

UNIVERSITE DU QUEBEC A CHICOUTIMI

PETROGRAPHIE, PETROLOGIE ET ETUDE GEOCHIMIQUE  
DU DYKE DE DIORITE, DE L'INTRUSION TROCTOLITIQUE ET  
DES DEUX PETITS MASSIFS ANORTHOSITIQUES DE CANTON TACHE

PAR  
DENIS COTE

MEMOIRE PRESENTE A CHICOUTIMI EN VUE DE  
L'OBTENTION D'UNE MAITRISE EN SCIENCE  
APPLIQUEE (GEOLOGIE)

MAI 1986



### 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
RESUME.....	xviii
CHAPITRE I	
Etat de la question.....	1
Géologie générale.....	1
Travaux antérieurs.....	5
Généralités et but du travail.....	7
CHAPITRE II	
PETROGRAPHIE ET MINERALOGIE.....	10
Introduction.....	10
Anorthosite du Lac-St-Jean.....	11
Description mégascopique.....	11
Description microscopique.....	16

	PAGE
Dyke de diorite recoupant l'anorthosite du Lac-St-Jean.....	18
Description mégascopique.....	18
Description microscopique.....	28
Discussion.....	31
Dyke de troctolite recoupant le dyke de diorite.....	35
Description mégascopique.....	35
Description microscopique.....	42
Discussion.....	48
Intrusions anorthositiques tardives du Canton TACHE.	55
Description mégascopique.....	55
Description microscopique.....	61
Discussion.....	70
Dyke de diabase.....	73
Description mégascopique.....	73
Description microscopique.....	73
Conclusion à l'étude minéralogique et pétrographique	73

CHAPITRE III

ETUDE GEOCHIMIQUE.....	80
Introduction.....	81
Caractérisation chimique des trois intrusions basiques.....	81
Diagrammes AFM, JENSEN.....	81
Diagrammes CNK.....	85
Diagrammes ACM.....	85
Terres rares.....	86
INTERPRETATION GLOBALE DES DONNEES.....	92
Etude géochimique du dyke de diorite.....	92
Relations entre différents éléments; Si-Al, Si-Fe, Si-Mg, Mg-Fe, Al-Mg, Al-Ca, Na-K...	92
Projections pseudo-liquidus.....	92
Représentations normatives selon IRVINE.....	95
Description des résultats (terres rares).....	95
Discussion.....	97

Etude géochimique du dyke de troctolite..... 101

    Relations entre différents éléments; Si-Al, 101  
        Si-Fe, Si-Mg, Mg-Fe, Al-Mg, Al-Ca, Na-K...

    Projections pseudo-liquidus..... 104

    Représentations normatives selon IRVINE..... 104

    Description des résultats (terres rares)..... 104

    Discussion..... 105

Etude géochimique des intrusions de Canton TACHE.... 107

    Relations entre différents éléments; Si-Al, 107  
        Si-Fe, Si-Mg, Mg-Fe, Al-Mg, Al-Ca, Na-K...

    Projections pseudo-liquidus..... 109

    Représentations normatives selon IRVINE..... 111

    Description des résultats (terres rares)..... 111

    Discussion..... 113

CHAPITRE IV

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS..... 124

REMERCIEMENTS..... 128

REFERENCES..... 129

Appendice 1

PRELIMINAIRE DE L'ETUDE GEOCHIMIQUE..... 135  
Echantillonnage..... 135  
Préparation des échantillons..... 135

Appendice 2

Compositions chimiques, cationiques, terres rares et  
norme des échantillons du dyke de diorite..... 138

Appendice 3

Compositions chimiques, cationiques, terres rares et  
norme des échantillons du dyke de troctolite..... 143

Appendice 4

Compositions chimiques, cationiques, terres rares et  
norme des échantillons des intrusions de Canton  
TACHE..... 147

FIGURES

	PAGE
FIGURE 1 : Carte de localisation régionale montrant le territoire à l'étude.....	2
FIGURE 2 : Résumé de l'évolution géologique de la partie Ouest du complexe anorthositique du Lac-St-Jean.....	3
FIGURE 3 : Carte de localisation montrant la position géographique des dykes de diorite, de troctolite et des deux petits massifs anorthositique de Canton TACHE.....	4
FIGURE 4 : Patrons de dispersion des pôles des foliations et des mylonites dans l'anorthosite du Lac-St-Jean.....	13
FIGURE 5 : Patrons de dispersion des pôles des foliations dans le dyke de diorite.....	23
FIGURE 6 : Carte détaillée montrant l'extrémité Ouest du dyke de troctolite, recoupé par une des deux intrusions anorthositiques de Canton TACHE...	37
FIGURE 7 : Patrons de dispersion des pôles des fluidalités ignées dans le dyke de troctolite.....	39
FIGURE 8 : Compilation des diverses hypothèses de mise en place de l'anorthosite du Lac-St-Jean....	51

FIGURE 9 : Affleurement typique où l'on rencontre des ségrégations pegmatitiques associées aux massifs anorthositiques de Canton TACHE.....	60
FIGURE 10: Localisation des amas pegmatitiques au sommet de l'intrusion troctolitique.....	79
FIGURE 11: Diagrammes AFM, Jensen, CNK et ACM des roches du dyke de diorite.....	82
FIGURE 12: Diagrammes AFM, Jensen, CNK et ACM des roches du dyke de troctolite.....	83
FIGURE 13: Diagrammes AFM, Jensen, CNK et ACM des roches des deux petits massifs de Canton TACHE.....	84
FIGURE 14: Diagramme des terre rares normalisées (Chon- drites) pour les roches du dyke de diorite...	87
FIGURE 15: Diagramme des terre rares normalisées (Chon- drites) pour les roches du dyke de troctolite	89
FIGURE 16: Diagramme des terre rares normalisées (Chon- drites) pour les roches des deux petites intrusions anorthositiques de Canton TACHE...	90
FIGURE 17: Diagrammes XY cationiques des roches du dyke de diorite (Si-Al, Mg-Fe, Al-Ca, Si-Fe, Si-Mg et Al-Mg).....	93
FIGURE 18: Projections pseudo-liquidus selon Elthon (1983) et Walker et al. (1979), et diagrammes normatifs selon Irvine (1970) des roches du dyke de diorite.....	94

FIGURE 19: Projection isostructurale synthèse selon le plan Si-P1-O1 pour 1-5-10 Kbar..... 96

FIGURE 20: Projection isostructurale synthèse selon le plan O1-P1-Cpx pour 1-5-10 Kbar..... 97

FIGURE 21: Diagrammes XY cationiques des roches du dyke de troctolite (Si-Al, Mg-Fe, Al-Mg, Al-Ca, Si-Fe et Si-Mg)..... 102

FIGURE 22: Projections pseudo-liquidus selon Elthon (1983) et Walker et al. (1979), diagrammes normatifs selon Irvine (1970), et diagramme AFM des liquides intercumulus selon Wager (1960) des roches du dyke de troctolite..... 103

FIGURE 23: Diagrammes XY cationiques des roches des deux petits massifs de Canton TACHE (Si-Al, Si-Fe, Si-Mg, Mg-Fe, Al-Ca, et Al-Mg)..... 108

FIGURE 24: Diagramme AFM des liquides interstitiels selon Wager (1960), diagrammes pseudo-liquidus selon Elthon (1983) et Walker et al. (1979), et diagrammes normatifs selon Irvine (1970) des deux petits massifs de Canton TACHE..... 110

FIGURE 25: Diagramme AFM synthèse (points)..... 116

FIGURE 26: Diagramme AFM synthèse (champs)..... 117

FIGURE 27: Diagramme des terres rares normalisées  
(Chondrites) pour les liquides interstitiels  
des dykes de diorite, dyke de troctolite et  
intrusions anorthositiques de Canton TACHE  
(champs)..... 119

FIGURE 28: Diagrammes XY des roches pour les ségrégations  
pegmatitiques de Canton TACHE versus  
les ségrégations granitiques de type I du  
massif anorthositique de Sept-Iles (Si-Al,  
Si-Fe, Si-Mg, Mg-Fe, Al-Mg, et Al-Ca)..... 121

FIGURE 29: Diagrammes AFM et CNK pour les ségrégations  
pegmatitiques de Canton TACHE versus les  
ségrégations granitiques de type I du massif  
anorthositique de Sept-Iles..... 122

TABLEAUX

	PAGE
TABLEAU 1 : Analyses modales au compteur de points pour des roches du dyke de diorite.....	33
TABLEAU 2 : Analyses modales au compteur de points pour des roches du dyke de troctolite.....	43
TABLEAU 3 : Analyses modales au compteur de points pour des roches des deux petits massifs anorthositiques de Canton IACHE.....	67

PLANCHES

	PAGE
PLANCHE 1 : Vue aérienne de la partie centrale du terrain sous étude.....	8
PLANCHE 2 : Photographie illustrant une texture grano- blastique de l'anorthosite du Lac-St-Jean....	12
PLANCHE 3 : Photographie illustrant une zone de mylonite dans l'anorthosite du Lac-St-Jean.....	15
PLANCHE 4 : Photographie illustrant des dykes dioritiques satellites grossièrement parallèles au contact anorthosite du Lac-St-Jean-dyke de diorite principal.....	19
PLANCHE 5 : Photographie illustrant les relations de contact entre l'anorthosite du Lac-St-Jean foliée et le dyke de diorite.....	20
PLANCHE 6 : Photographie illustrant les structures en baïonnettes dans un dyke de diorite satellite	20
PLANCHE 7 : Photographie illustrant plusieurs phases intrusives successives du dyke de diorite....	22
PLANCHE 8 : Photographie illustrant des enclaves diori- tiques plus ou moins déformées contenues dans le dyke de diorite principal.....	25

PLANCHE 9 :	Photographie illustrant une enclave dioritique très déformée contenue dans le dyke de diorite principal.....	25
PLANCHE 10:	Photographie illustrant une enclave anguleuse de diorite à granulométrie fine dans un matériel dioritique.....	26
PLANCHE 11:	Microphotographie illustrant la présence de hornblende dans un dyke de diorite satellite.	29
PLANCHE 12:	Microphotographie du dyke de diorite illustrant une texture protoclastique (claste de plagioclase avec bordure recristallisée).....	29
PLANCHE 13:	Microphotographie illustrant une texture granoblastique dans le dyke de diorite.....	30
PLANCHE 14:	Microphotographie du dyke de diorite illustrant des reliques de pyroxènes magmatiques primaires (lamelles d'exolution d'un clinopyroxène dans un orthopyroxène)....	30
PLANCHE 15:	Photographie illustrant la foliation du dyke de diorite.....	32
PLANCHE 16:	Photographie illustrant une enclave anguleuse d'anorthosite du Lac-St-Jean englobée dans le dyke de troctolite.....	36

PLANCHE 17: Photographie illustrant le litage magmatique mégascopique du dyke de troctolite.....	40
PLANCHE 18: Photographie illustrant en détail le litage magmatique du dyke de troctolite (lamination igné dans des plagioclase cumulus avec ferro-magnésiens intercumulus).....	40
PLANCHE 19: Photographie illustrant une zone pegmatitique à l'intérieur du dyke de troctolite.....	41
PLANCHE 20: Photographie générale du dyke de troctolite (plaque mince) illustrant des laminations ignées.....	41
PLANCHE 21: Microphotographie du dyke de troctolite illustrant une texture protoclastique.....	46
PLANCHE 22: Microphotographie du dyke de troctolite illustrant une olivine intercumulus avec une couronne magmatique de clinopyroxène (gauche) et une couronne sub-solidus d'orthopyroxène (droite).....	46
PLANCHE 23: Photographie illustrant une zone pegmatitique dans le dyke de troctolite.....	47

PLANCHE 24: Microphotographie du dyke de troctolite  
illustrant la transformation sub-solidus  
d'une olivine intercumulus en orthopyroxène  
et opaques..... 47

PLANCHE 25: Photographie du dyke de troctolite illustrant  
la présence d'un grenat tardif relié à une  
zone de cisaillement..... 49

PLANCHE 26: Photographie illustrant les hétérogénéités  
granulométriques rencontrées dans les  
intrusions anorthositiques de Canton TACHE... 56

PLANCHE 27: Photographie illustrant une zone de contact  
entre l'anorthosite du Lac-St-Jean et une des  
intrusions anorthositiques de Canton TACHE... 57

PLANCHE 28: Photographie illustrant un filonnet  
centimétrique de l'intrusions anorthositiques  
de Canton TACHE qui recoupe l'anorthosite du  
Lac-St-Jean..... 57

PLANCHE 29: Photographie illustrant des fragments  
d'anorthosite du Lac-St-Jean dans  
l'anorthosite de Canton TACHE..... 59

PLANCHE 30: Photographie illustrant une ségrégation  
pegmatitique localisée en bordure des  
intrusions anorthositiques de Canton TACHE... 59

PLANCHE 31: Photographie illustrant une enclave anguleuse d'anorthosite du Lac-St-Jean dans une intrusion anorthositique de Canton TACHE..... 60

PLANCHE 32: Microphotographie d'injections tardives de bordure associées aux intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant la présence de pourcentages élevés de quartz et d'apatite (texture granophyrique)..... 62

PLANCHE 33: Microphotographie de ségrégations pegmatitiques à gros flocons de biotite associées aux intrusions anorthositiques de Canton TACHE..... 62

PLANCHE 34: Photographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant les plagioclases avec des ferro-magnésiens interstitiels..... 66

PLANCHE 35: Microphotographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE avec présence de petits plagioclases englobés dans les ferro-magnésiens (principalement clinopyroxène et orthopyroxène) interstitiels..... 67

PLANCHE 36: Microphotographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant la présence de plagioclase fortement zoné..... 67

PLANCHE 37: Photographie des intrusions anorthositiques  
de Canton TACHE illustrant la présence de  
niveau centimétriques ultramafiques..... 68

PLANCHE 38: Microphotographie des intrusions anorthosi-  
tiques de Canton TACHE illustrant la présence  
de biotite secondaire..... 68

PLANCHE 39: Microphotographie d'un dyke mafique d'âge IV  
possédant une minéralogie "similaire" à celle  
des intrusions anorthositiques de Canton  
TACHE..... 72

PLANCHE 40: Microphotographie d'un dyke de diabase dans  
les intrusions anorthositiques de Canton  
TACHE..... 75

## RESUME

Le massif anorthositique du Lac-St-Jean se localise dans le Terrain Granulite Central de la province de Grenville. Dans sa partie Sud-Ouest, ce massif est recoupé par quatre intrusifs mafiques, qui sont par ordre chronologique: un dyke dioritique à hypersthène (1 Km de largeur par 25 Km de longueur), un dyke de leucotroctolite (800 m de largeur par 23 Km de longueur), deux petites masses anorthositiques à biotite (200 m de largeur par 700 m de longueur) et de rares dykes de diabase métriques.

Ces trois intrusions, bien que reliées spatialement, montrent des textures, des structures, des chimies (éléments majeurs et terres rares) et des périodes de mise en place différentes.

1-Le dyke de diorite s'est mis en place dans une zone de cisaillement active et a recristallisé sous des conditions du faciès granulite. Fortement folié, cette unité se caractérise par un enrichissement des rapports  $Fe\ total / Na_2O + K_2O$  et  $Fe\ total / Al_2O_3$  alors que le  $MgO$  reste constant et par des patrons de terres rares avec une pente indiquant un enrichissement en terres rares légères ( $La/Lu=3.3$ ). Une profondeur de mise en place minimale de l'ordre de 25 à 28 Km semble toute indiquée pour caractériser ce premier système basique.

2-L'intrusif troctolitique recoupe le dyke de diorite et possède des caractéristiques de complexe stratiforme (litages rythmiques et laminations ignées). Il montre des textures protoclastique et coronitique, indiquant une cristallisation sous pression. La chimie confirme un mélange entre des proportions variées de plagioclase (cumulus) et de ferro-magnésiens (intercumulus) et on remarque un enrichissement du rapport Fe/Mg (2.5). Les patrons de terres rares se caractérisent par une anomalie positive en Europium et un rapport terres rares légères sur terres rares lourdes de 5.5 (La/Lu). Une profondeur de mise en place maximale de l'ordre de 22 à 23 Km et post-datant les dernières phases de déformations Grenvillienne (plus jeune que 950 Ma) définit approximativement ce second système intrusif.

3-Les massifs anorthositiques de Canton TACHE recoupent l'extrémité Ouest du dyke de troctolite. Les textures montrent l'absence de cristallisation sous pression et ces intrusions sont anormalement riches en K<sub>2</sub>O et H<sub>2</sub>O comme l'indique la présence de biotite primaire. La présence de ce minéral (biotite) et de ségrégations pegmatitiques tardives enrichies en feldspath potassique et en quartz primaire, différencie ce système basique des deux autres. Caractérisés par un patron de différenciation calco-alcalin sur un diagramme AFM, ces deux petits massifs anorthositiques montrent des patrons de terres rares étranges avec absence de

pic anormalique en Europium et une forte concentration du rapport roche totale / chondrite en terres rares légères (La=200-250) comparativement à un faible rapport roche totale / chondrite des terres rares lourdes (Lu=5-10) (La/Lu=10-25). Une profondeur de mise en place maximale de l'ordre de 5 à 10 Km et post-datant le système intrusif troctolitique expliquerait les diverses relations mentionnées précédemment.

4-Les dykes de diabase recoupent les massifs anorthositiques de Canton TACHE et représentent les phénomènes intrusifs basiques les plus tardifs.

Le dyke de diorite représente probablement des magmas basaltiques encore associés au massif anorthositique du Lac-St-Jean tandis que le dyke de troctolite et les deux petits massifs anorthositiques de Canton TACHE représentent vraisemblablement d'autres phases d'activités magmatiques basiques; 1-la première (dyke de troctolite) tardi Grenvillienne, 2-l'autre (massifs anorthositiques de Canton TACHE) post Grenvillienne, c'est à dire possiblement similaire au massif anorthositique de Sept-Iles (540 Ma).

## Chapitre I

### INTRODUCTION

#### A-Etat de la question

Ce travail veut permettre, grâce à une étude géochimique détaillée (éléments majeurs et terres rares), de vérifier certaines hypothèses qui découlent des travaux de Ashwall et Seifert (1980), Emslie (1980) et Higgins (1979). Cette étude déterminera si les trois systèmes intrusifs à l'étude (dyke de diorite, dyke de troctolite et massifs anorthositiques de canton TACHE) représentent des liquides résiduels associés à la mise en place du massif anorthositique du Lac-St-Jean.

#### B-Géologie générale

La région du Saguenay Lac-St-Jean est localisée dans le Terrain Granulitique Central de la Province de Grenville (Wynne-Edwards, 1972). Elle comprend trois unités lithostructurales principales: 1) un complexe gneissique à l'intérieur duquel s'emplace; 2) une large série intrusive du type anorthosite-mangérite (charnockite) et 3) de plus petites masses plutoniques granitiques tardi- à post-Grenvillienne (Dimroth et al., 1981). Le massif anorthositique du Lac-St-Jean, d'une superficie approximative de 20,000 km<sup>2</sup>, est souvent considéré comme le plus grand au monde.

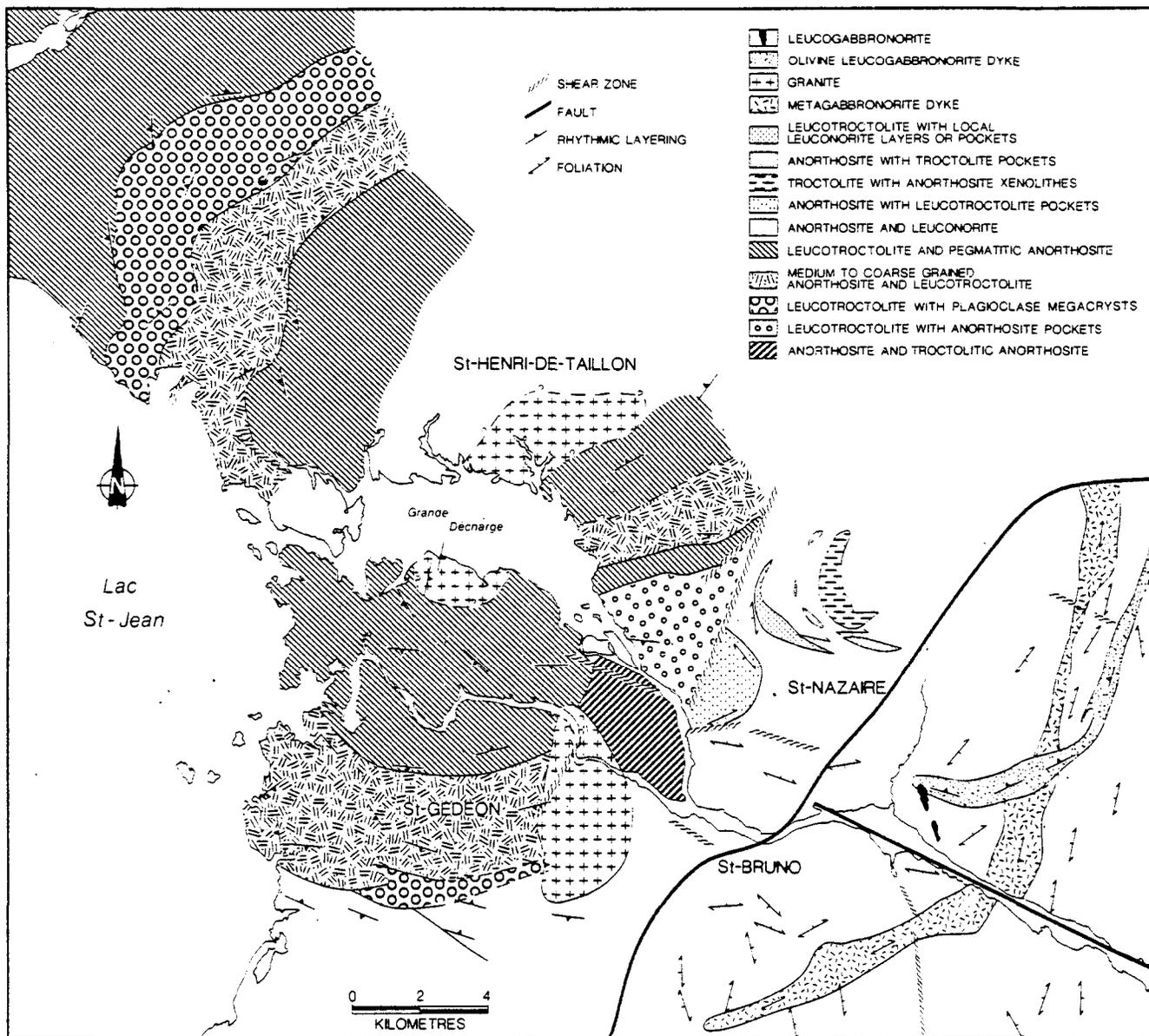


Figure 1: Carte regionale montrant le territoire a l'etude avec encadrement de la region cartographiee.

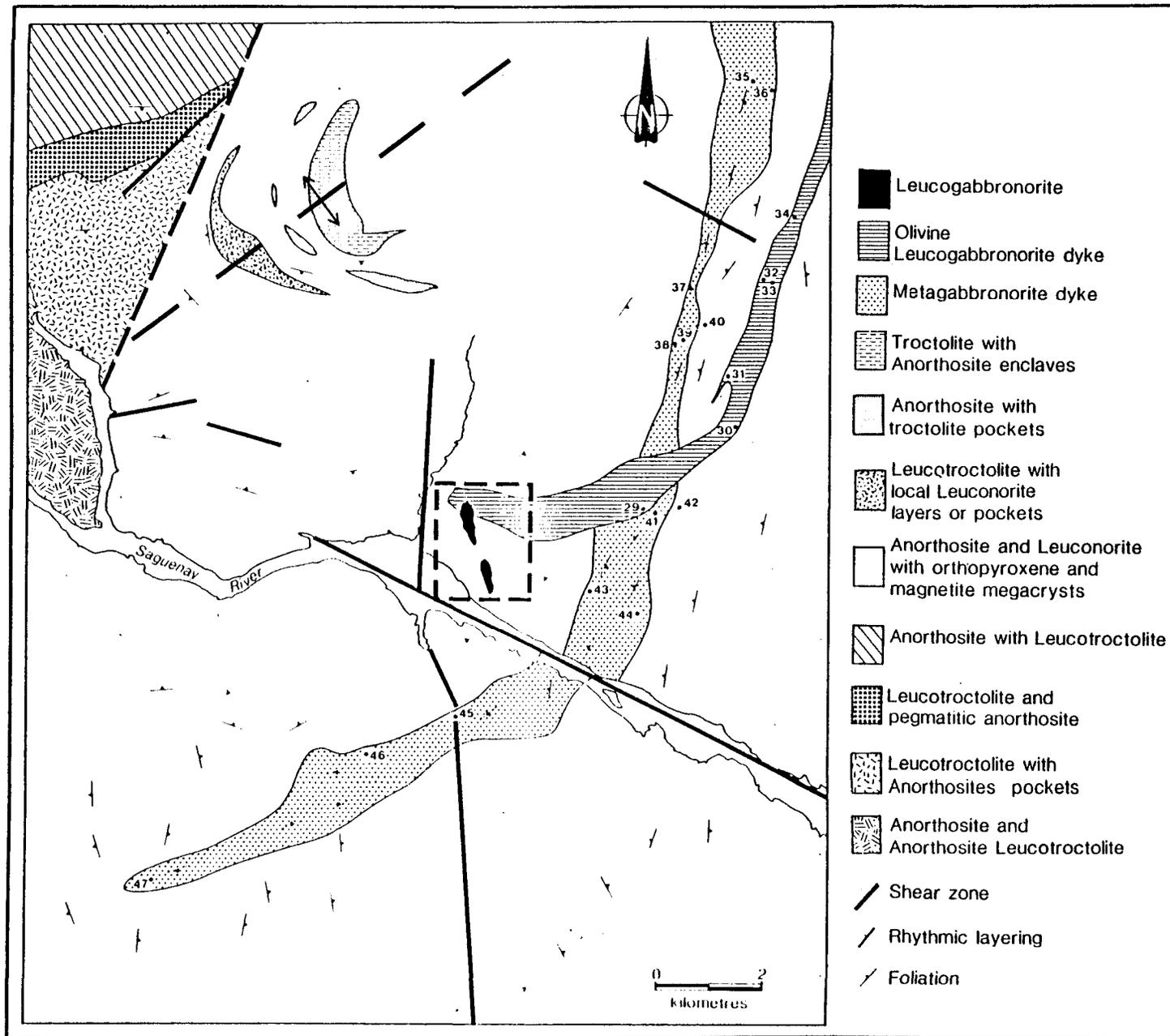
```

*****
*
* Phanéro- *
* zoïque *
*
*
*****
*
* DISCORDANCE *
*****
*
* *Dykes *Diabase et roche basique *
* *Intrusions *Anorthosite, leucogabbrono- *
* *Hadrymien(?) *de Canton *rite *
* *TACHE *
*
* *Intrusion *
* *stratiforme *Leucotroctolite, leucogab- *
* *de Saint- *bronorite à olivine *
* *Néohélikien *Nazaire *
*
* *Granitoïdes *Pegmatite *
* *tardifs *Granite porphyroïde *
* * *Alaskite *
*
* P *
* r *
* o *
* t *
* é *
* r *
* o *
* z *
* o *
* i *
* q *
* u *
* e *
*
* ***** ? ***** ? *****
*
* *Granitoïdes *
*
* *Complexe *Dyke syncinématique (Méta- *
* *anorthositi-*gabbronorite), anorthosite, *
* *Paléohélikien *que du Lac- *leuconorite, leucotroctolite*
* *Saint-Jean *norite, troctolite *
*
* *Dykes *Amphibolite II *
* *Granitoïdes *Roches vertes mixtes à horn- *
* * *blende et feldspath rose *
*
* ***** ? ***** ? *****
*
* * *Gneiss mixtes et gneiss *
* * *lités *
* * *Roches *Gneiss gris *
* * Aphébien *métasédi- *Amphibolite *
* * *mentaires *Gneiss à sillimanite-cordié- *
* * * *rite-grenat *
* * * *Quartzite *
* * * *Pyroxénite *
* * * *Roches calco-silicatées *
*****

```

FIGURE 2: Résumé de l'évolution géologique de la partie Ouest du complexe anorthositique du Lac-St-Jean. Modifié de Nantel et al., (1985).

FIGURE 3: CARTE DE LOCALISATION GÉNÉRALE



Ce massif est recoupé par des dykes post-anorthositiques majeurs tels les dykes de diorite (25 Km de longueur par 800 m d'épaisseur), de troctolite (23 Km de longueur par 700 m d'épaisseur) (Jooste, 1958) et les deux petites masses anorthositiques de Canton TACHE (500 par 700 m chacune) (Arpin, 1984), et représentent des intrusions de plus en plus jeunes. La colonne stratigraphique sur la figure 2, synthétise les diverses relations observées sur le terrain (Nantel et al., 1985). Notre étude a permis de prolonger le dyke de diorite au Sud de la rivière Saguenay (Fig. 3).

### C-Travaux antérieurs

Jooste (1958) cartographia et identifia à une échelle de un mille au pouce une partie du dyke de diorite et une portion du dyke troctolitique présentement à l'étude. Laurin et Sharma (1975) qui cartographièrent au 1:250 000 la région du Saguenay Lac-St-Jean identifièrent le dyke de diorite comme étant une grande enclave d'amphibolite. Un projet de fin d'étude (Corriveau, 1979) démontra hors de tout doute l'existence du dyke de diorite identifié par Jooste (1958) et non d'une enclave d'amphibolite. Elle précisa aussi les contacts majeurs entre les deux premières unités basiques mentionnées précédemment (recoupement du dyke dioritique par le dyke de troctolite). Et finalement, l'étude des assemblages sub-solidus dans les dykes indique des pressions et des températures de l'ordre de 6.75 Kbar et 725 degrés C

lors de la mise en place du dyke de diorite et 5.8 Kbar et 680 degrés C lors de l'emplacement du dyke de troctolite (Corriveau, 1979; Woussen et al., 1981). Arpin (1984) cartographia en détail deux petits massifs anorthositiques localisés à l'extrémité Ouest du dyke de troctolite. Il fait de ces deux unités la partie supérieure d'un lopolithe qui repose sur l'horizon de leucotroctolite. Il effectua également une étude détaillée à la microsonde des principaux minéraux en présence (plagioclase, olivine, pyroxènes, biotite, spinelle, amphibole et oxyde). A partir de ces différentes analyses, Arpin (1984) propose que ce lopolithe (dyke de troctolite - deux massifs anorthositiques) se serait mis en place à une profondeur de 20 à 25 Km à la fin de la déformation régionale et de l'ascension diapirique de l'anorthosite du Lac-St-Jean. Nantel et al. (1985) cartographièrent la partie située au Nord-Ouest des massifs anorthositiques de Canton TACHE durant un projet de localisation de sites potentiels pour des pierres ornementales. Ces derniers définirent de vastes structures anticlinales à axe 235/10 qui peuvent s'extrapoler au territoire cartographié durant cette thèse de Maîtrise. Woussen et al. (1981), définirent trois épisodes de dykes mafiques d'âges différents recoupant l'anorthosite du Lac-St-Jean. Ces derniers (dyke de diorite, dyke de troctolite et dykes d'amphibolite d'âge IV) possèdent des minéralogies indiquant une diminution progressive de pression

et température lors de l'emplacement passant du faciès granulite au faciès amphibolite.

#### D-Généralités et but du travail

Nos travaux de terrain et de mise en carte furent effectués durant le printemps de 1984 et l'été de 1985. Ils modifient et complètent les études effectuées par Arpin (1984), Corriveau (1979), Laurin et Sharma (1975) et Jooste (1958).

La portion du massif anorthositique du Lac-St-Jean qui nous intéresse, d'une superficie de 18 Km<sup>2</sup>, est comprise entre les longitudes 71 degrés 26 minutes 0 secondes et 71 degrés 38 minutes 10 secondes et les latitudes 48 degrés 27 minutes 15 secondes et 48 degrés 37 minutes 30 secondes (Fig. 3). Le coeur de la région cartographiée, grossièrement localisée entre les municipalités d'Alma et de St-Nazaire, correspond globalement à la localisation des deux petits massifs anorthositiques tardifs du Canton TACHE. Diverses routes et lignes de hautes-tensions qui recoupent ou passent à proximité de ces différents intrusifs, donnent une bonne couverture en affleurements. Foliations, rubanements, cisaillements et mylonites furent mesurés dans ces différentes lithologies. Notons que pour notre étude, le terme foliation correspond uniquement à des phénomènes structuraux tandis que dans certaines fabriques, il sera plus approprié de parler de fluidalité ignée.



PLANCHE 1 : Vue aérienne de la partie centrale du terrain sous étude.

Ce présent mémoire pour l'obtention du grade de Maîtrise en Sciences de la Terre repose sur une étude détaillée des trois intrusions basiques qui recoupent le massif anorthositique du Lac-St-Jean. Sur le territoire étudié (Fig. 3), on remarque la présence de trois systèmes basiques principaux soit; un dyke dioritique, un dyke troctolitique et deux petits massifs anorthositiques. Ces trois unités intrusives montrent des différences marquées tant aux points de vue minéralogique, textural que déformationnel. La majeure partie de cette étude se situe sur le territoire au Nord de la rivière Saguenay, où l'on observe les recoupements entre ces trois systèmes basiques (Planche 1).

## CHAPITRE II

### PETROGRAPHIE ET MINERALOGIE

#### Introduction

Cette étude porte principalement sur des roches dérivant de magmas basique, soit, successivement, en ordre chronologique croissant: l'anorthosite du Lac-St-Jean (0), le dyke de diorite (1), le dyke de troctolite (2), les intrusions anorthositiques du Canton TACHE (3) et les dykes de diabase (4).

Afin de décrire de façon cohérente les minéraux rencontrés dans ces différentes lithologies, les termes proposés par Barraud (1971) et définis ci dessous seront utilisés:

i-Minéral primaire: minéral n'ayant subi aucune modification après sa formation.

ii-Minéral pseudo-primaire: minéral texturalement identique à un minéral primaire, mais où des changements chimiques et/ou minéralogiques se sont produits.

iii-Minéral recristallisé: minéral provenant d'un minéral primaire ou pseudo-primaire.

iv-Minéral secondaire: minéral provenant de la réaction entre plusieurs minéraux.

## Anorthosite du Lac-St-Jean

### Description mégascopique

A l'échelle régionale, la géologie du massif d'anorthosite du Lac-St-Jean reste encore mal connue. Sur le territoire cartographié, le massif est caractérisé par des déformations hétérogènes. C'est ainsi qu'à l'échelle d'un affleurement, on peut passer d'une séquence légèrement déformée représentée par un litage rythmique à un gneiss anorthositique fortement étiré. Le plagioclase de cette partie de l'anorthosite du Lac-St-Jean est de couleur blanche à gris blanchâtre en surface altérée (Planche 2). Les minéraux mafiques, lorsque apparents, se présentent sous forme de lentilles et de bandes plus ou moins continues qui soulignent la foliation de la roche. Les principales textures rencontrées dans le secteur étudié varient de protoclastique à granoblastique (Kehlenbeck, 1972).

Deux blocs tectoniques peuvent être distingués; ils se situent respectivement au Nord et au Sud de la rivière Saguenay qui est une zone de faille majeure. Au Sud, la principale foliation est Nord-Sud avec des pendages forts (60 à 85 degrés) et/ou moyens (25-55 degrés) (Fig. 4-a). Au Nord de la rivière Saguenay les directions de foliation sont plus dispersées, mais elles ont toutefois une direction NE-SW



PLANCHE 2 : Photographie illustrant une texture granoblastique de l'anorthosite du Lac-St-Jean.

