

MB 89-28

METALLOGENIE DES ELEMENTS DE GROUPE DU PLATINE DANS LA REGION DU LAC RETTY (ZONES CENTER ET POGO LAKE) - FOSSE DU LABRADOR

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



License

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

Métallogénie des éléments du groupe du platine dans la région du lac Retty (zones Center et Pogo Lake) - Fosse du Labrador -

**Georges Beaudoin
Roger Laurent**

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

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

RÉSUMÉ

Les gîtes de sulfures massifs à Cu-Ni-EGP de la région du lac Retty se situent à environ 65 km au nord-est de Schefferville, dans la séquence aphébiennne de la Fosse du Labrador. Les gîtes sont encaissés par un filon-couche d'environ 170 m d'épaisseur en contact, au plancher, avec les pélites de la Formation de Thompson Lake et, au toit, avec les basaltes tholéitiques de la Formation de Willbob. Le filon-couche représente une chambre magmatique peu profonde ayant alimentée le volcanisme tholéitique. Le filon-couche est composé d'une unité inférieure de composition périclétique à pyroxénitique, cristallisée lors du fractionnement partiel du magma en route vers la surface, en contact transitionnel avec une unité supérieure de gabbro-norite passant à un granophyre, cristallisée dans des conditions statiques marquant une cessation de l'activité volcanique.

Les sulfures massifs forment des lentilles discontinues et foliées, ayant jusqu'à 6,7 m d'épaisseur, situées au plancher ou à l'intérieur de l'unité ultramafique inférieure du filon-couche. Leurs bordures cisaillées sont constituées d'une bande de chalcopryrite en contact avec la roche encaissante chloritisée.

Les sulfures massifs contiennent une concentration moyenne de 0,8 ppm Pd et de 0,2 ppm Pt. La sudburyite, la temagamite et une kotulskite bismuthifère ont été observées dans les sulfures massifs. Les patrons des EGP, normalisés sur une chondrite, sont fortement fractionnés ($\text{Pd/Ir} = 600$). Un appauvrissement en Ir, Ru, Rh et Re, et un enrichissement en Pd, Pt et Au vers le sommet des lentilles de sulfures massifs résultent probablement de la cristallisation fractionnée d'un liquide sulfuré. Un enrichissement hydrothermal en Pd ($< 9,8$ ppm) et Pt ($< 0,9$ ppm) aux bordures cisaillées supérieures et inférieures des lentilles de sulfures massifs et dans la roche altérée adjacente se superpose au fractionnement primaire. La sudburyite est abondante dans cette zone d'enrichissement qui résulte probablement de la remobilisation de Pd et Pt des sulfures massifs primaires par des solutions hydrothermales durant le métamorphisme dynamothermique, possiblement durant l'orogénèse hudsonienne.

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
TABLE DES MATIERES.....	i
LISTE DES FIGURES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
1- INTRODUCTION.....	1
2- GEOLOGIE REGIONALE.....	5
3- LES ROCHES MAGMATIQUES.....	9
3.1- Lithologie et pétrographie.....	9
3.1.1- L'unité ultramafique.....	11
3.1.2- L'unité gabbroïque.....	13
3.1.3- Les basaltes.....	16
3.2- Caractéristiques chimiques.....	19
3.2.1- Le filon-couche Inférieur.....	23
3.2.2- Le filon-couche Médian.....	27
3.2.3- Les zones de trempe et les basaltes.....	32
4- LES MINERALISATIONS A Cu-Ni-EGP.....	37
4.1- Description des faciès de minéralisation.....	37
4.1.1- Zone Center.....	37
4.1.2- Zone Pogo Lake.....	39
4.2- Minéragraphie.....	40
4.2.1- Les sulfures massifs.....	40
4.2.2- Les sulfures disséminés.....	56
4.2.3- Les sulfures disséminés à texture marbrée.....	58
4.2.4- Les sulfures disséminés avec laminations parallèles.....	59

TABLE DES MATIERES (suite)

	<u>PAGE</u>
4.3- Composition chimique des sulfures et Minéraux du groupe du platine.....	60
4.3.1- Conditions analytiques à la microsonde....	60
4.3.2- Composition chimique des sulfures.....	69
4.3.3- Composition chimique des Minéraux du groupe du platine.....	78
4.4- Géochimie des sulfures et Eléments du groupe du platine.....	83
4.4.1- Calcul de la composition normative des sulfures.....	86
4.4.2- Estimation des paramètres statistiques de la distribution des métaux et EGP.....	88
4.4.3- Profils de distribution des EGP dans le filon-couche Médian.....	107
4.4.4- Patrons de fractionnement des EGP.....	108
5- PETROLOGIE ET METALLOGENIE.....	111
5.1- Contexte structural et modèle pétrogénétique.....	111
5.2- Texture et paragenèse des sulfures.....	115
5.3- Composition chimique des sulfures.....	118
5.4- Fractionnement des EGP.....	122
5.5- Comparaison avec d'autres types de gisements de Cu-Ni-EGP.....	123
6- CONCLUSIONS.....	125
7- REMERCIEMENTS.....	126
REFERENCES.....	127
ANNEXE A- Index général des échantillons.....	131
ANNEXE B- Eléments majeurs, mineurs et traces des roches ignées	138
ANNEXE C- Concentrations des métaux et EGP.....	141
ANNEXE D- Analyses à la microsonde.....	152

LISTE DES FIGURES

	<u>PAGE</u>
FIGURE 1- Carte de localisation.....	4
FIGURE 2- Carte géologique de la région du lac Bleu.....	annexe
FIGURE 3- Section verticale typique du filon-couche Médian dans la zone Center.....	annexe
FIGURE 4- Section verticale typique du filon-couche Médian dans la zone Pogo Lake.....	annexe
FIGURE 5- Diagrammes de variations pour les roches ultramafiques et gabbroïques. A) Al_2O_3 vs MgO . B) TiO_2 vs MgO	22
FIGURE 6- Coupe détaillée du filon-couche Inférieur dans la zone Center.....	24
FIGURE 7- Coupe détaillée du filon-couche Médian dans la zone Pogo Lake.....	28
FIGURE 8- Coupe schématique du filon-couche Médian dans la zone Center.....	31
FIGURE 9- Basaltes et zones de trempe gabbroïque. A) Patron des terres rares normalisées sur chondrites. B) Diagrammes de variation La vs Ce.....	34
FIGURE 10- A) Bandes de kinks lenticulaires et macles polysynthétiques parallèles dans la pyrrhotite. B) Texture des intervalles laminés par une foliation tectonique. C) Texture de lentilles irrégulières de chalcopryrite dans les intervalles laminés de pyrrhotite. D) Grain de chalcopryrite et de pyrrhotite avec des flammes de pentlandite.....	41

LISTE DES FIGURES (suite)

	<u>PAGE</u>
FIGURE 11- A) Grain de pentlandite partiellement altéré en violarite. B) Ilot de pentlandite au centre d'un grain altéré en violarite. C) Grain de pentlandite altéré en violarite en contact avec la chalcoppyrite. D) Inclusions lamellaires de pentlandite dans la pyrrhotite	43
FIGURE 12- A) Grains de magnétite moulant la pyrrhotite. B) Inclusions lamellaires allongées de magnétite dans pyrrhotite. C) Grain triangulaire de té- magamite et de MGP-1. D) Grain MGP-2 en demi-lune.	45
FIGURE 13- A) Plage de sudburyite et de pyrrhotite incluses dans un grain de tellure d'Ag au contact de chalcoppyrite et de pyrrhotite. B) Grains de magnétite moulés par une bande d'amphiboles. C) Grains de sudburyite en contact avec de la pyrrhotite et de la chalcoppyrite. D) Grains de sudburyite avec inclusions d'amphiboles dans de la chalcoppyrite.....	47
FIGURE 14- A) Sulfures disséminés. B) Pyrrhotite intersti- tielle ceinturée par de la chalcoppyrite. C) Grains cumulus et plages intercumulus remplacés par la pyrrhotite. D) Dunite à texture adcumulat d'une zone de sulfures disséminés à texture marbrée.....	49
FIGURE 15- Spectre du Pt et du Pd en fonction de la longueur d'onde.....	67
FIGURE 16- Composition chimique des pyrrhotite et pentlandi- te dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S.....	71
FIGURE 17- Composition moyenne de MGP-1 dans le système Pd-Sb-Bi-Te.....	82

LISTE DES FIGURES (suite)

	<u>PAGE</u>
FIGURE 18- Cartographie en fluorescence-X du grain MGP-2.	84
FIGURE 19- Composition chimique des sulfures recalculés à 100% sulfures dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S.	99
FIGURE 20- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-1, zone Center.....	102
FIGURE 21- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-2, zone Center.....	103
FIGURE 22- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-32, zone Center.....	104
FIGURE 23- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-52, zone Pogo Lake.....	105
FIGURE 24- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-58, zone Pogo Lake.....	106
FIGURE 25- A) Patrons de fractionnement des EGP. B) Comparaison avec les patrons caractéristi- ques des gîtes Minnamax et Greats Lake Nickel.....	110
FIGURE 26- Schéma du modèle de formation des unités ultramafi- que et gabbroïque dans un filon-couche.....	113
FIGURE 27- A) Diagramme Cu:(Cu + Ni) vs teneur en MgO du magma parent B) Similitude des sulfures du lac Bleu avec ceux reliés au magmatisme fissural	121

LISTE DES TABLEAUX

	<u>PAGE</u>
TABEAU 1 (A)- Composition chimique et norme moléculaire des roches du filon-couche Inférieur, zone Center, sondage 746-32.....	17
(B)- Composition chimique et norme moléculaire des roches du filon-couche Médian, zone Pogo Lake, sondages 746-52, 58, 64.....	18
TABEAU 2 (A)- Composition chimique et norme moléculaire des basaltes et zones de trempe gabbroïque	35
(B)- Eléments traces incluant les terres rares. Basaltes et zones de trempe gabbroïque.....	36
TABEAU 3- Conditions analytiques utilisées à la microsonde.....	62
TABEAU 4- Liste des standards.....	63
TABEAU 5- Précision et exactitude de la calibration à la microsonde.....	64
TABEAU 6- Sommaire des limites de détection dans les différents minéraux.....	70
TABEAU 7- Composition chimique des pentlandites.....	72
TABEAU 8- Matrice de corrélation, pentlandite.....	72
TABEAU 9- Composition chimique des pyrrhotites.....	73
TABEAU 10- Matrice de corrélation, pyrrhotite.....	74

LISTE DES TABLEAUX (suite)

		<u>PAGE</u>
TABLEAU 11-	Composition chimique des pyrites.....	75
TABLEAU 12-	Composition chimique des chalcopyrites.....	76
TABLEAU 13-	Matrice de corrélation, chalcopyrite.....	77
TABLEAU 14-	Composition chimique de la cubanite.....	77
TABLEAU 15-	Composition chimique de la sudburyite.....	79
TABLEAU 16-	Composition chimique de la témagamite.....	80
TABLEAU 17-	Composition chimique de MGP-1.....	81
TABLEAU 18-	Estimateurs statistiques des concentrations des métaux et EGP.....	90
TABLEAU 19-	Sommaire de l'analyse de covariance.....	91
TABLEAU 20-	Coefficients de corrélation pour toutes les données de cette étude.....	93
TABLEAU 21-	Coefficients de corrélation pour les sulfures massifs.....	94
TABLEAU 22-	Coefficients de corrélation pour les sulfures disséminés.....	95
TABLEAU 23-	Synthèse des corrélations entre les métaux et EGP.....	96
TABLEAU 24-	Estimateurs statistiques des concentrations recalculées à 100% sulfures, des métaux et EGP.....	100

1- INTRODUCTION

L'exploration pour les éléments du groupe du platine (EGP) dans la Fosse du Labrador a été initiée par le Groupe Platine de la Fosse Inc. à l'été 1986. Cette compagnie ayant découvert plusieurs zones à teneurs élevées en EGP, une importante activité d'exploration s'est étendue à l'ensemble de la Fosse du Labrador en 1987 (Clark, 1987). Les concentrations en EGP sont généralement localisées dans des lentilles de sulfures massifs à Cu-Ni-EGP encaissées dans des filons-couches de roches ultramafiques et gabbroïques. Notre étude métallogénique a pour but d'identifier les paramètres importants qui gouvernent la distribution des EGP dans cette séquence magmatique intrusive, ainsi que de déterminer les processus ayant conduit à leur concentration. Cette information facilitera l'exploration pour les EGP dans la Fosse du Labrador et l'exploitation éventuelle des gisements.

L'étude porte sur des lentilles de sulfures massifs à Cu-Ni-EGP encaissées dans un filon-couche différencié de péridotite-gabbro situé au lac Bleu, à proximité du lac Retty, soit à 65 km au NE de Schefferville (54°4'N; 66°10'E; SNRC 23-0; Fig. 1). Au moment de notre étude, trois zones de sulfures massifs à Cu-Ni-EGP étaient reconnues, soient les zones de "Blue Lake", "Center" et "Pogo Lake" (Fig. 2). Des travaux de sondage récents ont conduit à la découverte de deux nouvelles zones situées entre "Center" et "Pogo Lake", et au sud de "Blue Lake". Les droits d'exploration sont détenus par le Groupe Platine de la Fosse Inc. qui a effectué de nombreux forages au printemps et à l'été 1987. Ces sondages sont localisés principalement

sur les zones "Center" et "Pogo Lake". Au cours de l'automne 1987, la compagnie a entrepris le fonçage d'une galerie inclinée de 335 m de longueur et un programme de forage dans la zone "Blue Lake". Ce programme s'est poursuivi en 1988 permettant à la compagnie d'augmenter significativement son évaluation des tonnages et des teneurs en Cu et Ni réalisée en 1987 (voir Clark, 1988; en préparation). Dans la zone "Pogo Lake" les réserves de minerais étaient estimées par le Groupe Platine de la Fosse Inc. à 692,000 tonnes à 1% Cu et 0.65% Ni avec 1.4 g/t Pt et 13.0 g/t Pd sur 0.6 m de carottes et dans la zone "Center" à 91,400 tonnes à 1.26% Cu et 0.75% Ni avec 27.4g/t Pt et 41.1 g/t Pd sur 2.7 m. de carottes (Clark, 1987).

Nos travaux ont porté essentiellement sur les zones "Center" et "Pogo Lake" en raison de la disponibilité des forages en 1987. Six forages (totalisant 800 m) ont été décrits en détail et 276 échantillons ont été prélevés pour études pétrographique et géochimique. Les forages étudiés, localisés dans la Figure 2, sont représentatifs de la séquence stratigraphique ainsi que de la distribution de la minéralisation. Dans chaque zone, nous avons étudié deux coupes, approximativement perpendiculaires à la direction du filon-couche, où un nombre suffisant de forages existe pour obtenir une bonne caractérisation de la géométrie du filon-couche ainsi que de la distribution et de l'extension des lentilles de sulfures massifs. Nous avons étudié au moins un forage dans chaque coupe. La sélection du forage 746-32 (zone "Center") nous a permis d'observer, en plus du filon-couche Médian, une section importante du sommet du filon-couche Inférieur. Finalement, le sommet du filon-couche Médian et son contact supérieur sont observés dans la zone "Pogo Lake" (forage 746-64).

Nous avons effectué une étude pétrographique sommaire des roches ultramafiques et gabbroïques des filons-couches Inférieur et Médian. Ce travail est complété par une analyse des variations de la composition chimique des roches ultramafiques et gabbroïques dans les deux filons-couches.

Les différents faciès de minéralisation ont fait l'objet d'une étude minéragraphique détaillée et la composition chimique des sulfures et minéraux du groupe du platine a été déterminée en sections polies à l'aide de la microsonde électronique de l'Université McGill. Plus de 170 échantillons de roches totales ont été analysés pour les métaux (Cu, Ni, Co, Cr), les EGP (Os, Ir, Ro, Rh, Pt, Pd, Re) et l'Au par le Centre de Recherches Minérales du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec. Les EGP et l'Au ont été dosés par activation neutronique instrumentale, ainsi que les terres rares avec Cs et Hf. Les éléments majeurs ainsi que Ba, Be, Cd, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sc, V et Zn ont été analysés en Spectrométrie d'émission atomique au plasma. Cr, Ga, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Te, Th, U, Y et Zr ont été dosés par spectrométrie de rayons-X. Le soufre a été analysé au moyen d'un four LECO par induction infrarouge. Nos résultats sont résumés sous forme de tableaux dans le texte tandis que les données complètes des analyses sont compilées en annexe.

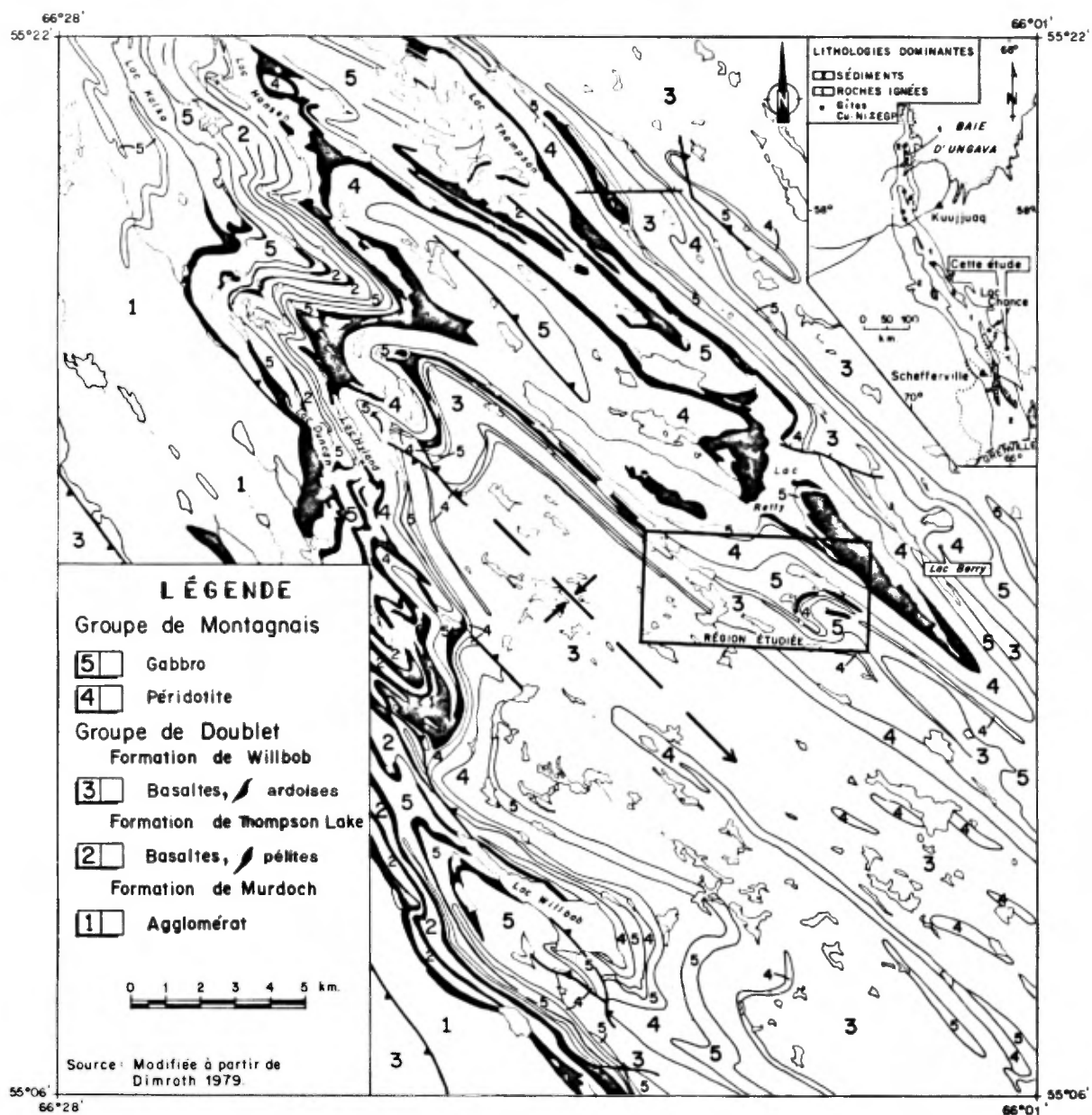


Figure 1. Localisation de la région étudiée.

2- GEOLOGIE REGIONALE

La Fosse du Labrador consiste en un assemblage géosynclinal de roches volcano-sédimentaires aphébiennes reposant en discordance sur un socle gneissique archéen. Le bassin a été plissé, faillé et métamorphisé lors de l'orogénèse hudsonienne vers 1.8 Ga (Dimroth, 1978).

Les roches de la région du lac Bleu appartiennent au Groupe de Doublet qui est caractérisé par des unités volcaniques à prédominance mafique. Dans la localité étudiée, ce groupe est représenté par deux formations (Frarey, 1967): 1) La Formation de Thompson Lake, une séquence d'environ 600 m d'épaisseur de roches sédimentaires pélitiques contenant des coulées basaltiques; et 2) La Formation de Willbob, au sommet du groupe, une séquence de plus de 900 m d'épaisseur composée de coulées basaltiques coussinées et massives à interlits de pélites. Le Groupe de Montagnais comprend les filons-couches gabbroïques et ultramafiques de la Fosse du Labrador sans distinction d'âge et d'origine (Dimroth, 1978).

Dans la région du lac Bleu, trois filons-couches ont été identifiés. A grande échelle, ils sont concordants avec la stratigraphie et, en conséquence, on les caractérise par leur position stratigraphique: le filon-couche Inférieur (> 250 m d'épaisseur) fait intrusion au sommet de la Formation de Thompson Lake; le filon-couche Médian (> 150 m d'épaisseur) occupe l'interface des Formations de Thompson Lake et de Willbob; et le filon-couche Supérieur (> 250 m

d'épaisseur) est situé à l'intérieur de la Formation de Willbob. Les filons-couches Inférieur et Médian reposent en contact direct, ou ils sont séparés l'un de l'autre par des lentilles discontinues de méta-sédiments. En plusieurs endroits, le contact basal du filon-couche Supérieur correspond à un plan de faille.

Les zones "Center", "Pogo Lake" et "Blue Lake" sont localisées dans le filon-couche Médian qui forme un pli d'entraînement le long du flanc nord-est d'un synclinal d'extension régionale (Figs. 1 et 2). La figure 2 présente notre interprétation de la géologie locale, basée sur la compilation des cartes existantes (Frarey, 1967; Fournier, 1982; Rohon, 1986; Groupe Platine de la Fosse Inc., cartes inédites), des vérifications ponctuelles sur le terrain et la description détaillée des forages. Nous présentons ci-dessous une brève description des zones "Center" et "Pogo Lake".

a) Zone Center

Nous avons étudié 3 forages dans cette zone, répartis sur deux sections verticales (90 + 00 S, 91 + 00 S). Un de ces forages (746-32) traverse les filons-couches Médian et Inférieur. Les forages sont localisés à la Figure 2.

Dans la zone Center, le filon-couche Médian possède une épaisseur d'environ 160 m, calculée à partir d'une coupe sommaire sur le terrain. Les 3 forages permettent l'observation d'une section basale verticale de 35 m d'épaisseur. Le filon-couche est incliné vers le

sud-ouest avec un pendage moyen d'environ 22° (Fig. 3). Il est séparé du filon-couche Inférieur par des lentilles discontinues, de moins de 1.8 m d'épaisseur, de métagrès fins à grossiers ou de métaconglomérats à clastes quartzitiques de taille centimétrique. Les métasédiments sont en contact abrupt avec le filon-couche Inférieur. La description du contact entre les deux filons-couches, donnée dans les journaux de forage du Groupe Platine de la Fosse Inc., ne permet pas de déterminer leurs âges relatifs. Le filon-couche Inférieur a été foré sur une section d'environ 250 m sans toutefois atteindre sa base.

b) Zone Pogo Lake

Nous avons étudié 3 forages dans la zone "Pogo Lake", répartis sur 3 sections verticales (36 + 00 S; 51 + 32 S; 52 + 32 S). Le forage 746-64 permet d'observer le sommet du filon-couche Médian. Les forages sont localisés à la Figure 2.

Le filon-couche Médian, dans la zone "Pogo Lake" a une épaisseur d'environ 166 m, avec un pendage moyen de 35° vers le sud-ouest (Fig. 4). Les roches au toit de ce filon-couche se composent de sédiments pélitiques graphiteux, recoupés par deux intrusions gabbroïques montrant des zones de trempe symétriques. Ces deux intrusions ont respectivement 15 m et plus de 27 m d'épaisseur. Les sédiments pélitiques sont constitués de lits d'épaisseur millimétrique à décimétrique et de granulométrie variable; ils sont souvent granoclassés. Les lits les plus grossièrement grenus sont généralement calcaireux. Ces sédiments contiennent jusqu'à 30% de pyrrhotite

disséminée ainsi que de nombreuses veinules (< 1.5 cm d'épaisseur) de pyrrhotite (chalcopryrite) - calcite. Latéralement, les sédiments et gabbros disparaissent et le filon-couche Médian est surmonté en contact direct par les basaltes de la Formation de Willbob.

3- LES ROCHES MAGMATIQUES

Les sondages étudiés permettent de caractériser l'assemblage des roches intrusives formant les filons-couches Inférieur et Médian des zones Center et Pogo Lake. Les basaltes de la Formation de Will-bob, qui affleurent au-dessus du filon-couche Médian, ont été échantillonnés sur le terrain en vue de vérifier leur filiation magmatique avec les intrusifs. On verra en effet que ce travail indique que les basaltes et les filons-couches sont comagmatiques.

Nous donnerons tout d'abord une description générale des caractéristiques pétrographiques et chimiques de la série magmatique avant d'analyser les coupes détaillées des filons-couches Inférieur et Médian. La nomenclature des roches magmatiques est basée sur le système IUGS (Streckeisen, 1976), tandis que la terminologie d'origine cumulative est inspirée de Wager et al. (1960), Jackson (1971) et Irvine (1982).

3.1- Lithologie et pétrographie

Dans la région du lac Retty, le filon-couche Inférieur, non-minéralisé, est approximativement deux fois plus épais que le filon-couche Médian qui contient des lentilles de sulfures massifs à Cu-Ni-EGP et dont l'épaisseur est d'environ 160 m. Malgré des variations considérables d'épaisseur, la distribution des unités lithologiques dans ces deux intrusions est généralement semblable et se schématise de

la manière suivante. Une zone de trempe constituée d'une roche aphanitique de composition gabbroïque repose en contact direct avec la roche encaissante au plancher et au toit des filons-couches. A la base, le gabbro trempé est mince (< 4 m d'épaisseur) et il est directement surmonté d'une pyroxénite ou d'une wehrlite à grain fin ou à grain moyen; par contre au toit du filon-couche, le gabbro trempé passe vers le bas progressivement, sur 10 à 20 m, à un gabbro à hornblende à texture diabasique imprégné de phases granophyriques. La structure interne des filons-couches se subdivise en deux unités principales d'importance inégale, une unité ultramafique et une unité gabbroïque. L'unité ultramafique occupe la base et la partie médiane formant plus de 70% de l'intrusion, tandis que l'unité gabbroïque constitue le sommet de cette séquence. Les lentilles de sulfures massifs dans le filon-couche Médian sont concentrées à la base ou à l'intérieur de l'unité ultramafique. Cette dernière comprend une suite de dunites wehrlitiques, de lherzolites et de websterites à olivine. L'unité gabbroïque est constituée de gabbro-norite et de gabbro à hornblende contenant des passées granophyriques de composition granitique et des passées amphibolitiques pegmatitiques. Des filons constitués uniquement de gabbro (échantillons 87-GB-008 et 87-GB-209) recoupent les roches sédimentaires pélitiques de la Formation de Thompson Lake au-dessus et au-dessous du filon-couche Médian. L'épaisseur de ces filons satellites varie de quelques mètres à plus de 27 m.

3.1.1- L'unité ultramafique

L'unité ultramafique est structuralement homogène et ne présente pas de variations brusques de composition. Il n'existe donc pas de litage clairement exprimé. A l'échelle de la lame mince, il est très rare d'observer une lamination planaire magmatique. Les cumulats de base sont surtout des dunites wehrlitiques ou des wehrlites à grain moyen (1-5 mm). Le minéral prédominant est l'olivine qui s'accompagne d'un pourcentage variable de clinopyroxène (< 10%) et d'un peu de chromite. Les dunites wehrlitiques sont majoritairement des roches à texture adcumulus dans laquelle l'olivine et la chromite constituent les phases cumulus et le clinopyroxène la phase postcumulus. Dans les wehrlites, le clinopyroxène est cumulus et il apparaît fréquemment en amas glomérporphyriques. Plus haut dans la séquence, l'orthopyroxène se joint à l'olivine, au clinopyroxène et à la chromite pour conférer à la roche une composition lherzolitique. Les lherzolites sont hétérogranulaires. L'olivine cumulus et la chromite en petits grains tendent à être englobées dans des cristaux de 5 à 15 mm de clinopyroxène ou d'orthopyroxène. Ces pyroxènes à structure poecilitique constituent la phase postcumulus et la texture résultante est typiquement celle d'un hétéradcumulat. Par diminution progressive du pourcentage d'olivine et augmentation proportionnelle du pourcentage de pyroxènes, la lherzolite évolue vers une composition de websterite à olivine. Les websterites riches en olivine sont hétérogranulaires comme les

lherzolites et ont la même texture. Par contre, les variétés riches en pyroxènes présentent une texture de mésocumulat à grain moyen. L'olivine, la chromite et le clinopyroxène sont cumulus tandis que l'orthopyroxène avec un peu de hornblende brune et de plagioclase constituent les phases postcumulus qui représentent entre 10 et 30% du volume de la roche. Le passage de l'unité ultramafique à l'unité gabbroïque est court mais progressif. Ce n'est que dans cette zone de transition, dont l'épaisseur varie de 10 à 30 m environ, qu'on observe le développement d'un litage fruste dû à l'alternance de websterite à olivine et de gabbro-norite en lits d'épaisseur métrique.

Tous les minéraux primaires des roches ultramafiques sont altérés. L'olivine, dont il subsiste parfois des reliques (recristallisées ?), est pseudomorphosée par un mélange de serpentines et chlorites. Habituellement, les serpentines, de la lizardite ou de l'antigorite à habitus lamellaire, remplacent le coeur du grain tandis que les chlorites avec de la magnétite occupent la bordure et remplissent les fractures. La chromite est partiellement remplacée ou épigénisée par de la magnétite secondaire produite au cours de la serpentinisation de l'olivine. Le clinopyroxène est remplacé principalement par des clin amphiboles de la famille actinote-trémolite. L'orthopyroxène est variablement remplacé par des chlorites et serpentines avec magnétite, par du talc avec brucite et, plus rarement, par une orthoamphibole (anthophyllite ?). Le plagioclase, qui apparaît comme phase postcumulus au sommet de l'unité ultramafique, est rodingitisé. Il est remplacé par un mélange d'hydrogrossulaire, d'épidotes, de calcite et parfois par un clinopyroxène calcique et magnésien (diopside). Les

sulfures constituent eux-mêmes des phases secondaires importantes qui seront décrites au chapitre 4. Ces déterminations minéralogiques ne reposent que sur l'examen au microscope pétrographique complété par quelques vérifications en diffraction-X. En raison de leur remplacement presque complet, il est difficile d'analyser les minéraux primaires à la microsonde et, par conséquent, d'établir avec précision les variations cryptiques éventuelles de composition. Pour pallier à ce problème, nous avons effectué l'analyse sur roches totales des éléments traces indicateurs du fractionnement des principales phases présentes: Ni et Co pour l'olivine et l'orthopyroxène, Cr et Sc pour le clinopyroxène, et Cr et V pour les oxydes.

3.1.2- L'unité gabbroïque

L'unité gabbroïque est grossièrement litée à la base et relativement massive et homogène au sommet. La base litée est majoritairement de composition gabbro-noritique, tout en incluant des lits de websterite à olivine, tandis que la roche massive est un gabbro à hornblende. Le passage entre ces deux faciès semble graduel. La gabbro-norite est une roche à grain moyen et à texture hypidiomorphique composée de gros grains allotriomorphes (50%) de clinopyroxène et d'orthopyroxène et de nombreux grains de plagioclase subidiomorphes beaucoup plus petits (40%). Ces minéraux principaux s'accompagnent d'un peu d'olivine en petits grains arrondis, partiellement résorbés, de hornblende brune ou verte et d'oxydes de fer et titane (titano-magnétite). Localement, cet oxyde prend un habitus cruciforme de croissance squelettique rappelant une "hopper olivine". Il est

remplacé par du sphène qui s'altère lui-même en leucoxène, magnétite et calcite. La roche montre une tendance à développer une texture diabasique dans laquelle les pyroxènes englobent le plagioclase prismatique, ce qui suggère clairement que l'unité gabbroïque n'est pas d'origine cumulative. Elle peut s'interpréter comme représentative d'un stade de cristallisation statique "in situ" du magma parent enfermé entre l'unité ultramafique d'origine cumulative et le toit du filon-couche. Le gabbro à hornblende est une roche à grain fin et à texture diabasique produit par refroidissement rapide. Les plagioclases forment caractéristiquement un réseau intersertal de lattes allongées constituant environ 50% du volume de la roche. De la hornblende avec un peu de pyroxènes et des oxydes de fer et titane se logent entre les lattes de plagioclase. Les interstices éventuels entre ces minéraux sont cimentés par du feldspath alcalin et du quartz en intercroissance granophyrique. Ici et là, on observe des passées pegmatitiques formées de gerbes de grandes amphiboles aciculaires, ainsi que des poches de granophyre granitique parsemé de petites paillettes de biotite. Localement, le gabbro à hornblende contient aussi de gros grains de quartz limpide et bleuté ainsi que de la pyrrhotite.

A la base de l'unité gabbroïque le plagioclase est rodingitisé et, plus haut dans la séquence, il est remplacé par des épidotes, de l'actinote et par un peu de quartz et d'albite. L'augite et la hornblende sont partiellement altérées en actinote, épidotes et oxydes de fer, tandis que l'olivine et l'orthopyroxène sont serpentinisés ou

chloritisés. L'orthopyroxène est également remplacé par des amphiboles trémolitiques.

Les zones de trempe au plancher et au toit des filons-couches sont inégalement préservées. La zone de trempe au plancher du filon-couche Inférieur n'a pas été observée car le sondage 746-32, dans la zone Center, ne traverse pas toute cette séquence (voir plus loin). En revanche, la zone de trempe au plancher du filon-couche Médian est échantillonnée dans ce sondage (87-GB-060). Il s'agit d'une roche à grain très fin, de composition gabbroïque et à texture intersertale microlitique. La phase originellement vitreuse (?) est remplacée par un matériel argileux ce qui confère à cette roche une teneur anormalement élevée en potassium (1.59% K_2O). A cet endroit, le filon-couche Médian repose sur une lentille de conglomérat à cailloux de quartz qui le sépare du filon-couche Inférieur. La zone de trempe à la base du filon-couche Médian dans la zone Pogo Lake n'est pas visible car cette position est occupée par les sulfures massifs concentrés en lentilles au plancher de l'intrusion. Ce contact basal est faillé et les sulfures ont été déformés plastiquement à l'état solide par cisaillement. Ils présentent une texture typique de "tectonite" (voir chapitre 4). Les zones de trempe au toit des filons-couches sont mieux développées et elles sont localement bien préservées. C'est le cas en particulier du gabbro trempé au toit du filon-couche Médian de la zone Pogo Lake (87-GB-277). Il s'agit d'une diabase à grain fin constituée de plagioclase microlitique, de petits grains de clinopyroxène, d'oxyde de fer et titane et d'un peu de quartz interstitiel. Elle passe en moins de 2 m à une gabbro-norite à texture

hypidiomorphe. La même zone de trempe de ce filon-couche affleure sur le terrain dans la zone Center, tandis que celle du filon-couche Inférieur est recoupée dans la zone Center par le sondage 746-32. Dans ce dernier cas, la zone de trempe a une épaisseur d'environ 5 m. Comme ci-dessus, il s'agit d'une diabase à grain fin de composition gabbroïque (87-GB-067) recoupée par un granophyre granitique (87-GB-063). Elle passe vers le bas à un gabbro à hornblende. Au toit, elle est en contact avec la lentille de conglomérat à cailloux de quartz qui sépare à cet endroit les filons-couches Inférieur et Médian. Les cailloux de quartz ont recristallisé en une mosaïque de petits grains à jonctions triples, tandis que la matrice, anciennement argileuse, a recristallisé en un assemblage quartzo-feldspathique riche en biotite présentant des gerbes de quartz et feldspaths alcalins à texture granophyrique (87-GB-061). Ce matériel ressemble au granophyre imprégnant la diabase de la zone de trempe sous-jacente. Il est possible que certaines phases granophyriques (riches en biotite) dans la diabase résultent de l'assimilation du sédiment encaissant par le magma de l'intrusion.

3.1.3- Les basaltes

Dans la zone Pogo Lake (sondage 746-64), un peu moins de 80 m de sédiments gréseux et argileux recoupés par des filons de gabbro séparent le filon-couche Médian de la base des coulées basaltiques de la Formation de Willbob. Les basaltes à la base de cette formation affleurent le long du versant sud-ouest du lac Pogo où ils sont représentés par des coulées massives montrant localement un débit

TABLEAU 1 (A) - COMPOSITION CHIMIQUE ET NORME MOLECULAIRE DES ROCNES DU FILON-COUCHE INFÉRIEUR, ZONE CENTER, SONDAGE 746-32

X Poids	Gr 063	Gbh 067	Gbh 069	Gbn 075	Gbn 081	Wb 086	Gbn 089	Wbo 098	Wbo 104	Wbo 111	Dw 119	Dw 131	Dw 137
SiO ₂	69.00	49.20	53.80	49.60	47.40	47.90	48.50	45.20	41.10	45.30	42.10	37.20	36.70
TiO ₂	0.46	1.45	1.82	0.61	0.31	0.37	0.26	0.27	0.31	0.27	0.14	0.14	0.13
Al ₂ O ₃	13.60	11.50	11.60	15.00	9.47	6.40	15.40	6.53	4.93	6.38	5.70	3.83	3.00
Fe ₂ O ₃	1.71	3.80	3.00	2.34	1.60	2.20	1.49	1.44	8.06	2.60	3.78	6.96	8.30
FeO	5.36	13.90	12.30	7.51	10.20	10.60	5.22	5.78	8.04	5.55	6.52	4.14	3.90
MnO	0.07	0.26	0.22	0.19	0.23	0.25	0.17	0.12	0.15	0.12	0.13	0.17	0.18
MgO	1.19	4.54	4.12	8.43	17.80	19.60	10.30	26.60	26.10	26.00	29.80	33.00	33.70
CaO	1.57	10.20	7.23	10.30	7.97	9.00	12.30	6.97	5.18	7.06	4.24	2.75	2.52
Na ₂ O	4.56	2.54	4.06	2.52	0.79	ad	1.65	ad	ad	ad	ad	ad	ad
K ₂ O	1.87	0.51	0.76	0.35	0.33	0.03	0.39	ad	ad	ad	0.01	0.07	0.04
P.A.F.	1.14	1.15	1.02	2.58	4.30	4.22	2.77	6.68	6.63	6.48	8.46	12.00	12.20
P ₂ O ₅	0.05	0.08	0.10	0.04	0.01	0.01	ad	0.01	0.03	0.02	ad	0.02	0.02
TOTAL	100.58	99.13	100.03	99.47	100.41	100.58	98.45	99.60	100.53	99.78	100.88	100.28	100.69
NG#	24.75	33.15	34.08	62.54	73.90	74.44	74.85	87.63	77.87	86.53	85.59	87.22	86.66
ppm													
Sc	11	58	65	50	35	45	46	31	24	29	22	16	15
V	71	794	754	262	161	210	157	136	118	129	83	65	64
Zr	170	64	72	36	15	20	22	15	15	11	8	10	9
Cr	108	10	20	306	919	1200	761	2000	3300	2800	3500	4200	4100
Co	15	43	42	41	66	72	35	79	106	103	111	118	128
Ni	7	24	19	109	477	435	139	1100	1300	1300	1300	1600	1500
norme moléculaire													
Ap	.11	.18	.22	.09	.02	.02	-	.02	.06	.04	-	.04	.04
Il	.65	2.14	2.62	.87	.44	.53	.37	.38	.45	.38	.20	.20	.19
Nt	1.82	4.21	3.24	2.52	1.71	2.36	1.61	1.53	8.70	2.77	4.01	7.63	9.10
Or	11.26	3.19	4.64	2.13	1.99	.18	2.38	-	-	-	.06	.43	.25
Ab	41.73	24.17	37.71	23.29	7.24	-	15.28	-	-	-	-	-	-
An	7.61	19.58	11.57	29.42	21.77	17.81	34.51	18.11	13.89	17.72	15.77	10.75	8.46
Di	-	26.80	19.89	18.32	14.83	22.31	22.74	13.57	9.96	14.24	4.48	2.74	3.61
Hy	10.06	18.19	17.10	19.88	34.95	48.87	17.10	38.30	38.79	41.32	35.15	24.91	25.06
Ol	-	-	-	3.49	17.06	7.93	6.03	28.08	28.14	23.53	40.34	53.28	53.30
C	1.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q	25.27	1.55	3.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ad: au-dessous de la limite de détection (<0.10% Na₂O; <0.01% K₂O; <0.01 P₂O₅)

Gr = granophyre Gbh = gabbro à hornblende Gbn = gabbro-norite Wb = websterite Wbo = websterite à olivine

Dw = dunite wehrilitique Lh = lherzolite

TABLEAU 1 (B)- COMPOSITION CHIMIQUE ET NORME MOLECULAIRE DES ROCHES DU FILON-COUCHE MEDIAN, ZONE POGO LAKE, SONDAGES 746-52, 58, 64

% Poids	Lh 210	Dw 212	Dw 219	Dw 226	Gbn 269	Gbn 277	Gbh 280	Wb 285	Ggh 140	Wbo 146	Wbo 150	Wbo 154	Lh 157	Lh 166	Dw 181	Lh 204
SiO ₂	40.50	40.20	38.20	37.50	49.60	48.90	52.10	42.70	50.50	42.30	41.90	42.00	39.70	38.60	39.10	42.30
TiO ₂	0.29	0.29	0.22	0.31	0.76	0.69	1.15	0.31	0.82	0.36	0.33	0.33	0.30	0.25	0.28	0.33
Al ₂ O ₃	5.29	4.75	3.76	5.40	13.80	13.70	13.00	5.14	14.10	7.52	6.08	5.64	4.98	4.47	5.22	5.45
Fe ₂ O ₃	3.72	14.60	16.20	18.70	3.68	10.30	3.30	15.40	2.79	12.43	5.64	5.12	5.64	15.30	16.10	14.20
FeO	8.78	-	-	-	7.62	-	10.90	-	8.91	0.37	8.76	8.28	8.16	-	-	-
MnO	0.21	0.20	0.21	0.18	0.18	0.23	0.22	0.11	0.29	0.18	0.18	0.20	0.20	0.22	0.17	0.20
MgO	27.80	27.70	29.50	25.90	7.78	10.50	6.04	24.80	7.86	26.40	24.80	27.50	27.90	27.90	27.60	25.50
CaO	3.23	2.99	1.57	1.73	11.10	6.48	6.69	3.17	9.04	4.17	5.65	4.21	3.92	3.38	1.89	4.38
Na ₂ O	sd	sd	sd	sd	0.83	1.91	3.21	sd	3.22	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
K ₂ O	sd	sd	sd	sd	0.03	0.40	0.05	sd	0.10	0.01	0.01	sd	sd	sd	sd	sd
P.A.F.	8.72	8.34	9.70	8.56	2.82	5.71	2.49	6.73	2.29	7.90	6.76	7.86	9.09	10.40	9.05	7.08
P ₂ O ₅	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.08	0.02	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
TOTAL	98.56	99.10	99.38	98.31	98.25	98.85	99.23	98.38	99.98	101.67	100.13	101.16	99.91	100.54	99.42	99.46
MOB	81.62	83.98	83.42	79.29	58.16	73.81	45.30	81.65	56.73	84.88	78.13	80.91	80.85	83.44	82.57	82.23
ppm																
Sc	22	21	18	22	47	55	48	23	49	28	26	26	23	20	21	24
V	125	118	111	143	285	324	387	134	296	164	157	143	133	143	167	138
Zr	21	27	17	22	45	32	64	20	48	7	7	6	8	6	6	22
Cr	2500	2400	2500	2600	318	649	20	2300	167	2700	2300	2500	2300	2100	2600	2400
Co	93	178	161	140	42	55	46	89	40	103	96	95	92	110	128	109
Ni	804	1700	1400	1100	107	112	628	841	91	1100	1000	1100	736	1000	875	1100
norme moléculaire																
Ap	.04	.07	.04	.07	.11	.07	.18	.04	.13	.06	.04	.04	.04	.04	.02	.04
Il	.43	.42	.32	.46	1.13	1.02	1.69	.45	1.17	.52	.48	.47	.44	.36	.41	.47
Nt	4.11	1.58	1.77	2.07	4.12	1.14	3.63	1.68	2.99	.55	6.12	5.48	6.19	1.67	1.76	1.53
Or	-	-	-	-	.19	2.50	.31	-	.61	.06	.06	-	-	-	-	-
Ab	-	-	-	-	7.97	18.16	30.33	-	29.63	-	-	-	-	-	-	-
An	15.25	13.45	8.00	8.90	36.21	29.25	22.01	14.63	24.32	21.05	17.18	15.77	14.27	12.73	9.72	15.32
Di	1.23	1.39	-	-	17.89	3.66	9.89	1.31	17.00	.00	9.41	4.40	4.81	3.71	-	5.55
Hy	39.61	29.24	24.86	28.07	23.10	43.72	26.63	44.70	21.07	52.26	38.41	40.46	34.45	19.29	31.35	34.57
Ol	39.32	53.84	63.93	57.74	-	.48	-	37.18	3.09	16.97	28.30	33.37	39.80	62.19	54.69	42.52
C	-	-	1.09	2.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.06	-
Q	-	-	-	-	9.28	-	5.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.54	-	-	-	-	-	-

sd: au-dessous de la limite de détection (<0.10% Na₂O; <0.01% K₂O; <0.01 P₂O₅)

Gr = granophyre Gbh = gabbro à hornblende Gbn = gabbro-norite Wb = websterite Wbo = websterite à olivine

Dw = dunité wehrilitique Lh = lherzolite

fruste en colonnes. Cette roche (87-GB-004) est sub-aphyrique avec une texture microlitique intersertale. Elle est composée de plagioclase microlitique, d'augite microgrenue, d'un peu d'oxydes de fer et de grains d'olivine chloritisée. Le plagioclase est saussuritisé et le pyroxène est remplacé par de l'actinote aciculaire. L'assemblage des minéraux secondaires est caractéristique du faciès schiste-vert (actinote, épidote, chlorite, séricite, quartz, albite, calcite, magnétite). Nous avons prélevé d'autres échantillons de basalte au bord du lac Berry, à 4 km au nord-est du lac Bleu. Ils proviennent également de la base de la Formation de Willbob qui, comme dans la zone Pogo Lake, affleure entre les filons-couches Médian et Supérieur. Dans cette localité, des coulées basaltiques massives (87-GB-001), d'une dizaine de mètres d'épaisseur et à débit en colonnes, alternent avec des coulées de laves en coussins (87-GB-002) d'épaisseur comparable. Ces roches sont pétrographiquement identiques au basalte du lac Pogo.

