 1980 ont porté sur le prolongement oriental de ces roches acides, ainsi que sur les environs immédiats de la mine. Ils avaient également pour objet de relier les résultats de 1979 à ce prolongement et d'effectuer une étude détaillée de certaines anomalies de 1979 en vue d'une interprétation précise et éclairée.

LOCALISATION ET ACCES

La région se situe immédiatement à l'est du territoire réservé à la couronne en vertu de la loi 27 (dossier 1001). La réserve couvre 270 km² et se situe entre les latitudes 48°32' et 48°42' et les longitudes 79°09' et 79°31''. Sa partie sud-est est adjacente à la zone de la mine Hunter (figure 1)

La région cartographiée, en grande partie comprise dans le rang IX des cantons de Duparquet (lots 39 à 62) et de Destor (lots 1 à 12), s'étend sur approximativement 20 km². Elle se situe à une cinquantaine de kilomètres au nord de Rouyn--Noranda. La ville de La Sarre est à environ 25 km au nord et le village de Duparquet, à quelques kilomètres au sud.

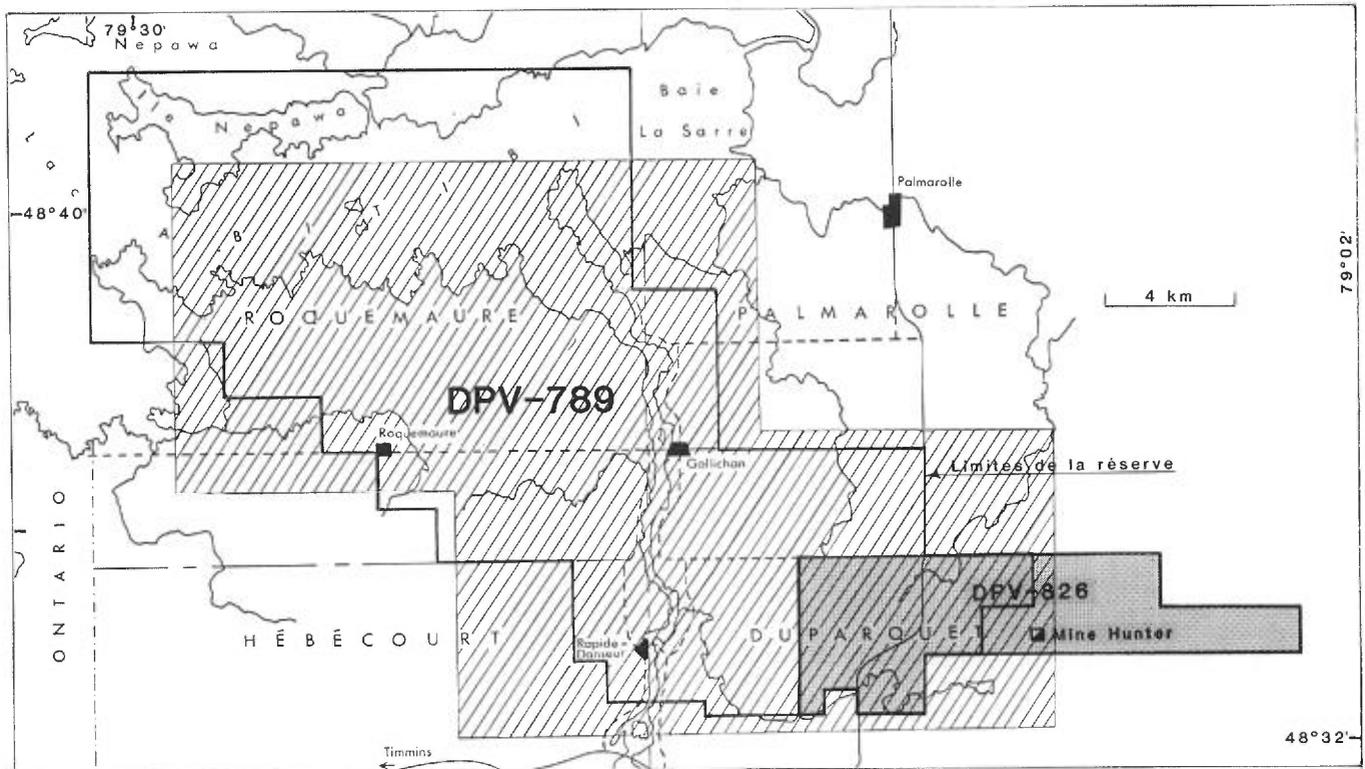


FIGURE 1 - Etendue des travaux de l'auteur en 1979 et en 1980

L'accès à la région se fait par les deux routes pavées qui la bordent: la route 393, reliant Duparquet et La Sarre, à l'ouest, et la route 101, reliant Rouyn-Noranda et Macamic, à l'est. Il existe également une route gravelée qui mène à la mine Hunter (entre les rangs VIII et IX du canton de Duparquet). Des chemins forestiers facilitent l'accès aux secteurs les plus éloignés de la zone étudiée. Mentionnons, enfin, la ligne de transmission électrique de l'Hydro-Québec, qui traverse la partie est de la région, dans une direction à peu près N-S.

PHYSIOGRAPHIE ET CULTURE

Le relief peu accentué et le recouvrement régional d'argile et de dépôts glacio-lacustres expliquent les nombreux marécages lesquels rendent le coeur de la région difficile d'accès. L'altitude moyenne, qui se situe à environ 300 m, atteint localement 360 m.

La région n'est pas cultivée. La nature du terrain ne favorisant pas l'activité agricole, les quelques efforts tentés ont vite été abandonnés. De rares habitations délabrées et des secteurs où la végétation est moins haute et moins drue sont les seuls vestiges de ces tentatives de colonisation.

TRAVAUX ANTÉRIEURS

Cette étude faisant suite à notre rapport préliminaire de 1979 (Gagnon, 1981), on voudra bien se référer à celui-ci pour les détails concernant les travaux antérieurs dans la région.

Signalons, par ailleurs, que plusieurs compagnies minières ont oeuvré ou oeuvrent encore dans cette même région.

Ces explorations fournissent des précisions sur la localisation de sites d'intérêt tels que tranchées, trous de forage et zones minéralisées. On pourra également établir certaines corrélations grâce aux données recueillies dans certains secteurs particulièrement bien étudiés. Le chapitre de la géologie économique donne une idée des résultats de certains travaux.

Mentionnons, enfin, que Soquem poursuit des travaux d'exploration sur certaines zones de la région étudiée en 1979. Notre étude indiquait que ces zones étaient anomaïques ou, à tout le moins, dignes d'intérêt.

OBJECTIFS ET MÉTHODE DE TRAVAIL

Nos travaux avaient comme objectif de:

- Vérifier la continuité vers l'est de certaines unités du complexe; Etablir certaines corrélations entre la zone sud-est du territoire de 1979 et les unités environnant la mine Hunter;
- Expliquer les anomalies lithogéochimiques définies en 1979.

La cartographie s'est effectuée à l'aide de photographies aériennes à l'échelle de 1:15 000. Quelques sites ont été étudiés de façon assez détaillée; la carte accompagnant ce rapport est quand même à l'échelle de 1:20 000, ces études de détail n'affectant pas l'allure générale de la géologie. Nous avons également utilisé les cartes de compilation géoscientifique du ministère pour la localisation précise des affleurements.

De la centaine d'échantillons prélevés, 47 furent étudiés au microscope; 29 de ces 47 échantillons ont ensuite été analysés pour les éléments suivants: Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Fe_{tot} , TiO_2 , Cu et Zn .

Nous avons pu disposer des données pétrographiques et analytiques vers la fin de juillet, ce qui nous a permis de suivre sur le terrain les anomalies associées à certaines unités. Notre étude peut donc traiter d'anomalies vérifiées et précises.

Etant donné la proximité de la réserve et nos objectifs, nous avons inclus la partie sud-est de la région étudiée en 1979. Nous pouvons ainsi disposer de 20 analyses supplémentaires (pour un total de 49).

Nous avons, bien sûr, conservé l'approche conceptuelle de la lithogéochimie des roches, approche mise de l'avant par Valiquette et al. (1978, 1980) et appliquée à nos travaux de 1979. Rappelons que ce concept intègre les données stratigraphiques, pétrographiques et géochimiques pour tenter d'obtenir le plus de renseignements possible.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE, PÉTROGRAPHIE ET STRUCTURE

Les sections suivantes situent la géologie de nos terrains dans un cadre régional et local. Nous établirons, de façon détaillée, la position du complexe par rapport à la géologie abitibienne; nous approfondirons ensuite la géologie et la pétrographie du complexe pour terminer par l'étude structurale des environs de la mine Hunter.

POSITION DU COMPLEXE DANS LE CONTEXTE ABITIBIEN

La stratigraphie de la région de Rouyn-Noranda a déjà fait l'objet de plusieurs études. Deux parmi celles-ci aident à situer le complexe; il s'agit des études de Dimroth et al. (1973) et de Gélinas et al. (1977).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à souligner l'assistance apportée par Daniel Delly, géologue, dont les critiques judicieuses et les commentaires lors de discussions ont grandement contribué à l'élaboration de cette étude. Nous remercions Nicole Gauthier, de Soquem, qui nous a visité à plusieurs reprises, pour ses propos constructifs. Il faut aussi mentionner la collaboration et la diligence de Gaston Gélinas, responsable de l'atelier de lames minces de l'Ecole Polytechnique, ainsi que celles de Victor Kubat, responsable du laboratoire de géochimie analytique de l'Ecole Polytechnique. Signalons, enfin, l'assistance technique de Jules Cimon et Jean Dugas, de la direction de l'Exploration minérale du ministère.

Selon Dimroth et al. (1973), les roches volcaniques de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi se divisent en deux groupes: le groupe de Kinojévis et le groupe de Blake River. Ceux-ci se situent de part et d'autre (Kinojévis, au nord et Blake River, au sud) de la zone de faille de Duparquet-Destor-Manneville (apparentée à la faille de Porcupine-Destor).

Selon Gélinas et al. (1977), le groupe de Kinojévis se présente au nord et à la base de l'empilement s'étendant entre le lac Abitibi et Rouyn-Noranda. Il se subdivise de la façon suivante (du nord au sud): formation de la mine Hunter; unités tholéitiques Deguisier; unités tholéitiques Destor. La formation de la mine Hunter est, par conséquent, à la base de la

séquence stratigraphique établie dans la région de Rouyn-Noranda. Notre cartographie du complexe pourra donc contribuer à la clarification de certains points géologiques régionaux.

Rappelons que toutes les roches étudiées sont d'âge Précambrien et qu'elles se situent dans le Supérieur. Le complexe se caractérise par l'abondance de roches volcaniques felsiques, tant sous forme de coulées massives que de pyroclastites.

DESCRIPTION DU COMPLEXE

Notre cartographie vient confirmer nos observations de 1979 sur la puissance des unités du complexe. On observe, en effet, que celles-ci dépassent rarement la dizaine de mètres d'épaisseur et que leur composition est assez variable. La cartographie a permis une subdivision des roches volcaniques en trois catégories: felsiques, intermédiaires et mafiques. Des roches intrusives granitiques, qui font partie du batholite de Palmarolle, et quelques intrusions dioritiques à gabbroïques, déjà cartographiées à l'ouest de la région en 1979; se présentent également. Les observations pétrographiques sont regroupées dans les annexes 1 (échantillons de 1980) et 2 (échantillons de 1979).

ROCHES VOLCANIQUES FELSIQUES

Les roches volcaniques felsiques ont été divisées en deux groupes, selon leur mode de gisement: coulées massives et roches fragmentaires d'origines diverses. Leur nature et leur aspect permettent de les classer parmi les rhyolites; on trouve quand même, ici et là, quelques rhyodacites.

Rhyolites massives

Ces roches sont assez mal représentées: elles occupent beaucoup moins d'étendue que les roches fragmentaires. Elles possèdent, cependant, quelques caractéristiques typiques des rhyolites; ainsi, elles sont généralement dures, leur dureté étant proportionnelle à leur acidité. Elles présentent parfois un aspect cireux: la couleur varie - bien qu'elle soit toujours pâle - passant du blanc au gris, parfois même au vert.

Les observations de terrain montrent que les rhyolites massives contiennent généralement des phénocristaux de quartz et/ou de feldspath. La proportion des phénocristaux varie entre 5 et 20% et leurs dimensions vont de 0.5 mm à 0.5 cm. A quelques exceptions près, ces roches sont généralement peu schisteuses.

Le microscope révèle, également, que la plupart de ces roches contiennent des phénocristaux de quartz et de feldspath, dont la proportion varie et la dimension moyenne est d'environ 1 mm. Les phénocristaux de quartz montrent, à peu près tous, certaines caractéristiques; entre autres, l'extinction ondulante, qui témoigne des contraintes lithostatiques subies par les cristaux, et la présence de quelques bipyramides (ou carrés), qu'on attribue généralement à une origine magmatique. Cette dernière caractéristique tend à corroborer certaines indications de terrain qui laissent soupçonner une origine "intrusive" pour quelques rhyolites; nos observations ne nous paraissant pas suffisantes pour avancer une telle hypothèse, nous avons cru bon de n'en rien montrer sur notre carte.

Les phénocristaux de feldspath sont idiomorphes (rectangulaires) et leur

composition est plutôt potassique, ce qui se traduit par de fines paillettes de séricite quand ils sont altérés. Ces paillettes sont plus ou moins orientées à l'intérieur d'un même cristal; elles sont disposées, parfois au hasard ou, plus rarement, selon la maille cristalline rectangulaire du feldspath.

