

Université du Québec à Chicoutimi

"Pétrographie et géochimie des dykes
du camp minier de Chibougamau, Québec."

par

James Maillet

Département des Sciences appliquées

Mémoire présenté en vue de
l'obtention de la maîtrise
ès Sciences Appliquées en
géologie.

Avril 1978



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.

Les dykes: Produits de différenciation du magma du Pluton de Chibougamau	66
Evidences minéralogiques	66
Evidences chimiques	68
Relations de terrain	76
Mise en place des dykes	85
Modèle génétique	86
Âges relatifs des dykes	92
RELATIONS DYKES - MINERALISATION	
Relations spatiales	94
Relations chimiques	96
RESUME DES CONCLUSIONS	98
REFERENCES	101
APPENDICES	
I. Coloration des feldspaths potassiques	110
II. Analyses chimiques	112
Préparation des échantillons	112
Conditions analytiques	114
Valeur des standards utilisés	115
Précision des analyses	116
III (a) - Roches de dyke	118
Liste des échantillons analysés	118
% en poids d'oxydes	121
% de minéraux normatifs	127
Paramètres des diagrammes	133

III (b) - Roches du Pluton de Chibougamau	140
Phases plutoniques - descriptions mégascopiques des roches	140
Liste des échantillons analysés	143
% en poids d'oxydes	145
% de minéraux normatifs	147
Paramètres des diagrammes	149

TABLE DES HORS-TEXTE

FIGURES

		Pages
1.	Figure 1 : Carte de localisation	2
2.	Figure 2 : Stratigraphie de la région de Chibougamau	8
3.	Figure 3 : Diagramme Quartz - Feldspaths alcalins - Plagioclases	20
4.	Figure 4 : Diagramme K_2O / SiO_2	29
5.	Figure 5 : Patron d'orientation générale des dykes	46
6.	Figure 6 : Compilation régionale des dykes (Orientation et distribution)	47
7.	Figure 7 : Porphyre à quartz et feldspath du type 1 (Orientation et distribution)	54
8.	Figure 8 : Porphyre à quartz et feldspath du type 2 (Orientation et distribution)	55
9.	Figure 9 : Porphyre à feldspath (Orientation et distribution)	57
10.	Figure 10 : Dykes de tonalite (Orientation et distribution)	58
11.	Figure 11 : Dykes gris à grain fin (Grey) (Orientation et distribution)	59
12.	Figure 12 : Porphyre à feldspath et hornblende (Orientation et distribution)	61
13.	Figure 13 : Dykes de diorite et méladiorite (Orientation et distribution)	62
14.	Figure 14 : Dykes de granite, aplite et pegmatite (Orientation et distribution)	64

15.	Figure 15	: Dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1 - Région du Lac à la Truite	67
16.	Figure 16	: Diagramme $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} / \text{SiO}_2$	71
17.	Figure 17	: Diagramme A - F - M	72
18.	Figure 18	: Diagramme Anorthite - Albite - Orthose	74
19.	Figure 19	: Diagramme Quartz - Albite - Orthose	75
20.	Figure 20	: Diagramme $\text{SiO}_2 / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	77
21.	Figure 21	: Diagramme $\text{TiO}_2 / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	78
22.	Figure 22	: Diagramme $\text{Al}_2\text{O}_3 / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	79
23.	Figure 23	: Diagramme $\text{Fe}(t) / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	80
24.	Figure 24	: Diagramme $\text{MgO} / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	81
25.	Figure 25	: Diagramme $\text{CaO} / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	82
26.	Figure 26	: Diagramme $\text{Na}_2\text{O} / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	83
27.	Figure 27	: Diagramme $\text{K}_2\text{O} / (1/3\text{Si}+\text{K})-(\text{Ca}+\text{Mg})$	84
28.	Figure 28	: Population de dykes de la Région du Lac Alaspar	89
29.	Carte de géologie régionale (dans pochette)		

PLANCHES

1.	Planche I	: a) Porphyre à quartz et feldspath du type 1 - Mégascopique	31
		: b) Porphyre à quartz et feldspath du type 1 - Microscopique	31
2.	Planche II	: a) Bordure de grain résorbée (détail)	32
		: b) Zonation du type "Clouded Feldspar"	32

3.	Planche III	:	a) Pseudomorphe de biotite	33
			b) Matrice - Détail	33
4.	Planche IV	:	a) "Porphyre à quartz" - Microscopique	36
			b) Porphyre à quartz et feldspath du type 2 - Microscopique	36
5.	Planche V	:	a) Porphyre à feldspath - Mégascopique	38
			b) Porphyre à feldspath - Microscopique	38
6.	Planche VI	:	a) Dyke gris à grain fin - Mégascopique	41
			b) Dyke gris à grain fin - Microscopique	41
7.	Planche VII	:	a) Dyke de tonalite - Mégascopique	42
			b) Tonalite équigranulaire - Microscopique	42
8.	Planche VIII	:	a) Tonalite porphyrique - Microscopique	44
			b) Dyke de meladiorite - Microscopique	44

TABLEAUX

1.	Tableau I	:	Analyses modales	17
2.	Tableau II	:	Minéralogie des dykes porphyriques	25
3.	Tableau III	:	Minéralogie des dykes équigranulaires	26
4.	Tableau IV	:	Correspondances entre les classifications	27
5.	Tableau V	:	Nombre de dykes orientés selon chaque azimut, dans les trois (3) sous-régions	49
6.	Tableau VI	:	Nombre de dykes compilés, par type et par sous-régions	52

7.	Tableau VII	: Comparaison des % en poids d'oxydes entre les tonalites et méladorites de dykes, et celles du pluton	73
8.	Tableau VIII	: Diagramme schématique de la mise en place du Pluton de Chibougamau, avec les populations de dykes correspondantes	88
9.	Tableau IX	: (Appendice II) Conditions analytiques	114
10.	Tableau X	: (Appendice II) Valeur des standards utilisés	115
11.	Tableau XI	: (Appendice III a) % en poids d'oxydes (Dykes)	121
12.	Tableau XII	: (Appendice III a) % de minéraux normatifs (Dykes)	127
13.	Tableau XIII	: (Appendice III a) Paramètres des diagrammes (Dykes)	133
14.	Tableau XIV	: (Appendice III b) % en poids d'oxydes (Roches du pluton)	145
15.	Tableau XV	: (Appendice III b) % de minéraux normatifs (Roches du pluton)	147
16.	Tableau XVI	: (Appendice III b) Paramètres des diagrammes (Roches du pluton)	149

SOMMAIRE

Dans le camp minier de Chibougamau, les veines de sulfures qui constituent les gisements de cuivre-or sont métamorphisées et remobilisées. Ces sulfures ont été relocalisés, dans la plupart des cas, le long des murs et des toits de dykes pré ou syn-tectoniques, dans des zones de cisaillement de direction nord-ouest et ouest nord-ouest.

Ces dykes peuvent être classifiés en sept (7) types, selon leur minéralogie, leur texture, la nature des phénocristaux, ainsi que leur teneur en SiO_2 et K_2O . Ce sont, dans l'ordre de mise en place:

- 1 - Diorite et méladiorite
- 2 - Porphyre à feldspath et hornblende
- 3 - Tonalite et tonalite porphyrique
- 4 - Porphyre à feldspath
- 5 - Porphyre à quartz et feldspath (type 2)
- 6 - Porphyre à quartz et feldspath (type 1)

Le septième type, communément appelé "Grey", ou, dyke gris à grain fin, serait une variété à grain fin de la roche qui constitue les dykes à texture porphyrique. Cette variété de dykes à grain fin forme très souvent les zones de trempe en bordure des dykes porphyriques.

Les dykes peuvent être associés minéralogiquement et chimiquement aux différentes phases intrusives du Pluton de Chibougamau, et ont été mis en place dans le système de fractures relié à l'intrusion de ce pluton; les dykes ont un patron d'orientation général en éventail par

rapport au contact du Pluton de Chibougamau, et à l'intérieur de ce patron, trois (3) directions sont préférentielles, soit le nord-est, le nord-ouest et l'ouest nord-ouest.

Les relations observées entre les dykes et la minéralisation ne nous ont toutefois pas permis de conclure à l'existence d'un lien génétique direct entre les dykes et la minéralisation du type cuivre-or dans le camp minier de Chibougamau.

INTRODUCTION

La région de Chibougamau est située à approximativement 480 kilomètres (300 milles) au nord de Montréal, entre les 49ième et 50ième parallèles nord, et entre les longitudes 64 et 74 ouest (figure 1).

Dans ce camp minier, les veines de sulfures (chalcopryrite, pyrite et pyrrhotine), de quartz et de carbonates qui constituent les gisements de cuivre-or, sont pour la plupart associées spatialement à des essais de dykes dans des zones de cisaillement de direction nord-ouest et ouest nord-ouest, à l'intérieur du flanc nord du complexe du Lac Doré.

Le gisement Henderson-Portage constitue cependant une exception, en ce sens qu'il se retrouve dans un cisaillement nord-est, et que les sulfures ne sont pas associés spatialement à des dykes. Cette relation dykes-minéralisation a suggéré à certains auteurs, tels Jeffery (1959), Sutton (1959) et Koene (1964), que les dykes auraient exercé un contrôle sur la mise en place ou la localisation des veines de sulfures. A la limite, cette association spatiale dykes-minéralisation pouvait même laisser supposer l'existence d'un lien génétique entre les dykes et les sulfures.

Depuis 1975 cependant, il a été démontré que les sulfures sont métamorphisés et remobilisés (Guha and Koo, 1975).

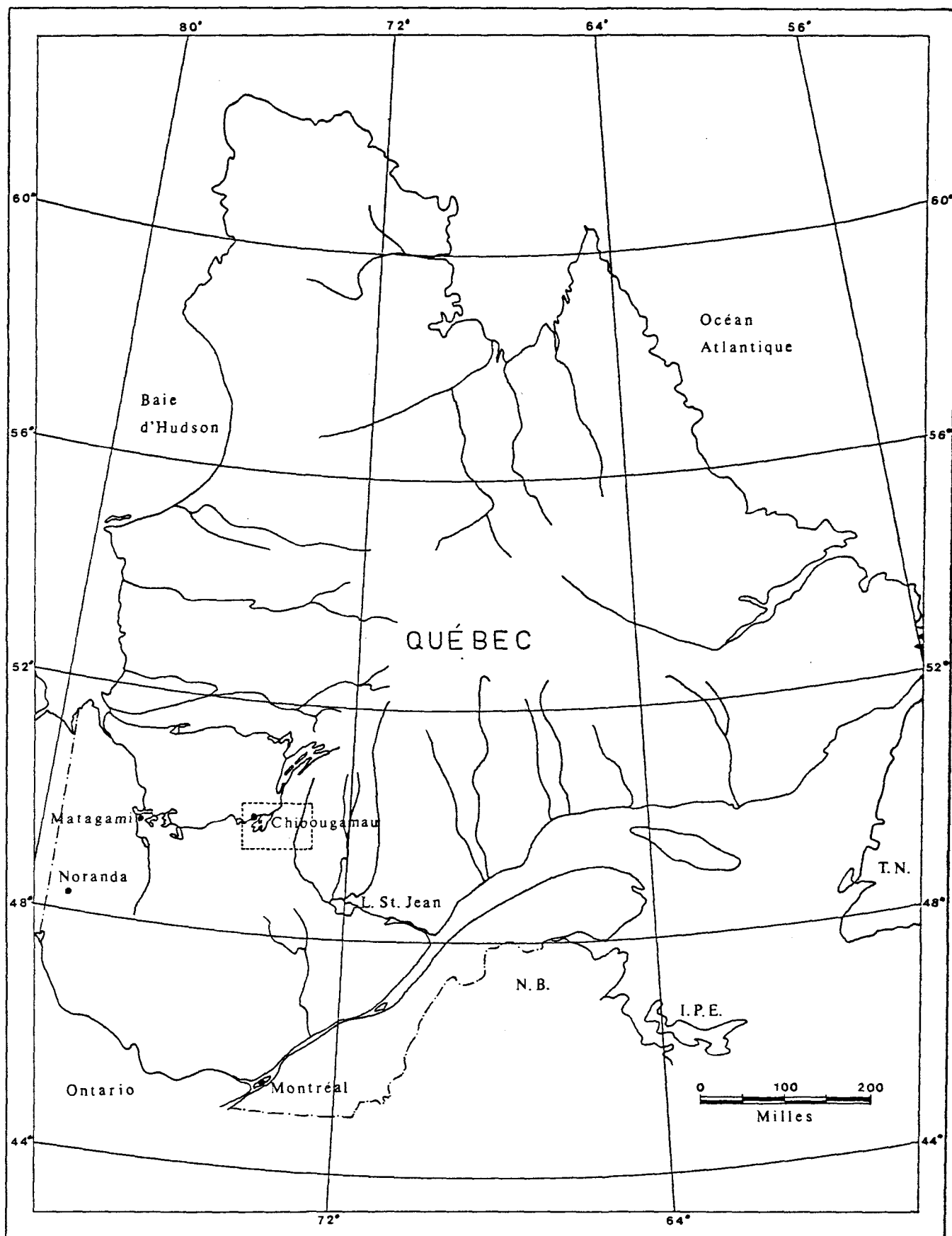


FIGURE 1: Carte de localisation

But

Le but de ce mémoire est donc, d'une part, de proposer un mode d'origine et de mise en place des dykes, fondé sur la pétrographie, la chimie et la distribution de ces dykes, et d'autre part, à la lumière des conclusions de Guha et Koo (1975), de redéfinir les relations dykes-minéralisation, tout en explorant la possibilité d'existence d'un lien génétique entre les dykes et la minéralisation du type cuivre-or dans le camp minier de Chibougamau.

Historique-Travaux antérieurs

La découverte des premiers indices de minéralisation de cuivre, or et amiante, dans le district de Chibougamau, remonte aux années 1870.

De 1920 à 1940, d'autres indices intéressants de minéralisation furent découverts, et des programmes de cartographie géologique furent entrepris par le Bureau des mines du Québec (Retty, 1930), et par la Commission Géologique du Canada (Mawdsley, 1927; Mawdsley et Norman, 1935; Norman, 1936, 1937, 1938).

Ce n'est cependant qu'après la deuxième guerre mondiale, avec la construction de la route reliant Chibougamau à la région du Lac St-Jean, en 1948 et 1949, que les programmes d'exploration intensive menèrent à la découverte des principaux gisements exploités de nos jours.

Par suite du développement des principaux gisements locaux,

L'importance des dykes y fut reconnue. Nombre d'auteurs, tels Jeffery (1959), Sutton (1959), Vollo (1959) Hawkins (1960) et Koene (1964), traitant de la géologie régionale de Chibougamau ou de certains gisements en particulier, ont consacré un chapitre de leur ouvrage à la pétrographie et à la chimie des dykes, ainsi qu'à la relation spatiale dykes-minéralisation.

Jeffery (1959) proposa une classification des dykes dans le gisement Main Mine de Campbell Chibougamau Mines, ainsi qu'un ordre de cristallisation ou de mise en place de ces dykes. Il conclut que dans ce gisement, les dykes avaient produit l'effet d'un barrage sur les solutions minéralisatrices, emprisonnant ainsi les sulfures le long des murs des dykes. Il souligna également que les dykes étaient minéralogiquement semblables aux roches du Pluton de Chibougamau.

Sutton (1959) remarqua que les dykes du gisement de Copper Rand (Mines Patino) semblaient eux aussi avoir joué le rôle de barrage sur les solutions minéralisatrices. Il proposa que les dykes soient des conduits nourriciers pour les roches volcaniques.

Vollo (1959) nota, que dans le gisement Henderson (Mines Campbell Chibougamau), les dykes sont antérieurs à la minéralisation, mais n'exercent pas de contrôle sur la mise en place des sulfures.

Hawkins (1960) conclut qu'il existe une relation génétique entre les dykes et les roches du Pluton de Chibougamau. Dans tous les gisements, il nota une augmentation du pourcentage de K_2O dans les dykes et les roches encaissantes à proximité des veines de sulfures.

Koene (1964) divisa les dykes dans le gisement de Cedar Bay (Mines Campbell Chibougamau) en trois catégories, selon leur âge relatif par rapport aux zones de cisaillement dans la mine. Il conclut que les sulfures avaient été déposés dans des zones de faiblesse le long des toits et des murs des dykes.

Un seul ouvrage cependant traite exclusivement des dykes, soit celui de Blecha (1966). Dans le cadre d'une thèse de maîtrise, il explora la possibilité d'établir une corrélation, sur une base strictement chimique, entre les différentes branches de dykes dans la mine Campbell Chibougamau (Main Mine). Blecha constata qu'aucune des branches de dyke analysées ne montrait une composition chimique suffisamment caractéristique pour permettre de la distinguer des autres sans traitement statistique supplémentaire des analyses.

Il est à noter cependant que Blecha (1966) n'effectua pas d'analyses pour le potassium. De plus, celui-ci admet que la composition chimique des dykes analysés est fortement masquée par l'altération.

Donc, dans le cas de Blecha (1966), comme des autres ouvrages traitant des dykes, toute tentative de corrélation ou de classification, sur une base chimique, s'est avérée non concluante, étant donné le degré élevé d'altération et/ou de cisaillement des échantillons analysés.

En effet, le potassium, seul élément majeur qui permet de différencier chimiquement les types de dykes, augmente en pourcentage avec le degré d'altération et de cisaillement de la roche, et avec sa proximité à la minéralisation.

Remerciements

L'auteur désire exprimer sa gratitude envers les compagnies Patino Mines (Québec) Ltd. et Campbell Chibougamau Mines Ltd. pour avoir permis l'accès à leurs différentes mines et propriétés, afin de recueillir les échantillons de dykes et les informations géologiques pertinentes, et envers MM. J. Koo, F. Guardia, G. Ford, L. Côté, J. Cimon et J. Patel pour leur aide et conseils précieux. Des remerciements spéciaux sont adressés au Dr. H. Thalenhorst pour son encouragement.

A l'Université du Québec à Chicoutimi, les conseils, encouragements et critiques constructives du Dr. J. Guha, directeur de thèse, et des Drs. E. H. Chown et G. Woussen, membres du comité de thèse, ont été essentiels au parachèvement de ce travail. L'auteur remercie aussi M. J. E. Villeneuve pour son aide et ses conseils techniques pertinents sur la Fluorescence-X, lors de l'analyse des échantillons, ainsi que tous les membres du personnel de l'UQAC qui ont collaboré à la préparation de ce travail.

L'auteur remercie le Ministère des Affaires Indiennes (Subvention de formation scientifique en études nordiques), le Ministère de l'Éducation du Québec (Formation des chercheurs et actions concertées), ainsi que la Fondation de l'Université du Québec à Chicoutimi, qui ont défrayé le travail de terrain par des subventions accordées à M. J. Guha, directeur de thèse.

Enfin, à son épouse, Mme Agathe Tremblay-Maillet, pour ses encouragements et son support moral, l'auteur exprime sa plus profonde gratitude.

GEOLOGIE REGIONALE (Carte en pochette)

Le district minier de Chibougamau est situé à l'extrême est de la province géologique du Supérieur, le long du Front Grenville, à l'extrémité est de la ceinture de roches vertes de Matagami-Chibougamau.

Nous y retrouvons un assemblage de roches volcaniques, intrusives et sédimentaires, d'âge Archéen.

Lors du plus récent consensus sur la stratigraphie de la région de Chibougamau, en août 1977, la pile de roches volcaniques et volcano-sédimentaires a été divisée en six (6) formations (Coty, 1978; communication orale), soit, de la base au sommet: la formation d'Obatogamau, la formation de Waconichi, la formation de Gilman, la formation de Blondeau, la formation de Stella, et la formation de Haÿy (figure 2).

Les quatre (4) unités stratigraphiques inférieures, soit les formations d'Obatogamau, de Waconichi, de Gilman et de Blondeau, constituent le Groupe de Roy (Duquette, 1970), et forment deux (2) cycles volcaniques de nature mafique à felsique. Les formations de Stella et d'Haÿy sont d'origine sédimentaire et volcano-sédimentaire, et font partie du Groupe d'Opémisca (Norman, 1941).

Formation d'Obatogamau

La formation d'Obatogamau constitue la base, partie mafique, du premier cycle volcanique. Nous y retrouvons plus de 1800 mètres (6000

		FORMATIONS	Lithologie
Protéro- zoïque		Formation de Chibougamau	Dépôts d'origine glaciaire
		Dyke de diabase de l'île Line	
ARCHEEN		Dyke de métagabbro de l'île Gabbro	
		Dyke de métapyroxénite de Henderson	
		-----Discordance-----	
	Groupe d'Opemisca	Formation de Hally	Conglomérats; agglomérats; tufs; grès volcaniques; andésite massive. (phénocristaux de pyroxène)
		-----Discordance-----	
		Formation de Stella	Conglomérat de base; grès; shales; argillites; tufs laminés.
		-----Discordance-----	
	Groupe de Roy	Formation de Blondeau	Tufs; cherts; shales et schists graphiteux; sulfures massifs; filons-couche Bourbeau, Ventures et Roberge
		Formation de Gilman	Basaltes à coussinets, filons-couche de gabbro; un peu de tufs, agglomérats, dacites et rhyolites.
		Formation de Waconichi	Roches clastiques (agglomérats et tufs rhyolitiques); rhyolites; formation de fer.
Complexe du Lac Doré		Granophyre sodique; gabbro à quartz; métapyroxénite à magnétite; gabbro; anorthosite.	
	*Formation de Obatogamau	Basaltes à coussinets; filons-couche de gabbro. (phénocristaux de feldspath)	
		Pluton de Chibougamau	

(*) Cette formation n'affleure pas dans la région étudiée.

FIGURE 2: Stratigraphie de la région de Chibougamau (Cimon, 1976 a; modifiée).

pieds) de basaltes coussinés à phénocristaux de feldspath, injectés de filons-couche de gabbro porphyrique, également à phénocristaux de feldspath (Cimon, 1976a).

Formation de Waconichi

Cette formation constitue la partie felsique au sommet du premier cycle volcanique. Elle est composée principalement de roches clastiques (tuf cristallin, agglomérat, et tuf rhyolitique), avec quelques épanchements de rhyolite. L'épaisseur de la formation de Waconichi est d'environ 900 mètres (3000 pieds). Ce premier cycle volcanique se termine par une formation de fer du type "exhalative" baptisée, par Allard et Henry (1974), "Formation de Fer du Lac Sauvage".

Formation de Gilman

La formation de Gilman forme la partie mafique à la base du deuxième cycle volcanique. Cette formation comprend environ 3600 mètres ou 12,000 pieds (Duquette, 1970) de basaltes et d'andésites à coussinets, et de filons-couche de gabbro comagmatique. Quelques horizons de pyroclastiques intermédiaires à basiques sont présents entre les coulées. Nous y retrouvons également un peu de dacites et de rhyolites.

Formation de Blondeau

La formation de Blondeau complète le deuxième cycle volcanique.

Le type de roche le plus commun y est un tuf à cristaux de feldspath, avec des cherts et des tufs cherteux, des lits de pyrite massive, ainsi que des shales et des schistes graphitiques (Cimon, 1976a). Cette formation renferme aussi trois (3) intrusifs de composition mafique à ultramafique, soit les filons-couche de Bourbeau, de Ventures et de Roberge.

Complexe intrusif

Deux (2) intrusifs majeurs, le Complexe du Lac Doré et le Pluton de Chibougamau, ont leur importance dans la géologie de la région.

Le premier est un complexe anorthositique de type "Bushveld" (Allard, 1970b et 1976a). Il est introduit sous forme de filon-couche à la base de la formation de Waconichi. La plupart des gisements du type cuivre-or de Chibougamau se retrouvent dans des zones de cisaillement à l'intérieur de l'horizon anorthositique dans le flanc nord du Complexe du Lac Doré. Ces mêmes zones de cisaillement, de direction nord-ouest et ouest nord-ouest, sont aussi les hôtes d'innombrables dykes de composition dioritique à granitique, de texture équigranulaire et porphyrique, associés spatialement aux veines de sulfures dans les gisements.

Le Complexe du Lac Doré est recoupé par le Pluton de Chibougamau, une intrusion complexe de nature trondhjémitique, constituée de roches de la suite diorite-tonalite. En compilant les travaux de cartographie géologique de Pouliot (1963), Allard (1970a et 1975) et Cimon (1976a et 1976b), nous retrouvons sept (7) phases de composition dans le Pluton de Chibougamau; ces phases varient d'une diorite et méladiorite à hornblende

en bordure du pluton, à un noyau de tonalite et leucotonalite, et de roches à composition granitique.

Formation de Stella

Le Stella est une formation d'origine sédimentaire d'âge Archéen, et repose en discordance sur les roches volcaniques du Groupe de Roy, et sur les roches du Complexe du Lac Doré et du Pluton de Chibougamau. Cette formation est composée d'un conglomérat de base, d'arkoses, de tufs laminés, de shales et d'argillites (Cimon et Gobeil, 1976).

Formation de Haüy

La formation de Haüy est une séquence volcano-sédimentaire, caractérisée par les phénocristaux de pyroxène omniprésents dans ses différents faciès lithologiques (Cimon, 1976a). Elle repose en discordance sur la formation de Stella, et est constituée d'agglomérats, de tufs et de grès volcaniques à clasts de pyroxène, avec quelques coulées massives d'andésite, également à phénocristaux de pyroxène. Nous y retrouvons aussi quelques horizons de conglomérats à éléments volcaniques porphyriques avec phénocristaux de pyroxène.

Dykes "Post-tectoniques"

Trois (3) dykes post-tectoniques, à caractère régional, sont aussi reconnus. Deux sont d'âge Archéen:

- a) Le dyke de métapyroxénite Henderson, de direction nord-ouest, qui recoupe les roches du Complexe du Lac Doré et du Pluton de Chibougamau,
- b) Le dyke de métagabbro de l'île Gabbro, de direction nord-nord-est, qui recoupe les roches du Groupe de Roy, du Complexe du Lac Doré et du Pluton de Chibougamau, ainsi que de la formation de Stella.

Le troisième est présument d'âge Protérozoïque, et recoupe toutes les roches de la région; il s'agit du dyke de diabase de Line Island. Sa direction est nord-est.

Formation de Chibougamau

Des îlots de roches d'âge Protérozoïque (Aphébién) affleurent dans la partie nord de la région, en discordance au sommet des formations Archéennes. Ce sont principalement des dépôts d'origine glaciaire (Long, 1974), connus sous le nom de formation de Chibougamau.

Métamorphisme et structure

Les roches d'âge Archéen de Chibougamau ont été affectées par l'Orogénie Kénoréenne, et sont métamorphisées au faciès des schistes verts.

Trois (3) axes de plis majeurs, de direction est-nord-est, un anticlinal et deux (2) synclinaux, traversent la région. Ce sont:

- a) l'anticlinal de Chibougamau,
- b) le synclinal de Chibougamau, au nord de l'anticlinal du même nom,
- c) et le synclinal de Chapais, au sud de l'anticlinal de Chibougamau.

La région compte deux (2) systèmes de failles majeures. Le premier, de direction nord-est (N45E), comprend les failles du Lac Gwillim-Lac Waconichi, de McKenzie Narrows-Lac Doré, et celle du Lac Taché. Le deuxième système est de direction nord nord-est (N20E-N30E), et est associé au Front Grenville; il comprend aussi la faille du Lac Mistassini.

Un troisième système, formé de zones de cisaillement restreintes de direction nord-ouest et ouest nord-ouest (N550-N750), est surtout reconnu pour son importance économique, puisqu'il renferme la plupart des gisements de type cuivre-or exploités à Chibougamau.

L'âge relatif entre les systèmes nord-est (NE) et ouest nord-ouest (ONO) est encore incertain. Localement, les failles nord-est recoupent et déplacent le système ouest nord-ouest, mais le contraire est aussi observable (Allard, 1976a).

CLASSIFICATION DES DYKES

Introduction - classifications antérieures

Parmi les dykes du camp minier de Chibougamau, appelés "common dykes" par Jeffery (1959), ou "mine dykes" par Allard (1976a), cinq (5) types sont reconnus par la majorité des géologues à l'emploi des compagnies minières. Ce sont:

- a) les porphyres à quartz et feldspath (QFP),
- b) les porphyres à feldspath (FP),
- c) les dykes gris à grain fin (Grey),
- d) les dykes "granitiques",
- e) les dykes "basiques".

Dans le gisement de Copper Rand (Mines Patino), les géologues reconnaissent également des dykes de "porphyre à quartz" (QP). A la mine Henderson no. 2 (Campbell Chibougamau Mines), les géologues emploient le terme "Green" pour désigner des dykes à grain fin, de couleur verte. Cette classification a été établie exclusivement à partir d'observations mégascopiques, et est plus ou moins fiable. Ainsi, dans de nombreux cas, des dykes de porphyre à feldspath (FP) altérés, renfermant des amas de quartz recristallisé, ont été identifiés, à tort, comme des porphyres à quartz et feldspath (QFP).

Jeffery (1959) proposa une classification plus élaborée, fondée sur des observations mégascopiques et microscopiques, des dykes du gisement Main Mine de Campbell Chibougamau Mines Ltd. En plus d'un dyke

d'amphibolite, et d'un dyke de diorite connu sous le nom de "Older Diorite Dyke", Jeffery (1959) reconnut six (6) types de dykes. Ce sont, dans l'ordre de mise en place proposée par Jeffery:

- a) les diorites porphyriques,
- b) les diorites à quartz,
- c) les porphyres à feldspath (FP),
- d) les porphyres à quartz et feldspath (QFP),
- e) les porphyres à quartz (QP),
- f) les dykes gris à grain fin (Grey).

Blecha (1966) effectua des analyses chimiques sur les différents types de dykes, mais ne réussit pas à établir de distinction ni de corrélation, sur une base chimique, entre les types de dykes. Il n'effectua cependant pas d'analyses pour le potassium, et de plus, il admet que le degré d'altération des échantillons analysés était élevé.

Méthode de travail

Dans le but d'établir une classification des dykes du camp minier de Chibougamau, nous avons tout d'abord choisit une centaine d'échantillons de dykes provenant du flanc nord de l'anticlinal de Chibougamau, pour fin d'étude au microscope, soit une douzaine d'échantillons de chaque type, selon une classification de terrain analogue à celle utilisée par les géologues de mine. Notre classification de terrain était fondée sur la texture et la minéralogie de la roche, ainsi que sur la nature des phénocristaux. Nous avons pu distinguer les types de dykes suivants:

- a) porphyres à quartz et feldspath,
- b) porphyres à feldspath
- c) porphyres à feldspath et hornblende,
- d) dykes gris à grain fin,
- e) tonalite et tonalite porphyrique,
- f) diorite et méladiorite,
- g) porphyres à quartz,
- h) dykes à grain fin de couleur verte (Green).

L'étude des sections minces de roches de dykes a consisté à:

- établir la minéralogie de chaque type,
- effectuer des analyses modales au compteur de points sur les sections de roches à texture équigranulaire,
- déterminer le pourcentage des minéraux constituant des dykes à texture porphyrique par estimation visuelle,
- déterminer la composition des plagioclases par mesure de l'angle d'extinction des sections normales au plan (100) par rapport à la trace du plan (010), à la platine universelle (Emmons, 1943; Smith, 1974).

Egalement, des essais de coloration au cobaltinitrite de sodium ont été effectués sur les sections minces, dans le but d'y déceler la présence de feldspaths potassiques (appendice I). Les résultats furent négatifs.

Notre étude au microscope, des roches de dykes nous a permis de compléter et de modifier légèrement la classification de terrain. En plus de distinguer deux (2) types de porphyres à quartz et feldspath, nous avons pu déterminer que les porphyres à quartz (QP) étaient en

Minéraux	Tonalite à biotite		Green	Diorite	
	U-2143	U-1926	JM-10b/I.4	JM-5/13	JM-11/1
Plagioclase	50.9%	59.6%	18.6%	33.9%	58.6%
Quartz	29.9	24.1	6.6	--	--
Hornblende	--	--	--	58.7	39.1
Biotite	11.2	8.0	--	--	--
Chlorite	(tr)	(tr)	24.3	(tr)	(tr)
Epidote	2.6	6.3	38.0	1.3	2.3
Carbonates	4.5	2.0	12.2	(tr)	(tr)
Opagues	0.9	(tr)	0.4	6.1	(tr)

TABLEAU I: Pourcentage de minéraux de cinq (5) échantillons de dykes à texture équi-granulaire (Analyses modales au compteur de points) (5,000 points).

réalité des dykes de porphyre à quartz et feldspath altérés et cisailés.

Problèmes de classification

Etant donné la texture porphyrique et la matrice cryptocristalline de certains types de dykes, il nous a été impossible d'y effectuer des analyses modales précises.

Pour fins de classification, nous avons donc procédé à l'analyse chimique pour les éléments majeurs (appendice II), et au calcul du pourcentage des minéraux normatifs de vingt et un (21) échantillons de roches de dykes (appendice IIIa) parmi les spécimens les moins altérés (moins de 5% de chlorite, séricite, épidote et carbonates) de chaque type.

Les pourcentages en poids d'oxydes des roches de dykes analysées sont donnés au tableau XI (appendice IIIa). Il est à noter cependant, que les teneurs en P_2O_5 sont erronées, cet élément ayant été analysé avec le cristal PET.

La norme a été calculée selon la méthode du CIPW, par ordinateur, à l'aide d'un programme mis à notre disposition par M. L. Gélinas à l'École Polytechnique de Montréal. Les pourcentages de minéraux normatifs des dykes sont donnés au tableau XII (appendice IIIa).