3.2- Caractéristiques chimiques

La composition des roches analysées est donnée avec leur norme moléculaire dans le Tableau 1. Les éléments traces utilisés dans les diagrammes de variations sont joints à ce tableau. D'autres données géochimiques complémentaires figurent dans l'Annexe B.

Les roches ultramafiques dérivent de la cristallisation fractionnée du magma parent. Elles représentent idéalement la composition des phases solides formées à différents stades de l'évolution. Leur

composition globale résulte néanmoins des processus physiques contrôlant le taux de sédimentation et le classement des phases cumulus. De plus, la séparation entre les phases solides et le magma liquide n'est jamais parfaite de sorte que les cristaux formés réagissent après leur dépôt avec le liquide interstitiel piégé ce qui modifie leur composition originale. En général, la composition chimique globale d'un cumulat reflète le pourcentage relatif et la composition des phases cumulus présentes auxquelles s'ajoute une certaine proportion de liquide piégé. Elle ne caractérise pas avec précision un stade déterminé de fractionnement. Les rapports $MgO:FeO$ ou $CaO:Na_2O$ par contre, ainsi que la concentration des éléments traces compatibles tels que Ni, Co, Cr, Sc et V, sont des indicateurs directs du degré d'évolution du système. Pour ces raisons, nous utiliserons la composition chimique globale pour quantifier le pourcentage respectif des minéraux présents (évalué au moyen du calcul de la norme) et le rapport $Mg\#$ de la roche totale (% cation $Mg: Mg+Fe$) ainsi que les éléments traces compatibles pour caractériser le stade de fractionnement.

Les observations pétrographiques suggèrent que le rapport $Mg\#$ n'est pas fortement affecté par l'altération subie (serpentinisation), et les éléments traces indicateurs peuvent être considérés comme peu mobiles. D'autres composants, tels que les alcalis et le CaO , ont été remobilisés significativement, en particulier dans le faciès des gabbros rodingitisés. Leur distribution actuelle dépend des paragenèses d'altération et de métamorphisme. Ils ne seront pas utilisés pour définir les caractéristiques chimiques des roches intrusives. Les

échantillons sélectionnés dans le tableau 1 ne contiennent pas de sulfures en quantité appréciable.

La principale différence de composition entre les roches de l'unité ultramafique et celles de l'unité gabbroïque réside dans les teneurs respectives en MgO et Al_2O_3 . Dans l'unité ultramafique la teneur en MgO varie de 18 à 38%, celle en Al_2O_3 de 1 à 10%, alors que dans l'unité gabbroïque la teneur en MgO varie de 1 à 12% et celle en Al_2O_3 de 12 à 17% (Figure 5A). MgO et Al_2O_3 ont une corrélation négative, ce qui est une conséquence directe de l'ordre de cristallisation caractérisé par le fractionnement du MgO dans les premiers cristaux formés d'olivine et de pyroxène. Le magma parent était relativement pauvre en alumine de sorte que la formation d'olivine et de pyroxène a précédé celle des plagioclases. D'autre part, la haute teneur en orthopyroxène normatif de la plupart des roches reflète le caractère saturé en silice du magma parent. Parallèlement à la diminution rapide du MgO, la tendance de différenciation est également caractérisée par une faible augmentation de SiO_2 et par des enrichissements progressifs en FeO et TiO_2 . Cette tendance, typique d'une séquence tholéitique, est illustrée dans la Figure 5B montrant les variations du TiO_2 en fonction du MgO.

L'analyse détaillée des variations chimiques de la base au sommet des intrusions est traitée individuellement pour les filons-couches Inférieur et Médian dans les pages qui suivent.

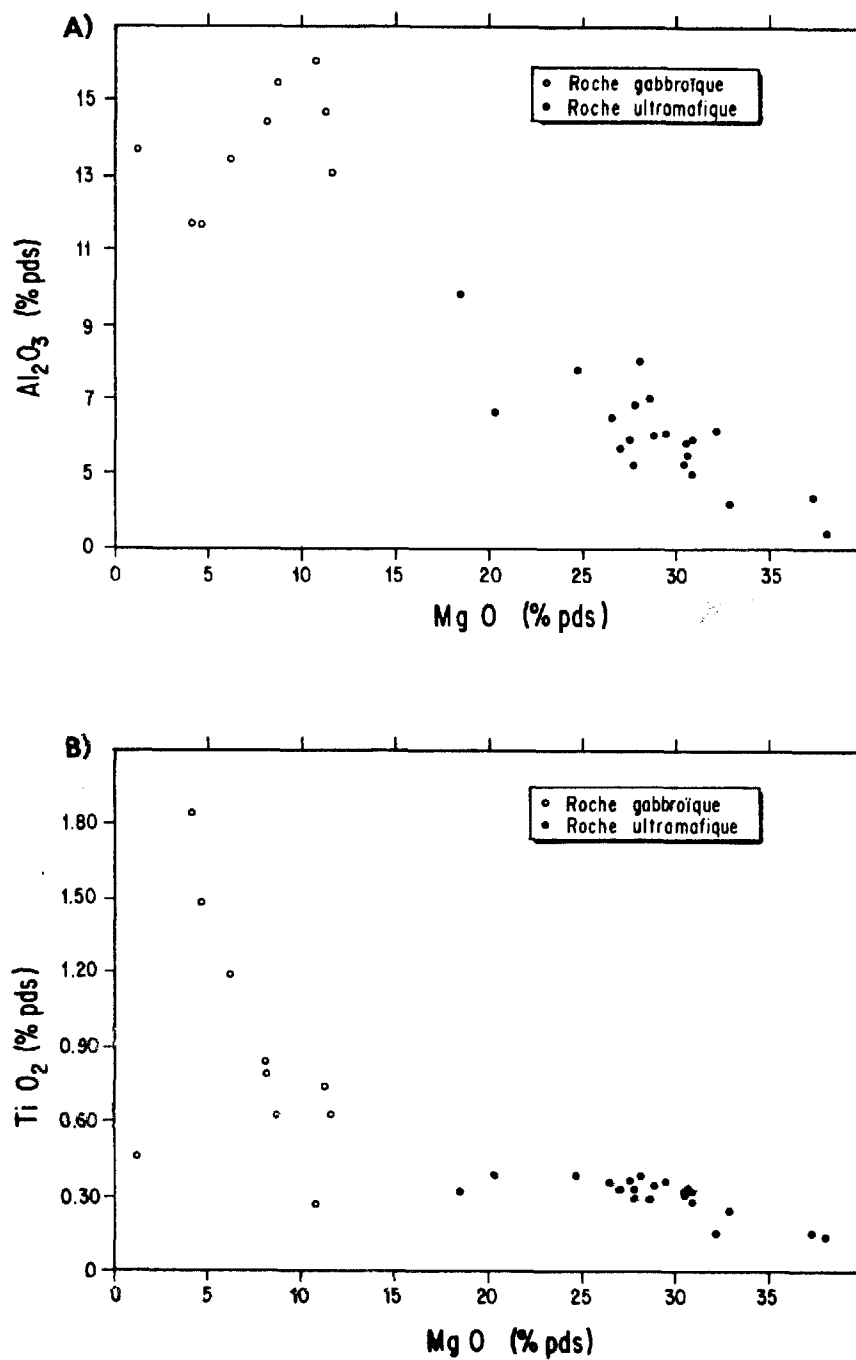


Figure 5- Diagrammes de variations pour les roches ultramafiques et gabbroïques: A) Al_2O_3 vs MgO . B) TiO_2 vs MgO .

3.2.1- Le filon-couche Inférieur

Le sondage 746-32, foré dans la zone Center, documente une coupe continue de 240 m dans le filon-couche Inférieur permettant ainsi d'étudier l'unité gabbroïque et une grande partie de l'unité ultramafique. La base de l'unité ultramafique n'a pas été traversée. Il manque environ 40 m si notre évaluation de 280 m pour l'épaisseur maximum de ce filon-couche dans la zone Center est correcte. Telle qu'elle est, cependant, la coupe disponible est sans doute représentative de cette intrusion (figure 6).

Le sondage 746-32 a foré l'unité ultramafique sur une épaisseur d'environ 140 m. L'unité comprend des dunites wehrilitiques à la base qui, en montant dans la séquence, passent à des lherzolites et websterites à olivine. L'unité gabbroïque, dont l'épaisseur est de 100 m, comprend des gabbro-norites et gabbros à hornblende. Le gabbro trempé au toit du filon-couche est envahi par un granophyre. De la base au sommet de cette coupe, l'amplitude des variations chimiques est illustrée dans la Figure 6 par l'utilisation de l'indice de différenciation $Mg\#$ et les éléments traces Ni, Co, Cr, Sc, V et Zr.

L'indice $Mg\#$, dont la valeur est de 85 à 90 dans les dunites, varie très peu dans l'unité ultramafique. Il ne commence à évoluer significativement que dans l'unité gabbroïque où il passe de 75 à la base de cette unité à 25 au sommet. Ni, Co et Cr suivent exactement l'indice $Mg\#$. Leurs teneurs sont élevées dans les dunites de la base

(environ 1500 ppm Ni, 120 ppm Co et plus de 4000 ppm Cr) et elles restent élevées dans les websterites jusqu'à proximité du sommet de l'unité ultramafique. Ce n'est qu'à environ 15 m sous les gabbro-norites que les valeurs en Ni, Co et Cr commencent à baisser fortement. Le Ni et le Co sont préférentiellement fractionnés dans l'olivine et un peu dans l'orthopyroxène, tandis que le Cr est concentré dans la chromite ou, en son absence, accaparé en concentrations faibles par le clinopyroxène. Ces indices suggèrent clairement que la composition de l'olivine n'évolue que peu dans l'unité ultramafique (faibles diminutions du rapport Mg#, et des teneurs en Ni et Co). Les teneurs relativement élevées et constantes en Cr confirment la présence de la chromite et indiquent que ce minéral est distribué d'une manière homogène dans les dunites. Les conditions de formation dans cette intrusion commencent à changer de façon plus marquée avec le dépôt des websterites. Le Sc étant un traceur du clinopyroxène et de l'amphibole magmatique ou métamorphique, sa concentration est approximativement fonction du pourcentage de ces minéraux dans la roche. Le Sc augmente régulièrement de la base du filon-couche jusque dans les gabbros à hornblende ce qui corrobore les observations pétrographiques sur la distribution des pyroxènes et amphiboles. Le V est un bon traceur des oxydes de fer et titane. Nos données montrent que sa concentration est faible dans les roches ultramafiques, qu'elle augmente dans la gabbro-norite pour ne devenir très élevée (jusqu'à environ 800 ppm V) que dans le gabbro à hornblende où l'on observe la cristallisation (partiellement squelettique) de la titanomagnétite. Contrairement aux éléments traces précédents, le Zr est un élément incompatible. Dans les séries tholéitiques d'origine

cumulative, sa concentration est proportionnelle à la quantité de liquide interstitiel piégé au moment de la cimentation de la roche. Des teneurs très faibles en Zr (10 ppm ou moins) caractérisent les dunites et websterites ce qui est conforme à leur texture d'adcumulat. La texture adcumulus est obtenue quand les phases cumulus continuent à croître après leur dépôt. Elles soutirent au magma liquide les composants compatibles (Mg, Ni, Co, Cr, Sc) en rejetant les incompatibles (Zr). Cette cristallisation demande des conditions particulières. Il est nécessaire entre autre que le taux d'accumulation soit égal ou plus faible que le taux de croissance post-cumulus. Plus haut dans l'unité gabbroïque, les teneurs en Zr augmentent beaucoup ce qui est dû au fractionnement rapide du magma à ce stade. Le Zr montre une forte corrélation négative avec Mg#.

L'analyse de cette séquence au moyen des indicateurs de fractionnement permet de confirmer la paragenèse pétrographique observée (figure 6). L'olivine et la chromite cristallisent en premier. Elles sont suivies par le clinopyroxène et, ensuite, par l'orthopyroxène. Plus tardivement, le plagioclase, la hornblende et les oxydes de fer et titane apparaissent. En fin de cristallisation, on observe dans les liquides résiduels granophyriques la formation de quartz et de feldspath alcalin avec de la biotite.

L'observation la plus importante est la mise en évidence de deux régimes distincts de cristallisation. Dans l'unité ultramafique, les indices de fractionnement n'évoluent que très lentement ce qui

implique un système ouvert. Au cours du dépôt des roches ultramafiques, le filon-couche se comporte comme une chambre magmatique constamment alimentée par des apports frais de magma parent peu différencié. La composition des cristaux d'olivine, de chromite et de pyroxène qui s'accumulent lentement ne change pas ou peu tant que ces conditions prévalent. Vers la fin de ce régime, le système change et les conditions évoluent vers celles d'un milieu fermé. Le magma piégé entre les cumulats ultramafiques et le toit du filon-couche subit un refroidissement accéléré ce qui produit une évolution rapide des indices de fractionnement.

3.2.2- Le filon-couche Médian

Aucun sondage disponible ne traverse en un seul point le filon-couche Médian. Par contre, il est possible en combinant l'information donnée par plusieurs sondages de reconstituer la séquence complète. Pour établir la coupe du filon-couche Médian dans la zone Pogo Lake, présentée dans la Figure 7, nous avons utilisé trois sondages: le sondage 746-64 pour la partie supérieure du filon-couche, 746-52 et 746-58 pour la partie inférieure. La position des échantillons dans cette coupe est approximative et extrapolée à partir des logs de sondage en tenant compte de leur direction et de l'attitude du filon-couche.

Le filon-couche Médian, dans la zone Pogo Lake, a une épaisseur d'environ 166 m, avec un pendage moyen de 35° vers le sud-ouest. Le contact de base est faillé et la zone de trempe est remplacée par des

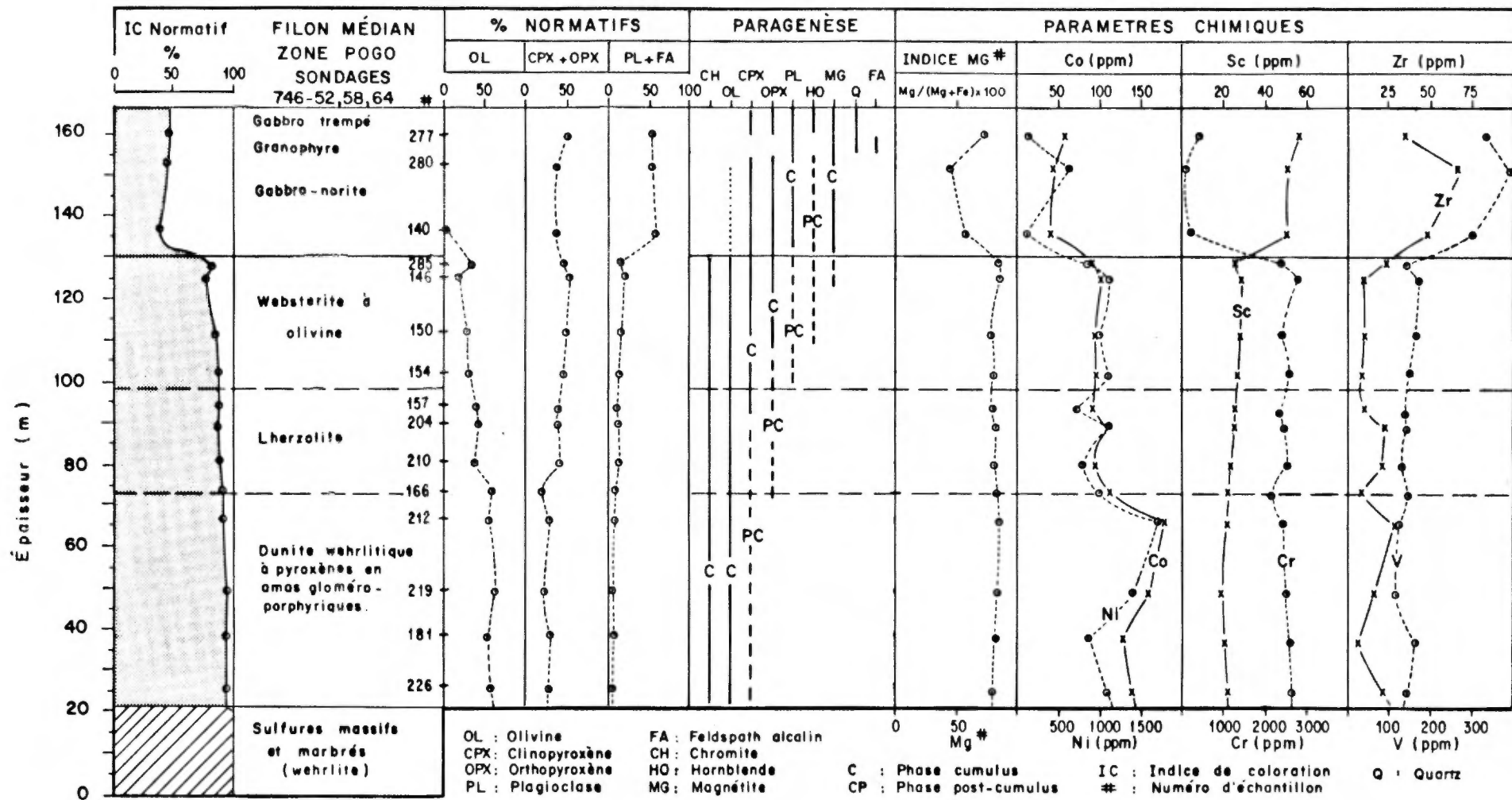


Figure 7- Coupe détaillée du filon-couche Médian dans la zone Pogo Lake

dépôts de sulfures massifs et à texture marbrée qui forment à ce niveau une masse lenticulaire d'environ 20 m d'épaisseur. Par diminution progressive du pourcentage de sulfures, la zone minéralisée passe à des dunites wehrlitiques à amas de pyroxènes gloméroporphyriques. Ces roches cumulatives constituent la base de l'unité ultramafique dont l'épaisseur totale est d'environ 110 m. La dunite wehrlitique passe graduellement en montant dans la séquence à une lherzolite, puis à une websterite à olivine. La zone de transition marquant le passage à l'unité gabbroïque est mince. Cette seconde unité, dont l'épaisseur totale n'est que de 36 m, se termine au toit du filon-couche par une zone de trempe bien préservée de 2 m d'épaisseur à texture diabasique et composition gabbroïque (87-GB-277).

On retrouve dans le filon-couche Médian les produits des deux régimes distincts de cristallisation mis en évidence dans le filon-couche Inférieur. Comme dans ce dernier, les indices de fractionnement dans l'unité ultramafique du filon-couche Médian n'évoluent pas ou peu. L'indice $Mg\#$ reste constant, entre 80 et 85, jusqu'au sommet de l'unité ultramafique ainsi que la teneur en Cr, comprise entre 2000 et 2600 ppm, ce qui est légèrement moins que la teneur en Cr des roches ultramafiques du filon-couche Inférieur. A l'intérieur de l'unité ultramafique, les variations observées en Ni et Co ne s'éloignent pas beaucoup des valeurs moyennes (1000 à 1500 ppm Ni, 100 à 150 ppm Co). L'augmentation en Sc est progressive et comparable à celle du filon-couche Inférieur. Par contre, le passage de l'unité ultramafique à l'unité gabbroïque est caractérisé par une brusque chute des teneurs en Ni, Co et Cr, et par un enrichissement marqué en Sc, V et Zr.

L'intensité du fractionnement de l'unité gabbroïque contraste fortement avec celle de l'unité ultramafique. Dans le filon-couche Médian, le passage du régime de cristallisation en système ouvert à celui en système fermé n'est pas transitionnel. Ce changement est brusque.

Dans la zone Center, le filon-couche Médian est formé par plus d'une séquence intrusive. Dans la coupe schématique de la Figure 8, nous avons subdivisé cette intrusion en trois unités distinctes, les unités respectivement basale, centrale et sommitale. L'unité sommitale a une épaisseur d'environ 100 m et ressemble en tout point à la séquence de la zone Pogo Lake précédemment décrite. L'unité centrale, qui a un peu plus de 40 m d'épaisseur, est formée de websterite à olivine et de dunite wehrlitique. Elle ressemble sous forme condensée à l'unité sommitale. Finalement, à la base du filon-couche s'observe une troisième unité de 20 m d'épaisseur constituée essentiellement de websterite à olivine qui contient des lentilles de sulfures massifs. L'unité sommitale est trempée au toit du filon-couche. La partie supérieure de la websterite de l'unité centrale est à grain fin ce qui suggère que cette roche s'est refroidie au contact de l'unité sommitale et qu'elle est donc plus jeune, ou qu'elle s'est refroidie au contact du toit et qu'elle est alors plus vieille que l'unité sommitale. L'unité basale possède une zone de trempe gabbroïque d'environ 1 m d'épaisseur au contact des métasédiments sous-jacents, mais sa relation avec les deux autres unités n'est pas claire. Elle peut aussi bien représenter la base de l'unité sommitale ou centrale que représenter une phase intrusive distincte. Nos données minéralogiques et

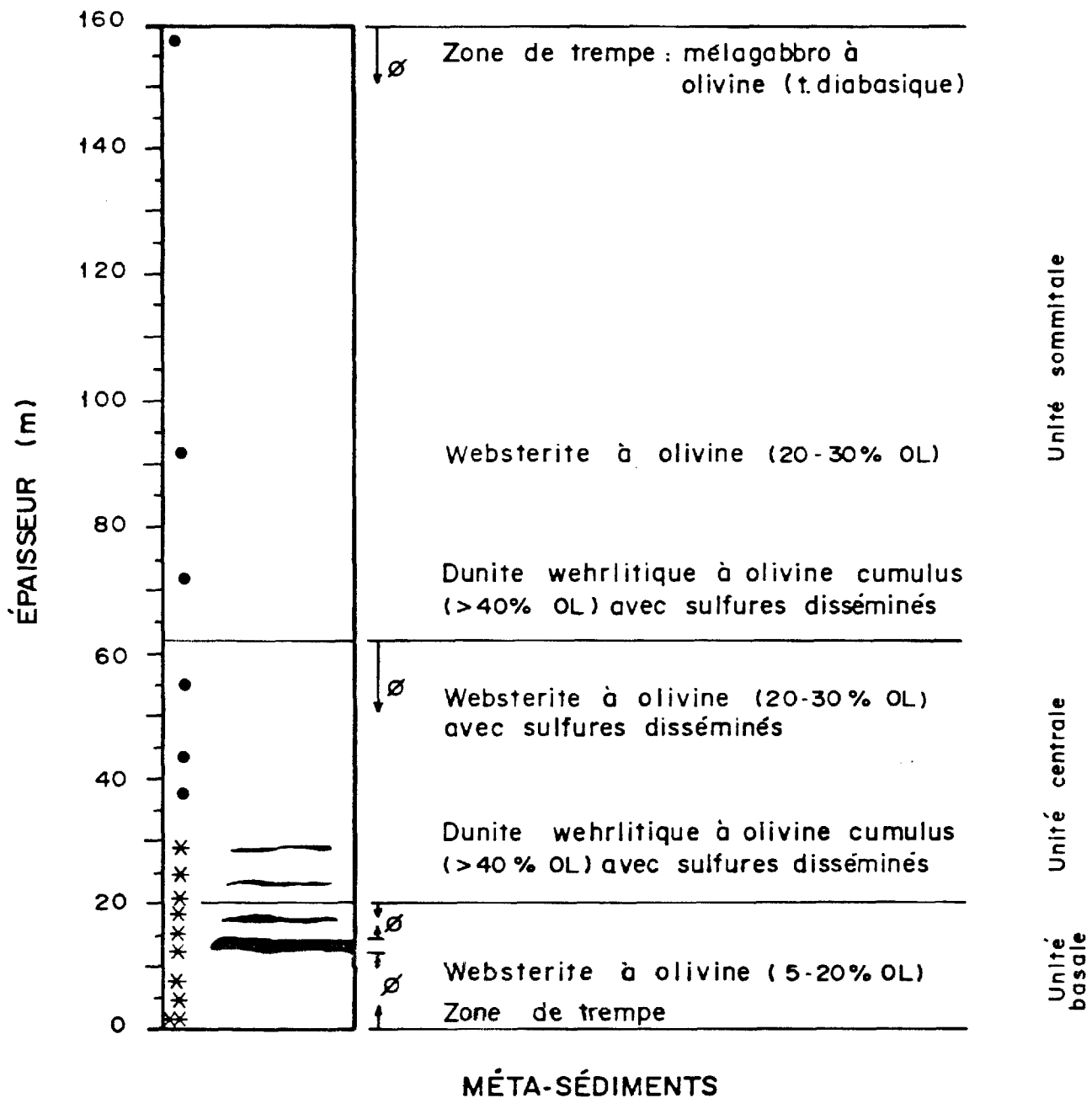


Fig. 8 Coupe schématique du filon-couche Médian dans la zone "Center". Epaisseur corrigée pour le pendage. * échantillons des forages; ● échantillons de terrain; ⊗ granulométrie moyenne (la flèche pointe vers une granulométrie plus grossière); — lentilles de sulfures massifs.

chimiques actuelles ne sont pas suffisamment complètes pour produire une analyse détaillée de cette séquence. Néanmoins, la mise en évidence de variations latérales importantes dans la structure du filon-couche Médian est intéressante. On doit prévoir des complications d'origine primaire en plus des problèmes causés par les déformations tectoniques et on peut supposer que la probabilité que ces intrusions résultent d'injections multiples augmente à proximité de la source magmatique principale.

3.2.3- Les zones de trempe et les basaltes

Les zones de trempe des filons-couches correspondent à une fraction congelée du magma liquide. La composition de ce matériel est donc caractéristique du magma parent (responsable de l'intrusion) quand elle n'est pas modifiée par assimilation de roches encaissantes ou altération. La composition des zones de trempe peut être comparée aux laves ce qui permet de vérifier la relation de consanguinité magmatique existant ou non entre les intrusions du lac Retty et les basaltes de la Formation de Willbob. Pour établir ce point, nous avons analysé 3 échantillons de basalte et 4 échantillons de zone de trempe. Les résultats analytiques sont résumés dans les Tableaux 2(A) (éléments majeurs et normes moléculaires) et 2(B) (éléments traces, terres rares). Le lecteur trouvera de nombreuses données complémentaires dans le travail de Rohon (1987).

Les données chimiques montrent que les gabbros trempés et les basaltes sont de composition tholéiitique subalcaline, équivalente aux

compositions moyennes des basaltes océaniques ou MORB (Basaltic Volcanism Study Project, 1981, p. 139). Comme ces derniers, leurs concentrations en terres rares est d'environ dix fois chondrite ou moins (figure 9A). Leurs rapports Zr:Nb sont en moyenne inférieurs à 10 et caractéristiques des MORB de type I (Bryan et al., 1976). Les rapports entre deux terres rares légères très proches, comme La et Ce, ne peuvent pas être affectés par les processus de cristallisation fractionnée (Langmuir et al., 1977). Ils sont déterminés au moment de la fusion par la composition de la source. Dans le graphique du La en fonction du Ce (Figure 9B), on voit que nos échantillons ont un rapport La:Ce identique, puisqu'ils s'alignent le long de la même droite, ce qui démontre une origine commune. En d'autres mots, les basaltes et les magmas gabbroïques associés aux filons-couches sont comagmatiques. Cette conclusion confirme les résultats lithogéochimiques de Rohon (1987) qui suggèrent clairement la même relation.

Il est significatif également de constater que le basalte du lac Pogo (87-GB-004) a des caractéristiques géochimiques primitives. Il est plus riche en éléments compatibles (Ni, Co, Cr) et plus pauvre en éléments incompatibles (Zr, Nb, Th, REE) que les autres échantillons. L'indice Mg# de ce basalte (environ 65) correspond à une valeur de liquide propre à engendrer des olivines de Mg# 86 selon l'équation de Roeder et Emslie (1970). La valeur moyenne de l'indice Mg# des roches ultramafiques des filons-couches Inférieur et Médian est d'environ 86. Il est donc très probable que ces unités dérivent du fractionnement d'un magma parent dont le rapport Fe:Mg était identique à celui du basalte du lac Pogo. De plus, les teneurs élevées en

éléments compatibles des roches ultramafiques impliquent que leur magma parent était riche en Ni, Co et Cr, ce qui est le cas du basalte du lac Pogo.

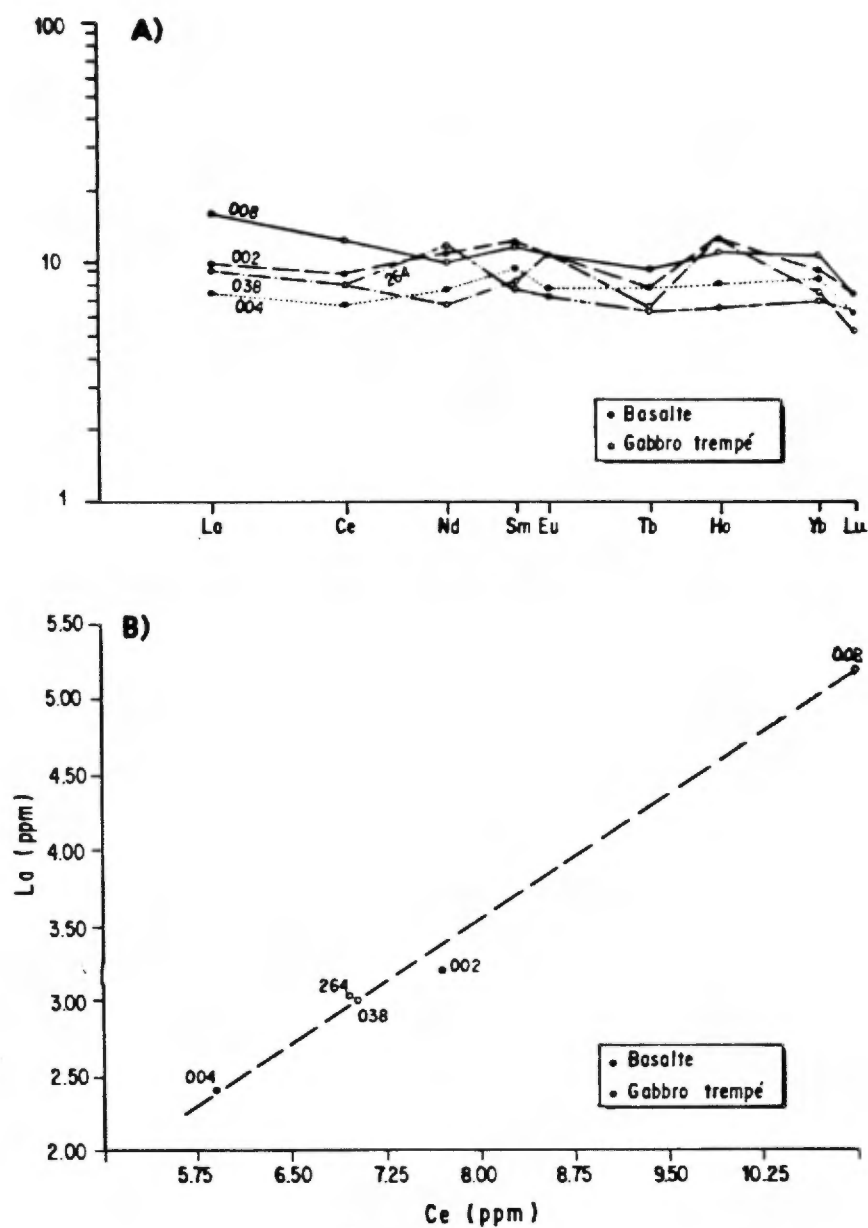


Figure 9- Basaltes et zones de trempe gabbroïque. A) Patron des terres rares normalisées sur chondrites. B) Diagramme de variation La vs Ce.

TABLEAU 2 (A)- COMPOSITION CHIMIQUE ET NORME MOLECULAIRE
DES BASALTES ET ZONES DE TREMPÉ GABBROIQUE

% Poids	002	001	004	008	060
SiO ₂	49.90	50.90	47.30	50.30	49.00
TiO ₂	0.83	0.88	0.69	0.79	0.61
Al ₂ O ₃	13.70	14.20	12.00	13.30	12.60
Fe ₂ O ₃	2.89	2.83	2.96	11.50	2.69
FeO	8.61	8.57	8.74	nd	9.61
MnO	0.18	0.20	0.18	0.26	0.21
MgO	7.58	7.52	10.70	10.40	11.20
CaO	10.00	8.70	10.20	7.98	6.30
Na ₂ O	1.80	3.39	1.49	1.61	2.59
K ₂ O	0.62	0.10	0.07	0.96	1.59
P.A.F.	2.45	2.14	4.52	3.42	2.82
P ₂ O ₅	0.06	0.07	0.04	0.06	0.04
TOTAL	98.62	99.50	98.89	100.58	99.26
Mg#	56.38	56.37	64.22	71.42	63.81
Ap	.13	.15	.09	.13	.09
Il	1.22	1.26	1.02	1.12	.87
Mt	3.18	3.04	3.29	1.23	2.89
Or	3.86	.61	.44	5.79	9.65
Ab	17.02	31.28	14.23	14.76	23.89
An	28.93	23.88	27.49	26.79	18.56
Di	18.32	16.01	20.84	10.60	10.63
Hy	23.88	23.02	32.48	36.22	15.76
Ol	-	.75	-	3.36	17.66
C	-	-	-	-	-
Q	3.47	-	.13	-	-

87-GB-002: Basalte massif, lac Berry
 001: Lave en coussin, lac Berry
 004: Basalte massif, lac Pogo
 008: Dyke lac Bleu, zone de trempe, gabbro à grain fin
 060: Zone de trempe, filon-couche Médian, zone Center

nd: non déterminé

TABLEAU 2 (B): ELEMENTS-TRACES, INCLUANT LES TERRES RARES,
DES BASALTES ET ZONES DE TREMPÉ GABBROIQUE

PPM	002	004	008	264	038
CE	7.70	5.90	11.00	7.00	7.00
CS	.21	nd	.43	3.00	2.60
EU	.74	.54	.73	.50	.75
HF	1.30	.93	1.10	.90	.90
HO	.79	.57	.87	nd	.90
LA	3.20	2.40	5.20	3.00	3.00
LU	.25	.21	.25	.21	.18
ND	6.60	4.50	6.00	7.00	4.00
SM	2.20	1.70	2.10	1.40	1.50
TA	1.10	.45	.51	1.50	.30
TB	.44	.37	.37	.30	.30
TM	.78	.58	.77	.90	.70
U	nd	nd	.87	nd	nd
YB	2.10	1.70	1.90	1.40	1.50
SC	48	43	48	43	42
V	290	246	274	nd	nd
NB	7	5	6	nd	nd
TH	.52	.35	.35	.30	nd
ZR	51	44	53	nd	nd
CR	239	828	688	nd	nd
CO	41	54	34	nd	nd
NI	81	248	197	nd	nd

87-GB-002: Basalte massif, lac Berry

004: Basalte massif, lac Pogo

008: Dyke lac Bleu, zone de trempe, gabbro à grain fin

264: Zone de trempe, filon-couche Médian, Zone Center

038: Zone de trempe, filon-couche Médian, Zone Center

nd: non déterminé

4- LES MINÉRALISATIONS A Cu-Ni-EGP

Les zones minéralisées "Center", "Pogo Lake" et "Blue Lake" sont localisées dans le filon-couche Médian qui forme un pli d'entraînement le long du flanc nord-est d'un synclinal d'extension régionale (Fig. 1). Cette étude se limite à la description des zones "Center" et "Pogo Lake", où se trouvaient les forages disponibles à l'été 1987. L'organisation des unités magmatiques est différente dans ces deux zones (voir chapitre 3.3.2). De plus, les lentilles de sulfures massifs surmontées de sulfures disséminés sont localisées différemment à l'intérieur du filon-couche. Enfin, ces zones possèdent certains faciès de minéralisation exclusifs. La minéralogie et la minéragraphie des Minéraux du Groupe du Platine (MGP) est sommaire et consiste en un relevé préliminaire et probablement incomplet. Faute de temps, il nous a en effet été impossible de séparer des fractions spécifiques propices à la concentration mécanique des MGP dans les échantillons qui se sont révélés riches en EGP.

4.1- Description des faciès de minéralisation

4.1.1- Zone Center

L'unité basale du filon-couche Médian est divisée en deux membres pyroxénitiques par un niveau de lentilles de sulfures massifs situé de 13 à 16 m au-dessus de sa base. Le membre inférieur est virtuellement dépourvu de sulfures disséminés alors que le membre supérieur contient des sulfures disséminés dont la concentration diminue irrégulièrement

en s'élevant au-dessus des lentilles de sulfures massifs. Le membre supérieur peut aussi contenir un ou des niveaux de moins de 50 cm d'épaisseur de sulfures disséminés avec laminations parallèles. La base des unités centrale et sommitale contient moins de 20% de sulfures disséminés dont la concentration diminue vers le sommet des unités. La base de l'unité centrale peut aussi contenir des niveaux de sulfures disséminés avec laminations parallèles.

Les sulfures massifs forment des lentilles discontinues de moins de 5 m d'épaisseur et atteignant jusqu'à 110 m en largeur. Dans quelques coupes, on observe une diminution de la granulométrie de la base vers le sommet de la lentille (5 mm à 1-2 mm). Les horizons de sulfures massifs présentent localement des laminations fines dans des horizons minces. Ces laminations définissent une fabrique tectonique orientée parallèlement aux contacts avec l'encaissant. Ces contacts, à la base et au sommet des lentilles, sont généralement cisailés ou disloqués; ils présentent un liséré centrimétrique verdâtre riche en chlorites dû à l'altération des roches ultramafiques encaissantes. A proximité de leurs contacts avec les roches encaissantes, les sulfures massifs contiennent un ou plusieurs horizons millimétriques de chalcopryrite massive montrant une fabrique de cisaillement.

Les sulfures disséminés occupent les interstices entre les grains de pyroxène et d'olivine et ils remplacent aussi partiellement ces minéraux. Le pourcentage de sulfures disséminés diminue irrégulièrement en s'éloignant des sulfures massifs vers le sommet du filon-couche. Les sulfures disséminés contiennent de nombreuses veinules

millimétriques de pyrrhotite et chalcopryrite en proportions variables ainsi que des veinules millimétriques à centimétriques de talc, de serpentine ou d'amphibole fibreuse avec de la pyrrhotite et de la chalcopryrite. Les deux types de veinules peuvent montrer une auréole d'altération symétrique, de moins de 5 mm d'épaisseur, où les sulfures sont plus concentrés et plus grossièrement grenus que dans les sulfures disséminés adjacents.

4.1.2- Zone Pogo Lake

Dans la zone "Pogo Lake", la base du filon-couche, en contact avec les métasédiments sous-jacents, est marquée par une ou deux concentrations de sulfures massifs d'épaisseur métrique. Dans une des sections (Fig. 4), les sulfures massifs forment deux niveaux d'environ 5 m d'épaisseur, séparés et surmontés par deux niveaux de sulfures disséminés à texture marbrée de respectivement 1.2 et 6.7 m d'épaisseur. Les contacts entre les sulfures massifs et les sulfures disséminés à texture marbrée sont nets, brusques et souvent tectonisés. Le niveau inférieur de sulfures massifs a une granulométrie moyenne constante d'environ 1.2 mm. Sa base est très déformée et altérée; elle consiste en une zone de 130 cm de pyrrhotite massive contenant des agrégats centimétriques irréguliers de chalcopryrite surmontée de 60 cm de roches chloritisées et d'un niveau de 40 cm complètement bréchifié. Ces relations suggèrent fortement que les sulfures massifs sont en contact par faille avec les métasédiments sous-jacents. Le niveau supérieur a une granulométrie hétérogène, qui diminue sur 2 m de 4.0 mm à 1.0 mm et augmente ensuite à 5.0 mm sur 1 m pour rediminuer à 0.5 mm

mm dans les 2 m supérieurs. La base du niveau supérieur possède une fabrique tectonique sub-parallèle aux contacts avec des lentilles de chalcopryrite alignées selon la fabrique. Nous pensons que les deux séquences sulfures massifs-sulfures disséminés à texture marbrée résultent de la répétition tectonique d'un seul niveau.

Les sulfures massifs et disséminés à texture marbrée sont surmontés par plus de 100 m de sulfures disséminés dont l'abondance moyenne diminue de 30% à moins de 1% en allant vers le sommet du filon-couche. Les roches ultramafiques sont recoupées par plusieurs types de veinules millimétriques: i) de serpentine, avec un halo d'altération zoné montrant une mince couche noirâtre à verdâtre suivie d'une zone externe aux contours flous, plus blanchâtres que l'encaissant; ii) de serpentine +/- pyrrhotite +/- calcite entourées d'un halo millimétrique de carbonatisation ou d'une auréole diffuse de quelques centimètres contenant des plages irrégulières de calcite; iii) magnétite +/- serpentine; iv) pyrrhotite-chalcopryrite. Les veinules montrent généralement une concentration plus élevée de sulfures à proximité de leurs épontes.

4.2- Minéragraphie

4.2.1- Les sulfures massifs

Dans les deux zones minéralisées Center et Pogo Lake, les sulfures massifs se composent de plus de 80% de pyrrhotite avec moins de 10% de chalcopryrite, moins de 3% de pentlandite et moins de 6% de magnétite.

Figure 10- A) Bandes de kinks lenticulaires et mâcles polysynthétiques parallèles dans la pyrrhotite. B) Texture des intervalles laminés à foliation tectonique. La pyrrhotite possède des mâcles polysynthétiques perpendiculaires à la foliation. C) Texture de lentilles irrégulières de chalcopryrite (CPY) dans les intervalles laminés de pyrrhotite (PO). D) Grain de chalcopryrite (CPY), interstitiel aux grains de pyrrhotite (PO), avec des flammes de pentlandite (PN) développées au contact chalcopryrite-pyrrhotite.

A) Echantillon 87-GB-192

B) " 87-GB-255

C) " 87-GB-192

D) " 87-GB-192

Voir annexe A pour la localisation des échantillons.

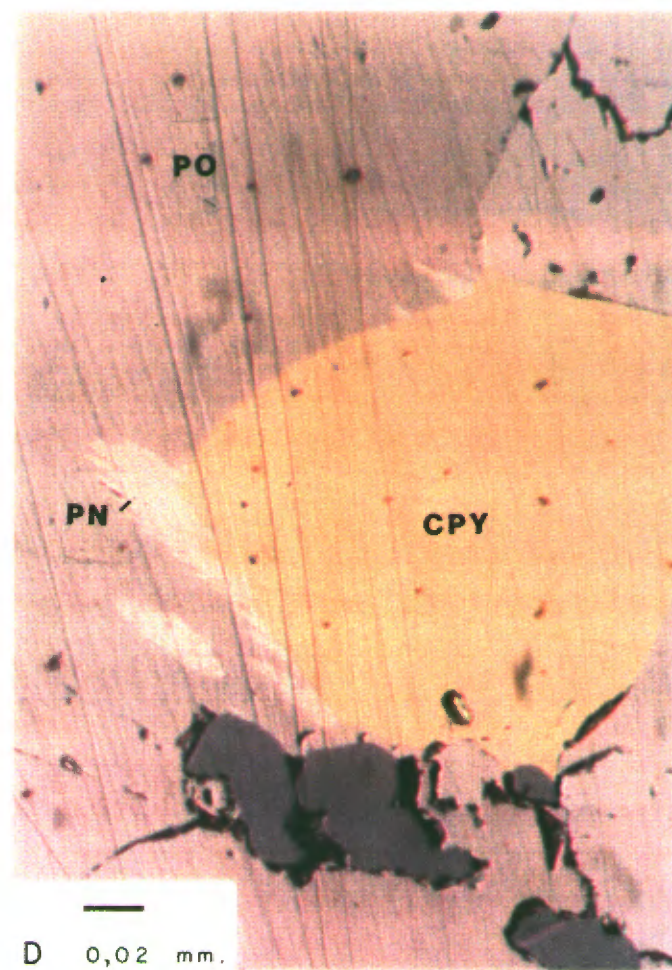


Figure 11- A) Grain hypidiomorphe de pentlandite (PN) partiellement altéré en violarite (VI) le long des plans de fractures et de clivage. B) Ilot de pentlandite (PN) au centre d'un grain presque complètement altéré en violarite (VI). Contact régulier avec la chalcoppyrite (CPY). C) Grain de pentlandite complètement altéré en violarite (VI) en contact irrégulier et dentelé avec la chalcoppyrite (CPY). D) Inclusions lamellaires de pentlandite (PN) dans la pyrrhotite (PO). Grains hypidiomorphes de magnétite (MG).