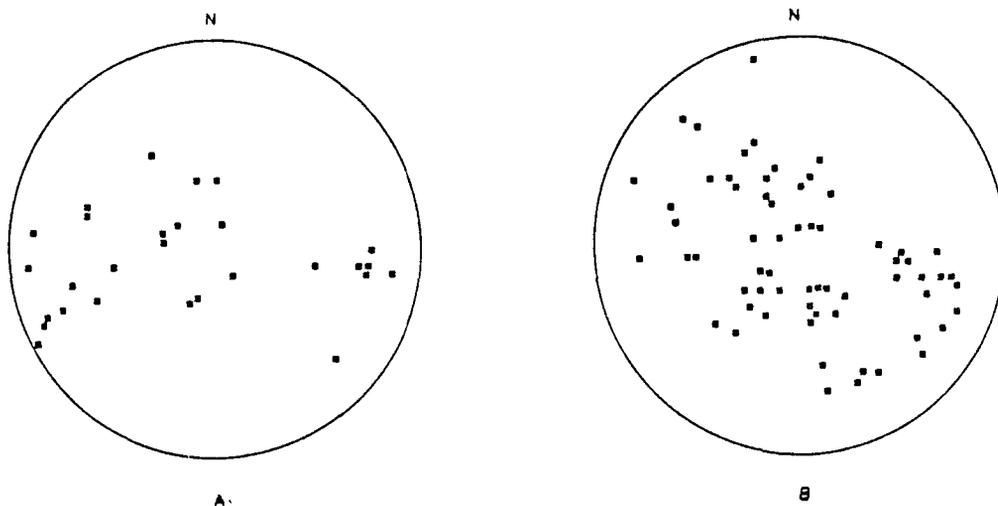


FIGURE 4: Patron de dispersion des pôles des foliations dans l'anorthosite du Lac-St-Jean; a-côté Sud et b-côté Nord de la rivière Saguenay

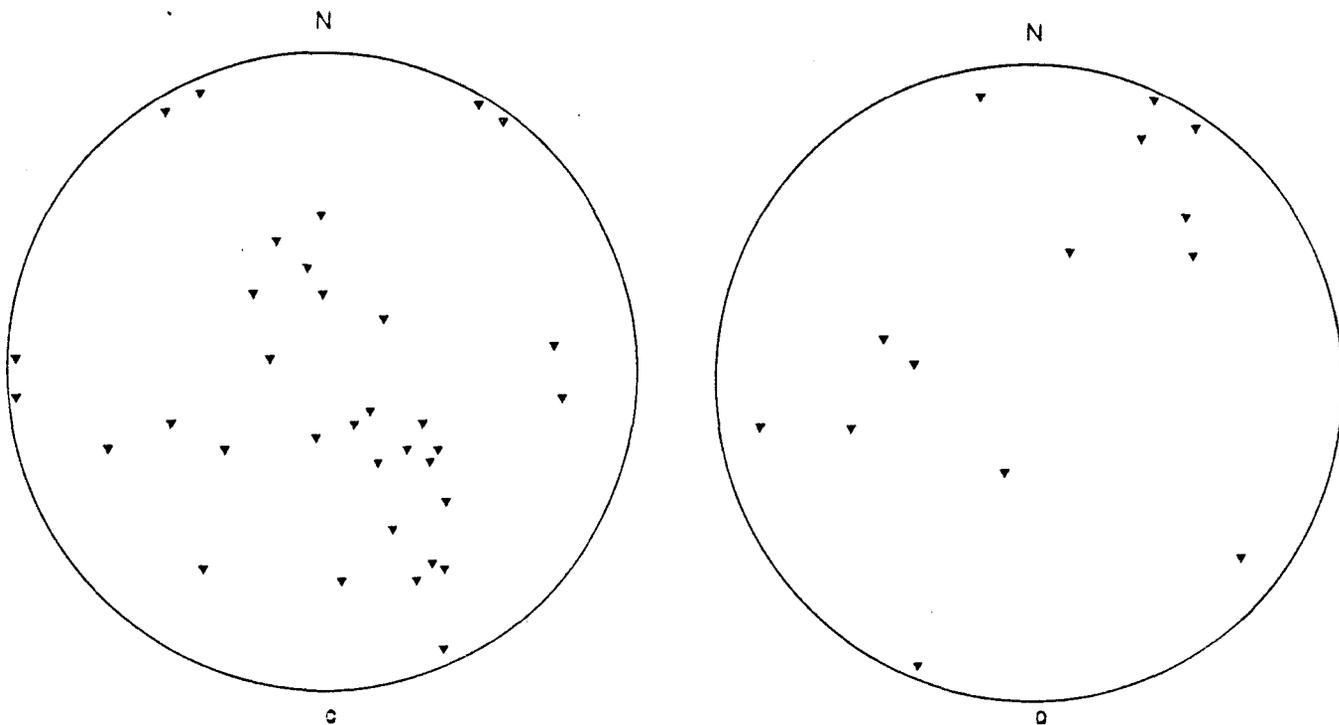


FIGURE 4: Patron de dispersion des pôles des mylonites dans l'anorthosite du Lac-St-Jean; c-côté Nord et d-côté Sud de la rivière Saguenay

et des pendages variant entre 30 et 80 degrés (Fig. 4-b). Ces observations concordent avec celles de Nantel et al. (1985) qui, juste à l'Ouest du territoire présentement à l'étude, ont répertorié une vaste structure anticlinale à axe 235/10 déterminée à partir d'horizons repères (Fig. 3).

Les mylonites, présentes en grand nombre dans le massif d'anorthosite, se distribuent aussi de façon différente d'un côté et de l'autre du Saguenay. Au Nord se remarquent un premier regroupement des mesures selon la direction ENE-WSW avec des pendages variant entre 20 et 80 degrés et un second plus faible de direction N-S (Fig. 4-c). Au Sud, le patron de dispersion est moins net dû à un manque de mesures (14 versus 36). Toutefois, en extrapolant, se reconnaissent deux directions préférentielles perpendiculaires l'une par rapport à l'autre (Fig. 4-d). Le premier de ces deux réseaux, de direction ESE-WNW et de pendage fort (40 à 85 degrés) correspond essentiellement à un système sub-parallèle à la rivière Saguenay (Planche 3). Le second réseau, bien développé dans la région, est subparallèle à une zone de cisaillement majeure Nord-Sud situé au centre de la carte générale (Fig. 3). Ce second réseau a une direction NNE-SSW et un pendage important (30 à 85 degrés). A noter également qu'en se rapprochant de la rivière Saguenay, la densité des cisaillements tardifs subparallèles à la rivière augmente.



PLANCHE 3 : Photographie illustrant une zone de mylonite dans l'anorthosite du Lac-St-Jean.

Ces cisaillements sont tapissés de chlorite et/ou remplis de carbonates, de quartz et de rares sulfures (pyrite, chalcopryrite, pyrrhotite).

#### Description microscopique

Le plagioclase (An 44-71) (Arpin, 1984) est la phase minérale principale. Comme phases mafiques, se rencontrent des opaques primaires et rarement secondaires (magnétite et ilménite); de l'olivine primaire (Fo 45-55) (Arpin, 1984) partiellement ou totalement polygonalisée, et de l'orthopyroxène primaire et secondaire (En 60-65) (Arpin, 1984) (coronite métamorphique). En plus de l'orthopyroxène, les coronites montrent successivement une amphibole, une symplectite amphibole + quartz, un spinelle et des traces de biotite (Woussen et al., 1981). Shand (1945) donne le nom de "cellules kélyphitiques" à ces assemblages sub-solidus. La présence d'amphiboles dans les coronites indique que de l'H<sub>2</sub>O était présente dans ce système. Le grenat, la calcite et la chlorite se rencontrent dans des zones de cisaillements tardives (phénomènes de rétro-morphose d'anciennes bandes ou de lentilles mafiques). La scapolite se trouve localement associée à des phénomènes d'altérations intenses, par exemple, au contact avec les massifs anorthositiques de Canton TACHE et dans certaines zones de cisaillement tardives.

Sur certains affleurements, des reliques de textures cumulitiques et des coronites sont observées (Woussen et al., 1981). Lorsque le taux de déformation devient très élevé, les niveaux contenant des minéraux ferro-magnésiens produisent des textures gneissiques.

## Dykes de diorite

### Description mégascopique

Les dykes de diorite forment un essaim qui comprend un dyke principal (800 m de large) et de nombreux dykes satellites (5.0 à 0.05 m de large). Sur le terrain, ils se reconnaissent facilement par leur relief topographique élevé et par leur couleur d'altération brun cassonade à brun foncé. Ils sont caractérisés par une forte foliation développée parallèlement à leur contact avec l'anorthosite du Lac-St-Jean.

Au contact Est de ce dyke, sous une ligne de transmission, se remarquent une série de petits dykes dioritiques satellites grossièrement parallèles au contact entre ces deux unités (Planche 4). Ces petits dykes diminuent graduellement d'épaisseur (2 m à 1 cm) pour disparaître complètement à une distance d'environ 150 à 250 m du dyke principal. La planche 5, prise du côté Sud de la rivière Saguenay, montre clairement que ces dykes dioritiques recoupent l'anorthosite du Lac-St-Jean. Deux structures caractérisent ces dykes satellites. La première correspond à des formes en baïonnette (Watterson, 1965) montrant des foliations toujours parallèles au contact avec l'encaissant (Planche 6). La seconde se présente sous forme de brèches ignées. Des fragments métriques d'anorthosite du Lac-St-Jean



PLANCHE 4 : Photographie illustrant des dykes dioritiques satellites grossièrement parallèles au contact anorthosite du Lac-St-Jean <-> dyke de diorite principal.



PLANCHE 5 : Photographie illustrant les relations de contact entre l'anorthosite du Lac-St-Jean foli e et le dyke de diorite.



PLANCHE 6 : Photographie illustrant les structures en baionnettes dans un dyke de diorite satellite.

ont subi des rotations lors de l'injection du matériel mafique. Ces rotations sont mises en évidence par les foliations d'orientations variées dans les différents blocs.

En progressant vers le dyke principal, se reconnaissent plusieurs phénomènes. Dans les derniers dykes majeurs, avant de pénétrer dans le dyke principal, s'observent plusieurs phases intrusives caractérisées par des variations importantes dans la quantité de minéraux mafiques (Planche 7). Ces évidences indiquent que cet appareil intrusif est polyphasé. Les plus jeunes montrent des pourcentages en minéraux opaques plus grands que les phases les plus anciennes. L'autre évidence vient du fait qu'à l'intérieur du dyke principal, se rencontrent fréquemment des enclaves dioritiques (décimétriques à métriques), à granulométrie plus fine et avec une quantité moindre en minéraux opaques. Ceci témoigne d'une augmentation progressive en oxydes (magnétite et ilménite) avec l'ordre de mise en place.

Les enclaves observées au Nord du Saguenay où la déformation est plus intense qu'au Sud seront d'abord décrites. Au Nord, la série de dykes contenant les enclaves se dispose de façon rectiligne et leur orientation est constante (NNE-SSW) avec un pendage toujours élevé (60 à 90 degrés) (Fig. 5-a). Le long d'une coupe de l'Ouest vers l'Est à travers le dyke majeur de diorite, le degré de déformation augmente de façon graduelle du coeur vers les



PLANCHE 7 : Photographie illustrant plusieurs phases intrusives successives du dyke de diorite.

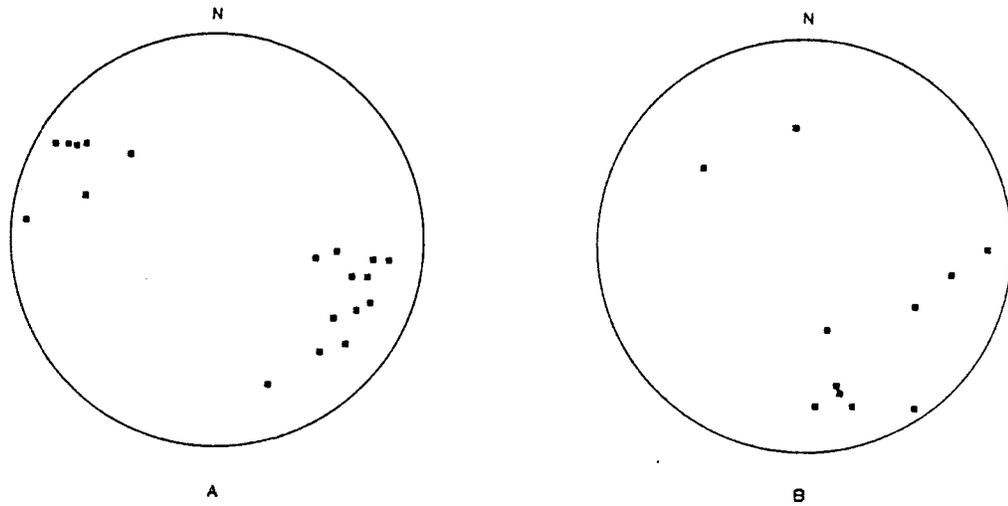


FIGURE 5: Patron de dispersion des pôles des foliations dans le dyke de diorite; a-côté Nord et b-côté Sud de la rivière Saguenay

bordures. Ce phénomène est toutefois plus évident à l'Est.

Le degré de déformation (D) dans les enclaves peut-être estimé par le rapport du grand axe des enclaves sur leur petit axe. La planche 8 provenant du centre de cette unité laisse voir 15 à 20 pourcent d'enclaves dioritiques à grains fins orientés parallèlement à la foliation. Les fragments sont étirés parallèlement à la foliation qui les contourne (D = 3:1). L'identification des enclaves devient de plus en plus difficile à partir des trois quarts de cette coupe. Le degré de déformation devient tellement intense que les enclaves se confondent alors avec l'encaissant en ne laissant paraître que des zones légèrement plus leucocrates. Un bon exemple de ce phénomène est donné par la planche 9 qui montre une ancienne enclave dioritique avec un degré de déformation intense (D = 50:1). Des enclaves anorthositiques (4 à 5 m) situées dans cette dernière zone, montrent également ces phénomènes de déformation plastique.

Dans la section du dyke dioritique situé au Sud de la rivière Saguenay, cette intrusion syncinématique oblique vers l'Ouest et disparaît en un pincement (Fig. 3). Noter que les pendages demeurent toujours très forts (60 à 90 degrés). Les mesures de foliations recueillies se disposent sur des petits cercles sur une projection de WULFF (Fig. 5-b). Les enclaves observées montrent des degrés de déformation beaucoup moins intenses. Certaines de ces enclaves sont non déformées



PLANCHE 8 : Photographie illustrant des enclaves dioritiques plus ou moins déformées contenues dans le dyke de diorite principal.

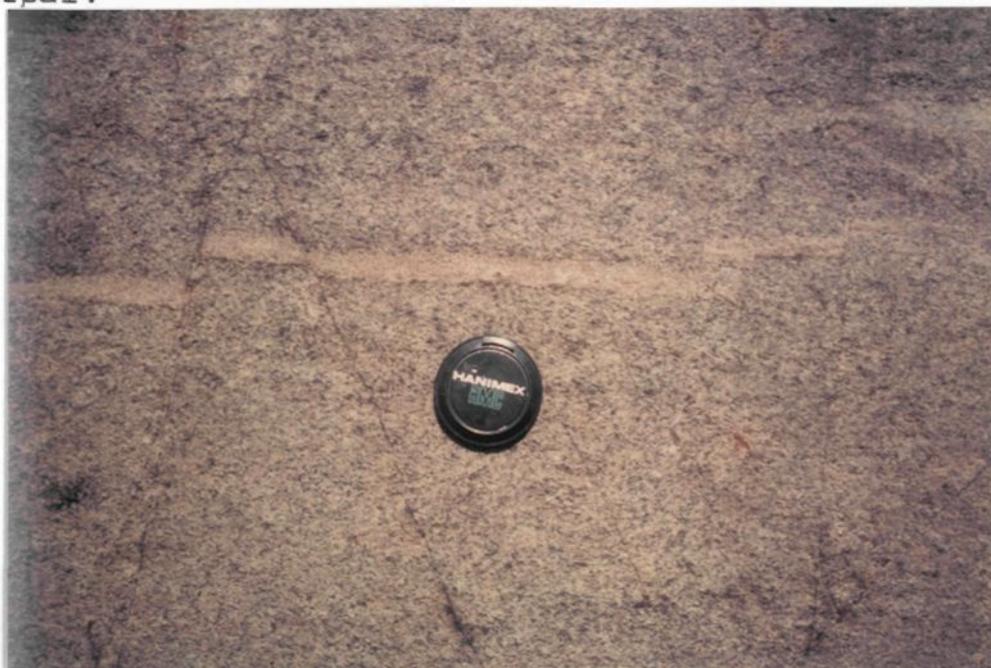


PLANCHE 9 : Photographie illustrant une enclave dioritique très déformée contenue dans le dyke de diorite principal.

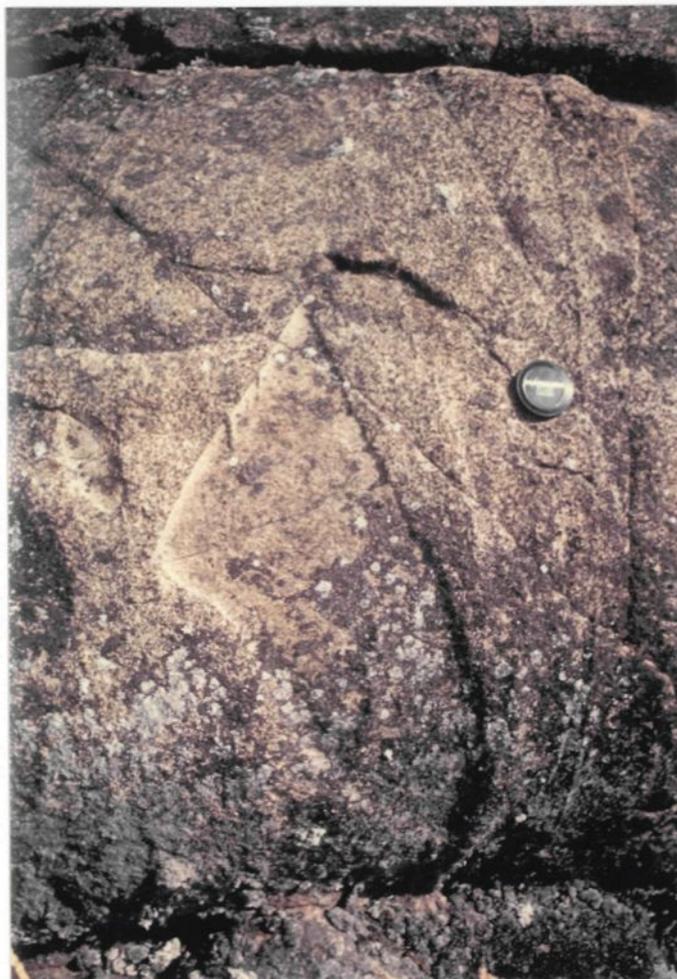


PLANCHE 10: Photographie illustrant une enclave anguleuse de diorite à granulométrie fine dans un matériel dioritique.

(Planche 11). Quelques unes de ces enclaves n'ont pas été réorientées parallèlement à la foliation, ne cessant de présenter des déviations importantes en bordure de ces dites enclaves. A d'autres emplacements, le pourcentage d'enclaves devient important (40 à 55 %), produisant des brèches ignées.

Des cisaillements recoupent cette unité lithologique. Ils se présentent sous forme de veinules noirâtres centimétriques sur le terrain. Ces derniers peuvent provoquer des déplacements mineurs tel qu'illustré sur la planche 9.

Le dyke de diorite traversant la rivière Saguenay, est le premier marqueur géologique qui permet de déterminer grossièrement le type et l'amplitude apparente du cisaillement le long de cette rivière. La carte géologique (Fig. 3) indique un déplacement mineur apparent dextre de 150 à 200 m. Rien ne permet cependant de juger de l'amplitude des mouvements verticaux. Si ce cisaillement s'était produit à l'état ductile, un rebroussement des mesures structurales en s'éloignant des deux rives serait visible, ce qui n'est pas le cas. C'est donc un système cassant qui s'est formé à faible profondeur et auquel peut associer les fractures tardives tapissées de chlorite.

### Description microscopique

Globalement, du plagioclase (40-80 %, An 36-40, Corriveau, 1979), du clinopyroxène (augite) (10-25 %), de l'orthopyroxène (hypersthène) (5-23 %), des oxydes de fer et titane (1-17 %) et de l'apatite (0.1-3 %) s'observent comme phases pseudo-primaires. Le rutile et le feldspath potassique restent des phases mineures. La hornblende et la biotite (0.5-3 %) demeurent les seules phases secondaires dans les dykes satellites associés au gros dyke de diorite (Planche 11).

Les textures primaires de cette unité lithologique ont été oblitérées par des déformations intenses syn- à post-cristallisation. Au minimum, tous les échantillons présentent des textures clastiques intenses (Planche 12). Des clastes de plagioclase (7%) et de pyroxènes (5%) se reconnaissent dans une matrice composée principalement de plagioclase, de pyroxènes et d'opagues recristallisés. Lorsque le degré de déformation devient excessif, la texture devient uniformément granoblastique aussi bien dans des niveaux enrichis en plagioclase (80 %) que dans des sections à minéraux mafiques abondants (Planche 13). Certains orthopyroxènes montrent des lamelles d'exolution de clinopyroxène, indiquant des reliques de pyroxènes magmatiques (Planche 14).

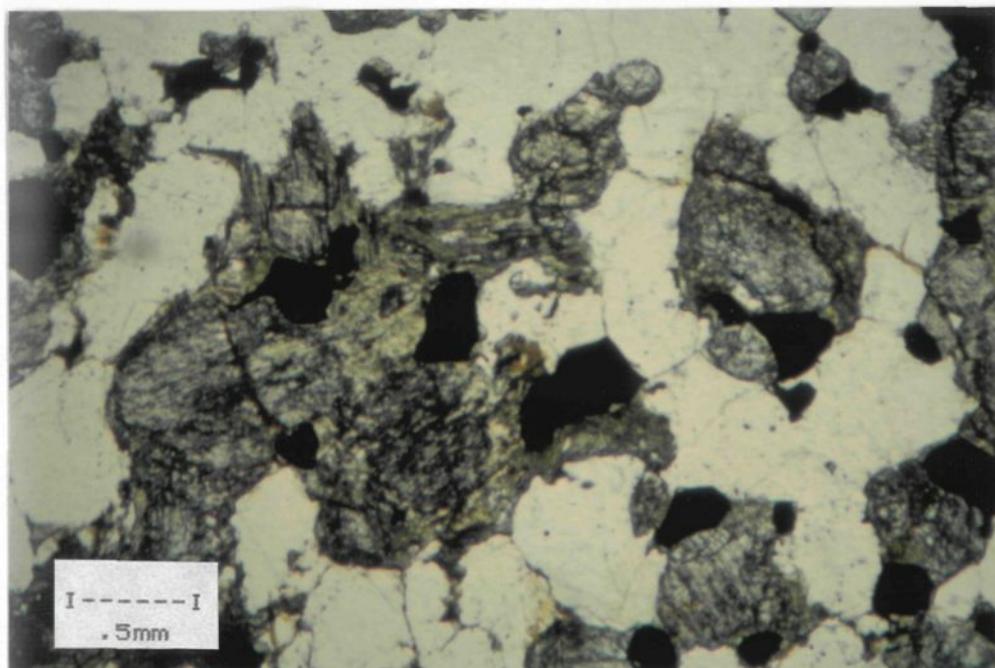


PLANCHE 11: Microphotographie illustrant la présence de hornblende dans un dyke de diorite satellite (largeur de la photo:4 mm).

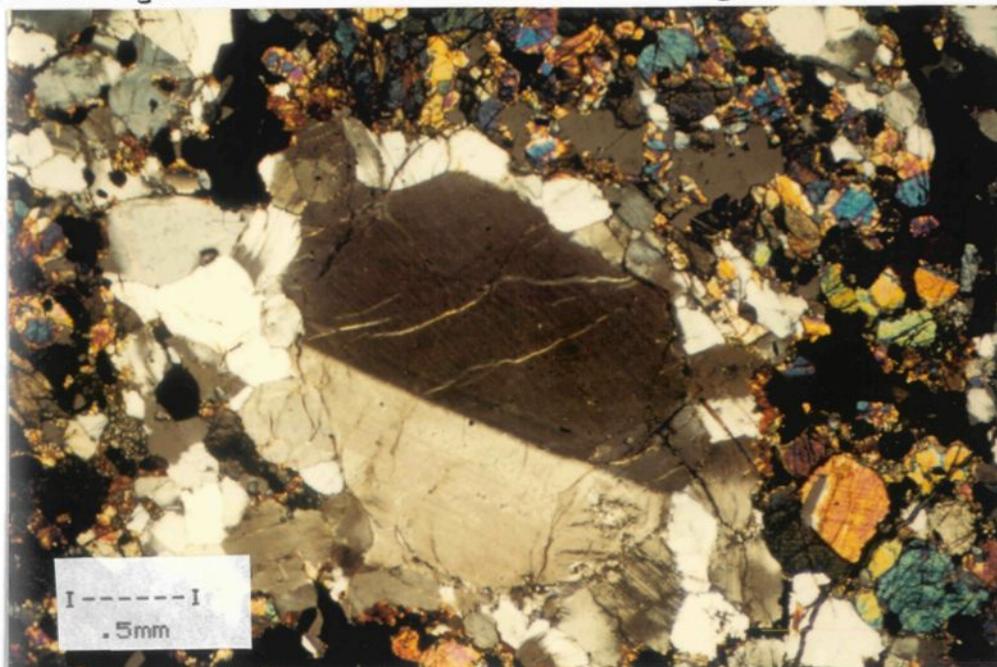


PLANCHE 12: Microphotographie du dyke de diorite illustrant une texture protoclastique. Claste de plagioclase avec bordure recristallisée (largeur de la photo:4 mm).

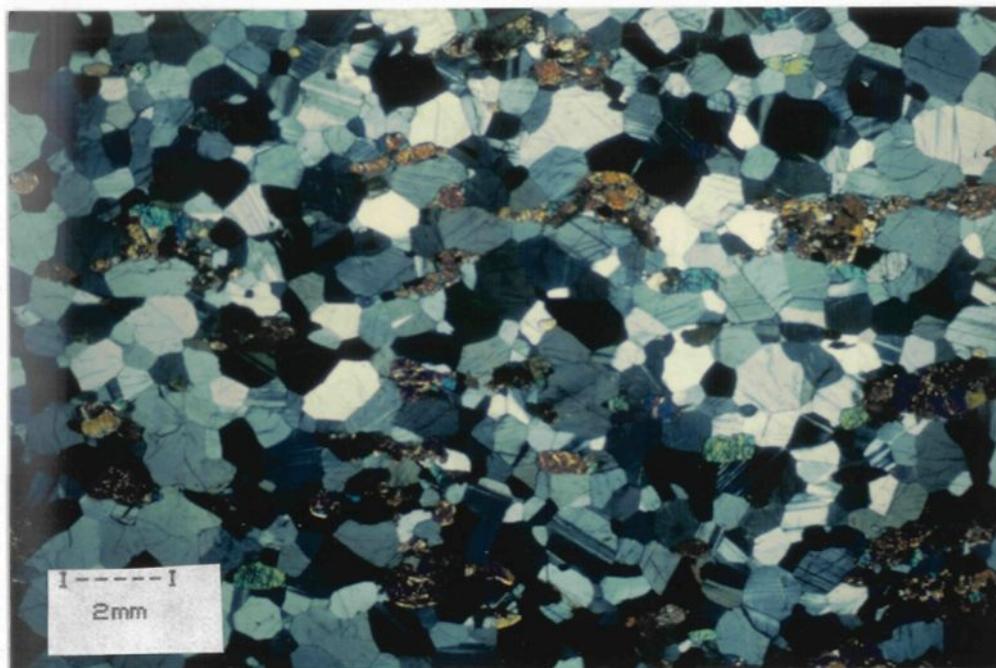


PLANCHE 13: Microphotographie illustrant une texture granoblastique dans le dyke de diorite (largeur de la photo:17 mm).

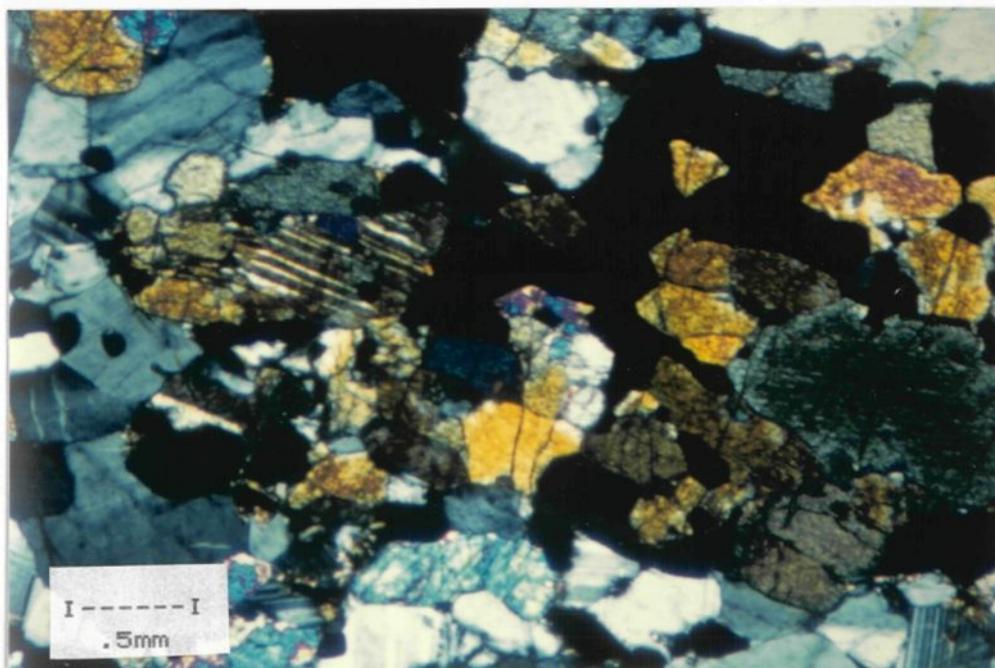


PLANCHE 14: Microphotographie du dyke de diorite illustrant des reliques de pyroxènes magmatiques primaires (lamelles d'exolution d'un clinopyroxène dans un orthopyroxène) (largeur de la photo:4 mm).

Les opaques se distribuent de façon parallèle à la foliation et produisent des "plans continus" dans les échantillons riches en oxyde de fer et titane (Planche 15). A l'échelle d'une lame mince, il n'est pas rare d'observer tous ces phénomènes.

L'analyse modale au compteur de points sur 13 échantillons (1200 points par échantillon) (Tableau 1) suggère le terme de gabbronorite selon la classification de Streickeisen (1976).

### Discussion

Les pyroxènes étant stables durant la recristallisation, cela permet de supposer que le dyke de diorite s'est mis en place sous des conditions métamorphiques du faciès granulite. Ceci est corroboré par la présence d'enclaves d'anorthosite du Lac-St-Jean étirées de façon plastique à l'intérieur du dyke.

Plusieurs évidences indiquent une mise en place synclinématique (Watterson, 1965) pour ce système intrusif basique. Du coeur vers les bordures, se remarque une augmentation du degré de déformation des enclaves contenues dans ce dyke et qui plus est, la présence de baïonnettes atteste également des injections avec ouverture de fractures et déplacement.

Ce système basique s'est mis en place en plusieurs épisodes et possède une teneur importante en minéraux

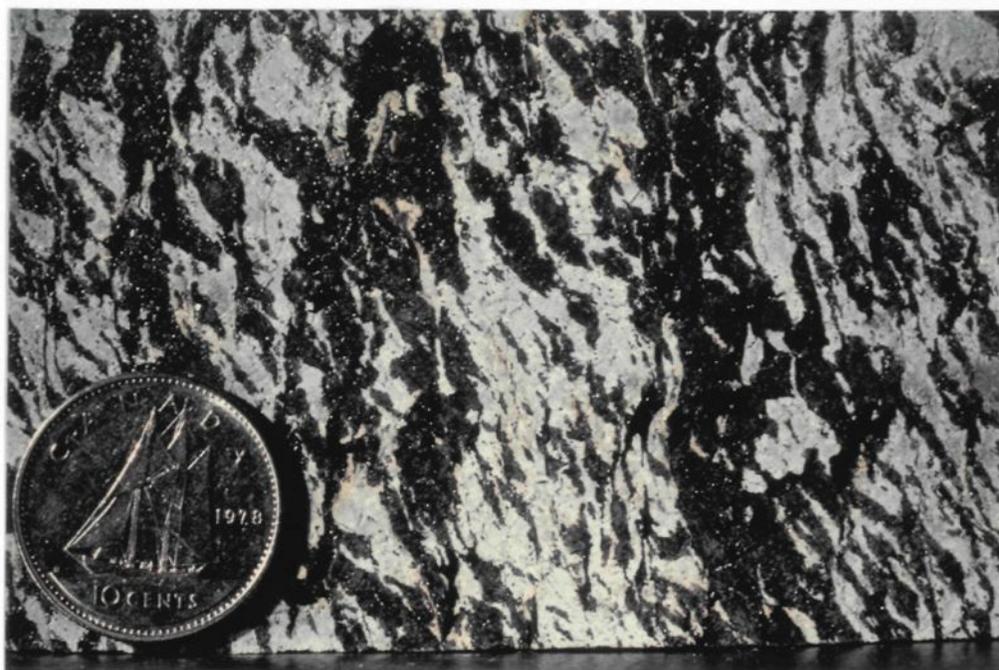


PLANCHE 15: Photographie illustrant la foliation du dyke de diorite.

Duke de DIORITE

## Analyses modales

ECHANTILLON	35	36	38	39	40	37	41	42
Minéraux Pseudo-Primaires	:	:	:	:	:	:	:	:
Plagioclase	44.8	83.0	54.4	49.8	52.9	39.8	50.8	50.0
Olivine (ou altération)	--	--	--	--	--	--	--	--
Orthopyroxène	19.4	5.3	14.4	17.0	12.9	23.2	18.5	11.0
Clinopyroxène	22.1	9.0	18.5	17.3	22.9	19.9	17.5	13.9
Oxydes de Fe et Ti	11.1	1.2	10.5	13.7	10.0	13.7	11.7	11.6
Biotite	0.6	1.5	2.0	2.0	0.9	3.0	1.5	2.6
Apatite	1.9	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.2	0.1
Minéraux Secondaires	:	:	:	:	:	:	:	:
Hornblende	--	--	--	--	--	--	--	11.1
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

ECHANTILLON	44	43	46	45	47	:	:	:
Minéraux Pseudo-Primaires	:	:	:	:	:	:	:	:
Plagioclase	51.0	63.1	64.0	55.3	35.6	:	:	:
Olivine (ou altération)	--	--	--	--	--	:	:	:
Orthopyroxène	13.1	9.3	11.6	9.7	18.1	:	:	:
Clinopyroxène	17.9	17.0	16.3	20.6	26.5	:	:	:
Oxydes de Fe et Ti	14.8	7.9	0.7	12.0	16.4	:	:	:
Biotite	1.4	1.7	1.7	0.5	0.4	:	:	:
Apatite	2.0	1.2	0.3	2.1	3.0	:	:	:
Minéraux Secondaires	:	:	:	:	:	:	:	:
Hornblende	--	--	5.5	--	--	:	:	:
TOTAL	100	100	100	100	100	:	:	:

TABLEAU 1: 1200 points par échantillon.

magnétiques.

Ce dernier correspond approximativement à différentes descriptions de dykes dioritiques riches en fer répertoriés dans d'autres massifs similaires, bien que ces derniers soient nous déformés (Emslie, 1965, 1970 et 1980).

La présence de croissance de hornblende au détriment des pyroxènes dans les petits dykes satellites pose un problème. Ne pouvant pas les associer à une phase d'injection particulière, l'H<sub>2</sub>O ne peut que provenir de l'extérieur de ce système basique.

## Dyke de troctolite

### Description mégascopique

Le dyke de troctolite recoupe les deux unités lithologiques précédentes. Il se caractérise par une couleur d'altération variant entre un gris faiblement brunâtre et un gris moyen clair. Un contact franc est observé entre ce dyke de troctolite et l'anorthosite du Lac-St-Jean à l'extrémité Ouest de ce grand appareil intrusif. Il n'y a pas de zone de trempe et de réaction entre ces deux unités lithologiques. Des enclaves anguleuses d'anorthosite du Lac-St-Jean sont observées localement près de la bordure entre ces deux lithologies (Planche 16). Plusieurs coupes géologiques permettent de bien documenter la nature de ce complexe intrusif.

