

UNIVERSITE DU QUEBEC A CHICOUTIMI

ASPECTS PETROGRAPHIQUES ET GEOCHIMIQUES DE ZONES MINERALISEES
DANS LE CANTON DE DUBERGER (CHIBOUGAMAU), DANS LE CONTEXTE
METAMORPHIQUE GRENVILLE - SUPERIEUR.

Par: Pierre Lacoste

Département des Sciences Appliquées

Mémoire présenté en vue de l'obtention
d'un diplôme de M.Sc.A. (géologie)

mai 1985



Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

SOMMAIRE

Cette étude a pour but de définir et d'identifier des unités stratigraphiques contenant des indices minéralisés à l'est du front de Grenville. Il s'agit d'évaluer des corrélations possibles avec des unités archéennes à l'ouest du front et la probabilité d'y découvrir des cibles à potentiel économique.

La région du lac Laganière en est un exemple, située dans le canton de Duberger, à 55 km au nord-est de Chibougamau. La cartographie détaillée, appuyée par des levés géophysiques et géochimiques, a permis de mettre en évidence des zones minéralisées qui ont par la suite été sondées. Ces travaux ont été suivis d'études approfondies de la minéralogie et de la géochimie des échantillons prélevés sur le terrain et dans les sondages.

Différentes unités lithologiques ont été identifiées et leurs assemblages minéralogiques sont typiques d'un faciès métamorphique de grade amphibolite. Ces unités sont des gneiss quartzofeldspathiques à biotite entrecroisée (QFB*), quartzofeldspathiques à biotite (QFB), quartzofeldspathiques à biotite et à hornblende (QFB/H), quartzofeldspathiques à hornblende - amphibolite (QFH) et des schistes à chlorite magnésienne (SCM). La minéralisation se compose essentiellement de pyrrhotite, pyrite et magnétite avec des quantités moindres en chalcopryrite et sphalérite. Cette minéralisation a subi les mêmes effets de métamorphisme que les unités encaissantes et se

trouve principalement associée avec des unités de SCM.

Du point de vue géochimique, la composition des unités reflète des tendances et comportements comparables à des volcanites de la région de Chibougamau. Les zones minéralisées et altérées montrent une augmentation en MgO , Fe_T , TiO_2 , MnO et une diminution en SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O .

Toutes les unités sont d'origine volcanique et correspondent aux formations connues dans le secteur immédiat de Chibougamau. Elles peuvent être interprétées comme le prolongement de la ceinture de roches vertes à l'intérieur de la province de Grenville.

ABSTRACT

The purpose of this study is to define and identify the stratigraphic units which contain mineralization east of the Grenville Front. This means to evaluate some possible correlations with the Archean units that are located west of the Front and their possible economic potential.

The Lac Laganière area is an example which illustrates the study. It is located in Duberger township, approximately 55 km north-east of the Chibougamau camp. Detailed mapping supported by geophysical and geochemical data indicated mineralized zones that were subsequently sampled. Field work was followed by mineralogical and geochemical studies of samples taken from outcrops and drill holes.

Different lithologic units have been identified and their mineralogic assemblages are typical of the amphibolite facies. These units are cross-biotite quartzofeldspathic gneiss (QFB*), biotite quartzofeldspathic gneiss (QFB), biotite and hornblende quartzofeldspathic gneiss (QFB/H), hornblende quartzofeldspathic gneiss and amphibolite (QFH) and magnesium chlorite schists (SCM). The mineralization is composed essentially of pyrrhotite, pyrite and magnetite with traces of chalcopyrite and sphalerite. This mineralization has undergone the same effects of metamorphism as the host

units and it is found associated with chlorite schists (SCM).

From a geochemical point of view, the composition of the units reflects a tendency similar to the volcanics from the Chibougamau area. The mineralized and altered zones show an increase of MgO , Fe_T , TiO_2 , MnO and a decrease of SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O .

All the identified units are volcanic in origin and correspond to Formations known in the Chibougamau area. They can be interpreted as the extension of the greenstone belt located within the Grenville Province.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement tous ceux et celles qui m'ont aidé et soutenu lors de ces travaux:

Les membres de mon comité de thèse, Messieurs les professeurs J. Guha, E.H. Chown, J. Carignan et G.O. Allard qui m'ont prodigué de précieux conseils et suggestions qui furent des plus bénéfiques tout au long de ma recherche.

Le Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec (MER), pour sa collaboration durant la campagne de terrain 1977 et pour son support technique.

La Société d'Exploration Minière du Québec (SOQUEM) qui m'a permis de travailler et d'utiliser des matériaux de la région du Lac Laganière. Je désire remercier Messieurs F. Dubuc, J. Lacasse, A. Lebel et F. Glass pour leur support durant les campagnes de terrain 1978 et 1979.

Le Ministère de l'Education du Québec - Direction générale de l'Enseignement Supérieur pour la bourse d'étude 1980-81.

Je désire souligner particulièrement l'aide apportée sur le terrain par le Dr. G.O. Allard, lui qui a su m'insuffler l'intérêt indispensable pour accomplir ces travaux.

Je tiens à souligner l'excellent travail apporté par les membres des équipes durant les campagnes de terrain, soit:

1978 - A. Duhaime, C. Breton.

1979 - B.M. Gagnier, L. Gauthier.

Je remercie le personnel technique de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) - Département des Sciences Appliquées-Module des Sciences de la Terre, qui m'ont permis par leur disponibilité de mener à bien cette étude. Je remercie Monsieur Y. Boudreault (préparation de lames minces et de sections polies) et Monsieur R. Lechasseur (analyses par absorption atomique); ce fut un plaisir de travailler avec eux.

Je veux aussi souligner et remercier mes confrères étudiants gradués de l'UQAC, pour leur appui, les discussions enrichissantes, les encouragements et leur présence.

Finalement, il m'est impossible d'exprimer toute la gratitude et la reconnaissance que j'ai envers mes parents pour m'avoir appuyé et supporté au cours de mes études et envers Elaine, mon épouse, qui a su me soutenir et m'encourager à tous les moments.

TABLE DES MATIERES

	Page
SOMMAIRE	ii
ABSTRACT	iv
REMERCIEMENTS	vi
TABLE DES MATIERES	viii
LISTE DES FIGURES	xiii
LISTE DES TABLEAUX	xvi
LISTE DES PLANCHES	xviii
 CHAPITRE 1 - <u>INTRODUCTION</u>	
1.1 - Généralités	1
1.2 - Localisation et accès	1
1.3 - Topographie et physiographie	3
1.4 - Travaux antérieurs	4
1.5 - Méthodes de travail	8
 CHAPITRE 2 - <u>GENERALITES</u>	
2.1 - Le Bouclier canadien	11
2.2 - La province de Supérieur	12
2.3 - Le front de Grenville	14

	Page
CHAPITRE 3 - <u>GEOLOGIE REGIONALE A L'EST DE CHIBOUGAMAU</u>	
3.1 - Introduction	16
3.2 - Stratigraphie régionale à l'est de Chibougamau	16
3.2.1 - Les volcanites	19
3.2.2 - Les roches intrusives	23
3.2.3 - Les gneiss	27
3.2.4 - Les orthogneiss (gneiss grossiers à biotite)	27
3.3 - Tectonique	28
3.4 - Métamorphisme	30
3.5 - Systèmes de fractures, failles et cisaillements	31
3.6 - Age de la faille de Mistassini	32
CHAPITRE 4 - <u>PETROGRAPHIE DES UNITES DANS LE SECTEUR DU LAC LAGANIERE</u>	
4.1 - Introduction	36
4.2 - Lithologie	37
4.2.1 - Gneiss quartzofeldspathique à biotite entrecroisée (QFB*)	37
4.2.2 - Gneiss quartzofeldspathique à biotite (QFB)	43
4.2.3 - Gneiss quartzofeldspathique à biotite et à hornblende (QFB/H)	46
4.2.4 - Gneiss quartzofeldspathique à hornblende (QFH)-amphibolite	53
4.2.5 - Gneiss grossier à biotite	59

	Page
4.2.6 - Schiste à chlorite magnésienne (SCM)	59
A - SCM dans le sondage 34	60
B - SCM dans le sondage 36	66
C - SCM dans le sondage 35	74
4.3 - Discussion	75
 CHAPITRE 5 - <u>MINERALISATION</u>	
5.1 - Introduction	82
5.2 - Distribution de la minéralisation	83
5.2.1 - Distribution régionale	83
5.2.2 - Distribution locale	84
5.2.3 - Distribution par sondage	86
- Dans le sondage 34	86
- Dans le sondage 36	87
- Dans le sondage 35	93
5.3 - Type de minéralisation	95
5.4 - Effets du métamorphisme sur la minéralisation	99
5.4.1 - Généralités	99
5.4.2 - Accroissement de la grosseur du grain par recristallisation	99
5.4.3 - Recristallisation des sulfures autour de points de jonctions triples	100
5.4.4 - Intercroissance des sulfures	101
5.4.5 - Textures reliques	101
5.4.6 - Génération métamorphique de pyrrhotite	102
5.4.7 - Génération métamorphique de magnétite	103

	Page
5.5 - Discussion	104
 CHAPITRE 6 - <u>ASPECTS GEOCHIMIQUES DES UNITES</u>	
6.1 - Introduction	106
6.2 - Méthodes analytiques.....	106
6.2.1 - Echantillonnage	106
6.2.2 - Méthodes d'analyses chimiques	107
6.3 - Caractérisation géochimiques des unités	108
6.3.1 - Généralités	108
6.3.2 - Caractérisation des unités à l'aide des éléments majeurs	108
6.3.3 - Caractérisation des unités à l'aide des éléments mineurs	112
6.4 - Comportement géochimique des unités	115
6.4.1 - Généralités	115
6.4.2 - Gneiss quartzofeldspathique à biotite entrecroisée (QFB*)	115
6.4.3 - Gneiss quartzofeldspathique à biotite (QFB) ..	119
6.4.4 - Gneiss quartzofeldspathique à biotite et à hornblende (QFB/H)	122
6.4.5 - Gneiss quartzofeldspathique à hornblende (QFH)-amphibolite	125
6.4.6 - Schiste à chlorite magnésienne (SCM)	128
A - SCM du sondage 35	128
B - SCM du sondage 34	128
C - SCM du sondage 36	128

	Page
6.5 - Variations des éléments chimiques dans les sondages ..	135
6.5.1 - Généralités.....	135
6.5.2 - Variations des éléments majeurs	135
- Dans le sondage 34	135
- Dans le sondage 36	135
- Dans le sondage 35	139
6.5.3 - Variations des éléments mineurs	141
- Dans le sondage 34	141
- Dans le sondage 36	141
- Dans le sondage 35	141
 CHAPITRE 7 - <u>DISCUSSION ET CONCLUSION</u>	
7.1 - Discussion	149
7.2 - Conclusion	158
 REFERENCES	162
 INDEX DES ANNEXES	173

POCHETTE : CARTE DE LA GEOLOGIE REGIONALE A L'EST
DE CHIBOUGAMAU, 1:100,000.

CARTE DE LA GEOLOGIE DE LA REGION SUD-EST DU
LAC LAGANIERE, CANTON DUBERGER, CHIBOUGAMAU,
1:4,800.

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 - Localisation du terrain d'étude, dans la région du lac Laganière	2
Figure 2 - Carte géologique généralisée de la ceinture de l'Abitibi	13
Figure 3 - Géologie générale à l'est de Chibougamau	17
Figure 4 - Carte aéromagnétique - Lac des Canots	26
Figure 5 - Géologie générale et tectonique de la région de Chibougamau	30
Figure 6 - La faille de Mistassini, une structure d'âge syn- ou post-Grenville	33
Figure 7 - La faille de Mistassini, une structure d'âge pré-Grenville	35
Figure 8 - Profil lithologique des sondages 34, 35, 36	38
Figure 9 - Diagramme de $(Na_2O + K_2O)$ vs SiO_2 pour l'unité QFB*	117
Figure 10 - Diagrammes pour l'unité QFB* :	
A - diagramme AFM	118
B - diagramme AFM (Jensen, 1976)	118
C - diagramme CNK	118
D - diagramme An - Ab - Or	118
Figure 11 - Diagramme de $(Na_2O + K_2O)$ vs SiO_2 pour l'unité QFB	120
Figure 12 - Diagrammes pour l'unité QFB :	
A - diagramme AFM	121
B - diagramme AFM (Jensen, 1976)	121
C - diagramme CNK	121
D - diagramme An - Ab - Or	121
Figure 13 - Diagramme de $(Na_2O + K_2O)$ vs SiO_2 pour l'unité QFB/H	123
Figure 14 - Diagrammes pour l'unité QFB/H :	
A - diagramme AFM	124
B - diagramme AFM (Jensen, 1976)	124
C - diagramme CNK	124
D - diagramme An - Ab - Or	124

	Page
Figure 15 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 pour l'unité QFH-amphibolite	126
Figure 16 - Diagrammes pour l'unité QFH-amphibolite :	
A - diagramme AFM	127
B - diagramme AFM (Jensen, 1976)	127
C - diagramme CNK	127
D - diagramme An - Ab - Or	127
Figure 17 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 pour l'unité SCM, du sondage 35	129
Figure 18 - Diagrammes pour l'unité SCM, du sondage 35 :	
A - diagramme AFM	130
B - diagramme CNK	130
C - diagramme An - Ab - Or	130
Figure 19 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 pour l'unité SCM, du sondage 34	131
Figure 20 - Diagrammes pour l'unité SCM, du sondage 34 :	
A - diagramme AFM	132
B - diagramme CNK	132
C - diagramme An - Ab - Or	132
Figure 21 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 pour l'unité SCM, du sondage 35	133
Figure 22 - Diagrammes pour l'unité SCM, du sondage 35 :	
A - diagramme AFM	134
B - diagramme CNK	134
C - diagramme An - Ab - Or	134
Figure 23 - Coupe lithologique vs éléments majeurs pour le sondage 34	137
Figure 24 - Coupe lithologique vs éléments majeurs pour le sondage 36	138
Figure 25 - Coupe lithologique vs éléments majeurs pour le sondage 35	140
Figure 26 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cr-Co-V-Ni) pour le sondage 34	142

	Page
Figure 27 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cu-Pb-Zn) pour le sondage 34	143
Figure 28 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cr-Co-V-Ni) pour le sondage 36	144
Figure 29 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cu-Pb-Zn) pour le sondage 36	145
Figure 30 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cr-Co-V-Ni) pour le sondage 35	146
Figure 31 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cu-Pb-Zn) pour le sondage 35	147
Figure 32 - Diagramme Ni vs TiO_2	150
Figure 33 - Diagramme Cr vs TiO_2	151

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 - Travaux effectués dans la région du lac Laganière - projet Duberger	9
Tableau 2 - Stratigraphie de la région de Chibougamau	18
Tableau 3 - Composition minéralogique en lame mince pour QFB*	41
Tableau 4 - Composition minéralogique en lame mince pour QFB	48
Tableau 5 - Composition minéralogique en lame mince pour QFB/H	52
Tableau 6 - Composition minéralogique en lame mince pour QFH	57
Tableau 7 - Composition minéralogique en lame mince pour SCM, dans le sondage 34	61
Tableau 8 - Composition minéralogique en lame mince pour SCM, dans le sondage 36	69
Tableau 9 - Composition minéralogique en lame mince pour SCM, dans le sondage 35	76
Tableau 10 - Assemblage minéralogique prédominant des unités rencontrées dans la région du lac Laganière	78
Tableau 11 - Distribution modale de la minéralisation dans les SCM, du sondage 34	88
Tableau 12 - Distribution modale de la minéralisation dans les SCM, du sondage 36	92
Tableau 13 - Distribution modale de la minéralisation dans les SCM, du sondage 35	94
Tableau 14 - Valeurs minima, maxima et moyennes des éléments majeurs pour les différentes unités lithologiques dans le secteur du lac Laganière	109

	Page
Tableau 15 - Valeurs minima, maxima et moyennes des éléments mineurs pour les différentes unités lithologiques dans le secteur du lac Laganière	110
Tableau 16 - Résultats d'analyses pour des échantillons minéralisés des sondages 34, 35, 36	113
Tableau 17 - Principales conclusions quant à la variation des éléments autour de zones minéralisées	153
Tableau 18 - Conditions analytiques pour les analyses chimiques de roche totale	188
Tableau 19 - Valeurs des standards utilisés pour la fluorescence-X, méthode A	189
Tableau 20 - Reproductibilité de l'appareil	191
Tableau 21 - Valeurs des standards utilisés pour la fluorescence-X, méthode B	194
Tableau 22 - Conditions analytiques pour l'absorption atomique	204
Tableau 23 - Essais de reproductibilité pour un échan- tillon par la méthode A d'absorption ato- mique	205
Tableau 24 - Essais de reproductibilité pour un échan- tillon par la méthode B d'absorption ato- mique	206

LISTE DES PLANCHES

		Page
Planche I	A - Affleurement de QFB* montrant la foliation et le litage. Localisation: L16E,1+25N du système 36.....	39
	B - Détail de la texture entrecroisée des QFB*. La biotite forme parfois des petits amas en relief positif. Même affleurement que Planche I(A).....	39
Planche II	A - Microphotographie de QFB*. Notez la présence de la biotite poecilitique et déchiquetée. Echantillon 36-38 (LN).....	42
	B - Microphotographie de QFB*. Notez la texture granoblastique et la présence des mâcles à l'intérieur des plagioclases. Echantillon 34-122 (LP).....	42
Planche III	A - Affleurement de QFB*. Notez la présence des masses felsiques ressemblant à des fragments. Localisation: L16E,6+00N du système 36.....	44
	B - Affleurement de QFB* et QFB. Notez les plissements avec un axe de pli très plat. Localisation: L16E,6+00N du système 36.....	44
Planche IV	A - Affleurement de QFB. Le style tectonique est typique de la région et les plis replissés sont fréquents. Localisation: L8+50E,1+00N du système 36.....	45
	B - Détail du rubannement de l'affleurement ci-haut. Notez le fin litage et l'alternance des niveaux mafiques riche en biotite et les niveaux felsiques quartzofeldspathiques.	45
Planche V	A - Microphotographie de QFB. Notez les alignements des biotites et la présence des grenats. Les minéraux felsiques ont tendance à former des textures granoblastiques. Echantillon 34-201 (LN).....	47
	B - Microphotographie même que ci-haut (LP).....	47
Planche VI	A - Microphotographie de QFB. Notez la quantité de biotite et la texture lépidoblastique développée par celle-ci. Les porphyroblastes de grenats sont poecilitiques. Echantillon 35-203 (LP).....	49
	B - Microphotographie de QFB. Notez l'absence de grenat et la similitude avec la Planche ci-haut. Echantillon 35-279 (LP).....	49

	Page
Planche VII A - Affleurement de QFB/H. Notez le fin litage et l'alternance des niveaux felsiques et mafiques. Localisation: L13E,4+50N du système 36.....	51
B - Microphotographie de QFB/H. Notez les porphyroblastes poecilitiques de grenats et la texture granoblastique pour les éléments felsiques. Echantillon 34-370 (LP).....	51
Planche VIII A - Affleurement de QFB/H à grenat intercalé à l'intérieur de l'unité de QFB. Localisation: L8+50E,0+50N du système 36.....	54
B - Microphotographie de QFB/H. Notez le développement porphyroblastique et poecilitique des hornblendes. Echantillon 35-287 (LN).....	54
Planche IX A - Affleurement de QFH-amphibolite. Notez l'alternance des niveaux mafiques riches en hornblende avec des niveaux plus felsiques. Localisation: L8+50E,1N du système 36.....	56
B - Microphotographie de QFH-amphibolite. Notez l'orientation des hornblendes qui sont parallèles et parfois poecilitiques. Echantillon 35-133 (LN).....	56
Planche X A - Microphotographie de QFH-amphibolite. Notez la quantité de hornblende qui augmente par rapport à la Planche IX (B) Echantillon 34-207 (LN).....	58
B - Microphotographie de QFH-amphibolite. Notez la grande quantité de hornblendes allongées et partiellement enchevêtrées, ainsi que l'absence de cristaux felsiques. Echantillon 36-45 (LP).....	58
Planche XI A - Microphotographie de SCM. Notez le développement porphyroblastique d'enstatite dans une matrice riche en chlorite magnésienne. Echantillon 34-212 (LN).....	62
B - Morceau de carotte de SCM. Notez la fine granulométrie de la phlogopite et les porphyroblastes de chlorite magnésienne qui sont pêle-mêle. Echantillon 34-219, surface externe.....	62

	Page
Planche XII A - Morceau de carotte de SCM. Notez l'aspect homogène de la roche et la distribution des sulfures. Echantillon 34-238, surface externe.....	64
B - Microphotographie de SCM. Notez la fine granulométrie de la matrice de chlorite magnésienne. Echantillon 34-249 (LN).....	64
Planche XIII A - Microphotographie de SCM. Notez l'aspect fibreux des cristaux dans la matrice de chlorite. Ces cristaux sont de l'anthophyllite, cummingtonite, talc. Echantillon 34-233 (LP).....	65
B - Morceau de carotte de SCM. Notez les veinules de carbonates. La matrice à grain fin est riche en chlorite magnésienne. Echantillon 34-255, surface interne.....	65
Planche XIV - Affleurement de SCM. Notez la texture semblable à l'échantillon de la Planche XI (B). Localisation: L11E, 0+10N du système 36.....	68
Planche XV A - Microphotographie de SCM. Notez la fine granulométrie et l'homogénéité de la matrice composée de chlorite, talc, anthophyllite, cummingtonite. Les opaques sont de la magnétite disséminée. Echantillon 36-153 (LP).....	71
B - Microphotographie de SCM. Les porphyroblastes d'olivine et d'enstatite sont partiellement serpentinisés. La matrice est de chlorite et les cristaux blanchâtres sont des carbonates. Echantillon 36-161 (LN).....	71
Planche XVI A - Microphotographie de SCM. Détail de la serpentinisation de la Planche XV (B). Echantillon 36-161 (LP).....	73
B - Microphotographie de SCM. Notez les cristaux noirs à fort relief qui sont de la hoegbomite. Echantillon 36-172 (LN).....	73
Planche XVII - Microphotographie de SCM. Notez la texture fibreuse des cristaux de trémolite dans la matrice de chlorite magnésienne. Echantillon 35-40 (LN).....	77

	Page
Planche XVIII A - Minéralisation dans les SCM. Notez la texture disséminée des sulfures (pyrrhotite, pyrite). Echantillon 34-238, surface interne.....	89
B - Minéralisation dans les SCM. Notez le développement porphyroblastique de la pyrite entourée de pyrrhotite. Echantillon 34-240, surface interne.....	89
Planche XIX A - Minéralisation dans les SCM. Notez les sulfures massifs (pyrrhotite). Les cristaux noirs et ployés sont de la chlorite. Echantillon 34-273, surface interne.....	90
B - Minéralisation dans les SCM. Notez l'aplatissement et l'étirement des sulfures (pyrrhotite, pyrite). Echantillon 34-283, surface interne.....	90
Planche XX A - Minéralisation dans les SCM. Notez les niveaux de sulfures massifs lités (pyrrhotite, pyrite) intercalés dans des niveaux riches en phlogopite et chlorite. Echantillon 34-292, surface interne.....	91
B - Texture des sulfures. Notez l'allongement et l'étirement de la pyrrhotite. Echantillon 34-292 (LR).....	91
Planche XXI A - Texture des sulfures. Notez la texture poeciloblastique de la pyrite. Les inclusions sont des silicates. Echantillon 34-293 (LR).....	96
B - Texture de la minéralisation. Notez la présence des porphyroblastes de magnétite et de pyrite. La magnétite se trouve en bordure et l'intérieur de la pyrite. Echantillon 34-241 (LR).....	96
Planche XXII A - Texture de la minéralisation. Notez la texture amiboïdale de la pyrite et de la pyrrhotite à l'intérieur de la matrice granoblastique de QFB/H. Echantillon 34-293 (LR).....	97
B - Texture de la minéralisation. Notez la recristallisation des sulfures (pyrite) formant des angles de points de jonctions triples à 120°. Echantillon 34-293 (LR).....	97

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 Généralités

La région immédiate de Chibougamau est un camp minier reconnu, où plusieurs gisements ont été découverts.

Notre étude dans la région du lac Laganière se situe à environ 55 km au nord-est de Chibougamau. Du côté est de la faille de Mistassini, elle fait partie de la province géologique de Grenville (Fig.1). Cette faille est considérée comme étant la limite entre les provinces de Supérieur et de Grenville.

Nous voulons préciser la nature pétrographique et géochimique de zones minéralisées rencontrées sur le terrain. La description des unités encaissantes s'avère primordiale pour l'exploration et pour l'augmentation de nos connaissances de cette vaste région.

1.2 Localisation et accès

Le terrain de cette étude est situé dans le canton de Duberger, soit à 55 km au nord-est de la ville de Chibougamau. Plus précisément, le secteur couvre la région au sud-est du lac Laganière.

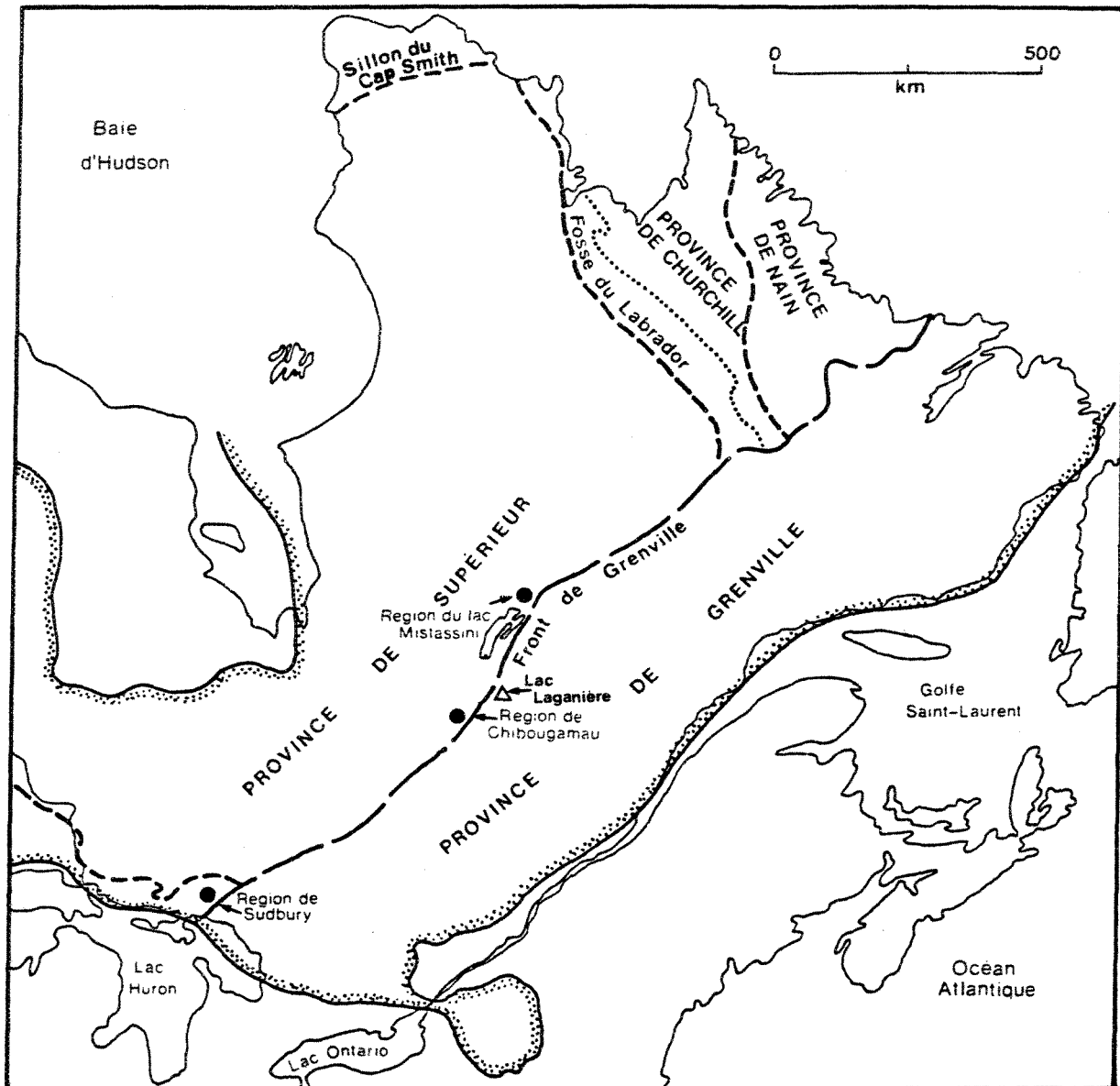


FIGURE 1 - Localisation du terrain d'étude, dans la région du lac Laganière.

Les longitudes $73^{\circ}37'50''$ et $73^{\circ}39'30''$ et les latitudes $50^{\circ}04'55''$ et $50^{\circ}05'05''$ délimitent le terrain.

Le feuillet du système national de référence du Canada (SNRC), 32 I/4 - Lac des Canots, à l'échelle de 1:50 000, couvre en entier la région. La carte aéromagnétique du fédéral, à l'échelle 1:63 360, portant le numéro 1987G, correspond au même secteur.

L'accès est possible seulement par la voie aérienne car aucune route ne se rend jusqu'à présent dans cette région. Les lacs Laganière et des Canots offrent une facilité d'amerrissage.

1.3 Topographie-physiographie

La région du lac Laganière est plane et basse. Aucun relief dominant n'est présent dans ce secteur. Les reliefs légèrement plus marqués sont à plus de 3-4 km tout autour du lac.

Le drainage s'effectue vers le sud-est et appartient au bassin versant du comté du lac Saint-Jean. Le lac des Canots se déverse dans la partie nord du lac Laganière et ce dernier s'écoule dans la rivière du Chef qui continue son cours jusque vers le lac Saint-Jean.

La végétation formant le boisé est dense mais facile d'accès. Par contre, dans la région au sud du lac Laganière, la forêt, composée d'épinettes noires enchevêtrées de 5 à 10 cm de diamètre, est quasi impraticable et difficile à traverser pour les cheminements.

Ailleurs la forêt est surtout composée d'épinettes noires et d'un peu de sapins baumiers et de mélèzes près des zones humides. Le bouleau, le tremble et les aulnes constituent les divers types de feuillus.

Les zones marécageuses et les tourbières sont abondantes dans le secteur est du lac Laganière.

Les affleurements sont plus ou moins abondants, dans le secteur d'étude, mais ailleurs la quantité diminue très rapidement et forme une densité de 2 à 5% environ. Les affleurements sont souvent recouverts d'une épaisse couche de mousse facile à enlever et que l'on peut rouler comme un tapis.

1.4 Travaux antérieurs

Les premières personnes à traverser la région, mais sans décrire celle-ci en détail, l'ont fait au siècle dernier, en utilisant la voie navigable du lac Saint-Jean vers les lacs Mistassini-Waconichi-Chibougamau.

Richardson (1872) a étudié le parcours entre le lac Saint-Jean et le lac Chibougamau. McOuat (1872) fit un rapport sur le travail d'exploration entre le lac Saint-Jean et le sud du lac Mistassini. Galbraith (1885) a étudié autour des lacs Mistassini-Waconichi-Chibougamau. Low (1885, 1906) décrit la géologie autour du lac Mistassini. Un résumé de l'histoire de l'exploration autour du lac Chibougamau et de ses environs est décrit dans Allard (1976).

Dans son rapport, Gilbert (1958), qui a cartographié la partie ouest du canton de Duberger à l'échelle de 1 mille au pouce (1:63 360), considère la région comme un assemblage de paragneiss et d'orthogneiss.

Deland (1957) et Sater (1957) ont cartographié respectivement les cantons de Duquet et de McOuat-Gauvin, qui sont localisés au nord du canton de Duberger et Gros (1975) a visité les cantons de O'Sullivan et Gauvin.

Lors du projet Grenville, Laurin et Sharma (1975) ont repris cette région, à l'échelle de 4 milles au pouce (1:250 000). Leurs travaux se limitent à descendre les principales rivières et aux grèves des lacs pour chercher les affleurements. Ils considèrent la région comme un complexe gneissique appartenant à la province de Grenville.

Allard (1973b), suite aux données aéromagnétiques et aux travaux de Avramtchev (1971) dans le canton de McCorkill, mentionne que le front de Grenville est beaucoup plus à l'est et que la région entre le front de Grenville et la faille du lac Mistassini doit contenir des roches volcaniques du groupe de Roy (Duquette, 1970). Ces roches pourraient ressembler aux gneiss de la province de Grenville à cause de l'influence de l'orogénie grenvillienne et, qu'en conséquence, cette région demande des études attentives et de la prospection.

Allard (1974), à Chibougamau, réitère ces mêmes conclusions. Et à partir de 1975, la compagnie Union Carbide de Vancouver entreprend des travaux de géologie et de géophysique au sol, ainsi qu'un levé aérien de géophysique - Input et des sondages. Les travaux de Union Carbide s'échelonnent de 1975 à 1977 et s'attaquent à plus d'une quarantaine (40) d'anomalies d'intérêt à l'aide de seize (16) sondages. Un point important à mentionner, c'est que ce projet, couvrant une surface de plus de 3 500 km², représente une surface plus grande que l'ensemble du camp minier de Chibougamau et surtout un contexte géologique fort mal connu.

Antérieurement, le syndicat Chibouquébec de Toronto, sous la direction de Flanagan et McAdam, a affectué en 1970, une campagne d'exploration dans les cantons de Duberger ainsi que dans les cantons de Thibaudeau et de McCorkill. Dans leur programme, un relevé aéroporté magnétique et électromagnétique effectué par Lockwood Survey Corporation (document MER-27090) couvre la région des cantons de Duberger et de Thibaudeau. Par la suite, des relevés au sol furent faits sur plusieurs anomalies d'intérêt et des tranchées furent creusées sur des zones minéralisées et deux sondages (C-1 et C-2) furent forés au sud du lac Laganière, près de la ligne de rang séparant les cantons Duberger-Thibaudeau.

Nous devons mentionner que les deux relevés aériens de géophysiques, soit celui du syndicat Chibouquébec et celui d'Union Carbide, ont été volés dans des directions différentes l'un de l'autre et on note une quantité appréciable d'anomalies qui sont ressorties et plusieurs sont concordantes entre les deux relevés.

Durant l'été 1977, une équipe du Ministère des Richesses Naturelles du Québec a cartographié quelques secteurs d'affleurements à l'intérieur des cantons de Duberger et de Thibaudeau, (Allard et Lacoste, 1977).

De 1978 à 1980, SOQUEM devenait partenaire avec Union Carbide pour continuer le programme d'exploration, portant le nom de projet DUBERGER et couvrant notre région et plusieurs cantons environnants.

Au début, la SOQUEM a classé les anomalies d'Union Carbide, selon un système de priorité défini par les informations disponibles jusqu'à ce jour et par celles qu'elle a obtenues en effectuant un relevé géochimique des sédiments de fonds de lacs et une campagne d'exploration géologique, de géophysique de détail et de géochimie de sol (Glass et Lacoste, 1979a).

Suite à ces travaux par SOQUEM, une compilation a suivi et un programme de treize (13) sondages d'anomalies fut effectué durant l'été 1979, tout en examinant d'autres anomalies dans la région. Des travaux similaires ont été effectués à l'est de Val d'Or, dans la province de Grenville (Sethuraman, 1984).

Le tableau 1 présente une compilation sommaire des travaux entrepris dans la région pour le projet DUBERGER.

1.5 Méthodes de travail

Les relevés sur le terrain ont été effectués durant les étés 1977, 1978 et 1979. Durant l'été 1977 (Allard et Lacoste, 1977), nous avons fait la cartographie régionale à l'échelle de 1:50 000 et du détail où la densité des affleurements le permettait.

Au cours de l'été 1978, pour la SOQUEM (Glass et Lacoste, 1979a), le levé cartographique s'est fait à l'échelle de 1:2 400 sur plusieurs anomalies. Une compilation des données géologiques de la région au sud-est du lac Laganière est en pochette.

Durant l'été 1979, une campagne de sondages pour la SOQUEM a complété les travaux dans cette région (Glass et Lacoste, 1979b).

Tous les affleurements visités ont été échantillonnés et nous avons examiné et échantillonné en détail les sondages disponibles.

Nous avons fabriqué plus de 150 lames minces représentant les diverses unités lithologiques et des lames minces polies et des sections polies ont été faites pour définir les types et les contextes de minéralisation présente.

Les analyses chimiques, au nombre de 75, pour les éléments majeurs et les éléments mineurs proviennent principalement des échantillons des sondages.

ANNEE	COMPAGNIE	RELEVÉ E.M. AÉROPORTE	SEDIMENTS DE FOND DE LAC	VISITES D'ANOMALIES	FORAGES	GEOCHIMIE DE SOLS.
1970	Chibouquébec	1 600 km	--	8	2	--
1975 - - 1977	Union Carbide	4 500 km	--	33	16	150
1978	SOQUEM	--	418	31	--	1000
1979	SOQUEM (fév. mars)	--	--	3	4	--
1979	SOQUEM (mai, juin)	--	--	15	9	50
1979	SOQUEM (octobre)	--	--	6	--	--

TABLEAU 1 - Travaux effectués dans la région du lac Laganière - projet Duberger

L'identification de certains minéraux (chlorite, grenat, carbonate) a été confirmée par le Centre de Recherche Minérale Québec (C.R.M.).

CHAPITRE 2

GENERALITES

2.1 Bouclier canadien

La plus grande partie du territoire canadien ainsi qu'une partie du nord des Etats-Unis forment le Bouclier canadien, soit une superficie de près de 5 millions de kilomètres carrés. Les roches sont toutes d'âge précambrienne.

Le Bouclier canadien est divisé en plusieurs provinces et sous-provinces structurales (Stockwell, 1964) caractérisées par la prédominance d'une orogénèse. Les différences entre ces provinces comprennent des différences de lithologies, de style tectonique et d'intensité du métamorphisme.

La région du lac Laganière est concernée par les provinces de Supérieur et de Grenville (Fig. 1). Ceci à cause de sa position géographique et par les assemblages des types lithologiques rencontrés et par les effets produits sur ces roches. Toute cette région demeure une des rares parties de ceinture volcanique du Bouclier canadien à être si peu explorée.

2.2 La province de Supérieur.

Cette province occupe le coeur du Bouclier canadien. Elle est entourée au nord par la province de Churchill, à l'est par la province de Nain, au sud-ouest par la province du Sud et au sud-est par la province de Grenville (Fig. 1).

Au point de vue lithologique, la province de Supérieur est constituée de masses de roches granitiques et gneissiques dans lesquelles des complexes de roches métavolcaniques et métasédimentaires sont englobés et conservés. Ces complexes sont définis comme des ceintures de roches vertes orientées approximativement est-ouest. Ces ceintures de roches vertes sont composées de volcanites ultramafiques à felsiques, d'intrusifs associés de même composition, de roches sédimentaires clastiques et chimiques et des intrusions felsiques syn-à post-tectoniques.

Ces roches ont été déformées par l'orogénèse kénoréenne, 2.6 à 2.8 M.a. (Dallmeyer et al., 1975), formant des plis isoclinaux de direction est-ouest avec un pendage sub-vertical.

La sous-province orogénique de l'Abitibi (Fig. 2) est la plus grande ceinture de roches vertes à l'intérieur de la province de Supérieur.

Les limites de cette ceinture sont: au nord - des gneiss quartzofeldspathiques; à l'ouest - les gneiss de Kapuskasing; à l'est et sud-est - la province de Grenville. Cette ceinture est constituée

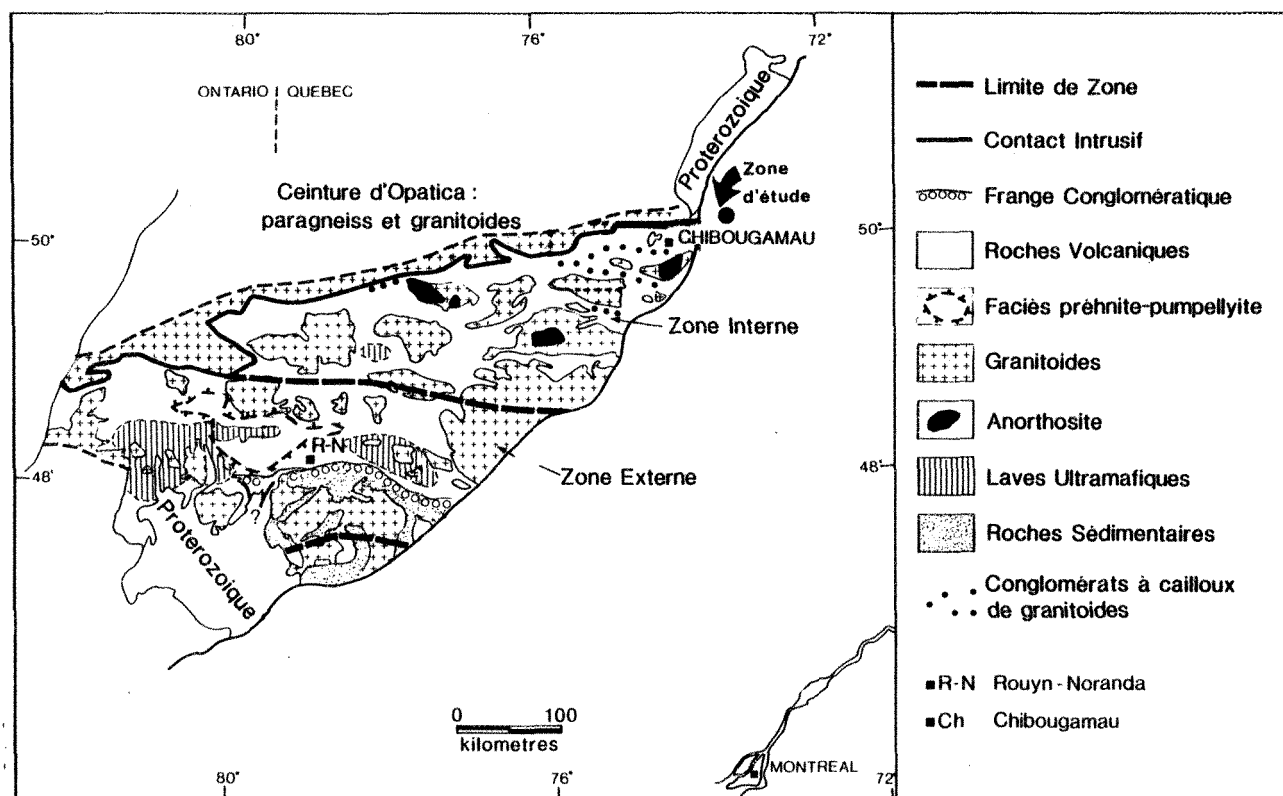


FIGURE 2 - Carte géologique généralisée de la ceinture de l'Abitibi.
(d'après Dimroth et al., 1982a).

de trois unités majeures de direction E-W: 1- le sillon de roches vertes de Matagami-Chibougamau formant au nord la zone interne; 2- une ceinture d'intrusions granitiques et des gneiss, au centre; 3- le sillon de roches vertes de Timmins-Noranda-Val-d'Or, la zone externe au sud.

Le métamorphisme se caractérise par des paragénèses du faciès schiste vert bas à moyen et localement du faciès amphibolite (Jolly, 1978).

2.3 Le front de Grenville

Le front de Grenville représente la limite entre les provinces de Supérieur et de Grenville. Cette limite est souvent arbitraire et se caractérise de façons diverses:

- présence d'intense mylonitisation et de textures cataclastiques.
- superposition du grade de métamorphisme avec un accroissement du gradient.
- superposition de déformations établissant un nouveau patron et style tectonique.
- zone de faille et d'intenses fracturations.

La limite entre les provinces Supérieur et Grenville dans la région de Chibougamau est plutôt une zone de transition d'une épaisseur variant de 3 à 5 km (Deland, 1956) et généralement métamorphisée au faciès amphibolite. Baker (1980) considère une épaisseur de 40 à

75 km de largeur où la tectonique et le métamorphisme d'âge grenvillien ont affecté un terrain complexe d'âge archéen.

Plusieurs études ont été faites pour caractériser le front de Grenville (Norman , 1940; Deland, 1956; Brett, 1960; Fuh, 1970; Frith, 1971; Krogh, 1971; Brocoum et Dalziel, 1974; Bourne, 1978; Chown, 1979; Baker, 1980) et pour en retracer l'histoire géologique.

Les synthèses tectoniques montrent que les roches de ce secteur ont été impliquées dans des événements orogéniques divers (kénoréen, hudsonien, elsonien et grenvillien) et que l'âge de ces roches varie de archéen à hélikien (Wynne - Edwards, 1969). Les types de roches les plus fréquemment rencontrés sont des gneiss quartzofeldspathiques. La foliation est intense et les structures de direction NE sont abondantes (Allard, 1976). Une description détaillée de la province de Grenville et de la zone du front de Grenville est donnée par Wynne - Edwards (1972) et Baker (1980).

CHAPITRE 3

GEOLOGIE REGIONALE A L'EST DE CHIBOUGAMAU

3.1 Introduction

La région de Chibougamau est localisée à l'extrémité est de la ceinture de roches vertes de Matagami-Chibougamau. Ce sillon volcanique (Fig. 2) s'étend sur une longueur de 440 km et une largeur moyenne de 55 km (Allard, 1976). Le style tectonique des formations est E-W et est tronqué à son extrémité est par la présence de la province de Grenville dont le style tectonique est NE (Fig. 3).

La géologie régionale est expliquée par Duquette (1970), Allard (1976), Allard et al., (1979), pour toute la région de Chibougamau. Plusieurs travaux récents sont dans MER (1983) et Guha et Chown éditeur (1984).

3.2 Stratigraphie régionale à l'est de Chibougamau.

La stratigraphie (Tableau 2), dans le secteur de Chibougamau a beaucoup évolué et elle est mieux définie aujourd'hui.

L'ensemble des roches de la ceinture comprend deux(2) cycles volcaniques passant chacun de mafique à felsique. Ces roches forment le Groupe de Roy (Duquette, 1970) et sont recouvertes en discordance par une séquence volcano-sédimentaire formant le Groupe d'Opémisca (Cimon, 1979 dans Allard et al. 1979).

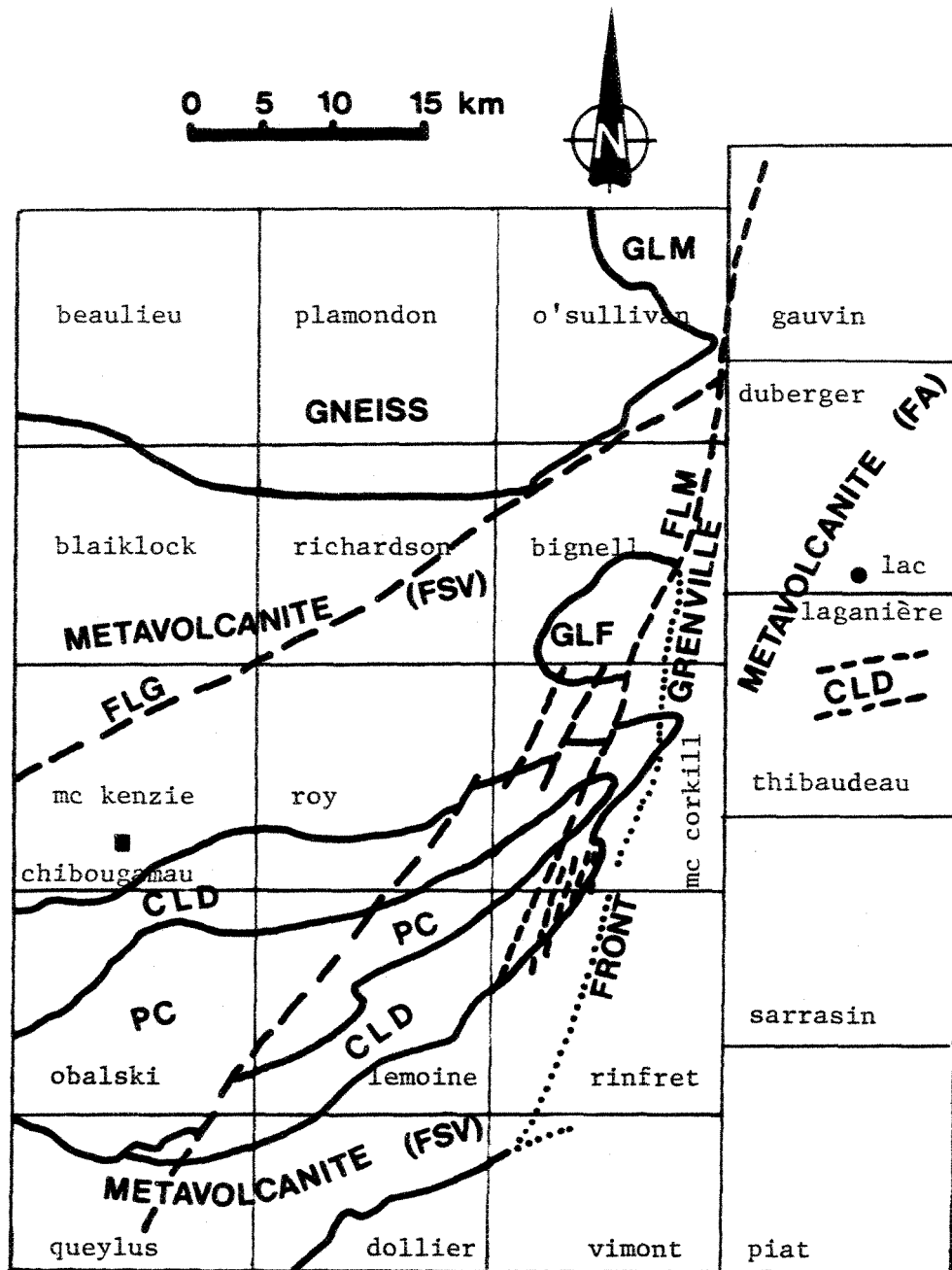


FIGURE 3 - Géologie générale à l'est de Chibougamau avec la désignation des noms des cantons(modifiée d'après Baker,1980).

LEGENDE

CLD - Complexe du Lac Doré
 FA - Faciès Amphibolite
 FLM - Faille Lac Mistassini
 FLG - Faille Lac Gwillim

GLF - Granite Lac France
 PC - Pluton Chibougamau
 FSV - Faciès Schiste Vert
 GLM - Groupe Mistassini

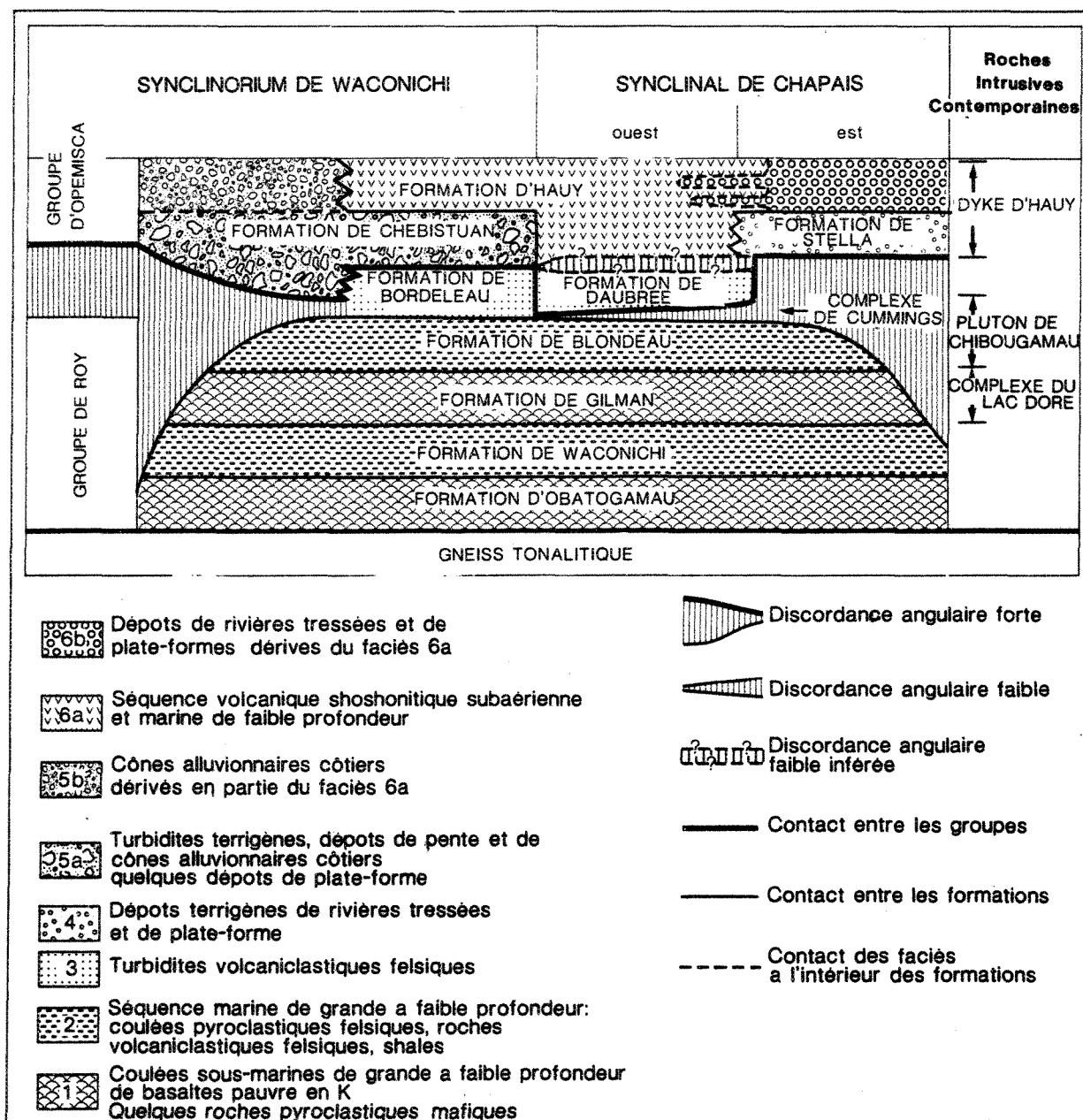


TABLEAU 2 - Stratigraphie de la région de Chibougamau.

3.2.1 Les volcanites.

Le premier cycle volcanique comprend à la base la Formation d'Obatogamau recouverte au-dessus par la Formation de Waconichi.

La Formation d'Obatogamau (3000 m) est composée de coulées porphyriques et coussinées de composition basaltique et de nombreux filons-couches comagmatiques de gabbro. Le caractère porphyrique de cette séquence a été reconnu originellement par Cimon (1979). Ce critère d'après des travaux récents (Allard, 1983; Charbonneau, 1981; Lamothe, 1982) ne semble pas omniprésent mais caractériserait certains niveaux. Ces phénocristaux de plagioclase peuvent constituer localement jusqu'à 10% de la roche.

Cette Formation d'Obatogamau n'affleure pas dans le secteur que nous avons compilé sur la carte à l'échelle de 1/100,000^e (carte géologique en pochette).

La Formation de Waconichi (Unité 1)*, d'une épaisseur variant entre 600 - 1000 mètres (Cimon, 1979), est caractérisée par la présence dominante de pyroclastites de composition dacitique à rhyolitique-sodique contenant des phénocristaux de quartz et de plagioclase. L'assemblage de la formation se définit par une alternance de lits de tufs et de brèches, auxquels sont associées des masses de rhyolite porphyrique et quelques coulées mafiques.

* Les numéros des unités correspondent à ceux inscrits sur la carte géologique en pochette.

La partie sommitale de cette formation est constituée de la Formation de fer du Lac Sauvage (Allard, 1976, Henry et Allard, 1979) résultant de la précipitation chimique de matières exhalatives et comprend des lits de carbonate de Fe-Ca-Mg-Mn, de pyrite, de magnétite et d'un peu de chert.

Le deuxième cycle volcanique est formé respectivement à la base par la Formation de Gilman suivie par la Formation de Blondeau.

La Formation de Gilman (Unité 2), est concordante avec la Formation de Waconichi et représente la formation la plus abondante dans la région de Chibougamau. Son assemblage est composé de 3 600 m de metabasaltes coussinés (Duquette, 1970), interlités avec des filons-couches de gabbros comagmatiques et des tufs dans les interfaces de coulées et quelques horizons riches en carbonates. Les filons-couches de métagabbros forment jusqu'à 25% de la formation et sont semblables au point de vue minéralogique et chimique aux metabasaltes (Allard, 1976; Lacoste, 1982), avec une épaisseur variant du mètre à plus de 300 mètres. La base de la formation présente des caractères plus chloritiques par rapport au sommet qui est plus actinolitiques (Boudreault, 1977).

La Formation de Blondeau (Unité 3) se compose de roches volcano-sédimentaires felsiques caractérisées par des coulées rhyolitiques-sodiques, des tufs, des horizons de chert, des shales carbonatés, pyritiques et graphitiques et quelques horizons sédimentaires. L'épaisseur de cette formation est d'environ 1000 mètres. Dimroth et al. (1982a) décrivent cette formation comme étant le résultat d'un volcanisme sub-

aérien dérivé d'îles volcaniques en émergence. A l'intérieur de cette formation des filons-couches différenciés, de composition ultramafique à mafique, forment le Complexe de Cummings (Duquette 1970). Ce complexe, d'une épaisseur moyenne de 400 m, montre de la base au sommet les filons-couches de Roberge (Unité 5), de Ventures (Unité 6) et de Bourbeau (Unité 7), qui ont leur propre différenciation interne et se différencient par rapport à leur voisin du dessous par une teneur en silice qui augmente progressivement en allant vers le sommet de la série (Allard, 1976). Ces filons-couches constituent d'excellents horizons-repères pour la région de Chibougamau.

Concordant avec la Formation de Blondeau, la Formation de Bordeleau (Unité 4) affleure seulement dans le secteur nord dans le synclinal de Waconichi soit dans les cantons de Richardson et de Bignell, et représente une séquence volcano-terrigène (Caty, 1978), composée principalement de tufs et de roches sédimentaires feldspathiques avec plus ou moins de quartz, de dykes ou filons-couches mafiques à phénocristaux de feldspath et de tufs cristallins quartzofeldspathiques avec des fragments de chert. Cet assemblage, selon Caty (1978), laisserait supposer un cycle volcanique felsique tardif à la fin du Groupe de Roy et constitue une unité de transition avec le Groupe d'Opémisca (Dimroth et al., 1983).