A) Echantillon 87-GB-256

B) " 87-GB-27

C) " 87-GB-27

D) " 87-GB-27

Voir annexe A pour la localisation des échantillons.

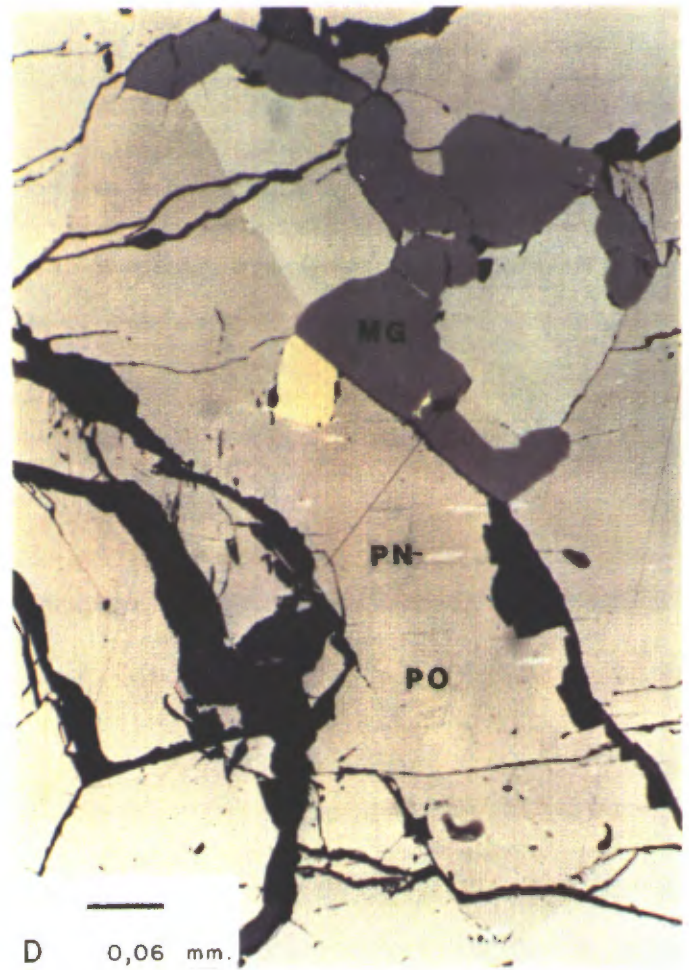
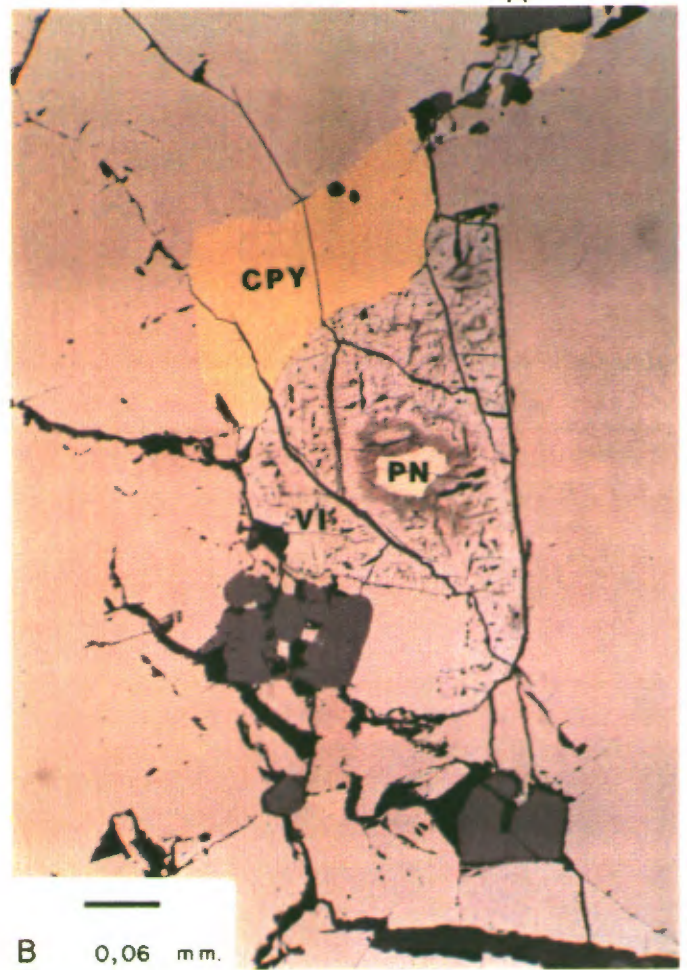
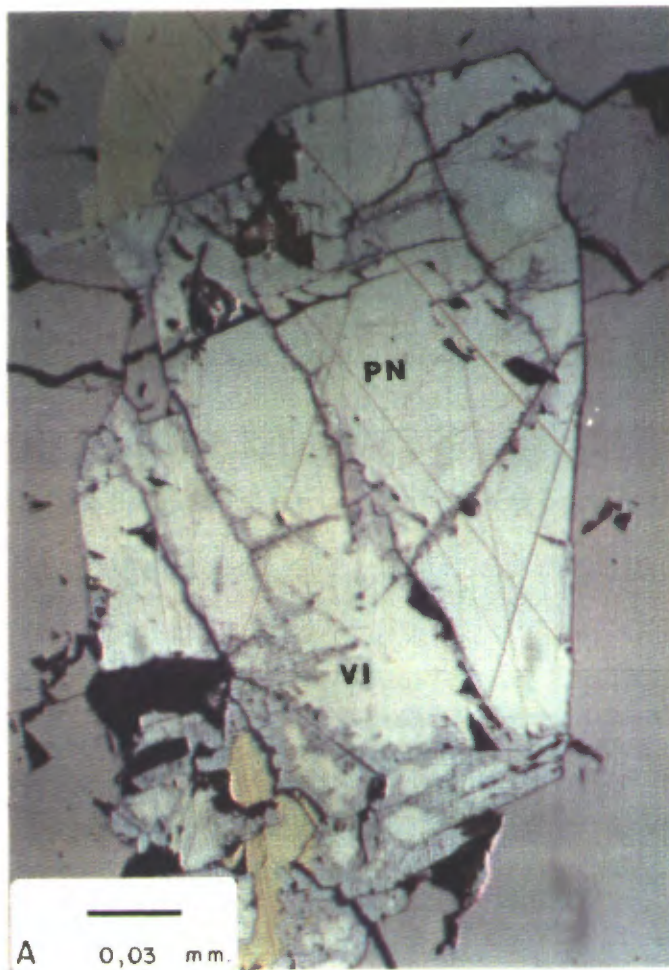


Figure 12- A) Gros grains allotriomorphes de magnétite (MG) moulant la pyrrhotite (PO). B) Inclusions lamellaires allongées de magnétite (MG) incluses ou au contact entre deux grains de pyrrhotite dans un intervalle laminé. C) Grain triangulaire de tégamite ($\text{Pd Hg}_3 \text{Te}$) (T) et de MGP-1 (Pd (Bi Te)) en bordure d'une fracture dans les sulfures massifs. D) MGP-2, grain de composition hétérogène contenant Pd, Bi, Te, Sb.

A) Echantillon 87-GB-255

B) " 87-GB-192

C) " 87-GB-27

D) " 87-GB-192

Voir annexe A pour la localisation des échantillons.

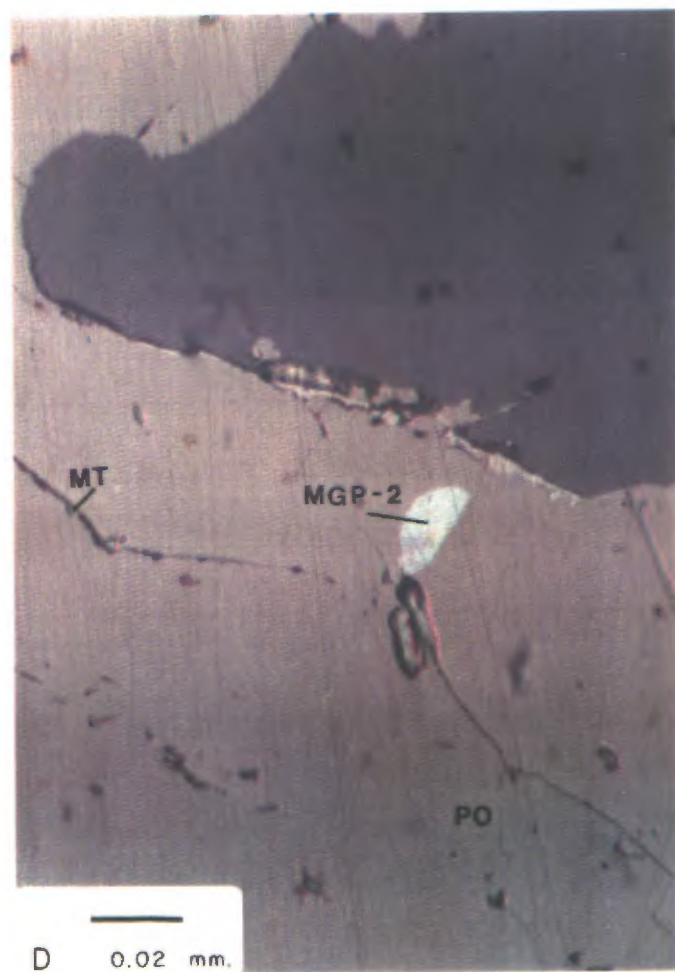
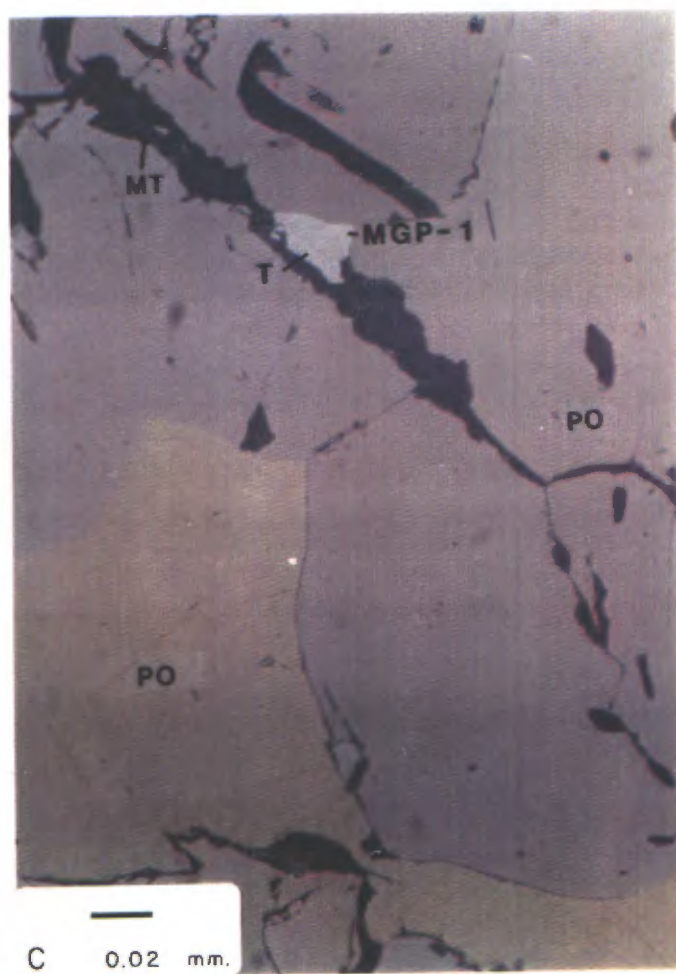
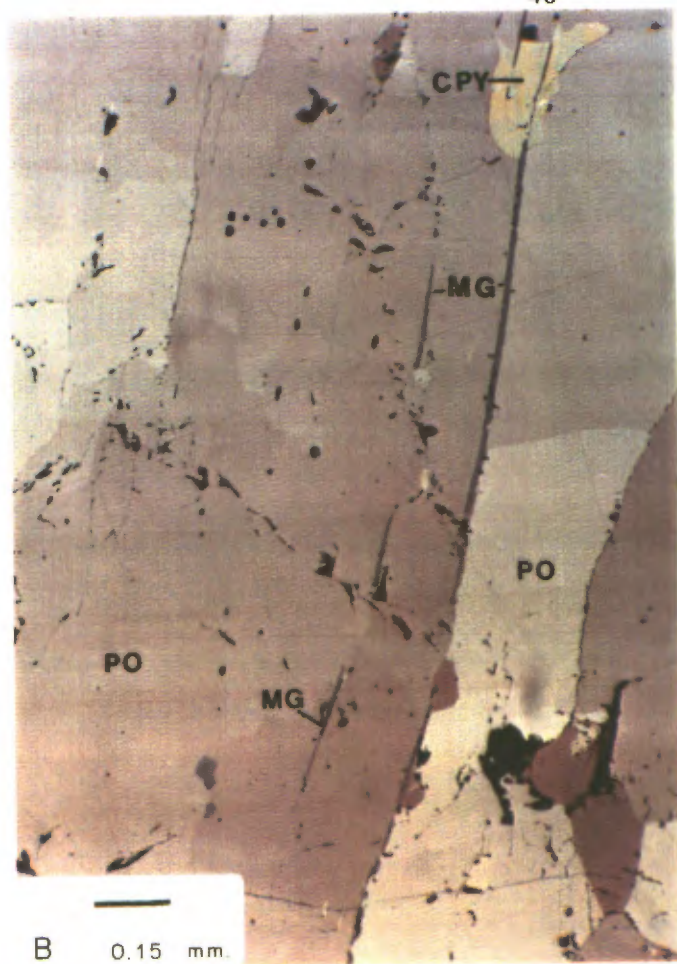
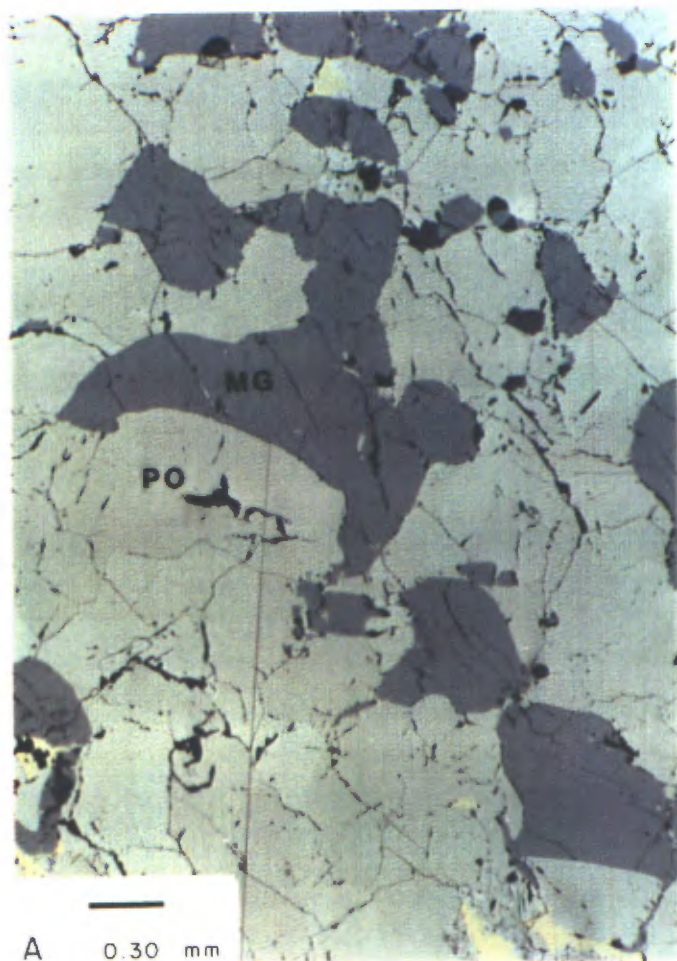


Figure 13- A) Plage de sudburyite (S) et de pyrrhotite (PO) incluses dans un grain arrondi de tellurure d'Ag (Te) au contact entre une lentille de chalcopryrite (CPY) et un grain de pyrrhotite (PO). B) Gros grains idiomorphes de magnétite (MG) moulé par une bande d'amphiboles idiomorphes au contact entre les sulfures massifs et la roche ultramafique sous-jacente. C) Grains de sudburyite (S) moulant des amphiboles idiomorphes, en contact avec de la pyrrhotite (PO) et une lentille de chalcopryrite (CPY) à la base des sulfures massifs. D) Grains de sudburyite (S) moulant et contenant des inclusions d'amphiboles dans une plage de chalcopryrite (CPY) remplaçant la roche ultramafique sous les sulfures massifs.

A, B, C, D) Echantillon 87-GB-32

Voir annexe A pour la localisation de cet échantillon.

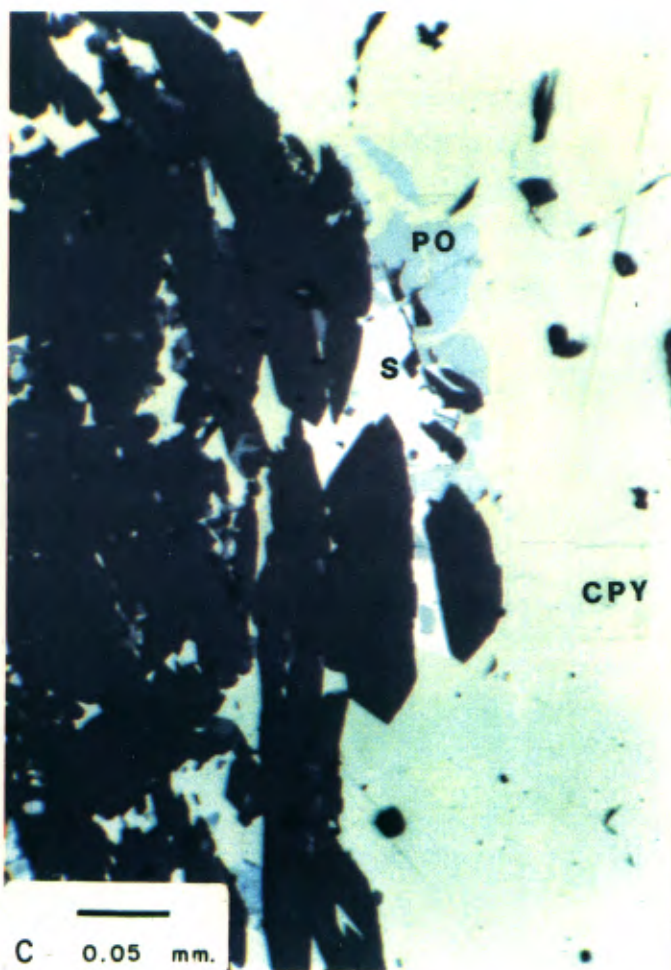
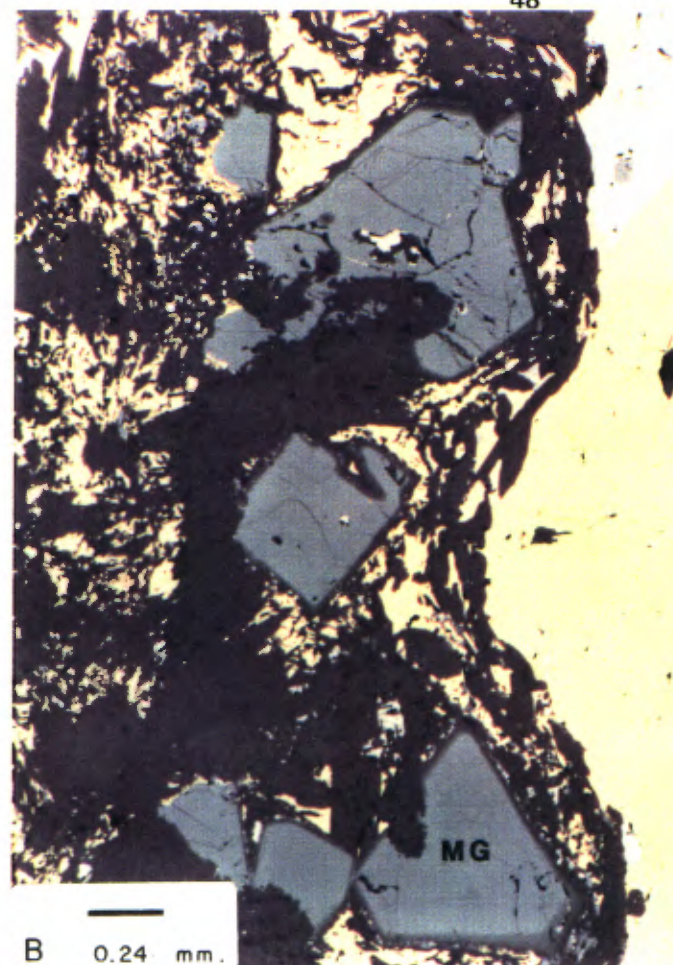
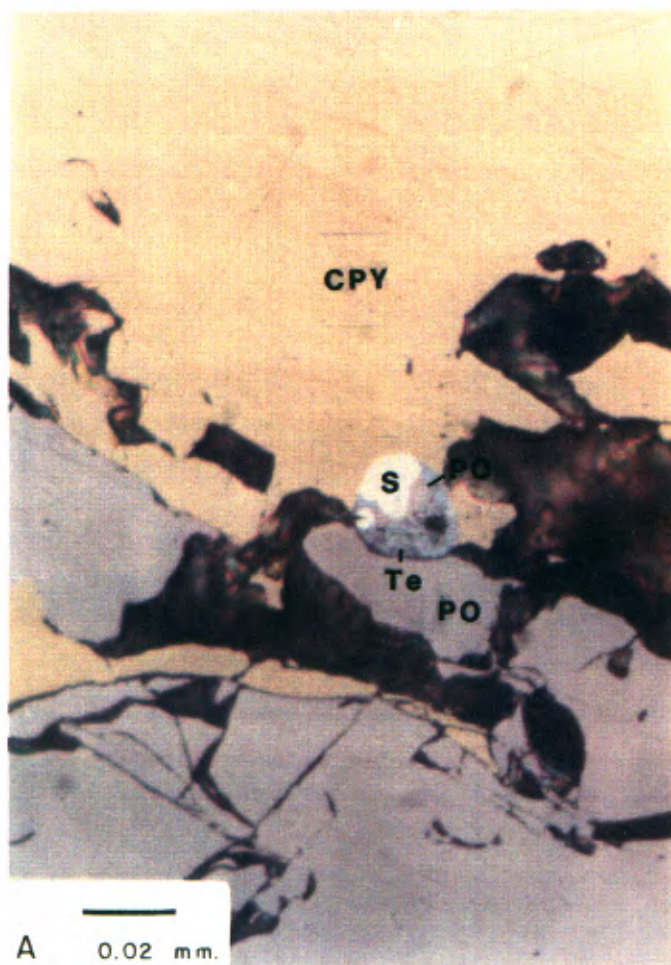


Figure 14- A) Sulfures disséminés (opaques) occupant les interstices entre les grains cumulus bordés d'une couronne d'amphiboles drusiques. B) Plage de pyrrhotite interstitielle (PO) ceinturée par une bande de chalcopyrite (CPY). C) Grains cumulus et plages intercumulus remplacés par la pyrrhotite (PO) et la magnétite (MG) dans un horizon de sulfures disséminés à texture marbrée. D) Dunite wehrlitique à texture adcumulat d'une zone peu remplacée des sulfures disséminés à texture marbrée. Les grains cumulus sont partiellement remplacés par les sulfures (opaques) alors que l'intercumulus est peu remplacé.

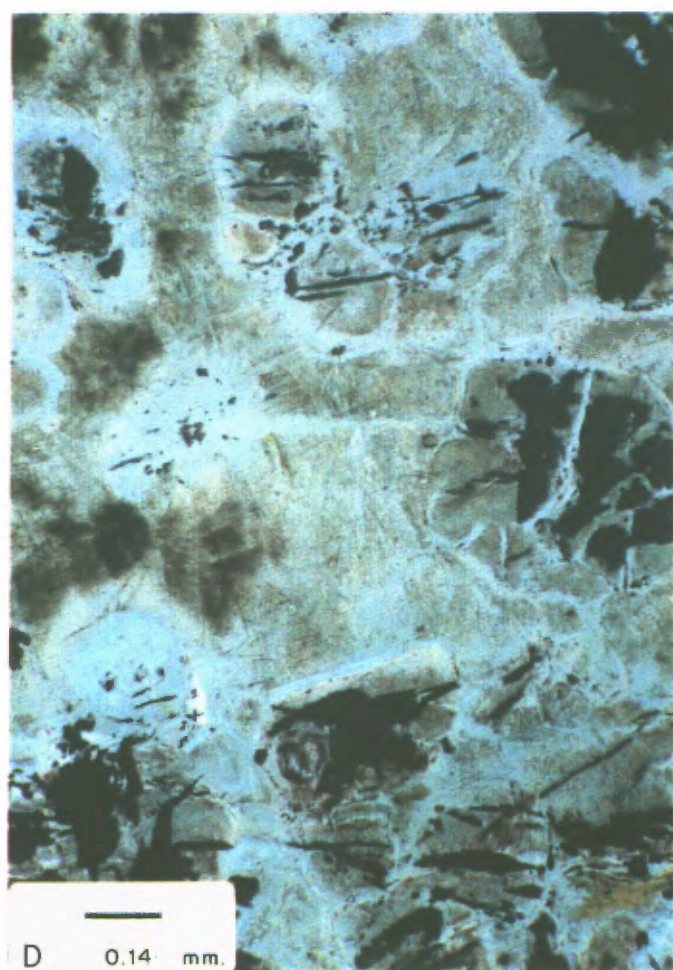
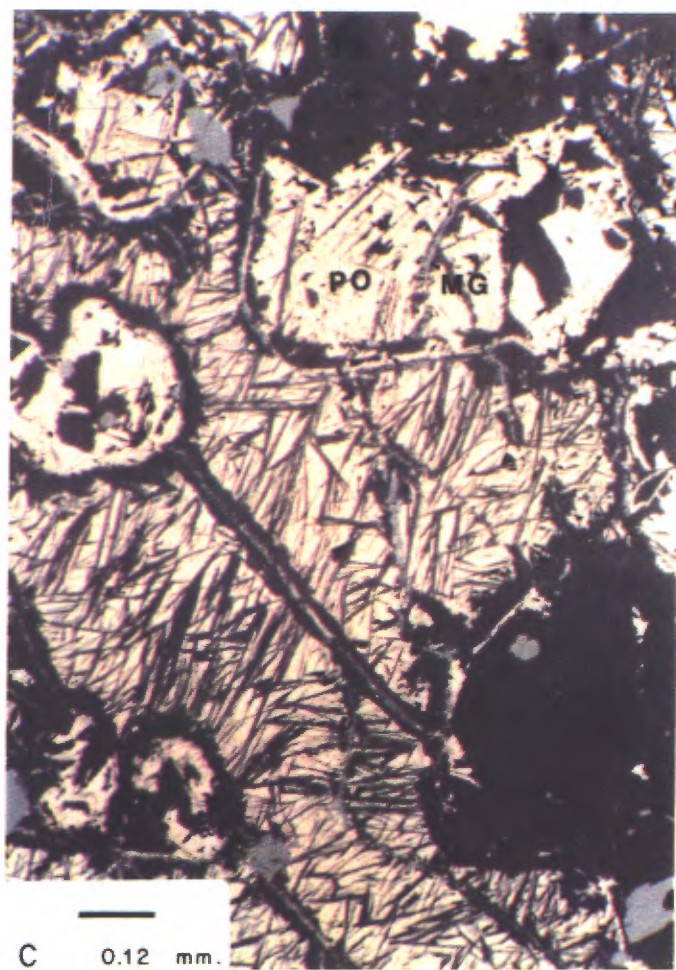
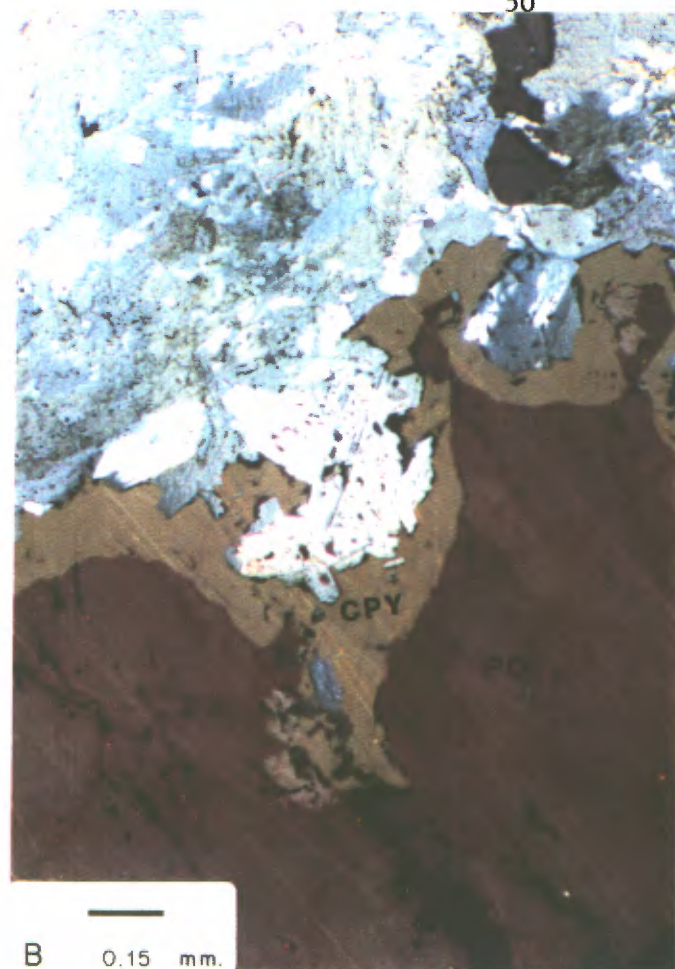
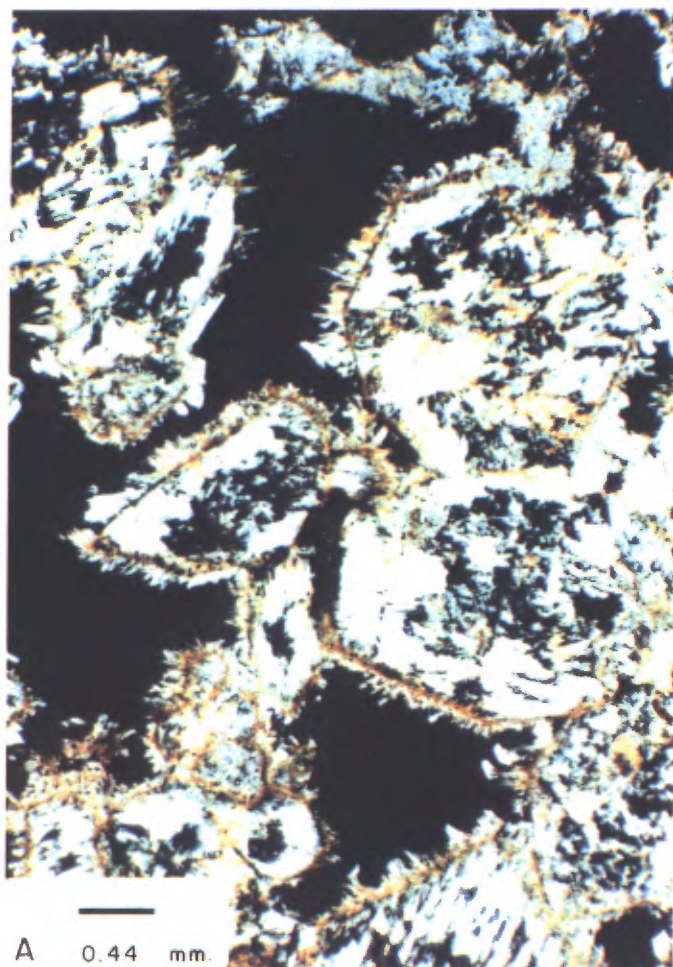
A) Echantillon 87-GB-014

B) " 87-GB-041

C) " 87-GB-196

D) " 87-GB-196

Voir annexe A pour la localisation de ces échantillons.



Quatre MGP ont été identifiés dans les sulfures massifs; ce sont la sudburyite, la témagamite et deux minéraux encore inconnus (MGP-1 et MGP-2).

La pyrrhotite se présente en agrégats de grains allotriomorphes jointifs avec points-triples de granulométrie variable (0,1 à 10,0 mm). Dans les zones plus grossièrement grenues, les gros grains de pyrrhotite (d_m^1 : 4.0 mm) peuvent être ceinturés par des agrégats de grains de plus petite taille (d_m : 0.3 mm) suggérant une texture en mortier. A quelques occasions, des mâcles sub-parallèles lamellaires à lenticulaires ondulantes (Fig. 10A) ou lenticulaires orthogonales ont été observées. Localement, un clivage souligné par des fractures est observé dans ces grains. Dans les horizons avec laminations fines, la pyrrhotite se présente en grains aplatis et alignés définissant un plan de foliation parallèle aux lamines. Ces grains sont divisés par des bandes de kinks sub-parallèles, lamellaires à lenticulaires qui sont perpendiculaires ou légèrement inclinées par rapport au plan de foliation. Cette texture caractérise une fabrique tectonique de cisaillement développée par déformation plastique à l'état solide (Fig. 10B).

La chalcopryrite est irrégulièrement distribuée en horizons plus ou moins riches. Elle constitue des amas arrondis ou des lentilles irrégulières souvent allongées selon le plan de foliation tectonique (Fig. 10C) ou des veinules sécantes. Les lentilles allongées (< 2 x 15

1: d_m = diamètre moyen

mm) se composent d'agrégats de grains allotriomorphes (d_m : 0,2 mm) jointifs. Le faible contraste d'anisotropie d'un grain à l'autre rend difficile leur individualisation. Cette caractéristique résulte probablement de l'alignement cristallographique commun des grains de chalcopryrite dans une lentille. Les lentilles de chalcopryrite contiennent communément des inclusions irrégulières de pyrrhotite, pentlandite et magnétite. La chalcopryrite forme aussi des plages irrégulières (d_m : 0,2 mm) occupant des interstices entre les grains de pyrrhotite (Fig. 10D). Les grains de chalcopryrite présentent rarement des macles lamellaires tronquées. Ils se trouvent aussi en inclusions, le plus souvent lamellaires, dans la pyrrhotite. Ces inclusions sont généralement à proximité ou directement associées à des inclusions de pentlandite. Une inclusion irrégulière et très fine d'Ag a été observée dans la chalcopryrite. L'Ag a été détecté au M.E.B. mais la dimension trop petite de cette inclusion ne permet pas la détermination de sa composition à la microsonde.

La pentlandite constitue des grains idiomorphes à allotriomorphes (d_m : 0,2 mm, $d^1 < 1,0$ mm) présentant un clivage orthogonal (Fig. 11A) et formant parfois des agrégats de quelques grains. Ils se localisent généralement à la bordure des cristaux de pyrrhotite ou de chalcopryrite mais peuvent aussi y être inclus. Les grains de pentlandite sont altérés à des degrés divers (0-100%) par la violarite. Cette altération est surtout développée dans la zone Center, les pentlandites étant communément peu altérées dans la zone Pogo Lake.

1: d: diamètre

L'altération progresse principalement le long de fractures, ou parfois le long des plans de clivage, pour ne laisser que des îlots irréguliers de pentlandite fraîche au centre du grain (Fig. 11A, B). Les contacts entre la chalcopryrite et la pentlandite sont francs et réguliers ou très irréguliers, interdigités, avec des golfes et des réentrants (Fig. 11B, C). Des inclusions irrégulières de chalcopryrite sont communes à l'intérieur des grains de pentlandite associés ou non à des plages de chalcopryrite.

La pentlandite forme des inclusions ubiquistes dans la pyrrhotite (Fig. 11D). Ces inclusions ($d < 0.1$ mm) sont souvent de forme lamellaire à lenticulaire et s'orientent selon le clivage de la pyrrhotite. Elles forment communément des agrégats en "flamme" typiques de la pentlandite en bordure des plans de fractures ou de grains de magnétite ou de chalcopryrite (Fig. 10D). Les inclusions de pentlandite dans la pyrrhotite adoptent aussi des formes plus irrégulières, résultant de la coalescence de plusieurs inclusions pour former des inclusions complexes.

La magnétite apparaît en grains cubiques idiomorphes à hypidiomorphes (d_m : 0.2 mm) disséminés dans les sulfures massifs (Figs. 11B,D) ou en grains allotriomorphes ($d < 1.5$ mm) aux formes variées qui peuvent mouler les grains de pyrrhotite (Fig. 12A). Les grains de magnétite peuvent contenir des inclusions de pyrrhotite et leurs fractures sont cimentées par de la pyrrhotite. Les gros grains allotriomorphes sont plus abondants dans les intervalles grossièrement grenus que dans les intervalles laminés à foliation tectonique. Les

petits grains de magnétite forment parfois un chapelet ceinturant partiellement les grains de pyrrhotite ou les traversant plus ou moins complètement. Dans les horizons foliés à lamination tectonique, on observe des lamelles de magnétite alignées dans le plan de foliation, soit incluses dans la pyrrhotite ou au contact entre deux grains de pyrrhotite (Fig. 12B).

Seulement deux grains de MGP ont été trouvés à l'intérieur des lentilles de sulfures massifs malgré des travaux minutieux et systématiques de minéragraphie. Le premier provient de la Zone Center. Il s'agit d'un grain triangulaire de moins de 0,02 mm, localisé en bordure d'une fracture. Il est composé de tégamite (Pd_3HgTe_3) en contact franc mais irrégulier avec un minéral non-répertorié, nommé MGP-1 (Pd_2BiTe ou $\text{Pd}(\text{Bi}, \text{Te})$) (Fig. 12C). Le second grain, nommé MGP-2, provient des sulfures massifs de la Zone Pogo Lake. C'est une inclusion en forme de demi-lune ($d < 0,02$ mm) dans un grain de pyrrhotite; il est composé d'un mélange hétérogène de Pd, Bi, Te, Sb (Fig. 12D).

Le contact entre les sulfures massifs et les roches encaissantes est généralement marqué par un ou des horizons (0.5 à 2.0 mm) de chalcopyrite massive séparés par des bandes de pyrrhotite (< 0.5 mm). La chalcopyrite forme des agrégats lenticulaires aux bordures irrégulières et plus ou moins reliés entre eux d'une manière complexe. Dans la Zone Center, l'horizon de chalcopyrite le plus épais, en contact avec les roches ultramafiques sous-jacentes, contient 10 à 40% de cubanite en lamelles d'exsolution allongées orientées selon deux directions. Les lentilles de chalcopyrite sont formées d'agrégats

polycristallins allotriomorphes et contiennent de nombreux grains irréguliers de pyrrhotite en inclusion. Les bandes de pyrrhotite se composent d'agrégats polycristallins allotriomorphes contenant des inclusions et des plages interstitielles irrégulières de chalcopryrite. La pyrrhotite contient également des grains et agrégats de grains idiomorphes à allotriomorphes (d_m : 0.2 mm) de pentlandite complètement remplacée par la violarite. La pyrrhotite et la chalcopryrite contiennent des inclusions idiomorphes à allotriomorphes de magnétite. Au contact entre une lentille de chalcopryrite et la pyrrhotite, on a observé dans la Zone Center un grain arrondi composé de plages de sudburyite (PdSb) et de pyrrhotite partiellement enrobées dans un tellurure d'Ag d'aspect poreux (Fig. 13A).

Le contact entre les sulfures massifs et la roche encaissante n'a pu être échantillonné qu'une seule fois, et ce, dans la Zone Center, forage 746-2, car les carottes cassent généralement à cet endroit. Le contact entre les sulfures massifs et la roche ultramafique sous-jacente y est marqué par un niveau de grains idiomorphes (d_m : 0.5 mm) de magnétite moulés par des amphiboles (< 0.1 mm) (Fig. 13B). On retrouve dans cette bande d'amphiboles, en contact régulier avec de la pyrrhotite et de la chalcopryrite, des grains allotriomorphes de sudburyite (Fig. 13C). Sous cet horizon apparaît une bande de moins de 4 mm d'épaisseur formée de cristaux enchevêtrés d'amphiboles et de chlorites. Les interstices entre ces silicates sont cimentés par de la chalcopryrite. Nous avons observé à un endroit dans cette bande des plages irrégulières de sudburyite moultant et englobant des amphiboles (Fig. 13D).

La pyrite n'a été observée qu'en un seul point qui se situe dans la roche ultramafique altérée à la base des sulfures massifs de la Zone Center. Elle apparaît en inclusion dans de grosses plages irrégulières (< 5 mm) de pyrrhotite contenant aussi des inclusions de pentlandite, complètement altérée en violarite, et de chalcopryrite. La pyrite (2-3%) est caractérisée par des grains cubiques idiomorphes à allotriomorphes pouvant se grouper en agrégats ou en chaînes dans les cristaux de pyrrhotite. La pyrite apparaît aussi en une mince bande ceinturant partiellement un grain de pyrrhotite et elle peut aussi remplir des fractures dans la pyrrhotite.

4.2.2- Les sulfures disséminés

Les sulfures disséminés des zones minéralisées Center et Pogo Lake constituent moins de 60% du volume des roches ultramafiques. Ils se présentent principalement en plages interstitielles entre les grains cumulus d'olivine serpentinisée ou en remplacement partiel à complet des grains cumulus et des phases post-cumulus.

Les plages interstitielles (0,1 mm à moins de 10 mm) moulent les silicates primaires altérés et forment un réseau partiellement interconnecté (Fig. 14A). Elles sont composées de plus de 95% de pyrrhotite, moins de 3% de chalcopryrite et moins de 1% de pentlandite et de magnétite. Typiquement, le contact avec les grains cumulus est marqué par une couronne réactionnelle de 0.1 mm de large, longeant le contact du sulfure avec le silicate. Cette couronne est composée d'amphiboles drusiques aciculaires ($d < 0.1$ mm) qui croissent vers

l'intérieur des sulfures (Fig. 14A) ou d'agrégats de chlorites en paillettes plus grandes que les chlorites adjacentes. La pyrrhotite moule ou remplace partiellement les amphiboles et les chlorites. La pentlandite est rare et forme des inclusions hypidiomorphes à allotriomorphes (d_m : 0.2 mm) à l'intérieur des cristaux de pyrrhotite. Les inclusions de pentlandite lamellaires ou complexes sont communes dans la pyrrhotite. La chalcoppyrite apparaît en inclusions arrondies dans les plages de pyrrhotite et également en couronne partielle, généralement mono-granulaire, autour de la pyrrhotite (Fig. 14B). La magnétite est en grains idiomorphes à arrondis (d_m : 0.1 mm).

Les sulfures qui pseudomorphosent partiellement les silicates cumulus forment des agrégats de grains finement interdigités avec les amphiboles et les serpentines ayant remplacé l'olivine et les pyroxènes (Fig. 14C). Les amphiboles sont généralement partiellement remplacées par les sulfures adjacents. Les plages chloritiques de la phase postcumulus sont généralement fortement remplacées par les sulfures; il ne subsiste plus que des îlots irréguliers de chlorite. La magnétite peut constituer jusqu'à 50% des minéraux opaques remplaçant les grains cumulus. Elle se concentre caractéristiquement à la bordure du grain d'olivine cumulus et en remplit aussi les fractures étroitement associée à de la pyrrhotite (Fig. 14C). La pyrrhotite est alors limitée à la partie centrale du grain cumulus. La chalcoppyrite forme des amas de quelques millimètres composés de plages très irrégulières qui semblent en continuité optique. Ces amas remplacent à divers degrés les amphiboles et chlorites secondaires. La pentlandite est rarement observée; sa présence semble limitée à

quelques inclusions lamellaires dans les plus grandes plages de pyrrhotite au centre des grains pseudomorphosés.

4.2.3- Les sulfures disséminés à texture marbrée

Les sulfures disséminés à texture marbrée représentent un faciès de minéralisation développé uniquement dans la zone minéralisée Pogo Lake. Ils sont constitués par des zones reliques de péridotite chloritisée et serpentinisée (environ 40%), de formes irrégulières à lenticulaires et plus ou moins interconnectées entre elles dans une matrice (environ 60%) de la même péridotite fortement remplacée par les sulfures. Les zones de péridotite montrent un remplacement partiel des grains cumulus par les sulfures (Fig. 14D). Le passage à une zone remplacée par les sulfures est généralement abrupt. La pyrrhotite forme des grains et agrégats de grains en plages irrégulières lorsqu'elle remplace les grains cumulus et forme des agrégats interdigités avec des serpentines aciculaires dans la matrice post-cumulus (Fig. 14C). La pentlandite est rarement observée en inclusions dans la pyrrhotite. La chalcopryrite forme localement des agrégats de plages irrégulières remplaçant les grains cumulus et la phase postcumulus; elle est associée à des quantités subordonnées de pyrrhotite. La magnétite est en grains irréguliers et disséminés ou elle peut accompagner la pyrrhotite en remplacement des grains cumulus ou de la phase postcumulus. Dans les olivines serpentinisées, la magnétite occupe la bordure des grains et remplit les fractures.

