

UNIVERSITE DU QUEBEC A CHICOUTIMI

PETROGRAPHIE ET GEOCHIMIE DE
GRANITOIDES DU SOCLE DU
BASSIN OTISH ET ESTIMATION
DE LEUR PRECONCENTRATION EN
URANIUM

Par

Michel Crevier

Département des Sciences Appliquées

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

OCTOBRE 1981



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.

TABLE DES MATIERES

	page
SOMMAIRE.	vii
REMERCIEMENTS	viii
INTRODUCTION.	1
Localisation	1
Topographie.	3
Accès.	3
Travaux antérieurs	3
Méthode de travail	4
1. Géologie générale.	6
2. Pétrographie	10
2.1 Introduction	10
2.2 Le massif tonalitique.	10
2.2.1 Le faciès Riddell	10
2.2.2 Le faciès Brissin	16
2.3 Le faciès Gneiss de l'Est.	22
2.4 Les granites intrusifs	27
2.4.1 Le faciès Gourou.	27
2.4.2 Le faciès Deux Décharges.	34
2.4.3 Le faciès Granite de l'Est.	35
2.5 Analyses modale et normative	35
2.6 Discussion	40
3. Géochimie.	42
3.1 Analyses chimiques	42
3.2 Interprétations géochimiques	42

3.3	Analyses discriminantes	52
3.4	Coefficients de corrélation	56
3.5	Comparaisons géochimiques	59
3.6	Discussion.	62
4.	Modèle géologique	63
4.1	Terrains Archéens en général.	63
4.2	Modèle géologique proposé	64
4.3	Autres modèles possibles et datations comparatives.	67
5.	Potentiel uranifère	69
5.1	Introduction.	69
5.2	Bruits de fond radiométriques	69
5.3	Indices connus.	71
5.4	Les régolithes.	71
5.5	Intérêts des faciès Gourou et Gneiss de l'Est	72
5.6	Comparaisons entre le faciès Gneiss de l'Est et la Série Laguiche.	74
5.7	Discussion.	75
	CONCLUSION	76
	APPENDICE A: Méthode d'analyse par fluorescence X à excitation radio-isotopique	78
	APPENDICE B: Analyses chimiques et norme C.I.P.W.	85
	APPENDICE C: Liste descriptive des échantillons analysés.	101
	REFERENCES	105

TABLE DES HORS-TEXTES

A-1: Schéma du système de fluorescence X à excitation radio-isotopique	80	
A-2: Exemple de spectre	83	
Tableau 1: Analyse modale, faciès Riddell		15
2: Analyse modale, faciès Brissin	21	
3: Analyse modale, faciès Gneiss de l'Est	28	
4: Analyse modale, faciès Gourou.	33	
5: Analyse modale, faciès Deux Décharges.	38	
6: Coefficients de corrélation, faciès Riddell et Brissin .	57	
7: Coefficients de corrélation, faciès Gourou et Gneiss de l'Est	58	
8: Comparaisons de moyennes géochimiques.	60	
A-1: Propriétés des sources radioisotopiques.	82	
B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs	86	
B-2: Analyses chimiques, éléments en traces	92	
B-3: Norme C.I.P.W.	96	
Planche I:		
a) Tonalite massive, faciès Riddell	12	
b) Bande mafique, faciès Riddell.	12	
Planche II:		
a) Texture massive, faciès Riddell.	13	
b) Biotite remplaçant la hornblende	13	
Planche III:		
a) Epidote remplaçant la hornblende	14	
b) Chlorite tardive	14	
Planche IV:		
a) Amphibolite à structure laminée.	17	
b) Enclaves d'amphibolite massive	17	

Planche V:		
a)	Texture en mortier, faciès Brissin	18
b)	Texture en mortier, faciès Brissin	18
Planche VI:		
a)	Minéraux potassiques dans des fractures.	19
b)	Minéraux potassiques dans des fractures.	19
Planche VII:		
a)	Enclave de gneiss tonalitique dans le faciès Brissin . .	24
b)	Gneiss granodioritique, faciès Gneiss de l'Est	24
Planche VIII:		
a)	Gneiss migmatisé à structure stromatique	25
b)	Gneiss granitique.	25
Planche IX:		
a)	Microcline tardive	26
b)	Enclaves en forme de boules.	26
Planche X:		
a)	Granite rouge, faciès Gourou	31
b)	Granite blanc, faciès Gourou	31
Planche XI:		
a)	Enclave de migmatite dans le faciès Gourou	32
b)	Enclave de gneiss dans le faciès Gourou.	32
Planche XII:		
a)	Granite massif, faciès Deux Décharges.	36
b)	Granite folié, faciès Deux Décharges	36
Planche XIII:		
a)	Texture cataclastique, faciès Deux Décharges	37
b)	Granite d'anatexie, faciès Granite de l'Est.	37
Planche XIV:		
	Veine de pechblende.	70

SOMMAIRE

Les roches sédimentaires du Groupe Otish, dans la province géologique du Supérieur, au nord-est du lac Mistassini, contiennent des indices uranifères intéressants pour l'exploration. Les granitoïdes, archéens, du flanc nord du bassin Otish, qui furent une des sources de ces sédiments, sont le sujet de l'étude.

Cinq faciès principaux furent établis: des tonalites massives (faciès Riddell), des tonalites à texture en mortier (faciès Brissin), des gneiss localement migmatisés (faciès Gneiss de l'Est) et des granites (faciès Gourou et Deux Décharges au sud).

Un modèle géologique est proposé. Les tonalites massives font partie d'un socle ancien à partir desquelles dérivent des sédiments pré-kénoréens. Lors de l'orogénèse Kénoréenne, les sédiments sont gneissifiés et migmatisés. Les tonalites massives sont remobilisées et se mettent en place dans ces gneiss (Mantled Gneiss Dome). Dans une phase plus tardive de l'orogénèse Kénoréenne, des granites potassiques s'injectent en place et sont accompagnés d'une auréole de métasomatisme potassique.

Des études de datation sur des régions analogues appuient ce modèle.

L'atmosphère oxydante qui régnait lors de la formation des roches sédimentaires protérozoïques diminue la possibilité de formation de dépôts de type syngénétique dans le bassin Otish. Par contre des dépôts de type épigénétique furent observés.

REMERCIEMENTS

Ce projet me fut proposé par M. L. Kish, géologue au Ministère des Richesses Naturelles du Québec (devenu Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec (M.E.R.Q.)), responsable de l'exploration d'uranium, et M. E.H. Chown, professeur. Mon comité est formé de M. E.H. Chown et M. G. Woussen, professeurs à l'Université du Québec à Chicoutimi (U.Q.A.C.) de M. L. Kish du M.E.R.Q. et de M. I.M. Szoghy, professeur à l'Université Laval. Qu'il me soit permis d'exprimer ma plus profonde gratitude à chacun des membres de mon comité.

Je désire remercier le M.R.N.Q. pour son assistance financière et matérielle tout au long des travaux de terrain et pour les analyses chimiques faites au Centre de recherches minérales. Les analyses faites à l'Université Laval furent possibles grâce à une entente entre l'U.Q.A.C., le M.R.N.Q. et l'Université Laval.

Je veux remercier tout le personnel et les étudiants du Module des Sciences de la Terre de l'U.Q.A.C. qui m'ont permis de mener à bien cette étude.

J'exprime toute ma gratitude au Ministère de l'Education du Québec, Direction Générale de l'Enseignement Supérieur, pour l'aide financière qui a permis la réalisation de ce travail.

Merci Louise.

INTRODUCTION

Les roches sédimentaires protérozoïques du bassin Otish contiennent des indices uranifères intéressants pour l'exploration minière. Les granitoïdes du flanc nord de ce bassin présentent aussi quelques indices uranifères. Chown et Caty (1973) ont déterminé que ces granitoïdes furent l'une des sources des sédiments terrigènes protérozoïques. Il devenait donc important de faire une étude de leur composition chimique, minéralogique et des teneurs de préconcentration en uranium.

Ce travail a pour premier but l'étude pétrographique et géochimique de granitoïdes du socle du bassin Otish, en vue de déterminer à quel cadre et modèle géologique ces roches archéennes appartiennent. Le second but vise l'évaluation de son potentiel uranifère.

LOCALISATION

La région étudiée fait partie des comtés de Dubuc, Lac St-Jean et du Territoire de Mistassini. La majorité du terrain de travail se retrouve sur la carte NTS (National Topographic System) 23D, au 1/250,000 et en partie sur les cartes 33A et 22M.

A l'échelle du présent travail, les sites des différents camps faits lors des travaux de terrain servent de références géographiques. Les huit sites suivants sont localisés sur la figure 1: lac Riddell, lac Brissin, lac Darnajou, lac Gourou, lac Régolithe, lac OTE, lac Deux Décharges et lac Barou.

Du lac Barou au Lac OTE il y a environ 140 km (87 milles), et le camp du sud, au lac Deux Décharges, est à environ 50 km (31 milles) au sud du camp du lac Régolithe (figure 1).

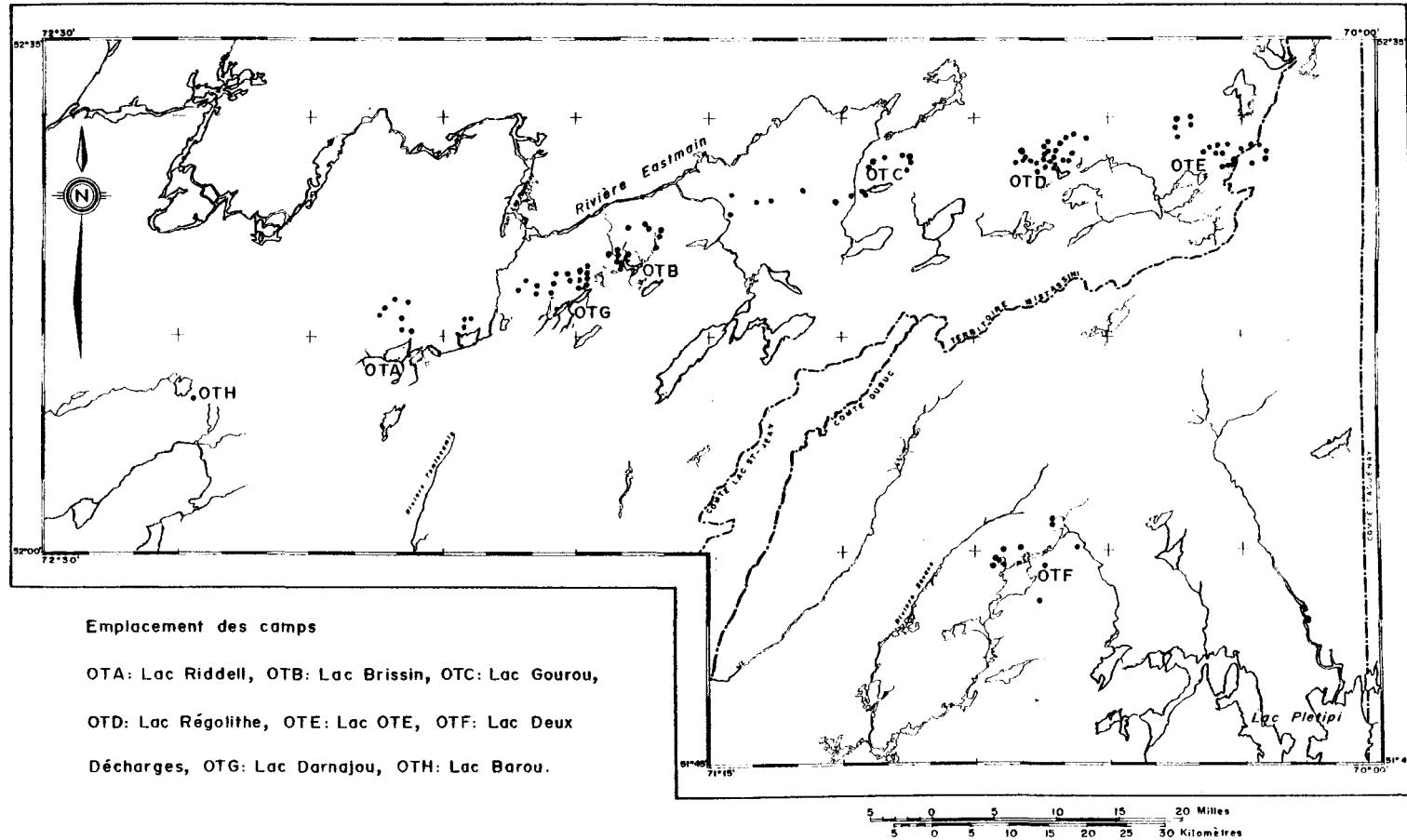


Figure 1: Localisation des camps et des affleurements visités (•).

TOPOGRAPHIE

La région étudiée est montagneuse, à l'exception du sud. La végétation est peu abondante sur les sommets, où il y a de grands aires d'affleurements.

L'élévation moyenne est entre 1,700 pieds (520 m) et 2,500 pieds (760 m) au-dessus du niveau de la mer et la dénivellation moyenne est de 600 pieds (180 m). Le mont Marie-Victorin domine la région atteignant 3,700 pieds (1130 m) d'altitude.

Le front montagneux à l'étude constitue la séparation des bassins de drainage de la rivière Eastmain au nord et du lac Mistassini, du lac St-Jean et de la Côte Nord au sud.

ACCES

La région n'est accessible que par hydravion ou hélicoptère. La base aérienne de Témiscamie est à 135 km (85 milles) au sud-ouest du lac Barou, à 240 km (150 milles) du lac OTE et à 195 km (122 milles) du lac Deux Décharges.

TRAVAUX ANTERIEURS

Les premiers écrits géologiques concernant la région des Monts Otish furent ceux de Bergeron (1957). Il compila des informations tirées de campagnes d'exploration de la " Kennco Exploration Ltd " effectuées en 1953-54. Il donna le nom de groupe des Monts Otish à des roches sédimentaires protérozoïques qui reposent en discordance sur le socle Archéen.

Eade (1966) de la Commission géologique du Canada cartographia en 1957-58-59 une vaste région du Nouveau-Québec au nord du 52^{ième} parallèle.

Cette carte au 1/1,000,000 fut faite d'après des travaux de reconnaissance par hélicoptère avec un échantillonnage à tous les 6 milles. La région que nous étudions est couverte par la carte de Eade. Tous les granitoïdes sont compris dans ses unités 5 et 7. Cette unité 5 est composée de: " Granodiorite and granite gneiss; migmatite; banded gneiss " et l'unité 7 est composée de: " Massive biotite and/or quartz monzonite; alaskite; porphyritic in parts ".

Les études plus détaillées du Ministère des Richesses Naturelles du Québec (M.R.N.Q.) furent majoritairement faites par Chown (1965, 1969a, 1969b, 1970, 1971a, 1977). Bien que surtout axées sur les roches du groupe Otish, les granitoïdes archéens y sont rapidement décrits. Différents faciès sont cartographiés, dont des gneiss et migmatite, métavolcanique et migmatite, diorite quartzifère et granite porphyrique.

La région du lac Barou, à l'extrême ouest fut cartographiée par Hocq (1976).

METHODE DE TRAVAIL

Cette étude a nécessité des travaux de terrain et de laboratoire.

Au cours de l'été 1979, nous avons cartographié et échantillonné les granitoïdes du flanc nord du bassin Otish ainsi qu'une partie du sud (camp du lac Deux Décharges) (figure 1). Des relevés radiométriques furent effectués sur chaque affleurement à l'aide d'un scintillomètre.¹

Les traverses étaient préparées à partir de photos aériennes et de cartes géologiques. Une première mise en carte a été effectuée à l'échelle de 1/50,000 et la carte de compilation de la thèse fut effectuée à l'échelle de 1/250,000.

Près d'une centaine d'échantillons furent prélevés et étudiés; 58 furent analysés chimiquement. Les éléments majeurs et les éléments suivants: U, Th et Pb furent analysés par le centre de recherches minérales du M.R.N.Q.. Les oxydes: SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , TiO_2 et Fe total (en Fe_2O_3) fu-

¹ Marque: McPhar
modèle: T.C. 33A
cristal: NaI (Ta)
mesure: radiation gamma d'énergie de plus de 0.2 MeV.

rent analysés par voies humides. Le Na_2O et le K_2O furent analysés par fluorométrie. Le MnO et le Pb furent analysés par absorption atomique. Finalement l' U et le Th furent analysés par fluorescence X. Des éléments en traces, autres que l' U , le Th et le Pb furent analysés à l'Université Laval par fluorescence X à source radio-isotopique (Appendice A).

Le calcul de coefficient de corrélation (Daoust, 1972) et le calcul de la norme ont été faits à l'aide de l'ordinateur de l'U.Q.A.C.. Certains diagrammes géochimiques ont été tracés par l'ordinateur de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

CHAPITRE 1

GEOLOGIE GENERALE

D'après le Ministère de l'Energie et des Ressources, la région étudiée fait partie de la province géologique du Supérieur (figure 2).

Cette région est constituée d'un socle archéen sur lequel repose en discordance les roches sédimentaires protérozoïques du bassin Otish. Des dykes et filons-couches de gabbro recoupent le tout.

Des unités principales furent reconnues dans l'Archéen, sur le flanc nord et au sud du bassin Otish. Au nord-ouest il y a un massif tonalitaire à texture surtout massive au centre et en mortier en bordure. Ce massif semble intrusif dans une unité de gneiss, localement migmatisé, de composition variant de tonalitaire à granitaire. Cette unité s'étend du centre nord jusqu'à l'extrémité nord-est. Des amphibolites, reconnues comme étant des métavolcaniques par Chown (1970), sont présentes à l'ouest et à l'est du massif tonalitaire. Des granites massifs tardifs percent les gneiss du nord-est, près des amphibolites, et couvrent une grande partie du sud. Le reste de la partie sud est couverte de migmatite qui ne fait pas partie de la présente étude.

Ces unités, à l'exception des granites intrusifs, ont été plissées à l'Archéen. Chown (1970) a noté un synclinal de direction nord-est dans la bande métavolcanique du centre-nord. Les réseaux de diaclases, les failles et les foliations archéennes sont majoritairement de direction est-ouest.

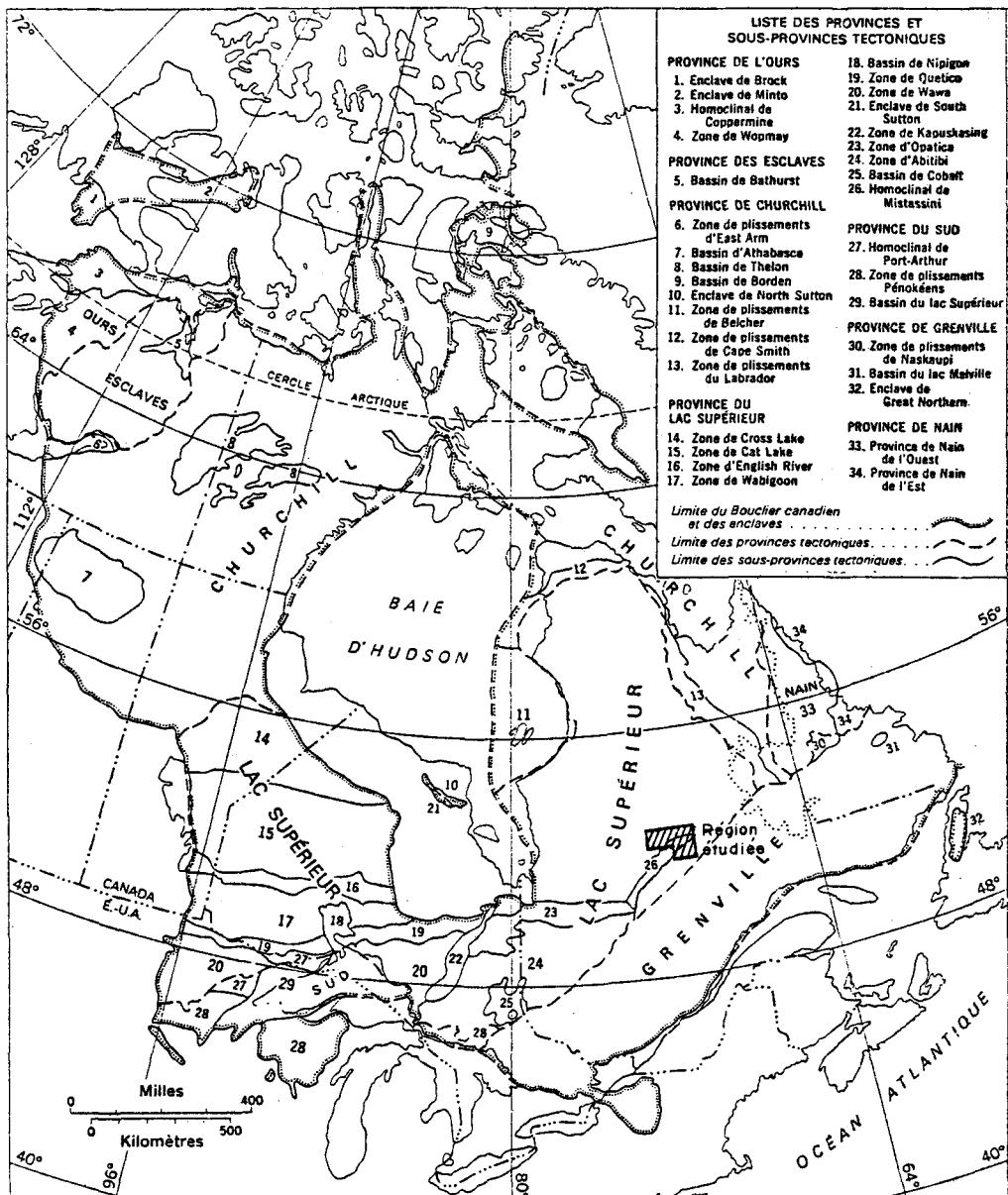


Figure 2: Localisation de la région étudiée (modifié de Stockwell, dans Douglas (1972)).

Par la suite des sédiments surtout terrigènes se sont déposés dans le bassin Otish. Ce dernier a environ 95 km (60 milles) de long par 25 km (15 milles) de large et il est plissé en un synclinorium à axe nord-est. Le contact avec l'Archéen est localement marqué par un régolithe. Ce dernier fut observé au contact avec le massif tonalitique, au nord-ouest, et avec les gneiss au nord-est. Ce régolithe a subi une recristallisation et des muscovites vertes (fuchsite ?) se sont développées. Ce mica vert est très abondant sur l'affleurement du nord-est. Krogh (Chown et Caty, 1973) a fait des analyses de datation au Rb/Sr sur ces muscovites et un âge de 1750 M.a., équivalent à l'âge de l'orogénèse Hudsonnienne, fut établi.

Le Groupe Otish comprend à la base la Formation Indicator, suivie de la Formation Péribonca. La Formation Indicator comprend 4 unités d'une puissance totale d'environ 762 m (2,500 pieds). La Formation Péribonca qui est en concordance sur la Formation Indicator, n'est présente qu'au centre et au nord-est du bassin; son épaisseur minimale est estimée à 380 m (1,250 pieds). Ces roches du Groupe Otish sont équivalentes à celles du Groupe Mistassini au sud-ouest (Chown et Caty, 1973). Fryer (1972) donne un âge Rb/Sr sur roche totale, de 1787 ± 55 M.a. à la Formation Témiscamie du Groupe Mistassini.

Ces roches sédimentaires et le socle archéen sont recoupés par des dykes, des filons-couches et des "cone-sheets" de gabbro. Fahrig et Chown (1973) ont reconnu trois principaux filons-couches. Le plus profond est le Novet, qui se trouve surtout au nord du bassin. Le filon-couche Margat perce le socle tout comme le précédent mais va plus haut dans les roches sédimentaires. Le plus haut est le Conflans; il est le plus étendu et le plus épais et peut même être différencié. Les dykes nord-est sont les conduits principaux de ces filons-couches. C'est au nord du bassin que l'on observe des dykes devenir des feuillets coniques ("cone-sheets") et ensuite passer à des filons-couches.

En général les gabbros sont à olivine, orthopyroxène, clinopyroxène et plagioclase. Ils furent ouralitisés par deutérisme. Ils peuvent avoir de quelques mètres à plus de 350 m d'épaisseur. Leur abondance et leur résistance à l'érosion sont responsables de la topographie montagneuse de

la région.

Des analyses de datation, par K/Ar, effectuées sur des gabbros Conflans ont révélé un âge d'environ 1465 M.a. (Wanless, 1965). Par contre d'autres analyses, par K/Ar, effectuées sur des dykes similaires au nord du lac Mistassini ont révélé un âge d'environ 1925 M.a. (Wanless, 1969).

Des effets reliés au front Grenville furent notés dans les gabbros, dans les roches sédimentaires et dans le socle (Wynne-Edwards, 1972).

Chown (1979) reconnaît deux réseaux de failles dominants. Un premier réseau, orienté N 060°E subvertical, domine au sud-est de la région étudiée, tandis qu'un réseau plus jeune, orienté N 010°E subvertical, domine au nord-ouest. Il est à remarquer que les dykes et filons-couches de gabbro sont d'excellents marqueurs de rejet de faille.

Certaines brèches de failles de ces deux réseaux ainsi que d'autres contiennent des précipités hydrothermaux de pechblende.

CHAPITRE 2

PETROGRAPHIE

2.1 Introduction

Trois principales unités du socle archéen furent étudiées; les tonalites, les gneiss et les granites. Différents faciès sont établis dans ces unités; la subdivision est basée principalement sur les observations de terrain (figure 18) et supportée par les travaux de laboratoire.

Le massif tonalitique du nord-ouest est divisé en deux faciès: au centre le faciès Riddell et à la bordure le faciès Brissin. Les gneiss, au nord-est, font tous partie du faciès Gneiss de l'Est. Les granites sont divisés en trois faciès: le Gourou au centre-nord, le Deux Décharges au sud et le Granite de l'Est au nord-est. Ce dernier faciès est très peu abondant (figure 19).

2.2 Le massif tonalitique

2.2.1 Le faciès Riddell

Ce faciès couvre entièrement la région du lac Riddell, la partie ouest de la région du lac Darnajou et quelques affleurements dans la région du lac Brissin (figures 1 et 19).

La tonalite du lac Riddell est homogène, massive et à grains moyens, localement grossiers ou fins (Planche Ia). La hornblende est le minéral mafique dominant. Dans un sous-faciès, la même tonalite a une structure

gneissique, localement migmatitique stromatique (Planche Ib); les grains sont aussi en général moyens. Ce sous-faciès est peu abondant et est en contact graduel avec la tonalite massive.

L'étude microscopique de différents échantillons de ce faciès a aussi fait ressortir la dominance de la texture massive (Planche IIa). En général le quartz varie de 0.25 mm à 2 mm, il est xénomorphe et à texture engrenée. Le plagioclase, oligoclase, est hypidiomorphe à idiomorphe et varie de 0.5 mm à 5 mm. Il est fréquemment à cœur damouritisé, les mâcles sont préservées de façon variable et l'épidotisation est rare. Le minéral mafique dominant, la hornblende verte, est souvent idiomorphe et varie de 0.5 mm à 2 mm. Quelques excroissances de cummingtonite furent observées. Ces amphiboles sont de plus en plus biotitisées, épidotisées et chloritisées en allant vers le faciès Brissin. La biotite brune, et l'épidote semblent s'être formées en même temps, marquant un remplacement pseudomorphe de l'amphibole (Planche IIb et IIIa). Par contre la chlorite est tardive car elle est pseudomorphe de la biotite. Il y a de plus quelques biotites brunes, hypidiomorphes, de 0.2 mm à 0.5 mm. Contrairement à celles pseudomorphes d'amphiboles, celles-ci n'ont pas d'inclusions d'épidote et peuvent être primaires.

Il est à remarquer qu'il y a localement de fines aiguilles de chlorite de l'ordre de 0.1 mm à 0.2 mm qui forment des excroissances fibreuses en bordure d'amphibole ou de biotite et qui recoupent tous les minéraux (Planche IIIb). Cette chlorite de deuxième génération polarise dans les jaunes du 1^{er} ordre tandis que celle de la première génération polarise dans les gris-bleu du 1^{er} ordre à isotrope.