L'érosion des chaînes volcaniques pré-existantes a donné place à la production de la Formation de Stella (Unité 10) et de la Formation de Haüy (n'affleurant pas sur la **carte annexée** en pochette).

appartenant au Groupe d'Opémisca qui est en discordance sur les formations du Groupe de Roy (Cimon, 1979). Dimroth et al. (1982a) suggèrent pour ces sédiments une origine fluviatile et marine peu profonde. Plusieurs travaux (Dimroth et al., 1983) sont présentement en cours pour caractériser ce Groupe.

La Formation de Stella est essentiellement sédimentaire et constitue une séquence clastique incluant des conglomérats polymictiques, des grauweekes, des shales et des shales graphitiques (Cimon et Gobeil, 1976).

La Formation de Haüy, concordante à la formation de Stella, contient des roches volcaniques andésitiques porphyriques et des roches sédimentaires clastiques. Les andésites sont caractérisées par une teneur élevée en potasse. (Charbonneau et al., 1983).

La Formation de Chebistuan (Unité 11) est localisée dans le synclinal de Waconichi. Elle se compose d'argilite, de siltstone, et de conglomérat et serait d'après Caty (1979) un équivalent stratigraphique probable de la Formation de Stella.

La Formation de Chibougamau (Unité 17) affleure à quelques endroits autour de la ville de Chibougamau et du lac Waconichi. D'âge protérozoïque, elle constitue un assemblage de conglomérat, d'arkose et de laminites. Elle représenterait un dépôt de cônes alluvionnaires syn- et paraglaciaciaux dans un environnement glaciaire à périglaciaire (Long, 1973, 1974).

3.2.2 Les roches intrusives

Les roches intrusives constituent un assemblage important dans le secteur de Chibougamau, soit des intrusions concordantes et plissées et d'autres qui sont non-concordantes. Le Complexe de Cummings (Duquette 1970) que nous avons déjà décrit à l'intérieur de la Formation de Blondeau représente une intrusion majeure.

Le Complexe du Lac Doré (Unité 8) est une intrusion stratiforme de type Bushveld (Allard, 1976). D'une épaisseur de 4 à 5 km et s'étendant sur une distance de plus de 50 km (Fig. 3), avec un prolongement de 10 km à l'intérieur du front de Grenville, ce complexe occupe le coeur de l'anticlinal de Chibougamau.

La lithostratigraphie de ce complexe se présente comme suit:

la "zone d'anorthosite" constitue la zone inférieure. Elle est composée de méta-anorthosite, de méta-anorthosite gabbroïque et de métagabbro anorthositique. Au-dessus de la zone d'anorthosite se trouve la "zone litée". Celle-ci montre un litage spectaculaire à l'échelle centimétrique. Le passage supérieur à la "zone de ferro-diorite" se fait graduellement (Baskin, 1975) ainsi qu'à la "zone de granophyre sodique" sus-jacente. La partie supérieure du Complexe comprend une bordure de refroidissement appelée "zone supérieure de bordure". Cette partie est souvent confondue avec les métavolcanites encaissantes et est composée de métagabbro et de métadiabase avec un

peu de métapyroxénite et de méta-anorthosite. Une "zone inférieure cachée" riche en chrome et en platine pourrait être présente à la base du Complexe (Allard, 1973) mais ceci n'est qu'hypothétique.

Nous avons retrouvé (Allard et Lacoste, 1977) l'équivalent des roches du complexe du Lac Doré dans le secteur du lac en Cornière, à moins de 4 km au sud du lac Laganière. A notre premier contact avec ces roches, nous les avons interprétées comme des gneiss feldspathiques à hornblende. Cependant, suite aux travaux (Allard, 1978; 1979), il n'y a aucun doute pour confirmer la similitude. L'épaisseur du complexe est beaucoup plus mince que dans la région immédiate de Chibougamau proprement dite, mais la même séquence de roches s'y retrouve: anorthosite à la base suivies du gabbro, ferrogabbro et sodagranophyre près du sommet. Les roches montrent encore le litage magmatique primaire et des textures de cumulat (Allard, 1979). De plus, les analyses chimiques et les calculs normatifs confirment et corroborent l'appartenance au complexe du Lac Doré.

Le Pluton de Chibougamau (Unité 9) est une masse de 450 km^2 de superficie, allongée parallèlement à la structure régionale (axe d'anticlinal de Chibougamau). La composition varie d'une méladiorite à une trondhjémite (Racicot, 1980; 1981, Allard, 1976). Sa cartographie semble confirmer des phases successives multiples et complexes (Racicot, 1980; 1981). Le pluton de Chibougamau est intrusif dans le Complexe du Lac Doré et sa mise en place est pré-tectonique.

Les Plutons de Barlow (Unité 12) et du Lac France (Unité 13) forment des intrusions tardives de moindre importance au point de vue volumétrique. Ils sont de composition granodioritique, tonalitique quartzifère, syénitoïde et granitoïde (Racicot, 1979; Caty, 1978; Lacoste, 1982).

Selon Duquette (1970), les masses granitiques, autres que le socle, sont divisées en deux (2) catégories dans la région de Chibougamau. Le premier type de composition tonalitique comme le Pluton de Chibougamau serait syn-tectonique. Tandis que le second type de composition granodioritique serait syn- à post-tectonique, associé avec l'orogénèse kénoréenne.

Les dykes felsiques à phénocristaux de quartz et de feldspath (Unité 14) et les dykes gris à phénocristaux de feldspath sont très répandus dans la région de Chibougamau et se retrouvent dans plusieurs formations du Groupe de Roy.

Les dykes de diabases (Unité 18) sont d'âge protérozoïque et postérieur au métamorphisme kénoréen. Ces dykes ont des directions NW et NE, respectivement sous le lac Chibougamau et dans les cantons de Bignell et Duberger. Ces dykes fortement magnétiques masquent sur les cartes aéromagnétiques (Fig. 4) l'allure structurale des roches encaissantes qui sont EW.

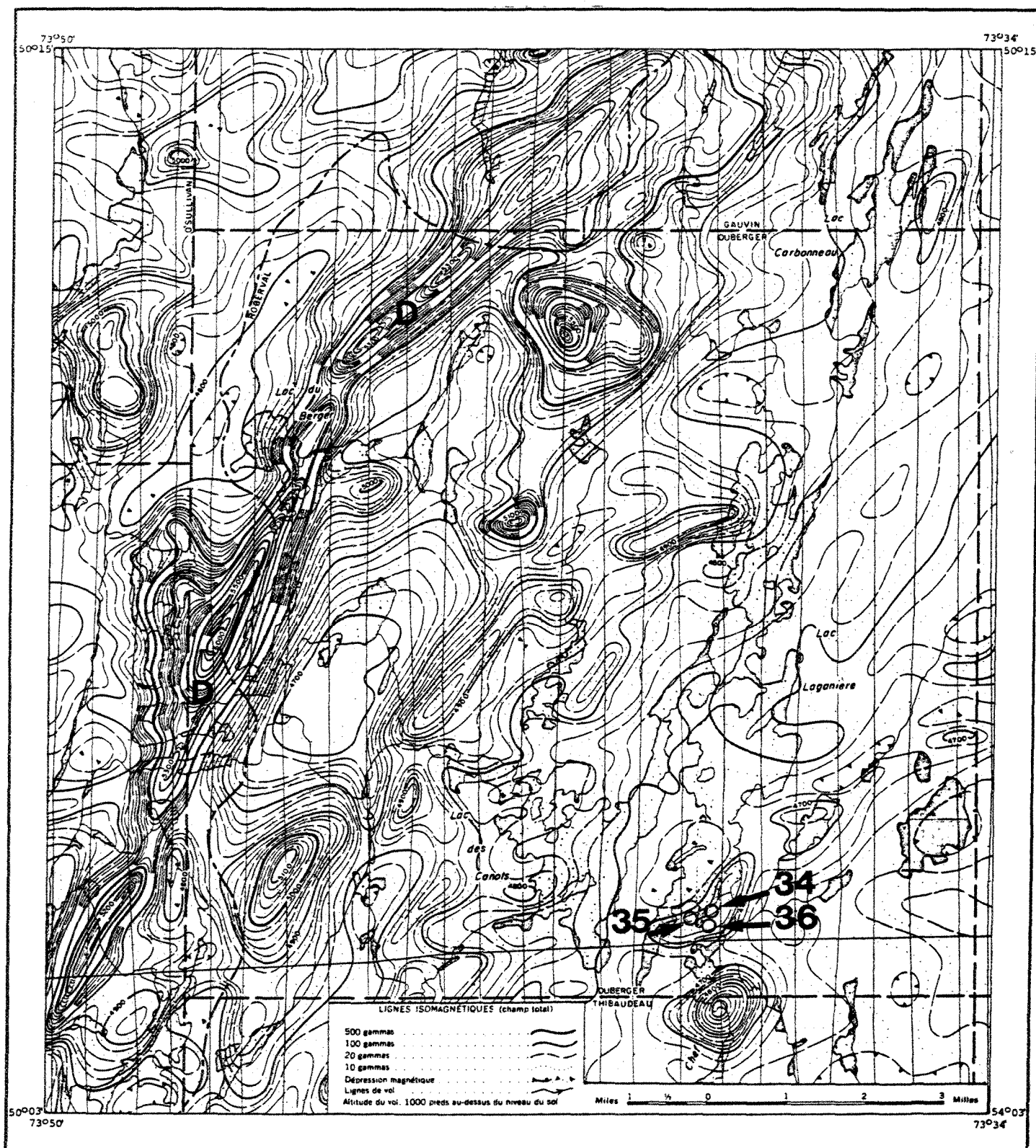


FIGURE 4 - Carte aéromagnétique (Lac des Canots, 1987G), montrant la localisation d'un dyke de gabbro-diabase (D) très magnétique. Les chiffres 34, 35 et 36 correspondent à l'emplacement des sondages et réseaux de lignes portant ces mêmes numéros dans le secteur sud-est du lac Laganière.

3.2.3 Les gneiss

Les unités des formations à l'est de la faille du lac Mistassini comprennent des schistes ou des gneiss, des amphibolites, des gabbros et de l'orthogneiss (gneiss grossiers à biotite).

Nous manquons d'informations pour ces unités pour pouvoir les corrélérer avec certitude, avec les formations de la colonne stratigraphique de Chibougamau (Tableau 2).

Une tentative de corrélation a été amorcée par l'auteur dans la demie-est du canton de Bignell (Lacoste, 1982). Baker (1980) et Allard (1981) ont effectué des travaux similaires dans la région des cantons de Lemoine, Rinfret et Dollier.

Nous verrons ces différentes unités plus en détails dans la section traitant de la géologie locale.

3.2.4 Les orthogneiss (gneiss grossiers à biotite)

Les orthogneiss (Unité 24 à 27) se rencontrent du côté est de la faille de Mistassini. Leur composition s'apparente à celle des tonalites. L'origine de ces orthogneiss est ambiguë; Baker (1980) considère les gneiss dans le secteur du canton de Dollier, comme un socle sur lequel reposerait la ceinture de roches vertes de Matagami-Chibougamau. Allard (1981), dans le canton de Rinfret, associe plutôt les orthogneiss à des plutons.

Une caractéristique courante dans la région de Chibougamau, au sujet des masses d'orthogneiss, est cette correspondance géographique avec de vastes étendues planes et marécageuses. Dans le canton de Bignell (Lacoste, 1982) cette dernière caractéristique a été observée pour l'orthogneiss. Deux hypothèses peuvent être considérées pour tenter d'expliquer la nature de l'orthogneiss: premièrement, nous avons tenté de vérifier le lien génétique entre l'orthogneiss et le pluton du lac France dans le canton de Bignell. Au point de vue assemblages minéralogiques et comportement géochimique, une nette ressemblance est notée entre les deux et la seule différence minime est une quantité plus faible de K_2O pour l'orthogneiss (Pearson, 1981). La seconde hypothèse serait d'associer cet orthogneiss avec les métavolcanites et métasédiments rencontrés plus à l'est et appelés paragneiss dans les travaux antérieurs. La faille de Mistassini, qui sépare l'orthogneiss et le pluton du lac France, est une faille inverse; ainsi les roches en bordure de cette faille, où l'intensité de migmatisation augmente, représenteraient des conditions de métamorphisme de plus grande profondeur. Nous ne croyons pas pouvoir solutionner présentement ce problème.

3.3 Tectonique

La région de Chibougamau est constituée d'un synclinorium orienté E-W formé d'une série de plis symétriques et isoclinaux. Ce synclinorium qui a près de 200 km de longueur est probablement relié à l'orogénèse kénoréenne (Duquette, 1970).

Le synclinorium se divise pour former au nord le synclinal de Waconichi, au centre le synclinal de Chibougamau et au sud le synclinal de Chapais (Fig. 5).

L'anticlinal de Chibougamau coïnciderait selon Cimon (1979) avec une dorsale émergente soumise à une érosion intense avant le plissement kénoréen. L'érection de cette dorsale serait probablement liée à la mise en place du pluton de Chibougamau. Localement, un système de plis N-S se superpose à ceux précités pour donner des structures en forme de dômes et de bassins (Duquette, 1970; Daigneault et Allard, 1983; 1984).

De plus, le développement de patrons structuraux devient de plus en plus complexe en direction vers l'est, soit en s'approchant du front de Grenville.

3.4 Métamorphisme

Les roches archéennes de la région de Chibougamau sont métamorphisées au faciès des schistes verts et localement au faciès amphibolite.

Le métamorphisme est prograde vers l'est et le sud-est de Chibougamau, passant du faciès schiste vert au faciès amphibolite (Allard, 1976; Baker, 1980; Deland, 1956), et s'associe au métamorphisme grenvillien.

3.5 Systèmes de fractures, failles et cisaillements.

Cinq systèmes majeurs de fractures ou de cisaillements sont connus à l'intérieur de la région de Chibougamau:

- 1^o - le système NE correspond aux failles régionales telles que les failles du lac Gwillim, du lac Doré et du détroit de McKenzie. Ces failles sont à proximité de la plupart des gisements ou indices dans la région. Sur le terrain, ces failles sont définies par une altération en chlorite-quartz-séricite.
- 2^o - le système NW correspond à des zones de cisaillements intenses de dimensions variables accompagnées de carbonatation, de silicification et de sulfures. La plupart des gites de cuivre-or dans le Complexe du Lac Doré sont localisés dans de telles zones.
- 3^o - le système NS est principalement développé dans les volcanites au nord de Chibougamau. Quelques gisements et indices sont associés à ce système à déplacement senestre.
- 4^o - le système N-NE forme une série de cassures abondantes et parallèles bien développées au voisinage du front de Grenville. La faille de Mistassini est un exemple de ce système à déplacement senestre.

- 5^o - failles directionnelles; celles-ci sont localisées dans le synclinal de Chibougamau, en particulier en bordure du filon-couche de Roberge. Ce système est aussi présent à l'ouest de Chibougamau (Gobeil et Racicot, 1983).

3.6 Age de la faille de Mistassini

La faille de Mistassini représente un attrait structural dominant pour le secteur-est de Chibougamau. En plus d'être une faille majeure inverse, elle a longtemps été considérée comme la limite entre les provinces de Supérieur et de Grenville.

L'âge de cette faille de Mistassini est difficile à évaluer. Nous avons tiré de Baker (1980) les deux modèles géochronologiques qu'il propose et que nous présentons ci-dessous.

- 1 - Si le métamorphisme des amphibolites et des gneiss à l'est de la faille de Mistassini est d'âge syn-ou post-Grenville, la faille juxtapose les roches sédimentaires du groupe de Mistassini et les terrains amphibolitisés du Grenville, ce qui implique un déplacement vertical minimum de 12 km puisque les roches sédimentaires ne sont pratiquement pas métamorphisées. Si une rotation s'est produite, ceci diminuerait la différence d'enfouissement nécessaire entre les deux blocs de chaque côté de la faille (Fig. 6).

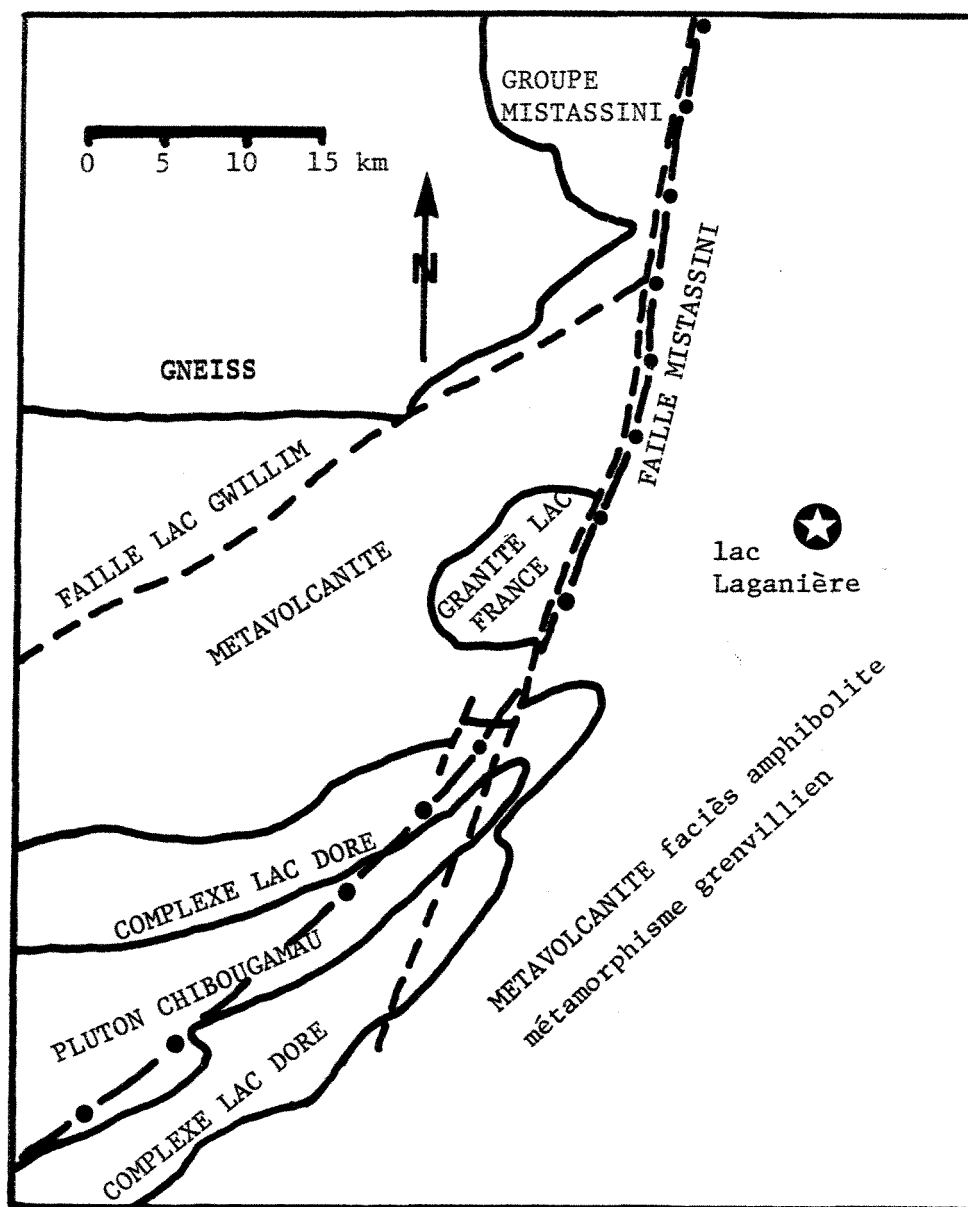


FIGURE 6 - La faille de Mistassini, une structure d'âge syn- ou post-Grenville. La partie nord de la faille Mistassini sépare les roches volcaniques de faciès amphibolite et les sédiments Aphébiens non-métamorphisés. Les zones de mylonitisation dans la région au sud sont syn-Grenville. (Tirée de Baker, 1980, p.133).

- 2 - Si le métamorphisme des amphibolites est pré-Grenville, il doit être aussi pré-Aphébien (soit l'âge des roches sédimentaires du groupe de Mistassini) et la faille est nécessairement plus jeune que l'Aphébien puisque ces roches sédimentaires sont recoupées par la faille. Si les volcanites à l'est de la faille ont été métamorphisées dans une période post-Aphébiennne, alors l'âge de ce métamorphisme représente l'âge de la faille (Fig. 7).

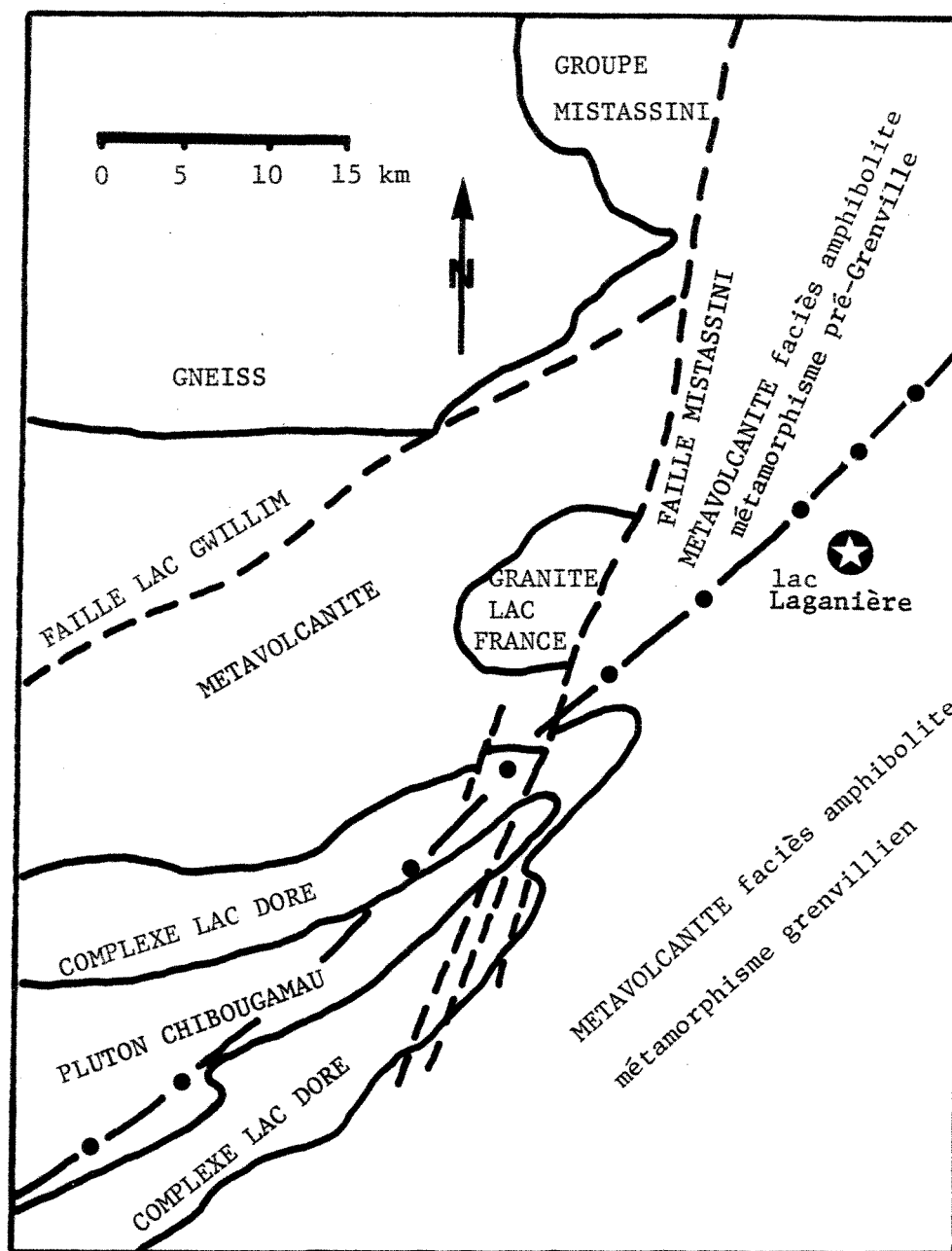


FIGURE 7 - La faille de Mistassini, une structure d'âge pré-Grenville. Le front du Grenville recoupe la faille de Mistassini. (Tirée de Baker, 1980, p.135).

CHAPITRE 4

PETROGRAPHIE DES UNITES DANS LE SECTEUR DU LAC LAGANIERE

4.1 Introduction

La région localisée du côté est de la faille du lac Mistassini a longtemps été considérée comme appartenant à la province de Grenville. C'est d'ailleurs pour cette raison que peu de travaux ont été effectués. Suite aux travaux de terrain (Allard et Lacoste, 1977; Glass et Lacoste, 1979a, 1979b, Allard, 1978, 1979), nous pouvons aujourd'hui dire que les assemblages de roches dans le secteur du lac Laganière sont beaucoup plus variés qu'un simple assemblage de paragneiss et d'orthogneiss (Laurin et Sharma, 1975).

Dans la région du lac Laganière, nous avons cartographié différents types de gneiss, des schistes et des amphibolites. Des indices d'une origine volcanique furent observés pour la plupart des roches.

L'orientation générale des unités est E-W, à l'exception du voisinage des failles où les directions deviennent parallèles à ces dernières soit N 20° à N 30°. Ces zones de failles sont constantes comme dans la région de Chibougamau. De plus, les déformations associées à la phase grenvillienne ont produit des plis dont les axes sont orientés sud-est avec une faible plongée (Daigneault et Allard, 1984).

4.2 Lithologie

Nous examinerons les différentes unités rencontrées dans le secteur du lac Laganière dans le canton de Duberger. La **carte géologique** en pochette et réduite à l'échelle de 1:100,000 donne une vue d'ensemble de la localisation et de la distribution des unités. Une autre carte annexée, à l'échelle de 1:4800 donne plus de détails pour la région étudiée.

La nomenclature utilisée pour décrire les différentes unités lithologiques est basée sur des noms de terrain que nous avons utilisés pour reconnaître facilement celles-ci. Les unités rencontrées et que nous décriront sont: gneiss quartzofeldspathique à biotite entrecroisée (QFB*), gneiss quartzofeldspathique à biotite (QFB), gneiss quartzofeldspathique à biotite et à hornblende (QFB/H), gneiss quartzofeldspathique à hornblende (QFH)-amphibolite, gneiss grossier à biotite, schiste à chlorite magnésienne (SCM).

Les coupes des sondages 34, 35 et 36 (Fig. 8) montrent les variations entre les diverses unités.

4.2.1 Gneiss quartzofeldspathique à biotite entrecroisée (QFB*)

Les principaux affleurements de ce type de roche sont localisés au site du sondage 36 sur les lignes 12E et 16E, ainsi qu'au début du sondage 34. Les affleurements se présentent en grosses masses allongées parallèles à la structure. L'épaisseur visible de ces niveaux sur le terrain est de 30 à 40 m. La roche est foliée, litée, homogène, (planche IA) avec parfois un interlitage avec de minces niveaux mafiques

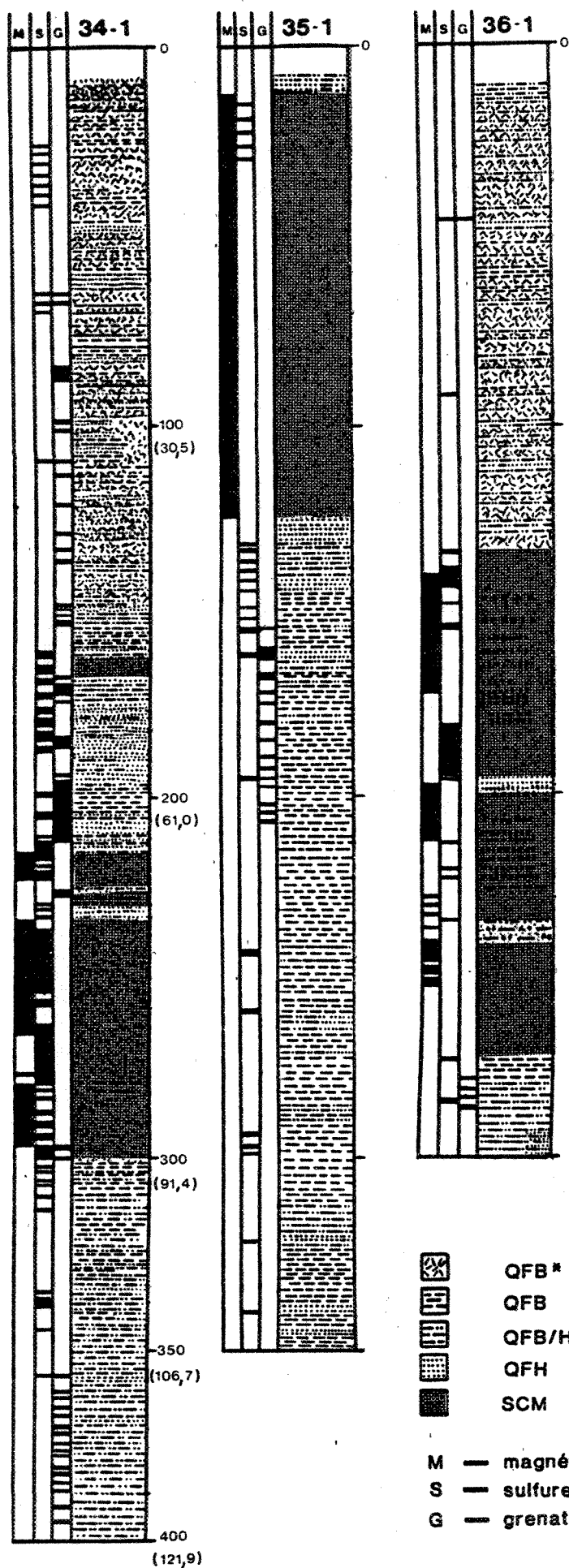


FIGURE 8 - Profil lithologique des sondages 34, 35, 36.

LEGENDE

PLANCHE I



(A)

Affleurement de QFB* montrant la foliation et le litage.

Localisation: L16E,1+25N du système 36.



(B)

Détail de la texture entrecroisée des QFB*. La biotite

(b) forme parfois des petits amas en relief positif.

Même affleurement que Planche I(A).

qui font ressortir l'aspect tectonisé du litage. Aucune structure relique n'est préservée dans ces roches, qui nous permettrait de déterminer une polarité.

La roche est de couleur blanchâtre-crème, à grain fin montrant une texture saccharoïde. La quantité de biotite varie de 2 à 20%, de 1 à 5 mm en dimension et met en relief le développement d'une foliation prononcée. Cependant cette biotite forme de petits amas concentrés et entrecroisés d'où cette nomenclature appliquée sur le terrain (Planche IB).

En lame mince, la texture granoblastique est dominante. La composition minéralogique pour ce type de gneiss est schématisée au Tableau 3. Le quartz, de 0,5 à 1 mm de grosseur, a souvent une extinction roulante. Le plagioclase varie de An_{30} à An_{45} (andésine), avec une longueur de 0,5 à 4,0 mm d'arête. Ces plagioclases sont assez frais mais quelques fois ils montrent une surface chagrinée d'épidote où l'on distingue encore de fines macles. Généralement une séricitisation, une épidotisation et une faible chloritisation de la roche sont notées. La biotite est souvent poecilitique et déchiquetée (Planche IIA), de couleur brun-rouille en lumière naturelle et forme régulièrement des paillettes intergranulaires. L'épidote, de type zoïsite est ubiquiste, avec une forme tantôt arrondie et intergranulaire et tantôt en petits amas concentrés avec une forte réfringence (Planche IIB). Les minéraux accessoires que l'on retrouve sont la hornblende, la muscovite, la chlorite, le grenat, le disthène (kyanite), du zircon, de l'anthophyllite en trace et des

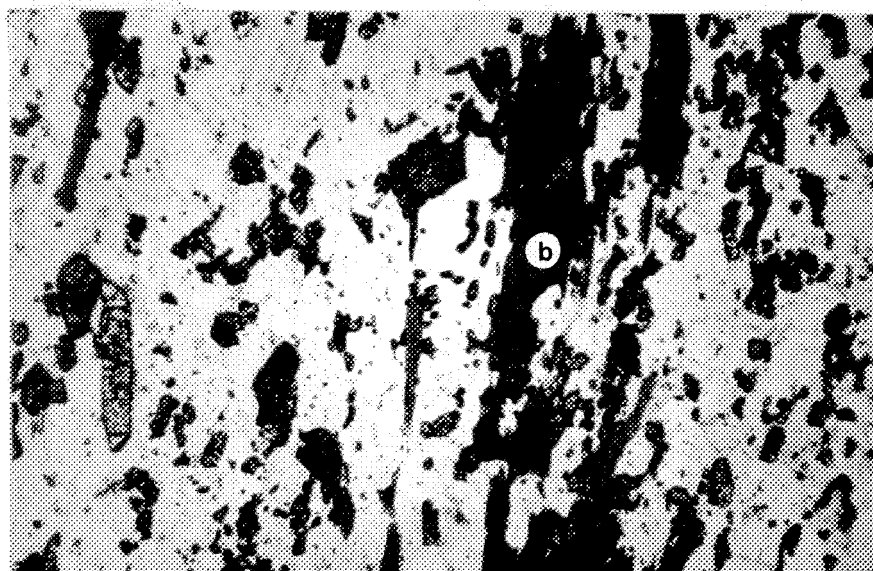
TABLEAU 3 - Composition minéralogique en lame mince.

Unité: gneiss quartzofeldspathique à biotite
entrecroisée (QFB*).

échan- tillon	QUARTZ	PLAGIOCLASE	FELDSPATH-K	BIOTITE	HORNBLende	EPIDOTE	CHLORITE	GRENAT	APATITE	MUSCOVITE	PYROXENE	SPHENE	CARBONATE	SULFURE	MAGNETITE	% AN (plagioclase)
34-30	30	25	--	15	--	30	1	--	--	1	--	--	--	tr	--	30-40
34-50	80	20	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	35-50
34-122	5	75	--	1	--	20	2	*	--	1	--	--	--	*	--	30-37
34-143	30	45	--	15	*	10	3	--	--	--	--	--	--	tr	--	35-40
36-38	35	30	--	10	--	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	38-45
36-40	40	30	--	3	--	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	35-40
36-71	30	35	--	5	--	15	--	--	--	15	--	--	--	--	--	38-45
36-96	*	*	--	2	*	*	--	--	--	*	--	--	--	tr	--	32-40
36-116	*	*	--	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	*	--	30-36
36-135	*	*	--	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	tr	--	35-40

-- absence de ce minéral, * présence de ce minéral

PLANCHE II

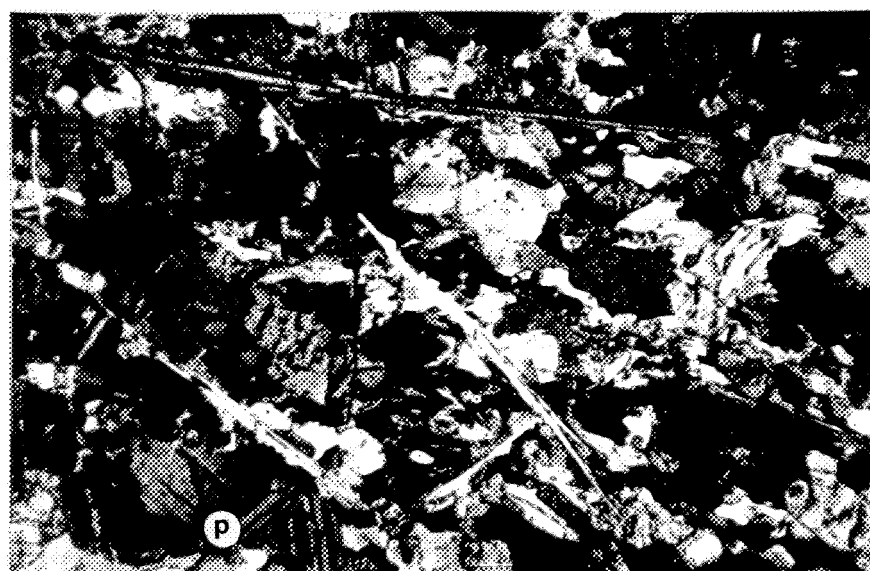


(A)

—
0,55 mm

Microphotographie de QFB*. Notez la présence de la biotite (b) poecilitique et déchiquetée.

Echantillon 36-38 (LN).



(B)

—
0,55 mm

Microphotographie de QFB*. Notez la texture granoblastique et la présence des macles à l'intérieur des plagioclases (p).

Echantillon 34-122 (LP).

sulfures disséminés.

A l'intérieur des niveaux riches en plagioclases, lorsque la quantité d'épidote est supérieure à 10 - 15%, la granulométrie des autres minéraux présents dans ces niveaux est plus petite que celle où l'épidote est en quantité moindre.

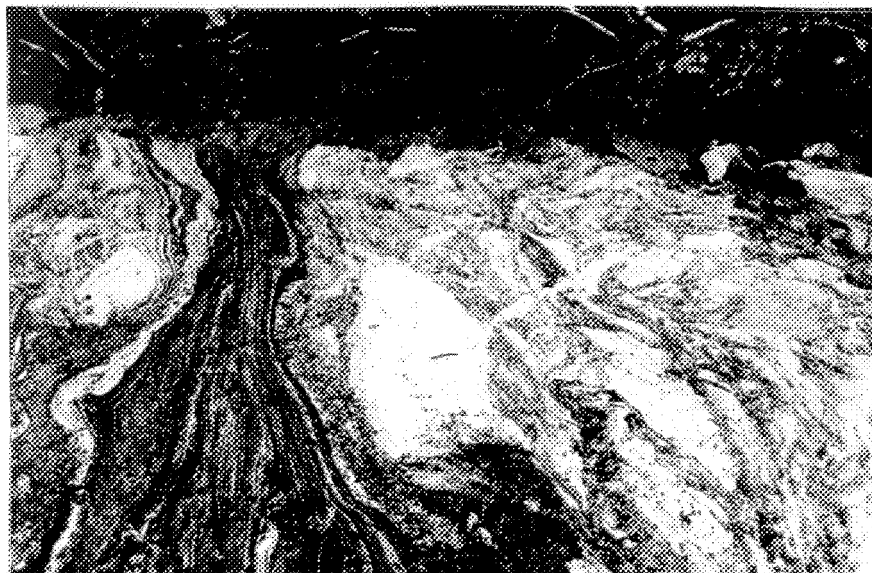
Nous avons observé sur quelques affleurements de QFB*, des structures rappelant des textures de bombes et/ou fragments (Planche IIIA,B). Ces structures en relief sont composées exclusivement de feldspath et d'un peu de quartz. Des concentrations de biotite et de chlorite entourent parfois ces fragments.

4.2.2 Gneiss quartzofeldspathique à biotite - (QFB)

Cette unité de gneiss quartzofeldspathique à biotite correspond à l'unité 20 sur la **carte géologique régionale** annexée en pochette. Elle constitue une auréole autour du pluton de gneiss grossier situé dans la partie sud-est du canton de Duberger; elle est aussi présente dans le secteur du lac Duberger et du lac des Canots.

Ces gneiss sont bien foliés finement lités (Planche IVA,B) et souvent interlités avec des gneiss à hornblende et des gneiss à grenat. La roche est très homogène, à grain fin et la patine d'altération est gris pâle devenant brun foncé à rouille lorsque la quantité de biotite est plus élevée. Les minces lits riches en biotite qui alternent avec des niveaux plus felsiques ainsi que les variations granulométriques

PLANCHE III

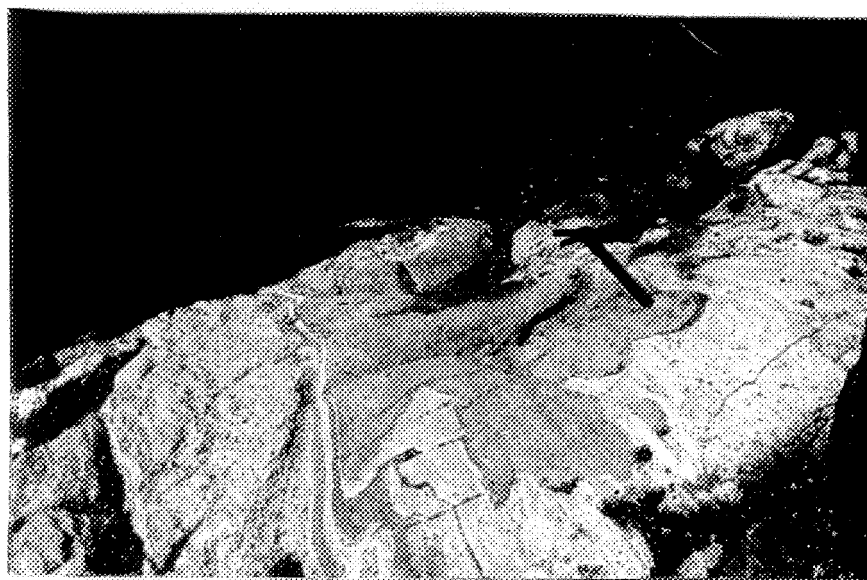


(A)

0,30 m

Affleurement de QFB*. Notez la présence des masses fel-siques ressemblant à des fragments.

Localisation: L16E,6+00N du système 36, vue vers l'ouest.

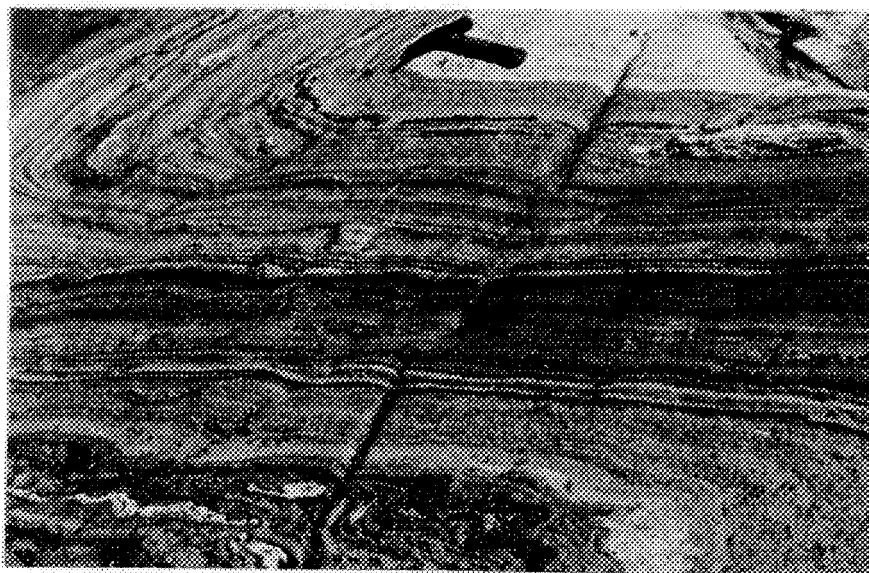


(B)

Affleurement de QFB* et QFB. Notez les plissements avec un axe de pli très plat.

Localisation: L16E,6+00N du système 36, vue vers l'ouest.

PLANCHE IV



(A)

Affleurement de QFB. Le style tectonique est typique de la région et les plis replissés sont fréquents.

Localisation: L8+50E, 1+00N du système 36, vue vers l'est.



(B)

Détail du rubannement de l'affleurement ci-haut. Notez le fin litage et l'alternance des niveaux mafiques riche en biotite et les niveaux felsiques quartzofeldspathiques.

des cristaux pourraient représenter d'après nous des textures reliques de litage.

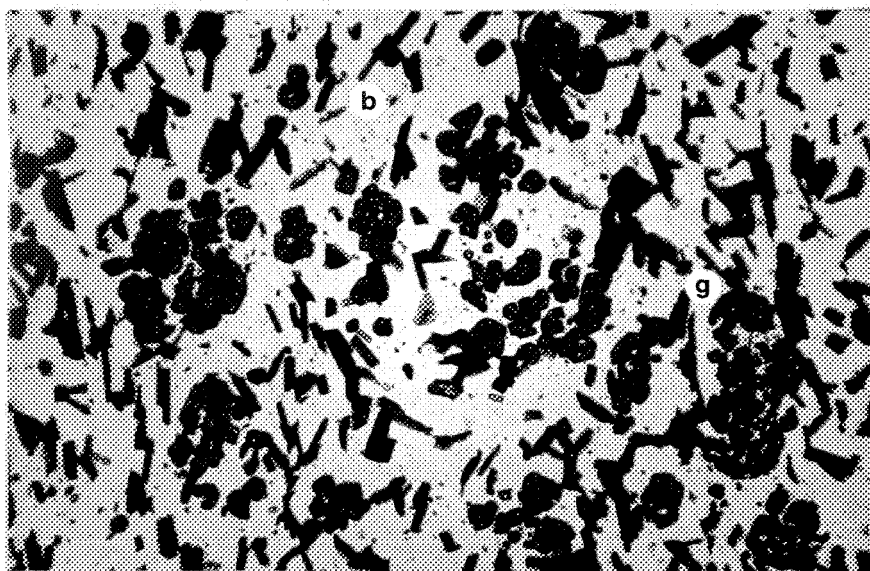
En lame mince (Planches VA,B) les minéraux felsiques forment des textures granoblastiques tandis que les minéraux mafiques forment des textures lépidoblastiques. La composition minéralogique pour l'unité QFB est schématisée au Tableau 4.

Le quartz a une taille ≤ 0.2 mm et dans de minces niveaux millimétriques, le diamètre des grains atteint facilement 1.0 mm. Les plagioclasse $An_{25} - An_{38}$ (oligoclase - andésine) sont peu mâclés, moyennement frais et très fins. La biotite a une couleur brun-rouge à brun pâle, parfois verte et forme des lamelles de 1.0 mm entre les minéraux felsiques. Les grenats d'une grosseur 0.5 mm ont une croissance aléatoire et ne semblent pas associés avec des niveaux précis. Ceux-ci sont idiomorphes et un peu poecilites (Planches VIA,B) avec des inclusions de quartz, biotite, sphène. L'épidote (zoisite) se présente en petits grains disséminés et souvent en bordure des lamelles de biotite. Les opaques sont constitués de pyrrhotite et de pyrite disséminées en petits grains parallèles à la foliation.


4.2.3 Gneiss quartzofeldspathique à biotite et hornblende (QFB/H)

Les gneiss quartzofeldspathiques à biotite et à hornblende (Unité 21) constituent le type de gneiss dominant dans l'ensemble de la région du lac Laganière et du lac des Canots. Cette unité montre un interlitage de niveaux felsiques (quartzofeldspathiques) contenant un

PLANCHE V

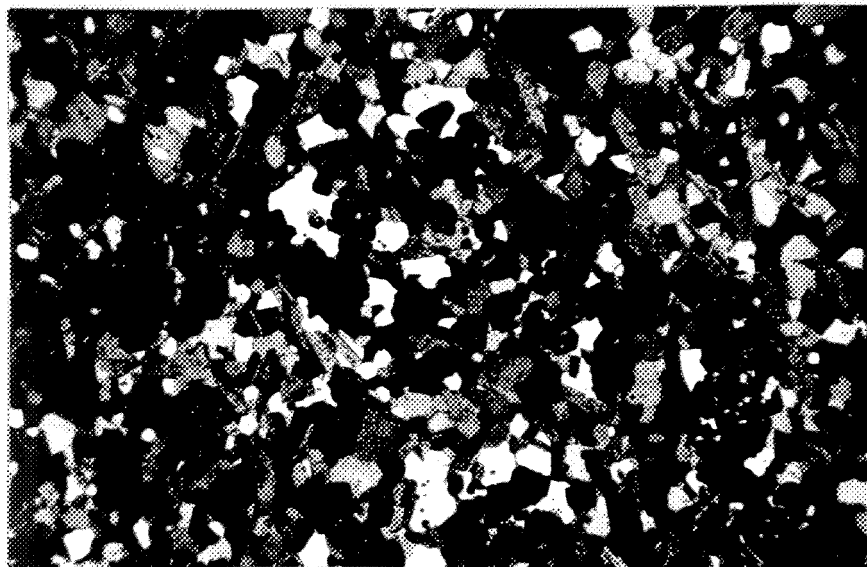


(A)



0,55 mm

Microphotographie de QFB. Notez les alignements des biotites (b) et la présence des grenats (g). Les minéraux felsiques ont tendance à former des textures granoblastiques.

Echantillon 34-201 (LN)



(B)


0,55 mm

Microphotographie même que ci-haut (LP).

TABLEAU 4 - Composition minéralogique en lame mince.

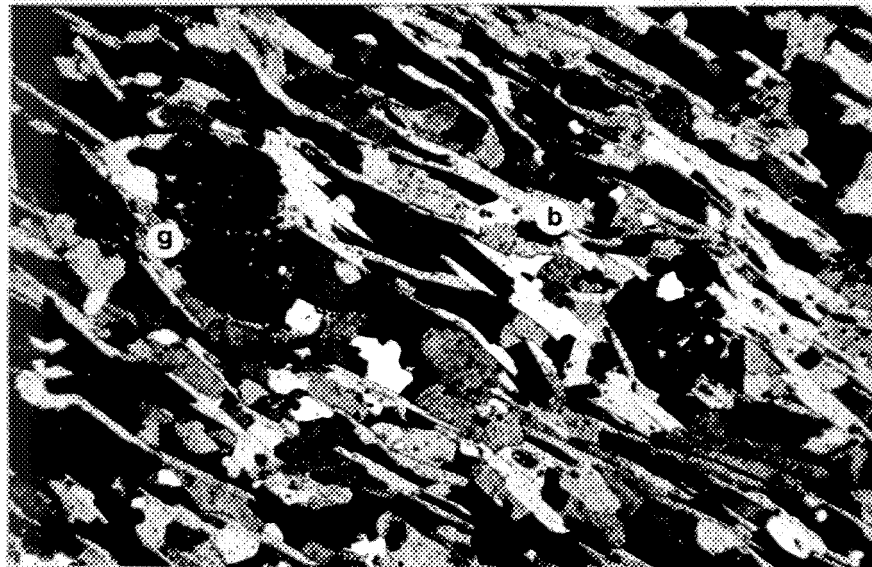
Unité: gneiss quartzofeldspathique à biotite (QFB)

échan- tillon	QUARTZ	PLAGIOCLASE	FELDSPATH-K	BIOTITE	HORNBLÈDE	EPIDOTE	CHLORITE	GRENAT	APATITE	MUSCOVITE	PYROXÈNE	SPHÈNE	CARBONATE	SULFURE	MAGNETITE	% AN (plagioclase)
34-201	30	20	--	25	--	--	--	20	*	--	--	--	--	3	--	----
34-388	25	20	--	25	5	*	*	*	*	--	--	--	--	*	--	28-36
35-146	*	*	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	tr	--	----
35-156	*	*	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*	--	----
35-196	40	20	--	25	--	5	--	5	--	--	--	--	--	1	--	28-38
35-203	40	15	--	25	--	15	--	5	--	--	--	--	--	--	--	35
35-279	65	10	1	20	--	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	35-38
C-2 1)	*	*	--	*	--	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	25-30

1) échantillon provenant du sondage C-2, dans le canton Thibaudeau,
(R.X, sans lotissement).

-- absence de ce minéral, * présence de ce minéral.

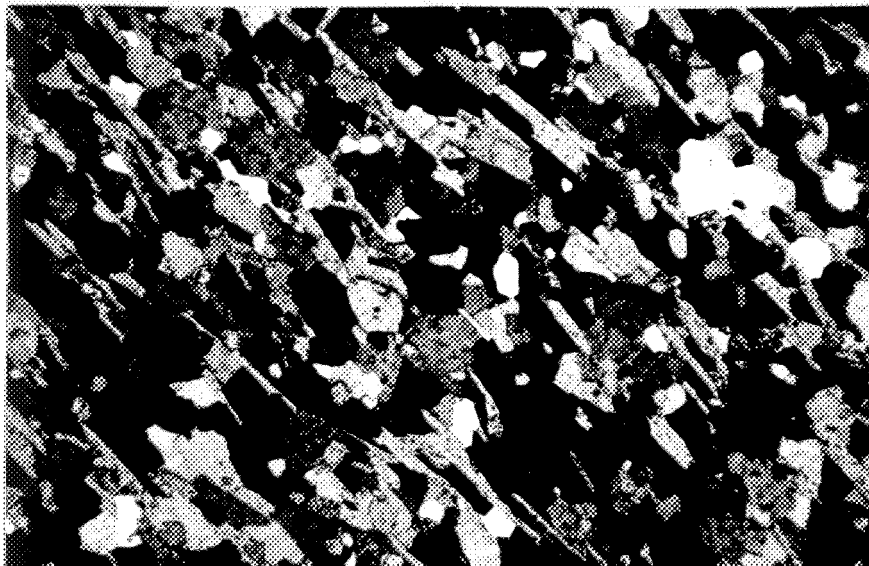
PLANCHE VI



(A)

 ┌───┐
 0,55 mm

Microphotographie de QFB. Notez la quantité de biotite (b) et la texture lépidoblastique développée par celle-ci. Les porphyroblastes de grenats (g) sont poecilitiques. Echantillon 35-203 (LP).



(B)

 ┌───┐
 0,55 mm

Microphotographie de QFB. Notez l'absence de grenat et la similitude avec la Planche ci-haut. Echantillon 35-279 (LP).

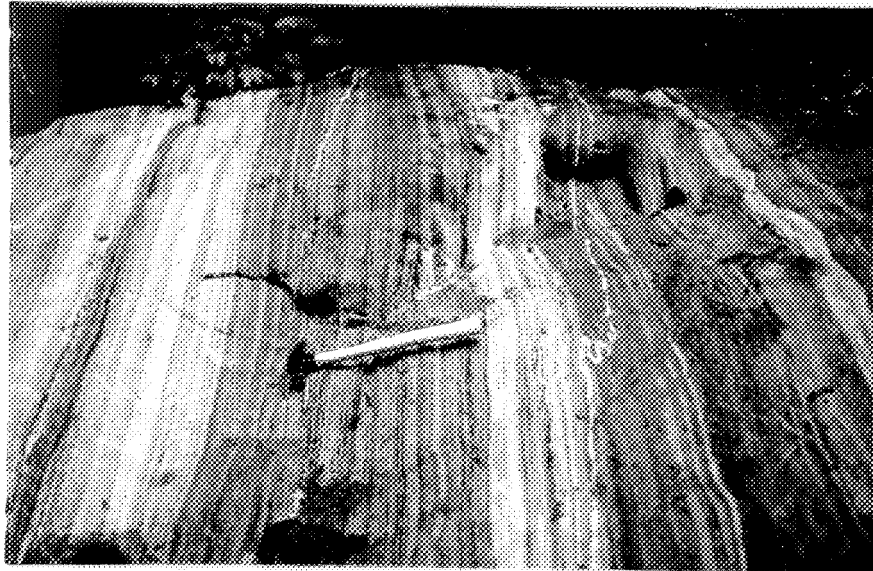
pourcentage variable de biotite et/ou de hornblende alternant avec des niveaux franchement plus mafiques, riches en biotite et/ou hornblende. Les différents niveaux sont souvent trop minces avec des passages graduels entre eux produisant l'impossibilité de les séparer sur la carte géologique.

Les affleurements de gneiss QFB/H sont bien foliés et lités (Planche VIIA). La granulométrie est à grain fin ≤ 1.0 mm et la couleur de la roche alterne entre le gris pâle et le gris foncé. Une homogénéité existe à l'intérieur d'un même niveau.

La composition minéralogique est: quartz, plagioclase - An_{28} à An_{43} , biotite, hornblende, épidote, grenat et les minéraux accessoires sont la chlorite, l'apatite et des sulfures. Le Tableau 5 montre les pourcentages des minéraux.

En lame mince le quartz et le plagioclase sont d'une grosseur de 0,5 à 1,0 mm et présente une texture granoblastique (Planche VIIIB). Le plagioclase est très peu mâclé. La biotite est de couleur verte à brune avec une longueur de 0,5 à 1,0 mm dans les niveaux felsiques et de 1,0 à 4,0 mm dans les zones mafiques donnant des textures lépidoblastiques typiques (Planche VIIIB). Parfois la biotite s'oriente un peu obliquement à la foliation. La hornblende a une couleur vert pâle à bleu-vert à vert foncé, d'une grosseur de 1,0 à 2,0 mm de longueur. Le grenat, quand il est présent, est idiomorphe et poecilitique, avec une grosseur très variable de 0,5 à 10 mm. Dans les zones où les grenats sont concentrés, la roche prend un aspect dense et massif, devenant une

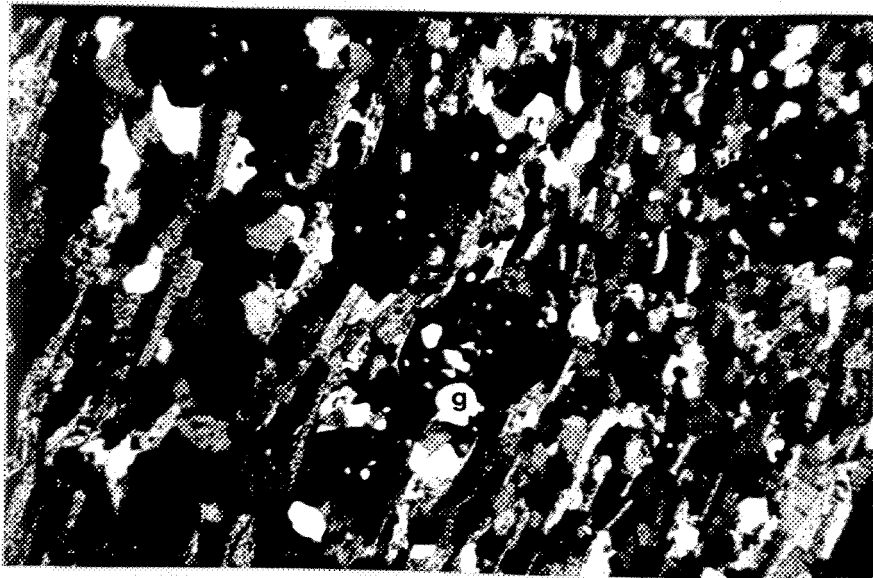
PLANCHE VII



(A)

Affleurement de QFB/H. Notez le fin litage et l'alternance des niveaux felsiques et mafiques.