La matrice est constituée d'une pâte, généralement aphanitique, faite d'un amalgame de quartz-feldspath, où la proportion des deux minéraux est difficile à déterminer, vu la finesse de la granulométrie. Nous avons noté, en proportions variables, un mica (muscovite ou séricite) sous forme de fines lamelles, orientées, ici et là, suivant la schistosité.

L'altération, assez variable, se traduit par des carbonates et de la chlorite. Le carbonate semble ferrifère si l'on en juge par son oxydation. La chlorite provient de l'altération de la biotite; on note, en effet, des traces de zircon entouré d'un halo pléochroïque et, dans certains cas, des plages occupées par de la biotite et de la chlorite.

Les minéraux accessoires sont la tourmaline, le rutile, le zircon et des minéraux opaques (pyrite, hématite, etc.) en quantités variables. Ce que nous venons d'écrire au sujet des rhyolites massives s'applique également à certains fragments des rhyolites fragmentaires; nous ne reprendrons donc pas cette description lors de l'étude de celles-ci, nous contentant seulement de brefs rappels.

Rhyolites fragmentaires

Les rhyolites fragmentaires se partagent entre deux catégories principales: les roches autoclastiques ou brèches

et les roches pyroclastiques. Cette classification tient compte du mode de formation. Comme nous n'avons pas fait une étude exhaustive de toutes les rhyolites fragmentaires que nous avons rencontrées, nous ne prétendons pas en établir une nomenclature rigide. Des travaux beaucoup plus détaillés seraient nécessaires pour une étude de l'origine de ces roches. Nous avons, cependant, utilisé, de façon globale, les terminologies de Lajoie (1979) et de Dimroth (1977).

La proportion de brèches dans les terrains couverts en 1980 est plus grande que dans ceux de 1979. Nous avons surtout observé des brèches de déformation ou d'écoulement contenant des lambeaux (ou des unités) de rhyolite baignant dans une matrice un peu plus chloriteuse (figure 2) ou dans une autre unité lithologique (figure 3). Le lambeau de la figure 3 est constitué d'une unité cherteuse, finement litée et aphanitique, baignant dans une matrice finement grenue et chloriteuse, qui confère une teinte verte à la roche.

Les roches pyroclastiques sont abondantes dans la région et leur association avec la zone minéralisée de la mine Hunter justifie l'intérêt que nous leur avons porté au cours de nos travaux. Elles comprennent des dépôts de retombée ("fall-deposits") - tufs fins et à lapilli - et des "coulées de pyroclastites" ("pyroclastic-flow-deposits") (Lajoie, 1979; Dimroth, 1977).

Les fragments sont généralement rhyolitiques et la matrice l'est un peu moins, d'où le relief positif des fragments. Dans certains cas, la matrice et les fragments contiennent des phénocristaux de quartz ou de feldspath (ici et là, phénocristaux de quartz et de feldspath).



FIGURE 2 - Brèche de déformation ou d'écoulement. constituée de lambeaux rhyolitiques (en blanc) baignant dans une matrice plus chloriteuse (en gris). A l'ouest du site d'échantillonnage 228.



FIGURE 3 - Brèche d'écoulement, formée par une unité chertreuse, finement litée et aphanitique (en blanc), baignant dans une matrice finement grenue et plus chloriteuse (en gris). Echantillon YG-80-515.

Une roche assez particulière a été notée à proximité du site de prélèvement YG-79-228: il s'agit d'une bande chertreuse de 3 cm d'épaisseur (figure 4), qu'on ne peut malheureusement suivre que sur quelques dizaines de mètres. On observe toutefois que l'unité sous-jacente est constituée d'une roche pyroclastique contenant des fragments de chert (figure 5).

La dimension des fragments, généralement très variable, est toutefois assez constante à l'intérieur d'une même unité. Elle atteint localement 30 cm et,



FIGURE 4 - Bande chertreuse de 3 cm d'épaisseur, grise et très dure, orientée à peu près E-W. A l'est du site d'échantillonnage 228.



FIGURE 5 - Unité sous-jacente à la bande chertreuse de la figure 4. L'unité est formée d'une roche pyroclastique contenant des fragments de chert gris, passablement étirés. A l'est du site d'échantillonnage 228.

exceptionnellement, 50 cm; la limite inférieure est de quelques millimètres seulement.

Au plan de la minéralogie, les rhyolites fragmentaires s'apparentent aux rhyolites massives. Elles contiennent, toutefois, une plus forte proportion de minéraux micacés (muscovite ou séricite) et des quantités plus importantes de chlorite et de carbonates, ce qui fait qu'elles sont plus poreuses que les rhyolites massives. La circulation des fluides hydrothermaux y a donc été facilitée, ce qui peut expliquer la minéralisation disséminée (pyrite, surtout), associée occasionnellement aux roches pyroclastiques de notre région.

La figure 6 illustre un contact érosif entre deux unités de rhyolite fragmentaire. Le contact est érosif et on y observe un litage entrecroisé; ce qui permet, dès lors, un critère de polarité montrant un tuf à lapilli à la base et une unité fragmentaire (plus ou moins bréchique) au sommet. La polarité relevée ici concorde avec les autres données recueillies en 1979 et confirme que les sommets se situent au sud de l'empilement.

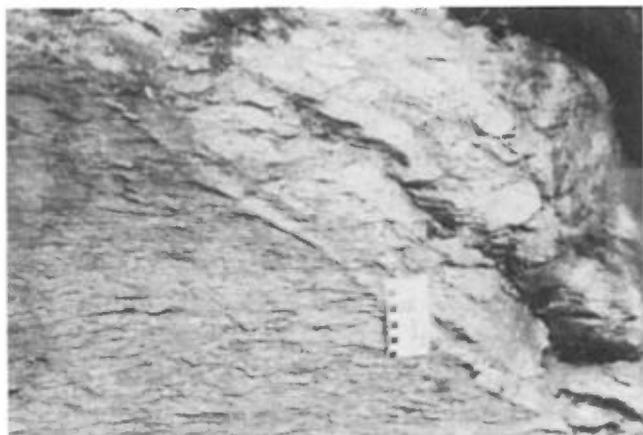


FIGURE 6 - Contact érosif donnant un litage entrecroisé entre deux unités rhyolitiques fragmentaires; le sommet est vers le sud (vers le haut de la figure). Entre les sites d'échantillonnage 323 et 324.

ROCHES VOLCANIQUES

INTERMÉDIAIRES ET MAFIQUES

Les affleurements de roches volcaniques intermédiaires et mafiques sont assez rares dans notre région. Ces roches sont beaucoup moins dures et plus foncées; elles sont généralement vertes en raison de la forte proportion de chlorite et d'autres minéraux ferromagnésiens.

Quelques unités s'intercalent à l'intérieur du complexe, mais elles n'ont que quelques mètres d'épaisseur. La suite normale d'une coulée massive passant à une brèche de coulée est assez fréquente. Les laves coussinées ne se rencontrent qu'à un seul endroit: au sud du site d'échantillonnage YG-79-121, dans des unités mafiques, où l'on note, encore là, une polarité vers le sud. On observe, également, quelques unités pyroclastiques intermédiaires au nord de la mine Hunter, où se situent les unités intermédiaires que nous avons échantillonnées. La minéralogie des roches intermédiaires se résume à une forte proportion de chlorite, à des quantités variables de quartz, de plagioclase, de mica et de carbonates, ainsi qu'à des traces de zircon et de minéraux opaques. Ces roches contiennent, dans certains cas, des phénocristaux de feldspath dont la dimension moyenne est de 1 mm.

ROCHES INTRUSIVES

Le batholite de Palmarolle, de composition granitique, est la principale intrusion de la région. Cette intrusion, contre laquelle bute le complexe, est située au nord de celui-ci.

On note également quelques intrusions dioritiques (ou gabbroïques) qui, pour autant que nous puissions en juger,

semblent conformes à la stratigraphie environnante. Ces intrusions peuvent, apparemment, atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

Nous avons également observé quelques intrusions felsiques de type porphyre à quartz et à feldspath. Ces unités, conformes à la stratigraphie, n'ont généralement que quelques mètres d'épaisseur.

TECTONIQUE

Les données de la schistosité et du litage recueillies en 1980 révèlent, a priori, que le litage S_0 et la schistosité S_1 sont subparallèles. D'autre part, nous avons relevé une deuxième schistosité (S_2) à neuf endroits. Nous avons également relevé deux plis parasites, ce qui est insuffisant pour une hypothèse quelconque de travail et, encore moins, une conclusion plausible.

Le traitement des mesures, effectué au moyen d'un canevas de Schmidt, a permis d'établir des moyennes pour les schistosités S_1 et S_2 . La schistosité

S_1 moyenne se situe à environ 78° , avec un pendage de 82° vers le sud. La schistosité S_2 se traduit, dans la plupart des cas, par plusieurs veines (ou veinules) de quartz; sa valeur moyenne se situe autour de 44° , avec un pendage de 86° vers le sud-est. Rappelons que cette moyenne n'a été établie que d'après neuf mesures.

Nous n'avons pas poussé plus loin l'étude des données de 1979, laquelle n'avait pas permis une définition précise de l'allure tectonique du complexe. Souignons, toutefois, une brève visite aux affleurements de l'île Nepawa (au nord du lac Abitibi), où nous avons observé des roches volcaniques mafiques montrant une variation extrême dans l'orientation de leurs sommets. La clarification de la tectonique ne faisait pas partie des objectifs de nos travaux. Signalons, tout de même, que les données recueillies permettent de situer la zone étudiée sur le flanc d'un anticlinal, si l'on suppose exacte l'interprétation de Eakins (1972), selon laquelle le complexe est un anticlinal dont la plongement serait vers l'est et la charnière, sous le lac Abitibi.

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'établir, de façon précise, les facteurs d'ordre géologique qui ont poussé diverses sociétés minière à entreprendre des travaux dans la région. Nous ferons donc un survol des travaux effectués près de la mine Hunter, et un bref examen de quelques affleurements particulièrement intéressants. Nous commencerons d'abord par un bref exposé des facteurs qui ont régi la minéralisation dans l'ancienne mine Hunter.

MINE HUNTER

Les renseignements sur cette mine sont tirés de Dugas (1957). Les formations ont un pendage au sud dans la partie est des terrains et à peu près vers le nord dans la partie ouest. La géologie de la mine se résume à de la rhyolite accompagnée de lits de tufs et d'agglomérat. Une zone de cisaillement (Lyndhurst-Beattie), grossièrement parallèle au contact rhyolite-andésite, se présente au sud de la mine.

La minéralisation, qui est contenue dans de la rhyolite cisailée, se présente en amas de veines irrégulières de chalcopryrite accompagnée d'un peu de sphalérite; il n'y a pratiquement pas de pyrite. La chalcopryrite est disséminée sur des largeurs considérables mais est à faible teneurs. Le gisement se compose de trois lentilles convexes vers le haut, en échelon, et avec un pendage au sud. La plus grande a approximativement 110 m de longueur sur 90 m de hauteur et environ 6 m de largeur.

La mine a commencé à produire en janvier 1957 et fut fermée en septembre 1957 en raison des conditions du marché. La production a atteint environ 150 000 tonnes à approximativement 1% Cu accompagné d'un peu d'argent.

TRAVAUX DIVERS

Plusieurs compagnies minières se sont engagées de façon intense dans la région. Les activités n'ont toutefois pas été soutenues et se sont traduites par des campagnes d'exploration fébriles, entrecoupées d'assez longues accalmies. Nous ne ferons pas une énumération de toutes les compagnies et de leurs travaux. Nous nous contenterons de faire brièvement état des travaux qui nous semblent les plus pertinents.

Parquet Mines a poursuivi des travaux (levés géologiques, tranchées et forages) sur les lots 47 à 55 du rang IX du canton de Duparquet. Les travaux ont mis à jour une zone minéralisée en Cu et Zn; la minéralisation est erratique. Il semble que la zone est corrélée à la zone de la mine Hunter (Dugas, 1963).

Les claims de L. Willett ont été l'objet d'une cartographie géologique; ils

couvrent les lots 56 à 62 du rang IX du canton de Duparquet. On y a décelé quelques zones minéralisées en Cu, en Zn et en Ag. Les minéralisations sont discontinues et non économiques. Hubacheck (1952) a fait mention d'une formation de fer associée à un tuf rhyolitique; nous n'avons pu, toutefois, retracer cette formation, faute de renseignements adéquats.

Plusieurs autres travaux (géologie, forages, géophysique, etc.) ont été effectués dans la région mais ils n'ont pas donné de résultats concluants. Notons, en passant, la cartographie de plusieurs veines de quartz de dimensions respectables (entre 1 et 3 m) sur quelques propriétés. Pas une de ces veines n'est minéralisée, toutefois.

Signalons, enfin la présence récente de Soquem dans la partie ouest de la région (partie sud-est de la réserve, particulièrement dans le rang IX). Des travaux de cartographie, de lithogéochimie et de géophysique y ont été menés en 1980; les résultats semblent encourageants, puisqu'on prévoit poursuivre l'exploration en 1981 (Nicole Gauthier, communication personnelle).

POTENTIEL ÉCONOMIQUE

L'étude de 1980, contrairement à celle de 1979, a été effectuée dans des zones généralement minéralisées et parsemées de tranchées. Ces dernières ne sont pas montrées sur la carte, vu leur grand nombre. Les occurrences de pyrite associée à des carbonates sont très nombreuses; nous n'avons cependant pas relevé d'autres minéraux métalliques, tels que sphalérite, galène ou chalcopryrite.