Les minéraux accessoires les plus communs sont le sphène, fréquemment avec un cœur d'ilménite, et l'apatite; ils sont en général inférieurs à 0.25 mm.

Les fractures sont remplies d'un matériel sombre, microgrenu. La coloration au cobaltinitrite de sodium révèle que la potasse est présente, mais la nature minéralogique demeure inconnue.

L'analyse modale faite sur des échantillons représentatifs de ce faciès révèle des compositions de tonalite et de diorite-quartzifère (tableau 1).

Planche I

a) Tonalite massive
du faciès Riddell,
(Affl. OTA-2).



b) Bande mafique con-
tinue dans la to-
nalite du faciès
Riddell, (Affl.
OTA-4)

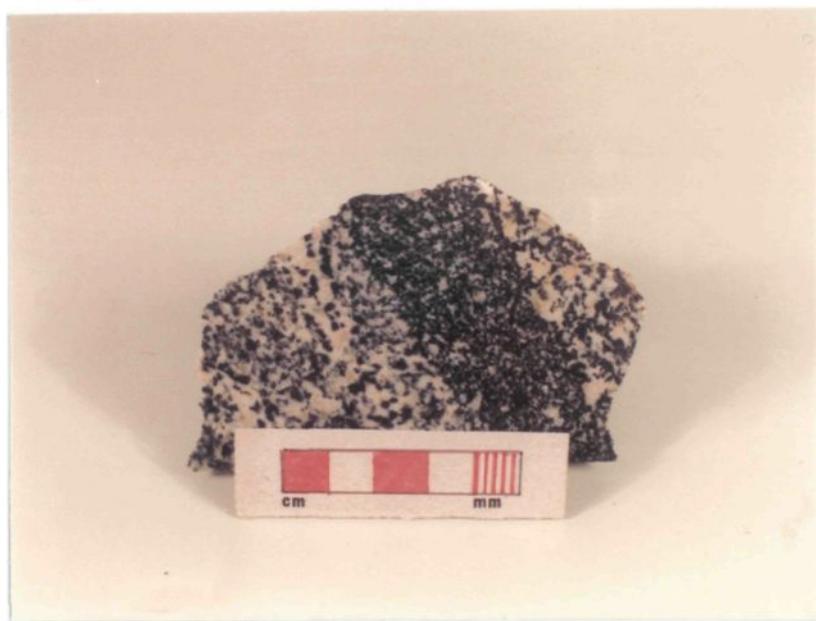
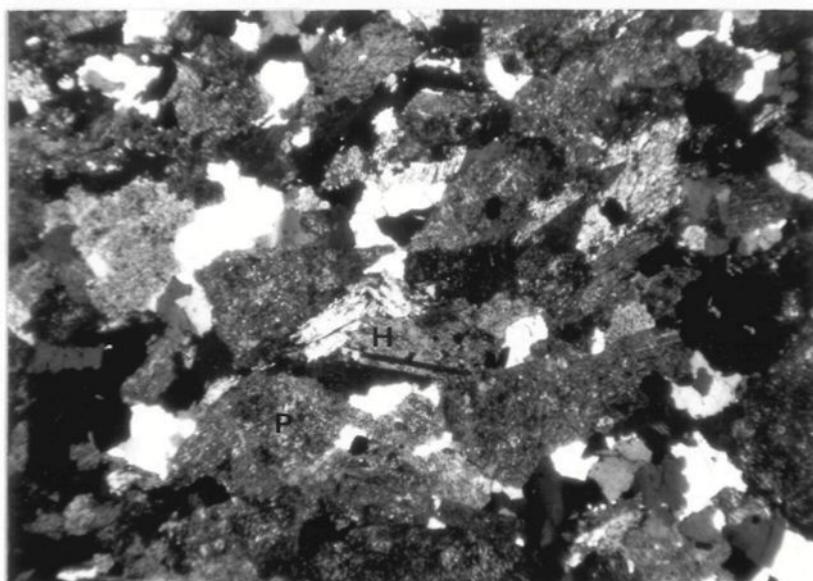
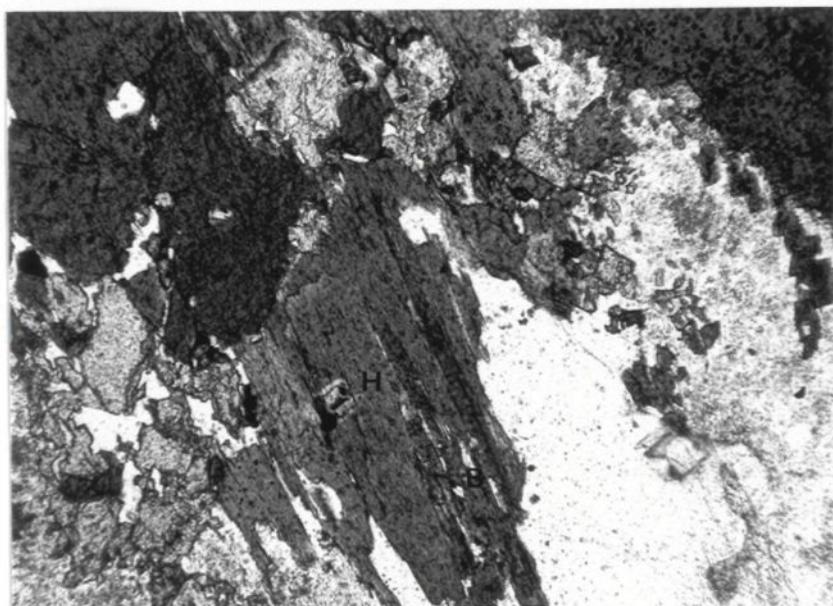


Planche II



2 mm

a) Photomicrographie montrant la texture massive du faciès Riddell. Notez la hornblende (H) est le minéral mafique dominant et le plagioclase (P) est très damouritisé, (L.P.), (Affl. OTA-2).

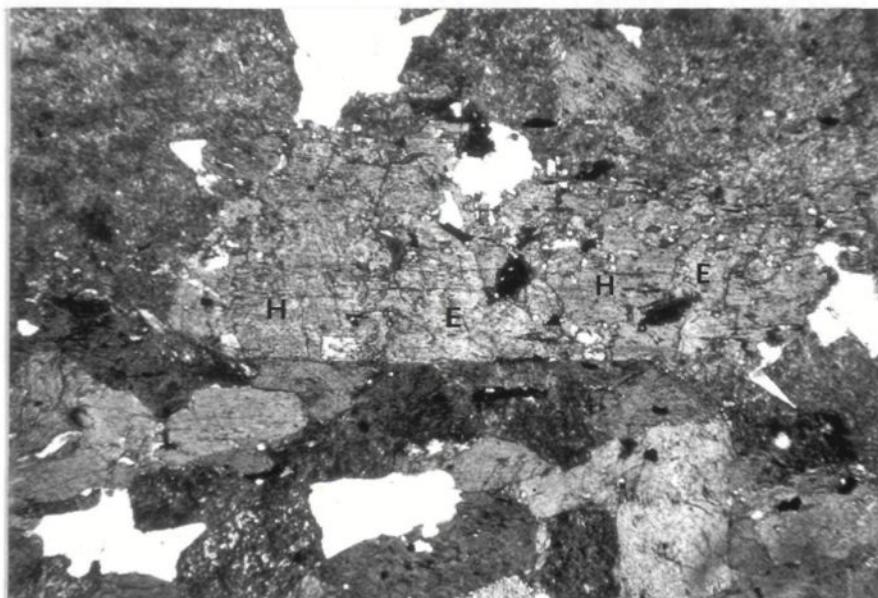


0.5 mm

b) Biotite (B) en voie de remplacer la hornblende (H) de façon pseudomorphique. (L.N.), (Affl. OTA-3).

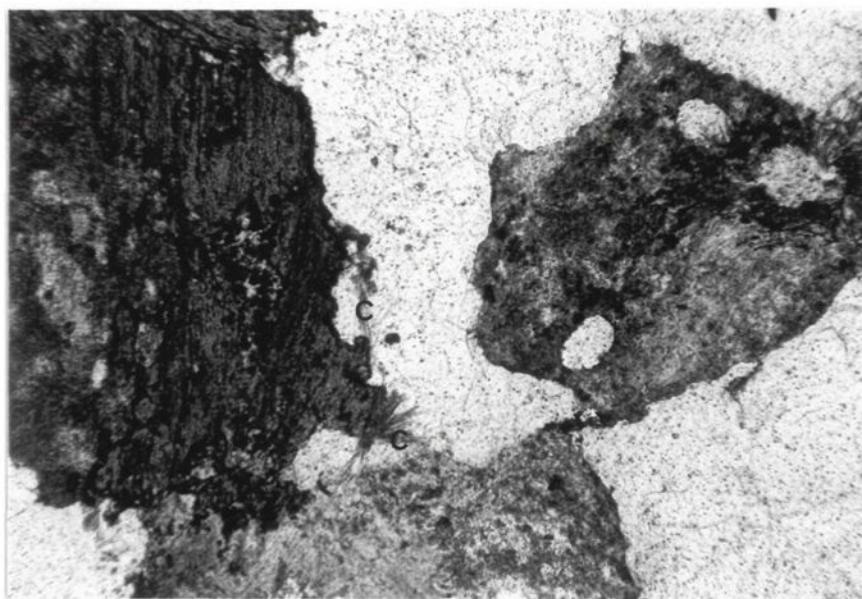
Planche III

a) Epidote (E) en voie de remplacer la hornblende (H) de façon pseudomorphique, (L.N.), (Affl. OTA-1).



1 mm

b) Chlorite fibreuse (C) tardive recouvrant tous les autres minéraux, (L.N.), (Affl. OTG-9).



0.5 mm

Tableau 1: Analyse modale, faciès Riddell

Echantillon	A-1	A-3	A-5	B-13
Nb de comptes	1002	810	800	790
Quartz %	21.7	21.1	11.3	10.1
Plagioclase %	51.5	53.7	53.9	43.5
An	nd	26	27	nd
Matrice potassique %	0	2.2	0	0.3
Biotite %	0	7.3	0	0
Amphibole %	21.5	10.5	29.1	41.5
Epidote %	6.0	3.9	1.8	2.9
Chlorite %	0	0	0	0
Autres %	Tr	1.1	4.1	1.7
Mx accessoires	Sp,Ap, Op	Sp,Ap, Op	Sp,I1, Ap, Op	Sp,Ap, Zr,Op
Nom (cf.: fig. 3)	Tonalite	Tonalite	Dio- rite-Q	Dio- rite-Q

Remarques pour les tableaux 1 à 5: - epidote dans plagioclase est comptée plagioclase (relique);
- chlorite dans biotite est comptée biotite (relique);
- chlorite dans amphibole est comptée amphibole (relique).

Abréviations: nd = non déterminable, Ap = apatite, He = hématite, Il = ilménite, Mag = magnétite, Mu = muscovite, Op = opaques, Py = pyrite, Ru = rutile, Sp = spène, Zr = zircon.

Le faciès Riddell contient des enclaves de différentes natures: deux variétés d'amphibolites et des migmatites tonalistiques.

Les enclaves de l'une des variétés d'amphibolite varient de quelques cm à quelques dm et sont généralement de forme arrondie. Elles montrent fréquemment une structure laminée, à variation de texture, qui suggère une origine supracrustale; ce sont, probablement des métatufs (Planche IVa). L'autre sorte d'amphibolite est généralement en groupes d'enclaves. Chacune varie de quelques cm à près de 30 cm, elles sont anguleuses et homogènes (Planche IVb). Ces enclaves sont distribuées en bandes de moins de 1 m de large et peuvent avoir plus de 100 m de long. Ces bandes d'enclaves ressemblent à des reliques de dykes pré ou synplutoniques. Par contre aucun des critères usuels (Watterson, 1965 et 1968) permettant de définir que ces enclaves sont d'anciens dykes segmentés n'ont été reconnus.

Les enclaves de migmatite varient d'une structure nébulitique, à composition tonalitique leucocrate, à une structure stromatique, à paléosome mafique et néosome riche en quartz et plagioclase. Elles sont distribuées aléatoirement et ont généralement moins de 1 m de long et de large, localement quelques mètres.

Plusieurs types de petites intrusions recouvrant le faciès Riddell furent observées. Soit des dykes d'aplite granitique et de tonalite microgrenue qui sont fréquemment recoupés par des veines de quartz et quelques veines et dykes de pegmatite, granitique isolés.

2.2.2 Le faciès Brissin

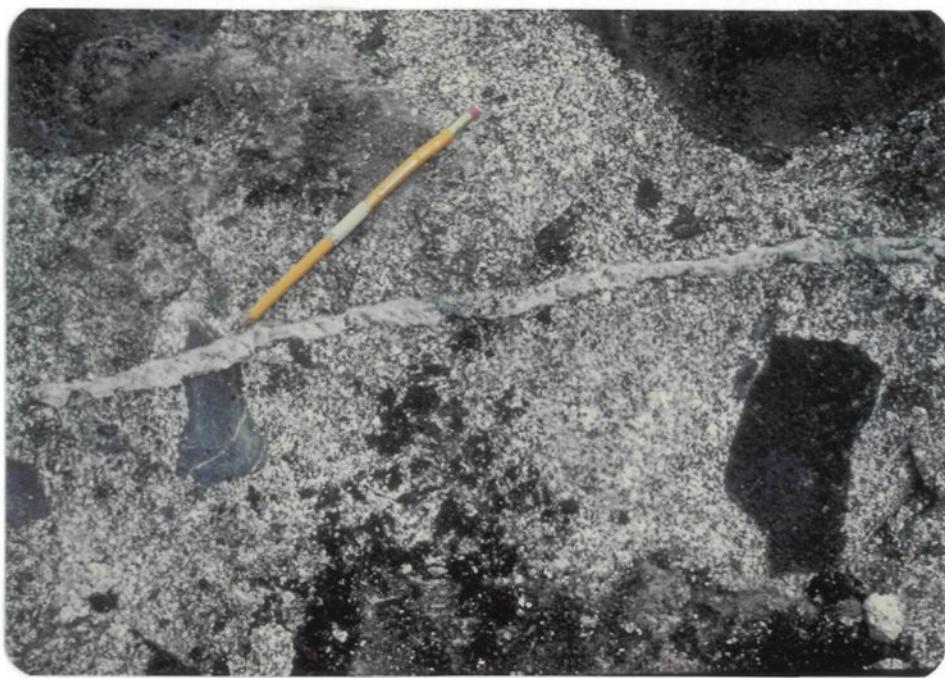
Ce faciès couvre la partie est de la région du lac Darnajou et la région du lac Brissin (figures 1 et 19).

Ce faciès a aussi une composition tonalitique. La structure est homogène mais, contrairement au faciès Riddell, il a une texture en mortier (Planche Va). Cette texture présente une granulométrie bimodale, fine à grossière. Le minéral mafique dominant est la biotite. Le contact avec le faciès Riddell est marqué par l'apparition de la texture en mortier et l'augmentation de la proportion de la biotite au détriment de la hornblende. Ce contact est graduel et s'étend sur près de 1 km.

Planche IV



a) Amphibolite d'origine métavolcanique, probablement métatuf. Notez la structure laminée, (Affl. OTA-2).

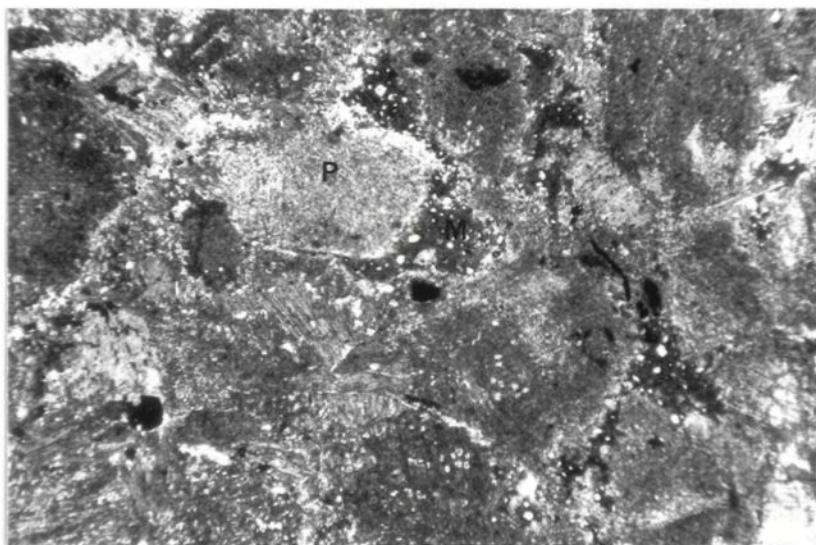


b) Enclaves anguleuses d'amphibolite homogène, dans la tonalite massive du faciès Riddell, recoupées par une veine de quartz. Notez les bordures irrégulières, (Affl. OTA-5).

Planche V



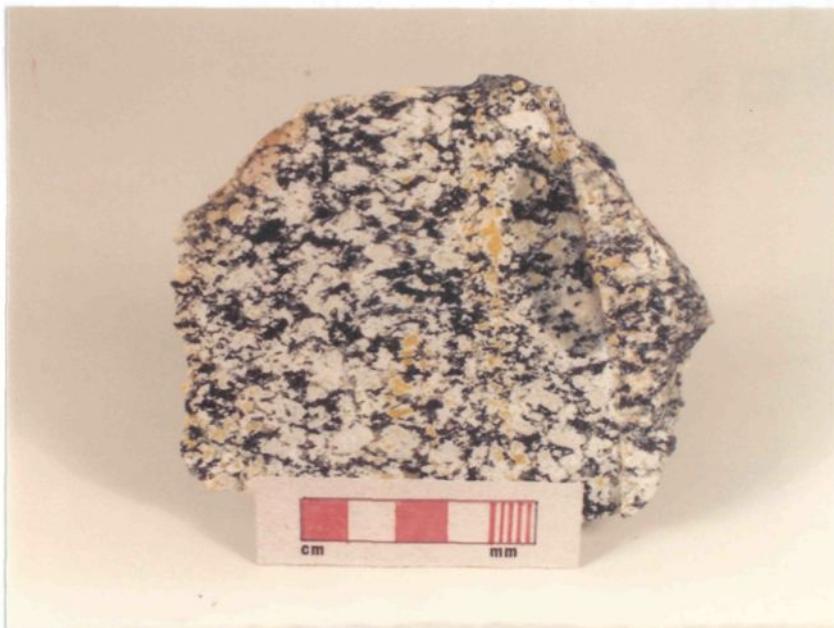
a) Tonalite à texture en mortier du faciès Brissin. Le plagioclase (blanc) est entouré de quartz, biotite et plagioclase plus fin. Notez les fractures contenant des minéraux potassiques (coloration jaune), (Affl. OTG-13).



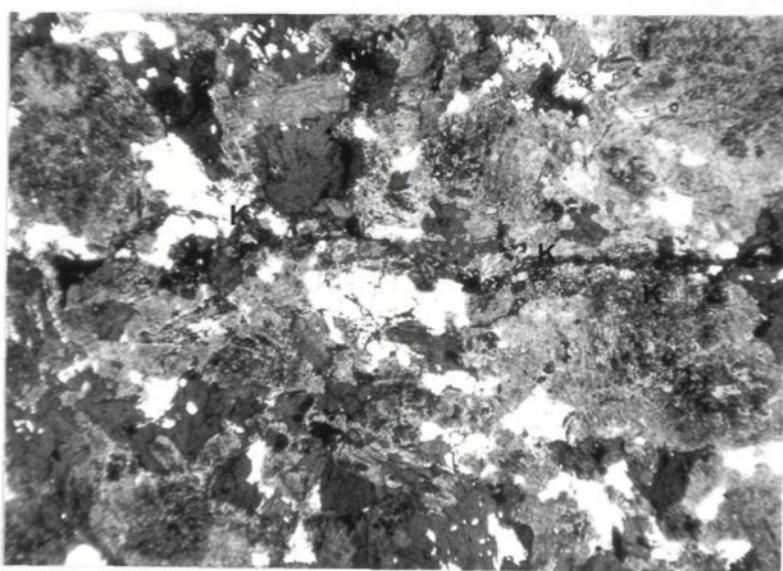
b) Photomicrographie d'une tonalite du faciès Brissin montrant une texture en mortier. Le plagioclase (P) est entouré par une matrice (M) composée de quartz, biotite et minéraux potassiques micro-grenules (sombres), (L.N.), (Affl. OTB-8).

2 mm

Planche VI



a) Développement de minéraux potassiques (coloration jaune) autour des fractures, dans une tonalite du faciès Brissin, (Affl. OTG-16).



b) Photomicrographie de la roche ci-haut. Fracture contenant les minéraux potassiques (K) qui traversent tous les autres minéraux, (L.N.), (Affl. OTG-16)

2 mm

La texture en mortier est encore plus évidente en analyse microscopique (Planche Vb). Le plagioclase, oligoclase à andésine, est le minéral qui marque le mieux la texture tectonique, il varie de 5 mm, arrondi, à microgrenu. Par contre il ne domine pas nécessairement dans la matrice broyée. La damouritisation apparaît de moyenne à forte, effaçant souvent les mâcles et l'épidotisation demeure rare. Le quartz est fragmenté et montre souvent une extinction roulante. Il est généralement à texture engrenée, et varie en dimension de 3 mm à moins de 0.1 mm.

La biotite, brune à brune-verte, est hypidiomorphe, varie de 1 mm à 3 mm et contient fréquemment de l'épidote. La biotite devient le minéral mafique dominant, au détriment de la hornblende, dans la zone de transition avec le faciès Riddell. Ce changement est concomitant au développement de la texture en mortier. La chloritisation de cette biotite varie aléatoirement de 40% à 100%. La chlorite fibreuse de la deuxième génération est présente.

Le matériel potassique microgrenu, reconnu dans des fractures du faciès Riddell, est plus abondant dans le faciès Brissin. Dans la zone de transition ce matériel métasomatique pénètre dans la roche fraîche, à une échelle centimétrique, à partir des fractures (Planche VIa et b). Plus loin vers la bordure extérieure, ce matériel peut envahir toute la matrice microgrenue de la texture en mortier (cf. planche Vb). Sa nature minéralogique demeure inconnue.

Les minéraux accessoires les plus communs sont le sphène, avec ou sans cœur d'ilménite, l'apatite, l'allanite, le zircon et d'autres opaques. Ces minéraux sont inférieurs à 0.25 mm, à l'exception de l'allanite qui peut dépasser 1 mm. L'apatite, le sphène et le zircon sont fréquemment en inclusion dans la biotite.

L'analyse modale faite sur des échantillons représentatifs de ce faciès révèle une composition majoritairement tonalitique avec quelques granodiorites, diorite quartzifère et monzonite quartzifère (Tableau 2).

Ces observations macroscopiques et microscopiques démontrent que le faciès Brissin dérive du faciès Riddell, ne différant de celui-ci que par sa texture en mortier et la biotitisation des amphiboles qui est le résultat d'un métasomatisme potassique.

Tableau 2: Analyse modale, faciès Brissin

Echantillon	G-11	G-13	G-16	B-8	B-10	G-3	G-8	G-9
Nb de comptes	801	802	803	800	800	806	802	782
Quartz %	9.9	24.6	14.2	7.6	24.3	31.5	22.2	24.9
Plagioclase %	59.7	50.4	47.2	60.9	60.8	56.9	64.6	60.5
An	nd	nd	nd	30	nd	28	nd	nd
Matrice potassique %	0.9	1.1	8.2	7.8	3.9	3.0	0.1	0.8
Biotite %	6.2	12.6	4.5	20.4	8.6	8.4	8.1	10.1
Amphibole %	18.2	3.0	22.0	0	0	0	0	0
Epidote %	3.4	6.2	1.2	0.4	2.1	0.1	4.4	1.9
Chlorite %	1.2	0	1.6	0	0	0	0	1.2
Autres %	0.4	2.1	1.0	2.9	0.3	Tr	0.6	0.6
Mx accessoires	Sp,Ap, Zr,Op	Sp.II, Zr	Sp.II, Sp,Zr, Op,Ap	Sp,Ap, Op,Ap,Op	Op,Ap, Sp,Op Sp	Sp,Op Sp	Sp,Ap Op	
Nom (cf.: fig. 3)	Dio- rite-Q	Tona- lite	Grano- diorite	Monzo- nite-Q	Tona- lite	Tona- lite	Tona- lite	Tona- lite

Remarques et abréviations, voir tableau 1.

Le faciès Brissin contient des enclaves d'amphibolite, de migmatite tonalitique leucocrate et de gneiss tonalitique à grains fins. Parmi les enclaves d'amphibolites, quelques-unes ont des reliques de structures primaires, similaires à celles de certaines enclaves du faciès Riddell. Elles sont étirées et font moins de 2 m de large, elles peuvent cependant atteindre plus de 10 m de long. Les autres enclaves d'amphibolite sont homogènes, en morceaux anguleux de moins de 30 cm et sont distribuées en bandes généralement de 1 m à 2 m de large et de plus de 10 m de long. Elles sont d'origine inconnue. Les enclaves de migmatite tonalitique leucocrate sont très peu nombreuses. Contrairement au faciès Riddell, il y a une autre sorte d'enclave; des gneiss tonalitiques à grains fins. Ces enclaves ont des dimensions variant de 30 cm à près de 3 m. Ces gneiss furent reconnus comme faisant partie du faciès Gneiss de l'Est (Planche VIIa).

Il y a quelques fenêtres de faciès Riddell dans le domaine du faciès Brissin. Ces exceptions peuvent être le résultat de mouvements tectoniques tardifs ou encore elles représentent des noyaux résistants reliques du faciès Riddell.

Les mêmes types de petites intrusions que dans le faciès Riddell furent reconnues. Il est à noter que les pegmatites, plus nombreuses que dans le faciès Riddell, ne montrent pas de texture en mortier, bien que leur granulométrie est grossière.

2.3 Le faciès Gneiss de l'Est

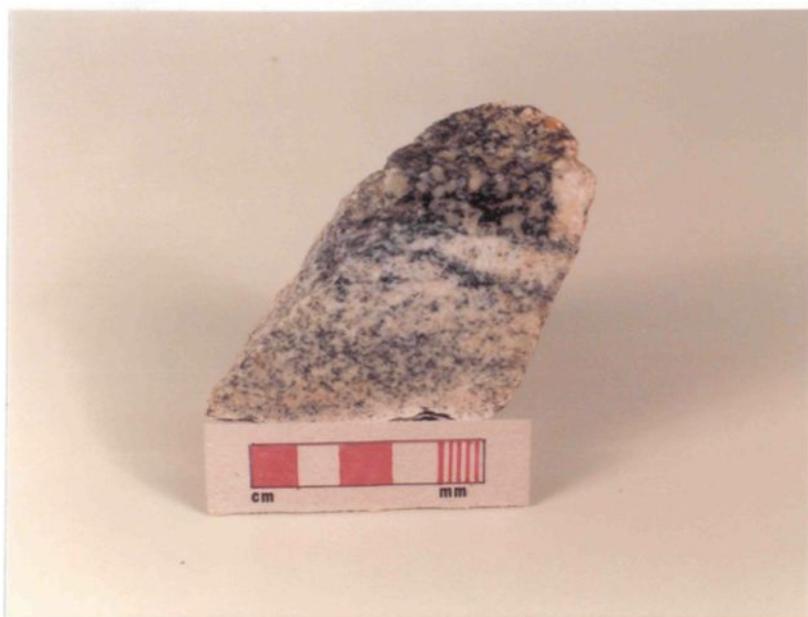
Ce faciès couvre la partie extrême est de la région du lac Gourou et s'étend jusqu'à l'extrémité est du flanc nord du bassin Otish. Il est de plus en enclaves dans le faciès Brissin et il est présent avec de nombreuses pegmatites blanches et roses dans la région du site d'échantillonnage du lac Barou (figures 1 et 19).