Localisation: L13E,4+50N du système 36, vue vers l'est.



(B)



0,55 mm

Microphotographie de QFB/H. Notez les porphyroblastes poecilitiques de grenats (g) et la texture granoblastique pour les éléments felsiques.

Echantillon 34-370 (LP).

TABLEAU 5 - Composition minéralogique en lame mince.

Unité: gneiss quartzofeldspathique à biotite
et à hornblende (QFB/H).

échan- tillon	QUARTZ	PLAGIOCLASE	FELDSPATH-K	BIOTITE	HORNBLende	EPIDOTE	CHLORITE	GRENAT	APATITE	MUSCOVITE	PYROXENE	SPHENE	CARBONATE	SULFURE	MAGNETITE	% AN (plagioclase)
34-62	20	15	--	20	45	1	tr	--	--	--	--	--	--	tr	--	37-50
34-77	30	25	--	25	10	10	--	--	--	--	--	--	--	tr	--	---
34-159	*	*	--	*	*	*	*	--	--	--	--	--	--	*	--	28-32
34-336	30	15	--	20	20	*	*	--	--	--	--	--	--	15	--	37
34-370	30	15	--	20	20	*	*	10	--	--	--	--	--	tr	--	30
34-388	25	20	--	25	15	5	*	*	--	--	--	--	--	1	--	30-32
35-225	30	15	--	25	20	15	*	--	--	--	--	--	--	--	--	32-35
35-287	50	15	1	20	15	*	*	--	--	--	--	--	--	--	--	---
35-311	40	15	--	10	15	15	*	--	--	--	--	--	--	--	--	---
35-320	4	15	--	40	30	10	*	--	--	--	--	--	--	tr	--	38-43
35-340	25	25	--	25	20	15	*	--	--	--	--	--	--	tr	--	30-35
1)																
35-340	40	15	--	15	10	*	*	--	--	--	--	--	--	--	--	---
2)																
35-340	30	25	--	*	5	*	*	--	--	--	--	--	--	--	--	---
3)																
35-345	*	*	--	*	*	*	*	--	--	--	--	--	--	--	--	---
36-237	*	*	--	*	25	*	15	--	--	--	--	--	55	5	*	---
36-286	20	15	--	*	40	*	*	20	--	--	--	--	--	*	2	30

1), 2), 3), lames minces faites dans des échantillons semblables.

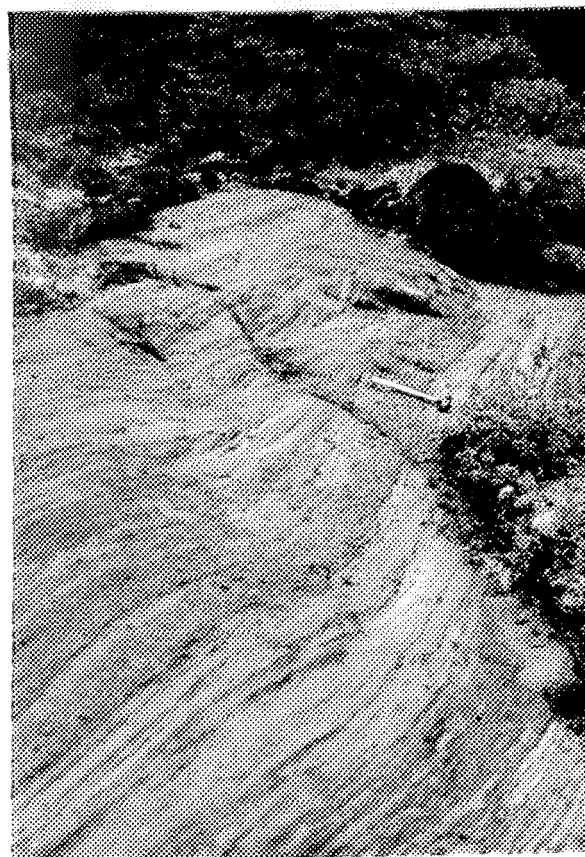
-- absence de ce minéral, * présence de ce minéral.

grenatitite (Planche VIIIA). La croissance des grenats semble aléatoire mais ils montrent une association avec les minéraux ferro-magnésiens. L'épidote et la chlorite, observées en lames minces, sont des phases d'altération de la biotite et de la hornblende. La pyrrhotite et la pyrite constituent les sulfures rencontrés dans les gneiss QFB/H. Cette minéralisation, que nous verrons plus en détails dans un prochain chapitre, est souvent associée avec la présence des grenats et parallèle à la foliation.

Nous devons mentionner qu'à l'intérieur du sondage 35, nous avons rencontré un faciès particulier pour l'unité QFB/H. Ce faciès subordonné contient deux types particuliers de textures pour les porphyroblastes poecilites de hornblende uniquement. Dans le premier type (Planche VIIIB), la hornblende est trappue, disséminée et plus ou moins orientée. Le second type, plus en profondeur dans le sondage exhibe la hornblende orientée et prenant l'aspect de petits bâtonnets parallèles à la foliation.

4.2.4 Gneiss quartzofeldspathique à hornblende (QFH) - amphibolite

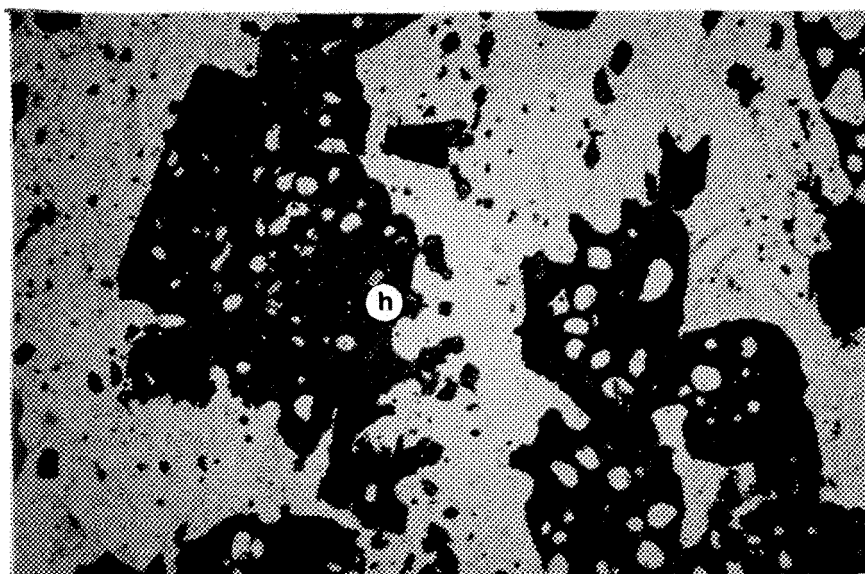
Les gneiss quartzofeldspathiques à hornblende (QFH) et les amphibolites sont regroupés ensemble dans la même unité (Unité 22). Ce type de gneiss-amphibolite est intimement associé avec les gneiss à biotite (QFB), et forme une bande de 300 m dans le secteur sud du lac Laganière. D'autres bandes de QFH affleurent au sud des lacs Duberger et Wilson dans le NE du canton de Duberger.



(A)

Affleurement de QFB/H à grenat intercalé à l'intérieur de l'unité de QFB.

Localisation: L8+50E, 0+50N du système 36.



(B)

0,55 mm

Microphotographie de QFB/H. Notez le développement porphyroblastique et poecilitique des hornblendes (h).

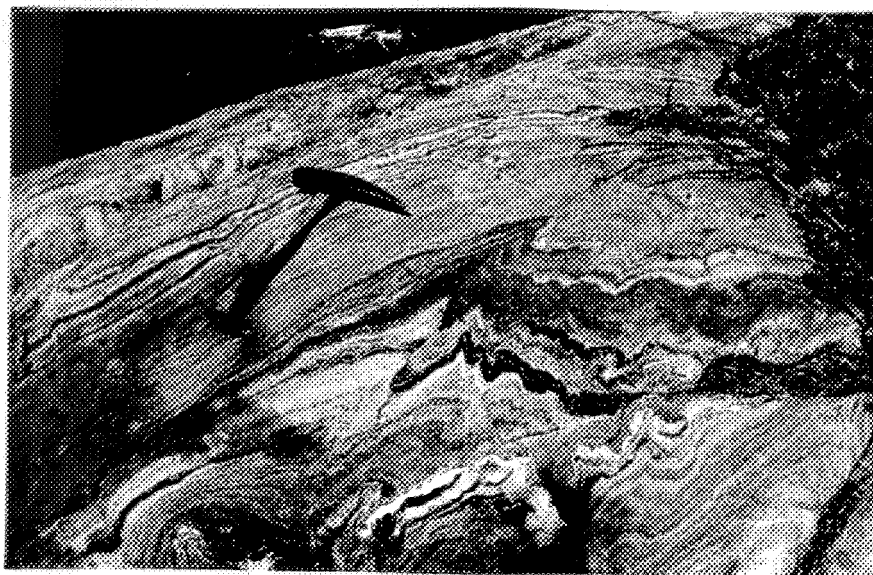
Echantillon 35-287 (LN).

Souvent le passage entre ces deux types de roche est graduel et imperceptible. Les distinctions majeures pour les différencier s'effectuent sur la quantité de hornblende présente ainsi que sur la quantité de quartz et de feldspath. Par exemple, l'unité QFH contient des niveaux centimétriques riches en hornblende alternant avec des niveaux très fins \ll 1mm et felsiques (Planche IXA). Pour sa part l'unité amphibolite est plus mafique et très homogène. La granulométrie est fine pour cet unité et les affleurements sont souvent très plissés.

La composition minéralogique est homogène (Tableau 6) et est constituée de hornblende, quartz, plagioclase (An_{30} à An_{45}), sphène \pm grenat \pm biotite, opaques (sulfures et magnétite).

En lames minces, la hornblende est verte foncée à verte claire, poecilitique la plupart du temps de 0,5 à 1,0 mm, sous forme de fines aiguilles ou en cristaux trappus aux bordures corrodées (Planches IXB-XA,B). Le plagioclase, dans les QFH, est mâclé et contient de fines inclusions tandis que dans les amphibolites les feldspaths sont peu mâclés. Le quartz et les plagioclases ont des textures granoblastiques. Le grenat rouge de type almandin est porphyroblastique, de 0,5 à 3,0 mm et poeciloblastique. La biotite est en trace avec une couleur brune et ne dépasse pas 2% en quantité dans les QFH. Les opaques sont constitués de pyrrhotite, pyrite et magnétite. La texture dominante dans les QFH-amphibolite, est de type nématoblastique, à cause de la hornblende présente. Les minéraux comme l'épidote, la chlorite et les carbonates qui sont inclus dans cette unité, seraient des assemblages d'altération des autres minéraux constitutants.

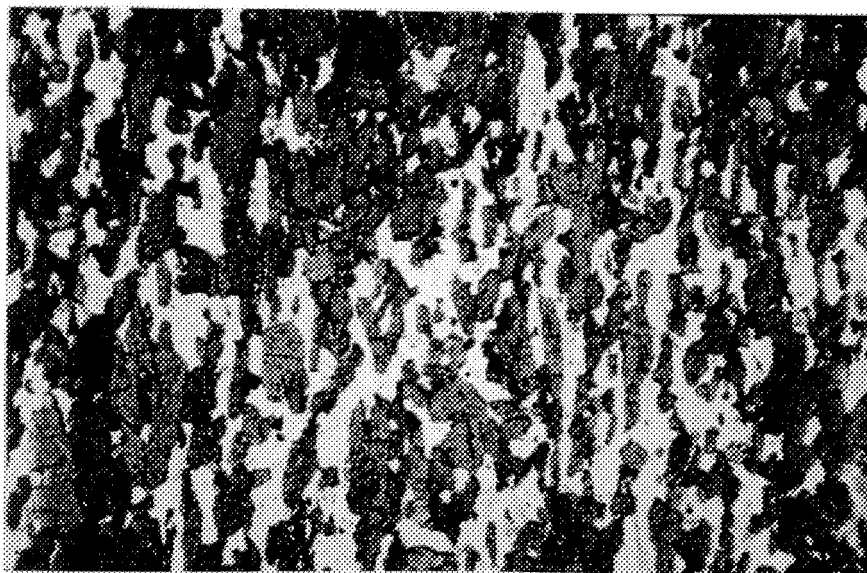
PLANCHE IX



(A)

Affleurement de QFH-amphibolite. Notez l'alternance des niveaux mafiques riches en hornblende avec des niveaux plus felsiques.

Localisation: L8+50E, 1N du système 36, vue vers l'est.



(B)

0,55 mm

Microphotographie de QFH-amphibolite. Notez l'orientation des hornblendes qui sont parallèles et parfois poecilitiques.

Echantillon 35-133 (LN).

TABLEAU 6 - Composition minéralogique en lame mince.

Unité: gneiss quartzofeldspathique à hornblende

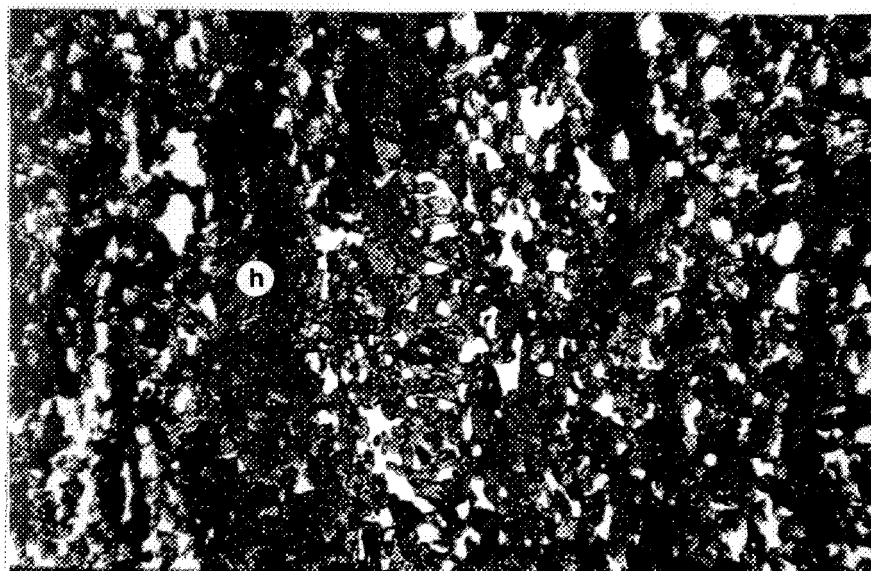
(QFH) - amphibolite

échantillon	QUARTZ	PLAGIOCLASE	FELDSPATH-K	BIOTITE	HORNBLende	EPIDOTE	CHLORITE	GRENAT	APATITE	MUSCOVITE	PYROXENE	SPHENE	CARBONATE	SULFURE	MAGNETITE	% AN (plagioclase)
34-66	15	10	--	*	40	15	1	--	--	--	--	--	--	tr	--	37-55
34-183	10	*	--	--	85	5	--	*	--	--	--	*	*	--	--	37
34-197	*	*	--	*	*	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	----
34-201	30	15	--	*	25	*	--	25	--	--	--	--	--	5	--	----
34-207	10	*	--	*	80	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----
35-127	5	*	--	tr	*	*	--	--	--	--	--	--	--	--	2	----
35-133	20	*	--	*	75	5	--	--	--	--	--	--	tr	1	--	----
35-157	10	10	--	2	60	10	--	3	--	--	--	--	--	10	--	34-45
35-163	15	*	--	tr	60	--	--	10	--	--	--	--	--	*	--	34-45
36-48 1)	*	*	--	*	80	--	1	--	--	--	--	--	--	1	--	30-42
36-48 2)	20	10	--	4	65	--	1	--	--	--	--	--	--	1	--	30-34
36-48 3)	*	*	--	3	75	--	1	--	--	--	--	--	--	*	--	----
36-113	*	*	--	3	90	--	*	--	--	--	--	--	--	*	--	----
36-114	*	*	--	*	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	----
36-198	*	*	--	*	85	10	--	--	--	--	--	*	--	1	--	----
36-224	*	*	--	*	90	--	--	--	--	--	--	--	--	1	*	30-70
36-237	*	*	--	--	25	10	10	--	--	--	--	--	50	5	*	50
36-286	20	15	--	--	45	--	--	--	--	--	--	--	--	2	20	30-35

1), 2), 3), lames minces faites dans des échantillons semblables.

-- absence de ce minéral, * présence de ce minéral

PLANCHE X

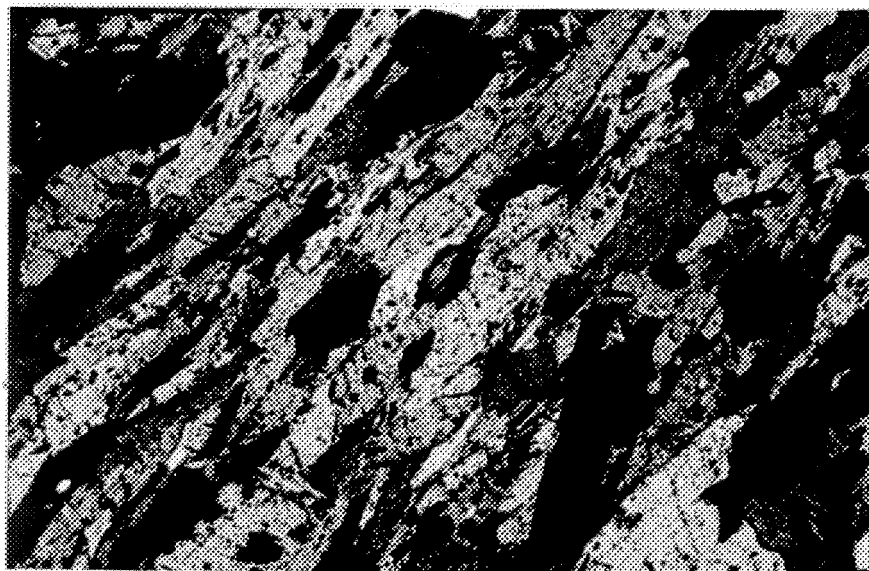


(A)

—
0,55 mm

Microphotographie de QFH-amphibolite. Notez la quantité de hornblende (h) qui augmente par rapport à la Planche IX (B).

Echantillon 34-207 (LN).



(B)

—
0,55 mm

Microphotographie de QFH-amphibolite. Notez la grande quantité de hornblendes allongées et partiellement enchevêtrées, ainsi que l'absence de cristaux felsiques.
Echantillon 36-45 (LP).

4.2.5 Gneiss grossier à biotite

Cette unité 24 affleure dans le secteur sud-est du lac Laganière. La carte aéromagnétique (Fig. 4) indique une zone de dépression magnétique correspondant à l'emplacement de ces gneiss.

En affleurement, la roche est homogène, massive et aucun litage minéralogique n'est observé. La composition minéralogique de ces gneiss grossiers à biotite est: quartz, plagioclase, biotite, un peu de feldspath potassique et des traces d'épidote, apatite, allanite, muscovite et chlorite.

4.2.6 Schiste à chlorite magnésienne (SCM)

Plusieurs lentilles de roches composées essentiellement de minéraux très magnésiens ont été observées sur le terrain ou dans des sondages. Ces lentilles de schistes à chlorite magnésienne correspondent à des anomalies magnétiques (voir Fig. 4) et ceci constitue un moyen pratique pour les localiser sur le terrain.

Ce type de roche se trouve dans différentes unités, que ce soit dans les gneiss QFB, les gneiss QFB/H, les QFH-amphibolites et dans les unités du Complexe du Lac Doré. La minéralisation est principalement associée avec la présence de ces zones magnésiennes.

Différents types de SCM ont été observés, tant au point de vue morphologie, texture et composition. L'analyse quantitative de la distribution des minéraux est compliquée et difficile à évaluer à

l'intérieur de ces zones de SCM, ceci à cause de l'hétérogénéité de la grosseur des grains des minéraux et des variations rapides de la composition sur de très courtes distances. Nous verrons donc en détails les variations de cette unité à l'intérieur des trois sondages 34, 35 et 36 (Fig. 8) correspondant à trois anomalies sur le terrain.

A - Schiste à chlorite magnésienne (SCM) dans le sondage 34.

Cette unité de SCM dans le sondage 34, a une épaisseur de plus de 25m (80') . Aucun affleurement ne la montre. La roche encaissante est composée principalement par des gneiss QFH-amphibolite et des gneiss QFB/H (voir Fig. 8).

Le début de la zone de SCM (Tableau 7) commence progressivement par un matériel à grain fin et très dense, de couleur vert foncé. En lame mince, la matrice est constituée de chlorite de type ripidolite vert pâle à gris blanc et contenant des porphyroblastes d'enstatite, (Planche XIA). De l'épidote, du carbonate en traces, des sulfures et de la magnétite disséminée complètent la composition.

Par la suite, la roche devient beaucoup plus friable, constituée de fines lamelles millimétriques de phlogopite et de porphyroblastes centimétriques de chlorite vert blanchâtre (Planche XIB). Les porphyroblastes contenant parfois des inclusions de biotite et d'épidote ne montrent aucune orientation préférentielle. Des variations minéralogiques importantes se traduisent par une alternance de niveaux riches en phlogopite avec d'autres qui sont riches en chlorite, antho-

TABLEAU 7 - Composition minéralogique en lame mince.

Unité: schiste à chlorite magnésienne (SCM)

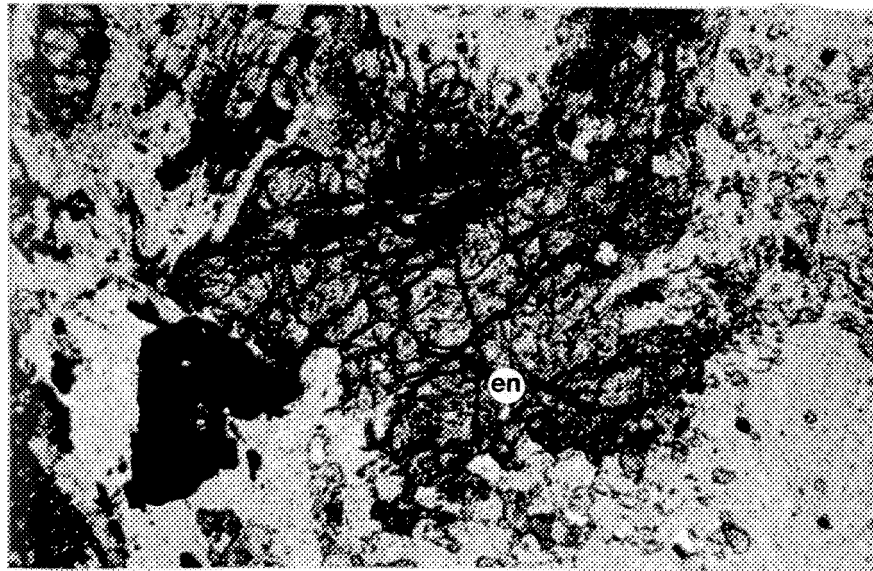
dans le sondage 34.

échan- tillon	BIOTITE	PHLOGOPITE	CHLORITE	ANTHOPHYLLITE	CUMMINGTONITE	EPIDOTE	TREMOLITE	CARBONATE	SPINEL	TALC	ENSTATITE	HORNBLÈDE	APATITE	ANTIGORITE	OLIVINE	SPHÈNE	SULFURE	MAGNETITE
34-212#	--	--	*	--	--	*	--	*	--	--	*	--	--	--	--	--	*	*
34-219#	tr	90	*	*	*	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	tr	tr
34-230#	*	*	*	--	--	--	--	--	--	*	--	--	--	--	--	--	1	--
34-233	--	--	*	*	*	*	*	tr	*	*	--	*	--	--	--	--	*	*
34-238	*	*	80	*	--	*	--	--	*	*	*	*	--	*	--	--	5	*
34-241	--	*	*	*	--	--	--	--	--	*	--	*	--	--	--	--	*	*
34-247	--	--	*	*	--	--	--	tr	*	*	--	*	tr	--	--	--	30	*
34-249	--	--	*	*	--	--	--	--	*	*	--	--	--	--	--	--	*	*
34-252	--	--	50	*	10	--	*	30	*	*	--	*	--	--	--	--	1	*
34-263	--	--	50	3	*	--	--	35	--	*	--	*	--	--	--	--	2	10
34-264	--	--	40	5	--	--	--	30	--	*	--	2	--	--	--	--	*	20
34-268	*	*	*	--	--	--	*	*	--	--	--	*	--	--	--	--	25	*
34-272	--	*	*	--	--	--	*	*	--	--	--	*	--	--	--	--	15	*
34-273	*	*	*	--	--	*	*	--	*	--	--	*	--	--	--	--	70	2
34-281	*	*	*	--	--	*	*	70	*	--	--	*	--	--	--	--	25	*
35-283	--	--	*	--	--	--	--	*	--	--	--	*	tr	--	--	--	*	*
34-287	*	--	*	--	--	*	*	*	*	--	--	*	--	--	--	--	*	*
34-292	*	*	*	--	*	--	*	*	*	--	--	*	--	--	--	--	*	*
34-293	--	--	*	*	*	--	--	*	--	--	--	*	--	--	--	--	*	*
34-296	--	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	*	--	--	--	--	*	*
34-297	--	--	--	--	--	--	--	80	2	--	--	5	--	--	--	--	*	*

échantillon avec une texture porphyroblastique

-- absence de ce minéral, * présence de ce minéral

PLANCHE XI

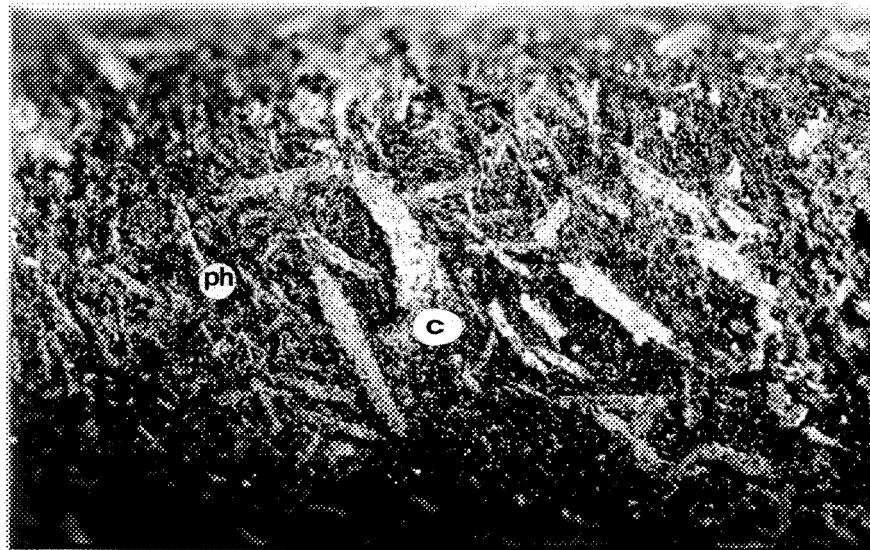


(A)

0,55 mm

Microphotographie de SCM. Notez le développement porphyroblastique d'enstatite (en) dans une matrice riche en chlorite magnésienne.

Echantillon 34-212 (LN).



(B)

5,0 mm

Morceau de carotte de SCM. Notez la fine granulométrie de la phlogopite (ph) et les porphyroblastes de chlorite magnésienne (c) qui sont pêle-mêle.

Echantillon 34-219, surface externe.

phyllite, talc et sulfures.

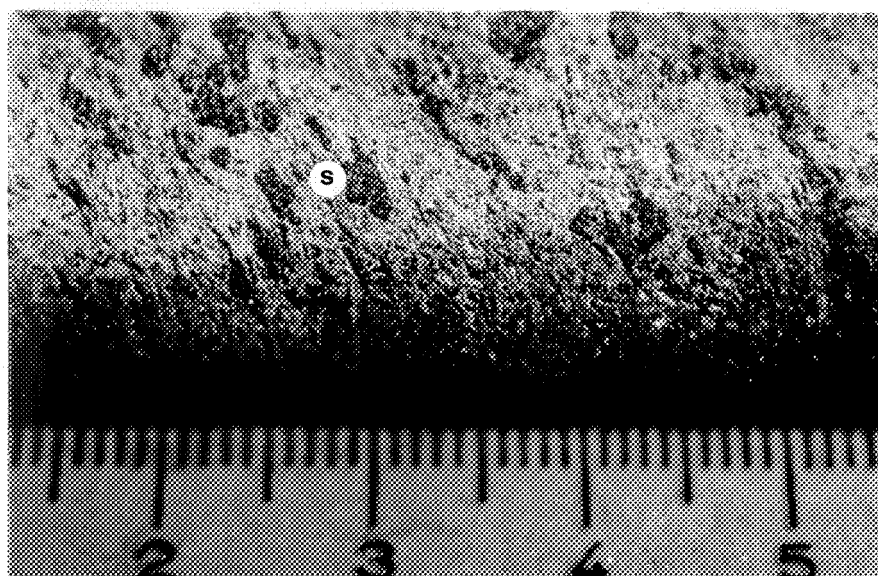
La roche devient ensuite un peu plus talcqueuse avec des porphyroblastes de phlogopite de 5,0 mm d'arête dans une matrice de chlorite.

Peu à peu, la roche devient couleur vert grisâtre pâle à grain très fin et talcqueuse (Planche XIIIA). La composition minéralogique inclut essentiellement la chlorite grisâtre pâle avec l'anthophyllite, le talc, le spinel, les sulfures et la magnétite. Cette chlorite de type talc-chlorite magnésienne à ferromagnésienne prend un aspect feutré et finement aciculaire (Planche XIIB). C'est d'ailleurs à partir de ce type de faciès que la minéralisation tend à devenir plus importante, variant de 5 à 30%.

Des niveaux centimétriques de masses fibreuses d'amphiboles magnésiennes sont intercalés dans cette zone (Planche XIII A). Des cristaux de cummingtonite forment des bâtonnets échardés de 1 à 2,0 mm de longueur avec en bordure de l'anthophyllite.

Par la suite, la quantité de chlorite diminue et pour la première fois la présence de carbonates est observée dans les SCM. Ces carbonates constitués de magnésite et un peu de calcite sont en veinules millimétriques très plissées et recoupant la matrice (Planche XIII- B) composée de chlorite gris verdâtre pâle, de cummingtonite, d'anthophyllite, de talc, de hornblende, des sulfures et de magnétite.

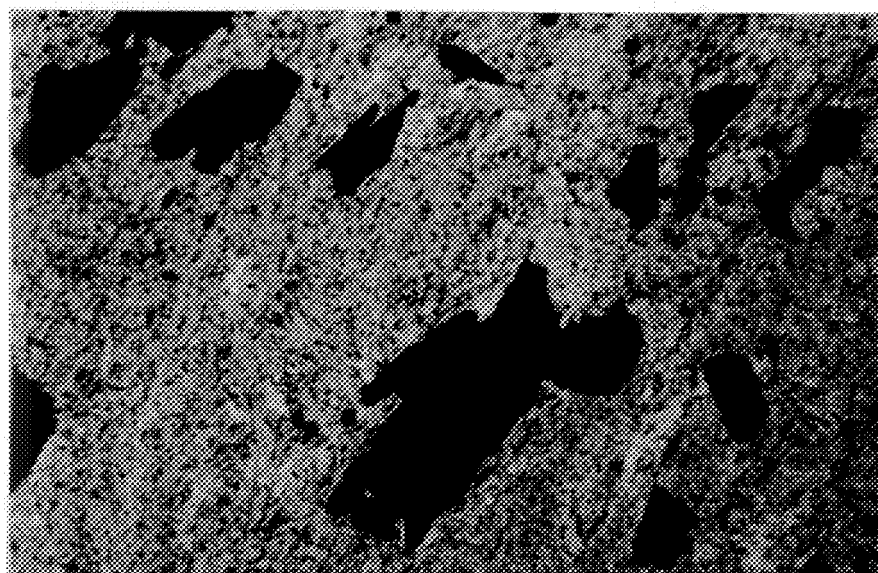
PLANCHE XII



(A)

Morceau de carotte de SCM. Notez l'aspect homogène de la roche et la distribution des sulfures (s).

Echantillon 34-238, surface externe.



(B)

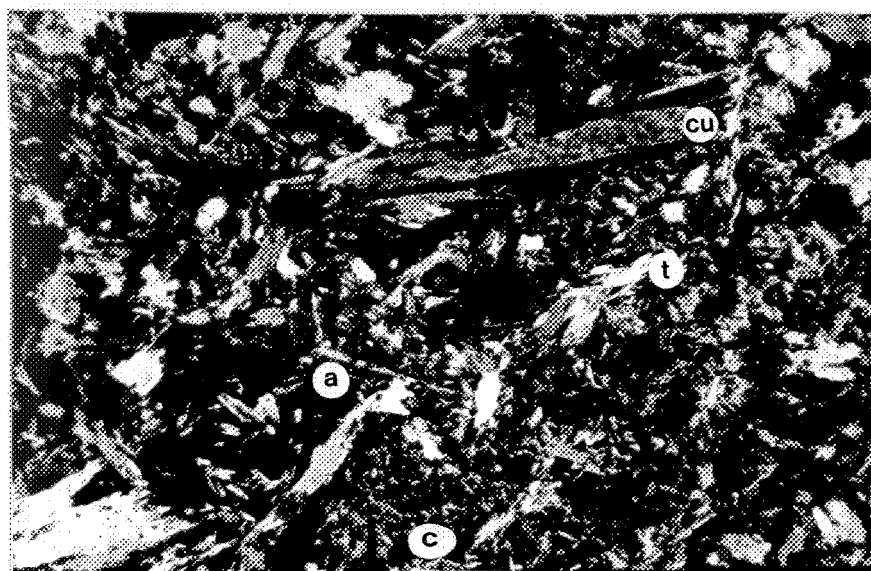


0,55 mm

Microphotographie de SCM. Notez la fine granulométrie de la matrice de chlorite magnésienne.

Echantillon 34-249 (LN).

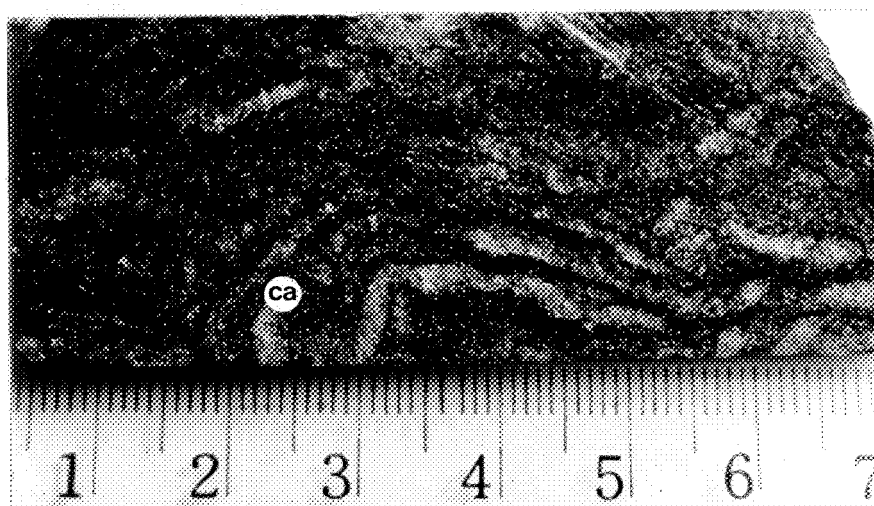
PLANCHE XIII



(A)

0,55 mm

Microphotographie de SCM. Notez l'aspect fibreux des cristaux dans la matrice de chlorite (c). Ces cristaux sont de l'anthophyllite (a), cummingtonite (cu), talc (t). Echantillon 34-233 (LP).



(B)

Morceau de carotte de SCM. Notez les veinules de carbonates (ca). La matrice à grain fin est riche en chlorite magnésienne.

Echantillon 34-255, surface interne.

Un peu plus profondément dans le sondage, la chlorite revient comme phase principale et de plus la quantité de sulfures augmente (voir Tableau 7 , à partir de 34-268).

A l'intérieur des niveaux minéralisés, nous retrouvons les répétitions et des alternances des types de roches caractérisés par les porphyroblastes de chlorite et de phlogopite, ainsi que des niveaux talcqueux à grain fin.

Les grenats à l'intérieur de cette unité de SCM sont présents uniquement à la terminaison de ce type de roche. Ces grenats de type almandin, de 1,0 à 2,0 mm de diamètre sont dans une matrice felsique (QFB/H) qui forment des niveaux de 1,0 à 5,0 cm d'épaisseur.

Cette unité de SCM se termine progressivement par une chloritisation suivie par un passage de carbonatation (calcite-magnésite) intense des niveaux de QFB/H que nous pouvons reconnaître. Ces deux phases observées dans le sondage semble être des zones de faille marquée par une granulométrie très fine avec un broyage et un aplatissement des minéraux.

B - Schiste à chlorite magnésienne (SCM) dans le sondage 36.

Cette unité de SCM, dans le sondage 36, a une épaisseur approximative de 42 m (135'). Plusieurs affleurements de ce type de roche sont présents sur le réseau de lignes (voir géologie locale sur carte annexée).

La zone de SCM affleure près de la ligne de base; la roche de couleur vert foncé bleuté à grain fin contient des cristaux de chlorites blanchâtres de 1,0 cm de longueur (Planche XIV) enchevêtrés entre eux et rendant la roche compacte. Ce type de roche est encaissé par des horizons très altérés, rouillés et où la croûte d'altération de couleur brun-rouille est très épaisse et difficile à échantillonner. Du côté sud de la ligne de base, la roche est très séricitisée. Du côté nord, c'est sensiblement la même chose mais avec en plus des niveaux de quelques millimètres riches en magnétite qui alternent parfois avec des niveaux ankéritisés de couleur brun foncé.

Pour mieux visualiser les caractéristiques de cette zone de schiste à chlorite magnésienne (SCM), nous regarderons un peu plus en détail les échantillons provenant du sondage lui-même car ceux-ci ont l'avantage d'être plus frais.

La roche encaissante aux SCM est, comme mentionné plutôt, composée au sud de gneiss à biotite entrecroisée (QFB*) et au nord de gneiss à biotite (QFB) (voir profil à la Fig. 8).

Le Tableau 8 indique la composition minéralogique des SCM pour les échantillons provenant du sondage 36.

La zone de schiste à chlorite magnésienne (SCM) commence progressivement dans le sondage par une roche friable se débitant plus ou moins en lamelles, de couleur vert foncé et contenant des porphyroblastes centimétriques de chlorites magnésiennes de couleur vert pâle à

PLANCHE XIV



Affleurement de SCM. Notez la texture semblable à l'échantillon de la Planche XI (B).

Localisation: L11E, 0+10N du système 36.

TABLEAU 8 - Composition minéralogique en lame mince.

Unité: schiste à chlorite magnésienne (SCM), dans
le sondage 36.

échan- tillon	BIOTITE	PHLOGOPITE	CHLORITE	ANTHOPHYLLITE	CUMMINGTONITE	EPIDOTE	TREMOLITE	CARBONATE	SPINEL	TALC	ENSTATITE	HORNBLÈNDE	APATITE	ANTIGORITE	OLIVINE	SPHÈNE	SULFURE	MAGNETITE
36-138#	*	4	60	*	*	--	*	--	--	*	*	--	--	--	--	--	2	--
36-142	--	--	*	*	*	*	--	*	--	--	*	--	--	--	--	*	5	--
36-146#	--	--	*	--	*	*	--	*	--	--	*	*	*	*	*	--	*	*
36-148#	--	--	35	--	--	10	tr	30	--	--	*	--	*	*	*	--	20	*
36-151	--	--	75	*	*	--	*	--	--	*	--	--	--	--	--	--	2	--
36-153	--	--	85	*	*	2	*	--	*	*	--	--	--	--	--	--	--	15
36-154	--	--	85	*	*	*	*	--	--	*	--	--	--	--	--	--	--	*
36-155#	--	--	35	--	*	*	*	25	--	--	*	--	*	5	20	--	*	20
36-157	--	--	30	--	--	*	--	65	--	--	*	--	*	--	--	--	*	1
36-158#	--	--	35	*	*	5	*	30	--	*	*	--	*	20	*	--	2	10
36-161#	--	--	40	--	--	5	--	30	--	*	*	--	*	*	15	--	1	*
36-167	--	--	35	*	--	*	--	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*
36-172	--	--	*	--	--	*	--	*	*	--	--	--	*	--	--	--	--	*
36-176	--	--	*	--	--	*	--	*	30	--	--	--	--	--	--	--	--	*
36-186	--	--	*	--	*	--	*	--	*	*	*	--	--	--	--	--	*	--
36-194	--	--	10	*	*	--	--	70	--	--	*	*	--	--	--	--	20	--
36-205	--	--	*	*	*	5	*	--	*	*	--	--	--	--	--	--	--	20
36-206#	--	--	25	*	*	*	*	15	--	*	*	--	*	*	*	--	--	5
36-207#	--	--	30	*	*	*	*	15	--	*	*	--	--	*	*	--	--	*
36-212	--	--	70	--	--	*	--	10	--	*	*	--	*	*	*	--	--	*
36-230	--	--	20	*	*	--	70	--	--	*	--	*	--	--	--	--	*	*

échantillon avec une texture porphyroblastique

- absence de ce minéral, * présence de ce minéral

blanchâtre en lame mince. L'assemblage minéralogique typique est chlorite, talc, phlogopite, anthophyllite \pm enstatite, \pm apatite, pyrrhotite et magnétite.

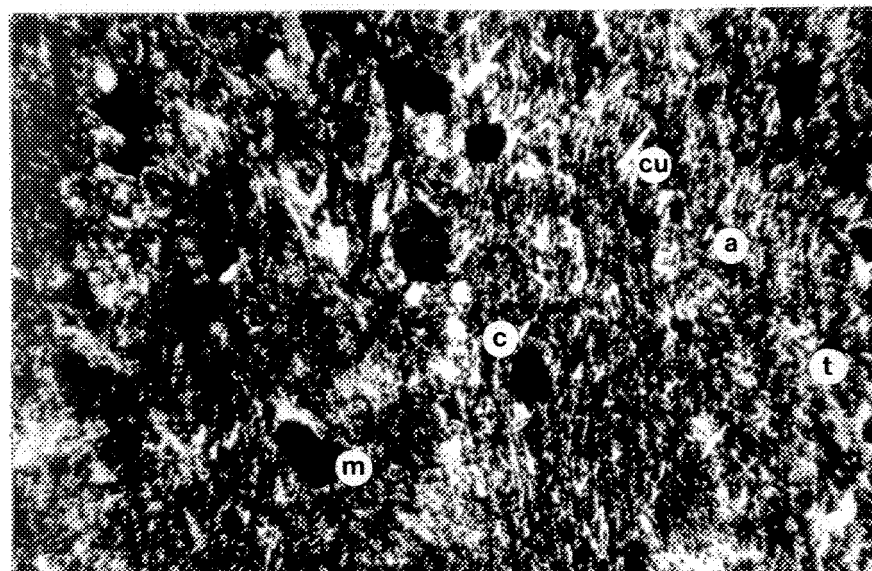
Par la suite, la roche devient légèrement plus massive à grain fin, de couleur gris bleuté avec des intercalations millimétriques de couleur blanchâtre. Cette roche est très talcqueuse au toucher et contient principalement de la chlorite verte pâle presque incolore avec des carbonates (ankérite) ainsi que de l'anthophyllite, de la cummingtonite et du sphène en petite quantité.

Nous observons peu à peu dans les SCM une alternance de niveaux qui semblent former des cycles. Ces cycles sont constitués d'une part de roche à granulométrie très fine, dense, talcqueuse de couleur vert pâle bleuté et contenant de fins cristaux de magnétite disséminée passant graduellement d'autre part à une roche de composition similaire mais avec en plus des porphyroblastes d'enstatite et d'olivine qui forment des tâches noirâtres de 2 à 15 mm.

Le matériel fin et dense est très homogène et se compose de fines aiguilles de chlorite magnésienne, de talc, d'anthophyllite, de cummingtonite et de trémolite-actinolite. Des spinels, de la magnétite et un peu d'épitérite sont les minéraux accessoires (Planche XVA).

Le matériel avec des porphyroblastes d'enstatite et d'olivine possède une matrice identique au matériel fin avec en plus

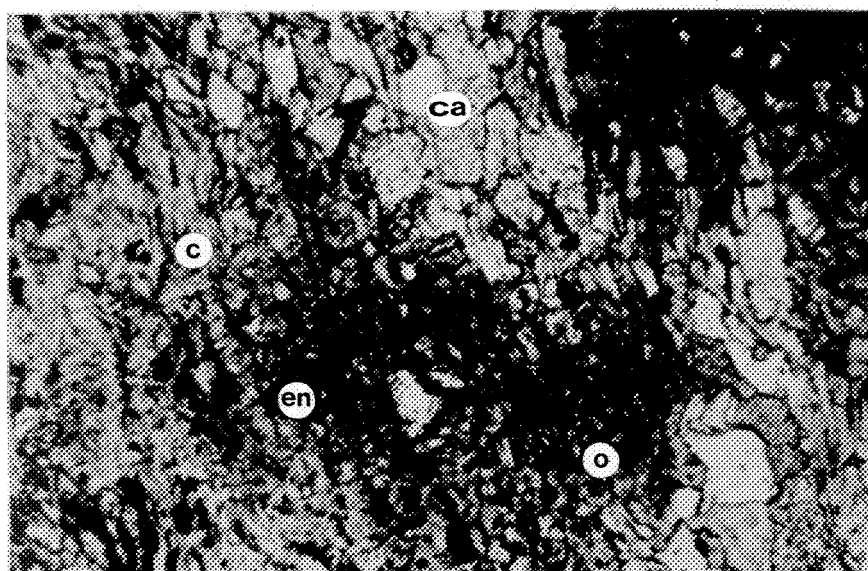
PLANCHE XV



(A)

0,55 mm

Microphotographie de SCM. Notez la fine granulométrie et l'homogénéité de la matrice composée de chlorite (c), talc (t), anthophyllite (a), cummingtonite (cu). Les opaques sont de la magnétite disséminée (m). Echantillon 36-153 (LP).



(B)

0,55 mm

Microphotographie de SCM. Les porphyroblastes d'olivine (o), et d'enstatite (en) sont partiellement serpentinisés. La matrice est de chlorite (c) et les cristaux blanchâtres sont des carbonates (ca). Echantillon 36-161 (LN).

des carbonates et de l'apatite. Les porphyroblastes ont une forme partiellement arrondie mais les contours sont diffus. En bordure et parfois à l'intérieur des porphyroblastes, nous pouvons remarquer la présence d'un processus de serpentinitisation (Planches XVB et XVIA).

Bref, au point de vue minéralogique, les SCM du sondage - 36 contiennent de la chlorite de type ripidolite (analysée par le C.R.M.) de couleur grisâtre à vert pâle; celle-ci forme parfois des niveaux très riches et parallèles et montrent parfois des textures de fluage. En plus d'être le minéral dominant de la matrice, la chlorite altère souvent les porphyroblastes ferromagnésiens.

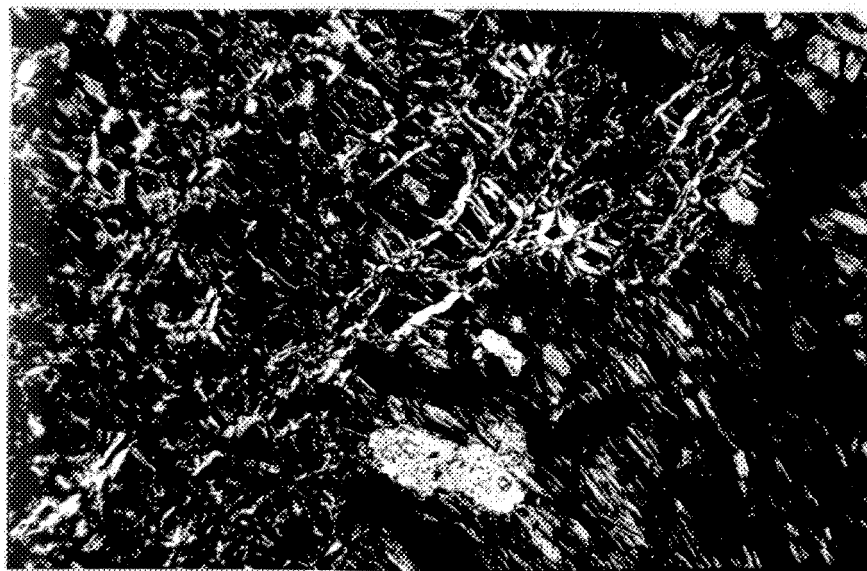
Les amphiboles (anthophyllite, cummingtonite et trémolite) se présentent sous la forme de fins bâtonnets ou d'aiguilles de 0,1 à 1,0 mm de longueur.

Le talc, en fines aiguilles de 1,0 à 4,0 mm de longueur, est étroitement associé avec les amphiboles.

Les carbonates (calcite) forment des textures granoblastiques et leur granulométrie varie de 0,2 à 2,0 mm de diamètre. Ceux-ci sont essentiellement dans la matrice et semblent postérieurs aux chlorites.

La biotite et la phlogopite sont en plages verdâtres à brun pâle, de 5,0 à 10 mm et partiellement chloritisées. Ces micas apparaissent seulement au début de la zone de SCM.

PLANCHE XVI



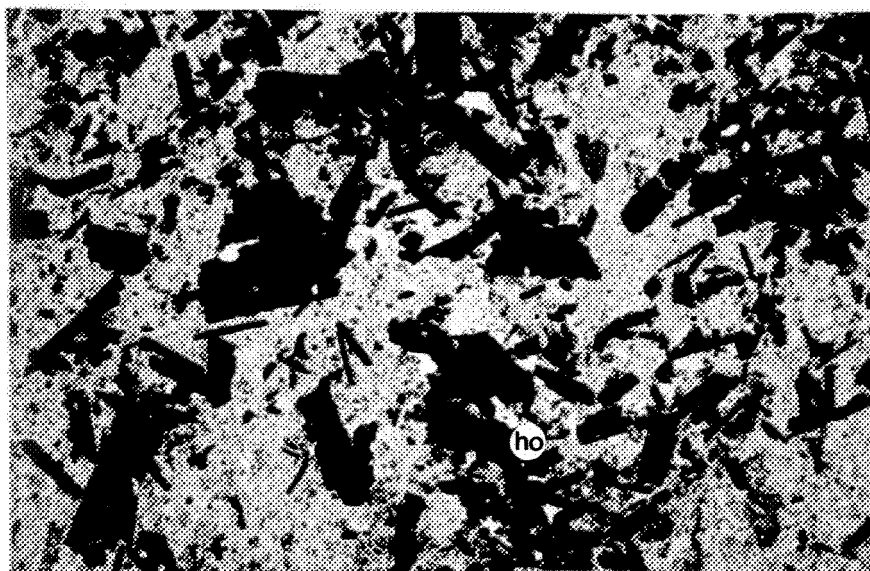
(A)



0,55 mm

Microphotographie de SCM. Détail de la serpentinisation
de la Planche XV (B).

Echantillon 36-161 (LP).



(B)



0,55 mm

Microphotographie de SCM. Notez les cristaux noirs à fort
relief qui sont de la hoegebomite (ho).

Echantillon 36-172 (LN).

Les minéraux accessoires sont l'épidote en petits cristaux arrondis ≤ 1 mm, l'apatite, la magnétite en petits grains disséminés, les sulfures (surtout pyrrhotite et un peu de pyrite) et les spinels.

Nous devons signaler à l'intérieur de ces SCM, la présence de porphyroblastes tabulaires de 0,5 à 1,5 mm, automorphes, parfois poecilites avec un fort relief (indice de réfraction entre 1,800 et 1,850), éclat semi-métallique de couleur brun foncé à quasi opaque, pleochroïsme distinct, à caractère uniaxe négative. Un fin clivage est parallèle à l'allongement des cristaux. Ces porphyroblastes (Plaque XVIIb) sont de la hoegbomite (Allard, 1981). Ce minéral associé habituellement à des gîtes de fer, magnétite et ilménite correspond à un oxyde de type $R \cdot 2R_2O_3$ composé de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 et constitue une nouveauté pour la région de Chibougamau.

Plus en profondeur, la zone de SCM montre des répétitions de niveaux fins et à porphyroblastes d'enstatite et d'olivine comme décrits précédemment. Cette zone de SCM s'atténue progressivement pour passer peu à peu aux QFB et QFB/H, (voir profil à la Fig. 8).

C - Schiste à chlorite magnésienne (SCM) dans le sondage 35.

L'unité de SCM dans le sondage 35 a une épaisseur de 40 m (130'). Quelques affleurements sont localisés près de la ligne de base (voir carte annexée) et une forte anomalie magnétique correspond à l'emplacement de cette unité (Fig. 4). La roche encaissante est composée

de QFH et de QFB (voir profil à la Fig. 8).

La roche a un aspect massif, homogène, à grain fin de couleur gris bleuté à verdâtre clair et très magnétique. En affleurement, la croûte d'altération, de 1 à 2 cm d'épaisseur, est rugueuse, de couleur crème avec parfois des veinules de carbonates (calcite).

La roche est composée essentiellement de minéraux (Tableau 9) magnésiens (anthophyllite, cummingtonite, trémolite) de chlorite et magnétite (Planche XVII). Dans toute la zone de SCM de ce sondage nous observons très peu de variations faciologiques.

La chlorite magnésienne de couleur vert pâle à incolore constitue la matrice. Les amphiboles montrent des textures fibreuses en aiguilles enchevêtrées de 2,0 à 3,0 mm de longueur. La magnétite est disséminée comme de fines poussières et parfois elle forme des petits amas dans la matrice ou à l'intérieur des amphiboles. Les carbonates (calcite) en traces sont en cristaux disséminés ou en petites plages de 1,0 mm de diamètre.

4.3 Discussion

Le métamorphisme régional a affecté toutes les unités lithologiques de la région. Celles-ci sont transformées au faciès amphibolite, degré moyen à élevé de Winkler (1976). Les assemblages minéralogiques typiques de ces unités sont donnés au Tableau 10 .

Toutes ces unités rencontrées dans la région du lac Laganière sont, d'après nous, d'origine volcanique. Bien qu'il soit trop tôt pour

TABLEAU 9 - Composition minéralogique en lame mince.

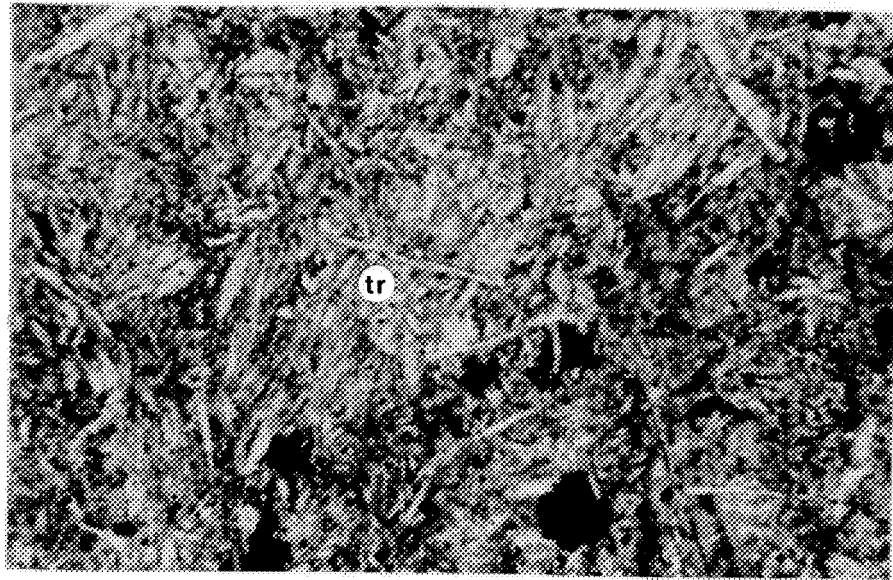
Unité: schiste à chlorite magnésienne (SCM)

dans le sondage 35.

échan- tillon	BIOTITE	PHLOGOPITE	CHLORITE	ANTHOPHYLLITE	CUMMINGTONITE	EPIDOTE	TREMOLITE	CARBONATE	SPINEL	TALC	ENSTATITE	HORNBLÈNDE	APATITE	ANTIGORITE	OLIVINE	SPHÈNE	SULFURE	MAGNETITE
35-40	--	--	*	*	*	*	*	*	--	--	--	*	--	--	--	*	--	*
35-63	--	--	*	*	*	*	*	*	--	*	--	--	--	*	*	--	--	*
35-80	--	--	*	*	*	--	*	*	--	--	--	--	--	*	*	--	--	*
35-105	--	--	*	*	*	--	*	*	--	--	--	--	--	*	--	--	--	*
35-112	--	--	*	*	*	--	*	*	--	--	--	--	--	*	--	--	--	*
35-115	--	--	10	*	*	--	30	2	--	*	--	*	--	*	--	--	--	20
35-126	tr	--	*	*	*	--	*	*	--	--	--	*	--	*	--	--	--	*

-- absence de ce minéral, * présence de ce minéral

PLANCHE XVII



0,55 mm

Microphotographie de SCM. Notez la texture fibreuse des cristaux de trémolite (tr) dans la matrice de chlorite magnésienne.

Echantillon 35-40 (LN).

UNITE	ASSEMBLAGE MINERALOGIQUE
QFB*	quartz + plagioclase (An ₃₀ à 45) + épidote + biotite
QFB	quartz + plagioclase (An ₂₅ à 38) + biotite + épidote + grenat
QFB/H	quartz + plagioclase (An ₂₈ à 43) + biotite + hornblende + épidote + grenat
SCM-34 et 36	chlorite magnésienne + anthophyllite + cummingtonite phlogopite + chlorite magnésienne chlorite magnésienne + enstatite
SCM-35	cummingtonite + chlorite magnésienne + trémolite

TABLEAU 10- Assemblage minéralogique prédominant des unités rencontrées
dans la région du lac Laganière

définir la nature et l'origine des unités, nous pouvons présentement tenter une première approche pour les caractériser.