4.2.4- Les sulfures disséminés avec laminations parallèles

Les sulfures disséminés avec laminations parallèles forment des niveaux minces, de moins de 50 cm d'épaisseur, observés uniquement dans la zone minéralisée Center. Leur contact avec la roche encaissante est abrupt et souligné par un liséré (0.1-0.5 mm) de chlorite fibreuse déformée et mélangée à des paillettes de mica blanc, ce qui suggère la présence d'une mince zone de cisaillement. Les sulfures (40-60%) sont discrètement laminés à l'échelle mégascopique en bandes millimétriques où le pourcentage relatif de pyrrhotite et de chalcopryrite varie graduellement. Les sulfures laminés contiennent 40 à 60% d'amphiboles et chlorites. Les amphiboles prismatiques sont hypidiomorphes ($d < 0.5$ mm) et orientées aléatoirement ou elles forment des amas irréguliers à radiés. Dans les horizons plus grenus, les amphiboles prismatiques s'alignent parallèlement aux laminations. La chlorite remplit les interstices entre les amphiboles et est parfois partiellement remplacée par les amphiboles. Les sulfures occupent aussi les interstices entre les amphiboles et les remplacent partiellement ainsi que les chlorites. La pyrrhotite apparaît en grains allotriomorphes jointifs (d_m : 0.3 mm) contenant des inclusions de pentlandite, de chalcopryrite et d'amphiboles idiomorphes pouvant être partiellement remplacées. La chalcopryrite constitue jusqu'à 70% des sulfures dans certaines lamines. Elle forme des agrégats de grains allotriomorphes jointifs montrant parfois des macles lamellaires.

4.3- Composition chimique des sulfures et minéraux du groupe du platine

4.3.1- Conditions analytiques à la microsonde

La composition chimique des sulfures (pyrrhotite, chalcopyrite, pentlandite, violarite) et des minéraux du groupe du platine (MGP) a été déterminée à l'aide de la microsonde électronique CAMECA CAMEBAX MB-1 automatisée de l'Université McGill. Les conditions analytiques utilisées sont reportées au Tableau 3. Le bruit de fond a été mesuré de chaque côté du pic de l'élément analysé avec un écart symétrique, pendant un temps de comptage égal à la moitié de celui du pic pour chacune des deux mesures.

La calibration des éléments traces dans les sulfures a été effectuée, dans la mesure du possible, à l'aide de standards synthétiques du minéral analysé contenant une quantité connue de l'élément mesuré (Tableau 4). Les éléments majeurs des MGP ont été calibrés en utilisant des standards de ces minéraux fournis par J.H.G. Laflamme (E.M.R.-Canada). Aucun standard n'étant disponible pour calibrer les éléments mineurs et traces dans ces minéraux, la même calibration que celle des éléments majeurs a été utilisée (Tableau 4).

La précision, évaluée par l'analyse répétée des différents standards (Tableau 5), est supérieure à 2% pour les éléments majeurs. La précision est moins bonne pour le Pd dans la sudburyite ce qui est probablement causé par une certaine hétérogénéité du Pd dans le

standard. Des analyses ponctuelles rapprochées donnent des valeurs similaires alors qu'un déplacement plus grand sur le standard amène des variations de l'ordre de 2-5% Pd. Cependant Sb, l'autre élément majeur de ce standard, montre une composition très constante. La précision des mesures sur les éléments en traces diminue avec leur concentration. Elle est meilleure qu'environ 15% au-dessus de 500 ppm et tombe à 25% pour une concentration de 250 ppm.

L'exactitude de la calibration peut être évaluée en comparant les données expérimentales avec la concentration acceptée de l'élément dans le standard (Tableau 5). Dans le cas présent, ce paramètre est difficile à évaluer parce que nous ne disposons pas de données comparatives déterminées à la microsonde sur la composition et la variance des standards. Dans le cas des standards de l'Université McGill, qui ont été synthétisés il y a plus de 20 ans par W.H. MacLean, les concentrations pour les éléments majeurs sont calculées en assumant la substitution de tout le Ni et le Co par le Fe dans la pyrrhotite et la chalcoppyrite. Ceci est nécessaire parce que les concentrations des éléments majeurs fournies par l'Université McGill sont celles de pyrrhotites et de chalcoppyrites stoechiométriques auxquelles on a ajouté différentes concentrations de Ni et Co. Les concentrations des éléments traces (Ni, Co) déterminées dans les standards de chalcoppyrite et de pyrrhotite sont similaires aux concentrations acceptées au-dessus de 500 ppm. A 250 ppm, l'exactitude diminue sensiblement.

Le Pt a été mesuré en traces dans la sudburyite et la téma-gamite. Il est facilement démontré (Fig. 15A et B) que le pic du Pt

TABLEAU 3: CONDITIONS ANALYTIQUES UTILISEES A LA MICROSONDE

ELEMENT	CRISTAL	RAIE	LAMBDA	SIN	ECART DU BRUIT DE FOND (SIN)	I (nA)	v(kV)	t(s)
<u>Pyrrhotite</u>								
Fe	LIF	K α 1	1.93604	0.48091	0.00500	50	25	15
S	PET	K α 1	5.37216	0.61338	0.00500	50	25	15
Ni	LIF	K α 1	1.65791	0.47979	0.00500	50	25	100
Co	LIF	K α 1	1.78896	0.44430	0.00300	50	25	100
Pd	LIF	L α 1	4.36767	0.46869	0.00500	50	25	100
<u>Chalcopyrite</u>								
Cu	LIF	K α 1	1.54056	0.38297	0.00700	30	25	30
Fe	LIF	K α 1	1.93604	0.48091	0.00500	30	25	30
S	PET	K α 1	5.37216	0.61338	0.00500	30	25	30
Ni	LIF	K α 1	1.65791	0.47979	0.00500	50	25	100
Co	LIF	K α 1	1.78896	0.44430	0.00300	50	25	100
<u>Pentlandite</u>								
Fe	LIF	K α 1	1.93604	0.48091	0.00500	15	25	30
Ni	LIF	K α 1	1.65791	0.47979	0.00500	15	25	30
S	PET	K α 1	5.37216	0.61338	0.00500	15	25	30
Co	LIF	K α 1	1.78896	0.44430	0.00300	50	25	100
Pd	PET	L α 1	4.36767	0.46869	0.00500	50	25	100
Rh	PET	L α 1	4.59743	0.52487	0.00500	50	25	100
<u>MPG</u>								
Ni	LIF	K α 1	1.65791	0.47979	0.00600	30	25	30
Pt	TAP	M α 1	6.04700	0.23560	0.00500	30	25	30
Ag	PET	L β 1	3.93473	0.44947	0.00650	30	25	30
Sb	PET	L β 1	3.22567	0.39296	0.00600	30	25	30
Hg	LIF	L α 1	1.24120	0.30908	0.00500	30	25	30
Pd	PET	L α 1	4.36767	0.46869	0.00500	30	25	30
Te	PET	L α 1	3.28920	0.37567	0.00600	30	25	30
Bi	PET	M α 1	5.11800	0.58478	0.00700	30	25	30

TABLEAU 4: LISTE DES STANDARDS

ELEMENTS	COMPOSITION CHIMIQUE (%)	STANDARD	MINERAL
Pyrrhotite			
Fe	60.78	Cabri-646	Pyrrhotite
S	38.88	Cabri-646	"
Ni	0.10	# 512 (U. McGill)	"
Co	0.10	# 512 (U. McGill)	"
Pd	0.16	Cabri-646	"
Chalcopyrite			
Fe	30.43	CHAL (U. McGill)	Chalcopyrite
S	34.95	CHAL (" ")	"
Cu	34.62	CHAL (" ")	"
Ni	0.10	# 547(" ")	"
Co	0.10	# 547(" ")	"
Pentlandite			
Fe	28.79	Cabri-457	Pentlandite
Ni	37.50	Cabri-457	"
S	33.00	Cabri-457	"
Co	61.80	# 506 (U. McGill)	CoS
Pd	0.65	Cabri-457	Pentlandite
Rh	0.52	Cabri-481	Pyrrhotite
MGP			
Ni	0.20	# 511 (U. McGill)	Pyrrhotite
Pt	34.79	Cabri-276	Pt (Bi _{1.4} Sb _{0.6})
Ag	100.00	# Ag (U. McGill)	Argent
Sb	53.37	Cabri-297	Sudburyite
Hg	22.22	Cabri-451	Témagamite
Pd	35.37	Cabri-451	"
Te	42.41	Cabri-451	"
Bi	47.17	Synth-292 (Cabri)	Michénérte

TABLEAU 5: PRECISION ET EXACTITUDE DE LA CALIBRATION A LA MICROSONDE

STANDARD	ELEMENT	n ¹	% (poids) ²	x (% poids) ³	s/x (%) ⁴
Cabri-457 (pentlandite)	Ni*	8	37.5	37.809	0.7
	Fe*	8	28.79	28.928	0.7
	S*	8	33.0	37.780	0.7
	Pd*	8	0.65	0.647	1.7
Cabri-646 (pyrrhotite)	Fe*	13	60.78	60.261	1.6
	S*	13	38.88	38.495	0.7
	Pd*	13	0.16	0.159	5.5
	Co	4	0.0	0.237	14.7
	Ni	4	0.0	n.d. ⁵	-
Cabri-481 (pyrrhotite)	Fe	6	59.95	60.181	0.3
	S	6	39.53	38.472	0.4
	Rh*	6	0.52	0.494	1.4
McGill #510	Fe	5	60.75	61.642	0.1
	S	5	38.25	37.877	1.0
	Co	5	0.5000	0.428	3.3
McGill #511	Fe	10	61.35	61.893	0.5
	S	10	38.25	37.987	0.8
	Co	10	0.2000	0.169	8.5
	Ni	4	0.2000	0.203	11.6
McGill #512 (pyrrhotite)	Fe	7	61.55	61.873	0.3
	S	7	38.25	37.946	0.5
	Co*	7	0.1000	0.102	11.9
	Ni*	1	0.1000	0.096	-
McGill #514 (pyrrhotite)	Fe	5	61.65	62.043	0.1
	S	5	38.25	37.364	0.5
	Co	5	0.0500	0.051	15.5
McGill #515 (pyrrhotite)	Fe	6	61.70	61.917	0.4
	S	6	38.25	37.632	1.7
	Co	6	0.0250	0.036	20.5

TABLEAU 5: PRECISION ET EXACTITUDE DE LA CALIBRATION A LA MICROSONDE (suite)

STANDARD	ELEMENT	n ¹	% (poids) ²	x (% poids) ³	s/x (%) ⁴
McGill #545 (chalcopryrite)	Cu	11	35.0	33.877	1.4
	Fe	11	31.5	32.345	1.6
	S	11	32.5	32.664	0.4
	Ni	11	0.5000	0.472	6.2
	Co	11	0.5000	0.508	3.7
McGill #547 (chalcopryrite)	Cu	8	35.0	34.050	1.2
	Fe	8	32.3	33.021	1.1
	S	8	32.5	32.454	0.4
	Ni*	8	0.1000	0.111	15.5
	Co*	8	0.1000	0.100	5.2
McGill #549 (chalcopryrite)	Cu	12	35.0	33.976	1.3
	Fe	12	32.4	32.848	1.5
	S	12	32.5	32.720	1.4
	Ni	12	0.0500	0.056	21.6
	Co	12	0.0500	0.057	11.1
McGill #550 (chalcopryrite)	Cu	10	35.0	33.721	0.8
	Fe	10	32.45	33.471	0.7
	S	10	32.5	32.281	1.3
	Ni	10	0.0250	0.032	20.1
	Co	5	0.0250	0.030	23.9
Synth-292 (Cabri) (michenérite)	Ni	9	0.0	0.0	-
	Hg	9	0.0	0.0	-
	Pt	9	0.0	0.0	-
	Ag	9	0.0	0.271	14.8
	Sb	9	0.0	0.065	14.1
	Pd	9	24.01	23.128	0.5
	Bi*	9	47.17	47.399	1.1
	Te	9	28.82	27.558	1.6
Cabri-297 (Sudburyite)	Ni	12	0.0	n.d.	-
	Hg	12	0.0	n.d.	-
	Pt	12	0.0	0.153	10.5
	Ag	12	0.0	n.d.	-
	Sb*	12	53.37	53.390	0.4
	Pd	12	46.63	47.413	4.0
	Bi	12	0.0	n.d.	-
	Te	12	0.0	n.d.	-

TABLEAU 5: PRECISION ET EXACTITUDE DE LA CALIBRATION A LA MICROSONDE (suite)

STANDARD	ELEMENT	n ¹	% (poids) ²	$\bar{x}$ (% poids) ³	s/ $\bar{x}$ (%) ⁴
Cabri-451 (Témagamite)	Ni	7	0.0	n.d.	-
	Hg*	7	22.22	22.152	1.1
	Pt	7	0.0	0.069	50.4
	Ag	7	0.0	n.d.	-
	Sb	7	0.0	0.130	7.4
	Pd*	7	35.37	35.19	1.7
	Bi	7	0.0	n.d.	-
	Te*	7	42.41	42.314	0.7

* La calibration de cet élément a été effectuée sur ce standard.

¹ Nombre d'analyses effectuées.

² Concentrations acceptées des éléments dans les standards du Laboratoire de Microsonde de l'Université McGill ou fournie par J.H.G. Laflamme (EMR-Canada) pour les standards identifiés "Cabri".

³ Moyenne des concentrations mesurées.

⁴ Précision relative des mesures équivalente à l'écart-type divisé par la moyenne des mesures.

⁵ n.d.: non détecté (sous la limite de détection).

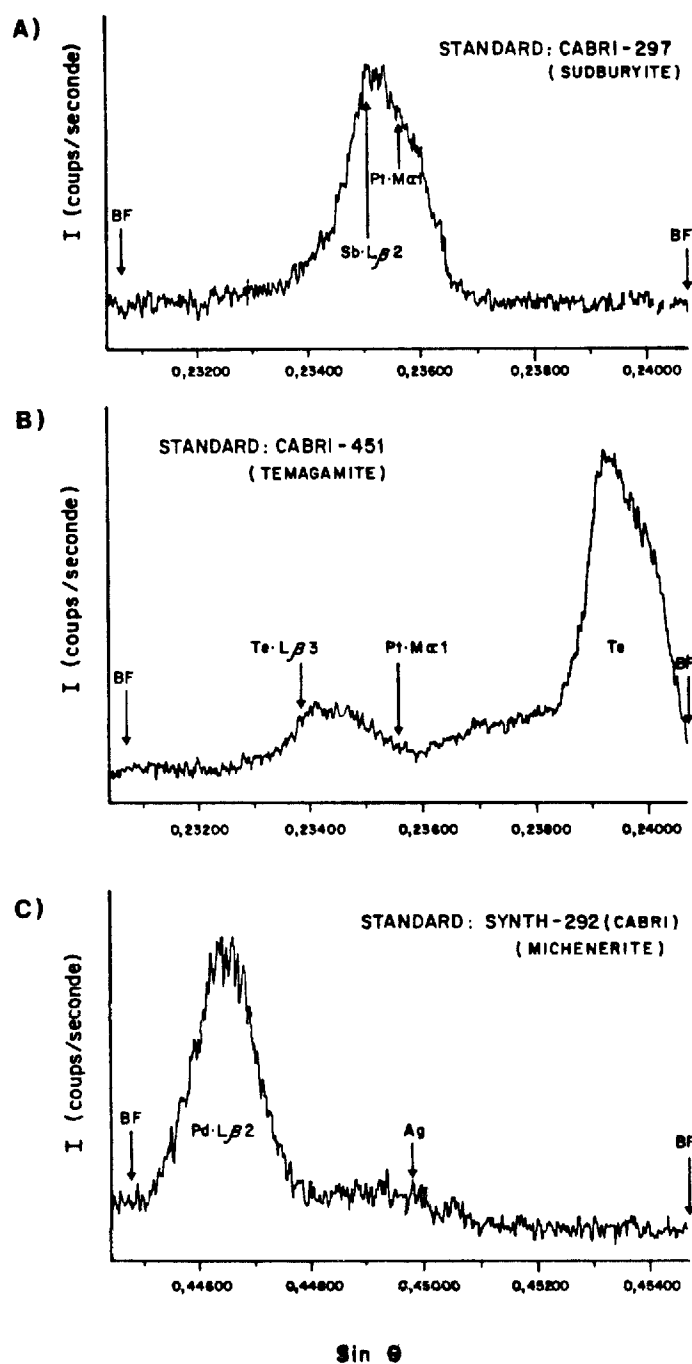


Figure 15- Spectres de l'intensité du rayonnement en fonction de la longueur d'onde ($\lambda = 2d \sin \theta$). BF = position où le bruit de fond est mesuré. A) Interférence de Sb sur Pt dans la sudburyite. B) Interférence de Te sur Pt dans la témagamite. C) Position du pic de l'Ag sur un bombement dans la michénéríte.

dans ces deux minéraux se situe sur l'épaule de raies secondaires de Sb et Te. Dans le cas de la sudburyite, l'interférence est causée par la raie de deuxième ordre L β 2 de Sb qui constitue 53.37% en poids du minéral. Pour la témagamite, l'interférence est causée par la raie de deuxième ordre L β 3 de Te qui constitue 42.41% en poids de ce minéral. Par contre, aucune interférence n'est observée à proximité de la raie du Sb dans la témagamite et la michénérine et les concentrations mesurées sont probablement significatives en tenant compte que la calibration a été effectuée avec un standard contenant 53.37% Sb. La présence d'Ag dans la michénérine (Tableau 5) est cependant douteuse; elle pourrait résulter d'un écart, par rapport à la position du pic, trop important pour la mesure du bruit de fond ce qui a pour effet d'abaisser artificiellement le bruit de fond et d'obtenir des mesures au-dessus de la limite de détection. La figure 15C montre que le pic d'Ag dans la michénérine se situe sur un bombement et qu'il n'est pas significatif par rapport au bruit de fond.

La composition chimique des différentes phases minérales est présentée et brièvement discutée ci-dessous. Pour les sulfures, les estimateurs statistiques de la population analysée sont tabulés. Seules les analyses ayant une somme comprise entre 98.0% et 102.0% ont été retenues. La composition chimique des MGP a été mesurée. Etant donné le nombre limité d'analyses sur les MGP, toutes les analyses totalisant entre 97.0 et 104.0% ont été retenues et la composition moyenne de chaque grain calculée. Les moyennes sont données en tableaux dans le texte tandis que les résultats détaillés sont donnés dans l'Annexe D.

4.3.2- Composition chimique des sulfures

A) Pentlandite

La pentlandite, sous forme de grains ou d'inclusions dans la pyrrhotite, a une composition chimique très homogène avec un écart-type de moins de 3% pour les éléments majeurs et de 7% pour le Co (Tableau 7). Une seule mesure de Pd (0.015%) est donnée (Annexe D), toutes les autres valeurs obtenues étant sous la limite de détection de 0.012% (Tableau 6). L'exactitude de cette mesure est cependant incertaine car plusieurs analyses ont été effectuées sur le même grain et aucune autre n'a donné de valeurs au-dessus de la limite de détection. Le Rh n'a pas pu être mesuré car sa concentration était toujours inférieure à la limite de détection (0.018%). La composition chimique représentative de la pentlandite se concentre en un amas de points dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S (Fig. 16). Les analyses légèrement détachées du groupe sont soit celles de fines inclusions de pentlandite dans la pyrrhotite, ou les analyses du coeur de grains de pentlandite presque complètement altérés en violarite. Les faibles corrélations négatives entre le Fe et le Ni ainsi qu'entre le Ni et le Co fournissent une indication supplémentaire de l'homogénéité de la composition des pentlandites (Tableau 8).

TABLEAU 6: SOMMAIRE DES LIMITES DE DETECTION DANS LES DIFFERENTS MINERAUX

ELEMENT	LIMITE DE DETECTION (% POIDS)*			
	PYRRHOTITE	PENTLANDITE	CHALCOPYRITE	MPG
Fe	0,013	0,015	0,013	-
Cu	-	-	0,016	-
Ni	0,012	0,020	0,011	0,027
Co	0,015	0,033	0,011	-
S	0,015	0,025	0,020	-
Rh	-	0,018	-	-
Pd	0,012	0,012	-	0,038
Pt	-	-	-	0,042
Sb	-	-	-	0,036
Te	-	-	-	0,028
Hg	-	-	-	0,085
Ag	-	-	-	0,320
Bi	-	-	-	0,060

* Limite de détection = $\frac{\% \text{ élément (standard)} \times I_m}{(\text{Pic} - \text{Bruit de fond})}$

où $I_m = 3 (\text{Bruit de fond})^{0.5}$

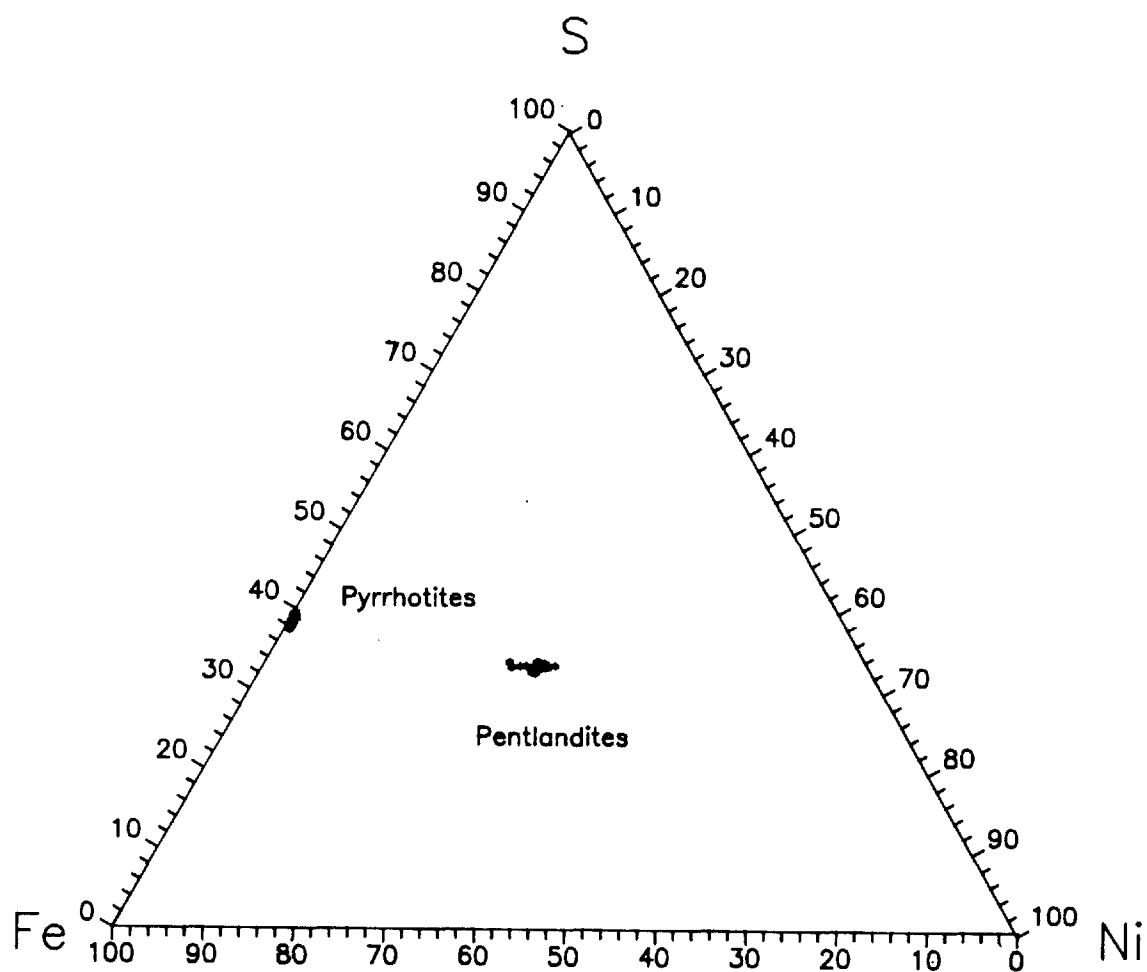


Figure 16- Composition chimique des pyrrhotites et pentlandites dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S.

TABLEAU 7: COMPOSITION CHIMIQUE DES PENTLANDITES

	Fe	Ni	S	Co
n ¹	41	41	41	41
x (% poids) ²	30.04	30.36	32.95	6.00
s (% poids) ³	0.67	0.89	0.31	0.42
s/x(%) ⁴	2.2	2.9	0.9	6.9

Composition stoechiométrique moyenne (Fe_{46.5} Ni_{44.7} Co_{8.8})_{9.53} S_{8.47}

1: nombre de mesure; 2: moyenne des mesures; 3: écart-type (1S);
4: écart-type relatif.

TABLEAU 8: MATRICE DE CORRELATION, PENTLANDITE*

	Fe	S	Ni	Co
Fe	1.0000			
S	-	1.0000		
Ni	-0.4329	-	1.0000	
Co	-	-	-0.4800	1.0000

* Coefficients de corrélation significatifs à 99%.

La composition de la violarite altérant la pentlandite n'a pas pu être déterminée avec précision. Les analyses effectuées donnaient une somme inférieure à 96%. La cause de ce problème n'est pas connue.

Un balayage du spectre des longueurs d'ondes a montré qu'elle ne résulte probablement pas de la présence d'éléments non-identifiés dans la violarite. Par contre, la texture poreuse de la violarite pourrait être la cause de ce problème analytique. Les essais montrent que la violarite possède des teneurs en Co similaires à celles des pentlandites.

B) PYRRHOTITE

Les pyrrhotites ont une composition chimique homogène pour les éléments majeurs (Tableau 9). La variation importante des concentrations de Co est en partie due à l'imprécision des analyses à basses teneurs.

TABLEAU 9: COMPOSITION CHIMIQUE DES PYRRHOTITES

	Fe	S	Co	Ni
n	54	54	54	54
x (% poids)	60.44	38.43	0.030	0.54
s (% poids)	0.55	0.50	0.009	0.13
s/x (%)	0.9	1.3	29.3	23.1

Composition stoechiométrique moyenne $(\text{Fe}_{0.99} \text{Ni}_{0.01})_{0.9} \text{S}$

Le Ni montre une variation importante qui n'est pas associée à un habitus particulier de la pyrrhotite. Certaines analyses donnant

une faible valeur de Ni peuvent être celles de petits grains de pyrrhotite dans une matrice de silicates. Cependant, les variations les plus importantes sont observées entre divers grains d'une même lame mince. Ces variations semblent erratiques ce qui est indiqué par l'absence de corrélation, respectivement entre le Fe et Ni ou Co et le Co et Ni (Tableau 10). La composition représentative de la pyrrhotite définit un groupe homogène dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S (Fig 16). Dans les analyses, la concentration du Pd était toujours inférieure à notre limite de détection de 0,012% (Tableau 6).

TABLEAU 10: MATRICE DE CORRELATION, PYRRHOTITE*

	Fe	S	Ni	Co
Fe	1.0000			
S	-0.5229	1.0000		
Ni	-	-0.4684	1.0000	
Co	-	-	-	1.0000

* Coefficients de corrélation significatif à 99%.

C) PYRITE

La pyrite a une composition homogène et stoechiométrique pour les éléments majeurs mais très hétérogène pour les éléments mineurs (Tableau 11). Deux analyses sur un grain idiomorphe de pyrite sans

inclusions visibles donnent des variations de plus de 100% pour le Co et le Ni. L'analyse de 3 grains idiomorphes formant un agrégat montre des variations de concentration du Ni atteignant plus de 300%; elles se corrélaient à des variations du Co de moindre importance. Le Pd n'a pas pu être mesuré car sa concentration était toujours inférieure à la limite de détection assumée identique à celle de la pyrrhotite.

TABLEAU 11: COMPOSITION CHIMIQUE DES PYRITES

	Fe	S	Ni	Co
n	7	7	7	7
x (% poids)	46.91	52.24	0.051	1.42
s (% poids)	0.62	0.22	0.016	0.95
s/x (%)	1.3	0.4	32.0	67.3

D) CHALCOPYRITE

La chalcopryrite a une composition chimique homogène et stoechiométrique pour les éléments majeurs. Les éléments mineurs, cependant, montrent des variations importantes qui sont en partie dues à l'imprécision des mesures pour les faibles concentrations (Tableau 12). Le Ni et Co dans plusieurs analyses ont des valeurs inférieures à la limite de détection. La présence de pentlandite à proximité de la chalcopryrite est déterminante pour la qualité des analyses. On observe

que la concentration du Ni et du Co diminue dans la chalcoppyrite en s'éloignant de son contact avec un grain de pentlandite. Par exemple, une inclusion de chalcoppyrite dans un grain de pentlandite contiendrait 1.72% Ni et 0.64% Co; les concentrations mesurées près du contact diminuent graduellement vers le centre d'une grande plage de chalcoppyrite qui ne contient que 0.018% Ni, le Co tombant sous la limite de détection de 0.011% (Tableau 6). Pour cette raison nous n'avons pas tenu compte, dans nos calculs de la composition moyenne de la chalcoppyrite, des analyses ayant des concentrations élevées en Ni et Co obtenues à proximité de grains de pentlandite. Les coefficients de variation du Ni et Co sont ainsi ramenés d'une valeur d'environ 180% à 81% et 36% respectivement (Tableau 12). Le Ni et le Co montrent une légère corrélation négative avec le Fe et le Cu et une forte corrélation positive entre eux (Tableau 13). Le Pd n'a pas pu être mesuré dans la chalcoppyrite à cause de problèmes électroniques avec la microsonde.

TABLEAU 12: COMPOSITION CHIMIQUE DES CHALCOPPYRITES

	Fe	S	Cu	Ni	Co
n	70	70	70	25	26
x (% poids)	30.46	34.67	34.31	0.032	0.020
s (% poids)	0.35	0.18	0.28	0.026	0.007
s/x (%)	1.1	0.5	0.8	80.6	36.2
Composition stoechiométrique moyenne $\text{Cu}_{0.99} \text{Fe}_{1.01} \text{S}_{2.00}$					

TABLEAU 13: MATRICE DE CORRELATION, CHALCOPYRITE*

	Fe	S	Cu	Ni	Co
Fe	1.0000				
S	-0.2605	1.0000			
Cu	-	-	1.0000		
Ni	-0.5917	0.2606	-0.5842	1.0000	
Co	-0.5738	-	-0.7033	0.9389	1.0000

* Coefficients de corrélation significatifs à 99%.

E) CUBANITE

La cubanite a une composition homogène et stoechiométrique. Elle contient du Ni et du Co en concentrations faibles et similaires à la chalcoppyrite (Tableau 14).

TABLEAU 14: COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CUBANITE

	Fe	S	Cu	Ni	Co
n	6	6	6	2	2
x (% poids)	40.28	35.20	23.29	0.025	0.013
s (% poids)	0.34	0.07	0.04	0.011	0.000
s/x (%)	0.8	0.2	0.2	44.0	0.0

Composition stoechiométrique moyenne $\text{Cu}_{1.00} \text{Fe}_{1.98} \text{S}_{3.02}$

4.3.3- Composition chimique des minéraux du groupe du platine

A) SUDBURYITE

La sudburyite a une composition assez homogène en éléments majeurs (moins de 5% de variation) mais une composition stoechiométrique variable par suite de concentrations significatives en éléments mineurs et traces (Tableau 15). Les concentrations mesurées de Ni, Te et Bi se situent à l'intérieur des limites de variation rapportées par Cabri et Laflamme (1981). Ces auteurs n'ont pas donné de valeurs pour le Hg. On a vu dans la section précédente que l'estimation des teneurs en Pt n'est pas réelle mais résulte probablement d'une interférence avec Sb. La concentration en Ni est relativement constante entre les divers grains alors que celle du Hg et du Bi semble très variable. Le grain 2 montre des concentrations plus élevées en Bi et Te que celles des autres grains analysés.

B) TEMAGAMITE

La témagamite et PGM-1 ne forment qu'un petit grain ce qui rend difficile leur analyse. La témagamite est homogène et proche d'une composition stoechiométrique (Tableau 16). Une analyse a été éliminée du calcul de la composition moyenne parce qu'elle montrait une diminution du Hg (18.062%) et une concentration élevée en Bi (4.663%) résultant probablement de l'interférence avec MGP-1. Les concentrations de Pt sont faibles et proches de la limite de détection; leur

exactitude est douteuse au vu de l'interférence du Te discuté dans la section précédente. Les concentrations de Bi et Sb atteignent la limite supérieure des valeurs données par Cabri (1981). La présence de Ni n'est pas signalée par Cabri et Laflamme (1981) mais nos données montrent que Ni peut être un élément mineur de la tégamite.

TABLEAU 15: COMPOSITION CHIMIQUE DE LA SUDBURYITE (% poids)

grain	n	Ni	Hg	Pt ¹	Ag	Sb	Pd	Bi	Te
1 ²	4	4.576	0.464	0.135	n.d.	52.138	44.409	1.236	n.d.
2 ²	2	6.386	1.228	0.120	n.d.	46.244	39.295	3.169	3.174
3 ²	2	5.324	1.714	0.134	n.d.	50.464	43.321	1.091	n.d.
4 ²	2	5.331	1.936	0.140	n.d.	50.278	43.260	1.034	n.d.
5	1	5.484	n.d.	0.087	n.d.	53.925	43.785	0.372	n.d.
x	11	5.26	1.06	0.13	n.d.	50.59	43.02	1.53	-
s		0.73	0.69	0.02	-	2.35	1.89	1.02	-
MAX		7.177	2.073	0.153	-	53.925	44.820	3.684	4.130
MIN		4.407	n.d.	0.087	-	45.536	38.346	0.372	0.0

Compositions stoechiométriques des sudburyites

Grain 1 (Ni_{15.6} Hg_{0.4} Pd_{83.9})_{1.07} (Sb_{98.6} Bi_{1.4})_{0.93}
 Grain 2 (Ni_{22.5} Hg_{1.2} Pd_{76.2})_{1.07} (Sb_{90.0} Bi_{4.0}Te_{5.9})_{0.93}
 Grain 3 (Ni_{17.9} Hg_{1.8} Pd_{80.3})_{1.10} (Sb_{98.8} Bi_{1.2})_{0.90}
 Grain 4 (Ni_{17.9} Hg_{2.0} Pd_{80.1})_{1.10} (Sb_{98.8} Bi_{1.2})_{0.90}
 Grain 5 (Ni_{18.5} Pd_{81.5})_{1.06} (Sb_{99.6} Bi_{0.4})_{0.94}

1. Concentration probablement causée par une interférence avec la raie L α 2 de Sb (voir texte)
 2. Concentrations moyennes de "n" analyses.
- n.d. = non détecté

TABLEAU 16: COMPOSITION CHIMIQUE DE LA TEMAGAMITE

	Ni	Hg	Pt*	Ag	Sb	Pd	Bi	Te
n	3	3	3	3	3	3	3	3
x (% poids)	1.87	21.39	0.07	0.0	0.32	33.91	0.64	41.78
S	0.08	0.18	0.01	-	0.05	0.10	0.03	0.03
S/x(%)		4.3	0.8	17.3	-	14.1	0.3	4.5
0.1								
(Pd _{90.9} Ni _{9.1}) _{3.11} Hg _{0.95} (Sb _{0.9} Bi _{0.9} Te _{98.2}) _{2.95}								
* Concentration possiblement causée par une interférence du Te (voir texte)								

C) MGP-1

L'inconnu MGP-1 a une composition intermédiaire entre la polarite (PdBi) et la kotulskite (PdTe) (Tableau 17; Fig. 17). Les concentrations mesurées de Hg et Ni sont très variables comparativement aux éléments majeurs et Sb. Pour le Hg, cette variabilité pourrait résulter de l'influence de la témagamite. Un seul minéral de composition similaire, provenant d'un placer de Bissersk (Oural, U.R.S.S.) (Stumpfl et Tarkian, 1976), est rapporté dans la littérature sous le nom UN1976-5 (Cabri, 1981). Nos analyses situent la composition de MGP-1 à proximité du joint polarite-kotulskite dans le

TABLEAU 17: COMPOSITION CHIMIQUE DE MGP-1

Analyse no. (% poids)	Ni	Hg	Pt	Ag	Sb	Pd	Bi	Te
3	0.173	1.599	n.d.	n.d.	2.583	37.310	31.056	26.073
7	0.066	0.207	n.d.	n.d.	2.263	36.932	32.305	26.006
Moyenne	0.12	0.90	-	-	2.42	37.12	31.68	26.04
	(Ni _{0.6} Hg _{1.1} Pd _{98.3}) _{0.97} (Sb _{11.1} Bi _{88.9}) _{0.49} Te _{0.56}							
ou	(Ni _{0.6} Hg _{1.1} Pd _{98.3}) _{0.97} (Sb _{5.1} Bi _{40.5} Te _{54.4}) _{1.03}							
Stumpfl et Tarkian (1976)	-	-	-	-	3.8	37.6	39.0	19.0

Pd_{2.00} Bi_{1.05} (Te_{0.84} Sb_{0.18}) ou Pd_{1.0} (Sb_{0.09} Bi_{0.53} Te_{0.43})*

* Recalculé par Cabri (1981).

nd = non détecté

système Pd-Bi-Te-Sb (Figure 17). D'autres analyses sont reportées dans le plan sudburyite (PdSb) - polarite (PdBi) - kotulskite (PdTe) par Cabri et Laflamme (1976). Leurs résultats préliminaires indiquent un large champ de solution solide de symétrie hexagonale (sudburyite-kotulskite) et un champ limité de symétrie orthorhombique (polarite) (Cabri et Laflamme 1976, Fleischer et al. 1977). Hoffman et MacLean (1976) ont synthétisé des kotulskites bismuthifères (jusqu'à Pd_{0.88} Te_{0.56} Bi_{0.56}), ce qui suggère qu'un champ de solution solide existe entre la kotulskite et la michenérite dans le système Pd-Te-Bi.

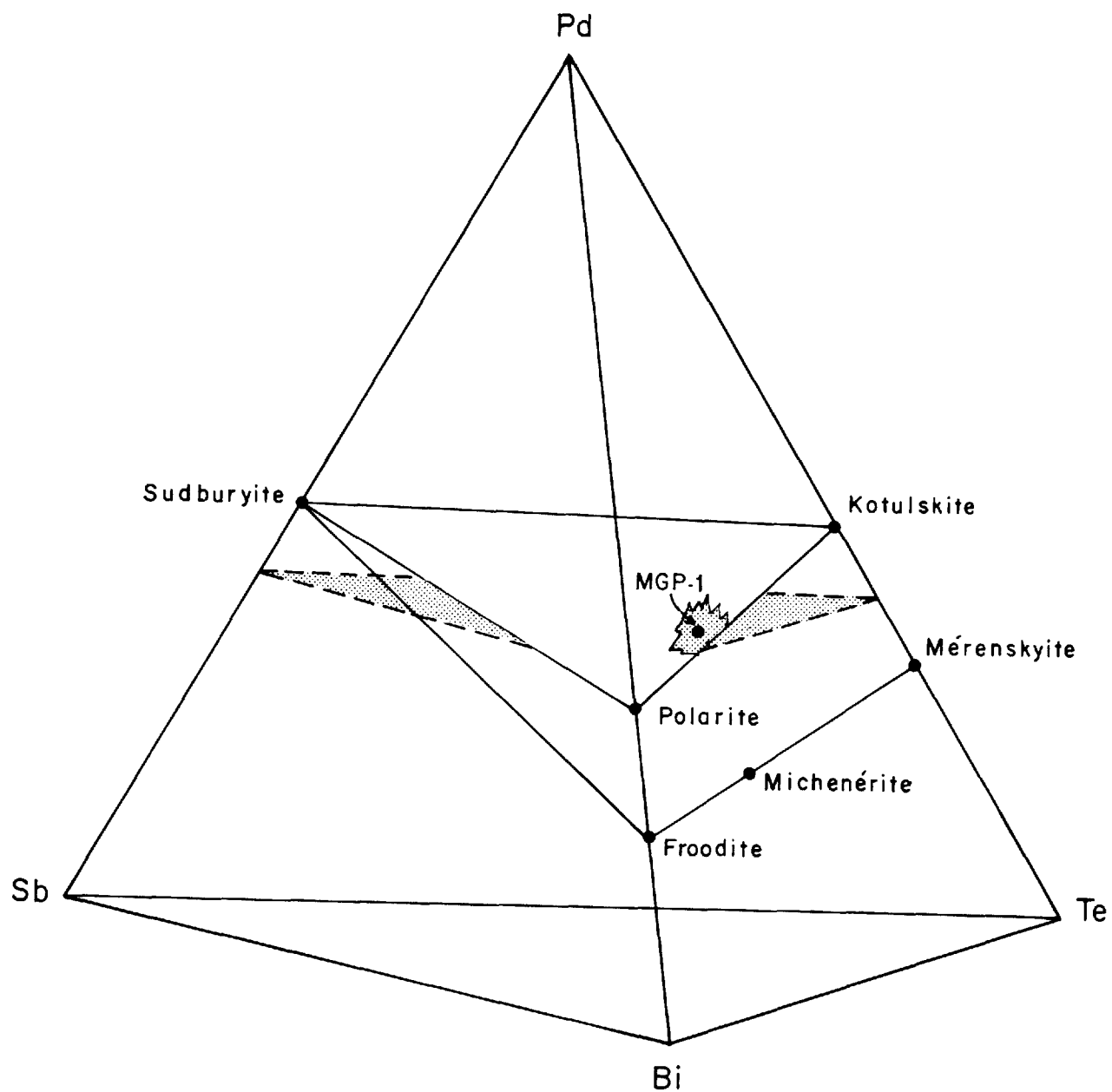


Figure 17- Composition moyenne de MGP-1 dans le système Pd-Sb-Bi-Te. Le plan tramé est un plan de composition constante de Pd dans le système Pb-Bi-Te-Sb à la concentration moyenne du Pd dans MGP-1.

D) MGP-2

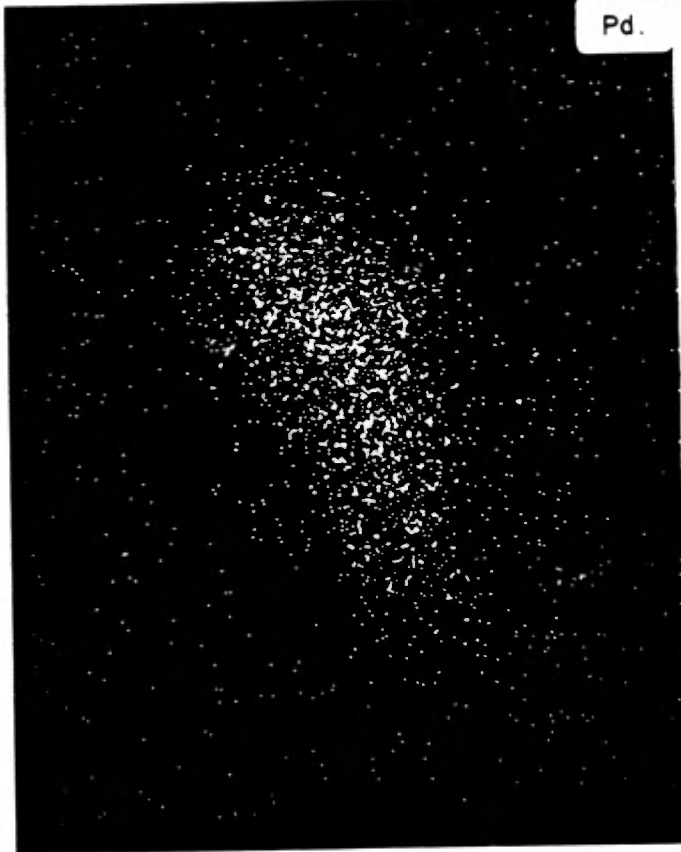
A cause de la petite dimension du grain et de son hétérogénéité, il n'a pas été possible d'obtenir des données quantitatives sur MGP-2. La cartographie par fluorescence-X des raies $L\alpha 1$ du Pd, Sb et Te montre la distribution hétérogène de ces éléments dans le grain (Fig. 18). Cette cartographie indique de plus que la distribution de ces éléments ne se corrèle spatialement pas et il n'est donc pas possible de diviser le grain en 2 phases minérales distinctes. La seule concordance observable serait une légère diminution de l'intensité du rayonnement du Te dans la zone à fort rayonnement de Pd. Une analyse dans la zone riche en Pd donne le résultat suivant: Pd: 31.38%, Ni: 6.33%, Sb: 18.27%, Bi: 17.50%, Te: 18.96% pour une somme de 92.52%.

4.4- Géochimie des sulfures et des éléments du groupe du platine

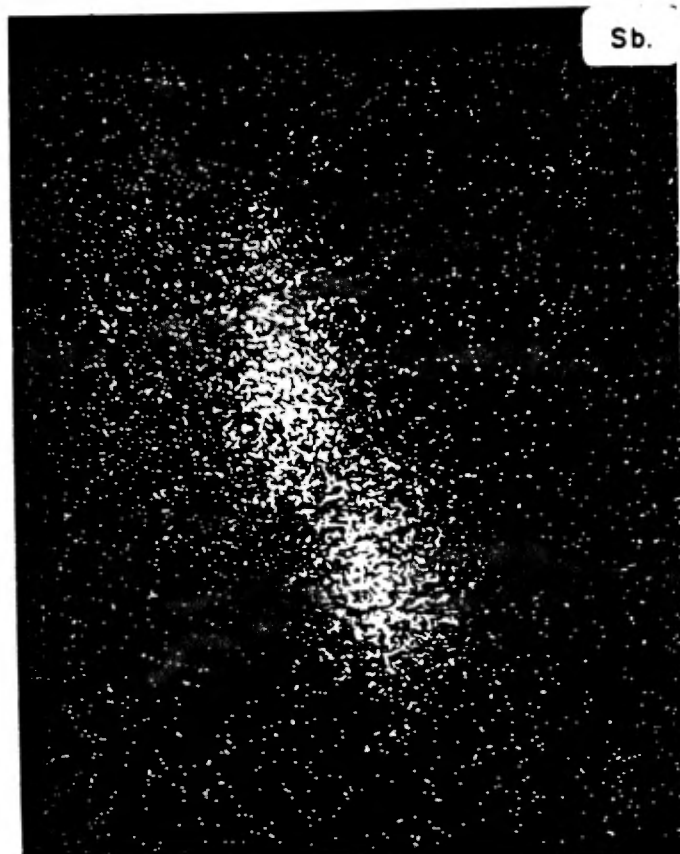
Les teneurs en éléments du groupe du platine (EGP) et Ni, Cu, Co, Fe, S et Cr ont été déterminées sur un échantillonnage systématique des sections forées des filons-couches Médian et Inférieur ainsi que sur les différents faciès de minéralisation observés. De plus, quelques échantillons de surface provenant de la zone minéralisée "Blue Lake" et des minéralisations des Lacs Berry et Chance ont aussi été analysés pour les comparer aux zones minéralisées étudiées en détail.