Pour fins de classification, les pourcentages de quartz, de feldspaths alcalins (orthose) et de plagioclases (albite et anorthite) normatifs ont été rapportés sur le diagramme de classification Q-A-P de Streckeisen (1976) (figure 3).

LEGENDE - Figure 3

- 1a- quartzolite (silexite)
- 1b- granitoides riches en quartz
- 2- granite à feldspaths alcalins
- 3- granite
- 4- granodiorite
- 5- tonalite
- 6- syénite à feldspaths alcalins
- 7- syénite
- 8- monzonite
- 9- monzodiorite
- 10- diorite
- 11- syénite à quartz et feldspaths alcalins
- 12- syénite à quartz
- 13- monzonite à quartz
- 14- monzodiorite à quartz
- 15- diorite à quartz

- porphyre à quartz et feldspath (type 1)
- ▲ porphyre à quartz et feldspath (type 2)
- porphyre à feldspath
- ◐ porphyre à feldspath (+ biotite)
- porphyre à feldspath et hornblende
- △ dyke gris à grain fin (Grey)
- tonalite et tonalite porphyrique
- + diorite
- ⚡ diorite à grain fin altérée (Green)

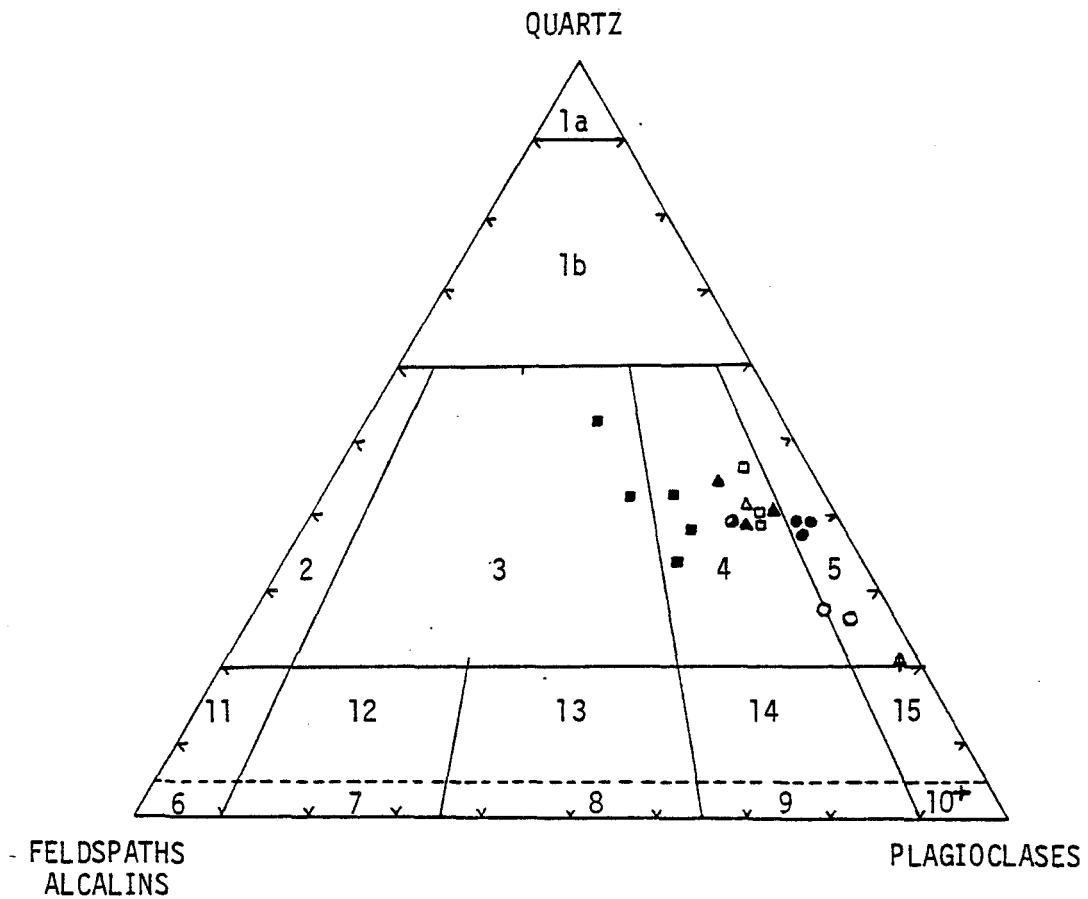


FIGURE 3: Classification des dykes selon le pourcentage normatif de quartz, de feldspaths alcalins (orthose) et de plagioclases (albite + anorthite); diagramme Q-A-P de Streckeisen (1976).

Diagramme Q-A-P (Figure 3)

PARAMETRES

No. d'échantillon	Type	Quartz (Q)	Orthose (A)	Plagioclases (P)
U-2143D	(1)	53.64	21.25	25.10
JM-9/6	(1)	38.22	16.07	45.69
JM-10/1	(1)	43.27	22.62	34.05
JM-10/3	(1)	33.68	21.79	39.52
JM-1/3b'	(1)	43.08	17.06	39.84
JM-5/6	(2)	39.38	10.01	50.60
JM-5/11	(2)	45.34	11.82	42.82
JM-9/7c	(2)	41.89	6.01	52.09
JM-1/2	(3)	36.62	24.43	38.94
JM-2/I.3	(3)	39.25	3.95	56.79
JM-6b/III.2	(3)	40.57	3.86	55.56
JM-15/1	(3)	40.99	2.15	56.85
JM-13/III.1	(4)	39.22	10.60	50.16
JM-14/3	(5)	27.98	6.36	65.64
JM-10b/IV.4	(5)	26.69	4.09	69.20

Diagramme Q-A-P (Figure 3)

PARAMETRES (suite)

No. d'échantillon	Type	Quartz (Q)	Orthose (A)	Plagioclases (P)
JM-7b/I.14	(6)	42.10	8.69	49.19
JM-10b/I.4	(6*)	21.01	1.14	77.78
U-1926A	(7)	47.54	6.52	45.93
U-1926C	(7)	42.13	8.53	49.32
U-1926D	(7)	40.44	8.95	50.60
JM-5/13	(8)	4.10	3.14	92.75

Types:

- (1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1
- (2) Porphyre à quartz et feldspath du type 2
- (3) Porphyre à feldspath
- (4) Porphyre à feldspath (+ biotite)
- (5) Porphyre à feldspath et hornblende
- (6) Dyke gris à grain fin (Grey)
- (6*) Diorite à grain fin (Green)
- (7) Tonalite et tonalite porphyrique
- (8) Diorite

Cette classification selon le pourcentage de minéraux normatifs pose cependant un problème: la minéralogie calculée ne correspond pas toujours à la minéralogie réelle des dykes, principalement dans le cas des feldspaths alcalins (orthose). C'est ainsi que, par exemple, une tonalite à biotite (analyse modale-Tableau I) devrait être classifiée, selon son pourcentage normatif d'orthose, comme une granodiorite (figure 3), alors qu'en réalité, la roche ne contient aucun feldspath potassique. Il en est de même pour les dykes de porphyre à quartz et feldspath, qui ne contiennent que du plagioclase, mais dont le pourcentage en K_2O est assez élevé pour former plus de 3-4% d'orthose lors du calcul de la norme.

Classification proposée

Faute d'analyses modales précises, la nomenclature utilisée pour la classification des dykes porphyriques est donc celle consacrée par l'usage parmi les géologues de mine de Chibougamau.

En nous basant sur la minéralogie, la texture de la roche, et la nature des phénocristaux, nous proposons donc la classification suivante pour les dykes:

- porphyres à quartz et feldspath du type 1,
- porphyres à quartz et feldspath du type 2,
- porphyres à feldspath,
- tonalite et tonalite porphyrique,
- dykes gris à grain fin,
- porphyres à feldspath et hornblende,

- diorites* et méladiorites.

Notre classification est également fondée sur le pourcentage en SiO_2 et K_2O de chaque type de dyke (tableaux II et III).

La correspondance entre la classification que nous proposons, celle de Jeffery (1959) celle des géologues de mine, et la classification selon la norme sur le diagramme Q-A-P (figure 3) est donnée au tableau IV.

Pétrographie des dykes

A l'exception des diorites et méladiorites, composées presque uniquement de plagioclase et de hornblende, la minéralogie est assez semblable d'un type de dyke à l'autre. Les principaux constituants en sont le plagioclase et le quartz, avec le sphène et le zircon comme minéraux accessoires; certains types contiennent aussi de la biotite ou de la hornblende en quantités variables.

Les minéraux d'altération les plus communs sont la séricite, la chlorite, l'épidote et les carbonates. Les dykes les plus altérés sont également traversés par des veinules de quartz, de calcite et d'épidote secondaires, parfois accompagnées de minéralisation de pyrite.

Selon le type de dyke, le pourcentage de SiO_2 varie de 52 à 75%, et le K_2O de 0.3 à 3.1% (figure 4).

(*) Le dyke "Green" a été classifié comme une diorite à grain fin, altérée en chlorite et en épidote.

Types de dykes	PHENOCRISTAUX		SiO ₂ (%)	K ₂ O (%)
	%	NATURE		
(1)	40-70%	Quartz (25%) Plagioclase (75%)	68-75	2.5-3.1
(2)	20-40%	Quartz (moins de 5%) Plagioclase 95%)	70-75.5	0.9-1.7
(3)	30-60%	Plagioclase (100%)	68-71.5	0.3-0.6
(4)	30-60%	Plagioclase (99.9%); biotite (tr)	71	1.6
(5)	15-25%	Plagioclase (97%) Hornblende (2-3%)	62-63	0.5-0.8

TABEAU II: Nature et pourcentage des phénocristaux, et pourcentage en poids de K₂O et de SiO₂ (roche totale) des dykes porphyriques.

- (1) Porphyre à quartz et feldspath (type 1)
- (2) Porphyre à quartz et feldspath (type 2)
- (3) Porphyre à feldspath
- (4) Porphyre à feldspath (+ biotite)
- (5) Porphyre à feldspath et hornblende

Types de dykes	MINERALOGIE	SiO ₂ (%)	K ₂ O (%)
(6)	Texture cryptocristalline Granulométrie: 0.05-0.1mm. Quartz (50%); plagioclase (50%)	65	1.2
(7)	Granulométrie: 0.5-1.0mm. Quartz (30%); plagioclase (60%); biotite (10%) Variété porphyrique: 4-5% de phénocristaux de plagioclase	69-72.5	0.9-1.3
(8)	Granulométrie: 1-2mm. Plagioclase (40-60%) Hornblende (40-60%)	52-60	0.3-0.8

TABLEAU III: Minéralogie et pourcentage en poids de K₂O et SiO₂ des dykes à texture équi-granulaire.

- (6) Dyke gris à grain fin (Grey)
- (7) Tonalite et tonalite porphyrique
- (8) Diorite

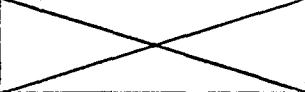

(1)	(2)	(3)	(4)
QFP (type 1)	Granite et Granodiorite	QFP	QFP
QFP (type 2)	Granodiorite		
FP et FBP	Tonalite	FP	FP
FHP		Diorite porph.	
Grey	Granodiorite	Grey	Grey
Tonalite	Granodiorite	Diorite à Quartz	Granitique
Diorite	Diorite	Diorite	Basique
QFP altéré et cisailé		QP	QP
Diorite altérée	Tonalite		"Green"

TABLEAU IV: Correspondances entre les classifications de dykes de Jeffery (1959), des géologues de mine, la classification selon la norme, et celle proposée dans la présente étude.

- (1) Classification proposée dans la présente étude.
- (2) Classification selon la norme (Diagramme Q-A-P; Streckeisen, 1976).
- (3) Classification de Jeffery (1959).
- (4) Classification utilisée par les géologues de mine de Chibougamau.

QFP- porphyre à quartz et feldspath
 FP- porphyre à feldspath
 FBP- porphyre à feldspath (+ biotite)
 FHP- porphyre à feldspath et hornblende
 Grey- dykes gris à grain fin
 QP- porphyre à quartz

LEGENCE

Figure 4

- Porphyre à quartz et feldspath (type 1)
- ▲ Porphyre à quartz et feldspath (type 2)
- Porphyre à feldspath
- ◐ Porphyre à feldspath (+ biotite)
- Porphyre à feldspath et hornblende
- △ Dyke gris à grain fin (Grey)
- Tonalite et tonalite porphyrique
- +
- ⊕ Diorite à grain fin altérée (Green)

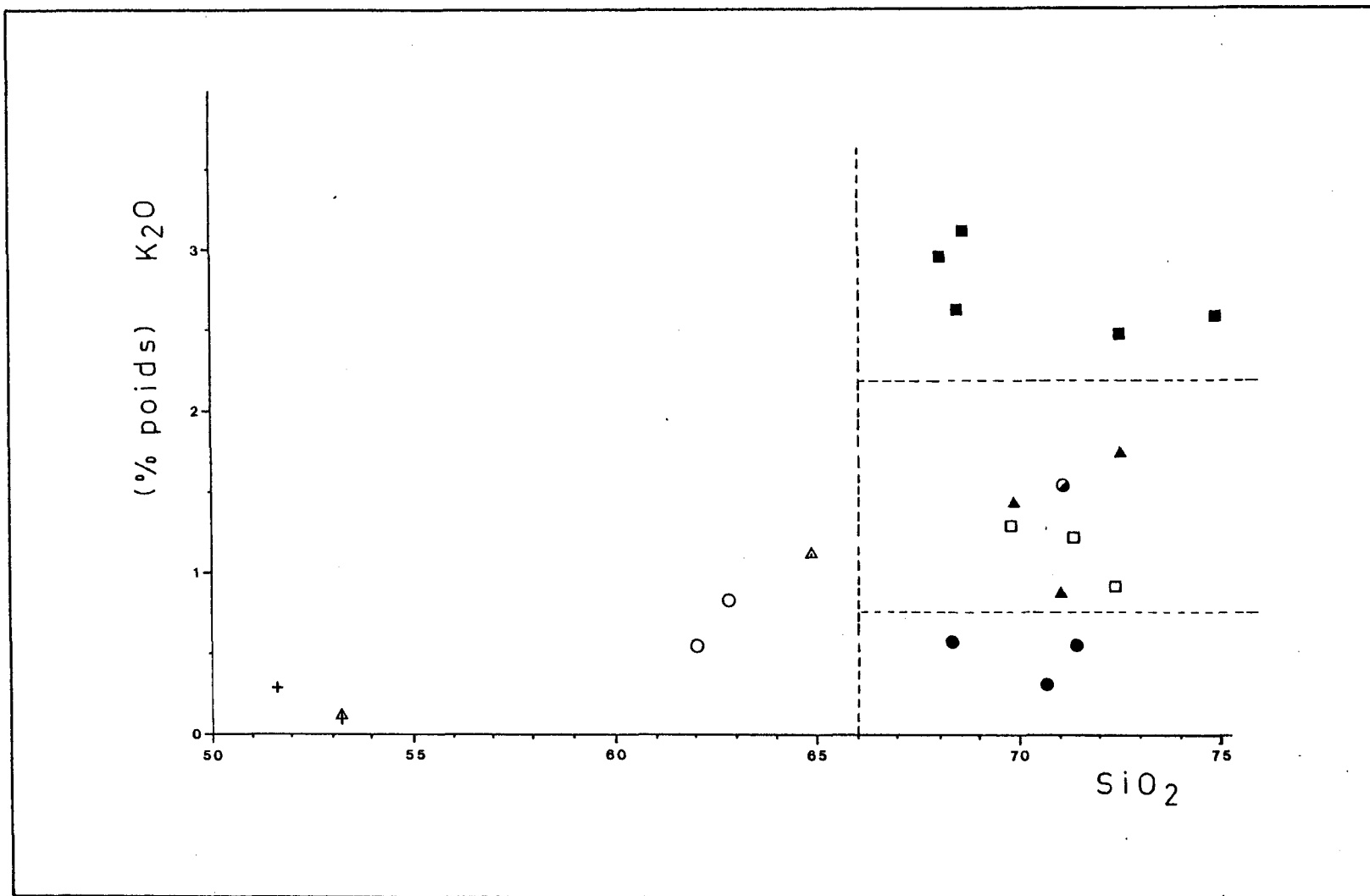


FIGURE 4: Diagramme K_2O / SiO_2 (pourcentages en poids).
(Harker, 1909)

Porphyre à quartz et feldspath (type 1)

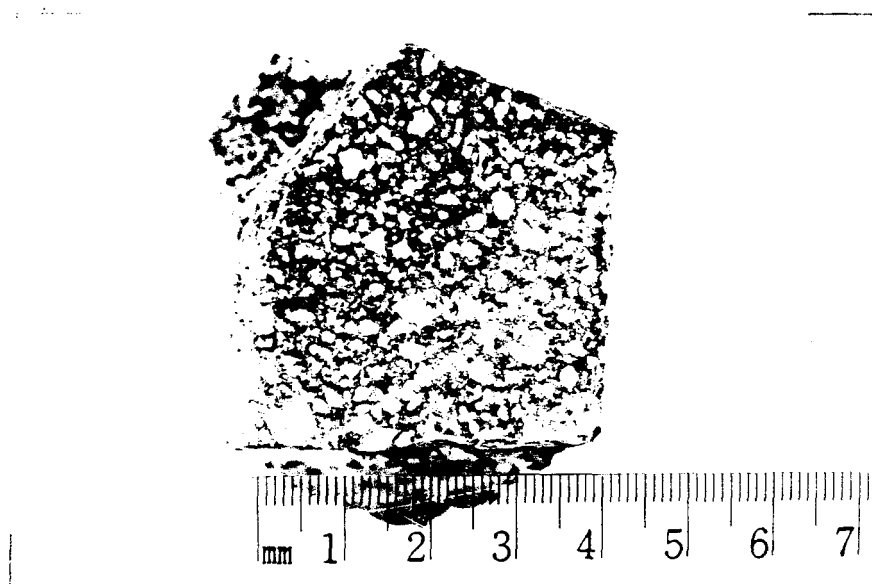
Les dykes du type 1 de porphyre à quartz et feldspath ont une composition chimique analogue à celle des granites ou des rhyolites. Ils sont de couleur grise et de texture porphyrique. La roche est constituée de 40 à 70% de phénocristaux de quartz et de plagioclase, pouvant mesurer jusqu'à 5mm. (planche Ia et Ib).

Les quartz comptent pour environ 25% des phénocristaux; ils sont de forme hypidio-idiomorphe, et les bordures de grains sont résorbées (planche IIa).

Le plagioclase est une andésine; le contenu en anorthite varie de 31 à 35%. Les grains sont idiomorphes, et montrent communément une zonation du type "clouded feldspar" (Bentor, 1951; Boone, 1969; Smith, 1974), formée par la concentration de granules d'oxydes de fer ou de minéraux d'altération tels l'épidote et la séricite, dans certaines parties du grain (planche IIb).

Le type 1 de porphyre à quartz et feldspath contient généralement 4-5% de pseudomorphes de biotite, atteignant parfois la taille des phénocristaux de quartz et d'andésine; la biotite est transformée en chlorite, avec cristallisation de sphène dans les clivages (planche IIIa).

La matrice est de nature cryptocristalline, et la granulométrie est inférieure à 100 microns. Les deux principaux constituants en sont le quartz et le plagioclase, dans des proportions respectives d'environ 3:1 (planche IIIb). Etant donné les dimensions très réduites des

PLANCHE I

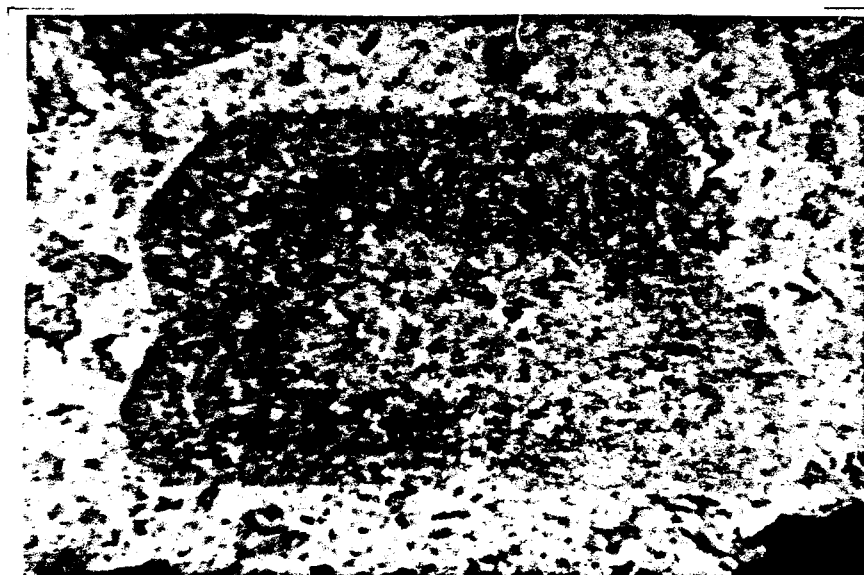
- a) Porphyre à quartz (gris moyen; craquelé) et feldspath (gris clair) du type 1.



- b) Porphyre à quartz (plage limpide) et feldspath (grains à aspect trouble) du type 1. Noter la matrice à grain très fin. (L.P.)

PLANCHE II

- a) Grain de quartz à bordure résorbée. Noter l'interdigitation de la bordure du grain avec la matrice à grain fin. (L.P.)

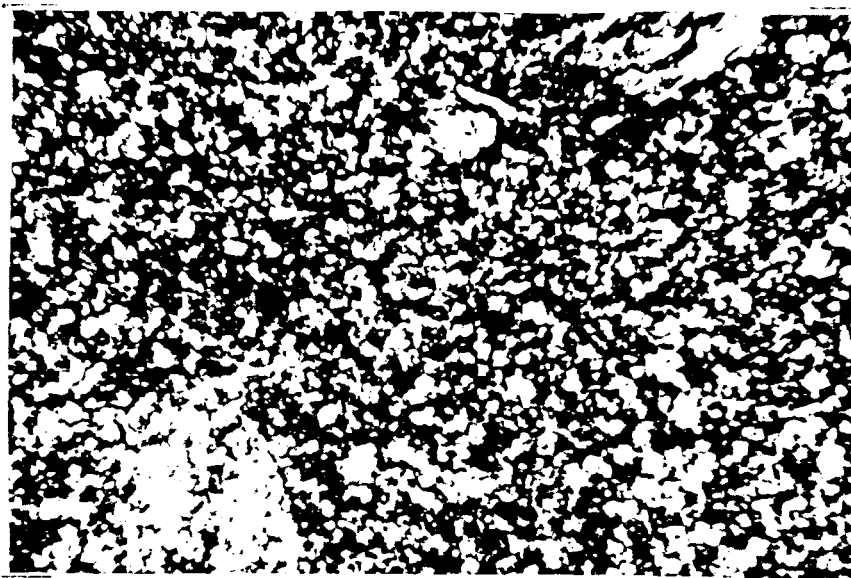


- b) Zonation du type "Clouded Feldspar", marquée par une concentration d'épidote (bande foncée) dans la zone intermédiaire du cristal de feldspath. (L.N.)

PLANCHE III

0.1mm.

- a) Pseudomorphe de biotite. Noter la concentration de granules de sphène (gris moyen) le long des clivages. (L.P.)



0.1mm.

- b) Détail de la matrice des dykes à texture porphyrique. Noter la texture cryptocristalline. (L.P.)

plagioclases de la matrice, leur contenu en anorthite n'a pu être déterminé. Des traces de chlorite, d'épidote, de séricite, de carbonates et de zircon complètent la minéralogie.

Le pourcentage de SiO_2 varie de 68 à 75%, et le K_2O de 2.5 à 3.1%. Cette teneur relativement élevée en K_2O pose un problème, vu l'absence de feldspaths potassiques. Le potassium pourrait cependant provenir de la séricite, et de la biotite qui entre dans la composition minéralogique de ce type de dyke; une partie du K_2O pourrait également être en solution solide dans le plagioclase.

Dans certains gisements, tel celui de Copper Rand (Mines Patino), le terme "porphyre à quartz" est employé pour désigner un type de dyke de couleur gris-beige, de texture schisteuse, contenant jusqu'à 5% d'augen de quartz, et qui pourrait être une variété altérée et cisailée du porphyre à quartz et feldspath.

Ce type de dyke est constitué à 95% d'une matrice schisteuse de séricite et de granules de quartz plus ou moins recristallisé, avec un peu de chlorite, de carbonates et d'épidote. Des cristaux de quartz arrondis, de dimensions entre 0.5 et 2 mm. sont enveloppés dans la schistosité (planche IVa). Les quartz sont en général fracturés, et montrent des franges de pression. Quelques grains ont des bordures résorbées. Certains échantillons de "porphyre à quartz" contiennent en plus 3-4% de chloritoïdes.

Aucune analyse chimique n'a été effectuée sur ce type de dyke; les teneurs en SiO_2 , et surtout en K_2O , n'auraient pas été représentatives

de la roche originale, étant donné le degré élevé d'altération et de cisaillement.

Porphyre à quartz et feldspath (type 2)

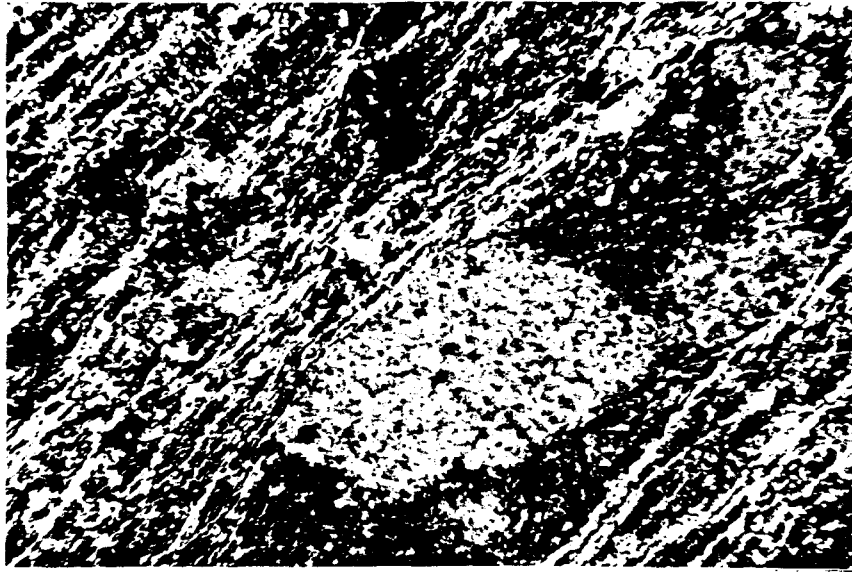
La minéralogie et la texture de ce deuxième type de porphyre à quartz et feldspath sont les mêmes que celles du type 1. La différence entre les deux types réside, d'une part, dans les pourcentages respectifs des minéraux constitutants, et d'autre part, dans la morphologie des phénocristaux de quartz. Le type 2 est également plus pauvre en K_2O que le type 1, et sa composition chimique est celle d'une granodiorite.

Dans le porphyre à quartz et feldspath du type 2, les phénocristaux ne forment que 20 à 40% de la roche, et leurs dimensions ne dépassent que rarement 2 mm. Le quartz compte généralement pour moins de 5% des phénocristaux, et est de forme xénomorphe (planche IVb).

Les phénocristaux de plagioclase sont de l'andésine (An_{34-36}) de forme idiomorphe. Le pourcentage de pseudomorphes de biotite ne dépasse pas 1%.

Dans la matrice, les proportions respectives de quartz et de plagioclase sont d'environ 1:1.

Enfin, le pourcentage de SiO_2 varie de 70 à 72.5% et le K_2O de 0.9 à 1.7%.

PLANCHE IV

┌───┐
0.5mm.

- a) "Porphyre à quartz". Noter l'augen de quartz fracturé, avec franges de pression, et la matrice à texture schisteuse. (L.P.)



┌───┐
0.1mm.

- b) Phénocrystal de quartz dans un porphyre à quartz et feldspath du type 2. Noter la forme xénomorphe du grain, et la bordure résorbée. (L.P.)

Porphyre à feldspath

Ces dykes ont une composition chimique se rapprochant de celle de la tonalite. Ils sont de couleur gris foncé et de texture porphyrique. Ils se composent de 30 à 60% de phénocristaux d'oligoclase calcique et d'andésine (An_{29-32}) pouvant mesurer jusqu'à 3 mm. (planche Va et Vb). Les phénocristaux sont généralement de forme idiomorphe.

La matrice est cryptocristalline, de granulométrie inférieure à 100 microns, et comprend du quartz et des plagioclases dans des proportions d'environ 1:1. A cause de la granulométrie très fine, la composition du plagioclase de la matrice n'a pu être déterminée. Dans la matrice, nous retrouvons également du zircon, de la chlorite, de la séricite, de l'épidote et des carbonates en quantités négligeables.

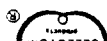
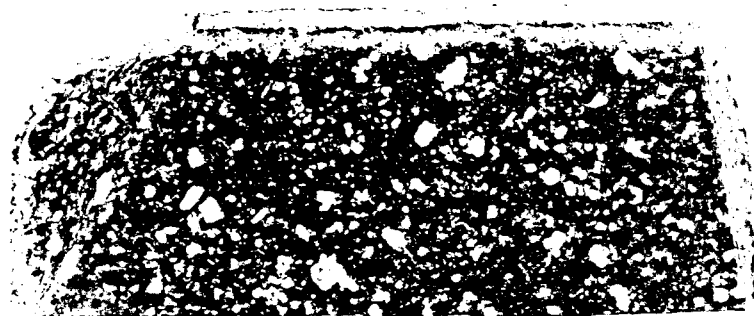
Le pourcentage de SiO_2 varie de 68 à 71.5%, et le K_2O de 0.3 à 0.6%

Quelques échantillons de porphyres à feldspath contiennent également jusqu'à 1% de pseudomorphes de biotite. Pour une teneur en SiO_2 de 71%, le pourcentage de K_2O atteint alors 1.6%.

Porphyre à feldspath et hornblende

Ce type de dyke est de composition tonalitique de couleur gris-

PLANCHE V



- a) Porphyre à feldspath. Noter les phénocristaux de feldspath dans la matrice à grain très fin, de couleur foncée.



0.5mm.

- b) Porphyre à feldspath. Noter les phénocristaux de plagioclase maclés albite, et la matrice cryptocristalline. (L.P.)

verdâtre, et à texture porphyrique. La roche se compose de 15 à 25% de phénocristaux de feldspaths et de hornblende, de dimensions entre 1 et 2 mm.

97% des phénocristaux sont de l'andésine assez fortement altérée en saussurite. Les autres 2-3% sont une hornblende actinolitique, partiellement transformée en chlorite.

La matrice montre généralement une texture trachytique. Elle est constituée à 80% de cristaux d'andésine (An_{31-33}), avec 5-10% de hornblende, et jusqu'à 10% de quartz interstitiel. La granulométrie varie de 0.2 à 0.5 mm. La matrice contient également 2-3% de chlorite, d'épidote et de carbonates.

Le pourcentage de SiO_2 varie de 62 à 63%, et le K_2O de 0.5 à 0.8%.

Dyke gris à grain fin (Grey)

Le terme Grey est utilisé par les géologues de mine du district de Chibougamau pour désigner un type de dyke de couleur grise, à grain très fin (planche VIa).

Ces dykes ont la composition chimique d'une granodiorite. Ils sont

constitués essentiellement de quartz et de plagioclase, dans des proportions respectives d'environ 2:3 (planche VIb): la composition du plagioclase ne peut être déterminé avec précision par des moyens optiques, étant donné que la granulométrie est de l'ordre de 0.05 à 0.1 mm. Les minéraux accessoires sont la chlorite, la séricite, l'épidote et le carbonate, avec quelquefois du zircon.

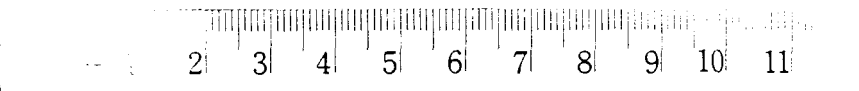
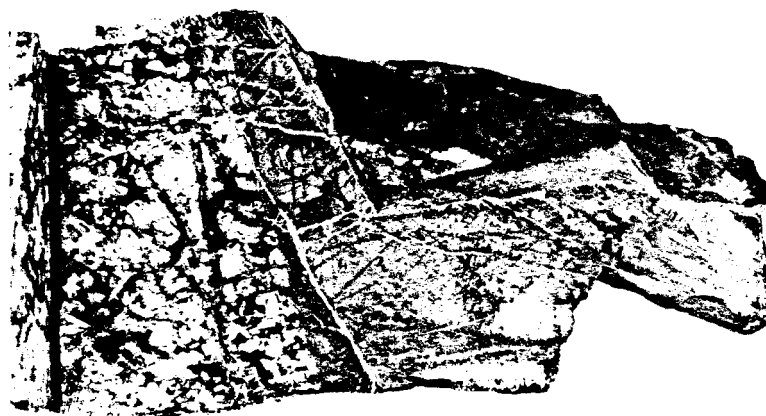
Quelques échantillons de dykes gris à grain fin peuvent contenir un ou deux cristaux plus grossiers (jusqu'à 1 mm.) de quartz ou de plagioclase. Ce type de roche forme généralement la zone de trempe en bordure des dykes porphyriques et des dykes de tonalite.