L'origine des QFB* pourrait être de nature volcanoclastique. La présence de fragments felsiques (Planche III) argumenterait en faveur de cette hypothèse mais nous en discuterons plus en détail après avoir traité de la géochimie.

Les unités de QFB et de QFB/H représentent des unités volcanoclastiques. Bien qu'aucun granoclasement ne soit observé pour nous permettre de conclure sans équivoque, nous interprétons tout de même l'alternance des niveaux riches en biotite et/ou hornblende comme l'expression possible d'un litage, bien qu'il soit difficile d'écarter l'hypothèse que ces variations puissent être métamorphiques.

L'unité de QFH, avec son assemblage minéralogique et la présence de structures coussinées, indique que l'unité représente des coulées mafiques métamorphisées.

Les niveaux finement lités peu épais et très siliceux de gneiss pauvres en biotite interceptés dans tous les sondages et alternant avec des niveaux de hornblende, épidote, grenat et sulfures pourraient s'interpréter comme étant des niveaux d'exhalites. Par contre, la possibilité que ces niveaux représentent des zones de cisaillement métamorphisées est aussi à considérer.

Les gneiss grossiers à biotite dans le secteur sud-est du lac Laganière, de par leur assemblage minéralogique et leur caractère intrusif, correspondraient à un pluton tonalitique semblable à ceux de la région de Chibougamau.

Les unités de SCM doivent être considérés et analysés par sondage, car nous pouvons distinguer des différences et des ressemblances à l'intérieur même de ce type de roche. Dans les sondages 34 et 36, les zones de SCM sont semblables entre elles mais sont différentes de celle du sondage 35. Ceci s'observe par les textures et les assemblages minéralogiques de chacune (voir Tableaux 7,8,9).

Pour une première approche au point de vue pétrographique, nous pouvons considérer les SCM avec leur assemblage de minéraux riches en magnésium selon deux hypothèses:

- 1 - filon-couche ultramafique.
- 2 - zone d'altération.

Ces roches sont effectivement de composition ultramafique de par leur minéralogie mais l'hypothèse des zones d'altération est aussi à considérer. Pour les sondages 34 et 36, les SCM seraient le résultat d'un métasomatisme magnésien associé à des apports de sulfures et représenteraient des zones d'altérations métamorphisées. Pour le sondage 35, la zone de SCM représenterait d'après nous des coulées massives concordantes et magnétiques ou des filons-couches de gabbro partiellement altérés. Dans ce dernier cas, nous n'avons pas observé des textures porphyroblastiques comme dans les filons-couches présents dans

le canton de Bignell (Lacoste, 1982). Par contre, l'hypothèse de coulées massives semble possible car dans l'extrémité-est des SCM-35, des structures coussinées ont été notées sur le terrain.

La géochimie de toutes ces unités nous apportera possiblement des réponses significatives tant au point de vue composition de la roche que sur leur origine et aux questions demeurées en suspens.

CHAPITRE 5

MINERALISATION

5.1 Introduction

Avant de traiter de la géochimie des unités, il nous semble opportun de considérer la présence de la minéralisation à l'intérieur des différentes unités.

Les zones minéralisées dans le secteur du lac Laganière, dans le canton de Duberger, produisent des signaux anomaux positifs facilement discernables sur les cartes aéromagnétiques et les cartes d'input (MER, 1980). Quelques anomalies ont été sondées par Union Carbide et par SOQUEM dans le but de trouver des métaux de base.

L'approche de notre étude sur la minéralisation se présente selon diverses facettes. Dans un premier temps, nous verrons la distribution de la minéralisation du point de vue régional. Dans un second temps, nous aborderons la distribution locale de la minéralisation et finalement la distribution par sondage qui permettra de voir les types de minéralisation rencontrés ainsi que les effets causés par le métamorphisme.

5.2 Distribution de la minéralisation

5.2.1 Distribution régionale.

La région de Chibougamau est un secteur minier reconnu comme producteur de métaux de base. Plusieurs gisements ont été exploités et d'autres le sont encore aujourd'hui. L'historique du développement de l'exploration et des différents gisements est décrite dans Allard (1976) et Gobeil et Racicot (1984).

La minéralisation dans le secteur de Chibougamau est caractérisée par plusieurs environnements différents et comprend:

- a) gisement stratiforme volcanogénique de cuivre-zinc au sommet de la Formation de Waconichi.
- b) gisement stratiforme de zinc-cuivre dans la partie sommitale de la Formation de Blondeau.
- c) gisement de cuivre-or de type filonien dans le Complexe du Lac Doré.

Les deux premières catégories se comparent aux dépôts de sulfures massifs volcanogènes archéens tel que décrits par Sangster (1972). Le troisième type inclut la majorité des dépôts minéralisés des secteurs de Chibougamau. C'est pourquoi le Complexe du Lac Doré constitue un horizon-repère de grande valeur pour l'exploration minière.

La partie culminante du premier cycle volcanique (Formation de Obatogamau-Waconichi), soit la Formation ferrifère du Lac Sauvage, constitue une cible stratigraphique (Henry et Allard, 1979) pour la recherche des métaux de base. Dans cet horizon exhalatif, les variations latérales des divers faciès sont importantes et peu d'exploration y a été faite.

Dans le second cycle volcanique (Formations de Gilman-Blondeau), quelques lentilles riches en zinc sont intercalées à l'intérieur des volcanoclastites et shales graphitiques de la Formation de Blondeau.

Des minéralisations en cuivre disséminé ont été observées à plusieurs endroits (Cimon, 1979) et des minéralisations de type cuivre porphyrique sont présents dans le pluton de Chibougama (Guha, 1984). Des minéralisations en cuivre disséminé ont aussi été rapportées dans la Formation de Stella (Gobeil et Cimon, 1979).

Tous les gisements de la région de Chibougama sont englobés par un halo d'altération et toutes les roches de la région incluant les gisements ont été affectées par le métamorphisme.

5.2.2 Distribution locale

La prospection pour la minéralisation au point de vue local, c'est-à-dire dans le secteur du canton de Duberger, a été fortement négligée dans le passé. Suite à nos travaux de reconnaissance (Allard et Lacoste, 1977), nous concluons que le secteur entier demande un approfondissement dans la recherche de potentiel économique.

Plusieurs indices minéralisés ont été rencontrés dans les cantons de Duberger et Thibaudeau et leurs environs (Allard et Lacoste, 1977; Allard, 1978; Glass et Lacoste, 1979a). Nous en verrons quelques-uns qui ont été observés.

Dans le secteur des lacs Duberger et Wilson, dans le nord-ouest du canton de Duberger, des horizons riches en graphite nous rappelle la Formation de Blondeau (Allard, 1978). Des gîtes de sulfures pourraient être associés avec ces horizons graphitiques.

Dans le canton de Thibaudeau, à moins de 4 km au sud du lac Laganière, nous avons reconnu et prouvé l'existence du Complexe du Lac Doré (Allard et Lacoste, 1977; Allard, 1978, 1979). Des sondages ont interceptés des sections intéressantes en métaux de base. Des gîtes de type filonien, semblables à ceux exploités dans la région immédiate de Chibougamau, pourraient être rencontrés.

A plusieurs autres endroits dans le canton de Duberger, nous avons rencontrés des indices minéralisés (Allard, 1978; Glass et Lacoste, 1979a). La minéralisation est constituée principalement de pyrrhotite, pyrite, magnétite et un peu de chalcoppyrite et sphalérite. Cette minéralisation est présente dans différents types de gneiss quartzofeldspathiques et en quantité moindre dans les amphibolites. Des gîtes stratiformes volcanogéniques de cuivre-zinc pourraient se trouver aux contacts entre les gneiss à biotite et les amphibolites, ce qui serait l'équivalent possible du contact des Formations Waconichi-Gilman ou Gilman-Blondeau dans le secteur de Chibougamau.

5.2.3 Distribution par sondage

Dans le secteur au sud-est du lac Laganière, nous aborderons la distribution de la minéralisation des sondages 34, 36 et 35. Ce secteur offre l'avantage d'avoir une densité d'affleurements plus grande que d'autres secteurs avoisinants et de plus les trois sondages permettent d'avoir des coupes lithologiques complètes pour la région.

Les coupes lithologiques (Fig. 8) montrent les endroits où les sulfures (S) et la magnétite (M) ont été observés.

Dans le sondage 34: la minéralisation est principalement associée avec la zone de schiste à chlorite magnésienne (SCM). Les autres types de gneiss sont peu minéralisés.

Les gneiss à biotite entrecroisée (QFB*) contiennent des traces de sulfures et pas de magnétite. La pyrrhotite et la pyrite sont les sulfures dominants. Ils sont à grains fins, millimétriques et disséminés.

A l'intérieur des gneiss à biotite (QFB), des gneiss à biotite et à hornblende (QFB/H) et des gneiss à hornblende-amphibolite (QFH), la pyrrhotite et la pyrite sont en fines mouchetures disséminées, $\leq 2\%$ ou en traces. La quantité de sulfures (Po-Py) augmente pour varier de 3 à 5%, sous forme disséminée ou en fines veinules, lorsque ces types de gneiss se rapprochent des schistes à chlorite magnésienne (SCM).

Dans la zone de SCM, la minéralisation est composée de pyrrhotite, pyrite, magnétite, sphalérite et chalcopryrite. Les pourcentages de minéralisation sont très variables (5 à 75%) et de plus nous observons des variations dans la quantité des constituants (Tableau 11). Les sulfures montrent des textures et habitus différents passant de disséminés (Planche XVIII A) à porphyroblastiques (Planche XVIII B), parfois en veinules de 1 à 3,0 mm d'épaisseur et quelques niveaux massifs de 2 à 10 cm (Planches XIX A-B, XX A).

Dans le sondage 36: les unités lithologiques interceptées sont semblables à celles observées dans le sondage 34. La différence marquante entre ces deux sondages est au point de vue type de minéralisation, c'est-à-dire moins de sulfures et plus de magnétite pour le sondage 36, comparé au sondage 34 (Fig. 8).

Les divers types de gneiss QFB*, QFB, QFB/H sont très peu minéralisés. Seulement les QFB/H et les QFH ont des quantités de 1 à 5% de pyrrhotite, pyrite et magnétite lorsqu'ils sont près des schistes à chlorite (SCM).

La minéralisation est incluse presque exclusivement à l'intérieur de la zone de schistes à chlorite (SCM). Les quantités de sulfures varient de 1 à 20%, composées surtout de pyrrhotite, d'un peu de pyrite et de rares traces de chalcopryrite (Tableau 12). Ces sulfures sont disséminés et parfois décrivent des allongements parallèles au plan de foliation. La magnétite varie de 0 à 25% et possède deux habitus,

TABLEAU 11 - Distribution modale de la minéralisation dans
les schistes à chlorite magnésienne (SCM) du
sondage 34.

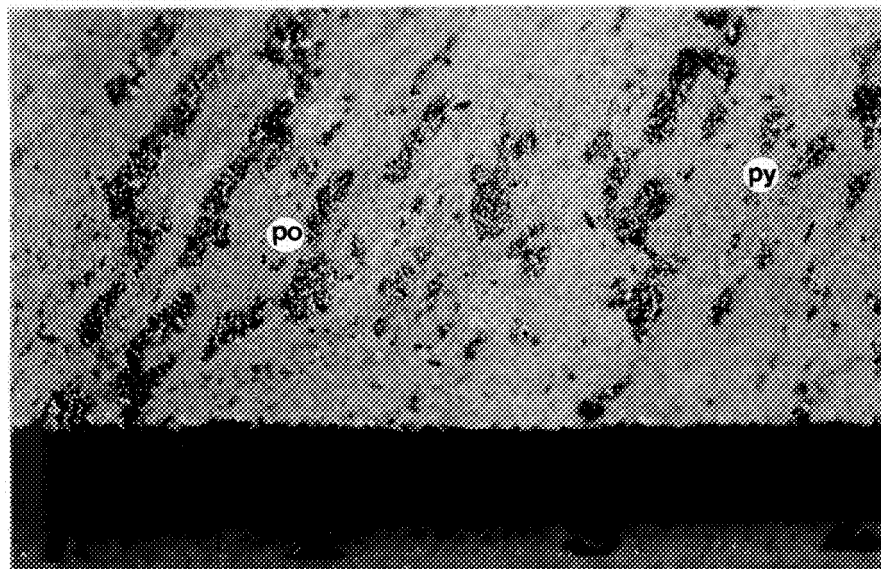
ECHANTILLON	% DES CONSTITUANTS				
	% MINÉRALISATION	PYRRHOTITE	PYRITE	CHALCOPYRITE	MAGNETITE SPHALÉRITE
34-165	5	80	20	tr	
34-168	20	90	10	1	
34-212#	tr	*	*		*
34-219#	tr	*	*		tr
34-230#	1-2	*	*		*
34-233	2-3	*	*	tr	*
34-238	5-6	90	1-2		2-3 3-5
34-241	5-10	*	*	1	*
34-247	30-35	65	33	1	*
34-249	5-10	*	*		5-10
34-252	1-2	*	*		tr
34-262	10-15	15	5		80
34-263	10-15	15	5	tr	80
34-264	20-25	8	2		90
34-268	25-30	98	1	tr	* 1
34-272	15-20	96	2	1	tr 1
34-273	70-75	38	60	1	* tr
34-281	25-30	33	1	tr	65 1
34-283	25-30	80	12	tr	5 2
34-287	10-15	*	*		* 1
34-292 ¹⁾	15-20	75	20	tr	5 1
34-292 ¹⁾	15-20	90	*	tr	5 1
34-292 ²⁾	45-50	80	15	tr	5 1
34-292 ³⁾	65-70	78	15	tr	5 2
34-292 ⁴⁾	5-10	85	8	tr	5 1
34-293	15-20	80	15	tr	3 1
34-296	5	*	*		*
34-297	5-10	*	*		*

1), 2), 3), 4): échantillons semblables pris autour de la même distance dans le sondage.

échantillon avec une texture porphyroblastique.

* présence de ce minéral.

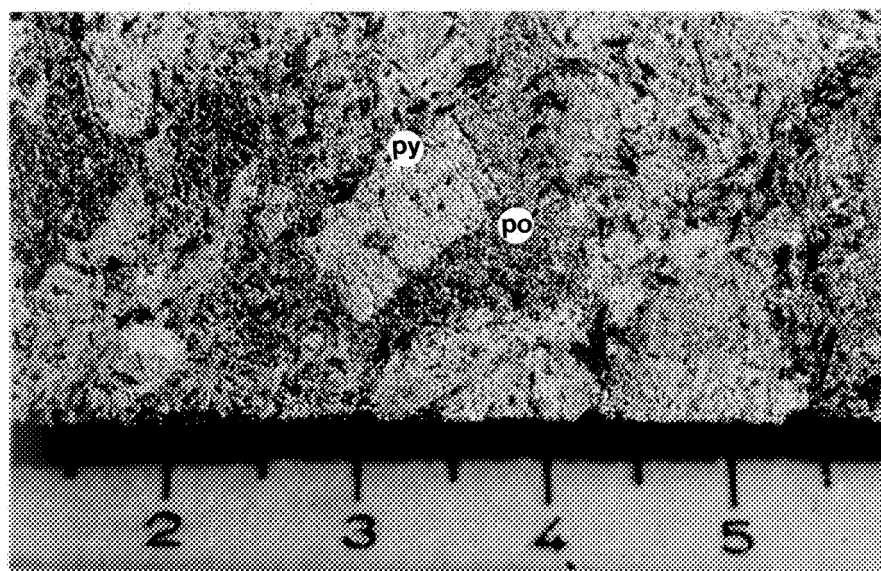
PLANCHE XVIII



(A)

Minéralisation dans les SCM. Notez la texture disséminée des sulfures (pyrrhotite=po, pyrite=py).

Echantillon 34-238, surface interne.

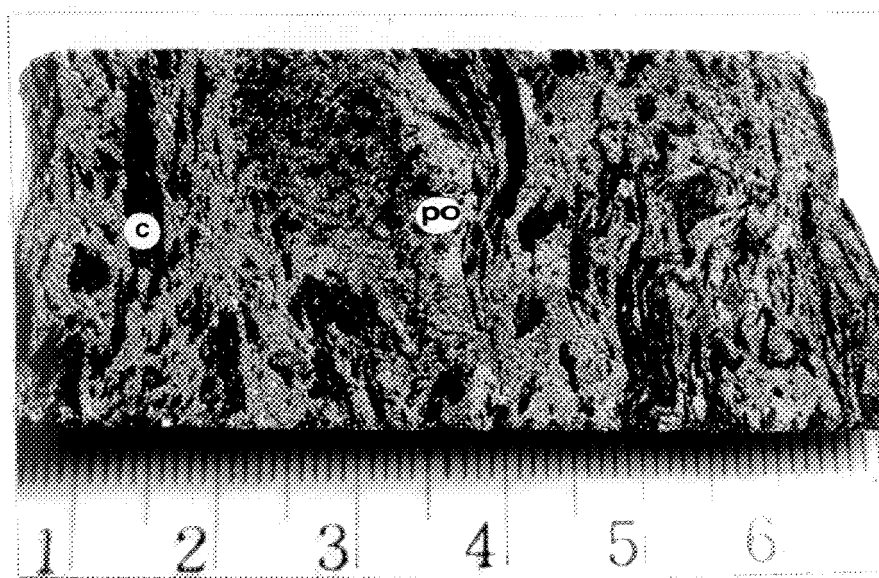


(B)

Minéralisation dans les SCM. Notez le développement porphyroblastique de la pyrite (py) entourée de pyrrhotite (po).

Echantillon 34-240, surface interne.

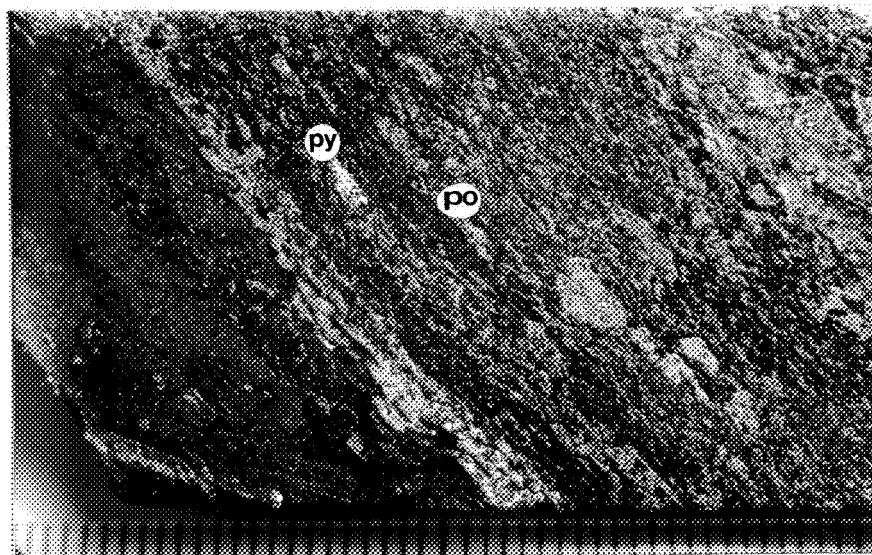
PLANCHE XIX



(A)

Minéralisation dans les SCM. Notez les sulfures massifs (pyrrhotite=po). Les cristaux noirs et ployés sont de la chlorite (c).

Echantillon 34-273, surface interne.

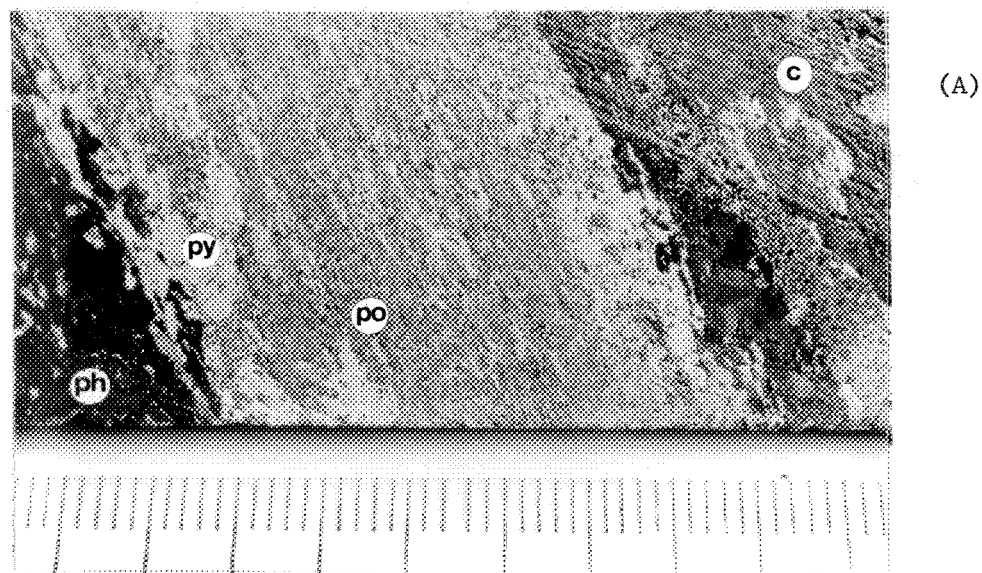


(B)

Minéralisation dans les SCM. Notez l'aplatissement et l'étirement des sulfures (pyrrhotite=po, pyrite=py).

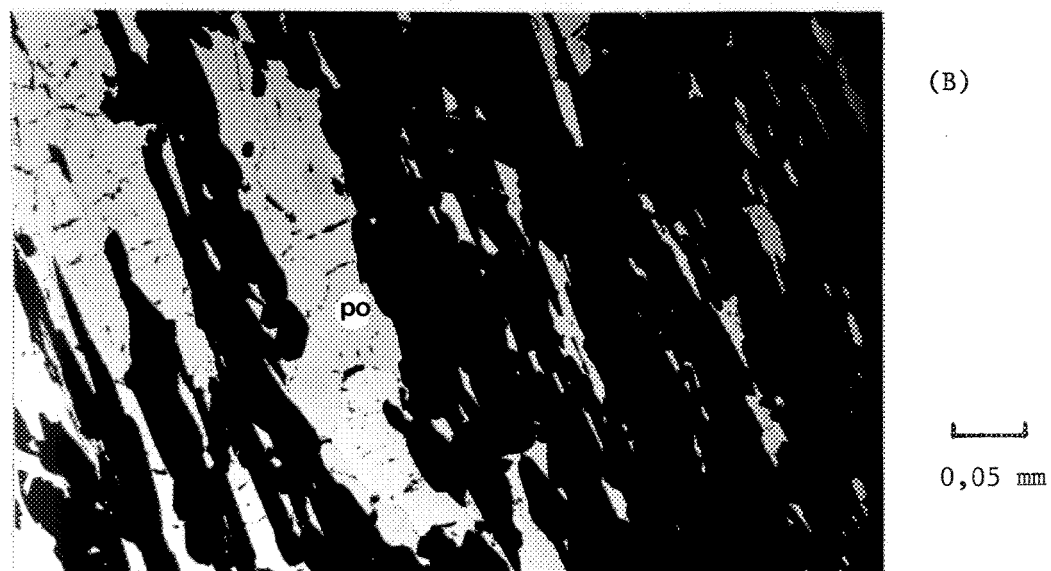
Echantillon 34-283, surface interne.

PLANCHE XX



Minéralisation dans les SCM. Notez les niveaux de sulfures massifs lités (pyrrhotite=po, pyrite=py) intercalés dans des niveaux riches en phlogopite (ph) et chlorite (c).

Echantillon 34-292, surface interne.



Texture des sulfures. Notez l'allongement et l'étirement de la pyrrhotite (po).

Echantillon 34-292 (LR).

TABLEAU 12 - Distribution modale de la minéralisation dans les schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 36.

ECHANTILLON	% MINÉRALISATION	PYRRHOTITE	% DES CONSTITUANTS		
			PYRITE	CHALCOPYRITE	MAGNETITE
36-138	1-2	60	40	tr	
36-142	2-5	80	20		
36-146#	15-20	2	1		98
36-148#	15-20	*	*		*
36-151	2-3	60	40		
36-153	10-15				*
36-154	5-10				*
36-155#	20-25	8	2		90
36-157	1	*	*		*
36-158#	10-15	10	5		85
36-161#	8-10	8	2		90
36-167	3-5	*	*		95
36-172	2-3				*
36-176	2-3				*
36-186	2-3	*	*		
36-194	15-20	75	25		
36-205	15-20				*
36-206#	5-10				*
36-207#	5-10				*
36-212#	10-15				*
36-230	2-3	*	*		*

Le symbole # précédant le numéro d'échantillon indique une texture porphyroblastique.

* présence de ce minéral

soit en petits cristaux de 1,0 mm disséminés et étirés dans la matrice de la roche ou en grains microscopiques comme de la poussière à l'intérieur des porphyroblastes d'enstatite et d'olivine. En affleurement, la magnétite forme parfois des niveaux millimétriques denses et massifs pouvant représenter de minces horizons ferrifères.

Dans le sondage 35: la minéralisation est composée principalement de magnétite et d'un peu de sulfures. Les gneiss QFB et QFB/H sont très peu minéralisés. Par contre les gneiss QFH contiennent entre 1 et 10% de pyrrhotite et pyrite disséminées et parfois litées.

La minéralisation dans les schistes à chlorites (SCM) varie entre 5 et 20% et se compose essentiellement de magnétite millimétrique, disséminée (Tableau 13). Les profils lithologiques (Fig. 8) ainsi que les Tableaux 7,8,9 font ressortir cette différence qui existe tant au point de vue du type et de la quantité de minéralisation présente dans les SCM des différents sondages.

TABLEAU 13 - Distribution modale de la minéralisation dans les schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 35.

ECHANTILLON	% MINÉRALISATION	% DES CONSTITUANTS			
		PYRRHOTITE	PYRITE	CHALCOPYRITE	MAGNETITE
35-40	5-10				*
35-63	5-10				*
35-80	5-10				*
35-105	10-15				*
35-112	10-15				*
35-115	15-20				*
35-126	1-2				*

* présence de ce minéral.

5.3 Type de minéralisation

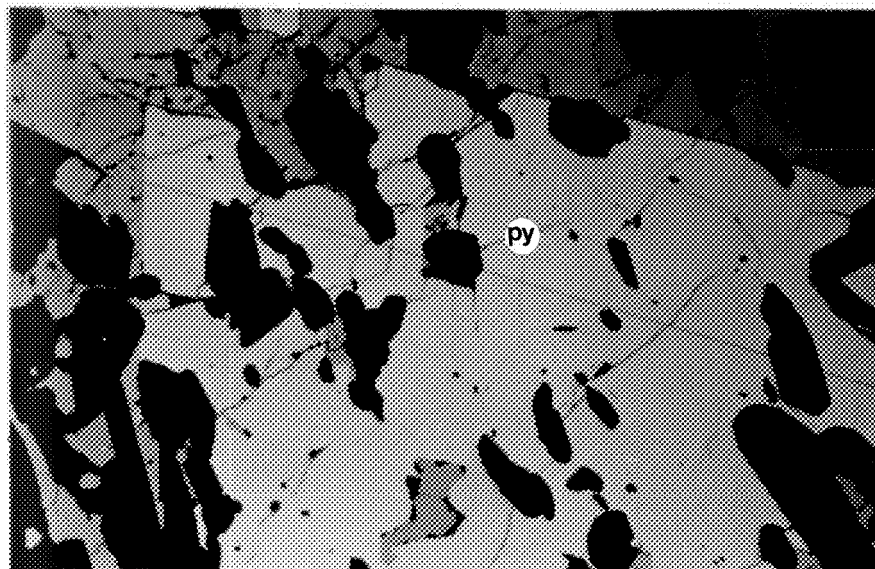
Les textures observées au microscope en lumière réfléchie indiquent que la minéralisation a subi plusieurs étapes de croissance, de déformation et de recristallisation.

Le pyrrhotite constitue le sulfure dominant dans les différents types de roches. Plusieurs textures caractérisent cette pyrrhotite soit: grenue de 1 à 4 mm en grains accolés entre eux, en grains disséminés, allongés, fissurés, fracturés, amiboïdaux contenant parfois des inclusions de pyrite et de silicates (Planches XXB, XXI,XXIIA). La surface de la pyrrhotite prend une allure chagrinée, ressemblant à des mouchetures. Sa couleur jaunâtre-crème avec une faible teinte rosâtre ainsi qu'une forte anisotropie de couleur jaune-gris à gris-vert caractérise cette pyrrhotite.

La pyrite se présente surtout en fins grains disséminés ou sous forme de porphyroblastes idiomorphes de 2 à 12 mm d'arête avec ou sans inclusions de silicates ou de magnétite (Planches XXIA,B) ou de chalcopryrite. De couleur jaune pâle, la pyrite contient souvent de très fines fractures disséquant les porphyroblastes.

La chalcopryrite de couleur jaune laiton est en très faible quantité, souvent en trace. Elle se retrouve principalement en inclusions à l'intérieur de la pyrrhotite et de la pyrite, parfois en périphérie des grains disséminés de pyrite.

PLANCHE XXI



(A)

0,02 mm

Texture des sulfures. Notez la texture poeciloblastique de la pyrite (py). Les inclusions sont des silicates. Echantillon 34-293 (LR).

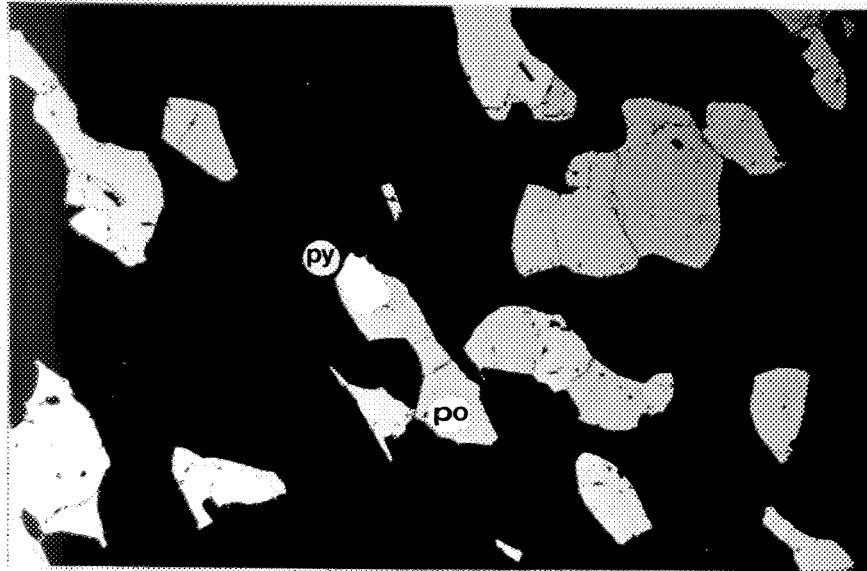


(B)

0,05 mm

Texture de la minéralisation. Notez la présence des porphyroblastes de magnétite (m) et de pyrite (py). La magnétite se trouve en bordure et à l'intérieur de la pyrite. Echantillon 34-241 (LR).

PLANCHE XXII



(A)

0,05 mm

Texture de la minéralisation. Notez la texture amiboidale de la pyrite (py) et de la pyrrhotite (po) à l'intérieur de la matrice granoblastique de QFB/H.

Echantillon 34-293 (LR).



(B)

0,01 mm

Texture de la minéralisation. Notez la recrystallisation des sulfures (pyrite=py) formant des angles de points de jonctions triples à 120'.

Echantillon 34-293 (LR).

La sphalérite a une couleur gris foncé avec des réflexions internes de couleur brunâtre. Celle-ci se trouve en bordure des cristaux de magnétite ainsi que dans les fractures et en périphérie de la pyrrhotite. Des petites inclusions de sphalérite ont été observées dans les plans de clivage de la phlogopite et autour de silicates. Règle générale, la présence de sphalérite est signalée lorsque la quantité de pyrrhotite est élevée.

La cubanite de couleur gris crème ressemble beaucoup à la pyrrhotite, mais elle est moins jaune. De fines inclusions de cubanite ont été rencontrées à l'intérieur de la pyrrhotite.

La magnétite de couleur gris clair se présente en forme de bâtonnets isolés ≤ 10 mm ou en boules à l'intérieur de la pyrrhotite ou de la matrice. La magnétite se trouve aussi disséminée à l'intérieur de la matrice de chlorite .

Des traces de très fines inclusions de maghémite, de couleur bleu-vert sont incluses à l'intérieur des cristaux de magnétite. Ces inclusions seraient le résultat d'une oxydation.

Les silicates, décrits antérieurement dans les zones de schistes à chlorite (SCM) sont intimement associés avec la minéralisation. Ils forment souvent des inclusions arrondies à l'intérieur de la pyrrhotite et de la pyrite. Une mince bordure oxydée entoure les silicates lorsque ceux-ci sont en contact avec les sulfures.

5.4 Effets du métamorphisme sur la minéralisation.

5.4.1 Généralités

Le métamorphisme régional a affecté les différentes unités lithologiques ainsi que toutes les zones minéralisées de la région.

Les effets du métamorphisme sont:

- a) changement dans la minéralogie.
- b) changement dans la fabrique (texture).
- c) mobilisation de minéraux.
- d) mobilisation d'éléments.

Nous examinerons quelques points qui caractérisent le métamorphisme et qui pourraient servir d'indicateurs qualitatifs du degré de métamorphisme.

5.4.2 Accroissement de la grosseur du grain par recristallisation.

L'augmentation de la grosseur des grains de sulfures, causée par un métamorphisme régional ou de contact, est signalée par plusieurs auteurs (Stanton, 1964; Kalliokoski, 1965; McDonald, 1967; Vokes, 1969; Templeman-Kluit, 1970; Mookherjee, 1976; Briggs et al., 1977), mais il semble peu probable de déduire empiriquement des degrés métamorphiques.

En effectuant des mesures sur la grosseur maximum des grains de pyrrhotite, sphalérite et pyrite, Rockingham et Hutchinson (1980) présentent leurs résultats en fonction de divers dépôts minéralisés ayant subi différents degrés de métamorphisme. Nous avons effectué quelques mesures pour comparer sur la pyrrhotite et la pyrite et nous obtenons des observations semblables. C'est-à-dire, pour la pyrrhotite, les grains ont un diamètre supérieur à 0,25 mm et la pyrite est supérieure à 1,0 mm. Nous pouvons ainsi affirmer par comparaison avec les résultats obtenus par Rockingham et Hutchinson (1980) que les sulfures ont subi un métamorphisme de degré amphibolite. Des études plus significatives seraient souhaitables, impliquant une plus grande quantité de mesures et d'observations pour pouvoir appliquer une statistique plus juste, car il faut noter que des études en Norvège ont démontré pour des gîtes ayant subis des degrés métamorphiques progressifs qu'il n'y a pas une croissance linéaire de la grosseur des grains.

5.4.3 Recristallisation des sulfures autour de points de jonctions triples.

L'application de la méthode de mesures des angles des points de jonctions triples pour l'étude de métamorphisme des sulfures (Stanton, 1964; Stanton et Gorman, 1968) semble être une méthode peu utile pour évaluer le degré de métamorphisme.

Après plusieurs mesures des angles des points de jonctions triples sur des échantillons minéralisés des sondages 34 et 36, la

valeur moyenne obtenue se rapproche de 120° (Planche XXIIIB).

Ainsi cette méthode de mesurer les angles des points de jonctions triples ne peut servir dans l'évaluation qualitatif ou quantitatif du degré de métamorphisme. La raison principale de ceci est la faible variation des valeurs moyennes de ces angles. Le seul indice que nous obtenons avec cette méthode, est une indication que les sulfures ont subi une recristallisation.

5.4.4 Intercroissance des sulfures.

Dans les sulfures, les textures d'exsolutions correctement interprétées peuvent être des indicateurs du degré de métamorphisme. Nous n'avons pas utilisé cette méthode mais d'après Rockingham et Hunthinson (1980) les exsolutions de chalcopryrite et de pyrrhotite dans la sphalérite sont un indicateur utile. De plus, le pourcentage d'inclusions de pyrrhotite dans la chalcopryrite augmente proportionnellement avec la croissance du métamorphisme.

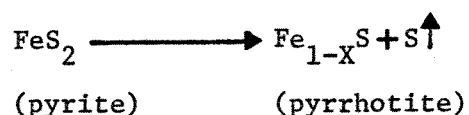
5.4.5 Textures reliques.

La recristallisation des sulfures durant le métamorphisme oblitère les textures primaires. Généralement la pyrite conserve des textures reliques (Sangster et Scott, 1976) mais celles-ci sont souvent détruites à partir du degré de métamorphisme amphibolite (Rockingham et Hutchinson, 1980).

Dans les sulfures des différents sondages du lac Laganière, aucune texture relique n'a été observée. Pouvons-nous conclure que les sulfures ont atteint le degré de métamorphisme amphibolite ? Nous croyons qu'il faut utiliser cette méthode avec soin car l'absence de texture relique peut s'expliquer ou par la présence d'un métamorphisme élevé ou que ces textures n'ont jamais été présentes dans les zones minéralisées.

5.4.5 Génération métamorphique de pyrrhotite.

La pyrrhotite peut se former par métamorphisme par une désulfurisation de la pyrite, soit par l'équation:



La pyrrhotite est hexagonale et devient monoclinique lorsqu'elle est chauffée à une température au-dessus de 300°C (Stanton, 1972; Park et MacDiarmid, 1975). L'absence de critère textural pour distinguer entre une pyrrhotite primaire et celle d'origine métamorphique constitue un problème.

L'augmentation de la présence de pyrrhotite, dans les dépôts minéralisés ayant subi une augmentation de métamorphisme, indique que la majorité de la pyrrhotite provient de la pyrite (Rockingham et Hutchinson, 1980). Ce critère est observé dans plusieurs gisements comme par exemple: Mont Isa, Queensland et Broken Hill, Australie (McDonald, 1967), Cyprus (Hutchinson, 1965), les dépôts Kuroko, Japon

(Izawa et Mukaiyama, 1972)

La quantité abondante de pyrrhotite, contenue dans les zones minéralisées du secteur du lac Laganière (Tableaux 11,12,13), nous incite à considérer une origine métamorphique pour la pyrrhotite, malgré la présence de porphyroblastes de pyrite à l'intérieur de la pyrrhotite.

5.4.6 Génération métamorphique de magnétite.

La formation de magnétite d'origine métamorphique est un autre exemple associé parfois avec la pyrrhotite. Cela exige une désulfurisation de la pyrite pour former de la pyrrhotite, comme dans le cas précédemment, et suivie par une autre désulfurisation et une oxydation pour former la magnétite.

Tout comme pour la pyrrhotite, il existe de la magnétite primaire associée aux sulfures (Large, 1977) et très peu ou aucun critère n'existe pour différencier celle-ci avec celle ayant une origine métamorphique.

La magnétite, dans les échantillons minéralisés, (Tableaux 11,12,13), possède deux habitus différents soit: en fins cristaux euhédriques disséminés et en fines poussières à l'intérieur des porphyroblastes d'enstatite et d'olivine. Nous ne pouvons conclure avec certitude mais nous croyons, qu'au moins le second type de magnétite a une origine métamorphique.

5.5 Discussion.

La distribution de la minéralisation dans le secteur immédiat de Chibougamau est assez bien connue. Par contre, en s'éloignant vers l'est de Chibougamau, la quantité d'informations disponibles présentement se raréfie radicalement.

Plusieurs zones minéralisées ont été relevées dans la région des cantons de Duberger et de Thibaudeau et méritent une attention particulière pour les localiser dans un contexte régional. De plus, la recristallisation des roches, passant au métamorphisme du faciès amphibolite, a modifié l'aspect et les propriétés physiques des sulfures présents dans les différentes unités, les rendant plus grossiers et ainsi meilleurs conducteurs. Cette caractéristique observée dans les cantons de Rinfret et de Lemoine (Allard, 1980) semble se reproduire dans notre région d'étude. Ainsi les zones minéralisées peuvent être corrélées avec des anomalies géophysiques et géochimiques.

D'une approche ponctuelle dans le secteur du lac Laganière, nous observons que la minéralisation en sulfures est composée principalement de pyrrhotite et de pyrite avec des quantités moindres en sphalérite et des traces de chalcoppyrite. La distribution et les types de minéralisation à l'intérieur des schistes à chlorite (SCM) sont différents pour les sondages 34, 35, 36. Nous pouvons observer ces variations en examinant les rapports sulfures/magnétite contenus dans les sondages (Tableaux 11,12,13).

Dans le sondage 34, le rapport moyen est de 95/05, avec des niveaux intercalés de 20/80. Tandis que dans le sondage 36, le rapport est de 10/90 et quelques niveaux riches en sulfures. Par contre dans le sondage 35, le rapport est de 0/100. Ceci est une observation additionnelle démontrant la différence marquante qui existe entre le sondage 35 et les sondages 34 et 36.

Comme nous avons pu le constater, les effets du métamorphisme sur la minéralisation peuvent être des indicateurs qualitatifs du degré de métamorphisme. Les caractéristiques et les critères qui semblent les plus valables pour l'évaluation du métamorphisme seraient dans l'ordre:

- le diamètre des grains de sulfures.
- la présence ou l'absence de textures reliques.
- l'intercroissance de chalcopryrite et pyrrhotite dans la sphalérite.
- la quantité de pyrrhotite présente dans la minéralisation.

Les critères qui ont peu de valeur comme indicateur du métamorphisme sont:

- les textures résultant des déformations.
- la recristallisation des sulfures autour des points de jonctions triples.

Tous ces critères doivent par contre être interprétés avec soin car ils ne peuvent servir que pour une évaluation qualitative et non empirique.

CHAPITRE 6

ASPECTS GEOCHIMIQUES DES UNITES

6.1 Introduction.

La géochimie des roches de la région du lac Laganière sert à montrer le comportement et les variations des éléments majeurs et mineurs dans les différentes unités, ainsi que les variations géochimiques en fonction des zones minéralisées.

Les traits distinctifs du chimisme local représentent un intérêt particulier pour augmenter nos connaissances de la région et pour la prospection minérale.

Les différentes unités lithologiques seront traitées en examinant chacune d'elles de façon systématique. Premièrement, nous verrons les caractéristiques géochimiques des unités, ensuite les comportements géochimiques et finalement les variations des éléments majeurs et mineurs à l'intérieur des sondages.

6.2 Méthodes analytiques.

6.2.1 Echantillonnage.

Le critère principal qui a guidé notre choix des échantillons (Annexe 1) pour l'analyse en est un de représentativité des unités lithologiques rencontrées sur le terrain. La partie géochimique de notre étude s'est déroulée en plusieurs étapes et le traitement effectué sur les échantillons est schématisé à l'annexe 2.

6.2.2 Méthodes d'analyses chimiques.

Un soin particulier a été porté à la préparation de plus de soixante dix (70) échantillons. Chacun a subi un cheminement identique pour restreindre la contamination et possiblement les erreurs de manipulation.

Les analyses chimiques ont été faites en utilisant différentes méthodes pour la fluorescence-X et l'absorption atomique. Les manipulations et les différentes étapes pour ces méthodes sont à l'annexe 4 et 5.

Les éléments majeurs: MgO , Na_2O , K_2O ont été analysés par absorption atomique, ainsi que tous les éléments mineurs: Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Co, V. La détermination de SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 (fer total), TiO_2 , MnO a été effectuée par fluorescence-X et par absorption atomique mais nous utiliserons dans ce cas ci, uniquement les résultats obtenus par fluorescence-X. Une perte au feu (PAF) a été faite pour tous les échantillons (annexe 3). Des duplicatas pour toutes les analyses et des standards ont été introduits lors du déroulement analytique pour vérifier la reproductibilité des résultats.

Les résultats des analyses sont en pourcentage poids d'oxyde (annexe 6). Les valeurs non-normalisées et les valeurs normalisées sans les volatils ainsi que la norme y sont compilées. Le calcul de la norme CIPW est calculée par un programme pour l'ordinateur de l'Université du Québec à Chicoutimi.

6.3 Caractérisation géochimique des unités.

6.3.1 Généralités.

Avant d'étudier le comportement géochimique et les variations des éléments majeurs ou mineurs, il nous paraît utile de caractériser de façon générale le chimisme des unités.

Pour caractériser les différentes unités lithologiques, nous en avons compilé les valeurs minima, maxima et moyennes (Tableaux 14 et 15). Le but escompté avec des valeurs de ces tableaux n'est pas de donner des valeurs absolues pour les unités mais plutôt de les caractériser afin qu'elles puissent devenir un outil de travail pour la région. La moyenne est calculée avec les résultats des analyses compatibles entre elles et incluses à l'intérieur d'une fourchette de $100 \pm .7$ (Gélinas et al., 1976). Les échantillons anomaux n'ont pas été considérés pour le calcul de la moyenne mais nous les représenterons tout de même sur les différents diagrammes.

6.3.2 Caractérisation des unités à l'aide des éléments majeurs.

La composition moyenne des QFB* se rapproche de celle d'une composition basaltique (Gélinas et al., 1976). Par contre, des valeurs anormalement élevées en Al_2O_3 et CaO montrent le caractère ambigu pour définir la roche mère.

TABLEAU 14 - Valeurs minima, maxima et moyennes des éléments majeurs pour les différentes unités lithologiques dans le secteur du lac Laganière, Chibougamau. Les valeurs sont en % poids.

Unités	QFB*		QFB		QFB/H		QFH		-34		SCM		-35		-36	
	m M	Δ	m M	Δ	m M	Δ	m M	Δ	m M	Δ	m M	Δ	m M	Δ	m M	Δ
SiO ₂	46.79 49.63	48.18	60.54 73.18	65.71	47.82 67.34	55.99	44.11 51.50	47.72	28.86 39.02	32.98	42.77 55.16	45.37	33.82 46.11	38.19		
TiO ₂	0.28 0.55	0.43	0.06 1.05	0.59	0.36 3.66	1.09	0.63 1.57	1.01	1.27 2.34	1.79	0.20 0.77	0.58	0.64 1.69	1.12		
Al ₂ O ₃	23.71 30.13	27.17	15.24 17.47	16.39	11.75 17.95	15.72	9.68 14.53	12.55	13.28 19.96	17.16	1.91 7.88	5.92	3.02 16.57	10.99		
Fe _T ¹⁾	2.80 6.16	4.52	3.29 10.60	5.67	7.81 18.37	11.05	9.96 14.40	12.37	12.31 14.51	13.61	14.00 18.72	15.68	10.20 16.56	12.66		
MnO	0.01 0.07	0.04	0.01 0.39	0.10	0.06 0.59	0.18	0.13 0.31	0.23	0.10 0.18	0.15	0.22 0.31	0.26	0.10 0.20	0.15		
MgO	0.76 3.43	1.76	0.32 3.52	1.97	1.94 7.76	3.74	5.89 16.66	11.04	21.60 33.58	39.01	18.39 30.15	24.65	25.10 31.92	28.50		
CaO	11.30 14.64	13.00	1.95 6.33	3.48	4.28 11.68	7.90	11.11 14.83	12.63	0.19 6.21	3.06	2.28 11.00	6.74	2.74 11.87	6.79		
Na ₂ O	2.44 4.18	3.46	2.77 6.18	4.53	2.45 5.76	4.18	1.54 3.77	2.39	0.12 1.46	0.57	0.01 1.56	0.37	0.11 0.40	0.29		
K ₂ O	0.01 3.36	1.57	1.32 2.55	1.92	0.36 2.40	1.50	0.31 0.77	0.53	0.01 4.67	1.56	0.01 0.28	0.06	0.01 2.81	0.81		
PAF ²⁾	1.06 2.20	1.60	0.22 2.61	0.82	0.18 2.86	1.18	0.25 2.05	1.20	1.73 11.43	7.80	1.94 8.78	6.03	2.61 11.03	7.27		

m valeur minima
M valeur maxima
Δ valeur moyenne

1) Fe_T Fer total (exprimé en Fe₂O₃)
2) PAF perte au feu

TABLEAU 15 - Valeurs minima, maxima et moyennes des éléments mineurs pour les différentes unités lithologiques dans le secteur du lac Laganière, Chibougamau.

Les valeurs sont en ppm.

Unités	QFB*		QFB		QFB/H		QFH		—34		SCM —35		—36	
	m M	△	m M	△	m M	△	m M	△	m M	△	m M	△	m M	△
Cu	1 37	12	3 55	25	1 84	29	1 134	30	51 101	76	20 122	43	19 79	31
Zn	8 39	19	52 149	84	18 120	70	23 100	48	36 92	64	29 170	87	39 105	53
Pb	2 9	5	1 7	4	1 9	4	1 7	4	7 13	10	1 9	4	5 16	10
Ni	40 260	183	7 280	159	16 360	147	45 570	316	180 220	203	530 1020	833	250 530	312
V	8 49	23	13 131	67	22 474	110	44 200	101	114 175	144	69 143	99	110 3940	946
Cr	2 14	5	19 49	27	2 59	25	38 470	210	6 48	27	580 2300	1266	11 134	46
Co	14 21	17	24 36	28	20 39	28	14 43	23	19 25	21	39 61	51	12 51	23

m valeur minima
M valeur maxima
△ valeur moyenne

Le calcul de la norme indique des quantités élevées en feldspath et confirme nos observations pétrographiques. Ce type de roche devrait être à reconsidérer dans l'avenir car il pourrait à la limite représenter des niveaux anorthositiques appartenant au Complexe du Lac Doré.

L'unité des QFB correspond à une composition dacitique à rhyodacitique (Nockolds, 1954; Gélinas et al., 1976). Nous constatons que la valeur moyenne varie très peu par rapport aux valeurs minima et maxima. Ceci montre l'homogénéité de cette unité.

L'unité des QFB/H présente des valeurs semblables aux QFB, mise à part pour le Fe_T , MgO , CaO et TiO_2 qui sont légèrement plus élevées pour les QFB/H. La présence de hornblende semble expliquée cette situation. La moyenne se compare à une composition andésitique.

Une composition basaltique caractérise les QFH. Comme nous l'avons mentionné précédemment, la présence sur le terrain de structure pseudo-coussinée ne fait aucun doute pour en déterminer la nature.

L'unité des SCM montre bien son caractère magnésien et correspond à la minéralogie modale (annexe 6). Une similitude existe entre les SCM du sondage 34 et ceux du sondage 36. Par contre, ceux-ci montrent une différence marquante avec les SCM du sondage 35. Les ressemblances et les différences entre les types de SCM se font principalement avec les éléments: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_T , MnO et K_2O .

6.3.3 Caractérisation des unités à l'aide des éléments mineurs.

Dans la préparation des échantillons, une attention particulière a été portée pour enlever le maximum de minéralisation présente dans la roche. Ceci afin d'obtenir une réponse analytique significative pour les unités et de minimiser l'effet du soufre dans les échantillons.

Les valeurs obtenues pour les éléments mineurs (Tableau 15) montrent peu de caractéristiques dominantes pour les unités QFB*, QFB, QFB/H et QFH. Les valeurs en Ni, V, Cr pour ces unités sont légèrement anormales (Levinson, 1980).

Pour les SCM, les valeurs des éléments mineurs sont plus élevées que dans les divers types de gneiss. Ceci s'explique par la présence de la minéralisation qui est principalement incluse dans les SCM. Dans les SCM-35, les valeurs en Ni, Cr, Co et Zn sont les caractéristiques dominantes. Pour les SCM 34 et 36, les valeurs en V, Pb sont anormalement élevées et les valeurs en Cu, Zn et Ni sont plus élevées que leurs encaissants.

Des résultats d'analyses de SOQUEM et de Union Carbide sont compilés au Tableau 16. Ces analyses proviennent d'échantillons minéralisés dans les sondage 34, 35 et 36. La minéralisation n'a pas été enlevée des échantillons lors de la préparation.

TABLEAU 16 - Résultats d'analyses pour des échantillons minéralisés
des sondages 34, 35 et 36. Ces analyses ont été effec-
tuées par SOQUEM, 1979, par Union Carbide, 1977.

UNITE	# ECHAN- TILLON	DE (PIED)1)	A (PIED)	Cu	ppm Zn	Ni	ppb Au	ppm Ag	% TiO ₂	V
QFH	70344	18,0	21,5	105	11	38	1			
QFB*	70345	66,2	69,4	91	22	17	3			
QFH	70346	121,6	122,3	12	12	15	2			
QFB*	70347	120,4	121,6	31	6	31	1	0,3		
SCM	70348	163,0	168,0	324	41	106	2	0,2		
QFH	70349	168,0	173,3	98	54	47	3			
QFH	70350	173,3	178,0	135	58	72	3			
QFH	70401	178,0	182,3	159	14	57	5			
QFH	70402	191,6	194,8	70	43	32	4			
QFB/H	70403	210,0	213,6	134	54	53	7			
QFB/H	70404	213,6	219,0	168	60	57	5			
SCM	70405	219,0	224,8	65	49	63	4	0,8	1,34	0,51
SCM	70406	224,8	229,1	86	36	49	7	0,6	0,95	0,13
SCM	70407	229,10	233,9	112	65	64	3	0,8	1,29	0,18
SCM	70408	233,9	238,2	110	20	57	5		0,90	0,37
SCM	70409	238,2	243,0	340	58	82	5	1,3	0,75	0,34
SCM	70410	243,0	248,0	341	31	100	4			
SCM	70411	248,0	252,0	160	21	41	5			
SCM	70412	252,0	257,0	92	29	22	3			
SCM	70413	257,0	262,0	70	59	20	4	1,0	0,28	0,17
SCM	70414	262,0	266,10	63	206	19	2	0,9	0,38	0,18
SCM	70415	266,10	271,8	291	192	85	3	1,3	0,55	0,01
SCM	70416	271,8	275,3	200	348	61	3			
SCM	70417	275,3	280,8	204	58	40	6	0,8	0,38	0,18
SCM	70418	280,8	285,10	250	128	64	7	1,4	0,33	0,10
QFH	70419	285,10	290,4	212	195	36	9	1,4	0,25	0,03
QFH	70420	290,4	295,6	140	149	38	11	1,0	0,60	0,01
QFH	70421	295,6	298,7	131	250	30	8	0,9	0,46	0,07
QFH	70422	298,7	303,7	37	28	15	3			
QFH	70423	303,7	308,7	67	76	31	3	0,5	0,68	0,09
QFB/H	70424	308,7	313,11	34	68	44	5	0,7	1,12	0,21
QFB/H	70425	313,11	318,11	64	84	42	7	0,6	0,45	0,12
QFB/H	70426	318,11	323,8	207	13	20	6		1,18	0,11
QFH	70427	323,8	328,8	70	10	12	2			
QFH	70428	328,8	333,8	55	15	22	6			

QFB	sondage 35	146,0	147,0	190	100		tr	0,03
SCM	sondage 36	141,3	146,0	200	tr	100	tr	0,03
SCM	sondage 36	187,5	192,5	200	100		tr	0,03
SCM	sondage 36	196,7	197,7		tr			
SCM	sondage 36	216,8	219,5		tr			
SCM	sondage 36	219,5	222,5		100			

- 1) L'unité de longueur des échantillons est en pied. Ces longueurs peuvent être directement placées sur les coupes lithologiques pour comparaison avec nos données.

Il est intéressant de comparer ces résultats avec les nôtres des Tableaux 14 et 15. Ces valeurs indiquent de faibles teneurs en Cu, Zn mais les teneurs en TiO_2 et V sont élevées. De plus, nous avons quelques valeurs pour les éléments Au et Ag pour certains échantillons.

6.4 Comportement géochimique des unités.

6.4.1 Généralités.

Nous tenterons de préciser la nature du chimisme et de faire ressortir les comportements géochimiques des diverses unités. Nous utiliserons pour ce faire les résultats normalisés des analyses (annexe 6). Ces résultats sont reportés sur divers diagrammes pétrochimiques que nous discuterons successivement.

Ces diagrammes nous permettent de comparer nos résultats avec ceux d'autres régions, en tenant compte de la nature même de la roche en présence. Pour les besoins de nos comparaisons et de notre interprétation, nous considérons le métamorphisme grenvillien comme isochimique. Les seuls changements survenus sont de nature minéralogique.

6.4.2 Gneiss quartzofeldspathique à biotite entrecroisée - (QFB*)

Le contenu en silice de ce type de roche varie de 46 à 50%. La quantité d'alumine est très élevée (27%) et en examinant la composition normative de ces échantillons, nous constatons des pourcentages très élevés en plagioclase (An, Ab), en néphéline (Ne) et parfois

la présence de minéraux indicateurs d'une forte altération (corindon (C), wollastonite (Wo)).

Nous croyons que les échantillons de QFB* ont subi une altération sous la forme d'addition d'éléments alcalins, ce qui pourrait expliquer leur position sur les diagrammes ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) vs SiO_2 et AFM (Fig.9, 10A, 10B). Par contre, les valeurs élevées en CaO et faibles en K_2O des analyses sont exprimées sur les diagrammes CNK (Fig.10C) et An-Ab-Or (Fig.10D) et montrent une polarisation vers le domaine calcique.