Nous avons identifié un schiste graphiteux au sud du site d'échantillonnage

YG-79-228. Cette unité, qui mesure, au maximum, 2 m de largeur, peut être suivie sur quelques mètres. On y discerne des traces de pyrite disséminée.

En 1979, nous avons cartographié une formation de fer caractérisée par la présence de jaspe et de magnétite. Nous n'examinerons pas la question de l'origine de cette formation; on pourra se référer à La Berge (1973) ou à Garels et al. (1973), entre autres, pour plus de détails. Nous n'avons pas rencontré cette formation sur les terrains de 1980. Nous avons toutefois fait un examen plus poussé de l'occurrence susmentionnée; nous concluons que la formation n'a pas une grande extension latérale. Cependant, deux occurrences de chert ont été découvertes; l'une se situe à proximité du site d'échantillonnage YG-79-228, et l'autre a été échantillonnée (YG-80-515).

La première (figure 4) se caractérise par une mince bande cherteuse d'environ 3 cm d'épaisseur. On peut la suivre sur quelques dizaines de mètres, en dépit d'un faible déplacement vers le nord, dû à un système de fractures orienté approximativement N-S. Le chert, qui a une couleur grise et un aspect cireux, est constitué d'un matériel homogène et très dur. Sa cassure est conchoïdale et esquilleuse. La bande se présente au sommet d'une unité de tuf rhyolitique contenant des fragments d'un chert de même type (figure 5). Ce

tuf, semé de zones rouillées (pyrite et carbonates), est vraisemblablement associé au chert susmentionné (site d'échantillonnage YG-79-228), qui est anomalique. Son extension latérale est comparable à celle de la bande de chert. Il semble que les variations latérales soient importantes dans cette zone.

La deuxième occurrence (figure 3), également fragmentaire, consiste plutôt en une brèche d'écoulement. Elle est constituée d'une unité de chert de couleur verdâtre, d'aspect cireux et d'une très grande dureté; sa cassure est conchoïdale et elle est très finement litée. Son épaisseur varie entre 3 et 15 cm, avec une moyenne de 5 cm. Les bandes cherteuses baignent dans une matrice verte (nettement plus verte que le chert), contenant des phénocristaux de quartz (de 0.5 à 2.0 mm). On remarque également quelques zones éparses de rouille (pyrite, surtout). Notons que cette unité a de 3 à 4 m d'épaisseur et que son extension latérale atteint quelques dizaines de mètres.

L'association, fréquente en Abitibi, des gisements volcanogènes à des zones représentant des accalmies dans le volcanisme est bien connue. Ces accalmies, survenant souvent vers la fin d'un cycle volcanique, ont été propices au dépôt de matériaux cherteux (sédiments chimiques ou exhalites). Cette association rend les unités cherteuses particulièrement intéressantes.

GÉOCHIMIE

Nous avons prélevé une centaine d'échantillons, dont 29 ont été analysés pour CaO, MgO, Na₂O, K₂O, Fe_{tot}, TiO₂, Cu et Zn. Tel que mentionné à la page 2, la proximité de la réserve et les objectifs poursuivis nous ont amené à in-

clure dans la présente étude la partie sud-est des terrains couverts en 1979. Nous ajoutons donc, dans le présent rapport, les résultats des analyses de 20 échantillons prélevés en 1979 dans la partie sud-est susmentionnée. Les éléments analysés en

1980 sont au nombre de huit. ils sont les plus significatifs. Nous ne ferons donc état que de ces éléments pour les échantillons de 1979. Les analyses de 1980 sont présentées à l'annexe 3 et celles de 1979 à l'annexe 4.

Nous utilisons une définition thermodynamique des éléments. Selon cette définition, proposée par Korzhinskii (1959), il faut entendre par élément majeur, tout élément auquel on attribue l'apparition d'une phase minérale, et par élément trace tout élément qui est en substitution dans des phases préexistantes. Nous avons appliqué la même définition à l'étude précédente (Gagnon, 1981).

Nous étudierons, dans un premier temps, le comportement des populations des éléments analysés. Nous examinerons, ensuite, les corrélations les plus courantes dans les roches felsiques nous terminerons par une étude, au moyen d'un diagramme AFM, de la nature de la suite rhyolitique.

POPULATIONS

La population de chacun des éléments analysés a été étudiée au moyen d'un histogramme; il s'agit là d'une étape essentielle si l'on veut examiner le comportement d'une distribution. Les distributions peuvent obéir à deux lois: la loi normale, si les populations se distribuent symétriquement, et la loi log-normale, si la distribution est asymétrique (Davis, 1973). Le mélange de deux ou plusieurs distributions obéissant à l'une ou l'autre loi peut conduire à une foule de situations intermédiaires. C'est là qu'entre en jeu la modalité de la distribution; si celle-ci est constituée d'une seule population, on aura un mode ou un seul pic dans l'histogramme; s'il y a plusieurs populations,

l'histogramme présentera plusieurs modes ou plusieurs pics.

K_2O (FIGURE 7)

Distribution pratiquement normale malgré l'asymétrie provenant de l'étalement des valeurs fortes. La normalité et l'asymétrie semblent toutes deux attribuables aux échantillons de 1979, car les échantillons de 1980 forment un bloc monolithique.

Na_2O (FIGURE 7)

Distribution multimodale caractérisée par son étalement. A remarquer qu'il y a concordance des pics pour des teneurs de 4.5 et de 0.5%. Il y a probablement là un effet du lessivage (du Na_2O) associé à l'altération hydrothermale; le pic à 4.5%

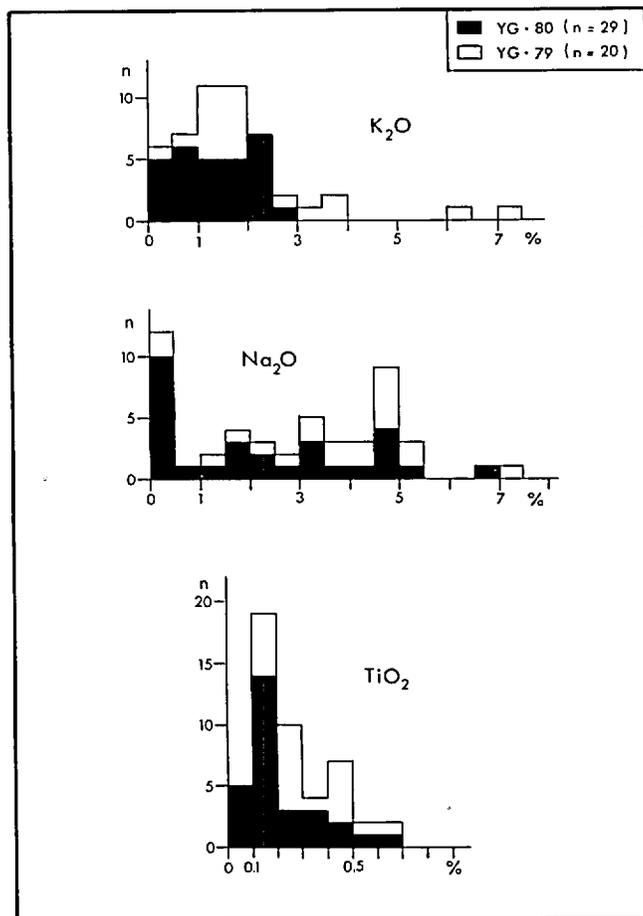


FIGURE 7 - Histogrammes de K_2O , Na_2O et TiO_2 .

représentant les roches peu ou pas altérées et celui à 0.5%, les roches altérées. L'étalement pourrait donc s'expliquer en partie par un degré d'altération hydrothermale variable.

TiO₂ (FIGURE 7)

Distribution bimodale causée par les échantillons de 1979. car ceux de 1980 s'alignent très bien sur une distribution log-normale. On a peut-être là l'effet de méthodes analytiques différentes utilisées par les deux laboratoires qui ont traité les échantillons. La précision et les seuils de détection diffèrent pour ces deux laboratoires.

CaO (FIGURE 8)

Distribution bimodale légèrement étalée à cause d'échantillons à plus fortes teneurs. Le deuxième mode (le plus riche et également le moins considérable) témoigne vraisemblablement de la carbonatation des rhyolites.

MgO (FIGURE 8)

Distribution multimodale étalée. L'étalement est peut-être dû aux roches moins rhyolitiques (ou à l'altération). Notons que, d'une façon générale, les teneurs sont plus fortes pour les échantillons de 1980 que pour ceux de 1979, ce qui engendre les deux modes à faibles teneurs. L'altération hydrothermale est peut-être la cause de cette augmentation du MgO pour les échantillons de 1980 qui, généralement, se trouvent plus près de la mine Hunter que ceux de 1979.

Fe_{tot} (FIGURE 8)

Distribution asymétrique mais presque normale. A noter la concordance entre les deux groupes d'échantillons. Quelques échantillons, assez riches en Fe, représentent les roches plus mafiques.

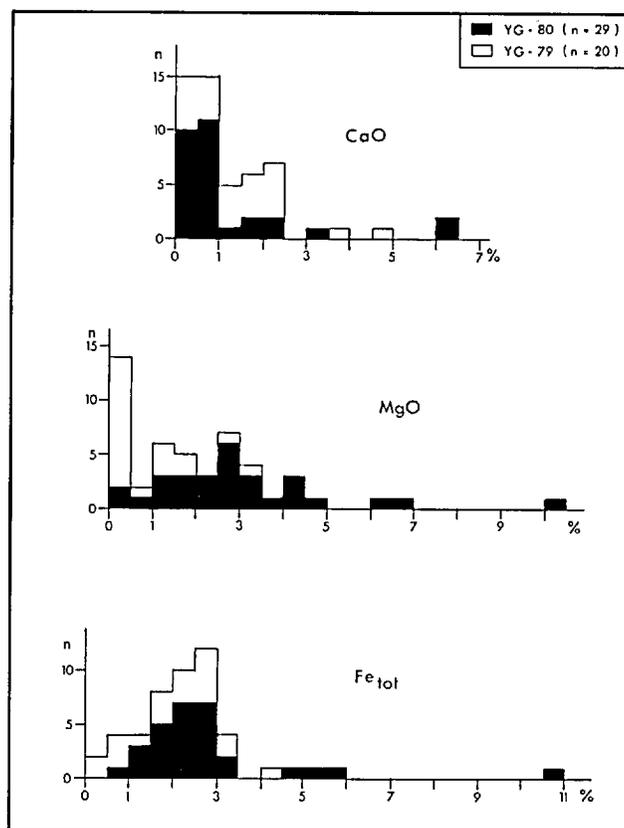


FIGURE 8 - Histogrammes de CaO, MgO et Fe_{tot}.

Zn (FIGURE 9)

Distribution trimodale étalée. L'étalement est dû aux roches plus ou moins minéralisées; les multiples modes sont évidents, mais difficiles à interpréter.

Cu (FIGURE 9)

Distribution carrément asymétrique. On remarque également des indications de la proximité d'un gisement; les échantillons de 1979 se concentrent, en effet, près de l'origine, alors que ceux de 1980 sont plus étalés.

On constate que, à la suite de cette première étape de traitements, certains éléments semblent réagir de façon significative en fonction de leur éloignement des zones minéralisées. Cette hypothèse, et ses conséquences, seront étudiées au chapitre de la lithogéochimie.

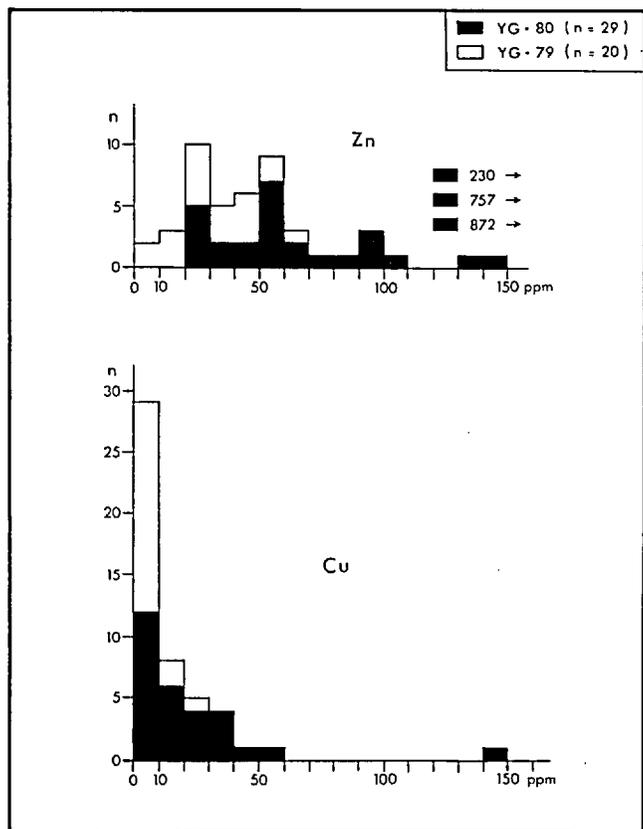


FIGURE 9 - Histogrammes de Zn et de Cu.

CORRÉLATIONS

Après avoir étudié les populations, il y a lieu de passer à l'examen de quelques corrélations typiques ou simplement significatives. Nous étudierons les corrélations intéressantes à l'aide de diagrammes binaires, ayant toutefois à l'esprit les mises en garde de certains auteurs (Chayes, 1962 et Davis, 1973) au sujet de l'effet de fermeture ("closure effect"); celui-ci est engendré si l'on confine deux variables dans un diagramme qui les rend dépendantes l'une de l'autre.

