

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

MODÈLE DE FORMATION ET DE MISE EN PLACE
DE LA PARTIE SUD-OUEST DU COMPLEXE
ANORTHOSITIQUE DU LAC
SAINT - JEAN

Par

ETIENNE L. MARTIN
Département des Sciences Appliquées

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA TERRE

MARS 1983



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.

RESUME

Dresser (1916) fut l'un des premiers auteurs à réaliser une reconnaissance géologique sur les anorthosites du Lac Saint-Jean. Ce massif, d'une superficie de 20000 km², est localisé à 200 km au Nord de la ville de Québec dans le Bouclier Canadien, au Centre de la province de Grenville, dans le Central Granulit Terrain (Wynne Edwards - 1972) - Les roches consolidées de la région sont d'âge précambrien, à l'exception d'une couverture discontinue de roches ordoviciennes qui bordent la rive Sud du Lac Saint-Jean.

Les roches de la partie méridionale du massif intrusif du Lac Saint-Jean, entre Alma et Saint-André du Lac, comprennent trois grandes unités lithologiques - ce sont:

Au Nord, le Complexe anorthositique paléohélikien. Il correspond à un édifice stratiforme où alternent des séquences rythmiques d'anorthosite et de leucotroctolite (Saint-Gédéon), d'anorthosite et de leuconorite (Hébertville), d'anorthosite et de métaleucotroctolite (Desbiens), d'anorthosite et de métaleuconorite (Desbiens) et de Jotunites (Desbiens).

Au sud, les unités des roches gneissiques charnockitiques paléohélikiennes et de granites néohélikiens décrivent les massifs de Bordure.

Entre ces deux domaines, se place une ceinture discontinue d'un matériel gnéissique, qui représente vraisemblablement un écran du socle, structuralement concordant avec les unités anorthositiques et charnockitiques. C'est l'encaissant ou l'ensemble pétrographique du Contact (Desbiens, Hébertville).

La formation et la mise en place des anorthosites ont pu se réaliser suivant quatre étapes majeures:

1. - Formation de l'encaissant:

- Dépôts des sédiments de plateforme à l'Aphébien.
- Lors de l'événement Hudsonien, subsidence et métamorphisme des sédiments portés au faciès granulite = les gneiss quartzo-feldspathiques du Contact.

2. - Montée pré ou syn elsonienne d'une fraction mantellique de nature tholéitique à olivine, et formation d'une arche magmatique sous-crustale, avec émission d'une série de dykes "basaltiques" = amphibolite 11.

3. - Intrusion plutonique, syn et post elsonienne intracrustale, du cumulat plagioclasiq (subsolide), et du matériel charnockitique issu de la fusion partielle de la croûte. Mise

en place de dykes "basaltiques" amphibolite III et IV, recoupant d'une part la série anorthositique et d'autre part les roches de Bordure.

- 4. - Emission tardi grenvillienne des dykes et stocks calco-alcalins recoupant les unités antérieures.

SOMMAIRE

Les roches précambriennes de la partie méridionale du massif intrusif du Lac Saint, entre Alma et Saint-André du Lac, comprennent trois grandes unités lithologiques. Ce sont :

1. - Au Nord, le Complexe anorthositique paléohélikien. Il correspond à un édifice stratiforme où alternent, suivant les secteurs, des séquences rythmiques d'anorthosite et de leucotroctolite (Saint-Gédéon), d'anorthosite et de leuconorite (Hébertville), d'anorthosite et de métaleucotroctolite (Desbiens), d'anorthosite et de métaleuconorite (Desbiens) et de jointunites (Desbiens).
2. - Au Sud, les unités des roches gneissiques charnockitiques paléohélikiennes et granitiques néohélikiennes décrivent les massifs de Bordure.
3. - Entre ces deux domaines, se place une ceinture discontinue d'un matériel gneissique, qui représente vraisemblablement un écran du socle, structurellement concordant avec les unités anorthositiques et charnockitiques. C'est l'encaissant ou l'ensemble pétrographique du Contact (Desbiens, Hébertville).