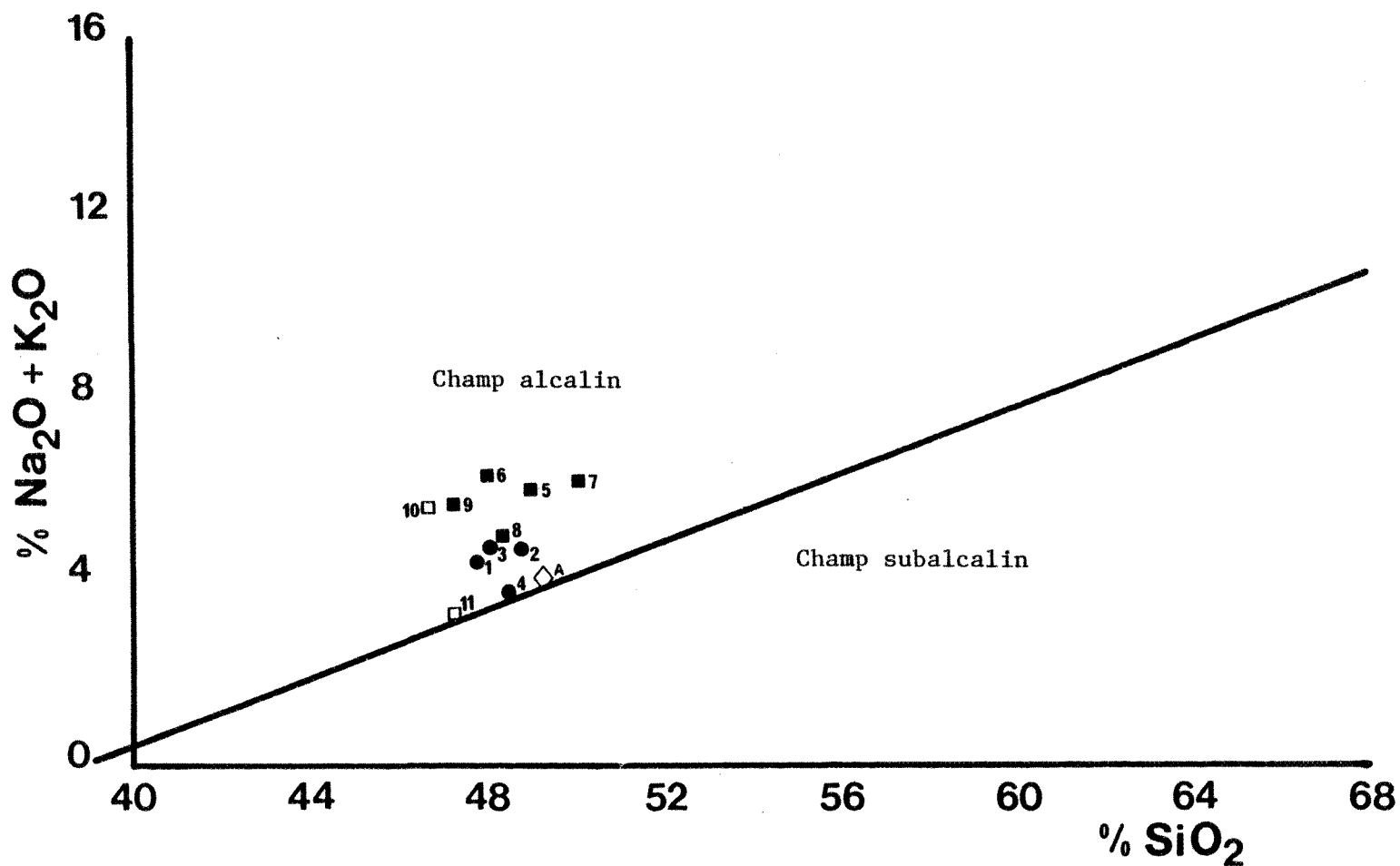


FIGURE 9 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à biotite entrecroisée (QFB*).

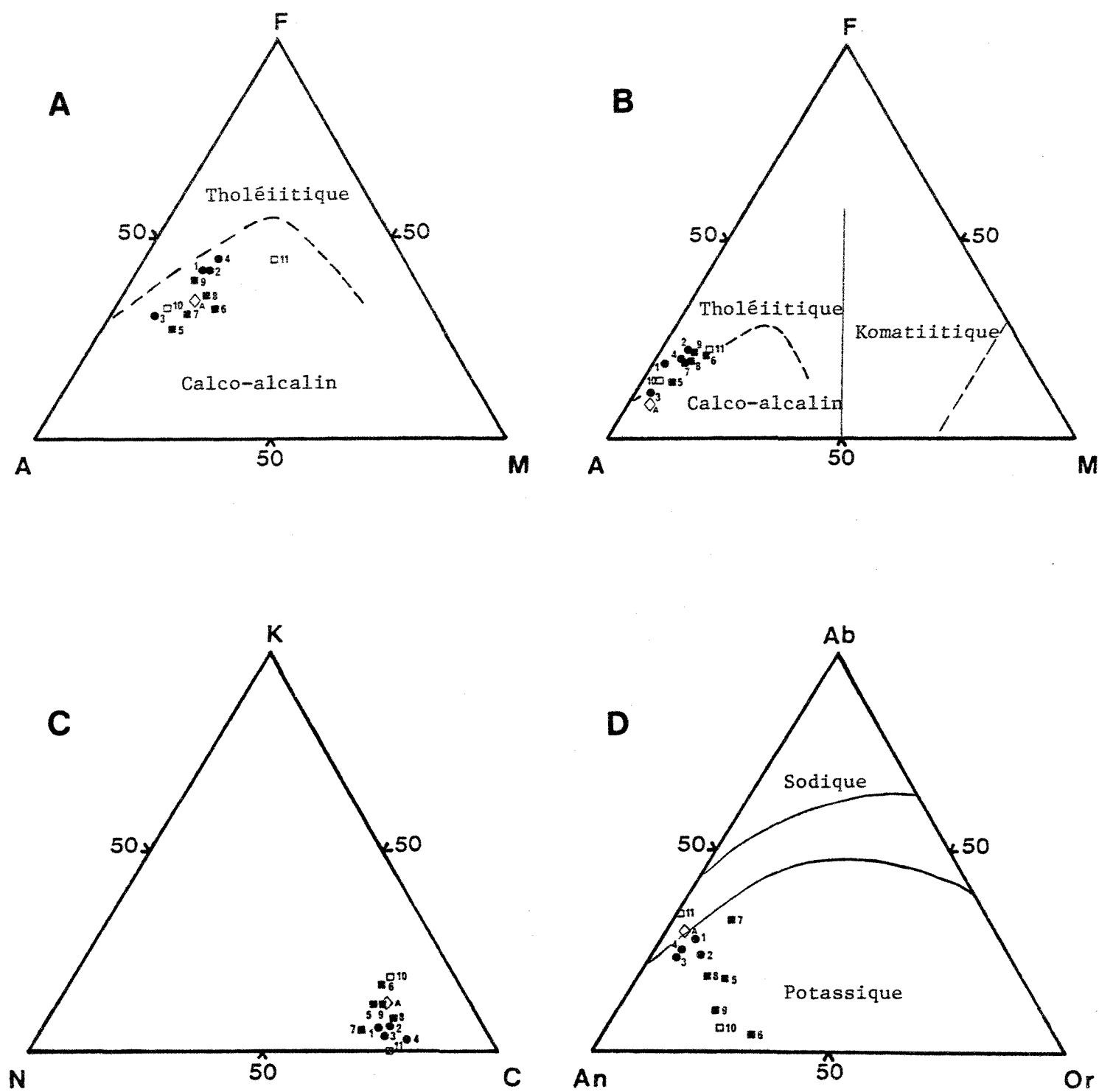


FIGURE 10 - Diagrammes pour l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à biotite entrecroisée (QFB*): A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbe de Irvine et Baragar, 1971. B) diagramme AFM (Jensen, 1976) Al_2O_3 - $(\text{Fe}_T + \text{TiO}_2)$ - MgO . C) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . D) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968).

6.4.3 Gneiss quartzofeldspathique à biotite - (QFB).

Le contenu en silice des échantillons de QFB varie de 60 à 68%. Le diagramme $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (Fig. 11) montre que tous les échantillons sont dans le champ subalcalin et forment une suite calco-alcaline (Fig. 12A). Encore une fois, le diagramme AFM de Jensen (1976) (Fig. 12B) ne confirme pas cette tendance calco-alcaline. Les analyses ont des valeurs en soude assez élevées et les Figures 12C et 12D présentent bien cette caractéristique où les points sont concentrés dans le domaine sodique.

A noter, l'échantillon □7 qui diffère des autres analyses. Celui-ci contient 25-30% de grenat almandin et 5% de pyrite-pyrrhotite. C'est ce qui explique la tendance vers les pôles riches en fer. Les échantillons A et B proviennent de secteurs avoisinants à la région du lac Laganière et montrent des comportements légèrement différents par rapport aux autres échantillons.

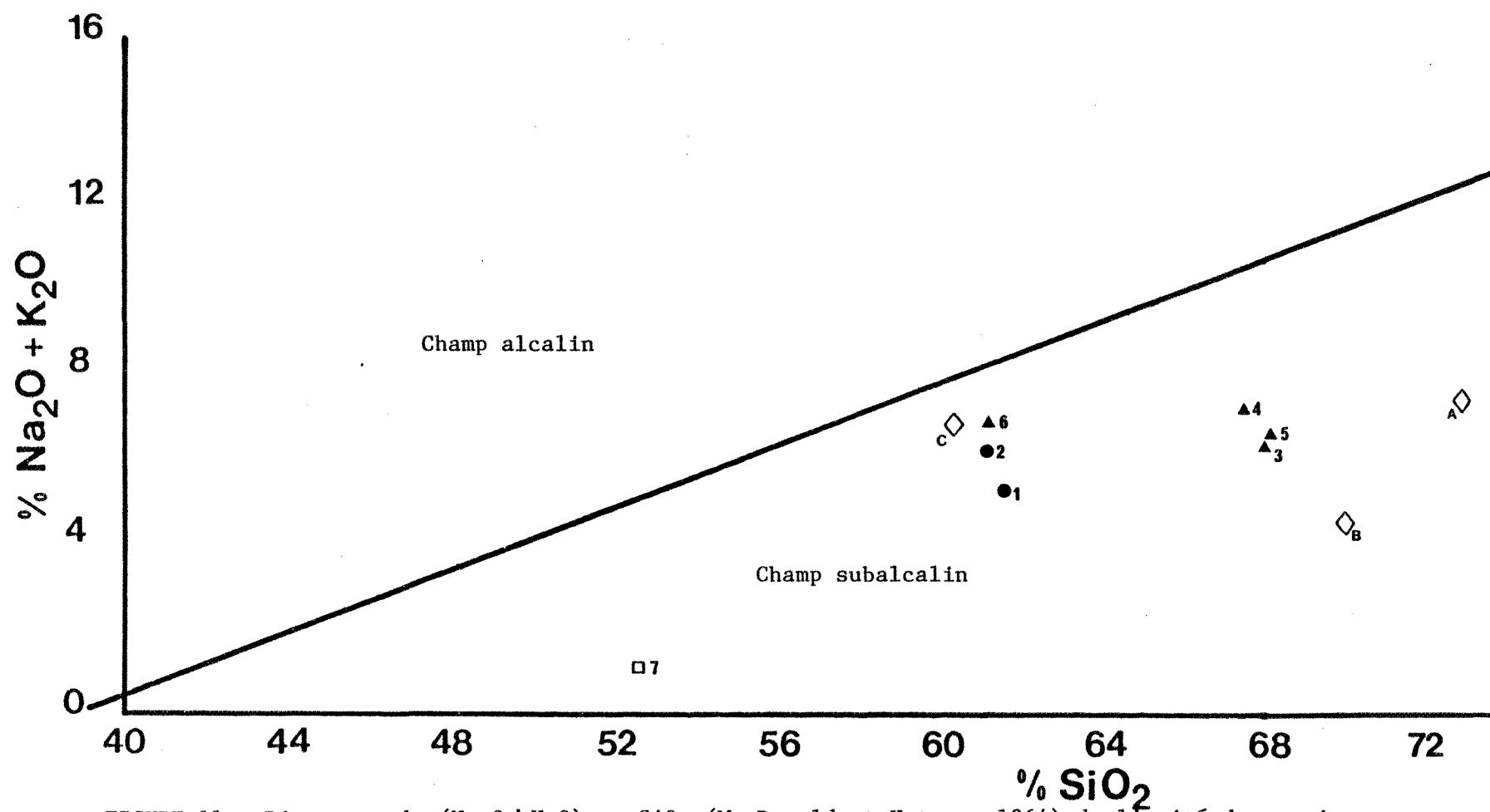


FIGURE 11 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à biotite (QFB).

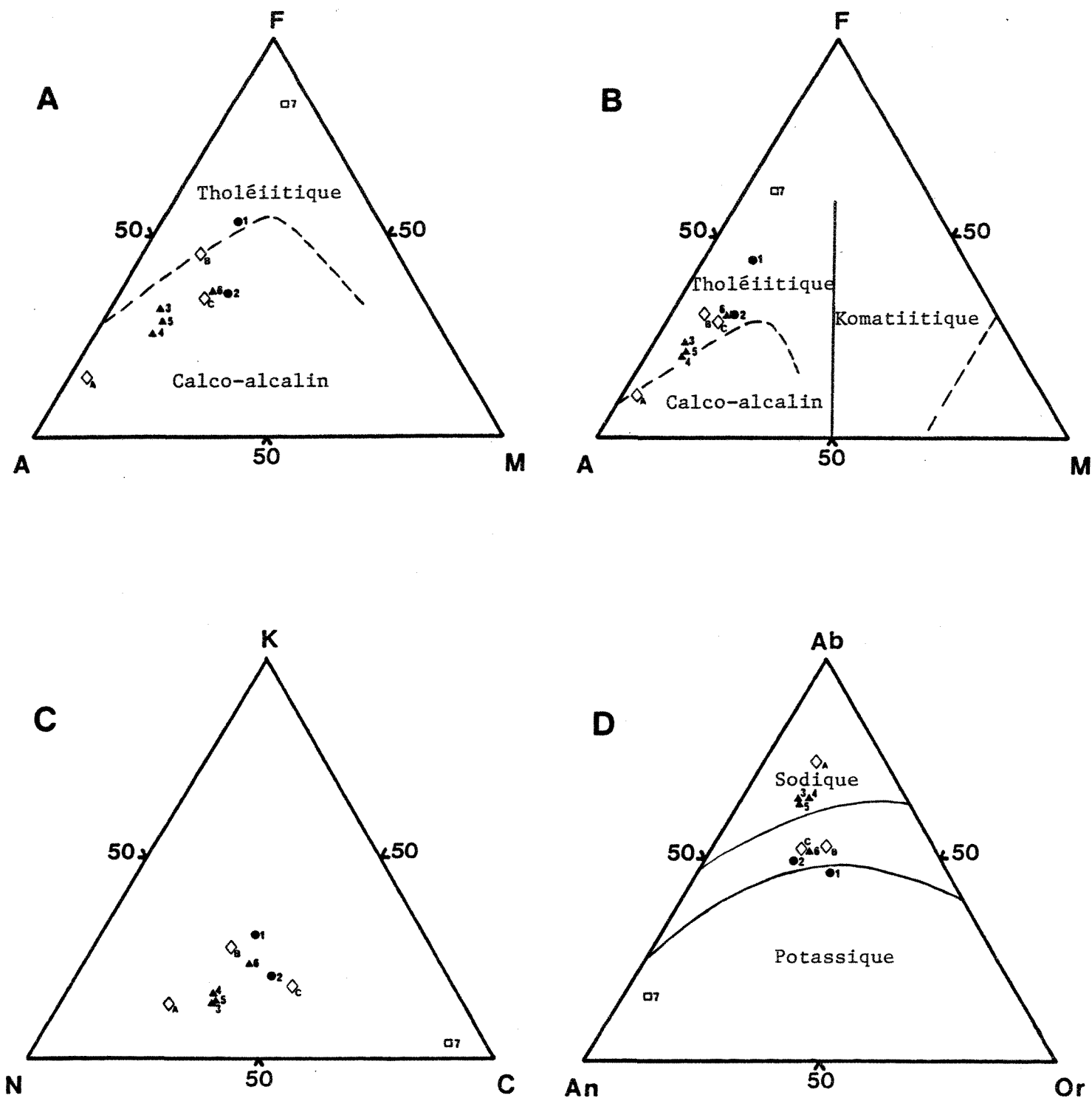


FIGURE 12 - Diagrammes pour l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à biotite (QFB):
 A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbe de Irvine et Baragar, 1971.
 B) diagramme AFM (Jensen, 1976) Al_2O_3 - ($\text{Fe}_T + \text{TiO}_2$) - MgO . C) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . D) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968).

6.4.4 Gneiss quartzofeldspathique à biotite et à hornblende - (QFB/H).

Cette unité caractérisée par des quantités variables de biotite et de hornblende a un contenu en silice qui varie de 48 à 68%. Le diagramme ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) vs SiO_2 (Fig. 13) montre que les échantillons sont partagés entre le champ alcalin et le champ subalcalin. Les échantillons de QFB/H du sondage 35 se regroupent dans le champ alcalin tandis que tous les autres se retrouvent dans le champ subalcalin. Le diagramme AFM (Fig.14A) et le diagramme AFM de Jensen (1976) (Fig.14B) présentent les mêmes caractéristiques que celles des échantillons de QFB.

Les échantillons 1' et A contiennent tous deux, environ 25% de grenats et un peu de pyrite-pyrrhotite; c'est ce qui explique leur contenu plus riche en fer. Le diagramme CNK (Fig.14C) montre les faibles quantités de potasse et les valeurs un peu plus élevées en CaO et Na_2O . D'ailleurs le diagramme An-Ab-Or (Fig.14D) confirme cette polarisation vers le domaine sodique, tout comme pour l'unité des QFB.

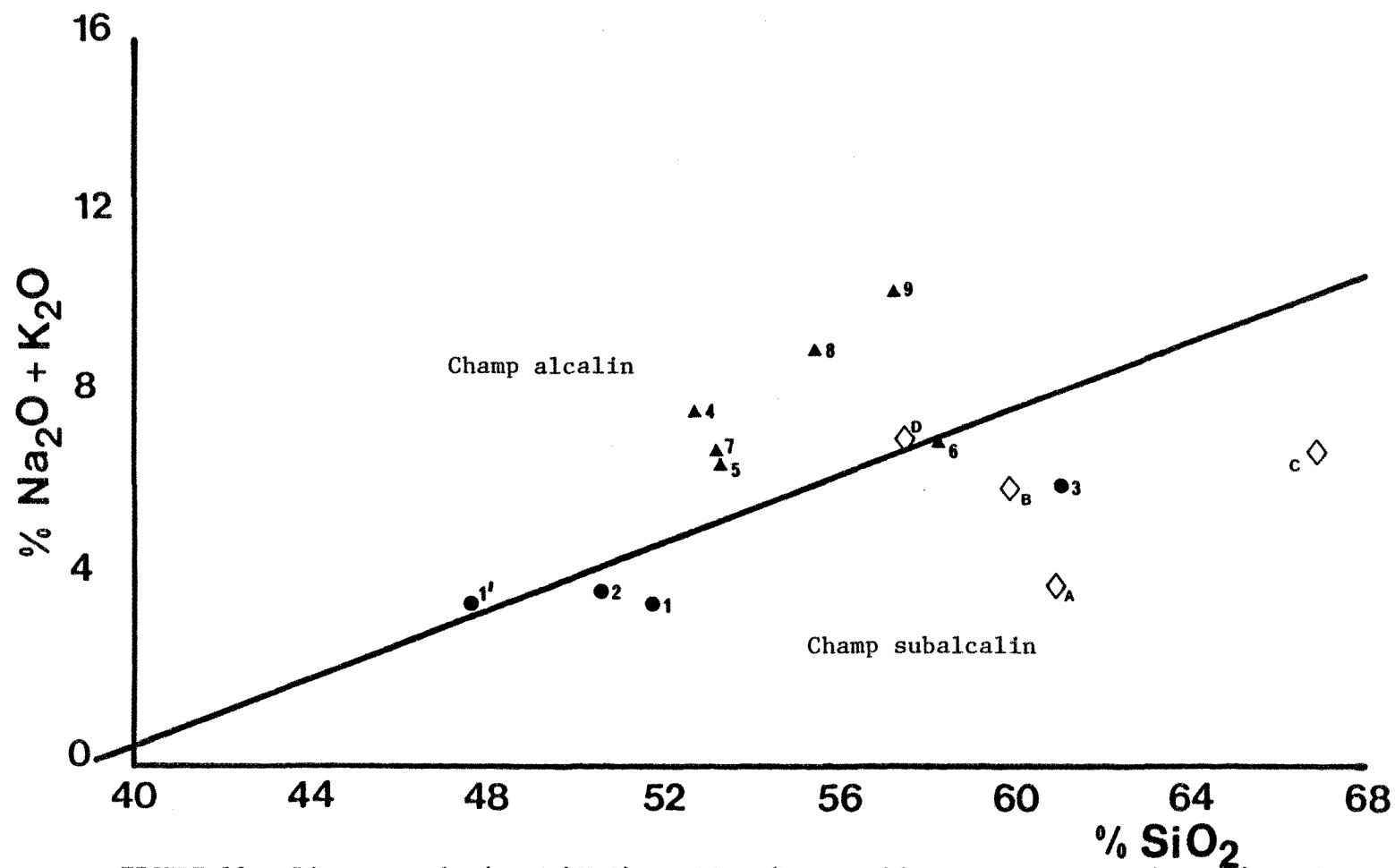


FIGURE 13 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à biotite et à hornblende (QFB/H).

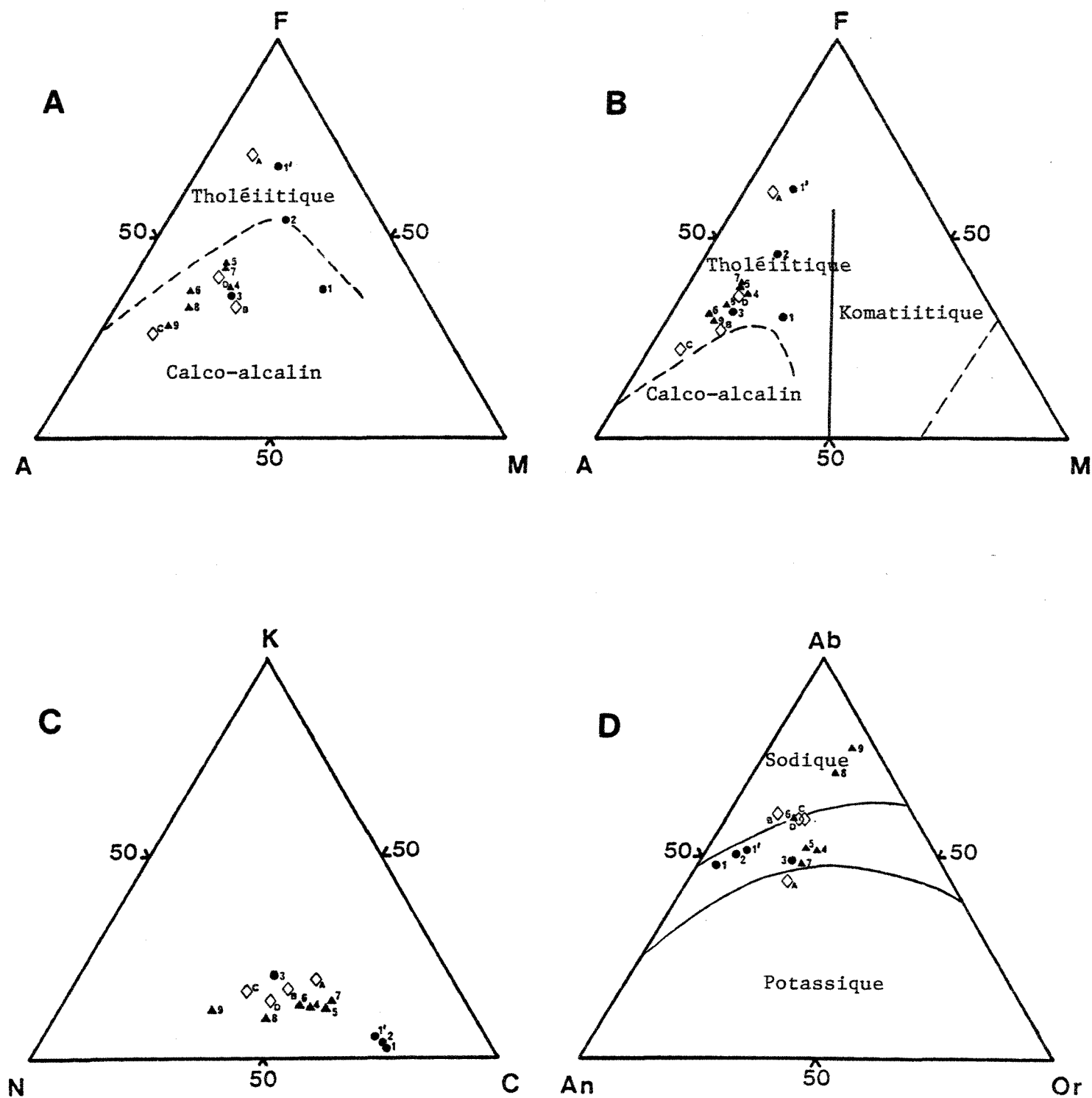


FIGURE 14 - Diagrammes pour l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à biotite et à hornblende (QFB/H): A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbes de Irvine et Baragar, 1971. B) diagramme AFM (Jensen, 1976) Al_2O_3 - ($\text{Fe}_T + \text{TiO}_2$) - MgO . C) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . D) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968).

6.4.5 Gneiss quartzofeldspathique à hornblence (QFH) - amphibolite.

Le contenu en silice de cette unité varie de 44 à 52%. Le diagramme ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) vs SiO_2 (Fig. 15) montre que la majorité des échantillons sont inclus dans le champ subalcalin. Le diagramme AFM (Fig.16A) indique une tendance tholéititique pour l'ensemble des échantillons de QFH. Par contre si nous les prenons séparément, nous distinguons un regroupement entre eux. Ainsi les échantillons de QFH du sondage 36 sont plus magnésiens que les autres échantillons. Le diagramme AFM de Jensen (1976) (Fig.16B) fait aussi ressortir ce point de vue. Les échantillons ont des pourcentages élevés en CaO et très faibles en K_2O . Cela se traduit par une concentration de valeurs vers le pôle calcique (Fig.16C et 16D).

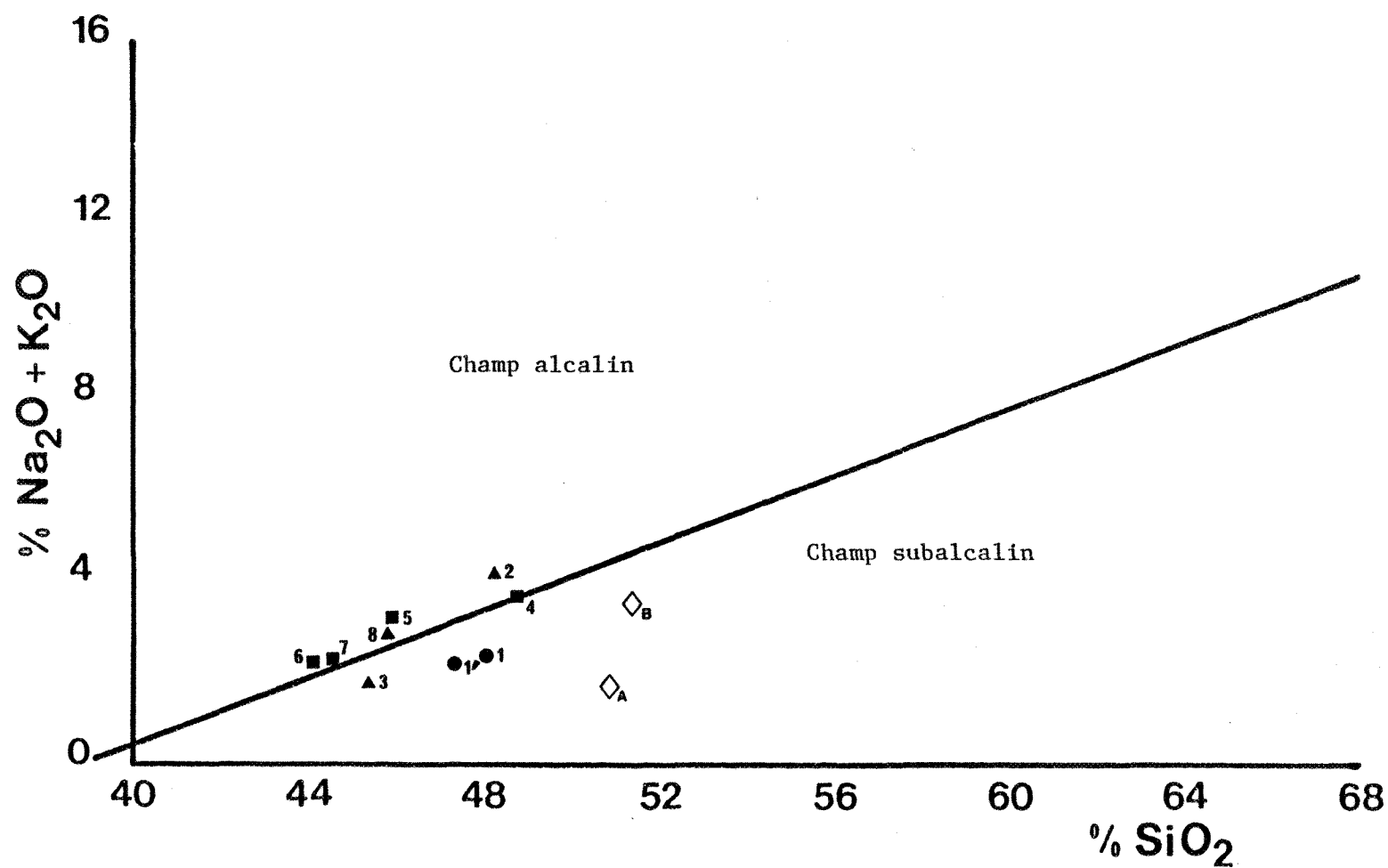


FIGURE 15 - Diagramme de (Na₂O+K₂O) vs SiO₂ (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à hornblende (QFH) amphibolite.

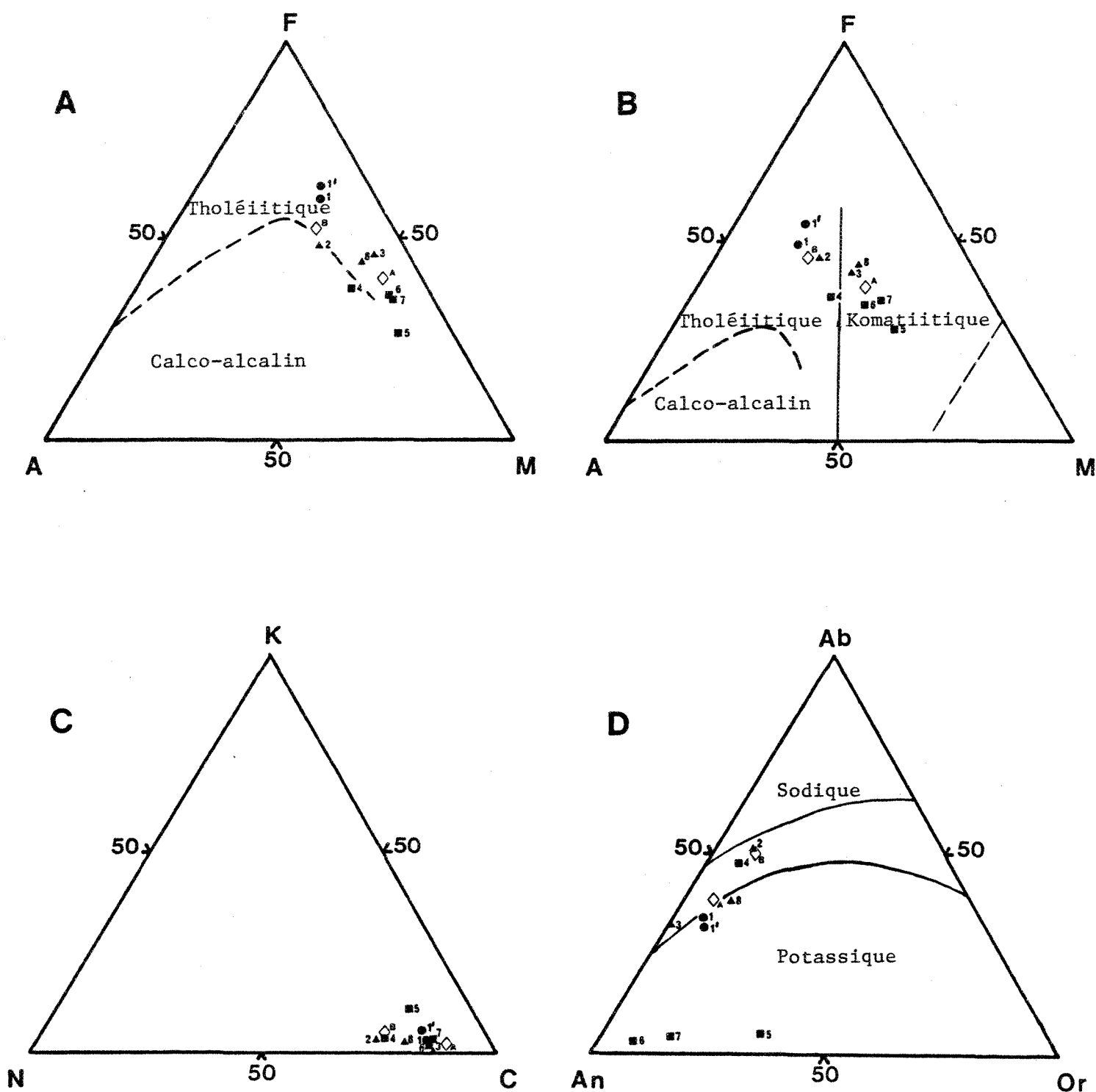


FIGURE 16 - Diagrammes pour l'unité des gneiss quartzofeldspathiques à hornblende (QFH) amphibolite: A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbe de Irvine et Baragar, 1971. B) diagramme AFM (Jensen, 1976) Al_2O_3 - $(\text{Fe}_T + \text{TiO}_2)$ - MgO . C) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . D) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968)

6.4.6 Schistes à chlorite magnésienne - (SCM)

A - Sondage 35.

Toutes les valeurs pour cette unité sont comprises entre 43 et 46% de SiO_2 . Le diagramme $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (Fig. 17) montre les échantillons dans le champ subalcalin mais ceci est dû à la faible quantité d'alcalin dans la roche. D'ailleurs le diagramme AFM (Fig. 18 A) confirme cette situation et les valeurs se concentrent vers l'arête Fe-Mg. Les diagrammes CNK (Fig. 18B) et An-Ab-Or (Fig. 18C) montrent la polarisation des valeurs vers le pôle calcique correspondant à des pourcentages très faibles en Na_2O et K_2O pour les échantillons.

B - Sondage 34.

Les échantillons de SCM-34 ont une teneur en silice variant de 19 à 39%. Le diagramme $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (Fig. 19) indique bien cette déficience en SiO_2 et en alcalis. Ces échantillons riches en magnésium se concentrent indubitablement sur l'arête Fe-Mg (Fig. 20A). La grande quantité de carbonates dans les échantillons et de minéraux contenant très peu de Na_2O et K_2O , polarise les valeurs vers les pôles calciques (Fig. 20B et 20C).

C - Sondage 36.

La composition des SMC-36 ont une teneur en silice variant de 20 à 42%. Les résultats obtenus sont semblables à ceux des SCM du sondage 34. Les diagrammes $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (Fig. 21), AFM (Fig. 22A) CNK (Fig. 22B), An-Ab-Or (Fig. 22C) montrent le caractère magnésien et calcique de ces roches.

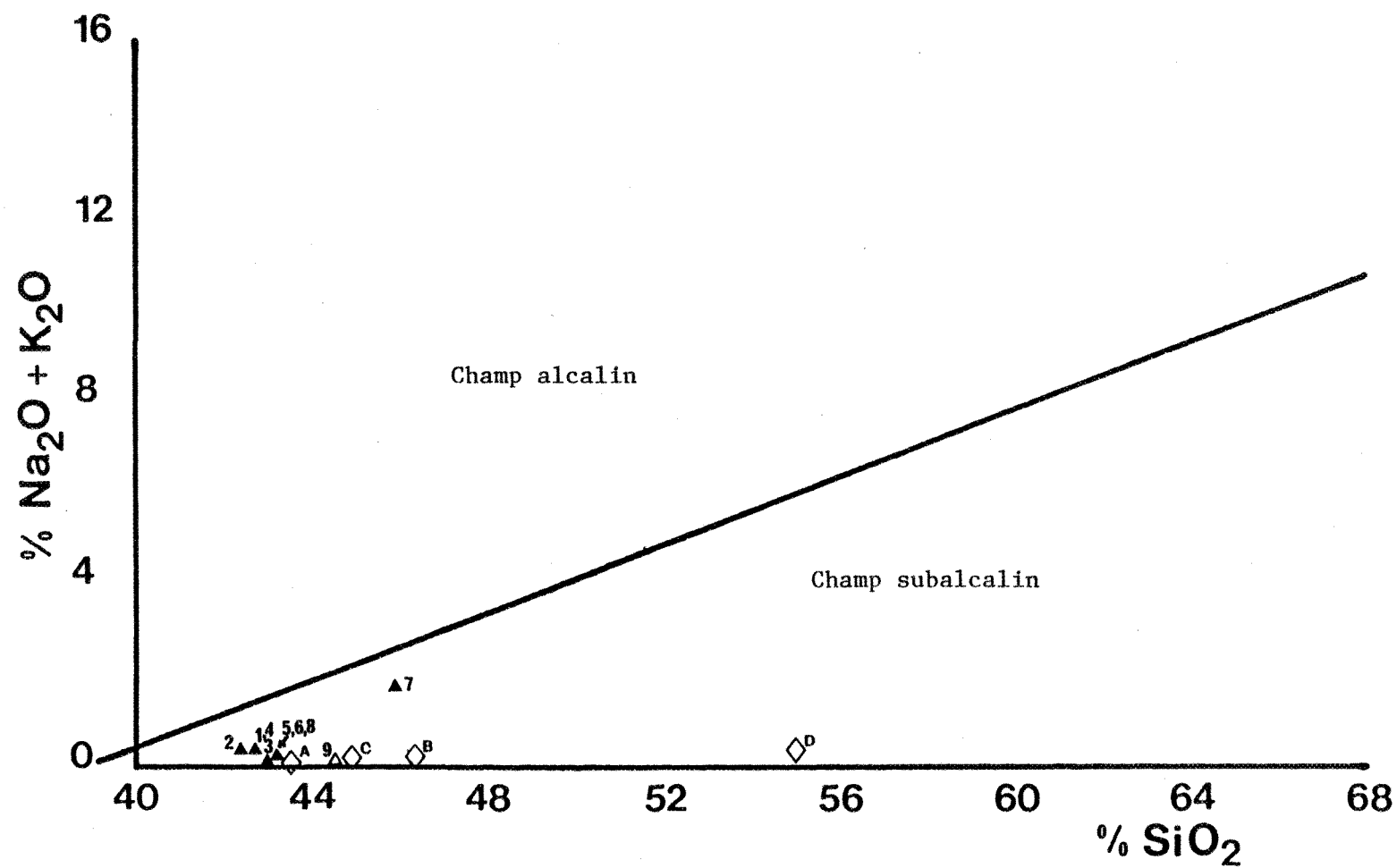


FIGURE 17 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 35.

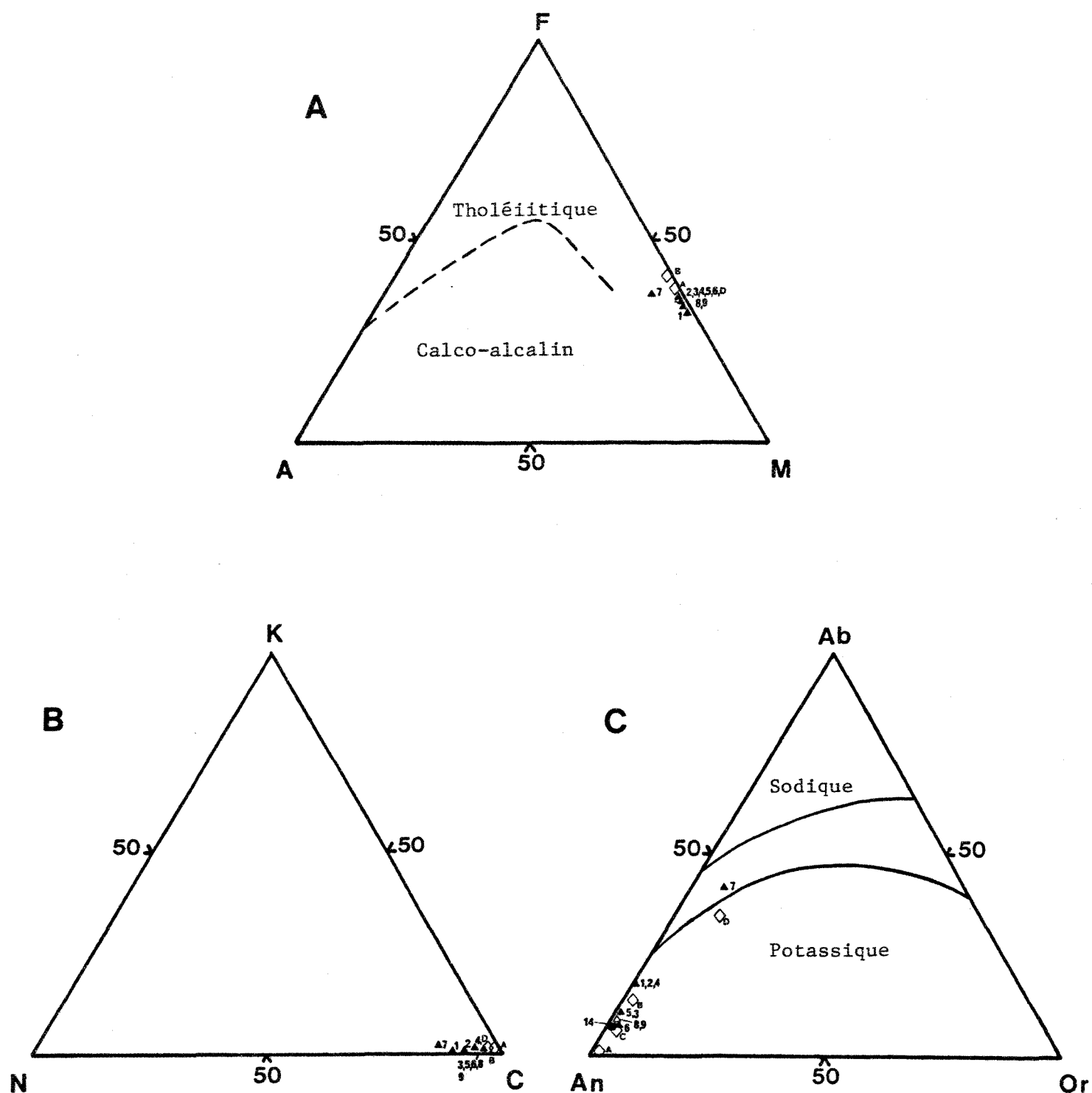


FIGURE 18 - Diagrammes pour l'unité des schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 35: A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbe de Irvine et Baragar, 1971. B) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . C) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968).

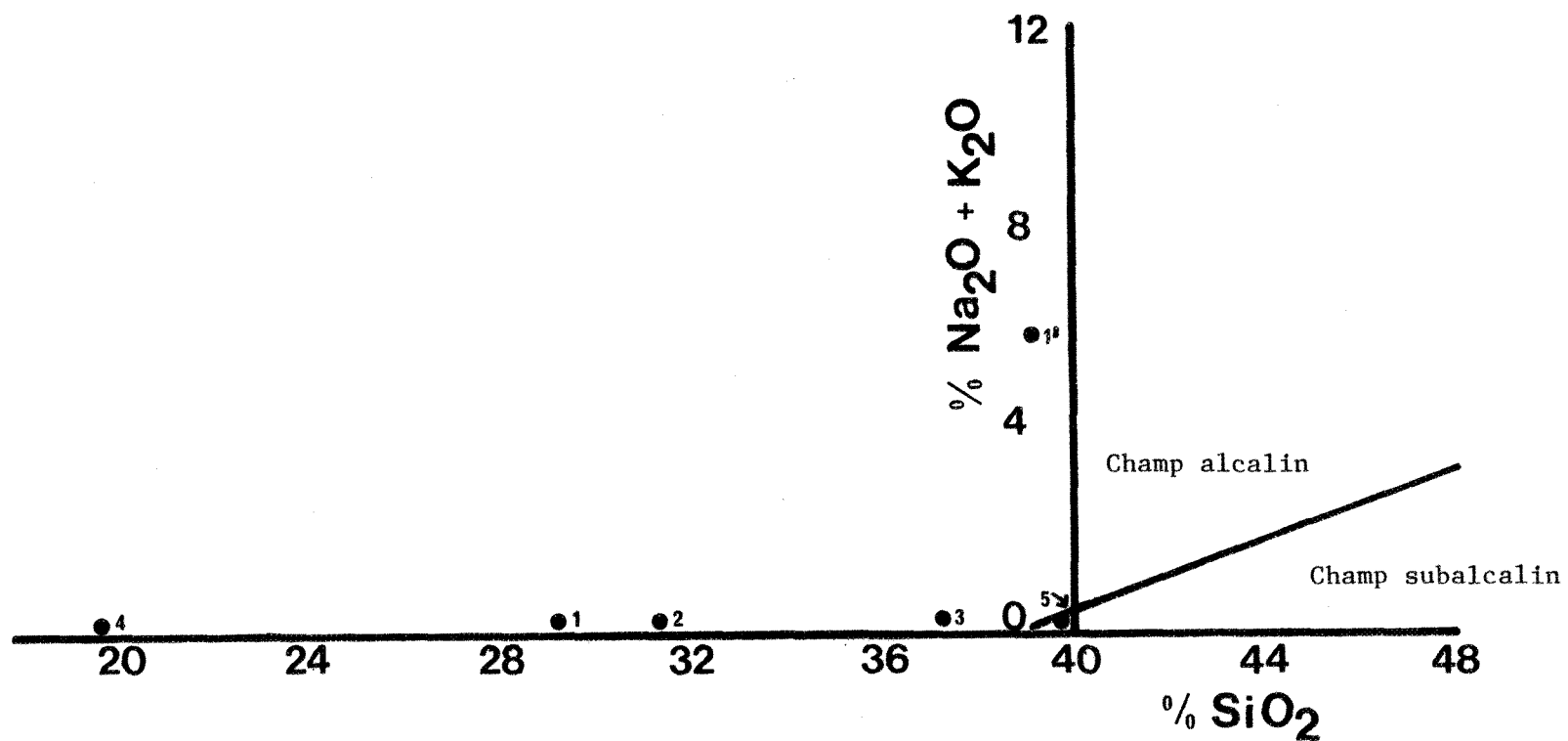


FIGURE 19 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 34.

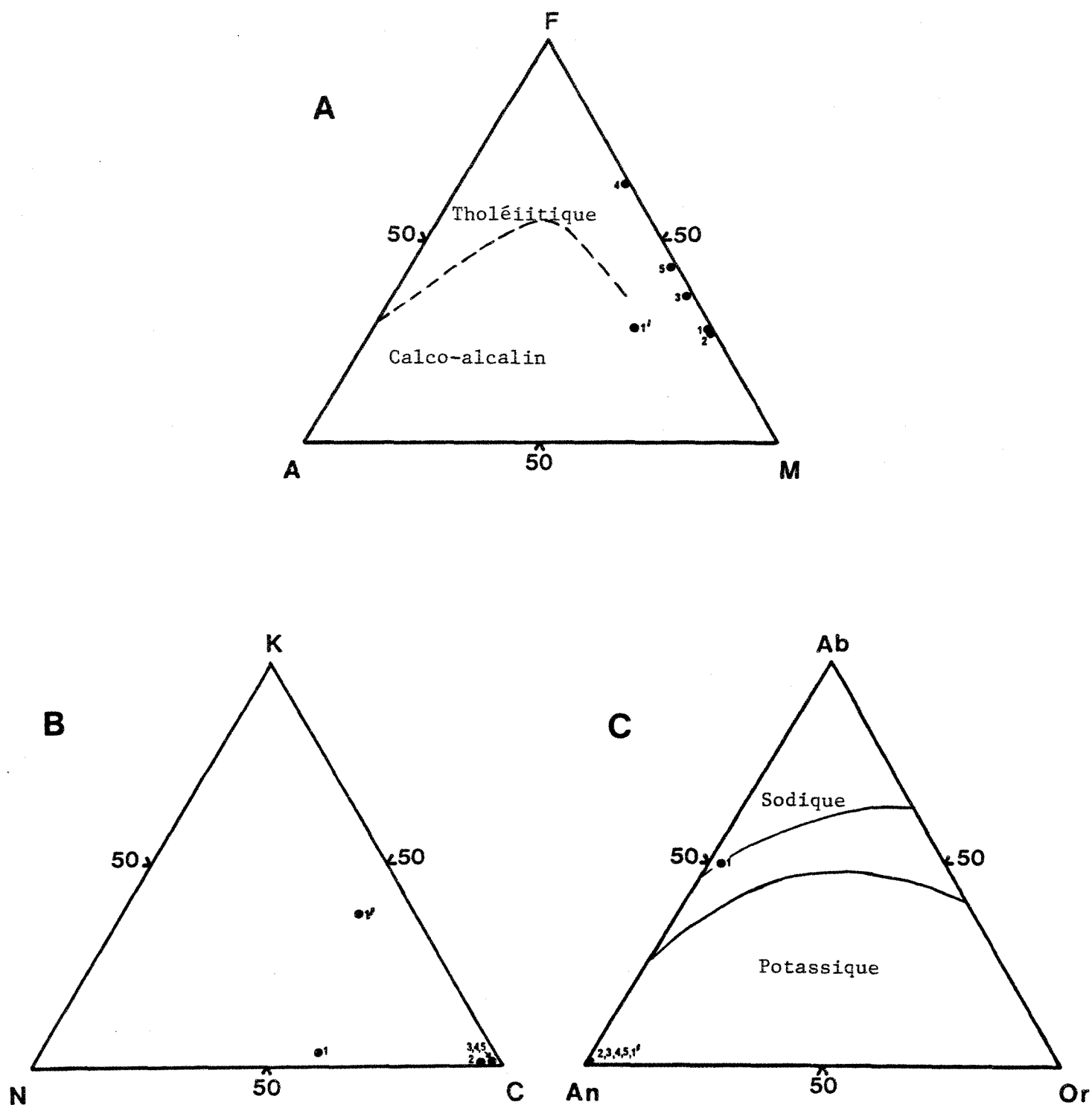


FIGURE 20 - Diagrammes pour l'unité des schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 34: A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbe de Irvine et Baragar, 1971. B) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . C) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968).

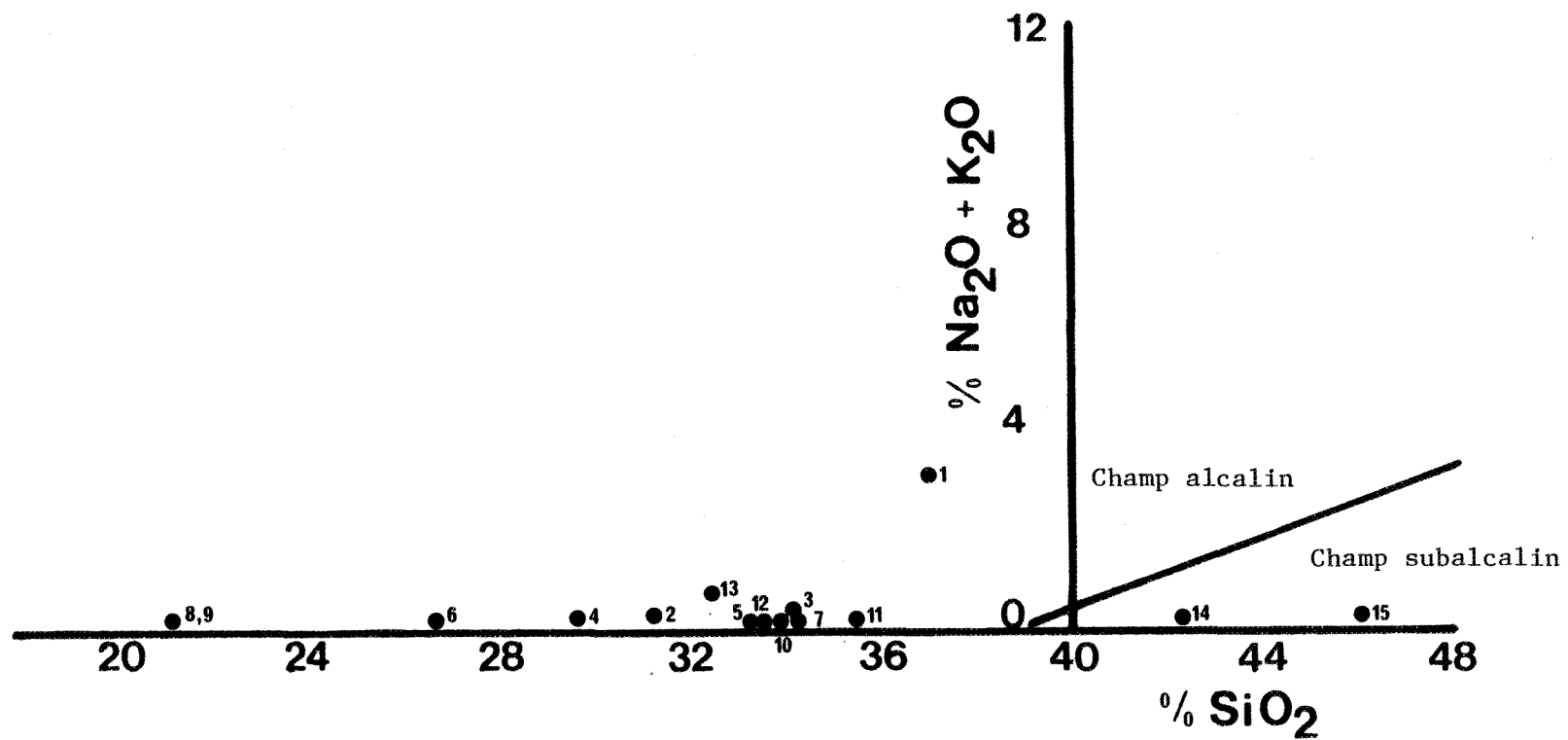


FIGURE 21 - Diagramme de $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ vs SiO_2 (MacDonald et Katsura, 1964) de l'unité des schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 36.

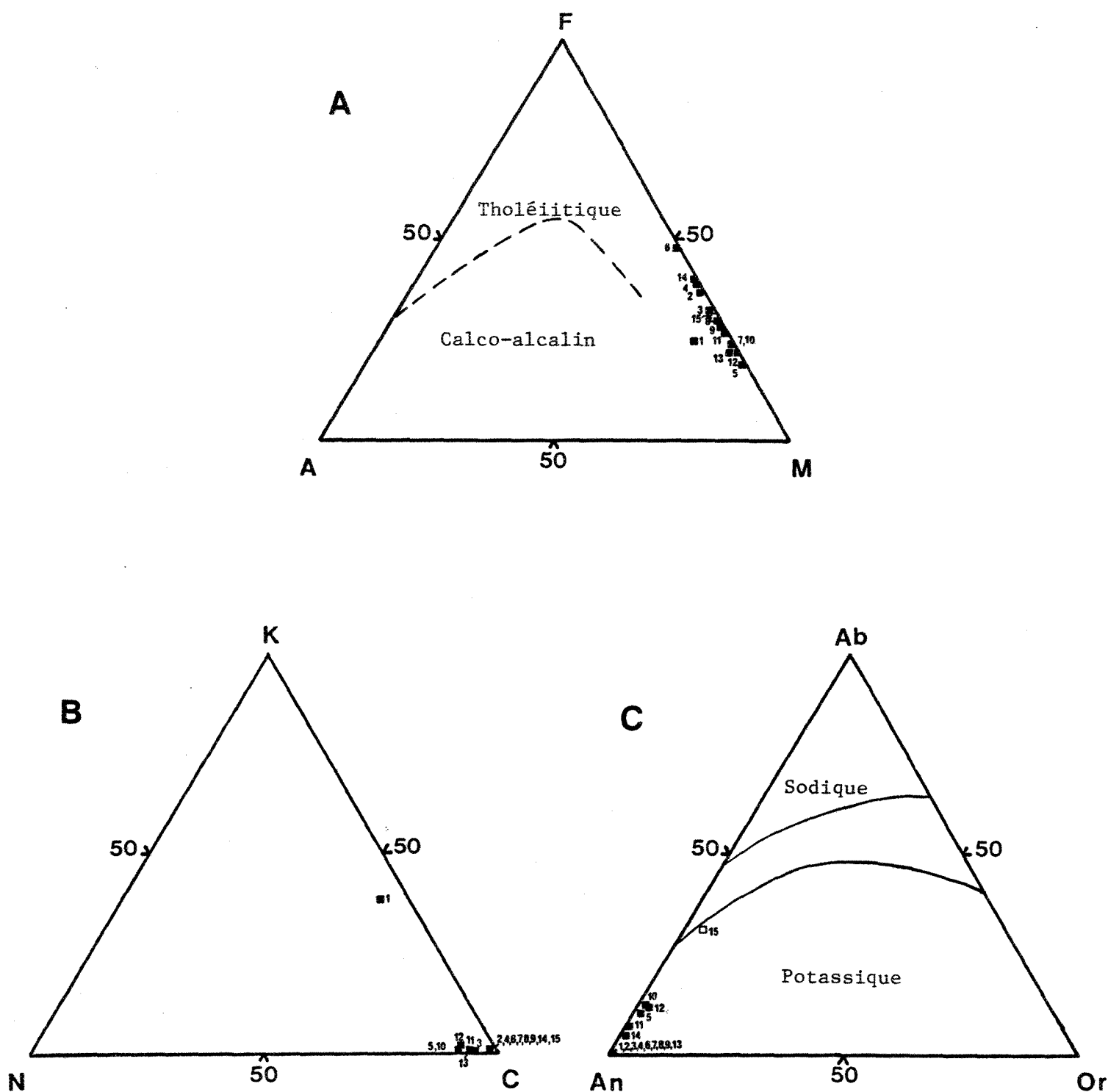


FIGURE 22 - Diagrammes pour l'unité des schistes à chlorite magnésienne (SCM) du sondage 36: A) diagramme AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - Fe_T - MgO . Courbe de Irvine et Baragar, 1971. B) diagramme CNK CaO - Na_2O - K_2O . C) diagramme An - Ab - Or. Courbes de Baragar (1968).