On notera que les graphiques donnent la composition moyenne de diverses roches, telle qu'établie par Le Maître (1976) qui a utilisé une banque de données conte-

nant plus de 26 000 analyses chimiques. Ces moyennes, qui sont présentées à l'annexe 5, sont dénotées par R (rhyolites), D (dacites), A (andésites) et B (basaltes).

$\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$

La relation $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ (figure 10) laisse voir une situation apparemment complexe, d'où se dégagent deux tendances: tout d'abord, un nuage de points assez dispersé et, ensuite, une concentration tout près de l'axe du K_2O . Nous examinerons plus loin cette concentration, qui montre un rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ faible (anomalique).

Quant au nuage de points, on remarque qu'il se présente autour des points B, A et D. Il semble donc qu'on ait affaire à des rhyolites ayant connu un lessivage en K_2O , lequel explique cette concentration près de l'axe du Na_2O . L'étalement vertical des points montre que le Na_2O a un comportement plus complexe. Toutefois, il semble que certains échantillons aient subi en enrichissement en Na_2O , alors que d'autres sont plutôt

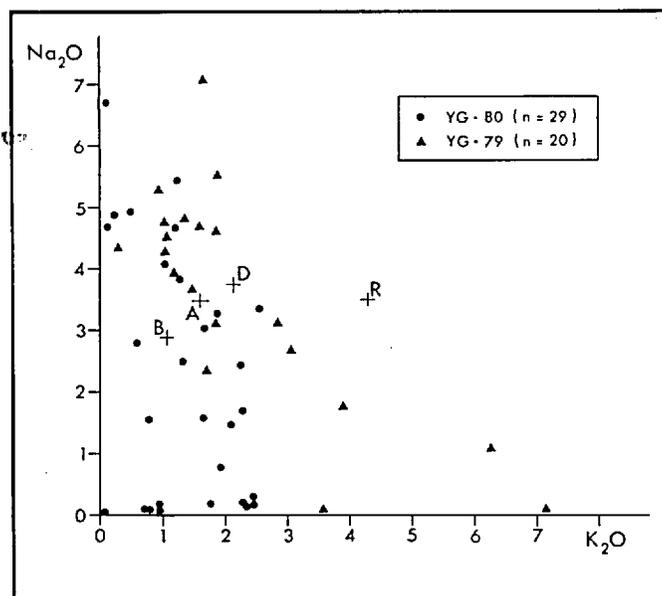


FIGURE 10 - Relation $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ (% poids).

pauvres en cet élément. La pente négative du nuage de points est une manifestation de l'effet de fermeture susmentionné.

MgO - Fe_{tot}

La corrélation MgO - Fe_{tot} montre certaines caractéristiques du comportement de ces deux oxydes dans notre région (figure 11). Ainsi, on observe une tendance à la dispersion des points au fur et à mesure que la teneur de chaque oxyde augmente. Une altération de type carbonatation explique (au moins partiellement) un tel comportement: les deux oxydes, MgO et FeO (dans Fe_{tot}), se substituent occasionnellement au CaO dans les carbonates.

Autre trait important: la distribution des échantillons de 1979 par rapport à celle pour 1980. On observe, en effet, deux tendances:

- Les points de 1979 se concentrent au bas du graphique, au niveau de la rhyolite de Le Maître, au moins en ce qui concerne la composante magnésienne (MgO);
- Les points de 1980 se distribuent plus haut, ce qui reflète une plus forte teneur en MgO (surtout) et en Fe_{tot}.

Ce comportement général sera étudié plus longuement au chapitre de la lithogéochimie.

Les autres diagrammes binaires que nous aurions pu établir ne nous auraient pas apporté d'informations pertinentes. Nous étudierons plus loin des comportements typiques de certains oxydes (CaO/MgO, par exemple).

DIAGRAMMES AFM

L'examen du diagramme AFM de la figure 12, où sont reportées les 49 analyses chimiques, révèle que les roches volcaniques au voisinage de la mine Hunter se situent dans le domaine calco-alcalin (à quelques rares exceptions près). Le diagramme de la figure 13 montre qu'il en est ainsi pour les roches étudiées en 1979 (complexe rhyolitique en général).

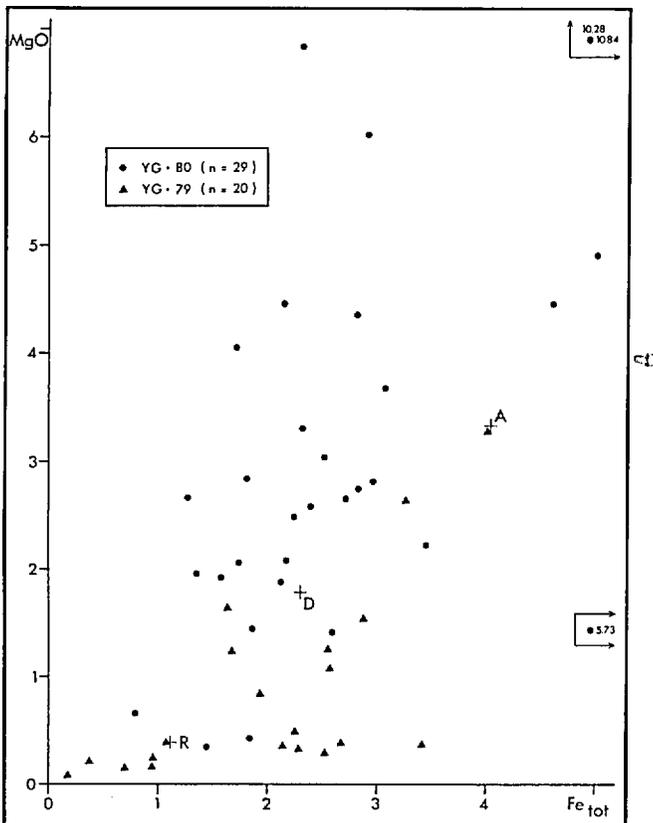


FIGURE 11 - Relation MgO - Fe_{tot} (% poids).

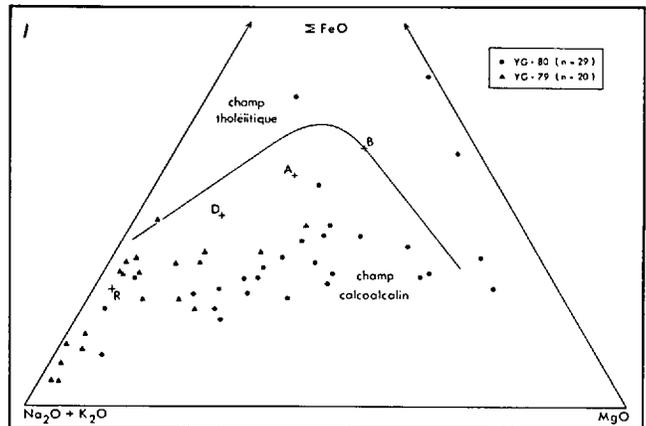


FIGURE 12 - Diagramme AFM pour la région étudiée en 1980. La courbe est tirée de Irvine et Baragar (1971).

Nous avons utilisé la courbe de Gélinas et al. (1977), laquelle est tirée

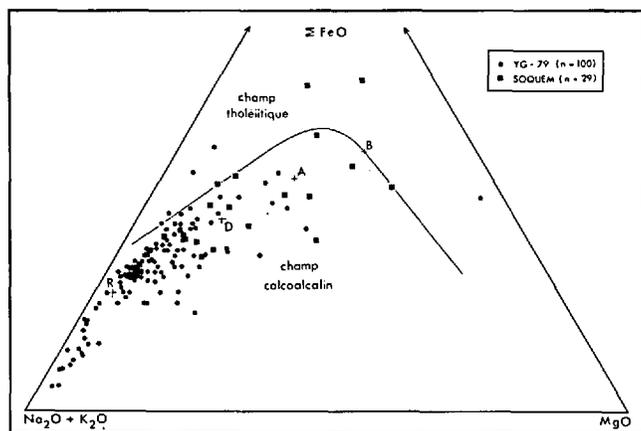


FIGURE 13 - Diagramme AFM' pour la région étudiée en 1979. La courbe est tirée de Irvine et Baragar (1971).

rée de Irvine et Baragar (1971). L'étude de Gélinas et al. qui porte sur les roches volcaniques du district de Rouyn-Noranda, ne donne pas la composition de la formation de la mine Hunter. Grâce à notre échantillonnage, nous disposons cependant d'assez de données pour permettre une évaluation sûre du complexe et, ainsi, compléter le travail de Gélinas et al. Signalons que Descarreaux (1973) a supposé que le groupe de Kinojévis est tholéitique sur la base des quelques échantillons qu'il y a prélevés. Il semble qu'il faille approfondir l'étude de ce groupe puisque nos résultats sont en contradiction avec les concepts précédents.

ALTÉRATION ET MÉTAMORPHISME

Nous donnons, aux pages suivantes, les résultats d'une étude très sommaire de quelques altérations dans les roches que nous avons échantillonnées. Les objectifs des travaux de 1980 n'incluaient pas un examen approfondi des altérations; le lecteur devra se référer à notre étude de 1979 pour de plus amples détails (Gagnon, 1981).

Nous traiterons brièvement d'abord trois altérations répandues dans notre région: la carbonatation, la chloritisation et l'altération potassique. Nous terminerons par un examen des indices du métamorphisme régional ou de contact.

CARBONATISATION

La carbonatation est une altération très répandue dans les roches volcaniques du complexe (Gagnon, 1981). La pétrographie permet d'évaluer son étendue au niveau local (étude de lames minces) et régional (distribution des échantillons car-

bonatisés). Au plan régional, les carbonates sont assez abondants aux environs immédiats de la mine Hunter. Ils sont généralement associés aux unités fragmentaires rhyolitiques faiblement minéralisées. Cette association se traduit sur le terrain par des surfaces d'altération poreuses et tachetées de rouille (limonite).

On se rappellera que l'étude de 1979 avait permis de conclure à la composition complexe des carbonates à l'échelle régionale (Gagnon, 1981). Cette conclusion s'applique également aux roches du complexe dans le secteur immédiat de la mine Hunter; nos carbonates font donc partie de la série dolomie-ankérite.

CHLORITISATION

L'étude pétrographique a révélé que la chloritisation est courante dans la région étudiée. La chlorite a la particularité de contenir des grains de zircon plus ou moins opaques, dont la présence est

trahie par un halo pléochroïque. Ces grains pléochroïques attestent d'une chlorite formée aux dépens de la biotite. Les lames minces révèlent, en effet, tous les stades de la chloritisation de la biotite: biotite fraîche, cristal fait de biotite et de chlorite, plage de chlorite ne contenant que des grains de zircon pléochroïques.

L'étude des lames minces, ainsi que la cartographie montrent que la chlorite est abondante dans nos roches. Nous en avons observé dans presque toutes les roches; les proportions sont toutefois variables: faibles dans les rhyolites et plus fortes dans les roches plus mafiques.

ALTÉRATION POTASSIQUE

L'altération potassique, telle que décrite par Mellinger (in Valiquette et al. 1980), se présente sous deux formes dans notre région: séricitisation et K-feldspathisation. A signaler que, tout comme en 1979, nous n'avons pas remarqué de zonation particulière; tout ce que nous pouvons dire c'est que la majorité des échantillons affectés se trouvent stratigraphiquement sous le gisement de la mine Hunter. L'étude de Mellinger attestait d'une zonation régionale particulière.

Le faciès d'altération potassique le plus commun est la séricitisation, laquelle se traduit par la déstabilisation du plagioclase et l'envahissement par la séricite-muscovite. La matrice quartzo-feldspathique initiale est remplacée par un agrégat de quartz limpide plus ou moins empoussiéré par les fines paillettes de mica. La séricitisation affecte surtout les roches felsiques fragmentaires en raison de la nature poreuse de celles-ci mais elle se manifeste également dans les roches massives.

La K-feldspathisation est un autre faciès d'altération potassique observé à l'échelle de la région. La forme primaire est rare mais la forme rétrograde est courante. Dans la K-feldspathisation primaire, on observe des zones de cristallisation conjointe du feldspath potassique et du quartz, ce qui donne, par endroits, une texture micrographique.

La K-feldspathisation rétrograde consiste en une altération du matériel déjà K-feldspathisé. Elle est d'ailleurs plus fréquente que la K-feldspathisation primaire. L'altération rétrograde donne un agrégat quartzique bourré d'intrusions de fines paillettes de mica blanc (séricite-muscovite). Celles-ci peuvent être, à l'occasion, orientées préférentiellement suivant la maille cristalline du feldspath potassique préexistant. Les annexes 1 et 2 donnent la liste des échantillons affectés par la K-feldspathisation.

MÉTAMORPHISME

Les résultats des travaux de 1980 confirment les conclusions de l'étude de 1979. Nous n'avons observé, en effet, qu'un seul assemblage métamorphique: chlorite-(biotite)-muscovite-quartz. Cet assemblage est caractéristique du faciès métamorphique des schistes verts. Il s'est formé à une température entre 400 et 500°C, et à une pression variant entre 1 et 4 kb (Winkler, 1976).

Il ne semble pas que le batholite de Palmarolle ait affecté considérablement nos roches. Notons toutefois que nous ne connaissons pas la limite exacte du métamorphisme de contact du batholite.

Les études antérieures effectuées dans la région font état, en gros, des mê-

mes assemblages et des mêmes conditions de métamorphisme (Eakins, 1972 et Gagnon, 1981). A remarquer, cependant, qu'Eakins a signalé la présence de quelques zones méta-

morphisées au faciès amphibolite près du batholite de Palmarolle. Nous n'avons pas, toutefois, rencontré de telles zones dans notre région.