Figure 18- Grain MGP-2 hétérogène, de forme en demi-lune, composé de Pd-Te-Bi-Sb. Coin supérieur gauche, image des électrons secondaires du grain analysé. Cartographie en fluorescence-X des raies $L\alpha$ du Pd, Sb, Te montrant la distribution relative de ces éléments.

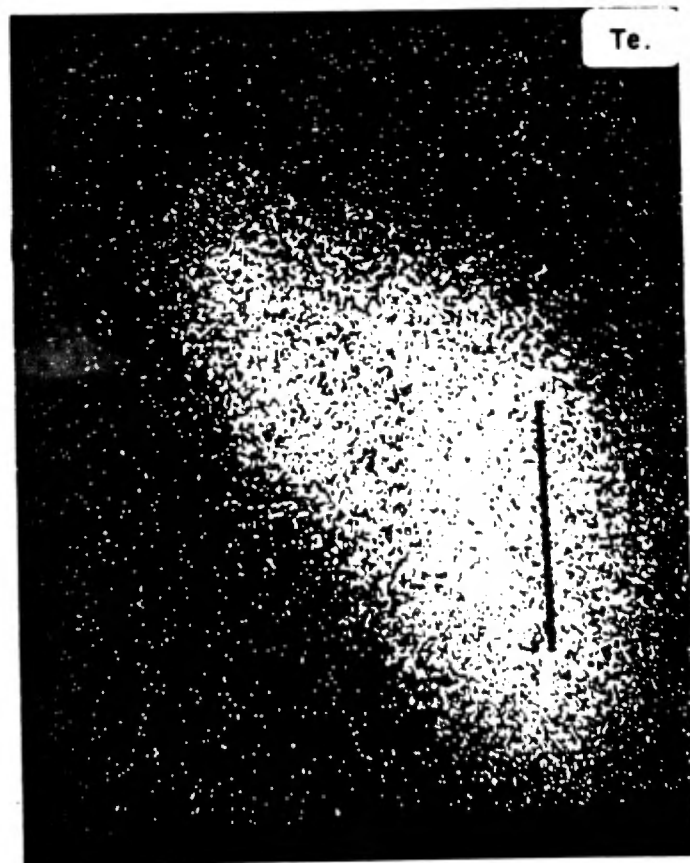
Pd.



Sb.



Te.



4.4.1- Calcul de la composition normative des sulfures

Dans le but de comparer la composition des sulfures des différents faciès de minéralisation, les abondances absolues de Cu, Co, Ni, Fe, S, Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd, Au et Re ont été normalisées à 100% sulfures. Cette procédure permet de comparer la composition des sulfures dans un diagramme Fe-Ni-S et les spectres de variation des EGP tout en évitant une dilution des sulfures dans des proportions variables de roches ultramafiques.

La composition normative des sulfures permet de calculer le pourcentage total de sulfures dans la roche; ce pourcentage est utilisé par la suite pour recalculer les abondances de métaux sur une base de 100% de sulfures. Nous avons appliqué une version modifiée, décrite ci-dessous, de la méthode de Naldrett (1981). Les teneurs des métaux et EGP, les concentrations normalisées à 100% sulfures et la composition normative des sulfures sont présentés à l'Annexe C.

Les teneurs en Ni et Cu servent d'abord à calculer les pourcentages de pentlandite et de chalcopryrite stoechiométriques dans l'échantillon. Le soufre contenu dans la pentlandite et la chalcopryrite est ensuite soustrait à la teneur en soufre de l'échantillon; cette différence sert alors à calculer le pourcentage de pyrrhotite dans l'échantillon. La somme des pourcentages de pentlandite, chalcopryrite et pyrrhotite constitue le pourcentage de sulfures contenu dans l'échantillon. Le Fe associé aux sulfures (Fes) est calculé en faisant la somme du Fe stoechiométrique de la pentlandite, de la chalcopryrite

et de la pyrrhotite. Les teneurs absolues des métaux et EGP sont ensuite recalculées en assumant qu'elles sont contenues uniquement dans les sulfures.

Le Ni, Cu et Co contenus dans les silicates sont soustraits à leur teneur globale lors du calcul des pourcentages de pentlandite et de chalcopirite et de la recalculation à 100% de sulfures. Cette opération est nécessaire dans le cas des échantillons pauvres en S où des résultats aberrants étaient obtenus lors des stades préliminaires d'amélioration de la méthode de Naldrett (1981). Les concentrations de Ni, Cu, et Co associées aux silicates ont été déterminées à partir du mode d'histogrammes de fréquence pour chacun des éléments et sont en accord avec les teneurs moyennes observées dans ces roches (cf. Wyllie, 1967). Le Ni montre une distribution bimodale avec des modes à 200 et 1000 ppm. Pour la majorité des échantillons, 200 ppm ont été soustraits à la teneur de Ni. Pour certains échantillons contenant plus de 1 000 ppm Ni et moins de 0,05% S, 1 000 ppm ont été soustraits à la teneur en Ni. Le Cu et le Co ont des distributions unimodales et, respectivement, 50 et 100 ppm ont été soustraits aux teneurs globales des échantillons. Cette modification de la méthode de Naldrett (1981) a permis d'obtenir des compositions normatives de sulfures en accord avec la minéralogie observée lors de l'étude minéragraphique.

4.4.2- Estimation des paramètres statistiques de la distribution des métaux et EGP.

Le pourcentage de sulfures normatifs permet de subdiviser les roches analysées en quatre groupes: i) les roches stériles (<2.5% de sulfures); ii) les sulfures faiblement disséminés (2.5-6 % sulfures); les sulfures disséminés (6-60% sulfures) et iv) les sulfures massifs (80-100 % sulfures). La validité de cette subdivision peut être évaluée en comparant les teneurs moyennes des métaux et EGP pour les différents groupes (Tableau 18). Ce tableau montre que la teneur absolue moyenne en métaux et EGP de chaque groupe augmente avec le pourcentage de sulfures. L'Os, le Ru et l'Au montrent des moyennes variables mais similaires entre les différents groupes. L'Ir montre des teneurs moyennes constantes sauf dans les sulfures massifs qui ont des teneurs relativement élevées. Le Pd est le plus enrichi des EGP et sa teneur moyenne est maximum dans les sulfures disséminés et massifs. Comme la variance de la distribution des éléments est généralement considérable, nous avons vérifié par analyse de covariance (Le Maitre, 1982) s'il existait entre les quatre types de distribution des sulfures des différences significatives de leur moyenne avec un niveau de confiance de 99%. Le Tableau 19 montre que ces moyennes sont statistiquement différentes sauf pour l'Os, le Ru et l'Au.

Le rapport Ni/Cu est élevé (18.5) pour les roches stériles mais diminue à environ 1.0 pour les sulfures disséminés et sulfures massifs (Tableau 18). L'analyse de covariance ne montre cependant aucune différence statistique significative (Tableau 19), ce qui est

TABEAU 18: ESTIMATEURS STATISTIQUES DES CONCENTRATIONS ABSOLUES DES METAUX ET EGP SELON L'ABONDANCE DES SULFURES

		Stériles	Faiblement disséminés	Disséminés	Massifs
% Sulfures	n	61	21	49	26
	x	0,5	4,1	24,5	90,3
	s	0,6	0,9	13,0	5,1
Co (%)	n	72	21	49	26
	x	0,008	0,011	0,027	0,076
	s	0,003	0,004	0,015	0,015
Cu (%)	n	66	21	49	26
	x	0,014	0,050	0,453	0,996
	s	0,027	0,043	0,826	0,996
Ni (%)	n	72	21	49	26
	x	0,062	0,089	0,177	0,608
	s	0,048	0,038	0,118	0,095
Pentlan- dite (%)	n	61	21	49	26
	x	0,1	0,2	0,6	1,8
	s	0,1	0,1	0,8	0,5
Chalcopy- rite (%)	n	61	21	49	26
	x	0,0	0,1	1,3	2,9
	s	0,1	0,1	2,4	2,9
Pyrrho- tite (%)	n	61	21	49	26
	x	0,4	3,8	22,7	85,7
	s	0,6	0,9	12,2	6,3
Ni/Cu	n	64	21	49	26
	x	18,5	2,4	1,0	1,0
	s	55,5	1,1	0,9	0,6
Fes/Ni*	n	61	21	49	26
	x	8,2	29,6	120,7	85,9
	s	16,2	13,1	201,7	10,8
Os (ppb)	n	8	2	8	14
	x	4,9	3,9	6,9	6,7
	s	0,8	0,2	2,6	2,3
Ir (ppb)	n	65	21	44	25
	x	1,2	1,3	1,7	4,7
	s	1,2	0,3	1,1	2,8

**TABEAU 18: ESTIMATEURS STATISTIQUES DES CONCENTRATIONS ABSOLUES
DES METAUX ET EGP SELON L'ABONDANCE DES SULFURES (suite).**

		Stériles	Faiblement disséminés	Disséminés	Massifs
Ru (ppb)	n	27	10	22	22
	x	16,5	12,1	17,8	16,6
	s	7,4	6,7	6,0	9,5
Rh (ppb)	n	39	14	33	24
	x	1,7	2,0	9,2	30,6
	s	0,7	1,2	10,2	20,1
Pt (ppb)	n	44	17	45	25
	x	25,1	36,2	86,1	232,1
	s	28,1	49,0	90,3	202,0
Pd (ppb)	n	71	20	45	25
	x	102,1	190,7	789,0	792,4
	s	79,6	260,5	1622,8	795,9
Au (ppb)	n	41	17	46	26
	x	6,2	22,4	15,0	30,2
	s	10,7	55,8	17,4	53,3
Re (ppb)	n	0	0	33	24
	x	-	-	27,6	86,1
	s	-	-	24,8	36,9
Pd/Ir	n	62	20	42	24
	x	169	142	524	609
	s	232	183	861	1441
Pt+Pd/ Os+Ir+Ru	n	65	21	47	25
	x	144	73	201	127
	s	261	90	267	308

* Fes: % de Fe contenu dans les sulfures normatifs

n: nombre de mesures

x: moyenne arithmétique

s: écart-type (1S)

TABLEAU 19: SOMMAIRE DE L'ANALYSE DE COVARIANCE (niveau de confiance: 99%)

Elément	les teneurs absolues moyennes des sulfures sont différentes		les teneurs recalculées moyennes des distributions de sulfures sont différentes					
	H1*		H1*		H2**		H3***	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
Co	X			X		X		X
Cu	X			X		X		X
Ni	X		X		X			X
Ni/Cu		X						
Fes/Ni	X							
Os		X	X		X			X
Ir	X		X		X			X
Ru		X	X		X		X	
Rh	X		X			X		X
Pt	X		X		X			X
Pd	X		X			X		X
Au		X	X			X		X
Re	X			X		X		X
Pd/Ir		X						
Pt+Pd/ Os+Ir+Ru		X						

*H1: Hypothèse 1: comparaison des "Roches stériles" vs "sulfures faiblement disséminés" vs "sulfures disséminés" vs "sulfures massifs".

**H2: Hypothèse 2: comparaison des "Sulfures faiblement disséminés" vs "sulfures disséminés" vs "sulfures massifs".

***H3: Hypothèse 3: comparaison des "Sulfures disséminés" vs "sulfures massifs"

dû à la forte variance de ce rapport dans les roches stériles. Le rapport Fe/Ni est caractérisé par des moyennes significativement différentes, malgré une forte variabilité, dans les roches stériles et les sulfures disséminés, et il montre une augmentation avec le pourcentage de sulfures puis une diminution dans les sulfures massifs. Le rapport Pd/Ir augmente aussi graduellement avec le pourcentage de sulfures ce qui n'est pas reflété dans l'analyse de covariance à cause de l'extrême variance de ce rapport. Par contre, le rapport $(\text{Pt} + \text{Pd})/(\text{Os} + \text{Ir} + \text{Ru})$ est statistiquement indifférentiable, variant irrégulièrement de 73 à 201 avec une variance extrême.

Les relations entre les métaux et EGP ont été analysées par une étude des coefficients de corrélation à partir de 3 bases de données:

i) la somme des données acquises pour l'ensemble des échantillons; ii) les sulfures massifs, et iii) les sulfures disséminés. Cette étude montre généralement que les coefficients de corrélation sont faibles à moyens sauf pour le cas des sulfures disséminés où les coefficients de corrélation obtenus sont élevés (Tableaux 20, 21, 22). Ces relations sont schématisées au Tableau 23.

L'Os, l'Ir, le Ru, le Rh et le Re se corrélaient positivement entre-eux sauf dans le cas des sulfures disséminés où l'Os montre des corrélations négatives avec le Rh et le Re. Le Pt, le Pd et l'Au ont des corrélations avec les autres EGP qui varient avec la base de données utilisée. Lorsque toutes les données de l'étude sont utilisées, le Pt et l'Au se corrélaient positivement aux autres EGP, alors que le Pd se corrélaient inversement et faiblement. Dans les

TABLEAU 20- COEFFICIENTS DE CORRELATION* POUR TOUTES LES DONNEES DE CETTE ETUDE

	Cr	Co	Cu	Ni	Ni/Cu	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Pd	Au	Re	Pd/Ir	Pt+Pd/ Os+Ir+Ru	% Sulfures
Cr	1.0000															
Co	-.5849	1.0000														
Cu			1.0000													
Ni	-.8854	.6944		1.0000												
Ni/Cu	-.6296	.4333	-.7249	.7569	1.0000											
Os						1.0000										
Ir		.3365		.3471	.2916	.7670	1.0000									
Ru				.3217				1.0000								
Rh	-.3770			.5271	.3390	.4723	.6374	.7307	1.0000							
Pt	-.2330	.2695	.2334	.4031		.5379	.6226	.4161	.6589	1.0000						
Pd	.6418	-.4765		-.5881	-.3875		-.4765		-.3353	-.1995	1.0000					
Au		-.2950	.3949		-.2231			.3722	.4894	.2305		1.0000				
Re						.5797	.6774						1.0000			
Pd/Ir	.6395	-.4790		-.5904	-.3828		-.4942		-.3522		.9996		-.3006	1.0000		
Pt+Pd/ Os+Ir+ Ru	.6381	-.4657		-.5909	-.3848		-.4863		-.3609		.9992			0.9995	1.0000	
% Sul- fures	-.3359	.5280		.3581		.5597	.5428		.3689	.5947	-.3902			-.4004	-.3817	1.0000

* Coefficients de corrélation statistiquement significatifs avec un niveau de confiance de 99%.

TABLEAU 21- COEFFICIENTS DE CORRELATION* POUR LES SULFURES MASSIFS

	Cr	Co	Cu	Ni	Ni/Cu	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Pd	Au	Re	Pd/Ir	Pt+Pd/ Os+Ir+Ru	% Sulfures
Cr	1.0000															
Co		1.0000														
Cu	.4369		1.0000													
Ni	-.5755	.4324	-.4847	1.0000												
Ni/Cu	-.5219		-.8772	.7948	1.0000											
Os	.4947			-.4390		1.0000										
Ir	.5408					.6744	1.0000									
Ru								1.0000								
Rh		-.5949					.5181	.8331	1.0000							
Pt					-.4001		.4819	.6020	.6081	1.0000						
Pd			.5459					.5936	.4182	.3567	1.0000					
Au		-.5329	.3800					.4047	.5108			1.0000				
Re	.6612			-.6545		.6035	.6664					-.3323	1.0000			
Pd/Ir			.3505		-.3621		-.6503				.6234		-.5951	1.0000		
Pt+Pd/ Os+Ir+ Ru							-.4049	-.5230	-.5913					.5370	1.0000	
% Sul- fures			.4038		-.4306					.4900						1.0000

* Coefficients de corrélation statistiquement significatifs avec un niveau de confiance de 95%

TABLEAU 22- COEFFICIENTS DE CORRELATION* POUR LES SULFURES DISSEMINES

	Cr	Co	Cu	Ni	Ni/Cu	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Pd	Au	Re	Pd/Ir	Pt+Pd/ Os+Ir+Ru	% Sulfures
Cr	1.0000															
Co	-1.0000	1.0000														
Cu			1.0000													
Ni	-.9954	.9951		1.0000												
Ni/Cu	-.9880	.9886	-.4095	.9687	1.0000											
Os						1.0000										
Ir	-.5613	.5642	-.9464	.4794	.6822		1.0000									
Ru	-.9997	.9998		.9928	.9915		.5811	1.0000								
Rh	-.9678	.9669		.9875	.9174	-.7257		.9614	1.0000							
Pt	.8449	-.8468	.7389	-.7898	-.9173		-.9169	-.8576	-.6831	1.0000						
Pd	.6058	-.6087	.9272	-.5269	-.7213		-.9985	-.6249		.9375	1.0000					
Au			.9652			-.8472	-.8289			.5369	.7970	1.0000				
Re	-.9601	.9590		.9824	.9054	-.7455		.9530	.9996	-.6614			1.0000			
Pd/Ir	.6069	-.6097	.9268	-.5280	-.7222		-.9984	-.6259		.9379	1.0000	.7962	-.3602	1.0000		
Pt+Pd/ Os+Ir+ Ru	.6142	-.6171	.9232	-.5359	-.7286		.9979	-.6332		.9411	.9999	.7906	-.3689	1.0000	1.0000	
% Sul- fures	.9857	-.9851		-.9973	-.9479		-.4138	-.9813	-.9964	.7427	.4631		-.9935	.4642	.4725	1.0000

* Coefficients de corrélation statistiquement significatifs avec un niveau de confiance de 99%.

TABLEAU 23: SYNTHÈSE DES CORRELATIONS ENTRE LES METAUX ET EGP

Base de données entière

	Cr	Co	Cu	Ni	Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Re
Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Re	-	+	+	+	+
Pd, Au	+	-	+	-	- (Au +)

Sulfures massifs

	Cr	Co	Cu	Ni	EGP
EGP	+	-	+	-	+

Sulfures disséminés

	Cr	Co	Cu	Ni	Os, Ir, Ru, Rh, Re
Os, Ir, Ru, Rh, Re	-	+	-	+	+(Os -)
Pt, Pd, Au	+	-	+	-	-

sulfures massifs, le Pt, le Pd et l'Au se corrèlent positivement avec les autres EGP. Par contre, dans les sulfures disséminés, ils se corrèlent négativement aux autres EGP mais positivement entre-eux.

Les relations des EGP avec les métaux sont aussi complexes. Lorsque toutes les données de l'étude sont utilisées, l'Ir, le Ru, le Rh et le Pt se corrèlent négativement au Cr et positivement au Co et Ni, alors que le Pd et l'Au montrent les relations contraires, c'est-à-dire une corrélation positive avec le Cr et négative avec le Co et le Ni. Le Pt et l'Au se corrèlent positivement mais faiblement au Cu. Dans les sulfures massifs, tous les EGP, pour lesquels une relation significative existe, montrent une corrélation positive avec le Cr et le Cu et négative avec le Co et le Ni. Par contre, dans les sulfures disséminés, l'Ir, le Ru, le Rh et le Re se corrèlent négativement au Cr et Cu et positivement au Co et Ni, ce qui est semblable aux relations données par l'ensemble des échantillons. Le Pt, le Pd et l'Au présentent aussi une relation inverse, soit positive avec le Cr et le Cu et négative avec le Co et le Ni.

Il existe une corrélation positive des EGP avec le Cu dans presque tous les cas où une corrélation significative est calculée. De plus, le Pd et le Pt dans les sulfures disséminés se corrèlent positivement au Cr. Cette relation est importante car le Pd est l'élément du groupe du platine le plus enrichi dans les gisements de Cu-Ni-EGP du lac Bleu.

La normalisation à 100% de sulfures des métaux et EGP permet de comparer la composition des sulfures variablement dilués par les silicates. A l'exception du cas des roches stériles, les sulfures forment un amas très dense dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S (Fig. 19). Cet amas se situe immédiatement au-dessus du champ de stabilité de la solution-solide des monosulfures à 600°C (Fig. 19B). Seuls quelques points représentant des sulfures disséminés se trouvent à l'intérieur du champ de la solution-solide. Par contre, les sulfures des roches stériles montrent une composition très variable qui s'étend de l'amas de points jusqu'au champ de solution-solide avec une composition riche en Ni. Cette variabilité de la composition chimique des sulfures des roches stériles est aussi observée pour les autres éléments (Tableau 24). Il s'agit d'un effet direct de la procédure de normalisation qui multiplie l'erreur dans les roches pauvres en sulfures. Cet effet s'exprime aussi dans les concentrations normalisées moyennes qui sont systématiquement plus élevées dans les roches stériles, et à un degré moindre dans les sulfures faiblement minéralisés, que dans les sulfures disséminés et massifs. Les concentrations normalisées plus élevées résultent, aussi en partie, de l'incorporation de métaux et EGP associés aux silicates et oxydes dans le calcul de la composition des sulfures: l'importance du facteur de normalisation dans les roches stériles amplifie l'erreur. De plus, la rééquilibration sub-solidus des sulfures disséminés dans des roches avec un faible rapport sulfure/silicate peut donner lieu à des variations locales dans la composition des sulfures. Le métamorphisme et le remplacement

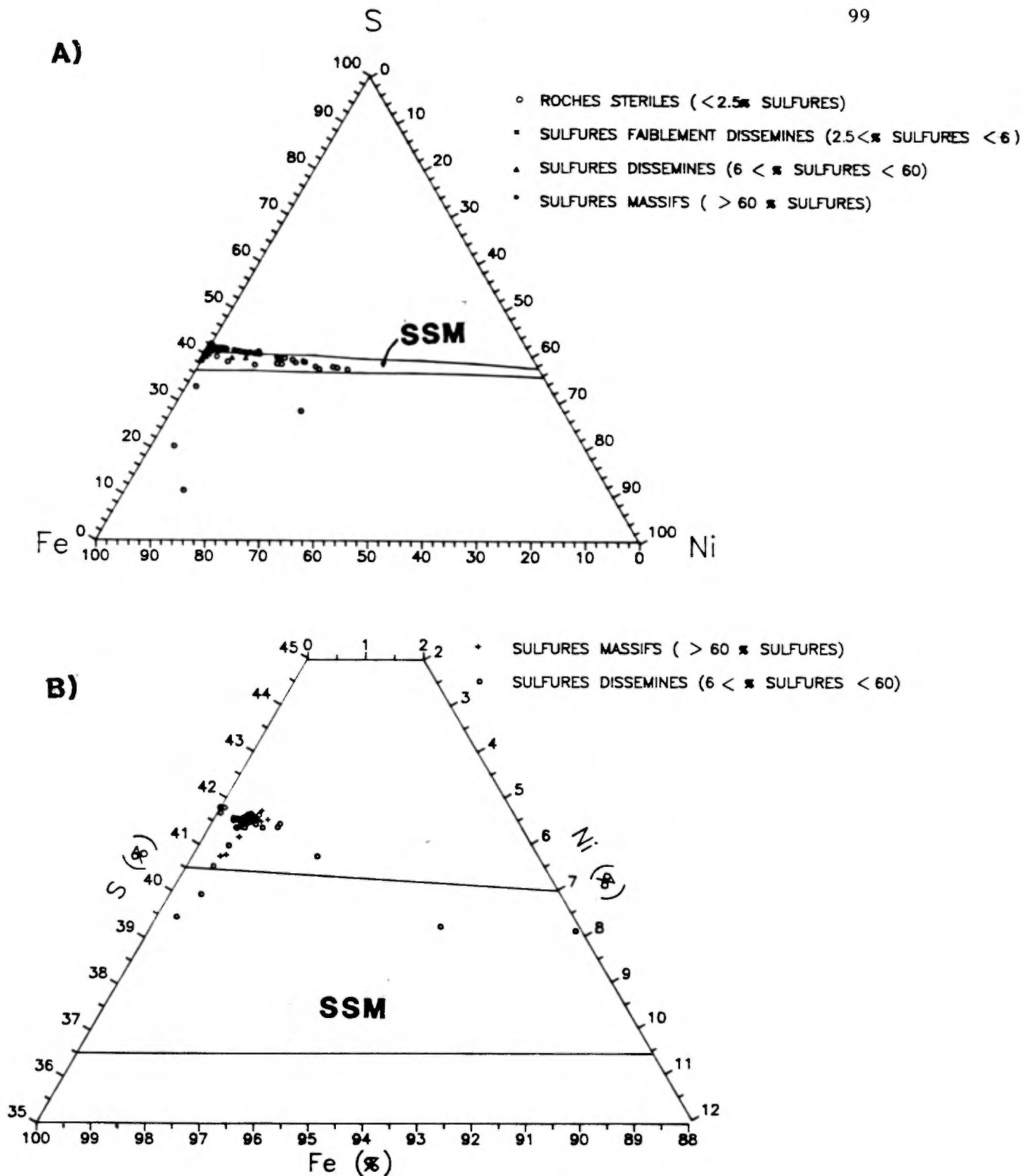


Figure 19-

Composition chimique des sulfures recalculés à 100% sulfures dans un diagramme ternaire Fe-Ni-S. Le champ de la solution-solide des monosulfures (SSM) à 600°C est délimité (d'après Naldrett et al., 1967). A) Toutes les analyses de cette étude; on note la dispersion des analyses de roches stériles. B) Sulfures massifs et disséminés avec l'essaim de points partant du champ de solution-solide vers l'amas de points.

TABLEAU 24: ESTIMATEURS STATISTIQUES DES CONCENTRATIONS, RECALCULEES A 100% DE SULFURES, DES METAUX ET EGP.

		Stériles	Faiblement disséminés	Disséminés	Massifs
Co (%)	n	61	21	49	26
	x	0,33	0,05	0,07	0,08
	s	0,94	0.07	0.09	0.02
Cu (%)	n	61	21	49	26
	x	3,72	1,12	1,70	1,12
	s	6,86	1,16	2,35	1,15
Ni (%)	n	61	21	49	26
	x	7,77	1,75	0,86	0,67
	s	8,16	1,04	1,25	0,10
Os (ppb)	n	7	2	4	8
	x	3572	86	33	7
	s	3038	-	31	3
Ir (ppb)	n	53	21	31	44
	x	736	33	8	5
	s	1160	11	7	3
Ru (ppb)	n	20	10	27	24
	x	13511	341	83	17
	s	13621	240	78	11
Rh (ppb)	n	31	14	21	33
	x	909	52	40	32
	s	1236	38	53	22
Pt (ppb)	n	36	17	33	45
	x	15485	924	404	266
	s	19183	1339	354	253
Pd (ppb)	n	59	20	32	45
	x	67780	4919	2874	917
	s	78998	7115	3914	1011
Au (ppb)	n	37	17	34	46
	x	1584	573	79	36
	s	2223	1519	132	67
Re (ppb)	n	0	0	23	34
	x			111	94
	s			179	38

fréquent des silicates par des sulfures pourrait aussi être partiellement responsable de la variabilité de la composition chimique des sulfures des roches stériles.

L'analyse de la covariance des concentrations recalculées démontre que seules les moyennes du Co, du Cu et du Re sont statistiquement similaires si on tient compte des roches stériles (Tableau 19). Si on exclut les roches stériles, la moitié des éléments considérés a des concentrations recalculées moyennes similaires (Hypothèse 2) et, avec l'exclusion des sulfures faiblement disséminés, tous les éléments (sauf le Ru) ont des concentrations recalculées moyennes similaires (Hypothèse 3). Cette étude indique donc que les sulfures massifs et disséminés sont identiques au niveau de leur composition chimique.

La composition recalculée différente des sulfures des roches stériles et des sulfures faiblement disséminés par rapport aux sulfures massifs et disséminés résulte probablement de trois facteurs, dont l'importance relative est difficile à évaluer: 1) la procédure de normalisation à 100% sulfures; 2) le remplacement des silicates par les sulfures; 3) la ré-équilibration sub-solidus des sulfures disséminés dans un grand volume de roches silicatées. Nous considérons que ces différences de composition entre les sulfures massifs et disséminés d'une part, et les sulfures des roches stériles ou faiblement disséminés d'autre part, ne sont pas primaires. Elles résultent possiblement, et en grande partie, de la manipulation mathématique des données lors de la normalisation à 100% de sulfures.

FORAGE 746-1 , ZONE CENTER

"SM" = POSITION DES SULFURES MASSIFS.

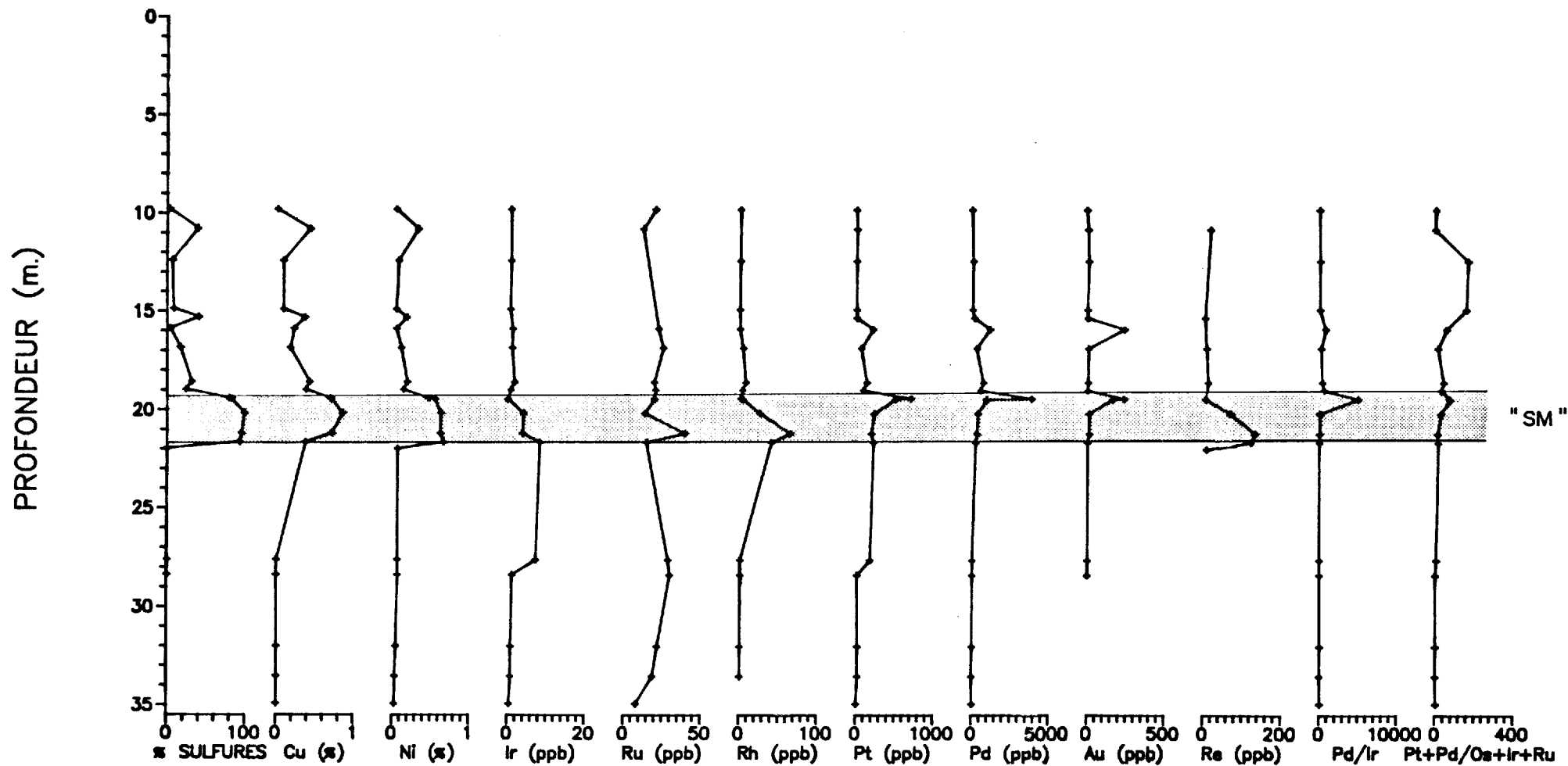


Figure 20- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-1, Zone Center

FORAGE 746-2, ZONE CENTER

"SM" = POSITION DES SULFURES MASSIFS.

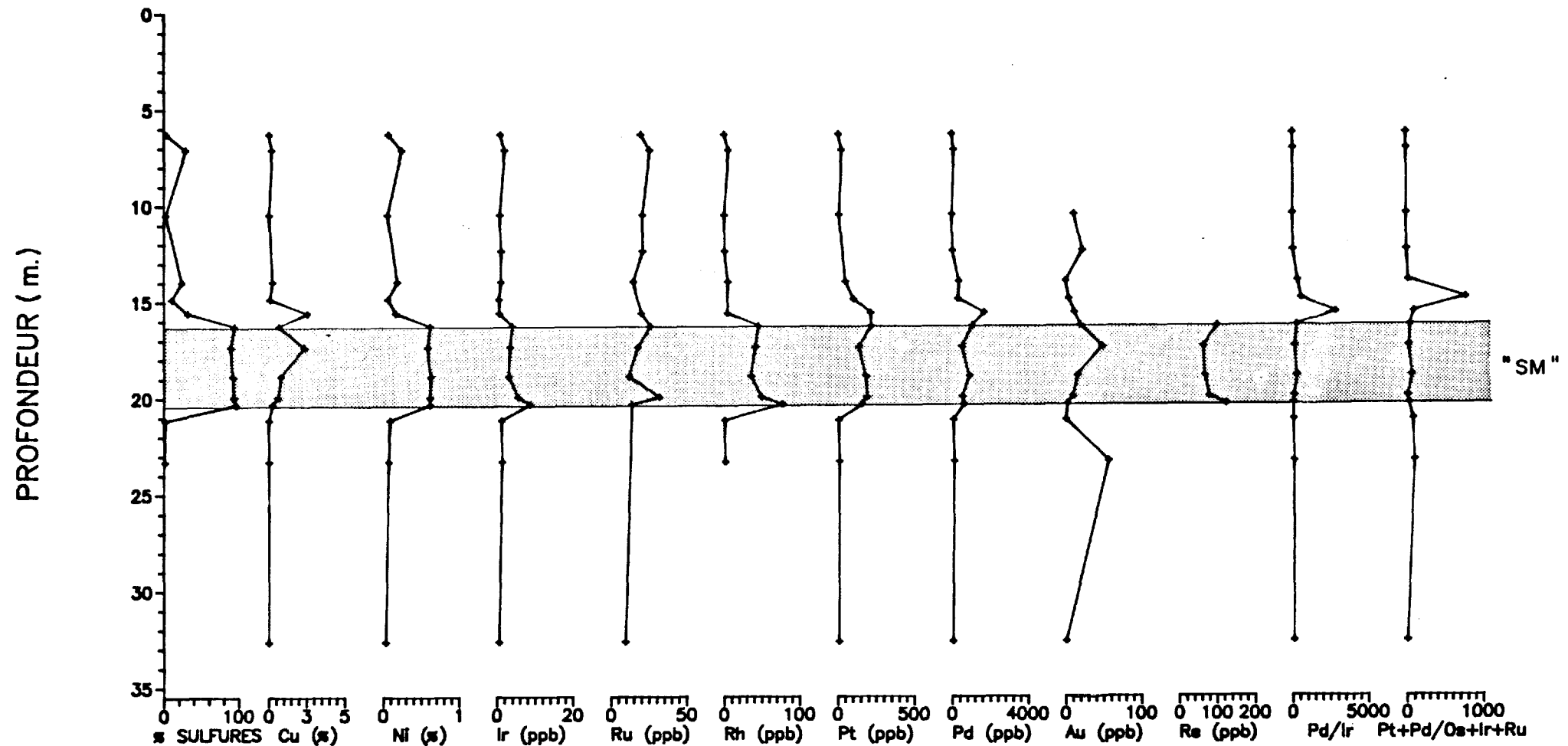


Figure 21- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-2, Zone Center

FORAGE 746-32, ZONE CENTER

"SM" = POSITION DES SULFURES MASSIFS.

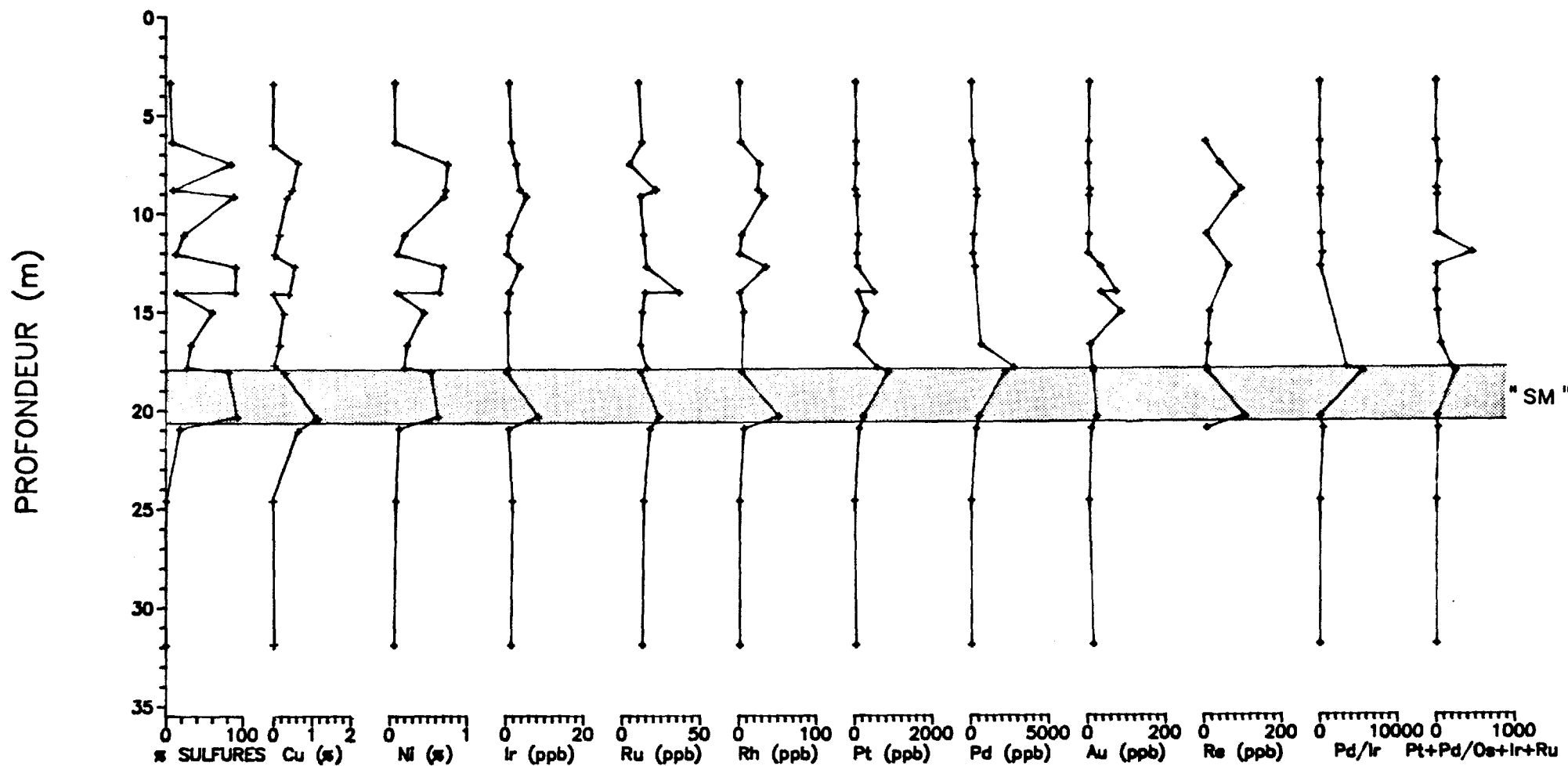


Figure 22- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-32, Zone Center

FORAGE 746-52, ZONE POGO LAKE

"SM" = POSITION DES SULFURES MASSIFS.

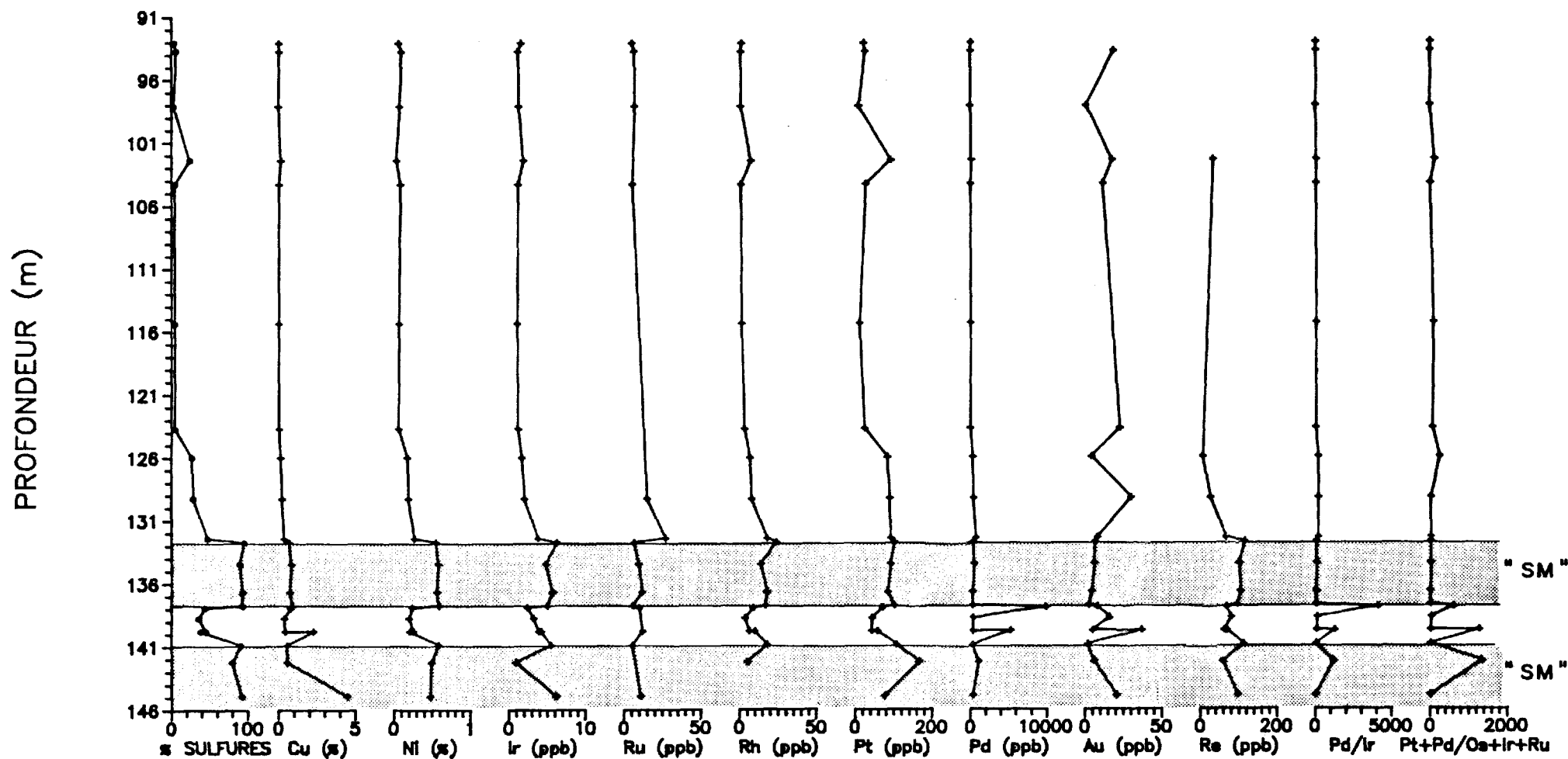


Figure 23- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-52, Zone Pogo Lake

FORAGE 746-58, ZONE POGO LAKE

"SM" = POSITION DES SULFURES MASSIFS.