6.5 Variations des éléments chimiques dans les sondages.

6.5.1 Généralités.






Les valeurs non-normalisées des analyses (Annexe 6) ont été utilisées pour la construction des profils de variations géochimiques. Ces profils pour les sondages 34, 35 et 36 représentent les variations des éléments majeurs et mineurs en fonction des coupes lithologiques. Les lignes horizontales traversant les profils indiquent la position de la prise d'échantillon analysé.

6.5.2 Variations des éléments majeurs.

Dans le sondage 34 (Fig. 23) les unités interceptées au-dessus de la zone de schistes à chlorite magnésienne (SCM) montrent une augmentation graduelle en Fe_2O_3 (fer total), MgO , TiO_2 et MnO et une diminution en SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O et K_2O . Lorsque la zone de SCM est complètement traversée, les divers oxydes ont un comportement inverse.

Dans le sondage 36, (Fig. 24), les variations des éléments majeurs pour les unités lithologiques interceptées au-dessus de la zone de SCM sont identiques à celles observées dans le sondage 34. Aucune conclusion ne peut être faite pour les variations chimiques au-dessus des SCM car nous ne pouvions disposer d'échantillons pour cette partie.

LEGENDE

	QFB *	gneiss quartzofeldspathique à biotite entrecroisée
	QFB	gneiss quartzofeldspathique à biotite
	QFB/H	gneiss quartzofeldspathique à biotite et à hornblende
	QFH	gneiss quartzofeldspathique à hornblende-amphibolite
	SCM	schiste à chlorite magnésienne

M	—	magnétite
S	—	sulfure
G	—	grenat

Echelle verticale : 3.05m = (10pieds)



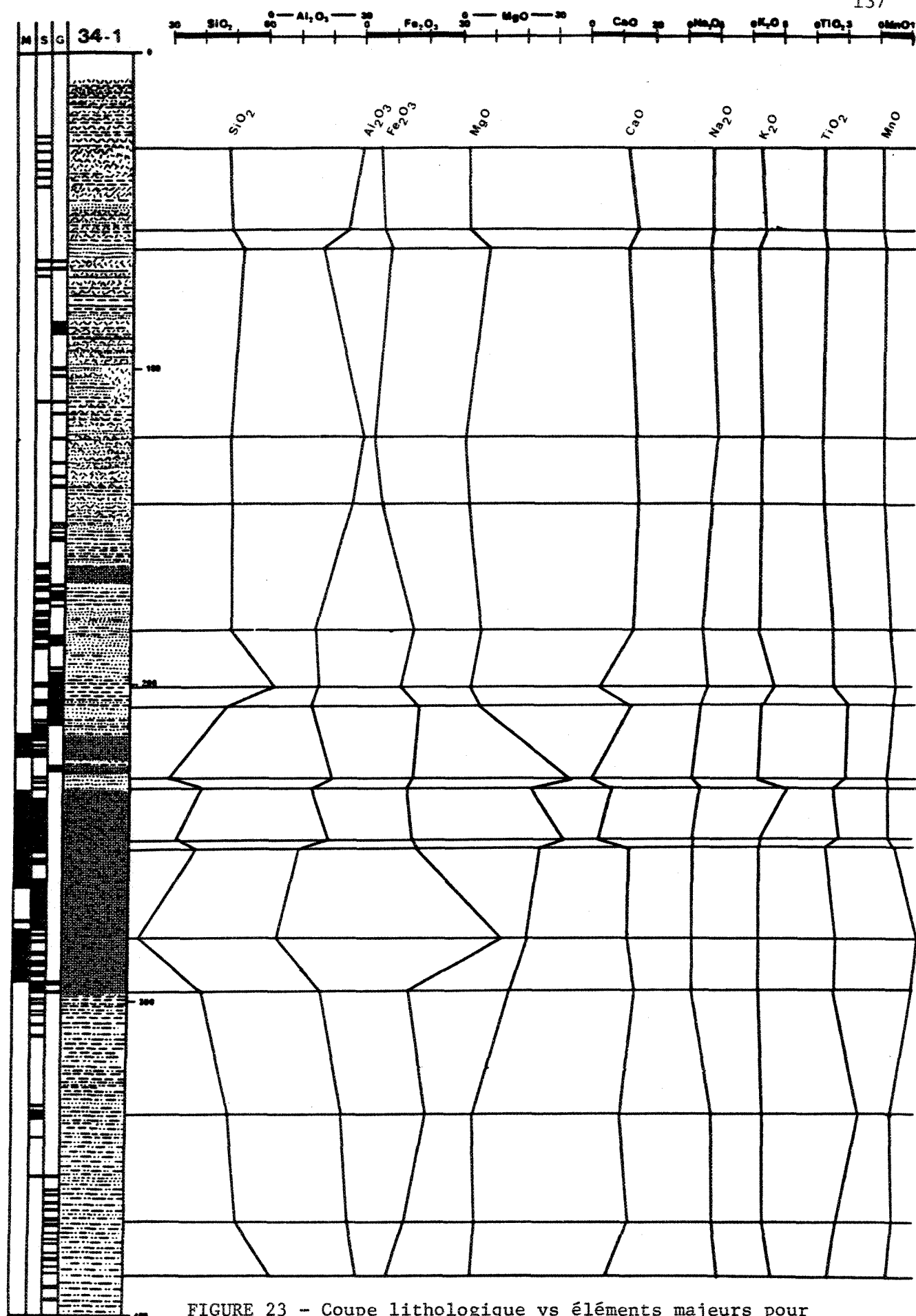


FIGURE 23 - Coupe lithologique vs éléments majeurs pour
le sondage 34;

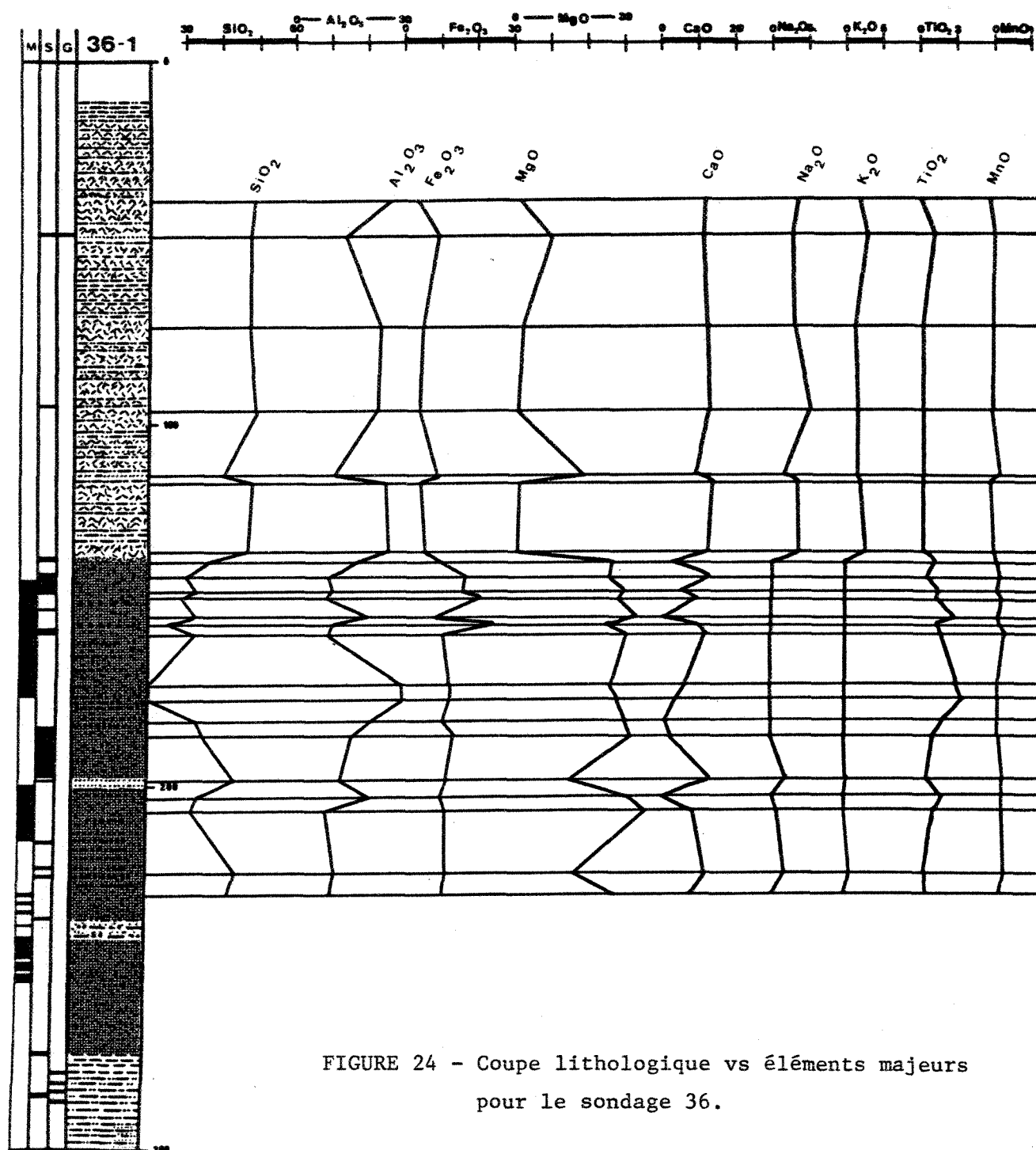


FIGURE 24 - Coupe lithologique vs éléments majeurs
pour le sondage 36.

Dans le sondage 35 (Fig. 25), nous ne pouvons pas voir les variations des oxydes dans les unités au-dessus de la zone de SCM car le sondage débute dans cette zone. Par contre, nous avons les variations après le passage à travers les SCM; SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O et K_2O augmentent et Fe_2O_3 , MgO diminuent. Le TiO_2 et MnO sont plus ou moins constants.

Ainsi, nous pouvons déduire de ces observations, ce que nous avons partiellement observé dans la pétrographie, c'est-à-dire, que pour chacun des sondages les variations des éléments majeurs sont fonction de la nature des unités lithologiques; la zone de schiste à chlorite magnésienne (SCM) correspond à un contenu plus élevé en magnésium et en fer et à un degré moindre en titane et en manganèse. La diminution des contenus en SiO_2 , Na_2O et K_2O est significative à l'intérieur des SCM

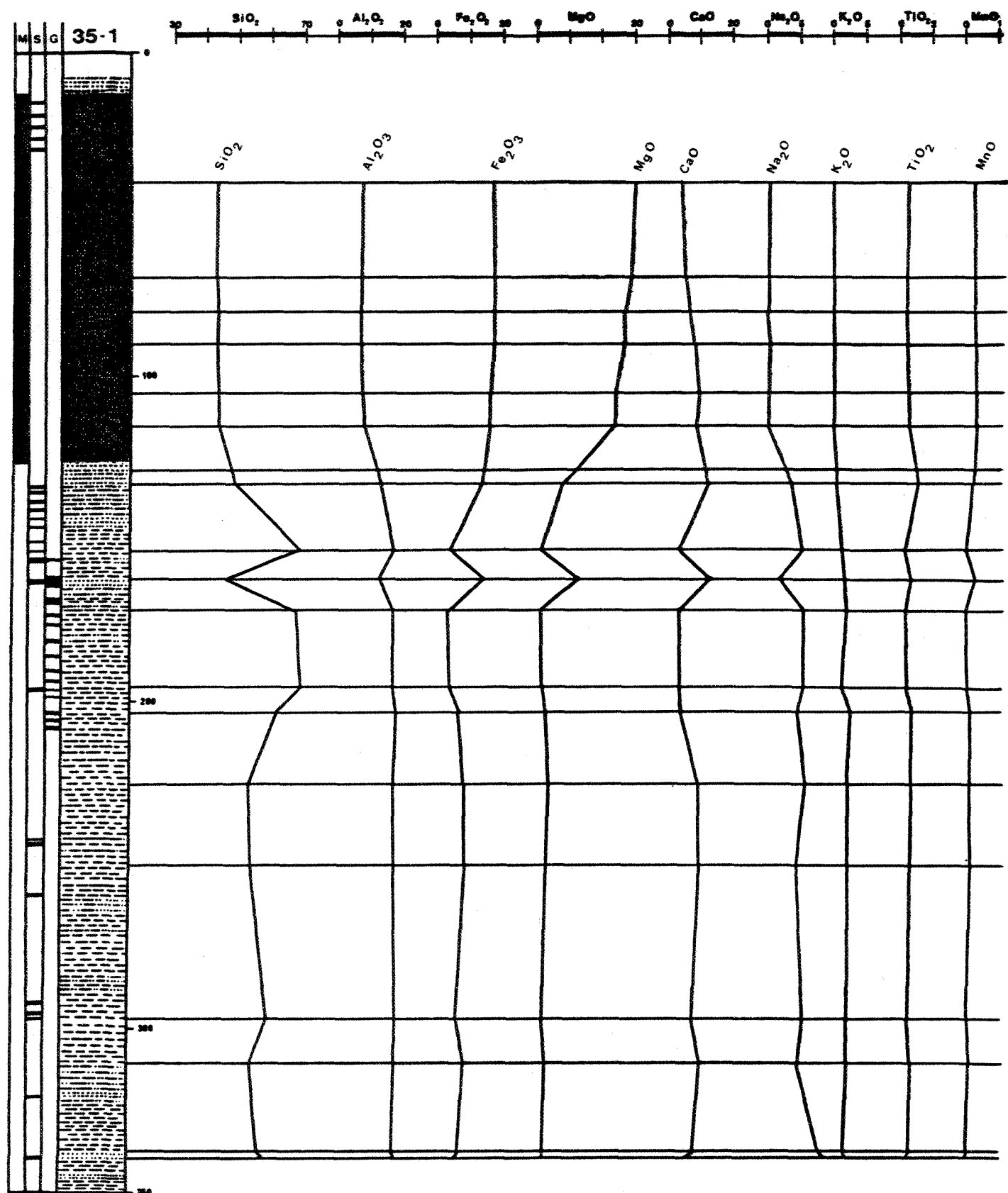


FIGURE 25 - Coupe lithologique vs éléments majeurs
pour le sondage 35.

6.5.3 Variations des éléments mineurs.

Dans le sondage 34, les diagrammes de variations des éléments mineurs (Fig.26,27) montrent de grandes variations pour le Cu-Zn-Ni-V. La distinction entre la zone de SCM et les autres unités lithologiques est bien contrastée tout comme pour les éléments majeurs. Dans la zone de SCM, les valeurs en Cu-Zn-V et Pb augmentent et correspondent à la présence de sulfures dans la roche. Le Co et Cr ne démontre rien de notable.

Dans le sondage 36, les éléments mineurs ont un comportement similaire à ceux du sondage 34. Les valeurs en Ni, V, Cr (Fig.28) sont plus élevées dans la zone de SCM. Les variations en Cu et ZN (Fig.29) sont erratiques mais ceci est principalement dû à notre méthode de préparation des échantillons où nous avons retiré le maximum de minéralisation sous forme de porphyroblastes. Les variations de Co et Pb sont peu marquées.

Dans le sondage 35, les variations de Cu-Zn-Pb (Fig.31) sont faibles. Celles-ci sont légèrement plus élevées dans les unités encaissantes des SCM. Ceci s'explique par la nature de la minéralisation à l'intérieur des SCM qui consiste uniquement en magnétite et par l'absence des sulfures. Les valeurs en Ni, Cr (Fig.30) se distinguent des autres éléments et sont plus élevées dans les SCM. Le Co et le V ont des comportements semblables.

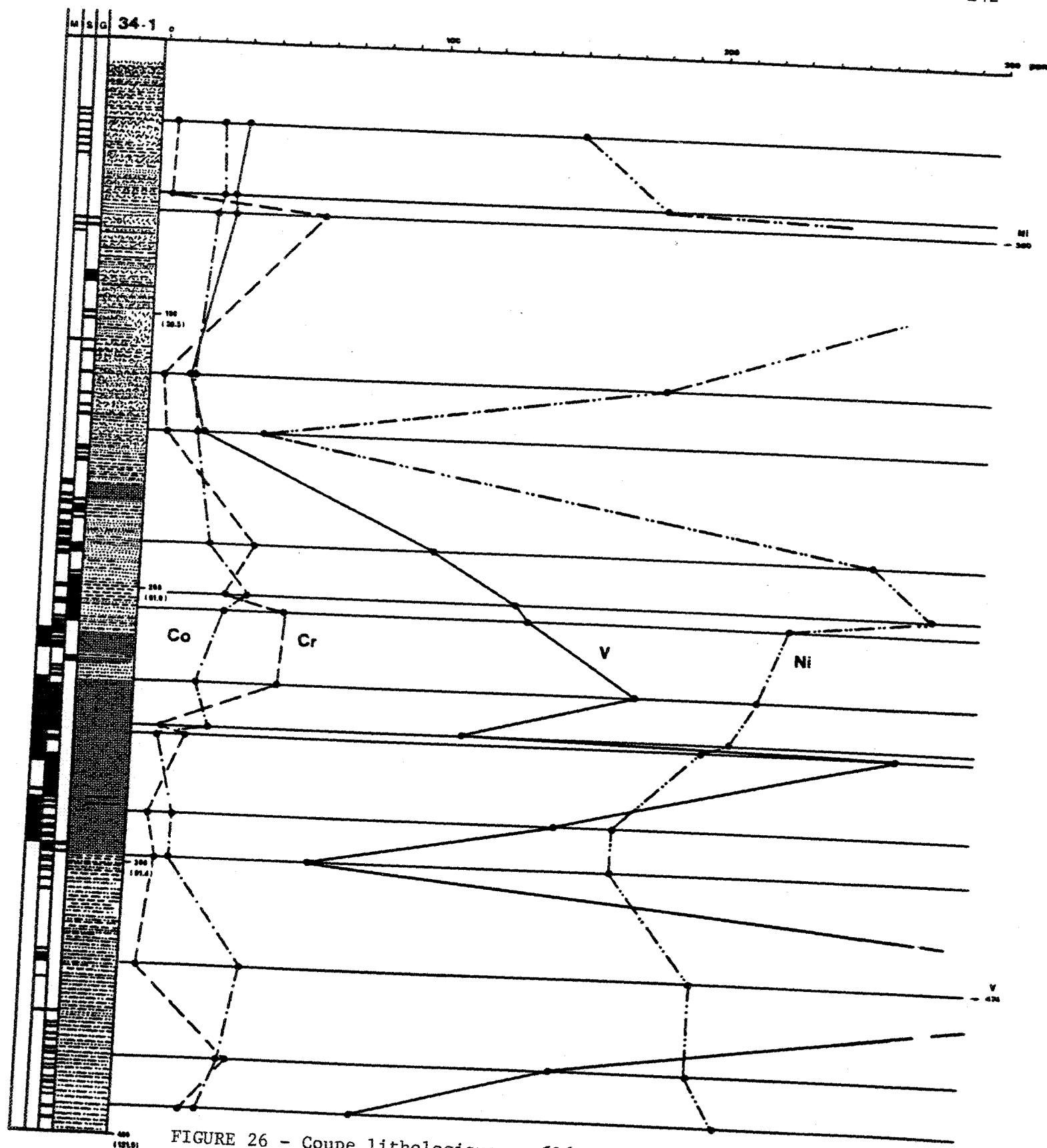


FIGURE 26 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cr-Co-V-Ni) pour le sondage 34.

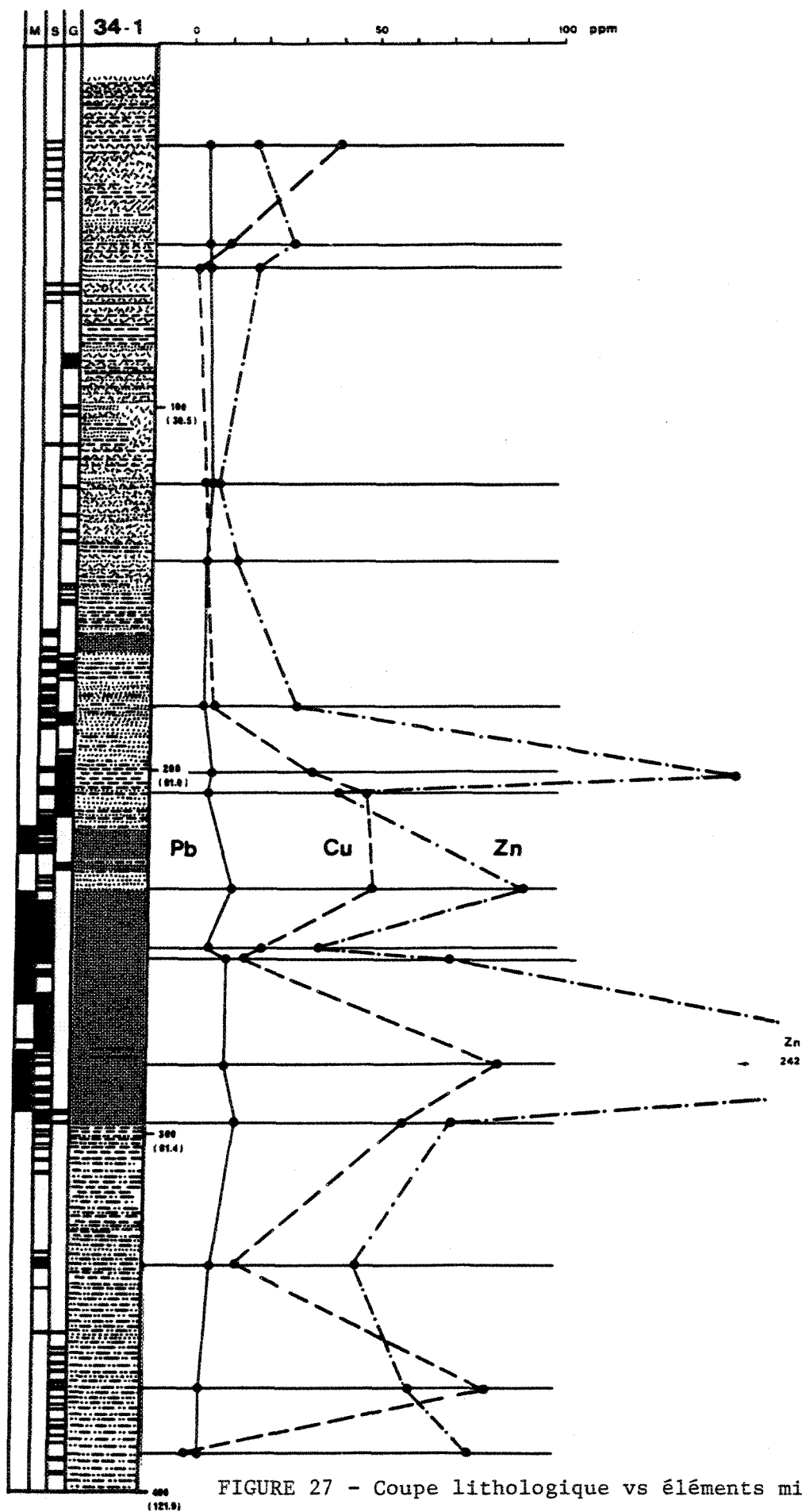


FIGURE 27 - Coupe lithologique vs éléments mineurs
(Cu-Pb-Zn) pour le sondage 34.

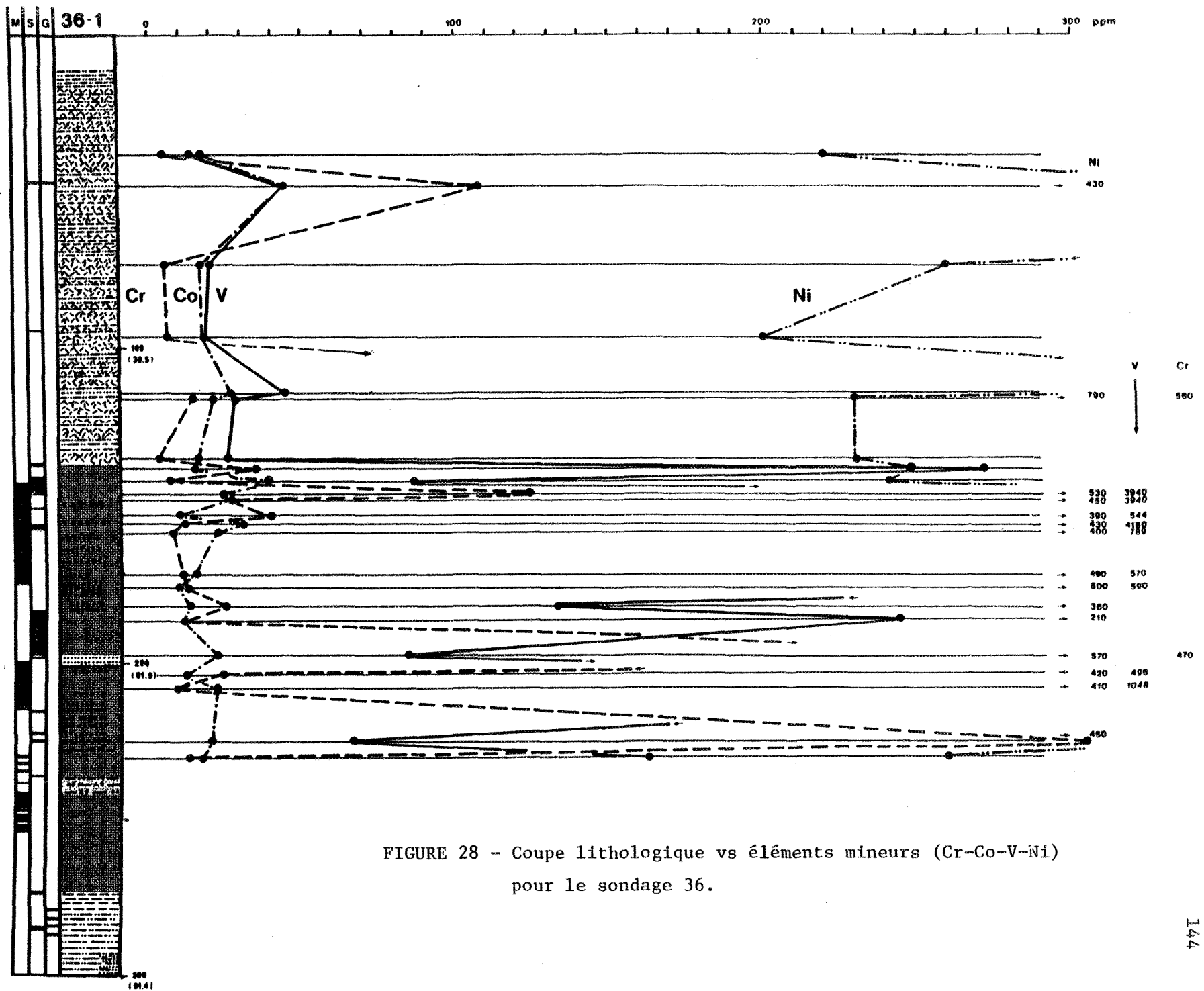


FIGURE 28 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cr-Co-V-Ni)
pour le sondage 36.

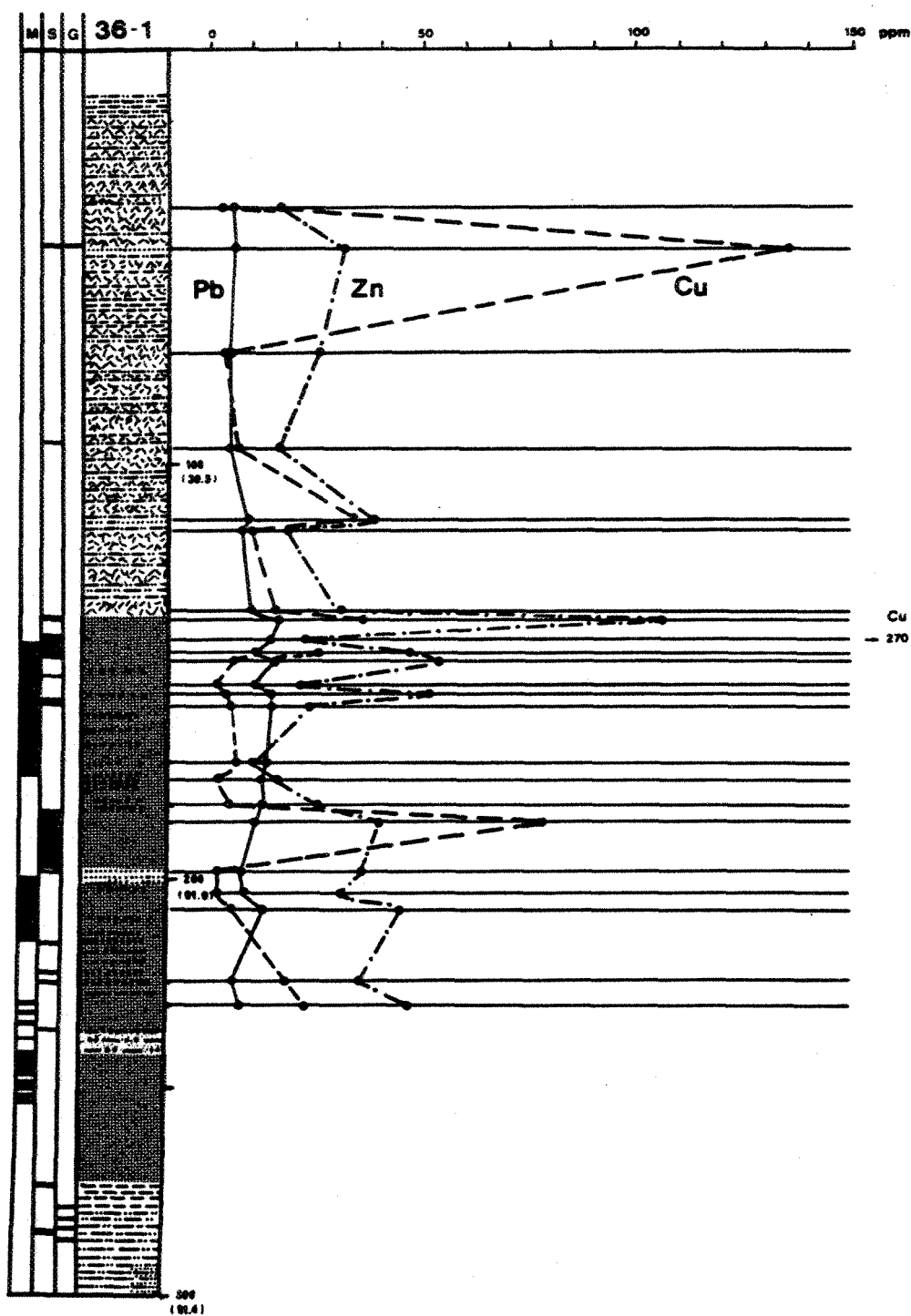


FIGURE 29 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cu-Pb-Zn) pour le sondage 36.

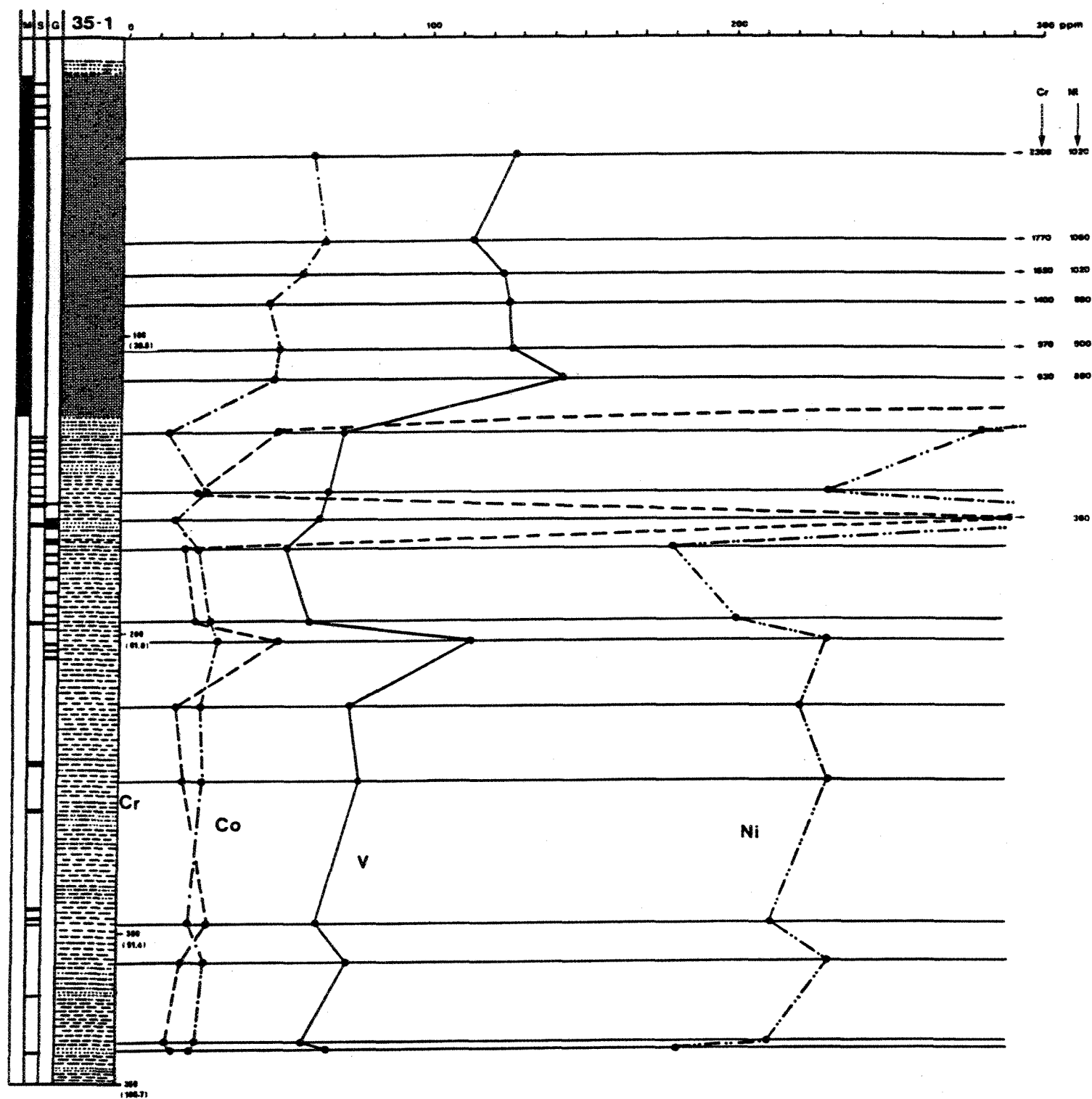


FIGURE 30 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cr-Co-V-Ni) pour le sondage 35.

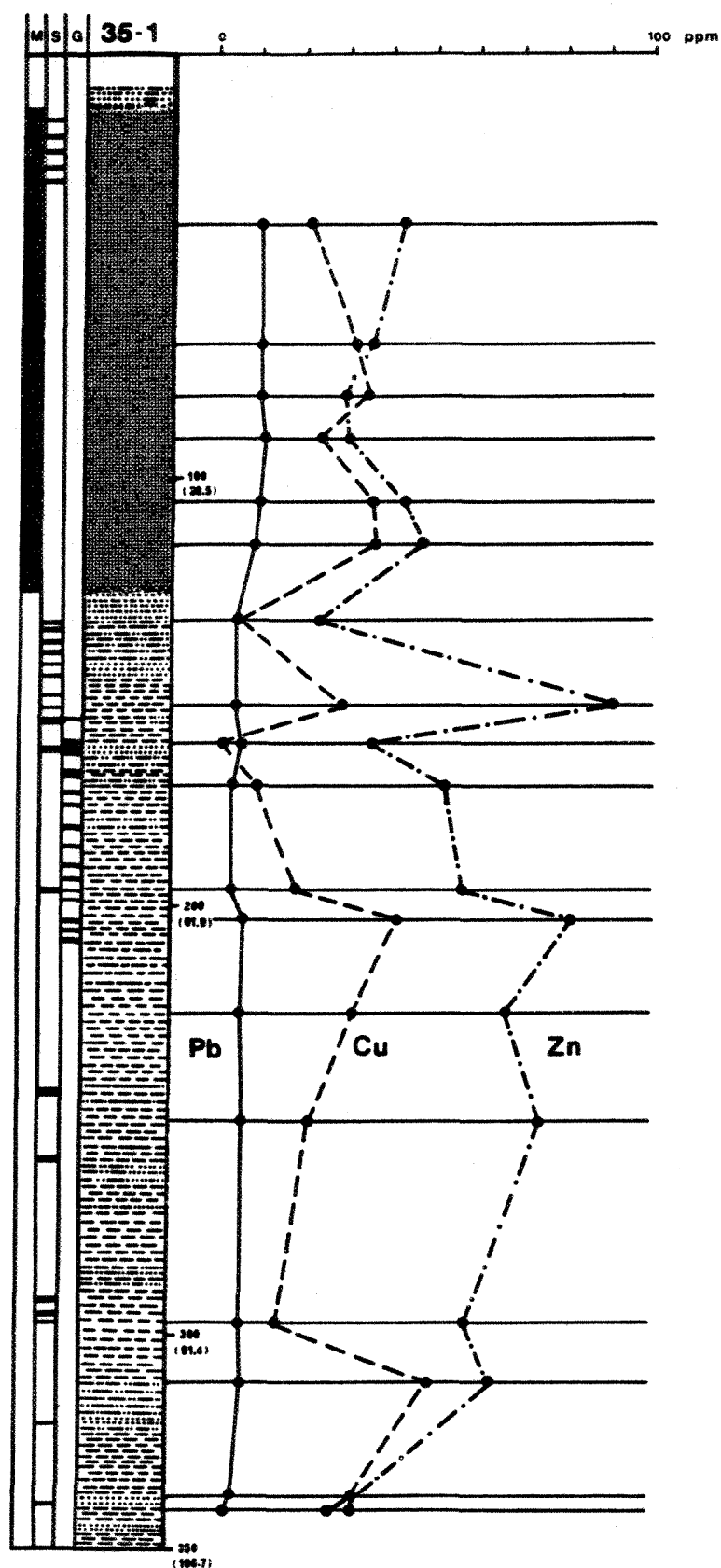


FIGURE 31 - Coupe lithologique vs éléments mineurs (Cu-Pb-Zn) pour le sondage 35.

Nous pouvons ainsi constater que les variations des éléments mineurs sont sensibles aux variations lithologiques à l'intérieur des sondages. Les variations chimiques les plus significatives sont à l'intérieur des SCM et le contraste entre celles-ci et les unités encaissantes montre souvent une coupure brusque. Dans l'ensemble des échantillons, la minéralisation est surtout associée aux SCM et c'est d'ailleurs la raison pour laquelle les valeurs en éléments mineurs sont plus élevées. Les résultats d'analyses de SOQUEM et de Union Carbide (Tableau 16) corroborent nos observations.

CHAPITRE 7

DISCUSSION ET CONCLUSION

7.1 Discussion

Les différentes unités lithologiques rencontrées dans la région du lac Laganière correspondent à des unités d'origine volcanique. D'ailleurs plusieurs travaux dont ceux de Leake (1964), Moine et de la Roche (1968), Satyanarayana et al. (1974) ont été effectués pour tenter de distinguer entre une origine ortho- ou paragénétique. Ces travaux admettent l'impossibilité de faire un diagnostic sur une roche considérée isolément mais au moyen de séries d'analyses traitées dans un système de référence appropriée, une tendance de variations chimiques peut être identifiée comme étant ignée ou sédimentaire.

Le diagramme Ni Vs TiO_2 (Fig.32) montre que toutes les unités du lac Laganière sont d'origine ignée et ne peuvent être considérées comme des sédiments. Toutes les valeurs moyennes pour chacune des unités sont situées à l'extérieur du champ des pélites. Le diagramme Cr Vs TiO_2 (Fig.33) présente des conclusions similaires. Nous croyons que ces diagrammes peuvent servir de preuves additionnelles en plus de la pétrographie et de la géochimie, pour démontrer l'origine des différentes unités de la région du lac Laganière.

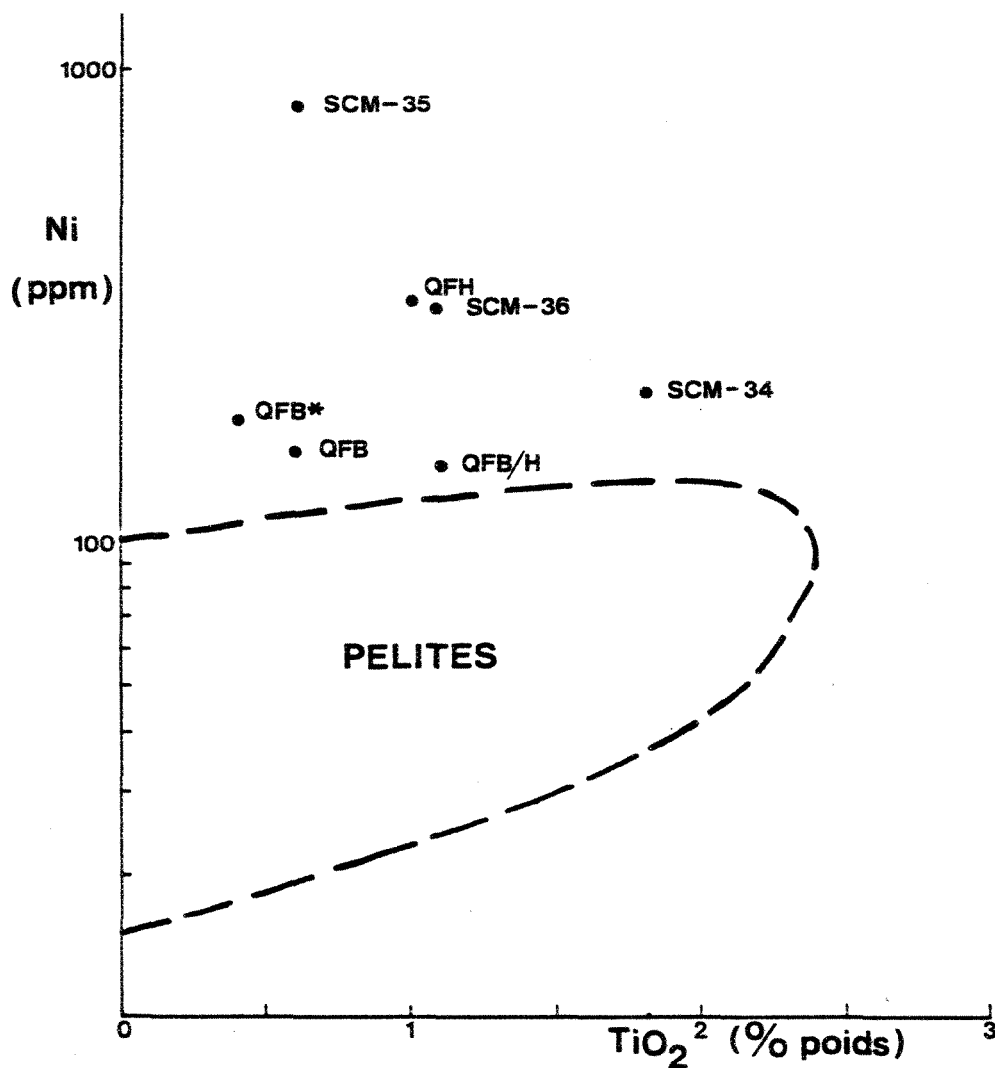


FIGURE 32 - Diagramme de Ni vs TiO₂, pour distinguer entre une origine ignée ou sédimentaire pour les unités de la région du lac Laganière. Le champ des pélites est tiré de Leake (1964) et les points correspondent à la valeur moyenne pour chaque unité.

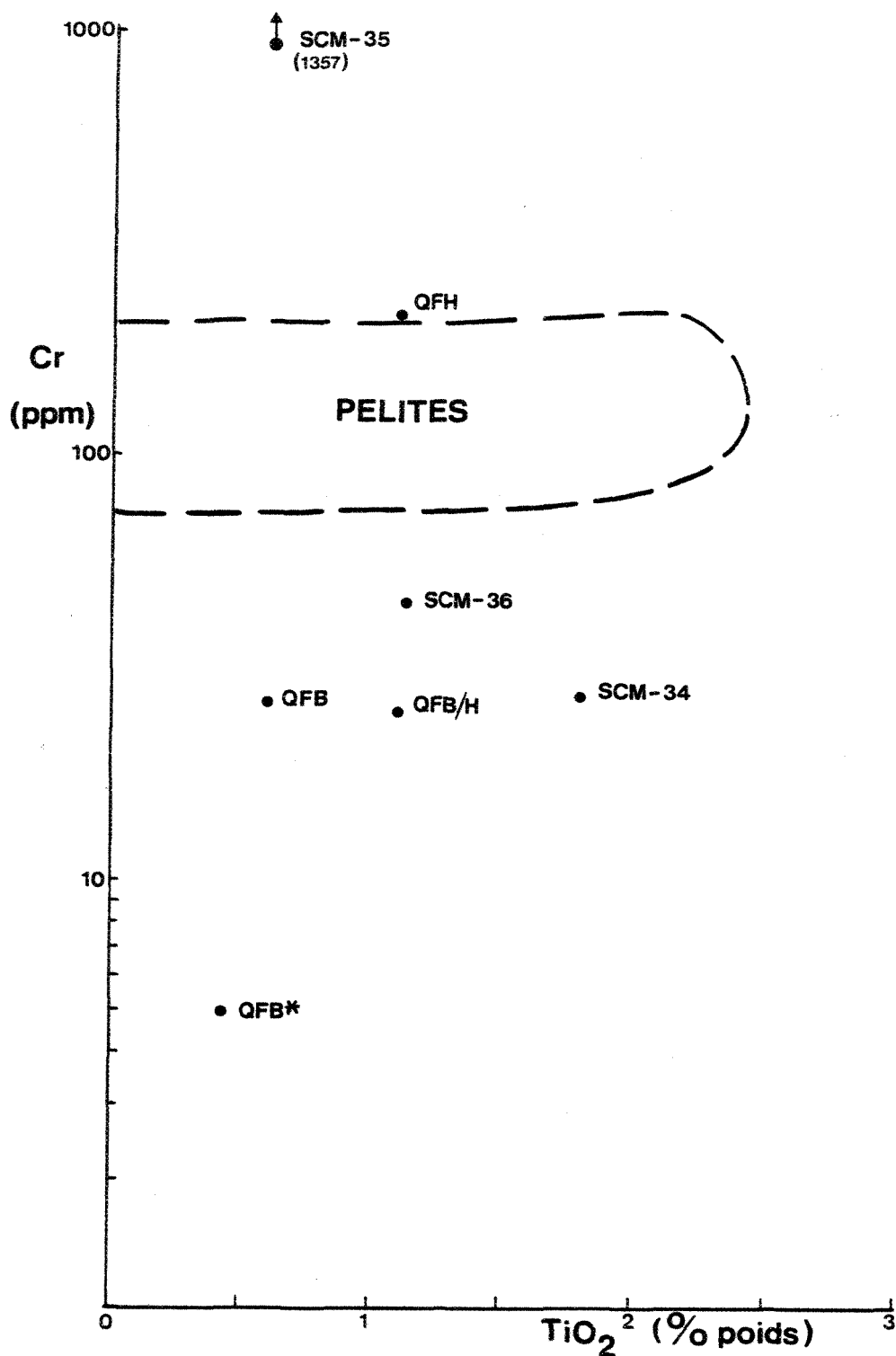


FIGURE 33 - Diagramme de Cr vs TiO₂, pour distinguer entre une origine ignée ou sédimentaire pour les unités de la région du lac Laganière. Le champ des pélites est tiré de Leake (1964) et les points correspondent à la valeur moyenne pour chaque unité.

Ainsi l'identification, la reconnaissance et la caractérisation des unités lithologiques s'avèrent des étapes primordiales dans la compréhension de ce territoire. De plus, les zones minéralisées sont principalement associées et concentrées à l'intérieur des SCM. Ces horizons sont donc des cibles importantes à reconnaître pour l'exploration minérale. Ces unités de SCM, avec leur assemblage de minéraux riches en magnésium, peuvent être interprétées comme nous l'avons vu précédemment sous des angles différents. D'après les résultats que nous obtenons en combinant la pétrographie et la géochimie, nous considérons les zones de SCM des sondages 34 et 36 comme le résultat d'un métasomatisme magnésien associé à des apports de sulfures et représenteraient des zones d'altérations métamorphisées. Pour le sondage 35, la zone de SCM pourrait représenter d'après nous, des coulées massives concordantes et magnétiques ou des filons-couches de gabbro partiellement altérés.

Les concentrations anormales en magnésium sont fréquemment associées avec des dépôts minéralisés et divers cas (Berge, 1978) démontrent cette association. Plusieurs exemples (Tableau 17) montrent les variations des éléments autour des zones minéralisées. Souvent les significations volumétriques et chimiques sont difficiles à évaluer pour les zones d'altération. D'ailleurs, il faut prendre garde dans certains cas pour distinguer d'une part entre une altération locale

TABLEAU 17 - Principales conclusions quant à la variation des éléments autour de zones minéralisées.

GISEMENT	LOCALISATION	ENRICHISSEMENT	DEFICIENCE	SOURCE
Mount Chalmers	Australie	MgO, Fe _T	Na ₂ O, CaO	Large et al., 1980
Brittania	Canada, C.B.	K ₂ O	CaO, Fe _T	Payne et al., 1980
Flin Flon	" , Man.	CaO, MgO, Fe _T	K ₂ O, Na ₂ O	Koo et al., 1975
Fox Lake	" "	K ₂ O	Na ₂ O, CaO	Turek et al., 1976
Brunswick no. 12	" , N.B.	MgO, Fe _T	K ₂ O, Na ₂ O, CaO	Goodfellow, 1974
Heath Steele	" "	MgO	Na ₂ O, CaO	Wahl et al., 1975
Mattabi	" , Ont.	MgO, Fe _T , MnO	Na ₂ O, CaO	Franklin et al., 1975
Sturgeon Lake	" "	MgO, K ₂ O	Na ₂ O, CaO, Fe _T	Severin, 1982
Garon Lake	" , Qué.	MgO, Fe _T , TiO ₂	K ₂ O, Na ₂ O	MacGeehan, 1978
Joutel-Poirier	" "	MgO	Na ₂ O	Descarreaux, 1973
Lac Dufault	" "	MgO, Fe _T , Mn	Na ₂ O, CaO	Sakrison, 1966
Lemoine	" "	Fe _T , MgO, K ₂ O	Na ₂ O, CaO	Gobeil, 1980
Louvem	" "	MgO, S, K ₂ O	Na ₂ O, CaO	Spitz et al., 1978
"	" "	MgO, K ₂ O, Al ₂ O ₃	Na ₂ O, CaO, FeO	Raymond, 1983
Lyndhurst	" "	MgO		Descarreaux, 1973
Manitou-Barvue	" "	MgO, Fe _T , H ₂ O, K ₂ O, S	Na ₂ O, CaO, TiO ₂ , CO ₂ , Al ₂ O ₃	Robert, 1980
Mattagami Lake	" "	MgO, Fe _T , Mn, S	Na ₂ O, CaO, K ₂ O, SiO ₂	Costa et al., 1983
Millenbach	" "	MgO, Fe _T , TiO ₂	Na ₂ O, CaO	Riverin et al., 1980
Buchans	" , T.N.	MgO, Fe _T	K ₂ O, Na ₂ O, CaO	Thurlow et al., 1975

TABLEAU 17 - Principales conclusions quant à la variation des éléments **autour** de zones minéralisées.
(suite)

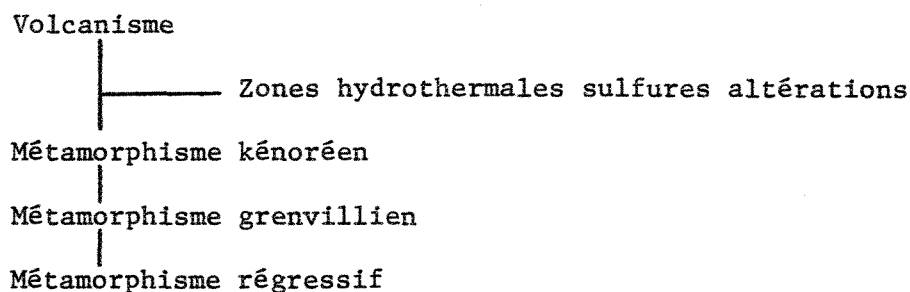
GISEMENT	LOCALISATION	ENRICHISSEMENT	DEFICIENCE	SOURCE
Aijala-Orijarvi	Finlande	MgO, Fe_T, K_2O	Na_2O, CaO	Latvalahti, 1979
Fukazawa	Japon	MgO, Fe_T, K_2O	Na_2O, CaO	Date et al., 1974
Kuroko	"	MgO, K_2O	Na_2O, CaO	Iijima, 1974
Matsumine	"	MgO, K_2O	Na_2O	Date et al., 1974
Shakanai	"	Fe_T, K_2O	Na_2O	Tono, 1974
Uwamuki	"	Fe_T	Na_2O	" "
Skorovass	Norvège	MgO, K_2O	Na_2O, CaO, Al_2O_3	Gjelsvik, 1968
Boliden	Suède	$MgO, K_2O, TiO_2, Al_2O_3$	Na_2O, CaO, Fe_T	Nilsson, 1968

(modifié de Carignan, 1979 et Gagnon, 1983).

associée avec de la minéralisation et d'autre part avec une altération d'ordre régionale car Sangster (1972) suggère que tout changement minéralogique et chimique d'une roche peut être indicateur d'une zone d'altération.

En se référant à divers gisements, la zone d'altération lorsqu'elle est synvolcanique, est habituellement localisée du côté du mur de la minéralisation (Sangster,1972; Stanton,1972). Ceci pourrait possiblement devenir un critère de polarité à envisager pour la région du lac Laganière. De plus, nous devons aussi considérer, comme le mentionne Juve (1977), la mobilisation métamorphique et la redéposition de la minéralisation comme des processus majeurs dans la détermination de la géométrie d'un gisement. Ceci est d'autant plus vrai lorsque, avec la superposition de métamorphisme et des phases de plissements grenvilliens, les textures et les structures primaires des roches sont détruites et la minéralogie est modifiée (Allard et Carpenter,1981;83). Toutes ces modifications affectant les réponses obtenues par des levés de géophysique et de géochimie rendent l'exploration difficile et la reconnaissance des horizons favorables pour la minéralisation est d'autant plus complexe.

Le modèle que nous proposons pour expliquer l'origine des unités est le suivant:



Durant le volcanisme, des zones hydrothermales caractérisées par des apports de sulfures et des altérations typiques se sont produites. Ces apports ont engendré des augmentations en Al_2O_3 et MgO dans les roches comme dans plusieurs gisements volcanogènes cités dans la littérature. Par la suite, le métamorphisme kénoréen a affecté l'ensemble de toutes les unités volcaniques ainsi que les zones d'altérations. A ce stade-ci, nous sommes dans un environnement tout à fait comparable à celui localisé dans la province de Supérieur. Subséquemment, le métamorphisme grenvillien a produit des assemblages minéralogiques caractéristiques d'un métamorphisme de faciès amphibolite et toutes les unités en ont été affectées. Ceci est confirmé par nos observations décrites antérieurement dans le chapitre sur la pétrographie. Après avoir atteint ce faciès de métamorphisme, une période de refroidissement produit une phase de métamorphisme régressif (Miyashiro, 1979). Cette dernière phase est citée comme normale dans plusieurs exemples dans le monde.

Au point de vue lithostratigraphique, nous ne pouvons conclure avec certitude quant à la ou les formation (s)

en présence, mais nous voulons tout de même tenter une approche à partir de nos observations. Après avoir examiné sur le terrain les gneiss gris décrits par Avramtchev (1975) dans le canton de McCorkill (canton adjacent au SW du canton de Duberger), nous pouvons affirmer qu'ils sont semblables aux gneiss QFB et QFB/H rencontrés dans le canton de Duberger. Les similitudes observées sont faites au niveau de leur texture, leur minéralogie et leur apparence en affleurement.

De plus, la présence de graphite, observée dans les zones minéralisées autour de la région du lac Duberger (8 km au NW du lac Laganière) et dans des horizons au voisinage de la faille de Mistassini (Lacoste, 1982), nous rappelle la Formation de Blondeau affleurant dans la vaste région de Chibougamau. Les zones minéralisées dans le secteur immédiat du lac Laganière sont par contre dépourvues de graphite.

Il nous semble ainsi probable, suite à nos observations faites lors des campagnes de cartographie (Allard et Lacoste, 1977; Lacoste, 1979a et b), que les gneiss affleurant dans le secteur du lac Duberger appartiennent à la Formation de Blondeau et que les gneiss du secteur du lac Laganière appartiendraient à la Formation de Waconichi ou de Blondeau. Des travaux plus détaillés dans cette région devraient permettre d'élucider ce problème.

De plus, la présence du prolongement du Complexe du Lac Doré (Allard, 1978 et 1979), à moins de 4 km au sud du lac Laganière, constitue d'après nous une plaque tournante pour toute la région. Car ce complexe est un horizon repère stratigraphique et lithologique dans le centre volcanique de Chibougamau (Allard, 1976) et la majorité des gisements de ce secteur lui sont associés.

Pour toutes ces raisons, à cause de la proximité du Complexe du Lac Doré et des unités appartenant aux volcanites des formations comparables et semblables à celles du secteur immédiat de Chibougamau, nous croyons que le contexte géologique autour de la région du lac Laganière semble favorable à la découverte de dépôts minéralisés.

7.2 Conclusion

La présence de l'extension des ceintures de roches vertes de la province de Supérieur à l'intérieur de la province de Grenville est un fait maintenant reconnu. Depuis quelques années, l'exploration minérale commence à s'amorcer dans ces secteurs. Malgré tout, l'état des connaissances sur ce sujet est présentement dans un stade embryonnaire. Il faudrait d'après nous revoir la philosophie et la méthodologie de l'exploration pour ces vastes secteurs.

La région du lac Laganière sise du côté est de la faille de Mistassini en est un exemple. Elle est constituée d'unités lithologiques appartenant à la ceinture de roches vertes du sillon Chibougamau-Matagami.