La formation et la mise en place des anorthosites ont pu se réaliser suivant quatre étapes majeures :

1. - Formation de l'encaissant :
 - Dépôts des sédiments de plateforme à l'Aphébién.
 - Lors de l'événement Hudsonien, subsidence et métamorphisme des sédiments portés au faciès granulite = les gneiss quartzo-feldspathiques du Contact.
2. - Montée pré ou syn elsonienne d'une fraction mantellique de nature tholéitique à olivine, et formation d'une arche magmatique sous-crustale, avec émission d'une série de dykes " basaltiques " = amphibolite 11 .
3. - Intrusion plutonique, syn et post elsonienne intracrustale, du cumulat plagioclasiq (subsolide) , et du matériel charnockitique issu de la fusion partielle de la croûte. Mise en place de dykes " basaltiques " = amphibolite 111 et 1V, recoupant d'une part la série anorthositique et d'autre part les roches de Bordure.
4. - Emission tardi grenvillienne des dykes et stocks calco - alcalins recoupant les unités antérieures.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
SOMMAIRE.....	ii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES PLANCHES.....	xii
REMERCIEMENTS.....	xiii
1. - INTRODUCTION.....	1
1.1 - LE PLAN ET LE CADRE DE L'ÉTUDE.....	2
1.11 - LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	5
1.111 - L'OBJET DE L'ÉTUDE.....	11
11. - LA GÉOLOGIE DE LA RÉGION PRÉCAMBRIENNE COMPRISE ENTRE SAINT-GÉDÉON ET SAINT-ANDRÉ DU LAC.....	12
11.1 - ÉTUDE DU COMPLEXE ANORTHOSITIQUE...	13
11.1.1 - Le secteur de Saint-Gédéon.....	13
a.) - Minéralogie.....	13
b.) - Texture.....	15
c.) - Structure.....	21
d.) - Discussion.....	21
e.) - Synthèse.....	23
11.1.2 - Le secteur d'Hébertville - S H 1 - S H 2	24
a.) - Minéralogie.....	24
b.) - Texture.....	25
c.) - Discussion sur la formation des lamelles d'ex- solution dans les mégacristaux d'hypersthène...	30

d.) - Synthèse.....	34
11.1.3 - Le secteur de Desbiens - S D	36
a.) - Minéralogie.....	37
b.) - Texture et structure.....	41
c.) - Discussion.....	50
d.) - Synthèse	54
11.1.4 - Synthèse générale sur l'étude texturale, structurale et pétrographique de la partie Sud-Ouest du Massif anorthositique du Lac Saint-Jean.....	57
11.11 - ÉTUDE DU CONTACT	62
11.11.1 - Le secteur S C 1	62
11.11.2 - Le secteur S C 2	64
11.11.3 - Le secteur S C 3	66
11.11.4 - Le secteur S C 4	69
11.11.5 - Synthèse.....	71
11.111 - ÉTUDE DES FORMATIONS DE BORDURE...	74
11.111.1 - Le secteur S B 1	74
11.111.2 - Le secteur S B 2	76
111. - DISCUSSION - MODÈLE DE FORMATION DE LA PARTIE SUD-OUEST DU COMPLEXE ANORTHOSITIQUE DU LAC SAINT - JEAN.....	79
111.1 - INTRODUCTION	79
111.11 - SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS ET DONNÉES PÉTROLOGIQUES.....	80
IV - CONCLUSION - MODÈLE DE MISE EN PLACE DE LA PARTIE SUD-OUEST DU COMPLEXE ANORTHOSITIQUE DU LAC SAINT- JEAN.....	92
LISTE DES RÉFÉRENCES.....	103
APPENDICES.....	109

- Appendice I	109
- Tableau A - Identification des plagioclases...	110
- Tableau B - Minéralogie des dykes et mylonites de S D	111
- Tableau C - Minéralogie et textures des roches de S B	112
- Appendice II	113
- Tableau D - Texture des plagioclases de S G	114
- Tableau E - Textures des plagioclases de S H	115
- Tableau F - Textures des plagioclases de S D	116
- Appendice III	118
- Description des couronnes de S G	119
- Description des couronnes de S H	120
- Description des couronnes de S D.....	121
- Appendice IV	122
- Tableau G - Minéralogie des roches de S G	123
- Tableau H - Minéralogie des roches de S H	123
- Tableau I - Minéralogie des roches de S D	124
- Appendice V	125
- Coupe géologique au Contact	126