Ce faciès varie de structure, de texture et de composition. Il est gneissique à migmatisé, à texture engrenée à en mortier et de composition tonalitique à granitique. Plus précisément, les gneiss sont généralement à grains fins à moyens et de composition tonalitique à granodioritique (Planche VIIb). Lorsqu'il est migmatisé, la structure est stromatique, le

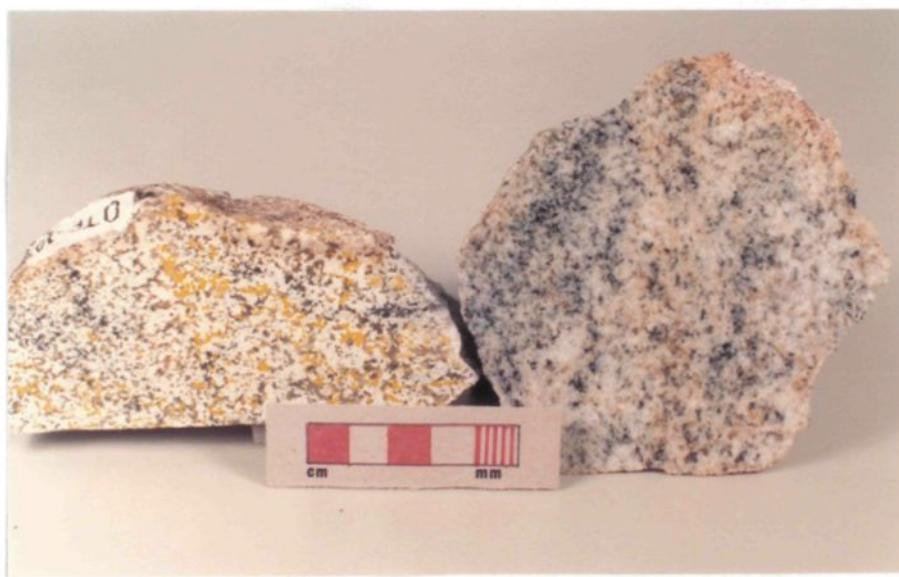
néosome peut être à grains grossiers et la composition globale varie de granodioritique à granitique (Planche VIIIa). Il est à remarquer que partout où la granulométrie est moyenne ou grossière, une texture en mortier s'est développée (Planche VIIIb). Cette texture est caractéristique de plus de la moitié de la surface du faciès et s'étend surtout dans la partie est.

L'étude microscopique s'avère très importante afin de déceler des affinités entre les variétés du faciès. Dans les variétés à grains fins, le quartz a généralement une texture engrenée et une dimension d'environ 1 mm. Dans les variétés avec texture en mortier, le quartz est fragmén-
té et la granulométrie varie de 1 cm à microgrenue, l'extinction roulan-
te est commune. Le plagioclase, oligoclase à andésine, a aussi des dimen-
sions de 1 cm à microgrenu. Par contre il marque mieux la texture en mor-
tier. La damouritisation s'est développée à des degrés très variables,
effaçant souvent les mâcles, mais l'épidotisation est généralement très
faible. Les plagioclases en contact avec du microcline présentent fré-
quemment une fine texture myrmékitique. Le microcline varie de 0.25 mm à
plus de 1 cm, il est xénomorphe, généralement clair et bien mâclé. La
texture perthitique est commune et la texture graphique apparaît dans les
zones pegmatitiques. Les gros cristaux de microcline contiennent généra-
lement des petites inclusions rondes et inférieures à 0.5 mm, de quartz,
de plagioclase et de biotite. De plus, ces gros cristaux de feldspaths
contiennent des irrégularités cristallines qui, avec les inclusions, des-
sinent des reliques de texture en mortier (Planche IXa). Il est à remar-
quer que sous le microscope, en lumière polarisée, ces gros cristaux de
microcline s'éteignent en une seule plage, sans perturbations dues aux ir-
régularités. De plus le microcline n'est jamais arrondi comme le plagio-
clase et le quartz. Ces faits démontrent que ces feldspaths potassiques
se sont formés après le développement de la texture en mortier probable-
ment par métasomatisme. La biotite, brune à brune-verte, est le minéral
mafique dominant. Elle est hypidiomorphe et sa granulométrie varie entre
0.5 mm et 5 mm. Elle contient de l'épidote et elle est relique d'amphi-
bole. La chlorite pseudomorphe de la biotite varie de 10% à 100% de la
même façon que la damouritisation des plagioclases.

Planche VII



a) Contact entre une enclave de gneiss tonalitique et la tonalite du faciès Brissin au sommet. Notez la similité avec la roche suivante du faciès Gneiss de l'Est, (Affl. OTG-13).



b) Gneiss granodioritique à grains fins du faciès Gneiss de l'Est, (Affl. OTE-10).

Planche VIII

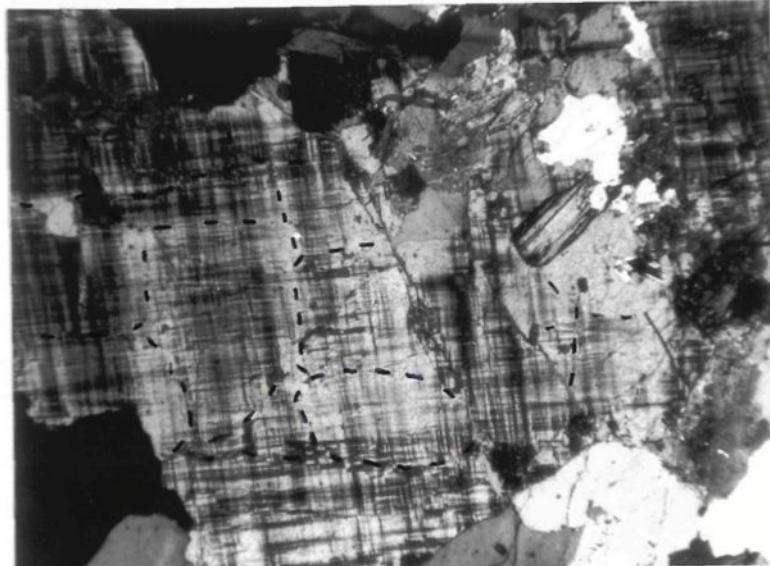


a) Gneiss mig-matisé, à structure stromatique, du faciès Gneiss de l'Est, (Affl. OTD-23).



b) Gneiss granitique du faciès Gneiss de l'Est, à texture en mortier marquée par les plagioclases (blanc), (Affl. OTD-6).

Planche IX



—
2 mm

a) Cristal xénomorphe de microcline contenant des irrégularités cristallines, indiquées sur la photo par les lignes hachurées, qui dessinent les reliques d'une texture en mortier, (L.P.), (Affl. OTD-24).



b) Enclaves d'amphibolite en forme de boules plus ou moins étirées, dans le faciès Gneiss de l'Est, (Affl. OTD-24).

Les minéraux accessoires les plus communs sont l'apatite, le sphène localement à cœur d'ilménite, le zircon, l'allanite, le rutile et les opaques. Ces minéraux ont généralement moins de 0.25 mm et sont fréquemment en inclusion dans la biotite, à l'exception du sphène et l'allanite.

Les différences entre les variétés du faciès Gneiss de l'Est sont toutes des résultats d'effets tardifs. Les structures gneissiques et migmatitiques ainsi que la granulométrie grossière résultent d'un métamorphisme. La texture en mortier est produite par une déformation et le microcline qui fait varier les compositions provient d'un métasomatisme d'intensité variable. L'analyse modale faite sur des échantillons de ce faciès révèle des compositions variant de tonalitique à granitique (Tableau 3). Bien que le métasomatisme potassique ait pénétré presque partout dans le faciès Gneiss de l'Est, il fut constaté qu'il a été plus intense en bordure des granites intrusifs. Ces intrusifs seraient donc la source du métasomatisme et toutes les variétés du faciès Gneiss de l'Est auraient été anciennement de composition tonalitique et seraient peut-être tous de même origine.

Les enclaves observées dans ce faciès sont surtout des amphibolites, ayant rarement plus de 1 m de large et 2 m de long. Généralement elles sont en boules plus ou moins étirées (Planche IXb).

Les veines et dykes de pegmatite, granitique à granitique potassique, blanche ou rouge, sont fréquentes. De plus il y a quelques veines de quartz et rarement des dykes d'aplite granitique à granitique potassique. Les dykes de pegmatite ont généralement moins de 1 m de large. Les pegmatites blanches ont la caractéristique d'être fréquemment en amas à contacts graduels avec le faciès Gneiss de l'Est, qui suggèrent des sécrétions anatectiques.

2.4 Les granites intrusifs

2.4.1 Le faciès Gourou

Ce faciès couvre la région au nord du lac Gourou (figures 1 et 19).

Macroscopiquement ce faciès a une composition granitique. Il est homogène, massif, localement légèrement folié, et il est à grains moyens à grossiers. Deux variétés furent reconnues, le blanc et le rouge (Planches

Tableau 3: Analyse modale, faciès Gneiss de l'Est

Echantillon	D-6	D-9	D-16	D-19	D-24	E-1	E-3	E-4
Nb de comptes	1011	800	1002	813	822	1000	1003	804
Quartz %	30.8	31.4	22.5	47.6	23.8	21.9	30.2	35
Plagioclase %	24.3	34.3	35.5	49	35.2	26.3	49.4	37.4
An	nd	25	nd	26	26	nd	nd	30
Microligne %	31.8	29.5	18.2	0	23.2	48.3	0	24.8
Biotite %	12.9	4.4	23.8	3.4	17.2	3.5	18.9	1.5
Epidote %	0	0	0	0	0.1	0	0.4	0.6
Chlorite %	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres %	0.3	0.5	Tr	Tr	0.5	Tr	1.1	0.7
Mx accessoires	Ap,Zr, He	Ap,Sp, He,Zr	Zr,Ap, Ru	Sp,Zr, Ru	Sp,Ap, Zr,Op	Ap,Zr,Zr,Sp,Op,Sp Op	Ap,Op	
Nom (cf.: fig. 3)	Grani- te	Grani- te	Grano- dionite	Tona- lite	Grani- te	Grani- te	Tona- lite	Grani- te

Remarques et abréviations, voir tableau 1.

Tableau 3: Analyse modale, faciès Gneiss de l'Est (suite)

Echantillon	E-17	H-1
Nb de comptes	800	1003
Quartz %	28.3	26.6
Plagioclase %	40.8	54.6
An	29	nd
Microline %	26.4	10.0
Biotite %	4.3	8.6
Epidote %	0.3	0.2
Chlorite %	0	0
Autres %	0.1	Tr
Mx accessoires	He,Sp, Ap	Zr,Op
Nom (cf.: fig. 3)	Grani- te	Grano- diorite

Remarques et abréviations, voir tableau 1.

Xa et b); ils sont en contact graduel sur des largeurs de 5 m à 10 m. En fait, il semble que leur origine est similaire; la coloration rouge proviendrait d'une teneur élevée en hématite. En général le rouge est plus commun à l'ouest et le blanc à l'est.

L'étude microscopique de différents échantillons de ce faciès n'a pas fait ressortir de différences entre les deux variétés, à l'exception de leur couleur. La texture est généralement massive, sans déformations marquées. Le quartz varie de 1 mm à 1 cm, il est à texture engrenée et localement à extinction roulante. Le microcline varie de 2 mm à plus de 5 mm, il est xénomorphe, généralement frais, bien mâclé et a une fine texture perthitique. Il contient des petites inclusions arrondies, inférieures à 0.25 mm, de quartz, plagioclase et parfois de biotite. Le plagioclase, oligoclase, est hypidiomorphe et varie de 1 mm à plus de 1 cm. Il est damouritisé à des degrés variables, effaçant localement les mâcles, et l'épidotisation est rare. Le minéral mafique dominant est la biotite brune. Ce mica, hypidiomorphe, est généralement inférieur à 5 mm et il est chloritisé de 10% à 100%. Il contient fréquemment un peu d'épidote.

Les minéraux accessoires les plus communs sont: l'apatite, le sphène, l'allanite, des opaques et le rutile. Ces minéraux sont souvent en inclusions dans la biotite et sont inférieurs à 0.25 mm, à l'exception de l'allanite qui est isolée et a des dimensions variant de 0.5 mm à 5 mm.

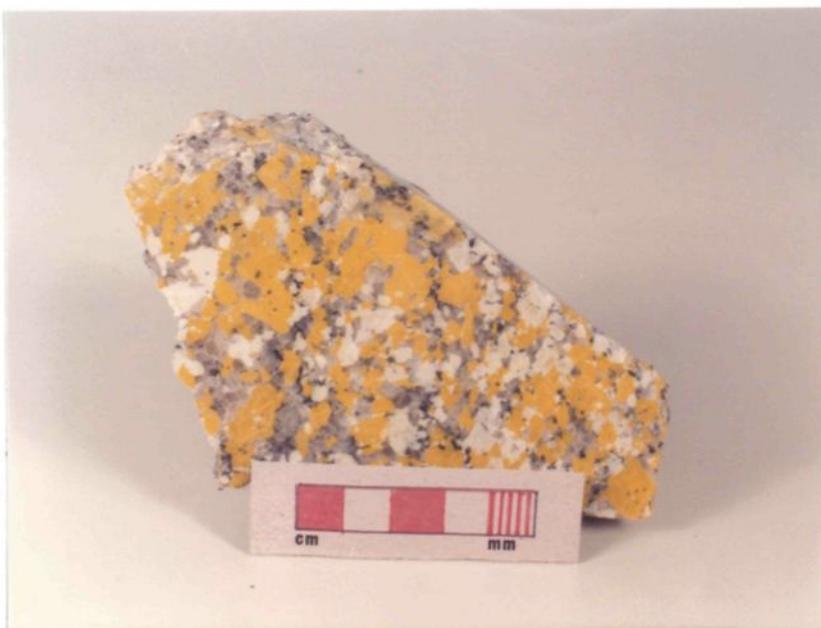
L'analyse modale faite sur des échantillons de ce faciès révèle des compositions granitiques à granodioritiques (Tableau 4).

Le faciès Gourou contient des enclaves de gneiss et de migmatite à biotite plus ou moins granitisées, qui peuvent provenir des faciès Riddell, Brissin ou Gneiss de l'Est. En plus, il y a quelques enclaves d'amphibolite de dimensions inférieures à 1 m et qui sont d'origine inconnue. Les enclaves de granitoïdes dans le Gourou rouge, variant de 1 m à 2 m, sont arrondies et à contacts graduels (Planche XIa). Par contre celles dans le Gourou blanc sont anguleuses, à contacts francs et forment une structure agmatique (Planche XIb). Leurs dimensions augmentent progressivement vers l'Est. En fait ces enclaves proviennent du faciès Gneiss de l'Est et cette structure marque le contact entre les deux faciès. Les contacts avec

Planche X



a) Granite rouge, homogène, légèrement folié, du faciès Gourou, (Affl. OTC-4).

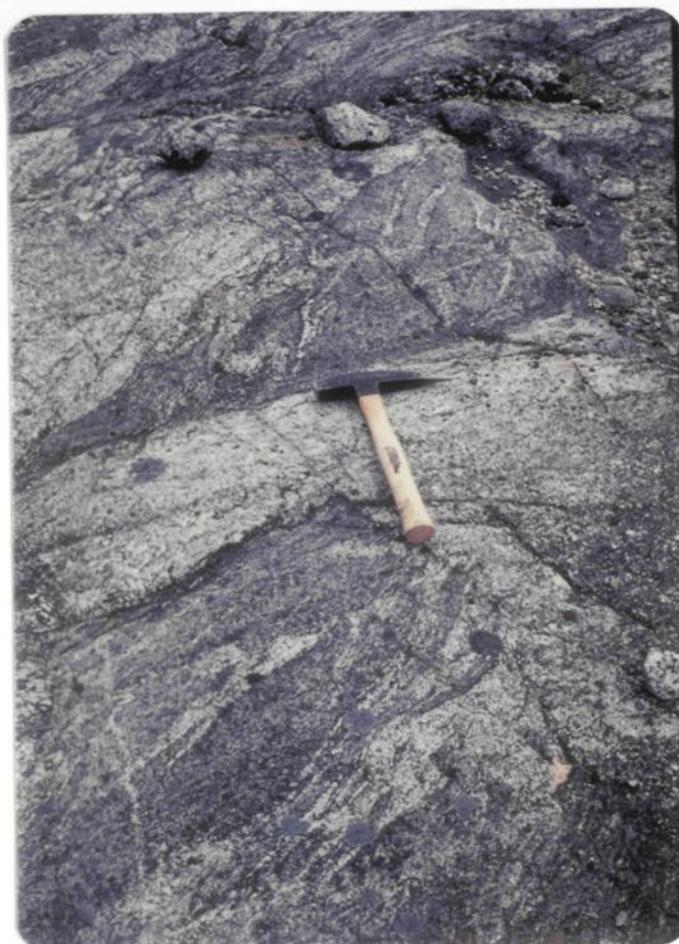


b) Granite blanc, homogène, peu folié, du faciès Gourou, (Affl. OTC-4).

Planche XI



a) Enclave de migmatite de composition tonalitique dans du granite rouge du faciès Gourou. Notez les contacts graduels en haut de la tête du marteau, (Affl. OTC-1).



b) Enclaves de gneiss du faciès Gneiss de l'Est dans du granite blanc du faciès Gourou. Notez les contacts francs, (Affl. OTC-4)

Tableau 4: Analyse modale, faciès Gourou

Echantillon	C-1	C-2A	C-4	C-6	C-14
Nb de comptes	800	1000	1000	700	1004
Quartz %	31.6	27.3	29.3	34.1	37.2
Plagioclase %	37.5	48	33	39.6	40.9
An	26	nd	27	25	nd
Microline %	29	19.5	33.8	22.6	14.4
Biotite %	1.6	0.6	3.8	3.4	7.2
Epidote %	0	0	0.1	0.3	0.1
Chlorite %	0	4.2	0	0	0
Autres %	0.3	0.4	Tr	Tr	0.2
Mx accessoires	He	Ap,Op	Sp,Op	Sp	Zr,Ap
Nom (cf.: figure 3)	Grani- te	Grano- dionite	Grani- te	Grani- te	Grano- dionite

Remarques et abréviations, voir tableau 1

les autres faciès, tonalites et métavolcaniques, n'ont pu être observés.

Les intrusions qui recoupent le faciès Gourou sont principalement des pegmatites granitiques. En plus il y a quelques veines de quartz et d'aplite granitiques. Aucun recouplement entre ces intrusions n'a été observé. Les pegmatites forment des dykes de 10 cm à 2 m de large, elles sont rouges ou blanches et percent surtout les granites de même couleur.

2.4.2 Le faciès Deux Décharges

Ce faciès fait parti du "Granite porphyrique" qui couvre de grandes surfaces au sud du bassin Otish (cf. figure 19). Le camp de reconnaissance était basé au lac Deux Décharges (figure 1).

Ce faciès a une composition granitique. Il est homogène, massif et localement un peu folié (Planche XIIa et b). Il a une teinte blanche à beige et sa granulométrie varie de moyenne à grossière.

L'étude microscopique révèle que ces roches ont subi des effets tectoniques qui produisent une texture cataclastique (Planche XIIIa). Le quartz est généralement fragmenté et à extinction roulante, il varie de 0.2 mm à 5 mm. Le microcline est généralement frais, bien mâclé et perthitique. Il varie de 0.2 mm à 1 cm et il contient fréquemment des inclusions arrondies de quartz, plagioclase et biotite, inférieures à 0.25 mm. Il est à remarquer que le microcline a été fracturé et fragmenté comme le plagioclase et le quartz, contrairement au microcline du faciès Gneiss de l'Est (cf. Planche IXa). L'oligoclase varie de 0.2 mm à près de 1 cm, montrant aussi la texture cataclastique. La damouritisation est moyenne et l'épidotisation est très faible. La biotite est le minéral mafique dominant. Elle est hypidiomorphe, souvent plissée, généralement inférieure à 0.5 mm et contient plusieurs inclusions d'épidote.

Les minéraux accessoires les plus communs sont: l'apatite, le sphène, le zircon et des opaques. L'apatite et le zircon sont surtout en inclusions dans la biotite. Tous ces minéraux sont généralement inférieurs à 0.2 mm. Des fractures tardives traversent tous les minéraux et sont remplies de muscovite, localement d'épidote, inférieures à 0.5 mm (cf. Planche XIIIa).

L'analyse modale faite sur des échantillons de ce faciès révèle une

composition granitique dominante, localement granodioritique (Tableau 5).

Des enclaves de migmatite granitisée et de gneiss quartzo-feldspathique à biotite furent observées dans ce faciès. Les enclaves de gneiss ont moins de 1 m et leurs contacts sont graduels avec les granites. Ces enclaves sont peu nombreuses mais distribuées uniformément. Les enclaves de migmatite granitisée proviennent du faciès encaissant les granites (cf. figure 19). L'état actuel de ces enclaves ne permet pas de faire des comparaisons avec les faciès du flanc nord du bassin Otish.

Les dykes d'aplite sont presqu'absents dans ce faciès. Par contre les dykes de pegmatite, granitique à granitique potassique, sont abondants et localement ils peuvent se confondre avec les granites grossiers, à cause de leur grande étendue.

En général, la composition, la structure et la texture primaire, les intrusions pegmatitiques tardives et le métasomatisme engendré dans l'encaissant font que ce faciès ressemble beaucoup au faciès Gourou.

2.4.3 Le faciès Granite de l'Est

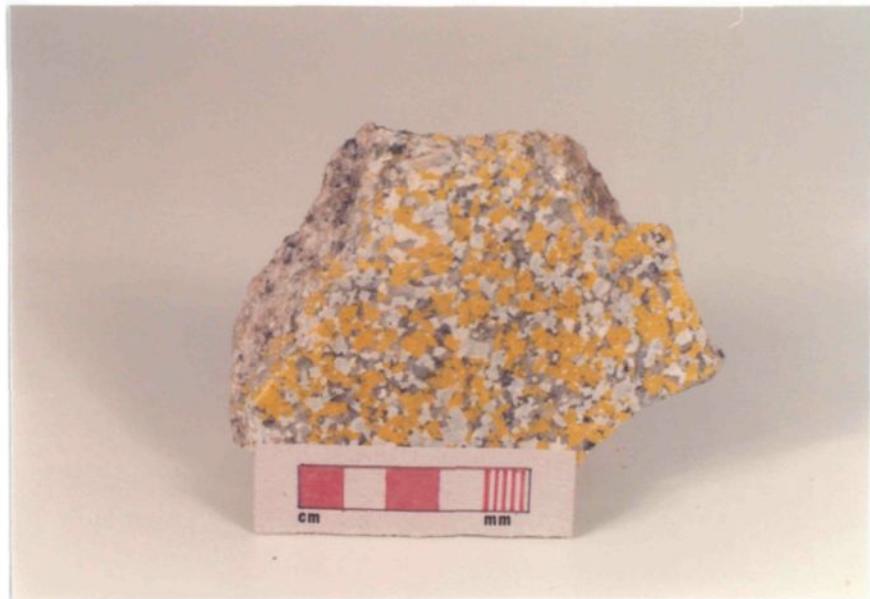
Ces granites sont très peu abondants et se présentent de façon sporadique au centre-nord de la région du lac OTE (figure 1). Ils percent le faciès Gneiss de l'Est.

Ces granites sont généralement de teinte rougeâtre, à grains moyens, à structure homogène à nébulitique et à texture massive. Certains semblent être des granites d'anatexie (Planche XIIIb). Tout comme le faciès Gourou, ils ont granitisé leur encaissant par métasomatisme.

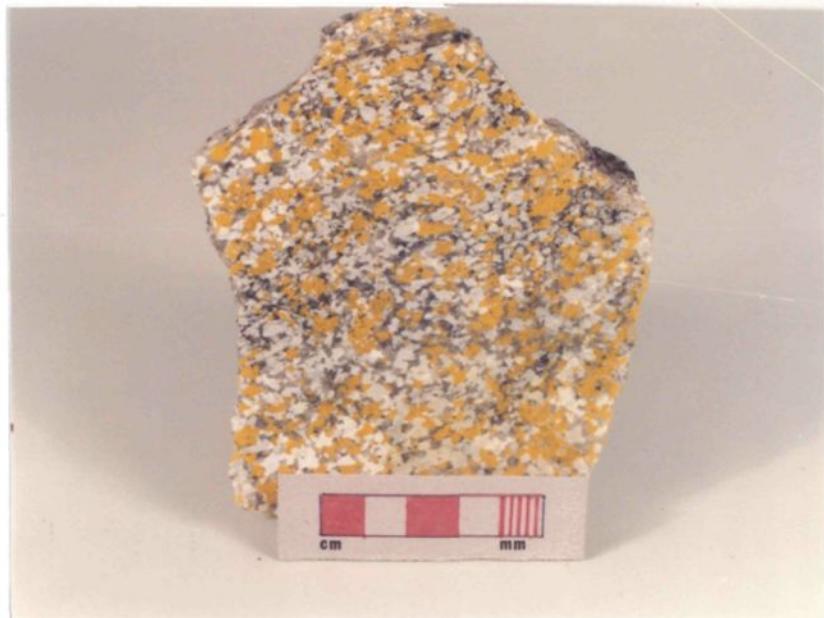
2.5 Analyses modale et normative

Toutes les analyses modales furent reportées sur le triangle Q.A.P., (Streckeisen, 1976) à la figure 3. Deux pôles principaux sont marqués, celui des tonalites à diorites quartzifères, représenté surtout par les faciès Riddell et Brissin, et celui des granites, représenté surtout par les faciès Gourou et Deux Décharges. Les échantillons du faciès Gneiss de l'Est partent du domaine des tonalites et diorites quartzifères et s'é-talent jusqu'au domaine des granites, variant selon le taux de métasomatisme. Il est à remarquer que ce front de métasomatisme potassique s'est fait ressentir jusque dans le faciès Brissin.

Planche XII

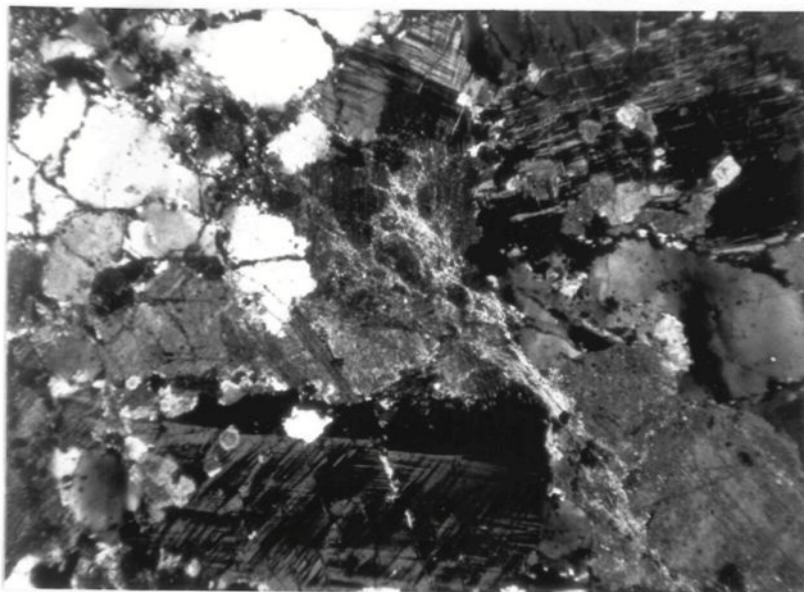


a) Granite rose, homogène, massif, du faciès Deux Décharges, (Affl. OTF-2).



b) Granite légèrement folié du faciès Deux Décharges, (Affl. OTF-1).

Planche XIII



2 mm

a) Texture cataclastique dans le faciès Deux Décharges. Notez le microcline brisé, bien visible par le déplacement des mâcles. Les fractures (blanches) sont remplies de muscovite. (L.P.) (Affl. OTF-12).



b) Granite d'anaxie, sous le marteau, du faciès Granite de l'Est, recouvrant le faciès Gneiss de l'Est migmatisé et le contact est recoupé par un dyke de pegmatite rouge, (Affl. OTE-8).