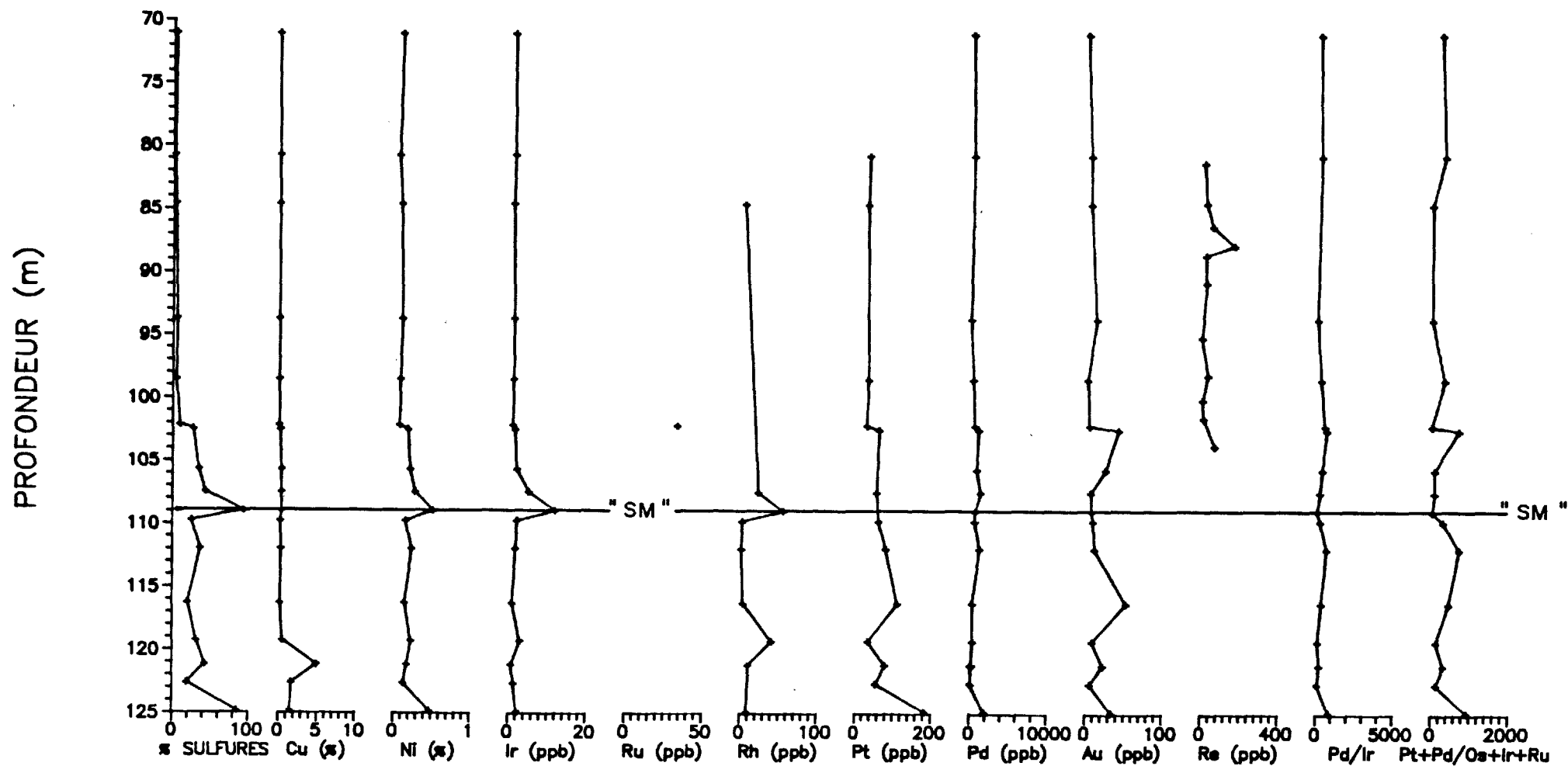


Figure 24- Profil de distribution des métaux et EGP dans le forage 746-58, Zone Pogo Lake

4.4.3- Profils de distribution des EGP dans le filon-couche Médian

Les profils de distribution des EGP sont présentés aux Figs. 20, 21, 22, 23 et 24. La caractéristique majeure de ces profils est l'enrichissement important en Pd (≤ 9.8 ppm, annexe C) localisé à la bordure inférieure ou supérieure des lentilles de sulfures massifs. Dans une moindre mesure, le Pt (≤ 0.9 ppm, annexe C) et l'Au (≤ 0.2 ppm, annexe C) montrent un enrichissement ponctuel concordant avec celui du Pd. Cet enrichissement coïncide avec la présence de sudburyite au contact des sulfures massifs et de la roche altérée adjacente ainsi qu'avec une corrélation positive des EGP et du Cu. Cette corrélation s'exprime minéralogiquement par l'existence de lentilles de chalcopryrite massive aux contacts. Les pics du Pd semblent localisés au sommet des lentilles dans la zone Center et à leur base dans la zone Pogo Lake. Cette distribution résulte de "l'effet de pépité". Par exemple, une lame mince polie contenant de la sudburyite au contact et sous les sulfures massifs n'est pas signalée par un pic de Pd à la base des sulfures massifs (Fig. 21). Il est donc possible que la localisation différente des pics dans les deux zones soit due au hasard de l'échantillonnage.

Les profils confirment une corrélation inverse entre le Pd et les autres EGP. Dans la zone Center, on observe généralement une diminution progressive de l'Ir, du Ru, du Rh et du Re de la base au sommet de la lentille de sulfures massifs. Par contre, le Pt, le Pd et l'Au montrent soit une relation inverse, c'est-à-dire une augmentation progressive de la concentration vers le sommet de la

lentille, soit une absence de variation systématique. Dans la zone Pogo Lake, les sulfures massifs sont surmontés de sulfures disséminés à texture marbrée. On observe dans les sulfures disséminés à texture marbrée un appauvrissement progressif en Ir, Rh et Re vers le sommet des sulfures disséminés à texture marbrée, alors que les sulfures massifs montrent un profil plat (Fig. 23). Dans le forage 756-58 (Fig. 24), une mince lentille (ou veine) de sulfures massifs est surmontée de sulfures disséminés dont l'abondance décroît en s'éloignant des sulfures massifs. L'Ir montre un enrichissement progressif en s'approchant des sulfures massifs alors que l'Au diminue après un saut brusque associé à une augmentation du pourcentage de sulfures.

4.4.4- Patrons de fractionnement des EGP

Les concentrations des EGP, recalculées à 100% sulfures, ont été normalisées sur l'abondance moyenne de la chondrite Cl (Naldrett, 1981). Ainsi, les EGP montrent un fractionnement, qui est fonction d'une baisse de leur point de fusion et qui caractérise les divers environnements et types de gisement d'EGP (Barnes et Naldrett, 1985).

Les patrons de fractionnement des EGP dans nos différents groupes de sulfures sont similaires et caractéristiques d'un fractionnement important (Fig. 25A). L'indice de fractionnement ($Pt + Pd/Os + Ir + Ru$) moyen varie de 73 à 201 (Tableau 18). Les patrons de fractionnement des sulfures faiblement disséminés, disséminés et massifs ont des champs identiques alors que les roches stériles définissent un champ de forme similaire mais situé au-dessus des

autres. Cette différence résulte des problèmes déjà discutés de recalculations à 100% de sulfures. Individuellement, les patrons sont très semblables. Ils montrent un pic marqué du Pd associé aux valeurs élevées observées dans les bordures des lentilles de sulfures massifs.

Généralement les patrons de fractionnement des EGP présentent une anomalie positive en Ru qui ne résulte pas d'un effet graphique car l'Ir, le Rh et le Pt s'alignent sur une droite. A notre connaissance cette anomalie n'a jamais été rapportée dans la littérature et sa signification reste à évaluer.

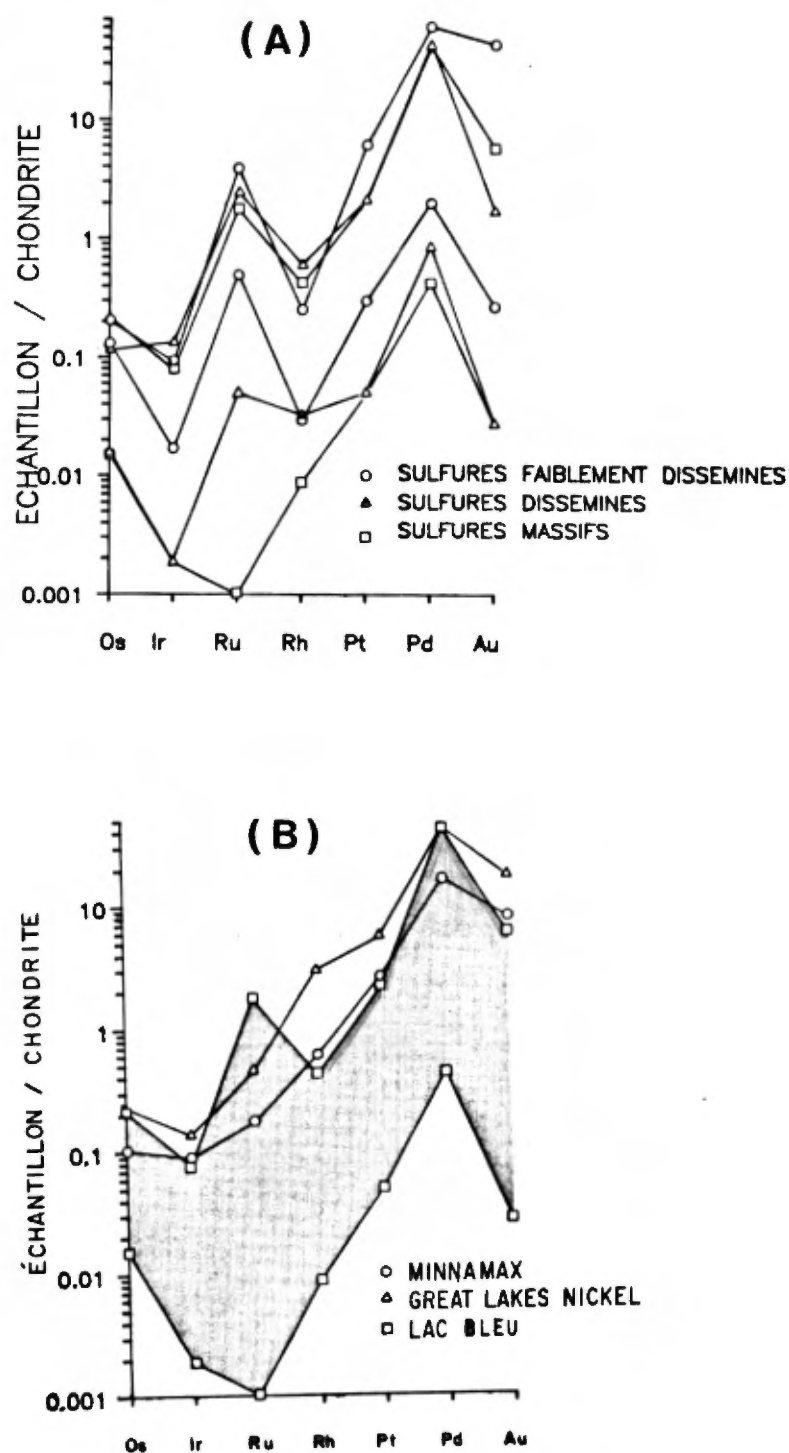


Figure 25- Patrons de fractionnement des EGP et Au. A) Valeurs maximum et minimum pour les sulfures faiblement disséminés, disséminés et massifs. B) Comparaison du champ des sulfures massifs du lac Bleu avec un patron caractéristique des gîtes Minnamax et Greats Lake Nickel (données de Naldrett, 1981).

5- PETROLOGIE ET METALLOGENIE

5.1- Contexte structural et modèle pétrogénétique

L'axe central de la Fosse du Labrador est jalonné sur une distance supérieure à 600 km par des basaltes et par des roches intrusives ultramafiques et gabbroïques analogues à celles du lac Retty (Baragar, 1960; Dimroth, 1978). Cette distribution suggère que l'origine de ce magmatisme fissural d'échelle continentale est contrôlée par un ancien linéament. Au lac Retty, les laves massives alternent avec des laves en coussins et les filons-couches font intrusion dans des sédiments argilo-gréseux, ce qui indique que l'activité magmatique a pris place en milieu marin mais à proximité d'une source de matériaux clastiques. Certains domaines océaniques actuels sont formés par des complexes de laves et de filons-couches de composition tholéiitique semblables à ceux du lac Retty. C'est le cas, par exemple, d'une grande partie de la mer des Caraïbes (Burke et al., 1978) et de certains plateaux sous-marins de l'ouest du Pacifique. La nature du socle sur lequel s'est déposé l'assemblage de sédiments et de roches magmatiques du lac Retty est conjecturale. La composition de type MORB des basaltes implique la possibilité d'un socle océanique.

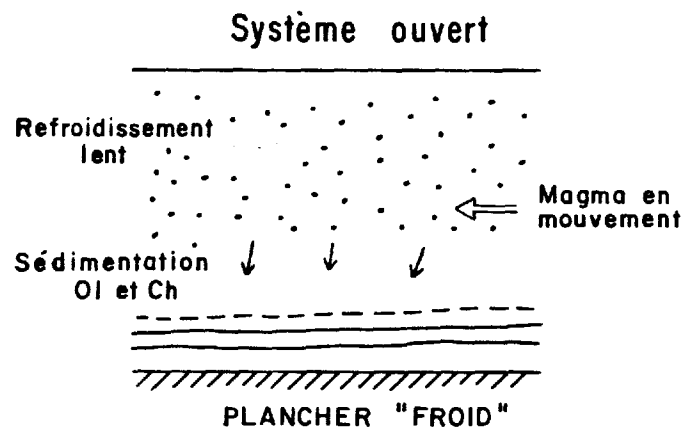
Les volcans basaltiques, y compris ceux des dorsales océaniques actuelles, sont alimentés par une chambre magmatique peu profonde. Cette chambre n'est pas toujours définissable par une forme simple et précise. D'une manière plus réaliste, elle peut souvent être constituée d'un réseau de filons reliés les uns aux autres et alimentés

périodiquement par de nouveaux apports de magma. Les caractéristiques structurales et lithologiques des filons-couches du lac Retty correspondent à celles d'une chambre magmatique complexe formée d'un réseau filonien.

L'activité des volcans et l'édification des grands plateaux basaltiques est habituellement cyclique. Chaque période effusive est suivie d'une période d'inactivité. On peut donc supposer que la chambre magmatique enregistre différemment ces épisodes et que les roches intrusives consolidées dans les filons-couches résultent d'un ou de plusieurs de ces cycles. Le concept de fonctionnement et de formation des filons-couches que nous avons déduit des observations faites au lac Retty est illustré dans la figure 26.

Les coupes détaillées données au chapitre 3 (Figs.6 et 7) des filons-couches Inférieur et Médian mettent en évidence l'existence de deux unités distinctes, respectivement de composition ultramafique et gabbroïque. L'interprétation des données pétrographiques et chimiques indique que l'unité ultramafique a cristallisé lentement en système ouvert. Cet épisode est lié à une phase active provoquée par une injection persistente de magma parent. Le magma s'écoule lentement entre le plancher et le toit du filon-couche. A cause d'un refroidissement faible, seules l'olivine et la chromite commencent à se former mais les processus de nucléation et de croissance des cristaux sont lents. Comme ces cristaux sont plus denses que le liquide, ils tendent à s'accumuler sur le plancher du filon-couche où leur croissance

1. Phase active



2. Phase inactive

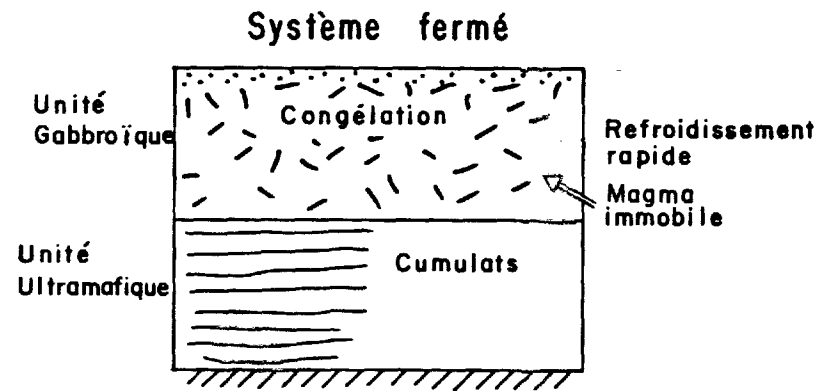


Figure 26- Schéma du modèle de formation des unités ultramafique et gabbroïque dans un filon-couche.

s'accélère étant donné que cette surface est plus froide que l'intérieur de l'intrusion. A l'interface séparant le magma du sédiment magmatique des réactions complémentaires se produisent avec développement de pyroxènes postcumulus dans les interstices vacants. Ainsi, l'unité ultramafique s'épaissit progressivement sans changement significatif de la composition des phases solides. Le rapport $Mg\#$, les teneurs en Ni et Co des olivines ainsi que la teneur globale des roches en Cr varient peu, ce qui signifie que le degré d'évolution du magma parent ne change pas beaucoup. Il conserve ses caractéristiques primitives parce que son renouvellement est continu. Au cours de cet épisode, le magma peut ségréger ses phases sulfurées et précipiter des sulfures de Ni et Cu avec EGP sous l'effet, par exemple, de variations locales des fugacités de l'oxygène et du soufre à l'intérieur de l'intrusion (Naldrett, 1969).

Quand l'injection cesse, le mouvement d'écoulement à l'intérieur du filon-couche ralentit. Le système passe par des conditions intermédiaires entre le régime dynamique précédent et l'épisode d'inactivité qui suit. On entre dans une phase transitionnelle dont la durée est variable si l'on en juge par le développement plus ou moins important de la zone de transition des roches ultramafiques aux gabbros dans les filons-couches Inférieur et Médian.

Finalement, l'unité gabbroïque cristallise dans des conditions statiques. Le refroidissement est rapide parce que le magma est piégé. Les effets de la cristallisation fractionnée en système fermé

sont documentés dans ces roches gabbroïques par les fortes variations des indicateurs de fractionnement.

5.2- Texture et paragenèse des sulfures

La caractéristique principale des sulfures massifs et disséminés est l'abondance des textures de déformation et de recristallisation. Dans les sulfures disséminés, les grains de pyrrhotite moulent et remplacent les serpentines, amphiboles et chlorites formées lors de l'altération des roches ultramafiques. Tout en occupant parfois les interstices entre les grains cumulus, une texture probablement d'origine magmatique, les plages de sulfures moulent aussi des couronnes de silicates secondaires drusiques. Ces relations indiquent que les sulfures ont été partiellement remobilisés pendant ou après le métamorphisme des roches ultramafiques, ce qui est particulièrement bien exprimé par le remplacement des grains d'olivine et de pyroxènes par les sulfures.

Dans les sulfures disséminés, les plages de chalcopryrite ceinturant partiellement les grains de pyrrhotite disséminés sont considérées par Amcoff (1981, 1987) comme produites au cours d'un métamorphisme de basse température ($< 300^{\circ}\text{C}$). La présence d'inclusions lamellaires de pentlandite dans la pyrrhotite disséminée indique qu'un surplus de Ni a fait exsolution dans la pyrrhotite au cours du refroidissement jusqu'à une température d'environ $200-100^{\circ}\text{C}$ (Craig et Vaughan, 1981). La rareté des inclusions de pentlandite dans la pyrrhotite remplaçant les silicates suggère que la température atteinte

lors du remplacement n'a pas dépassé environ 200°C. Si la température avait dépassé 200°C le taux de diffusion du Ni aurait alors été assez élevé pour permettre sa migration et former des exsolutions de pentlandite à la bordure des grains de pyrrhotite (Craig et Vaughan, 1981).

Par contre, la présence de grains de pentlandite dans les plages interstitielles de pyrrhotite suggère qu'elles furent piégées entre les phases cumulus lors de la ségrégation d'un liquide sulfuré immiscible pendant le refroidissement du magma. On doit cependant prendre en considération le fait que le volume limité de solution-solide interstitielle des monosulfures diminue la quantité de Ni exsolvé et, par conséquent, la capacité de former des grains de pentlandite à la bordure des plages de pyrrhotite.

On observe dans les sulfures massifs des textures d'origine probablement primaire et des textures secondaires de déformation et recristallisation. Les textures primaires sont préservées dans les zones grossièrement grenues des sulfures massifs. La magnétite en gros grains allotriomorphes, les intercroissances graphiques de magnétite avec la pyrrhotite et les grains hypidiomorphes de pentlandite sont probablement d'origine primaire. Les intercroissances graphiques de pyrrhotite-magnétite représentent la cristallisation cotectique de la solution-solide des monosulfures avec la magnétite dans les derniers stades de cristallisation du liquide sulfuré (Naldrett, 1969). On note cependant que la pyrrhotite forme, dans les horizons grenus, soit de gros grains partiellement traversés par des chapelets de petits

cristaux de magnétite ayant communément une texture en mortier en périphérie, soit des agrégats homogranulaires avec points-triples multiples. Ces textures indiquent que les sulfures massifs ont partiellement recristallisé ("annealing") sous l'effet d'une augmentation de température. De plus, la pyrrhotite a été parfois remobilisée et est venue cimenter des fractures dans la magnétite.

Les horizons laminés résultent d'une déformation plastique à l'état solide qui a induit une recristallisation et un alignement cristallographique des grains de pyrrhotite et de chalcopryrite et qui s'est accompagnée de déformations intracristallines. Ces dernières sont bien représentées dans la pyrrhotite par des macles lamellaires polysynthétiques et des bandes lenticulaires de kink. Les processus de déformation ont été accompagnés par la migration de la chalcopryrite vers des horizons où la température était probablement plus élevée, en particulier dans les zones de cisaillement en bordure des sulfures massifs. La présence d'exsolution de cubanite dans les lentilles de chalcopryrite à la base des sulfures massifs constitue par ailleurs un excellent géothermomètre (Ramdhor 1980) qui indique une température minimum de l'ordre de 250-300°C.

Les MGP observés dans cette étude se localisent principalement dans la zone de contact des sulfures massifs avec la roche ultramafique altérée. Dans les sulfures massifs, un des deux grains de MGP est localisé dans une fracture coupant les sulfures massifs. Cette association étroite des MGP avec des sulfures recristallisés pendant ou après le métamorphisme implique nécessairement que les minéraux de

palladium observés ont cristallisé au cours de l'épisode de métamorphisme.

5.3- Composition chimique des sulfures

La composition chimique homogène des différents sulfures a des implications importantes. Originellement, les sulfures ont fait ségrégation dans le magma parent initial et ils ont cristallisé entre les grains des phases cumulus, ou ils se sont accumulés à la base du magma parent en train de refroidir. Le métamorphisme et les déformations plus tardives ont permis la recristallisation des sulfures avec des compositions chimiques très homogènes, ce qui est évident quand on compare les différents faciès de minéralisation. Cette uniformité implique qu'il y a eu homogénéisation et suppose donc une mobilité des métaux ainsi que des conditions physico-chimiques semblables à relativement grande échelle. On observe en effet des compositions uniformes dans des zones minéralisées distantes d'environ 1 km et pour des sulfures de différents faciès de minéralisation. Ces conditions pourraient être liées à un épisode de métamorphisme régional.

La composition chimique homogène des minéraux est corroborée par celle des différents types de distribution des sulfures. Il est par ailleurs significatif que la majorité des analyses recalculées à 100% de sulfures forme un amas situé à environ 1% S au-dessus du champ de solution-solide des monosulfures à 600°C. Un liquide sulfuré ayant cette composition, et ségrégué à partir d'un magma basaltique, aurait formé l'assemblage pyrite-pentlandite au lieu de pyrrhotite-pentlandite

étant donné que sa composition se situe au-dessus du solvus de la pyrite à 600°C. Nous pensons que cette composition résulte plutôt d'un apport ultérieur de soufre, en provenance de l'extérieur du système, qui a déplacé la composition chimique des sulfures vers le pôle du soufre. Cette sulfurisation, probablement contemporaine du métamorphisme, a été importante puisqu'elle a affecté également les deux zones minéralisées et les différents faciès de minéralisation lors de la recristallisation et de la déformation des sulfures. Cette hypothèse d'une sulfurisation extensive du système est appuyée par deux observations indépendantes. En premier lieu, on observe que les compositions des sulfures disséminés et massifs forment un groupe allongé s'étirant depuis l'amas de points des sulfures massifs et disséminés (Fig. 19B) et dans le champ de la solution-solide des monosulfures. Ce groupe représente une augmentation régulière de la concentration du S à une concentration constante de Ni, suggérant une sulfurisation. En second lieu, la pyrite n'a été observée qu'à une occasion dans cette étude, soit dans la roche ultramafique altérée sous les sulfures massifs. Cette relation suggère que les horizons déformés à la base des sulfures massifs servaient de conduits pour transporter le S externe car la pyrite indique une fugacité du S plus élevée que la pyrrhotite. Certains sulfures disséminés sont moins affectés par la sulfurisation car ils sont moins accessibles à l'apport de S que les sulfures massifs déformés.

Le rapport $\text{Cu}/(\text{Cu} + \text{Ni})$ des concentrations moyennes dans les sulfures massifs est de 0.62. Dans un diagramme $\text{Cu}/(\text{Cu} + \text{Ni})$ vs la concentration en MgO du magma parent (environ 11% MgO, 87-GB-004),

cette valeur est en accord avec la courbe théorique de Rajamani et Naldrett (1978) qui exprime le fractionnement du Cu et du Ni entre des liquides silicatés et sulfurés ayant un rapport masse silicatée/masse sulfurée très élevé (Fig. 27A). Ceci supporte l'hypothèse que les sulfures se sont formés par ségrégation d'un liquide sulfuré immiscible à partir d'un magma parent avec lequel le liquide sulfuré n'était pas en parfait équilibre (Barnes et al., 1982). On se souviendra cependant que la caractérisation du magma parent est basée sur peu de données et, par conséquent, qu'elle n'est que préliminaire. La sulfurisation subséquente, associée à la recristallisation et à la déformation, a déplacé la composition moyenne des sulfures hors du champ de la solution-solide des monosulfures.

La pyrrhotite contient environ 0.54% Ni et 0.039% Co, ce qui est commun lorsque la pyrrhotite a éliminé son excès de Ni par exsolution (Craig et Vaughan, 1981). En utilisant la composition normative moyenne des sulfures massifs, on peut calculer que les 86% de pyrrhotite formant les sulfures massifs contiennent 75% de la concentration moyenne en Ni des sulfures massifs. Le reste du Ni est incorporé dans la pentlandite dont une fraction, importante dans les sulfures disséminés, forme des inclusions dans la pyrrhotite. Ces inclusions sont plus difficilement libérables que des grains bien individualisés lors du traitement du minerai. La pyrrhotite ne contient cependant que 34% du Co contenu dans les sulfures massifs, la majorité du Co se trouvant dans la pentlandite. Malheureusement, la pyrrhotite n'est pas souvent utilisée comme minerai de Ni à cause de problèmes métallurgiques.

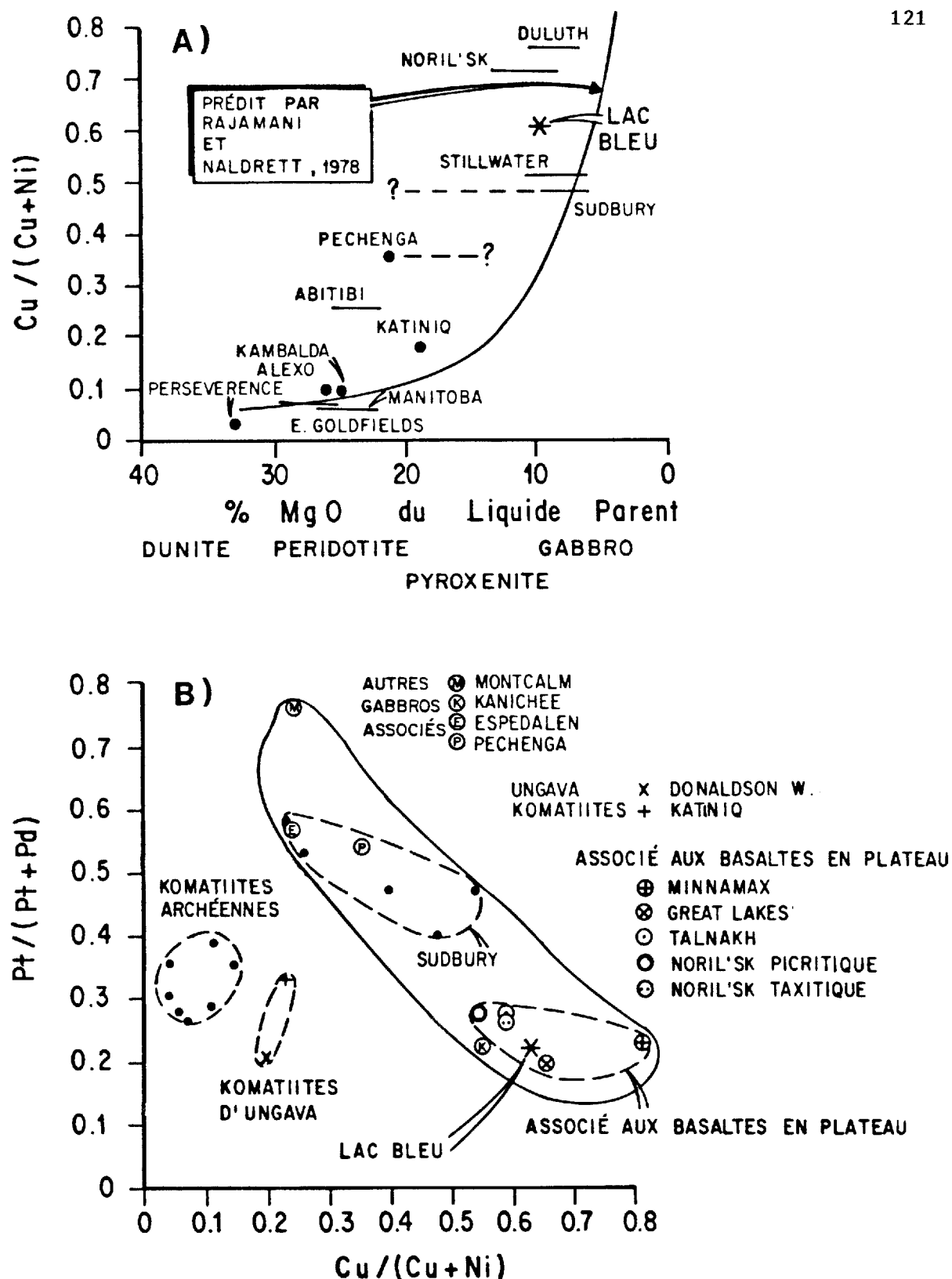


Figure 27- A) Diagramme $\text{Cu}:(\text{Cu} + \text{Ni})$ vs teneur en MgO du magma parent (représenté par 87-GB-004) (modifié de Barnes et al., 1982). B) Similitude des sulfures du Lac Bleu avec ceux reliés au magmatisme fissural (modifié de Naldrett, 1981).

5.4- Fractionnement des EGP

Les profils des EGP dans les sulfures massifs dans la Zone Center (Figs. 20 à 22) indiquent un enrichissement progressif de Ir, Ru, Rh et Re vers la base des lentilles de sulfures massifs et un enrichissement inverse du Pt, Pd et Au vers le sommet. Des fractionnements similaires ont été décrits ailleurs (voir Naldrett, 1981). Leur origine résulterait de la cristallisation fractionnée de la solution-solide de monosulfures dans un liquide sulfuré. La première solution-solide de monosulfures à cristalliser incorpore Os, Ir, Ru, Rh et probablement Re, enrichissant le liquide sulfuré résiduel en Pt, Pd et Au et provoquant ainsi le profil de fractionnement observé. Selon Naldrett et al. (1982), le liquide résiduel devrait aussi concentrer le Bi et le Te (ainsi que Hg dans le cas présent) pour former l'assemblage observé des MGP.

La cristallisation fractionnée de la solution-solide de monosulfures n'explique cependant pas la concentration extrême et localisée de Pd à la bordure supérieure ou inférieure des sulfures massifs ou dans les roches ultramafiques altérées adjacentes aux sulfures massifs. Les observations pétrographiques et la composition chimique des sulfures suggèrent par contre une recristallisation dans un milieu physico-chimique relativement homogène et porté à une température d'au moins 200°C, qui subit des déformations tectoniques par cisaillement. Dans les zones déformées la température atteint au moins 250 à 300°C. Les déformations à la bordure des lentilles de sulfures massifs jouent un rôle essentiel dans le développement des concentrations élevées en

Pd. De plus, les zones déformées semblent également avoir canalisé les apports nécessaires à la sulfurisation des sulfures massifs et disséminés. Les relations dans le système Fe-Ni-Cu-S indiquent que le Cu est plus incompatible que le Ni dans le liquide résiduel par rapport à la solution-solide des monosulfures. Lors de la recristallisation le Cu est plus mobile et migre en compagnie du Pt, du Pd et de l'Au vers les horizons "chauds" où la déformation est plus intense. Le comportement géochimique similaire de ces éléments est supporté par leur corrélation positive avec le Cu. Comme la sulfurisation implique un transfert de masse significatif, une phase fluide externe a joué probablement un rôle actif à ce moment en permettant la mobilisation du Cu, du Pt, du Pd et de l'Au. La circulation de cette phase fluide est probablement associée au métamorphisme ayant provoqué la serpentinisation des roches ultramafiques plutôt qu'à une autre altération hydrothermale distincte.

5.5- Comparaison avec d'autres types de gisements de Cu-Ni-EGP

Les patrons des EGP du lac Bleu définissent un champ qui se compare, par leur fractionnement (Pd/Ir élevé) et leurs abondances relatives, aux gîtes Minnamax (Complexe de Duluth, 1.12 Ga) et Great Lakes Nickel (âge similaire au gîte Minnamax). Ces patrons se caractérisent par des teneurs plus élevées en Pt, Pd et Au pour des teneurs similaires en Os, Ir, Ru, Rh que les gîtes de Sudbury (Naldrett, 1981). Sur un diagramme $Pt/(Pt + Pd)$ vs $Cu/(Cu + Ni)$, les rapports des concentrations moyennes de ces éléments coïncident aussi avec ceux des gîtes Minnamax et Great Lakes Nickel (Fig. 27B). Ces gîtes sont associés aux conduits nourriciers d'un magmatisme fissural

basaltique produit lors du développement de rifts continentaux. Les gîtes de la région de Noril'sk-Talnakh (U.R.S.S.), aussi associés à un volcanisme fissural, sont cependant moins fractionnés (Pd/Ir moins élevé) que ceux du Lac Bleu avec des abondances en EGP beaucoup plus élevées (voir Naldrett, 1981). Cependant, les rapports $Pt/(Pt + Pd)$ et $Cu/(Cu + Ni)$ de ces gîtes se situent dans le même domaine que ceux du Lac Bleu (Fig. 27B).

Les patrons de fractionnement des EGP sont par contre différents de ceux observés dans la ceinture de Cape Smith. Ces derniers montrent un fractionnement beaucoup moins important que les patrons du Lac Bleu. Aussi, le rapport $Cu/(Cu + Ni)$ des gîtes de la ceinture de Cape Smith est beaucoup moins élevé ($\sim 0,2$ vs $0,6$) que celui du lac Bleu (Fig. 27B).

Les facteurs qui induisent un fractionnement des EGP ont été revus par Naldrett (1981). Les patrons très fractionnés, tels ceux qui sont associés au magmatisme basaltique, résulteraient d'un degré de fusion partielle faible dans une source fertile, ce qui engendre la libération du Pt et du Pd lors de la fusion des sulfures, spinelles et/ou grenats alors que les résidus riches en olivine contiendraient la majorité de Os, Ir, Ru et Rh.

6- CONCLUSIONS

- 1- Les filons-couches du lac Retty sont interprétés comme des chambres magmatiques peu profondes ayant alimenté le volcanisme tholéiitique fissural représenté par les basaltes de la Formation de Willbob. L'unité ultramafique des filons-couches résulte du fractionnement partiel du magma en route vers la surface lors d'une période prolongée de volcanisme actif, alors que l'unité gabbroïque a cristallisé dans des conditions statiques reflétant l'arrêt d'apports de magma frais et la cessation en surface de l'activité volcanique.
- 2- La concentration des sulfures résulte principalement de la ségrégation d'un liquide sulfuré dense et immiscible dans le magma basaltique, la phase sulfurée ayant été formée en équilibre avec ce magma.
- 3- La distribution des EGP a été contrôlée en premier lieu par les processus de cristallisation fractionnée qui ont joué lors de la solidification de la solution-solide de monosulfures à partir de la phase sulfurée primaire du magma.
- 4- Les sulfures primaires ont été ultérieurement déformés et ils ont recristallisé. Leur composition chimique a été homogénéisée et modifiée par l'addition de soufre d'origine externe. La recristallisation, la déformation et la sulfurisation ont

eu lieu pendant ou après une phase importante d'altération hydrothermale (serpentinisation) et de métamorphisme régional.

- 5- Lors de la recristallisation, de la déformation et de la sulfurisation, le Cu, Pt, Pd et l'Au ont été remobilisés et ces métaux ont formé des sulfures, tellurures et antimoniures qui ont précipité tardivement à proximité ou dans les zones de déformation maximum, c'est-à-dire aux bordures supérieures et inférieures des lentilles de sulfures massifs. Quatre minéraux du groupe du platine ont été identifiés: sudburyite, témagamite, MGP-1 (solution solide de polarite et kotulskite) et MGP-2 (un telluro-antimoniure de Pd, Bi et Ni). MGP-1 est une variété distincte de kotulskite bismuthifère tandis que MGP-2 est un nouveau minéral.

7- REMERCIEMENTS

Notre manuscrit a bénéficié d'une revision constructive de T. Clark du MERQ. Nous remercions également la compagnie "Le Groupe Platine de la Fosse Inc." pour son appui logistique sur le terrain et pour avoir mis à notre disposition ses résultats de sondage ainsi que les échantillons que nous avons étudiés.

REFERENCES

- Amcoff, O., 1981. Heating experiments of chalcopyrite-pyrrhotite ores: studies on the stability of the intermediate solid solution. Neues Jahrb. Mineral. Monastsh, p. 553-568.
- Amcoff, O., 1987. Mechanism of rimming of chalcopyrite around sphalerite during retrograde metamorphism. Neues Jahrb. Mineral. Monastsh, p. 385-396.
- Baragar, W.R.A., 1960. Petrology of basaltic rocks in part of the Labrador Trough. Geological Society of American Bulletin, v. 71, p. 1589-1644.
- Barnes, S.J., and Naldrett, A.J., 1985. Geochemistry of the J-M (Howland) Reef of the Stillwater Complex, Minneapolis Adit area. I. Sulfide chemistry and sulfide-olivine equilibrium. Economic Geology, v. 80, p. 627-645.
- Barnes, S.-J., Naldrett, A.J., Gorton, M.P., 1985. The origin of the fractionation of Platinum-Group Elements in terrestrial magmas. Chemical Geology, v. 53, p. 303-323.
- Barnes, S.J., Coats, C.J.A., Naldrett, A.J., 1982. Petrogenesis of a Proterozoic nickel sulfide-komatiite association: the Katiniq Sill, Ungava, Quebec. Economic Geology, v. 77, p. 413-429.
- Basaltic Volcanism Study Project, 1981. Basaltic volcanism on the terrestrial planets. Pergamon Press, Inc., New York, 1286 p.
- Bryan, W.B., Thompson, G., Frey, F.A., Dickey, J.S., 1976. Inferred settings and differentiation in basalts from the Deep Sea Drilling Project. Journal of Geophysical Research, v. 81, p. 4285-4304.
- Burke, K., Fox, P.J., Sengor, A.M.C., 1978. Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. Journal of Geophysical Research, v. 83, p. 3949-3954.
- Cabri, L.J., 1981. Unnamed Platinum-Group Minerals, dans Cabri, L.J., éd., Platinum-Group Elements: Mineralogy, Geology, Recovery. CIM Special Volume 23, p. 175-196.
- Cabri, L.J., Laflamme, J.H.G., 1976. The mineralogy of the Platinum-Group Elements from some copper-nickel deposits of the Sudbury area, Ontario. Economic Geology, v. 71, p. 1159-1195.

- Cabri, L.J., Laflamme, J.H.G., 1981. Analysis of minerals containing Platinum-Group Elements, dans Cabri, L.J. éd., Platinum-Group Elements: Mineralogy, Geology, Recovery. CIM Special Volume 23, p. 151-173.
- Clark, T., 1987. Platinum group element occurrences of the Labrador Trough. Document de promotion no. 18, MER-Québec, 6 p.
- Craig, J.R., Vaughan, D.J., 1981. Ore microscopy and ore petrography. John Wiley and Sons, 406 p.
- Dimroth, E., 1978. Région de la fosse du Labrador entre les latitudes 54°30' et 56°30'. Rapport géologique 193, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 396 p.
- Fleischer, M., Cabri, L.J., Nickel, E.H., Pabst, A., 1977. New mineral names. American Mineralogist, v. 61, p. 174-186.
- Fournier, D., 1982. Gîtes de Cu-Zn et Cu-Ni dans la partie centrale de la Fosse du Labrador, DPV-929, MER-Québec, 63 p.
- Frarey, M.J., 1967. Willbob Lake and Thompson Lake map-areas, Québec and Newfoundland (23 O/1 and 23 O/8), Memoir 348, Geological Survey of Canada, 71 p.
- Hoffman, E., MacLean W.H., 1976. Phase relations of michenerite and merenskyite in the Pd-Bi-Te system. Economic Geology, v. 71, p. 1461-1468.
- Irvine, T.N., 1982. Terminology for layered intrusions. Journal of Petrology, v. 23, p. 127-162.
- Jackson, E.D., 1971. Origin of ultramafic rocks by cumulus processes. Fortschritte Mineralogie, v. 48, p. 128-174.
- Langmuir, C.H., Bender, J.F., Bence, A.E., Hanson, G.N., Taylor, S.R., 1977. Petrogenesis of basalts from the FAMOUS area, Mid-Atlantic Ridge. Earth Planet. Sci. Lett., v. 36, p. 133-156.
- Le Maitre, R.W., 1982. Numerical Petrology: statistical interpretation of geochemical data. Elsevier, Developments in Petrology 8, 281 p.
- Naldrett, A.J., 1969. A portion of the system Fe-S-O between 900 and 1080°C and its application to sulfide ore magmas. Journal of Petrology, v. 10, p. 171-201.
- Naldrett, A.J., 1981. Platinum-Group Element Deposits, dans Cabri, L.J., ed., Platinum-Group Elements: Mineralogy, Geology, Recovery. CIM Special Volume 23, p. 197-231.

- Naldrett, A.J., Craig, J.R., Kullerud, G., 1967. The central portion of the Fe-Ni-S system and its bearing on pentlandite exsolution in iron-nickel sulfide ores. *Economic Geology*, v. 62, p. 826-847.
- Naldrett, A.J., Innes, D.G., Sowa, J., Gorton, M.P., 1982. Compositional variations within and between five Sudbury ore deposits. *Economic Geology*, v. 77, p. 1519-1534.
- Rajamani, V., Naldrett, A.J., 1978. Partitioning of Fe, Co, Ni and Cu between liquid and basaltic melts and the composition of Ni-Cu sulfide deposits. *Economic Geology*, v. 73, p. 82-93.
- Ramdhor, P., 1980. The ore minerals and their intergrowths. Pergamon Press. Second edition, 1205 p.
- Roeder, P.L., and Emslie, R.F., 1970. Olivine-liquid equilibrium. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, v. 29, p. 275-289.
- Rohon, M.-L., 1986. Indices de Cu-Ni et de pyrite-pyrrhotite des lacs Retty et Doublet, Fosse du Labrador. MB 86-52, MER-Québec, 38 p.
- Rohon, M.-L., 1987. Indices de Cu-Ni et de pyrite-pyrrhotite entre les lacs Retty et Low, Fosse du Labrador. MB 87-44, MER-Québec, 86 p.
- Streckeisen, A.L., 1976. To each plutonic rock it's proper name. *Earth Science Reviews*, v. 12, p. 1-33.
- Stumpfl, E.F. and Tarkian, M., 1976. Platinum genesis: New mineralogical evidence. *Economic Geology*, v. 71, p. 1451-1460.
- Wager, L.R., Brown, G.M., and Wadsworth, W.J., 1960. Types of igneous cumulates. *Journal of Petrology*, v. 1, p. 73-85.

EXPLICATIONS POUR L'ANNEXE A

- 1 Analyses effectuées (No d'analyse du MERQ): MJ = éléments majeurs;
TR = éléments traces (voir annexe C); REE = terres rares;
EGP = éléments du groupe du platine.

- 2 Lames d'échantillon étudié (A): LM* = lame mince (microscopie en
lumière transmise); LP* = lame mince polie (microscopie en lumière
réfléchie); MS* = analyse à la microsonde.

- 3 Abréviations: OL = olivine Ho = hornblende PL = plagioclase
SM = sulfures massifs.