Le pourcentage de SiO_2 est en moyenne de 65%, et le K_2O peut atteindre 1.2%.

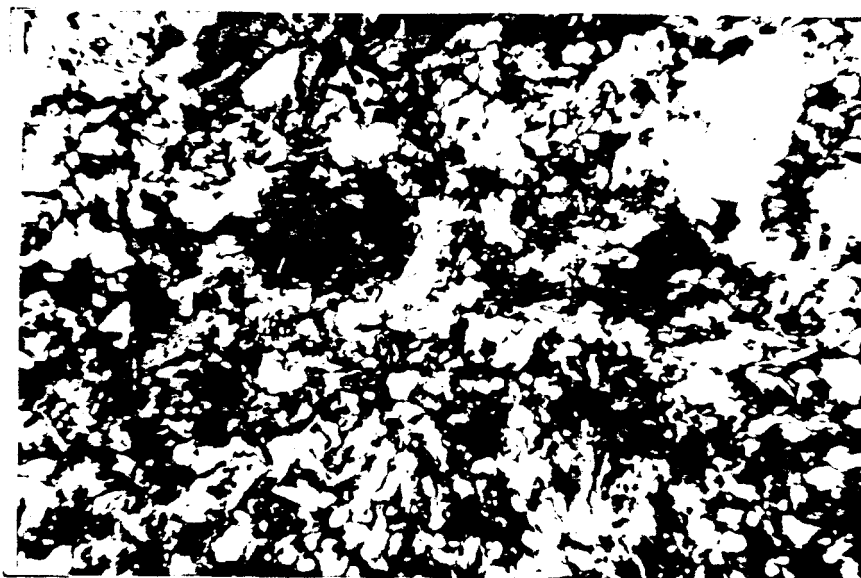
Tonalite et tonalite porphyrique

Les dykes de tonalite sont de couleur gris très pâle en surface fraîche, et blanc crayeux en surface altérée. La granulométrie varie de 0.5 à 1.0 mm.

La roche est composée de 50 à 60% de plagioclase et de 25 à 30% de quartz, avec des quantités variables de biotite plus ou moins chloritisée (planche VIIa et VIIb). En général, la roche contient jusqu'à 1% de pyrite disséminée. Le plagioclase est une andésine; le contenu en anorthite varie de 31 à 37%. Les grains sont de forme hypidiomorphe. Le quartz est interstitiel et xénomorphe.

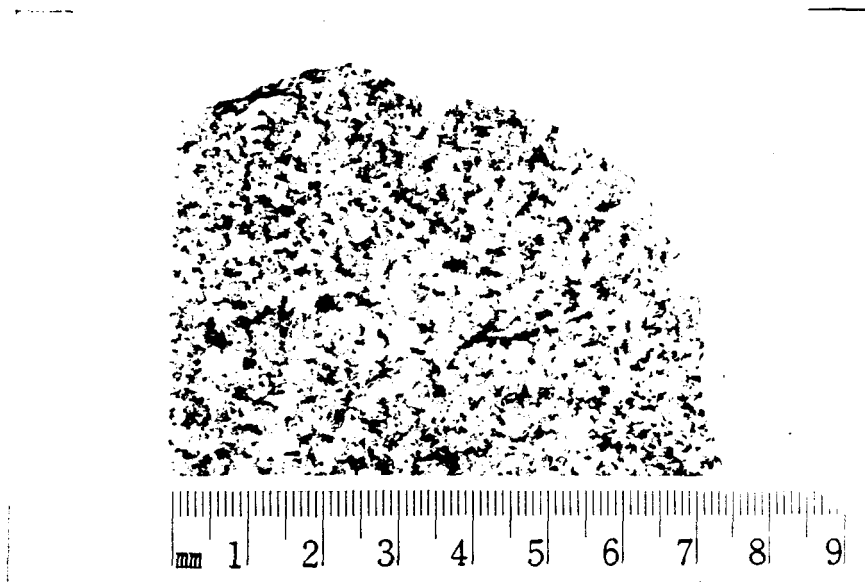
PLANCHE VI

- a) Dyke gris à grain fin (Grey). Noter la texture à grain très fin du dyke, et le contact net avec la méta-anorthosite.



0.1mm.

- b) Dyke gris à grain fin (Grey), constitué de quartz (granules gris clair) et de plagioclase (bâtonnets maclés albite). (L.P.)

PLANCHE VII

- a) Tonalite de dyke, composée de plagioclase (gris clair), de quartz (gris moyen) et de biotite (foncé).



- b) Tonalite équi-granulaire. Noter le quartz (plages limpides) interstitiel au plagioclase (aspect trouble; maclé albite). (L.P.)

Le pourcentage de SiO_2 varie de 69 à 72.5%, et le K_2O de 0.9 à 1.3%.

La variété porphyrique de tonalite ne diffère de la tonalite équi-granulaire que par l'existence d'une deuxième population granulométrique de plagioclase, soit des phénocristaux de 2 à 3.5 mm. (planche VIIIa). Les phénocristaux de plagioclase sont aussi de l'andésine, et leur quantité ne dépasse pas 4-5% du total de la roche.

Diorite-Méladiorite

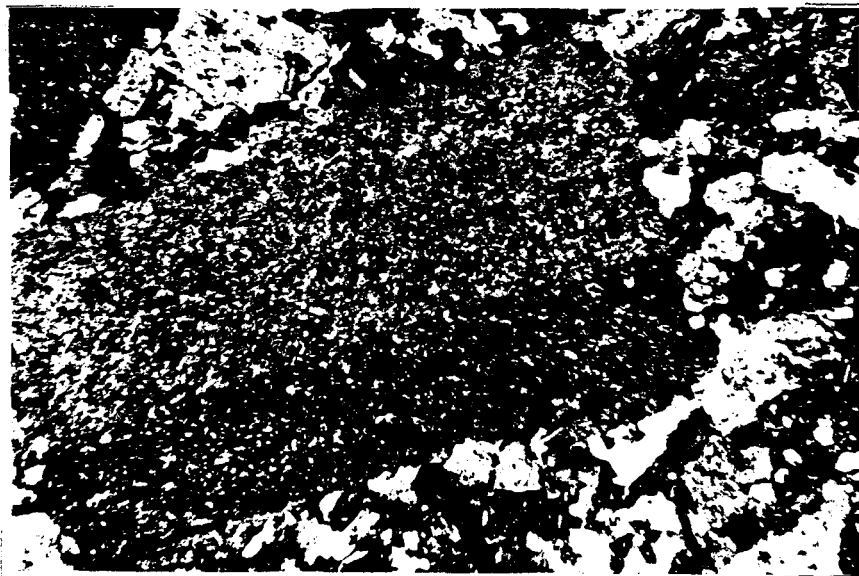
La diorite que nous retrouvons sous forme de dykes est de couleur verdâtre, et de texture équi-granulaire. La granulométrie peut varier de 1 à 2 millimètres.

La roche se compose de 35 à 40% d'amphiboles et de 55 à 60% de plagioclase, en plus de carbonates, d'épidote et de chlorite en quantités variables (planche VIIIb). L'amphibole est une hornblende actinolitique hypidiomorphe. La plagioclase est une andésine (An_{37-39}), de forme hypidiomorphe. Selon le degré de métamorphisme et d'altération, la hornblende est plus ou moins transformée en chlorite, et le plagioclase en saussurite.

Dans la méladiorite, le pourcentage de hornblende est généralement aux environs de 60%, et le plagioclase ne compte plus que pour 40% de la roche.

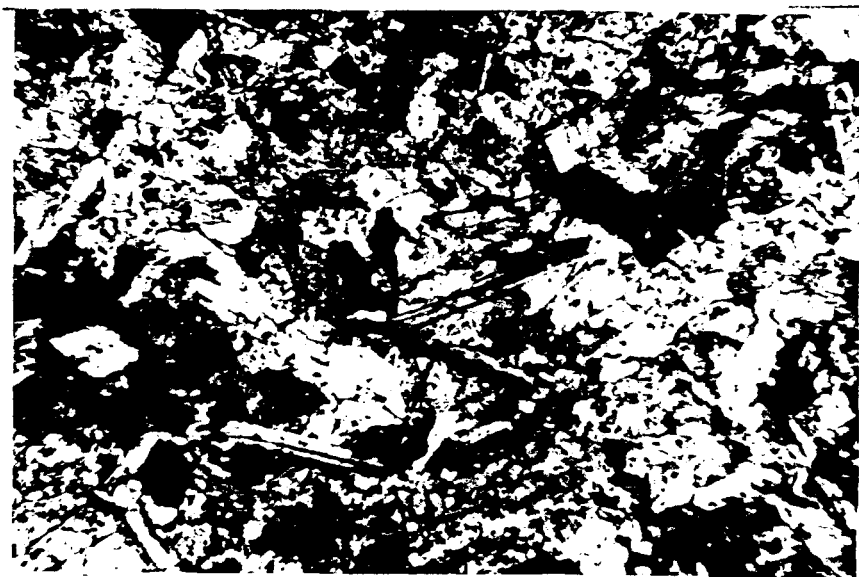
Le pourcentage de SiO_2 est d'environ 52%, et le K_2O de 0.3%.

Dans le gisement de Henderson (Campbell Chibougamau Mines Ltd.),

PLANCHE VIII

0.5mm.

- a) Tonalite porphyrique. Noter la différence de granulométrie entre le phénocrystal de plagioclase et la "matrice". (L.P.)



0.5mm.

- b) Dyke de Méladiorite, composée de hornblende (plages à aspect trouble; craquelée), de plagioclase (maillé albite) et de chlorite (plages sombres). Noter la texture de micro-gabbro. (L.P.)

Le terme "Green" est utilisé pour désigner un type de dyke de couleur verte et à grain très fin, qui pourrait être une diorite ou méladiorite à grain fin altérée en épidote et en chlorite.

La roche est en effet constituée essentiellement d'épidote (40%) et de chlorite (25%), avec environ 20% de feldspath et 5% de quartz; les quartz et les feldspaths montrent des textures de recristallisation. Le pourcentage de carbonates peut atteindre 10%. La texture est équi-granulaire, et la granulométrie est inférieure à 0.1 mm.

Le pourcentage de SiO_2 est d'environ 54%, et celui de K_2O est inférieur à 0.1%.

ORIENTATION - DISTRIBUTION - CONCENTRATION

Introduction

Dans le camp minier de Chibougamau et la région avoisinante, les dykes ont un patron général d'orientation en éventail par rapport au Pluton de Chibougamau.

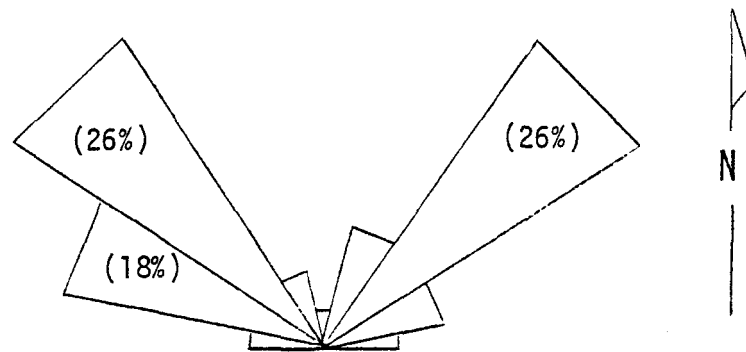


Figure 5: Patron général d'orientation des dykes compilés.

Trois directions sont toutefois préférentielles, soit le nord-est, le nord-ouest et l'ouest nord-ouest, avec environ 70% des dykes orientés selon ces azimuts (Tableau V). De plus, ces directions sont tour à tour prédominantes à l'intérieur de trois (3) sous-régions différentes dans la région étudiée (figure 6). Ces sous-régions sont les suivantes:

LEGENDE

Figures 6 à 14 (incl.)

- Diorite-méladorite
- Porphyre à feldspath et hornblende
- Tonalite et tonalite porphyrique
- Porphyre à felspath
- Porphyre à quartz et feldspath du type 2
- Porphyre à quartz et feldspath du type 1
- Dykes gris à grain fin (Grey)
- Granite, aplite et pegmatite
- Gabbro
- Pyroxénite
- Lamprophyre

①, ②, ③ Sous-régions

Sous-région 1: Les terres à l'ouest du Lac Chibougamau. La limite est est une ligne nord-sud passant par les gisements de Copper Rand et de Jaculet, propriétés des Mines Patino (Québec) Ltée.

Sous-région 2: Le Lac Chibougamau. Elle est limitée à l'ouest par la sous-région 1; la limite est est une ligne nord-sud passant par la Baie Magnétite.

Sous-région 3: Les terres à l'est du Lac Chibougamau. Elle est limitée à l'ouest par la sous-région 2, et à l'est par le Front Grenville.

Ainsi, dans la sous-région 1, on observe que 80% des dykes sont orientés nord-ouest et ouest nord-ouest. Dans la sous-région 3, la direction des dykes est à 80% nord-est et nord nord-est. Quant à la sous-région 2, le patron d'orientation est plutôt en éventail; les directions nord-est et nord-ouest y sont toutefois aussi en évidence (tableau V).

La concentration des dykes varie beaucoup selon l'unité géologique encaissante. Le Complexe du Lac Doré renferme environ 82% des dykes compilés, le Pluton de Chibougamau 12%, et les volcaniques du Groupe de Roy 6% seulement.

Alors que tous les types de dykes sont présents à l'intérieur du Complexe du Lac Doré, nous retrouvons presque exclusivement des porphyres à quartz et feldspath du type 1 dans les volcaniques du Groupe de Roy.

Quant au Pluton de Chibougamau, les dykes se retrouvent surtout

AZIMUTS	E-O	ONO	NO	NNO	N-S	NNE	NE	ENE
Sous-région 1	15 (4.60%)	112 (33.60)	149 (44.71)	20 (5.96)	6 (1.89)	6 (1.89)	12 (3.52)	13 (3.79)
Sous-région 2	15 (9.48%)	14 (8.75)	26 (16.78)	16 (10.21)	9 (5.83)	16 (10.21)	35 (22.62)	25 (16.05)
Sous-région 3	8 (3.58%)	2 (0.79)	5 (2.39)	5 (1.99)	3 (1.19)	41 (17.92)	137 (60.55)	26 (11.55)
Total de la région	38 (5.15%)	128 (18.22)	180 (25.62)	41 (5.41)	18 (2.37)	63 (8.71)	184 (25.89)	64 (8.55)

TABLEAU V: Nombre de dykes orientés selon chacun des azimuts principaux, dans les trois (3) sous-régions, et au total de la région.

dans les zones de bordure. Les phases de diorite-méladiorite à hornblende et de granodiorite à biotite et hornblende, en bordure nord du pluton, sont les hôtes de dykes de tonalite et de porphyres à feldspath principalement. En bordure sud du pluton, la brèche de contact et la tonalite à chlorite sont recoupées surtout par des dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1. Les phases plus felsiques (tonalite à biotite et leucotonalite), qui constituent le noyau du pluton, ne renferment généralement que quelques rares dykes de composition granitique, de gabbro et de porphyre à quartz et feldspath du type 1.

La formation de Stella, au sud du Pluton de Chibougamau, est recoupée par d'innombrables dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1.

La majorité des dykes compilés provient de rapports de travaux géologiques, et, selon les régions, le nombre total de dykes inventoriés dépend en grande partie de l'intensité de l'exploration effectuée, ou de la disponibilité des rapports.

Les pourcentages des différents types de dykes sont cependant indicatifs de la concentration et de la distribution réelle de chaque type.

Orientation et distribution par type de dyke

Porphyre à quartz et feldspath (type 1)

Les dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1 comptent pour environ 11% du total des dykes compilés (tableau VI). Ils se retrouvent

Types	Sous-région 1	Sous-région 2	Sous-région 3	Total de la région
(1)	2 (0.60%)	73 (46.79%)	6 (2.64%)	81 (11.31%)
(2)	132 (39.63%)	1 (0.64%)	---	33 (18.57%)
(3)	93 (27.92%)	50 (32.05%)	31 (13.65%)	174 (24.30%)
(4)	7 (2.10%)	4 (2.56%)	---	11 (1.53%)
(5)	15 (4.50%)	6 (3.84%)	11 (4.84%)	32 (4.46%)
(6)	12 (3.60%)	12 (7.69%)	---	24 (3.35%)
(7)	62 (18.61%)	1 (0.64%)	81 (35.68%)	144 (20.11%)
(8)	10 (3.00%)	9 (5.76%)	98 (43.16%)	117 (16.29%)
Total	333 (100%)	156 (100%)	227 (100%)	716 (100%)

TABLEAU VI: Nombre de dykes de chaque type dans les trois (3) sous-régions et au total de la région étudiée.

- (1) Porphyre à quartz et feldspath (type 1)
- (2) Porphyre à quartz et feldspath (type 2)
- (3) Porphyre à feldspath
- (4) Porphyre à feldspath et hornblende
- (5) Dykes gris à grain fin (Grey)
- (6) Tonalite et tonalite porphyrique
- (7) Diorite et méladiorite
- (8) Autres types: granite-aplite-pegmatite (53)
gabbro (31)
pyroxénite (2)
lamprophyre (1)
- Indéterminés (30)

dans la partie nord de la sous-région 2, à l'intérieur des volcaniques du Groupe de Roy (figure 7). Quelques dykes de ce type recoupent aussi les phases qui constituent le noyau du Pluton de Chibougamau, dans les sous-régions 1 et 3.

Le patron d'orientation est en éventail, mais avec une préférence pour les directions nord-est et est nord-est.

Ces dykes recoupent aussi les zones de bordure sud (brèche de contact et tonalite à chlorite) du Pluton de Chibougamau, ainsi que la formation de Stella. Comme dans la partie nord de la région, leur direction est surtout nord-est.

Porphyre à quartz et feldspath (type 2)

Ce type de dyke représente environ 18% du total des dykes compilés. Il se retrouve presque exclusivement dans la sous-région 1, à l'intérieur du Complexe du Lac Doré, ou à proximité du contact de celui-ci, dans les roches volcaniques (figure 8).

75% de ces dykes ont une direction nord-ouest ou ouest nord-ouest.

Porphyre à feldspath

Le quart (25%), environ, des dykes du camp minier de Chibougamau sont des porphyres à feldspath. Ceux-ci sont assez uniformément répartis dans les trois (3) sous-régions, et sont concentrés en majorité dans le

Complexe du Lac Doré, à proximité du contact du Pluton de Chibougamau (figure 9). Les zones de diorite-méladiorite à hornblende et de granodiorite à biotite et hornblende du pluton renferment aussi un certain nombre de dykes de ce type.

Leur orientation est sous forme d'éventail, mais les directions nord-est, nord-ouest et ouest nord-ouest sont prédominantes.

Tonalite et tonalite porphyrique

La tonalite constitue 3 à 4% du total des dykes compilés. Les roches hôtes sont celles du Complexe du Lac Doré, et celles de la zone de diorite-méladiorite à hornblende en bordure du Pluton de Chibougamau, dans les sous-régions 1 et 2 (figure 10).

Environ 50% des dykes de tonalite sont de direction nord-ouest.

Dykes gris à grain fin (Grey)

Les dykes gris à grain fin comptent pour environ 4 à 5% du total des dykes compilés. Ils affleurent dans les trois (3) sous-régions, mais seulement à l'intérieur du Complexe du Lac Doré (figure 11).

Leur orientation correspond aux trois (3) directions des failles majeures dans la région, soit, le nord-est, le nord-ouest et l'ouest nord-ouest.

Porphyre à feldspath et hornblende

Les porphyres à feldspath et hornblende forment à peine 1.5% du total des dykes compilés. Ils se retrouvent surtout aux environs de la Baie Cachée (sous-région 1) et au nord du Lac Chibougamau (Mine Henderson et La Baie Bear) dans la sous-région 2 (figure 12).

Les principales directions relevées sont le nord-ouest et l'est nord-est.

Diorite-méladiorite

Sur le total des dykes compilés, environ 20% sont de la diorite ou de la méladiorite à hornblende. Les dykes de ce type sont concentrés exclusivement à l'intérieur du Complexe du Lac Doré, dans les sous-régions 1 et 3 (figure 13). Les deux (2) zones, où ce type de dyke se retrouve, sont adjacentes à la zone de bordure de diorite-méladiorite du Pluton de Chibougamau.

Les orientations préférentielles sont le nord-ouest et le nord-est, dans des proportions respectives d'environ 60 et 40%.

Autres types

Granite; aplite; pegmatite

Environ 8% des dykes compilés sont de composition "granitique",

aplite ou pegmatite. Près de 90% de ces dykes se situent dans la sous-région 3, à l'intérieur du flanc sud du Complexe du Lac Doré. Quelques dykes "granitiques" recoupent aussi le Pluton de Chibougamau (figure 14). Dans le nord de la sous-région 1, des dykes similaires se retrouvent dans les roches volcaniques, à proximité d'un intrusif mineur de "granite sodique" (Smith et Allard, 1960), à l'extrémité ouest du Lac Bourbeau.

Le patron d'orientation des dykes de "granite", aplite et pegmatite est fortement biaisé dans les directions nord nord-est et nord-est.

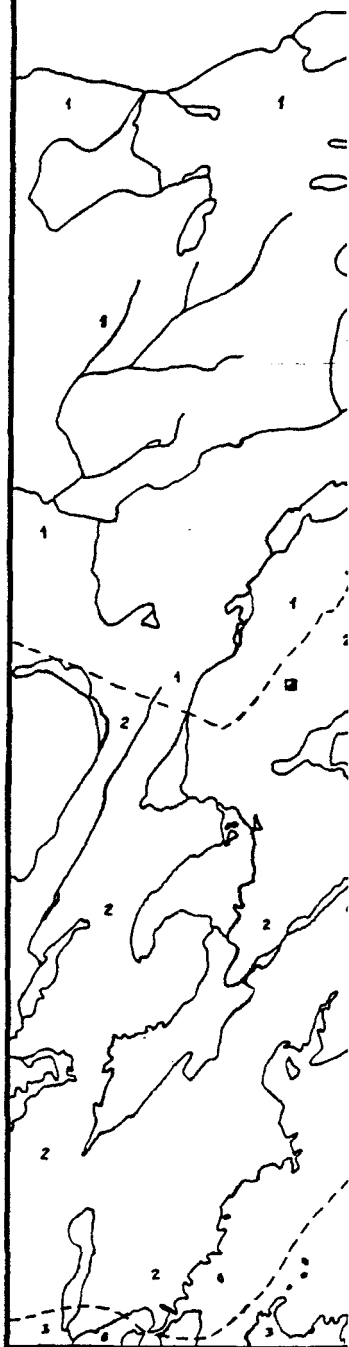
Gabbro; pyroxénite; lamprophyre

4 à 5% des dykes compilés sont de composition gabbroïque. Ceux-ci se retrouvent surtout dans la sous-région 3, à proximité du dyke "post-tectonique" de métagabbro de l'île Gabbro (figure 6). Ils sont orientés principalement est-ouest.

Dans la sous-région 3, nous retrouvons aussi deux (2) dykes de dimensions restreintes de pyroxénite, probablement apparentés au dyke de métapyroxénite Henderson. Un des dykes à une direction nord-ouest; l'autre est orienté nord-est (figure 6).

Enfin, un dyke de lamprophyre recoupe la zone de tonalite à biotite du Pluton de Chibougamau. Ce dyke de petites dimensions affleure sur une île du Lac Chibougamau, dans la sous-région 2 (figure 6). Sa direction est nord-est.

- 1 Volcaniques c
- 2 Complexe du
- 3 Pluton de Ct
- Contact géol
- Principaux gi



ORIGINE - GENESE - MISE EN PLACE

Introduction

Les travaux antérieurs sur le district minier de Chibougamau peuvent être classés en deux (2) catégories, selon l'origine que les auteurs proposent pour les dykes.

Une première hypothèse, soutenue par Sutton (1959), et plus récemment par Allard (1976b), veut que les dykes soient des conduits nourriciers pour les roches volcaniques (pyroclastiques et de la formation de Blondeau).

La deuxième hypothèse (Graham, 1956; Jeffery, 1959; Hawkins, 1960; Koene, 1964) relie les dykes aux roches du Pluton de Chibougamau.

Les dykes porphyriques: conduits nourriciers des roches pyroclastiques de la formation de Blondeau

Notre compilation de la distribution des dykes du camp minier de Chibougamau nous a permis, premièrement, de mettre en évidence que la zone d'intrusion de la grande majorité des dykes se limite aux roches du Complexe du Lac Doré et aux phases de bordure du Pluton de Chibougamau. Dans les roches volcaniques, nous retrouvons presque exclusivement des dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1; ceux-ci se propagent jusque dans les roches pyroclastiques de la formation de Blondeau.

En second lieu, les relations de terrain entre les roches de la

formation de Blondeau et les "plugs" et dykes porphyriques indiquent que ces derniers sont nettement plus récents. En effet, dans la région immédiatement à l'ouest du Lac à la Truite (figure 15), les "plugs" et dykes porphyriques recourent le filon-couche de Roberge, lui-même intrusif dans la formation de Blondeau. Le contact intrusif entre les roches porphyriques et le filon-couche est observable le long de la bordure nord des "plugs" de porphyre à quartz et feldspath, où des fragments anguleux de métapyroxénite ont été emprisonnés dans la roche à texture porphyrique des "plugs".

Donc, bien qu'il soit reconnu que, dans certains cas, des intrusions de porphyre puissent représenter d'anciennes cheminées volcaniques ou encore des conduits nourriciers pour des roches volcaniques (Goodwin, 1966), nous ne croyons pas qu'il en soit ainsi pour les dykes porphyriques du camp minier de Chibougamau, en raison de leur patron général de distribution, ainsi que de leur relation de terrain avec les roches de la formation de Blondeau.

Les dykes: produits de différenciation du magma du Pluton de Chibougamau

Evidences minéralogiques

La minéralogie des dykes équi-granulaires, soit les diorites, méladiorites et tonalites, est identique à celle des phases du même nom à l'intérieur du pluton. Les constituants minéralogiques primaires sont, pour les dykes de diorite et méladiorite, un plagioclase de composition An 37-39

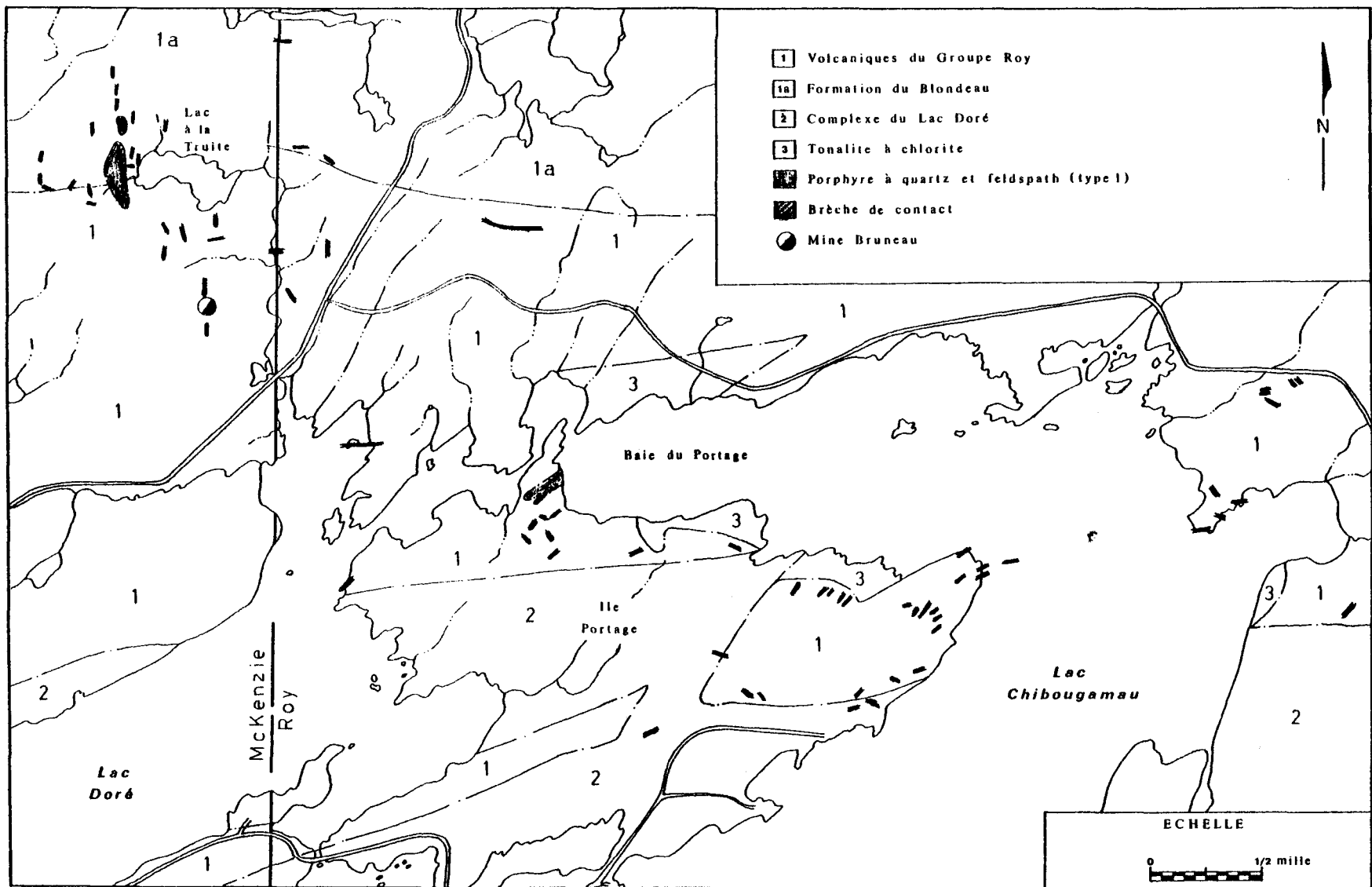


FIGURE 15: Essaim de dykes et de "plugs" de porphyre à quartz et feldspath (type 1) de la région du Lac à la Truite.

et une hornblende verte. Dans le cas des roches du pluton, Cimon (1976a) rapporte que, dans le canton de Queylus, les diorites et méladiorites sont constituées de 40-50% de hornblende et de 30-50% de plagioclase de composition An_{47-49} .

La tonalite que nous retrouvons sous forme de dyke contient essentiellement du quartz et de l'andésine (An_{37}), avec de la biotite comme minéral mafique. Les tonalites du pluton sont aussi formées de quartz et de plagioclase, avec des quantités variables de biotite. Les déterminations de calcicité de plagioclase que nous avons effectuées sur des échantillons de tonalite du pluton ont révélé des teneurs en anorthite entre 35 et 39%.

Les dykes à texture porphyrique sont également apparentés aux tonalites et leucotonalites du Pluton de Chibougamau. Dans le cas des dykes, les constituants primaires sont le quartz et le plagioclase, avec des quantités variables de biotite. Selon le type de dyke, la composition du plagioclase varie de An_{33} à An_{36} .

Evidences chimiques

Afin de comparer la composition chimique des dykes avec celle des roches du Pluton de Chibougamau, nous avons utilisé les résultats d'analyses de différentes phases du pluton, présentées par Allard (1970a et 1975); ces analyses sont reproduites au tableau XIV de l'appendice III (b). Dans ce tableau, nous avons aussi inclus trois (3) analyses de tonalite et leucotonalite du pluton, effectuées par Fluorescence-X à l'Université

du Québec à Chicoutimi.

Ces analyses, présentées sur diagramme $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} / \text{SiO}_2$ (figure 16), par exemple, mettent en évidence la nature subalcaline (Tuttle et Bowen, 1958; McDonald, 1968) commune aux dykes et aux roches du pluton.

Les roches de dyke et du pluton font également partie d'une même suite calco-alcaline, telle que définie par Kuno (1968), et démontrée par le diagramme A-F-M (figure 17).

Sur le diagramme Anorthite-Albite-Orthose (Yoder, Stewart and Smith 1957, p. 211), à la figure 18, exception faite des porphyres à quartz et feldspath du type 1, il y a superposition des champs de composition des dykes et des roches du pluton. Dans le cas des porphyres à quartz et feldspath du type 1, cependant, le pourcentage élevé d'orthose normative ne reflète pas la minéralogie réelle. Ces dykes ne contiennent en effet pas de feldspaths potassiques.