Tableau 5: Analyse modale, faciès Deux Décharges

Echantillon	F-2	F-10	F-12	F-12A
Nb de comptes	1000	808	803	805
Quartz %	27.9	26.9	24.4	29.4
Plagioclase %	31.8	60.1	32.1	34.9
An	nd	25	26	nd
Microligne %	36.0	6.7	32.0	26.0
Biotite %	4.3	Tr	7.2	7.3
Epidote %	Tr	1.2	1.2	0.8
Chlorite %	Tr	0	0	0
Autres %	Tr	5.0	3.2	1.2
Mx accessoires	Zr,Ap	Mn,Zr	Mn,Ap Sp	Mn,Sp
Nom (cf.: fig. 3)				

Remarques et abréviations, voir tableau 1.

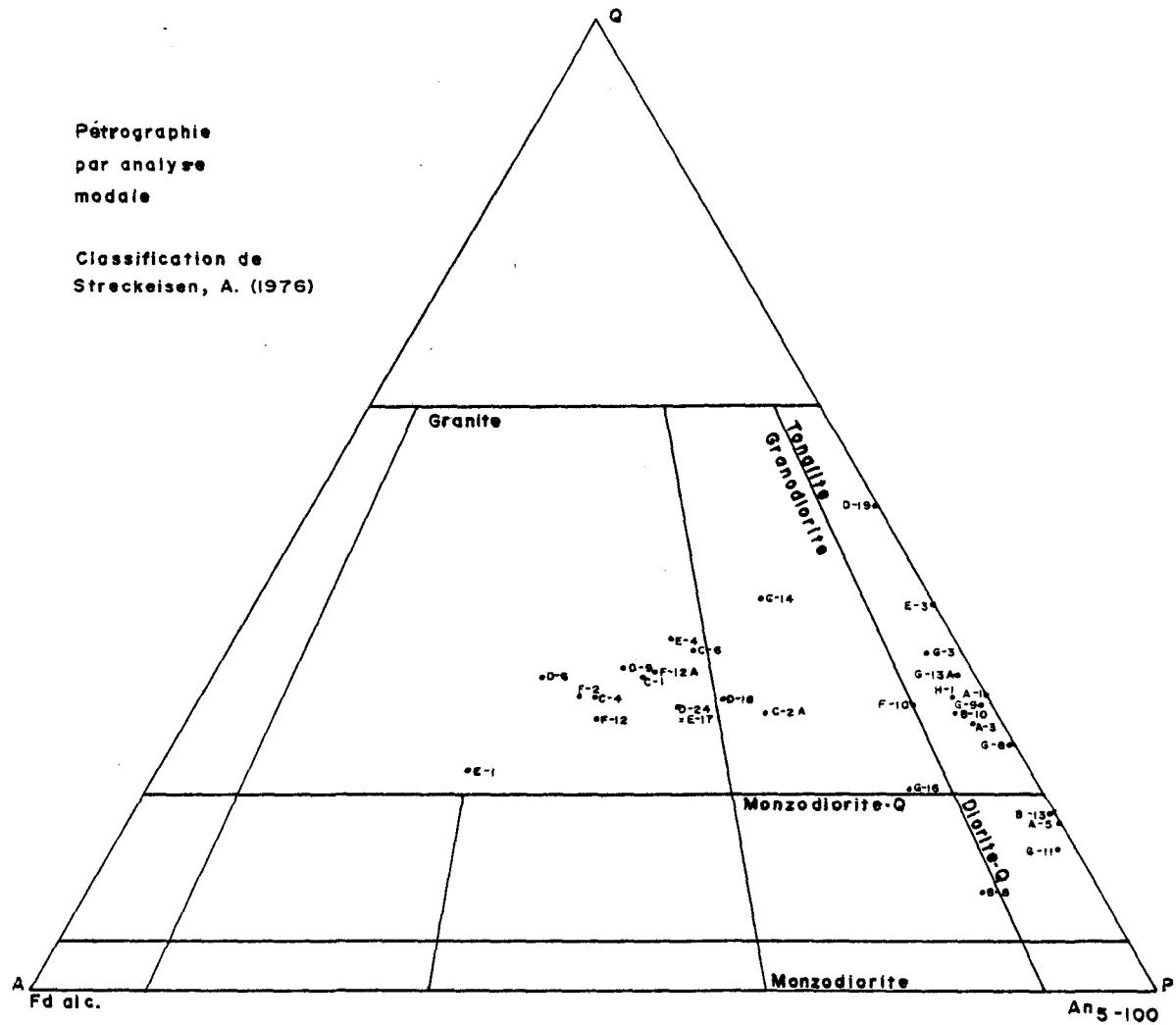


Figure 3: Pétrographie par analyse modale.

L'analyse normative (norme C.I.P.W., (Tableau B-3)) reportée sur le triangle Q.A.P. (Streckeisen, 1976) à la figure 4, révèle le même phénomène. Par contre la répartition est plus régulière entre les deux pôles. La potasse incluse dans la biotite sert dans le calcul de la norme, à former du feldspath potassique. Ceci explique le déplacement du pôle contenant les faciès Riddell et Brissin.

2.6 Discussion

Les faciès Riddell et Brissin se ressemblent beaucoup si les effets tardifs suivants sont éliminés: métasomatisme potassique, développement d'une texture en mortier et remplacement pseudomorphique de l'amphibole par l'assemblage biotite-épidote. Une origine commune pour les faciès du massif tonalitique est donc proposée.

Le faciès Gneiss de l'Est aurait aussi une composition primaire tonalitique. Par contre le fait qu'il soit en enclave dans le faciès Brissin amène à établir deux origines différentes. L'étude géochimique des éléments majeurs et traces s'avère nécessaire afin de soutirer de plus amples informations.

Les granites des faciès Gourou et Deux Décharges se ressemblent si les effets tectoniques tardifs sont négligés. Tant qu'aux granites du faciès Granite de l'Est leur trop faible abondance les rend difficiles à caractériser.

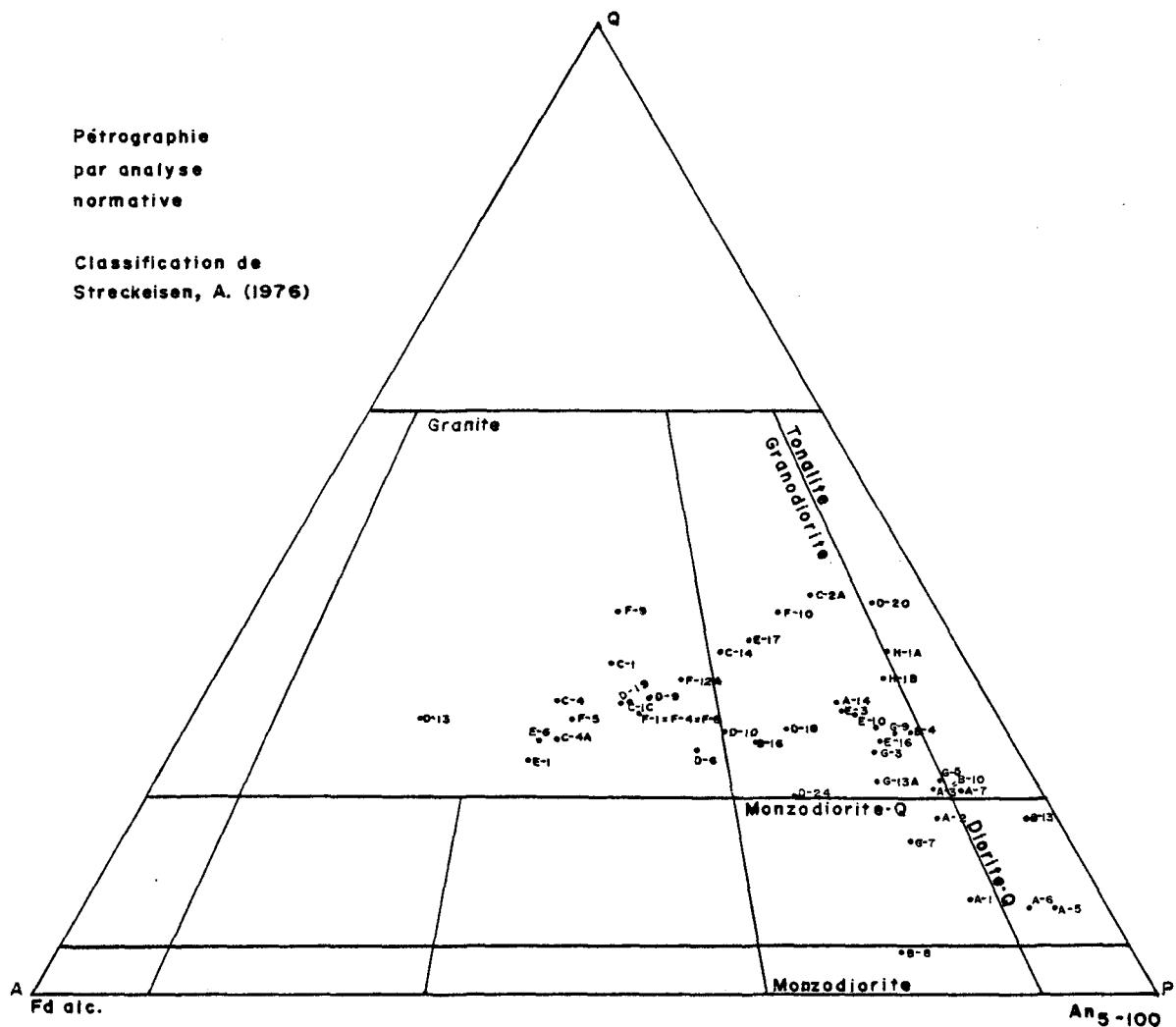


Figure 4: Pétrographie par analyse normative.

CHAPITRE 3

GEOCHIMIE

3.1 Analyses chimiques

Des échantillons représentatifs des faciès: Riddell, Brissin, Gneiss de l'Est, Gourou et Deux Décharges furent analysés chimiquement. L'étude géochimique de ces faciès a pour but de mieux caractériser chacun des faciès ainsi que de connaître leurs relations génétiques.

Les teneurs des éléments majeurs et traces ainsi que le calcul de la norme C.I.P.W. sont compilés dans l'appendice B. Une liste descriptive des échantillons analysés suit dans l'appendice C.

3.2 Interprétations géochimiques

Le diagramme AFM ((Na₂O + K₂O) - FeO - MgO) de tous les faciès (figure 5a) montre un patron apparent d'une suite calco-alcaline (Nockolds et Allen, 1953). Par contre les diagrammes CNK (CaO - Na₂O - K₂O) (figure 5b) et triangle des feldspaths (AN - AB - OR) (figure 6), de tous les faciès, montrent plusieurs populations différentes. L'étude de ces populations est faite en distinguant les faciès.

Le massif tonalitique, les faciès Riddell et Brissin, ont aussi un patron apparent d'une suite calco-alcaline sur le diagramme AFM (figure 7). Le faciès Riddell est au début du patron tandis que le faciès Brissin est plus riche en éléments alcalins. Les diagrammes CNK (ou NKC) et AB - AN - OR (figures 8 et 9) soutiennent le patron calco-alcalin apparent puisqu'ils

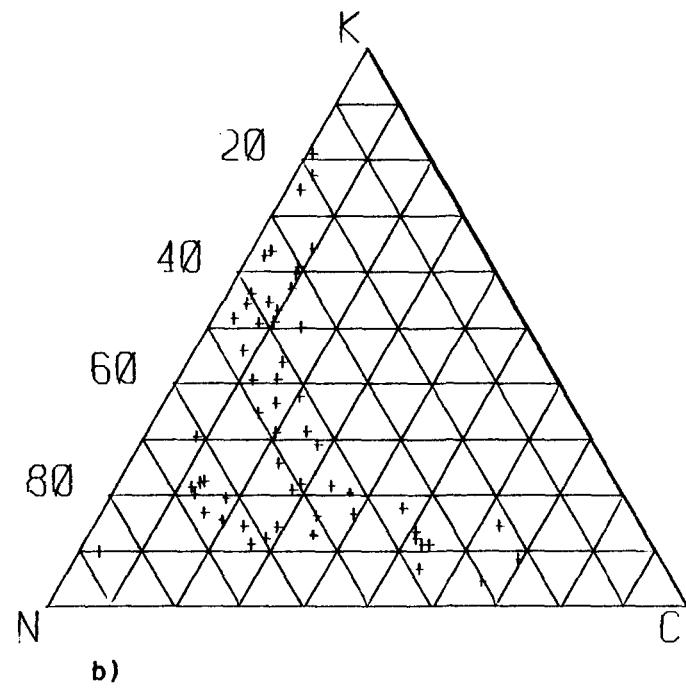
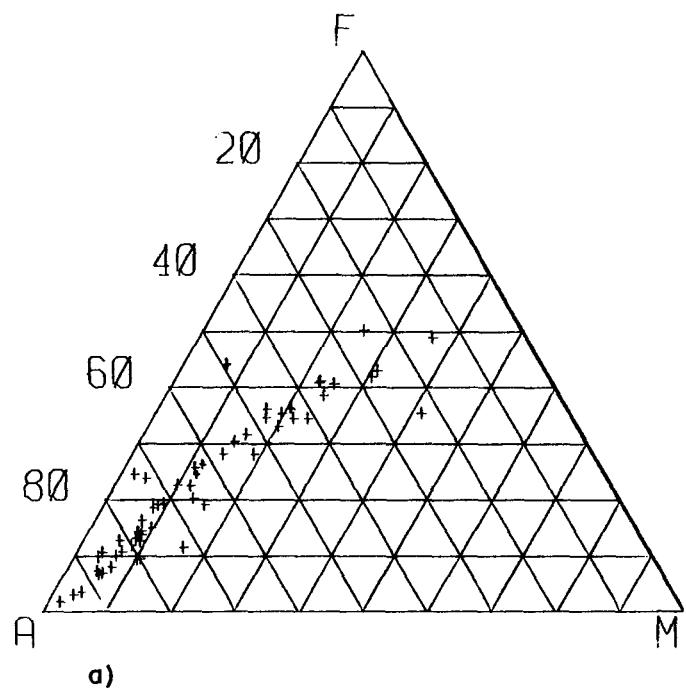


Figure 5: Diagrammes AFM & NKC (% poids) de tous les façès.

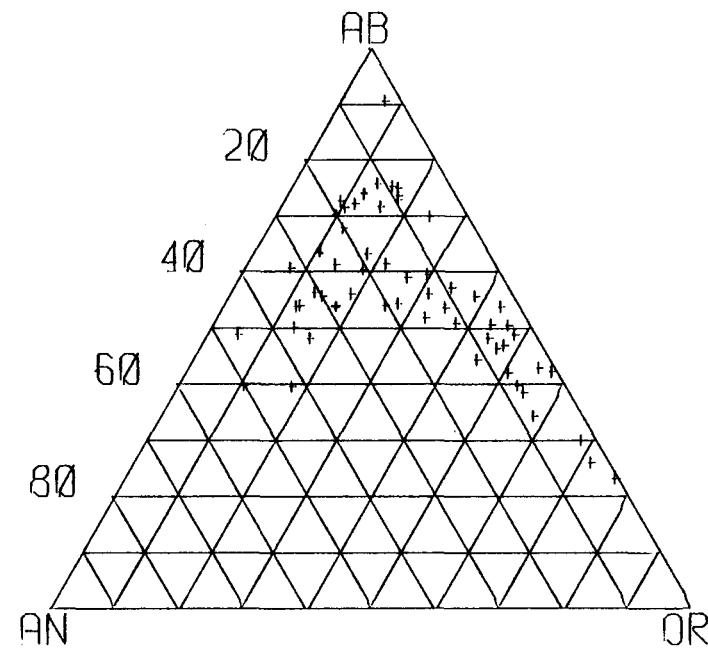


Figure 6: Diagramme AN-AB-OR de tous les faciès.

DIAGRAMME DU SYSTÈME
FEO-MGO-(NA20+K20)
(% POIDS)
CREVIER OT79 TONALITES

1 OTA1
2 OTA2
3 OTA3
4 OTA5
5 OTA6
6 OTA7
7 OTA14
8 OTB1
9 OTB4
10 OTB8
11 OTB10
13 OTB13
14 OTG3
16 OTG7
18 OTG9
20 OTG18A

21 OTG15

Σ FEO

+: Riddell
♦: Brissin
●: moyenne Riddell
●: moyenne Brissin

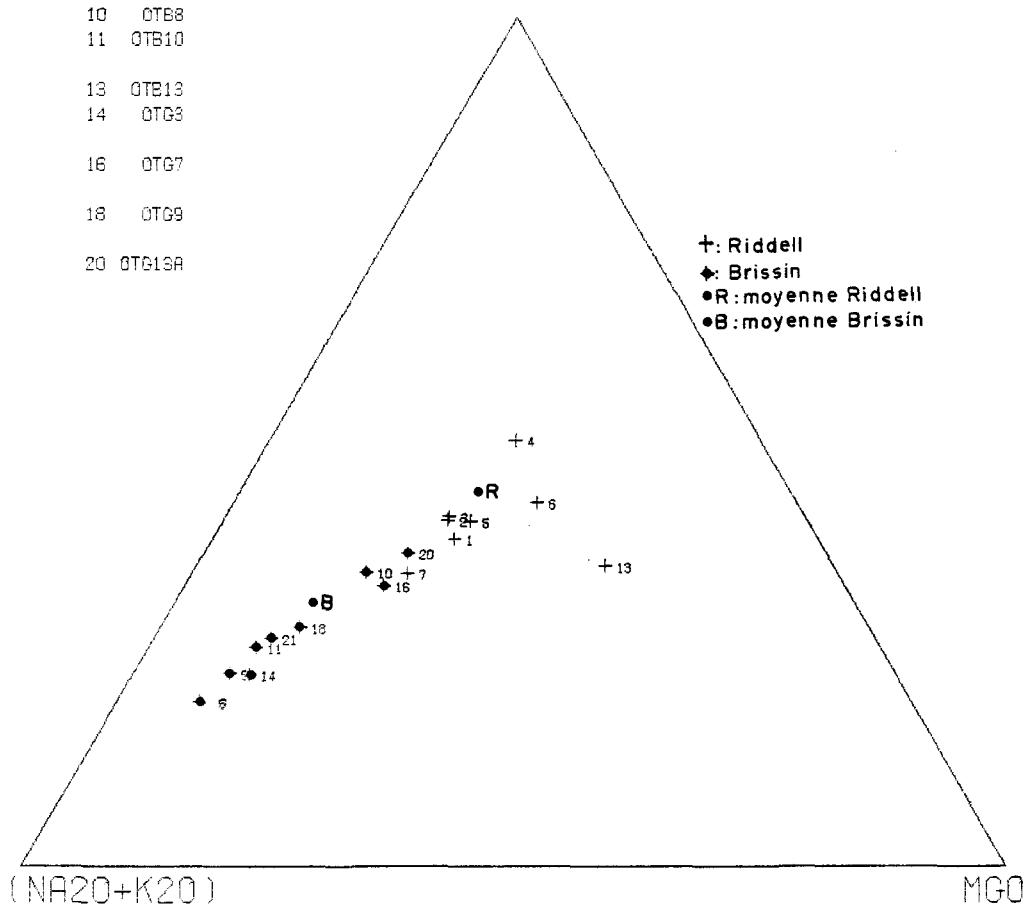


Figure 7: Diagramme AFM des faciès Riddell et Brissin.

DIAGRAMME DU SYSTEME

K20-CAO-NA20

(% POIDS)

CREVIER OT79 TONALITES

1 OTA1
2 OTA2
3 OTA3
4 OTA5
5 OTA6
6 OTA7
7 OTA14
8 OTB1
9 OTB4
10 OTB8
11 OTB10
13 OTB13
14 OTG3
16 OTG7
18 OTG9
20 OTG13A

21 OTG15

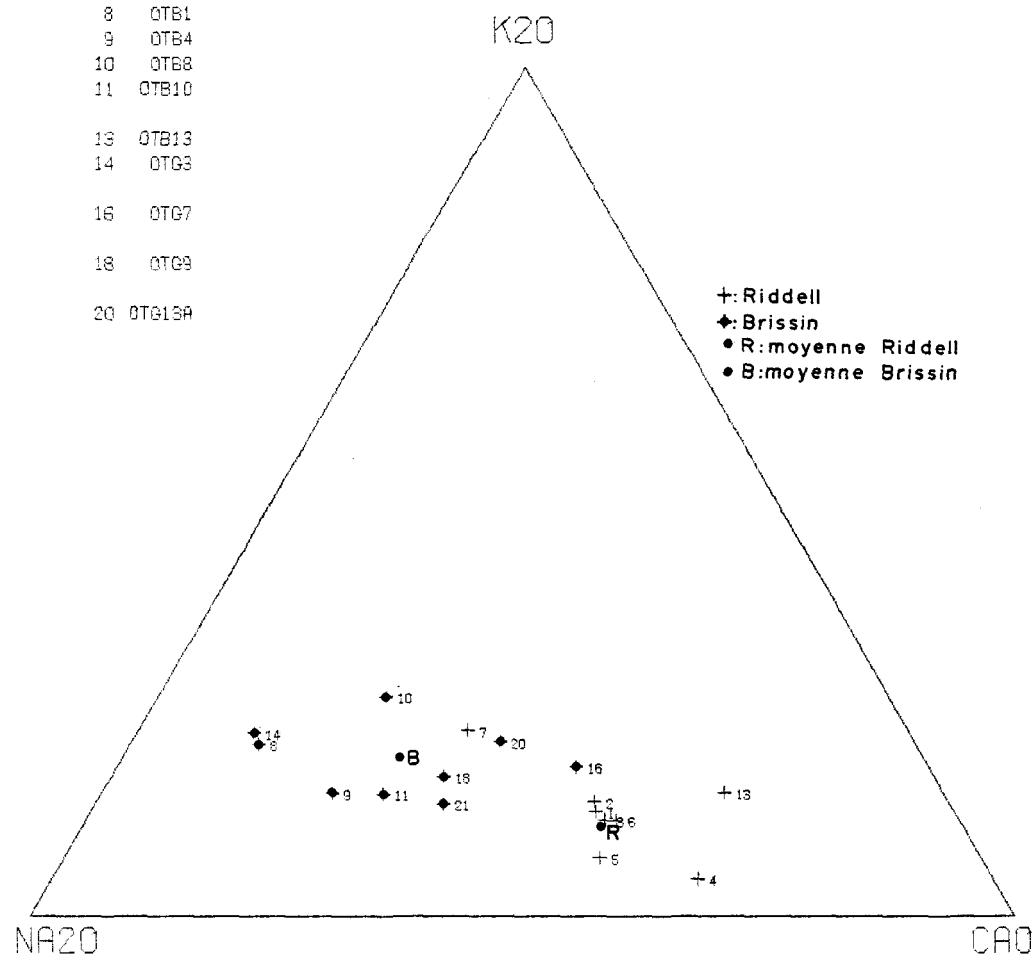


Figure 8: Diagramme NKC des façies Riddell et Brissin.

SYPEM00
80/12/19

DIAGRAMME DU SYSTEME ANORTHITE-ORTHOSE-ALBITE (% CATIONIQUE) CREVIER OT79 TONALITES

```

1  OTA1
2  OTA2
3  OTA3
4  OTA5
5  OTA6
6  OTA7
7  OTA14
8  OTB1
9  OTB4
10 OTB6
11 OTB10

13 OTB13
14 OTG3

16 OTG7

18 OTG9

20 OTG13A

```

21 OTG15

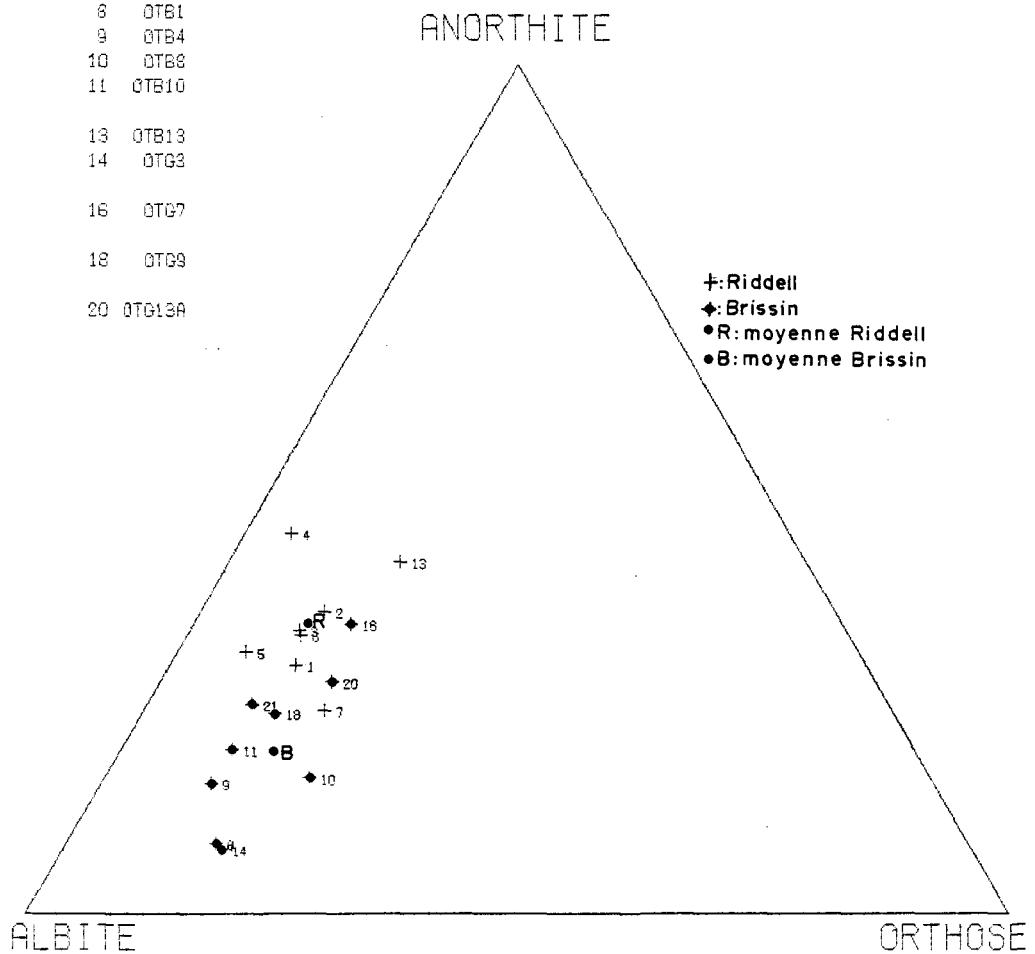


Figure 9: Diagramme AB-AN-OR des faciès Riddell et Brissin.

montrent aussi une suite s'enrichissant en éléments et feldspaths alcalins, débutant par le faciès Riddell et se terminant par le faciès Brissin.

Cependant, les évidences pétrographiques démontrent que le faciès Brissin n'est pas le résultat d'une différenciation magmatique mais le produit d'un métasomatisme potassique faible. Un patron calco-alcalin apparent peut être causé aussi par un métasomatisme de bordure de massif. Les amphiboles biotitisées et les fractures remplies de minéraux potassiques, dans le faciès Brissin, (cf. chapitre 2), sont des évidences d'un métasomatisme qui a causé le patron calco-alcalin apparent.

Les gneiss, du faciès Gneiss de l'Est, et les granites, des faciès Gourou et Deux Décharges, présentent aussi un patron apparent d'une suite calco-alcaline sur le diagramme AFM (figure 10). Sur les diagrammes NKC et AB - AN - OR (figures 11 et 12), les granites présentent une variation en K_2O qui reflète des intensités différentes dans le métasomatisme. Sur ces mêmes diagrammes, les gneiss marquent un patron courbe, mal défini, qui contient la moyenne du faciès Brissin à une extrémité, des échantillons plus riches en K_2O que les granites à l'autre extrémité et une convexité vers le pôle Na_2O . Ce patron est le reflet d'un faciès qui a été métasomatisé par les granites. La superposition de l'extrémité la moins métasomatisée du faciès Gneiss de l'Est sur la moyenne du faciès Brissin amène deux hypothèses: premièrement, les deux faciès sont de même origine et le faciès Gneiss de l'Est est une variété plus remobilisée et métasomatisée du faciès Brissin, deuxièmement, les deux faciès sont d'origine différente et la superposition géochimique provient du hasard. Aucune évidence pétrographique ou de terrain ne démontre que les deux faciès sont de même origine. Par contre des observations de terrain, enclaves de gneiss du faciès Gneiss de l'Est dans la tonalite du faciès Brissin, démontrent que les faciès Gneiss de l'Est et Brissin sont d'origine différente et que la superposition géochimique provient du hasard.