Les premiers mètres (3-5 m) près du contact Est sont toujours plus mafiques que le reste de cet appareil intrusif. A la base de cette intrusion, l'olivine devient la phase intercumulus prédominante, tandis que lorsqu'on remonte dans ce système, on remarque l'apparition des pyroxènes (principalement un clinopyroxène). Les travaux sur le terrain et une compilation des mesures structurales (Fig. 3-6) indiquent clairement que cette intrusion a un

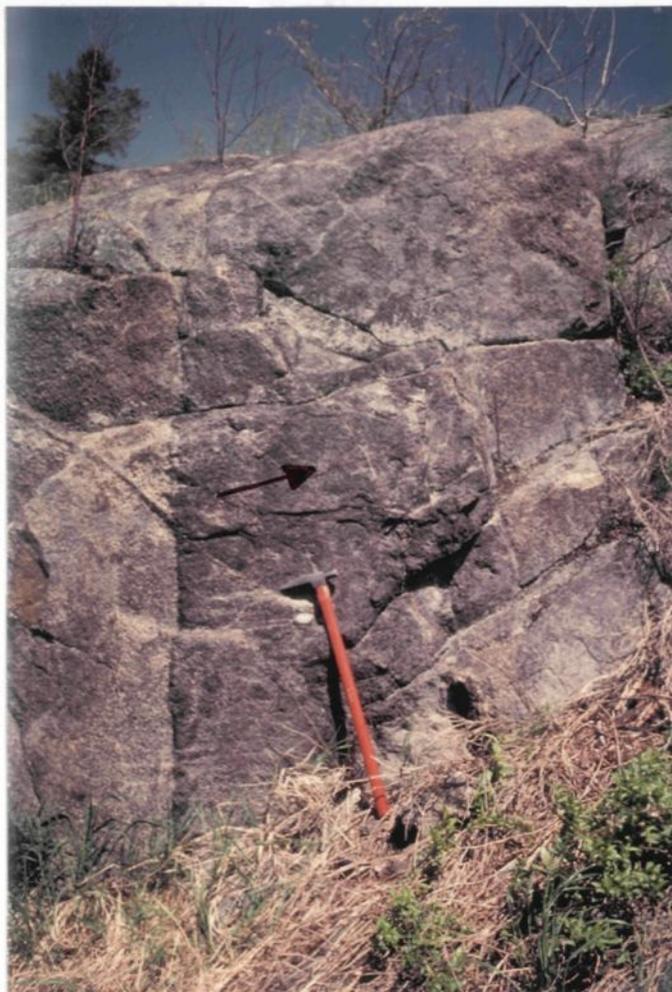


PLANCHE 16: Photographie illustrant une enclave anguleuse d'anorthosite du Lac-St-Jean englobée dans le dyke de troctolite.

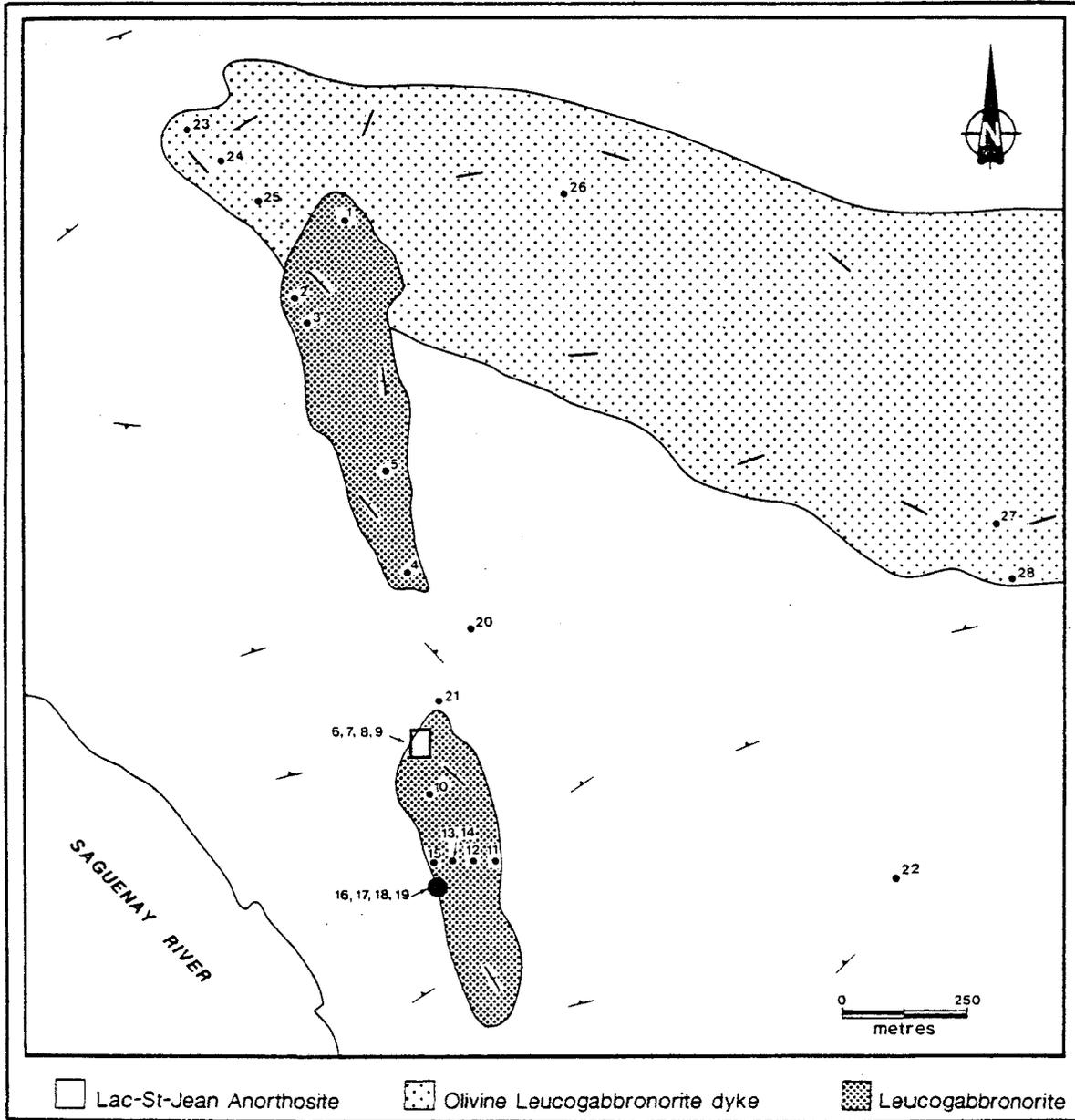


FIGURE 6: EXTRÉMITÉ OUEST DU DYKE DE TROCTOLITE, RECOUPÉ PAR UNE DES DEUX INTRUSIONS DE CANTON TACHE

pendage NW. Il faut encore une fois diviser cette masse ignée en deux domaines à cause de sa forme (Fig. 3). La partie Nord est rectiligne et de direction constante NE-SW et de pendage NW variant de faible à moyen (25 à 45 degrés) (Fig. 7-a), marquée par de minces niveaux (straticules) (Irvine, 1982) (1-5 cm) plus riches en minéraux mafiques qui alternent avec des niveaux plus leucocrates (0.1-2.0 m). La seconde portion de l'intrusion se dispose de façon globalement E-W (Fig. 6). Les litages ignés dans ce secteur à faible pendage vers le NW (15 à 35 degrés) se regroupent selon une direction ENE-WSW (Fig. 7-b).

Sur les affleurements visités, on remarque presque toujours une lamination ignée (Jackson, 1967). Celle-ci est soulignée par l'allongement préférentiel des prismes de plagioclase qui ont entre 1 et 3 cm de long (Planche 17). La planche 18 (détail de la planche 17), présente des changements toujours graduels entre les niveaux mafiques et les niveaux plus leucocrates. Le plagioclase se retrouve comme phase cumulus tandis que les minéraux mafiques sont en phases intercumulus.

Près de l'extrémité Ouest du dyke, des zones plus "pegmatitiques" apparaissent. Ces masses se présentent sous formes d'amas à contours mal définis. Ces poches, ont la même minéralogie que l'encaissant, sauf que ces cristaux de plagioclase et d'olivine prennent des proportions importantes

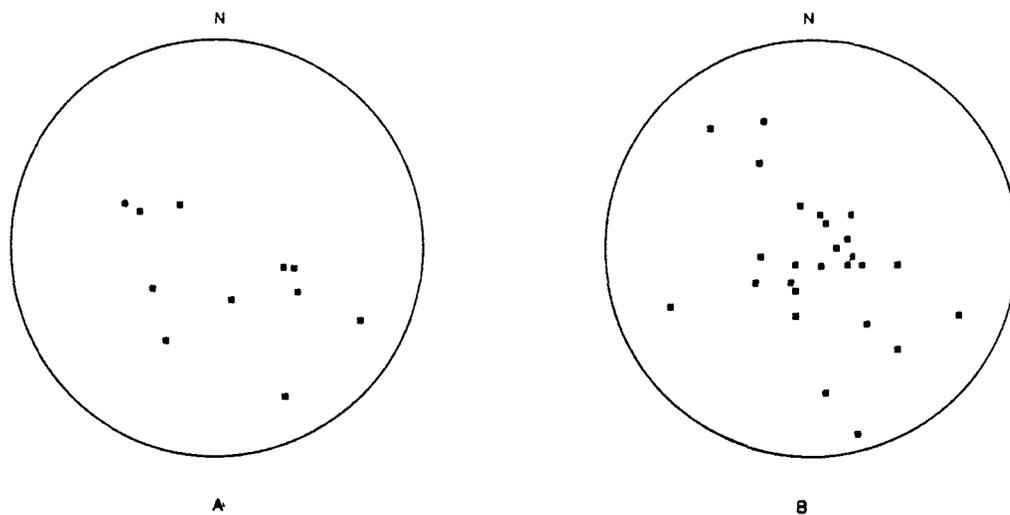


FIGURE 7: Patron de dispersion des pôles des fluidalités magmatiques dans le dyke de troctolite; a-partie Nord-Sud et b-partie Est-Ouest, localisé au Nord de la rivière Saguenay



PLANCHE 17: Photographie illustrant le litage magmatique mégascopique du dyke de troctolite.

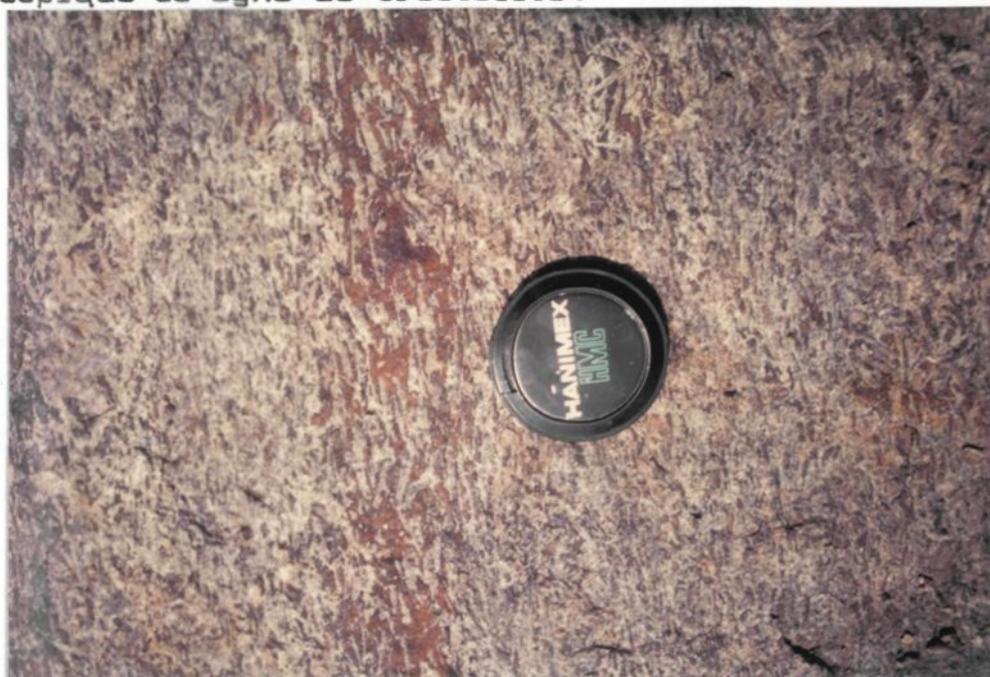


PLANCHE 18: Photographie illustrant en détail le litage magmatique du dyke de troctolite (lamination ignée dans des plagioclase cumulus avec ferro-magnésiens intercumulus).



PLANCHE 19: Photographie illustrant une zone pegmatitique à l'intérieur du dyke de troctolite.

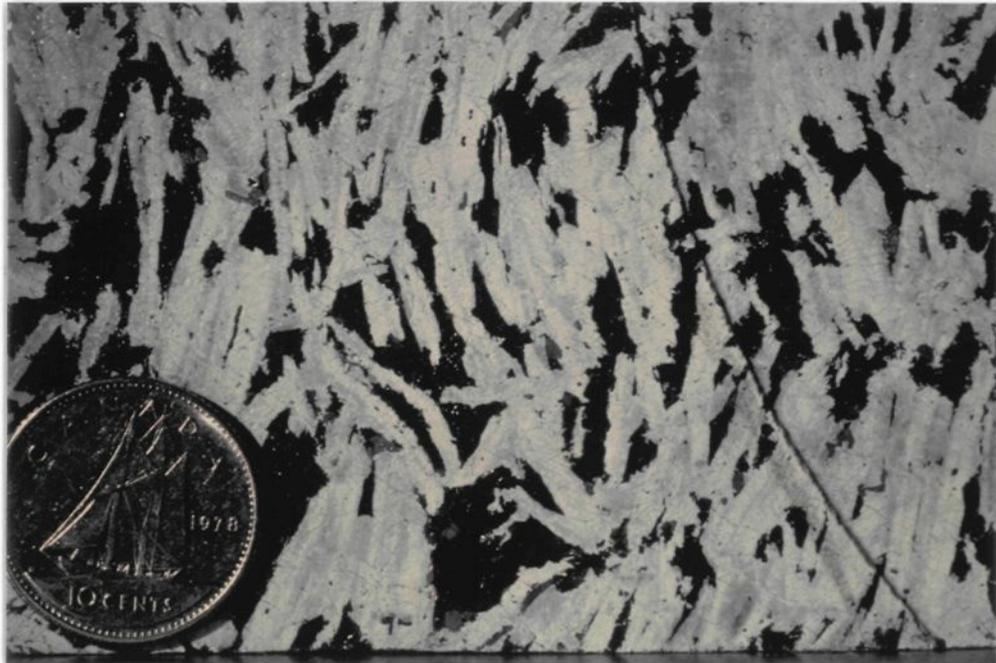


PLANCHE 20: Photographie générale du dyke de troctolite (plaque mince) illustrant des laminations ignées.

(4 à 15 cm) (Planche 19). Des zones de cisaillements ductiles majeures (100 m) recoupent ce dyke à certains endroits. Des zones plus mineures (échelle centimétrique) se présentent sous formes de petites veinules noirâtres où se développent des grenats.

#### Description microscopique

On rencontre comme minéraux primaires entre 60 et 75 % de plagioclase (An 43-48 (Arpin, 1984)), entre 1 et 20 % d'olivine (Fo 36-46 (Arpin, 1984)), entre 0.6 et 8 % de clinopyroxène, de l'orthopyroxène en trace (En 53-59 (Arpin, 1984)), entre 3 et 9 % d'opakes et entre 0.3 et 0.7 % d'apatite.

En lames minces, la caractéristique la plus frappante de ces roches est la lamination ignée soulignée par le plagioclase (Planches 20). Le plagioclase constitue généralement la phase cumulus et l'olivine, le clinopyroxène et les opaques (oxydes de fer et titane) les phases intercumulus. A partir de 11 analyses modales effectuées sur cette lithologie (Tableau 2), et en se référant à la classification de Streickeisen (1976), le terme de gabbronorite à olivine est plus approprié que l'ancienne nomenclature (troctolite). De plus, en se basant sur la classification basée sur les minéraux postcumulus d'Irvine (1982), tous les échantillons peuvent-être définis comme des orthocumulats à plagioclase.

Duke de TROCTOLITE

## Analyses modales

ECHANTILLON	23	25	31	30	28	27	26	24
<u>Minéraux Primaires</u>								
Plagioclase	71.3	67.3	68.5	58.2	72.8	73.2	72.4	67.1
Olivine (ou altération)	11.2	13.1	1.1	18.7	15.2	7.8	1.8	2.3
Orthopyroxène	--	--	tr	--	--	--	--	--
Clinopyroxène	2.5	2.5	0.6	2.5	--	3.8	7.8	8.1
Oxydes de Fe et Ti	6.3	8.4	7.7	6.9	5.9	6.5	3.0	8.6
Apatite	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.7	0.4	0.4
Spinelle	--	--	--	--	tr	--	--	--
<u>Minéraux Secondaires</u>								
Amphibole + Spinelle (symplectite)	0.1	0.1	1.7	0.6	1.2	0.2	0.5	3.9
Orthopyroxène	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.3	0.4	1.4
Orthopyroxène + Magnétite (symplectite)	--	--	3.4	--	--	--	1.6	4.4
Hornblende	4.1	3.5	10.0	7.9	2.2	4.8	6.4	1.3
Biotite	3.5	4.0	6.0	4.2	1.9	2.8	5.2	2.4
Grenat	--	--	--	--	tr	--	--	--
Quartz	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

TABLEAU 2: 1200 points par échantillon.

Duke de TROCTOLITE (suite)

## Analyses modales

ECHANTILLON	29	34						
<u>Minéraux Primaires</u>								
Plagioclase	69.1	59.6						
Olivine (ou altération)	14.9	20.2						
Orthopyroxène	tr	tr						
Clinopyroxène	0.3	1.8						
Oxydes de Fe et Ti	7.4	6.3						
Apatite	0.3	0.6						
Spinelle	--	--						
<u>Minéraux Secondaires</u>								
Amphibole + Spinelle (symplectite)	0.3	1.4						
Orthopyroxène	0.4	3.3						
Orthopyroxène + Magnétite (symplectite)	0.2	0.4						
Hornblende	2.0	2.5						
Biotite	1.7	2.9						
Grenat	--	--						
Quartz	--	--						
TOTAL	100	100						

TABLEAU 2: 1200 points par échantillon.

La planche 23 démontre l'aspect textural de zones pegmatitiques, où les laminations ignées disparaissent au détriment d'une croissance aléatoire des cristaux, tout en conservant le plagioclase comme phase cumulus. Noter que ces poches ne sont pas plus différenciées que le reste de l'intrusion (présence d'olivine et de clinopyroxène magmatiques).

Malgré l'état de préservation parfait des textures et des structures, de nombreuses évidences de recristallisation et de réactions chimiques entre les minéraux au niveau sub-solidus se remarquent. Ceci se traduit par:

1-Des phénomènes de recristallisation en bordure de certains plagioclases (textures en mortier et/ou en kinks) (Planche 21) (Arpin, 1984).

2-Le développement de coronites sub-solidus d'orthopyroxène, d'amphibole + spinelle, de hornblende et de biotite autour de l'olivine (Sapountzis, 1975, Griffin, 1971, Woussen et al., 1981 et Arpin, 1984). La planche 22 présente une olivine magmatique avec une partie de sa bordure composée de clinopyroxène magmatique, tandis que l'olivine directement en contact avec le plagioclase a réagit pour former un orthopyroxène métamorphique par réactions sub-solidus.

3-L'olivine disparaît parfois complètement au détriment d'une symplectite orthopyroxène et opaque (Emslie, 1980) (Planche 24).

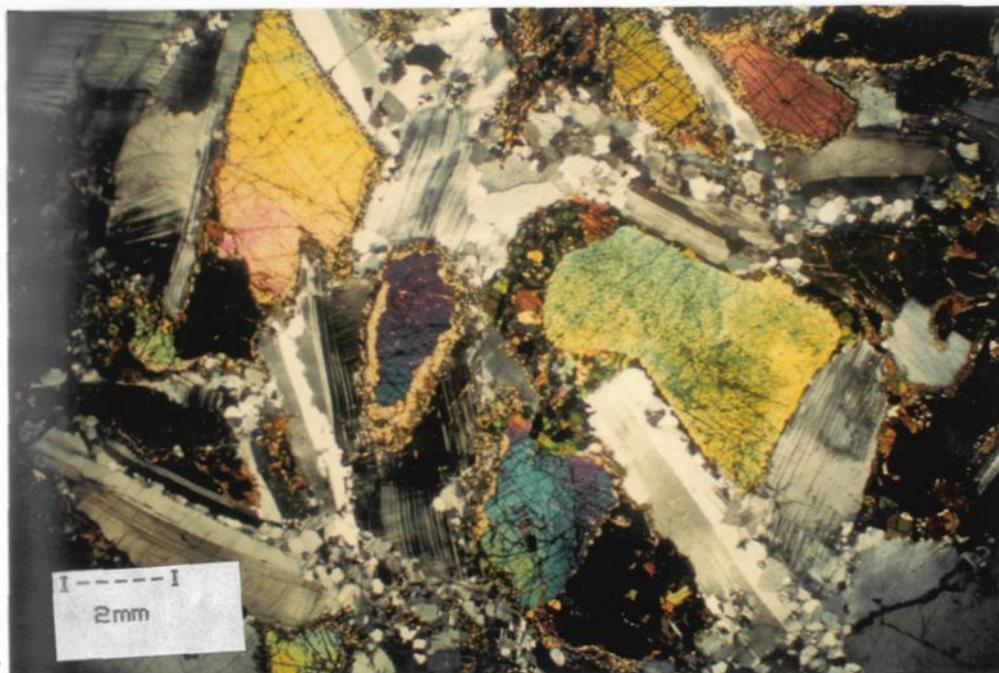


PLANCHE 21: Microphotographie du dyke de troctolite illustrant une texture protoclastique résultant d'une cristallisation sous pression (largeur de la photo:17 mm).

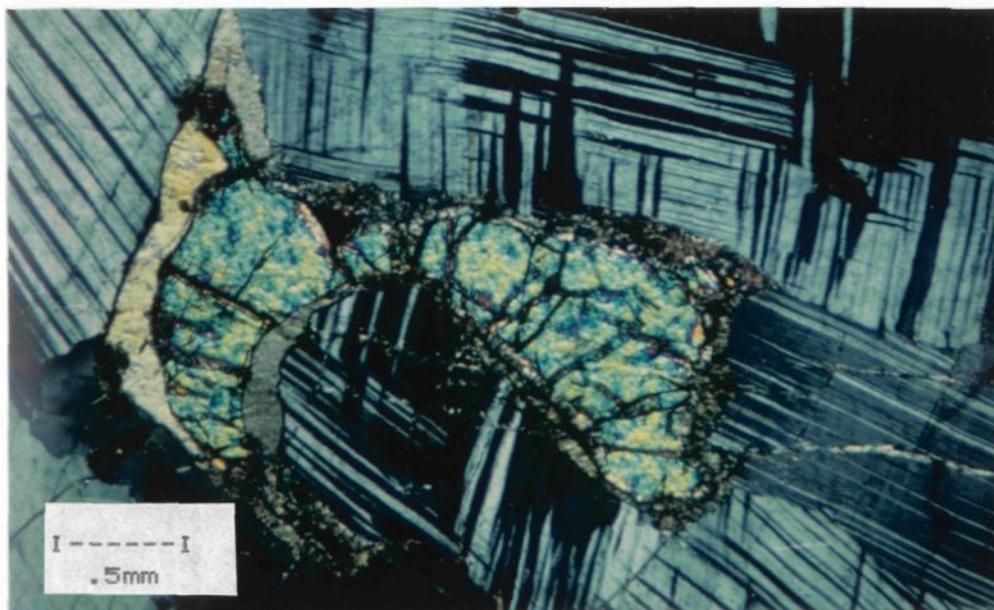


PLANCHE 22: Microphotographie du dyke de troctolite illustrant une olivine intercumulus avec une couronne magmatique de clinopyroxène (gauche) et une couronne sub-solidus d'orthopyroxène (droite) (largeur de la photo:4 mm).



PLANCHE 23: Photographie illustrant une zone pegmatitique dans le dyke de troctolite.

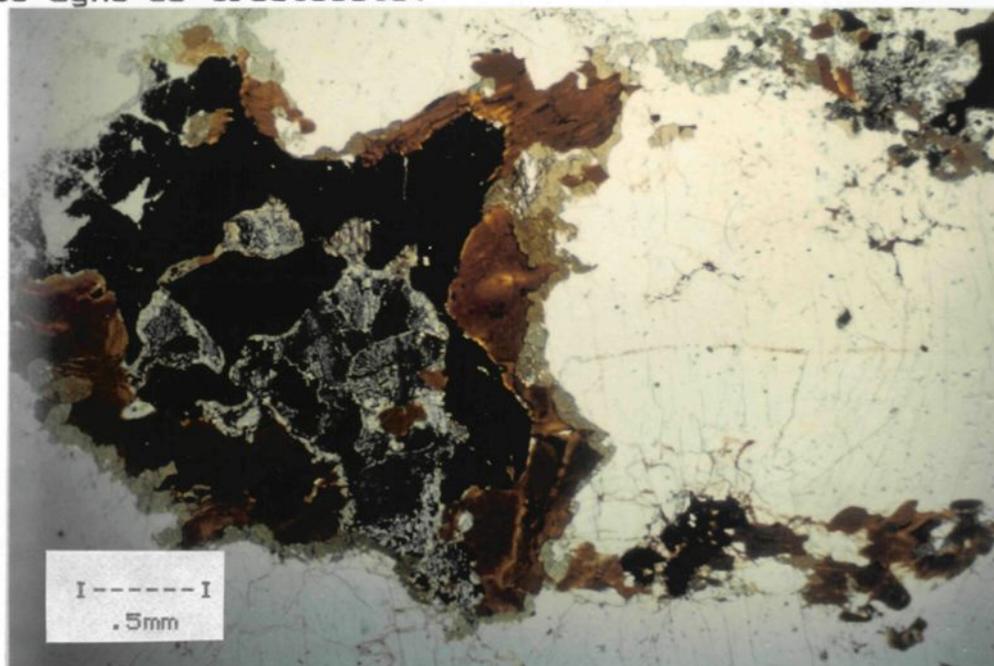


PLANCHE 24: Microphotographie du dyke de troctolite illustrant la transformation sub-solidus d'une olivine intercumulus en orthopyroxène et opaques (largeur de la photo:4 mm).

4-La biotite et l'amphibole rencontrées dans cette lithologie, proviennent également de réactions sub-solidus entre les opaques et le plagioclase (Planches 24). Les échantillons les plus hydratés (grande quantité d'amphibole et de biotite) se localisent toujours à proximité du troisième système à l'étude (massifs anorthositiques de Canton TACHE). Des grenats peuvent se retrouver dans des zones de cisaillements tardives associés avec différents minéraux hydratés et de rares carbonates (Planche 25).

### Discussion

Compte tenu des données existantes, ce second système intrusif montre de par ses textures magmatiques bien préservées, un âge de mise en place beaucoup plus récent que l'appareil dioritique. Ce deuxième appareil basique possédant diverses caractéristiques s'apparentant aux massifs stratiformes avec des évidences de polarité (voir p.35), la forme tridimensionnelle de ce massif n'est cependant pas encore parfaitement déterminée. La géophysique permettrait peut-être de lever l'indétermination (relevé gravimétrique). La présence d'enclaves anguleuses d'anorthosite du Lac-St-Jean indique que lors de la mise en place de cette unité, un pourcentage de phases encore liquides existait toujours. L'étude minéralogique propose une certaine évolution des phases intercumulus. De la base au sommet (de l'Est vers l'Ouest), les proportions d'olivine diminuent

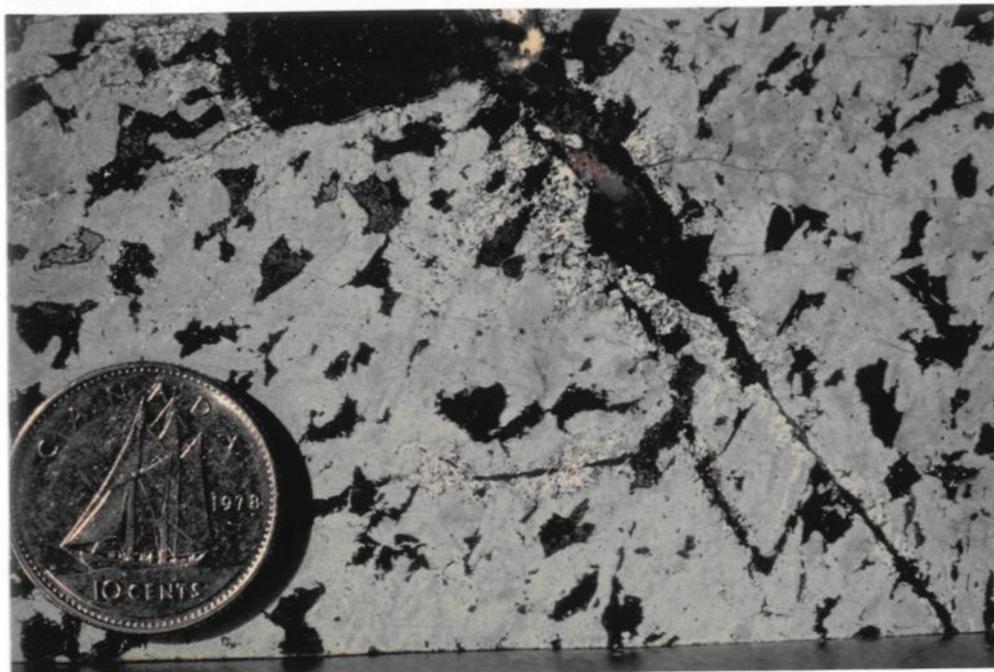


PLANCHE 25: Photographie du dyke de troctolite illustrant la présence d'un grenat tardif relié à une zone de cisaillement.

et celles de clinopyroxène augmentent.

Les couronnes sub-solidus olivine + plagioclase + fluide -> orthopyroxène + amphibole + spinelle rencontrées indiquent que ce dernier (dyke de troctolite) a subi un métamorphisme similaire à celui rencontré dans l'anorthosite du Lac-St-Jean (présence de couronnes sub-solidus riches en amphiboles, Woussen et al., 1981). Une figure compilée (Fig. 8) englobe les diverses hypothèses de mise en place de cette unité troctolitique. Woussen et al., 1981, propose une mise en place profonde (25-28 Km) pour le massif anorthositique du Lac-St-Jean (Fig. 8). A cette époque, les recherches sur le dyke de troctolite étant à leurs débuts, Woussen et al., 1981, indiquèrent que l'olivine et le plagioclase contenus dans ce dernier étaient stables. Ils évoquèrent une cristallisation à pression constante (baisse des températures) provoquant les couronnes sub-solidus de type; orthopyroxène-clino- pyroxène-spinelle dans l'anorthosite du Lac-St-Jean, suivit, après une remontée à l'état solide (5-6 Km), de la mise en place du dyke de troctolite (20-22 Km et 700 degrés C (température de l'encaissant)). Finalement, le massif anorthositique du Lac-St-Jean termina son ascension au niveau des paragneiss (Corriveau, 1982). Arpin (1984), présente deux modèles évolutifs, l'un faisant appel à un cheminement prograde, l'autre à un cheminement rétrograde pour expliquer les diverses observations mentionnées précédemment. Arpin, 1984, s'appuie sur deux réactions

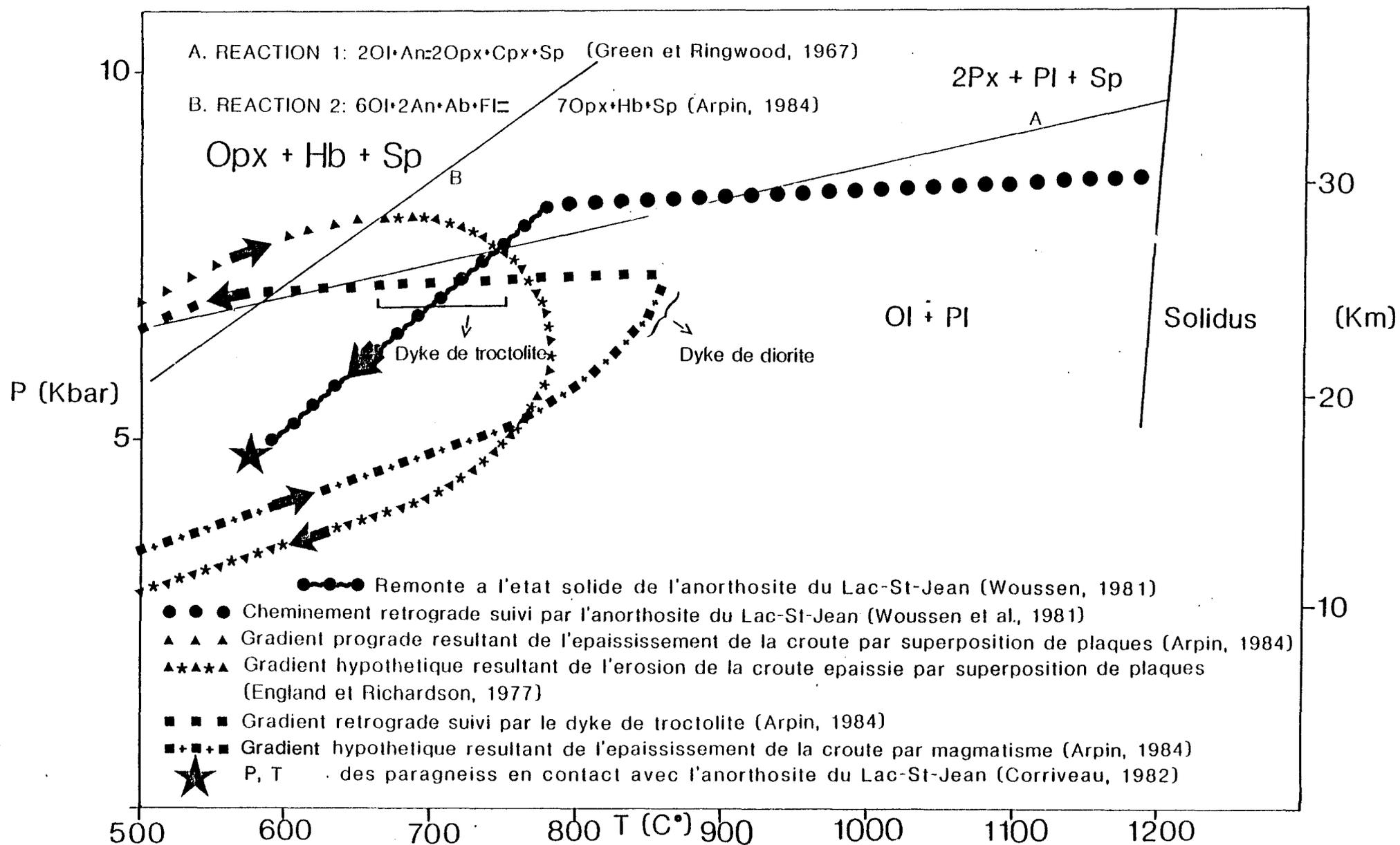
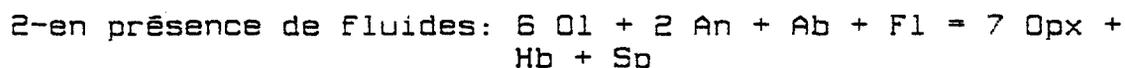


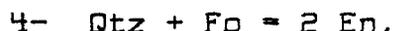
Figure 8 : Compilation des diverses hypotheses de mise en place de l'anorthosite du Lac-St-Jean et du dyke de troctolite.

sub-solidus majeures soit:



Où: Ol = olivine, An = anorthite, Opx = orthopyroxène, Cpx = clinopyroxène, Sp = spinelle, Ab = albite, Fl = fluide Hb = hornblende appartenant à la série pargasite-ferro-pargasite, Di = diopside, En = enstatite, Pl = plagioclase, Pa = pargasite, Qtz = quartz et Fo = forstérite.

Arpin rejette l'hypothèse d'un cheminement prograde (Fig. 8) à partir de la minéralogie des différentes couronnes sub-solidus étudiées (rareté des couronnes de clinopyroxène autour de l'olivine (principalement de l'orthopyroxène)) et l'absence d'évidences texturales pour les relations:



Son second modèle (celui qu'il adopte) propose une mise en place du dyke de troctolite à grande profondeur (22-23 Km et 850 degrés C), pour par la suite suivre le cheminement régional de décompression (Fig. 8) compatible avec une pression hydrostatique élevée et des contraintes de cisaillement faibles. A ce niveau, Arpin fait intervenir un épaissement par magmatisme basique qui pourrait s'associer aux dykes d'amphibolite II (Fig. 2). Il nous semble peu probable de générer une si grande épaisseur de matériel basique, compte tenue du volume requis pour épaisir la croute de 6 à 12 Km.