Il est également possible, dans le cas des dykes à texture équi-granulaire (diorite, meladiorite et tonalite), de comparer quantitativement leur composition chimique (% d'oxydes d'éléments majeurs) avec celle des phases similaires du Pluton de Chibougamau (tableau VII). De leur côté, les dykes à texture porphyrique, tels les porphyres à feldspath et hornblende, porphyres à feldspath, et porphyres à quartz et feldspath, se prêtent moins bien à une comparaison sur une base strictement quantitative avec les roches du pluton, du moins pour certains éléments, comme le sodium, et surtout le potassium. Il faut plutôt envisager que la composition chimique des dykes à texture porphyrique reflète un stage final

LEGENDE

Figures 16 à 27

DYKES:

- + Diorite-méladiorite
- ⊕ Diorite à grain fin (Green)
- Porphyre à feldspath et hornblende
- △ Dyke gris à grain fin (Grey)
- Tonalite et tonalite porphyrique
- Porphyre à feldspath
- ◐ Porphyre à feldspath (+ biotite)
- ▲ Porphyre à quartz et feldspath (type 2)
- Porphyre à quartz et feldspath (type 1)
- ⊕ Porphyre à feldspath (+ métasomatisme potassique)

PLUTON DE CHIBOUGAMAU:

- ① Méladiorite à hornblende
- ② Tonalite à hornblende
- ③ Tonalite à biotite
- ④ Granodiorite à biotite et hornblende
- ⑤ Leucotonalite
- ⑥ Leucotonalite
- ⑦ Tonalite à biotite
- ⑧ Leucotonalite

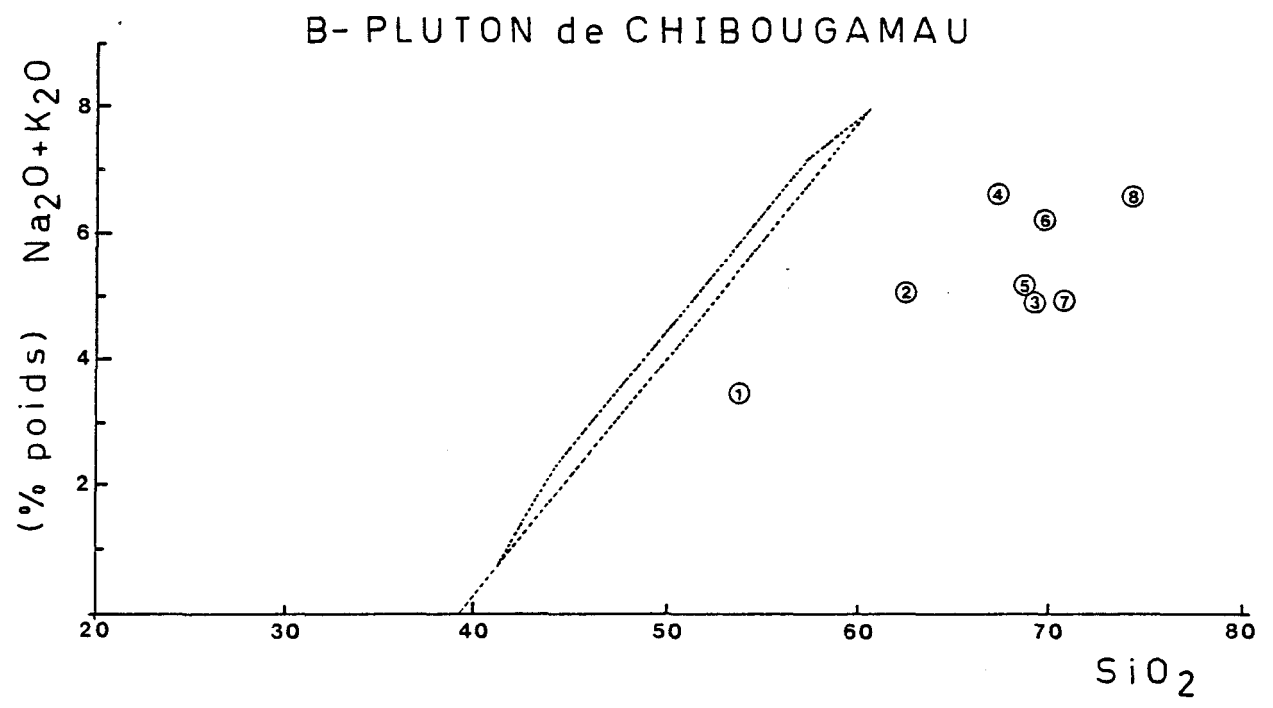
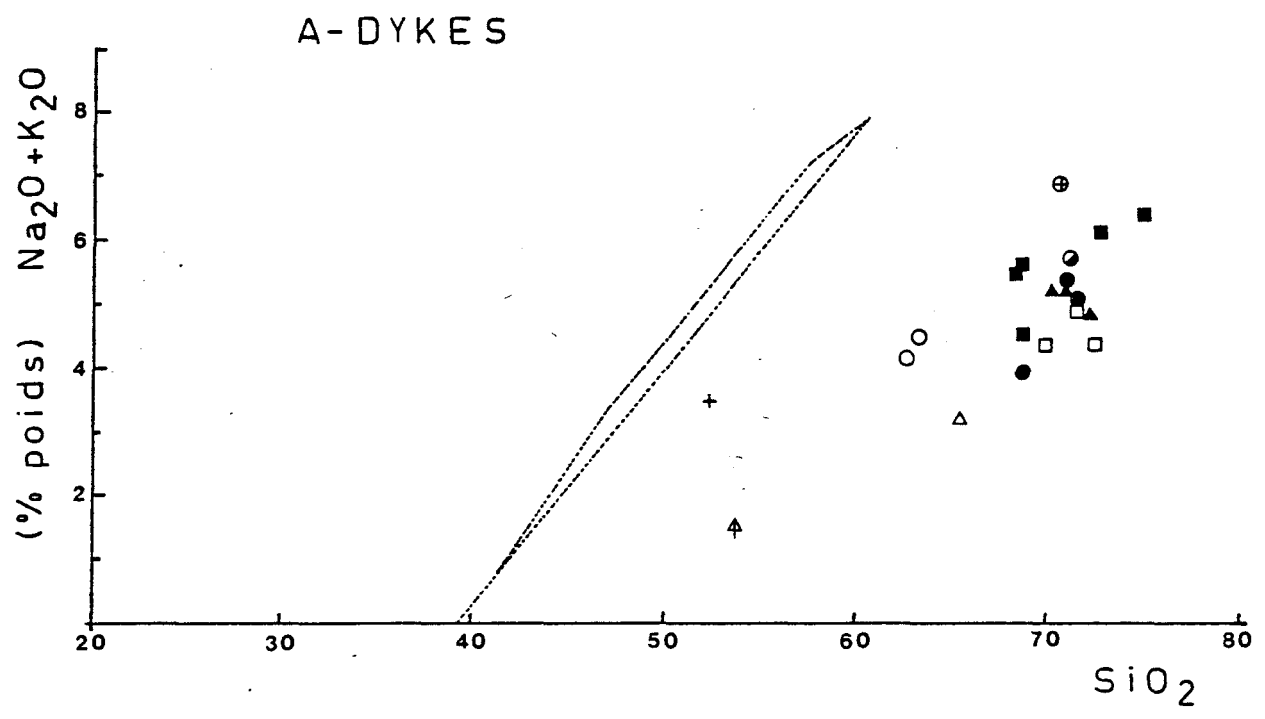


FIGURE 16: Diagramme $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} / \text{SiO}_2$

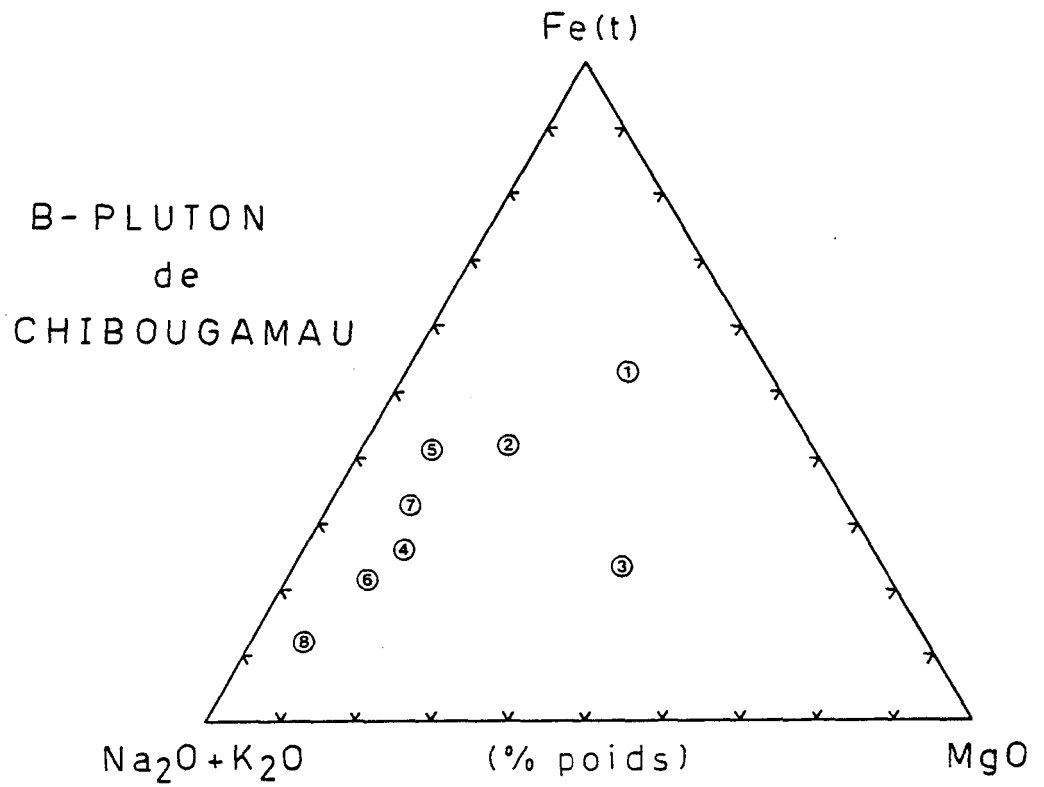
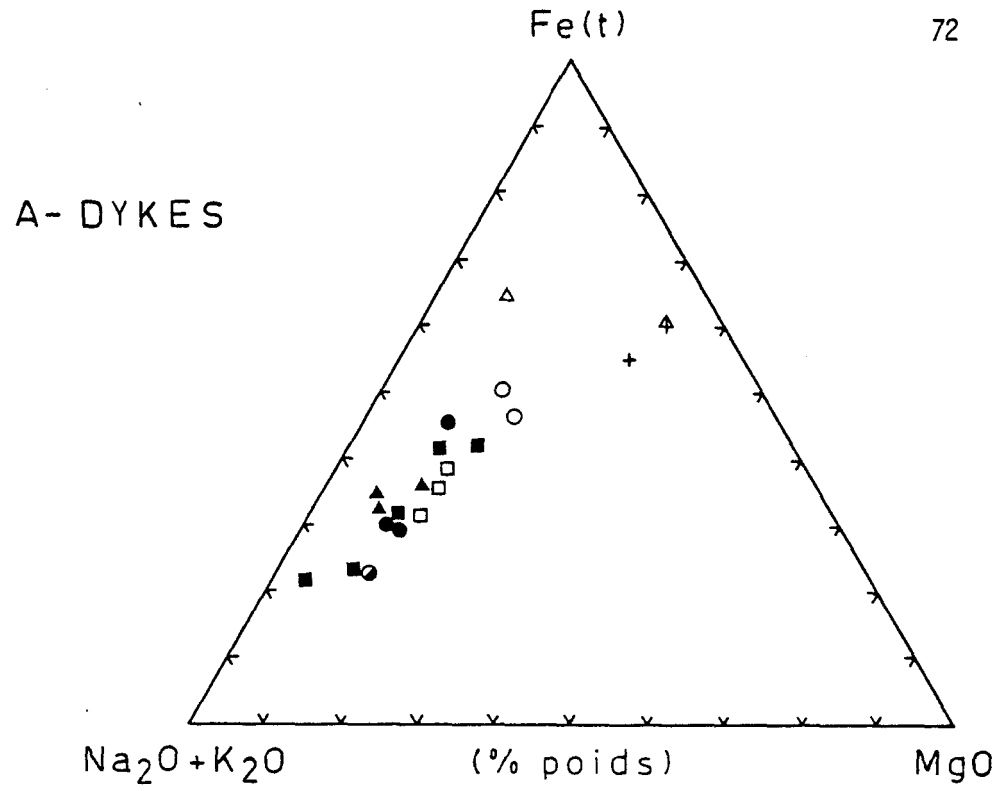


FIGURE 17: Diagramme A-F-M

OXYDES	MELADIORITE		TONALITE	
	(pluton) *69-192	(dyke) JM-5/13	(pluton) JM-6/5	(dyke) U-1926D
SiO ₂	52.34%	51.72%	68.85%	69.79%
TiO ₂	1.39	1.38	0.29	0.29
Al ₂ O ₃	15.03	13.73	16.19	16.27
Fe ₂ O ₃	11.45	14.87	4.68	3.86
MnO	---	0.31	0.05	0.05
MgO	5.70	7.18	0.98	1.31
CaO	8.61	7.06	3.87	3.76
Na ₂ O	3.00	3.14	4.21	3.01
K ₂ O	0.34	0.29	0.83	1.29
P ₂ O ₅	---	0.27	0.21	0.33

* Analyse tirée de Allard (1976a)

TABLEAU VII: % en poids d'oxydes de tonalites et de méladiorites de dykes et du Pluton de Chibougamau.

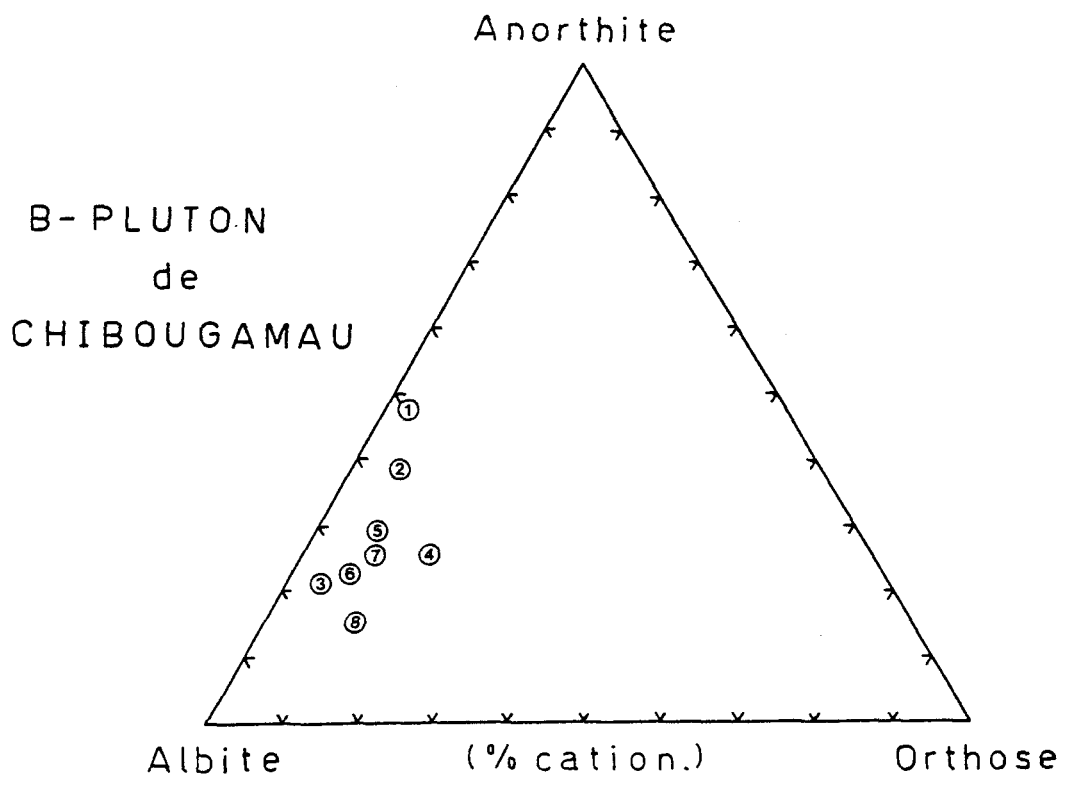
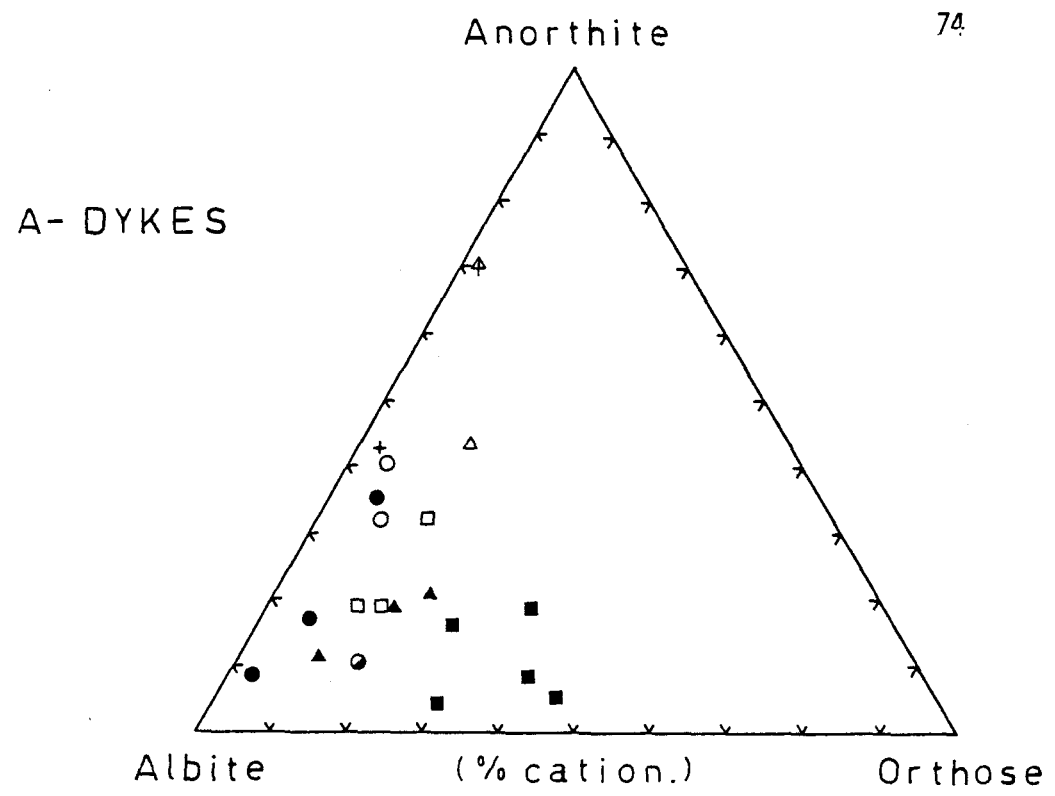


FIGURE 18: Diagramme Anorthite-Albite-Orthose

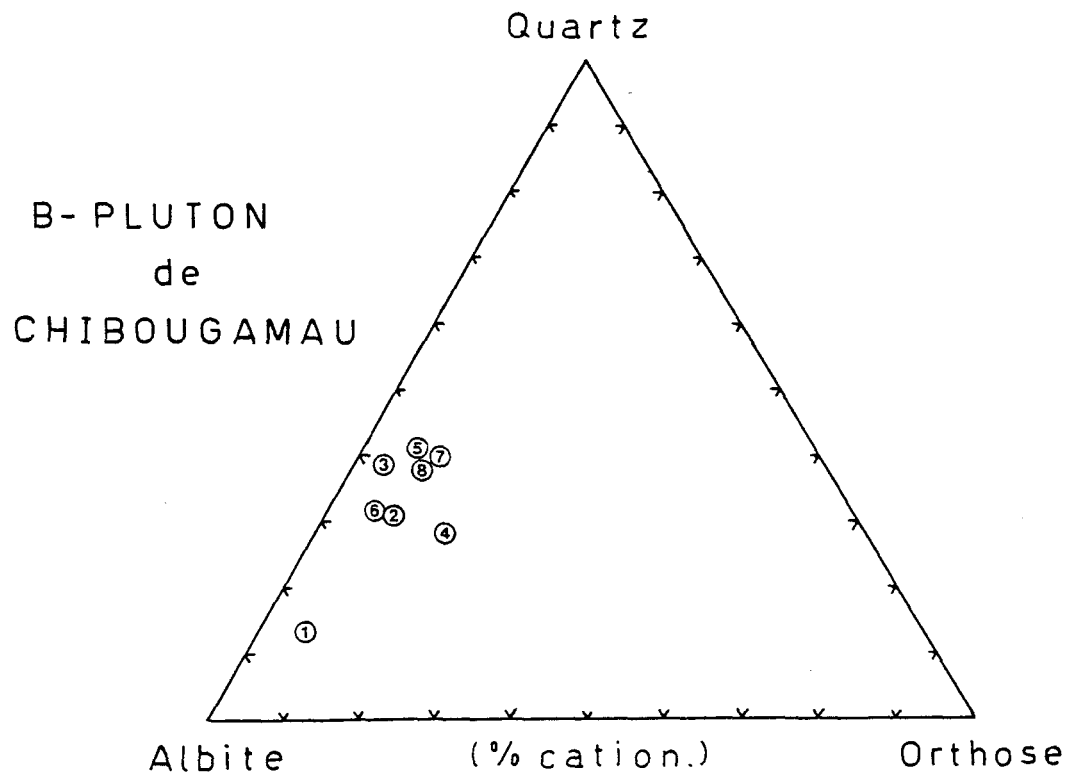
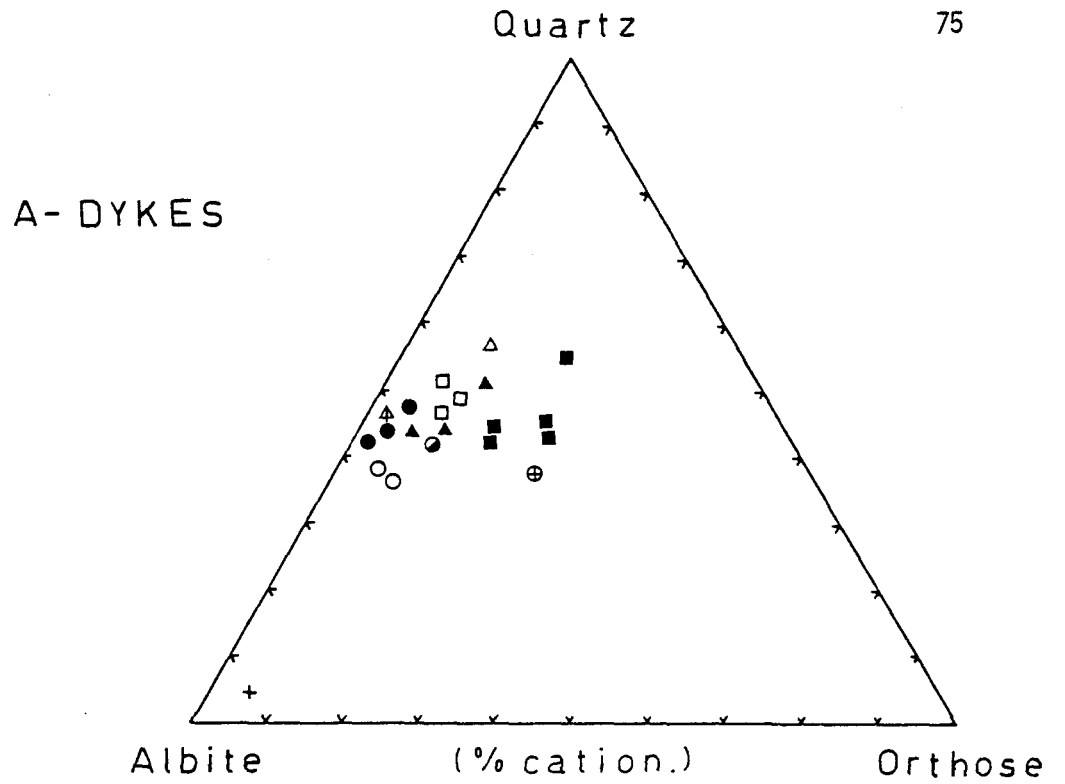


FIGURE 19: Diagramme Quartz-Albite-Orthose

de différenciation d'un magma, qui pouvait être, à l'origine, de composition similaire à une ou à l'autre des phases du pluton, mais mis en place dans des conditions différentes de température et de pression.

Cette possibilité nous est suggérée par le diagramme Quartz-Albite-Orthose (figure 19), où nous pouvons remarquer que le champ de composition des dykes se situe à l'extrémité la plus différenciée, par rapport au maximum des granites (60% quartz-Streckeisen, 1976), du champ de composition des roches du pluton.

Egalement, lorsque nous rapportons les pourcentages en poids d'oxydes des roches de dyke et des roches du Pluton de Chibougamau sur un diagramme de Nockolds et Allen (1953), nous observons que les dykes porphyriques se retrouvent à l'extrémité la plus différenciée (par rapport à l'indice de différenciation de Nockolds et Allen : $1/3Si+K-Ca-Mg$) de la suite de roches du pluton (figures 20 à 27).

Relations de terrain

La compilation de l'orientation des dykes relevés par cartographie en surface, et par forage, dans le flanc nord de l'anticlinal de Chibougamau, nous a permis en premier lieu, de mettre en évidence la distribution en éventail des dykes par rapport au contact du Pluton de Chibougamau.

Deuxièmement, notre compilation a permis de définir des zones, à l'intérieur desquelles la concentration de certains types de dyke est plus forte. Ainsi, les dykes de méladiorite, diorite, et porphyre à feldspath

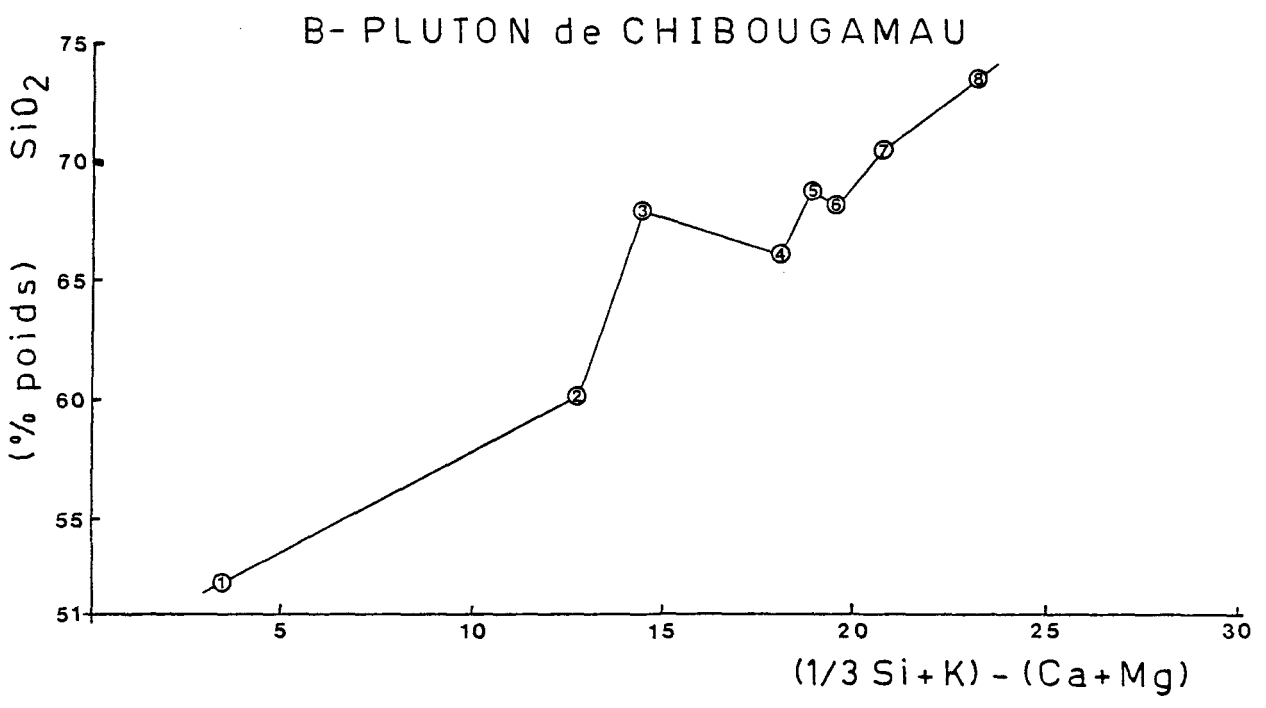
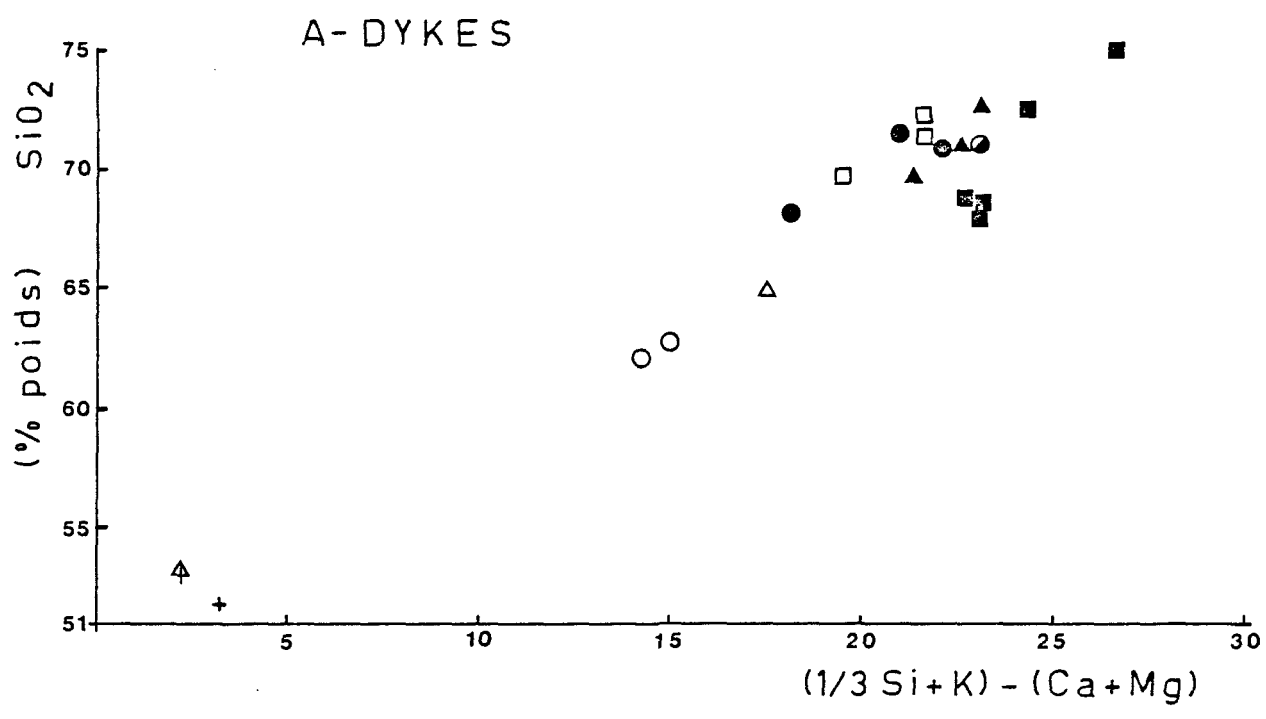


FIGURE 20: SiO₂ / Indice de Différenciation de Nockolds et Allen (1953).

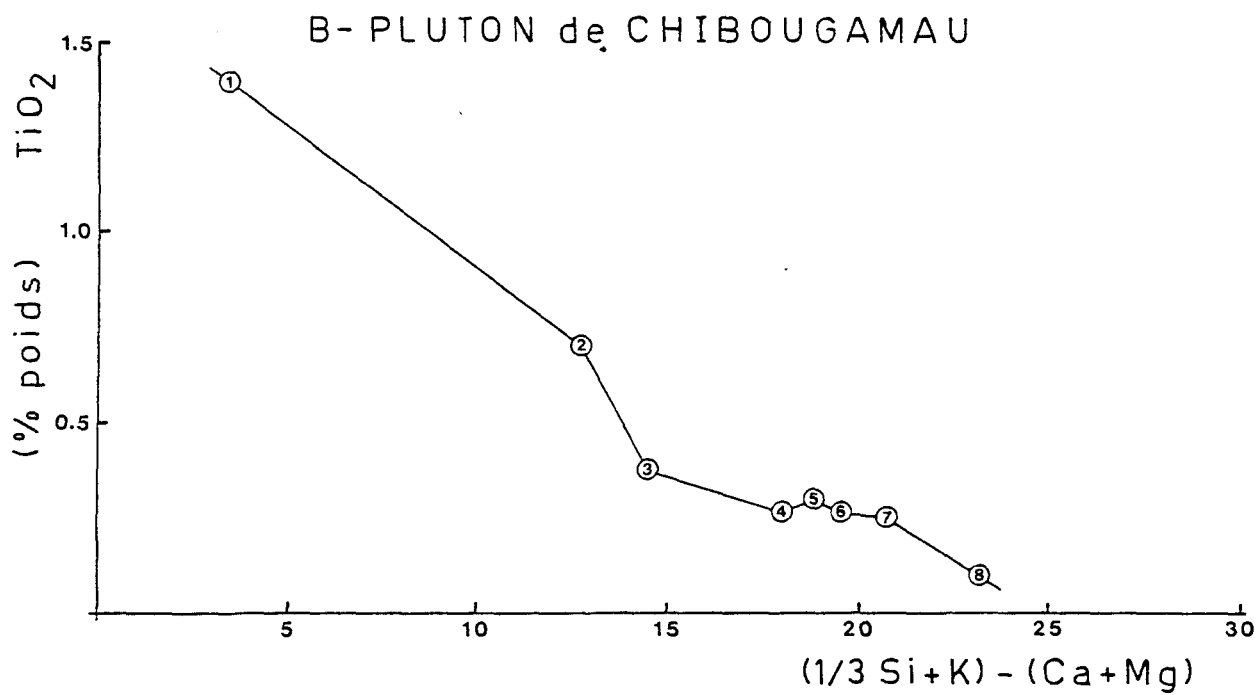
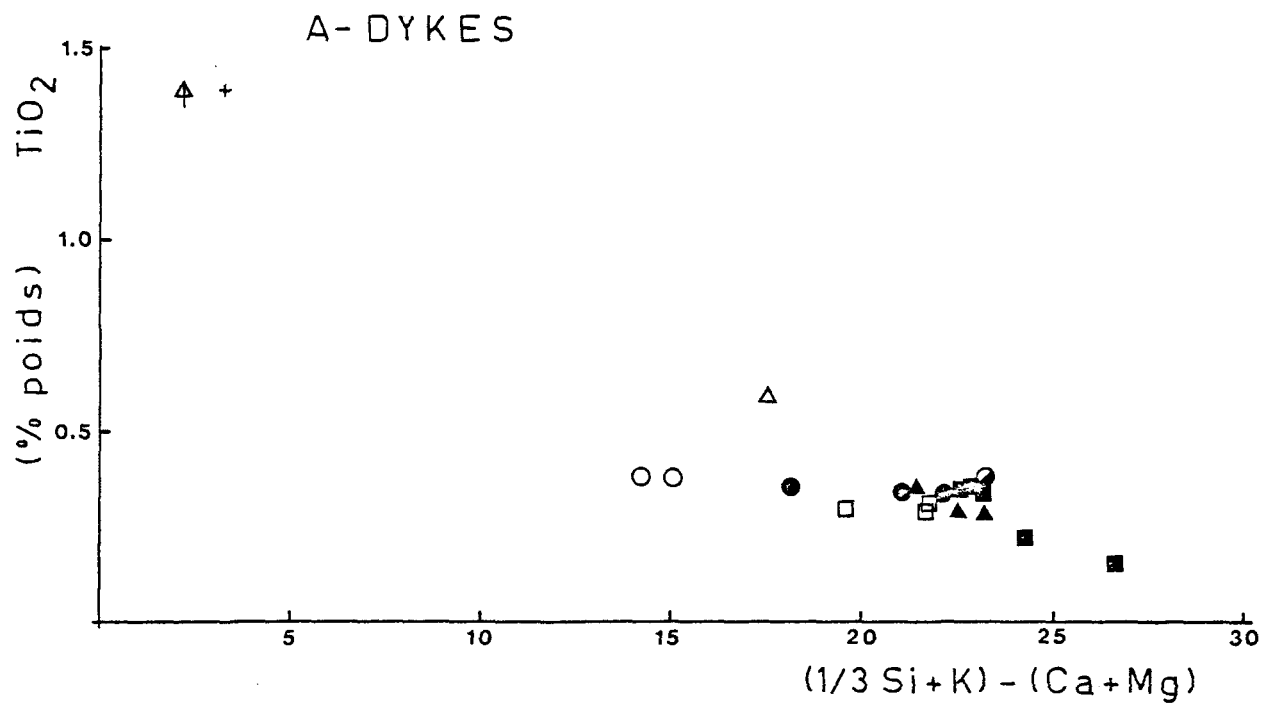


FIGURE 21: TiO_2 / Indice de Différenciation de Nockolds et Allen (1953).