DIAGRAMME DU SYSTEME

FE0-MGO-(NA20+K20)

(% POIDS)

CREVIER OT79 GRANITOIDES

1 OTC1

2 OTC1C

3 OTC2A

4 OTC4

5 OTC4R

7 OTC14

11 OTD6

13 OTD9

14 OTD10

15 OTD13

16 OTD16

17 OTD18

18 OTD19

19 OTD20

21 OTD24

22 OTE1

23 OTE3

24 OTE6

25 OTE10

27 OTE16

28 OTE17

29 OTF1

30 OTF4

31 OTF5

32 OTF6

33 OTF9

34 OTF10

35 OTF12A

36 OTH1A

37 OTH1B

Σ FEO

• R: moyenne Riddell
• B: moyenne Brissin

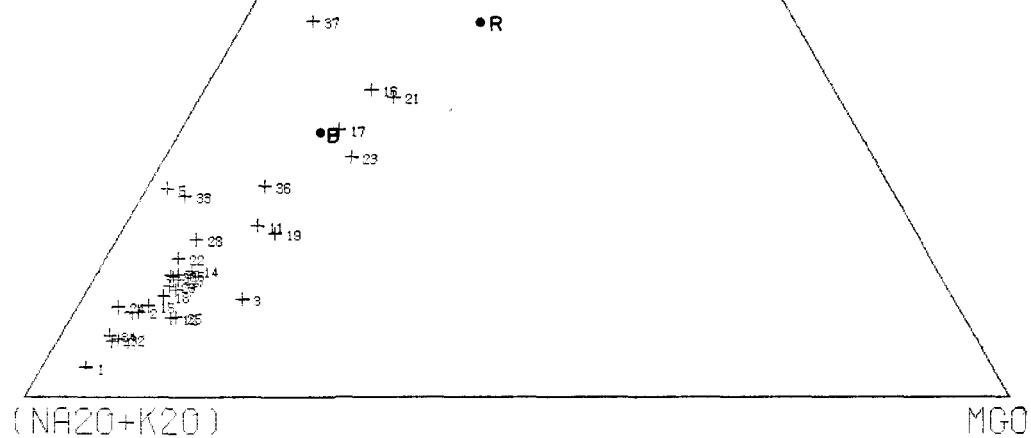


Figure 10: Diagramme AFM des faciès Gourou, Gneiss de l'Est et Deux Décharges.

DIAGRAMME DU SYSTEME

K20-CAO-NA20
(% POIDS)
CREVIER OT79 GRANITOIDES

1 OTC1
2 OTC1C
3 OTC2A
4 OTC4
5 OTC4B

7 OTC14
11 OTD6
13 OTD9
14 OTD10
15 OTD13
16 OTD16
17 OTD18
18 OTD19
19 OTD20

21 OTE24
22 OTE1
23 OTE3
24 OTE6
25 OTE10

27 OTE16
28 OTE17
29 OTF1
30 OTF4
31 OTF5
32 OTF6
33 OTF9
34 OTF10
35 OTF12A
36 OTH1A
37 OTH1B

+: Gneiss de l'Est
◆: Granite
●R: moyenne Riddell
●B: moyenne Brissin

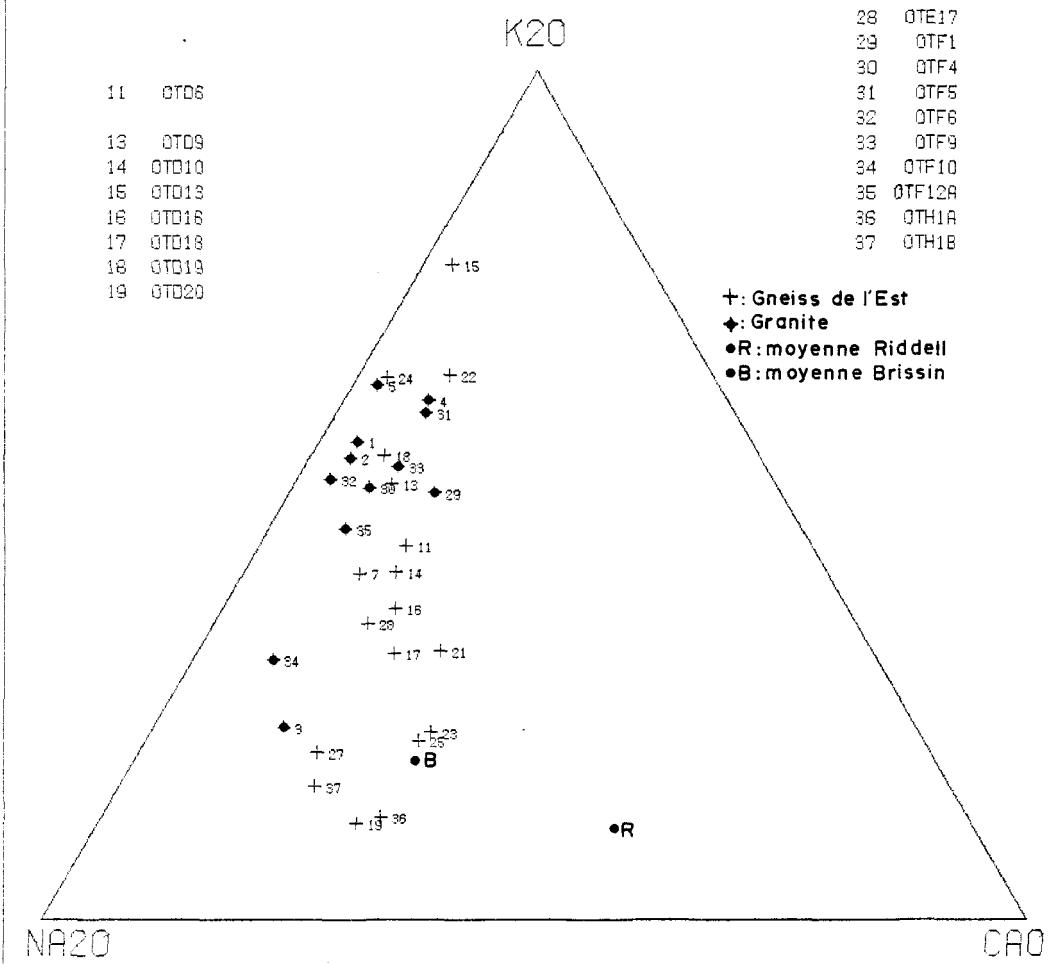


Figure II: Diagramme NKC des faciès Gourou, Gneiss de l'Est et Deux Décharges.

DIAGRAMME DU SYSTEME
ANORTHITE-ORTHOSE-ALBITE
(% CATIONIQUE)
CREVIER OT79 GRANITOIDES

1 OTC1
2 OTC1C
3 OTC2A
4 OTC4
5 OTC4A

7 OTC14

11 OTD6
13 OTD9
14 OTD10
15 OTD13
16 OTD16
17 OTD18
18 OTD19
19 OTD20

21 OTD24
22 OTE1
23 OTE3
24 OTE6
25 OTE10

27 OTE16
28 OTE17
29 OTF1
30 OTF4
31 OTF5
32 OTF6
33 OTF9
34 OTF10
35 OTF12A
36 OTH1A
37 OTH1B

+: Gneiss de l'Est
♦: Grdnite
●: moyenne Riddell
●: moyenne Brissin

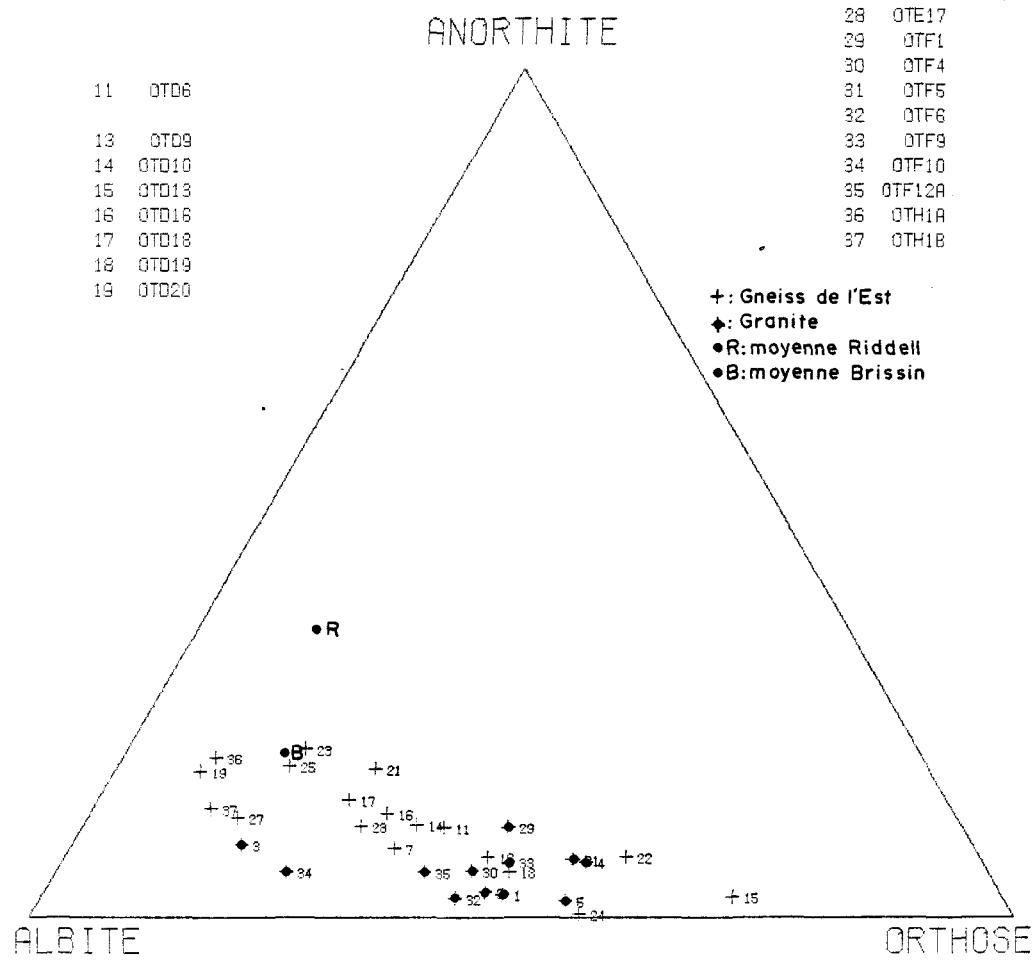


Figure 12: Diagramme AB-AN-OR des faciès Gourou, Gneiss de l'Est et Deux Décharges.

3.3 Analyses discriminantes

Le diagramme K_2O vs Rb (figure 13) montre l'effet du métasomatisme potassique sur les différents faciès. Deux concentrations principales de points ressortent sur le diagramme: celui des tonalites (encadré) et celui des granites. Bien que le métasomatisme ait été faible dans le faciès Brissin, il permet de le distinguer du faciès Riddell. Les gneiss ont été plus intensément métasomatiques car ses échantillons se distribuent du domaine des tonalites jusqu'à des points de teneurs en K_2O et Rb plus élevées que ceux des granites.

Le diagramme de la figure 14 est inspiré de Pearce (1971). Le titane, le zirconium et l'yttrium sont des éléments supposément immobiles lors de processus secondaires tel le métasomatisme.

Sur ce diagramme les granites sont regroupés dans une région à faible teneur en titane et yttrium et le faciès Riddell est riche en titane et pauvre en yttrium. Le faciès Brissin montre un appauvrissement en titane comparativement au faciès Riddell et le faciès Gneiss de l'Est poursuit cet appauvrissement. Les teneurs en yttrium sont généralement faibles.

Parce que le titane semble l'élément de la figure 14 qui caractérise le mieux les faciès, un examen de la distribution de son oxyde (TiO_2) est faite (figure 15). Cet oxyde se retrouve dans du sphène, de l'ilménite et quelques rutiles.

Le massif tonalitique présente de fortes teneurs au centre, dans le faciès Riddell, s'appauvrissant en bordure, dans le faciès Brissin. Le faciès Gneiss de l'Est présente une courbe régulière de teneurs de fond, contenant environ les mêmes valeurs de TiO_2 que la bordure extérieure du faciès Brissin. Par contre plusieurs anomalies ressortent. Les granites ont des teneurs en TiO_2 remarquablement faibles, de même que leurs proportions en minéraux mafiques.

Chacun des faciès a une courbe de distribution du TiO_2 qui le caractérise et les relations génétiques entre les faciès Riddell et Brissin demeurent visibles.

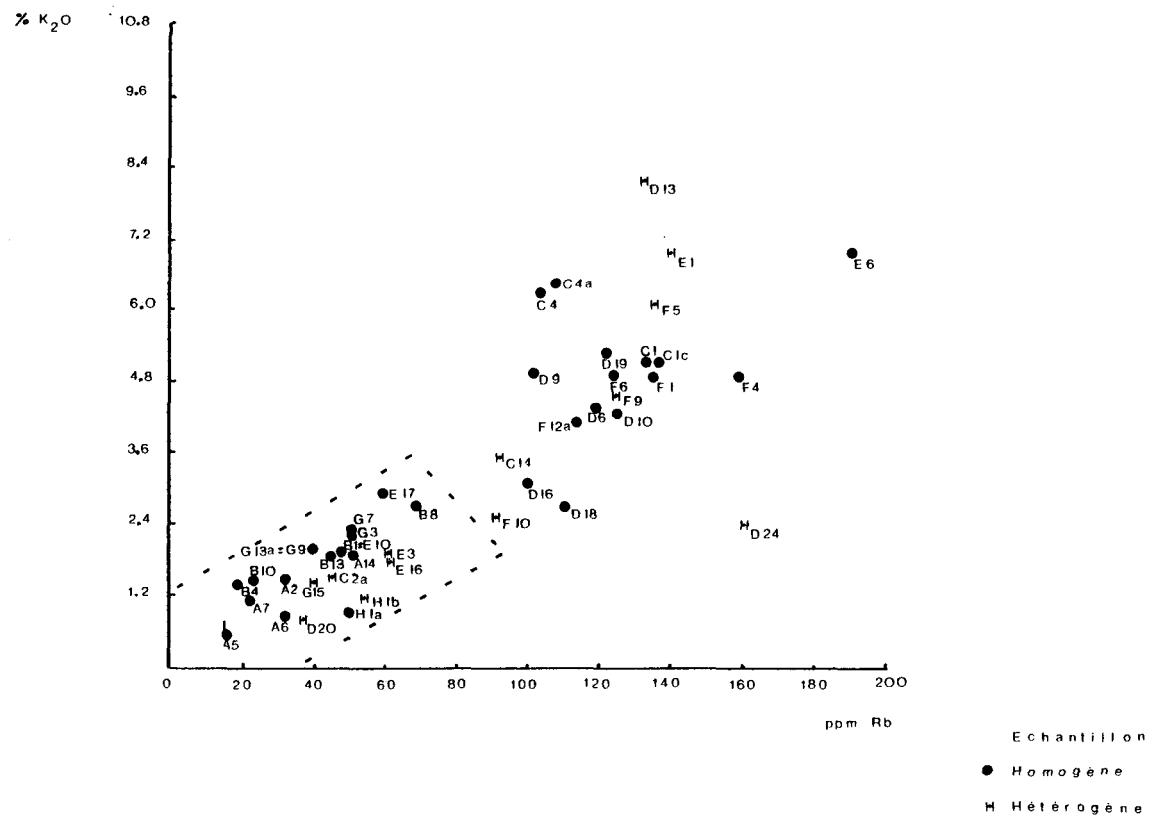


Figure 13: Diagramme K_2O vs Rb.

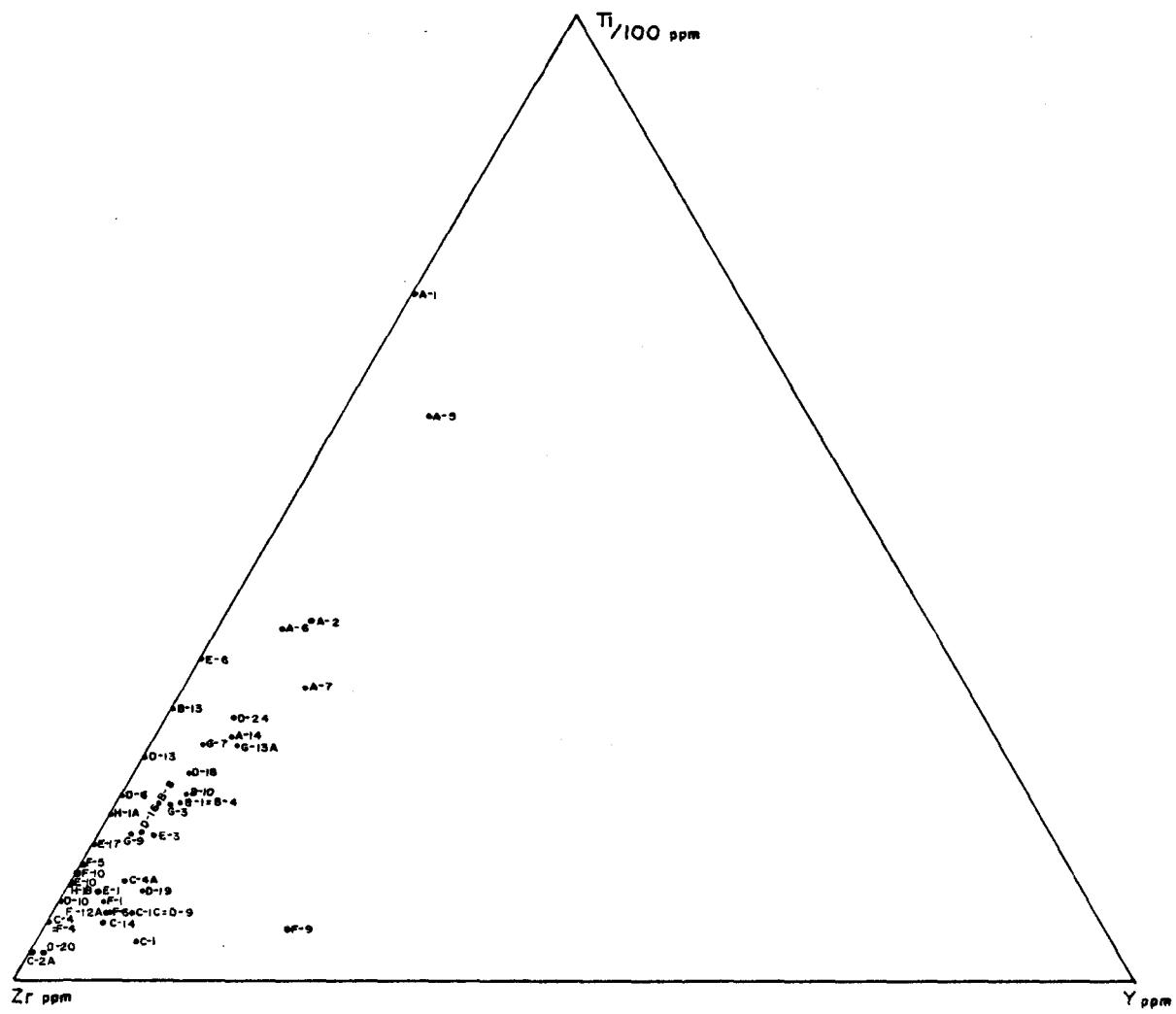


Figure 14: Diagramme Ti/100 - Zr - Y.

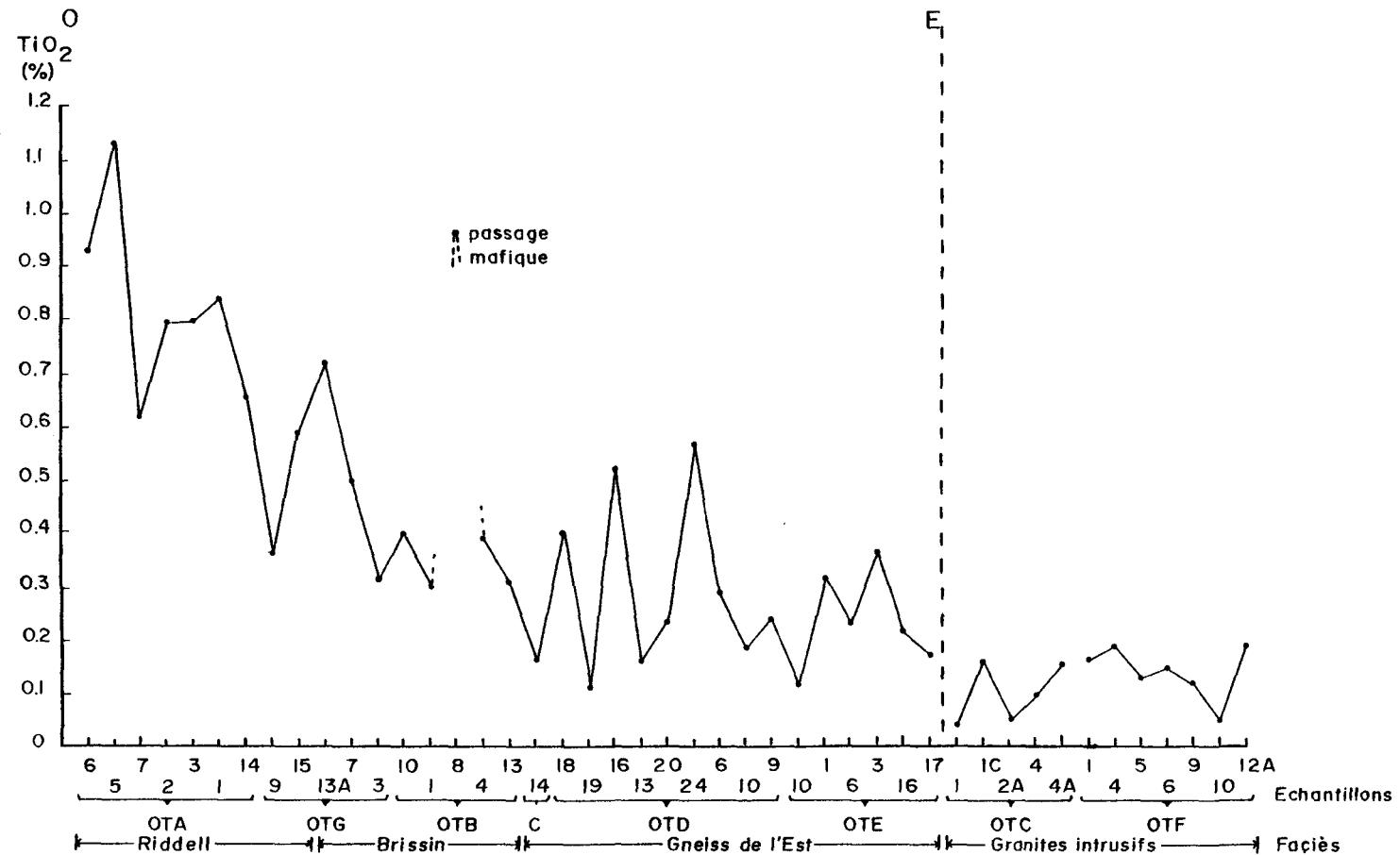


Figure 15: Distribution du TiO_2 de l'ouest (O) à l'est (E) dans les faciès Riddell, Brassin et Gneiss de l'Est et aléatoirement dans les granites intrusifs.

3.4 Coefficients de corrélations

Deux tableaux de coefficients de corrélation sont présentés. Le premier est fait à partir des données des faciès Riddell et Brissin (tableau 6). Le second est fait à partir des données du faciès Gneiss de l'Est et des granites, qui sont la cause du métasomatisme des gneiss (tableau 7).

A partir de ces deux tableaux, certaines particularités ressortent. Les principales sont les suivantes:

1) Le Na_2O montre surtout de bonnes corrélations dans le tableau des tonalites. Il suit le SiO_2 avec un coefficient de 0.76 et varie de façon inverse au Fe total avec un coefficient de -0.83, au MgO avec -0.87, au MnO avec -0.82 et au CaO avec -0.83. De plus le SiO_2 varie de façon inverse au Fe total avec un coefficient de -0.93, au MgO avec -0.87, au MnO avec -0.87 et au CaO avec -0.86. L'ensemble de ces coefficients peut être interprété en considérant la régularité de la calcicité des plagioclases déterminée par l'analyse modale. Les teneurs en Fe total, MgO , MnO et CaO sont surtout contrôlées par les amphiboles et l'assemblage biotite-épidote, tandis que les teneurs en Na_2O et SiO_2 sont surtout contrôlées par le plagioclase. Les bonnes relations inverses entre l'ensemble Na_2O et SiO_2 et l'ensemble Fe total, MgO , MnO et CaO doit refléter des relations inverses entre la proportion du plagioclase et des minéraux mafiques.

Il est à remarquer que dans la norme, les relations entre les minéraux ne sont pas les mêmes. Les facteurs suivants sont importants: la régularité de la teneur en Al_2O_3 dans les tonalites (cf. tableau B-1) et les minéraux mafiques des échantillons contiennent du Al_2O_3 . Une abondance de minéraux mafiques dans un échantillon entraîne l'abondance de CaO disponible, d'où dans le calcul de la norme: formation de plagioclase calcique jusqu'à épuisement du Al_2O_3 et l'excédent de CaO forme du diopside, c'est le cas du faciès Riddell. Par contre, une faible proportion des minéraux mafiques dans un échantillon entraîne moins de CaO disponible d'où dans le calcul de la norme: formation de plagioclase moins calcique car épuisement du CaO , l'excès de Al_2O_3 forme du corindon et l'absence de diopside, c'est le cas du faciès Brissin.

2) Le K_2O montre ses meilleurs coefficients de corrélation dans le tableau 7. Il varie de façon inverse au CaO avec un coefficient de -0.67

Tableau 6: Coefficients de corrélation, faciès Riddell et Brissin

	P.A.F	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{Tot.}	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Rb	Sr	Ba	Zr	Pb	U	Th	Y	La	Ce
P.A.F.	1	-.59		-.50						0.53										
SiO ₂		1		-.93	-.87	-.86	0.76		-.78	-.87										
Al ₂ O ₃			1																	
Fe _{Tot.}				1	0.90	0.85	-.83		0.80	0.97										
MgO					1	0.82	-.87		0.51	0.91		-.56	-.55							
CaO						1	-.83	-.55	0.64	0.77			-.70							
Na ₂ O							1	(0.36)	-.50	-.82			0.54							
K ₂ O								1		0.75			0.67							
TiO ₂									1	0.72						0.54				
MnO										1		-.65	-.54							
Rb											1		0.50	0.57						
Sr												1								
Ba													1	0.57						
Zr														1			0.54			
Pb															1					
U																1				
Th																	1			
Y																		1		
La																		1	0.92	
Ce																			1	

Remarques: Les coefficients entre -0.5 et 0.5 n'ont pas été inscrits.

Tableau 7: Coefficients de corrélation, faciès Gourou et Gneiss de l'Est

	P.A.F	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{Tot.}	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Rb	Sr	Ba	Zr	Pb	U	Th	Y	La	Ce
P.A.F.	1	-.85		0.86	0.93				0.94	0.94										
SiO ₂		1	-.70	0.93	-.90	-.54			-.87	-.90										
Al ₂ O ₃			1	0.58	0.51	0.54														
Fe _{Tot.}				1	0.93	0.54			0.86	0.93										
MgO					1	0.61			0.91	0.98										
CaO						1	-.67			0.52										
Na ₂ O							1	-.82			-.71									
K ₂ O								1			0.83									
TiO ₂									1	0.93										
MnO										1										
Rb											1									
Sr												1								
Ba													1							
Zr													1	0.78	0.84	0.60				
Pb														1	0.64					
U															1	0.87	0.66			
Th																1	0.77			
Y																	1	0.57	0.57	
La																		1	0.99	
Ce																			1	

Remarques: Les coefficients entre -0.5 et 0.5 n'ont pas été inscrits.

et au Na_2O avec -0.82. Il ne montre pas de corrélation avec le SiO_2 , Fe total, MgO et MnO . Ce manque de cohésion doit surtout être causé par la métasomatose.