Woussen et al. (1986), suite à l'étude d'un secteur peu déformé de l'anorthosite du Lac-St-Jean (massif anorthositique de St-Henri-de-Taillon) en viennent à de nouvelles conclusions. Les textures et structures observées dans ce massif sont similaires à celles des anorthosites de type Nain (Berg, 1974, Emslie, 1980), caractérisées par des pressions de mise en place de l'ordre de 5-13 Km). Pour expliquer le haut grade de métamorphisme de la province de Grenville, Woussen et al. (1986), font intervenir un doublement de croûte continentale soit par collision continentale (Dewey et Burke, 1973) ou par subduction de type A de Kroner (voir Woussen et al., 1986). Cet épisode d'épaississement a de plus déformé de façon hétérogène les massifs anorthositiques contenus à l'intérieur de ce système dynamique. L'introduction du dyke de troctolite s'effectue après ce stage de déformation intense (Fig. 8).

Un gradient prograde résultant de l'épaississement de la croûte par magmatisme basique (Arpin, 1984) ou par doublement de croûte (Woussen et al., 1986) suivit d'un cheminement rétrograde de décompression régional génère ces couronnes sub-solidus aussi bien dans le dyke de troctolite, le massif de St-Henri-de-Taillon que dans le grand massif anorthositique du Lac-St-Jean.

Dans tous ces modèles, la source d'eau (H<sub>2</sub>O) générant les amphiboles dans les couronnes sub-solidus demeure mal expliquée. Celle-ci peut provenir de la roche encaissante

même (inclusions fluides dans le plagioclase) ou être de nature externe. Les couronnes d'amphibole minces sont plus susceptibles d'avoir tiré leur eau du plagioclase environnant tandis que, les couronnes majeures nécessitant une quantité plus appréciable d'H<sub>2</sub>O et souvent localisées dans des zones de déformations importantes suggèrent une source d'eau externe.

Intrusions anorthositiques tardives de Canton TACHE

Description mégascopique

Les deux petits massifs intrusifs anorthositiques de Canton TACHE sont alignés suivant une direction NW-SE (Fig. 6). La couleur d'altération de la roche est gris moyen sombre. Une cartographie détaillée du contact Nord du massif NW indique que ce dernier recoupe l'extrémité Ouest du dyke de troctolite (Fig. 3 et 6).

Ces deux masses intrusives ont une structure massive excepté localement. Une lamination ignée erratique (55 à 85 degrés) est soulignée par l'allongement préférentiel de bâtonnets de plagioclase. Ces deux petits massifs, semblant homogènes à prime abord, ont révélé des hétérogénéités importantes en cartographie de détail. Simplement au point de vue granulométrique, il existe des variations majeures sur un même affleurement (Planche 26).

Au contact entre ces massifs et l'anorthosite du Lac-St-Jean, se trouve une mince zone de réaction de 5 à 10 cm de largeur. La planche 27 prise sur le côté Sud de l'intrusion SE, montre une zone de réaction à granulométrie plus fine. Le plagioclase dans l'encaissant a été partiellement transformé en scapolite. A d'autres emplacements, des petits filonnets centimétriques de matériel jeune recoupant l'anorthosite du Lac-St-Jean se rencontrent (Planche 28).



PLANCHE 26: Photographie illustrant les hétérogénéités granulométriques rencontrées dans les intrusions anorthositiques de Canton TACHE.



PLANCHE 27: Photographie illustrant une zone de contact entre l'anorthosite du Lac-St-Jean et une des intrusions anorthositiques de Canton TACHE.



PLANCHE 28: Photographie illustrant un filonnet centimétrique de l'intrusion anorthositique de Canton TACHE qui recoupe l'anorthosite du Lac-St-Jean.

Des brèches ignées se rencontrent le long de la bordure entre ces deux unités lithologiques. La planche 29 montre des fragments d'anorthosite du Lac-St-Jean injectés par ce matériel beaucoup plus jeune.

On observe également une bonne dispersion d'enclaves plus ou moins anguleuses d'anorthosite du Lac-St-Jean à l'intérieur de ces deux intrusifs (Planche 31). Des zones de cisaillements recoupent ces massifs selon différentes directions et produisent des effets variés: fines recristallisations, chloritisations, hydratations. Les phénomènes les plus tardifs se visualisent par l'injection de petites veinules composées de carbonates, quartz et sulfures.

En pénétrant dans ces petits intrusifs, à environ 1-5 m du contact, des amas pegmatitiques de 0.2-3 m en dimension sont observés. Ces amas se distribuent de façon sub-parallèle au contact entre les deux unités. Deux types de "résidus pegmatitiques" peuvent-être distingués. Le plus commun consiste en des amas simples tels que présentés sur la planche 30. Ces résidus contiennent principalement du plagioclase, de la biotite, du feldspath potassique, du clinopyroxène, de l'ilménite, de l'apatite et du quartz. Une seconde forme se rencontre à l'extrémité de "dykes mafiques" plus différenciés qui recoupent ces massifs. Ce même dyke représenté en détail sur la Fig. 9, fut échantillonné pour analyses ultérieures (chapitre III).



PLANCHE 29: Photographie illustrant des fragments d'anorthosite du Lac-St-Jean dans l'anorthosite de Canton TACHE.



PLANCHE 30: Photographie illustrant une ségrégation pegmatitique localisée en bordure des intrusions anorthositiques de Canton TACHE.



PLANCHE 31: Photographie illustrant une enclave anguleuse d'anorthosite du Lac-St-Jean dans une intrusion anorthositique de Canton TACHE.

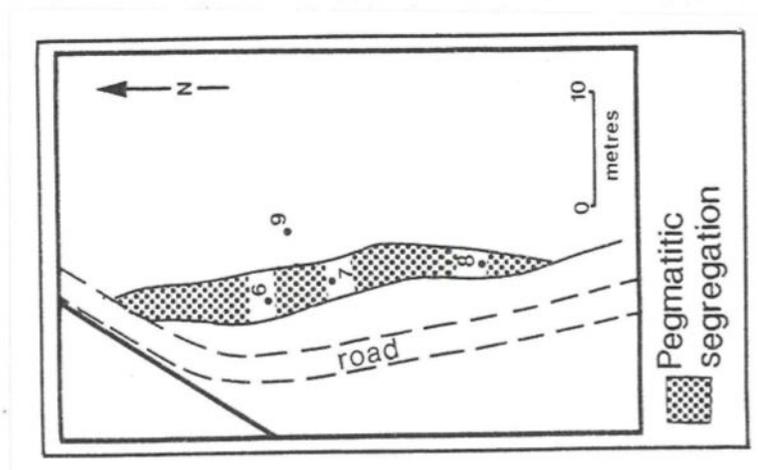


FIGURE 9: Croquis illustrant un dyke plus différencié dans les intrusions anorthositiques de Canton TACHE.

Près du contact Sud du massif Sud-Est (0.5 m), la présence d'injections tardives très riches en quartz et apatite avec beaucoup de symplectites plagioclase-quartz (Planche 32) se remarque. Les textures observées sont similaires à celles rencontrées dans des granophyres associés à certains complexes stratiformes tel le Skaergaard (Wager et Brown, 1967).

#### Description microscopique

A la grandeur de ces massifs, en excluant les ségrégations pegmatitiques et les échantillons de bordures où des réactions métamorphiques intenses se sont produites (traités ultérieurement, p. 69), ceux-ci contiennent entre 55 et 70 % de plagioclase (An<sub>32-54</sub> (Arpin, 1984)), entre 0 et 1.5 % d'olivine (Fo<sub>67-72</sub> (Arpin, 1984)), entre 0 et 13 % d'orthopyroxène (En<sub>70</sub> Fs<sub>27-28</sub> Wo<sub>3-2</sub> (Arpin, 1984)), entre 4 et 17 % de clinopyroxène, entre 0.3 et 9 % d'oxyde de fer et de titane, entre 0.1 et 4 % d'apatite, entre 4 et 21 % de biotite et entre 0.1 et 2.1 % de quartz primaires. Le feldspath potassique, spinelle, rutile, zircon et sphène sont des phases primaires mineures.

Des changements majeurs de minéralogie apparaissent à l'examen détaillé des différentes ségrégations pegmatitiques. Ces ségrégations se caractérisent par de grands feuillets de biotite (10-20 %), la présence d'une quantité importante de

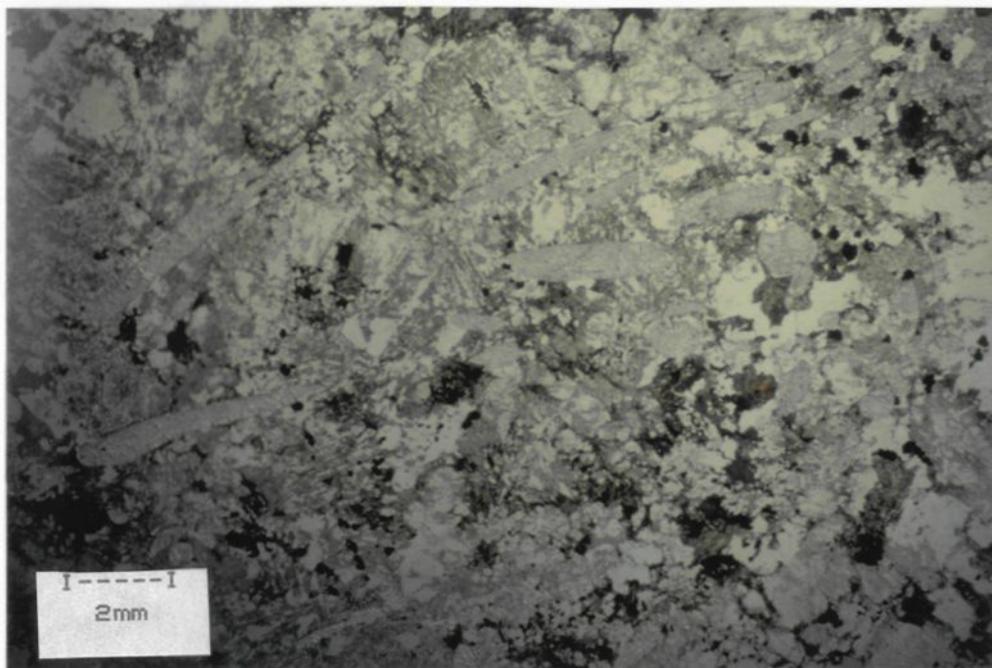


PLANCHE 32: Microphotographie d'injections tardives de bordure associées aux intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant la présence de pourcentages élevés de quartz et d'apatite (texture granophyrique) (largeur de la photo:17 mm).



PLANCHE 33: Microphotographie de ségrégations pegmatitiques à gros flocons de biotite associées aux intrusions anorthositiques de Canton TACHE.

feldspath potassique englobant les plagioclases ou en grains automorphes (30-40 %) de plagioclase mal défini (30-35 %) et de quartz primaire (5-17 %) (Planches 33). L'apatite, les opaques, le sphène et des minéraux ferro-magnésiens anhydres (complètement transformés en amphibole) demeurent des phases accessoires. Des analyses modales sur 16 échantillons (Tableau 3) indiquent des champs anorthositiques et des domaines leucotroctolitiques pour ces roches.

Dans cette unité, s'observent principalement du plagioclase accompagné de pyroxènes (ortho- et clino-), d'olivine, de biotite et de quartz en texture subophitique (Planche 34). Localement, se remarquent des pyroxènes englobant de petits plagioclases (texture poecilitique) (Planche 35). La majorité des plagioclases montre des phénomènes de zonation prononcés, pouvant évoluer à des bordures d'anorthose ou de perthite (Planche 36). Dans de rares spécimens, s'aperçoivent de minces litages (0.3-1.2 cm) ultra-mafiques (Planche 37). Des réactions de type Bowen; olivine → clinopyroxène, olivine → orthopyroxène, orthopyroxène → clinopyroxène et pyroxènes → biotite s'y retrouvent. C'est dans ces zones que l'olivine est la mieux préservée. Le quartz primaire est omniprésent dans les échantillons étudiés. Il est souvent associé à la biotite et l'apatite, dans les derniers espaces interstitiels existants (Planche 35).

Intrusions tardives de Canton TACHE

## Analyses modales

ECHANTILLON	1	3	5	2	10	15	9	6
<b>Minéraux Primaires</b>								
Plagioclase	63.6	55.2	68.3	34.9	31.4	32.9	59.8	69.7
Perthite	--	--	--	38.8	35.8	39.0	--	--
Olivine (ou altération)	1.2	tr	0.1	--	--	--	1.4	tr
Orthopyroxène	4.9	13.3	4.1	--	--	--	8.9	2.8
Clinopyroxène	9.9	13.4	11.5	--	--	--	16.9	7.2
Oxydes de Fe et Ti	4.0	9.4	0.4	0.4	0.3	0.4	6.0	2.0
Apatite	0.5	0.2	tr	0.3	0.5	0.2	0.2	0.5
Biotite	8.8	5.0	8.6	19.9	21.0	11.4	4.3	11.9
Quartz	0.6	0.3	0.4	5.8	4.5	16.5	--	1.8
Sphène	--	--	--	0.1	0.2	--	--	--
<b>Minéraux Secondaires</b>								
Amphibole	1.8	1.2	1.6	--	3.9	--	0.8	1.1
Orthopyroxène	0.2	--	--	--	--	--	--	--
Biotite	4.2	2.0	2.2	--	--	--	2.7	3.1
Quartz	tr	0.1	0.4	tr	--	--	tr	0.1
Serpentine	--	--	--	--	3.1	--	--	--
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

TABLEAU 3: 1200 points par échantillon.

Intrusions tardives de Canton IACHE (suite)

## Analyses modales

ECHANTILLON	7	8	11	12	13	17	18	19
<b>Minéraux Primaires</b>								
Plagioclase	65.1	63.3	72.0	67.5	69.1	69.0	70.8	36.8
Perthite	--	--	--	--	--	--	--	--
Olivine (ou altération)	tr	--	tr	0.1	0.2	--	--	--
Orthopyroxène	1.1	tr	2.2	3.3	3.6	--	1.2	8.8
Clinopyroxène	7.7	6.4	4.5	9.7	11.0	--	3.9	11.5
Oxydes de Fe et Ti	3.0	3.0	2.6	3.3	1.9	3.1	5.9	4.3
Apatite	1.2	1.6	0.3	0.3	0.1	3.8	0.1	0.1
Biotite	15.2	19.0	13.1	8.3	10.1	8.7	9.4	5.9
Quartz	1.7	2.1	1.4	0.7	0.3	15.4	1.1	0.3
Sphène	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Minéraux Secondaires</b>								
Amphibole	4.0	1.6	3.1	3.2	1.9	--	4.6	25.1
Orthopyroxène	--	tr	tr	--	tr	--	--	--
Biotite	2.8	3.0	2.8	3.7	1.8	--	2.4	6.8
Quartz	0.6	0.2	0.6	0.4	0.3	--	0.6	0.4
Serpentine	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

TABLEAU 3: 1200 points par échantillon.



PLANCHE 34: Photographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant le plagioclase avec des ferro-magnésiens interstitiels (plaque mince).

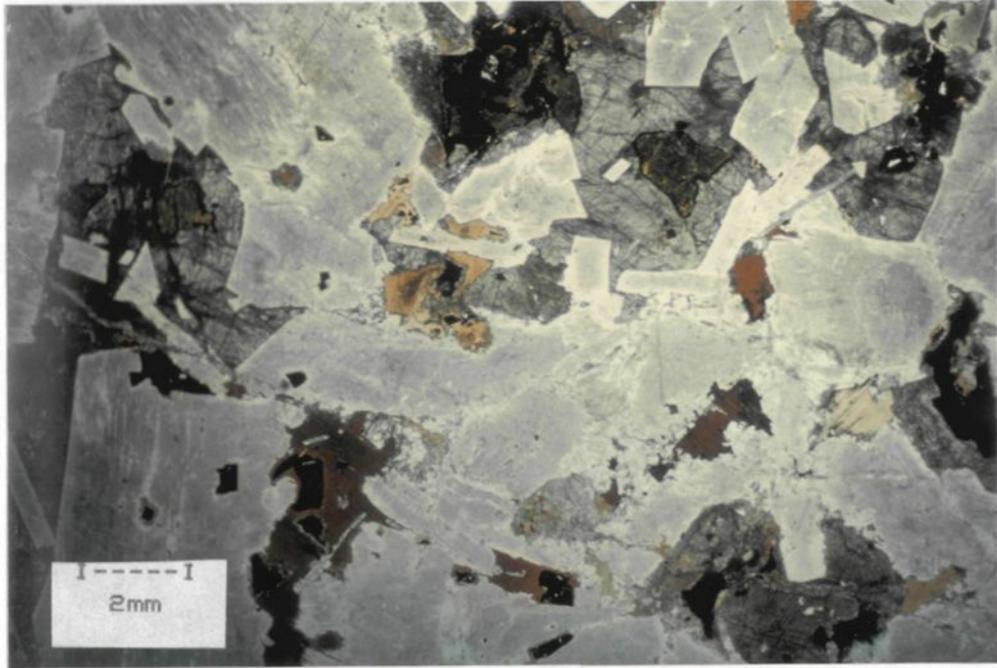


PLANCHE 35: Microphotographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE avec présence de petits plagioclases englobés dans les ferro-magnésiens (principalement clinopyroxène et orthopyroxène) interstitiels (largeur de la photo:17 mm).

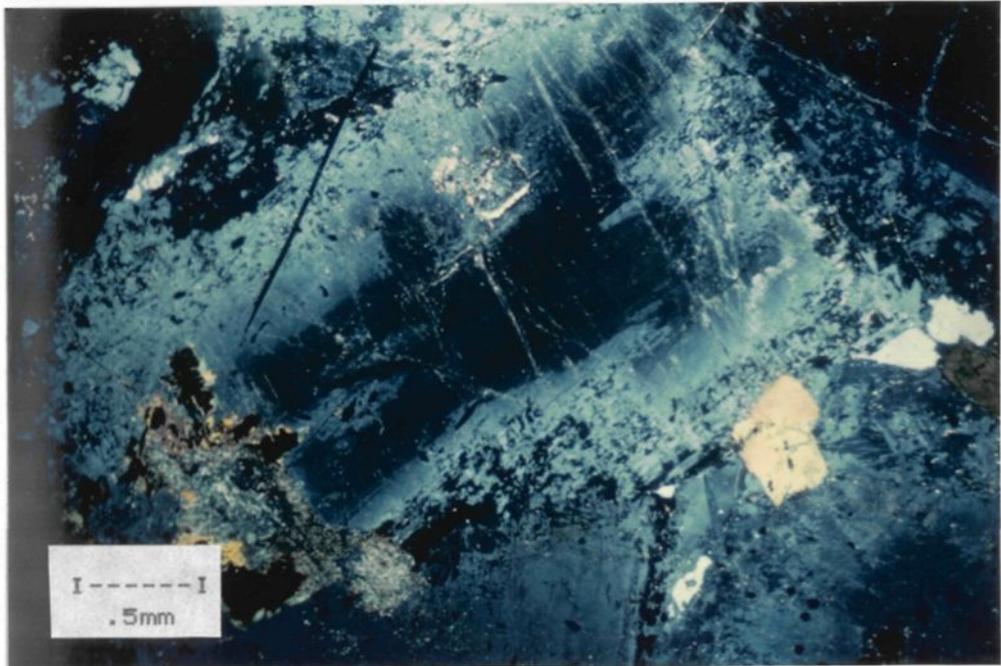


PLANCHE 36: Microphotographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant la présence de plagioclase fortement zoné (largeur de la photo:4 mm).

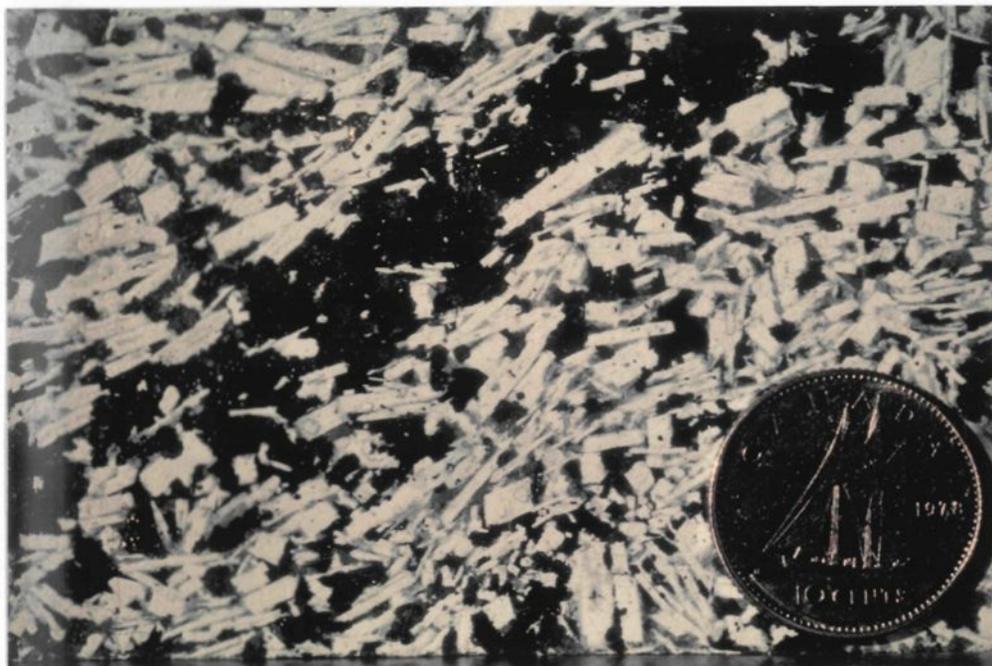


PLANCHE 37: Photographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant la présence de niveaux centimétriques ultramafiques (plaque mince).

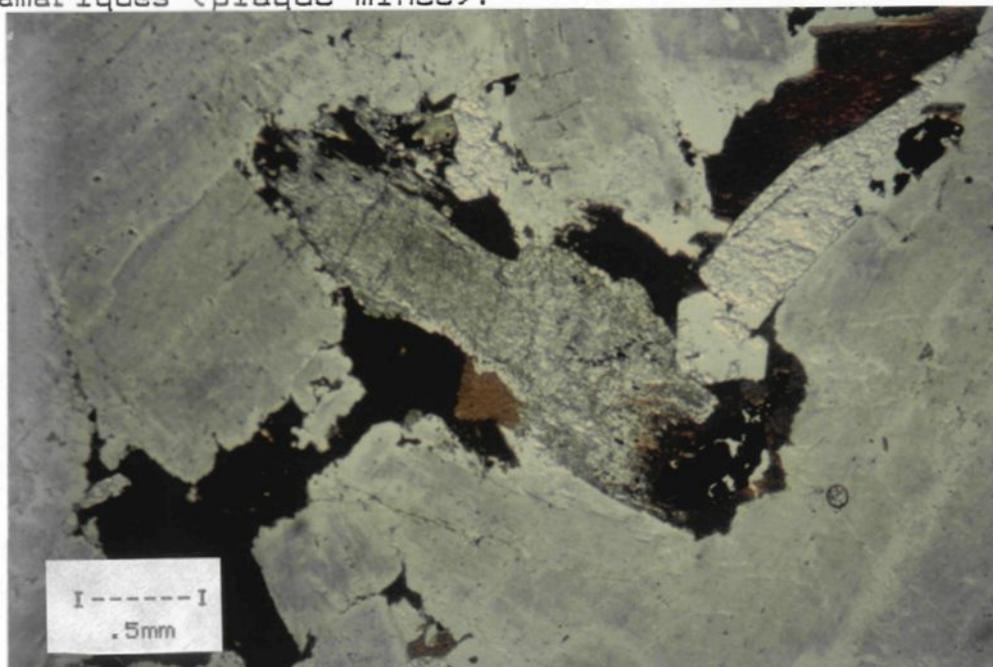


PLANCHE 38: Microphotographie des intrusions anorthositiques de Canton TACHE illustrant la présence de biotite secondaire (largeur de la photo:4 mm).

Sur un affleurement en particulier (Fig. 9), s'identifie un de ces dykes mafiques de composition légèrement différente de l'encaissant devenant pegmatitique à son extrémité. Ce phénomène s'accompagne par un enrichissement en quartz, en plagioclase, en biotite, en feldspath potassique et en apatite, accompagné par un appauvrissement en pyroxènes et en opaques.

Des couronnes réactionnelles composées principalement de biotite et d'amphibole se rencontrent en bordure de ces intrusions, bien que certaines (très minces) se localisent plus au centre. Ces couronnes enveloppent les opaques, les pyroxènes ou plus rarement la biotite. Les phases fluides associées à ces deux petits massifs étaient plus abondantes en bordure qu'au centre. Des échantillons prélevés de l'encaissant montrent des minéraux mafiques complètement transformés en amphibole, du plagioclase recristallisé et du plagioclase scapolitisé. Goldsmith et Newton (1977) mentionnent que ces réactions sont susceptibles de se produire à des pressions et températures variées.

Les seuls phénomènes de déformation observables, très rares, se visualisent par des cristaux de plagioclase et de biotite tordus et plissés.

## Discussion

De par ses différentes relations texturales et structurales, ce troisième système intrusif correspond à l'épisode magmatique basique le plus récent dans le secteur cartographié (exception faite des dykes de diabase). Cela contredit les affirmations d'Arpin (1984) qui englobaient le dyke de troctolite et les deux massifs anorthositiques de Canton TACHE dans un seul lopolithe stratiforme, les massifs anorthositiques de Canton TACHE représentant les phases sommitales de cet appareil intrusif.

L'abondance de biotite dans ces unités constitue une anomalie marquée. Le magma basique à l'origine de ces deux petites intrusions était donc enrichi en potasse et en H<sub>2</sub>O.

Comparativement au dyke de troctolite qui présente des évidences de complexe stratiforme, ces deux petites masses anorthositiques, bien qu'ayant de très belles textures ignées, ne montrent pas de direction préférentielle de dépôt.

La couleur noirâtre du plagioclase correspond à un phénomène bien particulier. Smith (1974) indique que cette teinte peut-être due à la quantité d'H<sub>2</sub>O et non à la quantité d'inclusions de minéraux opaques dans le plagioclase. Ce plagioclase serait donc susceptible de contenir trois fois plus d'H<sub>2</sub>O que celui incolore (0.22 % versus 0.08 %).

Contrairement à Arpin (1984) qui suppose que cette biotite provient d'un remplacement des pyroxènes (minéral secondaire), nous proposons que la majeure partie de ces micas provient d'une origine primaire. Toutefois, une certaine quantité de biotite provient d'un remplacement de pyroxène (Planche 38). Cette réaction de type Bowen, doit nécessairement s'accompagner par la génération de quartz secondaire, la biotite (36 % SiO<sub>2</sub>) étant plus pauvre en SiO<sub>2</sub> que le pyroxène (50 % SiO<sub>2</sub>).

Des ségrégations pegmatitiques et des syénites se rencontrent dans des intrusions picritiques en Australie (Wilshire, 1967). Elles présentent globalement les mêmes évidences de terrain que les ségrégations pegmatitiques de Canton TACHE. Ces dolérites (ou pegmatites) en forme de grandes lentilles minces se sont formées par concentration de volatiles riches en alcalins dans des fractures recoupant cette bouillie visqueuse (cristaux-liquide).

A plus de 30 km de distance, se situe un dyke mafique à phénocristaux de plagioclase d'âge IV localisé près d'un pont de la localité de Shipshaw (tour d'eau de l'Alcan). Une étude préliminaire de ce dyke (Planches 39) montre des phénocristaux de plagioclase grisâtre fortement zonés dans une matrice composée principalement de plagioclase, de pyroxènes, de biotite et d'opagues. De cette minéralogie "similaire", il serait tentant de tirer des relations

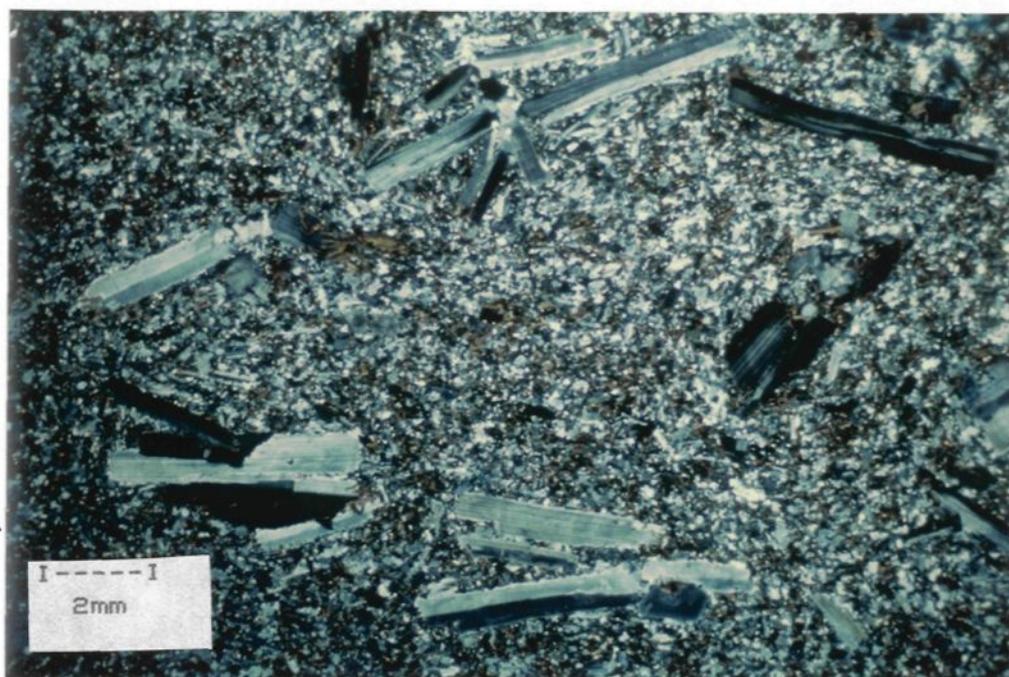


PLANCHE 39: Microphotographie d'un Dyke mafique d'âge IV possédant une minéralogie "similaire" à celle des intrusions anorthositiques de Canton TACHE (largeur de la photo:17 mm).

empiriques semblables pour la g n se de ces deux unités mafiques, l'une étant une phase plus primitive par rapport à la seconde. Hervet (communication personnelle) signale également des dykes mafiques tardifs d'âge IV contenant des minéralogies et des textures similaires. Ceux-ci proviennent d'un territoire où l'anorthosite du Lac-St-Jean repose en contact avec les gneiss de Chicoutimi (secteur du Lac K nogami).

### Dyke de diabase

#### Description mégascopique

Le seul dyke de diabase identifié sur tout le territoire recoupe selon une direction NE-SW le second massif anorthositique tardif de Canton TACHE (massif SE). Il se retrouve sous forme d'un "serpentin" d'environ 10 m de longueur par tout au plus 5 cm d'épaisseur. Ses deux extrémités se terminent en apophyses pointues. En surface altérée, de couleur généralement verdâtre, une variation se remarque dans des teintes brunâtres vers les bordures. La planche 40 montre le contact entre ce dyke de diabase (noirâtre) et son encaissant, l'anorthosite tardive de Canton TACHE.

#### Description microscopique

La zone de trempe mesure tout au plus 2 mm et apparaît légèrement appauvrie en opaques microcristallins. Ce dyke de diabase se compose essentiellement d'opaques possédant des formes automorphes "cubiques" (magnétite), de quelques bâtonnets de plagioclase grisâtres et d'une matrice cryptocristalline.

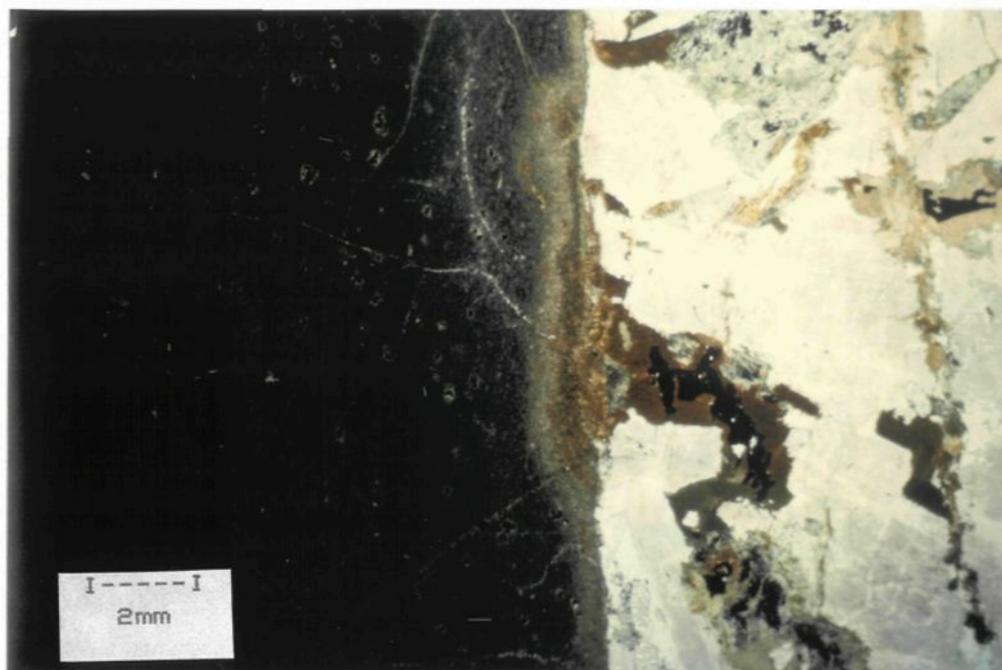


PLANCHE 40: Microphotographie d'un Dyke de Diabase dans les intrusions anorthositiques de Canton TACHE (largeur de la photo: 17 mm).

### Conclusion à l'étude minéralogique et pétrographique

Les études minéralogiques et pétrographiques permettent d'évaluer si les trois systèmes basiques étudiés forment des unités différentes.

#### A-Le dyke de diorite

Les foliations dans le dyke dioritique indiquent des plans de glissements provoqués durant une ou des déformations intenses. L'orientation NE-SW du dyke de diorite correspond à l'orientation préférentielle de mylonites et/ou zones de cisaillements ductiles recoupant l'anorthosite du Lac-St-Jean à une échelle régionale. Ces caractéristiques indiquent, selon Watterson (1965), que ce dyke de diorite correspondrait à une phase intrusive synclinématique.

La minéralogie et les textures de cette unité indiquent une recristallisation marquée de la roche au faciès granulite (25-28 Km de profondeur (Woussen et al., 1981)). Ce dyke représenterait vraisemblablement des résidus basiques enrichis en fer, dérivant de magma tholéiitique (magma primaire associé à la genèse du massif anorthositique du Lac-St-Jean), ayant subi des fractionnements complexes d'olivine et d'orthopyroxène près de l'interface croûte-manteau (Emslie, 1980).

#### B-Le dyke de troctolite

Le dyke de troctolite recoupe le dyke de diorite et se distingue des deux autres (dyke de diorite et massifs

anorthositiques de Canton TACHE) de par ses affinités avec un complexe stratiforme (litages rythmiques et laminations ignées abondants). La base de cet appareil intrusif (côté Est) présente toujours des pourcentages plus importants de minéraux ferro-magnésiens (sur les premiers mètres) et semble montrer un passage graduel de phases riches en olivine à des phases riches en olivine et clinopyroxène. Le dyke de troctolite et les anorthosites de Canton TACHE présentent des textures magmatiques bien conservées. Cependant, le dyke de troctolite montre des phénomènes de cristallisation sous pression, absents des anorthosites de canton TACHE (recristallisation de plagioclase en bordure et couronnes réactionnelles d'orthopyroxène et d'amphibole autour des grains d'olivine. Cette réaction entre les grains d'olivine, le plagioclase et une certaine quantité de fluide s'effectue durant une cristallisation à pression constante (Sapountzis, 1975, Griffin, 1971, Woussen et al., 1981, et Arpin, 1984)). Ces réactions, similaires à celles rencontrées dans l'anorthosite du Lac-St-Jean, indiquent une profondeur de mise en place de l'ordre de 22-23 Km et 700-900 degrés C (Woussen et al., 1981).

Des amas pegmatitiques non différenciés mal définis s'observent à l'extrémité Ouest de cette intrusion (Fig. 3). Les plans de rubanements magmatiques, semblant toujours parallèles aux bordures, forment des angles variant entre 10 et 70 degrés par endroit avec ces dernières. Tout concorde pour penser que le magma basique associé à cette phase

intrusive s'est mis en place dans une canalisation où l'orientation dans l'espace correspondait approximativement à celle présentement visible (le pendage ayant probablement varié en cours de route par des déversements de blocs structuraux). Cela revient à dire que l'extrémité Ouest en forme de "banane" se localisait au sommet de cette intrusion lors de sa formation (présence d'amas pegmatitiques) (Fig. 10).