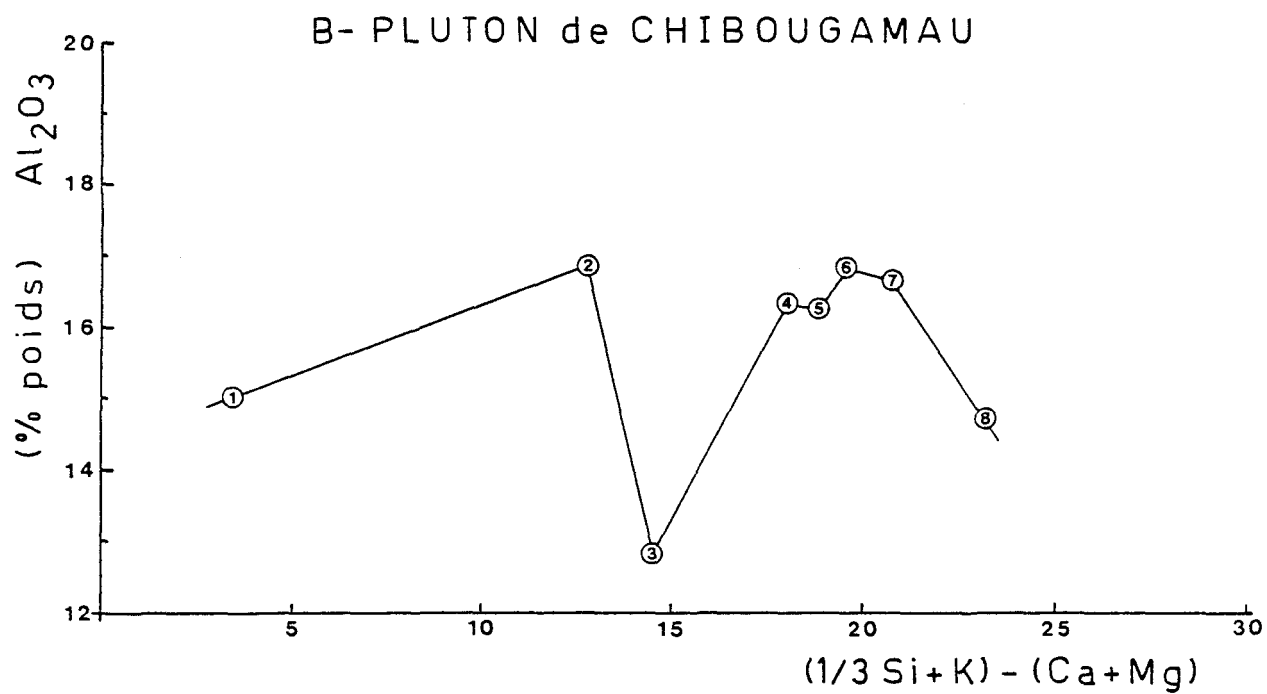
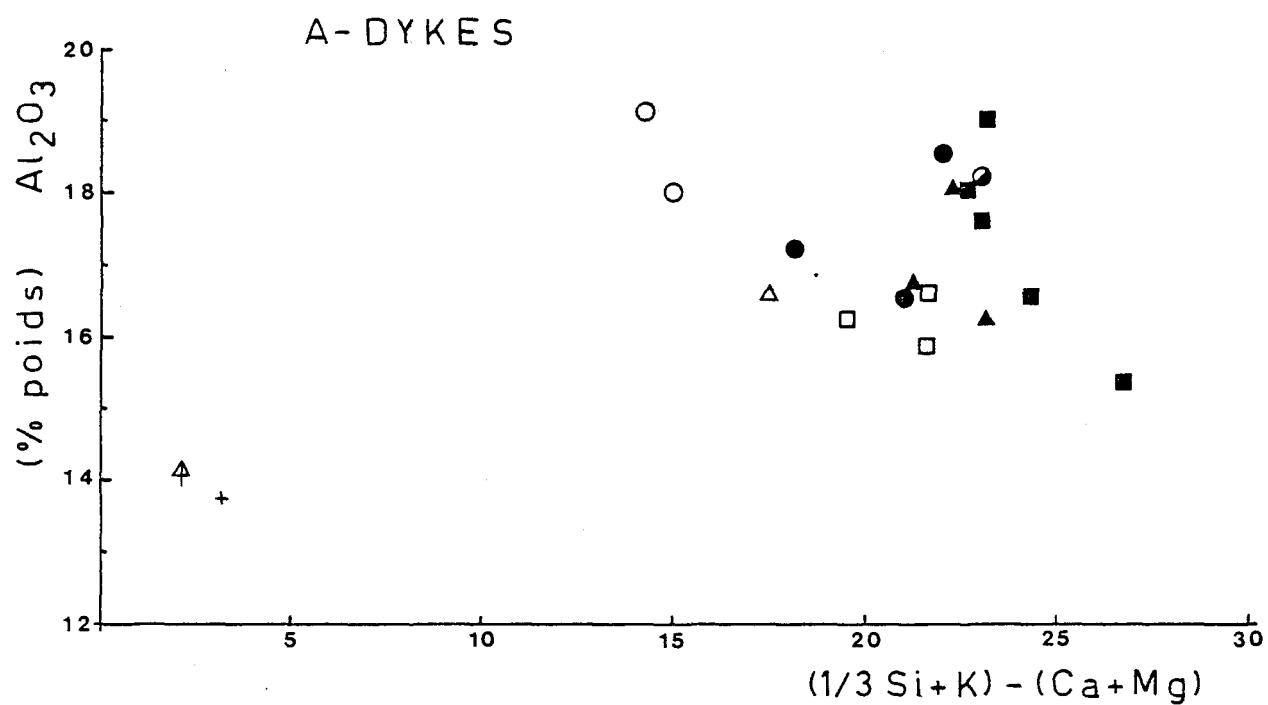


FIGURE 22: Al_2O_3 / Indice de Différenciation de Nockolds et Allen (1953).

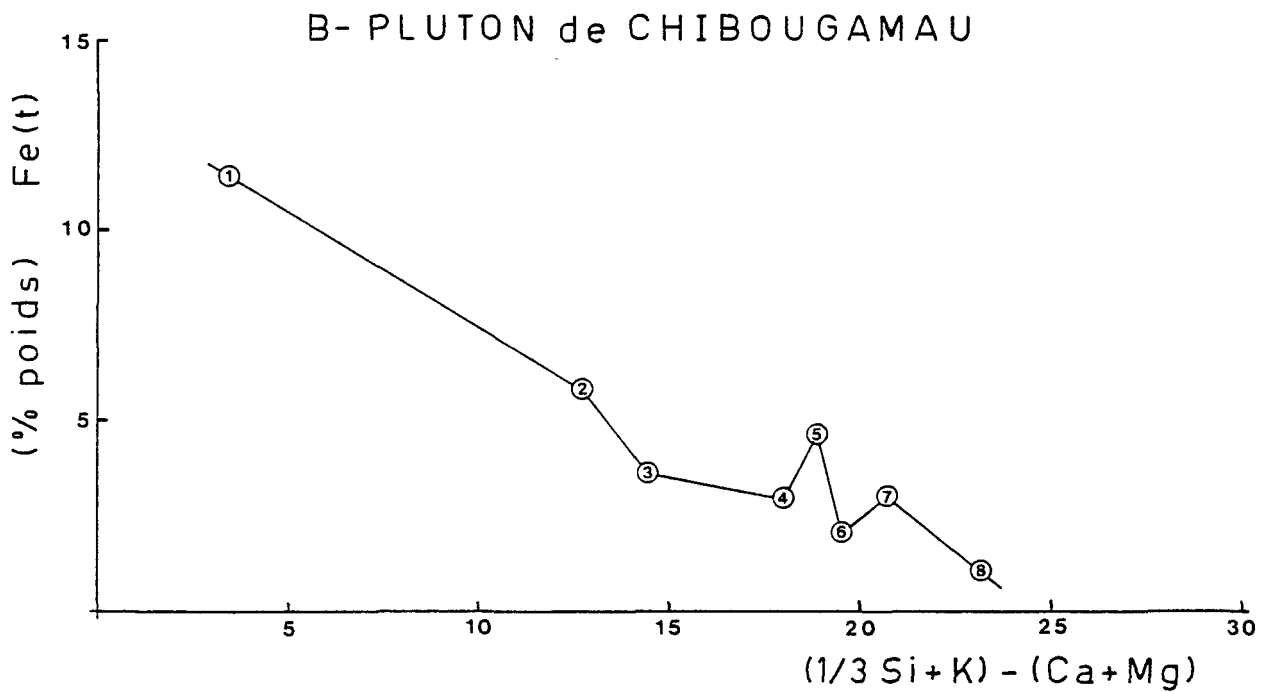
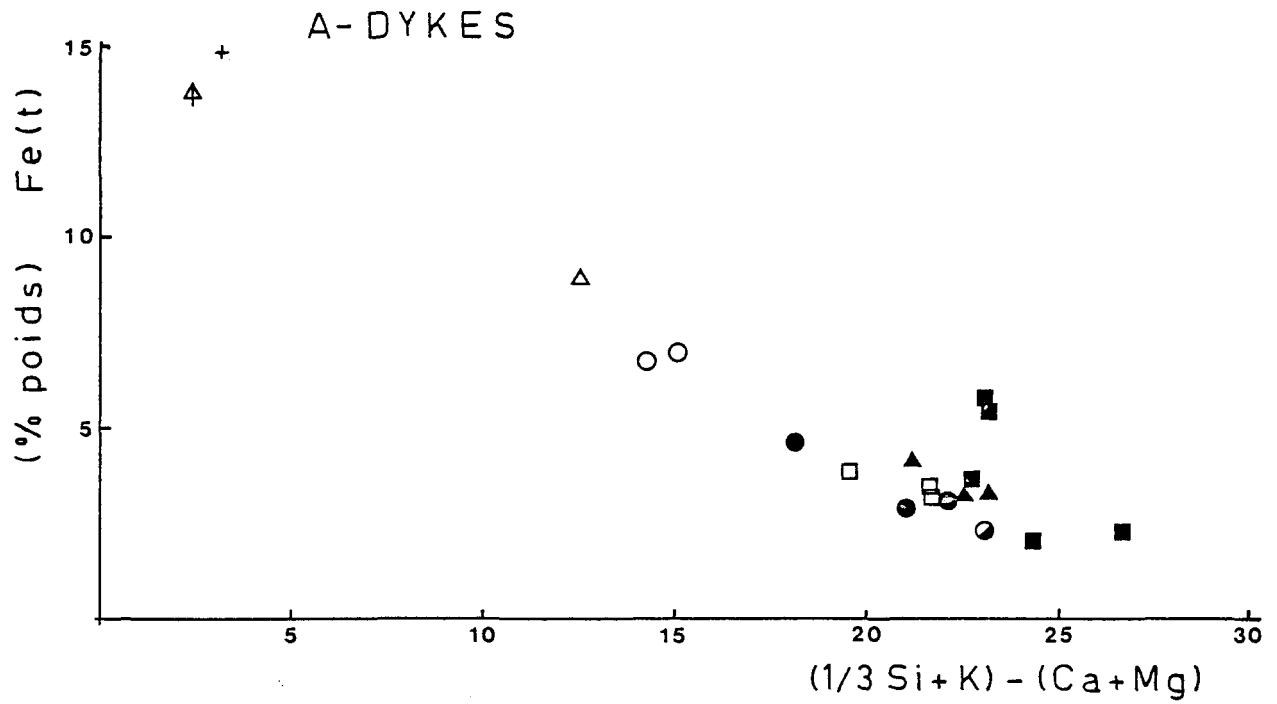


FIGURE 23: Fe(t) (Fe_2O_3) / Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953).

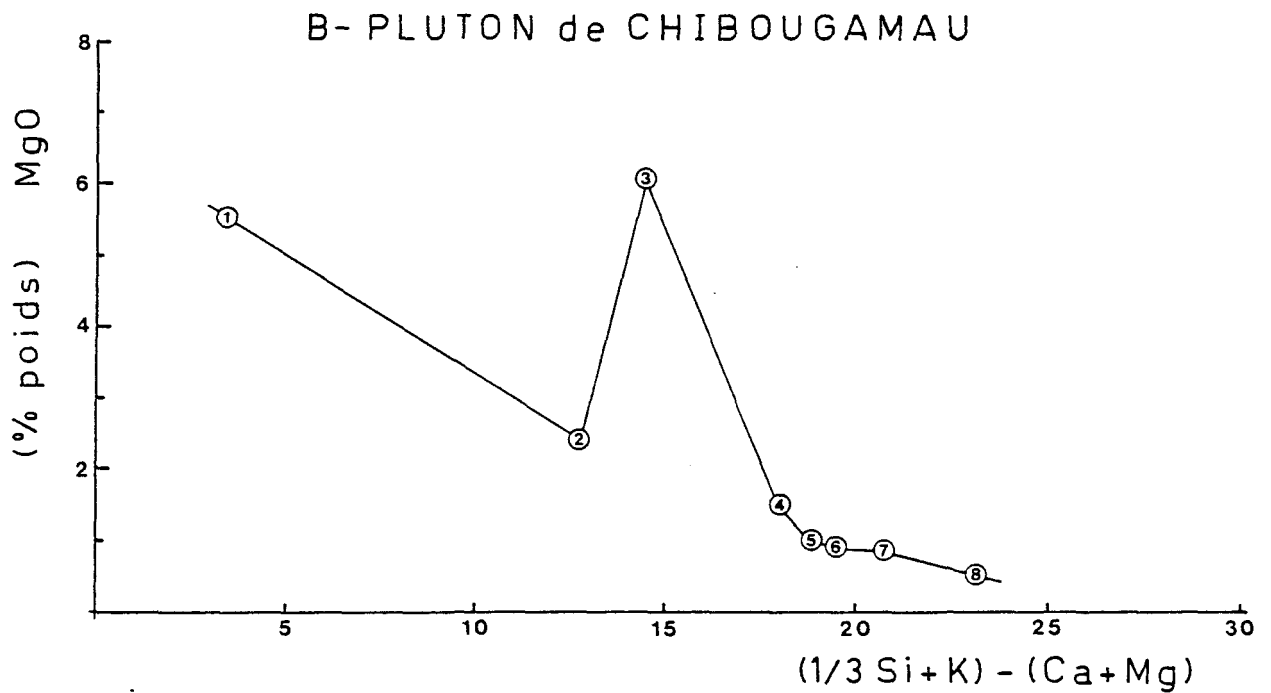
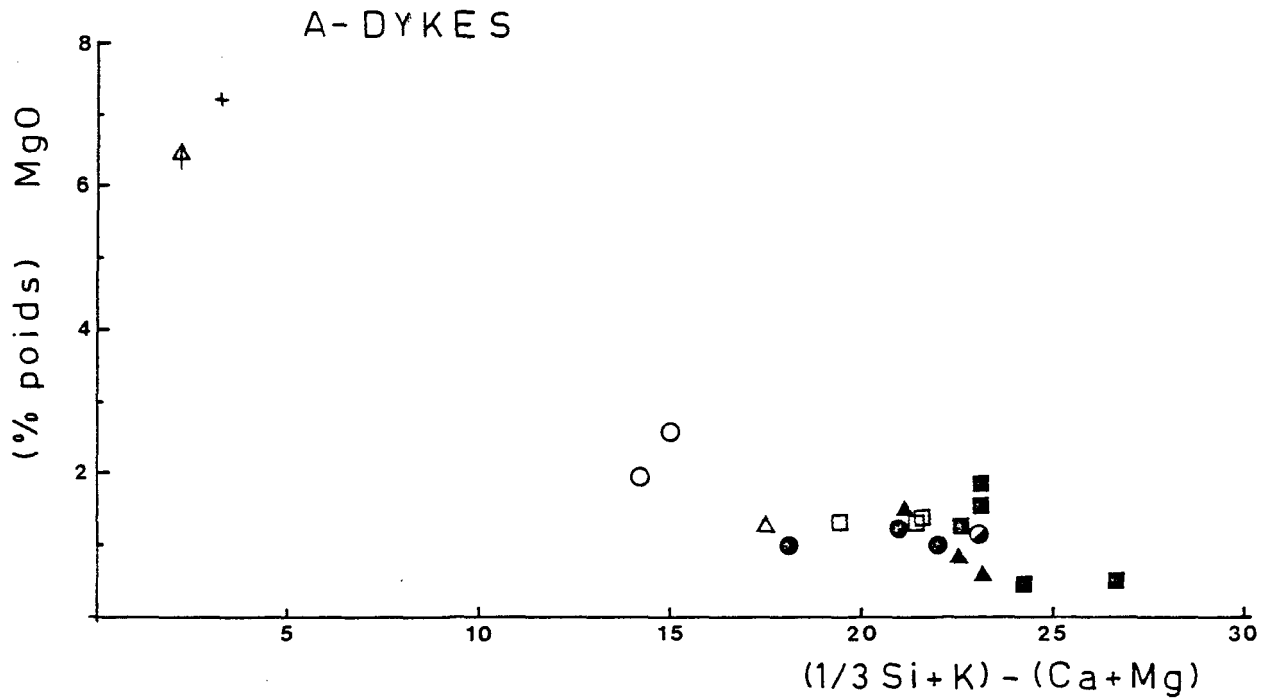


FIGURE 24: MgO / Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953).

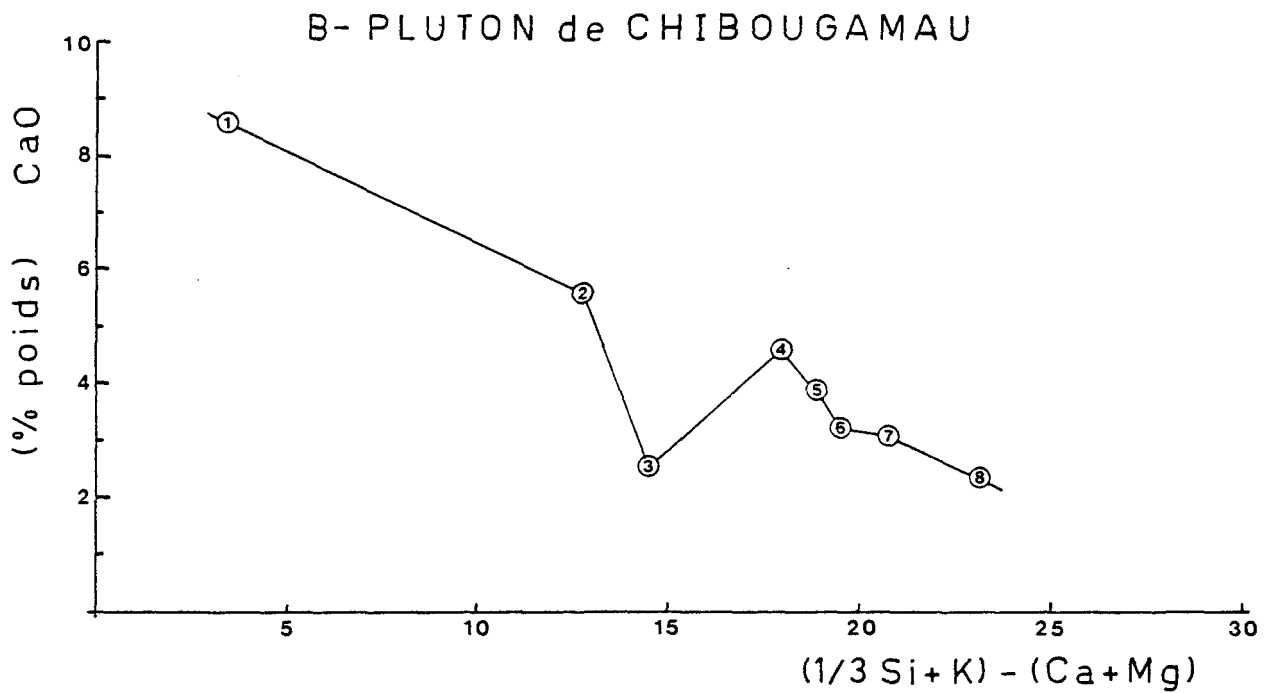
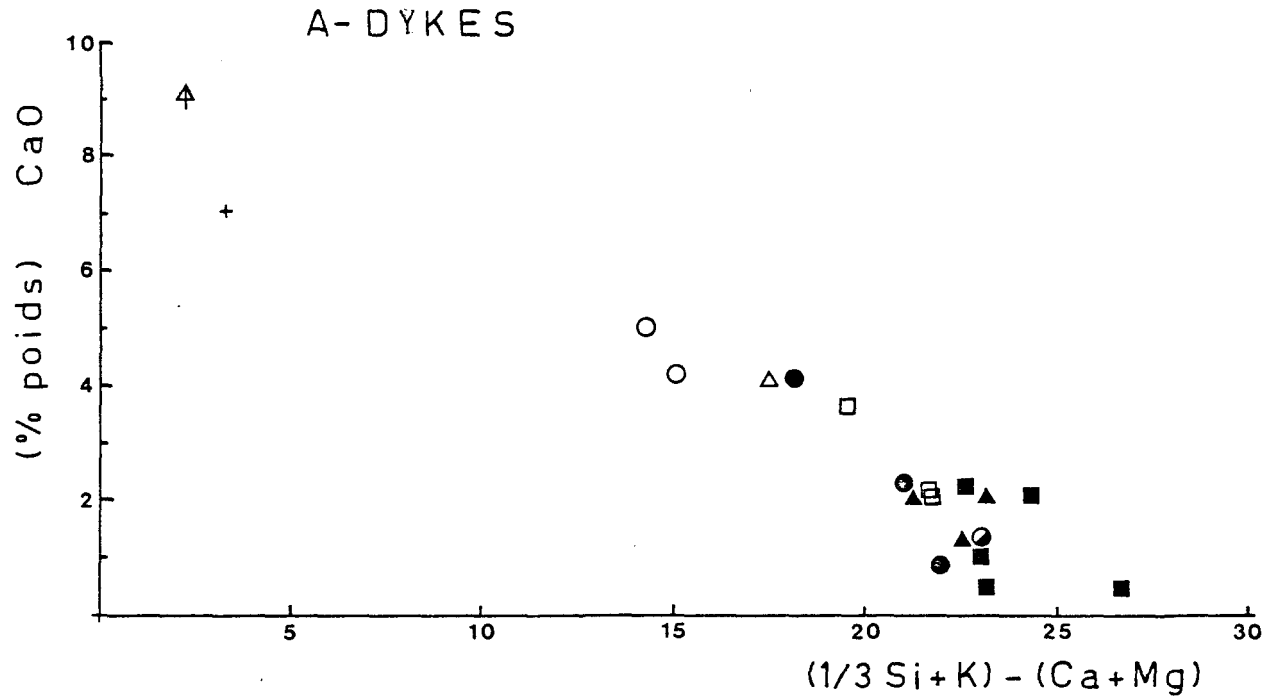


FIGURE 25: CaO / Indice de Différenciation de Nockolds et Allen (1953).

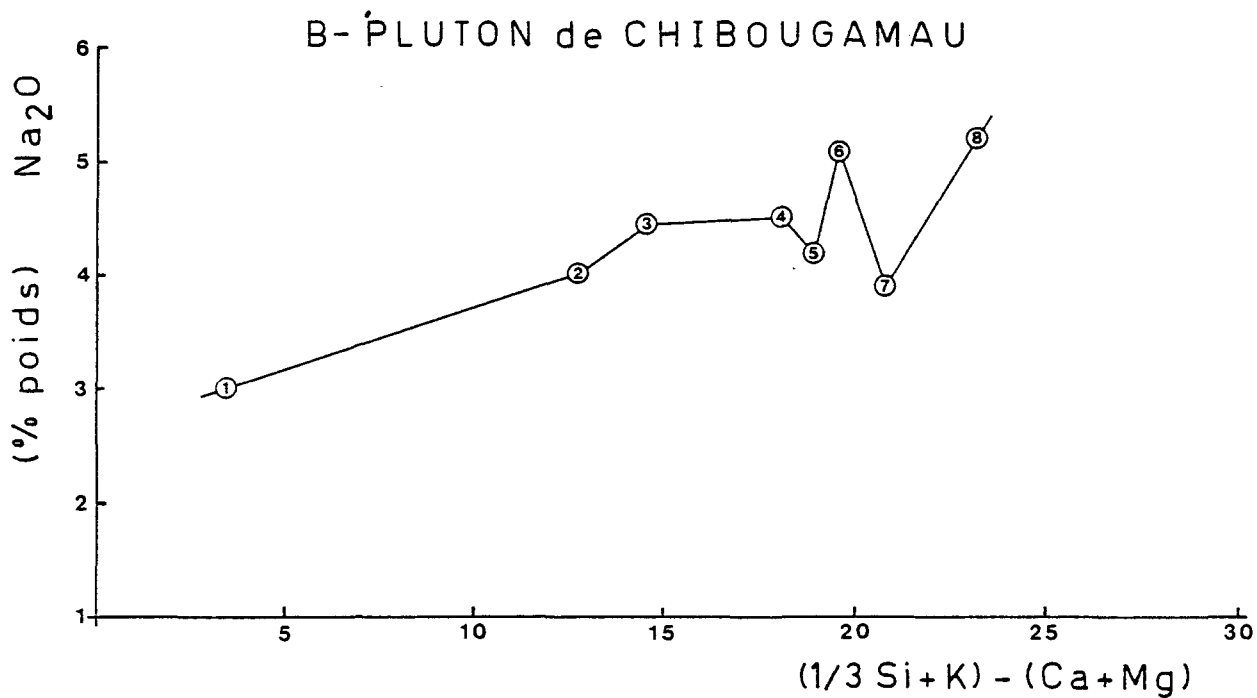
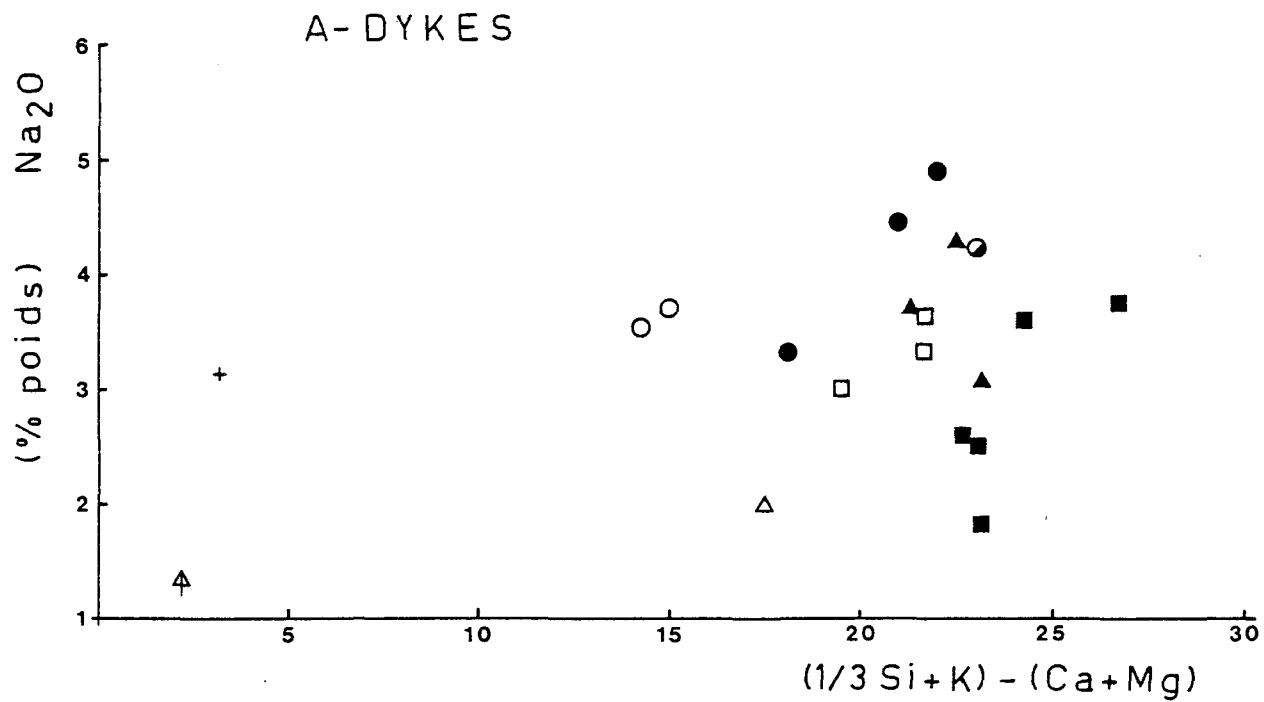


FIGURE 26: Na_2O / Indice de Différenciation de Nockolds et Allen (1953).