3) Le barium (Ba) marque un coefficient de corrélation de 0.67 et 0.77 avec le K_2O sur les tableaux 6 et 7. Les autres coefficients de corrélation du barium sont semblables à ceux du K_2O . Il est donc possible que le barium ait accompagné le K_2O lors du métasomatisme potassique.

4) Les coefficients de corrélation des éléments yttrium, thorium et uranium (Y, Th et U) sont surtout notables dans le tableau 7, des granitoïdes. Leurs teneurs sont trop faibles dans les tonalites pour montrer des corrélations avec d'autres éléments. Bien que l'uranium ait un coefficient de corrélation de 0.87 avec le thorium dans les granitoïdes, sa corrélation avec l'yttrium est moins bonne que celle entre l'yttrium et le thorium. Ceci est le reflet d'une plus grande mobilité de l'uranium par rapport au thorium et à l'yttrium.

5) Le lanthane (La) et le cérium (Ce) présentent toujours une très bonne corrélation entre eux. Du point de vue quantitatif, les deux éléments ont des teneurs constantes dans le faciès Riddell et plus variables dans le faciès Brissin. Dans le faciès Gneiss de l'Est, les teneurs sont encore plus variables mais le coefficient de corrélation demeure excellent.

3.5 Comparaisons géochimiques

Des comparaisons des moyennes géochimiques des faciès à l'étude avec celles de faciès de régions similaires sont faites. Au tableau 8a, la moyenne géochimique du faciès Riddell est comparée à celle du faciès tonalitique du pluton de Duxbury (Verpaelst, 1977). La chimie des deux faciès se ressemble malgré que les teneurs en Fe total, MgO et MnO du faciès Riddell soient légèrement supérieures.

Le tableau 8b compare la moyenne géochimique du faciès Brissin à celle des granodiorites du pluton de Duxbury et à celle des trondhjemites métamorphisées de la ceinture d'English River (Breaks et al., 1978). La chimie des trois faciès se ressemble.

Dans le tableau 8c, la moyenne géochimique du faciès Gneiss de l'Est est comparée à trois autres moyennes géochimiques qui sont: celle des pa-

Tableau 8: Comparaisons de moyennes géochimiques

% poids	Gneiss tonalitique (Verpaelst, 1977)	Faciès Riddell
SiO ₂	61.40	59.5
Al ₂ O ₃	16.65	15.9
TiO ₂	0.61	0.82
Fe Total	5.23	7.23
MnO	0.06	0.10
MgO	3.48	3.92
CaO	5.86	5.80
Na ₂ O	4.29	3.99
K ₂ O	1.44	1.23

a)

% poids	Granodiorite (Verpaelst, 1977)	Trondhjemite métamorphisée (Breaks et al., 1978)	Faciès Brissin
SiO ₂	61.62	69.30	65.7
Al ₂ O ₃	16.27	16.20	16.5
TiO ₂	0.64	0.43	0.50
Fe Total	4.81	2.74	4.02
MnO	0.06	0.03	0.05
MgO	3.77	1.07	1.89
CaO	5.60	3.67	2.77
Na ₂ O	4.41	4.67	5.23
K ₂ O	1.82	1.28	1.86

b)

Tableau 8: Comparaisons de moyennes géochimiques (suite)

% poids	Paragneiss (Verpaelst, 1977)	Unité 7 (Eade et Fahrig, 1971)	Paléosome de wacke (Breaks et al., 1978)	Faciès Gneiss de l'Est
SiO ₂	60.47	66.7	65.60	70.2
Al ₂ O ₃	17.97	16.4	15.80	14.96
TiO ₂	0.80	0.41	0.88	0.26
Fe Total	6.50	3.4	5.15	2.82
MnO	0.08	0.09	0.08	0.02
MgO	3.13	2.0	2.63	1.34
CaO	3.04	2.7	3.20	1.53
Na ₂ O	3.65	4.1	2.18	4.17
K ₂ O	2.88	2.92	1.79	3.62

c)

ragneiss du pluton de Duxbury, celle de l'unité 7 de la région 15 de Eade et Fahrig (1971) et celle des paléosomes des wackes de la ceinture d'English River. Il est à remarquer que la région 15 de Eade et Fahrig (1971) comprend le flanc nord du bassin Otish. Les paragneiss sont plus alumineux et plus mafiques que le faciès Gneiss de l'Est. L'unité 7, qui se compose de gneiss lités, de migmatites, de gneiss granitiques et d'enclaves d'amphibolites, correspond bien au faciès Gneiss de l'Est. La moyenne géochimique des paléosomes des wackes ressemble beaucoup à celle du faciès Gneiss de l'Est, en étant un peu plus riche en TiO_2 , $Fe_{tot.}$, MnO , MgO et CaO . Ces faibles différences seraient diminuées si la moyenne géochimique du faciès Gneiss de l'Est ne comportait pas de néosomes et de diatexites.

3.6 Discussion

L'étude géochimique montre que le faciès Brissin est génétiquement lié au faciès Riddell mais qu'il se distingue entre autre par sa norme, par le métasomatisme potassique plus important qu'il a subi et par sa courbe de distribution du TiO_2 . Le faciès Gneiss de l'Est, tout comme le faciès Brissin, contient généralement du corindon normatif et pas de diopside normatif. De plus il poursuit les patrons d'évolutions géochimiques des faciès Brissin et Riddell sur les diagrammes NKC et AB - AN - OR. Mais ces faits ne signifient pas que les gneiss sont de même origine que les faciès Riddell et Brissin. Les observations de terrain démontrent que les gneiss et les tonalites sont d'origine différente.

Bien qu'aucun xénolith ou minéral alumino-silicaté de métamorphisme n'ait été observé dans les gneiss, le contexte régional et la comparaison avec des régions similaires nous amènent à proposer que les roches du faciès Gneiss de l'Est sont des paragneiss. La bande de roches métavolcaniques entre les faciès Brissin et Gourou (cf. figure 19) permet d'envisager une origine volcano-sédimentaire. De plus les tonalites ont pu être érodées et fournir une partie du matériel nécessaire à la formation des paragneiss et ainsi marquer les affinités géochimiques notées avec le faciès Brissin.

CHAPITRE 4

MODELES GEOLOGIQUES

4.1 Terrains Archéens en général

Les faciès reconnus dans cette étude sont caractéristiques de l'Archéen. Ils sont comparables entre autres aux faciès de l'antiforme de Duxbury, situé dans la région de la rivière Eastmain-inférieure, décrite par Verpaelst (1977) et Verpaelst et al. (1979) et à ceux de la ceinture de gneiss de la sous-province d'English River, du nord-ouest de l'Ontario, décrite par Breaks et al. (1978) et Harris et Goodwin (1976).

Selon Harris et Goodwin (1976), la ceinture de gneiss d'English River comprend trois faciès principaux, percés par des granites tardifs. Le premier faciès est un gneiss tonalitique à enclaves d'amphibolite. La tonalite est composée de quartz, plagioclase, andésine à oligoclase, hornblende, biotite, cummingtonite et diopside, avec un peu de sphène, apatite et zircon. Il y a aussi quelques porphyroblastes de microcline résultant de métasomatisme. Ce premier faciès est similaire au faciès Ridgell et au gneiss tonalitique de l'antiforme de Duxbury. Ce dernier a une structure variant d'homogène à migmatitique et les grains sont de fins à grossiers. Le minéral mafique dominant est une amphibole et il y a des enclaves mafiques (Verpaelst et al., 1979). Le deuxième faciès d'English River est un gneiss trondhjemite ou granodioritique à enclaves d'amphibolite. Il est hétérogène, bien folié et composé de quartz, oligoclase, biotite et microcline. Ce faciès ressemble au faciès Brissin et aux gra-

nodiorites de l'antiforme de Duxbury, à l'exception qu'à ce dernier endroit l'amphibole demeure le minéral mafique dominant. Le troisième faciès est composé de métasédiments, métapélites et métawackes gneissifiés et migmatisés. Ceux-ci doivent correspondre aux paragneiss de l'antiforme de Duxbury et, en particulier les métawackes, au faciès Gneiss de l'Est. Tant qu'aux granites tardifs précités, ils sont comparables aux faciès Gourou et Deux Décharges.

Ces massifs de gneiss granitoïdes sont similaires à plusieurs autres. Selon Moorbath (1975) l'Archéen est caractérisé par deux types de terrains: des massifs de gneiss granitoïdes et des ceintures de roches vertes percées d'intrusions granitiques. D'après certaines observations de terrain d'Anhaeusser et al. (1969), faites en Afrique du Sud, et les études pétrologiques de Barker et Peterman (1974), les ceintures de roches vertes se sont déposées sur des socles de massifs tonalitiques. Les datations de ces roches varient d'une région à une autre mais les massifs tonalitiques sont toujours plus vieux que les ceintures de roches vertes.

Moorbath (1975) affirme que ces deux types de terrain ne représentent pas la croûte primaire. Les différentes hypothèses sur la composition de la croûte primaire sont résumées par Moorbath (1975), Glikson (1971 et 1972) et Anhaeusser et al (1969):

- 1 - croûte acide (sialique)
- 2 - croûte basique (simatique)
- 3 - croûte anorthositique
- 4 - nucléation d'une croûte granitique par différenciation géochimique du manteau.

Le début du modèle proposé (section suivante) est beaucoup plus jeune que la croûte primaire et n'est pas dépendant de l'une ou l'autre de ces hypothèses.

4.2 Modèle géologique proposé

Le modèle proposé fait parti d'un système de gneiss granitoïdes et de ceintures de roches vertes. Ce système englobe le socle du bassin Otish et l'antiforme de Duxbury, qui sont des gneiss granitoïdes. De plus il comprend la ceinture de roches vertes du lac Sakami (Mills, 1974) et la bande volcanosédimentaire Eastmain (Verpaelst, 1977 et Verpaelst et al., 1979).

Le modèle géologique proposé, schématisé à la figure 16, débute par un platonisme tonalitique d'origine inconnue. Ce platon contient des enclaves de migmatites tonalitiques et d'amphibolites de dimensions variables. Certaines de ces amphibolites sont des métavolcaniques. Cette lithologie implique une origine supracrustale. Ces enclaves peuvent être des reliques d'un cycle géologique plus vieux ou de même époque mais précoce.

En général la tonalite est homogène et massive. Le minéral mafique dominant est une amphibole, avec un peu de biotite. C'est le faciès Ridgell. Plusieurs générations de petits dykes et veines d'aplite, tonalite microgrenue, etc. recoupent le massif tonalitique.

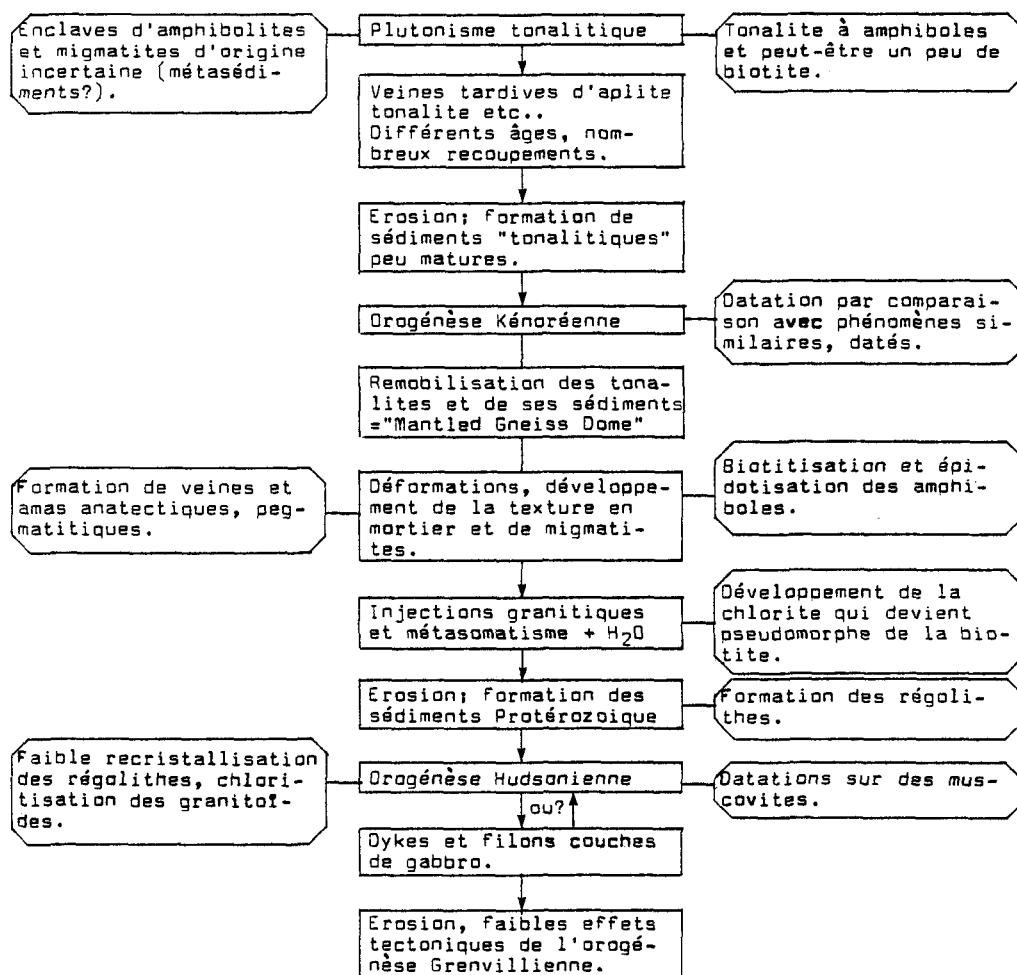
Ce massif et d'autres semblables, rendus en surface, subissent une érosion et participent à la formation de sédiments d'une composition tonalitique. Des éruptions volcaniques contribuent à la formation des sédiments. Des reliques de coulés volcaniques ont été préservées dans les zones d'amphibolites de la région du bassin Otish et dans la Série Tichéga-mie au sud-ouest (Chown, 1971b).

Par la suite, ces roches sont intensément marquées par l'orogénèse Kénoréenne. Les tonalites et les sédiments sont enfouis. Des contraintes de déformation orientent les structures majeures en direction est-ouest. Les tonalites deviennent partiellement plastiques et se mettent en place dans les métasédiments. ("Mantled Gneiss Dome"; Eskola, 1948 et Mehnert 1968). Cette remobilisation crée une texture en mortier dans la bordure extérieure du massif tonalitique et les amphiboles sont biotitisées. C'est la formation du faciès Brissin. Les sédiments sont gneissifiés et migmatisés et deviennent le faciès Gneiss de l'Est.

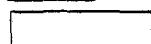
Des injections granitiques et pegmatitiques, accompagnées d'un front de métasomatisme potassique, se mettent en place à une phase tardive aux événements précités, mais encore Kénoréenne. Ce métasomatisme a dû chloritiser la biotite.

Ensuite ces roches subissent une érosion. Les régolithes et les sédiments protérozoïques se forment. Fryer (1972) donne un âge Rb/Sr sur roche totale, de 1787 ± 55 M.a. à la Formation Témiscamie du Groupe Mistasini, qui est équivalent au Groupe Otish. Les régolithes sont par la sui-

Modèle proposé pour l'évolution des granitoïdes du N-E du Bassin Otish.



Légende



: Événement.



: Succession d'événements.



: Information.



: Différents événements se produisant dans le même temps ou de façon continue.

Figure 16: Schéma du modèle proposé.

te partiellement recristallisés. Des muscovites furent datées par Rb/Sr à 1750 M.a. par Krogh, ce qui correspond à l'âge de l'orogénèse Hudso-nienne (Chown et Caty, 1973).

Ce métamorphisme Hudsonien a peut-être formé la chlorite de la deuxiè-me génération (cf. planche IIIb).

Les datations sur les dykes et filons-couches de gabbro indiquent que quelques-uns sont pré-Hudsonien et que d'autres sont possiblement post-Hudsonien (cf. chapitre 1).

Cet ensemble subit d'autres érosions et ensuite des effets de l'oro-génèse Grenvillienne. Des réseaux de failles (cf. chapitre 1) et le dé-veloppement d'une texture cataclastique dans le faciès Deux Décharges (cf. planche XIIIa) sont reliés au front Grenvillien.

4.3 Autres modèles possibles et datations comparatives

D'autres modèles peuvent être envisagés. Leur différence réside dans les relations entre le massif tonalitique, faciès Riddell et Bris-sin, et le faciès Gneiss de l'Est. Contrairement à un système de " Mantled Gneiss Dome ", il est possible que le massif tonalitique se mette en place dans le faciès Gneiss de l'Est lors d'un seul événement géologique. Ainsi ce massif tonalitique serait plus jeune que son encais-sant et le faciès Gneiss de l'Est serait d'origine inconnue. Ce pluto-nisme pourrait être pré-Kénoréen ou même du début de l'orogénèse Kénoréenne. Dans ces deux cas les relations géométriques demeurent les mêmes. De plus la formation du faciès Brissin ainsi que la suite des événements res-tent les mêmes que dans le modèle proposé (cf. section 4.2).

La datation des faciès permettrait de déterminer le modèle approprié. Des datations comparatives sont établies à partir des travaux de Verpaelst (1977) et de Krogh et al. (1976).

Le faciès Riddell est considéré de même âge que les gneiss tonaliti-ques de l'antiforme de Duxbury, daté, par Rb/Sr sur roche totale, à $2,930 \pm 170$ M.a. (Verpaelst, 1977). Une datation par U/Pb des zircons des mêmes gneiss tonalitiques donne un âge de $2,709 \pm 20$ M.a. (Brooks, communication personnelle).

Un âge d'environ 2,500 M.a., équivalent à l'âge de l'orogénèse Kénoréenne, fut établi, par Rb/Sr sur roche totale, sur les granodiorites, les paragneiss et les pegmatites blanches de l'antiforme de Duxbury (Verpaelst, 1977). Par analogie, les faciès Brissin et Gneiss de l'Est et les pegmatites blanches seront datés à 2,500 M.a.. Malgré que cette méthode donne des âges de métamorphisme, ceci permet de proposer que le faciès Riddell soit plus vieux que le faciès Gneiss de l'Est et que le faciès Brissin résulte d'une remobilisation de la bordure du massif tonalitique.

Les tonalites de la ceinture de gneiss de la sous-province d'English River, semblables au faciès Riddell, furent datées par Krogh et al. (1976). Un âge de $3,040 \pm 40$ M.a. fut déterminé à partir du rapport U/Pb des zircons. Ceci donne l'âge de formation. De plus les granites intrusifs et leurs pegmatites roses furent datés d'âge Kénoréen.

En conclusion, les datations des faciès similaires soutiennent, par analogie, le modèle proposé à la section 4.2

Des travaux, postérieurs, de datation des faciès de la région à l'étude permettraient de vérifier exhaustivement le modèle proposé. La détermination des âges de formation et de métamorphisme des différents faciès serait souhaitable.

CHAPITRE 5

POTENTIEL URANIFERE

5.1 Introduction

Une évaluation du potentiel uranifère des granitoïdes du flanc nord du bassin Otish a été faite dans le but d'estimer leur importance en tant que source possible pour les indices uranifères dans le bassin Otish. Une recherche de minéralisations uranifères dans les granitoïdes a aussi été faite.

5.2 Bruits de fond radiométriques

Des moyennes des bruits de fond radiométriques furent faites sur les différents faciès du flanc nord du bassin Otish. Les résultats sur les faciès Riddell et Brissin s'échelonnent entre 40 et 60 comptes par seconde (c.p.s.)¹. Ces tonalités semblent donc stériles.

Les bruits de fond sur le faciès Gourou dépassent couramment les 150 c.p.s., surtout dans les pegmatites. Des anomalies furent localisées dans des fractures, surtout dans les granites rouges (Planche XIV). Ce faciès a pu être une source d'uranium.

Le faciès Gneiss de l'Est a des bruits de fond atteignant 100 c.p.s., et environ 150 c.p.s. dans les pegmatites. Plusieurs anomalies atteignent

¹ Bruit de fond de l'instrument utilisé sur un terrain non radio-actif est de 40 à 60 c.p.s.

Planche XIV



Veine de pechblende-quartz-hématite dans des fractures tardives, dans le Gourou rouge. Notez les minéraux d'altération jaunes près du marteau, (Affl. OTC-1).

2,000 c.p.s., principalement dans les fractures remplies d'hématite. Ce faciès aussi a pu être une source pour la formation de minéralisations uranifères.

Les résultats du faciès Granite de l'Est sont comparables à ceux du faciès Gourou, mais ce faciès est trop peu étendu pour être important.

5.3 Indices connus

Plusieurs indices radio-actifs furent découverts, par des compagnies d'exploration, dans les roches sédimentaires du Groupe Otish et leurs équivalents du Groupe Mistassini et quelques-uns dans les granitoïdes archéens.

Les indices de type placer, syngénétiques, décrits par Caty (1976) résultent de concentrations de minéraux lourds, en particulier de monazite et zircon. Ces minéraux réfractaires sont sans intérêt pour l'exploitation, mais la recherche de placers constitués de minéraux uranifères non réfractaires demeure active. Par contre, certaines minéralisations d'uranium furent observées, par exemple des concentrations d'uranium dans le bassin Papaskwasati du Groupe Mistassini. Elles sont de type épigénétique; ce sont des précipités chimiques (Caty, 1976).

Les indices uranifères des granitoïdes sont de type veine (cf. planche XIV). Celles-ci sont remplies de quartz, hématite et pechblende.

5.4 Les régolithes

L'étude des régolithes est importante pour l'exploration d'uranium puisque sous certaines conditions, ces paléosols peuvent concentrer l'uranium. Les gisements de type Athabaska en Saskatchewan sont des exemples de régolithes minéralisés (Hoeve et Sibbald, 1978).

Les deux régolithes étudiés, un sur le faciès Brissin et l'autre sur le faciès Gneiss de l'Est, sont principalement composés de plagioclase altéré en argiles, de quartz frais, de quelques restes de biotite et de minéraux réfractaires préservés. Le métamorphisme Hudsonnien a engendré la recristallisation de muscovites. Caty (1976) a reconnu les variétés d'argile suivantes: kaolinite, illite et smectite dans les régolithes de la région du bassin Papaskwasati. Cette région est légèrement au sud-ouest et corrélative à la région du bassin Otish.

Le lanthane et le cérium sont appauvris dans les régolithes, comparativement à la roche fraîche. Herman (1970) affirme que la kaolinitisation cause des pertes en lanthane et cérium.

Le relevé radiométrique des deux régolithes (OTB-6 et OTD-3) n'a pas révélé d'enrichissement par rapport à la roche fraîche. Harris et Adams (1966) expliquent le comportement de l'uranium et du thorium face à la météorisation de la façon suivante: le thorium peut être enrichi puisqu'il est peu mobile, par contre l'uranium a un comportement plus variable. Il s'enrichit lorsqu'il est contenu dans des minéraux réfractaires et, lorsqu'il est moins lié chimiquement, il s'enrichit surtout si le milieu est réducteur. Caty (1976) a obtenu des rapports de Th/U très élevés, jusqu'à 20/1 dans les régolithes de la région du bassin Papaskwasseti. Selon Fahrig et al. (1967), le rapport Th/U commun des roches supracrustales continentales est de 3/1 à 4/1 et le rapport moyen des granitoïdes Archéens de faciès métamorphique amphibolite est de 8.4/1 au Nouveau-Québec. Ce haut rapport Th/U des régolithes serait le reflet d'un milieu oxydant (Adams et Weaver, 1958).

Un tel milieu diminue la possibilité de formation de dépôts syngénétiques dans les sédiments détritiques. Selon Gabelman (1971) la majorité des dépôts uranifères dans les sédiments terrigènes sont de type épigénétique.

5.5 Intérêts des faciès Gourou et Gneiss de l'Est

Parmi tous les faciès de granitoïdes du flanc nord du bassin Otish, les faciès Gourou et Gneiss de l'Est sont ceux qui présentent les plus fortes anomalies de radioactivité. Le faciès Gourou a des bruits de fond qui sont régulièrement élevés, mais ceux du faciès Gneiss de l'Est sont plus variables. Les plus hauts bruits de fond de ce dernier faciès sont surtout sur les parties granitisées.

Les forts bruits de fond radiométriques de ces deux faciès sont en grande partie contrôlés par leur contenu de potasse. L'analyse de la teneur en uranium des différents échantillons a révélé des résultats décevants, mais l'analyse de la teneur en thorium a donné des valeurs supérieures. La figure 17 présente la distribution de la teneur en thorium des échantillons des granitoïdes du flanc nord du bassin Otish, à l'exception

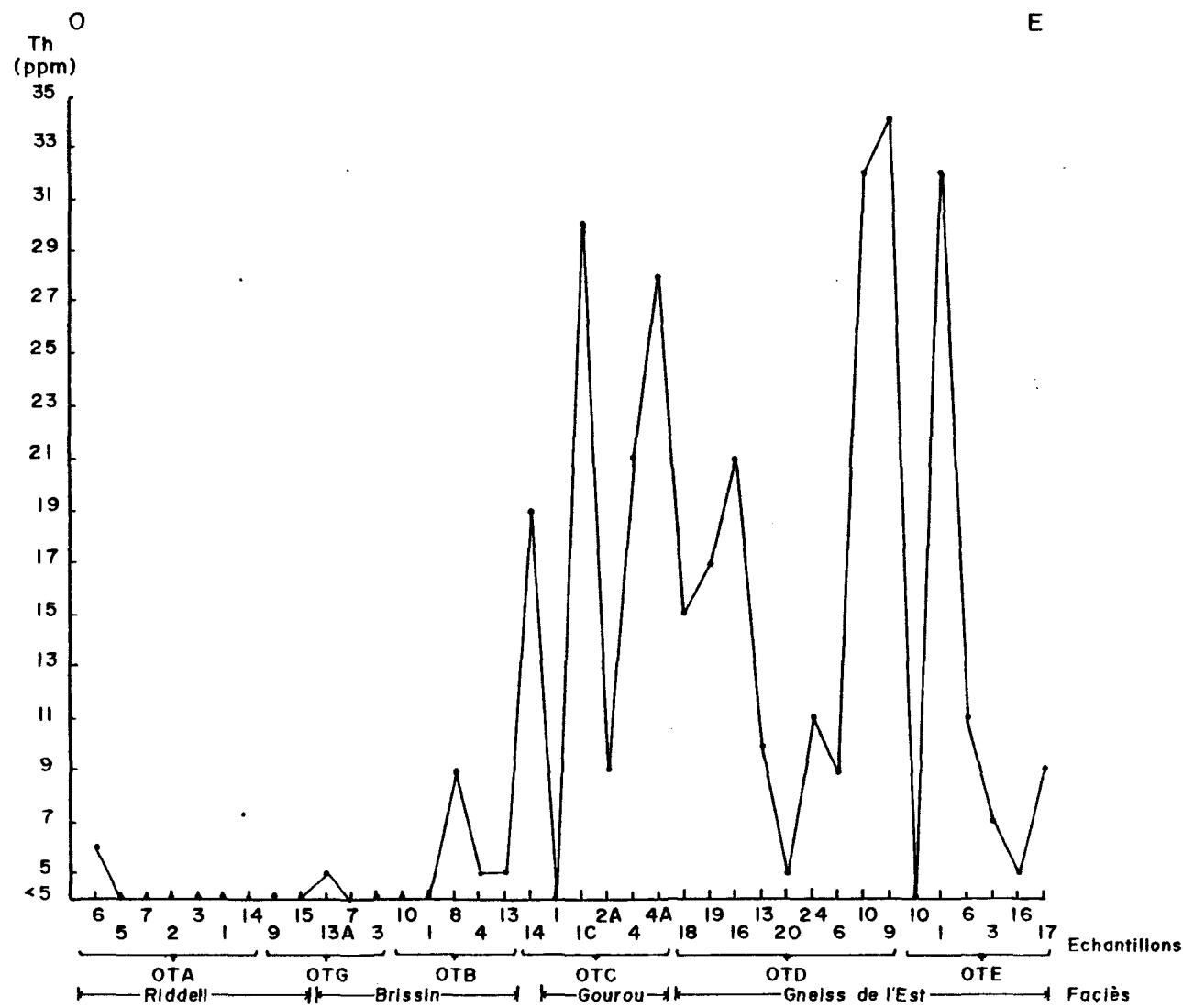


Figure 17: Distribution du thorium (Th) de l'ouest (O) à l'est (E) dans les façies du flanc nord du bassin Otish.

de ceux provenant d'enclaves ou d'intrusions tardives. Considérant qu'à l'état primaire l'uranium et le thorium sont très liés et que l'uranium est très mobile, il devient donc possible que la courbe de distribution du thorium soit une relique approximative de la distribution primaire de l'uranium. Ainsi le faciès Gourou et certaines parties du faciès Gneiss de l'Est auraient pu avoir eu, à un certain moment, des teneurs de fond élevées en uranium.