#### C-Intrusions anorthositiques tardives de Canton TACHE

L'une des deux intrusions anorthositiques tardives de Canton TACHE recoupe distinctement l'extrémité Ouest du dyke de troctolite (Fig. 6). Les textures primaires observées dans cette unité diffèrent des deux autres. Des textures subophitiques massives caractérisent ce troisième système basique. Les phénomènes de déformation et les couronnes réactionnelles sub-solidus y étant beaucoup moins nombreux, on propose que ces deux petits massifs seraient beaucoup plus jeunes que le dyke de troctolite et se seraient mis en place à des profondeurs plus faibles (5-10 Km, 600-800 degrés C). Ces derniers contiennent une minéralogie non conventionnelle (abondance de biotite) et des ségrégations pegmatitiques différenciées. Ces amas se localisant préférentiellement en bordures des intrusions anorthositiques de Canton TACHE, ils associent à des phénomènes de différenciations (in situ) générés par les liquides résiduels de cristallisation provenant de ces deux petits massifs basiques.

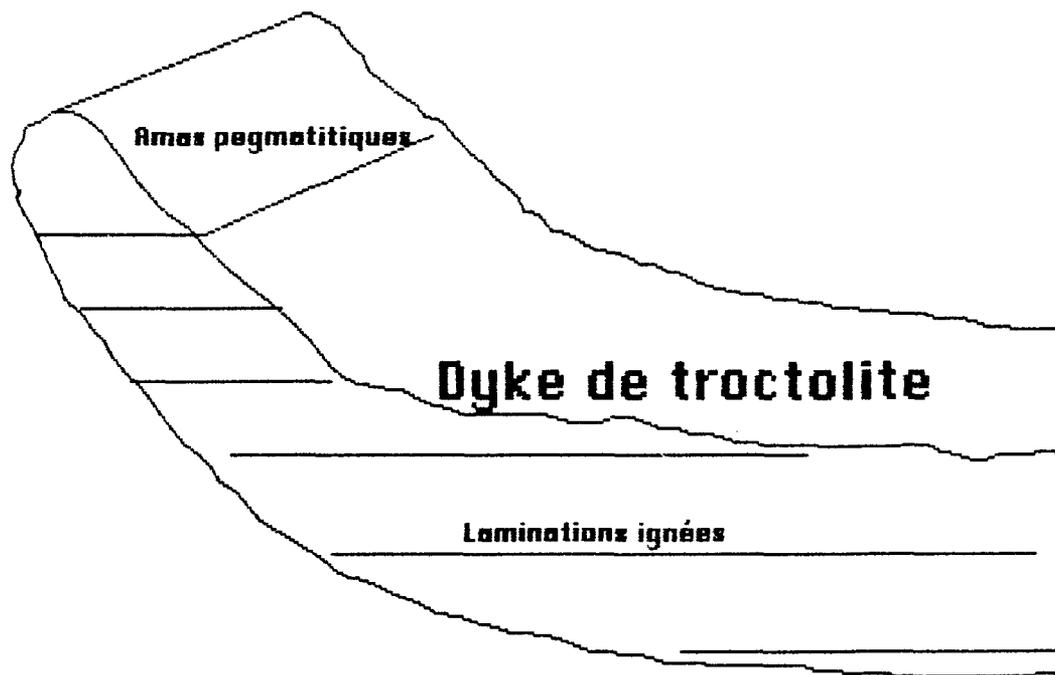


FIGURE 10:

**Planche grossière ou l'on remarque les amas pegmatitiques localisés au sommet de l'intrusion troctolitique (extrémité Ouest du dyke).**

### Chapitre III

## ETUDE GEOCHIMIQUE

### Introduction

Cette étude géochimique des éléments majeurs et des terres rares (REE) fut effectuée pour caractériser les trois systèmes intrusifs (dyke de diorite, dyke de troctolite et massifs anorthositiques de Canton TACHE), et déterminer si certains liens génétiques existaient entre ces unités.

Les oxides tels  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $\text{P}_2\text{O}_5$  furent analysés par fluorescence X (Phillips PW 1410) tandis que le  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  et  $\text{MnO}$  furent analysés par absorption atomique (Perkin Elmer, 603) à l'Université du Québec à Chicoutimi. Le S (détermination automatique du soufre LECO, 635-700) et le  $\text{CO}_2$  (détermination volumique de carbone LECO, 501-090) furent également analysés à l'Université du Québec à Chicoutimi. Les terres rares ont été analysées par activation neutronique à l'École Polytechnique de Montréal (Greg Kennedy). Les concentrations en oxydes majeurs (avec les précisions analytiques), les terres rares (REE), la composition normative et les pourcentages cationiques de chacun des échantillons sont regroupés sous forme de tableaux pour ces trois intrusifs (appendices II, III et IV).

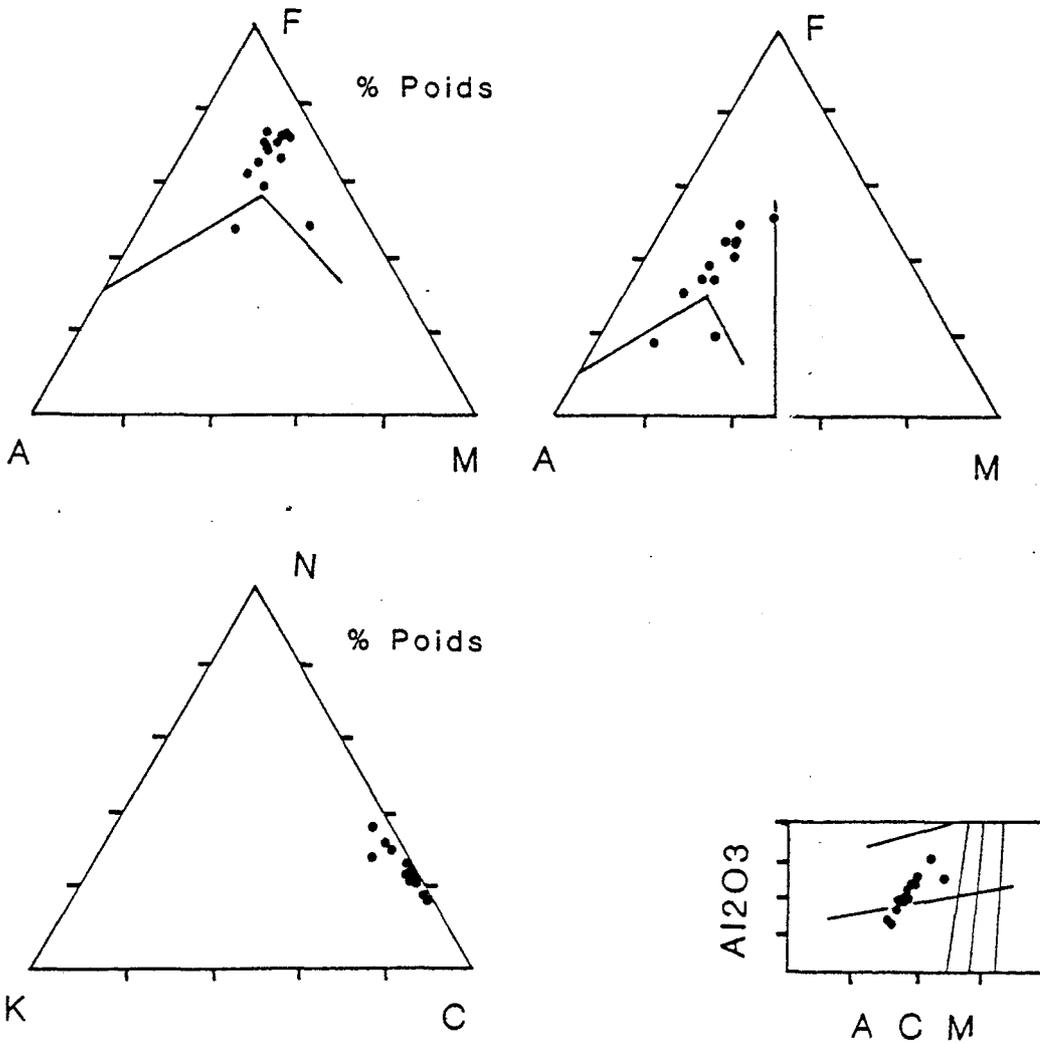
Caractérisation chimique des trois intrusions basiques

Diagrammes AFM (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O - FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - MgO) et  
Diagrammes JENSEN (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub> - MgO)

Sur le diagramme AFM (Wager et Deer, 1939), avec les sousdivisions d'Irvine et Baragar (1971), et sur le diagramme de Jensen (1976), les analyses des trois appareils intrusifs montrent des comportements différents. Les analyses du dyke de diorite (Fig. 11) qui se situent dans les domaines tholéïtiques d'Irvine et Baragar (1971) et de Jensen (1976) définissent des segments de droite avec un comportement anomalique. En effet, les rapports Fer total / Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O et Fer total + TiO<sub>2</sub> / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> croissent avec l'ordre de mise en place des roches (système polyphasé) alors que le MgO reste constant.

Les analyses du dyke de troctolite (Fig. 12), qui se situent également dans les domaines tholéïtiques, montrent des rapports Fe total/MgO et Fe total + TiO<sub>2</sub>/MgO constants de 2.5.

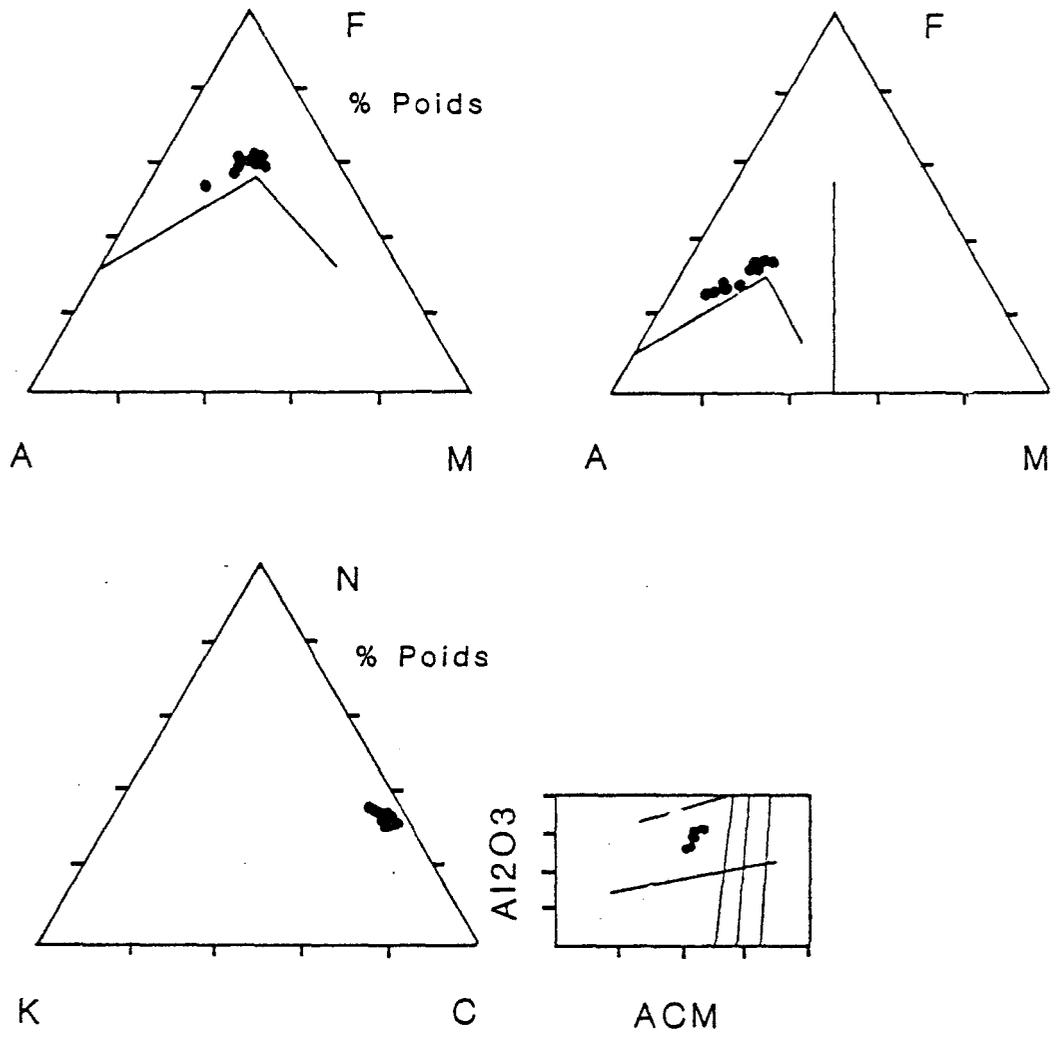
Ces mêmes diagrammes, pour les massifs anorthositiques de Canton TACHE (Fig. 13) indiquent: 1)-une concentration de la majorité des analyses en un seul point et 2)-une différenciation prononcée pour les analyses des différentes ségrégations pegmatitiques tardives vers le pôle A; toutes ces valeurs (1 et 2) se disposant dans le champs calco-alcalin (rapports Fe total/MgO et Fe total + TiO<sub>2</sub>/MgO constants de 1.5).



### DYKE DE DIORITE

Diagrammes AFM et Jensen; Diagramme CNK; et Diagramme ACM

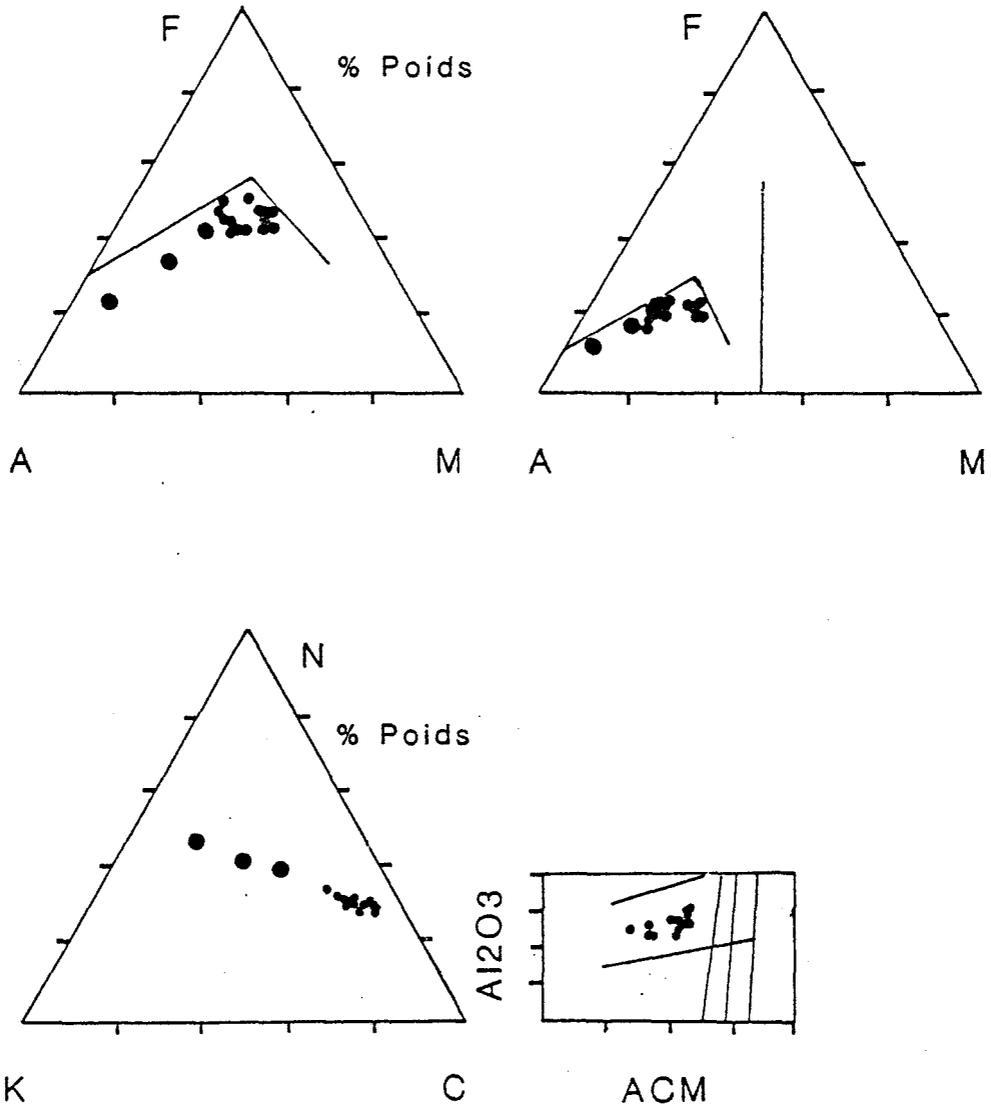
FIGURE 11:



## DYKE DE TROCTOLITE

Diagrammes AFM, Jensen, CNK et ACM.

FIGURE 12:



## ANORTHOSITE DE CANTON TACHE

Diagrammes AFM et Jensen Diagrammes CNK et ACM

(● segregations pegmatitiques).

FIGURE 13:

Diagrammes CNK (CaO - Na<sub>2</sub>O - K<sub>2</sub>O)

Le diagramme CNK pour le dyke de diorite (Fig. 11) montre des rapports riches en CaO et très pauvres en K<sub>2</sub>O avec une différenciation allant du pôle C au pôle N (rapport Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O = 20).

Le diagramme CNK des analyses du dyke de troctolite indique des rapports riches en CaO avec une variation quasi-inexistante du pôle C vers les pôles N et K, avec un rapport Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O de 2 (Fig. 12).

En dernier lieu, le diagramme CNK englobant les analyses des masses anorthositiques de Canton TACHE, exhibe des rapports riches en CaO (encaissant) se différenciant fortement vers les pôles N et K (ségrégations pegmatitiques) selon un rapport Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O de 1 (Fig. 13).

Ce second mode de représentation simple permet une fois de plus de différencier aisément ces intrusifs les uns des autres.

Diagrammes ACM (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO+MgO)

Ces diagrammes tirés de Martignole (1975), spécifient et différencient ces trois unités. Les analyses du dyke de diorite se disposent dans le champ des leuconorites plus ou moins riches en plagioclase (45 à 65 %) (Fig. 11).

Les échantillons du dyke de troctolite se localisent en plein centre du champ des anorthosites-leuconorites (Fig. 12). En comparant ce graphe avec celui contenant les valeurs du dyke de diorite, nous remarquons que les analyses du dyke de troctolite s'intercalent exactement dans le vide supérieur droit des analyses du dyke de diorite (pentes similaires).

Troisièmement, les valeurs des massifs anorthositiques de Canton TACHE se placent en plein centre du champ des anorthosites-leuconorites (Fig. 13) et se disposent globalement dans le même champ que les échantillons du dyke de troctolite, exception faite que la pente du nuage de points devient très faible. Ce phénomène se rattache à la présence des ségrégations pegmatitiques pauvres en  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  et  $MgO$ .

#### Description des résultats (terres rares)

Pour les trois lithologies étudiées, la roche totale et le plagioclase ont été analysés pour certains échantillons représentatifs. La normalisation de ces différentes données a été effectuée à partir des données de Anders et Ebihara (1982).

Quatre échantillons provenant du dyke de diorite (Fig. 14) représentent les patrons moyens des terres rares des roches totales et la moyenne des valeurs pour le plagioclase. A prime abord, se remarque l'absence

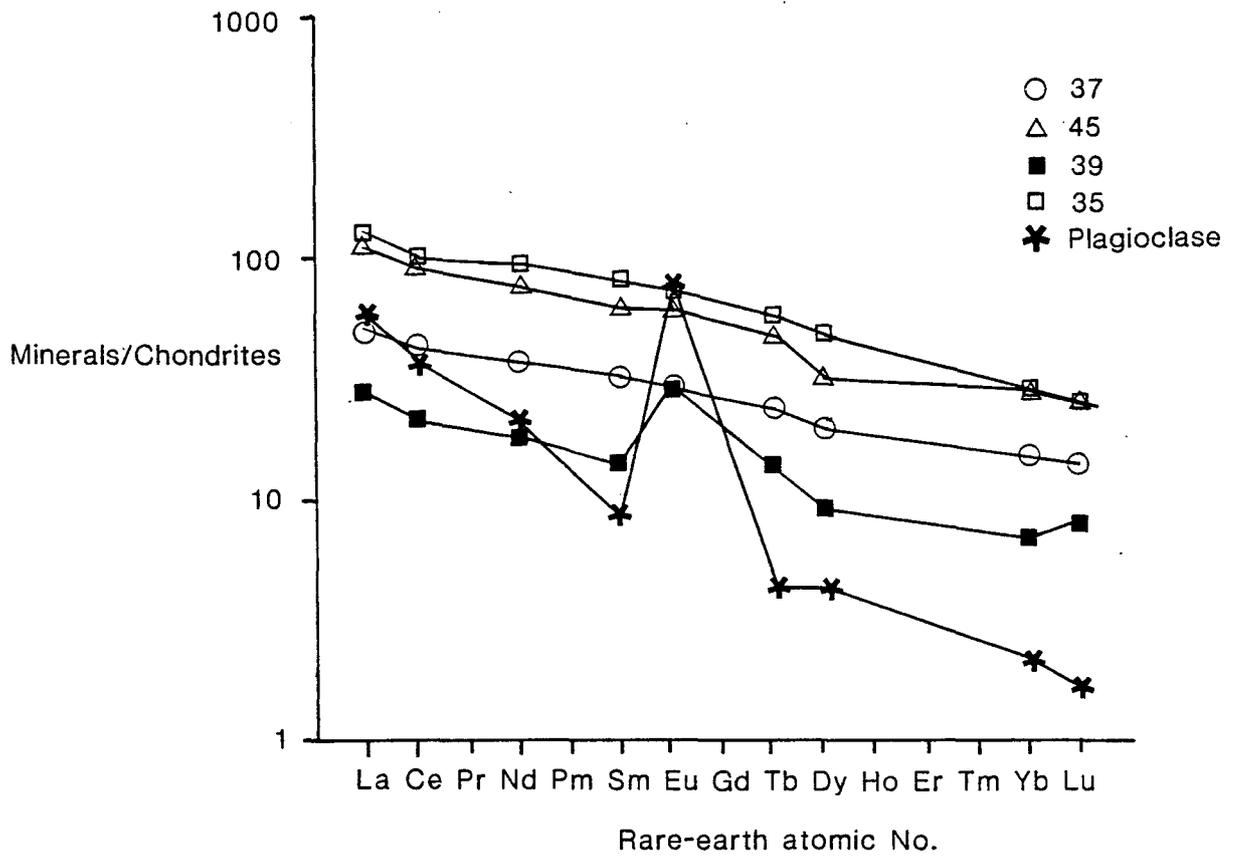


Figure 14: Chondrite normalised REE data from Metagabbro Dyke.

Figure 14: Terres rares normalisées pour le dyke de diorite.

quasi-totale de pic positif en Europium (Eu) pour l'analyse des roches totales, exception faite de l'échantillon -39- et des rapports terres rares légères/terres rares lourdes variant entre 2.5 et 4. Une subdivision de ces analyses en deux groupes distincts s'impose compte tenu du rapport roche totale / chondrite, soit un premier comprenant les analyses -35- et -45- et un second composé des analyses -37- et -39-.

Six échantillons provenant du dyke de troctolite (Fig. 15) représentent les patrons moyens des terres rares des roches totales et la moyenne des valeurs pour le plagioclase. Toutes les analyses montrent des anomalies positives en Europium (Eu). Les patrons généraux de cette unité basique sont similaires à ceux définis par Simmons et Hansen (1978), pour des lithologies identiques provenant du massif de Marcy (Adirondacks) (CS43) et du complexe de Barth englobé dans le complexe de Nain (CS61). Le rapport des terres rares légères/terres rares lourdes varie entre 5 et 6.

Cinq échantillons provenant des massifs anorthositiques de Canton TACHE (Fig. 16) montrent les patrons moyens des terres rares des roches totales et la moyenne des valeurs pour le plagioclase. Ces patrons de terres rares sont anormaux et s'apparentent plus à des patrons de basaltes alcalins (Frey et al., 1978). Toutes les analyses présentent des formes similaires avec absence totale d'anomalie en Europium (Eu), et un ratio terres rares légères/terres rares lourdes important (10 à 20).

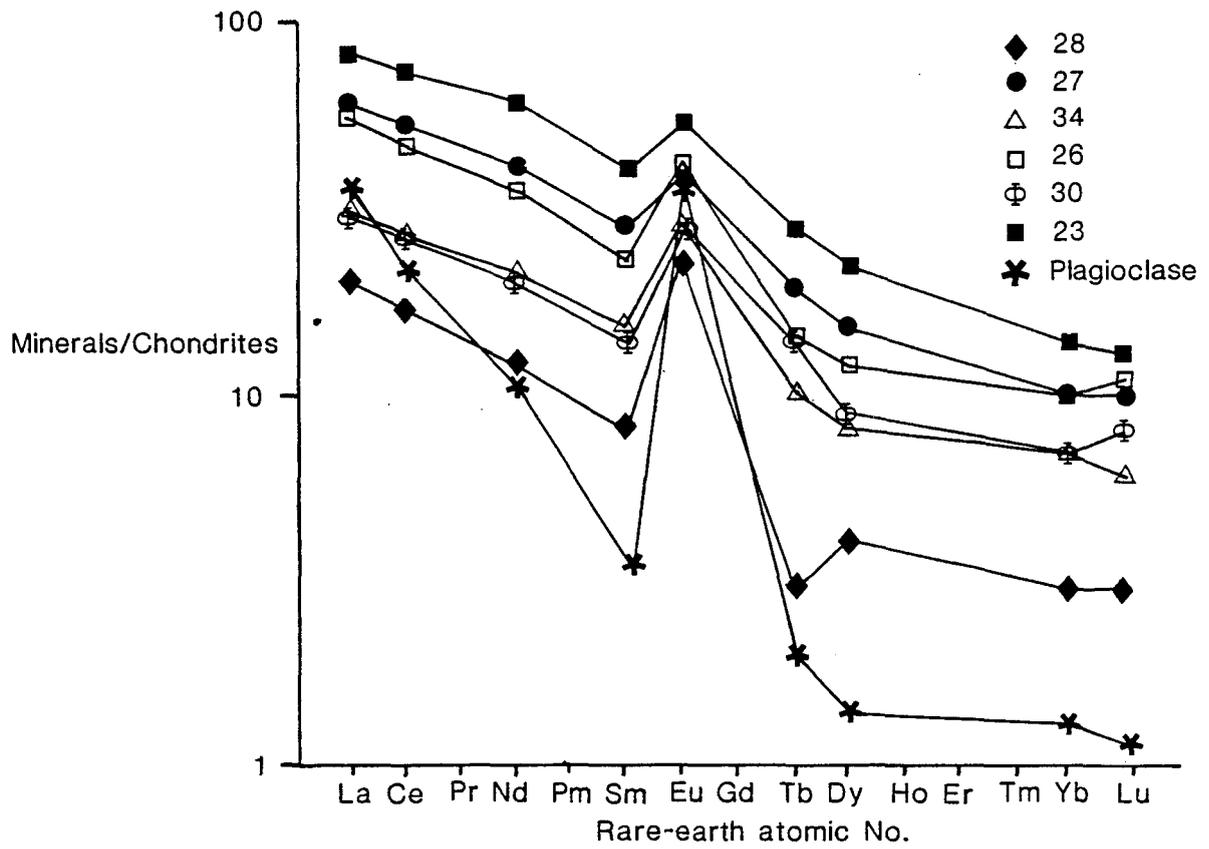


Figure15:Chondrite normalised REE data from Olivine Leucogabbronrite Dyke.

Figure15: Terres rares normalises pour le dyke de troctolite.

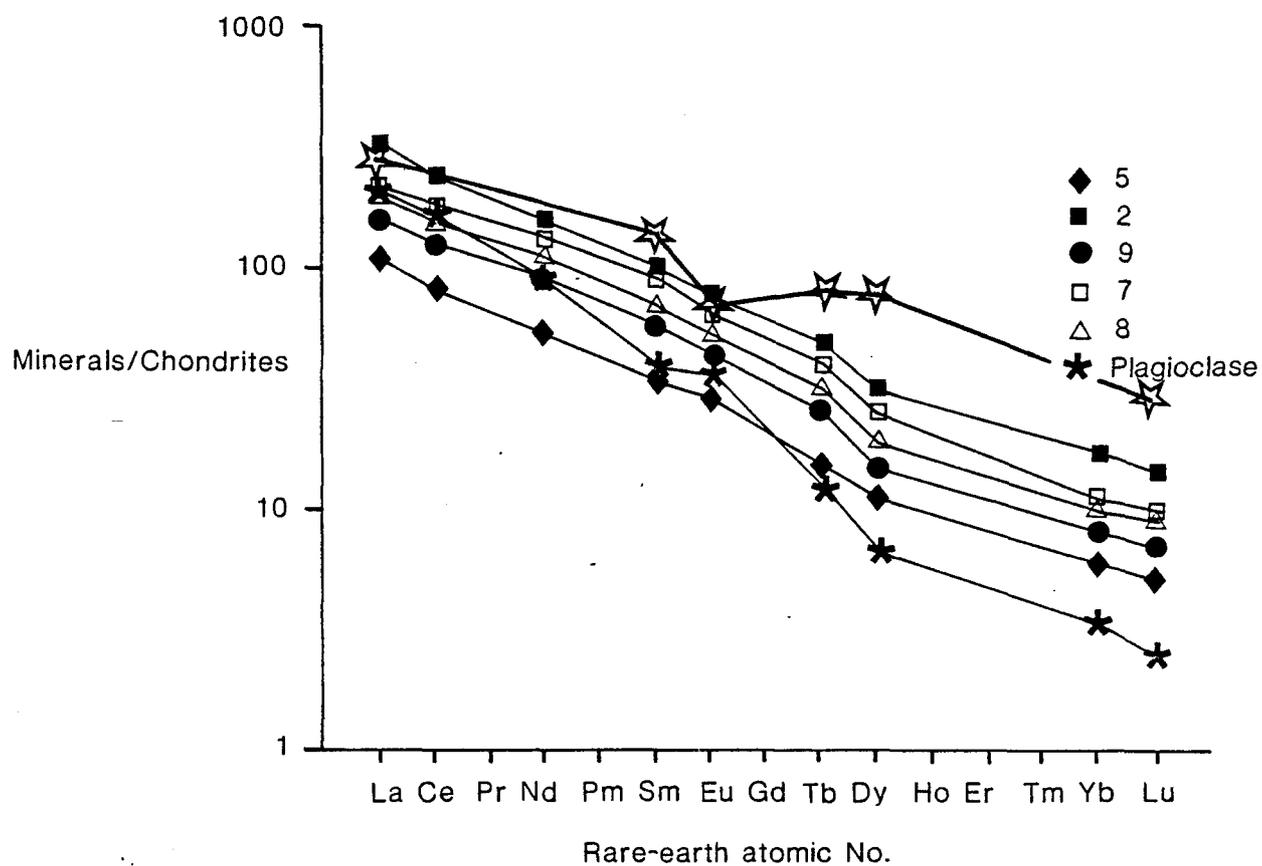


Figure16:Chondrite normalised REE data from Leucogabbronorite.

and from pegmatitic segregation of Sept-Iles anorthosite (Higgins, 1979).

Figure16:Terres rares normalises pour le massif anorthositiques de Canton TACHE.  
et les segregations pegmatitiques de Sept-Iles.

Cette quatrième représentation géochimique permet de définir des patrons propres à chacun des systèmes basiques identifiés.

Ces trois unités basiques en présence (dyke de diorite, dyke de troctolite et masses anorthositiques de Canton TACHE) détiennent des signatures chimiques différentes. A partir de ces dernières, nous essaierons de définir certains éléments de genèse pour ces différentes roches.

## Interprétation globale des données

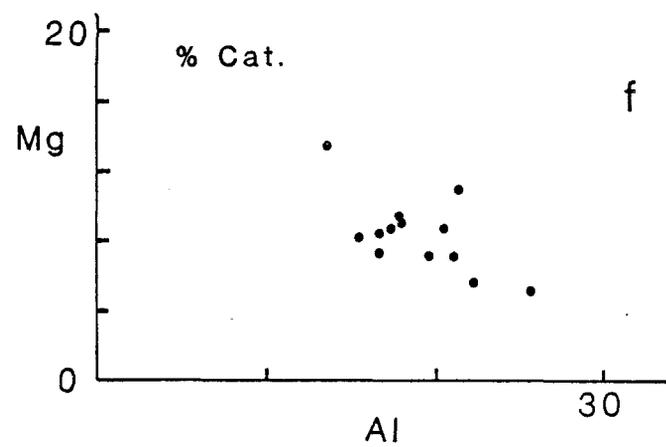
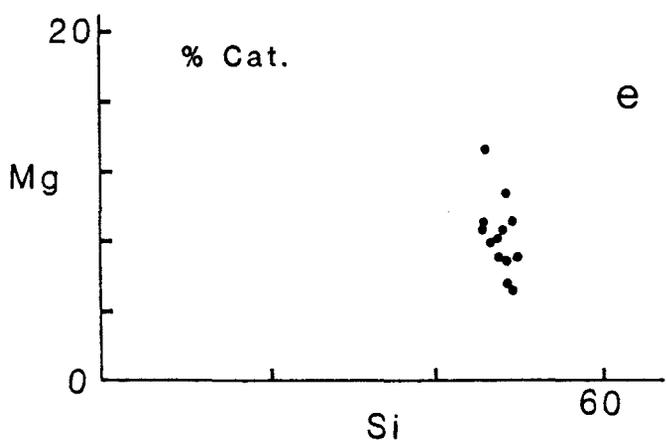
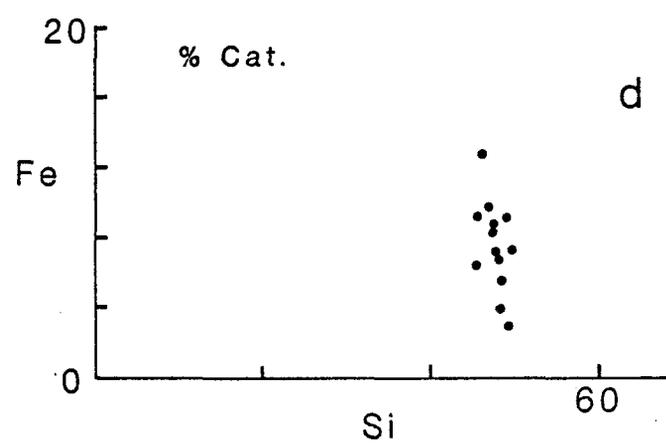
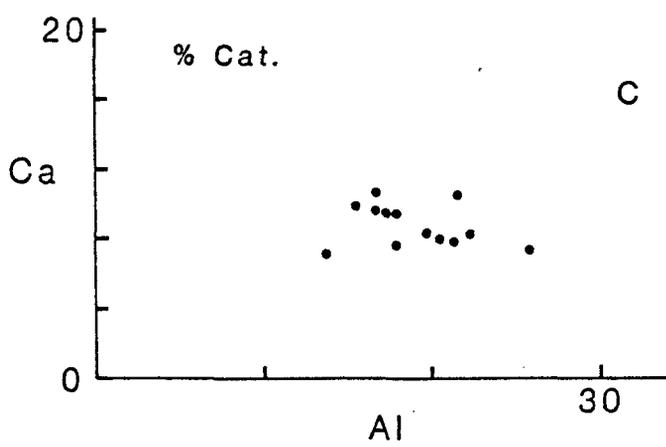
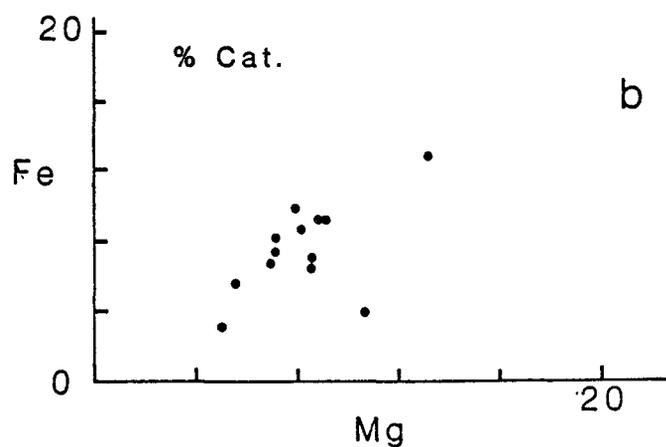
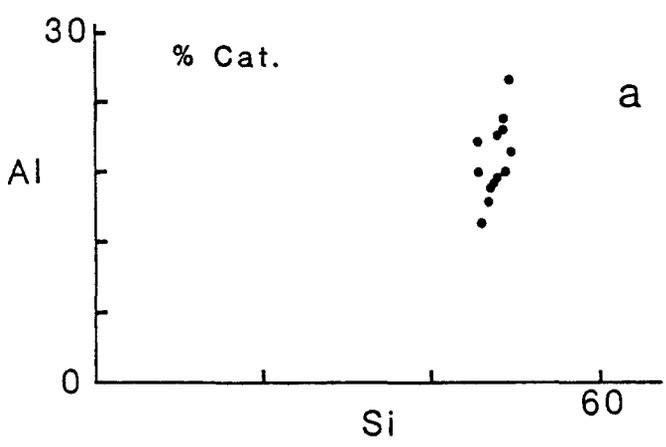
### A-Dyke de diorite

Les diagrammes XY (% Cationique) pour le dyke de diorite (Fig. 17), montrent de bonnes corrélations entre les éléments Si-Al  $\rightarrow$  0.67, Mg-Fe  $\rightarrow$  0.70, Al-Ca  $\rightarrow$  -0.69, Si-Fe  $\rightarrow$  -0.69, Si-Mg  $\rightarrow$  -0.72 ainsi que Al-Mg  $\rightarrow$  -0.74). Les échantillons 6 et 19, différents chimiquement, ont été exclus des corrélations.