ANNEXE A. INDEX GENERAL DES ECHANTILLONS (suite)

ECHANTILLON	DE A		ANALYSES ¹				LAMES ²				OBSERVATIONS
	PIEDS		MJ	TR	REE	EGP	NO	LM	LP	MS	
FORAGE 746-32											
87-GB- 40	11.0	11.7				7341					
87-GB- 41	21.0	21.7				7342	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB- 42	24.7	25.3				7343	A	*	*		SM
87-GB- 43	29.0	29.5				7344	A	*			SM
87-GB- 44	30.1	30.5				7345					
87-GB- 45	36.5	37.0				7346	A	*			WEBSTERITE
87-GB- 46	39.7	40.3				7347	A	*			ZONE DE TREMPE DIABASIQUE
87-GB- 47	41.9	42.4				7348					
87-GB- 48	46.2	46.8				7349					
						7350					
87-GB- 49	49.5	49.8				7351	A	*			DUNITE MINERALISEE
87-GB- 50	51.0	51.7					A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 51	55.0	55.7				7352	A	*	*		DUNITE MINERALISEE
87-GB- 52	58.8	59.2				7353					2.8 ppm Pd SM
87-GB- 53	59.5	60.1				7354	A	*			2.2 ppm Pd SM
87-GB- 54	67.0	67.8				7355	A	*	*		SM
87-GB- 55	69.0	69.5				7356	A	*	*		WEBSTERITE MINERALISEE
87-GB- 56	81.1	82.6	7364	7364		7364					PYROXENITE
87-GB- 57	99.6	100.3					A	*			METAGABBRO A OLIVINE
87-GB- 58	102.3	102.6									
87-GB- 59	105.2	106.2				7365	A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 60	118.5	119.4	8201	8201		8201	A	*			ZONE DE TREMPE GABBROIQUE
87-GB- 61	120.5	120.8					A	*			GRANOPHYRE
87-GB- 62	124.3	124.9				8202					
87-GB- 63	132.5	133.8	8203	8203		8203	A	*			GRANOPHYRE
87-GB- 64	155.4	156.2				8204					
87-GB- 65	168.4	168.8					A	*			DIABASE A Ho
87-GB- 66	164.2	164.5					A	*			GABBRO A Ho
87-GB- 67	178.3	179.4	8205	8205		8205					GABBRO A Ho
87-GB- 68	180.3	180.6					A	*			GABBRO A Ho
87-GB- 69	180.9	181.1	8206	8206		8206	A	*			GABBRO A Ho
87-GB- 70	198.9	199.9				8207	A	*			GABBRO A Ho
87-GB- 71	228.0	229.0				8208	A	*			GABBRO A Ho
87-GB- 72	241.6	242.7				8209	A	*			GABBRO A Ho CATACLASE
87-GB- 73	248.5	249.4									
87-GB- 74	261.4	262.5				8210	A	*			GABBRO A Ho
87-GB- 75	284.2	286.1	8211	8211		8211					GABBRO-NORITE
87-GB- 76	312.2	313.5					A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 77	318.0	319.0				8212	A	*			GABBRO-NORITE A OL
87-GB- 78	322.3	322.6					A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 79	330.0	331.0									
87-GB- 80	341.2	342.3									
87-GB- 81	354.9	355.9	8213	8213		8213	A	*			GABBRO-NORITE A OL
87-GB- 82	360.8	361.1					A	*			GABBRO-NORITE

ANNEXE A. INDEX GENERAL DES ECHANTILLONS (suite)

ECHANTILLON	DE A		ANALYSES ¹				LAMES ²				OBSERVATIONS
	PIEDS		MJ	TR	REE	EGP	NO	LM	LP	MS	
87-GB- 83	362.0	362.4									
87-GB- 84	362.9	363.8				8214	A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 85	370.2	371.0				8215					
87-GB- 86	381.0	382.0	8216	8216		8216	A	*			WEBSTERITE
87-GB- 87	386.5	387.4									
87-GB- 88	401.5	402.4					A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 89	417.1	418.3	8217	8217		8217	A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 90	438.0	438.7				8218					
87-GB- 91	444.3	444.7					A	*			GABBRO-NORITE
87-GB- 92	447.6	448.6									
87-GB- 93	453.8	454.0				8219					
87-GB- 94	461.0	461.9									
87-GB- 95	465.8	466.7					A	*			WEBSTERITE
							B	*			
87-GB- 96	469.5	470.5					A	*			GABBRO-NORITE A OL
87-GB- 97	472.3	473.0				8220	A	*			WEBSTERITE
87-GB- 98	478.0	479.0	8221	8221		8221	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB- 99	485.6	486.0					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-100	492.0	493.0					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-101	503.1	503.9					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-102	519.0	519.9									
87-GB-103	523.3	523.5					A	*			DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-104	525.6	526.3	8222	8222		8222	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-105	539.0	539.9									
87-GB-106	563.4	564.2					A	*			DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-107	575.3	576.1					A	*			DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-108	582.6	583.4									
87-GB-109	590.0	590.7					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-110	593.0	593.3					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-111	597.0	598.0	8223	8223		8223	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-112	600.3	601.0					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-113	602.3	602.6									
87-GB-114	607.3	608.0									
87-GB-115	609.0	609.8				8224	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-116	612.2	612.6					A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-117	616.8	617.4				8225					
87-GB-118	620.9	621.3					A		*		DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-119	626.1	627.0	8226	8226		8226	A	*			DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-120	639.9	640.6					A	*			WEHRLITE
87-GB-121	642.2	643.1									
87-GB-122	659.0	659.9									
87-GB-123	686.2	687.0									
87-GB-124	703.3	704.0									
87-GB-125	730.0	730.9									
87-GB-126	739.0	739.7				8227					

ANNEXE A. INDEX GENERAL DES ECHANTILLONS (suite)

[illegible]

ANNEXE A. INDEX GENERAL DES ECHANTILLONS (suite)

ECHANTILLON	DE A		ANALYSES ¹				LAMES ²				OBSERVATIONS
	PIEDS		MJ	TR	REE	EGP	NO	LM	LP	MS	
87-GB-170	278.0	278.8				8247	A	*			DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-171	282.6	283.5				8248					
87-GB-172	286.1	286.7									
87-GB-173	294.0	294.9				8249					
87-GB-174	300.9	301.5									
87-GB-175	306.7	307.0				8250	A	*			DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-176	308.9	309.6				8251	A	*	*		DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-177	310.4	311.5									
87-GB-178	323.2	324.3				8252	A	*			DUNITE ALTEREE
87-GB-179	335.5	336.4									
87-GB-180	337.3	337.5				8253					
87-GB-181	343.5	344.5	8254	8254		8254	A	*	*		DUNITE WEHRLITIQUE
87-GB-182	365.5	366.0									
87-GB-183	379.7	380.7				8255					
87-GB-184	388.6	389.7									
87-GB-185	407.0	407.8				8256	A	*			WEHRLITE
87-GB-186	413.3	413.9									
87-GB-187	414.5	415.1				8257					
87-GB-188	425.2	426.0				8258	A	*	*		WEHRLITE MINERALISEE
87-GB-189	434.5	434.6									
87-GB-190	435.5	436.0				8259					
87-GB-191	436.5	437.0				8260					
87-GB-192	442.1	442.7				8261	A	*	*		SM: MGP-2
87-GB-193	449.4	450.1				8262	A	*	*		SM
87-GB-194	453.0	453.5				8263					
87-GB-195	453.5	454.0				8264					9.9 ppm Pd SM
87-GB-196	456.2	457.0				8265	A	*			WEHRLITE MINERALISEE
87-GB-197	459.6	460.4				8266					
						8267					5.3 ppm Pd SM
87-GB-198	463.2	464.0				8268	A	*			SM
87-GB-199	467.6	468.3				8269					1.05 ppm Pd SM
87-GB-200	474.0	474.2									
87-GB-201	476.4	476.5				8270					
87-GB-202	477.0	477.4									
87-GB-203	480.7	481.1									
FORAGE 746-58											
87-GB-204	12.6	13.7	8271	8271		8271	A	*			LHERZOLITE
87-GB-205	27.5	28.5									
87-GB-206	35.9	36.7									
87-GB-207	43.6	44.5				8272	A	*			LHERZOLITE
87-GB-208	54.3	55.1				8273	A	*			WEBSTERITE A OLIVINE
87-GB-209	67.3	68.0									
87-GB-210	85.0	85.7	8274	8274		8274	A	*			LHERZOLITE
87-GB-211	100.7	101.3					A	*			DUNITE WEHRLITIQUE

ANNEXE A. INDEX GENERAL DES ECHANTILLONS (suite)

ECHANTILLON	DE A		ANALYSES ¹				LAMES ²				OBSERVATIONS
	PIEDS		MJ	TR	REE	EGP	NO	LM	LP	MS	
87-GB-212	104.0	105.0	8275	8275		8275	A	*			DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-213	122.9	123.7									
87-GB-214	140.5	141.6				8276	A	*			DUNITE
87-GB-215	148.0	148.8				8277	A	*			DUNITE MINERALISEE
87-GB-216	159.6	160.5									
87-GB-217	179.7	180.4				8278					
87-GB-218	192.0	193.1				8279	A	*			DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-219	206.2	207.1	8280	8280		8280					DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-220	222.6	223.8					A	*			DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-221	233.5	234.1				8281					
87-GB-222	247.2	248.0									
87-GB-223	265.3	266.2				8282					
87-GB-224	278.0	278.9				8283	A	*			DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-225	295.6	296.4									
87-GB-226	308.0	309.1	8284	8284		8284		*			DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-227	323.8	324.7				8285	A	*			DUNITE WEHLITIQUE
87-GB-228	335.8	336.4				8286					
87-GB-229	336.9	337.4				8287					
87-GB-230	347.3	348.0				8288	A	*			DUNITE MINERALISEE
87-GB-231	353.3	353.7				8289					
87-GB-232	358.2	358.6				8290	A	*			SM
87-GB-233	360.8	361.2				8291					
87-GB-234	368.0	368.6				8292	A	*			DUNITE WEHLITIQUE MINERALISEE
87-GB-235	382.2	382.8				8293					
87-GB-236	392.1	392.6				8294	A	*			WEBSTERITE A OL MINERALISEE
87-GB-237	398.4	398.6				8295					
87-GB-238	401.1	401.7									
87-GB-239	403.2	404.0				8296	A	*			WEBSTERITE A OL MINERALISEE
87-GB-240	410.5	411.0				8297					
87-GB-241	412.0	412.3									
87-GB-242	460.2	460.8									
FORAGE 746-1											
87-GB-243	14.3	15.0					A	*			LHERZOLITE
87-GB-244	19.6	20.4									
87-GB-245	32.2	32.8	8314	8314		7322	A	*			LHERZOLITE A PL
87-GB-246	35.5	36.1				7323	A	*	*		SM
87-GB-247	40.8	42.0	8315	8315		7324	A	*	*		LHERZOLITE A PL
87-GB-248	49.0	49.6	8316	8316		7325	A	*	*		LHERZOLITE AVEC SM
87-GB-249	50.4	50.9				7326	A	*			PERIDOTITE MYLONITIQUE
87-GB-250	52.3	53.0				7327					1.2 ppm Pd SM
87-GB-251	55.5	56.4				7328					
87-GB-252	61.2	61.9				7329	A	*	*		WEBSTERITE MINERALISEE
87-GB-253	62.5	62.8	8317	8317		7330	A	*			DUNITE MINERALISEE
87-GB-254	63.9	64.7				7331					3.9 ppm Pd SM

ANNEXE A. INDEX GENERAL DES ECHANTILLONS (suite)

ECHANTILLON	DE A		ANALYSES ¹				LAMES ²				OBSERVATIONS
	PIEDS		MJ	TR	REE	EGP	NO	LM	LP	MS	
						7332					1.0 ppm Pd SM
87-GB-255	66.4	67.0				7333	A		*	*	SM
87-GB-256	69.8	70.4				7334	A		*	*	SM
87-GB-257	71.3	71.8				7335					
87-GB-258	72.4	72.9	8318	8318		8318	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-259	78.6	79.2									
87-GB-260	91.0	91.8	8319	8319		7336	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-261	93.5	94.1				7337	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-262	105.5	106.5	8320	8320		7338	A	*			WEBSTERITE A OL
87-GB-263	110.5	111.4				7339	A	*			GABBRO-NORITE
87-GB-264	115.1	116.0	8312	8312	8312	7340	A	*			ZONE DE TREMPÉ GABBROIQUE
87-GB-265	122.8	123.3					A	*			GRANOPHYRE
87-GB-266	123.6	124.8									
87-GB-267	134.2	135.2					A	*			GRANOPHYRE
FORAGE 746-68											
87-GB-268	14.0	15.1									
87-GB-269	56.1	57.1	8298	8298		8298	A	*			GABBRO-NORITE, DYKE
87-GB-270	84.4	85.4				8299	A		*		BORDURE GABBROIQUE, DYKE
87-GB-271	113.8	114.8				8300					
87-GB-272	135.2	136.4									
87-GB-273	148.9	149.9				8301					
87-GB-274	192.1	193.1				8302	A		*		ZONE DE TREMPÉ GABBROIQUE
87-GB-275	200.7	201.6									
87-GB-276	253.3	254.1				8303	A		*		GABBRO GRANOPHYRIQUE
87-GB-277	275.3	276.2	8304			8304	A	*			GABBRO-NORITE A QUARTZ
87-GB-278	280.0	282.8				8305	A	*			GABBRO-NORITE
87-GB-279	293.0	294.0				8306					
87-GB-280	312.8	313.6	8307	8307		8307	A	*			GABBRO A Ho
87-GB-281	331.0	331.7									
87-GB-282	345.8	346.6				8308	A	*			GABBRO-NORITE
87-GB-283	370.1	371.0				8309	A		*		WEBSTERITE A OL
						8310					
87-GB-284	371.0	371.7									
87-GB-285	382.0	383.0	8311	8311		8311	A		*		WEBSTERITE
87-GB-286	401.7	402.6					A	*			WEBSTERITE A OL
TERRAIN											
87-GB-287			7361	7361		7361					PERIDOTITE AVEC SULF DISS., LAC CHANCE
87-GB-288						7362					VEINE DE SULFURES MASSIFS, LAC CHANCE
87-GB-289			7363	7363		7363					PERIDOTITE AVEC SULF. DISS., BLUE ZONE
87-GB-290							A	*			HORNFELS DANS PELITES, BLUE ZONE

ANNEXE B. ELEMENTS MAJEURS, MINEURS, TRACES ET TERRES RARES.

Echantillon	1	2	3	4	8	38	56	60	63	67	69	75	81	86	89
SiO2 (% Pds)	50.90	49.90	28.60	47.30	50.30	48.0	45.00	49.00	69.00	49.20	53.80	49.60	47.40	47.90	48.50
Al2O3	14.20	13.70	2.56	12.00	13.30	11.2	7.40	12.60	13.60	11.50	11.60	15.00	9.47	6.40	15.40
Fe2O3t	11.40	11.50	31.10	11.70	11.50	2.59	10.90	12.30	7.07	17.70	15.30	9.85	11.80	12.80	6.71
FeO	8.57	8.61		8.74		9.51	8.55	9.61	5.36	13.90	12.30	7.51	10.20	10.60	5.22
Fe2O3v	2.83	2.89		2.96		15.2	2.35	2.69	1.71	3.80	3.00	2.34	1.60	2.20	1.49
MgO	7.52	7.58	24.80	10.70	10.40	8.23	23.60	11.20	1.19	4.54	4.12	8.43	17.80	19.60	10.30
CaO	8.70	10.00	0.50	10.20	7.98	0.90	7.36	6.30	1.57	10.20	7.23	10.30	7.97	9.00	12.30
Na2O	3.39	1.80		1.49	1.61	1.30	0.33	2.59	4.56	2.54	4.06	2.52	0.79		1.65
K2O	0.10	0.62		0.07	0.96	0.58	0.05	1.59	1.87	0.51	0.76	0.35	0.33	0.03	0.39
TiO2	0.80	0.83	0.14	0.69	0.79	0.25	0.36	0.61	0.46	1.45	1.82	0.61	0.31	0.37	0.26
MnO	0.20	0.18	0.18	0.18	0.26	0.03	0.17	0.21	0.07	0.26	0.22	0.19	0.23	0.25	0.17
P2O5	0.07	0.06		0.04	0.06	3.38	0.03	0.04	0.05	0.08	0.10	0.04	0.01	0.01	
PAF	2.14	2.45	12.40	4.52	3.42		5.82	2.82	1.14	1.15	1.02	2.58	4.30	4.22	2.77
Total	99.42	98.62	100.28	98.89	100.58	101.17	101.02	99.26	100.58	99.13	100.03	99.47	100.41	100.58	98.45

ELEMENTS TRACES (ppm)

Ba	33	219	5	12	313	340	6	119	195	28	60	63	51	3	95
Be															
Cd															
Cs		0.21			0.43	2.6									
Hf		1.3		0.93	1.10	0.9									
Li	29	38		19	25	56		49	23	9	11	23	49	49	24
Mo															
Pb															
Sc	49	48	13	43	48	42	29		11	58	65	50	35	45	46
V	315	290	109	246	274	215	154	219	71	794	754	262	161	210	157
Zn	100	89	225	77	191	128	67	121	44	67	65	110	96	98	67
Ga	15	14	11	8	12	16	3	13	16	19	13	12	6	3	5
Nb	5	7	7	5	6	7	5	4	10	8	7	4	5	6	3
Rb		17			23	50		100	84	14	36	7	13		8
Sn														24	
Sr	75	78		100	200	44		89	93	120	65	110	14		110
Ta		1.1		0.45	0.51	0.3									
Te						12									
Th		0.52	4	0.35	0.35		3		12	5		3	3	5	
U															
Y	21	19	12	13	21	20	9	15	14	30	31	15	11	13	8
Zr	49	51	7	44	53	36	19	48	170	64	72	36	15	20	22
La		3.2		2.4	5.2	3									
Ce		7.7		5.90	11	7									
Pr															
Nd		6.6		4.50	6	4									
Sm		2.2		1.70	2.10	1.5									
Eu		0.74		0.54	0.73	0.75									
Gd															
Tb		0.44		0.37	0.37	0.3									
Dy						2.0									
Ho		0.79		0.57	0.87	0.9									
Tm		0.78		0.58	0.77	0.7									
Yb		2.1		1.70	1.90	1.5									
Lu		0.25		0.21	0.25	0.18									

ANNEXE B. ELEMENTS MAJEURS, MINEURS, TRACES ET TERRES RARES (suite)

Echantillon	98	104	111	119	131	137	140	146	150	154	157	166	181	204	210
SiO2	45.20	41.10	45.30	42.10	37.20	36.70	50.50	42.30	41.90	42.00	39.70	38.60	39.10	42.30	40.50
Al2O3	6.53	4.93	6.38	5.70	3.83	3.00	14.10	7.52	6.08	5.64	4.98	4.47	5.22	5.45	5.29
Fe2O3t	7.22	16.10	8.15	10.30	11.10	12.20	11.70	12.80	14.40	13.40	13.80	15.30	16.10	14.20	12.50
FeO	5.78	8.04	5.55	6.52	4.14	3.90	8.91		8.76	8.28	8.16				8.78
Fe2O3v	1.44	8.06	2.60	3.78	6.96	8.30	2.79		5.64	5.12	5.64				3.72
MgO	26.60	26.10	26.00	29.80	33.00	33.70	7.86	26.40	24.80	27.50	27.90	27.90	27.60	25.50	27.80
CaO	6.97	5.18	7.06	4.24	2.75	2.52	9.04	4.17	5.65	4.21	3.92	3.38	1.89	4.38	3.23
Na2O							3.22								
K2O				0.01	0.07	0.04	0.10	0.01	0.01						
TiO2	0.27	0.31	0.27	0.14	0.14	0.13	0.82	0.36	0.33	0.33	0.30	0.25	0.28	0.33	0.29
MnO	0.12	0.15	0.12	0.13	0.17	0.18	0.29	0.18	0.18	0.20	0.20	0.22	0.17	0.20	0.21
P2O5	0.01	0.03	0.02		0.02	0.02	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
PAF	6.68	6.63	6.48	8.46	12.00	12.20	2.29	7.90	6.76	7.86	9.09	10.40	9.05	7.08	8.72
Total	99.60	100.53	99.78	100.88	100.28	100.69	99.98	101.67	100.13	101.16	99.91	100.54	99.42	99.46	98.56

ELEMENTS TRACES (ppm)

Ba	3	6	2	4	22	21	22	3	11	4	4	3	4	4	5
Be															
Cd															
Cs															
Hf															
Li							20				1		4		1
Mo															
Pb															
Sc	31	24	29	22	16	15	49	28	26	26	23	20	21	24	22
V	136	118	129	83	65	64	296	164	157	143	133	143	167	138	125
Zn	39	68	41	70	65	72	90	88	100	96	105	97	106	82	108
Ga														4	
Nb	5	5	4	6	5	5	7	7	8	7	7	6	7	8	7
Rb												3			
Sn															
Sr					16	15	23							3	
Ta															
Te							11								
Th	5	5		3		5	5	10	11	9	10	9	11	8	9
U															
Y	4	7	4	5	6	6								6	
Zr	15	15	11	8	10	9	48	7	7	6	8	6	6	22	21
La															
Ce															
Pr															
Nd															
Sm															
Eu															
Gd															
Tb															
Dy															
Ho															
Tm															
Yb															
Lu															

ANNEXE B. ELEMENTS MAJEURS, MINEURS, TRACES ET TERRES RARES (suite)

Echantillon	212	219	226	245	247	248	253	258	260	262	264	269	277	280	285	287	289
SiO2 (% Pds)	40.20	38.20	37.50	41.9	38.7	41.6	33.0	43.8	44.1	45.9	48.1	49.60	48.90	52.10	42.70	33.10	32.80
Al2O3	4.75	3.76	5.40	6.74	4.95	6.75	4.99	6.60	7.62	9.22	11.2	13.80	13.70	13.00	5.14	3.78	4.75
Fe2O3t	14.60	16.20	18.70	15.4	22.1	16.5	27.0	10.3	3.07	3.27	3.50	11.30	10.30	14.20	15.40	23.10	25.40
FeO				9.51								10.20	7.62	10.90			
Fe2O3v												3.68		3.30			
MgO	27.70	29.50	25.90	23.3	20.5	20.9	17.5	25.6	23.1	18.8	13.2	7.78	10.50	6.04	24.80	25.20	17.40
CaO	2.99	1.57	1.73	6.23	5.93	6.71	5.19	6.14	7.32	8.56	6.84	11.10	6.48	6.69	3.17	3.12	5.09
Na2O				0.29	<0.10	0.16	<0.10	<0.10	0.32	0.53	2.05	0.83	1.91	3.21			
K2O				0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.33	0.64	0.03	0.40	0.05			
TiO2	0.29	0.22	0.31	0.38	0.25	0.29	0.24	0.33	0.41	0.46	0.61	0.76	0.69	1.15	0.31	0.07	0.20
MnO	0.20	0.21	0.18	0.17	0.17	0.22	0.20	0.16	0.18	0.29	0.29	0.18	0.23	0.22	0.11	0.21	0.14
P2O5	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.08	0.02	0.01	0.01
PAF	8.34	9.70	8.56	6.70	6.32	6.57	8.46	7.26	5.91	4.33	3.65	2.82	5.71	2.49	6.73	10.90	10.60
Total	99.10	99.38	98.31	101.19	99.03	99.78	96.66	100.29	98.83	101.35	98.91	98.25	98.85	99.23	98.38	99.49	96.39

ELEMENTS TRACES (ppm)

Ba	10	5	10	9	58	31	39	12	6	12	3	3	3				
Be											1						
Cd																	
Cs							3										
Hf							0.9										
Li			1					12	41	12	47						
Mo																	
Pb																	
Sc	21	18	22	27	21	24	43	47	55	48	23	17	21				
V	118	111	143	155	121	146	121	151	164	181	220	99	133				
Zn	87	91	136	68	67	83	90	71	51	78	55	179	45				
Ga			6	15	16	21	24	14	14	17	4	11	15				
Nb	9	7	8	8	5	8	4	10	7	9	6	3	4				
Rb			3						12	13	33						
Sn																	
Sr			3	5	4		3		4	6	48						
Ta							1.5										
Te																	
Th	9	9	10				0.3	6	6	7	7						
U																	
Y			5	19	20	17	21	12	6	17	22	9	13				
Zr	27	17	22	26	19	29	11	45	32	64	20	10	10				
La						4	3										
Ce				5	5	7	7										
Pr																	
Nd				30	30	25	7	30	35	35	50						
Sm							1.4										
Eu				4	4	4	0.5	2	3	3	3						
Gd																	
Tb							0.3										
Dy						2			2	3							
Ho																	
Tm							0.9										
Yb							1.4										
Lu							0.21										

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP.

Echantillon	1	2	3	4	8	12	13	16	18	20	22	22	24	26	27	29	30
METAUX (%)																	
Cr	0.0214	0.0239	0.24	0.0828	0.0688	0.19	0.18	0.17		0.15	0.17		0.44	0.0214	0.075	0.0776	0.0735
Co	0.0033	0.0041	0.0254	0.0054	0.0034	0.0040	0.0339	0.0065		0.0226	0.0098		0.0696	0.064	0.065	0.07	0.0694
Cu	0.0046	0.01	0.0454	0.0098	0.0025	0.0219	0.2	0.0194		0.25	0.1		2.56	0.67	2.39	0.79	0.62
Ni	0.0082	0.0081	0.21	0.0248	0.0197	0.0765	0.25	0.0625		0.19	0.0686		0.17	0.62	0.59	0.63	0.62
Fe	7.97	8.04	21.75	8.18	8.04	8.96	25.20	10.70		22.60	17.50		31.40	65.50	56.40	58.30	56.20
S	0.15	0.03	9.98	0.12	0.6	1.3	12	0.97		10	4.33		12.4	39	36.7	38.2	38.7
FeS ¹	0.21	0.04	13.77	0.16	0.84	1.77	16.47	1.32		13.70	5.95		14.96	53.60	49.51	52.42	53.21
Ni/Cu	1.78	0.81	4.63	2.53	7.88	3.49	1.25	3.22		0.76	0.69		0.66	0.93	0.25	0.80	1.00
FeS/Ni	25.50	4.83	65.55	6.53	42.41	23.12	65.90	21.10		72.09	86.75		8.80	86.45	83.91	83.20	85.82
EGP (ppb)																	
Os																	8.9
Ir	0.2	0.2	2.2	0.3	0.7	1.0	2.1	0.9	1.1	1.1	0.6		0.6	4.0	3.5	3.1	5.6
Ru		13	18	9	13	20	26	21	21	15			20	26	18	12	32
Rh			2.6			1.1	6.8	1.0	1.0	5.6			4.8	46.0	42.0	36.0	50.0
Pt	33	36	82	35	19	13	34	16		57	110		220	223	145	188	195
Pd	254	105	120	69		42	153	41	56	396	357		1710	1067	554	933	550
Au	1.3	1.7	11.0	1.5				12.0	23.0	1.0	5.0		12.0	20.0	49.0	16.0	10.0
Re			5.2											101.0	65.0	69.0	80.0
Pd/Ir	1270.0	525.0	54.5	230.0		42.0	72.9	45.6	50.9	360.0	595.0		2850.0	266.8	158.3	301.0	98.2
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	1435.0	10.7	10.0	11.2	1.4	2.6	6.7	2.6	2.5	28.1	778.3		93.7	43.0	32.5	74.2	16.0
PN ²	0.00	0.00	0.58	0.01	0.00	0.17	0.70	0.13		0.52	0.15		5.12	1.89	1.80	1.92	1.89
CPY ²	0.00	0.01	0.12	0.01	0.00	0.05	0.56	0.04		0.71	0.27		7.38	1.92	6.89	2.27	1.78
PO ²	0.36	0.06	23.28	0.26	1.44	2.92	27.64	2.17		22.89	10.00		19.10	90.07	80.50	87.84	89.48
% SULFURES ²	0.36	0.07	23.98	0.29	1.44	3.14	28.90	2.35		24.11	10.43		31.61	93.89	89.19	92.03	93.14
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00		0.05	-0.00		0.19	0.07	0.07	0.08	0.07
Cu	0.00	6.74	0.17	1.65	0.00	0.54	0.67	0.61		1.02	0.91		8.08	0.71	2.68	0.86	0.67
Ni	0.00	0.00	0.79	1.65	0.00	1.80	0.80	1.81		0.70	0.47		5.32	0.66	0.66	0.68	0.67
FeS ¹	58.29	52.78	57.41	55.53	58.20	56.29	57.01	56.22		56.81	57.09		47.35	57.09	55.51	56.95	57.12
S	41.82	40.46	41.62	41.18	41.80	41.37	41.52	41.35		41.47	41.53		39.23	41.54	41.15	41.51	41.55
TOTAL	100.1	100.0	100.1	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0		100.0	100.0		100.2	100.1	100.1	100.1	100.1
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os																	9.6
Ir	55.8	269.7	9.2	102.9	48.8	31.8	7.3	38.4		4.6	5.8		1.9	4.3	3.9	3.4	6.0
Ru		17530.7	75.1	3088.1	905.7	636.5	90.0	895.2		62.2			63.3	27.7	20.2	13.0	34.4
Rh			10.8			35.0	23.5	42.6		23.2			15.2	49.0	47.1	39.1	53.7
Pt	9201	48546	342	12009	1324	414	118	682		236	1055		696	238	163	204	209
Pd	70819	141594	500	23676		1337	529	1748		1642	3424		5410	1136	621	1014	590
Au	362.5	2292.5	45.9	514.7				511.6		4.1	48.0		38.0	21.3	54.9	17.4	10.7
Re			21.7											107.6	72.9	75.0	85.9

¹ FeS/Fe dans les sulfures normatifs. ² Sulfures normatifs calculés selon la version décrite dans le texte (modifiée de Naldrett, 1981)

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	31	33	35	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	48	49	51	52
METAUX (%)																	
Cr	0.057	0.22	0.21	0.12	0.18	0.16	0.0572	0.0395	0.0318	0.0711	0.0547	0.0624	0.0079	0.18	0.0195	0.0126	0.17
Co	0.0723	0.0084	0.0065	0.006	0.0093	0.01	0.0676	0.0676	0.0697	0.0225	0.0132	0.0678	0.0669	0.0128	0.0526	0.0329	0.0258
Cu	0.23	0.0124	0.0118	0.0135	0.0493	0.073	0.7	0.57	0.39	0.19	0.11	0.64	0.42	0.0695	0.3	0.18	0.0583
Ni	0.62	0.0973	0.0725	0.036	0.0745	0.0775	0.76	0.73	0.71	0.2	0.1	0.7	0.65	0.1	0.45	0.23	0.19
Fe	56.80	7.04	7.55	11.30	9.04	13.90	52.40	0.57	52.90	27.70	23.00	53.60	53.30	13.40	39.60	26.80	21.00
S	40.1	0.64	0.35	0.01	2.32	3.41	35.2	3.54	37	9.6	5.05	37.8	37.4	5.65	24.9	13.3	11.3
FeS ¹	55.36	0.84	0.45		3.18	4.68	48.21	4.23	51.31	13.17	6.93	51.90	51.49	7.79	34.27	18.31	15.61
Ni/Cu	2.70	7.85	6.14	2.67	1.51	1.06	1.09	1.28	1.82	1.05	0.91	1.09	1.55	1.44	1.50	1.28	3.26
FeS/Ni	89.29	8.67	6.26	0.00	42.63	60.38	63.44	5.79	72.27	65.83	69.31	74.14	79.21	77.87	76.15	79.59	82.15
EGP (ppb)																	
Os								3.1	4.5			3.5					
Ir	8.7	1.3	1.4	0.6	1.1	1.6	2.9	3.8	5.5	1.1	0.5	3.8	0.9	1.2	0.6		0.8
Ru	14			9.6	11	13	5	22	12	14		16	37	15	13	12	16
Rh	78.0	1.2	1.7		2.2	3.4	28.0	26.0	34.0	4.8	1.6	36.0		2.2	6.6		
Pt	164	10	13	9.5	43	55	53	28	76	113	72	91	519	106	293	60	582
Pd	665	106	131	52	100	112	298	405	414	219	160	297				677	2763
Au	3.0	1.0	57.0	1.0	6.9	4.6	3.0	7.0	4.4	4.6	1.8	35.0	75.0	35.0	87.0	6.7	13.0
Re	124.0					5.2	42.0	98.0	80.0	7.3		65.0			15.0	11.0	6.6
Pd/Ir	76.4	81.5	93.6	86.7	90.9	70.0	102.8	106.6	75.3	199.1	320.0	78.2					3453.8
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	36.5	89.2	102.9	6.0	11.8	11.4	42.3	15.0	22.3	22.0	464.0	16.7	13.7	6.5	21.5	61.4	199.1
PN ²	1.89	0.24	0.16		0.17	0.18	2.32	2.16	0.00	0.55	0.24	2.13	1.98	0.24	1.31	0.64	0.52
CPY ²	0.65	0.02	0.02		0.13	0.20	2.01	1.63	1.11	0.53	0.30	1.84	1.20	0.19	0.85	0.51	0.15
PO ²	93.77	1.31	0.68		5.30	7.84	80.54	5.25	87.59	22.05	11.62	87.07	86.77	13.15	57.73	30.85	26.46
% SULFURES ²	96.31	1.57	0.86		5.59	8.22	84.87	9.04	88.70	23.13	12.17	91.03	89.95	13.58	59.90	31.99	27.13
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.08	0.00	0.00		0.00	0.00	0.07	0.64	0.07	0.05	0.03	0.07	0.07	0.02	0.07	0.07	0.06
Cu	0.24	0.47	0.79		0.79	0.83	0.82	6.25	0.43	0.80	0.86	0.70	0.47	0.47	0.49	0.55	0.20
Ni	0.64	4.93	6.08		0.97	0.70	0.90	7.85	0.80	0.78	0.66	0.77	0.72	0.59	0.72	0.66	0.63
FeS ¹	57.48	53.78	52.58		56.76	56.96	56.81	46.74	57.85	56.92	56.97	57.01	57.24	57.34	57.22	57.22	57.53
S	41.64	40.82	40.55		41.47	41.51	41.48	39.14	41.71	41.50	41.51	41.52	41.58	41.60	41.57	41.57	41.65
TOTAL	100.1	100.0	100.0		100.0	100.0	100.1	100.6	100.9	100.1	100.0	100.1	100.1	100.0	100.1	100.1	100.1
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os								34.3	5.1			3.8					
Ir	9.0	82.9	162.2		19.7	19.5	3.4	42.0	6.2	4.8	4.1	4.2	1.0	8.8	1.0		2.9
Ru	14.5				196.6	158.2	6.4	243.3	13.5	60.5		17.6	41.1	110.4	21.7	37.5	59.0
Rh	81.0	76.5	197.0		39.3	41.4	33.0	287.5	38.3	20.8	13.2	39.5		16.2	11.0		
Pt	170	638	1506		769	670	62	310	86	488	592	100	577	780	489	188	2145
Pd	690	6761	15177		1787	1363	351	4478	467	947	1315	326				2116	10184
Au	3.1	63.8	6603.7		123.3	56.0	3.5	77.4	5.0	19.9	14.8	38.4	83.4	257.7	145.3	20.9	47.9
Re	128.8					63.3	49.5	1083.6	90.2	31.6		71.4			25.0	34.4	24.3

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	53	54	55	56	59	60	62	63	64	67	69	70	71	72	74	75	77
METAUX (%)																	
Cr	0.0161	0.0984	0.0651	0.23	0.0698	0.0812	0.0237	0.0108	0.0231	0.001	0.002	0.0168	0.0181	0.0148	0.0309	0.0306	0.1
Co	0.0625	0.0725	0.0203	0.0086	0.0101	0.005	0.025	0.0015	0.0051	0.0043	0.0042	0.0069	0.0059	0.0087	0.0063	0.0041	0.0079
Cu	0.35	1.15	0.66	0.003	0.0446	0.0091	0.13	0.0015	0	0.0027	0.0044	0.0137	0.014	0.001	0.0051	0.0062	0.0065
Ni	0.54	0.63	0.12	0.0841	0.0622	0.0257	0.0956	0.0007	0.002	0.0024	0.0019	0.0069	0.0113	0.0102	0.0105	0.0109	0.0316
Fe	56.30	57.00	24.60	7.62	9.36	8.60	11.40	4.94	8.99	12.38	10.70	10.10	8.50	13.10	8.05	6.89	8.20
S	33.6	38.5	7.3	0.13	0.04		4.63		0.02	0.02	0.04	0.12	0.03	0.04	0.11	0.04	0.02
FeS ¹	46.29	52.64	9.76	0.14	0.04		6.34		0.03	0.03	0.06	0.16	0.04	0.06	0.15	0.06	0.02
Ni/Cu	1.54	0.55	0.18	28.03	1.39	2.82	0.74	0.47		0.89	0.43	0.50	0.81	10.20	2.06	1.76	4.86
FeS/Ni	85.73	83.56	81.36	1.72	0.59	0.00	66.29	0.00	13.92	11.60	29.48	23.55	3.28	5.46	14.58	5.05	0.65
EGP (ppb)																	
Os		10.0															
Ir	0.4	8.5	0.9	1.9	1.5	0.6	1.5	0.3							0.4	0.2	0.2
Ru	12	24	18	14	13	6											
Rh	4.0	52.0	6.8	1.6	1.5		7.0		1.6						1.3		
Pt	868	244	121	18	52	23	66								16		
Pd	2220	560	349	46	64	43	214	104	86	52	58	54	99	128	41	86	52
Au	15.0	24.0	9.6	4.6	15.0	1.1	5.2						1.2			1.2	1.1
Re	9.5	107.0	7.3				28.0										
Pd/Ir	5550.0	65.9	387.8	24.2	42.7	71.7	142.7	346.7							102.5	430.0	260.0
Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	249.0	18.9	24.9	4.0	8.0	10.0	186.7	346.7							142.5	430.0	260.0
PN ²																	
CPY ²	1.65	1.92	0.30	0.20	0.01		0.23		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
PO ²	1.00	3.31	1.89	0.00	0.11		0.36		0.00	0.00	-0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
% SULFURES ²	78.14	87.69	15.62	0.14	0.00		10.58		0.05	0.05	0.10	0.27	0.05	0.10	0.26	0.09	0.01
	80.78	92.92	17.82	0.34	0.12		11.17		0.05	0.05	0.10	0.29	0.08	0.10	0.26	0.10	0.05
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.08	0.08	0.06	0.00	0.08		0.13		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.43	1.24	3.68	0.00	32.68		1.12		0.00	0.00	0.00	2.99	11.83	0.00	0.04	1.25	2.80
Ni	0.67	0.68	0.56	18.93	1.82		0.68		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.66
FeS	57.31	56.65	54.79	42.67	30.45		56.75		58.20	58.20	58.71	55.80	48.69	58.20	58.17	57.20	38.19
S	41.59	41.43	40.97	38.39	33.01		41.46		41.80	41.80	41.93	41.20	39.44	41.80	41.79	41.55	37.35
TOTAL	100.1	100.1	100.0	100.0	98.0		100.1		100.0	100.0	100.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os		10.8															
Ir	0.5	9.1	5.1	561.2	1238.1		13.4								152.0	207.8	373.5
Ru	14.9	25.8	101.0	4134.8	10729.8												
Rh	5.0	56.0	38.2	472.5	1238.1		62.7		3344.0						493.9		
Pt	1075	263	679	5316	42919		591								6079		
Pd	2748	603	1959	13586	52824		1916		179740	108680	60792	18542	130153	133760	15577	89336	97098
Au	18.6	25.8	53.9	1358.6	12380.5		46.6						1577.6			1246.5	2054.0
Re	11.8	115.1	41.0				250.7										

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	81	84	85	86	89	90	93	97	98	104	111	115	117	119	126	131	134
METAUX (%)																	
Cr	0.0919	0.0886	0.0725	0.12	0.0761	0.0379		0.2	0.2	0.33	0.28	0.28	0.27	0.35	0.38	0.42	0.35
Co	0.0066	0.0051	0.0065	0.0072	0.0035	0.0103		0.006	0.0079	0.0106	0.0103	0.0105	0.0115	0.0111	0.0128	0.0118	0.0122
Cu	0.0091	0.0015		0.0009	0.0018	0.0343		0.0199	0.0025	0.002	0.0379	0.0266		0.0019	0.0003	0.0016	
Ni	0.0477	0.0132	0.0128	0.0435	0.0139	0.0389		0.0221	0.11	0.13	0.13	0.11	0.12	0.13	0.13	0.16	0.12
Fe	8.25	5.13	6.23	8.95	4.69	5.54		7.36	5.05	11.26	5.70	5.83	7.57	7.20	8.92	7.76	8.48
S	0.01				0.01	0.34		0.01	0.05	0.06	0.11	0.01	0.08	0.07	0.13	0.02	0.03
FeS ¹	0.01				0.01	0.45		0.02	0.06	0.07	0.12	0.03	0.10	0.08	0.16	0.02	0.03
Ni/Cu	5.24	8.80		48.33	7.72	1.13		1.11	44.00	65.00	3.43	4.14		68.42	433.33	100.00	
FeS/Ni	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	11.50		0.68	0.58	0.51	0.91	0.26	0.83	0.62	1.26	0.14	0.25
EGP (ppb)																	
Os											3.6	4.3		5.3		5.5	
Ir	0.4	0.3	0.3	0.6	0.2	0.6			1.7	2.2	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	3.2	4.1
Ru					8		12	17	8				11	22	20	23	18
Rh	1.4	4.2	1.0	2.4		1.8	2.2		1.7	1.7	1.8		2.2			1.5	2.8
Pt	17			12		66	50		18		9		8	25	14	15	24
Pd	31	124	30	37	58	193	272	45	104	93	188	394	115	90	84	136	108
Au						11.0	6.9	1.3			2.9	1.6	3.1				
Re																	
Pd/Ir	77.5	413.3	100.0	61.7	290.0	321.7			61.2	42.3	81.7	157.6	44.2	33.3	30.0	42.5	26.3
(Pt+Pd)/	120.0	413.3	100.0	81.7	7.1	431.7	26.8	2.6	12.6	42.3	33.4	57.9	9.0	3.8	4.3	4.8	6.0
(Os+Ir+Ru)																	
PN ²	0.00				0.00	0.06		0.01	0.03	0.09	0.09	0.03	0.06	0.09	0.09	0.03	0.06
CPy ²	0.01				0.00	0.08		0.04	0.00	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PO ²	0.01				0.02	0.69		0.00	0.09	0.06	0.11	0.00	0.14	0.09	0.23	0.02	0.02
% SULFURES ²	0.03				0.02	0.84		0.05	0.12	0.16	0.29	0.09	0.20	0.18	0.32	0.05	0.08
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.00				0.00	0.04		0.00	0.00	0.38	0.10	0.54	0.75	0.61	0.86	3.45	2.74
Cu	15.84				0.00	3.51		30.12	0.00	0.00	11.28	23.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00				0.00	2.26		4.25	8.07	19.18	10.28	10.76	10.00	16.63	9.26	19.18	24.88
FeS ¹	45.47				58.20	53.53		30.52	51.58	42.47	40.71	30.70	50.00	44.56	50.60	42.47	37.79
S	38.64				41.80	40.69		20.22	40.35	38.35	37.70	10.76	40.00	38.81	40.13	38.35	37.32
TOTAL	100.0				100.0	100.0		85.1	100.0	100.4	100.1	76.0	100.8	100.6	100.9	103.5	102.7
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os											1233.9	4627.9		2938.3		10546.5	
Ir	1545.6				836.0	71.8			1371.8	1406.2	788.3	2690.6	1300.0	1496.9	864.4	6136.1	5101.0
Ru					33440.0		34367.0		6455.8				5500.2	12196.9	6174.5	44103.4	22394.5
Rh	5409.7					215.4			1371.8	1086.6	616.9		1100.0			2876.3	3483.6
Pt	65689					7899			14525		3085		3750	13860	4322	28763	29859
Pd	119786				242440	23100		90972	83925	59444	64436	424041	57502	49896	25933	260785	134367
Au						1316.6		2628.1			994.0	1722.0	1550.0				
Re																	

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	137	140	143	146	147	150	154	155	157	159	160	161	162	163	166	167	170
METAUX (%)																	
Cr	0.41	0.0167	0.0335	0.27	0.2	0.23	0.25	0.21	0.23	0.25	0.24	0.23	0.0567	0.024	0.21	0.24	0.22
Co	0.0128	0.004	0.0048	0.0103	0.0168	0.0096	0.0095	0.0145	0.0092	0.016	0.0102	0.0128	0.0251	0.0225	0.011	0.0046	0.0143
Cu	0.0103	0.0099	0.0034	0.004	0.059	0.0211	0.0021	0.0191	0.0036	0.0149	0.01	0.0488	0.14	0.11	0.0603	0.0027	0.0613
Ni	0.15	0.0091	0.0118	0.11	0.14	0.1	0.11	0.13	0.0736	0.13	0.0882	0.11	0.0763	0.062	0.1	0.0384	0.086
Fe	8.53	8.18	5.79	8.95	9.36	10.07	9.37	8.78	9.65	9.18	9.73	9.04	13.50	12.00	10.70	9.67	12.90
S	0.14	0.04	0.03	0.37	0.32	0.1	0.13	0.24	0.14	0.64	0.47	1.82	5.96	4.88	1.78	0.31	2.32
FeS ¹	0.16	0.05	0.04	0.46	0.35	0.11	0.13	0.26	0.17	0.82	0.61	2.46	8.20	6.72	2.40	0.42	3.16
Ni/Cu	14.56	0.92	3.47	27.50	2.37	4.74	52.38	6.81	20.44	8.72	8.82	2.25	0.55	0.56	1.66	14.22	1.40
FeS/Ni	1.09	5.84	3.61	4.22	2.49	1.08	1.18	2.03	2.24	6.33	6.95	22.36	107.41	108.31	24.04	10.97	36.78
EGP (ppb)																	
Os	5.4																
Ir	3.3	0.2	0.2	1.8	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.5	1.2	1.7	0.4		1.4	1.4	1.3
Ru	12																5.7
Rh	1.7			1.8	1.2	1.4	1.0	1.3	1.0	1.7	1.4	1.9			1.4	1.2	1.2
Pt	17	37	9	15	9.4	6.9	11	12	7.2	6		22			15		19
Pd	138	216	154	172	76	104	92	143	50	153	84	240	122	54	65	62	86
Au	2.3	1.5		1.2	5.4	12.0		1.2		6.8	1.4	3.0	4.1	3.6	3.2		5.7
Re														12.0			
Pd/Ir	41.8	1080.0	770.0	95.6	63.3	86.7	70.8	119.2	45.5	102.0	70.0	141.2	305.0		46.4	44.3	66.2
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	7.5	1265.0	814.0	103.9	71.2	92.4	79.2	129.2	52.0	106.0	70.0	154.1	305.0		57.1	44.3	15.0
PN ²	0.15	0.00	0.00	0.27	0.37	0.12	0.27	0.34	0.16	0.34	0.21	0.27	0.17	0.13	0.24	0.06	0.20
CPy ²	0.02	0.01	-0.00	-0.00	0.16	0.05	0.00	0.04	-0.00	0.03	0.01	0.13	0.39	0.30	0.16	0.00	0.16
PO ²	0.19	0.08	0.08	0.65	0.32	0.10	0.08	0.25	0.20	1.22	0.93	4.01	13.79	11.31	3.92	0.69	5.24
% SULFURES ²	0.36	0.10	0.07	0.92	0.84	0.26	0.35	0.63	0.36	1.58	1.16	4.41	14.35	11.74	4.32	0.75	5.61
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.78	0.00	0.00	0.03	0.81	0.00	0.00	0.72	0.00	0.38	0.02	0.06	0.11	0.11	0.02	0.00	0.08
Cu	1.48	5.00	0.00	0.00	6.41	6.10	0.00	2.24	0.00	0.63	0.43	0.99	0.94	0.89	1.28	0.00	1.00
Ni	13.93	0.00	0.00	9.75	14.24	15.14	25.73	17.51	15.00	6.95	5.90	2.04	0.39	0.36	1.85	2.45	1.18
FeS ¹	45.59	54.18	60.01	50.29	41.38	40.88	37.10	42.04	46.21	52.00	53.01	55.73	57.12	57.19	55.65	56.19	56.43
S	39.00	40.80	42.25	40.07	37.96	37.86	37.17	38.20	39.18	40.43	40.65	41.24	41.54	41.56	41.21	41.36	41.39
TOTAL	100.8	100.0	102.3	100.1	100.8	100.0	100.0	100.7	100.4	100.4	100.0	100.1	100.1	100.1	100.0	100.0	100.1
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os	1504.3																
Ir	919.3	204.0	281.7	194.9	142.4	454.3	371.7	191.0	307.8	94.7	103.8	38.5	2.8		32.4	186.8	23.2
Ru	3342.9																101.7
Rh	473.6			194.9	142.4	530.0	285.9	206.9	279.9	107.4	121.1	43.0			32.4	160.1	21.4
Pt	4736	37743	12393	1624	1115	2612	3145	1910	2015	379		498			347		339
Pd	38443	220337	216880	18626	9016	39375	26306	22763	13993	9664	7266	5438	850	460	1505	8272	1534
Au	640.7	1530.1		130.0	640.6	4543.2		191.0		429.5	121.1	68.0	28.6	30.7	74.1		101.7
Re														102.2			