LITHOGÉOCHIMIE

La géologie, la pétrographie et la géochimie des roches constituent les supports indispensables à une étude lithogéochimique sérieuse. Il reste maintenant à étudier l'interaction de tous ces facteurs; cette étude permettra d'établir des zones anomaliqnes d'après des critères et des relations définis dans diverses publications (Valiquette et al., 1978, 1980; Descarreux, 1973; Armbrust & Gannicott, 1980). Nous commencerons par un exposé de l'allure générale de l'altération hydrothermale reliée aux gisements volcanogènes de Cu-Zn.

ALTÉRATION HYDROTHERMALE

On a noté des variations typiques dans la distribution de quelques oxydes autour de divers gisements de Cu-Zn. Si l'on tient compte du fait que ces variations sont liées à l'altération hydrothermale, laquelle est reliée à la genèse des gisements volcanogènes de Cu-Zn, on peut évaluer l'allure générale de l'environnement géochimique de tels gisements.

Le tableau 1 a été compilé à partir de quelque 21 études portant sur 24 gisements de Cu-Zn, situés un peu partout dans le monde. Deux territoires y sont particulièrement bien examinés: Québec et Japon (gisements volcanogènes de type Abitibi et Kuroko, respectivement). Plusieurs comportements caractéristiques se dégagent de cette compilation qui est loin d'être exhaustive.

On note que deux oxydes ont un comportement constant quoiqu'opposé: MgO et

Tableau 1 - Distribution de certains oxydes autour de gisements de sulfures.

GISEMENT	LOCALISATION							REFERENCE
		Li ₂ O	Na ₂ O	TO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	
Mount Chalmers	Australie	-	▽	▽	▲	▲▽	Large et al. 1980	
Brittonia	Canada, C.-B.	▲	▽	▽	▲	▲	Fayne et al. 1980	
Flin Flon	" , Man.	▲	▽	▽	▲	▲	Koo et al. 1975	
Fox Lake	" , "	▲	▽	▽	▲	▲	Turek et al. 1976	
Brunswick no. 12	" , N.-B.	▽	▽	▽	▲	▲	Goodfellow, 1974*	
Heath Steele	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	Wahl et al. 1975*	
Mattabi	" , Ont.	▲▽	▽	▽	▲	▲	Franklin et al. 1975	
Garon Lake	" , Que.	▽	▽	▽	▲	▲	MacGeehan, 1978	
Jay Copper	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	Descarreux, 1973	
Joutel-Poirier	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	" , "	
Lac Dufault	" , "	▲▽	▽	▲▽	▲	▲	Sakrisson, 1966	
Louvem	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	Spitz et al. 1975	
"	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	Descarreux, 1972	
Lyndhurst	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	" , 1973	
Matagami	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	" , "	
Millenbach	" , "	▲▽	▽	▽	▲	▲	Riverin et al. 1980	
"	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	Simmons et al. 1973*	
"	" , "	▽	▽	▽	▲	▲	Thurlow et al. 1975	
Buchans	" , T.-N.	▽	▽	▽	▲	▲	" , "	
Aijala-Orijarvi	Finlande	▲	▽	▽	▲	▲	Latvalahti, 1979	
Fukuzawa	Japon	▲	▽	▽	▲	▲	Date et al. 1974	
"	"	▲	▽	▽	▲	▲	Tono, 1974	
Kurako	"	▲	▽	▽	▲	▲	Iijima, 1974	
Matsumine	"	▲	▽	▽	▲	▲	Date et al. 1974	
"	"	▲	▽	▽	▲	▲	Tono, 1974	
Shakanai	"	▲	▽	▽	▲	▲	" , "	
Uwamuki	"	-	▽	▽	▲	▲	" , "	
Skarvass	Norvege	▲▽	▽	▽	▲	▲	Ojelsvik, 1968	
Balden	Suede	▲	▽	▽	▲	▲▽	Nilsson, 1968	

▲ Enrichissement ▽ Lessivage
 ▲▽ Variabilité - stabilité
 * Tiré de McConnell (1976)

Na₂O. La teneur en MgO augmente et le Na₂O est lessivé à mesure qu'on s'approche d'un gisement. Autour d'un gisement, il y a généralement accroissement de la teneur en Fe (Fe_{tot}) et, dans la plupart des cas, lessivage du CaO.

Quelques études montrent qu'il existe une tendance à l'enrichissement en titane (TiO₂). Remarquons, tout de même, que ceci ne s'applique qu'à trois gisements sur quatre par rapport à un total de 24 gisements étudiés. Il ne s'agit pas d'une règle absolue, l'échantillonnage de gisements ayant été très faible (à peine 15%).

Le potassium (sous la forme de K₂O) montre un comportement plus ob-

scur; on remarque un enrichissement pour la quasi-totalité des gisements japonais. Cependant, les autres gisements montrent à peu près toutes les tendances; enrichissement; lessivage, variabilité et stabilité. Il se peut donc qu'il existe une tendance générale à l'enrichissement en K_2O dans la majorité des gisements étudiés (y compris les gisements japonais). Il ne faut toutefois pas oublier que cet oxyde est lié à l'altération potassique; l'intensité de l'expression de l'anomalie du potassium (K_2O) est donc essentiellement fonction de l'étendue de la zone de séricitisation.

En résumé, l'altération hydrothermale se caractérise, d'une part, par un enrichissement en MgO , en Fe_{tot} et, dans une moindre proportion, en K_2O et en TiO_2 et, d'autre part, par un lessivage en Na_2O et en CaO . Ces comportements de base pourront servir dans la définition de zones anomaliques dans notre région.

ÉTUDE DES ANOMALIES

Nous étudierons, dans cette section, quelques anomalies au moyen d'outils d'exploration géochimique (rapports ou relations d'éléments chimiques). L'examen de ces relations forment l'ossature de cette étude, alors que la délimitation de zones anomaliques en est le but.

RAPPORT Na_2O/K_2O

Nous avons vu que l'altération hydrothermale déstabilise le plagioclase et favorise la séricitisation, ce qui se traduit par un lessivage du Na_2O et un enrichissement en K_2O . La figure 14 illustre la distribution des valeurs de ce rapport.

Nous avons présumé, en 1979, que les trois échantillons anomaliques (33, 227, 228) à l'intérieur de la réserve (à l'ouest, sur la figure 14) représentaient une unité fragmentaire dont le prolongement devait se retrouver près de la mine Hunter (Gagnon, 1981). La figure 14 montre que cette hypothèse est vérifiée et confirmée. On remarque, en effet, une foule d'échantillons anomaliques autour de la mine Hunter.

Trois échantillons (502, 503, 620) forment, en gros, un axe E-W à proximité de la mine. Ils font vraisemblablement partie de l'unité lithologique-hôte du gisement. Cette partie de l'anomalie n'est donc pas difficile à interpréter.

Il en va autrement des autres points anomaliques. On peut supposer que les deux échantillons anomaliques (504 et 615) à proximité du batholite de Palmarolle ont été contaminés par celui-ci. Ce genre de contamination a, d'ailleurs, déjà été signalé en quelques endroits, entre autres à Normétal (Valiquette et al., 1978).

Une zone anomalique au nord-ouest de la mine Hunter demeure donc inexplicée. Par ailleurs, les trois échantillons anomaliques de 1979 (33, 227 et 228) ne semblent pas s'apparenter aux échantillons anomaliques prélevés aux environs immédiats de la mine, mais plutôt à cette zone. Cette corrélation s'appuie tant sur des critères géologiques, géochimiques et pétrographiques que sur des observations de terrain détaillées.

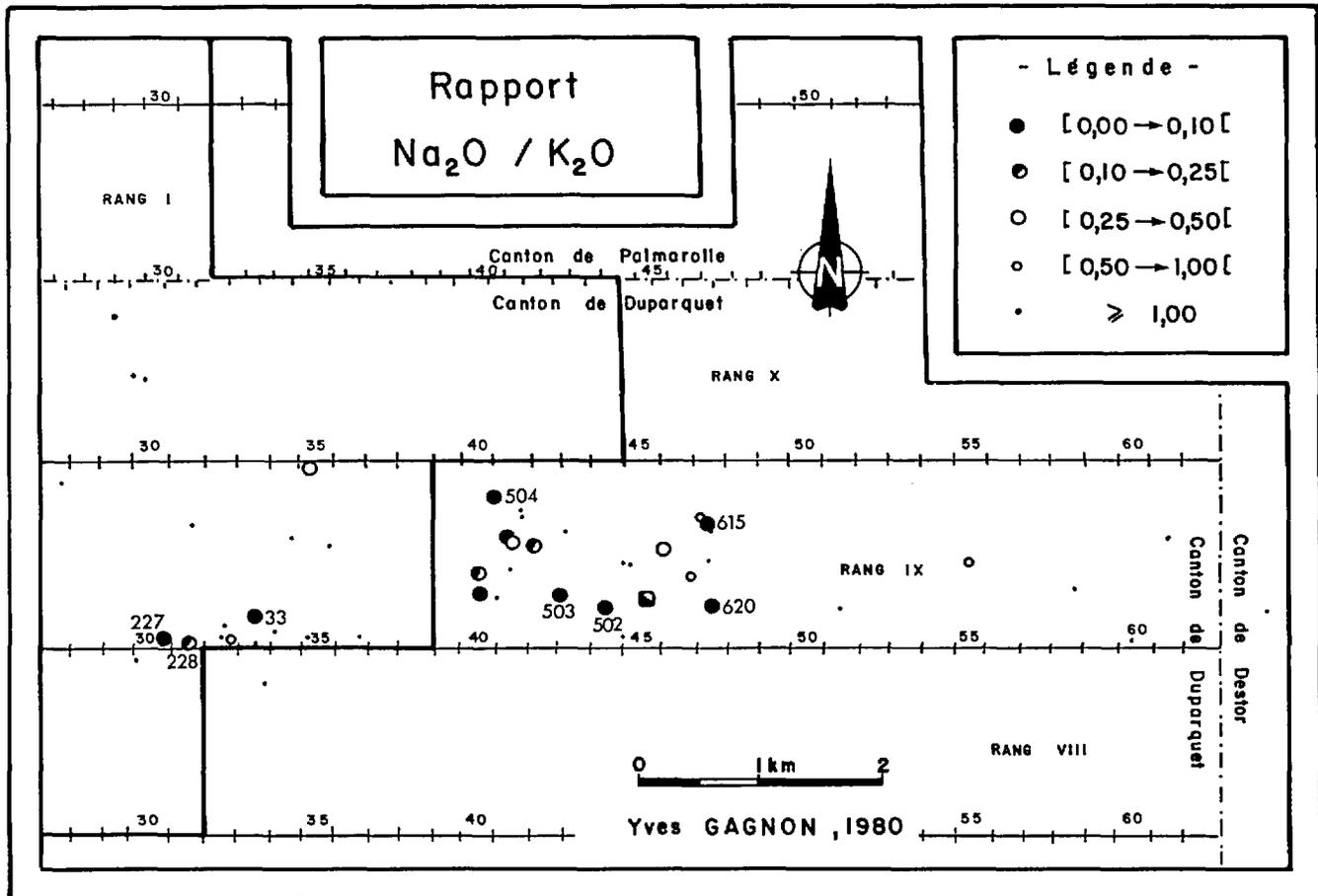


FIGURE 14 - Rapport Na₂O/K₂O dans la région.

INDICE D.M.

L'application, par Denis Marcotte, d'une méthode géostatistique, en l'occurrence, l'analyse discriminante, à un échantillonnage régional de quelques mines de l'Abitibi a permis de définir une équation linéaire discriminante. L'indice D.M. est donné, pour chaque échantillon, par:

$$V = 1.906 - (0.574 \times \text{Na}_2\text{O}) + (0.301 \times \text{MgO}) - (0.263 \times \text{CaO}) + (1.443 \times \text{TiO}_2) - (0.177 \times \text{FeO}_{\text{tot}})$$

où Na₂O, MgO, etc. sont les teneurs (en % poids) des oxydes dans l'échantillon étudié.

On considère qu'un échantillon est anormal si l'indice est positif (Marcotte in Valiquette et al., 1978).

La figure 15 montre que les échantillons qui sont anormaux sur la base du rapport Na₂O/K₂O le sont aussi sur la base de l'indice D.M.; elle montre également qu'il y a plusieurs autres points anormaux. Ceci est dû au fait que l'équation discriminante fait appel à plusieurs oxydes: il se peut donc que les effets de plusieurs altérations s'entremêlent et que, par conséquent, l'indice D.M. ait une plus grande sensibilité qu'une méthode plus sélective, telle que le rapport Na₂O/ K₂O.