### Projections pseudo-liquidus

Les diagrammes pseudo-liquidus (Elthon, 1983, et Walker et al., 1979) ne donnent pas les relations escomptées, puisque les roches sous étude ne représentent pas des liquides et qui plus est, le dyke de diorite est recristallisé et réajusté sous des conditions du faciès granulite. Une compilation des données permettra cependant une interprétation de l'ensemble comme celle déjà entreprise.

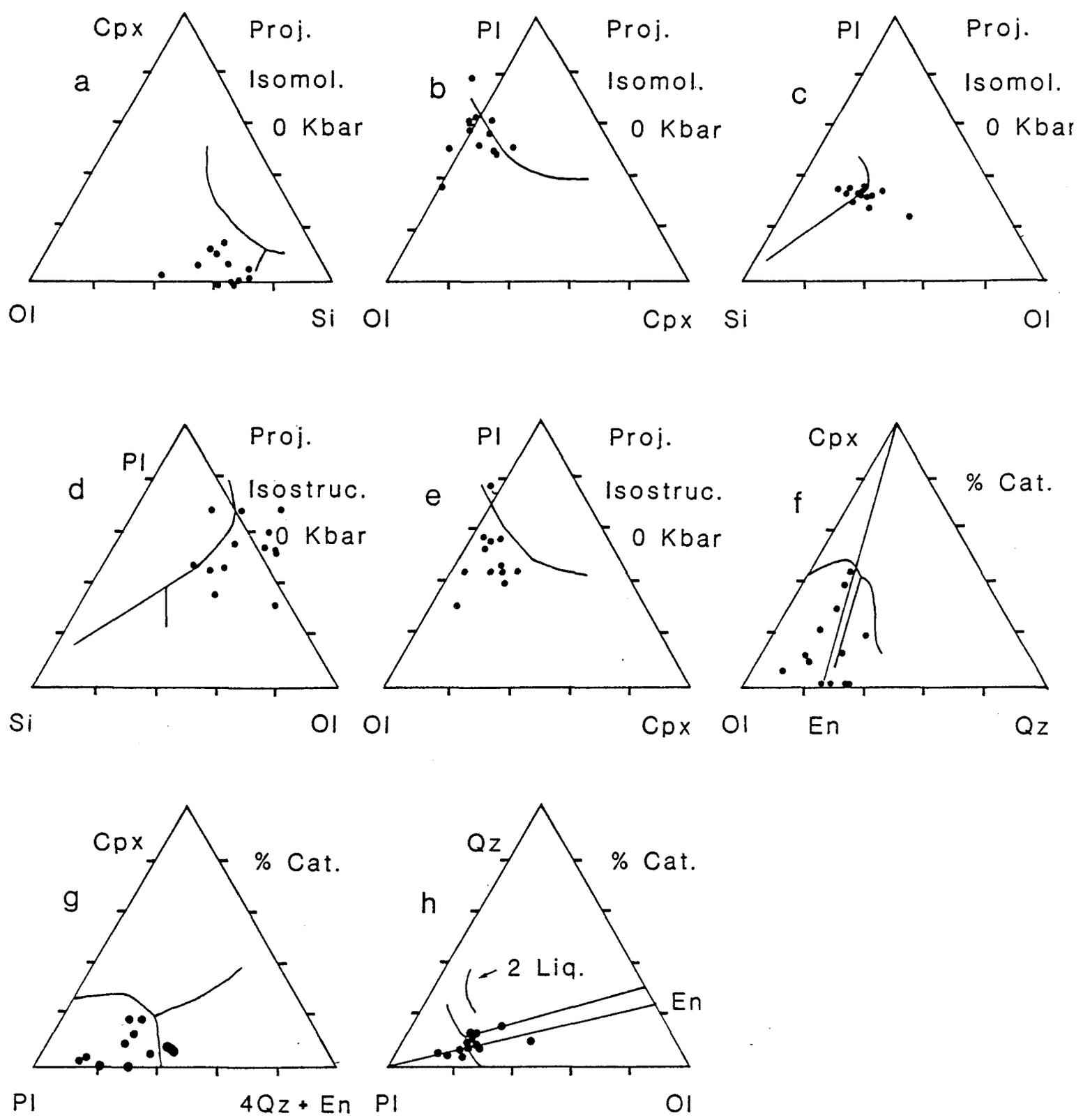
Les diverses projection effectuées selon Elthon (1983), et Walker et al. (1979), tombent en grande majorité dans le champ de stabilité de l'olivine pour des pressions de 0 Kbar (Fig. 18). Sachant que l'olivine est absente, ce type de projections apparaît inapproprié pour l'instant.



### DYKE DE DIORITE

Diagrammes de variation XY .

FIGURE 17:



### DYKE DE DIORITE

a, b, c-Projections isomolaires selon Elthon, 1983; d, e-Projections isostructurales selon Walker, 1979; f, g, h-Diagrammes Ol-CPX-PI-Qz selon Irvine, 1970

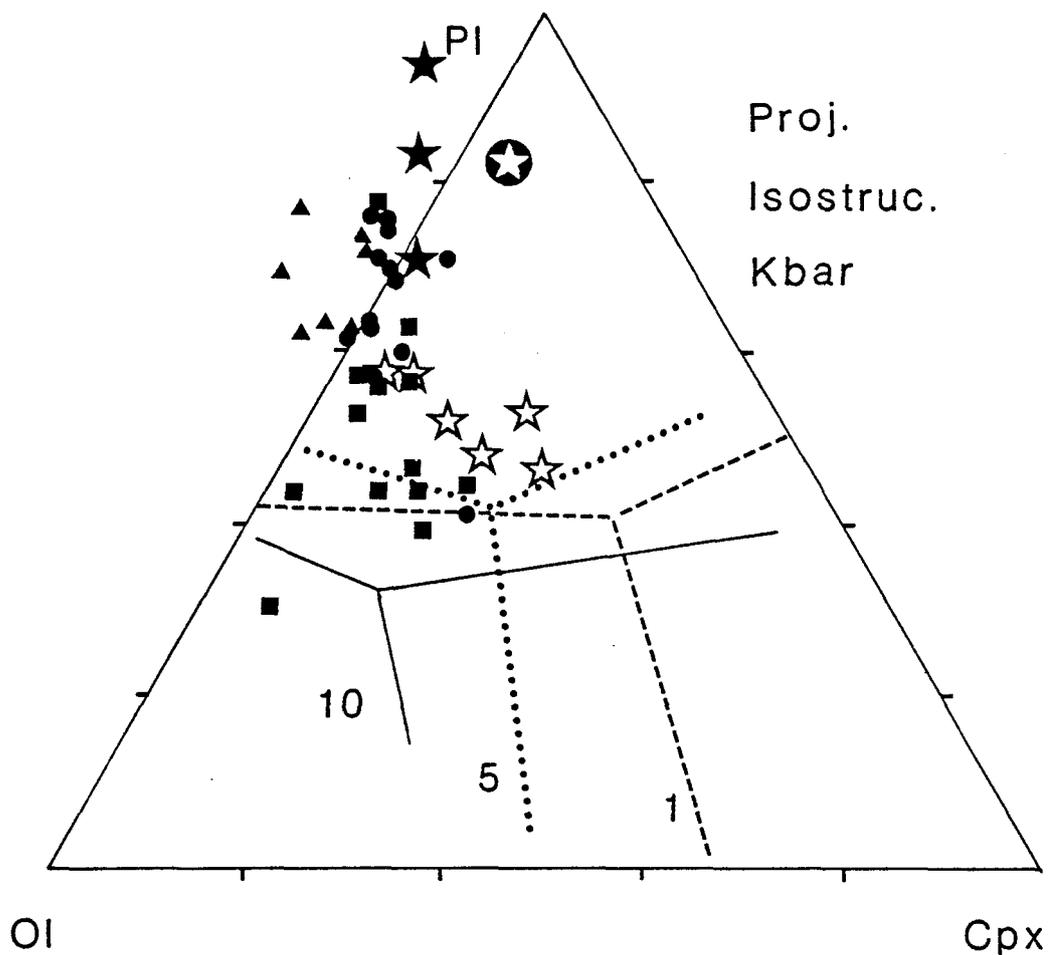
FIGURE 13:

Flower (1984), regroupe sur certains plans (Ol-Pl-Cpx et Si-Pl-Ol) différentes projections de cotectiques pour des pressions variées (1, 5 et 10 Kbar) (Fig. 19-20). Ces nouvelles délimitations indiquent que toutes les analyses du dyke de diorite se situent dans le domaine de stabilité du plagioclase. Le second regroupement de minéraux en présence (minéralogie primaire) comprend un orthopyroxène et un clinopyroxène. En examinant de plus près ces diagrammes de compilation, se remarque que l'augmentation du domaine de stabilité du pyroxène au détriment de l'olivine n'est possible qu'à des pressions supérieures à 10 Kbar. Il existe cependant une borne maximale entre 15 et 17 Kbar, car dépassé ces pressions, le plagioclase devient instable (Emslie, 1985).

Les représentations normatives selon Irvine (1970), sont conçues à partir d'une Norme Cationique modifiée par Woussen (1985) pour permettre la formation de biotite. Ces 3 diagrammes (Ol-Cpx-Qz, Pl-Cpx-4Qz+En et Pl-Qz-Ol) (Fig. 18) indiquent que ces roches se localisent principalement dans le champ de stabilité du plagioclase et ce sur le plan de saturation CPX-EN-PL (pour des basses pressions).

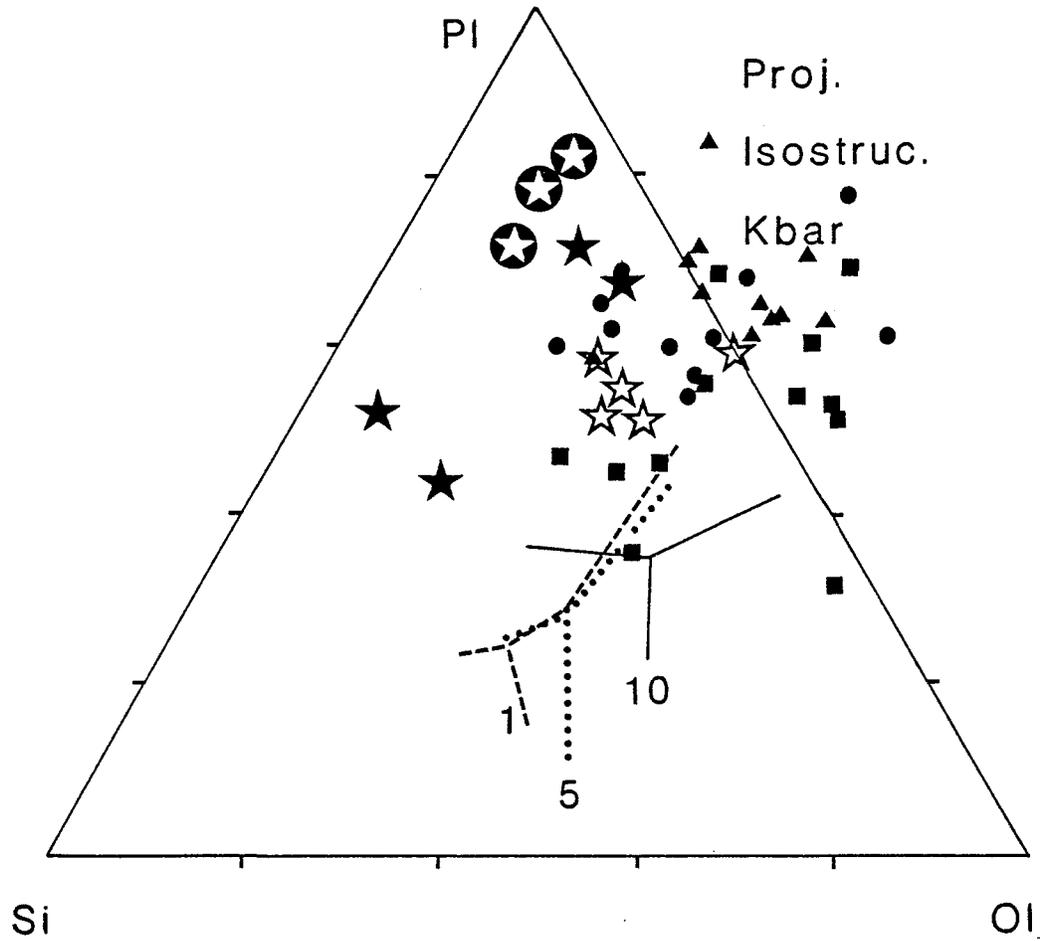
#### Description des résultats (Terre-rares)

Le patron du plagioclase montre une anomalie positive marquée en Eu (Fig. 14). Les projections précédentes, indiquant que cette unité basique était saturée en



★ Magmas parents des anorthosites de la province de Nain. ☆ Champs des liquide basiques supersatures en plagioclases. ■ Dyke de diorite. ▲ Dyke de troctolite. ● Anorthosites de Canton Tache. ★ Segregations pegmatitiques. (D'apres Flower, 1984).

FIGURE 20:



★ Magmas parents des anorthosites de la province de Nain. ☆ Champs des liquides basiques supersatures en plagioclasses. ■ Dyke de diorite. ▲ Dyke de troctolite. ● Anorthosites de Canton Tache. ★ Segregations pegmatitiques. (Modifie d'apres Flower, 1984).

FIGURE 19:

plagioclase, il semble y avoir contradiction avec les patrons de roches totales (absence de pic d'Europium et diminution du ratio terres rares légères/terres rares lourdes). D'après les analyses modales de ces échantillons (Tableau 1), la première série (35-45) contient quatre fois plus d'apatite que la seconde (37-39). En regardant les patrons typiques de certains minéraux tels l'apatite et le plagioclase (Gromet et Silver, 1983) et les pyroxènes (Frey, 1970), se remarque immédiatement que l'apatite peut contenir de 10 à 100 fois plus de terre-rares que le plagioclase et de 100 à 500 fois plus de terres rares que les pyroxènes, avec la possibilité de posséder une légère anomalie négative en Eu.

Il est probable que les patrons de distribution de ces éléments (roches totales) montrent ces formes adoucies sans aucun pic à cause de la présence d'apatite dans les roches (Fig. 14).

### Discussion

Les patrons linéaires (diagrammes XY cationique) peuvent suggérer deux hypothèses génétiques. La première se relie à un fractionnement de minéral (aux) tandis que la seconde implique à des mélanges entre différentes fractions solides et liquides. La première hypothèse faisant intervenir un fractionnement d'olivine et d'orthopyroxène en profondeur (Emslie, 1980) devient inappropriée à l'examen détaillé. Les processus de séparation faisant intervenir ces minéraux

ferro-magnésiens ou de la magnétite génèrent des patrons XY et AFM différents de ceux observés. Comme mentionné précédemment, les relations de terrain permettent de constater une mise en place en plusieurs étapes successives, composées de matériel de plus en plus riche en opaques (magnétite et ilménite).

Les diagrammes selon Irvine, et principalement la représentation selon des pôles Pl-Qz-Ol indiquent que ces roches se localisent principalement dans le domaines des cumulats à plagioclase, orthopyroxène et clinopyroxène (Irvine, 1970).

Compte tenu de la géochimie et de la minéralogie de cette unité, un lien génétique entre l'anorthosite du Lac-St-Jean et cette dernière reste possible. Ces phases tardives auraient pu provenir de phénomènes d'immiscibilité (troisième hypothèse génétique). En fonction de la chimie de ces roches, et en les plaçant dans le diagramme (non inclus) de Roeder, (1979) (leucite-fayalite-quartz), ces analyses ne se localisent pas dans les lacunes d'immiscibilité.

L'hypothèse de mélanges avec différenciations complexes des sources demeure valable pour la gênèse de ce dyke dioritique qui aurait approximativement cristallisé à des pressions d'au moins 5 Kbar (Woussen et al., 1981). Noter que d'après la représentation isostructurale globale, des pressions de l'ordre de 12 à 15 Kbar (pour les sources en profondeur) sont nécessaires afin d'expliquer la minéralogie

en présence.

Les patrons des terres rares associés à ces roches (roches totales) ne montrent pas d'anomalie pour l'Europium. Ashwall et Seifert, 1980, ont suggéré que des dykes mafiques recoupant l'anorthosite de Marcy (Adirondaks) et certains cumulats représenteraient des liquides résiduels de ce massif, du fait qu'ils montrent une anomalie négative marquée en Europium; cette anomalie provenant des roches encaissantes enrichies en Europium (pic positif). Si leur hypothèse se révèle exacte, ceci tendrait à prouver que ce dyke de diorite n'est pas relié génétiquement au massif d'anorthosite du Lac-St-Jean. Toutefois, comme le fait remarquer Emslie (1985), les roches analysées par Ashwall et Seifert (1980) sont riches en apatite. Ce minéral qui tend aussi à donner des patrons d'Europium anormaux (anomalie négative) (voir Roelandts et Duchesne, 1977) pourrait être la cause des anomalies signalées par Ashwall et Seifert, (1980). D'un autre côté Emslie (1985) signale que s'il y a cristallisation cotectique des mafiques et du plagioclase, il n'y aura pas d'anomalie marquée en Europium, sauf si ce pourcentage dépasse 80 %. Woussen et al. (1986) suggèrent que la source du massif d'anorthosite du Lac-St-Jean en profondeur pouvait posséder le plagioclase et les mafiques sur une cotectique. Ceci pourrait peut-être expliquer l'absence d'anomalie en Europium dans le dyke de diorite.

B-Duke de troctolite

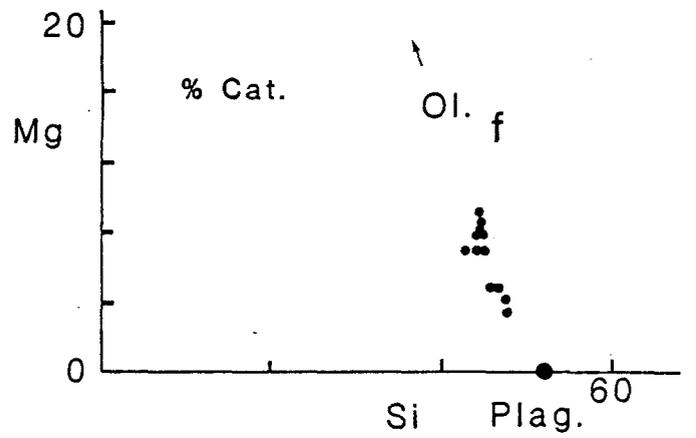
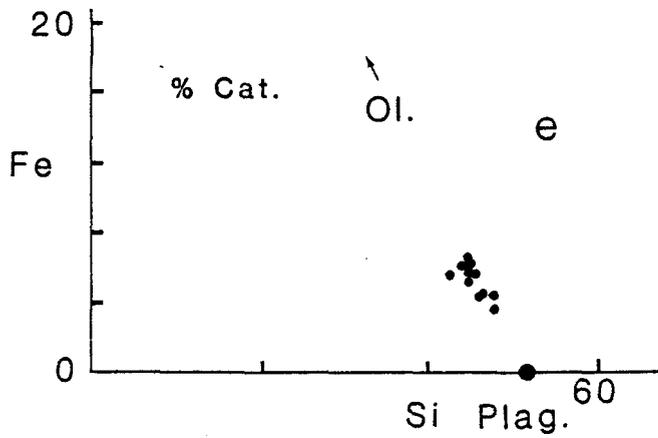
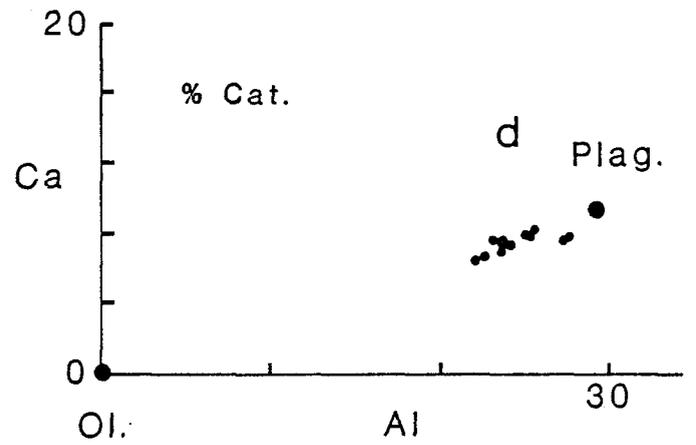
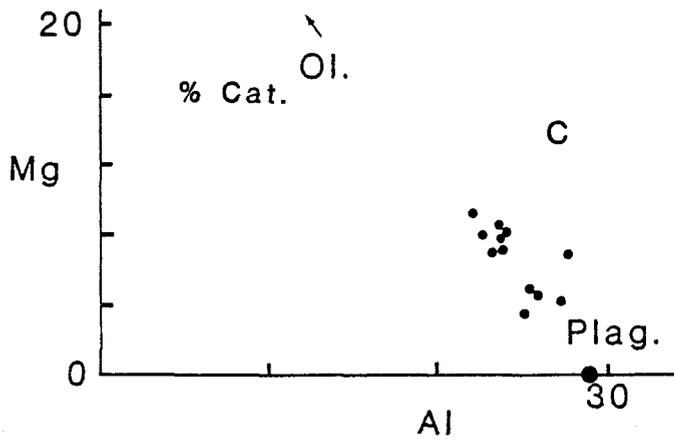
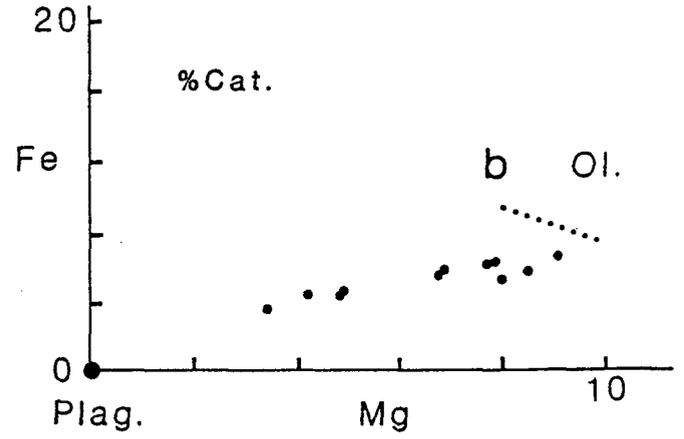
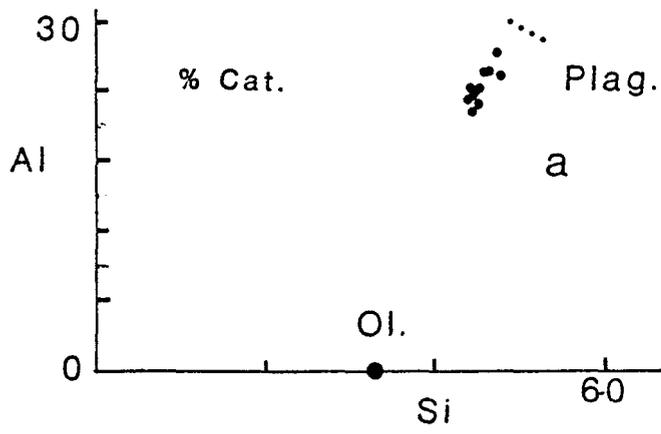
Les diagrammes XY (% Cationique) (Fig. 21) montrent d'excellentes corrélations entre les éléments Si-Al  $\rightarrow$  0.80, Mg-Fe  $\rightarrow$  0,92, Al-Mg  $\rightarrow$  -.67, Al-Ca  $\rightarrow$  0.66, Si-Fe  $\rightarrow$  -0.77 ainsi que pour le couple Si-Mg  $\rightarrow$  -0.77.

Noter la distribution linéaire des analyses entre les deux pôles représentant le plagioclase et l'olivine. Ces observations rejoignent l'hypothèse d'un simple mélange entre des proportions variées de plagioclase (cumulus) et de minéraux ferro-magnésiens (majorité d'olivine et rare clinopyroxène) intercumulus.

Projections pseudo-liquidus

Les diverses projections effectuées à partir de ces modes de représentations pour des basses pressions (0 Kbar), tombent en grande majorité dans le champ de stabilité du plagioclase (Fig. 22) (Elthon, 1983) ou dans le domaine de l'olivine (Walker et al., 1979) (Fig. 22).

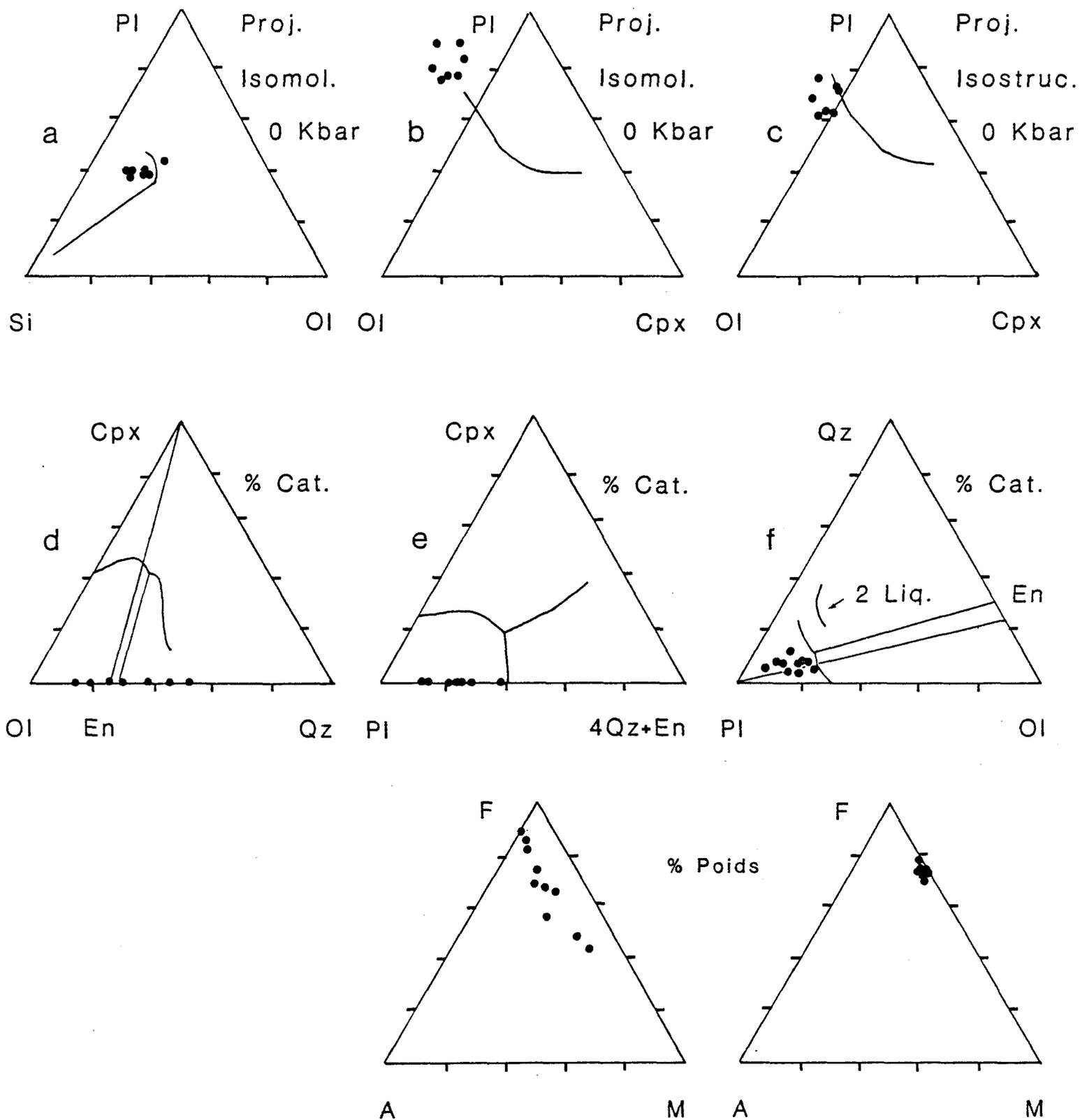
Sur les deux diagrammes de compilation (Flower, 1984) (Fig. 19-20), toutes les analyses se localisent dans le champs de stabilité du plagioclase. La seconde phase minéralogique en importance étant l'olivine, de façon qualitative, la projection des cotectiques pour une pression de 5 Kbar concorde parfaitement avec les observations mentionnées.



## DYKE DE TROCTOLITE

Diagrammes de variation XY.

FIGURE 21:



## DYKE DE TROCTOLITE

a, b-Proj. isomol. selon Elton; 1983, c-Proj. isostruc. selon Walker, 1979;  
 d, e, f-Diagrammes OI-CPX-PI-Qz selon Irvine, 1979; g- et h, Diagrammes  
 AFM selon Wager, 1960

FIGURE 22:

Les représentations normatives selon Irvine (1970) (Fig. 22) indiquent que ces roches se localisent principalement dans le champs de stabilité du plagioclase.

#### Description des résultats (Terre-rares)

Cette lithologie (dyke de troctolite) se compose essentiellement de trois minéraux soit: le plagioclase, l'olivine et le clinopyroxène. Le plagioclase montre un enrichissement en terres rares légères avec une anomalie positive pour l'Europium comparativement aux ferro-magnésiens qui se caractérisent par un enrichissement en terres rares lourdes (Gromet et Silver, 1983, Frey, 1970). Les minéraux secondaires tels la biotite et l'amphibole se caractérisent généralement par des teneurs importantes en terres rares (5 à 30 fois supérieures au plagioclase) et des anomalies négatives en Europium (Gromet et Silver, 1983). La combinaison de tous ces facteurs minéralogiques est susceptible de produire une diminution générale de la pente et une diminution de l'anomalie positive en Europium de tous les patrons comparativement au patron primaire de la première phase à cristalliser, soit le plagioclase cumulus (Fig. 15).

## Discussion

Comparativement aux droites observées pour les échantillons provenant du dyke de diorite et en se référant aux évidences de terrain (une seule phase intrusive pour le dyke de troctolite), ces relations à prime abord similaires sont de natures totalement différentes. Des évidences de mélange se retrouvent entre une certaine fraction solide (plagioclase) et une fraction liquide (olivine et clinopyroxène). À l'aide de la chimie des principales phases minéralogiques constituant cette unité lithologique (plagioclase et olivine) (Arpin, 1984), il est possible de définir certains éléments de génèse de ces roches.

Le pourcentage de matériel cumulus (plagioclase) et la chimie de roche totale permettent de déduire la composition du liquide interstitiel. En plaçant les résultats sur un diagramme ternaire AFM cationique (Wager, 1960), une comparaison de l'évolution des liquides interstitiels du complexe stratiforme du Skaergaard (Fig. 22-h) avec les liquides intercumulus du dyke de troctolite peut-être effectuée (Fig. 22-i). Une l'absence d'évolution pour le liquide intercumulus du dyke de troctolite se remarque immédiatement.

Toutes ces analyses tombent dans le domaine de stabilité du plagioclase (Irvine, 1970) (Fig. 22-f).

Si le dyke de troctolite était relié génétiquement à l'anorthosite du Lac-St-Jean, il devrait présenter des patrons de terres rares encore plus différenciés que ceux du dyke de diorite qui lui est antérieur et qui représente vraisemblablement les derniers liquides résiduels associés à l'anorthosite du Lac-St-Jean. Tel n'est pas le cas.

Une certaine évolution des patrons de terres rares en fonction de l'emplacement des échantillons dans ce système basique se remarque cependant. Deux regroupements majeurs peuvent s'effectuer. Le premier correspond aux analyses localisées près ou à la base de cette unité (échantillons -28-, -30- et -34-) et ceux plus haut dans la séquence (échantillons -26-, -27- et -23-), l'échantillon -23- (teneurs les plus élevées en terres rares) représentant un amas pegmatitique. Il semblerait donc que le sommet de cette intrusion s'enrichie en terres rares, tout en conservant des patrons similaires.

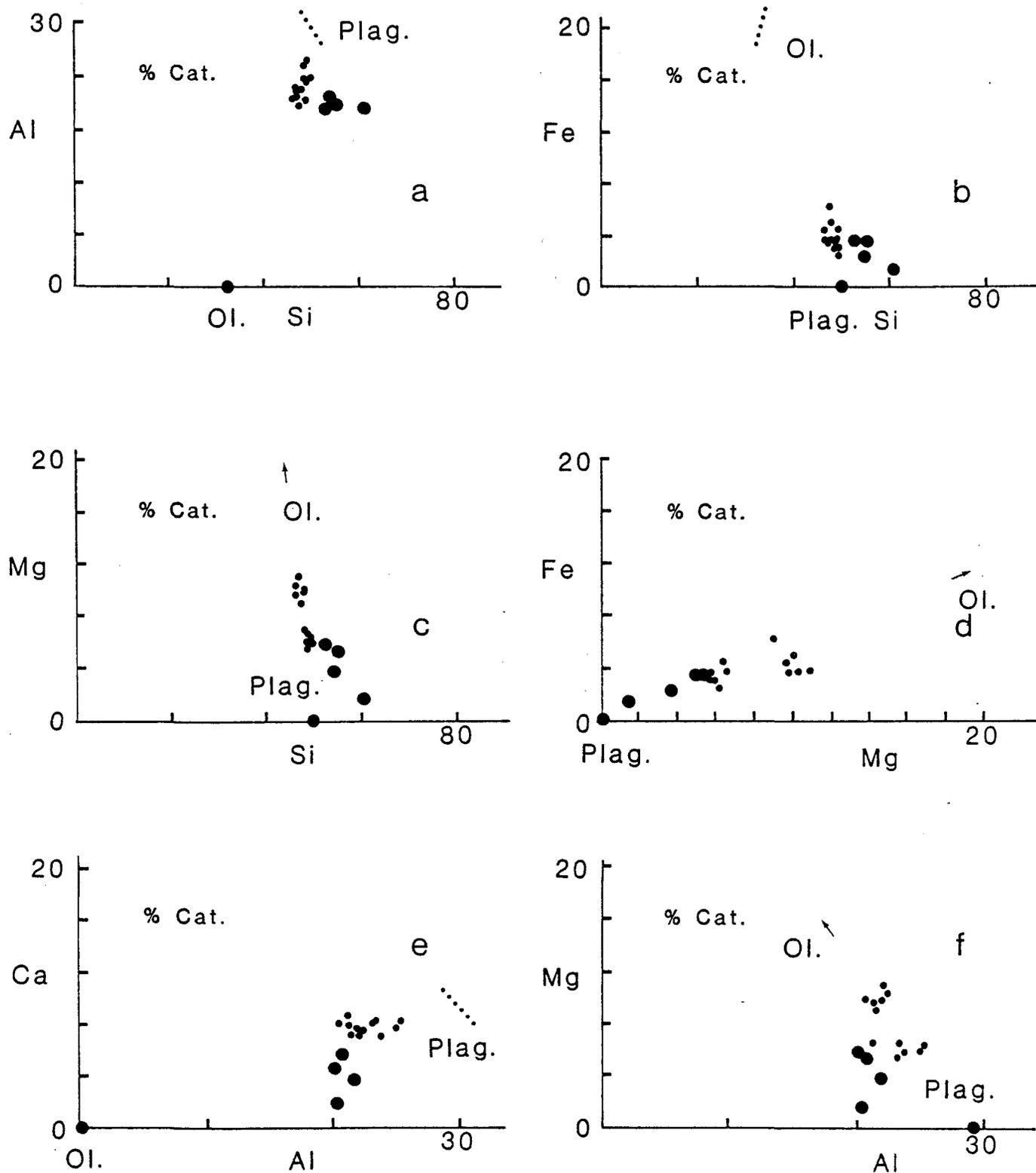
Ce second intrusif basique correspondrait à un épisode magmatique basique tardi à post-Grenvillien mal défini. Qui plus est, la géochimie de cette unité suppose une évolution génétique similaire à celle ayant généré certaines sections du massif anorthositique du Lac-St-Jean (massif anorthositique de St-Henri-de-Taillon) (Woussen et al., 1986).