D'autres hautes teneurs furent aussi notées dans des compositions moins potassiques du faciès Gneiss de l'Est. Celles-ci peuvent être des reliques de concentrations de minéraux lourds, si l'hypothèse d'une origine sédimentaire est correcte.

Le faciès Gneiss de l'Est présente certaines analogies avec la Série Laguiche. Cette Série de paragneiss est d'ailleurs reconnue comme étant une source des concentrations secondaires d'uranium dans le bassin protérozoïque Sakami.

5.6 Comparaisons entre le faciès Gneiss de l'Est et la Série Laguiche

Les gneiss de la Série Laguiche sont comparés aux gneiss du faciès Gneiss de l'Est dans le but de savoir si l'exploration d'uranium faite dans cette Série peut servir de guide pour l'exploration dans le faciès Gneiss de l'Est.

La Série Laguiche se situe dans une région au nord-ouest du bassin Otish et légèrement au sud de la rivière La Grande. Elle contient surtout des gneiss à biotite, généralement composés de 35% de quartz, 25% de plagioclase et 35% de biotite, avec quelques gneiss amphibolitiques et des amphibolites. Ces roches sont localement migmatisées et ont formé des lentilles de granite anatectiques et des pegmatites associées. Cette Série est d'origine volcano-sédimentaire. Les anomalies de radioactivité sont surtout localisées dans les granites et pegmatites anatectiques (Groupe Minier S.E.S., 1979). De plus l'indice Sakami, dans la Série Laguiche est un gisement uranifère de type conglomératique (Robertson, 1974). Cette Série a été partiellement érodée et a participé à la formation de sédiments détritiques protérozoïques, le Sakami (Groupe Minier S.E.S., 1979).

Bien que ces caractéristiques soient comparables à celles du faciès Gneiss de l'Est, ces roches ne sont pas de même âge. La Série Laguiche est en discordance sur l'Archéen et est datée de l'Aphébien inférieur (Groupe Minier S.E.S., 1979). D'après la carte géologique de Eade (1966), au 1:1,000,000, la Série Laguiche fait partie de l'unité 3 tandis que le faciès Gneiss de l'Est correspond à l'unité 5. Seul la région du lac Barou, abondante en pegmatites granitiques, fait partie de l'unité 3; ce qui peut être une erreur due à l'échelle de la cartographie.

La Série Laguiche et son contenu en uranium n'ont pas subi la même histoire géologique que le faciès Gneiss de l'Est donc: les travaux d'exploration d'uranium qui ont été faits en relation avec la Série Laguiche ne peuvent pas servir exhaustivement de modèle pour l'exploration d'uranium reliée au faciès Gneiss de l'Est.

5.7 Discussion

Les granitoïdes du flanc nord du bassin Otish ont pu fournir deux sources à la formation de minéralisations uranifères dans la région du bassin Otish. L'une des sources était constituée de hautes teneurs de fond et l'autre, d'anomalies locales. Les hautes teneurs de fond en thorium dans le faciès Gourou et dans les parties granitisées du faciès Gneiss de l'Est peuvent refléter d'anciennes hautes teneurs de fond en uranium. Les anomalies locales du faciès Gneiss de l'Est peuvent provenir de concentrations de minéraux lourds, si l'hypothèse d'une origine sédimentaire est exacte.

Le métamorphisme qui a gneissifié et migmatisé le faciès Gneiss de l'Est a pu remobiliser une partie de son contenu en uranium par la circulation de fluides métamorphiques (Heier et Adams, 1965).

L'étude des régolithes a révélé que surtout les minéralisations de type épigénétique devraient être prospectées dans le bassin Otish. Des composés d'uranium ont pu précipiter dans des carbonates, des boues de failles, diaclases, etc. (Caty, 1976).

Les indices uranifères dans les granitoïdes sont de type veine et sont généralement situés à des endroits où il semble y avoir eu d'anciens chenaux protérozoïques. Ceci préconise une origine épigénétique par fluides descendants dans les failles, diaclases, etc.

CONCLUSION

Les granitoïdes du flanc nord du bassin Otish font partie d'un cadre, commun à l'Archéen, composé de roches granitoïdes et de ceintures de roches vertes.

Le massif tonalitique comprend deux faciès: Riddell au centre et Brissin en bordure. Les différences entre ces deux faciès proviennent d'effets tardifs ayant affectés la bordure du massif; développement de texture en mortier et biotitisation des amphiboles. Les enclaves de gneiss tonalitiques à grains fins dans le faciès Brissin révèlent le caractère intrusif du massif tonalitique dans le faciès Gneiss de l'Est. Des granites ont par la suite percé ces faciès et les ont localement granitisés par métasomatisme potassique. Le microcline dans le faciès Gneiss de l'Est contient des reliques de textures anciennes prouvant l'origine métasomatique de ce minéral.

La datation par analogie avec des faciès datés soutient un modèle géologique comportant un massif tonalitique plus vieux que le faciès Gneiss de l'Est. Lors de l'orogénie Kénoréenne, les tonalites furent remobilisées et se mirent en place dans le faciès Gneiss de l'Est. La bordure du massif tonalitique est devenue différente du centre, ce fut la formation du faciès Brissin. Les granites intrusifs et le métasomatisme potassique sont aussi d'âge Kénoréen, légèrement tardifs aux remobilisations des autres faciès.

Des analyses de datation sur tous les faciès permettraient de vérifier le modèle proposé. Deux types de datation seraient nécessaires, une sur roche totale pour donner un âge métamorphique des faciès et l'autre sur des minéraux réfractaires pour donner un âge de formation.

Du point de vue potentiel uranifère, les faciès Gourou et Gneiss de l'Est ont pu servir de sources pour la formation de dépôts au Protérozoïque, si leur contenu en uranium ne fut pas trop remobilisé avant.

Le contenu en uranium non compris dans des minéraux réfractaires, de ces granitoïdes, a eu peu de chances d'être concentré mécaniquement lors de la formation des sédiments détritiques protérozoïques, puisque le milieu était oxydant. Par contre des dépôts de type épigénétique furent observés (Caty, 1976). Plusieurs autres granitoïdes plus au nord ont pu aussi servir de source uranifère.

Les conditions physico-chimiques de la précipitation des composés d'uranium peuvent être connues en faisant des études d'inclusions fluides (Gabelman, 1977).

APPENDICE A

Méthode d'analyse par fluorescence X à excitation radioisotopique

Les éléments traces, à l'exception de l'U, le Th et le Pb, furent analysés au laboratoire Van de Graaff de l'Université Laval, à l'aide d'un montage de fluorescence X à excitation radioisotopique de marque ORTEC.

A.1 Principe de base de l'analyseur

Les échantillons sont irradiés par des photons issus d'une source radioactive annulaire. La radiation est préférentiellement absorbée par les couches atomiques K, L ou M des éléments lourds où elle crée des vacances d'électrons. Par la suite ces atomes émettent des rayons X caractéristiques dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des éléments en jeu. Le détecteur à l'état solide Si (Li)吸orbe ces rayons X et il produit un signal proportionnel à leur énergie, en distinguant les événements successifs. Après amplification et mise en forme, les signaux sont accumulés dans un analyseur multicanaux. Le schéma du système d'analyse est reproduit à la figure A-1 (Kish et al., 1979).

A.2 Préparation des échantillons

Environ 5 g d'échantillon, broyé à 100-150 mesh, est nécessaire. Cette poudre est placée dans une capsule de plastique de 2 cm de diamètre, cellée avec un film de plastique maintenu en place par un ruban élastique. Une compaction minimale est nécessaire pour produire une couche continue au-dessus du film de plastique. Elle est obtenue par de simples faibles chocs répétés. Les photons incidents et sortants de l'échantillon sont rapidement atténués dans celle-ci et ainsi moins que $1g/cm^2$ de matériel est analysé effectivement. Comme la distance totale source-échantillon-détecteur est environ 3 cm, même un facteur de 2 dans la densité de l'échantillon n'amène que peu de changement dans les angles solides en jeu.

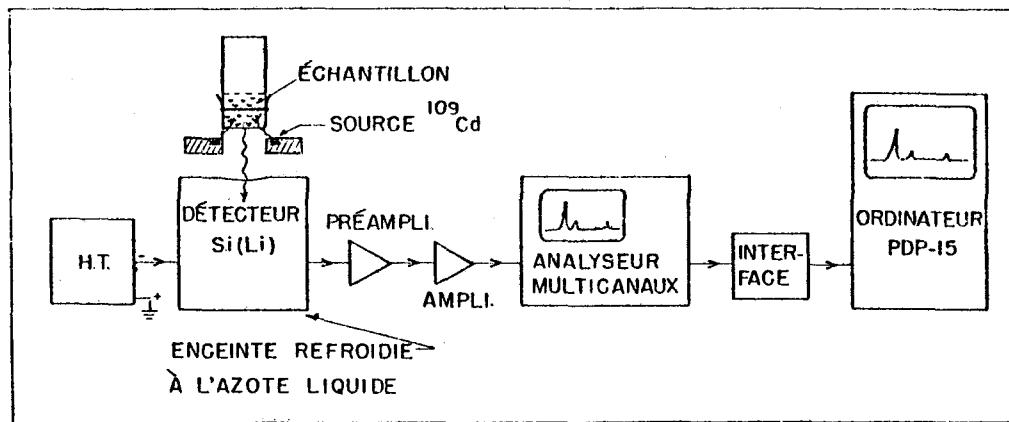


Figure A-1: Schéma du système de fluorescence-x à excitation radioisotopique (d'après Kish et al. (1979)).

La fluorescence de plusieurs éléments lourds peut être considérée indépendante jusqu'à une teneur d'environ 1% en poids. Pour des concentrations plus élevées, l'atténuation du milieu augmente et de plus, les rayons caractéristiques d'un élément peuvent être préférentiellement réabsorbés par d'autres, ce qui fausse le résultat d'analyse. Une dilution dans une matrice connue devient nécessaire. Une approche plus puissante serait de tenir compte directement de l'absorption atomique de chaque élément constituant.

A.3 Sources radioactives

A priori l'on peut fabriquer des sources variées pour l'analyse préférentielle d'un élément avec un seuil de détection d'environ 1 ppm. Cependant, les sources commercialement disponibles sont utiles pour certains groupes d'éléments de numéro atomique voisin. Le tableau A-1 résume les propriétés des sources courantes ainsi que la limite de détection des éléments que l'on peut obtenir. Dans la présente étude les sources utilisées étaient le Cd¹⁰⁹, d'une activité de 5 mCi et l'Am²⁴¹, d'une activité de 100 mCi. Pour atteindre les limites de détection du tableau A-1, un temps d'irradiation de 800 secondes était nécessaire dans le cas de la source Cd¹⁰⁹ de faible activité et de 400 secondes dans le cas de l'Am²⁴¹. L'analyseur déterminait la durée totale de la mesure en fonction du temps mort du système, environ 5% pour la source de cadmium et 15% pour celle de l'américium.

A.4 Analyse des spectres accumulés

Un spectre à dispersion d'énergie est produit en échelle logarithmique à la figure 2. Les éléments plus légers (première colonne sous la rubrique " Limite de détection..." du tableau A-1) y sont représentés par leurs lignes K_α et K_β dont le rapport d'intensité est environ 7; comme l'exemple du fer et du zirconium le montre. Les éléments lourds (deuxième colonne sous la rubrique " Limite de détection..." du tableau A-1) peuvent être identifiés par leurs lignes L_α et L_β d'intensité comparable, tel qu'illustré par le cas du plomb. Dans ce domaine d'énergie, l'analyse du spectre exploite le

Tableau A-1: Propriétés des sources radioisotopiques

Isotope	Demi-vie (années)	Energie d'émission des photons	Désintégration (%)	Limite de détection estimé pour divers groupes d'élé- ments ppm (_Z Symbole)
Fe ⁵⁵ a	2.7	5.9 keV raies K de Mn	26	30(P ¹⁵) à 3(Cr ²⁴) et 150(Ru ⁴⁴) à 15(Cs ⁵⁵)
Pu ²³⁸	86.4	12-17 keV raies L de U	10	50(Mn ²⁵) à 6(Ge ³²) et 200(Nd ⁶⁰) à 25(Ta ⁷³)
Cm ²⁴⁴	17.6	14-19 keV raies L de Pu	13	30(Co ²⁷) à 4(Se ³⁴) et 150(Gd ⁶⁴) à 20(Pt ⁷⁸)
Cd ¹⁰⁹ a	1.24	22.1 keV raies K de Ag 87.7 keV gamma	107 4	20(Se ³⁴) à 3(Mo ⁴²) et 60(Pb ⁸²) à 10(U ⁹²)
I ¹²⁵	.164	27.2 keV raies K de Te 35.5 keV gamma	100 100	4(Zr ⁴⁰) à 0.5(Ag ⁴⁷)
Am ²⁴¹ a	458	59.6 keV gamma 29.4 keV gamma	36 40	80(Cd ⁴⁸) à 6(Ce ⁵⁸)
Gd ¹⁵³	.66	103 keV gamma 97 keV gamma 70 keV gamma 41 keV raies K de Eu	20 30 2.6 110	25(Ce ⁵⁸) à 2(Ta ⁷³)
Co ⁵⁷	.74	136 keV gamma 122 keV gamma 14.4 keV gamma 6.4 keV raies K de Fe	11.1 85.2 9.7 51	25(Ta ⁷³) à 0.1(U ⁹²)

a)

Sources disponibles au Laboratoire Van de Graaff.

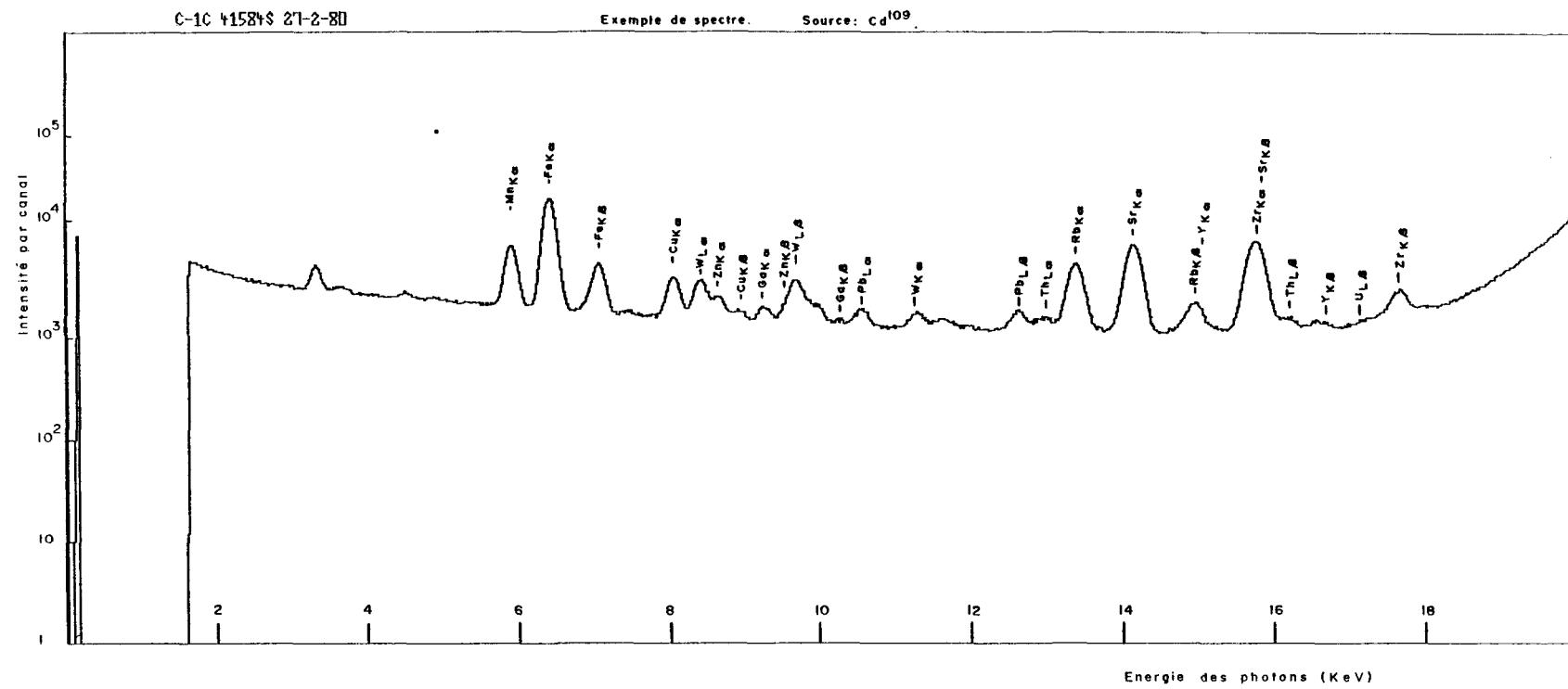


Figure A-2: Exemple de spectre.

fait que certains éléments sont absents de l'échantillon, ou en quantité non détectable: As, Kr, Hg, Tl, Bi, Po etc. L'ordinateur PDP-15 traite l'intensité des pics de fluorescence du spectre pour en révéler des éléments présents et leurs teneurs, en ppm. Ce traitement fait intervenir les intensités observées à différentes énergies et le temps d'irradiation. Mais différentes corrections sont apportées avant; les bruits de fond sont pré-évalués, l'effet Compton (diffusion inélastique) est calculé et l'absorption de rayonnements secondaires est neutralisée grâce à des fenêtres établies lors d'essais avec des échantillons synthétiques. Les effets de surface, de liaisons chimiques, de dimension des grains et de matrice ont déjà été examinés, étudiés et remédiés dans les travaux de thèse de Touma (1975).

A.5 Discussion

Cette méthode a l'avantage d'avoir une bonne reproductibilité car elle est calibrée avec des standards synthétiques fiables et la source radioactive a une intensité qui varie de façon connue dans le temps. De plus une analyse qualitative peut se faire sur place presque instantanément.

APPENDICE B

Analyses chimiques et norme C.I.P.W..

Tableau B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs.

% Poids	<u>OTA-1</u>	2	3	5	6	7	14	<u>OTB-1</u>	4	8
SiO ₂	58,3	59,0	61,7	53,9	57,5	60,1	65,8	70,8	70,7	56,4
Al ₂ O ₃	16,4	16,4	15,7	17,2	16,5	13,6	15,8	15,1	15,4	19,4
MgO	4,04	3,32	3,32	4,28	4,18	5,42	2,90	1,02	1,06	3,04
CaO	6,35	5,40	5,85	8,00	6,75	5,40	2,89	1,18	2,22	2,48
Na ₂ O	4,46	3,80	3,96	3,64	4,76	3,46	3,84	5,98	5,84	5,38
K ₂ O	1,52	1,44	1,24	0,54	0,84	1,12	1,88	1,82	1,36	2,74
TiO ₂	0,83	0,80	0,80	1,13	0,93	0,62	0,65	0,30	0,39	0,96
MnO	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,14	0,07	0,03	0,03	0,09
Fe t en Fe ₂ O ₃	7,00	6,58	6,64	9,50	7,46	8,36	5,04	2,38	2,70	6,56
PAF (perte au feu)	1,27	1,52	0,71	0,65	0,95	1,41	1,49	0,87	0,81	2,48
<u>TOTAL:</u>	100,27	98,36	100,02	98,94	99,98	99,63	100,36	99,48	100,51	99,53

Tableau B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs (suite)

% Poids	<u>OTB-10</u>	12	13	<u>OTC-1</u>	1c	2a	4	4a	9	14
SiO ₂	66,6	51,4	54,0	76,0	73,3	77,6	73,0	71,2	75,6	74,4
Al ₂ O ₃	16,9	13,9	15,4	12,9	14,6	11,8	14,9	13,7	15,0	14,0
MgO	1,26	8,12	8,16	0,44	0,72	1,46	0,60	0,30	0,30	0,90
CaO	2,91	7,30	7,75	0,37	0,41	1,00	0,91	0,28	0,29	1,05
Na ₂ O	5,74	2,34	2,72	3,68	3,96	4,76	3,08	3,52	7,36	4,16
K ₂ O	1,45	0,89	1,77	5,20	5,20	1,68	6,24	6,44	0,85	3,57
TiO ₂	0,40	0,96	0,31	0,04	0,17	0,05	0,09	0,16	0,05	0,16
MnO	0,04	0,21	0,11	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Fe t. en Fe ₂ O ₃	3,26	12,1	7,72	0,38	1,24	1,14	0,78	3,72	0,30	1,40
PAF	0,72	2,08	2,21	0,66	0,99	0,84	0,69	0,45	0,67	0,68
TOTAL:	99,28	99,3	100,15	99,68	100,6	100,35	100,3	99,77	100,4	100,33

Tableau B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs (suite)

% Poids	<u>OTC-14a</u>	<u>14b</u>	<u>OTD-2a</u>	6	7	9	10	13	16	18
SiO ₂	52,7	63,4	74,0	68,3	73,9	72,0	70,0	71,6	64,0	66,8
Al ₂ O ₃	15,8	15,7	13,5	15,2	14,2	15,0	15,7	14,1	16,5	15,4
MgO	6,52	3,92	0,24	1,72	0,84	0,90	1,08	0,90	2,56	2,18
CaO	2,25	1,75	0,13	1,50	1,28	0,97	1,57	0,33	1,50	1,79
Na ₂ O	3,48	3,48	2,08	4,08	5,28	3,72	4,36	2,08	3,88	4,28
K ₂ O	2,36	3,16	9,44	4,37	1,34	4,91	4,08	8,16	3,10	2,76
TiO ₂	2,28	0,59	0,03	0,28	0,23	0,23	0,19	0,16	0,51	0,40
MnO	0,13	0,07	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,04
Fe t. en Fe ₂ O ₃	9,95	6,18	0,24	2,88	0,86	1,72	1,86	1,50	6,02	4,74
PAF	3,58	1,71	0,21	0,90	0,95	0,72	0,83	0,76	1,88	1,03
<u>TOTAL:</u>	99,05	99,96	99,87	99,26	98,89	100,18	99,69	99,60	100,00	99,42

Tableau B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs (suite)

% Poids	<u>OTD-19</u>	20	21	24	<u>OTE-1</u>	3	6	10	14	16
SiO ₂	71,6	74,0	69,6	63,4	68,9	67,8	73,7	71,0	70,9	72,2
Al ₂ O ₃	15,3	14,3	14,3	16,2	15,1	14,9	13,6	15,2	14,2	15,3
MgO	0,92	1,36	0,90	3,14	0,96	2,30	0,52	0,96	0,44	0,90
CaO	0,74	2,00	0,28	2,35	1,03	2,57	0,36	2,77	1,02	1,78
Na ₂ O	3,68	4,72	2,64	4,12	2,87	4,40	3,60	5,06	3,48	6,04
K ₂ O	5,32	0,85	8,60	2,97	6,98	1,97	6,98	2,08	6,00	1,91
TiO ₂	0,11	0,23	0,13	0,56	0,32	0,36	0,22	0,16	0,10	0,22
MnO	0,01	0,02	<0,01	0,05	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Fe t. en Fe ₂ O ₃	1,50	1,84	1,18	6,22	2,36	3,80	1,48	0,94	1,20	1,59
PAF	0,92	0,90	0,73	1,28	0,86	1,18	0,85	0,57	0,88	0,80
<u>TOTAL:</u>	100,1	100,22	98,36	100,29	99,39	99,31	101,31	98,74	98,22	100,6

Tableau B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs (suite)

% Poids	<u>OTE-17</u>	<u>OTF-1</u>	4	5	6	9	10	12a	<u>OTG-3</u>	6
SiO ₂	73,8	71,2	71,7	71,4	73,4	76,4	77,3	71,6	69,4	74,5
Al ₂ O ₃	13,6	14,7	14,6	14,2	14,0	11,7	12,4	14,9	15,3	13,3
MgO	0,78	0,88	0,88	0,96	0,66	0,48	0,42	0,90	1,46	0,72
CaO	1,31	1,47	0,76	0,95	0,34	0,83	0,67	0,71	1,08	2,37
Na ₂ O	4,08	3,47	3,96	3,18	4,36	3,20	4,92	4,12	5,98	5,02
K ₂ O	2,88	4,98	4,88	6,10	5,06	4,60	2,46	4,11	1,94	1,04
TiO ₂	0,18	0,17	0,18	0,13	0,15	0,12	0,05	0,19	0,32	0,18
MnO	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,02
Fe t. en Fe ₂ O ₃	1,96	1,58	1,82	1,88	0,83	2,88	0,68	1,72	3,04	1,80
PAF	1,03	0,94	1,11	1,10	1,57	0,65	0,90	0,84	1,30	0,33
TOTAL:	99,63	99,4	99,89	99,9	100,37	100,87	99,8	99,09	99,85	99,28

Tableau B-1: Analyses chimiques, éléments majeurs (suite)

% Poids	<u>OTG-7</u>	8	9	10	13A	15	<u>OTH-1A</u>	1B
SiO ₂	60,9	64,3	67,7	71,1	63,0	65,7	71,2	69,1
Al ₂ O ₃	18,1	17,4	16,0	15,4	15,6	17,6	15,4	14,5
MgO	2,68	1,78	1,58	0,58	3,02	1,30	1,12	0,92
CaO	5,35	4,20	3,25	1,21	3,65	3,65	2,35	1,59
Na ₂ O	4,08	4,66	4,76	6,06	4,08	5,27	4,90	5,10
K ₂ O	2,02	1,78	1,57	2,09	2,00	1,35	0,99	1,24
TiO ₂	0,50	0,51	0,37	0,11	0,76	0,59	0,23	0,23
MnO	0,06	0,04	0,04	0,01	0,09	0,03	0,01	0,02
Fe t. en Fe ₂ O ₃	4,82	3,98	3,46	1,42	5,90	3,22	2,58	6,44
PAF	1,25	1,48	1,32	0,83	1,74	0,83	0,96	0,87
<u>TOTAL:</u>	99,76	100,13	100,05	98,81	99,84	99,54	99,74	98,89

Tableau B-2: Analyses chimiques, éléments en traces

ppm	<u>OTA-1</u>	2	3	5	6	7	14	<u>OTB-1</u>	4	8	10	12	13	<u>OTC-1</u>	1C	2A	4	4A	9
Rb	0	33	0	16	32	22	51	47	18	68	23	16	45	133	137	46	104	108	34
Cs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	9	
Sr	66	272	48	243	218	113	188	235	314	178	354	78	194	189	187	132	314	177	72
Ba	192	330	285	139	174	215	347	346	333	820	447	205	252	781	853	246	1719	1595	104
Zr	20	71	0	39	89	73	105	78	96	255	95	39	48	46	125	89	72	85	47
Pb	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	14	23	70	40	23	11
U	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	3	0	10
Th	0	0	0	0	6	0	0	0	5	9	0	0	5	0	30	9	21	28	17
Y	0	11	0	0	9	13	10	6	8	14	7	12	0	5	10	0	0	5	36
La	0	15	15	14	14	11	10	10	19	43	0	0	12	0	33	0	15	18	14
Ce	36	33	31	33	40	38	25	24	36	98	0	0	24	0	71	0	26	24	24