Notre étude amène des informations supplémentaires et une contribution à la connaissance pétrographique et géochimique des terrains métamorphisés et complexes de ce secteur.

L'étude pétrographique a mis en relief l'identification et la caractérisation de cinq principaux types d'unités lithologiques (QFB*, QFB, QFB/H, QFH, SCM). Les assemblages minéralogiques sont caractéristiques de chacun. Ces unités correspondent à des volcanites métamorphisées au faciès amphibolite. Parmi celles-ci, les zones de schistes à chlorite magnésienne (SCM) constituent des unités possédant un intérêt pour l'exploration minérale. Bien que l'origine des SCM demeure ambiguë, nous croyons que ces unités correspondent à des zones d'altérations métamorphisées semblables à celles rencontrées autour des gisements de la région de Chibougamau. Ces zones de SCM se traduisent par des valeurs élevées en MgO , Fe_T , TiO_2 , MnO et des valeurs faibles en SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O par rapport à la roche encaissante.

De plus les zones minéralisées sont principalement associées et concentrées à l'intérieur des SCM. La minéralisation se compose essentiellement de pyrrhotite, pyrite et magnétite avec

des quantités moindres en chalcopryrite et sphalérite. Certains critères, comme nous avons pu le constater, peuvent servir d'indicateurs qualitatifs du degré de métamorphisme et montrent que la minéralisation a subi comme l'encaissant les mêmes phases métamorphiques.

Les observations basées sur la géochimie des différentes unités lithologiques confirment les conclusions tirées de l'étude pétrographique. Le comportement géochimique et les variations des éléments majeurs et mineurs sont sensibles aux variations lithologiques. De plus, l'importance des SCM comme horizon marqueur est indéniable comme outil pour l'exploration à cause de ses caractéristiques géochimiques facilement identifiables.

La cartographie détaillée des cantons de Duberger et de Thibaudeau, y compris une étude structurale détaillée, la distribution des zones minéralisées et des altérations et la reconnaissance des diverses unités lithologiques pourraient apporter des éléments significatifs dans l'élaboration d'un modèle pour l'exploration, améliorant ainsi la perception des zones minéralisées dans leur contexte global.

En conclusion, la région autour du lac Laganière est d'après nous, un vaste secteur dont le potentiel minéral est jusqu'à ce jour indéterminé. Le corollaire de base à appliquer devrait être le suivant: ce n'est pas parce que la région est localisée dans la province de Grenville qu'il n'y a pas de possibilités économiques .

D'ailleurs le concept de retrouver des extensions archéennes dans la province de Grenville est aujourd'hui reconnu et l'application de ce concept conduira sans nul doute à la découverte de potentiel économique.

REFERENCES

- ALLARD, G.O., 1973a - Some speculations regarding the Lower Hidden Zone of the Dore Lake Complex and its potential mineral resources; Geol. Soc. of Amer. Bull., volume 84, pages 717-724.
- _____, 1973b - Geological study - Chibougamau area; dans Travaux sur le terrain 1972, Min. Rich. Nat. Québec, S-140, pages 107-110.
- _____, 1974 - Unpublished conference and field trip notes prepared for the Symposium on the metallogenesis of the Chibougamau area; tenu à Chibougamau, 3-6 août 1974.
- _____, 1976 - Dore Lake Complex and its importance to Chibougamau geology and metallogeny; Min. Rich. Nat. Québec, DP-368, 446 pages.
- _____, 1978 - Pétrologie et potentiel économique du prolongement du sillon de roches vertes de Chibougamau dans la province de Grenville; Min. Rich. Nat. Québec, DPV-604, 44 pages.
- _____, 1979 - Prolongement du Complexe du Lac Doré dans la province de Grenville, à l'est de Chibougamau; Min. Rich. Nat. Québec, DPV-685, 18 pages.
- _____, 1980 - Quart sud-ouest du canton de Rinfret et partie du quart sud-est du canton de Lemoine; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-759, 95 pages.
- _____, 1983 - Géologie du quart nord-ouest du canton de Haüy; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-928, 64 pages.
- ALLARD, G.O. et LACOSTE, P., 1977 - Prolongement du sillon de roches vertes de Chibougamau dans la province de Grenville; dans Travaux sur le terrain 1977, Min. Rich. Nat. Québec, DPV-543, pages 8-11.
- Allard, G.O., CATY, J.L., CHOWN, E.H., CIMON, J., GOBEIL, A. et BAKER, D., 1979 - Stratigraphie et métallogénie de la région de Chibougamau, GAC-MAC, Congrès de 1979, Québec, livret-guide pour l'excursion B-1, 94 pages.
- ALLARD, G.O. et Carpenter, R.H., 1981 - Alteration in the Otake geothermal field - A model for interpreting certain metamorphic assemblages in metamorphosed volcanic terranes; dans abstract IAVCEI Symposium Arc Volcanism, Tokyo-Hakone, pages 1-2.
- _____, 1983 - Use of mineralogical anomalies in exploration for base and precious metals within metavolcanic terranes; dans abstract of 112th AIME annual meeting, Atlanta, Georgia, pages 66-67.

- AVRAMTCHEV, L., 1971 - Travaux sur le terrain, 1971; Min. Rich. Nat. Québec, S-126, pages 62-65.
- _____, 1975 - Géologie du quart nord-est du canton de McCorkill, comté Abitibi-est; RP-611, 55 pages.
- BAKER, D.J., 1980 - The metamorphic and structural history of the Grenville Front near Chibougamau, Québec; Thèse de doctorat non-publiée, Université de Georgie, Athens, Georgie, 344 pages.
- BARAGAR, W.R.A., 1968 - Major element geochemistry of the Noranda volcanic belt, Québec-Ontario; Can. J. Earth Sci., volume 5, pages 773-790.
- BASKIN, G.D., 1975 - The petrology and chemistry of a portion of the north limb of the Dore Lake Complex, Chibougamau, Québec, Canada; Thèse M. Sc. non-publiée, Université de Georgie, Georgie, 174 pages.
- BERGE, J.W., 1978 - A re-examination of the association of magnesium and massive sulfide ores; Geologiska Foreningens i Stockholm Forhandlingar (GFF), volume 100, pt 2, pages 155-170.
- BONIWELL, J.B., 1976a - Geophysical surveys on block 34, Duberger twp., File-Axe Lake area, Québec, for Union Carbide Exploration Corp.; Excalibur International Consultants Ltd., 7 pages.
- _____, 1976b - Geophysical surveys on block 35, Duberger twp., File-Axe Lake area, Québec, for Union Carbide Exploration Corp.; Excalibur International Consultants Ltd., 7 pages.
- _____, 1976c - Geophysical surveys on block 36, Duberger twp., File-Axe Lake area, Québec, for Union Carbide Exploration Corp.; Excalibur International Consultants Ltd., 9 pages.
- BOUDREAU, A.P., 1977 - Péetrographie et géochimie des laves et des filons-couches mafiques et ultramafiques du canton de Richardson, Chibougamau, Québec; mémoire M. Sc. A. non-publiée, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 117 pages.
- BOURNE, J.H., 1978 - Metamorphism in the eastern and southwestern portions of the Grenville Province; dans Metamorphism in the Canadian Shield, Commission Géologique du Canada, paper 78-10, pages 315-328.
- BRETT, B.D., 1960 - The Grenville Front of Ontario and Québec; mémoire M. Sc. non-publié, Université McGill, Montréal, 114 pages.
- BRIGGS, R.M., KOBE, H.W. et BLACK, P.M., 1977 - High pressure metamorphism of stratiform deposits from the Diahot Region, New Caledonia; Mineral. Deposita, volume 12, pages 263-279.
- BROCOUM, S.J. et DALZIEL, I.W., 1974 - The Sudbury basin, the Southern Province, the Grenville Front and the Penokean Orogeny; Geol. Soc. of Amer. Bull., volume 85, pages 1571-1580.

- CARIGNAN, J., 1979 - Géochimie et géostatistique appliquées à l'exploration des gisements volcaniques: le gisement de Millenbach; Thèse de doctorat non-publiée, Dept. Génie Minéral, Ecole Polytechnique, Montréal, 351 pages.
- CATY, J.L., 1978 - Canton de Richardson; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-606, 34 pages.
- , 1979 - Géologie demi-ouest du canton de Bignell, comté d'Abitibi-est; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-678, 22 pages.
- CHARBONNEAU, J.M., 1981 - Canton de Dolomieu ($\frac{1}{2}$ E) et de Daubrée ($\frac{1}{4}$ SW); Min. Energie et des Ressources, Québec, DP-844, 27 pages.
- CHARBONNEAU, J.M., PICARD, C. et DUPUIS-HEBERT, L., 1983 - Géologie des unités stratigraphiques affleurant dans les cantons de Daubrée, Dolomieu, Saussure et LaRibourde, Abitibi-est; dans Rapports d'étape des travaux en cours à la division du Précambrien, Min. Energie et des Ressources, Québec, ET-82-01, pages 1-67.
- CHOWN, E.H., 1979 - Structure and metamorphism of the Otish Mountain area of the Grenvillian Foreland Zone, Québec; Geol. Soc. of Amer. Bull., volume 90, pages 170-196.
- CIMON, J., 1979 - Stratigraphie et métallogénie de la région de Chibougamau; dans Allard et al., 1979, GAC-MAC, Congrès de 1979, Québec, livret-guide pour l'excursion B-1, 94 pages.
- CIMON, J. et GOBEIL, A., 1976 - The Stella Formation: its implication for the genesis and the relative age of the mineralization in the Chibougamau mining camp; tiré à part d'une conférence présentée à la 78^e réunion de CIMM.
- COSTA, U.R., BARNETT, R.L. et KERRICH, R., 1983 - The Mattagami Lake Mine Archean Zn-Cu sulfide deposit, Québec: Hydrothermal coprecipitation of talc and sulfides in a sea-floor brine pool - Evidence from geochemistry, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, and mineral chemistry; Econ. Geol., volume 78, pages 1144-1203.
- DAIGNEAULT, R. et ALLARD, G.O., 1983 - Stratigraphie et structure de la région de Chibougamau; dans Stratigraphie des ensembles volcano-sédimentaires archéens de l'Abitibi: Etat des connaissances; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV 83-11, pages 1-18.
- , 1984 - Evolution tectonique d'une portion du sillon de roches vertes de Chibougamau; dans J.Guha et E.H.Chown (eds) Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization, CIM special volume 34, pages 212-228.
- DALLMEYER, R.D., MAYBIN, A.H. et DUROCHER, M.E., 1975 - Timing of Keno-ran metamorphism in the eastern Abitibi greenstone belt, Québec: Evidence from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of hornblende and biotite from post-kinematic plutons; Journal canadien des sciences de la terre, volume 12, pages 1864-1873.

- DATE, J. et TANIMURA, S., 1974 - Dacite and rhyolite associated with the Kuroko mineralization; Min. Geol., Japan, special issue 6, pages 261-265.
- DAOUST, G., 1972 - Programme COREL; Publication interne de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 26 pages.
- DELAND, A.N., 1956 - The boundary between the Timiskaming and Grenville subprovinces in the Surprise Lake area, Québec; Ass. Geol. Canada, volume 8, pages 127-141.
- _____, 1957 - Géologie de la région de Duquet; Min. Mines, Québec, RP-331, 10 pages.
- DESCARREAU, J., 1973 - A petrochemical study of the Abitibi Volcanic belt and its bearing on the occurrences of massive sulphide ores; CIMM, volume 66, pages 61-69.
- DIMROTH, E., MUELLER, W., ARCHER, P., GOBEIL, A. et ALLARD, G.O., 1982a - Evidence for extensive Archean shallow marine sedimentation in the Chibougamau area, Québec; dans Current Research, part A, Comm. Géol. Canada, Paper 82-1A, pages 29-36.
- DIMROTH, E., IMREH, L., ROCHELEAU, M. et GOULET, N., 1982b - Evolution of the south-central part of the Archean Abitibi belt, Québec, part 1: Stratigraphy and Paleogeographic model; Journal canadien des sciences de la terre, volume 19, pages 1729-1758.
- DIMROTH, E., MUELLER, W., ROCHELEAU, M., ARCHER, P., JUTRAS, M., PICHE, M., SIMONEAU, P., CARIGNAN, J., CHOWN, E.H., GUHA, J., GOULET, N., ALLARD, G.O., FRANCONI, A. et GOBEIL, A., 1983 - Stratigraphie et évolution du bassin de transition entre les Groupes de Roy et d'Opémisca, région de Chibougamau-Chapais; dans Stratigraphie des ensembles volcano-sédimentaires archéens de l'Abitibi: Etat des connaissances; Min. Energie et des Ressources, Québec, DV 83-11, pages 21-35.
- DUQUETTE, G., 1970 - Stratigraphie de l'Archéen et relations métallogéniques dans la région de Chibougamau; Min. Rich. Nat. Québec, ES-8, 16 pages.
- FRANKLIN, J.M., KASARDA, J. et POULSEN, K.H., 1975 - Petrology and chemistry of the alteration zone of the Mattabi massive sulphide deposit; Econ. Geol., volume 70, pages 63-79.
- FRITH, R.A., 1971 - Rb-Sr isotopic studies in the Grenville structural Province in the Chibougamau and Lac St-Jean; Thèse de Ph.D., Université McGill, Montréal, 237 pages.
- FUH, T.M., 1970 - Correlation of rocks across the Grenville Front near Val d'Or, Québec; Thèse Ph.D., Université Queen's, Ontario, 198 pages.

- GAGNON, Y., 1983 - Etude pétrographique et géochimique des roches volcaniques acides du canton Clermont, Abitibi-ouest, Québec; mémoire M. Sc. A., non-publié, Dept. Génie Minéral, Ecole Polytechnique, Montréal, 227 pages.
- GALBRAITH, J., 1885 - Trans. Geog. Soc., Québec; volume 1, no IV, pages 1-12.
- GELINAS, L., BROOKS, C., PERRAULT, G., CARIGNAN, J., TRUDEL, P. et GRASSO, F., 1976 - Chemo-stratigraphic divisions within the Abitibi Volcanic belt; Min. Rich. Nat., Québec, DPV-426, 49 pages.
- GILBERT, J.E., 1958 - Région de Bignell, territoires de Mistassini et d'Abitibi, districts électoraux d'Abitibi-est et de Roberval; Min. des Mines du Québec, RG-79, 43 pages.
- GJELSVIK, T., 1968 - Distribution of major elements in the wall rocks and the silicate fraction of the Slorovass pyrite deposit, Grong area, Norway; Econ. Geol., volume 63, pages 217-231.
- GLASS, F. et LACOSTE, P., 1979a - Rapport d'exploration, Projet Duberger, 11-764; rapport interne de SOQUEM, 8 cahiers; aussi dans Min. Energie et des Ressources, GM-34720 à 34726.
- GLASS, F. et LACOSTE, P., 1979b - Rapport d'exploration, Projet Duberger, 11-764; rapport interne de SOQUEM, 4 cahiers.
- GOBEIL, A., 1980 - Etude lithogéochimique des roches volcaniques dans la région de la mine Lemoine, district de Chibougamau, Québec; CIMM volume 73, pages 86-95.
- GOBEIL, A. et CIMON, J., 1979 - Métallogénie des gisements de type filonien; dans Allard et al., 1979, GAC-MAC, Congrès de 1979, Québec, livret-guide pour l'excursion B-1, 94 pages.
- GOBEIL, A. et RACICOT, D., 1983 - Carte lithostratigraphique de la région de Chibougamau; Min. Energie et des Ressources, Québec, MM 83-02, 14 pages.
- _____, 1984 - Chibougamau: Histoire et Minéralisations; dans J.Guha et E.H.Chown (eds), Chibougamau- Stratigraphy and Mineralization, CIM, special volume 34, pages 261-270.
- GOODFELLOW, W.D., 1974 - Major and minor element halos in volcanic rocks at Brunswick no. 12 sulphide deposit, N.B., Canada; dans I.L.Elliott et W.K.Fletcher (eds), Geochemical Exploration 1974, Elsevier, Amsterdam, 279 pages.
- GROS, J.J., 1975 - Partie sud de la baie du Poste, cantons d'O'Sullivan et de Gauvin; Min. Rich. Nat., Québec, RP-610, 33 pages.
- GUHA, J., 1984 - Hydrothermal systems and correlations of mineral deposits in the Chibougamau mining district - An overview; dans J.Guha et E.H.Chown (eds), Chibougamau- Stratigraphy and Mineralization, CIM, special volume 34, pages 517-534.

- GUHA, J. et CHOWN, E.H., 1984 - Chibougamau- Stratigraphy and Mineralization, CIM, special volume 34, 534 pages.
- GUNN, B.M., 1967 - Matrix corrections for X-RAY Fluorescence spectrometry by digital computer; Can. Spectroscopy, volume 12, pages 1-7.
- HENRY, R.L. et ALLARD, G.O., 1979 - Formation ferrifère du Lac Sauvage, cantons de McKenzie et de Roy, région de Chibougamau; Min. Rich. Nat., Québec, DPV-593, 90 pages.
- HUTCHINSON, R.W., 1965 - Genesis of Canadian massive sulphides reconsidered by comparison to Cyprus deposits; CIMM, volume 58, pages 972-986.
- IIJIMA, A., 1974 - Clay and zeolitic alteration zones surrounding Kuroko deposits in the Hokuroku district, northern Akita, as submarine hydrothermal-diagenetic alteration products; Min. Geol., Japan, special issue 6, pages 267-289.
- INGAMELLS, C.O., 1970 - (Méthodes d'analyses par absorption atomique); dans Anal. Chim. Acta, volume 52, page 323.
- IRVINE, T.N. et BARAGAR, W.R.A., 1971 - A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks; Journal canadien des sciences de la terre, volume 8, pages 523-548.
- IZAWA, I. et MUKAIYAMA, H., 1972 - Thermally metamorphosed sulfide mineral deposits in Japan; Mineral Deposit section 4, Int. Geol. Congr. Proc., no.24, pages 455-462.
- JENSEN, L.S., 1976 - A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks; Division des Mines, Ontario, misc. paper 66, 22 pages.
- JOLLY, W.T., 1978 - Metamorphic history of the Archean Abitibi belt; dans Metamorphism in the Canadian Shield, Comm. Géol. Canada, Paper 78-10, pages 63-78.
- JUVE, G., 1977 - Metal distribution at Stekenjokk: Primary and metamorphic patterns; Geologiska Foreningens i Stockholm Forhandlingar (GFF), volume 99, pages 149-158.
- KALLIOKOSKI, J., 1965 - Metamorphic features in North America sulfide deposits; Econ. Geol., volume 60, pages 485-505.
- KOO, A. et MOSSMAN, D.J., 1975 - Origin and metamorphism of the Flin Flon stratabound Cu-Zn sulphide deposit, Saskatchewan and Manitoba; Econ. Geol., volume 70, pages 48-62.
- KROGH, T.E., 1971 - Isotopic ages along the Grenville Front in Ontario; Comm. Géol. Canada, résumé du programme annuel, Sudbury, page 34.
- LACOSTE, P., 1982 - Demie-est du canton de Bignell; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-893, 28 pages.

- LAMOTHE, D., 1982 - Région du lac Relique; Min. Energie et des Ressources, Québec, carte annotée, DP 82-09.
- LARGE, R.R., 1977 - Chemical evolution and zonation of massive sulfide deposits in volcanic terrains; Econ. Geol., volume 72, pages 549-572.
- LARGE, R.R. et BOTH, R.A., 1980 - The volcanogenic sulphide ores at Mount Chalmers, eastern Queensland; Econ. Geol., volume 75, pages 992-1009.
- LAURIN, A.F. et SHARMA, K.N.M., 1975 - Région des rivières Mistassini, Péribonka et Saguenay (projet Grenville 1965-1967); Min. Rich. Nat., Québec, RG-161, 89 pages.
- LATVALAHTI, U., 1979 - Cu-Pb-Zn ores in the Aijala-Orijarvi area, south-west Finland; Econ. Geol., volume 74, pages 1035-1059.
- LAWRENCE, L.J., 1972 - The thermal metamorphism of a pyritic sulfide ore; Econ. Geol., volume 67, pages 487-496.
- LEAKE, B.E., 1964 - The chemical distinction between Ortho- and Para-amphibolites; Journal of Petrology, volume 5, pages 238-254.
- LEVINSON, A.A., 1980 - Introduction to exploration geochemistry; 2nd ed., Applied Publishing Ltd., 924 pages.
- LONG, D.G.F., 1973 - The stratigraphy and sedimentology of the Chibougamau Formation; mémoire M. Sc., non-publié, Université Western Ontario, London, Ontario, 305 pages.
- , 1974 - Glacial and paraglacial genesis of conglomeratic rocks of the Chibougamau Formation (Aphebian), Chibougamau; Journal canadien des sciences de la terre, volume 11, pages 1236-1252.
- LOW, A.P., 1885 - Compte-rendu de l'expédition de Mistassini (1884-1885); Comm. Géol. Canada, rapport annuel, pages 5-34.
- , 1906 - Rapport géologique sur la région minière de Chibougamau dans la partie septentrionale de la province de Québec; Comm. Géol. Canada, publication 955, 57 pages.
- NILSSON, C.A., 1968 - Wall rock alteration at the Boliden deposit, Sweden; Econ. Geol., volume 63, pages 472-494.
- MACDONALD, G.A. et KATSURA, T., 1964 - Chemical composition of Hawaiian lavas; Journal of Petrology, volume 5, pages 82-133.
- MACGEEHAN, P.J., 1978 - The geochemistry of altered volcanic rocks at Matagami, Québec: a geothermal model for massive sulphide genesis; Journal canadien des sciences de la terre, volume 15, pages 551-570.

- MCDONALD, J.A., 1967 - Metamorphism and its effect on sulfide assemblages; Mineral Deposita, volume 2, pages 200-220.
- MCOUAT, W., 1872 - Rapport d'un examen de la région entre les lacs Témiscamingue et Abitibi; Comm. Géol. Canada, Rapport des opérations pour 1872-73, pages 134-163.
- MINISTERE ENERGIE ET DES RESSOURCES, QUEBEC, 1980 - Levé aéroporté INPUT dans la région de Waconichi; DP-749, 39 cartes.
-
- _____, 1983 - Stratigraphie des ensembles volcano-sédimentaires archéens de l'Abitibi: Etat des connaissances; séminaire d'information 1983, DV 83-11, 171 pages.
- MIYASHIRO, A., 1979 - Metamorphism and metamorphic belt; 4th ed., George Allen and Unwin Ltd., London, 492 pages.
- MOINE, B. et DE LA ROCHE, H., 1968 - Nouvelle approche du problème de l'origine des amphibolites à partir de leur composition chimique; compte-rendu Académie Sc. Paris, tome 267, pages 2084-2087.
- MOOKHERJEE, A., 1976 - Ores and metamorphism temporal and genetic relationship; Handbook of stratabound and stratiform ore deposits, volume 4, chap. 5, pages 203-260.
- NOCKOLDS, S.R., 1954 - Average chemical compositions of some igneous rocks; Geol. Soc. of Amer. Bull., volume 65, pages 1007-1032.
- NORMAN, G.W.H., 1940 - Thrust faulting of Grenville gneisses northward against the Mistassini series of Mistassini Lake, Québec; Journal of Geology, volume 48, pages 512-526.
- PARK, C.F. et MACDIARMID, R.A., 1975 - Ore deposits; 3 ed., W.H. Freeman and Company, San Francisco, USA, 530 pages.
- PAYNE, J.G., BRATT, J.A. et STONE, B.G., 1980 - Deformed mesozoic volcanogenic Cu-Zn sulphide deposits in the Britannia district, B.C.; Econ. Geol., volume 75, pages 700-721.
- PEARSON, V., 1981 - Etude comparative du pluton du lac France et de l'orthogneiss de la demie-est du canton de Bignell, Chibougamau; mémoire de fin d'études, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 49 pages.
- PERRAULT, G. et KUBAT, V., 1972 - L'analyse des constituants principaux des roches par fluorescence-X; Bulletin de la S. G. A., volume 1, no.4, 4 pages.
- RACICOT, D., 1980 - Géochimie et métallogénie de la partie orientale du pluton de Chibougamau; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-758, 20 pages.

- _____, 1981 - Géochimie et métallogénie des parties occidentale et centrale du pluton de Chibougamau; Min. Energie et des Ressources, Québec, DPV-834, 26 pages.
- RAYMOND, D., 1983 - Dispersion et altérations lithogéochimiques à la mine Louvem et ses environs, Val d'Or, Québec; mémoire M. Sc., non-publié, Université Laval, Québec, 209 pages.
- RICHARDSON, J., 1872 - Rapport sur la région située au nord du Lac Saint-Jean; Comm. Géol. Can., Rapport des Opérations 1870-71, pages 292-317.
- RIVERIN, G. et HODGSON, C.J., 1980 - Wall rock alteration at the Millenbach Cu-Zn, Noranda, Québec; Econ. Geol., volume 75, pages 424-444.
- ROBERT, F., 1980 - Pétrographie et pétrochimie des roches encaissantes du gîte de Zn-Cu-Ag de Manitou-Barvue, Val d'Or, Québec; mémoire M. Sc., non-publié, Université de Montréal, Québec.
- ROCKINGHAM, C.J. et Hutchinson, R.W., 1980 - Metamorphic textures in Archean copper-zinc massive sulphide deposits; CIMM, volume 73, pages 104-112.
- SAKRISON, H.C., 1966 - Chemical studies of the host rocks of the Lake Dufault mine, Québec; Thèse de doctorat, non-publiée, Université McGill, Montréal, Québec, 147 pages.
- SANGSTER, D.F., 1972 - Precambrian volcanogenic massive sulphide deposits in Canada: a review; Comm. Géol. Canada, Paper 72-22, 44 pages.
- SANGSTER, D.F. et SCOTT, S.D., 1976 - Precambrian stratabound massive Cu-Zn-Pb sulfide ores of North America; dans Handbook of stratabound and stratiform deposits, Elsevier, Amsterdam, pages 129-214.
- SATER, G.S., 1957 - Géologie de la région de McOuat - Gauvin; Min. Mines, Québec, RP-356.
- SATYANARAYANA, K., NAQVI, S.M., DIVAKARA RAO, V. et HUSSAIN, S.M., 1974 - Geochemistry of archean amphibolites from Karnataka state, Peninsular India; Chemical Geology, volume 14, pages 305-315.
- SETHURAMAN, K., 1984 - Discovery of an archean volcanogenic environment in the Grenville structural Province, Echouani area, Québec, Canada; dans J.Guha et E.H.Chown (eds), Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization, CIM, special volume 34, pages 473-482.
- SEVERIN, P.W.A., 1982 - Geology of the Sturgeon Lake copper-zinc-lead-silver-gold deposit; CIM, volume 75, pages 107-123.
- SMITH, R.E., 1968 - Redistribution of major elements in the alteration of some basic lavas during burial metamorphism; Journal Petrology, volume 9, pages 191-219.
- SPITZ, G. et DARLING, R., 1978 - Major and minor element lithogeochemical anomalies surrounding the Louvem copper deposit, Val d'Or, Québec; Journal canadien des sciences de la terre, volume 15, pages 1161-1169.

- STANTON, R.L., 1964 - Mineral interfaces in stratiform ores; Inst. Min. Metall. Trans., volume 74, pages 45-79.
- , 1972 - Ore petrology; McGraw-Hill Book Co., New-York, 713 pages.
- STANTON, R.L. et GORMAN, H., 1968 - A phenomenological study of grain boundary migration in some common sulfides; Econ. Geol., volume 63, pages 907-923.
- STOCKWELL, C.H., 1964 - Age determinations and geological studies; Comm. Géol. Canada, étude préliminaire 64-17, pages 1-21.
- , 1968 - Geochronology of stratified rocks of the canadian shield; Journal canadien des sciences de la terre, volume 5, pages 693-698.
- SYNDICAT CHIBOUQUEBEC, 1970 - Carte d'un levé EM, au nord-est de Chibougamau; Min. Rich. Nat. Québec, GM-27090.
- TEMPELMAN-KLUIT, D.J., 1970 - The relationship between sulfide grain size and metamorphic grade of host rocks in some stratabound pyritic ores; Journal canadien des sciences de la terre, volume 7, pages 1339-1345.
- THORPE, R.I., GUHA, J. et CIMON, J., 1981 - Evidence from lead isotopes regarding the genesis of ore deposits in the Chibougamau region, Québec; Journal canadien des sciences de la terre, volume 18, pages 708-723.
- THURLOW, J.G., SWANSON, E.A. et STRONG, D.F., 1975 - Geology and litho-geochemistry of the Buchans polymetallic sulphide deposit, Newfoundland; Econ. Geol., volume 70, pages 130-144.
- TINDALL, F.M., 1965 - Analysis of ores, feeds, tailings and concentrates - Silver and Gold assay; At. Absorp. Newsl., volume 4, page 339.
- , 1966 - Analysis of ores, feeds, tailings and concentrates - Silver and Gold assay; At. Absorp. Newsl., volume 5, page 140.
- TONO, N., 1974 - Minor element distribution around Kuroko deposits of northern Akita, Japan; Min. Geol. Japan, special issue 6, pages 399-420.
- TUREK, A., TETLEY, N.W. et JACKSON, T., 1976 - Study of metal dispersion around the Fox orebody in Manitoba; Can. Metall. Bull., volume 69, pages 104-110.
- VOKES, F.M., 1969 - A review of the metamorphism of sulfide deposits; Earth Science reviews, volume 5, pages 99-143.
- WAHL, J.L., GOVETT, G.J. et GOODFELLOW, W.D., 1975 - Anomalous element distribution in rocks around Key Anacon, Heath Steele, B-zone, N.B. *12, sulphide deposits: a paper given CIMM Convention, 17 pages.

- WALGENWITZ, F., 1973 - Programme X-RAY ; rapport interne, Université du Québec à Chicoutimi, 8 pages.
- WELDAY, B.B., 1964 - Silicate sample preparation for light elements analysis by X-RAY fluorescence spectroscopy; Amer. Miner., volume 49, pages 839-903.
- WINKLER, H.G.F., 1976 - Petrogenesis of metamorphic rocks; 4 ed., Springer-Verlag Inc., New-York, 334 pages.
- WOUSSEN, G. et BOUDREAULT, A.P., 1975 - Reproductibilité des analyses de roches par spectromètre de fluorescence-X; Publication interne, Université du Québec à Chicoutimi, 156 pages.
- WYNNE-EDWARDS, H.R., 1969 - Tectonic overprinting in the Grenville province of southwestern Québec; dans H.R.Wynne-Edwards (ed), Age relations in high grade metamorphic terrains, Comm. Géol. Canada, Spec. Paper 5, pages 163-182.
- _____, 1972 - The Grenville Province; dans R.A.Price et R.J.W.Douglas (eds), Variations in tectonic styles in Canada, Comm. Géol. Canada, étude 11, pages 263-334.
- YULE, J.W. et SWANSON, G.A., 1969 - Analysis of silicates and carbonates - lithium metaborate fusion procedure; At. Absorp. Newsl., volume 8, page 30.

INDEX DES ANNEXES

- ANNEXE 1 - Correspondance des numéros des analyses chimiques par unité lithologique et localisation des échantillons de terrain.
- ANNEXE 2 - Traitement effectué sur les échantillons.
- ANNEXE 3 - Méthode pour la perte au feu (PAF).
- ANNEXE 4 - Méthodes d'analyses par fluorescence-X:
A- par boutons de fusion coulés dans l'époxy.
B- par boutons pressés.
- ANNEXE 5 - Méthodes d'analyses par absorption atomique:
A- analyse des silicates par la méthode de fusion au métaborate de lithium - éléments majeurs.
B- analyse de minéralisation - éléments mineurs.
- ANNEXE 6 - Résultats des analyses chimiques par unité lithologique et calcul de norme correspondant.
A- valeurs non-normalisées
B- valeurs normalisées.
- ANNEXE 7 - Sommaire des sondages 34, 35, 36.

ANNEXE 1

CORRESPONDANCE DES NUMEROS DES
ANALYSES CHIMIQUES PAR UNITE .
LITHOLOGIQUE ET LOCALISATION
DES ECHANTILLONS DE TERRAIN.

LEGENDE DES SYMBOLES

- Echantillon du sondage 34
- ▲ Echantillon du sondage 35
- △ Echantillon d'affleurement du réseau de lignes du système 35
- Echantillon du sondage 36
- Echantillon d'affleurement du réseau de lignes du système 36
- ◇ Echantillon, tiré de Allard (1978)

ANNEXE 1 - Correspondance des numéros des analyses chimiques avec le numéro d'échantillon - par unité lithologique.

Les numéros des analyses chimiques correspondent aux chiffres inscrits sur les diagrammes pétrochimiques ou autres¹⁾. Les numéros des échantillons indiquent le numéro du sondage et la profondeur de l'échantillon dans le sondage.

NUMERO D'ANALYSE	NUMERO D'ECHANTILLON	TYPE DE ROCHE
● 1	34-30	QFB*
● 2	34-56	QFB*
● 3	34-122	QFB*
● 4	34-143	QFB*
■ 5	36-38	QFB*
■ 6	36-73	QFB*
■ 7	36-96	QFB*
■ 8	36-116	QFB*
■ 9	36-135	QFB*
□ 10	80-23	QFB*
□ 11	80-34	QFB*
◇ A	34-38	QFB*

¹⁾ Les diagrammes pétrochimiques sont traités en fonction du type de roches.

NUMERO D'ANALYSE	NUMERO D'ECHANTILLON	TYPE DE ROCHE
● 1	34-201	QFB
● 2	34-388	QFB
▲ 3	35-153	QFB
▲ 4	35-172	QFB
▲ 5	35-196	QFB
▲ 6	35-203	QFB
□ 7	80-47	QFB
◇ A	77-01	QFB
◇ B	77-08	QFB
◇ C	77-21	QFB
● 1	34-62	QFB/H
● 1'	34-336	QFB/H
● 2	34-370	QFB/H
● 3	34-388	QFB/H
▲ 4	35-225	QFB/H
▲ 5	35-250	QFB/H
▲ 6	35-297	QFB/H
▲ 7	35-311	QFB/H
▲ 8	35-338	QFB/H
▲ 9	35-340	QFB/H
◇ A	77-02	QFB/H
◇ B	77-07	QFB/H
◇ C	77-11	QFB/H
◇ D	77-22	QFB/H

NUMERO D'ANALYSE	NUMERO D'ECHANTILLON	TYPE DE ROCHE
● 1	34-183	QFH
● 1'	34-207	QFH
▲ 2	35-133	QFH
▲ 3	35-162	QFH
■ 4	36-48	QFH
■ 5	36-114	QFH
■ 6	36-198	QFH
■ 7	36-224	QFH
▲ 8	35-127	QFH
◇ A	77-09	QFH
◇ B	77-16	QFH
● 1	34-230	SCM-34
● 1'	34-233	SCM-34
● 2	34-249	SCM-34
● 3	34-252	SCM-34
● 4	34-281	SCM-34
● 5	34-297	SCM-34
▲ 1	35-40	SCM-35
▲ 2	35-69	SCM-35
▲ 3	35-80	SCM-35
▲ 4	35-90	SCM-35
▲ 5	35-105	SCM-35
▲ 6	35-115	SCM-35

NUMERO D'ANALYSE	NUMERO D'ECHANTILLON	TYPE DE ROCHE
▲7	35-126	SCM-35
△8	80-51	SCM-35
△9	80-52	SCM-35
◇A	77-19	SCM-35
◇B	77-20	SCM-35
◇C	77-17	SCM-35
◇D	77-12	SCM-35
■1	36-138	SCM-36
■2	36-142	SCM-36
■3	36-146	SCM-36
■4	36-148	SCM-36
■5	36-153	SCM-36
■6	36-155	SCM-36
■7	36-158	SCM-36
■8	36-172	SCM-36
■9	36-176	SCM-36
■10	36-182	SCM-36
■11	36-186	SCM-36
■12	36-203	SCM-36
■13	36-207	SCM-36
■14	36-230	SCM-36
□15	80-73	SCM-36

Les numéros 34-, 35-, 36- correspondent aux numéros des sondages. Les numéro 80- signifie un échantillon de terrain. Le numéro 77- signifie un échantillon analysé par Allard (1978).

Localisation des échantillons de terrain.

80-23	QFB*	L 11+50E, 1+25S, système 36
80-34	QFB*	L 16+00E, 1+30N, système 36
80-47	QFB	L 4+00E, 4+25S, système 36
80-51	SCM-35	L 9+00N, 1+00W, système 35
80-52	SCM-35	L 13+00N, 1+60W, système 35
80-73	SCM-36	1500 m au SE du système 36

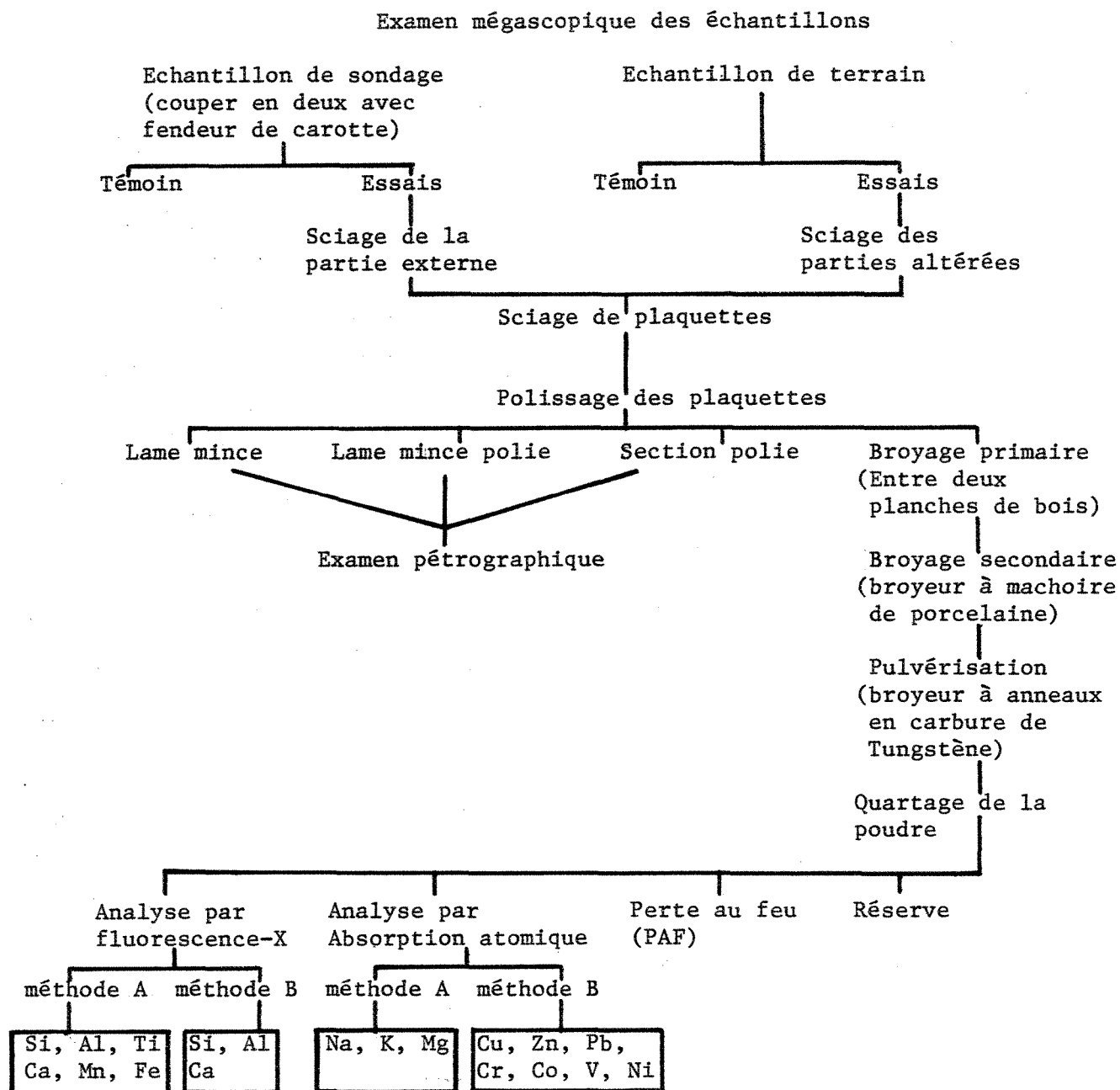
Localisation des échantillons de Allard (1978).

77-01	QFB	sondage 43-105 à 107.5
77-02	QFB/H	sondage 45-340 à 342.5
77-07	QFB/H	sondage C ₂ -295 à 302
77-08	QFB	sondage C ₂ - 95 à 100
77-09	QFH	77-118 (échantillon de terrain), région du Lac Laganière
77-11	QFB/H	77-149 (échantillon de terrain), région du Lac Laganière
77-12	SCM-35	77-137 (échantillon de terrain), région du Lac Laganière
77-16	QFH	77-199 (échantillon de terrain), région du Lac Laganière
77-17	SCM-35	77-115 (échantillon de terrain), près du sondage 35
77-19	SCM-35	sondage 35-63 à 65
77-20	SCM-35	sondage 35-112 à 113
77-21	QFB	sondage 35-272 à 274
77-22	QFB/H	sondage 35-331 à 333

ANNEXE 2

TRAITEMENT EFFECTUE SUR LES ECHANTILLONS

ANNEXE 2 - Diagramme illustrant les différentes phases de traitement effectuées sur les échantillons.



ANNEXE 3

METHODE POUR LA PERTE AU FEU (PAF)

ANNEXE 3 - Méthode pour la perte au feu (PAF)

Une perte au feu a été effectuée pour tous les échantillons analysés. La valeur obtenue pour la perte au feu indique une valeur approximative du pourcentage total d'éléments volatils contenus dans l'échantillon.

La méthode utilisée est la suivante:

1. Placer une quantité de poudre d'échantillon dans l'étuve, à 110°C, pour environ 3 heures.
2. Dans un récipient en porcelaine, peser environ 1,0g de poudre d'échantillon.
3. Mettre au four, à 1000°C, pour 45 minutes.
4. Sortir soigneusement l'échantillon du four et laisser refroidir.
5. Repeser l'échantillon.

CALCUL

$$a - b = x$$

$$\frac{x}{a} \times 100 = \% \text{ PAF}$$

a = poids de la poudre d'échantillon avant chauffage

b = poids de la poudre d'échantillon après chauffage

x = différence de poids

Les valeurs de perte au feu sont exprimées en pourcentage et sont indiquées pour chacune des analyses des échantillons dans les tableaux des résultats d'analyses lithogéochimiques à l'annexe 6.

ANNEXE 4

METHODES D'ANALYSES PAR FLUORESCENCE-X

A - Méthode par boutons de fusion coulés dans l'époxy

B - Méthode par boutons pressés

ANNEXE 4 - Analyse par fluorescence-XA - Méthode par boutons de fusion coulés dans l'époxy.

Les poudres de roches obtenues par pulvérisation furent traitées par la méthode de Welday (1964), pour fin d'analyses chimiques de la roche totale.

La méthode consiste en une préparation de boutons de fusion.

1. Sécher séparément de la poudre d'échantillon et du fondant tétraborate de lithium ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$), dans l'étuve pour un minimum de 3 heures à 110°C pour enlever l'humidité.
2. Peser 3,0 g de poudre de roche diluées dans 6,0 g de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ et placer dans un récipient hermétique avec 2 billes de verre.
3. Homogénéiser le mélange, à l'aide d'un mix-mill, pendant 20 à 30 minutes.
 - * attention au fuite de poudre lors du brassage
 - * retirer les billes de verre à la fin de l'opération.
4. Transférer le mélange, en deux parties égales, dans deux creusets de graphite.
5. Fusion du mélange. Placer les creusets au four pendant 20 minutes, à 1000°C .
6. Confection des boutons de fusion par coulée; couler le mélange du creuset sur une plaque chauffante dans un disque de laiton et presser avec un plongeur en laiton.
 - * cette étape doit se faire rapidement
 - * laisser le plongeur dans l'anneau environ 30 à 40 secondes.

7. Retirer le bouton de l'anneau et laisser refroidir lentement.
8. Placer le bouton dans une petite pastille et couler de l'époxy.
 - * recette d'époxy : 5 parties de résine + 1 partie de durcisseur.
 - * on peut utiliser une autre méthode pour cette dernière étape; soit de placer le bouton de fusion refroidit dans un contenant où l'on coule l'époxy ensuite. Il faut s'assurer de badigeonner l'intérieur du contenant avec un produit anti-collant. Après avoir laisser durcir, le contenant s'ouvre facilement pour libérer le bouton de fusion. Cette méthode a l'avantage de montrer le bouton à travers l'époxy lors du polissage.
9. Polissage des boutons de fusion.
10. Nettoyage des boutons de fusion avec de l'eau déminéralisée.
11. Analyse des éléments: SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , CaO , TiO_2 , MnO , Fe_2O_3 par fluorescence-X.

Les analyses sont faites avec un spectromètre de fluorescence-X Phillips PW-1410 (tableau 18) en utilisant pour tous les éléments: la radiation K_{α} , le vide dans la chambre du spectromètre, un détecteur à flux gazeux avec une fenêtre en polypropylène de 1 micron d'épaisseur.

Les standards (tableau 19) BR et GA ont servi de références. Les concentrations nominales sont corrigées par ordinateur pour le temps-mort du compteur, pour le bruit de fond et pour l'effet de matrice, à l'aide d'un programme mis au point par Gunn (1967) et modifié pour nos besoins par Walgenwitz (1973). Les données sont traitées par la suite pour analyses statistiques avec le programme COREL, mis au point par Daoust (1972).

TABLEAU 18

Conditions analytiques pour les analyses
chimiques de roches totales sur l'appareil
Phillips PW-1410 de l'UQAC

OXYDES	TUBE	CRISTAL	Kv/Ma	P Pic (2. θ) B Bruit- fond	COLLI- MATEUR	TEMPS DE COMPTAGE
SiO ₂	Cr	PET	50/30	P 109.60	Coarse	40sec.
Al ₂ O ₃	Cr	PET	55/40	P 145.23	Coarse	40sec.
MgO *	Cr	ADP	55/40	P 137.25	Coarse	200sec.
				B 136.00		100sec.
Na ₂ O *	Cr	RbAp	50/50	P 54.90	Coarse	200sec.
				B 56.50		100sec.
P ₂ O ₅ **	Cr	PET	60/40	P 90.10	Fine	100sec.
				B 80.00		40sec.
K ₂ O *	Cr	LIF(200)	50/14	P 137.00	Fine	100sec.
CaO	Cr	LIF(200)	50/40	P 113.50	Fine	40sec.
TiO ₂	Cr	LIF(200)	50/40	P 86.65	Fine	40sec.
Fe ₂ O ₃	W	LIF(200)	30/14	P 57.95	Fine	40sec.
MnO	W	LIF(200)	50/40	P 63.55	Fine	100sec.
				B 64.50		100sec.
DETECTEUR: FPC				VIDE: +		

* Analyses faites par absorption atomique.

** P₂O₅: les valeurs sont retirées de l'analyse de la roche totale
à cause de problèmes techniques.

TABLEAU 19

Valeurs des standards
utilisés pour fluorescence-X

OXYDES	BR (% poids)	GA (% poids)
SiO_2	39.52	70.75
Al_2O_3	10.55	14.68
Fe_2O_3	13.23	2.86
MnO	0.21	0.09
MgO	13.74	0.96
CaO	14.28	2.48
Na_2O	3.15	3.59
K_2O	1.45	4.08
TiO_2	2.69	0.38
P_2O_5	1.08	0.12

Justesse des analyses de fluorescence-X

La reproductibilité des analyses chimiques de roches totales par spectromètre de fluorescence-X (Woussen et Boudreault, 1975) a fourni les données nécessaires pour établir les erreurs provenant de l'appareil Phillips PW-1410 de l'UQAC. Les résultats de reproductibilité de l'appareil sont énoncés au tableau 20. Celui-ci indique un écart-type variant de 0 à 0,08.

TABLEAU 20

Reproductibilité de l'appareil

Phillips PW-1410, UQAC

OXYDES	ECART - TYPE (%)
SiO_2	0.07
Al_2O_3	0.08
Fe_2O_3	0.04
MnO	—
MgO	0.06
CaO	—
Na_2O	0.06
K_2O	0.01
TiO_2	—
P_2O_5	0.01

ANNEXE 4 - Analyse par fluorescence-XB - Méthode par boutons pressés.

Nous avons expérimenté une autre méthode pour l'analyse par fluorescence-X, soit celle de Perrault et Kubat (1972). Elle consiste en une préparation de boutons pressés.

1. Sécher séparément de la poudre d'échantillon, du tétraborate de lithium ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) et de l'oxyde de lanthane (La_2O_3), dans l'étuve pour 3 heures à 110°C .
2. Peser 1,0g de poudre de roche dans un creuset de graphite, ajouter 1,0g de La_2O_3 et 5,0g de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ et mélanger délicatement.
3. Fusion du mélange pendant 20 minutes, à 1100°C au four.
4. Couler le mélange du creuset sur une plaque chauffante dans un disque de laiton.
5. Après refroidissement, ajuster le poids du bouton de fusion obtenue à 7,40g avec de l'acide borique (H_3BO_3).
6. Pulvériser le tout dans le broyeur à anneaux (shatter-box) à carbure de Tungstène. Trois minutes suffisent pour réduire le verre à 90 %, - 200 mailles.
7. Presser 2,0g de cette poudre dans le cylindre d'une presse hydraulique. Une pression manuelle est suffisante pour assurer que l'échantillon prenne la forme souhaitable.

8. Ajouter par dessus l'échantillon une couche d'acide borique (H_3BO_3 , environ 5,g) et appliquer une pression de 27,2 tonnes métriques (30 tonnes) sur la presse hydraulique, soit environ $3401,9 \text{ kg/cm}^2$ (7500 lb/po^2).
9. Maintenir cette pression pendant environ 30 secondes. Il est important que la surface du piston qui est en contact avec l'échantillon soit absolument polie.
10. Le bouton pressé fait un disque de 3,25 cm ($1\frac{1}{4}$ po) de diamètre et au mois 4mm ($1/8$ po) d'épaisseur.
11. Pour des mesures plus précises, il est recommandé de fabriquer une deuxième pastille avec le reste de la poudre obtenue de l'étape #6.
12. Analyse des éléments par fluorescence-X: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO et MgO.

Les analyses sont faites en utilisant le même appareil que pour les boutons de fusion coulés dans l'époxy (annexe 4A).

La procédure à suivre est de faire lire des standards internes BXN, SU-1, MGR-1, SY-2, GH, CERAC, pour connaître les nombres de comptes obtenus par l'appareil de fluorescence-X, ceci pour chaque élément analysé. En connaissant ces dernières valeurs et de plus en sachant les concentrations des standards (Tableau 21), des courbes de calibration sont fabriquées.

Les courbes de calibration servent à déterminer directement le pourcentage-poids des oxydes des échantillons analysés.

TABLEAU 21

Valeurs des standards utilisés *

OXYDES	BXN	SU-1	MGR-1	SY-2	GH	CERAC
	% poids	% poids	% poids	% poids	% poids	% poids
SiO ₂	8.36	34.6	39.37	60.8	76.48	99.9
CaO	0.28	4.0	14.93	9.7	0.69	—
MgO	0.14	4.1	13.48	2.0	0.03	—
Al ₂ O ₃	61.61	9.5	8.58	11.3	12.61	—

* pour la méthode de boutons pressés, pour
l'analyse par fluorescence-X.

Il est recommandé de faire passer la série des standards au début et à la fin de l'analyse des échantillons ainsi qu'à des intervalles rapprochés. Ceci aura pour effet de présenter des résultats, qui auront une plus grande certitude.

ANNEXE 5

METHODES D'ANALYSES PAR ABSORPTION ATOMIQUE

A - Méthode d'analyse des silicates par la
fusion au métaborate de lithium - pour
les éléments majeurs.

B - Méthode d'analyse de minéralisation - pour
les éléments mineurs.

ANNEXE 5 - Méthodes d'analyse par absorption atomique.

A - Méthode d'analyse des silicates par la méthode de fusion au métaborate de lithium - éléments majeurs.

Cette méthode adaptée de Yule et Swanson (1969) sert à déterminer: silice (Si), aluminium (Al), fer (Fe), calcium (Ca), magnésium (Mg), sodium (Na), potassium (K), titane (Ti) et manganèse (Mn) dans les silicates et peut aussi être appliquée à d'autres éléments. L'échantillon est décomposé par la présence de métaborate de lithium (LiBO_2) lors de la fusion. D'autres informations sur la fusion au LiBO_2 , sont données par Ingamells (1970).

Produits:

Acide chloridrique, HCL, concentrée.

Solution de lanthanum, 5% (poids/volume).

Métaborate de lithium, LiBO_2 .

Préparation:

1. Peser sur la balance, dans un creuset de graphite, 600 mg de LiBO_2 .
2. Ajouter 100 mg de poudre d'échantillon.
3. Placer les creusets sur un papier numérotant les échantillons car c'est le seul moyen d'identifier les échantillons lors de ces étapes, en utilisant les creusets de graphite.
4. Mélanger le contenu, en agitant délicatement le creuset.

5. Placer les creusets au four pour la fusion à 1000°C , durant 15 à 20 minutes.

La température de fusion est à 1000°C , il faut tenir compte de la baisse de température lors de la rentrée des échantillons et compter le temps à partir du moment où le 1000°C est atteint.

(L'ordre de la rentrée et de la sortie des creusets dans le four est à noter pour ne pas mêler les échantillons entre eux.

6. Préparer des contenants propres en téflon avec une étiquette numérotant l'échantillon dans lequel on ajoute 20 à 25 ml d'eau déminéralisée.
7. Quand la fusion est complète, sortir les creusets et vider immédiatement le contenu dans le contenant en téflon.
8. Ajouter 5 ml de HCL concentrée, à chacun de ces contenants.
9. Déposer un agitateur magnétique dans le contenant et placer ceux-ci sur une plaque chauffante.
10. Laisser agiter quelques minutes jusqu'à ce que la mise en solution soit complète.
11. Retirer le contenant de sur la plaque et laisser refroidir.
12. Transférer la solution dans une fiole graduée de 100 ml.
13. Ajouter 15 ml de lanthanum à la fiole, (pour avoir ≈ 1555 ppm)
14. Compléter le volume de la fiole jusqu'à 100 ml avec de l'eau déminéralisée.
15. Agiter la fiole pour mélanger et homogénéiser le contenu.

16. L'échantillon est prêt pour être analyser. Cette solution peut être transvidée dans un autre contenant pour être remise et/ou analysée plus tard.

Analyse:

Des standards pour l'élément à analyser sont à préparer pour calibrer l'appareil lors de la mise en marche.

Lors de l'étape d'analyse, il est indiqué de placer des échantillons répétitifs et/ou des standards pour contrôler les valeurs de l'appareil et pour vérifier la qualité des manipulations.

Calcul:

$$\underline{\underline{\text{Elément (\% poids)}}} = \frac{x \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100 \text{ ml}}{100 \text{ mg}} \times 100 \times \text{f.d.}$$

$$\text{où: } \frac{x \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \text{ppm, où } x \text{ est la valeur donnée par l'appareil}$$

$$\frac{100 \text{ ml}}{100 \text{ mg}} = \text{volume et quantité en solution.}$$

$$100 = \text{pour avoir le pourcentage}$$

$$\text{f.d.} = \text{facteur de dilution de l'élément, s'il y a eu dilution.}$$

La réponse obtenue de l'appareil donne la valeur en pourcentage de poids (% poids) de l'élément et peut être transformée en pourcentage d'oxyde, simplement en prenant la valeur obtenue et en multipliant celle-ci par un facteur de conversion qui est donné ci-bas.*

Rapport de transformation de l'élément en oxyde:

(Si)	Silice \longrightarrow SiO_2	60.0848 / 28.086	= 2.1393
(Al)	Aluminium \longrightarrow Al_2O_3	50.9805 / 26.9815	= 1.8894
(Fe)	Fer total \longrightarrow Fe_2O_3	79.838 / 55.847	= 1.4295
(Fe)	Fer total \longrightarrow FeO	71.8464 / 55.847	= 1.2864
(Ca)	Calcium \longrightarrow CaO	56.0794 / 40.08	= 1.3991
(Mg)	Magnésium \longrightarrow MgO	40.3114 / 24.312	= 1.6580
(Na)	Sodium \longrightarrow Na_2O	30.9895 / 22.9898	= 1.3479
(K)	Potassium \longrightarrow K_2O	47.1017 / 39.102	= 1.2046
(Ti)	Titane \longrightarrow TiO_2	79.8988 / 47.90	= 1.6680
(Mn)	Manganèse \longrightarrow MnO	70.9374 / 54.9380	= 1.2913

* soit: Valeur % oxyde = valeur % poids obtenue \times valeur du rapport de transformation.

ANNEXE 5 - Méthodes d'analyse par absorption atomique.

B - Méthode d'analyse de minéralisation - éléments mineurs -
argent et or.

Cette méthode adaptée de Tindall (1965, 1966), sert à la détermination: plomb (Pb), zinc (Zn), cuivre (Cu), molybdène (Mo), chrome (Cr), vanadium (V), cobalt (Co), argent (Ag), or (Au) et autres éléments.

Produits:

Acide chloridrique, HCL, concentrée.

Acide nitrique, HNO_3 , concentrée.

Préparation:

1. Dans un bécher de 400 ml, peser 10 g de poudre d'échantillon.
2. Ajouter à chacun des béchers, 25 ml de HCL concentrée, remuer pour que toute la poudre soit imbibée.
3. Placer les béchers sur une plaque chauffante pour environ 15 minutes.
4. Ajouter 15 ml de HNO_3 concentrée, à chacun des béchers.
5. Laisser réagir durant 20 minutes sur la plaque chauffante, remuer quelquefois la solution.
6. Ajouter 25 ml de HCL et 25 ml d'eau déminéralisée à chacun des béchers.