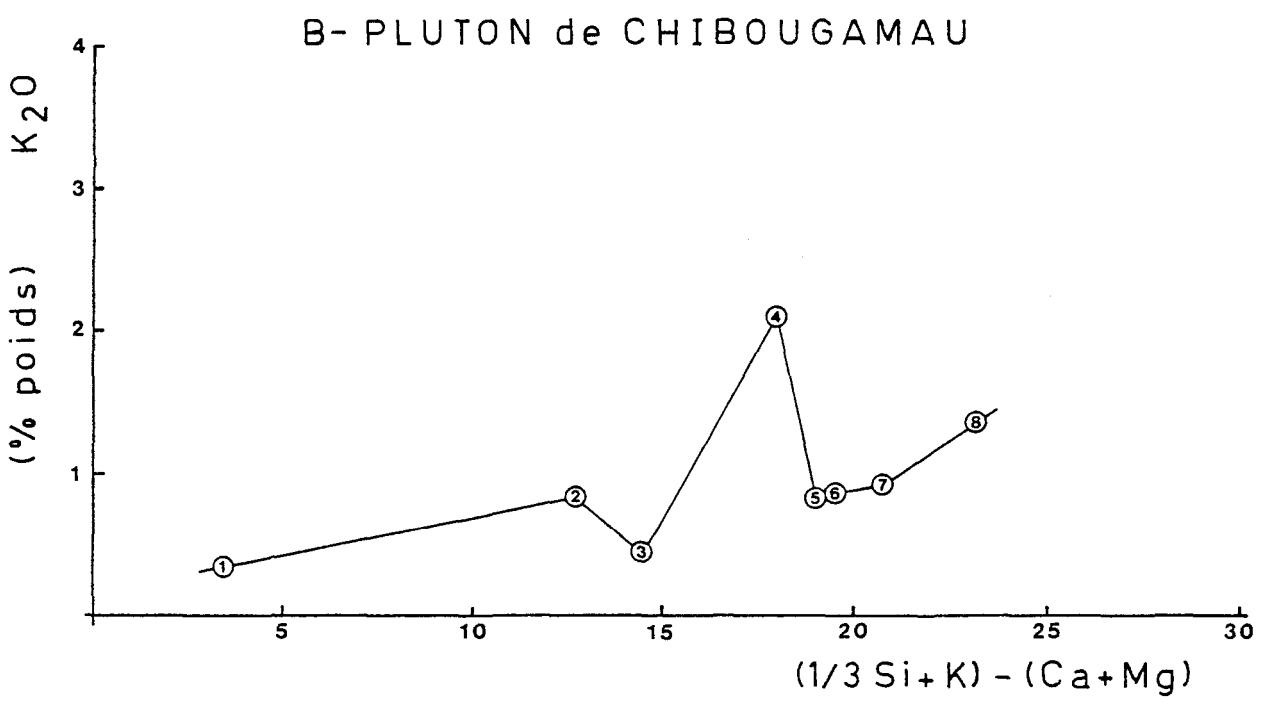
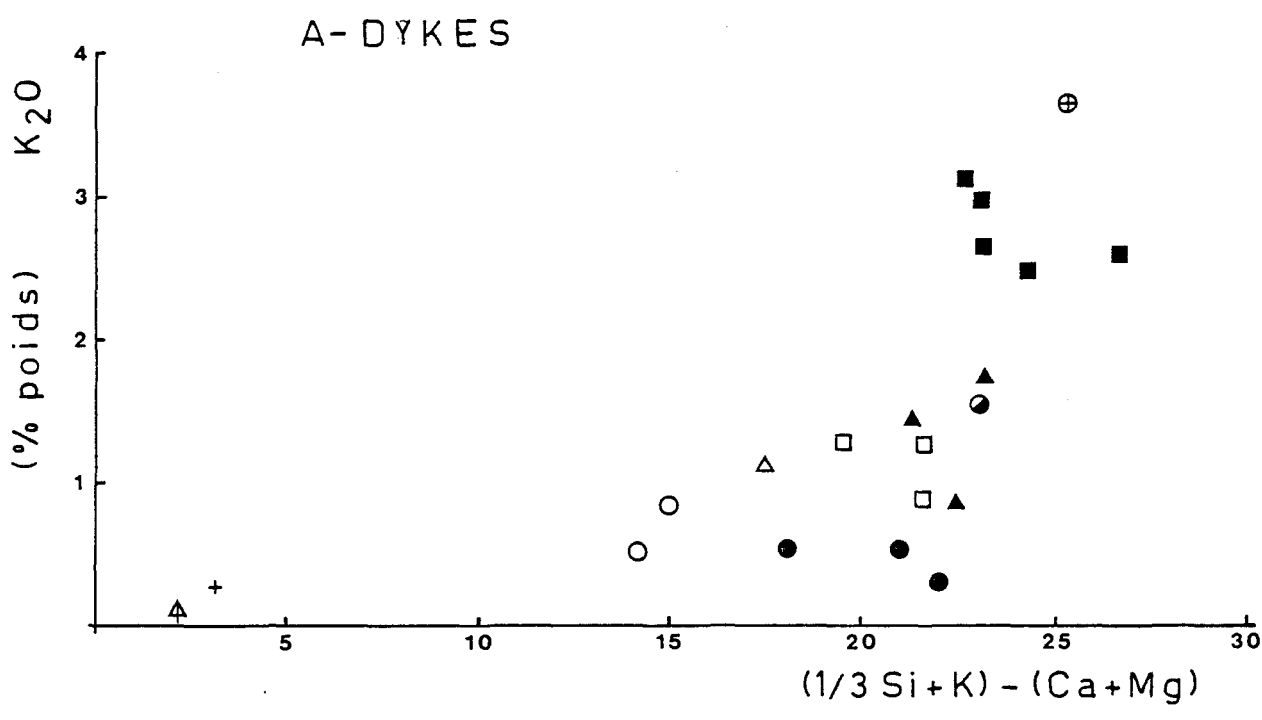


FIGURE 27: K₂O / Indice de Différenciation de Nockolds et Allen (1953).

et hornblende se retrouvent dans le Complexe du Lac Doré, à l'intérieur de deux zones adjacentes aux phases de diorite, méladiorite et tonalite à hornblende qui forment les bordures nord et sud-est du pluton.

Les dykes à phénocristaux de feldspath sont distribués dans le Complexe du Lac Doré, en une bande allongée parallèlement au contact nord du pluton, et immédiatement adjacente à celui-ci; un bon nombre de dykes de ce type se retrouvent également comme intrusifs dans la phase de diorite-méladiorite du pluton.

Quant aux porphyres à quartz et feldspath, chaque type est concentré à l'intérieur d'un couloir allongé perpendiculairement au contact nord du Pluton de Chibougamau. Dans les deux cas, l'essaim de dykes se termine, à son extrémité la plus éloignée du pluton, sur une population de "plugs" de porphyre à quartz et feldspath de même composition que l'essaim de dykes auquel elle est associée. Ces dykes recoupent également la brèche de contact et la phase de tonalite à chlorite en bordure sud du Pluton de Chibougamau.

Mise en place des dykes

Les contacts entre les dykes et la roche encaissante indiquent au moins deux (2) modes d'intrusion ou de mise en place des dykes.

Un premier pas, où les dykes ont été mis en place dans des fractures en cisaillement, est indiqué par la présence de fragments de roche encaissante cisailée dans le dyke, près des contacts.

Dans le deuxième cas, les fragments de roche encaissante emprisonnés dans les dykes sont anguleux et non cisillés, ce qui laisse supposer que ces dykes auraient été mis en place dans des fractures en tension,

selon un mécanisme analogue au "stopping" (Bridgwater et Coe, 1970).

Les dykes où nous pouvons reconnaître le mode d'intrusion sont cependant en minorité. Dans beaucoup de cas, le dyke est intensément cisailé et altéré, au point où il devient difficile d'en identifier le type, ou même de le différencier de la roche encaissante, également cisailée et altérée. Dans d'autres cas, le cisaillement se limite aux contacts du dyke. Les dykes non cisailés, dans lesquels il est possible de reconnaître le mode de mise en place, sont toutefois plus ou moins altérés en séricite, chlorite et épidote (faciès des schistes verts).

En général, le degré d'altération et de cisaillement est plus élevé dans les dykes les plus rapprochés du Pluton de Chibougamau.

Nous pouvons donc en conclure que la mise en place des dykes a accompagné ou précédé de près la période de tectonisme et de métamorphisme reliée à l'orogénie Kénoréenne et à l'intrusion du Pluton de Chibougamau.

Modèle génétique

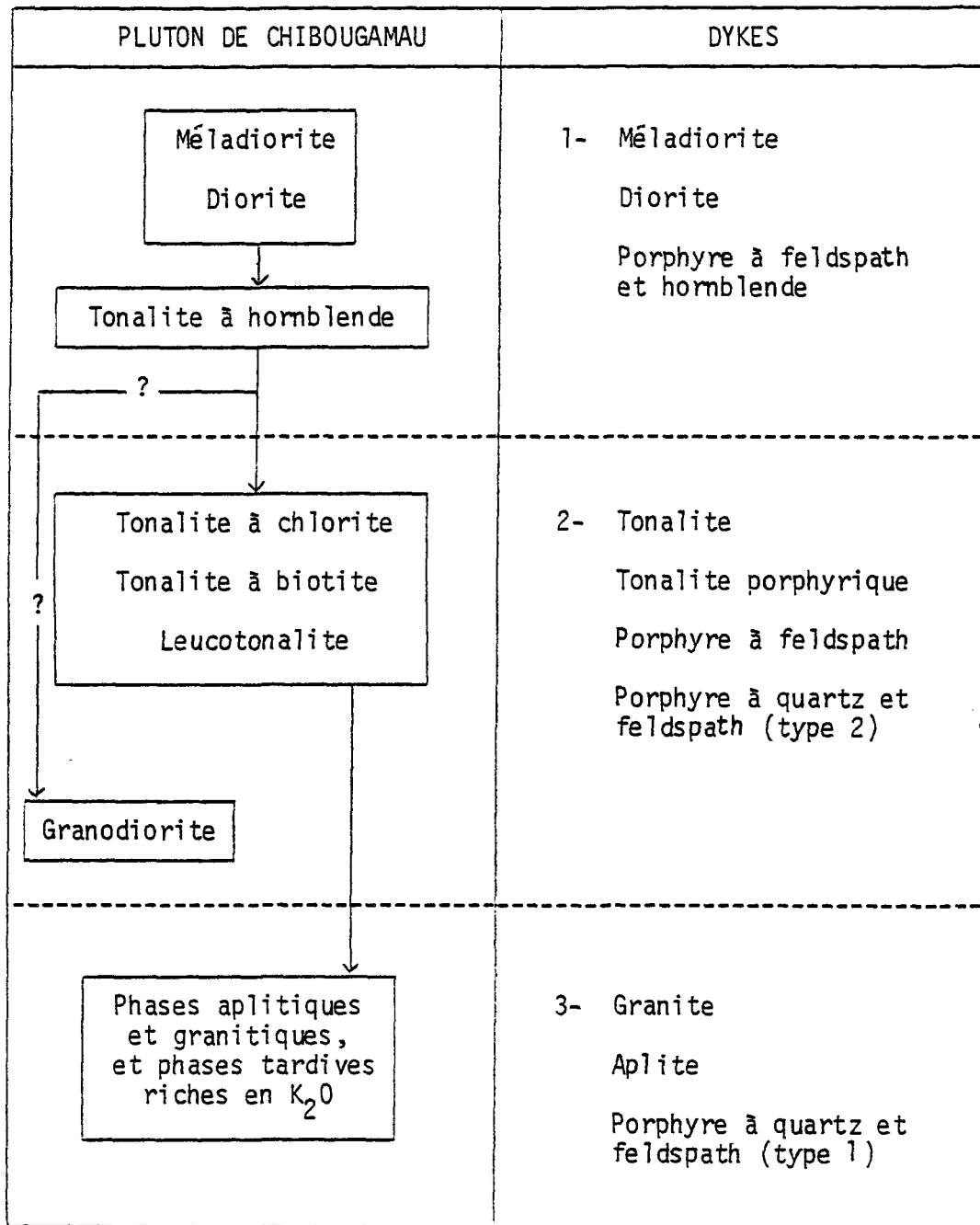
Lors de la mise en place d'un intrusif, tel le Pluton de Chibougamau, les roches encaissantes sont soumises à des contraintes tectoniques qui résultent généralement en un soulèvement et à la formation, selon la forme de l'intrusif, d'une structure de dôme ou d'anticlinal (Ramberg, 1970). Le soulèvement est accompagné de la formation d'un réseau de fractures en cisaillement et en tension, radiales et concentriques, dans les roches encaissantes, au sommet et en bordure de l'intrusif (Koide et Bhattacharji, 1975).

A Chibougamau, la distribution, l'orientation ainsi que les deux (2) modes d'intrusion des dykes, nous suggèrent que ceux-ci ont été mis en place dans un système de fractures du genre de celui défini par Koide et Bhattacharji (1975), et relié à l'intrusion du pluton.

Donc, avec la mise en place des phases de diorite, méladiorite et tonalite à hornblende du Pluton de Chibougamau, il y aurait eu injection de magma de composition similaire dans les fractures connexes à l'intrusif, pour former une première population de dykes, soit les diorites et méladiorites (tableau VIII). Les porphyres à feldspath et hornblende, seraient des produits de différenciation de ces mêmes phases plutoniques.

Les phases de diorite, méladiorite et tonalite à hornblende du pluton auraient ensuite été affectées par le système de fractures relié à l'intrusion des phases de leucotonalite et de tonalite à biotite; ce système de fractures se serait aussi propagé dans l'anorthosite du Complexe du Lac Doré, roche encaissante du pluton, et aurait été l'hôte d'une deuxième population de dykes, soit les porphyres à feldspath et les tonalites.

Les dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 2, et la population de "plugs" de même composition, seraient aussi des produits de différenciation des phases de tonalite à biotite et de leucotonalite du pluton. Sur l'Ile Merrill, la phase de tonalite à biotite forme une apophyse qui recoupe la zone de bordure de diorite-méladiorite, et se propage jusque dans l'anorthosite du Complexe du Lac Doré (figure 28). Dans le prolongement nord-ouest de cette apophyse, les dykes passent graduellement d'une tonalite équigranulaire à une tonalite porphyrique, à un porphyre à



TABEAU VIII: Diagramme schématique de la mise en place, par instructions successives, du Pluton de Chibougamau, et illustrant les populations de dykes reliées à chacune des phases plutoniques.

feldspath, et finalement à un porphyre à quartz et feldspath du type 2. À son extrémité nord-Ouest, cet essaim de dykes se termine sur la population de "plugs" de porphyre à quartz et feldspath du type 2, à proximité du Lac Alaspar.

Ce même passage graduel d'une tonalite à un porphyre à quartz et feldspath est relaté par Elbers (1976) dans un article traitant de l'activité hydrothermale reliée à la mise en place des plutons de tonalite et de granodiorite dans les régions de Oxford Lake, Knee Lake et Gods Lake, au nord-est du Manitoba. Dans ces régions, les intrusifs et les roches encaissantes sont plissées, tout comme à Chibougamau. Dans son modèle de formation des zones de minerai associées à la mise en place des intrusifs, Elbers (1976) présente la transition d'une tonalite équigranulaire à un porphyre à quartz et feldspath comme étant une section de croûte. La matrice à grain fin des phases prophyriques serait une indication que celles-ci ont été mises en place à des niveaux plus élevés dans la croûte.

Les dykes de granite et d'aplite qui recourent les roches du Pluton de Chibougamau et du flanc sud-est du Complexe du Lac Doré pourraient être apparentés aux phases aplitiques et granitiques, plus riches en feldspaths potassiques, du Pluton de Chibougamau.

Les dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1 au nord du Pluton de Chibougamau, sont, comme les dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 2, regroupés principalement en un essaim, qui se termine, à son extrémité nord-ouest, soit au Lac à la Truite, par une population de "plugs" de même composition que les dykes (figure 15). Toutefois, contrairement aux dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 2, aucune relation précise avec une ou l'autre des phases du pluton n'a pu être observée sur le terrain, à proximité de l'essaim principal de dykes à porphyres de quartz et feldspath du type 1 au nord du pluton.

De par leur teneur relativement élevée en K_2O , les dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1 pourraient être reliés à la phase de granodiorite à biotite et hornblende du pluton. Mais, étant donné l'absence de feldspaths potassiques, même dans les dykes de ce type, nous ne croyons pas qu'il puisse exister un lien génétique direct entre la granodiorite et ces dykes.

D'après les observations faites sur le terrain au sud du pluton, dans le canton de Queylus, où des dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1, recoupant la brèche de contact et la tonalite à chlorite du pluton, sont reliés spatialement à une zone d'altération potassique (Cimon, 1976b), une hypothèse plausible serait que ces dykes représentent une phase tardive de différenciation, riche en K_2O , du magma du Pluton de Chibougamau. Marmo (1971) signale en effet que de telles phases tardives, issues de la différenciation d'un magma granitique, sont souvent très riches en K_2O .

Ages relatifs des dykes

L'ordre de mise en place des dykes proposée au tableau VIII concorde en général avec les relations de terrain entre les différents types de dykes.

Selon Jeffery (1959), dans le gisement de Main Mine de Campbell Chibougamau, les dykes de diorite sont recoupés par les porphyres à feldspath et les porphyres à quartz et feldspath.

Graham (1956) rapporte que les dykes de porphyre à feldspath sont recoupés par des dykes de diorite à quartz (tonalite), et que ces derniers sont à leur tour recoupés par des porphyres à feldspath. Il constate aussi que dans certains dykes de porphyre à feldspath, les parties du dyke plus pauvres en phénocristaux ressemblent à une diorite à quartz (tonalite).

Blecha (1966) relate avoir observé, mégascopiquement et microscopiquement, un passage graduel entre un porphyre à feldspath et un porphyre à quartz et feldspath, marqué par l'apparition de phénocristaux de quartz. Aussi, Blecha (1966) rapporte avoir observé, au microscope, un passage graduel entre un dyke gris à grain fin (Grey) et un porphyre à feldspath, marqué par l'apparition de phénocristaux de feldspath à peine plus gros que la matrice, dans le dyke gris à grain fin. Nous avons, pour notre part, observé que les dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 2 recoupaient les dykes de diorite et de méladiorite, et que les dykes de porphyre à feldspath et de porphyre à quartz et feldspath du type 2 sont

recoupés par les porphyres à quartz et feldspath du type 1. Nous avons aussi mis en évidence le passage graduel entre la tonalite et les porphyres à feldspath, ainsi qu'entre les porphyres à feldspath et les porphyres à quartz et feldspath du type 2.

Enfin, dans les zones de trempe des dykes, nous avons pu observer le passage graduel entre le type de roche qui constitue les dykes gris à grain fin (Grey), et la roche de dyke de tonalite, porphyre à feldspath, et porphyre à quartz et feldspath.

RELATIONS DYKES-MINERALISATION

Les dykes en relation spatiale avec la minéralisation

En général, dans le camp minier de Chibougamau, les sulfures se retrouvent dans des zones de cisaillement le long des murs et des toits des dykes associés aux gisements. Le gisement de Henderson-Portage fait cependant exception à la règle, en ce sens qu'il n'y existe pas de relation spatiale entre les dykes et la minéralisation (Vollo, 1959).

Les dykes associés spatialement à la minéralisation sont souvent altérés et cisailés au point où il est même difficile de les distinguer de la roche encaissante, également cisailée et altérée.

Dans la mesure où il est possible d'identifier les types de dykes en relation spatiale avec les veines de sulfures, il semble que ceux-ci sont en majorité des dykes de porphyre à feldspath, avec un certain nombre moindre de diorites, tonalites et dykes gris à grain fin (Grey). A notre connaissance, seuls quelques cas de dykes de porphyre à quartz et feldspath, en relation spatiale étroite avec la minéralisation, ont été relevés.

Dans la presque totalité des cas, les dykes associés spatialement à la minéralisation sont de direction nord-ouest à ouest nord-ouest.

Suite aux travaux de Guha et Koo (1975), il est important de redéfinir la relation spatiale entre les dykes et la minéralisation, dans l'optique que les sulfures ont été métamorphisés et remobilisés.

Ainsi, cette relation dykes-minéralisation, telle que définie par Jeffery (1959), Sutton (1959), Koene (1964) et Blecha (1966), en supposant que les sulfures étaient primaires, pouvait laisser croire que les fluides minéralisateurs auraient emprunté le même système de fractures que les dykes, et, qu'à la limite, il pouvait exister un lien génétique entre les dykes et la minéralisation.

Or, la relation spatiale actuelle ne reflète pas nécessairement la relation spatiale lors de la mise en place de la minéralisation, car pendant le métamorphisme et la remobilisation dus au cisaillement, tous les dykes auraient pu être des endroits idéals pour relocaliser les sulfures-quartz-carbonates, ceci en raison de leur comportement mécanique différent de celui de l'anorthosite, créant ainsi des zones de faiblesse le long des contacts des dykes.

L'âge relatif entre les dykes et la minéralisation du type cuivre-or, telle qu'il est possible de le déterminer par les relations de terrain, indique en effet que les dykes étaient déjà en place lors du métamorphisme et de la remobilisation des veines de sulfures. Les dykes sont fréquemment altérés et minéralisés, soit sous forme de dissémination, ou encore sous forme de lentilles de sulfures injectées dans le dyke, surtout lorsque celui-ci est cisailé. Quelques dykes sont recoupés par les veines de sulfures. Enfin, le cas d'un dyke recoupant la minéralisation n'a jamais été rapporté.

Relations chimiques

Les analyses chimiques de roches encaissantes au contact de dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1 nous ont permis de soupçonner l'existence d'un enrichissement en K_2O associé à la mise en place de ces dykes.

Ainsi, les analyses d'un basalte et d'une anorthosite, tous deux non cisailés, au contact de dykes de porphyre à quartz et feldspath du type 1, ont révélé des teneurs respectives en K_2O de 2.5% et de 0.9%. Egalement, l'analyse d'un dyke de porphyre à feldspath, recoupé par un dyke de porphyre à quartz et feldspath du type 1, a donné un pourcentage en K_2O de 3.6% près du contact entre les deux dykes, comparativement à une teneur moyenne en K_2O de 0.5% pour ce type de dyke.

D'un autre côté, il est intéressant de noter que les études et rapports faits sur les zones d'altération associées aux dépôts économiques de sulfures et aux occurrences de minéralisation de moindre importance, à Chibougamau, ont indiqué l'existence d'un enrichissement similaire en K_2O dans les roches au contact de la minéralisation (Miller, 1957; Jeffery, 1959; Hawkins, 1960; Cimon, 1976b).

Cependant, en se basant seulement sur les quelques analyses effectuées, et étant donné les relations de terrain entre les porphyres à quartz et feldspath du type 1 et la minéralisation, soit que les dykes de ce type sont en majorité orientés nord-est, alors que la minéralisation se retrouve dans des cisaillements nord-ouest et ouest nord-ouest, et que

par conséquent, très peu de ces dykes sont associés spatialement à la minéralisation dans les gisements exploités, est-il vraiment possible de conclure à un lien génétique direct entre la minéralisation du type cuivre-or et les dykes de porphyre à quartz et feldspath?

D'un autre côté, vu leur faible teneur en K_2O , nous ne croyons pas non plus que les autres types de dykes puissent faire partie de la même période intrusive que la minéralisation du camp minier de Chibougamau.

RESUME DES CONCLUSIONS

D'après les observations de terrain, ainsi que les données pétrographiques et géochimiques recueillies, nous pouvons tirer les conclusions suivantes sur les dykes du camp minier de Chibougamau:

- a) A partir d'échantillons peu ou pas altérés, il est possible d'établir une classification des dykes d'après leur teneur en K_2O .
- b) Le type de dyke communément appelé "Porphyre à quartz", par les géologues de mine, est en réalité un porphyre à quartz et feldspath altéré et cisailé en un schiste à séricite à augen de quartz.

Les dykes appelés "Green" seraient des dykes de diorite à grain fin, altérés en chlorite et épidote.

- c) Les relations de terrain entre les différents types de dykes nous permettent de proposer l'ordre de mise en place suivant:

1. Diorite et méladiorite
2. Porphyre à feldspath et hornblende
3. Tonalite et tonalite porphyrique
4. Porphyre à feldspath
5. Porphyre à quartz et feldspath du type 2
6. Porphyre à quartz et feldspath du type 1

Le type de dykes "gris à grain fin (Grey)" forme la zone de trempe en bordure des dykes porphyriques et des dykes de tonalite, et

serait la variété à grain fin de la roche qui constitue les dykes porphyriques et les dykes de tonalite.

- d) Le degré de cisaillement intense dans beaucoup de dykes, ainsi que l'altération en séricite, chlorite et épidote (faciès des schistes verts) des dykes non cisailés, nous porte à croire que les dykes sont pré ou syntectoniques.
- e) Les dykes sont minéralogiquement et chimiquement similaires aux roches des différentes phases intrusives du Pluton de Chibougamau, et seraient donc des produits de différenciation des roches de la suite diorite-tonalite qui constituent ce pluton.
- f) Le patron d'orientation général, la distribution et la concentration des dykes par rapport au Pluton de Chibougamau suggèrent que les dykes ont été mis en place dans le système de fractures relié à l'intrusion de ce pluton.

De plus, les trois directions préférentielles, le NE, le NO et l'ONO, analogues aux structures majeures régionales, laissent supposer que la mise en place du pluton de Chibougamau est syn-tectonique.

- g) Selon les relations de terrain entre les dykes et la minéralisation, les dykes auraient été mis en place avant la remobilisation des sulfures. La minéralisation est en effet relocalisée dans des zones de cisaillement le long des contacts des dykes, ou encore à l'intérieur de dykes cisailés.

- h) D'après le résultat des trois (3) analyses pour le K_2O effectuées sur les roches encaissantes près des contacts avec des porphyres à quartz et feldspath du type 1, il semblerait que la mise en place de ces dykes ait été accompagnée d'un enrichissement en K_2O dans la roche encaissante.

REFERENCES

- Allard, G.O., 1967: Géologie du quart nord-ouest du canton de Rinfret, comtés d'Abitibi-est et de Roberval; Ministère des Richesses Naturelles du Québec, R.P. 567.
- Allard, G.O., 1970a: Geology of the northwest quarter of Lemoine township, Abitibi-East county; Québec Department of Natural Resources, Prel. Rep. 589, 16p.
- Allard, G.O., 1970b: The Doré Lake Complex, Chibougamau, Québec - A metamorphosed Bushveld-type layered intrusion, in: Symposium on the Bushveld Igneous Complex and other layered intrusions, ed. D.J.L. Visser and G. von Gruenewaldt, Geol. Soc. of S. Africa, Spec. Publ. no 1, pp. 477-491.
- Allard, G.O., 1975: Geology of the northeast quarter of Scott township; Quebec Department of Natural Resources, Prel. Rep. 609, 46 p.
- Allard, G.O., 1976a: Doré Lake Complex, and its importance to Chibougamau geology and metallogeny; Ministère des Richesses Naturelles du Québec, DP-368, 446 p.
- Allard, G.O., 1976b: A volcanogenic model for the ore deposits of the Chibougamau district; Can. Inst. Min. & Metall. Bull., v. 69, no 767, p. 96 (abstract).

- Allard, G.O., et Caty, J.L., 1969: Geology of the north-east quarter and part of the south-east quarter of Lemoine Township, Abitibi-east and Roberval counties; Québec Department of Natural Resources, Prel. Rep. 566, 20 p.
- Allard, G.O., and Henry, R., 1974: Waconichi Formation, Chibougamau area (1/12,000) in: Field work in 1974, Quebec Dept. of Natural Resources, Rep. S-159, pp. 22-24.
- Bailey, E.H. and Stevens, R.E., 1960: Selective Staining of K-Feldspar and Plagioclase on Rock Slabs and Thin Sections; Amer. Mineralogist, v. 45, pp. 1020-1025.
- Bentor, I.K., 1951: On the formation of cloudy zones in plagioclase; Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitt., v. 31, pp. 535-542.
- Blecha, M., 1966: A study of the variation in chemical composition of certain dykes at the Campbell Chibougamau Mine. Unpublished M.S. thesis, McGill University.
- Bonneau, J., 1975: Campagne de forage (1975) et compréhension géologique, Projet Sept Lieux - 11-490; partie 1/2. Rapport interne, SOQUEM. 59 pp.
- Boone, G.M., 1969: Origin of Clouded Feldspars: Petrologic contrasts in a granitic porphyry intrusion; Amer. J. Sci., v. 262, pp. 633-668.

- Bridgewater, D. and Coe, K., 1970: The role of stoping in the emplacement of the giant dykes of Isortoq, South Greenland; in: Newall and Rast: Mechanisms of igneous intrusion, Gallery Press, Liverpool; pp. 67-78.
- Cimon, J., 1973: Possibility of an Archean Porphyry Copper in Quebec; Can. Mining Journal, v. 94, no. 4, p. 97 (abstract).
- Cimon, J., 1976a: Géologie du Canton de Queylus (NE), Abitibi-est; Ministère des Richesses Naturelles du Québec, R.P. DPV-439, 34 p.
- Cimon J., 1976b: Cantons de Queylus (NW) et Hadly (NE); Ministère des Richesses Naturelles du Québec, R.P. 613.
- Cimon, J. et Gobeil A., 1976: The Stella Formation: Its implications for the genesis and the relative age of mineralization in the Chibougamau Mining Camp; Can. Inst. Min. & Metall Bull., v. 69, no 767, p. 96 (abstract).
- Daoust, G., 1972: Programme COREL: Pub. interne de l'École Polytechnique de Montréal.
- Duquette, G., 1970: Archean Stratigraphy and ore Relationship in the Chibougamau district; Quebec Department of Natural Resources, Special paper 8, 16 p.
- Elbers, F.J., 1976: Calc-alkaline Plutonism, volcanism and related hydrothermal mineralization in the Superior Province of Northeastern Manitoba; Can. Inst. Min. & Metall. Bull., v. 69, no 771, pp. 83-95.

- Emmons, R.C., 1943: The Universal Stage; Geol. Soc. Amer., Memoir 8, 205 p.
- Flanagan, F.J., 1969: U.S. Geological Survey Standards-II. First Compilation of Data for the new U.S.G.S. Rocks; Geochim. Cosmochim. Acta.; v. 33, pp. 81-120
- Flanagan, F.J., 1973: 1972 Values for the International Geochemical Reference Samples; Geochim. Cosmochim. Acta., v. 37, pp. 1189-1200.
- Goodwin, A.M., 1966: The relationship of mineralization to stratigraphy in the Michipicoten area, Ontario; Geol. Assoc. Canada, Special paper 3, pp. 57-73.
- Graham, R.B., 1956: North Half of Obalski township, Abitibi-east county; Québec Dept. of Mines, Geol. Rept. 71, 44 p.
- Guha, J. And Koo, J., 1975: Role of Fluid State Mobilization during Metamorphism of the Henderson Ore Bodies, Chibougamau, Québec, Canada; Canadian J. Earth Sci., v. 12, pp. 1615-1523.
- Gunn, B.M., 1967: Matrix Corrections for X-Ray Fluorescence Spectrometry by Digital Computer; Can. Spectroscopy, v. 12, no 2, pp. 1-7.
- Harker, A., 1909: The Natural History of Igneous Rocks; MacMillan, New-York, pp. 88-109.
- Hawkins, W.M., 1960: A spectrochemical study of rocks associated with the sulphide ore deposits of the Chibougamau district, Québec; Unpublished Ph.D. dissertation, McGill University.

- Jeffery, W.G., 1959: The geology of the Campbell Chibougamau Mines, Québec; Unpublished Ph.D. dissertation, McGill University.
- Koene, J.D., 1964: Structure and mineralization of Campbell Chibougamau Mines, Cedar Bay Division; Can. Inst. Min. & Metall. Bull., v. 57, no 630, pp. 1063-1072.
- Koide, H. and Bhattacharji, S., 1975: Formation of fractures around magmatic intrusions, and their role in ore localization; Econ. Geol., v. 70, pp. 781-799
- Kuno, H., 1968: Differentiation of basaltic magmas, in "Basalts", the Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition. H.H. Hess and H. Poldervaart ed. John Wiley and Sons, pp. 623-788.
- Long, D., 1974: Glacial and paraglacial genesis of conglomeratic rocks of the Chibougamau Formation (Aphebian), Chibougamau, Québec: Can. J. Earth Sci., v. 11, pp. 1236-1252.
- Marmo, V., 1971: Granite petrology and the granite problem; Elsevier Publishing Co., Amsterdam. 244 p.
- Mawdsley, J.B., 1927: Lake David area, Chibougamau district, Québec; Geol. Surv. Can., Sum. Rept. 1927, part C, pp. 1-22.
- Mawdsley, J.B., and Norman, G.W.H., 1953: Chibougamau-Lake Map-area, Quebec; Geol. Surv. Can. Memoir 185, 95 p.
- McDonald, G.A., 1968: Composition and origin of Hawaiian lavas; Geol. Soc. America, Memoir 116, pp. 477-522.

- Miller, R.J.M., 1957: Geology and ore deposits of the Cedar Bay mine area, Chibougamau district, Québec; Unpublished Ph.D. dissertation, Laval University.
- Nockolds, S.R. and Allen, R., 1953: The geochemistry of some igneous rock series; *Geochim. Cosmochim. Acta*, v. 4, pp. 105-142.
- Norman, G.W.H., 1936a: The NE trend of late Precambrian tectonic features in the Chibougamau district, Quebec; *Royal Soc. Can. Trans.*, 3rd ser., v. 380, sec. 4, pp. 119-128.
- Norman, G.W.H., 1936b: Opawika-Chibougamau Map-area, Quebec; *Geol. Surv. Can.*, paper 36-6.
- Norman, G.W.H., 1937a: East half Opemisca map-area, Quebec; *Geol. Surv. Can.*, paper 37-11.
- Norman, G.W.H., 1937b: West half Waswanipi map-area, Quebec; *Geol. Surv. Can.*, paper 37-8.
- Norman G.W.H., 1938: West half Opemisca map-area, Abitibi Territory, Quebec; *Geol. Surv. Can.*, paper 38-11.
- Norman, G.W.H., 1941: Opemisca, moitié est et moitié ouest; *Commission Géol. du Canada*, cartes 410A et 602A.
- Pouliot, G., 1963: Geology of the southwest quarter of McCorkill township, Abitibi-east and Roberval counties; Quebec Dept. of Natural Resources, *Prel. Rept. 470*, 12 p.

- Ramberg, H., 1970: Model Studies in relation to intrusion of plutonic bodies; in: Newall and Rast: Mechanisms of igneous intrusion, Gallery Press, Liverpool; pp. 261-286
- Retty, J., 1930: Township of McKenzie, Chibougamau region; Quebec Bureau of Mines, Annual Report, part D, pp. 41-73.
- Roubault, M., Laroche, H. et Govindaraju, K., 1970: Etat actuel (1970) des études coopératives sur les standards géochimiques du Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques; Science de la Terre, Tome XV, no 4, pp. 351-393.
- Smith, J.V., 1974: Feldspar Minerals, no 2: Chemical and Textural Properties; Springer-Verlag; 690 p.
- Smith, J.R. and Allard, G.O., 1960: South half of McKenzie township; Quebec Dept. of Mines, Geol. Rept. 95; 71 p.
- Streckeisen, A., 1976: To each Plutonic Rock its proper name; Earth Science Rev., v. 12, pp. 1-33.
- Sutton, W., 1959: Geology of the Copper Rand Mine, Chibougamau, Quebec; Unpublished M.S. thesis, University of Michigan.
- Tuttle, O.F. and Bowen, N.L., 1958: Origin of Granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$; Geol. Soc. America, Memoir 74; 153 p.
- Vollo, N.B., 1959: The geology of the Henderson Copper deposit, Chibougamau region, Quebec; Unpublished M.S. thesis, McGill University.