Tableau B-2: Analyses chimiques, éléments en traces (suite)

ppm	<u>OTC-14</u>	14A	14B	<u>OTD-2A</u>	6	7	9	10	13	16	18	19	20	21	24	<u>OTE-1</u>	3	6
Rb	92	75	107	172	119	45	102	124	133	100	111	122	35	170	160	140	59	189
Cs	0	10	13	0	0	8	0	0	0	0	8	0	11	0	11	0	7	0
Sr	243	118	219	226	292	119	148	209	227	202	234	214	248	215	230	336	371	110
Ba	797	238	571	1725	858	131	630	669	1922	485	374	1006	109	2035	184	2375	475	575
Zr	119	100	81	5	72	827	180	129	27	167	87	66	444	19	83	194	116	27
Pb	38	0	27	37	23	87	34	28	35	30	18	31	24	31	9	26	11	23
U	0	0	6	0	0	47	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Th	19	5	5	0	9	430	34	32	10	21	15	17	5	0	11	32	7	11
Y	7	11	10	0	0	48	16	0	0	6	6	6	6	8	7	8	7	0
La	29	0	15	0	10	38	47	41	0	37	29	0	20	0	25	42	19	0
Ce	61	12	33	0	37	0	106	84	15	75	60	37	31	0	49	124	36	27

Tableau B-2: Analyses chimiques, éléments en traces (suite)

ppm	<u>OTE-10</u>	14	16	17	<u>OTF-1</u>	4	5	6	9	10	12A	<u>OTG-3</u>	6	7	8	9	10	13A
Rb	47	174	59	61	134	157	134	124	124	92	116	50	18	49	39	38	40	43
Cs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Sr	446	127	608	423	274	236	196	83	170	140	162	236	179	385	385	369	272	249
Ba	682	366	891	1514	994	897	1181	657	498	348	562	409	657	379	484	356	735	469
Zr	88	150	79	76	125	187	60	132	94	24	129	80	146	90	146	116	51	129
Pb	14	26	9	7	26	28	31	12	77	15	39	27	12	14	3	41	0	4
U	0	0	0	0	0	0	0	3	33	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Th	0	154	5	9	23	41	30	38	154	11	21	0	0	0	0	0	6	5
Y	0	37	0	0	6	0	0	8	27	0	7	5	0	6	7	6	0	15
La	0	171	0	0	0	43	0	32	80	10	18	14	32	0	0	17	0	17
Ce	0	434	0	0	27	107	41	87	202	19	44	31	87	0	16	37	0	38

Tableau B-2: Analyses chimiques, éléments en traces (suite)

	ppm	<u>OTG-15</u>	<u>OTH-1A</u>	<u>1B</u>
Rb	39	48	54	
Cs	0	10	8	
Sr	428	227	209	
Ba	360	113	107	
Zr	253	69	132	
Pb	0	18	14	
U	0	0	0	
Th	0	6	11	
Y	6	0	0	
La	14	17	17	
Ce	23	27	27	

Tableau B-3: Norme CIPW établie d'après les données du tableau B-1

%	<u>OTA-1</u>	2	3	5	6	7	14	<u>OTB-1</u>	4	8	10	12
Qz	7.24	13.75	16.20	6.03	6.30	14.33	24.82	25.00	25.19	3.26	19.51	3.32
Or	8.98	8.51	7.33	3.19	4.96	6.62	11.11	10.75	8.04	16.19	8.57	5.26
P1	57.98	55.59	54.91	59.80	61.45	47.55	46.83	56.46	60.43	57.83	63.01	44.60
An	20.24	23.44	21.40	29.00	21.17	18.27	14.34	5.85	11.01	12.30	14.44	24.80
Ab	37.74	32.15	33.51	30.80	40.28	29.28	32.49	50.60	49.42	45.52	48.57	19.80
C	0	0	0	0	0	0	2.19	1.15	0.28	3.07	0.60	0
Diss	9.10	2.71	6.17	8.74	9.96	6.93	0	0	0	0	0	9.31
Di	6.50	1.90	4.30	5.42	7.03	4.61	0	0	0	0	0	6.02
He	2.60	0.81	1.87	3.32	2.93	2.32	0	0	0	0	0	3.29
Hy	10.29	10.99	9.41	13.88	10.57	17.92	9.28	2.54	2.64	10.89	3.23	28.38
En	7.05	7.39	6.28	8.15	7.15	11.36	7.22	2.54	2.64	7.57	3.14	17.43
Fe	3.24	3.61	3.14	5.73	3.41	6.56	2.05	0	0	3.32	0.09	10.95
Mt	3.38	3.34	3.34	3.81	3.52	3.08	3.12	0.91	1.32	3.57	2.76	3.57
Hm	0	0	0	0	0	0	0	1.17	0.98	0	0	0
Il	1.58	1.52	1.52	2.15	1.77	1.18	1.23	0.57	0.74	1.82	0.76	1.82
Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	1.27	1.52	0.71	0.65	0.95	1.41	1.49	0.87	0.81	2.48	0.72	2.08
TOTAL	99.81	97.93	99.59	98.25	99.48	99.01	100.07	99.42	100.43	99.12	99.14	98.34

Qz = quarts, Or = orthoclase, P1 = plagioclase, An = anorthite, Ab = albite, C = corindon, Diss = Diopside SS, Di = diopside, He = hedenbergite, Hy = hypersthène, En = enstatite, Fe = ferrosilite, Mt = magnétite, Hm = hématite, Il = ilménite, Sp = sphène, Ru = rutile, H₂O = pertes au feu.

Tableau B-3: Norme CIPW établie d'après les données du tableau B-1 (suite)

%	<u>OTB-13</u>	<u>OTC-1</u>	1C	2A	4	4A	9	14	14A	14B	<u>OTD-2A</u>	6
Qz	2.00	33.25	28.36	38.95	28.36	24.22	28.47	32.75	7.27	19.57	25.44	22.07
Or	10.46	30.73	30.73	9.93	36.87	38.06	5.02	21.10	13.95	18.67	55.78	25.82
P1	47.60	32.97	35.54	45.24	30.58	31.17	63.72	40.41	40.61	38.13	16.88	41.97
An	24.58	1.84	2.03	4.96	4.51	1.39	1.44	5.21	11.16	8.68	0	7.44
Ab	23.02	31.14	33.51	40.28	26.06	29.79	62.28	35.20	29.45	29.45	16.88	34.52
C	0	0.55	1.71	0.33	1.42	0.43	1.44	1.38	3.43	3.37	0	1.03
Diss	11.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Di	8.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
He	2.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hy	22.92	1.10	1.92	4.11	1.49	2.53	0.75	2.67	19.78	13.95	0.60	4.28
En	16.47	1.10	1.79	3.64	1.49	0.75	0.75	2.24	16.24	9.76	0.60	4.28
Fe	6.45	0	0.13	0.47	0	1.79	0	0.43	3.55	4.19	0	0
Mt	2.63	0.43	0.97	0.80	0.32	2.41	0.69	0.96	5.48	3.03	0.81	2.48
Hm	0	0.84	0	0	0.37	0	1.03	0	0	0	0.87	0.07
I1	0.59	0	0.32	0.09	0.17	0.30	0	0.30	4.33	1.12	0	0.53
Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0
Ru	0	0.19	0	0	0	0	0.29	0	0	0	0.12	0
H ₂ O	2.21	0.66	0.99	0.84	0.69	0.45	0.67	0.68	3.58	1.71	0.21	0.90
TOTAL	99.56	99.84	100.54	100.29	100.28	99.57	100.69	100.26	98.43	99.55	99.56	99.15

Tableau B-3: Norme CIPW établie d'après les données du tableau B-1 (suite)

%	<u>OTD-7</u>	9	10	13	16	18	19	20	21	24	<u>OTE-1</u>	3
Qz	34.07	27.85	24.05	25.95	20.62	23.10	26.51	36.98	19.30	16.38	21.86	25.22
Or	7.92	29.01	24.11	48.22	18.32	16.31	31.44	5.02	50.82	17.55	41.25	11.64
P1	51.03	36.29	44.68	19.24	40.27	45.10	34.81	49.86	23.73	46.52	29.39	49.98
An	6.35	4.81	7.79	1.64	7.44	8.88	3.67	9.92	1.39	11.66	5.11	12.75
Ab	44.68	31.48	36.89	17.60	32.83	36.22	31.14	39.94	22.34	34.86	24.29	37.23
C	1.74	1.80	1.26	1.25	4.03	2.12	2.14	1.98	0.14	1.93	0.95	0.86
Diss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Di	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
He	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hy	2.09	2.91	2.69	2.84	10.59	7.97	3.09	3.39	2.43	12.16	2.39	6.86
En	2.09	2.24	2.69	2.24	6.38	5.43	2.29	3.39	2.24	7.82	2.39	5.73
Fe	0	0.67	0	0.60	4.21	2.54	0.80	0	0.19	4.34	0	1.13
Mt	0	1.06	0.01	0.96	2.92	2.76	0.88	0	0.91	2.99	0.67	2.70
Hm	0.73	0	1.68	0	0	0	0	1.73	0	0	1.36	0
Il	0.27	0.44	0.36	0.30	0.97	0.76	0.21	0.25	0.25	1.06	0.61	0.68
Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ru	0.09	0	0	0	0	0	0	0.10	0	0	0	0
H ₂ O	0.95	0.72	0.83	0.76	1.88	1.03	0.92	0.90	0.73	1.28	0.86	1.18
TOTAL	98.88	100.08	99.67	99.52	99.60	99.14	100.01	100.21	98.31	99.87	99.34	99.12

Tableau B-3: Norme CIPW établie d'après les données du tableau B-1 (suite)

%	<u>OTE-6</u>	10	14	16	17	<u>OTF-1</u>	4	5	6	9	10	12A
Qz	24.67	26.48	24.70	24.38	35.08	27.18	27.05	26.09	26.96	37.46	37.21	29.04
Or	41.25	12.29	35.46	11.29	17.02	29.43	28.84	36.05	29.90	27.18	14.54	24.29
P1	30.80	55.43	34.51	59.94	41.02	36.65	37.28	31.62	38.58	31.05	44.96	38.38
An	0.34	12.62	5.06	8.83	6.50	7.29	3.77	4.71	1.69	3.98	3.32	3.52
Ab	30.46	42.82	29.45	51.11	34.52	29.36	33.51	26.91	36.89	27.08	41.63	34.86
C	0	0	0.13	0.06	1.39	0.93	1.42	0.64	0.73	0	0.43	2.38
Diss	1.16	0.87	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0	0
Di	0.95	0.87	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0
He	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0
Hy	1.06	1.99	1.44	2.74	1.94	2.88	2.19	2.39	1.64	1.70	1.05	2.24
En	0.85	1.99	1.10	2.24	1.94	2.19	2.19	2.39	1.64	1.16	1.05	2.24
Fe	0.21	0	0.34	0.50	0	0.69	0	0	0	0.55	0	0
Mt	1.04	0.38	0.87	1.04	0.32	0.97	0	0.38	0.12	2.35	0.26	0
Hm	0	0.40	0	0	1.46	0	1.68	1.37	0.57	0	0.37	1.69
Il	0.42	0.30	0.19	0.42	0.34	0.32	0.29	0.25	0.28	0.23	0.09	0.08
Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ru	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0.15
H ₂ O	0.85	0.57	0.88	0.80	1.03	0.94	1.11	1.10	1.57	0.65	0.90	0.84
TOTAL	101.24	98.72	98.17	100.66	99.60	99.31	99.89	99.88	100.36	100.74	99.80	99.10

Tableau B-3: Norme CIPW établie d'après les données du tableau B-1 (suite)

%	<u>OTG-3</u>	6	7	8	9	10	13A	15	<u>OTH-1A</u>	1B
Qz	22.68	35.40	13.24	18.35	24.44	24.09	17.90	20.12	32.20	27.17
Or	11.46	6.15	11.94	10.52	9.28	12.35	11.82	7.98	5.85	7.33
P1	55.96	53.16	59.63	60.27	56.40	57.28	52.63	62.70	53.12	51.04
An	5.36	10.69	25.11	20.84	16.12	6.00	18.11	18.11	11.66	7.89
Ab	50.60	42.48	34.52	39.43	40.28	51.28	34.52	44.59	41.46	43.15
C	1.40	0	0	0.17	0.56	0.97	0.09	0.83	1.99	1.88
Diss	0	0.73	1.15	0	0	0	0	0	0	0
Di	0	0.73	0.88	0	0	0	0	0	0	0
He	0	0	0.26	0	0	0	0	0	0	0
Hy	3.68	1.45	8.42	5.26	4.48	2.12	10.58	3.24	2.79	8.30
En	3.64	1.45	6.26	4.43	3.94	1.44	7.52	3.24	2.79	2.29
Fe	0.04	0	2.15	0.83	0.55	0.67	3.06	0	0	6.01
Mt	2.64	0	2.90	2.91	2.71	0.88	3.28	1.66	1.83	2.51
Hm	0	1.68	0	0	0	0	0	0.94	0.47	0
Il	0.61	0.27	0.95	0.97	0.70	0.21	1.44	1.12	0.44	0.44
Sp	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0
Ru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	1.30	0.33	1.25	1.48	1.32	0.83	1.74	0.83	0.96	0.87
TOTAL	99.73	99.27	99.48	99.93	99.89	98.73	99.48	99.43	99.65	99.54

APPENDICE C

Liste descriptive des échantillons analysés

- OTA-1 : Tonalite à hornblende, homogène, massive, du faciès Riddell.
- OTA-2 : Tonalite à hornblende, homogène, foliée, du faciès Riddell.
- OTA-3 : Tonalite à hornblende et biotite, homogène, foliée, du faciès Riddell.
- OTA-5 : Diorite quartzifère, à hornblende, homogène, massive, du faciès Riddell.
- OTA-6 : Tonalite à hornblende, homogène, foliée, du faciès Riddell.
- OTA-7 : Tonalite à hornblende et biotite, homogène, foliée, du faciès Riddell.
- OTA-14 : Granodiorite à hornblende, homogène, massive, du faciès Riddell.
- OTB-1 : Tonalite à biotite, homogène, texture en mortier, du faciès Brissin.
- OTB-4 : Tonalite à biotite, homogène, texture en mortier, du faciès Brissin.
- OTB-8 : Monzonite quartzifère à biotite, homogène, texture en mortier, du faciès Brissin.
- OTB-10 : Tonalite à biotite, homogène, foliée, du faciès Brissin.
- OTB-12 : Enclave d'amphibolite.
- OTB-13 : Diorite quartzifère à hornblende, homogène, massive, du faciès Riddell.
- OTC-1 : Granite rouge, homogène, massif, du faciès Gourou.
- OTC-1C : Granite rouge, homogène, massif, du faciès Gourou.
- OTC-2A : Granodiorite rouge, hétérogène, massive, du faciès Gourou.
- OTC-4 : Granite blanc, homogène, massif, du faciès Gourou.
- OTC-4A : Granite rouge, homogène, légèrement folié, du faciès Gourou.

- OTC-9 : Pegmatite blanche intrusive.
- OTC-14 : Granodiorite blanche, hétérogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTC-14A: Enclave de gneiss quartzo-feldspathique à biotite.
- OTC-14B: Enclave de gneiss quartzo-feldspathique à biotite.
- OTD-2A : Pegmatite rose intrusive.
- OTD-6 : Granite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-7 : Pegmatite rose intrusive.
- OTD-9 : Granite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-10 : Granite, migmatite stromatique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-13 : Granite, hétérogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-16 : Granodiorite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-18 : Granodiorite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-19 : Tonalite, homogène, gneissique du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-20 : Tonalite, hétérogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTD-24 : Granodiorite, migmatite stromatique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTE-1 : Granite, homogène, légèrement folié, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTE-3 : Tonalite, hétérogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTE-6 : Granite, homogène, massif, du faciès Granite de l'Est.
- OTE-10 : Granodiorite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.
- OTE-14 : Pegmatite rose intrusive.
- OTE-16 : Granodiorite, hétérogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.

OTE-17 : Granite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.

OTF-1 : Granite, homogène, légèrement folié, du faciès Deux Décharges.

OTF-4 : Granite, homogène, massif, du faciès Deux Décharges.

OTF-5 : Granite, hétérogène, folié, du faciès Deux Décharges.

OTF-6 : Granite, homogène, massif, du faciès Deux Décharges.

OTF-9 : Granite, hétérogène, folié, du faciès Deux Décharges.

OTF-10 : Granodiorite, hétérogène, foliée, du faciès Deux Décharges.

OTF-12A: Granite, homogène, massif, du faciès Deux Décharges.

OTG-3 : Tonalite, homogène, texture en mortier, à biotite, du faciès Brissin.

OTG-6 : Granodiorite, microgrenue intrusive.

OTG-7 : Monzodiorite quartzifère, homogène, texture en mortier, à biotite, du faciès Brissin.

OTG-8 : Tonalite microgrenue intrusive.

OTG-9 : Tonalite, homogène, texture en mortier, à biotite, du faciès Brissin.

OTG-10 : Granodiorite microgrenue intrusive.

OTG-13A: Tonalite, homogène, texture en mortier, à biotite, du faciès Brissin.

OTG-15 : Tonalite, hétérogène, foliée, à biotite, du faciès Riddell ou Brissin (?).

OTH-1A : Tonalite, homogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.

OTH-1B : Granodiorite, hétérogène, gneissique, du faciès Gneiss de l'Est.

Remarque 1: nom de l'échantillon déterminé d'après analyse de lame mince, ou par analyse normative.

2: présence d'une texture cataclastique dans le faciès Deux Décharges, non visible macroscopiquement.

REFERENCES

- ADAMS, J.A.S. et WEAVER, C.E., 1958. Thorium to Uranium Ratios as indicators of Sedimentary Processes: Example of Concept of Geochimical Facies; *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 42, pp. 387-430.
- ANHAEUSSER, C.R., MASON, R., VILJOEN, M.J. et VILJOEN, R.P., 1969. A Reappraisal of Some Aspects of Precambrian Shield Geology; *Geol. Soc. of Am. Bull.* Vol. 80, pp. 2175-2200.
- BARKER, F. et PETERMAN, Z.E., 1974. Bimodal Tholeiitic-dacitic magmatism and the Early Precambrian crust; *Precambrian research*, Vol. 1, pp. 1-12.
- BERGERON, R., 1957. Late Precambrian Rocks of the St-Lawrence River and of the Mistassini and Otish Mountains Areas, Québec; The Proterozoic in Canada, *Soc. Roy. Can., Publ. Spec.*, no 2, pp. 124-131.
- BREAKS, F.W., BOND, W.D. et STONE, D., 1978. Preliminary Geological Synthesis of the English River Subprovince; *Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper* 72, 55 p.
- CATY, J.L., 1976. Région du Lac Mistassini, Québec. Stratigraphie et sédimentologie de la formation Papaskwasati; *Min. Rich. Nat., Québec, D.P.V.* 423, 270 p.
- CHOWN, E.H., 1965. Geology of the East Peribonca River Area; *Min. Rich. Nat., Québec, Rap. Prélim.* no 535, 9 p.
- CHOWN, E.H., 1969a. Geology of the Fromont-La Parre Lakes Area; *Rapport préliminaire; Min. Rich. Nat., Québec, D.P.* 165, 21 p.

CHOWN, E.H., 1969b. Interim Report on the Conflans Lake Area; Min. Rich. Nat., Québec, D.P. 185, 38 p.

CHOWN, E.H., 1970. Géologie de la région du lac Pluto, Rapport préliminaire; Min. Rich. Nat., Québec, R.P. 584, 26 p. et manuscrit du rapport intérimaire (non publié), 42 p.

CHOWN, E.H., 1971a. The geology of the Pariseau Lake Area, Rapport préliminaire; Min. Rich. Nat., Québec, D.P. 180, 12 p.

CHOWN, E.H., 1971b. Région de Tichégami; Min. Rich. Nat., Québec, R.G. 144, 64 p.

CHOWN, E.H. et CATY, J.L., 1973. Stratigraphy, Petrography and Paleocurrent Analysis of the Aphebian Clastic Formation of the Mistassini-Otish Basin; dans, Young, G.M., (ed), Huronian Stratigraphy and Sedimentation, Geol. Assoc. Can., Spec. Pap. 12, pp. 49-71.

CHOWN, E.H., 1977. Boivin Lake Area; Min. Rich. Nat., Québec, D.P. 464, 50 p.

CHOWN, E.H., 1979. Structure and metamorphism of the Otish Mountain area of the Grenvillian Foreland Zone, Québec; Geol. Soc. of Am. Bull. Part II, Vol. 90, pp. 178-196.

DAOUST, G., 1972. Programme COREL; Pub. Interne de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

DOUGLAS, R.J.W., 1972. Géologie et ressources minérales du Canada; Comm. géol. Can., Série de la géologie économique no 1, 934 p.

EADE, K.E., 1966. Fort George River and Kaniapiskau River (West Half) Map Area, New Quebec; Geol. Surv. Can., Mem. 339, 84 p.

EADE, K.E. et FAHRIG, W.F., 1971. Geochemical evolutionary trends of continental plates - A preliminary study of the Canadian shield; Geol. Surv. Can., Bull. 179, 51 p.

ESKOLA, P., 1948. The Problem of Mantled Gneiss Domes; Quat. J. Geol. Soc. London, 104, pp. 461-476.

FAHRIG, W.F. et CHOWN, E.H., 1973. The Paleomagnetism of the Otish Gabbro from North of the Grenville Front, Québec; *Jr. Can. Sc. Terre*, Vol. 10, pp 1556-1564.

FAHRIG, W.F., EADE, K.E. et ADAMS, J.A.S., 1967. Abundance of Radioactive Elements in Crystalline Shield Rocks; *Nature*, 214, pp. 1002-1003.

FRYER, B.J., 1972. Age Determination in the Circum-Ungava Geosyncline and the Evolution of Precambrian Banded Iron-Formation; *Can. J. Earth Sci.*, 9, pp. 652-663.

GABELMAN, J.W., 1971. Sedimentology and Uranium Prospecting; *Sed. Geology*, Vol. 6, no 3, pp. 145-186.

GABELMAN, J.W., 1977. Migration of Uranium and Thorium, Exploration Significance. *Studies in Geology* no 3; Am. Assoc. of Petr. Geologists. Oklahoma, U.S.A., 168 p.

GLIKSON, A.Y., 1971. Primitive Archean Element Distribution Patterns: Chemical Evidence and Geotectonic Significance; *Earth & Planet. Sci. Lett.*, Vol. 12, pp. 309-320.

GLIKSON, A.Y., 1972. Early Precambrian Evidence of a Primitive Ocean Crust and Island Nuclei of Sodic Granite; *Geol. Soc. Am. Bull.*, Vol. 83, pp. 3323-3344.

GROUPE MINIER S.E.S. (FOUQUES, J.P. et SCHAUMACHER, F.), 1979. Rapport de synthèse du permis S.E.S.; *Min. Rich. Nat.*, Québec, Documentation Publique, ms. no GM-37017, 77 p.

HARRIS, N.B.W. et GOODWIN, A.M., 1976. Archean Rocks from the Eastern Lac Seul Region of the English River Gneiss Belt, Northwestern Ontario, part I. Petrology, Chemistry and Metamorphism; *Can. J. Earth. Sci.*, 13, pp. 1201-1211.

HARRIS, R.C. et ADAMS, J.A.S., 1966. Geochemical and Mineralogical studies on the Weathering of Granitic Rocks; *Am. Jr. of Sci.*, 264, pp. 146-173.

HEIER, K.S. et ADAMS, J.A.S., 1965. Concentration of Radioactive Elements in deep Crustal Material; *Geochim. Cosmochimica. Acta*, 29, pp. 53-61.

HERMANN, A.G., 1970. Yttrium and Lanthanides, dans Wedepohl, K.H., 1969-. Handbook of Geochemistry; Springer-Verlag, New-York.

HOCQ, M., 1976. Région du Lac Cadieux; Min. Rich. Nat., Québec, D.P.V. 433, 16 p.

HOEVE, J. et SIBBALD, T.I.I., 1978. Mineralogy and Geological Setting of Unconformity-Type Uranium Deposits in Northern Saskatchewan, dans Kimberly, M.M., Short Course in Uranium Deposits: Their Mineralogy and Origin; Mineralogical Association of Canada, Vol. 3, 522 p.

KISH, L., LASALLE, P. et SZOGHY, I.M., 1979. Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo dans les tills de base de l'Abitibi; Min. Rich. Nat., Québec, D.P.V. 662, 8 p.

KROGH, T.E., HARRIS, N.B.W. et DAVIS, G.L., 1976. Archean Rocks from the Eastern Lac Seul Region of the English River Gneiss Belt, Northwestern Ontario, Part. II, Geochronology; Can. J. Earth Sci., 13, pp 1212-1215.

MEHNERT, K.R., 1968. Migmatites and the Origin of Granitic Rocks; Elsevier Pub. Co., New-York, 393 p.

MILLS, J.P., 1974. Petrological Studies in the Sakami Lake Greenstone Belt of New Quebec; Mémoire de Doctorat, Université du Kansas.

MOORBATH, S., 1975. The geological Significance of Early Precambrian Rocks; Proc. Geol. Ass., 86, pp. 259-279.

NOCKOLDS, S.R. et ALLEN, R., 1953. The Geochemistry of Some Igneous Rocks Series; Geochim. Cosmochimica. Acta, 4, pp. 105-142.

PEARCE, J.A. et CANN, J.R., 1971. Ophiolite Origin Investigated by Discriminant Analysis Using Ti, Zr and Y; Earth & Planet. Sci. Lett., Vol. 12, pp. 339-349.

ROBERTSON, D.S., 1974. Basal Proterozoic Units as Fossil Time Markers and their Use in Uranium Prospection; dans Formation of Uranium Ore Deposits; International Atomic Energy Agency, Vienna, pp. 495-512.

STRECKEISEN, A., 1976. To Each Plutonic Rock its Proper Name; Earth-Science Rev., 12, pp. 1-33.

TOUMA, L., 1975. Application de la fluorescence X à l'analyse d'échantillons géologiques; Thèse de maîtrise, Université Laval.

VERPAELST, P., 1977. Géochimie et géochronologie des roches granitiques et paragneissiques de la région de la rivière Eastmain inférieure, Province du lac Supérieur; Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.

VERPAELST, P., BROOKS, C. et FRANCONI, A., 1979. Géochimie et géochronologie des roches granitoïdes et paragneissiques de la région de la Rivière Eastmain inférieure; Min. Rich. Nat., Québec, D.P.V. 679, 30 p.

WANLESS, R.K., STEVENS, R.D., LACHANCE, G.R. et RIMSAÏTE, R.Y.H., 1965. Age Determinations and Geological Studies, Part. I, Isotopic Ages Report 5; Geol. Soc. Can., Paper 64-17, 126 p.

WANLESS, R.K., 1969. Carte d'âges isotopiques du Canada, dans Douglas, R.J.W., 1972. Géologie et ressources minérales du Canada; Comm. géol. Can., Série de la géologie économique, no 1. partie C.

WATTERSON, J., 1965. The Plutonic Development of the Ilordleg area, South Greenland, Pt. I, Chronology and the occurrence and significance of metamorphosed basic dykes; Meddr. Gronland, Bd. 172, nr 7, 147 p.

WATTERSON, J., 1968. The Plutonic Development of the Ilordleg area, South Greenland, Pt. II, Late-Kinematic Basic Dykes; Meddr. Gronland, Bd. 185, nr 3, 104 p.

WYNNE-EDWARDS, H.R., 1972. The Grenville Province, dans Price, R.A., et DOUGLAS, R.J.W., Variations in tectonic styles in Canada; Geological Association of Canada, Sp. Paper no 11, pp. 263-334.