7. Laisser réagir durant 20 à 30 minutes.
(Faire attention de ne pas laisser évaporer complètement les solutions, par exemple après l'étape 7, laisser évaporer pour avoir 40 à 50 ml de contenu dans le bécher).
8. Retirer le bécher de la plaque chauffante et laisser refroidir.
9. Remuer le bécher pour faire détacher le précipité et ainsi le mettre en solution.
10. Verser le contenu (liquide+précipité) dans une fiole jaugée de 100 ml.
(Utiliser de l'eau déminéralisée pour aider à se vider).
11. Compléter le volume de la fiole à 100 ml, avec de l'eau déminéralisée.
12. Mélanger la fiole en agitant énergiquement.
13. Filtrer le contenu de la fiole.
(Utiliser l'appareillage pour filtrer).
14. Verser le filtrat (liquide) dans une fiole ou autre contenant; l'échantillon est prêt pour l'analyse et/ou pour le remisage.

Analyse:

Des solutions étalonnées servant de standards pour chacun des éléments à analyser sont préparées pour calibrer l'appareil.

Des échantillons répétitifs servant de standards et/ou des duplicatas d'échantillons sont à insérer avec ceux qui sont à analyser pour vérifier les valeurs de l'appareil et la qualité des manipulations.

Calcul:

$$\text{Poids (\%)} = \frac{(\text{ug / ml dans la solution}) (.01)}{(\text{g d'échantillon})}$$

Cette formule se traduit en prenant directement la valeur donnée par l'appareil et en multipliant par 10 pour avoir une valeur en ppm pour l'échantillon.

Les analyses de tous les éléments mineurs et de quelques majeurs (Na, K, Mg) ont été effectuées sur un appareil d'absorption atomique de marque Perkin Elmer dans les locaux de l'Université du Québec à Chicoutimi.

Les conditions analytiques (longueur d'onde, limite de détection et écart relatif) pour les éléments analysés par absorption atomique sont données au tableau ci-dessous.

TABLEAU 22- Conditions analytiques pour l'absorption atomique. *)

Elément	Longueur d'onde	Limite de détection	Ecart relatif
Co	240,7	1 ppm	5% à 40 ppm
Cr	357,9	1 ppm	10% à 250 ppm
Cu	324,7	1 ppm	6% à 50 ppm
Zn	213,9	1 ppm	5% à 60 ppm
Pb	217,1	3 ppm	8% à 20 ppm
Ni	232,0	1 ppm	5% à 60 ppm
V	318,4	1 ppm	10% à 50 ppm
Na	588,9	.01%	
K	766,5	.01%	
Mg	285,2	.001%	
Ti	364,6	.01%	
Ca	422,7	.001%	
Mn	279,6	.001%	
Al	309,3	.01%	
Fe	248,3	.001%	
Si	251,7	.1%	

*) Seulement les résultats pour Co, Cr, Cu, Zn, Pb, Ni, V, Na, K, Mg obtenus par absorption atomique ont été considérés pour nos travaux. Les résultats des autres éléments proviennent de la fluorescence-X.

Nous produisons ci-dessous des résultats de reproductibilité d'échantillon par l'analyse d'absorption atomique pour les deux différentes méthodes utilisées.

TABLEAU 23 • Essais de reproductibilité pour un échantillon par la méthode A d'absorption atomique.

Echan- tillon	% Na ₂ O	% K ₂ O	% MgO	% TiO ₂	% CaO	% MnO	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃ ^T	% SiO ₂	ppm Ni
35-80	0.16	0	26.69	0.62	3.89	0.24	4.36	19.98	40.43	1030
" "	0.11	0.02	26.45	0.57	3.75	0.22	3.97	18.41	41.72	1060
" "	0.11	0	24.46	0.52	3.61	0.20	3.40	17.33	41.07	980
" "	0.11	0.02	25.62	0.52	3.72	0.21	3.40	18.04	40.22	1020
" "	0.13	0	27.85	0.48	3.92	0.22	3.59	18.75	41.07	1030
" "	0.13	0	24.79	0.52	3.47	0.20	3.40	17.15	36.58	940
" "	0.11	0.02	26.20	0.55	3.69	0.22	3.78	17.95	33.16	970
" "	0.16	0	26.20	0.57	3.92	0.21	3.78	17.64	29.74	1010
" "	0.13	0	26.86	0.57	3.81	0.23	3.97	18.50	31.02	1030
" "	0.43	0.02	25.45	0.58	3.53	0.21	3.59	17.33	25.24	960
" "	0.19	0	25.04	0.52	3.55	0.21	3.59	17.27	22.25	990
" "	0.19	0.02	27.36	0.60	3.90	0.22	3.78	18.84	20.54	970
" "	0.16	0	26.36	0.55	3.59	0.22	3.59	18.30	17.11	990
" "	0.11	0.02	26.61	0.55	3.78	0.22	3.78	18.55	19.25	1040
" "	0.35	0	24.46	0.51	3.59	0.20	3.59	16.95	42.36	940
" "	0.35	0	26.86	0.47	3.97	0.22	3.97	18.58	42.79	1020
" "	0.19	0	28.27	0.53	3.78	0.23	3.78	19.18	43.21	1070
" "	0.16	0	25.12	0.50	3.40	0.21	3.40	17.41	38.72	960
" "	0.08	0.02	26.20	0.55	3.59	0.22	3.59	17.98	39.36	1010
" "	0.13	0.02	27.85	0.60	4.16	0.23	4.16	19.30	41.07	1070
" "	0.13	0.02	25.04	0.52	3.40	0.21	3.40	17.18	38.29	1010
" "	0.08	0.02	28.27	0.53	3.97	0.23	3.97	19.56	44.71	1090
Déviati Standard	0.09	0.02	1.18	0.04	0.20	0.01	0.26	0.78	8.78	42.57
Moyenne	0.17	0.01	26.27	0.54	3.73	0.22	3.72	18.14	34.40	1008
Erreur Relative	0.52	2	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04

TABLEAU 24-Essais de reproductibilité pour un échantillon par la
méthode B d'absorption atomique.

Echantillon	ppm Cu	ppm Zu	ppm Pb	ppm Cr	ppm Co	ppm V
35 - 80	34	29	9	1520	54	124
" "	34	30	9	1580	60	124
35 - 40	21	37	8	2300	61	132
" "	21	44	9	2300	66	140
" "	20	42	9	2300	61	128
" "	21	40	10	2300	65	137
" "	21	42	10	2300	67	145
" "	21	41	6	2300	68	143
" "	21	41	6	2300	66	140
Déviati on Standard	0.38	2.16	1.70	0	2.79	6.04
Moyenne	21	41	8	2300	65	138
Erreur Relative	0.02	0.05	0.20	0	0.04	0.04

ANNEXE 6

RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES
PAR UNITE LITHOLOGIQUE ET
CALCUL DE NORME CORRESPONDANT

A - Valeurs non-normalisées.

B - Valeurs normalisées et calcul de norme.

ECHAN- TILLON # ROCHE	34-30 ●1 QFB*	34-38 ◇A QFB*	34-56 ●2 QFB*	34-122 ●3 QFB*	34-143 ●4 QFB*	36-38 ■5 QFB*	36-73 ■6 QFB*	36-96 ■7 QFB*	36-116 ■8 QFB*
--------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	47.90	48.25	46.20	48.30	48.60	48.02	46.39	47.48	47.22
TiO ₂	0.55	0.44	0.36	0.28	0.36	0.37	0.51	0.42	0.50
Al ₂ O ₃	29.15	27.80	23.28	29.36	25.97	25.90	22.85	21.48	24.40
Fe(T)	4.82	--	5.10	2.80	4.96	3.19	4.82	3.97	4.39
Fe ₂ O ₃	--	1.58	--	--	--	--	--	--	--
FeO	--	1.09	--	--	--	--	--	--	--
MnO	0.04	0.00	0.07	0.02	0.04	0.02	0.05	0.04	0.05
MgO	1.46	1.26	1.65	0.76	1.49	1.53	2.82	1.82	1.91
CaO	11.50	12.70	13.23	13.74	14.64	12.60	12.65	13.20	13.88
Na ₂ O	3.56	3.33	3.50	4.18	3.26	3.85	3.10	5.04	3.48
K ₂ O	0.96	0.76	1.13	0.72	0.58	2.24	3.18	1.08	1.59
TOTAL	99.94	97.21	94.52	100.16	99.89	97.72	96.37	94.53	97.42
PAF %	1.36	1.85	1.73	1.30	1.06	1.65	1.26	1.39	2.03

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	37	--	9	4	5	2	3	6	9
Zn	17	--	27	8	13	15	25	16	17
Pb	4	--	4	6	5	4	4	4	7
Ni	150	--	180	180	40	220	260	200	230
V	30	--	26	13	18	12	20	19	28
Cr	4	--	3	3	5	4	5	6	14
Co	21	--	22	14	16	16	17	18	21

ECHAN- 36-135 80-23 80-34
 TILLON
 # ■ 9 □ 10 □ 11
 ROCHE QFB* QFB* QFB*

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	46.26	46.70	45.80	47.34	0.90
TiO ₂	0.43	0.30	0.52	0.43	0.008
Al ₂ O ₃	25.14	30.07	26.72	26.74	4.94
Fe(T)	5.36	3.72	5.95	4.44	0.94
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--
FeO	--	--	--	--	--
MnO	0.06	0.03	0.07	0.04	0.0004
MgO	1.59	1.09	3.31	1.72	0.55
CaO	13.08	12.10	10.91	12.78	1.13
Na ₂ O	3.56	2.43	3.26	3.40	0.19
K ₂ O	2.22	3.35	0.01	1.56	1.18
TOTAL	97.42	99.79	96.55	98.45	--
PAF %	1.94	2.20	1.38	1.60	0.13

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	15	1	28	12	145.80
Zn	29	8	39	19	93.11
Pb	9	2	6	5	3.69
Ni	230	160	180	183	3755.5
V	26	8	49	23	137.55
Cr	3	2	5	5	11.11
Co	16	15	20	17	6.22

ECHAN- TILLON	34-201	34-388	35-153	35-172	35-196	35-203	77-01	77-08	77-21
#	●1	●2	▲3	▲4	▲5	▲6	◇A	◇B	◇C
ROCHE	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	62.64	62.05	67.06	67.02	68.29	59.81	72.00	68.50	59.25
TiO ₂	1.05	0.78	0.45	0.42	0.40	0.73	0.06	0.79	0.60
Al ₂ O ₃	15.46	17.44	16.15	16.22	16.08	16.93	15.00	15.50	17.10
Fe(T)	10.73	6.14	3.90	3.25	3.62	6.28	--	--	--
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--	--	0.88	1.52	2.25
FeO	--	--	--	--	--	--	0.50	3.48	2.95
MnO	0.39	0.09	0.08	0.06	0.06	0.13	0.01	0.06	0.07
MgO	2.79	3.56	1.16	1.41	1.41	2.90	0.32	1.30	2.70
CaO	2.70	4.62	3.05	3.29	3.20	3.77	2.25	1.90	6.20
Na ₂ O	2.87	4.12	5.04	5.50	5.23	4.34	6.08	2.70	4.40
K ₂ O	2.50	2.26	1.30	1.71	1.47	2.48	1.30	1.75	2.35
TOTAL	101.13	101.06	98.19	98.99	99.76	97.37	98.40	97.50	97.87
PAF %	0.26	1.43	0.89	0.22	0.63	0.41	0.84	2.61	1.87

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	34	3	29	9	18	41	4	55	25
Zn	149	80	91	52	56	81	66	87	95
Pb	7	7	4	3	3	6	2	1	2
Ni	280	210	230	180	200	230	7	47	52
V	131	80	66	52	59	113	13	34	56
Cr	28	20	23	19	22	49	--	--	--
Co	36	26	26	24	27	30	--	--	--

ECHAN- 80-47
 TILLON
 # □ 7
 ROCHE QFB

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	50.56	66.10	5.74
TiO ₂	0.87	0.51	0.02
Al ₂ O ₃	13.26	16.47	0.31
Fe(T)	8.68	4.23	1.27
Fe ₂ O ₃	--	--	--
FeO	--	--	--
MnO	0.73	0.07	0.0002
MgO	2.16	1.89	0.94
CaO	8.62	3.54	0.40
Na ₂ O	0.75	4.97	0.27
K ₂ O	0.34	1.68	0.13
TOTAL	95.97	99.46	--
PAF %	0.55	0.79	0.18

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	94	25	275.28
Zn	58	84	728.99
Pb	7	4	4.54
Ni	210	159	8648.39
V	90	67	1199.65
Cr	15	27	106.47
Co	49	28	15.47

ECHAN-	34-62	34-336	34-370	34-388	35-225	35-250	35-397	35-311	35-338
TILLON									
#	●1	●1'	●2	●3	▲4	▲5	▲6	▲7	▲8
ROCHE	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	51.64	47.94	51.08	62.05	53.05	50.30	55.79	51.42	52.40
TiO ₂	0.60	3.67	1.60	0.78	0.94	0.93	0.74	0.94	0.80
Al ₂ O ₃	16.24	12.94	14.96	17.44	16.48	16.02	16.78	16.48	15.80
Fe(T)	7.76	18.42	12.29	6.14	8.26	8.36	5.80	8.26	6.25
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FeO	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MnO	0.12	0.23	0.25	0.09	0.11	0.12	0.06	0.94	0.08
MgO	7.71	3.89	4.97	3.56	3.98	3.07	1.91	3.07	2.57
CaO	11.60	9.48	11.48	4.62	9.10	8.74	7.20	9.11	7.31
Na ₂ O	3.31	3.02	3.37	4.12	5.77	4.42	5.07	4.45	7.22
K ₂ O	0.36	0.67	0.60	2.26	2.19	1.95	1.88	2.31	1.57
TOTAL	99.34	100.26	100.60	101.06	100.15	93.91	95.23	96.15	94.00
PAF %	0.40	0.18	0.76	1.43	0.34	0.63	0.30	1.11	0.40

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	1	15	84	3	31	21	14	49	32
Zn	18	48	63	80	66	74	57	63	33
Pb	4	9	7	7	5	6	5	6	4
Ni	360	200	200	210	220	230	210	230	210
V	27	474	152	80	73	76	62	72	57
Cr	59	2	35	20	16	18	26	17	12
Co	20	39	33	26	24	24	20	25	22

ECHAN- TILLON # ROCHE	35-340 ▲9 QFB/H	77-02 ◇A QFB/H	77-07 ◇B QFB/H	77-11 ◇C QFB/H	77-22 ◇D QFB/H	MOYENNE	VARIANCE
--------------------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	---------	----------

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	55.38	60.00	58.60	66.00	57.00	54.10	14.73
TiO ₂	0.74	0.40	0.67	0.35	0.60	0.93	0.10
Al ₂ O ₃	16.83	11.50	16.70	16.25	17.70	16.40	0.56
Fe(T)	5.72	--	--	--	--	8.07	4.54
Fe ₂ O ₃	--	4.68	2.15	0.76	3.45	--	--
FeO	--	10.52	3.85	2.25	8.16	--	--
MnO	0.07	0.58	0.07	0.06	0.09	0.26	0.09
MgO	2.32	1.90	3.55	1.19	3.10	4.27	3.02
CaO	4.94	4.25	5.55	4.20	5.70	8.48	7.82
Na ₂ O	8.44	2.40	4.50	5.05	5.30	4.91	3.16
K ₂ O	1.81	1.63	1.75	1.90	1.90	1.59	0.64
TOTAL	96.25	97.50	97.38	98.01	98.59	99.01	--
PAF %	0.56	2.61	2.02	1.03	1.91	0.77	0.15

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	28	9	23	14	39	29	574.25
Zn	31	120	95	70	93	70	772.44
Pb	3	1	1	3	1	4	7.43
Ni	180	16	55	19	32	147	13008.
V	65	22	72	31	72	110	17870.
Cr	13	--	--	--	--	25	385.36
Co	20	--	--	--	--	28	46.96

ECHAN- TILLON #	34-183	34-207	35-133	35-162	36-48	36-114	36-198	36-224	77-09
ROCHE	● 1 QFH	● 1' QFH	▲ 2 QFH	▲ 3 QFH	■ 4 QFH	■ 5 QFH	■ 6 QFH	■ 7 QFH	◇ A QFH

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	48.10	43.45	48.32	45.68	48.93	47.16	44.10	44.43	49.50
TiO ₂	1.32	2.34	1.57	0.92	1.46	0.42	0.65	0.63	0.73
Al ₂ O ₃	14.53	12.27	12.90	12.27	13.96	11.31	12.64	10.81	9.40
Fe(T)	14.40	14.59	12.96	14.07	9.98	9.48	11.21	11.70	--
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--	--	--	--	1.70
FeO	--	--	--	--	--	--	--	--	7.68
MnO	0.29	0.30	0.20	0.24	0.13	0.19	0.27	0.31	0.17
MgO	5.89	5.30	8.04	12.73	10.86	19.65	15.29	16.61	11.70
CaO	13.03	11.46	11.76	12.86	11.14	11.05	13.52	12.83	14.40
Na ₂ O	1.97	1.54	3.77	1.89	3.23	1.75	1.94	1.78	1.50
K ₂ O	0.48	0.51	0.51	0.77	0.53	1.66	0.36	0.60	0.30
TOTAL	100.01	91.76	100.03	101.43	100.22	102.67	99.98	99.70	97.08
PAF %	1.09	1.15	1.28	0.58	1.10	2.11	0.25	1.33	2.05

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	7	49	5	1	134	34	1	18	34
Zn	30	43	23	35	31	38	35	35	100
Pb	5	6	4	5	5	8	7	5	1
Ni	260	230	280	360	430	790	570	450	140
V	101	136	71	63	44	44	84	66	180
Cr	38	50	49	290	107	560	570	310	--
Co	22	28	14	16	43	27	23	20	--

ECHAN- 77-16 35-127
 TILLON
 # ◇B ▲8
 ROCHE QFH QFH

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	50.85	47.30	46.59	3.74
TiO ₂	0.80	1.21	1.09	0.14
Al ₂ O ₃	13.50	11.31	12.85	1.43
Fe(T)	--	14.72	12.39	2.48
Fe ₂ O ₃	1.90	--	--	--
FeO	10.10	--	--	--
MnO	0.19	0.27	0.24	0.004
MgO	6.80	13.43	11.57	14.30
CaO	11.00	11.79	12.52	0.66
Na ₂ O	2.95	2.69	2.43	0.60
K ₂ O	0.65	0.41	0.54	0.02
TOTAL	98.74	103.13	100.22	--
PAF %	1.90	0.48	0.94	0.15

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	42	0	30	1744.43
Zn	97	25	48	856.19
Pb	1	6	4	3.86
Ni	45	470	316	25780.8
V	200	52	101	2893.61
Cr	--	110	210	25018.55
Co	--	15	23	90.00

ECHAN-	34-230	34-233	34-249	34-252	34-281	34-297	MOYENNE VARIANCE	
TILLON								
#	●1	●1	●2	●3	●4	●5		
ROCHE	SCM 34	SCM 34	SCM 34	SCM 34	SCM 34	SCM 34		

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	25.35	37.44	29.60	36.48	18.10	36.77	32.69	25.50
TiO ₂	2.34	1.22	1.67	0.53	1.38	1.29	1.63	0.20
Al ₂ O ₃	17.54	12.74	17.40	9.60	2.65	14.61	15.57	4.04
Fe(T)	12.75	11.81	13.35	15.58	39.41	12.40	12.58	0.31
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--	--	--	--
FeO	--	--	--	--	--	--	--	--
MnO	0.09	0.17	0.16	0.36	1.01	0.80	0.30	0.08
MgO	29.51	20.73	30.34	23.79	18.98	13.96	23.64	45.38
CaO	0.07	5.96	2.64	11.58	10.34	12.37	5.28	20.95
Na ₂ O	0.11	1.40	0.11	0.24	0.13	0.16	0.41	0.30
K ₂ O	0.01	4.48	0.01	0.01	0.01	0.01	1.13	3.75
TOTAL	87.87	95.95	95.28	98.17	91.91	92.37	92.86	--
PAF %	11.43	1.73	10.25	11.46	8.79	16.66	10.02	28.71

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	--	51	101	16	85	60	76	625
Zn	--	92	36	74	244	73	64	784
Pb	--	13	7	12	12	15	10	9
Ni	180	220	210	200	170	170	203	288.8
V	--	175	114	269	150	61	144	930.2
Cr	--	48	6	16	4	7	27	441
Co	--	19	24	6	13	12	21	6.25

ECHAN-	35-40	77-19	35-69	35-80	35-90	35-105	77-20	35-115	77-17
TILLON									
#	▲1	◇A	▲2	▲3	▲4	▲5	◇B	▲6	◇C
ROCHE	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	42.46	40.00	41.16	42.41	41.60	43.82	44.10	43.50	41.75
TiO ₂	0.62	0.44	0.52	0.57	0.60	0.68	0.56	0.77	0.55
Al ₂ O ₃	6.35	4.20	6.04	6.10	6.36	7.12	5.50	7.93	5.30
Fe(T)	16.16	--	16.29	16.49	16.11	15.78	--	15.92	--
Fe ₂ O ₃	--	6.55	--	--	--	--	5.90	--	4.95
FeO	--	10.65	--	--	--	--	9.50	--	11.55
MnO	0.24	0.21	0.26	0.27	0.29	0.29	0.21	0.31	0.26
MgO	29.35	27.70	27.69	26.20	24.54	24.21	21.00	23.79	23.00
CaO	3.68	2.10	4.72	6.35	7.42	9.18	7.90	8.16	5.30
Na ₂ O	0.40	0.01	0.38	0.16	0.40	0.27	0.28	0.24	0.12
K ₂ O	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.05
TOTAL	99.28	91.88	97.07	98.56	97.33	101.36	94.99	100.63	92.83
PAF %	6.39	8.98	9.70	9.18	7.98	5.46	5.70	5.51	7.65

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	20	29	31	34	23	35	38	36	48
Zn	42	150	35	29	30	42	140	47	170
Pb	9	1	9	9	10	9	1	8	1
Ni	1020	750	1060	1020	880	900	530	880	620
V	128	69	114	124	126	127	91	143	94
Cr	2300	--	1770	1550	1400	970	--	930	--
Co	61	--	65	57	46	50	--	48	--

ECHAN- 35-126 77-12 80-51 80-52
 TILLON
 # ▲ 7 ◇ D ▲ 8 ▲ 9
 ROCHE SCM 35 SCM 35 SCM 35 SCM 35

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	46.82	53.30	39.58	42.77	43.11	13.06
TiO ₂	0.78	0.09	0.51	0.68	0.65	0.008
Al ₂ O ₃	7.96	1.85	3.78	4.35	6.84	0.60
Fe(T)	14.26	--	16.26	16.12	15.86	0.47
Fe ₂ O ₃	--	3.91	--	--	--	--
FeO	--	8.99	--	--	--	--
MnO	0.23	0.22	0.24	0.28	0.27	0.001
MgO	18.73	22.00	25.78	23.63	24.93	9.88
CaO	11.20	5.80	5.25	7.96	7.24	5.73
Na ₂ O	1.59	0.27	0.11	0.16	0.49	0.21
K ₂ O	0.29	0.10	0.02	0.02	0.05	0.01
TOTAL	101.86	96.63	91.53	95.97	99.44	--
PAF %	1.94	3.48	10.48	7.36	6.59	6.06

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	122	27	49	27	43	829.5
Zn	29	140	30	25	87	3205.5
Pb	5	1	9	8	4	13.43
Ni	780	1000	1130	950	833	27933
V	76	44	102	135	99	969.52
Cr	580	--	1820	1340	1266	364184
Co	39	--	74	46	51	58

ECHAN-	36-138	36-142	36-146	36-148	36-153	36-155	36-158	36-172	36-176
TILLON									
#	■ 1	■ 2	■ 3	■ 4	■ 5	■ 6	■ 7	■ 8	■ 9
ROCHE	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	36.70	27.96	32.56	27.71	31.71	23.16	30.89	19.67	19.74
TiO ₂	1.40	0.64	1.62	1.43	2.69	1.31	1.68	3.10	3.37
Al ₂ O ₃	16.46	8.81	9.72	8.56	19.51	9.18	8.82	28.20	28.32
Fe(T)	10.78	15.46	15.94	19.38	8.12	23.14	9.90	11.99	12.03
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FeO	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MnO	0.10	0.19	0.14	0.21	0.18	0.20	0.31	0.15	0.19
MgO	26.78	23.71	29.26	27.27	31.92	22.22	28.02	25.20	27.27
CaO	3.96	13.30	6.62	9.82	1.59	9.00	11.41	6.76	4.81
Na ₂ O	0.38	0.30	0.38	0.16	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08
K ₂ O	2.79	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
TOTAL	99.35	90.39	96.27	94.56	95.85	88.30	91.12	95.17	95.82
PAF %	7.22	13.70	8.18	11.84	10.94	11.41	18.23	11.94	10.65

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	35	270	24	5	1	3	5	6	1
Zn	105	21	47	56	20	51	23	10	15
Pb	16	14	10	14	10	14	14	13	12
Ni	250	240	530	450	390	430	400	490	500
V	273	86	3940	3990	544	4160	789	570	590
Cr	36	6	124	26	40	12	8	11	12
Co	15	43	24	27	10	32	22	15	10

ECHAN-	36-182	36-186	36-203	36-207	36-230	80-73	MOYENNE	VARIANCE
TILLON								
#	■ 10	■ 11	■ 12	■ 13	■ 14	□ 15		
ROCHE	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36		

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	31.37	34.98	31.22	29.71	42.96	46.14	36.80	14.81
TiO ₂	1.93	1.15	2.17	1.34	0.71	0.64	1.22	0.11
Al ₂ O ₃	19.41	15.40	20.15	7.87	9.89	3.02	12.87	9.52
Fe(T)	10.02	13.03	9.68	10.49	10.35	12.60	12.52	4.92
Fe ₂ O ₃	--	--	--	--	--	--	--	--
FeO	--	--	--	--	--	--	--	--
MnO	0.13	0.14	0.23	0.25	0.20	0.19	0.14	0.001
MgO	28.77	31.67	29.26	32.83	28.52	25.12	29.06	3.08
CaO	1.37	2.72	0.95	9.00	8.63	11.88	5.48	5.29
Na ₂ O	0.11	0.11	0.08	0.72	0.19	0.40	0.26	0.01
K ₂ O	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.07	0.71	1.44
TOTAL	93.13	99.22	93.76	92.23	101.46	100.06	99.06	--
PAF %	12.70	11.03	11.52	13.78	7.33	2.61	8.44	2.37

ELEMENTS MINEURS - ppm

Cu	4	79	1	5	22	19	31	670.16
Zn	25	40	31	45	46	30	53	700.2
Pb	12	11	8	12	6	--	10	15.44
Ni	360	210	420	410	260	1320	312	16118
V	133	243	496	1048	162	110	946	224494
Cr	25	11	24	9	14	980	46	2108
Co	13	12	12	22	17	51	23	214.8

ECHAN- TILLON # ROCHE	34-30 ●1 QFB*	34-38 ◇A QFB*	34-56 ●2 QFB*	34-122 ●3 QFB*	34-143 ●4 QFB*	36-38 ■5 QFB*	36-73 ■6 QFB*	36-93 ■7 QFB*	36-116 ■8 QFB*
--------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	47.93	49.63	48.88	48.22	48.66	49.14	48.14	50.23	48.47
TiO ₂	0.55	0.45	0.38	0.28	0.36	0.38	0.52	0.44	0.51
Al ₂ O ₃	29.17	28.60	24.63	29.31	26.00	26.50	23.71	22.72	25.05
Fe(T)	4.82	-- --	5.40	2.80	4.96	3.26	5.00	4.20	4.51
Fe ₂ O ₃	-- --	1.63	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	1.12	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.04	0.01	0.07	0.02	0.04	0.02	0.05	0.04	0.05
MgO	1.46	1.30	1.74	0.76	1.49	1.57	2.93	1.93	1.96
CaO	11.51	13.06	13.99	13.71	14.64	12.89	13.13	13.96	14.25
Na ₂ O	3.56	3.42	3.70	4.18	3.26	3.94	3.22	5.33	3.56
K ₂ O	0.96	0.78	1.20	0.72	0.58	2.29	3.30	1.14	1.63
TOTAL	100.00	99.99	99.99	100.00	99.99	99.99	100.00	99.99	99.99
PAF	1.36	1.85	1.73	1.30	1.06	1.65	1.26	1.39	2.03

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	5.67	4.61	7.09	4.25	3.43	13.53	19.50	6.74	9.63
An	57.10	60.38	47.05	59.09	54.60	13.53	19.50	6.74	47.56
Ab	24.30	25.17	16.70	19.15	19.70	13.50	2.28	20.80	13.28
Ne	3.16	2.04	7.91	8.78	4.27	10.75	13.53	13.17	9.12
Le	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C	1.35	0.00	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	1.00	1.54	0.54	2.07	0.00	7.56	2.50
Di	0.00	3.43	9.35	4.08	8.00	8.43	15.23	10.37	10.53
He	0.00	0.00	7.08	0.00	5.77	0.26	4.53	2.78	3.23
En	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fo	2.55	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
Fa	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Cs	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mt	2.97	2.34	2.73	2.21	2.70	2.73	2.93	2.81	2.91
Hm	--	0.02	--	-26	--	--	--	--	--
Il	1.04	0.85	0.72	0.53	0.68	0.72	0.99	0.84	0.97

ECHAN- 36-135 80-23 80-34
 TILLON
 # ■ 9 □ 10 □ 11
 ROCHE QFB* QFB* QFB*

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	47.35	46.79	47.44	48.18	0.66
TiO ₂	0.44	0.30	0.54	0.43	0.009
Al ₂ O ₃	25.73	30.13	27.67	27.17	4.00
Fe(T)	5.49	3.73	6.16	4.52	1.03
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.06	0.03	0.07	0.04	0.003
MgO	1.63	1.09	3.43	1.76	0.61
CaO	13.39	12.12	11.30	13.00	1.08
Na ₂ O	3.64	2.44	3.38	3.46	0.19
K ₂ O	2.27	3.36	0.01	1.59	1.23
TOTAL	100.00	99.99	100.00	100.15	-- --
PAF	1.94	2.20	1.38	1.60	-- --

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	0.00	0.00
Or	13.41	19.86	0.06
An	47.16	60.13	56.06
Ab	6.51	4.65	28.55
Ne	13.16	8.67	0.03
Le	--	--	--
Kp	--	--	--
C	0.00	0.44	1.55
Wo	0.14	0.00	0.00
Di	8.76	0.00	0.00
He	6.86	0.00	0.00
En	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00
Fo	0.00	1.90	5.99
Fa	0.00	0.97	3.37
Cs	--	--	--
Mt	2.81	2.61	2.96
Hm	--	--	--
Il	0.84	0.57	1.03

ECHAN- TILLON #	34-201	34-388	35-153	35-172	35-196	35-203	77-01	77-08	77-21
	●1	●2	▲3	▲4	▲5	▲6	◇A	◇B	◇C
ROCHE	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB	QFB

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	61.87	61.40	68.30	67.78	68.45	61.42	73.18	70.26	60.54
TiO ₂	1.05	0.77	0.46	0.42	0.40	0.75	0.06	0.81	0.61
Al ₂ O ₃	15.27	17.26	16.45	16.40	16.12	17.39	15.24	15.90	17.47
Fe(T)	10.60	6.08	3.97	3.29	3.63	6.45	-- --	-- --	-- --
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	0.89	1.56	2.30
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	0.51	3.57	3.01
MnO	0.39	0.09	0.08	0.06	0.06	0.13	0.01	0.06	0.07
MgO	2.79	3.52	1.18	1.42	1.41	2.98	0.32	1.33	2.76
CaO	2.67	4.57	3.11	3.33	3.21	3.87	2.29	1.95	6.33
Na ₂ O	2.87	4.08	5.13	5.56	5.24	4.46	6.18	2.77	4.50
K ₂ O	2.50	2.24	1.32	1.73	1.47	2.55	1.32	1.79	2.40
TOTAL	100.01	100.01	100.00	100.01	99.98	100.00	100.00	100.00	99.99
PAF	0.26	1.43	0.89	0.22	0.63	0.41	0.84	2.61	1.87

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	21.09	12.66	23.10	18.84	21.64	11.13	27.05	39.30	8.63
Or	14.77	13.24	7.80	10.22	8.69	15.07	7.80	10.58	14.18
An	13.25	22.17	15.43	14.68	15.92	19.20	9.94	9.67	20.38
Ab	24.29	34.52	43.41	47.05	44.34	37.74	52.29	23.44	38.08
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Le	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C	2.99	0.00	0.93	0.00	0.07	0.26	0.00	5.86	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	0.00	0.31	0.00	0.83	0.00	0.00	0.99	0.00	6.58
He	0.00	0.10	0.00	0.69	0.00	0.00	0.13	0.00	2.29
En	6.95	8.62	2.94	3.15	3.51	7.42	0.34	3.31	3.82
Fe	10.18	3.26	4.14	2.99	3.80	4.08	0.05	4.04	1.53
Fo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mt	3.70	3.29	1.06	0.88	0.97	3.26	1.29	2.26	3.33
Hm	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Il	1.99	1.46	0.87	0.80	0.76	1.42	0.11	1.54	1.16

ECHAN- 80-47
TILLON
□ 7
ROCHE QFB

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	52.68	65.91	19.23
TiO ₂	0.91	0.59	0.08
Al ₂ O ₃	13.82	16.39	0.65
Fe(T)	19.46	5.67	6.30
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	-- --	-- --
MnO	0.76	0.10	0.01
MgO	2.25	1.97	1.01
CaO	8.98	3.48	1.57
Na ₂ O	0.78	4.53	1.19
K ₂ O	0.35	1.92	0.23
TOTAL	99.99	100.56	-- --
PAF	0.55	0.82	0.34

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	14.78
Or	2.07
An	33.17
Ab	6.60
Ne	0.00
Le	--
Kp	--
C	0.00
Wo	0.00
Di	1.95
He	7.91
En	4.70
Fe	21.88
Fo	0.00
Fa	0.00
Cs	--
Mt	3.50
Hm	--
Il	1.73

ECHAN- TILLON #	34-62	34-336	34-370	34-388	35-225	35-250	35-297	35-311	35-338
	● 1	● 1'	● 2	● 3	▲ 4	▲ 5	▲ 6	▲ 7	▲ 8
ROCHE	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	51.98	47.82	50.78	61.40	52.94	53.56	58.58	53.48	55.74
TiO ₂	0.60	3.66	1.59	0.77	0.94	0.99	0.78	0.98	0.85
Al ₂ O ₃	16.35	12.91	14.87	17.26	16.75	17.06	17.62	17.14	16.81
Fe(T)	7.81	19.37	12.22	6.08	8.25	8.90	6.09	8.59	6.65
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.12	0.23	0.25	0.09	0.11	0.13	0.06	0.11	0.09
MgO	7.76	3.88	4.94	3.52	3.97	3.27	2.01	3.19	2.73
CaO	11.68	9.45	11.41	4.57	9.09	9.30	7.56	9.47	7.78
Na ₂ O	3.33	3.01	3.34	4.08	5.76	4.71	5.32	4.63	6.68
K ₂ O	0.36	0.67	0.60	2.24	2.19	2.08	1.97	2.40	1.67
TOTAL	99.99	100.00	100.01	100.01	100.02	100.00	99.99	99.99	100.00
PAF	0.40	0.18	0.76	1.43	0.34	0.63	0.30	1.11	0.40

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	2.14	0.00	12.66	0.00	0.00	3.56	0.00	0.00
Or	2.13	3.96	3.55	13.24	12.94	12.29	11.64	14.18	9.87
An	28.60	19.74	23.81	22.17	13.88	19.26	18.38	18.90	6.46
Ab	28.16	25.47	28.26	34.52	28.88	33.56	45.02	30.92	41.18
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	11.08	3.41	0.00	4.47	12.90
Le	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09
Di	17.94	10.89	15.55	0.31	16.68	12.55	9.98	13.37	14.67
He	5.61	11.73	11.43	0.10	9.17	9.59	5.62	9.73	7.38
En	5.28	4.62	4.29	8.62	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00
Fe	1.89	5.70	3.61	3.26	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00
Fo	4.01	0.00	0.57	0.00	1.51	1.63	0.00	1.22	0.00
Fa	1.59	0.00	0.53	0.00	1.05	1.58	0.00	1.13	0.00
Cs	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mt	3.05	7.48	4.48	3.29	3.54	3.61	3.31	3.60	3.41
Hm	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Il	1.14	6.95	3.02	1.46	1.79	1.88	1.48	1.86	1.61

ECHAN-	35-340	77-02	77-07	77-11	77-22	MOYENNE VARIANCE	
TILLON							
#	▲ 9	◇ A	◇ B	◇ C	◇ D		
ROCHE	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H	QFB/H		

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	57.54	61.31	60.25	67.34	57.82	55.99	33.89
TiO ₂	0.77	0.41	0.68	0.36	0.61	1.09	0.95
Al ₂ O ₃	17.49	11.75	17.18	16.58	17.95	15.72	3.97
Fe(T)	5.94	-- --	-- --	-- --	-- --	11.05	15.87
Fe ₂ O ₃	-- --	4.78	2.21	0.78	2.24	-- --	-- --
FeO	-- --	10.75	3.94	2.30	5.06	-- --	-- --
MnO	0.07	0.59	0.07	0.06	0.09	0.18	0.02
MgO	2.41	1.94	3.64	1.21	3.14	3.74	0.53
CaO	5.13	4.35	5.65	4.28	5.78	7.90	7.57
Na ₂ O	8.77	2.45	4.60	5.15	4.38	4.18	1.23
K ₂ O	1.88	1.66	1.78	1.94	1.93	1.50	0.51
TOTAL	100.00	99.99	100.00	100.00	100.00	101.35	-- --
PAF	0.56	2.86	2.02	1.03	1.92	1.18	0 73

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	22.28	8.12	18.62	1.13
Or	11.11	9.81	10.57	11.46	11.40
An	2.80	16.16	20.71	16.39	19.13
Ab	48.67	20.73	41.37	43.58	45.52
Ne	13.84	0.00	0.00	0.00	0.00
Le	--	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--	--
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	12.72	1.19	2.36	2.11	4.52
He	5.63	3.47	2.35	1.89	3.33
En	0.00	4.28	8.25	2.03	5.72
Fe	0.00	14.36	2.98	2.09	4.83
Fo	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Fa	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs	--	--	--	--	--
Mt	3.29	6.93	2.29	1.13	3.25
Hm	--	--	--	--	--
Il	1.46	0.78	0.95	0.68	1.16

ECHAN-	34-183	34-207	35-133	35-162	36-48	36-114	36-198	36-224	77-09
TILLON									
#	● 1	● 1'	▲ 2	▲ 3	■ 4	■ 5	■ 6	■ 7	◇ A
ROCHE	QFH	QFH	QFH	QFH	QFH	QFH	QFH	QFH	QFH

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	48.09	47.35	48.30	45.38	48.82	45.93	44.11	44.56	50.99
TiO ₂	1.32	2.55	1.57	0.91	1.46	0.41	0.65	0.63	0.75
Al ₂ O ₃	14.53	13.37	12.90	12.19	13.93	11.01	12.64	10.84	09.68
Fe(T)	14.40	15.90	12.95	13.98	9.96	9.23	11.21	11.74	-- --
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	1.75
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	7.91
MnO	0.29	0.33	0.20	0.24	0.13	0.19	0.28	0.31	0.18
MgO	5.89	5.77	8.04	12.65	10.86	19.14	15.29	16.66	12 05
CaO	13.03	12.49	11.76	12.77	11.11	10.76	13.52	12.87	14 83
Na ₂ O	1.97	1.68	3.77	1.87	3.22	1.70	1.94	1.79	1.54
K ₂ O	0.48	0.56	0.51	0.77	0.53	1.62	0.36	0.60	0.31
TOTAL	100.00	100.00	100.00	99.99	100.02	99.99	100.00	100.00	99.99
PAF	1.09	1.15	1.28	0.58	1.10	2.11	0.25	1.33	2.05

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	2.84	3.31	3.01	0.00	3.13	9.57	2.13	3.55	1.83
An	29.39	27.29	16.77	24.87	21.99	17.63	24.72	19.77	18.58
Ab	16.67	14.22	21.17	11.91	23.22	1.43	0.66	0.98	13.03
Ne	0.00	0.00	5.81	2.12	2.18	7.02	8.54	7.67	0.00
Le	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	15.36	16.17	22.48	21.58	21.57	23.94	26.32	27.44	32.71
He	13.84	12.40	11.32	9.59	4.83	4.46	7.62	7.87	11.57
En	5.31	6.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.31
Fe	5.49	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.37
Fo	1.57	0.00	6.73	15.07	11.95	25.63	18.13	20.16	4.59
Fa	1.79	0.00	4.28	8.47	3.38	6.04	6.63	7.31	2.05
Cs	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mt	4.09	5.87	4.45	3.50	4.29	2.77	3.12	3.09	2.54
Hm	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Il	2.51	4.84	2.95	1.73	2.77	0.78	1.23	1.20	1.42

ECHAN- 77-16 35-127
TILLON

MOYENNE VARIANCE

◇ B ▲ 8
ROCHE QFH QFH

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	51.50	45.86	47.72	6.89
TiO ₂	0.81	1.17	1.01	0.12
Al ₂ O ₃	13.67	10.97	12.55	2.31
Fe(T)	-- --	14.27	12.37	2.43
Fe ₂ O ₃	1.92	-- --	-- --	-- --
FeO	10.23	-- --	-- --	-- --
MnO	0.18	0.27	0.23	0.003
MgO	6.89	13.02	11.04	13.25
CaO	11.14	11.43	12.63	1.39
Na ₂ O	2.99	2.60	2.39	0.59
K ₂ O	0.66	0.40	0.53	0.02
TOTAL	99.99	99.99	100.47	-- --
PAF	1.90	0.48	1.20	0.32

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0,00	0.00
Or	3.90	2.36
An	21.93	17.08
Ab	25.30	12.73
Ne	--	5.02
Le	--	--
Kp	--	--
C	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00
Di	15.09	22.61
He	12.43	9.44
En	4.83	0.00
Fe	4.56	0.00
Fo	3.74	15.38
Fa	3.89	8.12
Cs	--	--
Mt	2.78	3.87
Hm	--	--
Il	1.54	2.22

ECHAN- TILLON	34-230	34-233	34-249	34-252	34-281	34-297	MOYENNE	VARIANCE
#	●1	●1'	●2	●3	●4	●5		
ROCHE	SCM34	SCM34	SCM34	SCM34	SCM34	SCM34		

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	28.36	39.02	31.07	37.16	19.69	39.81	32.98	19.03
TiO ₂	2.34	1.27	1.75	0.54	1.50	1.40	1.79	0.19
Al ₂ O ₃	19.96	13.28	18.26	9.78	2.83	5.82	17.16	8.03
Fe(T)	14.51	12.31	14.01	15.87	42.77	13.42	13.61	0.89
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.10	0.18	0.17	0.37	1.10	0.87	0.15	0.001
MgO	33.58	21.60	31.84	24.23	20.65	15.11	29.01	27.93
CaO	0.19	6.21	2.77	11.80	11.25	13.40	3.06	6.08
Na ₂ O	0.12	1.46	0.12	0.24	0.14	0.17	0.57	0.40
K ₂ O	0.01	4.67	0.01	0.01	0.01	0.01	1.56	4.82
TOTAL	99.67	100.00	100.00	100.01	99.94	100.02	99.89	-- --
PAF	11.43	1.73	10.25	11.46	8.79	16.66	7.80	18.67

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
An	0.94	15.89	13.74	25.58	7.06	42.37
Ab	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ne	0.00	6.69	0.55	1.10	0.64	0.78
Le	--	10.87	6.14	2.75	67.55	0.05
Kp	--	7.80	4.48	2.02	48.99	--
C	19.41	0.00	13.02	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.28
He	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.73
En	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fo	58.10	37.70	55.57	42.29	36.04	22.71
Fa	8.25	9.04	9.67	16.19	48.49	9.50
Cs	--	4.62	--	10.20	15.09	1.68
Mt	5.57	4.02	4.71	2.96	4.36	4.21
Hm	--	--	--	--	--	--
Il	4.44	2.41	3.32	1.03	2.85	2.66

ECHAN- TILLON	35-40	77-19	35-69	35-80	35-90	35-105	77-20	35-115	77-17
#	▲1	◇A	▲2	▲3	▲4	▲5	◇B	▲6	◇C
ROCHE	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35	SCM 35

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	42.77	43.54	43.40	43.03	43.74	43.23	46.42	43.23	44.97
TiO ₂	0.62	0.48	0.54	0.58	0.62	0.67	0.59	0.77	0.59
Al ₂ O ₃	6.40	4.57	6.22	6.19	6.53	7.02	5.79	7.88	5.71
Fe(T)	16.28	-- --	16.78	16.73	16.55	15.57	-- --	15.82	-- --
Fe ₂ O ₃	-- --	7.13	-- --	-- --	-- --	-- --	6.21	-- --	5.33
FeO	-- --	11.59	-- --	-- --	-- --	-- --	10.00	-- --	12.44
MnO	0.24	0.23	0.27	0.27	0.30	0.29	0.22	0.31	0.28
MgO	29.56	30.15	28.52	26.58	25.21	23.89	22.11	23.64	24.78
CaO	3.71	2.28	4.86	6.44	7.62	9.06	8.32	8.11	5.71
Na ₂ O	0.40	0.01	0.39	0.16	0.41	0.27	0.29	0.24	0.13
K ₂ O	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.05
TOTAL	100.00	100.00	99.99	99.99	99.99	100.01	99.99	100.01	99.99
PAF	6.39	8.98	9.70	9.18	7.98	5.46	5.70	5.51	7.65

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.12	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06	0.24	0.06	0.30
An	15.61	11.31	15.19	16.14	15.95	17.91	14.38	20.39	14.85
Ab	3.38	0.08	3.30	1.35	3.47	2.28	2.45	2.03	1.10
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Le	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	1.79	0.00	5.60	9.82	13.48	16.79	17.82	12.28	8.59
He	0.45	0.00	1.53	2.85	4.05	4.87	3.57	3.61	2.18
En	16.17	36.62	11.64	13.71	6.98	7.52	29.28	11.79	29.21
Fe	4.63	7.33	3.65	4.56	2.40	2.50	6.73	3.97	8.51
Fo	39.68	26.96	39.80	33.59	34.73	30.97	12.28	29.01	19.99
Fa	12.51	5.95	13.75	12.32	13.18	11.34	3.11	10.76	6.42
Cs	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mt	3.08	10.34	2.96	3.02	3.08	3.15	9.00	3.29	7.73
Hm	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Il	1.18	0.91	1.03	1.10	1.18	1.27	1.12	1.46	1.12

ECHAN- 35-126 77-12 80-51 80-52
 TILLON
 # ▲ 7 ◇ D ▲ 8 ▲ 9
 ROCHE SCM 35 SCM 35 SCM 35 SCM 35

MOYENNE VARIANCE

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	45.97	55.16	43.24	44.57	45.37	13.58
TiO ₂	0.76	0.20	0.56	0.71	0.58	0.02
Al ₂ O ₃	7.81	1.91	4.13	4.53	5.92	2.99
Fe(T)	14.00	-- --	17.76	16.80	15.68	0.86
Fe ₂ O ₃	-- --	4.05	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	9.30	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.23	0.23	0.26	0.29	0.26	0.001
MgO	18.39	22.77	28.16	24.62	24.65	12.10
CaO	11.00	6.00	5.73	8.29	6.74	6.52
Na ₂ O	1.56	0.28	0.12	0.17	0.37	0.19
K ₂ O	0.28	0.10	0.02	0.02	0.06	0.01
TOTAL	100.00	100.00	99.98	100.00	99.63	-- --
PAF	1.94	3.48	10.48	7.36	6.03	5.03

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	5.69	0.00	0.00
Or	1.65	0.59	0.12	0.12
An	13.48	3.66	10.67	11.54
Ab	11.42	2.37	1.02	1.44
Ne	0.97	0.00	0.00	0.00
Le	--	--	--	--
Kp	--	--	--	--
C	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	25.04	17.14	10.98	18.16
He	7.96	3.64	3.25	5.59
En	--	48.76	15.14	14.91
Fe	--	11.89	5.14	5.26
Fo	23.96	--	34.97	26.62
Fa	9.63	--	13.07	10.36
Cs	--	--	--	--
Mt	3.28	5.87	2.99	3.21
Hm	--	--	--	--
Il	1.44	0.38	1.06	1.35

ECHAN-	36-138	26-142	36-146	36-148	36-153	36-155	36-158	36-172	36-176
TILLON									
#	■ 1	■ 2	■ 3	■ 4	■ 5	■ 6	■ 7	■ 8	■ 9
ROCHE	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	36.94	30.93	33.82	29.31	33.08	26.23	33.90	20.67	20.60
TiO ₂	1.41	0.71	1.69	1.51	2.81	1.48	1.84	3.26	3.52
Al ₂ O ₃	16.57	9.75	110.10	9.05	20.35	10.40	9.68	29.63	29.56
Fe(T)	10.85	17.10	16.56	20.49	8.47	26.21	10.86	12.59	12.55
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.10	0.21	0.15	0.22	0.19	0.23	0.34	0.16	0.20
MgO	29.96	26.23	30.39	28.84	33.30	25.16	30.75	26.48	28.46
CaO	3.98	14.71	6.88	10.38	1.66	10.19	12.52	7.10	5.02
Na ₂ O	0.38	0.33	0.39	0.17	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08
K ₂ O	2.81	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
TOTAL	100.00	99.99	99.99	100.39	99.99	100.00	99.99	100.00	100.01
PAF	7.22	13.70	8.18	11.84	10.94	11.41	18.23	11.94	10 65

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
An	19.74	25.06	25.78	23.87	8.24	27.94	25.98	35.22	24.90
Ab	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ne	1.74	1.51	1.79	0.78	0.00	0.41	0.41	0.37	0.37
Le	7.43	-37.38	-9.95	-41.29	--	-54.26	-21.72	-55.76	-44.26
Kp	4.05	27.16	14.49	29.99	--	39.36	15.77	40.48	32.11
C	5.67	0.00	0.00	0.00	17.13	0.00	0.00	16.57	20.29
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
He	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
En	0.00	0.00	0.00	0.00	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fo	47.05	45.78	53.04	53.04	48.77	43.91	53.67	46.21	49.67
Fa	6.62	16.98	13.08	18.77	0.00	26.18	5.60	3.03	2.20
Cs	--	14.83	2.59	8.55	--	7.00	11.19	--	--
Mt	4.22	3.21	4.63	4.37	4.54	4.33	4.84	6.90	7.28
Hm	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Il	2.68	1.35	3.21	2.87	5.34	2.81	3.49	6.19	6.69

ECHAN- TILLON	36-182	36-186	36-203	36-207	36-230	80-73	MOYENNE VARIANCE	
#	■ 10	■ 11	■ 12	■ 13	■ 14	□ 15		
ROCHE	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36	SCM 36		

ELEMENTS MAJEURS - % POIDS

SiO ₂	33.68	35.26	33.30	32.21	42.34	46.11	38.89	21.34
TiO ₂	2.07	1.16	2.17	1.45	0.70	0.64	1.12	0.16
Al ₂ O ₃	20.84	15.52	21.49	8.53	9.75	3.02	10.99	23.50
Fe(T)	10.76	13.13	10.32	11.37	10.20	12.59	12.66	4.95
Fe ₂ O ₃	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
FeO	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --
MnO	0.14	0.14	0.25	0.27	0.20	0.19	0.15	0.001
MgO	30.89	31.92	31.22	35.60	28.11	25.10	28.50	5.87
CaO	1.47	2.74	1.01	9.76	8.50	11.87	6.79	10.61
Na ₂ O	0.12	0.11	0.08	0.78	0.19	0.40	0.29	0.01
K ₂ O	0.02	1.16	2.17	1.45	0.01	0.07	0.81	1.19
TOTAL	99.99	100.00	99.86	99.99	99.99	99.99	100.20	-- --
PAF	12.70	11.03	11.52	13.78	7.33	2.61	7.27	7.34

MINERAUX NORMATIFS (NORME C.I.P.W.) - % Equivalents cationiques

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.12	0.12	0.12	0.00	0.06	19.86
An	7.29	13.59	5.01	19.71	25.72	10.17
Ab	1.02	0.93	0.68	0.00	1.61	14.89
Ne	0.00	0.00	0.00	3.58	0.00	0.00
Le	--	--	--	-35.07	--	--
Kp	--	--	--	25.48	--	--
C	17.95	10.34	19.50	0.00	0.00	0.00
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	0.00	0.00	0.00	0.00	11.48	34.73
He	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	7.16
En	17.14	5.40	19.87	0.00	4.17	4.79
Fe	1.29	0.91	1.24	0.00	0.63	1.13
Fo	41.90	5.193	40.57	62.13	42.41	29.17
Fa	3.46	9.68	2.78	7.40	7.09	7.61
Cs	--	--	--	8.89	--	--
Mt	5.18	3.86	5.32	4.28	3.19	3.11
Hm	--	--	--	--	--	--
Il	3.93	2.20	4.12	2.75	1.33	1.22

ANNEXE 7

SOMMAIRES DES SONDAGES 34, 35, 36.

LEGENDE POUR LES SOMMAIRES DES SONDAGES

A	-	anthophyllite
Ac	-	actinote - trémolite
B	-	biotite
C	-	chlorite
Ca	-	carbonate
Cm	-	cummingtonite
Cpy	-	chalcopyrite
E	-	épidote
G	-	grenat
H	-	hornblende
M	-	muscovite
Mt	-	magnétite
P	-	phlogopite
Pl	-	plagioclase
Po	-	pyrrhotite
Py	-	pyrite
Q	-	quartz
S	-	sericite
T	-	talc

SONDAGE 34-1

PROFONDEUR M	UNITE PIED	COULEUR	GRANULO- METRIE	TEXTURE	MINERA- LOGIE	MINERALISATION	COMMENTAIRES
0-1,8	0-6	sable					
1.8-45.7	6-150	QFB*, QFB/H	Blanc→gris Gris	fin-moyen moyen	mouchetée litée	Q,P1,B,G, P,E,M,S	Py en trace alternance de niveaux, G à partir de 20,4m
45.7-49.7	150-163	QFB,QFH	Gris vert	fin-moyen	litée	Q,P1,B,H, G,E	
49.7-51.5	163-169	SCM	Bleuté	fin	massive	B,A,P	Py, Po, Cpy Py Po 5-25%
51.5-66.4	169-218	QFB/H	Gris noir	fin-moyen	litée plissée	Q,P1,B,H, G	Py, Po Py Po 5-30%
66.4-90.5	218-297	SCM	Bleu-vert	fin-moyen	massive à schisteuse	B,P,A,C,T Mt	Py, Po, Cpy, zone riche en micas
90.5-121.9	297-400	QFH, QFB QFB/H	Gris Gris vert	moyen fin-moyen	grenue foliée	Q,P1,H,B Q,P1,B,H, E,G	Py - Po < 2% alternance des niveaux

SONDAGE 35-1

PROFONDEUR M	UNITE PIED	COULEUR	GRANULO- METRIE	TEXTURE	MINERA- LOGIE	MINERALISATION	COMMENTAIRES
0-2.4	0-	sable					
2.4-4.0	8-13	QFH	Vert foncé	fin-moyen massive	H,P1,Q,G,B		
4.0-38.9	13-127.5	SCM	Gris bleu	moyen massive	A,C,Ac,Ca	Mt 5-20%	contact inférieur moins magnétique
38.9-47.2	127.5-155	QFB/H QFH	Noir	fin-moyen foliée	H,P1,B,Q	Po,Py, 1-5%	
47.2-60.9	155-200	QFB/H	Vert-gris	fin foliée litée	H,P1,G,B		
60.9-86.9	200-285	QFB	Gris foncé	fin-moyen	Q,P1,B,G	Py en trace	changement graduel
86.9-100.6	285-330	QFB, QFH	Gris pâle	fin foliée	Q,P1,B,H	Py en trace	porphyre H et P
100.6-106.7	330-350	QFH, QFB	Gris	fin-moyen foliée	Q,P1,H,B		porphyre H

SONDAGE 36-1

PROFONDEUR M	UNITE PIED	COULEUR	GRANULO- METRIE	TEXTURE	MINERA- LOGIE	MINERALISATION	COMMENTAIRES
0-3.7	0-12	sable					
3.7-41.8	12-137	QFB*, QFB QFH	Blanc, gris vert foncé	fin-moyen foliée litée	Q, Pl, B, H		alternance de niveaux
41.8-42.9	137-141	SCM	Noir	moyen	B, P, T, C, S	Po, Py	micacée
42.9-44.9	141-146	Sulfures		moyen		Po, Py, Mt	Po, Py ≤ 10%
44.9-56.5	146-185.5	magnétite	Gris-bleu	fin		Mt	53.6 à 54.6 porphyro- blastique
56.5-60.4	185.5-198	sulfures		foliée		Po, Py	niveaux siliceux intercalés amphibolite
60.4-60.9	198-200	QFH	Noir	fin	massive	H	
60.9-61.3	200-201	QFB	Blanc	fin-moyen	litée	Q, Pl, B	Mt
61.3-62.5	201-205	SCM	Vert	fin		C, T	Mt
62.5-63.4	205-208	SCM	Gris-vert	moyen	porphyro- blastiques	T	Mt
63.4-64.6	208-212						
63.4-64.6	208-212	SCM				Mt	idem à 61.3-62.5
64.6-67.7	212-222	SCM				Mt	idem à 62.5-63.4
67.7-69.8	222-229	SCM	Noir	moyen	foliée	B, C	Po, Py
69.8-71.9	229-236	SCM	Noir-gris	moyen	foliée litée	C, Ca	Po, Mt
71.9-82.9	236-272	SCM	Vert-noir	fin-moyen		C, Ca, Q	Mt, Po, Py
82.9-83.8	272-275	SCM	Gris noir	moyen		C, B	Po, Py
83.8-91.4	275-300	QFH	Noir	fin-moyen	litée foliée	Q, Pl, H, G	

1) La magnétite est incluse dans une roche riche en talc-chlorite. On note une alternance de niveaux où les textures varient de grain fin à porphyroblastiques.

2) Les porphyroblastes augmentent en quantité et en grosseur vers la profondeur.

3) Schiste à chlorite entremêlé de niveaux siliceux lités.

- La zone de 61.3 à 67.7 est semblable à la zone de 44.9 à 56.5.