### C-Intrusions tardives de Canton TACHE

Cette troisième unité basique contient deux lithologies différentes; les massifs anorthositiques et les ségrégations pegmatitiques de bordures. Les diagrammes XY cationiques pour ces lithologies montrent deux regroupements différents (Fig. 23).

Le premier (anorthosites) (petits points) (Fig. 23) présente des corrélations moyennes à bonnes, et correspond à un mélange entre une phase solide principale (plagioclase) et un liquide interstitiel représenté par différents minéraux (olivine, orthopyroxène, clinopyroxène, biotite, opaques, apatite et quartz) (Si-Al  $\rightarrow$  0.60, Si-Fe  $\rightarrow$  -0.48, Si-Mg  $\rightarrow$  -0.87, Mg-Fe  $\rightarrow$  0.45 et Al-Mg  $\rightarrow$  -0.67).

Le second (ségrégations pegmatitiques) (gros points) (Fig. 23), de corrélation mauvaise (Si-Al  $\rightarrow$  -0.32 et Al-Mg  $\rightarrow$  -0.03) à bonne (Si-Fe  $\rightarrow$  -0.84, Si-Mg  $\rightarrow$  -0.91 et Mg-Fe  $\rightarrow$  0.98), s'apparente à l'enrichissement relatif en silice et feldspath potassique observé dans ces zones. Les rapports Mg-Fe, Al-Mg et Al-Ca semblent confirmer un mélange entre une fraction solide et une phase liquide (Fig. 23). En y regardant de plus près, les ségrégations pegmatitiques sont très pauvres en Fe, Mg et Ca. Ces derniers diagrammes représentent encore une fois deux regroupements chimiquement différents. L'Al et le Ca donnent une mauvaise corrélation autant pour les ségrégations.



## ANORTHOSITES DE CANTON TACHE

Diagrammes de variation XY.

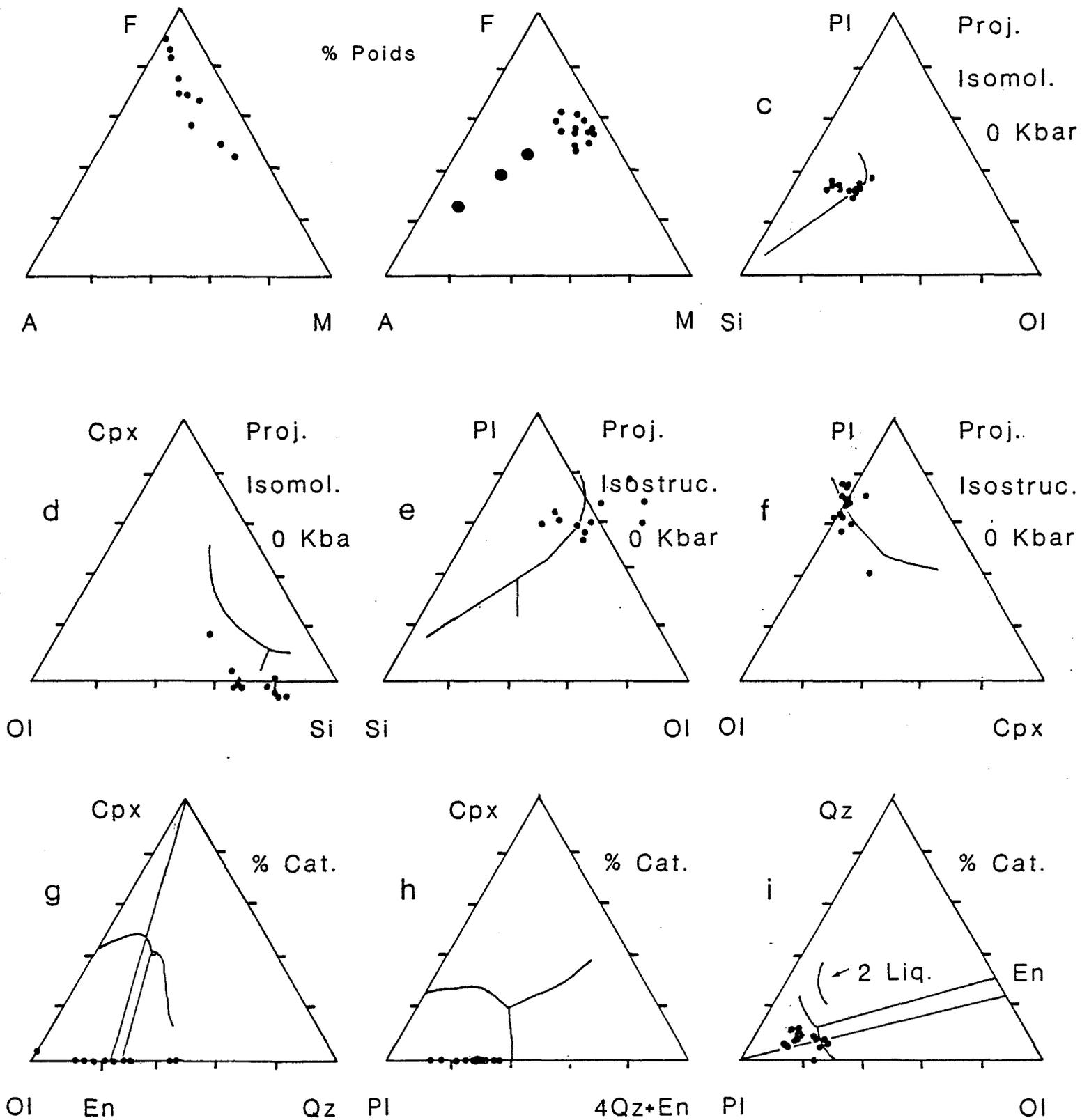
FIGURE 23:

pegmatitiques (0.13) que pour l'encaissant (0.00). Remarquons que les analyses du premier groupe se localisent toujours entre la composition du plagioclase, de l'olivine et des pyroxènes en présence. En effectuant les mêmes manipulations que précédemment pour définir la composition de la fraction interstitielle (Wager, 1960), les résultats pour l'encaissant (toutes les analyses à l'exception des ségrégations pegmatitiques) se localisent dans un amas, indiquant une stabilité de composition pour ces liquides interstitiels, tandis que ceux obtenus pour les ségrégations pegmatitiques montrent des évidences de différenciation (Fig. 24).

#### Projections Pseudo-liquidus

Les diverses projections selon Elthon, 1983, tombent en grande majorité dans le champ de stabilité du plagioclase, d'un pyroxène pauvre en Ca et plus rarement de l'olivine (Fig. 24). Les projections selon Walker et al., 1979, se localisent dans le domaine du plagioclase pour la majorité des analyses tandis que quelques unes se localisent dans le champ de stabilité de l'olivine (Fig. 24).

De façon globale, cette unité se compose principalement de plagioclase, de pyroxènes et de biotite (avec une petite phase primaire d'olivine). Des pressions comprises entre 7 et 15 Kbar sont nécessaires pour expliquer cette succession de phases minérales, bien entendu, si ces analyses



## ANORTHOSITE DE CANTON TACHE

Diagrammes AFM selon Wager, 1960; c, d-Proj. isomol. selon Elton, 1983; e, f-Proj. isostruc.

selon Walker; 1979 et g, h, i-Diagrammes Ol-CPX-Pl-Qz selon Irvine, 1979

Figure 24a

représentaient des liquides (Flower, 1984) (Fig. 19-20). Du fait que les roches analysées ne sont pas des liquides, les analyses ont tendance à se disperser de façon très forte. Pour ces deux petits massifs, à l'aide de paragénèses expérimentales ou théoriques, les évidences de terrain et les études de lames minces indiquent des faibles pressions pour la mise en place de ces deux masses (3-5 Kbar). Ce mode de représentation est donc moins valable pour cette unité lithologique. Les représentations isomolaires sembleraient plus appropriées pour estimer les profondeurs de mise en place de cette dernière mais malheureusement, il n'existe pas de courbe de stabilité expérimentale pour différentes pressions comme dans le cas des projections isostructurales.

Les représentations normatives selon Irvine (1970) (Fig. 24) indiquent que ces roches se localisent principalement dans le champ de stabilité du plagioclase.

#### Description des résultats (Terre-rares)

Les patrons de terres rares pour ces roches sont tout-à-fait anormaux (voir page 88). L'analyse du plagioclase pur semble indiquer l'absence ou un très faible pic anormal en Europium (Fig 16). De nouvelles analyses seraient nécessaires, compte tenu de la possibilité d'avoir eu contamination du concentré de plagioclase par de la biotite.

Les principaux minéraux pouvant agir sur la disposition de ces analyses sont par ordre d'influence décroissant: l'apatite, la biotite, le plagioclase, le feldspath potassique ainsi que les pyroxènes (Gromet et Silver, 1983). L'apatite ne fait qu'augmenter le patron général de la roche, tout en diminuant les pics anomaux possibles. La biotite joue un rôle important dans cette unité. Variant entre 4 et 20 % (Tableau 3), la biotite est susceptible de posséder approximativement 50 fois plus de terres rares que le plagioclase (phase majeure) et de se caractériser par un pic négatif en Europium (Gromet et Silver, 1983). C'est probablement la présence de ce minéral qui vient annuler le faible pic positif en Europium caractérisant le plagioclase et le feldspath potassique.

Ces différents patrons (Fig. 16) montrent toutefois une certaine évolution. Les échantillons -5- et -9- représentent des roches contenant très peu d'apatite (-5- en trace et -9- 0.2 %) (Tableau 3). Les échantillons -7- et -8- proviennent d'un dyke plus différencié que l'encaissant. Ces deux patrons sont enrichis en terres rares comparativement à la roche encaissante (-5- et -9-). L'échantillon -2- correspond à une ségrégation pegmatitique. Il conserve la même forme et la même pente que les analyses précédentes, bien qu'enrichi en terres rares (terres rares légères et lourdes).

### Discussion

Ce système basique tardif, à l'exception des ségrégations pegmatitiques (2 % de la masse totale), présente des phénomènes de mélanges entre des proportions variées de plagioclase et de ferro-magnésiens (orthopyroxène, clinopyroxène, biotite et olivine), similaires à ceux rencontrés dans le dyke de troctolite.

Un phénomène nouveau provient d'analyses effectuées sur les ségrégations pegmatitiques, 2 % de la masse totale. Ces dernières montrent des phénomènes évolutifs différents du premier regroupement et proviendrait d'une migration en bordure des derniers liquides résiduels interstitiels riches en quartz, H<sub>2</sub>O et feldspath potassique (différenciation).

Si une certaine consanguinité entre ces deux petits massifs anorthositiques de Canton TACHE et le dyke de troctolite veut être vérifiée, une certaine évolution dans les patrons des terres rares devrait nécessairement être observée. Le dyke de troctolite pouvant se caractériser par une anomalie positive majeure en Europium, un patron appauvri en Europium et en terres rares légères devrait être retrouvé dans les massifs anorthositiques de Canton TACHE. En plus de ne montrer aucun de ces phénomènes, les analyses provenant des massifs anorthositiques de Canton TACHE (Fig. 16) sont de

4 à 5 fois plus riches en terres rares que celles rencontrées dans le dyke de troctolite (Fig. 15). Ces deux systèmes basiques ne sont donc en aucun temps reliés de façon génétique.

### Discussion générale

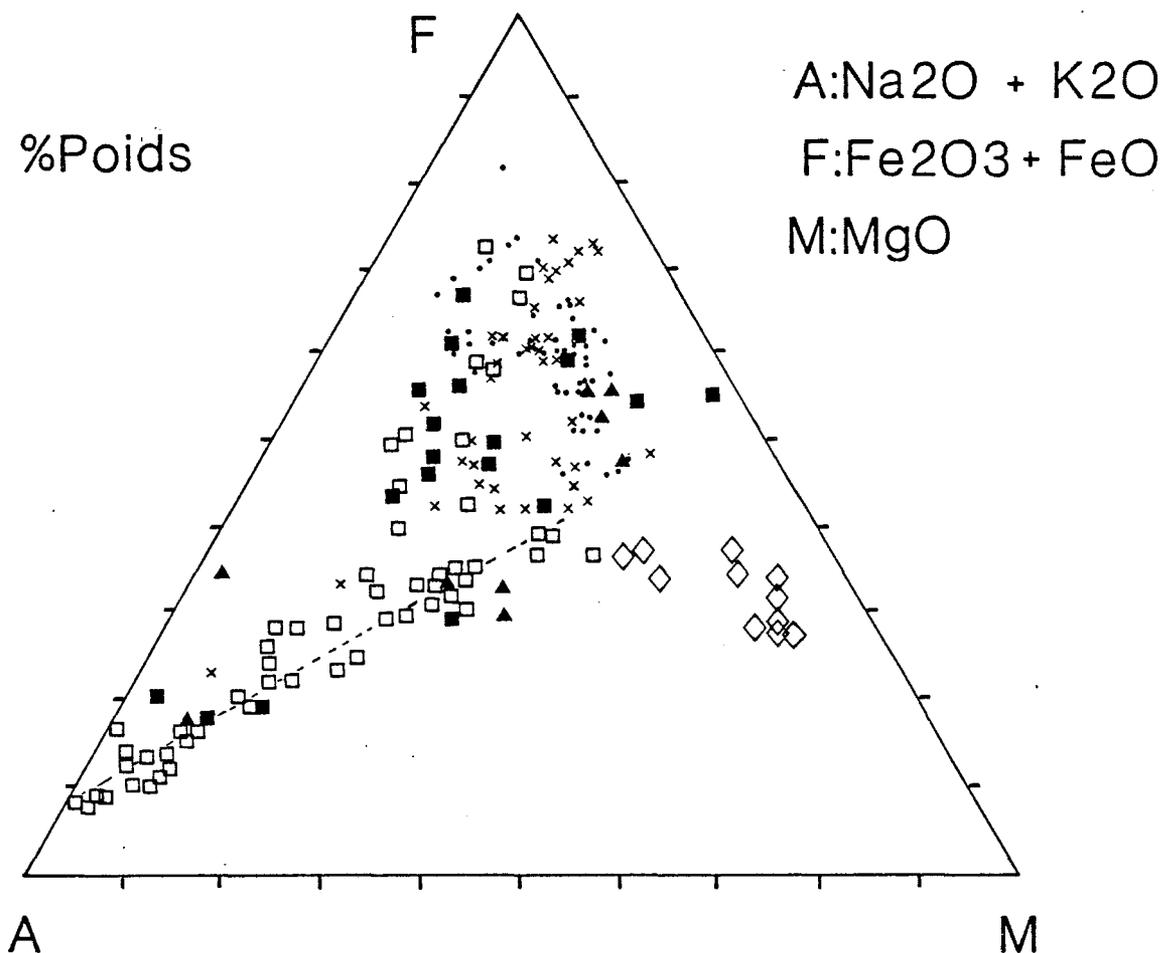
Les trois unités basiques en présences (dyke de diorite, dyke de troctolite et anorthosites de Canton TACHE) possèdent des patrons évolutifs différents les uns par rapport aux autres.

Sur un graphique AFM de compilation (Fig. 25-26), différentes analyses de plusieurs intrusions anorthositiques ont été placées; anorthosite de Morin (Barraud, 1971), intrusion ultramafique du lac à Bob (Barraud, 1971), anorthosite de Sept-Iles (Higgins, 1979), intrusion de Michikamau (Emslie, 1965) et le complexe anorthositique du lac Harp (Emslie, 1980). Ces analyses proviennent d'anorthosites, d'anorthosites gabbroïques, de troctolites, de leucotroctolites, de gabbros et de diorites. Une superposition des analyses de cette étude a été effectuée.

La chimie du dyke de diorite correspond avec celle de roches similaires rencontrées dans la province de Nain (ferrodiorites du complexe anorthositique du lac Harp) (Emslie, 1980). Ces analyses du dyke de troctolite se confondent avec le champ des gabbros provenant aussi du complexe du lac Harp.

Par opposition, ces analyses des petits massifs anorthositiques de Canton TACHE ressemblent à celles du massif anorthositique de Sept-Iles, des anorthosites ou anorthosites gabbroïques de Morin et de l'intrusion de

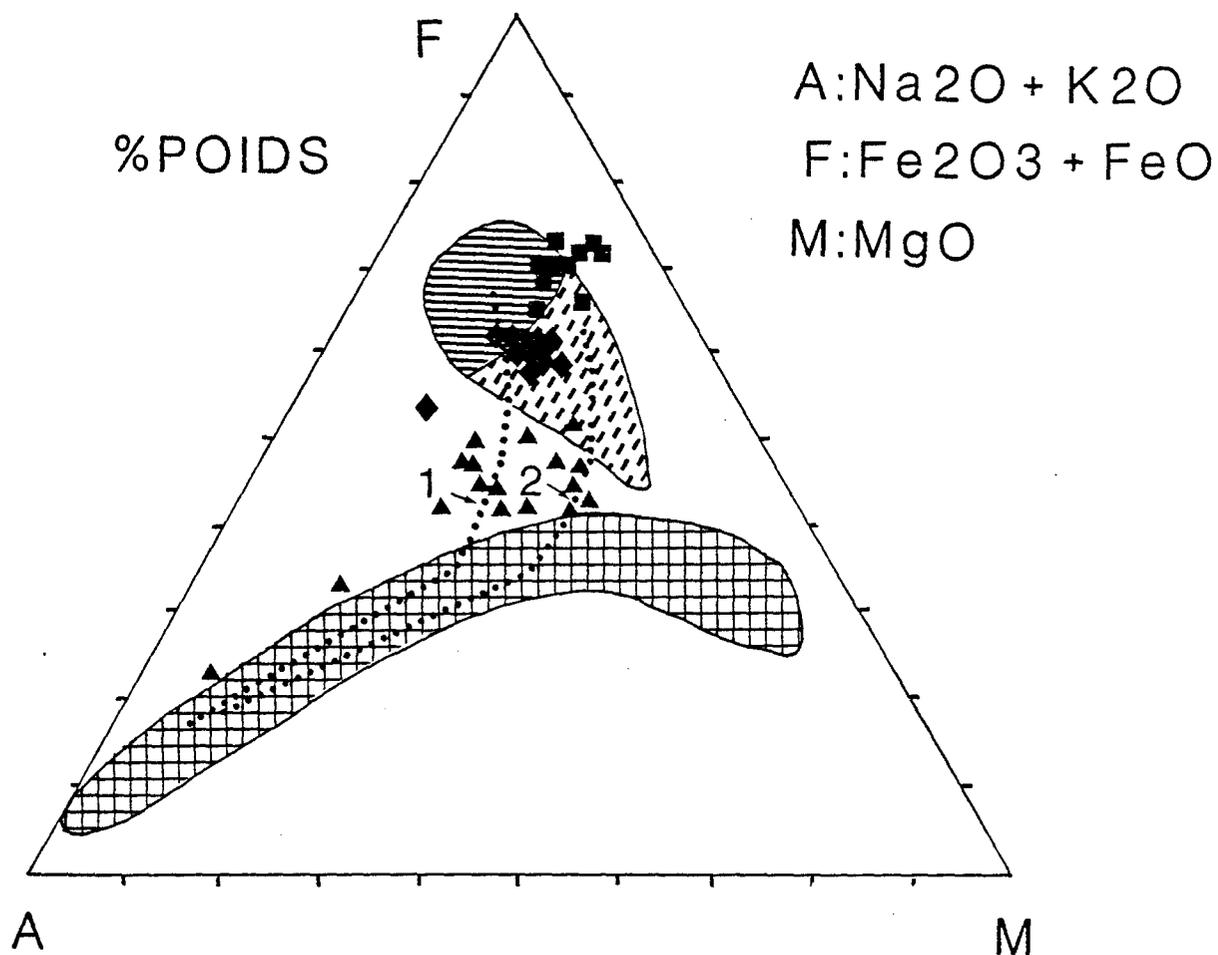
# DIAGRAMME AFM



× Dyke de diorite, Dyke de troctolite, Anorthosite de Canton TACHE (nos analyses). □ Anorthosite de Chertsey (Barraud, 1971). ◇ Intrusion du lac a Bob (Barraud, 1971). ■ Massif anorthositique de Sept-Iles (Higgins, 1979). ▲ Intrusion de Michikamau (Emslie, 1965). • Complexe du lac Harp (Emslie, 1980).

FIGURE 25:

# DIAGRAMME AFM



 Champs des anorthosites et des anorthosites gabbroïques de Morin (Barraud, 1971).

 Champs des ferrodiorites du lac Harp (Emslie, 1980).

 Champs des gabbros du lac Harp (Emslie, 1980).

1 Patron de dispersion du massif anorthositique de Sept-Iles (Higgins, 1979).

2 Patron de dispersion de l'intrusion de Michikamau (Emslie, 1965).

■ Dyke de diorite. ◆ Dyke de troctolite. ▲ Anorthosites de Canton TACHE.

FIGURE 26:

Michikamau. Dans les massifs anorthositiques de Canton TACHE, en plus de posséder des évidences de mélange entre une certaine fraction solide et une fraction liquide (interstitielle), se remarquent des évidences de différenciation qui étaient absentes dans le dyke de troctolite. Ces phénomènes de différenciations se visualisent par la présence de ségrégations pegmatitiques. Higgins (1979), propose que ces liquides résiduels pegmatitiques proviendraient d'une différenciation à haute pression (12 Kbar). A partir des textures observées sur le terrain (pegmatites en amas (Photo 30)), il semble que ces dernières correspondent à des liquides résiduels de fin de cristallisation localisés in situ en bordure. Qui plus est, à des pressions avoisinant les 12 Kbar (35 km), il apparaît peu probable de générer des roches contenant du feldspath potassique, du quartz et de la biotite (granite). Higgins (communication personnelle), opte maintenant pour une gènèse similaire à celle que nous proposons pour expliquer la présence de ces liquides pegmatitiques.

Les patrons de terres rares pour ces trois intrusions basiques indiquent également des sources différentes pour chacun de ces systèmes. Possédant les analyses des terres rares du plagioclase pour certains échantillons, l'auteur a tenté de déterminer le patron de terres rares pour les minéraux interstitiels par simple soustraction (Fig. 27). Les champs obtenus pour ces différentes unités lithologiques

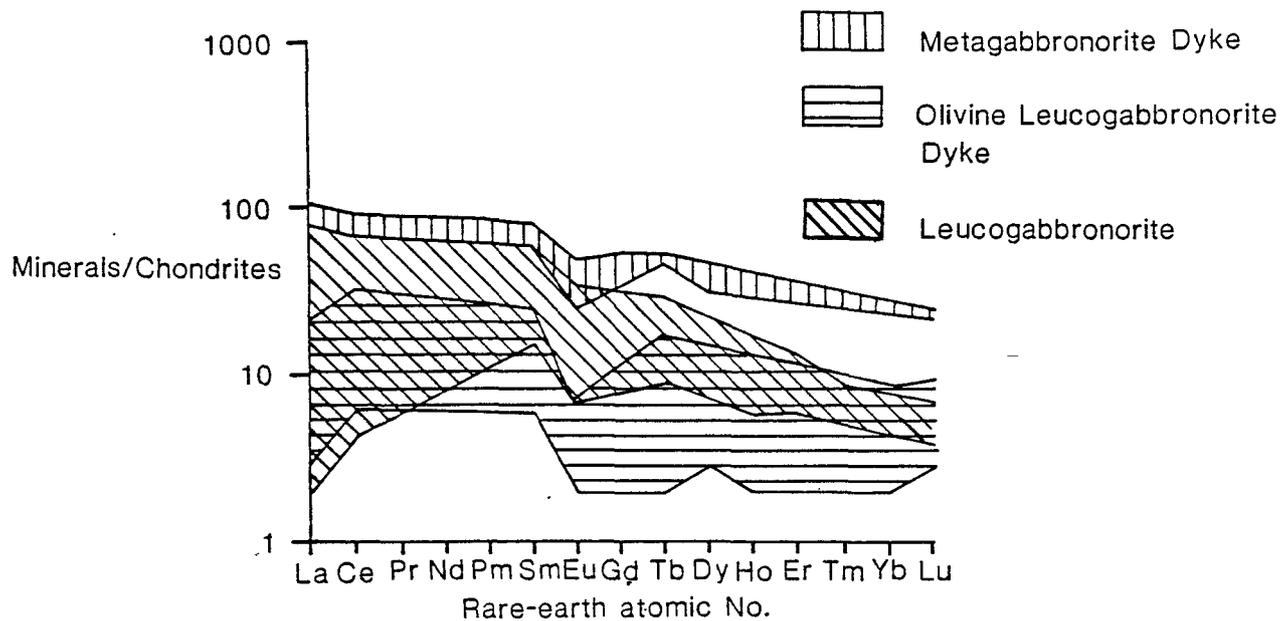


Figure 27: Chondrite normalised REE data from inter-cumulus liquid of Metagabbronorite Dyke, Olivine Leucogabbronorite Dyke and Leucogabbronorite.

Figure 27: Terres rares normalisées pour les liquides intercumulus du dyke de diorite, du dyke de troctolite et des massifs anorthositiques de Canton TACHE.

indiquent une présence prédominante de clinopyroxène (phase interstitielle) bien que pour le dyke de diorite, l'apatite fausse énormément ces patrons tandis que, pour les massifs anorthositiques de Canton TACHE, une abondance de biotite augmente également l'intensité de ces patrons résiduels.

Sachant que l'on rencontre des ségrégations pegmatitiques autant dans les massifs anorthositiques de Canton TACHE que dans l'anorthosite de Sept-Iles (Higgins, 1979), une étude comparative s'impose.

Higgins, en 1979, a étudié le massif anorthositique de Sept-Iles. Ce complexe est daté à 540 Ma (Higgins et Doig, 1981), d'au moins 500 Ma plus jeune que l'orogénie Grenvillienne. Higgins observe des "ségrégations granitiques de type I" dans certains niveaux anorthositiques.

A partir des données chimiques de Higgins (1979), la chimie de ces ségrégations pegmatitiques peut être comparée.

Les différents diagrammes (autant binaires cationiques, AFM que CNK) (Fig. 28-29) présentent une telle similitude des analyses, qu'une source et un mode de mise en place similaire pourrait être évoqués. Une certaines analogies des patrons de distribution des terres rares se remarque également dans ces deux systèmes (Fig. 16). Les ségrégations pegmatitiques possèdent toujours des teneurs plus élevées en terres rares que leurs encaissants. Une petite différence réside dans le fait que se remarque une faible anomalie positive en

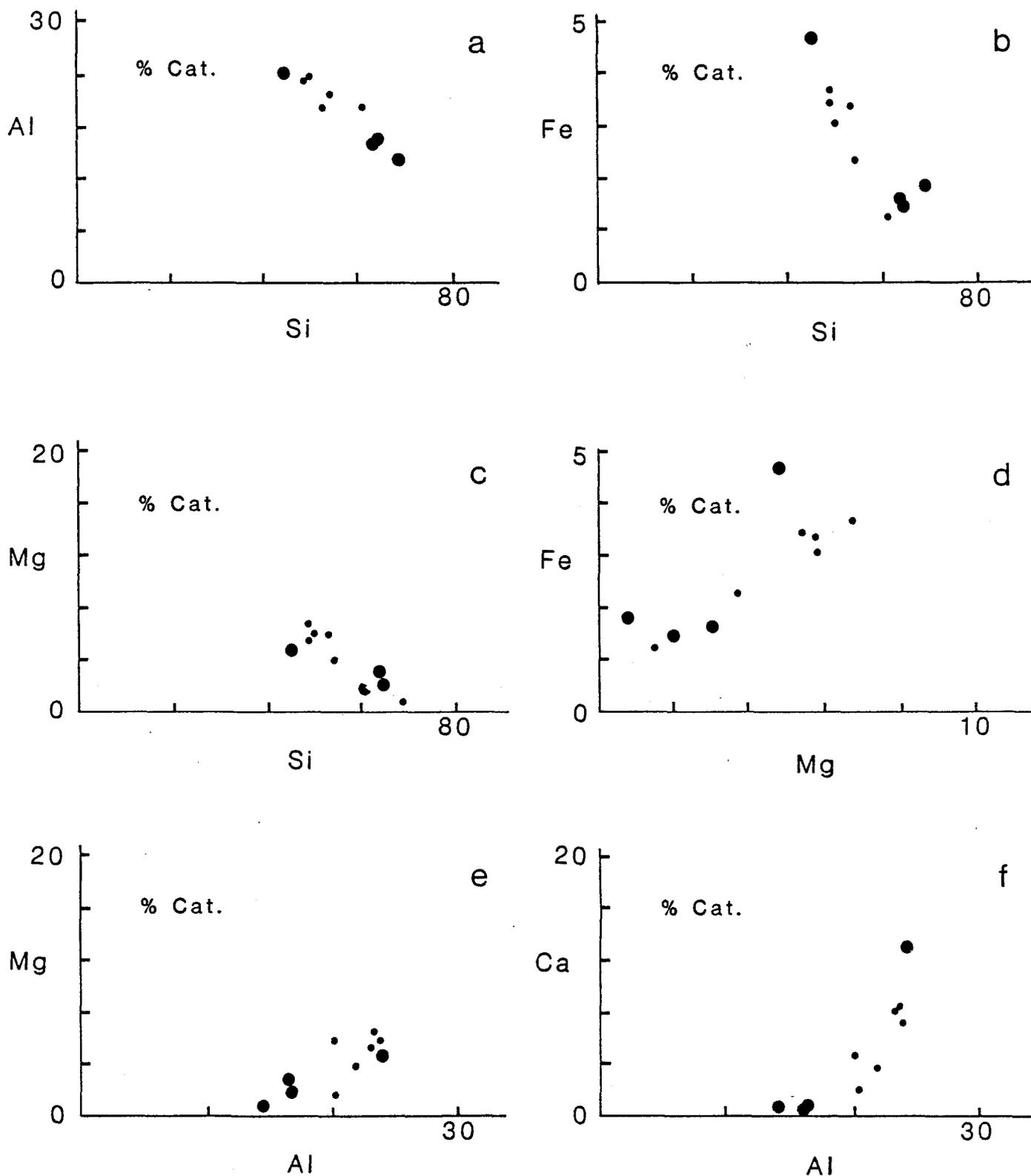
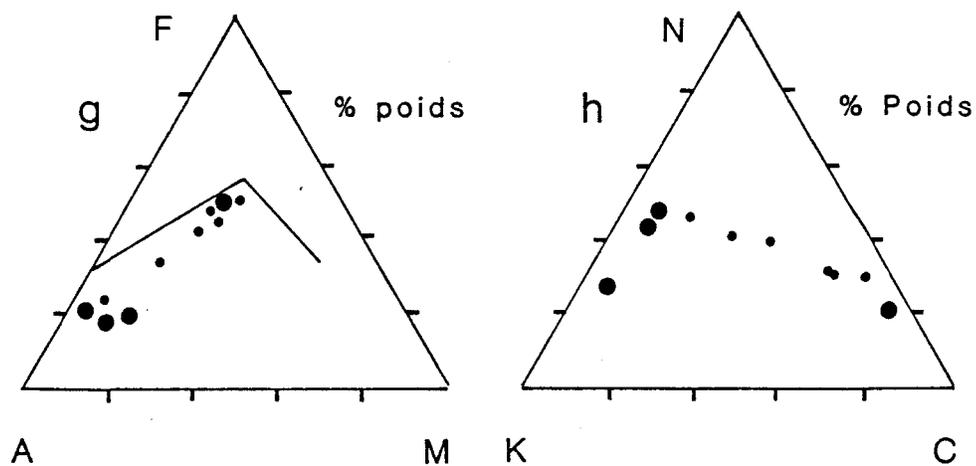


FIGURE 28:

Diagrammes de variation XY cationiques pour les segregations pegmatitiques de Canton Tache et les segregations granitiques de type I du massif anorthositique de Sept-Iles (Higgins, 1979) (● massif de Sept-Iles).



**FIGURE 29:**

Diagrammes AFM, CNK pour les segregations pegmatitiques de Canton Tache et celles du massif anorthositique de Sept-Iles.

Europium dans l'encaissant et une anomalie négative de ce même élément dans les ségrégations pegmatitiques pour les échantillons provenant du massif anorthositique de Sept-Iles. Ces phénomènes sont absents dans les massifs anorthositiques de Canton TACHE. Le plagioclase ne montrant pas d'enrichissement au départ en Europium, il est logique de penser que s'observera le même phénomène dans les ségrégations pegmatitiques. Cette différence mineure entre ces deux systèmes basiques tardifs est donc secondaire.

Une telle ressemblance entre ces deux systèmes basiques (anorthosite de Sept-Iles et massifs anorthositiques de Canton TACHE) ne peut être le fruit du hasard.

## Chapitre IV

### Conclusions et recommandations

Les différentes études effectuées sur ces trois intrusions basiques (dyke de diorite, dyke de troctolite et massifs anorthositiques de Canton TACHE) ont permis de déduire que ces dernières ne sont reliées que de façon spatiale. Le hasard a voulu qu'elles se regroupent et se recoupent dans un même secteur donné. Ces systèmes intrusifs présentent des minéralogies, des textures, des structures et des chimies différentes les unes des autres:

1-Le dyke de diorite post-date la principale phase de déformation observée dans l'anorthosite du Lac-St-Jean. Il se compose d'un dyke principal et de petits dykes satellites. Cet intrusif polyphasé, montre un enrichissement en fer et a subi une recristallisation intense.

Plusieurs phénomènes indiquent que ce dyke s'est mis en place de façon synchronématique (baïonnettes et déformations plastiques intenses en bordures). Les représentations pseudo-liquidus suggèrent des pressions de l'ordre de 12-15 Kbar pour générer cette unité (source profonde) et les diagrammes normatifs selon Irvine (1970) localisent les analyses dans le champ des cumulats à plagioclase, orthopyroxène et clinopyroxène. Le patron des terres rares, de par l'abondance d'apatite, présente un enrichissement généralisé en terres rares légères et lourdes.

2-Le dyke de troctolite recoupe le dyke de diorite et présente des textures magmatiques bien conservées typiques des complexes stratiformes. Les corrélations cationiques XY, toujours localisées entre les principaux pôles minéralogiques, indiquent des phénomènes de mélange entre différentes proportions de solide (plagioclase) et de liquide (olivine, clinopyroxène et opaques).

Les représentations (pseudo-liquidus et normatives selon Irvine (1970)) localisent ces analyses dans le champ du plagioclase, évoluant vers le domaine de stabilité "plagioclase + olivine", à des pressions avoisinant les 5 Kbar. Des pressions et températures avoisinant les 8 Kbar et 850 degrés C sont nécessaires pour provoquer les coronites sub-solidus Olivine + Plagioclase + Fluide = Orthopyroxène + Amphibole + Spinelle et les textures de cristallisation sous pression présents dans cette unité et dans le massif anorthositique du Lac-St-Jean.

Le patron des terres rares présente des formes standards (pente négative prononcée avec anomalie positive pour l'Europium).

3-Les deux petits massifs anorthositiques de Canton TACHE, peu déformés, diffèrent énormément du dyke de troctolite. L'un de ces petits amas recoupe partiellement l'extrémité Ouest du dyke de troctolite et représente une phase intrusive comparable à celle de Sept-Iles. Les textures et structures

massives dans ces roches indiquent un niveau d'emplacement moins profond que le dyke de troctolite (2.5-5 Kbar). Ces deux petites masses se caractérisent par une abondance de potasse (K) et d'eau (H<sub>2</sub>O) (présence de biotite) ainsi que par la présence de ségrégations pegmatitiques en bordure.

Deux populations cationiques se remarquent. La première (anorthosites) indique un mélange entre des proportions variées de plagioclase, pyroxènes, olivine, biotite, quartz et d'apatite. Le second regroupement (ségrégations pegmatitiques) montre des phénomènes de différenciation in situ.

Le patron des terres rares pour cette unité présente des anomalies (absence de pic en Europium et enrichissement en terres rares légères). Ce phénomène bien particulier pourrait s'associer à la minéralogie en présence (abondance de biotite et d'apatite) bien que le plagioclase présente un profil sans anomalie.