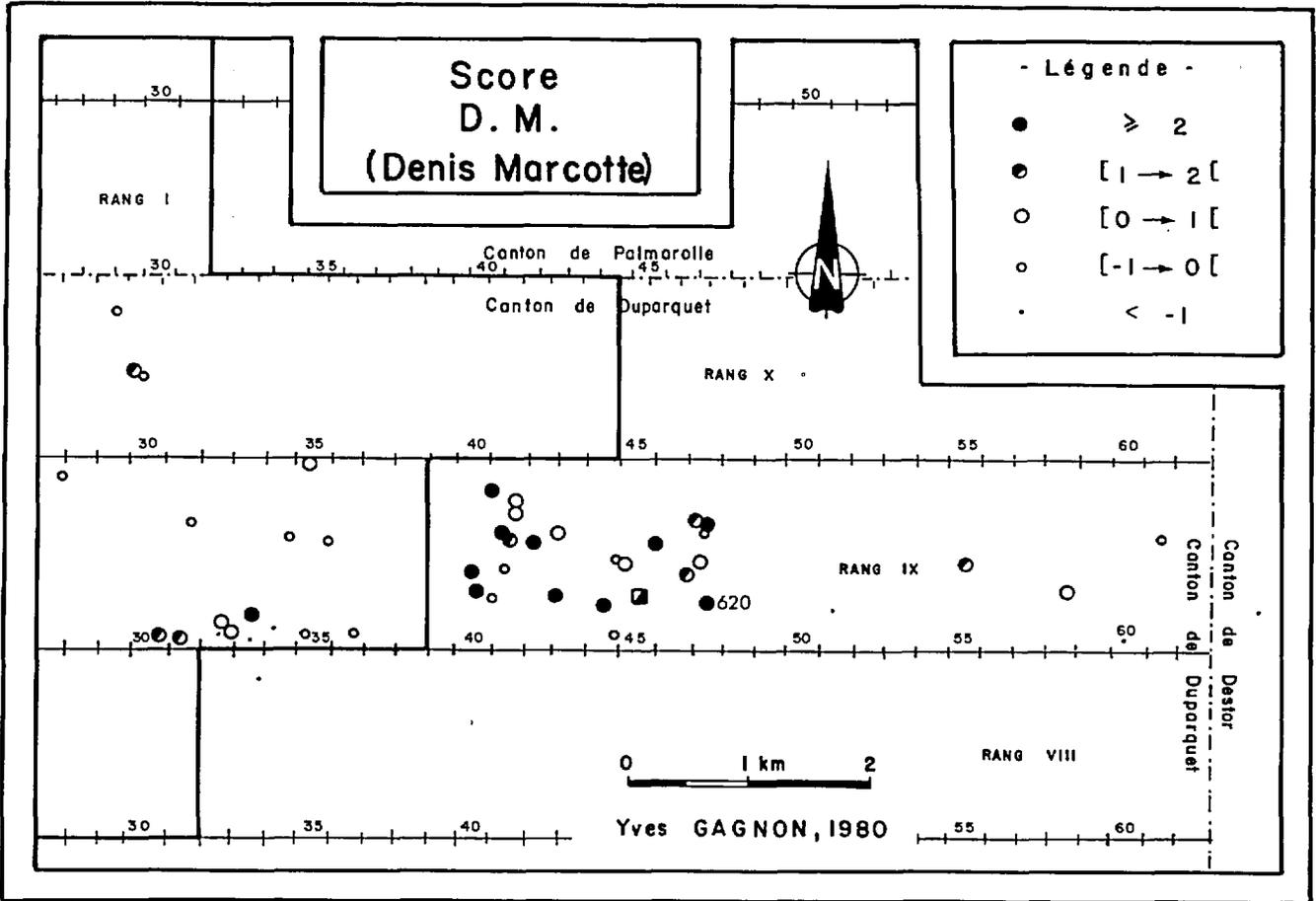
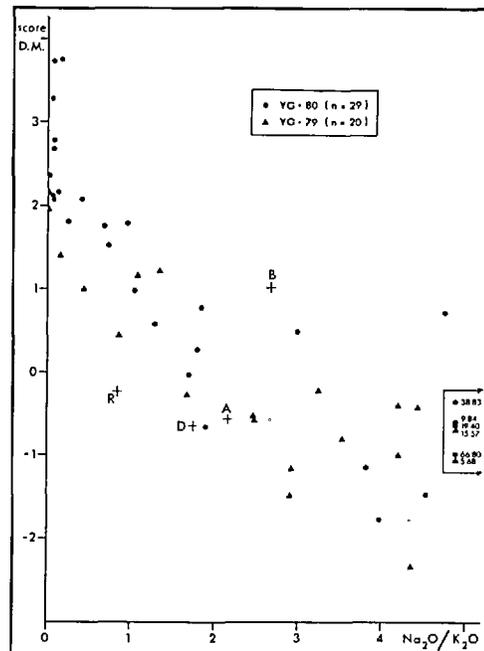


FIGURE 15 - Indice D.M. dans la région.

La sensibilité de l'indice D.M. n'enlève rien à son utilité. On peut d'ailleurs s'en rendre compte en comparant l'indice avec le rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$. Le nuage de points (figure 16) semble suivre une courbe exponentielle négative. La portion intéressante de la courbe se situe près de l'axe de l'indice, aux environs des valeurs positives. On note une excellente corrélation puisque les échantillons anomaux selon le rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ (moins de 0.25, plus particulièrement) correspondent à des valeurs fortement positives de l'indice (donc, très anomaux).

FIGURE 16 - Indice D.M. vs $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ dans la région.



RAPPORT CaO/MgO

On associe généralement le rapport CaO/MgO à la chloritisation; par ailleurs, nous avons noté, ci-dessus, que, à mesure que l'on s'approche des gisements volcanogènes de Cu-Zn, il y a enrichissement en MgO et lessivage en CaO. Ce rapport est donc étroitement associé à la genèse des gisements volcanogènes de Cu-Zn. L'application de ce rapport à nos roches doit toutefois se faire avec une certaine circonspection, étant donné la faible teneur de ces deux constituants dans les roches acides (Valiquette et al., 1978).

La figure 17 montre que, à l'instar des deux autres relations, le rapport CaO/MgO donne des anomalies dans le secteur immédiat de la mine Hunter. Signalons quand même un point important: certains échantillons (notamment, 620, à l'ouest de la mine) sont moins anormaux que dans le cas des autres relations (l'inverse s'observe également). Ces variations sont, de toute évidence, reliées à la carbonatation qui peut, localement, influencer ce rapport. Celui-ci, comme nous l'avons écrit ci-dessus, devrait donc être utilisé avec circonspection.

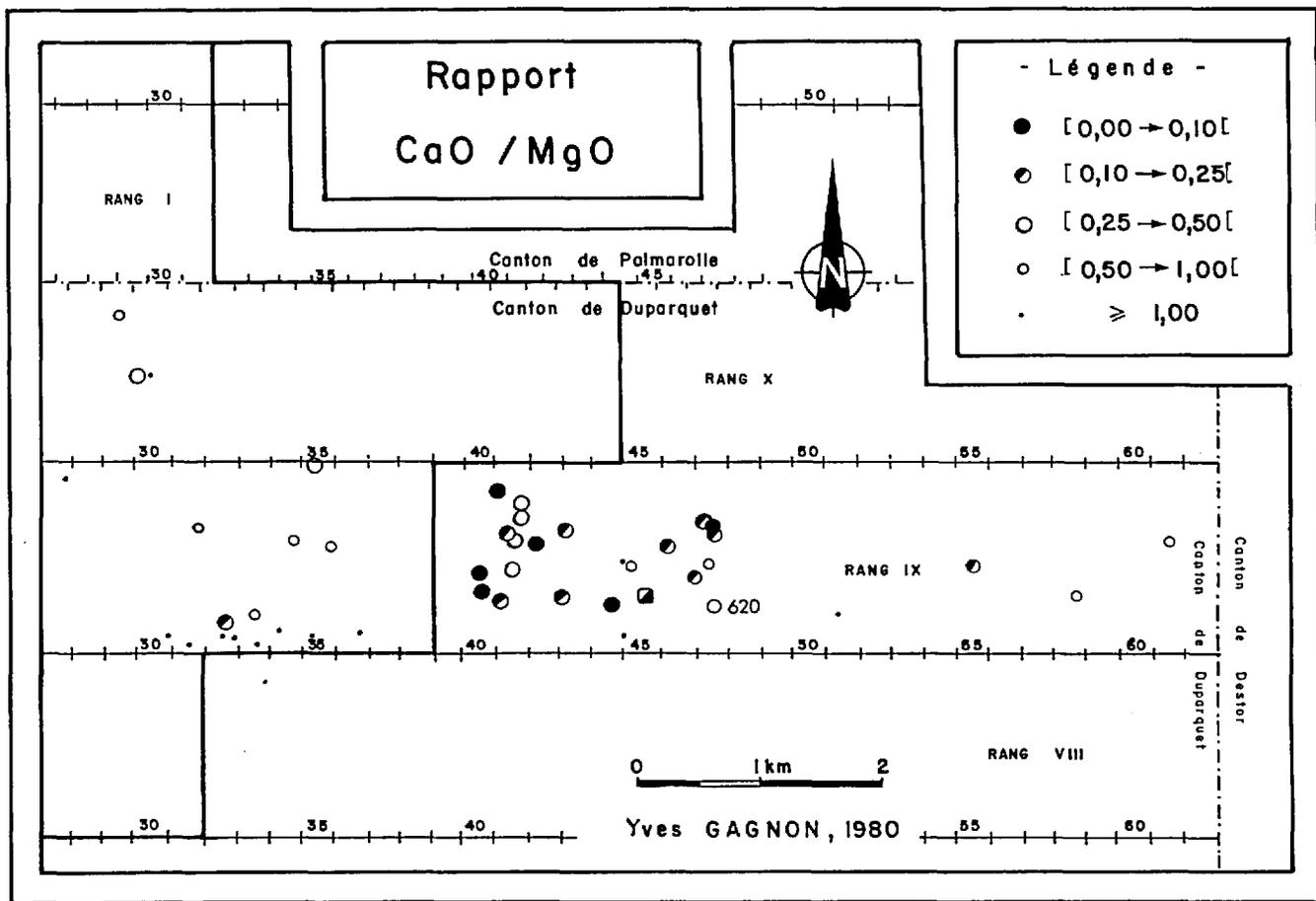


FIGURE 17 - Rapport CaO/MgO dans la région.

CUIVRE

La figure 18 illustre la distribution du Cu. Si les teneurs sont faibles, c'est que l'échantillonnage a été effectué dans des roches non minéralisées. On remarque que les points anomaliques se situent, soit près de la mine, soit au nord-ouest de celle-ci. Signalons que, comme dans les cas des autres critères (figures 14, 15, 16, et 17), la zone nord-ouest est soulignée, notamment, par la présence de la plus forte concentration en Cu (150 ppm pour l'échantillon 605). Les teneurs de cette zone sont peut-être peu importantes, mais le fait qu'elles se détachent du "si-

lence" régional ne doit pas passer inaperçu.

ZINC

La distribution des teneurs en Zn dans nos roches confirme encore les zones anomaliques déjà décrites. La figure 19 montre les anomalies reliées à la proximité du batholite de Palmarolle (au nord), ainsi que celles de la roche-hôte du gisement. Dans les autres secteurs de la région, il n'y a rien d'important à signaler: la zone au nord-ouest de la mine n'est pas vraiment mise en relief.

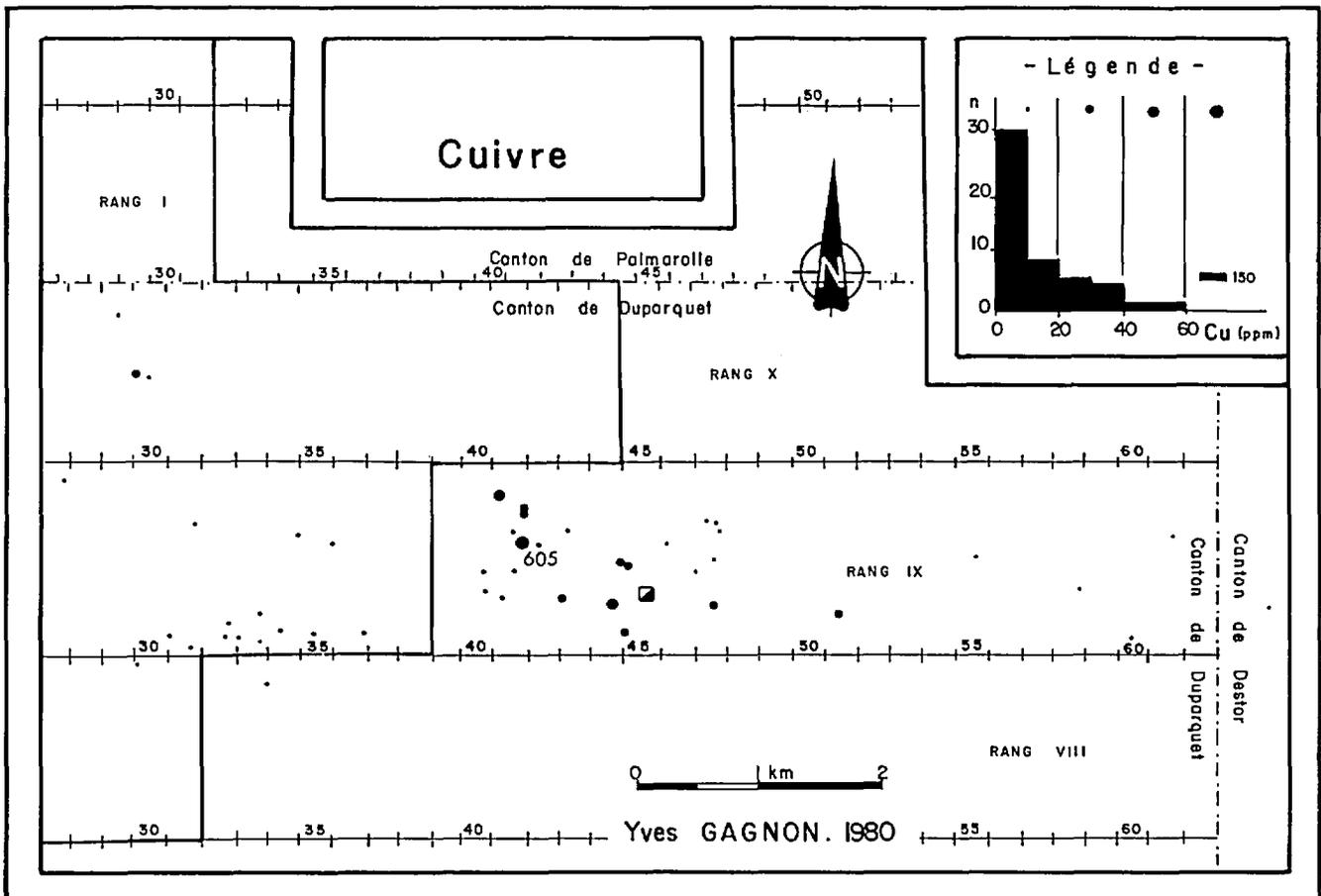


FIGURE 18 - Teneurs en Cu dans la région.