LISTE DES FIGURES

	Page
FIGURE 1 - Géologie régionale du Saguenay Lac Saint-Jean	3
FIGURE 2 - Localisation des secteurs, et géologie succincte	4
FIGURE 3 - Carte structurale de la province de Grenville d'après Wynne Edwards (1972)	8
FIGURE 4 - Le champ des roches du secteur S G	14
FIGURE 5 - Microphotographie montrant des plagioclases protoclastés, avec figures myrmékitiques (L.P.) - S G	16
FIGURE 6 - Microphotographie montrant l'olivine en position intercumulus (L.P.) - S G	18
FIGURE 7 - Microphotographie d'olivine recristallisée (L.P.) - S G	18
FIGURE 8 - Microphotographie d'une couronne de réaction à coeur d'olivine (L.N.) - S G	20
FIGURE 9 - Microphotographie d'olivine avec symplectites de magnétite (L.N.) - S G	20
FIGURE 10 - Microphotographie donnant le détail d'une couronne à coeur d'olivine (L.N.) - S G	22
FIGURE 11 - Microphotographie donnant le détail d'une couronne à coeur d'olivine (L.P.) - S G	22
FIGURE 12 - Schéma montrant un assemblage de plagioclases regroupés suivant une texture porphyroclastique (L.P.) - S H	27

FÌGURE 13 -	Microphotographie de lamelles d'exsolution de clinopyroxène (L.P.) - S H 1	29
FÌGURE 14 -	Microphotographie de lamelles d'exsolution de plagioclase (L.P.) - S H 2	29
FÌGURE 15 -	Schéma montrant des lamelles d'exsolution de clinopyroxène dans un mégacristal d'hypersthène - S H 1	31
FÌGURE 16 -	Le champ des roches du secteur S D	38
FÌGURE 17 -	Photographie d'un niveau mylonitisé - S D	40
FÌGURE 18 -	Microphotographie montrant des plagioclases regroupés suivant une texture granoclastée (L.P.) - S D 2	42
FÌGURE 19 -	Schéma montrant un regroupement de plagioclases suivant une texture ocellée - S D 2	42
FÌGURE 20 -	Photographie montrant une couronne à deux amphiboles - S D 2	44
FÌGURE 21 -	Photographie montrant un litage rythmique métaleucotroctolite-anorthosite - S D 2	44
FÌGURE 22 -	Photographie d'une métaleuconorite foliée - S D 3	46
FÌGURE 23 -	Photographie d'une métaleuconorite rubanée - S D 3	46
FÌGURE 24 -	Photographie d'une métaleuconorite mylonitisée - S D 3	47
FÌGURE 25 -	Photographie d'une mylonite sur le site EM - 44 S D 3	47
FÌGURE 26 -	Détails minéralogiques des sites jotunitiques 61 EM 45 et 42-80 EM 77 - S D 3	48

FÌGURE 27 - Diagrammes d'évolution des couronnes du S D	52
FÌGURE 28 - Diagramme d'évolution texturale des roches de S G - S D	55
FÌGURE 29 - Diagramme d'évolution des textures des mi- néraux	58
FÌGURE 30 - Carte géologique de synthèse : S G - S H - S D	60
FÌGURE 31 - Photographie de gneiss gris - S C 1	63
FÌGURE 32 - Microphotographie de l'amphibolite (L.P.) - S C 2	65
FÌGURE 33 - Microphotographie du gneiss amphibolitique (L.N.) - S C 2	65
FÌGURE 34 - Schéma d'une section de gneiss quartzo - felds- pathique - S C 3	67
FÌGURE 35 - Microphotographie d'un phénocrystal de felds- path potassique à coeur de plagioclase	68
FÌGURE 36 - Photographie d'un affleurement de gneiss quartzo- feldspathique - S C 3	68
FÌGURE 37 - Photographie de l'agmatite à éléments d'am- phibolite - S C 4	70
FÌGURE 38 - Microphotographie de l'agmatite - S C 4	70
FÌGURE 39 - Photographie d'un gneiss granitique oeilé à pyroxène - S B 3	77
FÌGURE 40 - Microphotographie d'une figure myrmékitique entre plagioclase et feldspath potassique - S B 1.	77
FÌGURE 41 - Diagramme de variation de la densité d'un mag- ma tholéitique avec la pression	83

FIGURE 42 - Diagramme de P et T des réactions subsolidus P1-01	88
FIGURE 43 - Géologie autour du Contact - Echelle 1/5000...	93
FIGURE 44 - Coupe géologique N-S, d'Alma à Saint-André du Lac	99
FIGURE 45 - Coupe géologique au 1/100 autour du Contact en amont du Trou de la Fée	126

LISTE DES TABLEAUX

	Page
TABLEAU 1 - Les formations précambriennes de la région du Saguenay Lac Saint-Jean	6
TABLEAU 2 - Les événements géologiques majeurs qui ont marqué le Protérozoïque	10
TABLEAU 3 - Tableau stratigraphique.....	91