S'il était évident d'associer la localisation du dyke de diorite dans l'anorthosite du Lac-St-Jean (relation cogénétique entre ces deux entités), il en va tout autrement pour les deux autres systèmes basiques beaucoup plus récents. Ils auraient pu s'emplacer dans un autre encaissant. La présence du dyke de troctolite (magma gabbroïque tardi à post-Grenvillien) s'explique en l'associant au point de vue temporel au massif intrusif tardi-tectonique de St-Ambroise (nature globalement acide) (Woussen, communication

personnelle).

Les deux petits massifs anorthositiques de Canton TACHE se relient à des phénomènes tectoniques d'extension représentés par une série de dykes basiques rencontrés le long de la Côte Nord et d'âge similaire au massif anorthositique de Sept-Iles (500-600 ma).

Parmi les problèmes qui restent à résoudre, peuvent se signaler:

L'étude détaillée des intrusions dioritiques successivement enrichies en fer qui pourrait procurer des explications au sujet des patrons géochimiques (éléments majeurs) qui restent non expliqués pour l'instant.

Des coupes détaillées seraient souhaitables sur toute la longueur du dyke de troctolite. Une définition plus claire des variations intercumulus semblant évoluer préférentiellement de faciès riches en olivine à la base à des faciès contenant de plus en plus de clinopyroxène pourrait être effectuée.

Une datation des petits intrusifs de Canton TACHE à partir des ségrégations pegmatitiques se devrait d'être effectuée. L'étude détaillée des pyroxènes présents dans cette lithologie (orthopyroxène et clinopyroxène) pourrait procurer des températures caractérisant la mise en place de cet intrusif basique très tardif.

Finalemant, des relevés gravimétriques se devraient d'être effectués pour lever l'indétermination sur les formes du dyke de troctolite s'apparentant à un complexe stratiforme et sur les massifs anorthositiques de Canton TACHE afin d'en déterminer les dimensions et les formes exactes.

#### REMERCIEMENTS

En terminant la rédaction de cette thèse de Maîtrise, je tiens à remercier principalement mon Directeur de thèse, Monsieur Gérard Woussen, pour ses bons conseils ainsi que sa très grande disponibilité. Je tiens également à remercier tous les techniciens et/ou dessinateurs qui ont touché de près ou de loin à l'élaboration de ma thèse de Maîtrise.

REFERENCES

- ANDERS, E. et EBIHARA, M., 1982. Solar-system abundances of the elements: *Geochimica and Cosmochimica Acta*, V. 45, pp. 2363-2380.
- ARPIN, M., 1984. Etude pétrographique et pétrologique du massif de St-Nazaire-de-Chicoutimi: thèse de Maîtrise, Université de Montréal, 136 p..
- ASHWAL, L.D., SEIFERT, K.E., 1980. Rare-earth-element geochemistry of anorthosite and related rocks from the Adirondacks, New York, and other massif-type complexes: Summary: *Geological Society of American Bulletin*, Part I, V. 91, pp. 105-107, Février 1980, Document no. S00211.
- BARRAUD, C., 1971. Pétrographie et étude géochimique des anorthosites, des paratroctolites, des métaleutroctolites et des métagabbros de la région de Saint-Calixte-New Glasgow P.Q. Canada: Thèse de Maîtrise de l'Université de Montréal, 291 p..
- BERG, J. H., 1976. Regional barometry in the contact aureoles of the anorthositic Nain complex, Labrador: *Journal of Petrology*, V. 18, pp. 399-430.
- CORRIVEAU, L., 1979. Les dykes de leucotroctolite et de diorite dans le massif d'anorthosite du Lac St-Jean: Mémoire de Projet de fin d'étude, Université du Québec à Chicoutimi, 48 p..
- , 1982. Physical conditions of the regional and the retrograde metamorphism in the pelitic gneiss of the Chicoutimi area, Quebec: Thèse de Maîtrise, Queen's University, Kingston, Ontario, 264 p..
- DEWEY, J. F. et BURKE, K. C. A., 1973. Tibetan, Variscan and Precambrian basement reactivation: product of Continental collisions: *Journal of Geology*, V. 81, pp. 683-692.
- DIMROTH, E., WOUSSEN, G. et ROY, D. W. R., 1981. Geologic history of the Saguenay region, Quebec (Central Granulite Terrain of Grenville Province): a working hypothesis: *Canadian Journal of Earth Sciences*, V. 18, pp. 1506-1522.

- ELIHON, D., 1983. Isomolar and isostructural pseudo-liquidus phase diagrams for oceanic basalts: *American Mineralogist*, V. 68, pp. 506-511.
- EMSLIE, R.F., 1965. The Michikamau anorthositic intrusion, Labrador: *Canadian Journal of Earth Sciences*, V. 2, pp. 385-399.
- , 1970. The geology of the Michikamau intrusion, Labrador (13L, 23I): *Geological Survey of Canada, Paper 68-57*, 85 p..
- , 1980. Geology and petrology of the Harp Lake Complex, central Labrador: an example of Elsonian magmatism: *Geological Survey of Canada, Bulletin 293*, 136 p..
- , 1985. Proterozoic anorthosite massifs; in *The Deep Proterozoic Crust in the North Atlantic Province: NATO ASI Series, édité par Alex C. Tobi et Jacques L. R. Touret, Series C: Mathematical and Physical Sciences*, V. 158, pp. 39-60.
- FLOWER, M. F. J., 1984. Anorthosite genesis: The mid-ocean ridge analogue: *Geology*, V. 12, pp. 651-654.
- FREY, F. A., 1970. Rare earth abundances in alpine ultramafic rocks: *Physic of Earth and Planetary Interiors*, V.3, pp. 323-330.
- FREY, F. A., GREEN, D. H. et ROY, S. D., 1978. Integrated Models of Basalts Petrogenesis: A Study of Quartz Tholeiites to Olivine Melilites from South Eastern Australia Utilizing Geochemical and Experimental Petrological Data: *Journal of Petrology*, V. 19, pp. 463-513.
- GOLDSMITH, J. R. et NEWTON, R. C., 1977. Scapolite-plagioclase stability relations at high pressures and temperatures in the system  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 - \text{CaCO}_3 - \text{CaSO}_4$ : *American Mineralogist*, V. 62, pp. 1063-1081.

- GRIFFIN, W.L., 1971. Genesis of coronas in anorthosites of the Upper Jotun nappe, Indre Sogn, Norway: *Journal of Petrology*, V. 12, pp. 219-243.
- GROMET, L. P. et SILVER, L. T., 1983. Rare earth element distributions among minerals in a granodiorite and their petrogenetic implications: *Geochimica and Cosmochimica Acta*, V. 47, pp. 925-939.
- HIGGINS, M.D., 1979. Age and origin of the Sept Iles Anorthosite Complex, Quebec: Ph. D. thesis, McGill University, Montreal, P.Q., 128 p..
- HIGGINS, M.D., DOIG, R., 1981. The Sept Iles Anorthosite Complex: field relationships, geochronology, and petrology: *Canadian Journal of Earth Sciences*, V. 18, pp. 561-573.
- IRVINE, T. N., 1970. Crystallization sequences in the MuskoX intrusion and other layered intrusions; 1.Olivine-Pyroxene-Plagioclase relations: *Geological Society of South Africa, Special Publication 1*, pp. 441-476.
- , 1982. Terminology for Layered intrusions: *Journal of Petrology*, V. 23, pp. 127-162.
- IRVINE, T. N. et BARAGAR, W. P. A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common volcanic Rocks: *Canadian Journal of Earth Sciences*, V. 8, pp. 523-548.
- JACKSON, E. D., 1967. Ultramafic cumulates in the Stillwater, Great dyke and Bushveld intrusions:Wyllie P. j. éditeur: *Ultramafic and related rocks*, New York: John Willey & Sons inc., pp. 20-38.
- JENSEN, L. S., 1976. A New Cation Plot for Classifying Subalkalic Volcanic Rocks: *Ontario Division of Mines*, V. 66, 22p..
- JOOSTE, R.F., 1958. Région de Bourget, Districts électoraux de Chicoutimi et de Jonquière-Kênogami; Ministère des mines, province de Québec, Canada, *Rapport Géologique 78*, 47 p..

- KENLENBECK, M. M., 1972. Deformation textures in the Lac Rouvray anorthosite mass.: Canadian Journal of Earth Sciences, V. 9, pp. 1087-1098.
- LAURIN, A. F. et SHARMA, K. N. M., 1975. Région des rivières Mistassini, Péribonca, Saguenay. Projet Grenville 1965-1967: Ministère des Richesses Naturelles du Québec, R. G. 161.
- MARTIGNOLE, J., 1975. Le précambrien dans le sud de la province tectonique de Grenville (Bouclier canadien): Département de Géologie Université de Montréal, 405 p..
- NANIEL, S., MARTIGNOLE, J. et WOUSSEN, G., 1985. Géologie et zones potentielles pour l'exploitation de la pierre de taille Partie Sud-Ouest du complexe anorthositique du Lac-St-Jean: Ministère de l'Energie et des Ressources, ET 13-17, 24 p..
- ROEDDER, E., 1979. Silicate liquid immiscibility in magmas; in The evolution of the Igneous Rocks, H.S. YODER, Junior, éditeur, Princeton, pp. 15-58.
- ROELANDIS, I. et DUCHESNE, J. C., 1977. Rare-earth elements in apatite from layered norites and iron-titanium oxide orebodies related to anorthosites (Rogaland, S. W. Norway): Origin and Distribution of the Elements, Pergamon Press, New York, Ahrens, L. H. éditeur, pp. 199-212.
- SAPOUNTZIS, E.S., 1975. Coronas from the Thessaloniki Gabbros (North Greece): Contribution to Mineralogy and Petrology, V. 51, pp. 197-203.
- SHAND, S. J., 1945. Coronas and coronites: Geological Society of America Bulletin, V. 56, pp. 247-266.
- SIMMONS, E.C., HANSON, G.N., 1978. Geochemistry and origin of Massif-type anorthosites: Contribution to Mineralogy and Petrology, V. 66, pp. 119-135.
- SMITH, J. U., 1974. Feldspath Mineralogy: Chemical and textural properties, Springer-Verlag éditeur, New York, V. 2, pp. 627-630.

- STREICKEISEN, A., 1976. To each plutonic rock its proper name: Earth-Science Reviews, V. 12, pp. 1-33.
- WAGER, L. R., 1960. The Major Element Variation of the Layered Series of the Skaergaard Intrusion and a Re-estimation of the Average Composition of the Hidden Layered Series and of the Successive Residual Magmas: Journal of Petrology, V. 1, N. 3, pp. 364-398.
- WAGER, L. R. et DEER, W. A., 1939. The petrology of the Skaergaard intrusion, Kangerdlugssuag, East Greenland: Meddelelser om Gronland, V. 105, No. 4, pp. 1-352.
- WAGER, L. R. et BROWN, G. M., 1967. Layered igneous rocks: W.H. Freeman and Company, 588 p..
- WALKER, D., SHIBATA, T. et DELONG, S. E., 1979. Abyssal Tholeiites From the Oceanographer Fracture Zone; II. Phase Equilibria and Mixing: Contribution to Mineralogy and Petrology, V. 70, pp. 111-125.
- WATTERSON, J., 1965. Plutonic development of the Ilordleq aera, South greenland; Part I; Chronology, and the occurrence and recognition of metamorphosed basic dykes: Meddeleser Om Gronland, V. 172, N. 7, 147p..
- WILSHIRE, H. G., 1967. The Prospect Alkaline Diabase-Picrite Intrusion New South Wales, Australia: Journal of Petrology, V. 8, pp. 97-163.
- WOUSSEN, G., DIMROTH, E., CORRIVEAU, L., ARCHER, P., 1981. Crystallization and Emplacement of the Lac St-Jean Anorthosite Massif (Quebec, Canada): Contribution to Mineralogy and Petrology, V. 76, pp. 343-350.
- WOUSSEN, G., LANGE-BARD, F., MARTIGNOLE, J. et NANIEL, S., 1986. The St-Henri-de-Taillon segment of the Lac-St-Jean anorthosite massif (Grenville province, Canada): A relic of a layered complex: Contributions to Mineralogy and Petrology (en cours).

WYNNE-EDWARDS, H. R., 1972. The Grenville Province: Variations in tectonic styles in Canada. Price, R. A. et Douglas, R. J. W. éditeur; Geological association of Canada, Special Paper 11, pp. 263-334.

PRELIMINAIRE DE L'ETUDE GEOCHIMIQUEEchantillonnage

Les Figures 3, 6 et 9 montrent la position des différents échantillons analysés.

En raison de la granulométrie importante des diverses unités échantillonnées, des blocs de roche variant entre 10 et 25 kg furent recueillis pour fin d'analyses. Certains faciès étant très altérés en surface, et plusieurs affleurements ne présentant aucune aspérité susceptibles de répondre au prélèvement de gros échantillons, l'emploi de charges de dynamite fut souvent nécessaire.

Préparation des échantillons

Standard de préparations d'échantillons pour fin d'analyses chimiques (Woussen, U.Q.A.C., 1983).

Débiter, à la scie, les échantillons en plaquettes de 2-3 cm d'épaisseur en prenant soin d'enlever la croûte d'altération, les zones craquelées et les diverses zones indésirables que constituent les veines et/ou enclaves. Concassage au broyeur à machoir d'acier. Tamisage au tamis #3 (6.7 mm). Lavage à grande eau et séchage des fragments.

Pour analyse des éléments majeurs.

Broyage d'environ 1.2 kg au broyeur à machoires de porcelaine. Réserve de 900 g et broyage de 300 g au shatter-box au carbure de tungstène pendant 1.5 minutes par charge de 20 g.

Pour la préparation de pastilles pour analyse par fluorescence-x; placer 1.5 g de poudre de roche dans un petit plat d'aluminium et faire sécher à environ 110 degrés C à l'étuve pendant 2 heures. Prendre un creuset de platine et y déposer 1 g de poudre de roche, 5 g de tétraborate de lithium, 1 g d'oxyde de lanthane et 20 mg de NaBr. Pour la fusion de ces mélanges, demander au technicien Richard Lechasseur (Local 2-422).

Pour la préparation de pastilles pour analyse par absorption atomique; les manipulations restent grossièrement similaires. Demander encore une fois au technicien Richard Lechasseur (Local 2-422) pour la marche à suivre et la mise en solution des échantillons à analyser.

Pour analyse des terres rares (REE).

Pour la préparation des échantillons pour fin d'analyse de roches totales, broyage d'environ 0.1 kg au broyeur en agate selon les normes prescrites par Carignan, U.Q.A.C. (1985). Récolter et remplir les récipients pour analyses.

Pour la préparation des échantillons ou sera prélevé un minéral en particulier (plagioclase dans ce cas-ci), broyage d'environ 0.25 kg au broyeur BICO en prenant bien soin de décontaminer entre et avant chaque échantillon. Tamiser entre 15 et 20 minutes et récolter la partie comprise entre les tamis 150 et 200 mesh. Enlever le maximum de matériel magnétique avec un aimant à main et par la suite, enlever les fines particules par flottations dans de l'eau distillée. Passer dans le FRANSTZ plusieurs fois en faisant varier les divers paramètres pour en venir à récupérer un maximum de poudre riche en plagioclase. Comme étape finale, faire flotter le matériel dans du BROMOPHORME placé dans une centrifugeuse tournant à 300 tours/minute. Récolter le concentré de plagioclase et remplir les contenant servant à l'analyse.

PRECISIONS ANALYTIQUESSiO<sub>2</sub> : + ou - 0.59 %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : + ou - 0.20 %Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : + ou - 0.35 %

MgO : + ou - 0.07 %

CaO : + ou - 0.01 %

Na<sub>2</sub>O : + ou - 2.97 %K<sub>2</sub>O : + ou - 0.02 %TiO<sub>2</sub> : + ou - 0.01 %

MnO : + ou - 0.07 %

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : + ou - 0.01 %

## DYKE DE DIORITE

## ANALYSES CHIMIQUES

	35	36	38	39	40	37	41	42	44
SI02	42.99	51.35	48.51	46.68	44.88	40.60	44.76	45.29	41.97
AL2O3	12.08	22.89	18.98	17.49	13.47	10.25	13.94	13.98	14.04
FE2O3	05.72	02.04	03.44	03.54	04.88	04.68	04.35	06.62	05.23
FEO	16.24	05.82	10.25	12.33	14.98	22.50	16.22	10.01	15.34
CAO	08.47	07.32	07.85	07.18	08.44	05.71	06.60	08.50	08.16
MGO	04.95	03.56	03.75	04.52	05.26	07.83	05.59	05.47	05.54
NA2O	02.45	04.36	03.97	03.30	02.84	01.79	01.95	02.41	02.38
K2O	00.35	00.53	00.41	00.32	00.24	00.24	00.12	00.15	00.24
TI02	04.22	00.54	01.94	02.04	03.38	03.18	02.85	05.12	03.73
CR2O3	00.00	00.00	00.01	00.01	00.00	00.02	00.01	00.00	00.01
MNO	00.14	00.06	00.07	00.09	00.13	00.13	00.12	00.09	00.12
P2O5	00.48	00.36	00.39	00.36	00.48	00.30	00.34	00.42	00.41
S	00.35	00.01	00.01	00.33	00.40	00.41	00.34	00.36	00.41
CO2	00.19	00.09	00.13	00.63	00.53	00.43	00.74	00.82	00.44
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
	98.63498	98.93299	97.1098	98.81999	90.598	98.069	97.92799	98.23798	98.015

## NORME

QUARTZ	00.00	00.50	00.00	00.00	00.00	00.00	03.96	07.59	00.00
ORTHO.	02.08	03.16	02.43	01.90	01.41	01.44	00.72	00.89	01.44
ALBIT	20.89	37.28	33.68	28.10	23.89	15.34	16.75	20.42	20.40
ANORTH	21.09	33.74	32.84	29.47	23.16	19.47	26.24	26.93	27.27
NEPHEL	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
LEUCIT	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
WOLLAS	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
DIOPSI	14.14	00.00	02.36	00.00	10.04	03.77	00.00	05.88	06.84
HYPERS	20.46	17.25	11.91	25.96	21.56	25.85	35.45	14.72	19.30
OLIVIN	01.99	00.00	06.81	00.96	02.71	17.86	00.00	00.00	06.32
ACMITE	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CORIND	00.00	02.94	00.00	00.99	00.00	00.00	01.15	00.00	00.00
ILMENI	08.08	01.04	03.69	03.90	06.38	06.12	05.50	09.74	07.18
MAGNET	08.36	02.99	05.00	05.16	07.03	06.87	06.40	09.61	07.68
HEMATI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
APATIT	01.15	00.86	00.93	00.86	01.13	00.72	00.82	01.00	00.98
CHROMI	00.00	00.00	00.01	00.01	00.00	00.03	00.01	00.00	00.01
CALCIT	00.44	00.21	00.30	01.44	01.20	00.99	01.71	01.87	01.01
PYRITE	01.32	00.04	00.04	01.24	01.49	01.55	01.29	01.35	01.55
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
	100	100.01	100	99.99	100	100.01	100	100	99.98

	43	46	45
SI02	47.56	50.13	44.39
AL2O3	16.05	18.90	13.31
FE2O3	03.81	01.89	05.01
FEO	13.28	07.54	13.81
CAO	07.43	10.26	09.20
MGO	04.57	07.41	04.50
NA2O	02.71	02.06	02.77
K2O	00.19	00.26	00.39
TIO2	02.31	00.39	03.51
CR2O3	00.01	00.00	00.00
MNO	00.09	00.07	00.11
P2O5	00.38	00.50	00.50
S	00.29	00.07	00.35
CO2	00.54	00.19	00.37
H2O T	00.00	00.00	00.00

99.22399.67198.215

QUARTZ	03.16	01.82	00.00
ORTHO.	01.13	01.54	02.33
ALBIT	23.00	17.46	23.72
ANORTH	31.05	41.63	23.01
NEPHEL	00.00	00.00	00.00
LEUCIT	00.00	00.00	00.00
WOLLAS	00.00	00.00	00.00
DIOPSI	00.00	03.98	14.63
HYPERS	28.45	28.20	18.08
OLIVIN	00.00	00.00	00.76
ACMITE	00.00	00.00	00.00
CORIND	00.04	00.00	00.00
ILMENI	04.40	00.74	06.75
MAGNET	05.54	02.75	07.35
HEMATI	00.00	00.00	00.00
APATIT	00.90	01.19	01.20
CHROMI	00.01	00.00	00.00
CALCIT	01.23	00.43	00.85
PYRITE	01.09	00.26	01.33
H2O T	00.00	00.00	00.00

100 100100.01

## DYKE DE DIORITE

## CATIONS

	35	36	38	39	40	37	41	42	44
SI	46.97	49.11	48.25	48.16	47.44	46.05	48.93	47.75	45.58
AL	15.56	25.8	22.25	21.27	16.78	13.7	17.96	17.37	17.97
FE3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FE2	9.77	3.06	5.55	6.69	8.56	12.67	9.2	7.04	9.1
CA	9.92	7.5	8.37	7.94	9.56	6.94	7.73	9.6	9.5
MG	8.06	5.07	5.56	6.95	8.29	13.24	9.11	8.6	8.97
NA	5.19	8.08	7.66	6.6	5.82	3.94	4.13	4.93	5.01
K	.49	.65	.52	.42	.32	.35	.17	.2	.33
TI	3.47	.39	1.45	1.58	2.69	2.71	2.34	4.06	3.05
CR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MN	.13	.05	.06	.08	.12	.12	.11	.08	.11
P	.44	.29	.33	.31	.43	.29	.31	.38	.38
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100	100	100	100	100.01	100.01	99.99	100.01	100

	43	46	45
SI	49.61	48.48	47.57
AL	19.73	21.54	16.81
FE3	0	0	0
FE2	7.29	3.74	8.21
CA	8.3	10.63	10.56
MG	7.11	10.68	7.19
NA	5.48	3.86	5.75
K	.25	.32	.53
TI	1.81	.28	2.83
CR	0	0	0
MN	.08	.06	.1
P	.34	.41	.45
S	0	0	0
C	0	0	0
H	0	0	0
	100	100	100

Duke de DIORITE

## Terres rares

ECHANTILLON	37	45	35	39	*35*	*45*
La	11.7	26.0	30.0	6.7	12.5	15.1
Ce	26.0	56.0	63.0	13.1	20.0	24.0
Nd	16.7	35.0	43.0	8.1	9.0	9.5
Sm	4.7	9.3	12.3	2.1	1.32	1.34
Eu	1.67	3.4	4.2	1.62	3.4	3.6
Tb	0.86	1.7	2.1	0.5	0.12	0.14
Dy	4.6	7.9	11.4	2.3	0.28	0.92
Yb	2.3	3.8	4.6	1.18	0.26	0.2
Lu	0.35	0.53	0.6	0.19	0.03	.03

N.B.: \*35\* et \*45\* sont des analyses de concentrés de plagioclases.

: Analyses en ppm.

## DYKE DE TROCTOLITE

## ANALYSES CHIMIQUES

	31	30	28	27	26	24	29	23	25	34
SiO2	47.18	44.52	43.02	47.58	47.94	45.13	44.59	49.90	45.11	44.35
Al2O3	22.06	20.11	23.65	22.15	23.35	20.24	19.84	22.24	19.24	18.68
Fe2O3	05.61	05.65	04.54	04.65	04.24	05.68	06.10	04.51	06.48	05.44
FeO	05.47	09.20	09.23	06.67	06.73	08.84	08.56	05.19	08.73	10.35
CaO	07.48	06.89	07.24	07.78	07.04	07.08	07.10	07.54	06.18	06.03
MgO	03.31	05.17	04.61	03.35	02.83	04.66	04.66	02.36	05.31	06.04
Na2O	03.85	03.22	03.40	03.76	03.31	03.38	03.71	04.62	03.59	03.53
K2O	00.53	00.35	00.41	00.46	00.35	00.50	00.65	00.87	00.53	00.57
TiO2	04.11	04.15	03.04	03.15	02.74	04.18	04.60	03.01	04.98	03.94
Cr2O3	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.02	00.00
MnO	00.06	00.06	00.05	00.05	00.07	00.06	00.06	00.09	00.15	00.14
P2O5	00.38	00.36	00.34	00.40	00.37	00.37	00.36	00.40	00.33	00.32
S	00.03	00.05	00.02	00.08	00.01	00.05	00.04	00.19	00.06	00.02
CO2	00.32	00.31	00.23	00.32	00.09	00.32	00.26	00.49	00.26	00.19
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

100.39 100.03 99.78 3100.39 99.07 1100.48 100.52 101.41 100.96 99.599

## NORME

QUARTZ	03.73	01.39	00.00	02.85	07.38	01.24	00.00	02.17	01.49	00.00
ORTHO.	03.12	02.07	02.43	02.70	02.09	02.94	03.82	05.05	03.10	03.38
ALBIT	32.43	27.21	28.82	31.64	28.26	28.43	31.20	38.42	30.05	29.97
ANORTH	32.45	29.83	32.30	33.78	32.23	30.50	31.04	31.15	26.57	26.72
NEPHEL	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
LEUCIT	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
WOLLAS	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
DIOPSI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
HYPERS	08.21	18.23	09.07	11.41	11.59	16.15	09.99	06.38	15.65	13.79
OLIVIN	00.00	00.00	07.80	00.00	00.00	00.00	03.32	00.00	00.00	06.94
ACMITE	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CORIND	03.19	03.48	05.81	03.00	05.87	02.88	01.58	02.05	02.88	02.51
ILMENI	07.77	07.87	05.78	05.95	05.25	07.89	08.68	05.62	09.36	07.51
MAGNET	05.78	08.18	06.59	06.71	06.20	08.19	08.79	06.43	09.29	07.91
HEMATI	01.60	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
APATIT	00.90	00.85	00.81	00.94	00.88	00.87	00.85	00.93	00.77	00.76
CHROMI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.03	00.00
CALCIT	00.72	00.70	00.52	00.72	00.21	00.72	00.59	01.10	00.58	00.43
PYRITE	00.11	00.19	00.07	00.30	00.04	00.19	00.15	00.70	00.22	00.08
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

100.01 100 100 100 100 100 100.01 100 99.99 100

## DYKE DE TROCTOLITE

## CATIONS

	31	30	28	27	26	24	29	23	25	34
SI	46.2	44.77	42.67	46.56	47.5	45.11	44.48	47.83	45.02	44.74
AL	25.46	23.83	27.65	25.55	27.27	23.84	23.33	25.13	22.63	22.21
FE3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FE2	4.31	6.01	5.52	4.44	4.37	5.83	5.86	3.71	6.08	6.43
CA	7.85	7.42	7.69	8.16	7.47	7.58	7.59	7.74	6.61	6.52
MG	4.83	7.75	6.82	4.89	4.18	6.94	6.93	3.37	7.9	9.08
NA	7.31	6.28	6.54	7.13	6.36	6.55	7.18	8.59	6.95	6.9
K	.66	.45	.52	.57	.44	.64	.83	1.06	.67	.73
TI	3.03	3.14	2.27	2.32	2.04	3.14	3.45	2.17	3.74	2.99
CR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MN	.05	.05	.04	.04	.06	.05	.05	.07	.13	.12
P	.32	.31	.29	.33	.31	.31	.3	.32	.28	.27
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100.02	100.01	100.01	99.99	100	99.99	100	99.99	100.01	99.99

Dyke de TROCTOLITE

## Terres rares

ECHANTILLON	: 28	: 27	: 34	: 26	: 30	: 23	: *28*	: *27*
La	: 4.8	: 13.2	: 7.4	: 12.8	: 7.1	: 19.3	: 5.7	: 11.0
Ce	: 10.4	: 32.0	: 15.8	: 28.0	: 15.8	: 45.0	: 9.4	: 17.4
Nd	: 5.6	: 18.8	: 9.5	: 16.1	: 9.3	: 28.0	: 3.7	: 6.4
Sm	: 1.21	: 4.1	: 2.3	: 3.5	: 2.1	: 6.0	: 0.48	: 0.96
Eu	: 1.3	: 2.11	: 1.58	: 2.27	: 1.51	: 3.0	: 1.63	: 2.4
Tb	: 0.12	: 0.69	: 0.37	: 0.5	: 0.38	: 1.0	: 0.03	: 0.1
Dy	: 0.99	: 3.7	: 1.9	: 2.9	: 1.9	: 5.3	: 0.31	: 0.47
Yb	: 0.45	: 1.58	: 1.06	: 1.57	: 0.88	: 2.2	: 0.08	: 0.22
Lu	: 0.07	: 0.27	: 0.15	: 0.25	: 0.16	: .31	: 0.01	: 0.03

N.B.: \*28\* et \*27\* sont des analyses de concentrés de plagioclases.

: Analyses en ppm.

## ANORTHOSITE DE CANTON TACHE

## ANALYSES CHIMIQUES

	01	18	08	05	10	19	07	09	15
SI02	50.76	48.71	50.44	49.64	54.06	49.69	49.30	47.27	65.50
AL2O3	19.62	19.76	20.51	19.40	17.55	19.72	20.10	18.42	18.48
FE2O3	03.27	02.51	03.50	03.01	03.03	02.34	03.02	02.67	02.01
FeO	06.44	06.70	04.25	06.32	05.49	07.26	06.07	08.06	01.30
CAO	07.14	07.12	06.59	07.29	04.41	06.93	07.74	07.34	01.78
MGO	06.49	07.17	03.92	06.78	03.95	07.71	04.50	06.59	01.10
NA2O	03.39	03.53	03.73	03.50	04.63	03.46	03.49	03.90	05.01
K2O	00.72	01.38	01.42	00.87	02.52	01.19	00.66	01.14	04.11
TiO2	01.73	01.01	02.00	01.51	01.53	00.84	01.52	01.17	00.51
CR2O3	00.02	00.01	00.00	00.02	00.00	00.01	00.00	00.03	00.00
MNO	00.04	00.09	00.08	00.09	00.10	00.10	00.09	00.09	00.02
P2O5	00.38	00.37	00.38	00.38	00.26	00.35	00.44	00.39	00.10
S	00.00	00.34	00.16	00.24	00.15	00.19	00.23	00.22	00.01
CO2	00.00	00.63	00.59	00.55	00.72	00.55	00.15	00.57	00.24
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

10099.33497.56799.59798.399100.3497.30597.863100.17

## NORME

QUARTZ	01.51	00.00	05.50	00.00	02.64	00.00	02.23	00.00	16.08
ORTHO.	04.25	08.16	08.58	05.14	15.09	06.99	03.99	06.86	24.24
ALBIT	28.68	29.90	32.25	29.61	39.71	29.08	30.22	33.54	42.31
ANORTH	32.93	28.95	27.06	30.20	15.84	28.43	35.39	29.91	06.65
NEPHEL	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.03	00.00
LEUCIT	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
WOLLAS	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
DIOPSI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.73	00.00
HYPERS	22.48	11.69	11.43	22.96	14.97	16.88	17.44	00.00	02.73
OLIVIN	00.00	10.28	00.00	00.15	00.00	08.65	00.00	19.59	00.00
ACMITE	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CORIND	01.19	01.86	03.20	01.63	01.50	02.24	00.99	00.00	03.34
ILMENI	03.28	01.92	03.88	02.87	02.95	01.58	02.95	02.26	00.97
MAGNET	04.74	03.64	05.19	04.36	04.45	03.37	04.48	03.94	02.75
HEMATI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.11
APATIT	00.90	00.88	00.92	00.90	00.62	00.82	01.07	00.94	00.24
CHROMI	00.03	00.01	00.00	00.03	00.00	00.01	00.00	00.04	00.00
CALCIT	00.00	01.43	01.37	01.25	01.66	01.24	00.35	01.32	00.54
PYRITE	00.00	01.27	00.61	00.90	00.57	00.71	00.88	00.84	00.04
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

100.01 99.99 99.99 99.99 100 100 100 99.99 100 100

	06	17	12	11	03	02
SI02	50.38	54.84	51.38	51.32	48.36	57.25
AL2O3	20.48	17.59	22.50	22.31	17.82	19.48
FE2O3	03.00	02.86	02.51	02.50	03.17	02.68
FEO	05.79	05.61	04.02	05.03	08.89	03.37
CAO	07.77	05.22	07.84	07.55	07.52	03.45
MGO	03.76	03.41	04.41	04.23	06.79	02.65
NA2O	04.14	03.38	03.51	03.79	03.23	04.93
K2O	01.52	01.40	00.70	01.23	00.67	03.58
TIO2	01.50	01.36	01.01	01.00	01.67	01.18
CR2O3	00.00	00.03	00.01	00.01	00.01	00.00
MNO	00.08	00.06	00.07	00.07	00.11	00.05
P2O5	00.42	00.31	00.42	00.40	00.40	00.19
S	00.20	00.71	00.13	00.19	00.38	00.10
CO2	00.69	01.06	00.53	00.33	00.69	00.45
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

99.72697.83699.04299.96099.71199.355

QUARTZ	00.00	15.52	06.00	01.72	00.00	04.45
ORTHO.	08.98	08.36	04.17	07.25	03.95	21.26
ALBIT	35.00	28.89	29.92	31.97	27.23	41.91
ANORTH	31.42	17.34	33.04	32.66	30.23	13.09
NEPHEL	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
LEUCIT	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
WOLLAS	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
DIOPSI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
HYPERS	10.51	12.93	14.59	15.74	23.77	08.55
OLIVIN	03.09	00.00	00.00	00.00	02.48	00.00
ACMITE	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CORIND	00.50	04.26	03.98	02.73	00.66	02.73
ILMENI	02.85	02.61	01.93	01.89	03.16	02.25
MAGNET	04.35	04.19	03.67	03.61	04.58	03.90
HEMATI	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
APATIT	00.99	00.74	01.00	00.94	00.94	00.45
CHROMI	00.00	00.04	00.01	00.01	00.01	00.00
CALCIT	01.57	02.43	01.21	00.75	01.56	01.03
PYRITE	00.75	02.68	00.49	00.71	01.42	00.38
H2O T	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

100.01 99.99100.01 99.98 99.99 100

## ANORTHOSITE DE CANTON TACHE

## CATIONS

	01	18	08	05	10	19	07	09	15
SI	47.45	46.92	49.67	47.9	52.77	47.32	48.88	46.64	60.89
AL	21.62	22.43	23.8	22.06	20.19	22.13	23.49	21.42	20.25
FE3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FE2	6.19	3.61	3.05	3.64	3.35	3.73	3.64	4.32	1.21
CA	7.15	7.35	6.95	7.54	4.61	7.07	8.22	7.76	1.77
MG	9.04	10.29	5.75	9.75	5.75	10.94	6.65	9.69	1.52
NA	6.14	6.59	7.12	6.55	8.76	6.39	6.71	7.46	9.03
K	.86	1.7	1.78	1.07	3.14	1.45	.83	1.43	4.87
TI	1.22	.73	1.48	1.1	1.12	.6	1.13	.87	.36
CR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MN	.03	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.08	.02
P	.3	.3	.32	.31	.22	.28	.37	.33	.08
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	100	100	100

	06	17	12	11	03	02
SI	48.67	55.2	49.23	48.82	47.76	54.27
AL	23.32	20.87	25.41	25.01	20.74	21.76
FE3	0	0	0	0	0	0
FE2	3.43	3.44	2.52	2.9	4.85	2.29
CA	8.04	5.63	8.05	7.7	7.96	3.5
MG	5.41	5.12	6.3	6	10	3.74
NA	7.75	6.6	6.52	6.99	6.18	9.06
K	1.87	1.8	.86	1.49	.84	4.33
TI	1.09	1.03	.73	.72	1.24	.84
CR	0	0	0	0	0	0
MN	.07	.05	.06	.06	.09	.04
P	.34	.26	.34	.32	.33	.15
S	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
	99.99	100	100.02	100.01	99.99	99.98

Anorthosite Canton TACHE

## Terres rares

ECHANTILLON	05	02	09	07	08	*05*	*07*
La	26.0	76.0	37.0	51.0	47.0	41.0	50.0
Ce	50.0	146	78.0	110	95.0	76.0	109
Nd	24.0	71.0	42.0	61.0	50.0	30.0	50.0
Sm	5.0	15.3	8.6	13.4	10.6	4.1	7.3
Eu	1.64	4.2	2.4	3.5	3.0	1.8	2.4
Tb	0.55	1.75	0.92	1.42	1.15	0.31	0.56
Dy	2.6	7.6	3.7	6.2	4.7	1.5	1.7
Yb	0.91	2.7	1.22	1.7	1.52	0.43	0.56
Lu	0.12	0.35	0.16	0.23	0.21	0.06	0.09

N.B.: \*05\* et \*07\* sont des analyses de concentrés de plagioclases.

: Analyses en ppm.