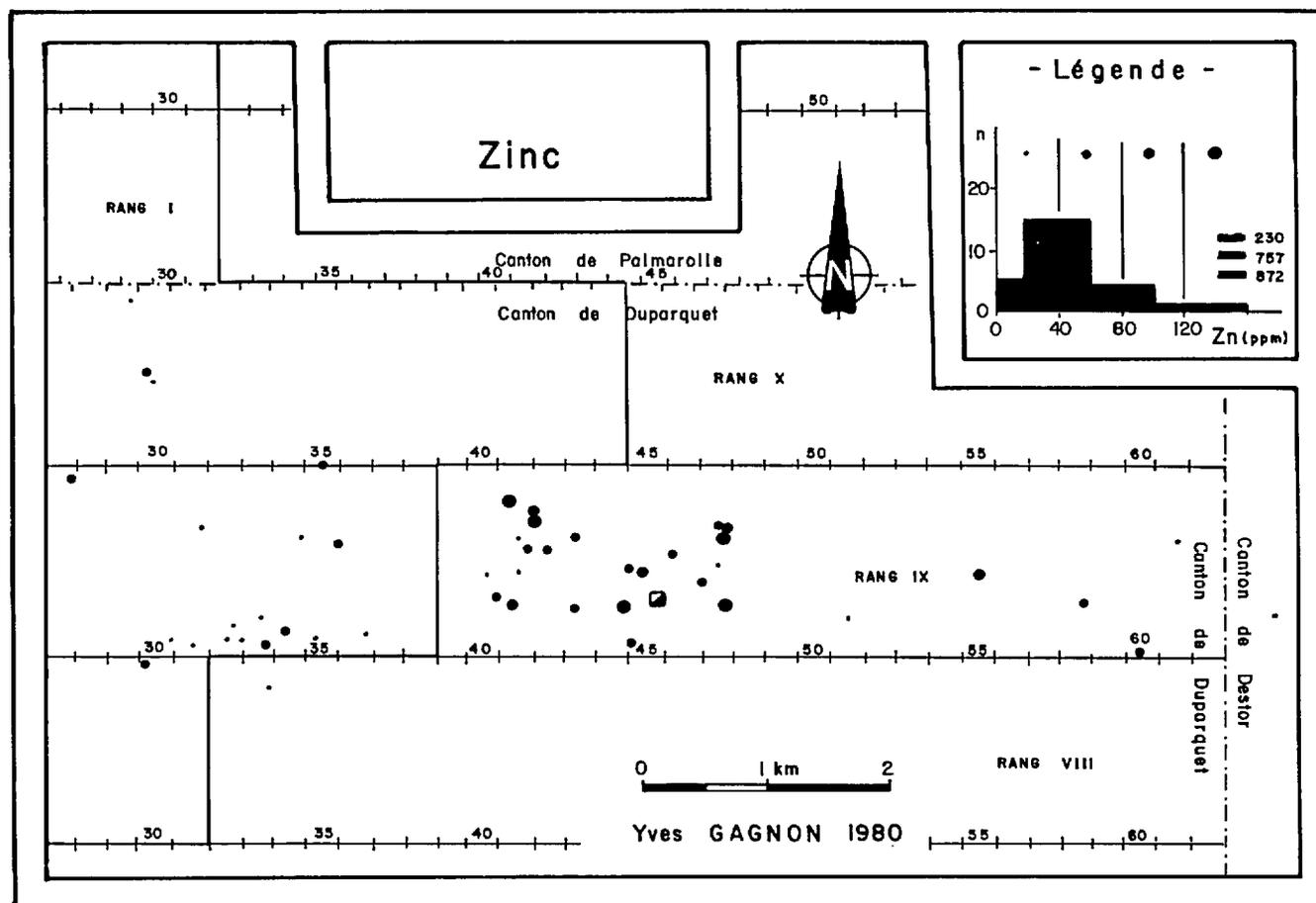


FIGURE 19 - Teneurs en Zn dans la région.

SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE LITHOGÉOCHIMIQUE DU COMPLEXE

Mous présentons, ci-après, une brève synthèse de nos travaux sur la lithogéochimie du complexe de la mine Hunter. L'étude s'inspirait des travaux effectués à Normétal de 1977 à 1979 par Valiquette et al. (1978, 1980). Signalons que nous avons participé à ces travaux à partir de l'été 1978.

Initialement, le projet avait comme objectif l'évaluation du potentiel économique d'un territoire réservé à la couronne en vertu de la loi 27 (dossier 1001). Nous devons appliquer la méthode lithogéochimique mise au point à Normétal. Au

cours des travaux de 1979 et lors de l'établissement du programme de 1980, d'autres objectifs sont venus se greffer à l'objectif initial, notamment, l'étude des formations de fer identifiées sur le terrain et la détermination du prolongement du complexe vers l'est (vers la mine Hunter).

Nous avons donc employé la méthode lithogéochimique pour notre étude. Ainsi nous avons:

- Recartographié tout le complexe en le situant dans son contexte régional (parfois en détail);

- . Echantillonné toutes les unités rhyolitiques identifiées;
- . Etabli la pétrographie de ces unités;
- . Défini la géochimie des roches étudiées;
- . Traité toutes les données au moyen de diverses méthodes géostatistiques faciles à manier;

La combinaison de ces éléments nous a ainsi fourni le maximum de résultats pertinents.

L'étude a eu comme principal résultat une définition globale de la géologie et de la géochimie du complexe. Nous avons ainsi démontré que le complexe appartient à une série calco-alcaline. D'autre part, l'étude pétrographique et géochimique a permis d'établir le comportement des roches acides suite à l'altération (carbonatation, chloritisation et altération potassique).

Nous avons également utilisé avec succès un nouvel outil, le rapport K/Rb (Gagnon, 1981), pour l'exploration lithogéochimique des gisements volcanogènes de Cu-Zn. Ce rapport, lié au processus d'altération hydrothermale, avait déjà été utilisé pour les gisements porphyriques de cuivre; l'altération hydrothermale affectant également les gisements volcanogènes, l'utilisation du rapport était prometteuse. Nous avons pu ainsi déterminer en 1979 des zones d'activités hydrothermales, lesquelles coïncident avec d'autres anomalies.

Nous avons également tenté d'éclaircir la question de l'altération hydrothermale autour des gisements volcanogènes de Cu-Zn. A partir d'une compilation d'études portant sur ces gisements, nous avons établi un comportement typique et général de quelques oxydes autour de ceux-ci.

L'objectif de loin le plus important consistait à délimiter certaines cibles pour l'exploration. Quatre cibles ont été établies en 1979; les travaux de 1980 ont confirmé qu'il s'agissait bien de cibles intéressantes. Il s'agit, par ordre d'importance, de:

- . La zone dans la partie sud-est de la réserve (lots 25 à 35, demie sud du rang IX et demie nord du rang VIII, canton de Duparquet). On y trouve deux unités cherteuses et une unité graphiteuse; on remarque également que ces unités sont fragmentaires et qu'elles répondent à tous nos critères ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$, indice D.M., K/Rb, etc.);
- . La zone au nord-ouest de la mine Hunter (lots 40 à 44, rang IX, canton de Duparquet). On y observe plusieurs découverts minéralisés et la présence d'unités fragmentaires. La zone répond à plusieurs de nos critères (Na_2O , indice D.M., etc.);
- . Une formation de fer (lots 46-47, demie sud du rang VI, canton de Roquemare). Elle est caractérisée par la présence de jaspe, de magnétite et de quartz, ainsi que par la réponse au rapport K/Rb;
- . Une occurrence aurifère (lots 11 à 15, demie sud du rang II, canton de Palmarolle) - Elle a été décelée par des forages en 1968-69 (Soquem) et explorée au moyen de plusieurs tranchées; on note beaucoup de déformation et une foule d'intrusions de toutes compositions;

En conclusion on voit que le complexe s'avère prometteur. Il nous apparaît que la méthode utilisée dans ce projet est simple d'application, peu coûteuse et, de toute évidence, efficace pour la délimitation de cibles dans l'exploration pour des minéralisations de Cu-Zn d'origine volcanogène.

RÉFÉRENCES

- ARMBRUST, G.A., - GANNICOTT, R.A., 1980 - K/Rb ratios as a source indicator for hydrothermal fluids at the Seneca volcanogenic massive sulphide deposit, British Columbia. *Economic Geology*; volume 75, pages 466-470.
- CHAYES, F., 1962 - Numerical correlation and petrographic variation. *Journal of Geology*; volume 70, pages 440-452.
- DATE, J., - TANIMURA, S., 1974 - Dacite and rhyolite associated with the Kuroko mineralization. *Geological Society of Japan*; special issue 6, pages 261-265.
- DAVIS, J.C., 1973 - Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons Inc., New-York, 550 pages.
- DESCARREAU, J., 1972 - Géochimie des roches volcaniques de l'Abitibi. Université Laval, Québec; thèse de doctorat.
- _____ 1973 - A petrochemical study of the Abitibi volcanic belt and its bearing on occurrences of massive sulphide ores. *CIM Bulletin*; volume 66, pages 61-69.
- DIMROTH, E., - BOIVIN, P., - GOULET, N., - LAROCHE, M., 1973 - Tectonic and volcanological studies in the Rouyn-Noranda area. Ministère des Richesses naturelles du Québec; premier rapport, DP-138.
- DIMROTH, E., 1977 - Archean subaqueous autoclastic volcanic rocks, Rouyn-Noranda area, Québec: classification, diagnosis and interpretation. Commission géologique du Canada; rapport sommaire des travaux, partie A; étude préliminaire 77-1A, pages 513-522.
- DUGAS, J. 1957 - Mining property report for 1956: Beattie-Duquesne Mines Ltd., Hunter property, Duparquet township. Ministère des Mines du Québec; document public, GM-5998.
- _____ 1963 - Parquet Mines Ltd., canton de Duparquet. Ministère des Richesses naturelles du Québec; rapport interne, GM-13906.
- EAKINS, P.R., 1972 - Canton de Roquemare, comté, Abitibi-ouest. Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-150.
- FRANKLIN, J.M., - KASARDA, J., - POULSEN, K.H., 1975 - Petrology and chemistry of the alteration zone of the Mattabi massive sulphide deposit. *Economic Geology*; volume 70, pages 63-79.
- GAGNON, Y., 1981 - Lithogéochimie du complexe rhyolitique de la mine Hunter, Abitibi-ouest. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec; rapport préliminaire, DPV-789.
- GARRELS, R.M., - PERRY Jr., E.A., - MACKENZIE, F.T., 1973 - Genesis of Precambrian iron-formations and the development of atmospheric oxygen. *Economic Geology*; volume 68, pages 1173-1179.
- GELINAS, L., - BROOKS, C., - PERRAULT, G., - CARIGNAN, J., - TRUDEL, P., - GRASSO, F., 1977 - Chemo-stratigraphie divisions within the Abitibi volcanic belt, Rouyn-Noranda district, Quebec. In *Volcanic regimes in Canada* (Baragar, W.R.A., Coleman, L.C. et Hall, J.M., éditeurs). Association géologique du Canada; étude spéciale 16, pages 265-295.
- GJELSVIK, T., 1968 - Distribution of major elements in the wall rocks and the silicate fraction of the Skorovass pyrite deposit, Grong area, Norway. *Economic Geology*; volume 63, pages 217-231.
- HUBACHECK, W. 1952 - Willett Lorne claims, Duparquet township, Abitibi-west county. Ministère des Mines du Québec; GM-1744, 3 pages.
- Iijima, A., 1974 - Clay and zeolitic alteration zones surrounding Kuroko deposits in the Hokuroku district, northern Aikita, as submarine hydrothermal-diagenetic alteration products. *Geological Society of Japan*; special issue 6, pages 267-289.
- IRVINE, T.N., - BARAGAR, W.R.A., 1971 - A guide to the classification of the common volcanic rocks. *Journal canadien des Sciences de la Terre*; volume 8, pages 523-549.
- KOO, J., - MOOSMAN, D.J., 1975 - Origin and metamorphism of the Flin Flon stratiform Cu-Zn sulphide deposit, Saskatchewan and Manitoba. *Economic Geology*; volume 70, pages 48-62.
- KORZHINSKII, D.S., 1959 - Physicochemical basis of the analysis of the paragenesis of minerals. Consultant Bureau Inc., New-York, 142 pages.
- LA BERGE, G.L., 1973 - Possible biological origin of Precambrian iron-formations. *Economic Geology*; volume 68, pages 1098-1109.
- LAJOIE, J., 1979 - Facies models 15. Volcaniclastic rocks. *Geoscience Canada*; volume 6, pages 129-139.