- Welday, B.B., Baird, A.K., McIntyre, D.B. and Madlew, K.W., 1964: Silicate sample Preparation for Light Element Analysis by X-Ray Fluorescence Spectroscopy; Amer. Miner., v. 49, pp. 839-903.
- Woussen, G. et Boudreault, A.P., 1975: Reproductibilité des analyses de roches par spectrométrie de Fluorescence-X; Publication interne, Université du Québec à Chicoutimi; 156 p.
- Yoder, H.S., Stewart, D.B., Smith, J.R., 1957: Ternary feldspars; Carnegie Inst. Wash. yearbook 56, pp. 206-214.

APPENDICE I

COLORATION DES FELDSPATHS POTASSIQUES

Les essais de coloration des feldspaths potassiques ont été effectués selon la méthode de Bailey et Stevens (1960).

Cette méthode consiste à:

- a) exposer la section mince aux vapeurs d'acide fluorhydrique concentrée (52% HF) pendant 10 secondes;
- b) tremper la section mince dans l'eau;
- c) tremper ensuite la section mince dans une solution saturée de cobaltinitrite de sodium pendant 15 secondes;
- d) rincer à l'eau du robinet.

Les feldspaths potassiques devraient alors prendre une coloration jaune-pâle.

APPENDICE II

ANALYSES CHIMIQUES

Préparation des échantillons

Les échantillons ont tout d'abord été nettoyés de leur croûte d'altération superficielle, concassés à l'aide d'un concasseur à mâchoires de porcelaine, puis pulvérisés au Buehler dans un plat en carbure de tungstène.

Les poudres de roche provenant des échantillons pulvérisés ont été traitées selon la méthode de Welday et al. (1964) pour fin d'analyses chimiques de roche totale:

- a) séchage à l'étuve pendant une période de 1 heure à 1½ heure à 110°C;
- b) 3 grammes de poudre de roche, et 6 grammes de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ sont placés dans un récipient en plastique avec une bille en verre;
- c) le mélange est homogénéisé au "Mixer Mill" pendant 10 minutes;
- d) le mélange est divisé en 2 parties égales, puis transféré dans 2 creusets en graphite;
- e) fusion du mélange (20 minutes à 1100°C);
- f) coulée des boutons de fusion;
- g) les boutons de fusion sont enrobés dans l'epoxy;

- h) polissage des boutons de fusion;
- i) nettoyage des boutons de fusion à l'eau déminéralisée;
- j) analyses pour les éléments majeurs (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , MnO , Na_2O , K_2O , CaO et P_2O_5).

Les analyses pour tous les éléments sont faites avec un spectromètre de Fluorescence-X de modèle Philips PW-1410, en utilisant la radiation K_{α} , le vide dans la chambre du spectromètre, et un détecteur de flux gazeux à fenêtre en polypropylène de 1 micron d'épaisseur. Les conditions analytiques sont données au tableau IX.

Pour l'analyse des roches mafiques, nous avons utilisé le standard DRN (Flanagan, 1973); le standard AGV (Flanagan, 1969) a servi pour les roches intermédiaires, et le standard GA (Roubault et al., 1970) pour les roches acides (Tableau X).

Oxydes	Tube	Cristal	Kv/ma	Pic (2θ) Bruit de fond	Collima- teur	Temps de comptage
Fe ₂ O ₃	W	LIF (200)	30/14	P 57.20	Fine	40 sec.
MnO	W	LIF (200)	50/40	P 62.79 B 64.50	Fine	100 sec. 100 sec.
TiO ₂	Cr	LIF (200)	50/40	P 85.55	Fine	40 sec.
CaO	Cr	LIF (200)	50/14	P 113.13	Fine	40 sec.
K ₂ O	Cr	LIF (200)	50/14	P 136.20	Fine	100 sec.
P ₂ O ₅	Cr	PET	60/14	P 89.05 B 91.50	Fine	100 sec. 40 sec.
SiO ₂	Cr	PET	50/30	P 108.75	Coarse	40 sec.
Al ₂ O ₃	Cr	PET	50/40	P 144.75	Coarse	40 sec.
MgO	Cr	ADP	55/40	P 136.22 B 138.50	Coarse	200 sec. 100 sec.
Na ₂ O	Cr	TLAP	50/50	P 54.70 B 56.00	Coarse	200 sec. 100 sec.

Détecteur: FPC

Vide: +

TABLEAU IX: Conditions analytiques pour les analyses de roche totale sur l'appareil Philips PW-1410 de l'UQAC.

TABLEAU X

Valeur des standards utilisés

% poids	DRN	AGV	GA
SiO ₂	53.805	60.085	70.749
Al ₂ O ₃	17.802	17.328	14.676
Fe ₂ O ₃	10.131	6.930	2.864
MnO	0.215	0.100	0.091
MgO	4.599	1.520	0.961
CaO	7.235	5.074	2.480
Na ₂ O	3.066	4.414	3.593
K ₂ O	1.737	2.951	4.080
TiO ₂	1.134	1.102	0.385
P ₂ O ₅	0.276	0.496	0.121

L'eau et les volatils n'étant pas déterminés, les analyses ont été recalculées à 100% sur une base anhydre par ordinateur. Toutes les analyses furent effectuées en duplicata, afin de vérifier la reproductibilité des analyses et des préparations.

Les corrections pour l'effet de matrice, le bruit de fond et les temps morts du compteur ont été effectuées, sur les concentrations nominales, par ordinateur, à l'aide du programme X-Ray, mis au point par Gunn (1967), et modifié pour nos besoins.

Pour fin d'analyses statistiques, les données ont ensuite été traitées à l'aide du programme COREL (Daoust, 1972).

Précision des analyses

Eléments	Ecart-type (%)
SiO ₂	1.5
Al ₂ O ₃	0.37
Fe ₂ O ₃	0.99
MnO	0.00
MgO	0.18
CaO	0.06
Na ₂ O	0.31
K ₂ O	0.10
TiO ₂	0.02
P ₂ O ₅	0.01

Reproductibilité des analyses sur l'appareil Philips PW-1410 de l'Université du Québec à Chicoutimi (Woussen et Boudreault, 1975).

APPENDICE III (a)

Liste des échantillons analysés (chimie)

(par ordre numérique)

DYKES:

- U-1926A : Tonalite à biotite. Trou de forage U-1926 (630-632');
Main Mine (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- U-1926C : Tonalite porphyrique. Trou de forage U-1926 (914.6-
916.6'); Main Mine (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- U-1926D : Tonalite à biotite. Trou de forage U-1926 (1001-1003');
Main Mine (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- U-2143D : Porphyre à quartz et feldspath (type 1). Trou de forage
U-2143 (1736.5-1739'); Main Mine (Campbell Chibougamau
Mines Ltd.).
- JM-1/2 : Porphyre à feldspath. $\frac{1}{2}$ nord-ouest du canton Queylus.
- JM-1/3b' : Porphyre à quartz et feldspath (type 1). $\frac{1}{2}$ nord-ouest
du canton Queylus.
- JM-2/I.3 : Porphyre à feldspath. Trou de forage CMS-63 (364.1-
365.0'); île du Lac Chibougamau; $\frac{1}{2}$ nord-ouest du
canton Lemoine.
- JM-5/6 : Porphyre à quartz et feldspath (type 2). 6000' à l'est
sud-est du lac Alaspar; $\frac{1}{2}$ sud-est du canton McKenzie.

- JM-5/11 : Porphyre à quartz et feldspath (type 2). Population de "plugs" dans la région du lac Alaspar; ¼ sud-ouest du canton McKenzie.
- JM-5/13 : Meladiorite. 3000' sud sud-est du lac Alaspar; ¼ sud-ouest du canton McKenzie.
- JM-6b/III.2 : Porphyre à feldspath. Trou de forage K-75 (23.8-25'); mine Kokko Creek (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- JM-7b/I.14 : Dyke gris à grain fin (Grey). Trou de forage CU-1173 (1154.4-1155'); mine Cedar Bay (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- JM-9/6 : Porphyre à quartz et feldspath (type 1). Population de "plugs" à 400' à l'ouest du lac à la Truite; ¼ sud-est du canton McKenzie.
- JM-9/7c : Porphyre à quartz et feldspath (type 2). 2000' au sud de la mine Bruneau; ¼ sud-est du canton McKenzie.
- JM-10/1 : Porphyre à quartz et feldspath (type 1). Extrémité nord-est de l'île Portage; canton de Roy.
- JM-10/3 : Idem JM-10/1.
- JM-10b/I.4 : Diorite à grain fin (Green). Trou de forage HU-3713 (147.5-148.8'); mine Henderson no 2 (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).

- JM-10b/IV.4 : Porphyre à feldspath et hornblende. Trou de forage HU-3834 (50.4-51.8'); mine Henderson no 2 (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- JM-13/III.1 : Porphyre à feldspath (+ biotite). Trou de forage GRU-37 (89.8-90.0'); mine GrandRoy (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- JM-14/3 : Porphyre à feldspath et hornblende. Côte est de la baie du Portage; canton de Roy.
- JM-15/1 : Porphyre à feldspath. 400' sud-est de la mine Gwillim Lake (Campbell Chibougamau Mines Ltd.); $\frac{1}{4}$ nord-ouest du canton McKenzie.

TABLEAU XI

Analyses chimiques (% poids d'oxydes)

DYKES

No. d'é- chantillon	U-2143D (1)	JM-9/6 (1)	JM-10/1 (1)	JM-10/3 (1)
SiO ₂	68.47	72.60	67.97	68.72
Al ₂ O ₃	19.00	16.59	17.61	18.09
Fe ₂ O ₃	5.42	2.03	5.78	3.58
MgO	1.87	0.37	1.56	1.21
CaO	0.45	2.02	1.01	2.18
Na ₂ O	1.84	3.58	2.52	2.59
K ₂ O	2.63	2.47	2.96	3.11
TiO ₂	0.34	0.20	0.33	0.34
MnO	0.03	0.02	0.04	0.01
P ₂ O ₅	0.06	0.08	0.21	0.13
TOTAL:	100.07	99.95	99.98	99.96
I.D.*	23.11	24.28	23.04	22.62

(1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1.

* Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

TABLEAU XI (suite)

Analyses chimiques. (% poids d'oxydes)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-1/3b' (1)	JM-5/6 (1)	JM-5/11 (1)	JM-9/7c (1)
SiO ₂	74.96	69.89	72.49	71.07
Al ₂ O ₃	15.29	16.75	16.20	18.05
Fe ₂ O ₃	2.38	4.18	3.27	3.25
MgO	0.44	1.38	0.63	0.86
CaO	0.47	2.05	2.08	1.24
Na ₂ O	3.74	3.70	3.06	4.29
K ₂ O	2.58	1.43	1.74	0.87
TiO ₂	0.14	0.35	0.28	0.27
MnO	0.01	0.09	0.13	0.02
P ₂ O ₅	0.03	0.13	0.09	0.03
Total:	100.03	99.95	99.97	99.95
I.D.*	26.65	21.29	23.19	22.46

(1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1.

(2) Porphyre à quartz et feldspath du type 2.

* Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

TABLEAU XI (suite)

Analyses chimiques (% poids d'oxydes)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-1/2 (3)	JM-2/I.3 (3)	JM-6b/III.2 (3)	JM-15/1 (3)
SiO ₂	70.31	68.30	71.56	70.83
Al ₂ O ₃	17.40	17.24	16.56	18.54
Fe ₂ O ₃	3.34	4.68	2.92	3.12
MgO	0.73	1.03	1.18	0.97
CaO	1.06	4.13	2.23	0.89
Na ₂ O	3.24	3.32	4.41	4.90
K ₂ O	3.64	0.56	0.57	0.30
TiO ₂	0.21	0.34	0.34	0.34
MnO	0.01	0.03	0.03	0.06
P ₂ O ₅	0.02	0.31	0.15	0.01
TOTAL:	99.95	99.90	99.98	99.96
I.D.*	25.28	18.16	21.01	22.05

(3) Porphyre à feldspath.

* Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

TABLEAU XI (suite)

Analyses chimiques (% poids d'oxydes)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-13/III.1 (4)	JM-14/3 (5)	JM-10b/IV.4 (6)	JM-7b/I.14 (6)
SiO ₂	71.08	62.82	62.04	64.91
Al ₂ O ₃	18.18	18.06	19.12	16.65
Fe ₂ O ₃	2.30	6.96	6.79	8.95
MgO	1.14	2.61	1.94	1.21
CaO	1.12	4.15	5.05	4.05
Na ₂ O	4.22	3.69	3.54	2.02
K ₂ O	1.55	0.83	0.56	1.12
TiO ₂	0.33	0.38	0.38	0.58
MnO	0.02	0.06	0.05	0.24
P ₂ O ₅	0.02	0.39	0.50	0.13
Total:	99.96	99.95	99.97	99.86
I.D.*	22.98	15.01	14.25	17.49

(4) Porphyre à feldspath (+ biotite).

(5) Porphyre à feldspath et hornblende.

(6) Dyke gris à grain fin (Grey).

* Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953).
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

TABLEAU XI (suite)

Analyses chimiques (% poids d'oxydes)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-10b/I.4 (6*)	U-1926A (7)	U-1926C (7)	U-1926D (7)
SiO ₂	53.15	72.37	71.37	69.79
Al ₂ O ₃	14.13	15.89	16.60	16.27
Fe ₂ O ₃	13.78	3.44	3.19	3.86
MgO	6.48	1.32	1.34	1.31
CaO	9.08	2.15	2.10	3.76
Na ₂ O	1.33	3.36	3.66	3.01
K ₂ O	0.11	0.93	1.24	1.29
TiO ₂	1.38	0.28	0.30	0.29
MnO	0.14	0.06	0.03	0.05
P ₂ O ₅	0.36	0.14	0.13	0.33
Total:	99.94	99.97	99.96	99.96
I.D.*	2.26	21.58	21.59	19.48

(6*) Diorite à grain fin (Green).

(7) Tonalite et tonalite porphyrique.

* Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

TABLEAU XI (suite)

Analyses chimiques (% poids d'oxydes)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-5/13 (diorite)
SiO ₂	51.72
Al ₂ O ₃	13.73
Fe ₂ O ₃	14.87
MgO	7.18
CaO	7.06
Na ₂ O	3.14
K ₂ O	0.29
TiO ₂	1.38
MnO	0.31
P ₂ O ₅	0.27
Total:	99.95
I.D.*	3.29

* Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

TABLEAU XII

Minéraux normatifs (% cationique)

DYKES

No. d'é- chantillon	U-2143D (1)	JM-9/6 (1)	JM-10/1 (1)	JM10/3 (1)
Quartz	40.16	35.24	34.12	33.13
Orthose	15.91	14.82	17.88	18.67
Anorthite	1.88	9.61	3.72	10.13
Albite	16.91	32.51	23.13	23.72
Néphéline				
Corindon	13.92	5.01	9.97	7.54
Wollastonite				
Diopside				
Hedenbergite				
Enstatite	5.29	1.06	4.40	3.39
Ferrosilite	3.36		3.89	0.71
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	1.96	0.28	1.96	1.95
Hématite		1.02		
Ilménite	0.48	0.30	0.48	0.48

(1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1.

TABLEAU XII (suite)

Minéraux normatifs (% cationique)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-1/3b' (1)	JM-5/6 (2)	JM-5/11 (2)	JM-9/7c (2)
Quartz	39.10	33.67	40.21	36.08
Orthose	15.49	8.56	10.49	5.18
Anorthite	2.16	9.50	9.93	5.94
Albite	34.00	33.77	28.05	38.92
Néphéline				
Corindon	6.13	6.27	6.37	8.67
Wollastonite				
Diopside				
Hedenbergite				
Enstatite	1.26	3.86	1.78	2.39
Ferrosilite		1.64	0.68	0.47
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	1.25	1.96	1.90	1.87
Hématite	0.33			
Ilménite	0.21	0.49	0.40	0.39

(1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1.

(2) Porphyre à quartz et feldspath du type 2.

TABLEAU XII (suite)

Minéraux normatifs (% cationique)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-1/2 (3)	JM-2/I.3 (3)	JM-6b/III.2 (3)	JM-15/1 (3)
Quartz	32.31	34.05	35.52	35.02
Orthose	21.56	3.43	3.38	1.84
Anorthite	5.19	18.77	8.76	4.36
Albite	29.17	30.49	39.98	44.21
Néphéline				
Corindon	6.82	4.90	6.02	9.34
Wollastonite				
Diopside				
Hedenbergite				
Enstatite	2.05	2.93	3.27	2.69
Ferrosilite	0.74	2.28		0.12
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	1.82	1.97	1.88	1.93
Hématite			0.04	
Ilménite	0.31	0.50	0.48	0.47

(3) Porphyre à feldspath.

TABLEAU XII (suite)

Minéraux normatifs (% cationique)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-13/III.1 (4)	JM-14/3 (5)	JM-10b/IV.4 (5)	JM-7b/I.14 (6)
Quartz	33.98	22.10	21.95	33.41
Orthose	9.19	5.03	3.37	6.90
Anorthite	5.43	18.28	24.52	20.12
Albite	38.02	33.56	32.37	18.92
Néphéline				
Corindon	8.30	4.94	4.30	5.74
Wollastonite				
Diopside				
Hedenbergite				
Enstatite	3.16	7.30	5.46	3.48
Ferrosilite		5.44	5.18	8.02
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	0.37	1.98	1.99	2.26
Hématite	1.04			
Ilménite	0.46	0.54	0.54	0.86

(4) Porphyre à feldspath (+ biotite)

(5) Porphyre à feldspath et hornblende

(6) Dyke gris à grain fin (Grey)

TABLEAU XII (suite)

Minéraux normatifs (% cationique)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-10b/I.4 (6*)	U-1926A (7)	U-1926C (7)	U-1926D (7)
Quartz	12.34	40.68	36.64	35.37
Orthose	0.68	5.58	7.42	7.83
Anorthite	33.52	8.65	9.62	16.82
Albite	12.52	30.66	33.27	27.64
Néphéline				
Corindon		6.93	6.36	4.29
Wollastonite				
Diopside	5.34			
Hedenbergite	3.43			
Enstatite	15.95	3.73	3.75	3.69
Ferrosilite	10.24	0.75	0.30	1.34
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	3.11	1.90	1.91	1.90
Hématite				
Ilménite	2.01	0.41	0.44	0.41

(6*) Diorite à grain fin (Green)

(7) Tonalite et tonalite porphyrique

TABLEAU XII (suite)

Minéraux normatifs (% cationique)

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-5/13 (diorite)
Quartz	2.30
Orthose	1.76
Anorthite	23.10
Albite	28.89
Néphéline	
Corindon	
Wollastonite	
Diopside	5.27
Hedenbergite	3.52
Enstatite	17.71
Ferrosilite	11.83
Fayalite	
Forstérite	
Magnétite	3.06
Hématite	
Ilménite	1.98

TABLEAU XIII

Paramètres des diagrammes

DYKES

No. d'é- chantillon	U-2143D (1)	JM-9/6 (1)	JM-10/1 (1)	JM-10/3 (1)
SiO ₂	68.47	72.60	67.97	68.72
Na ₂ O+K ₂ O	4.47	6.06	5.48	5.71
A	37.98	71.54	32.16	54.36
F	46.10	24.01	53.39	34.06
M	15.91	4.44	14.43	11.56
Quartz	55.08	42.20	45.22	43.24
Albite	23.07	39.71	30.89	31.73
Orthose	21.84	18.08	23.87	25.02
Anorthite	6.43	17.59	11.07	20.56
Albite	48.06	56.62	50.16	44.41
Orthose	45.49	25.78	38.76	35.02

(1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1

TABLEAU XIII (suite)

Paramètres des diagrammes

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-1/3b' (1)	JM-5/6 (2)	JM-5/11 (2)	JM-9/7c (2)
SiO ₂	74.96	69.89	72.49	71.07
Na ₂ O+K ₂ O	6.23	5.14	4.80	5.17
A	69.07	48.01	55.16	55.65
F	26.03	39.07	37.57	35.05
M	4.89	12.91	7.25	9.28
Quartz	43.76	43.89	50.63	44.61
Albite	38.68	44.74	35.96	48.89
Orthose	17.54	11.35	13.39	6.48
Anorthite	4.45	19.67	21.42	12.27
Albite	65.73	64.06	57.24	77.44
Orthose	29.81	16.25	21.32	10.27

(1) Porphyre à quartz et feldspath du type 1

(2) Porphyre à quartz et feldspath du type 2

TABLEAU XIII (suite)

Paramètres des diagrammes

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-1/2 (3)	JM-2/I.3 (3)	JM-6b/III.2 (3)	JM-15/1 (3)
SiO ₂	71.31	68.30	71.57	70.84
Na ₂ O+K ₂ O	6.88	3.90	4.99	5.22
A	62.79	40.51	54.86	55.99
F	30.48	48.69	32.10	33.53
M	6.72	10.78	13.02	10.47
Quartz	37.81	48.14	44.06	42.83
Albite	35.71	46.65	51.60	54.98
Orthose	26.46	5.20	4.33	2.18
Anorthite	9.39	38.13	20.42	8.75
Albite	52.03	55.65	73.41	87.76
Orthose	38.56	6.20	6.16	3.48

(3) Porphyre à feldspath

TABLEAU XIII (suite)

Paramètres des diagrammes

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-13/III.1 (4)	JM-14/3 (5)	JM-10b/IV.4 (5)	JM-7b/I.14 (6)
SiO ₂	71.08	62.04	64.91	
Na ₂ O+K ₂ O	5.77	4.53	4.10	3.14
A	62.61	32.09	31.97	23.62
F	24.96	49.36	52.93	67.26
M	12.41	18.53	15.14	9.10
Quartz	41.53	36.15	38.38	56.61
Albite	47.10	55.64	55.90	31.89
Orthose	11.35	8.19	5.71	11.59
Anorthite	10.54	35.10	41.68	44.84
Albite	72.07	56.56	52.90	40.45
Orthose	17.37	8.33	5.40	14.69

(4) Porphyre à feldspath (+ biotite)

(5) Porphyre à feldspath et hornblende

(6) Dyke gris à grain fin (Grey)

TABLEAU XIII (suite)

Paramètres des diagrammes

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-10b/I.4 (6*)	U-1926A (7)	U-1926C (7)	U-1926D (7)
SiO ₂	53.16	72.37	71.37	69.79
Na ₂ O+K ₂ O	1.45	4.29	4.90	4.32
A	6.68	47.34	51.94	45.46
F	63.46	38.00	33.80	40.72
M	29.84	14.65	14.24	13.80
Quartz	45.90	51.99	46.84	49.15
Albite	51.99	46.84	49.15	
Orthose	2.70	7.40	9.63	11.13
Anorthite	72.00	23.01	20.64	34.92
Albite	26.59	65.11	64.97	50.82
Orthose	1.39	11.87	14.38	14.24

(6*) Diorite à grain fin (Green)

(7) Tonalite et tonalite porphyrique

TABLEAU XIII (suite)

Paramètres des diagrammes

DYKES

No. d'é- chantillon	JM-5/13 (Diorite)
SiO ₂	51.72
Na ₂ O+K ₂ O	3.43
A	13.49
F	58.32
M	28.18
Quartz	4.26
Albite	90.23
Orthose	5.49
Anorthite	42.93
Albite	53.78
Orthose	3.27

APPENDICE III (b)

Description mégascopique des roches des différentes phases du Pluton de Chibougamau:

a) Méladiorite et diorite à hornblende

Roche de couleur gris foncé, à grain moyen.

Composée de 40-50% de hornblende, 30-50% de plagioclase (An_{47-49}) légèrement zoné et localement saussuritisé, 10% de chlorite, 5-10% de quartz interstitiel, et d'un peu de pyrite dissiminée. (Cimon, 1976a).

Tonalite à hornblende

Roche composée de 40-60% de plagioclase (oligoclase-andésine), 20-30% de hornblende, et de 5-30% de quartz, avec des traces de feldspaths potassiques et de biotite. (Allard, 1976a).

b) Brèche à diorite à hornblende

Agmatite, formée de fragments de roches du Complexe du Lac Doré dans une matrice intrusive de diorite à hornblende. (Cimon, 1976a).

c) Tonalite à biotite

Roche de couleur gris clair, à grain moyen. Composée de 50-60% de plagioclase (oligoclase-andésine), 20-30% de quartz, et d'environ 10% de biotite chloritisée, avec des traces de feldspaths potassiques.

Leucotonalite

Roche de couleur blanc crème en surface altérée, rosée ou vert pâle en surface fraîche, à grain fin à moyen. Composée de 50-70% de plagioclase altéré, de 30-50% de quartz, ainsi que de 0-5% de chlorite dans les fractures. (Cimon, 1976a).

d) Tonalite à chlorite

Se distingue de la leucotonalite par sa teneur en chlorite (15-20%, dissiminée uniformément), et par sa granulométrie plus grossière, souvent porphyroïde. Cette texture porphyroïde est marquée par la présence de quartz en globules bleu pâle, de 2-5mm., plus ou moins arrondis. (Cimon, 1976a).

e) Aplite tonalitique

Roche à grain fin (0.1-1.0mm.), composée principalement de 60-80% de plagioclase et de 20-40% de quartz, avec un peu de chlorite et de feldspaths potassiques. (Bonneau, 1975).

f) Gneiss leucotonalitique

Roche de couleur très pâle (blanc crayeux), avec de petites saillies de quartz allongé sur la surface. Composée de quartz et de plagioclase, avec 10% ou moins de chlorite. La gneissosité est marquée par l'aplatissement des grains de quartz. (Allard, 1970a).

g) Métadiorite

Roche à grain moyen, composée principalement de hornblende (50%) et de plagioclase, avec un peu de quartz, de feldspath potassique et de biotite. (Pouliot, 1963).

Gneiss granitique à hornblende

Roche à grain moyen, formée d'une alternance de bandes riches en feldspath potassique, de bandes riches en hornblende, et de bandes riches en quartz et plagioclase, avec un peu d'épidote et de biotite. (Pouliot, 1963).

h) Granodiorite à biotite et hornblende

Roche à texture fortement gneissique, composée de plagioclase, de quartz (5-30%), de feldspath potassique (10-15%), de hornblende (10-15%) et de biotite. (Allard, 1970a).

PLUTON DE CHIBOUGAMAU:

Echantillons analysés à l'Université du Québec à Chicoutimi:

- JM-6/2 : Tonalite à biotite. Ile Merrill; carrière-Main Mine (Campbell Chibougamau Mines Ltd.).
- JM-6/4 : Leucotonalite. Péninsule Gouin; $\frac{1}{2}$ nord-est du canton Obalski.
- JM-6/5 : (Idem JM-6/4).

Analyses tirées de Allard (1970 et 1975):

- 0-2-320 : Leucotonalite à biotite (Allard, 1975). Trou de forage CMS 0-2 (320-324'); L47W, 400N; à l'ouest du Lac David; canton Scott.
- 68-D-1 : Leucotonalite (Allard, 1970a). Côte du lac Chibougamau; 12,000' au nord du coin sud-est du $\frac{1}{2}$ nord-ouest du canton Lemoine.
- 69-192 : Méladiorite à hornblende (Allard, 1975). Canton de Scott; route principale vers Chapais, dans le premier tournant à l'ouest du pont sur la rivière Chibougamau.

- A-1-153 : Tonalite à hornblende (Allard, 1975). Trou de forage A-1 (153-157'); côte nord de l'île Deschenes, lac Simon; canton de Scott.
- R-4-347 : Granodiorite à biotite et hornblende (Allard, 1970a). Trou de forage R-4 de CM&S; près du coin nord-est du $\frac{1}{2}$ nord-ouest du canton Lemoine.

TABLEAU XIV

Analyses chimiques (% poids d'oxydes)

PLUTON DE CHIBOUGAMAU

No. d'é- chantillon	69 192 **	A-1-153**	0-2-320**	R-4-347**
SiO ₂	52.34	60.16	68.00	66.13
Al ₂ O ₃	15.03	16.86	12.86	16.34
Fe ₂ O ₃	11.45	5.86	3.62	2.96
MgO	5.70	2.36	6.08	1.45
CaO	8.60	5.76	2.54	4.60
Na ₂ O	3.00	4.01	4.43	4.50
K ₂ O	0.34	0.85	0.44	2.08
TiO ₂	1.39	0.70	0.38	0.27
MnO	---	---	---	---
P ₂ O ₅	---	---	---	---
Total	97.85	96.56	98.35	98.33
I.D.*	3.48	12.78	14.48	18.07

(*) Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

(**) Tirées de Allard (1970a et 1975).

TABLEAU XIV (suite)
Analyses chimiques (% poids d'oxydes)
PLUTON DE CHIBOUGAMAU

No. d'é- chantillon	JM-6/5	JM-6/4	JM-6/2	68-D-1 **
SiO ₂	68.85	68.30	70.43	73.60
Al ₂ O ₃	16.20	16.83	16.60	14.76
Fe ₂ O ₃	4.68	2.10	3.05	1.09
MgO	0.98	0.93	0.88	0.51
CaO	3.87	3.19	3.08	2.27
Na ₂ O	4.21	5.12	3.90	5.20
K ₂ O	0.83	0.89	0.92	1.39
TiO ₂	0.29	0.27	0.25	0.10
MnO	0.06	0.06	0.03	---
P ₂ O ₅	0.22	0.25	0.25	---
Total	100.19	97.87	99.39	98.92
I.D.*	18.89	19.50	20.73	23.14

(*) Indice de différenciation de Nockolds et Allen (1953)
i.e. $(1/3 \text{ Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg})$

(**) Tirées de Allard (1970a et 1975).