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite_

Echantillon	171	173	175	176	178	180	181	183	185	187	188	190	191	192	193	194	195
METAUX (%)																	
Cr	0.22	0.24	0.23	0.24	0.23	0.0559	0.26	0.22	0.22	0.23	0.18	0.14	0.1	0.0886	0.0886	0.056	0.18
Co	0.0107	0.0161	0.0104	0.0176	0.0079	0.0449	0.0128	0.0122	0.0092	0.0288	0.0299	0.0429	0.0936	0.0918	0.0884	0.093	0.0402
Cu	0.027	0.0507	0.0362	0.0498	0.016	0.15	0.0563	0.0417	0.044	0.15	0.24	0.36	0.71	0.83	0.76	0.92	0.78
Ni	0.0729	0.1	0.0614	0.0999	0.0746	0.0331	0.0875	0.0688	0.0612	0.18	0.19	0.27	0.55	0.58	0.56	0.59	0.24
Fe	11.20	13.00	9.15	12.30	9.93	18.10	11.26	13.40	12.00	24.10	26.50	32.10	59.00	57.50	57.90	57.40	30.90
S	1.62	2.6	1.35	2.43	1.12	9.85	1.72	1.77	1.96	11.2	11.9	19.7	39.6	37.3	38.9	38.8	18
FeS ¹	2.21	3.55	1.84	3.31	1.52	13.63	2.33	2.42	2.69	15.43	16.35	27.10	54.45	51.17	53.45	53.21	24.53
Ni/Cu	2.70	1.97	1.70	2.01	4.66	0.22	1.55	1.65	1.39	1.20	0.79	0.75	0.77	0.70	0.74	0.64	0.31
FeS/Ni	30.37	35.50	29.96	33.18	20.41	411.81	26.62	35.14	43.87	85.70	86.04	100.37	99.01	88.22	95.44	90.18	102.21
EGP (ppb)																	
Os													8.0	4.2	7.0	8.1	3.4
Ir	1.4	1.4	1.6	1.2	1.3	1.9	1.2	1.1	1.2	1.7	2.0	3.8	6.3	4.8	5.7	5.0	2.4
Ru			5.3	6.9	7.2		5.6				15	27	6.6	9.7	12	5.9	10
Rh		1.6	1.6	1.2	1.2	7.6	1.2	1.6	3.4	7.0	8.0	18.0	24.0	14.0	18.0	17.0	9.0
Pt	19	19	25	28	11	93	29	13	26	84	89	92	102	92	85	102	71
Pd	86	92	118	93	57	153	85	92	63	344	398	721	393	487	343	368	9889
Au	2.1	4.1		19.0	1.1	18.0	12.0		23.0	4.4	30.0	8.2	6.5	6.2	4.5	2.7	8.2
Re						34.0				6.3	26.0	66.0	115.0	100.0	104.0	96.0	67.0
Pd/Ir	61.4	65.7	73.8	77.5	43.8	80.5	70.8	83.6	52.5	202.4	199.0	189.7	62.4	101.5	60.2	73.6	4120.4
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	75.0	79.3	20.7	14.9	8.0	129.5	16.8	95.5	74.2	251.8	28.6	26.4	23.7	31.0	17.3	24.7	630.4
PN ²	0.16	0.24	0.13	0.24	0.17	0.04	0.21	0.15	0.13	0.49	0.52	0.76	1.68	1.77	1.71	1.80	0.67
CPY ²	0.06	0.13	0.09	0.13	0.03	0.42	0.15	0.11	0.11	0.42	0.68	1.03	2.04	2.38	2.18	2.64	2.24
PO ²	3.68	5.90	3.05	5.50	2.51	23.18	3.81	4.02	4.49	26.03	27.46	45.62	91.60	85.72	89.77	89.07	40.62
% SULFURES ²	3.91	6.28	3.26	5.87	2.71	23.64	4.17	4.27	4.73	26.93	28.65	47.41	95.31	89.88	93.66	93.51	43.53
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.02	0.10	0.01	0.13	0.00	0.15	0.07	0.05	0.00	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10	0.09	0.10	0.07
Cu	0.56	0.73	0.96	0.76	0.41	0.61	1.23	0.86	0.83	0.54	0.82	0.75	0.74	0.92	0.81	0.98	1.78
Ni	1.35	1.27	1.27	1.36	2.02	0.06	1.62	1.14	0.87	0.59	0.59	0.53	0.58	0.65	0.60	0.63	0.51
FeS ¹	56.64	56.57	56.39	56.47	56.22	57.66	55.88	56.57	56.82	57.28	57.05	57.17	57.13	56.93	57.06	56.90	56.35
S	41.44	41.43	41.38	41.40	41.36	41.67	41.26	41.42	41.48	41.59	41.53	41.56	41.55	41.50	41.53	41.49	41.35
TOTAL	100.0	100.1	100.0	100.1	100.0	100.1	100.1	100.0	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os													8.4	4.7	7.5	8.7	7.8
Ir	35.8	22.3	49.0	20.4	48.0	8.0	28.8	25.7	25.4	6.3	7.0	8.0	6.6	5.3	6.1	5.3	5.5
Ru			162.5	117.6	265.9	0.0	134.3				52.3	57.0	6.9	10.8	12.8	6.3	23.0
Rh		25.5	49.0	20.4	44.3	32.1	28.8	37.4	72.0	26.0	27.9	38.0	25.2	15.6	19.2	18.2	20.7
Pt	486	303	766	477	406	393	696	304	550	312	311	194	107	102	91	109	163
Pd	2200	1466	3617	1585	2105	647	2039	2153	1333	1277	1389	1521	412	542	366	394	22719
Au	53.7	65.3		323.7	40.6	76.1	287.9		486.7	16.3	104.7	17.3	6.8	6.9	4.8	2.9	18.8
Re						143.8				23.4	90.7	139.2	120.7	111.3	111.0	102.7	153.9

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	196	197	197	198	199	201	204	207	208	210	212	214	215	217	218	219	221
METAUX (%)																	
Cr	0.19	0.16	0.65	0.0502	0.0221	0.0775	0.24	0.0245	0.024	0.25	0.24	0.24	0.0455	0.27	0.26	0.25	0.27
Co	0.0353	0.0442	0.0358	0.0897	0.0748	0.0694	0.0109	0.0088	0.0124	0.0093	0.0178	0.0104	0.0123	0.0125	0.0218	0.0161	0.0125
Cu	0.38	0.44	2.26	0.55	0.56	4.5	0.0066		0.0289		0.0305	0.0079	0.21	0.0133	0.0517	0.045	0.0257
Ni	0.2	0.26	0.21	0.59	0.49	0.48	0.11	0.0871	0.12	0.0804	0.17	0.0923	0.1	0.12	0.22	0.14	0.11
Fe	23.50	25.10	29.10	56.60	55.00	52.00	9.93	9.53	9.60	8.74	10.21	9.07	17.00	8.92	9.23	11.33	10.60
S	14.8	18.7	15.5	37.9	33.1	37.9	0.26		0.07	0.08	0.79	0.32	0.62	0.57	1.5	1.59	1.33
FeS ¹	20.31	25.67	20.29	52.15	45.52	50.13	0.31		0.08	0.08	1.00	0.40	0.71	0.73	1.95	2.12	1.79
Ni/Cu	0.53	0.59	0.09	1.07	0.87	0.11	16.67		4.15		5.57	11.68	0.48	9.02	4.26	3.11	4.28
FeS/Ni	101.53	98.74	96.61	88.39	92.89	104.44	2.82	0.00	0.65	0.96	5.89	4.36	7.10	6.10	8.86	15.17	16.27
EGP (ppb)																	
Os	7.5	4.8		7.8		3.7										4	
Ir	3.2	3.9	4.2	5.5	0.9	6.2	1.7	0.2	1.5	1.3	1.3	1.6	0.2	1.6	1.8	1.6	1.5
Ru		12		5.4		11				24	8					15	
Rh	3.4	6.4	10.0	18.0	5.0		1.1				3						
Pt	44	43	58	108	166	78			34							34	
Pd	369	353	5295	301	1044	386	191		89	107	60	130	68	162	203	176	408
Au	16.0	5.1	37.0	1.9	5.8	21.0	1.7		5	1	4	3	39	3	20	10	3
Re	79.0	61.0	68.0	113.0	58.0	98.0											
Pd/Ir	115.3	90.5	1260.7	54.7	1160.0	62.3	112.4		59.3	82.3	46.2	81.3	400.0	101.3	112.8	110.0	272.0
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	38.6	19.1	1274.5	21.9	1344.4	22.2	112.4		82.0	4.2	6.2	81.3	400.0	101.3	112.8	10.2	272.0
PN ²	0.55	0.73	0.58	1.80	1.49	1.46	0.27		0.18	0.18	0.46	0.22	0.24	0.30	0.61	0.37	0.27
CPY ²	1.08	1.26	6.52	1.58	1.60	12.99	0.00		0.07	0.00	0.07	0.01	0.59	0.02	0.13	0.12	0.06
PO ²	34.03	43.06	31.14	87.81	76.56	78.57	0.38		0.00	0.03	1.44	0.57	0.78	1.08	2.95	3.39	2.90
% SULFURES ²	35.66	45.05	38.24	91.18	79.66	93.02	0.66		0.25	0.22	1.97	0.80	1.62	1.41	3.70	3.87	3.23
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.07	0.08	0.07	0.10	0.09	0.07	0.14		0.95	0.00	0.40	0.05	0.14	0.18	0.32	0.16	0.08
Cu	1.05	0.97	5.90	0.60	0.70	4.84	0.24		9.48	0.00	1.30	0.36	12.69	0.59	1.26	1.03	0.64
Ni	0.50	0.53	0.50	0.65	0.62	0.52	13.61		23.81	27.79	7.63	9.06	4.95	7.09	5.41	3.10	2.79
FeS ¹	56.94	56.99	53.05	57.19	57.14	53.89	46.85		31.05	35.41	50.90	50.48	43.94	51.91	52.75	54.83	55.40
S	41.50	41.51	40.53	41.56	41.55	40.74	39.30		27.78	36.80	40.17	40.10	38.38	40.41	40.57	41.04	41.17
TOTAL	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1		93.1	100.0	100.4	100.0	100.1	100.2	100.3	100.2	100.1
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os	21.0	10.7		8.6		4.0										103.2	
Ir	9.0	8.7	11.0	6.0	1.1	6.7	257.0		595.2	598.0	66.1	200.5	10.5	113.4	48.7	41.3	46.4
Ru		26.6		5.9	0.0	11.8				11040.6	427.1					387.1	
Rh	9.5	14.2	26.2	19.7	6.3	0.0	166.3				169.5						
Pt	123	95	152	118	208	84			13492							878	
Pd	1035	784	13847	330	1311	415	28874		35317	49223	3051	16290	4209	11484	5491	4542	12630
Au	44.9	11.3	96.8	2.1	7.3	22.6	257.0		2023.8	552.0	193.2	363.4	2414.1	191.4	541.0	258.1	86.7
Re	221.5	135.4	177.8	123.9	72.8	105.4											

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	223	224	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	239	240	245
METAUX (%)																	
Cr	0.24	0.24	0.26	0.25	0.26	0.23	0.2	0.18	0.078	0.28	0.16	0.18	0.13	0.13	0.17	0.039	0.2
Co	0.0075	0.0107	0.014	0.0096	0.0102	0.0263	0.0312	0.041	0.0799	0.0216	0.0336	0.0193	0.0331	0.0245	0.018	0.0727	0.0076
Cu	0.0363	0.0567	0.0554	0.0547	0.0809	0.18	0.37	0.38	0.35	0.24	0.33	0.21	0.54	5	1.7	1.57	0.0186
Ni	0.0686	0.098	0.11	0.0874	0.0775	0.19	0.22	0.29	0.52	0.16	0.24	0.15	0.23	0.18	0.13	0.48	0.057
Fe	10.30	12.00	13.08	10.50	13.70	23.40	27.50	31.10	57.50	19.80	25.90	18.40	28.60	26.00	19.00	54.40	10.60
S	0.66	1.33	2.24	1.9	3.98	11.3	14.3	18.2	39	10.5	15.3	8.53	13.2	17.1	7.61	35.4	1.11
FeS ¹	0.87	1.78	3.04	2.58	5.47	15.54	19.60	24.99	53.84	14.42	21.01	11.69	17.98	21.09	9.64	48.19	1.52
Ni/Cu	1.89	1.73	1.99	1.60	0.96	1.06	0.59	0.76	1.49	0.67	0.73	0.71	0.43	0.04	0.08	0.31	3.06
FeS/Ni	12.75	18.17	27.65	29.53	70.57	81.81	89.11	86.17	103.53	90.10	87.53	77.97	78.17	117.18	74.17	100.40	26.62
EGP (ppb)																	
Os			4				8	11	11								
Ir	1.5	1.2	1.4	1.3	1.1	1.6	2.1	5.3	12	2.2	1.8	1.0	3	0.8	1.4	2.2	1.0
Ru					34												21
Rh		6						24	56	3	2	4	41	11		9	2.6
Pt	38	35		36	32	64		58		63	82	112	36	81	56	184	19
Pd	498		123	425	604	1085	845	1357	645	634	1231	321	349	167	131	1875	84
Au	7	7	14	3	5	43	26	7	8	10	12	53	9	23	6	34	3.0
Re						17	29	60	171	24	27	6	36	7	14	70	
Pd/Ir	332.0		87.9	326.9	549.1	678.1	402.4	256.0	53.8	288.2	683.9	337.9	116.3	222.7	93.6	852.3	84.0
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	357.3	29.2	24.1	354.6	18.1	718.1	84.5	86.8	28.0	316.8	729.4	455.8	128.3	330.7	133.6	935.9	4.7
PN ²	0.15	0.24	0.27	0.21	0.18	0.52	0.61	0.82	1.52	0.43	0.67	0.40	0.64	0.49	0.34	1.46	0.11
CPY ²	0.09	0.15	0.15	0.14	0.22	0.51	1.05	1.08	1.00	0.68	0.94	0.59	1.55	14.44	4.90	4.52	0.04
PO ²	1.38	2.85	5.00	4.25	9.19	26.17	32.81	41.93	91.16	24.19	35.24	19.57	29.74	28.44	13.83	79.66	2.53
% SULFURES ²	1.61	3.24	5.42	4.60	9.58	27.19	34.47	43.84	93.68	25.29	36.85	20.56	31.92	43.36	19.06	85.64	2.68
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.06	0.06	0.07	0.07	0.05	0.06	0.05	0.07	0.03	0.04	0.07	0.00
Cu	1.94	1.60	0.93	1.08	0.79	0.64	1.06	0.86	0.37	0.93	0.88	1.00	1.68	11.52	8.89	1.83	0.51
Ni	3.01	2.41	1.66	1.47	0.60	0.63	0.58	0.62	0.56	0.55	0.60	0.63	0.66	0.37	0.58	0.54	1.38
FeS ¹	54.17	54.94	56.09	56.13	57.07	57.17	56.87	57.01	57.47	57.00	57.00	56.88	56.31	48.64	50.58	56.27	56.66
S	40.87	41.05	41.32	41.32	41.53	41.56	41.48	41.52	41.63	41.52	41.52	41.49	41.35	39.44	39.92	41.33	41.45
TOTAL	100.0	100.0	100.1	100.0	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.0	100.1	100.0	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os			68.2				22.9	25.1	11.7								
Ir	92.9	37.0	25.8	28.3	11.5	5.9	6.1	12.1	12.8	8.7	4.9	4.6	9.4	1.7	7.3	2.6	37.3
Ru					354.8												784.2
Rh		171.5						55.8	59.3	11.7	6.0	18.0	127.6	25.6		10.4	97.1
Pt	2353	1080		783	334	235		132		249	223	545	113	187	294	215	710
Pd	30840		2269	9243	6303	3990	2451	3096	689	2507	3340	1561	1093	385	687	2189	3137
Au	439.7	225.3	258.2	73.9	53.2	158.1	75.4	16.9	8.0	38.4	32.6	257.8	27.3	53.0	29.4	39.7	112.0
Re						62.5	84.1	136.9	182.5	94.9	73.3	27.7	112.8	15.9	73.4	81.7	

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	246	247	248	249	250	251	252	253	254	254	255	256	257	258	260	261	262
METAUX (%)																	
Cr	0.0101	0.15	0.16	0.0059	0.15	0.15	0.13	0.15	0.0151	0.0188	0.0416	0.0768	0.0845	0.23	0.21	0.2	0.16
Co	0.059	0.0108	0.0085	0.0326	0.0055	0.016	0.0267	0.0215	0.0559	0.0636	0.0726	0.0745	0.0717	0.0078	0.0078	0.0079	0.0072
Cu	0.44	0.0921	0.0929	0.37	0.23	0.18	0.43	0.38	3.68	0.71	0.86	0.72	0.38	0.0086	0.004	0.0022	0.0057
Ni	0.34	0.0825	0.0497	0.19	0.053	0.12	0.2	0.15	0.48	0.56	0.64	0.63	0.67	0.0873	0.069	0.0671	0.0486
Fe	26.70	13.80	1.21	30.90	10.90	14.30	25.20	17.80	52.90	53.30	54.80	55.70	54.60		7.45	7.65	8.26
S	15.9	2.6	3.28	16.5	1.49	6.81	12.7	9.51	32.3	34.1	41.1	39.5	38.6	0.76	0.1	0.03	0.01
FeS ¹	21.73	3.54	4.50	22.68	1.94	9.33	17.36	12.97	42.77	46.79	56.41	54.26	53.17		0.11	0.04	
Ni/Cu	0.77	0.90	0.53	0.51	0.23	0.67	0.47	0.39	0.13	0.79	0.74	0.88	1.76		17.25	30.50	8.53
FeS/Ni	63.90	42.89	90.62	119.39	36.56	77.77	86.78	86.47	89.10	83.55	88.14	86.13	79.35		1.62	0.58	0.00
EGP (ppb)																	
Os											5.2		7.5		6.3		
Ir		1.0	0.8		1.4	1.3	1.9	0.9		0.2	4.2	3.9	8.4	1.8	7.3	1.2	0.9
Ru	13				23	26	20	21		20	14	40	15	41	29	30	22
Rh		2.4	1.5		1.5	5.8	9.2	4.8	2.4	5.2	28.0	66.0	42.0	3.0	1.5	1.4	1.1
Pt	26	21	20	20	229	78	149	99	720	521	242	206	232	17	187	21	25
Pd		148	108	225	1228	358	795	596	3924	1011	450	372	286	44	60	48	46
Au	11.0	14.0	6.0	7.0	244.0	11.0	9.0	6.5	240.0	164.0	16.0	15.0	4.9		3.6	1.8	
Re	21.0			7.0		11.0	15.0			8.0	72.0	135.0	124.0				
Pd/Ir		148.0	135.0		877.1	275.4	418.4	662.2		5055.0	107.1	95.4	34.0		8.2	40.0	51.1
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	2.0	169.0	160.0		59.7	16.0	43.1	31.7		75.8	29.6	13.2	16.8		5.8	2.2	3.1
PN ²	0.98	0.19	0.09	0.52	0.10	0.30	0.55	0.40	1.46	1.71	1.95	1.92	2.04		0.15	0.02	
CPY ²	1.26	0.25	0.25	1.05	0.65	0.51	1.23	1.08	10.62	2.04	2.47	2.07	1.08		-0.00	0.00	
PO ²	36.15	5.85	7.56	38.15	2.94	15.61	28.89	21.51	67.15	78.41	94.59	91.12	89.69		0.11	0.06	
% SULFURES ²	38.38	6.29	7.90	39.72	3.69	16.42	30.66	22.99	79.23	82.16	99.01	95.11	92.81		0.26	0.07	
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Co	0.13	0.01	0.00	0.06	0.00	0.04	0.05	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08		0.00	6.00	
Cu	1.13	1.39	1.11	0.92	6.10	1.07	1.39	1.63	4.64	0.86	0.87	0.76	0.41		0.00	0.00	
Ni	0.83	0.99	0.38	0.43	0.90	0.61	0.59	0.57	0.61	0.68	0.65	0.66	0.72		18.86	9.60	
FeS ¹	56.61	56.27	57.00	57.11	52.56	56.84	56.60	56.43	53.98	56.95	56.98	57.05	57.28		43.04	52.55	
S	41.42	41.35	41.51	41.54	40.42	41.48	41.42	41.37	40.77	41.51	41.51	41.53	41.59		38.48	40.56	
TOTAL	100.1	100.0	100.0	100.1	100.0	100.0	100.1	100.0	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1		100.4	108.7	
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																	
Os											5.3		8.1		2424.5		
Ir		15.9	10.1		38.0	7.9	6.2	3.9		0.2	4.2	4.1	9.1		2809.4	1622.4	
Ru	33.9				624.0	158.4	65.2	91.4		24.3	14.1	42.1	16.2		11160.6	40559.7	
Rh		38.2	19.0		40.7	35.3	30.0	20.9	3.0	6.3	28.3	69.4	45.3		577.3	1892.8	
Pt	68	334	253	50	6212	475	486	431	909	634	244	217	250		71966	28392	
Pd		2353	1367	566	33314	2180	2593	2593	4953	1231	455	391	308		23091	64896	
Au	28.7	222.6	75.9	17.6	6619.4	67.0	29.4	28.3	302.9	199.6	16.2	15.8	5.3		1385.4	2433.6	
Re	54.7			17.6		67.0	48.9	0.0		9.7	72.7	141.9	133.6				

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	263	264	269	270	271	273	274	276	277	278	279	280	282	283	283	285
METAUX (%)																
Cr	0.15	0.1	0.0318	0.0232	0.006	0.0151	0.079	0.0919	0.0649	0.11	0.0363	0.002	0.21	0.17	0.14	0.23
Co	0.0059	0.0054	0.0042	0.0037	0.0008	0.0037	0.0056	0.0054	0.0055	0.0041	0.0041	0.0046	0.0073	0.0053	0.019	0.0089
Cu	0.0054	0.0022	0.0102	0.013	0.0172	0.0123	0.0076	0.0063	0.0053	0.0099		0.0109	0.0133	0	0.26	0.0141
Ni	0.0376	0.0296	0.0107	0.0105	0.0113	0.0097	0.0284	0.0274	0.0112	0.0212	0.0091	0.0062	0.0628	0.0536	0.2	0.0841
Fe	8.31	9.08	7.90	7.38	17.20	7.56	8.34	8.02	7.20	6.02	7.45	9.93	8.94	9.20	1.20	10.77
S			0.03	3.39	11.5	0.1	1.5	3.95	0.94	0.02		0.03	0.07	0.45	3.19	0.79
FeS ¹			0.04	4.72	16.01	0.14	2.08	5.49	1.31	0.02		0.04	0.07	0.61	4.20	1.06
Ni/Cu	6.96	13.45	1.05	0.81	0.66	0.79	3.74	4.35	2.11	2.14		0.57	4.72		0.77	5.96
FeS/Ni	0.00	0.00	3.65	449.13	1416.42	13.96	73.32	200.54	116.84	1.16	0.00	6.24	1.09	11.33	21.02	12.59
EGP (ppb)																
Os	4.3				9	4									9	
Ir	0.8	0.5	0.21	0.18		0.2	0.3	0.4	0.2	0.6	0.2		1.3	0.5	1.0	1.6
Ru	19	8														34
Rh	1.0										3		1	1		
Pt	25	8		22	36					26	14	15			62	43
Pd	21	38	54	19			40	183	31	74	46	25	78	52	433	95
Au			2		5	2									68	2
Re					15											
Pd/Ir	26.3	76.0	257.1	105.6		0.0	125.0	457.5	193.8	134.5	242.1		60.0	98.1	446.4	59.4
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	1.9	5.4	257.1	227.8	4.1	0.0	125.0	457.5	193.8	181.8	315.8		60.0	98.1	51.2	3.9
PN ²			0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00		0.00	0.13	0.10	0.55	0.20
CPY ²			0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01		0.02	0.02	0.00	0.74	0.03
PO ²			0.06	8.09	27.48	0.22	3.56	9.43	2.25	0.03		0.06	0.04	0.99	6.54	1.70
% SULFURES ²			0.07	8.11	27.52	0.24	3.59	9.45	2.25	0.05		0.07	0.19	1.09	7.83	1.92
METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES																
Co			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
Cu			7.00	0.10	0.04	3.01	0.07	0.01	0.01	9.66		7.91	4.37	0.00	3.26	0.47
Ni			0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.08	0.00	2.37		0.00	22.55	3.08	2.30	3.34
FeS ¹			52.57	58.12	58.16	55.78	57.95	58.12	58.19	48.49		51.84	36.20	55.67	53.70	55.08
S			40.40	41.78	41.79	41.20	41.74	41.78	41.80	39.45		40.22	36.87	41.25	40.74	41.11
TOTAL			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.1	100.0
EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES																
Os					31.6	1730.4									111.1	
Ir			282.8	2.2		74.2	8.9	4.2	7.1	1084.8			684.8	48.6	12.4	83.3
Ru																1769.1
Rh													737.5	110.0		
Pt				271	131					51281		20111			792	2237
Pd			72726	234			1113	1936	1378	145954		33519	41087	4766	5530	4943
Au			2154.8		17.4	700.4									868.4	93.7
Re					54.5											

ANNEXE C. CONCENTRATIONS DES METAUX ET EGP (suite)

Echantillon	287	288	289
-------------	-----	-----	-----

METAUX (%)

Cr	0.18	0.038	0.14
Co	0.017	0.13	0.0312
Cu	0.13	0.45	0.19
Ni	0.17	0.92	0.23
Fe	16.16	53.00	17.77
S	4.92	38.1	11.7
FeS ¹	6.70	52.29	16.07

Ni/Cu	1.31	2.04	1.21
FeS/Ni	39.41	56.84	69.88

EGP (ppb)

Os		4.9	
Ir	0.6	5.4	2.0
Ru		17	12
Rh		24.0	44.0
Pt	114	198	53
Pd	210	366	281
Au	13.0	1.7	5.7
Re		60.0	20.0

Pd/Ir	350.0	67.8	140.5
(Pt+Pd)/ (Os+Ir+Ru)	540.0	20.7	23.9

PN ²	0.46	2.80	0.64
CPY ²	0.36	1.29	0.53
PO ²	11.08	87.67	26.99
% SULFURES ²	11.89	91.76	28.17

METAUX (%) RECALCULES A 100% SULFURES

Co	0.06	0.14	0.08
Cu	1.05	0.49	0.66
Ni	1.26	1.00	0.75
FeS ¹	56.32	56.99	57.06
S	41.36	41.52	41.53
TOTAL	100.1	100.1	100.1

EGP (ppb) RECALCULES A 100% SULFURES

Os		5.3	
Ir	5.0	5.9	7.1
Ru	0.0	18.5	42.6
Rh		26.2	156.2
Pt	958	216	188
Pd	1766	399	998
Au	109.3	1.9	20.2
Re		65.4	71.0

ANNEXE D. ANALYSES A LA MICROSONDE

1) PENTLANDITE

NUMERO	Fe	S	Ni	Co	Pd	Rh	TOTAL
ANALYSE							

LAME: 87-GB-042A

1	29.767	32.952	32.331	5.422	0.004	0.001	100.476
2	38.229	34.732	23.617	3.928	0.001	0.000	100.507
3	30.214	32.970	31.511	5.125	0.000	0.016	99.835

LAME: 87-GB-051A

1	29.261	33.001	31.102	5.780	0.000	0.000	99.144
---	--------	--------	--------	-------	-------	-------	--------

LAME: 87-GB-054A

1	28.735	32.760	31.340	6.173	0.011	0.000	99.019
2	28.984	32.908	30.547	6.375	0.001	0.009	98.823
3	29.518	32.848	30.414	6.324	0.000	0.000	99.104
4	28.018	32.909	30.370	6.452	0.005	0.001	97.755

LAME: 87-GB-192A

1	36.213	34.260	23.609	4.601	0.004	0.000	98.688
2	31.249	29.358	26.859	5.300	0.000	0.000	92.766
3	29.244	32.732	30.337	6.547	0.009	0.007	98.876
4	29.244	32.791	30.851	6.611	0.009	0.000	99.485
5	29.494	32.919	30.266	5.445	0.000	0.000	98.124

LAME: 87-GB-248A

1	32.134	33.353	27.138	6.640	0.000	0.001	99.266
2	30.198	32.891	28.523	6.963	0.000	0.000	98.575
3	29.062	32.775	30.022	6.875	0.000	0.000	98.734
4	32.603	34.103	22.360	5.328	0.001	0.000	97.994
5	28.689	33.010	28.991	7.184	0.001	0.000	97.874
6	29.280	32.950	29.167	7.084	0.000	0.006	98.488
7	28.515	33.000	28.789	7.184	0.000	0.000	97.489
8	28.940	32.438	28.404	7.101	0.006	0.006	96.895

LAME: 87-GB-252A

1	30.010	32.441	30.014	5.495	0.007	0.000	97.967
2	30.682	32.920	30.337	5.851	0.000	0.008	99.800
4	30.647	33.141	30.439	5.598	0.001	0.015	99.840
5	30.615	33.042	30.202	5.655	0.007	0.008	99.528
3	34.446	33.633	26.441	4.951	0.005	0.000	99.496

NUMERO	Fe	S	Ni	Co	Pd	Rh	TOTAL
ANALYSE							

LAME: 87-GB-255A

1	30.531	33.092	30.704	6.038	0.001	0.000	100.366
2	30.464	32.932	30.772	5.909	0.007	0.001	100.085
4	31.424	33.039	30.301	5.515	0.000	0.000	100.279
5	30.729	32.936	30.384	6.044	0.000	0.010	100.103
7	30.523	32.974	30.447	6.128	0.006	0.014	100.092
8	30.488	33.029	30.836	5.957	0.000	0.000	100.309
9	30.911	33.217	30.090	5.773	0.002	0.009	100.001
10	30.460	32.789	27.630	5.948	0.000	0.009	99.555
11	30.545	33.044	30.529	5.678	0.000	0.007	99.801

VIOLARITE

3	19.241	38.576	29.964	6.409	0.001	0.000	94.190
6	21.089	39.444	29.559	6.198	0.011	0.000	96.301

LAME: 87-GB-256A

1	29.799	33.279	30.894	5.891	0.000	0.000	99.864
2	29.738	33.303	31.077	5.729	0.000	0.000	99.860
3	29.396	33.166	31.108	5.991	0.000	0.000	99.622
4	29.492	33.025	30.781	6.043	0.000	0.000	99.340
5	29.541	33.297	30.460	6.227	0.004	0.005	99.535
6	30.374	33.468	30.131	5.763	0.007	0.000	99.744
7	30.417	33.432	30.216	5.581	0.008	0.000	99.654
8	29.804	33.090	30.470	5.970	0.007	0.000	99.342
9	29.862	33.337	30.561	5.778	0.000	0.000	99.538
10	30.036	33.114	30.573	5.553	0.002	0.000	99.279
12	30.105	32.893	30.282	6.038	0.006	0.000	99.324
13	29.796	32.864	30.504	6.122	0.011	0.007	99.303
14	29.584	32.383	30.272	6.005	0.001	0.000	98.245
15	30.243	32.061	30.559	6.005	0.015	0.006	98.889
16	30.112	32.170	30.564	5.831	0.000	0.000	98.677
17	30.095	32.206	30.115	6.178	0.000	0.000	98.954

2) PYRRHOTITE

NUMERO	Fe	S	Co	Ni	Pd	TOTAL
ANALYSE						

LAME: 87-GB-027A

19	61.312	38.697	0.029	0.593	0.000	100.631
20	60.567	38.615	0.031	0.529	0.003	99.746
21	60.970	38.397	0.034	0.586	0.000	99.987
22	61.018	38.244	0.033	0.565	0.002	99.862
23	61.037	38.556	0.028	0.587	0.000	100.208
24	61.033	38.537	0.029	0.575	0.000	100.174
25	60.816	38.631	0.039	0.602	0.000	100.087
26	61.109	38.444	0.024	0.591	0.000	100.169

NUMERO	Fe	S	Co	Ni	Pd	TOTAL
ANALYSE						

LAME: 87-GB-032A

33	59.930	38.711	0.013	0.826	0.011	99.492
34	53.124	33.859	0.039	1.727	0.000	88.748
35	61.029	38.414	0.006	0.465	0.005	99.919

LAME: 87-GB-042A

12	60.509	38.091	0.032	0.669	0.000	99.300
13	61.029	37.887	0.021	0.699	0.000	99.637
14	60.810	37.767	0.020	0.634	0.000	99.230
15	60.229	38.275	0.021	0.453	0.000	98.979
16	61.220	37.836	0.034	0.665	0.005	99.761
17	61.237	37.679	0.025	0.689	0.000	99.630
18	61.129	37.585	0.040	0.660	0.001	99.414
19	61.371	37.389	0.029	0.677	0.000	99.467

LAME: 87-GB-051A

2	60.346	37.464	0.023	0.552	0.000	98.386
3	60.471	37.607	0.031	0.639	0.000	98.748
4	59.944	37.827	0.031	0.647	0.001	98.450

LAME: 87-GB-054A

8	60.862	37.956	0.021	0.498	0.000	99.337
9	58.736	37.806	0.032	0.614	0.000	97.188
10	60.552	37.955	0.029	0.629	0.000	99.165

LAME: 87-GB-055A

3	58.451	38.203	0.031	0.597	0.000	97.282
4	60.309	37.958	0.016	0.284	0.000	98.567
6	60.541	37.583	0.034	0.588	0.000	98.746
8	59.933	38.517	0.042	0.575	0.000	99.067
11	57.918	38.419	0.042	0.555	0.004	96.937

LAME: 87-GB-176A

2	60.096	39.180	0.018	0.518	0.000	99.812
3	59.119	38.311	0.017	0.234	0.000	97.681
4	59.879	39.135	0.034	0.560	0.003	99.311

LAME: 87-GB-181A

4	58.491	39.175	0.039	0.521	0.000	98.226
5	59.921	39.098	0.035	0.541	0.001	99.596

LAME: 87-GB-188A

4	59.585	38.311	0.039	0.703	0.000	98.639
5	59.923	38.625	0.039	0.528	0.005	99.120

NUMERO	Fe	S	Co	Ni	Pd	TOTAL
ANALYSE						

LAME: 87-GB-192A

14	60.579	38.291	0.047	0.610	0.000	99.527
15	60.852	38.453	0.037	0.613	0.006	99.960
16	60.233	38.785	0.034	0.451	0.000	99.503
17	60.498	38.548	0.036	0.599	0.000	99.682
18	59.959	38.764	0.024	0.615	0.009	99.371

LAME: 87-GB-193A

3	60.248	39.291	0.020	0.167	0.000	99.726
4	60.150	38.628	0.017	0.622	0.000	99.418

LAME: 87-GB-246A

7	60.405	38.742	0.041	0.584	0.003	99.776
8	60.230	38.517	0.032	0.440	0.000	99.218
9	60.438	38.333	0.046	0.324	0.000	99.141
10	57.970	39.021	0.021	0.212	0.007	97.232
11	60.753	38.668	0.043	0.482	0.000	99.947

LAME: 87-GB-247A

7	59.404	39.036	0.030	0.369	0.003	98.842
8	60.251	39.350	0.027	0.316	0.000	99.944
9	59.958	39.065	0.017	0.184	0.000	99.224
10	59.305	39.021	0.024	0.505	0.003	98.857
11	60.588	38.542	0.021	0.516	0.005	99.672

LAME: 87-GB-248A

15	60.047	39.358	0.027	0.435	0.000	99.867
16	60.603	38.327	0.038	0.550	0.011	99.529
17	0.604	38.330	0.037	0.527	0.001	99.296

LAME: 87-GB-252A

11	60.859	38.458	0.042	0.409	0.000	99.768
12	60.495	38.271	0.031	0.457	0.000	99.705
13	60.085	38.139	0.027	0.537	0.002	98.790

3) PYRITE

LAME: 87-GB-055A

5	47.155	51.853	0.058	0.466	0.000	99.532
7	47.063	52.077	0.034	0.718	0.002	99.893
9	46.332	52.581	0.036	1.248	0.000	100.197
10	46.894	52.349	0.071	2.686	0.000	101.999
12	47.609	52.359	0.047	0.954	0.000	100.970
13	45.753	52.285	0.076	3.065	0.004	101.183
14	47.589	52.190	0.035	0.782	0.000	100.596

4) CHALCOPYRITE

NUMERO	Fe	S	Cu	Ni	Co	TOTAL
ANALYSE						

LAME: 87-GB-027A

8	30.632	34.774	34.519	0.001	0.000	99.926
9	30.793	34.708	34.568	0.000	0.000	100.068
10	30.733	34.824	34.498	0.028	0.019	100.103
11	30.693	34.730	34.501	0.023	0.015	99.909
12	31.050	34.630	34.586	0.130	0.027	99.379
13	30.654	34.663	33.760	1.223	0.637	100.847
14	30.522	34.658	34.406	0.538	0.263	100.387
15	30.694	34.726	34.521	0.151	0.081	100.174
16	30.902	34.816	34.646	0.003	0.018	100.384
17	30.886	34.749	34.380	0.004	0.002	100.02
18	31.083	35.081	34.403	0.006	0.000	100.573

LAME: 87-GB-032A

14	30.368	34.851	34.364	0.000	0.000	99.584
15	30.352	34.811	34.509	0.007	0.012	99.691
16	30.285	34.770	34.420	0.003	0.006	99.484
18	30.481	34.702	34.235	0.002	0.003	99.424
19	30.088	34.877	34.194	0.000	0.002	99.161
21	30.511	34.971	34.322	0.000	0.001	99.805
23	30.410	34.905	34.373	0.000	0.000	99.688
24	29.888	34.920	34.310	0.004	0.002	99.124
27	30.645	34.828	34.216	0.012	0.008	99.709
29	30.100	34.539	34.246	0.004	0.010	98.929
30	30.150	34.782	34.361	0.000	0.001	99.294
32	30.208	34.723	34.225	0.000	0.018	99.174

LAME: 87-GB-042A

4	30.844	34.564	34.519	0.144	0.082	100.153
5	29.635	34.324	34.706	0.000	0.009	98.674
6	30.966	34.498	34.412	0.006	0.002	99.914
7	30.820	34.595	34.398	0.066	0.025	99.904
8	30.840	34.476	34.431	0.178	0.082	100.007
9	30.814	34.249	34.260	0.032	0.021	99.337
10	30.831	34.466	34.361	0.002	0.001	99.640
11	30.784	34.583	34.464	0.012	0.013	99.854

LAME: 87-GB-054A

5	30.678	34.597	34.561	0.013	0.016	99.865
6	30.820	34.927	34.618	0.000	0.006	100.372
7	30.986	34.616	34.506	0.035	0.002	100.144

NUMERO	Fe	S	Cu	Ni	Co	TOTAL
ANALYSE						

LAME: 87-GB-055A

1	30.899	34.731	34.723	0.007	0.004	100.363
2	30.698	34.611	34.655	0.000	0.012	99.976

LAME: 87-GB-176A

1	30.270	34.598	34.095	0.015	0.003	98.981
2	30.080	34.595	34.126	0.007	0.005	98.812

LAME: 87-GB-181A

1	30.275	34.456	34.416	0.010	0.000	99.057
2	29.844	34.051	33.565	0.012	0.001	97.472
3	30.314	34.350	34.091	0.007	0.002	98.764

LAME: 87-GB-188A

1	30.756	34.538	34.053	0.013	0.009	99.369
2	29.533	33.740	34.093	0.007	0.003	97.376
3	30.347	34.230	34.627	0.003	0.001	99.208

LAME: 87-GB-192A

9	30.808	34.633	34.609	0.010	0.014	100.073
10	30.806	34.980	34.635	0.000	0.005	100.426
11	31.094	31.920	33.771	0.680	0.337	100.801
12	31.040	34.688	34.559	0.001	0.016	100.304
13	30.442	34.890	34.598	0.000	0.000	99.931

LAME: 87-GB-193A

1	31.099	34.777	34.513	0.027	0.017	100.433
2	30.285	34.673	34.611	0.000	0.001	99.570

LAME: 87-GB-246A

2	30.496	34.764	34.393	0.009	0.008	99.670
3	30.350	34.715	34.076	0.007	0.008	99.156
4	30.489	34.789	34.009	0.077	0.031	99.395
5	30.443	34.776	33.878	0.093	0.039	99.230
6	30.627	34.683	34.073	0.016	0.009	99.409

LAME: 87-GB-247A

3	30.509	34.701	33.536	0.004	0.000	98.750
4	30.885	34.603	33.614	0.060	0.026	99.188
5	34.622	31.100	28.669	0.372	0.053	94.821
6	30.736	34.642	33.526	0.001	0.002	98.908

LAME: 87-GB-248A

9	30.094	34.097	33.133	0.012	0.001	97.338
10	30.470	34.594	33.768	0.000	0.006	98.838
11	30.110	34.558	33.812	0.002	0.009	98.492
12	30.415	34.766	34.114	0.006	0.003	99.304
13	30.326	34.651	33.886	0.013	0.000	98.876
14	29.906	34.725	34.014	0.010	0.009	98.663

NUMERO	Fe	S	Cu	Ni	Co	TOTAL
ANALYE						

LAME: 87-GB-252A

5	30.229	34.604	34.780	0.004	0.004	99.620
6	30.412	34.700	34.510	0.082	0.026	99.730
7	30.307	34.673	34.555	0.011	0.009	99.555
8	30.265	34.566	34.551	0.003	0.000	99.385
9	30.501	34.535	34.053	0.018	0.010	99.119
10	30.142	34.569	34.405	0.005	0.014	99.135

LAME: 87-GB-255A

12	29.571	34.426	34.136	0.018	0.005	98.156
13	30.242	34.675	33.814	0.651	0.322	99.703
14	30.685	34.739	34.572	0.007	0.004	100.007
15	30.324	34.609	34.281	0.006	0.004	99.224

LAME: 87-GB-256A

18	30.238	34.634	34.434	0.009	0.009	99.324
19	30.056	34.208	33.928	0.014	0.005	98.264
20	29.764	34.739	34.463	0.014	0.000	98.980
21	29.843	34.615	34.110	0.016	0.006	98.592
22	29.959	34.698	34.165	0.015	0.006	98.843
23	30.328	34.308	34.327	0.073	0.039	99.175

5) CUBANITE

LAME: 87-GB-032A

17	40.470	35.210	23.301	0.036	0.013	99.031
20	40.500	35.304	23.340	0.005	0.000	99.149
22	39.994	35.193	23.230	0.014	0.013	98.444
25	40.494	35.250	23.317	0.002	0.000	99.063
26	39.663	35.188	23.261	0.000	0.006	98.118
28	40.581	35.067	23.291	0.003	0.000	98.941

6) MINERAUX DU GROUPE DU PLATINE

6.1) SUDBURYITE

NUMERO	Ni	Hg	Pt	Ag	Sb	Pd	Bi	Te	TOTAL
ANALYSE									

LAME: 87-GB-032A

1	7.177	1.378	0.113	0.000	45.536	38.346	3.554	4.130	100.235
2	5.594	1.077	0.127	0.000	46.951	40.244	3.684	2.217	99.805
5	4.624	0.265	0.153	0.000	52.492	44.694	1.192	0.000	103.420
6	4.729	0.929	0.123	0.000	51.390	43.805	1.205	0.000	102.181
7	4.407	0.305	0.145	0.000	52.735	44.820	1.015	0.000	103.427
8	4.543	0.355	0.120	0.000	51.935	44.318	1.531	0.000	102.803
9	5.256	1.654	0.117	0.000	50.555	43.697	1.009	0.000	102.288
10	5.392	1.773	0.151	0.000	50.372	42.944	1.173	0.000	101.804
11	5.245	2.073	0.142	0.000	50.442	43.013	0.962	0.000	101.877
12	5.416	1.799	0.138	0.000	50.113	43.507	1.106	0.000	102.079
13	5.484	0.076	0.087	0.000	53.925	43.785	0.372	0.000	103.729

6.2) TELLURURE D'Ag

LAME: 87-GB-032A

3	0.192	0.000	0.000	43.983	0.304	0.000	0.000	41.228	85.707
---	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	--------	--------

6.3) TEMAGAMITE

LAME: 87-GB-027A

1	1.768	21.511	0.057	0.000	0.387	33.933	0.676	41.801	100.133
2	1.962	21.509	0.064	0.000	0.300	33.772	0.626	41.800	100.034
4	1.887	21.136	0.085	0.000	0.283	34.018	0.608	41.733	99.784
5	1.818	18.062	0.123	0.000	0.767	34.026	4.663	38.867	98.326

6.4) MGP-1

LAME: 87-GB-027A

3	0.173	1.599	0.000	0.003	2.583	37.310	31.056	26.073	98.798
7	0.066	0.207	0.000	0.090	2.263	36.932	32.305	26.006	97.869

6.5) MGP-2

LAME: 87-GB-192A

8	6.333	0.065	0.009	0.000	18.269	31.377	17.496	18.964	92.521
---	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------