LARGE, R.R., - BOTH, R.A., 1980 - The volcanogenic sulphide ores at Mount Chalmers, eastern Queensland. Economic Geology; volume 75, pages 992-1009.

LATVALAHTI, U., 1979 - Cu-Pb-Zn ores in the Aijala-Orijarvi area, southwest Finland. Economic Geology; volume 74, pages 1035-1059.

LE MAITRE, R.W., 1976 - The chemical variability of some common igneous rocks. Journal of Petrology; volume 17, pages 598-637.

MacGEEHAN, P.J., 1978 - The geochemistry of altered volcanic rocks at Matagami, Quebec: a geothermal model for massive sulphide genesis. Journal canadien des Science de la Terre; volume 15, pages 551-570.

McCONNELL, J.W., 1976 - Geochemical dispersion in wall-rock of Archean massive sulphide deposits. Queen's University, Ontario; mémoire de maîtrise.

NILSSON, C.A., 1968 - Wall rock alteration at the Boliden deposit, Sweden. Economic Geology; volume 63, pages 472-494.

PAYNE, J.G., - BRATT, J.A., - STONE, B.G., 1980 - Deformed Mesozoic volcanogenic Cu-Zn sulphide deposits in the Britannia district, British-Columbia. Economic Geology; volume 75, pages 700-721.

RIVERIN, G. - HODGSON, C.J., 1980 - Wall rock alteration at the Millenbach Cu-Zn mine, Noranda, Québec. Economic Geology; volume 75, pages 424-444

SAKRISON, H.C., 1966 - Chemical studies of the host rocks of the Lake Dufault mine, Quebec. McGill University; thèse de doctorat.

SPITZ, G., - DARLING, R., 1978 - Major and minor element lithochemical anomalies surrounding the Louvem copper deposit, Val-d'Or, Quebec. Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 15, pages 1161-1169.

THURLOW, J.G., - SWANSON, E.A., - STRONG, D.F., 1975 - Geology and lithochemistry of the Buchans polymetallic sulfide deposits, Newfoundland. Economic Geology; volume 70, pages 130-144.

TONO, N., 1974 - Minor element distribution around Kuroko deposits of northern Akita, Japan. Geological Society of Japan; special issue 6, pages 399-420.

TUREK, A., - TETLEY, N.W., - JACKSON, T., 1976 - Study of metal dispersion around the Fox orebody in Manitoba. CIM Bulletin; volume 69, pages 104-110.

VALIQUETTE, G., - MARCOTTE, D., - MELLINGER, M., - SMYTH, E., - WEBER, G.R., - DESCHAMPS, F., 1978 - Recherche des métallogènes dans la région de Normetal. Ministère des Richesses naturelles du Québec; rapport intérimaire, DPV-582.

VALIQUETTE, G., - MELLINGER, M., - GAGNON, Y., 1980 - Lithogéochimie des roches volcaniques de la région de Normetal. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec; DPV-710, 90 pages.

WINKLER, H.G.F., 1976 - Petrogenesis of metamorphic rocks (4th edition). Springer-Verlag Inc., New-York, 334 pages.

OBSERVATIONS PÉTROGRAPHIQUES (1980)

Echantillons	Phénos Qlz	Phénos Fp	Matrice	Muscovite	Quartz	Plagioclase	Biotite	Chlorite	Carbonates	Epidote	Amphibole	Sphène	Rutile	Zircon	Jourmaline	Opales	Type de roche	Schistosité	Remarques
YG-80-501	○	●	○		○	○								○	○	△	≡		
502		●	○				○								○	△	≡		
503		●	○												○	△	≡	K-rétro.	
504		○	○		→	●	○						○	○	○	△	≡	K-rétro.	
505	●	○	○		→	○							○	○	○	△	≡	K-rétro., grenue	
506	●	●	○				○	○							○	△	≡		
507	○	●	○						○						○	△	≡	K-rétro.	
508	○	○	○		→	○	○				○	○			○	△	≡	K-rétro.	
509	○	○	○		→	○	○								○	△	≡		
510		○	○				○	○							○	△	≡		
511		●	○		→	○	○								○	△	≡		
512	○	○	○												○	△	≡	S	
513	○	○	○		○		○								○	△	≡		
514	○	○	○				○						○	○	○	△	≡		
515		○	○												○	△	≡		
516	○	○	○				○					○			○	△	≡		
517	○	○	○				○						○	○	○	△	≡	K	
601	○	○	○		→	○	○								○	△	≡		
602		○	○		→	○					○	○			○	△	≡		
603		○	○				○								○	△	≡	S	
604	○	○	○		→	○	○						○	○	○	△	≡		
605			○	●	○	○								○	○	△	≡	fgmt. ponce	
606	○	○	○	○	→	○	○							○	○	△	≡		
607	○	○	○		→	○								○	○	△	≡		
608	○	○	○		→	○	○							○	○	△	≡	S	
609	○	○	○		→	○								○	○	△	≡	S	
610	○	○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
611		○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
612	○	○	○	○	→	○	○								○	△	≡		
613		○	○	○										○	○	△	≡	S	
614	○		○	○	○	○	○				○				○	△	≡	S	
615		○	○	○	○	○								○	○	△	≡		
616		○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
617	○	○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
618	○	○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
619		○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
620	○	○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
621		○	○	○	○	○	○		○					○	○	△	≡		
622		○	○	○	○	○	○								○	△	≡		
623		○	○	○	○	○	○								○	△	≡		
624	○	○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
625		○	○	○	○	○	○								○	△	≡		
626			○	○	○	○	○								○	△	≡		
627		○	○	○	○	○	○								○	△	≡		
628			○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
629		○	○	○	○	○	○							○	○	△	≡		
630			○	○	○	○	○								○	△	≡	ponce	

Voir annexe 2 pour explication des symboles

OBSERVATIONS PÉTROGRAPHIQUES (1979)

Echantillons	Minéralogie														Type de roche	Remarques		
	Phénos Qtz	Phénos Fp	Matrice	Muscovite	Quartz	Plagioclase	Biotite	Chlorite	Carbonates	Epidote	Amphibole	Sphène	Rutile	Zircon			Jourmaline	Opagues
YG-79-30	○	○	○	●	●	→	○	○							○	I	=	
32	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	III	=	
33		●	●												○	I	=	
34	○	○	○					○							○	I	△	=
35	○	○	○												○	I	△	=
36	○	○	○					●	●						○	I	=	
37	○	○	○					●	●	○					○	I	-	
38	○	○	○					○	○						○	I	=	
39	○	○	○					○	○						○	I	=	
60	○	○	○					●	●	○					○	I	-	
61		●	●					→	●		○				○	I	=	
65	○	○	○	○	○				○						○	I	-	
66	○	○	○	○	○			○	○	○					○	III	-	
69	○	○	○					○							○	I	△	=
82	○	○	○					○			○				○	I	-	
83	○	○	○				○			○					○	I	△	-
85	○	○	○					○			○				○	I	-	
88	○	○	○					○	○						○	I	-	
89	○	○	○	○	○			○	○	○					○	I	-	
91	○	○	○					○	○						○	I	△	=
93	○	○	○					○	○						○	I	=	
99	○	○	○					○	○		○				○	I	-	
96	○	○	○					●	○						○	II	=	
97	○	○	○					○	○						○	I	-	
118	○	○	○					○	○						○	I	-	
119	○	○	○					○	○						○	I	△	=
121	○	○	○	○	○			○	○						○	I	=	
220	○	○	○					○							○	I	△	=
223	○	○	○					○							○	I	△	=
224	○	○	○					○							○	I	△	=
226	○	○	○					○							○	I	△	=
227	○	○	○					○							○	I	△	-
228	○	○	○					○				○			○	I	△	=
322	○	○	○					○							○	I	=	
323	○	○	○					○							○	I	=	
324	○	○	○					○	○						○	I	=	
326	○	○	○					○							○	I	△	=
330	○	○	○					○							○	I	=	

- Minéralogie
- 20% et plus
 - entre 5 et 20%
 - moins de 5% (traces)
 - biotite altérée en chlorite
- Type de roche
- | felsique
 - || intermédiaire
 - ||| mafique
 - △ fragmentaire (à droite dans la colonne)
- Schistosité
- faible
 - = moyenne
 - ≡ forte

ANALYSES CHIMIQUES (1980)

	501	502	503	504	508	606	607	608	609	610	616	617	618	620	622
CaO %	6,49	0,35	0,34	0,82	0,78	0,87	0,53	0,50	0,26	0,59	0,55	1,60	0,67	0,69	6,17
MgO %	1,43	6,02	2,20	10,29	3,48	3,02	1,91	2,57	2,80	1,87	4,46	1,95	2,81	2,64	0,42
K ₂ O %	0,80	2,36	2,32	0,79	2,07	0,59	1,32	2,29	2,44	0,25	0,10	1,67	2,28	0,95	1,02
Na ₂ O %	1,53	0,14	0,15	0,06	1,42	2,79	2,45	2,40	0,29	4,85	6,68	3,01	1,67	0,03	4,05
Fe _{tot} %	5,73	2,91	3,46	10,84	2,22	2,53	1,59	2,40	2,96	2,13	4,62	1,35	1,82	1,25	1,84
TiO ₂ %	0,40	0,17	0,21	0,61	0,14	0,11	0,09	0,16	0,12	0,15	0,38	0,12	0,15	0,06	0,32
Zn ppm	72	757	60	230	109	94	872	56	55	25	136	25	52	141	22
Cu ppm	22	57	34	42	5	21	32	12	7	6	8	15	6	22	21

	601	602	603	604	605	611	612	613	614	615	623	624	626	627
CaO %	0,65	0,22	0,32	0,31	0,36	1,78	2,47	0,49	0,56	0,38	3,45	2,19	1,46	0,84
MgO %	2,63	4,45	6,82	2,07	1,40	1,44	4,90	3,68	3,30	4,36	0,33	0,65	2,74	2,05
K ₂ O %	0,12	0,71	0,95	2,42	0,04	1,89	1,27	1,91	1,63	1,80	1,21	1,22	2,58	0,50
Na ₂ O %	4,66	0,07	0,16	0,18	0,01	3,22	3,81	0,78	1,56	0,17	4,64	5,42	3,36	4,92
Fe _{tot} %	2,71	2,16	2,32	2,18	2,60	1,87	5,02	3,08	2,32	2,82	1,45	0,78	2,84	1,73
TiO ₂ %	0,19	0,09	0,24	0,09	0,02	0,19	0,58	0,13	0,23	0,11	0,47	0,16	0,46	0,16
Zn ppm	82	52	40	35	49	45	94	57	69	99	26	91	70	27
Cu ppm	16	12	6	5	150	31	35	8	7	8	20	19	10	6

ANALYSES CHIMIQUES (1979)

	30	33	36	37	60	93	97	99	118	119
CaO %	2,13	0,06	3,51	1,93	4,69	1,89	0,80	0,47	1,04	2,15
MgO %	0,39	0,08	0,32	0,29	2,64	0,34	1,53	0,83	0,39	0,38
K ₂ O %	1,07	3,57	1,60	1,36	1,46	1,84	1,06	1,86	1,64	1,88
Na ₂ O %	4,52	0,02	4,68	4,80	3,62	3,10	4,72	4,60	7,12	5,48
Fe _{tot} %	3,42	0,19	2,29	2,52	3,27	2,15	2,88	1,92	1,09	2,67
TiO ₂ %	0,50	0,19	0,58	0,63	0,44	0,25	0,44	0,25	0,13	0,46
Zn ppm	54	8	41	24	61	24	42	40	43	32
Cu ppm	5	5	5	4	7	5	7	4	3	16

	69	83	85	88	91	227	228	322	323	326
CaO %	1,19	1,17	2,04	1,18	0,51	0,38	0,20	0,81	0,68	0,07
MgO %	1,65	3,27	1,24	1,21	1,08	0,15	0,15	0,21	0,20	0,48
K ₂ O %	1,01	1,73	0,28	1,20	3,90	7,19	6,26	3,04	0,93	2,84
Na ₂ O %	4,24	2,32	4,36	3,90	1,72	0,05	1,03	2,62	5,28	3,11
Fe _{tot} %	1,61	4,01	2,56	1,69	2,57	0,96	0,69	0,96	0,36	2,26
TiO ₂ %	0,15	0,46	0,38	0,25	0,23	0,21	0,15	0,25	0,17	0,21
Zn ppm	32	51	26	18	43	13	9	11	21	26
Cu ppm	7	21	6	17	7	5	8	3	7	8

ROCHES MOYENNES (LE MAÎTRE, 1976)

en %	Rhyolite R	Dacite D	Andésite A	Basalte B
SiO ₂	72,82	65,01	57,94	49,20
Al ₂ O ₃	13,27	15,91	17,02	15,74
Fe ₂ O ₃	1,48	2,43	3,27	3,79
FeO	1,11	2,30	4,04	7,13
MgO	0,39	1,78	3,33	6,73
CaO	1,14	4,32	6,79	9,47
Na ₂ O	3,55	3,79	3,48	2,91
K ₂ O	4,30	2,17	1,62	1,10
H ₂ O ⁺	1,10	0,91	0,83	0,95
TiO ₂	0,28	0,58	0,87	1,84
P ₂ O ₅	0,07	0,15	0,21	0,35
CO ₂	0,08	0,06	0,05	0,11
total	<u>99,59</u>	<u>99,41</u>	<u>99,45</u>	<u>99,32</u>
nombre total d'analyses	670	651	2600	3594
nombre de références	116	80	200	330