TABLEAU XV

Minéraux normatifs (% cationique)

PLUTON DE CHIBOUGAMAU

No. d'é- chantillon	69-192	A-1-153	0-2-320	R-4-347
Quartz	5.80	16.55	24.41	19.94
Orthose	2.09	5.23	2.62	12.45
Anorthite	27.60	26.55	11.50	18.49
Albite	28.01	37.49	40.03	40.95
Néphéline				
Corindon			1.00	
Wollastonite				
Diopside	8.21	1.12		2.31
Hedenbergite	4.23	0.47		0.08
Enstatite	12.26	6.23	16.90	2.90
Ferrosilite	6.32	2.63	0.68	0.10
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	3.08	2.33	1.95	1.89
Hématite				
Ilménite	0.41	1.02	0.53	0.41

TABLEAU XV (suite)

Minéraux normatifs (% cationique)

PLUTON DE CHIBOUGAMAU

No. d'é- chantillon	JM-6/5	JM-6/4	JM-6/2	68-D-1
Quartz	28.78	25.85	37.74	31.90
Orthose	4.96	5.36	5.53	8.21
Anorthite	17.97	14.93	13.89	11.26
Albite	38.23	46.83	35.65	44.00
Néphéline				
Corindon	2.06	2.31	4.64	0.57
Wollastonite				
Diopside				
Hendenbergite				
Enstatite	2.74	2.62	2.47	1.27
Ferrosilite	2.50		0.32	1.12
Fayalite				
Forstérite				
Magnétite	1.89	0.34	1.85	0.39
Hématite		1.01		
Ilménite	0.41	0.38	0.35	0.19

TABLEAU XVI

Paramètres des diagrammes

PLUTON DE CHIBOUGAMAU

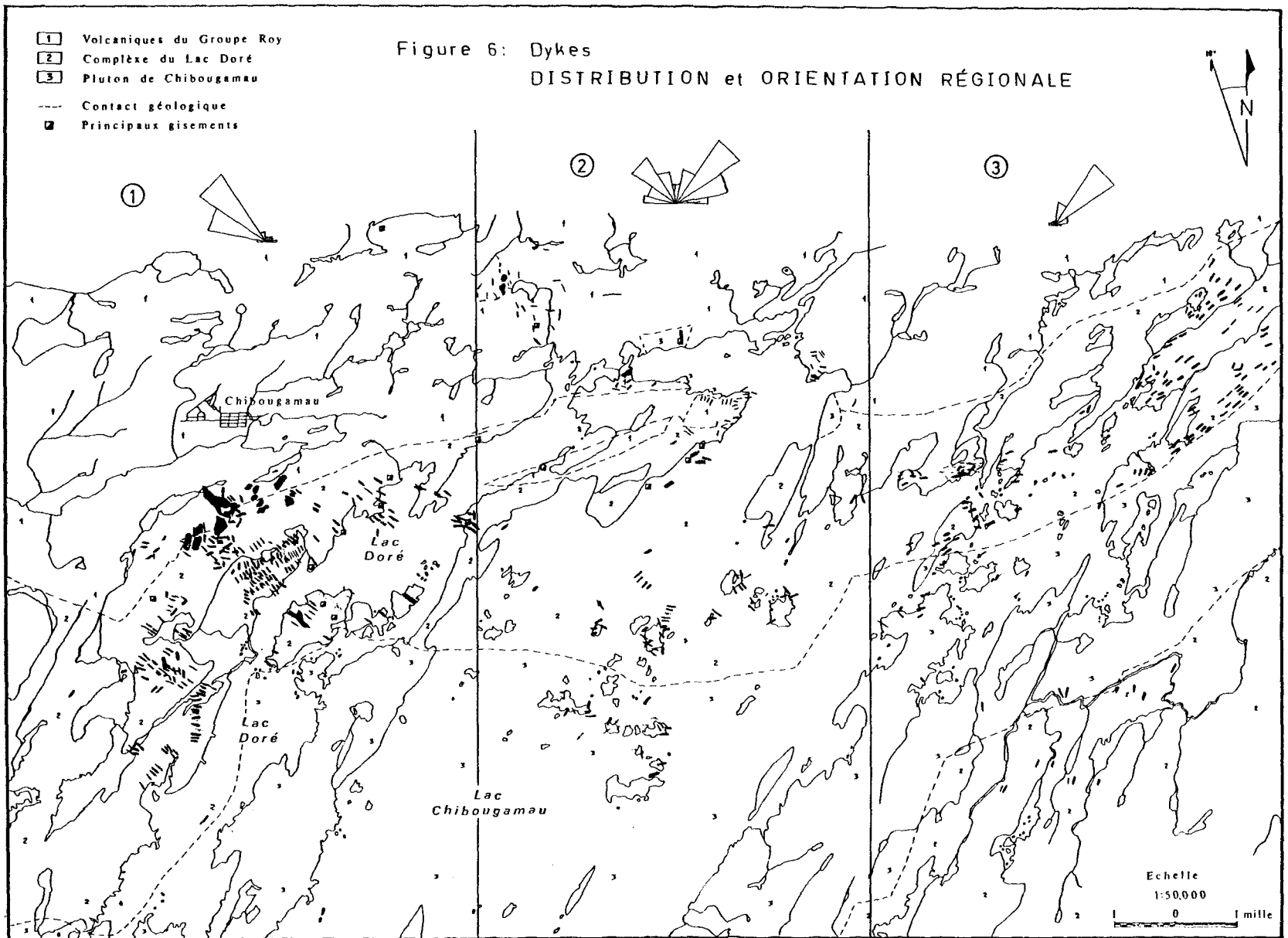
No. d'é- chantillon	69-192	A-1-153	0-2-320	R-4-347
SiO ₂	53.85	62.41	69.12	67.15
Na ₂ O+K ₂ O	3.44	5.04	4.95	6.68
A	17.29	38.93	34.29	61.54
F	53.21	42.17	22.91	24.89
M	29.50	18.90	42.80	13.56
Quartz	13.10	30.40	38.80	28.00
Albite	80.41	60.60	57.10	54.40
Orthose	6.29	8.90	4.00	17.50
Anorthite	47.84	38.33	21.24	25.72
Albite	48.54	54.12	73.93	56.96
Orthose	3.62	7.55	4.83	17.32

TABLEAU XVI (suite)

Paramètres des diagrammes

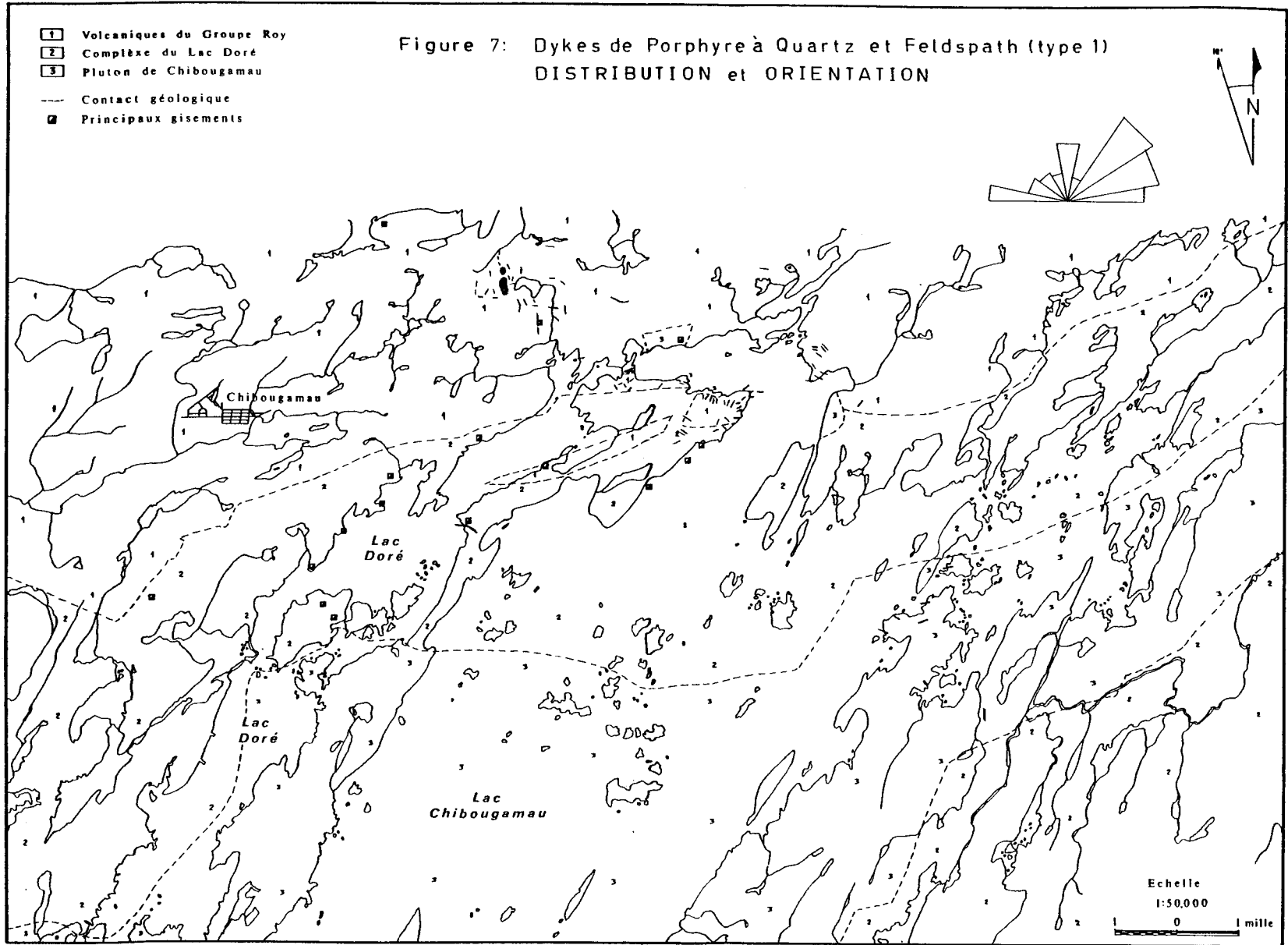
PLUTON DE CHIBOUGAMAU

No. d'é- chantillon	JM-6/5	JM-6/4	JM-6/2	68-D-1
SiO ₂	68.85	68.30	70.43	73.60
Na ₂ O+K ₂ O	5.04	6.01	4.82	6.59
A	32.41	54.34	44.27	69.58
F	60.79	38.05	47.84	25.02
M	6.58	7.59	7.87	5.38
Quartz	40.83	31.11	39.79	37.90
Albite	51.20	61.04	51.52	52.30
Orthose	7.96	7.84	8.68	9.80
Anorthite	31.62	24.49	32.21	17.70
Albite	60.12	65.90	57.89	69.30
Orthose	8.25	9.60	9.89	12.90



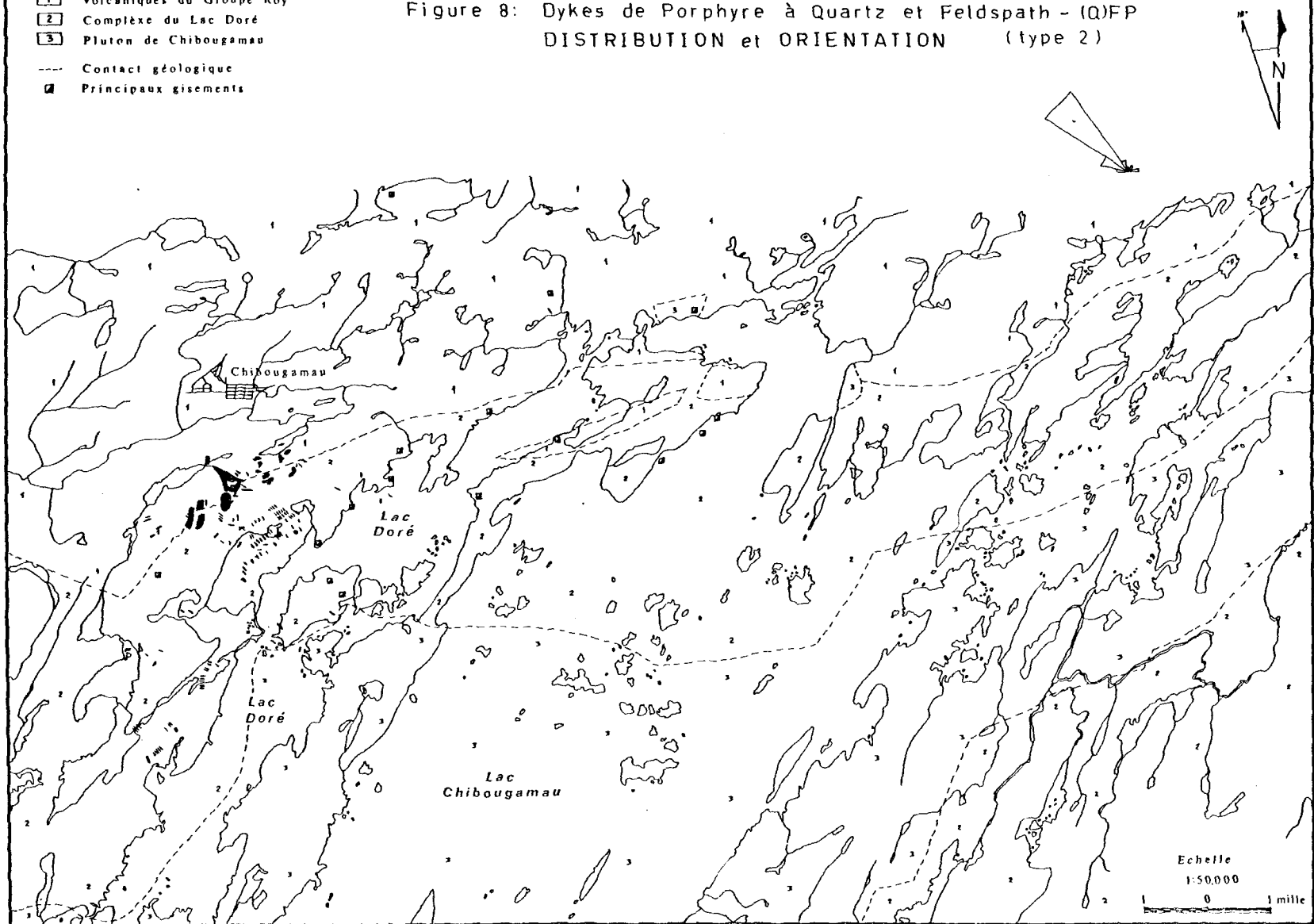
- 1 Volcaniques du Groupe Roy
- 2 Complexe du Lac Doré
- 3 Pluton de Chibougamau
- Contact géologique
- Principaux gisements

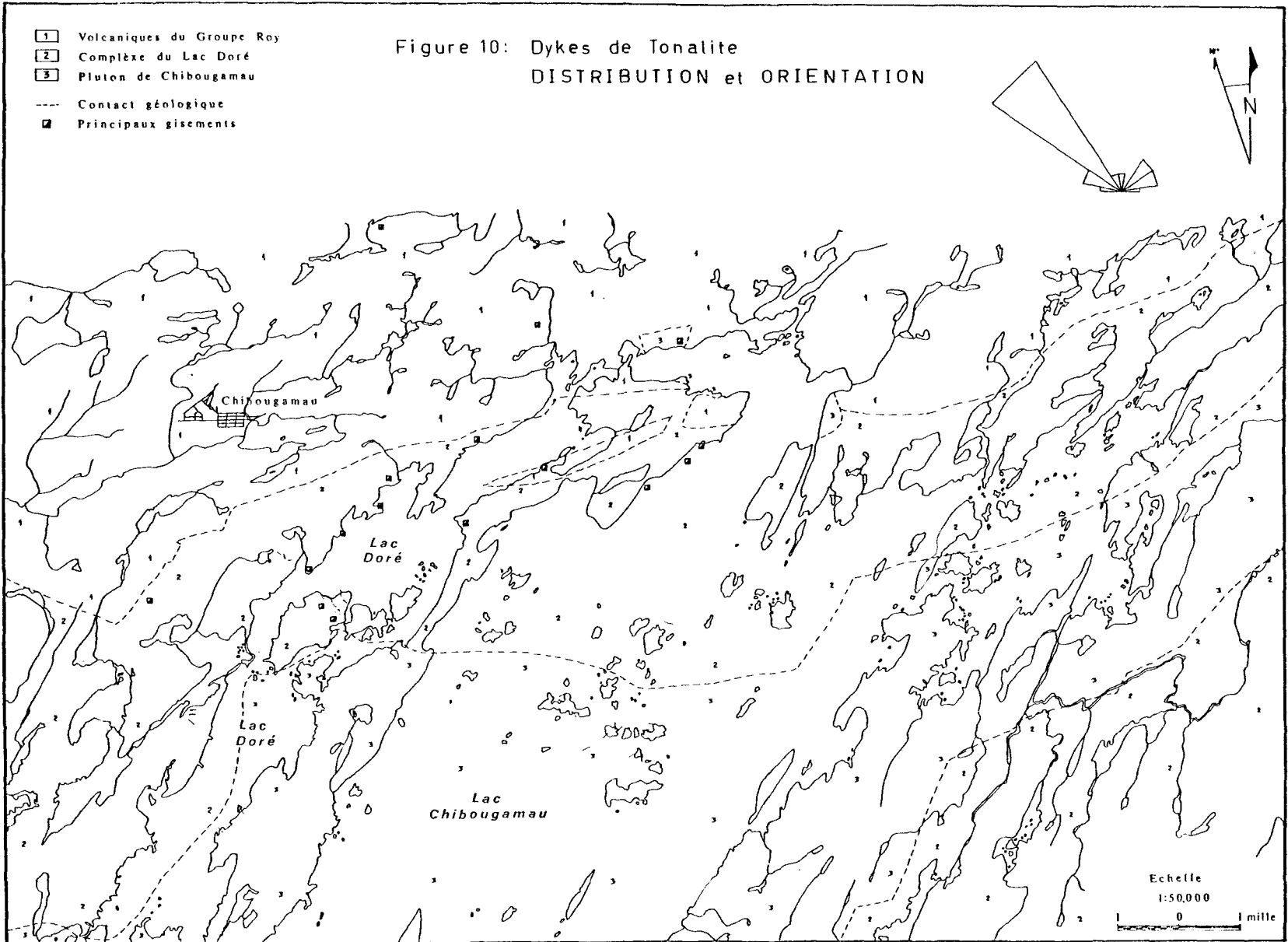
Figure 7: Dykes de Porphyre à Quartz et Feldspath (type 1)
DISTRIBUTION et ORIENTATION

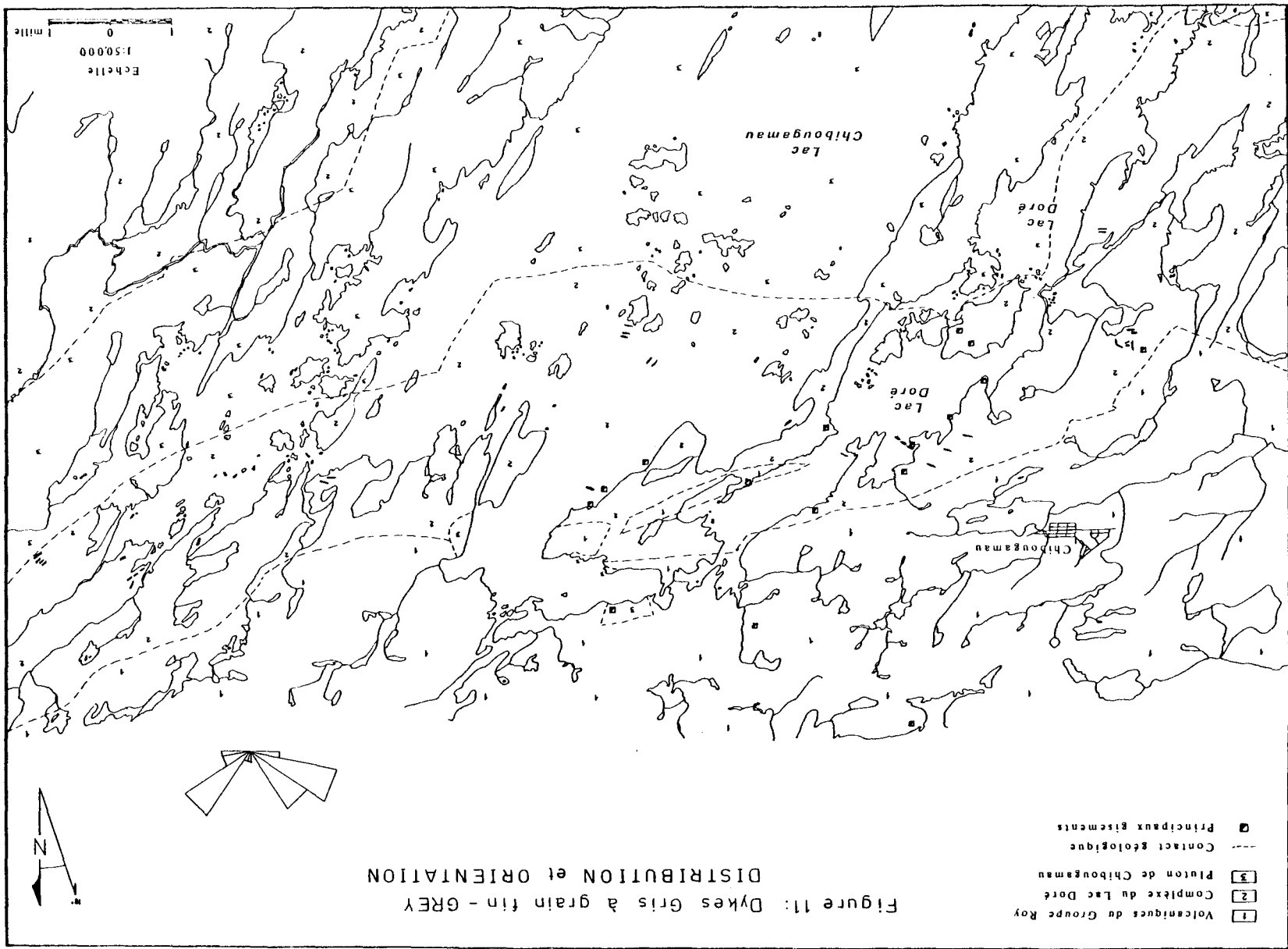


- 1 Volcaniques du Groupe Roy
- 2 Complexe du Lac Doré
- 3 Pluton de Chibougamau
- Contact géologique
- Principaux gisements

Figure 8: Dykes de Porphyre à Quartz et Feldspath - (QFP)
DISTRIBUTION et ORIENTATION (type 2)

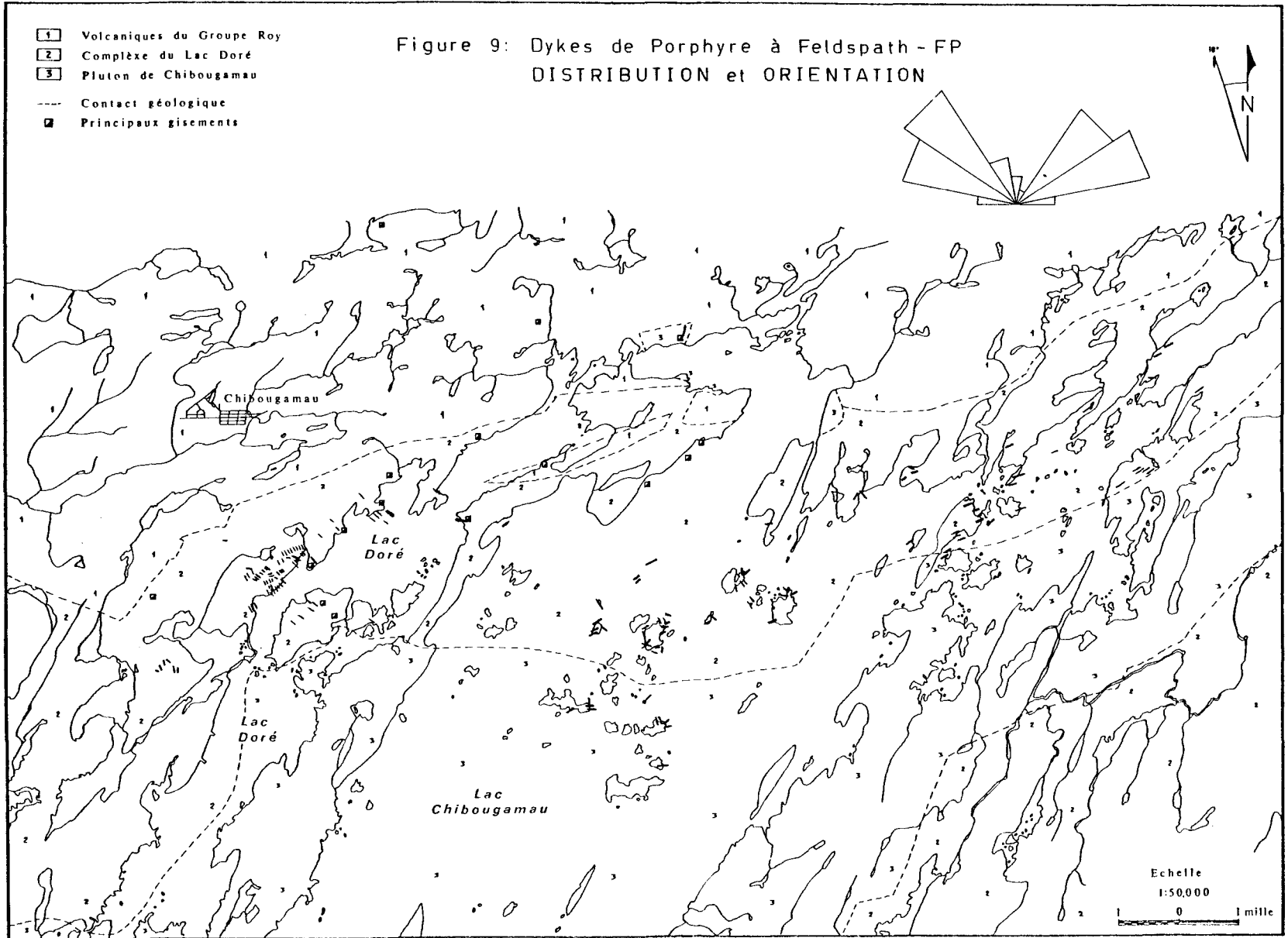






- 1 Volcaniques du Groupe Roy
- 2 Complexe du Lac Doré
- 3 Pluton de Chibougamau
- Contact géologique
- Principaux gisements

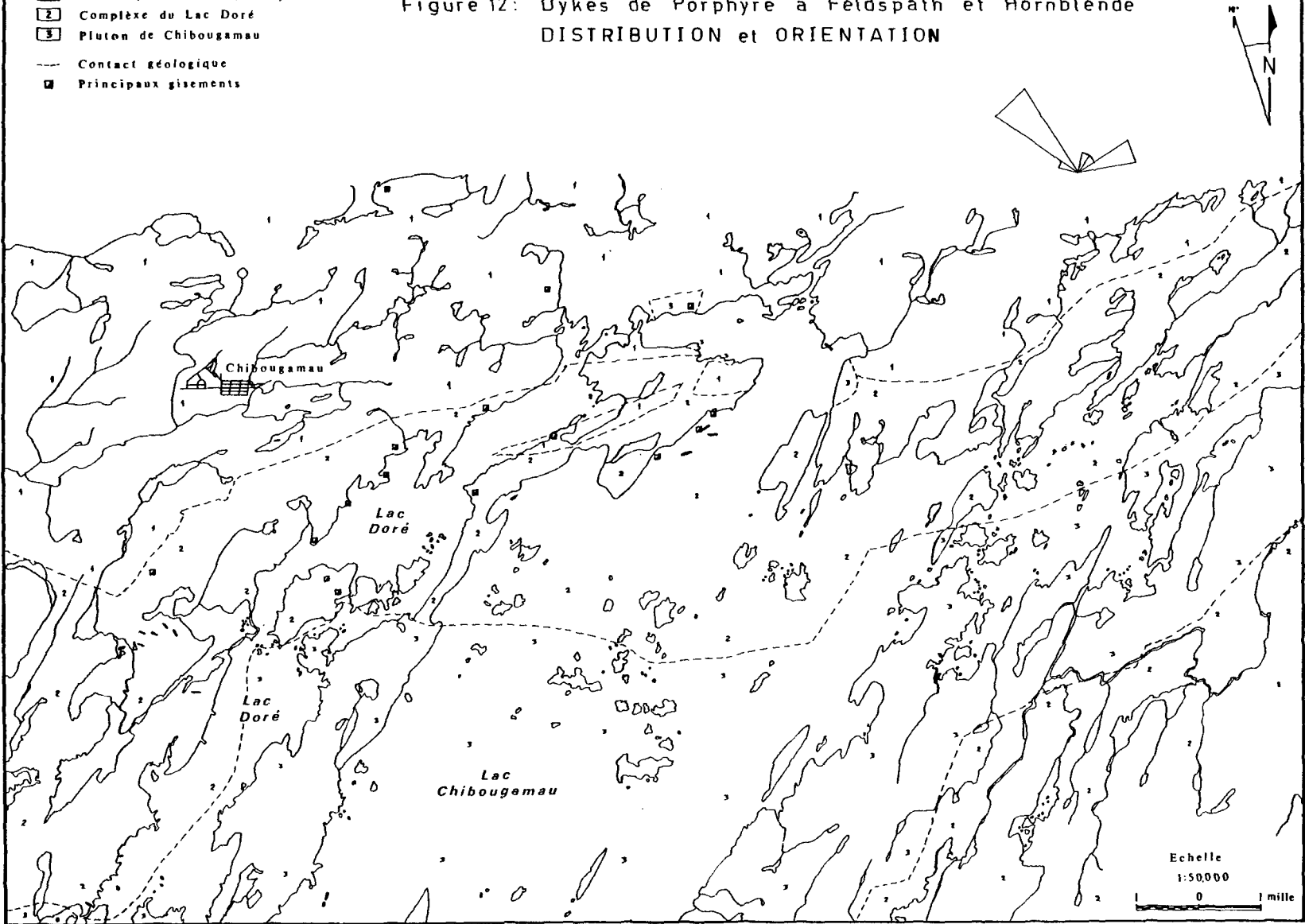
Figure 9: Dykes de Porphyre à Feldspath - FP
DISTRIBUTION et ORIENTATION



Echelle
1:50,000
0 1 mille

- 1 Volcaniques du Groupe Roy
- 2 Complexe du Lac Doré
- 3 Pluton de Chibougamau
- Contact géologique
- Principaux gisements

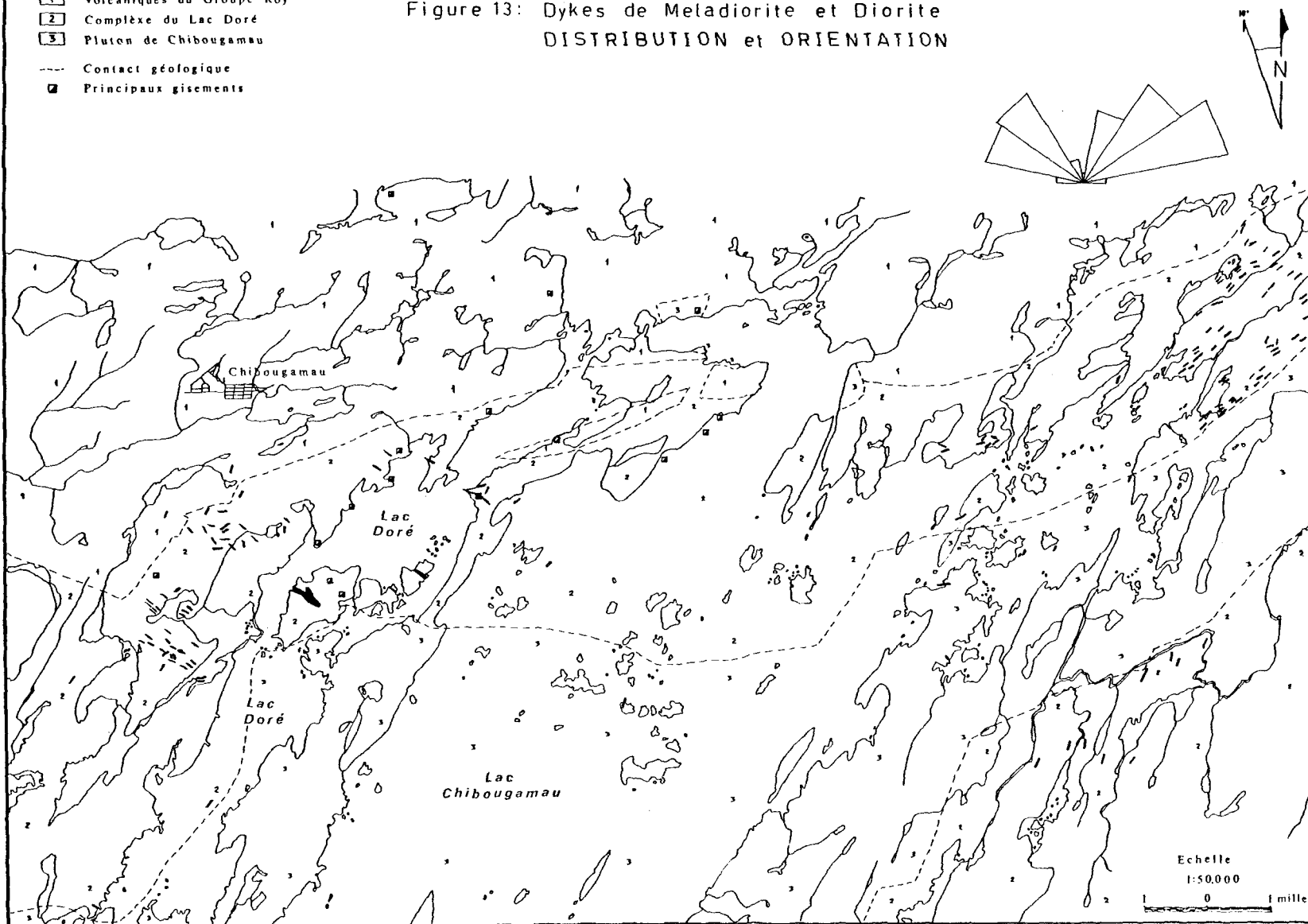
Figure 12: Dykes de Porphyre à Feldspath et Hornblende
DISTRIBUTION et ORIENTATION



Echelle
1:50000
0 1 mille

- 1 Volcaniques du Groupe Roy
- 2 Complexe du Lac Doré
- 3 Pluton de Chibougamau
- Contact géologique
- Principaux gisements

Figure 13: Dykes de Meladiorite et Diorite
DISTRIBUTION et ORIENTATION



GEOLOGIE REGIONALE

LEGENDE

PROTEROZOIQUE:



Dyke de diabase de l'île Line



Formation de Chibougamau

ARCHEEN:



Dyke de métagabbro de l'île Gabbro



Dyke de métapyroxénite Henderson



Granite sodique

GROUPE D'OPEMISKA



Formation de Haüy



Formation de Stella

6-

PLUTON DE CHIBOUGAMAU*



Méladiorite; diorite; tonalite à hornblende



Brèche à diorite à hornblende



Tonalite à biotite; leucotonalite



Tonalite à chlorite



Aplite tonalitique



Gneiss leucotonalitique



Métadiorite; gneiss granitique à hornblende



Granodiorite à biotite et hornblende





(*) Compilation à partir des rapports de Pouliot (1963), Cimon (1971 et 1976), et Allard (1970, 1975 et 1976).

GEOLOGIE REGIONALE

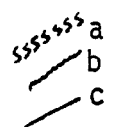
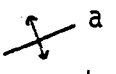
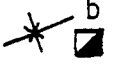
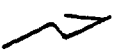
LEGENDE (suite)

5- COMPLEXE DU LAC DORE

GROUPE DE ROY

	Formation de Blondeau
	Formation de Gilman
	Formation de Waconichi
	Formation de Obatogamau

Signes conventionnels:

-----	Contact géologique
	Failles: a) système nord-est b) système nord nord-est (Grenvillien) c) système ouest nord-ouest
	Axes de plis majeurs: a) anticlinal b) synclinal
	Principaux gisements exploités (voir liste)
	Route principale

GEOLOGIE REGIONALE

LEGENDE (suite)

Liste des principaux gisements exploités:

CAMPBELL CHIBOUGAMAU MINES Ltd.

- 1- Main Mine
- 2- Canadian Merrill
- 3- Kokko Creek
- 4- Québec Chibougamau
- 5- Cedar Bay
- 6- GrandRoy
- 7- Henderson no. 1
- 8- Henderson no. 2
- 9- Obalski
- 10- Gwillim Lake

PATINO MINES (Québec) Ltd.

- 11- Cooper Rand (Main Mine)
- 12- Copper Cliff
- 13- Jaculet
- 14- Bateman Bay
- 15- Portage
- 16- Patino-Lemoine

17- NORBEAU MINES (Québec) Ltd.

18- BRUNEAU MINES Ltd.