LISTE DES PLANCHES

	Page
PLANCHE 1 - Dépôts pré-Hudsonien.....	95
PLANCHE 2 - Evénements Hudsoniens	95
PLANCHE 3 - Magmatisme pré-Elsonien.....	97
PLANCHE 4 - Evénements syn et post Elsonien	97
PLANCHE 5 - Evénements syn et post Grenvillien.....	99

REMERCIEMENTS

- L'auteur désire exprimer sa gratitude envers les membres du Conseil de Ville de Desbiens et de son maire, pour lui avoir permis d'accéder librement au site du Trou de la Fée, afin de recueillir les échantillons et informations pertinentes à sa recherche.

- L'auteur remercie le Ministère de l'Éducation du Québec (F C A C), la Fondation de l'Université du Québec à Chicoutimi (F U Q A C) pour son aide financière, et est reconnaissant de l'encadrement administratif et technique qu'il a su trouver à l'Université en particulier auprès du corps professoral du module des Sciences de la Terre de l'UQAC.

- L'auteur tient à souligner que sans les conseils, encouragements et critiques, souvent amicaux, de son directeur de thèse, le professeur Gérard Woussen, et des docteurs Erich Dimroth et Denis W. Roy, il n'aurait pas pu mener à bien cette recherche.

- L'auteur tient également à remercier Monsieur Yvon Boudreault pour son excellent travail quant à la confection des lames minces et Madame Dorys Turgeon pour le travail de dactylographie.

- Enfin, l'auteur ne peut pas oublier l'aide technique de son collègue Pierre Asselin lors des travaux de terrain de l'Été 1981 à Desbiens et des encouragements et conseils de Messieurs Michel Hervet et Bernard Lapointe.

1. - INTRODUCTION

Dresser (1916) fut l'un des premiers auteurs à réaliser une reconnaissance géologique sur les anorthosites du Lac Saint-Jean. Ce massif, d'une superficie de 20,000 Km², est localisé à 200 Km au Nord de la ville de Québec dans le Bouclier Canadien, au centre de la province de Grenville, dans le Central Granulite Terrain (Wynne Edwards - 1972, figure 3). Les roches consolidées de la région sont d'âge précambrien, à l'exception d'une couverture discontinue de roches ordoviciennes qui bordent la rive Sud du Lac Saint Jean.

A l'intérieur du massif plusieurs travaux ont été réalisés, en particulier au niveau des roches précambriennes par Dresser et Denis (1946), Berrangé (1962), Benoit et Valiquette (1971), Kehlenbeck (1972 a, 1972 b) sur les déformations des anorthosites du Lac Rouvray, Hocq (1977) sur la région du réservoir Pipmuacan au Nord, et plus à l'Est par Owen et al (1980), Owen (Thèse de maîtrise 1981), Woussen et al (1981 a, et 1981 b), Dimroth et al (1981), ainsi que plusieurs thèses de maîtrise Corriveau L. (1983), Dagenais S. (1983), Hervet M. et Lapointe B. (en rédaction).

À l'extérieur du massif, Emslie (1965 à 1978) dans la province de Nain, sur le massif de Michikamau, Martignole et Schrijver (1970 - 1979) sur le massif de Morin dans la province de Grenville, ont fait des observations similaires.

Tous ces travaux ont porté sur des événements géologiques liés au même contexte géologique d'âge Protérozoïque.

1.1 - LE PLAN ET LE CADRE DE L'ETUDE -

1.1.1 - Le plan de l'étude -

Le présent mémoire comporte trois parties :

- Une introduction dans laquelle on définit le cadre de l'étude, le contexte géologique général de la région reconnue, et l'objet de la recherche.
- Une partie qui regroupe l'essentiel des observations faites sur les caractères pétrographiques, texturaux et structuraux des unités identifiées.
- Une dernière partie dans laquelle on propose un modèle de formation et de mise en place des anorthosites.

1.1.2 - Le cadre de l'étude -

La région s'étend sur le territoire des communes de Saint-Gédéon, Saint-Bruno, Hébertville Station, Hébertville Village, Sainte-Croix du Lac, Métabetchouan, Desbiens, Saint-André du Lac, soit la partie Sud-Ouest du Massif anorthositique du Lac Saint-Jean.

La cartographie détaillée de la région, malgré les excellents chemins d'accès, a été rendue délicate par la présence d'une couverture soit Paléozoïque ou plus récente, soit par l'existence d'un fort couvert végétal masquant la plupart des formations.

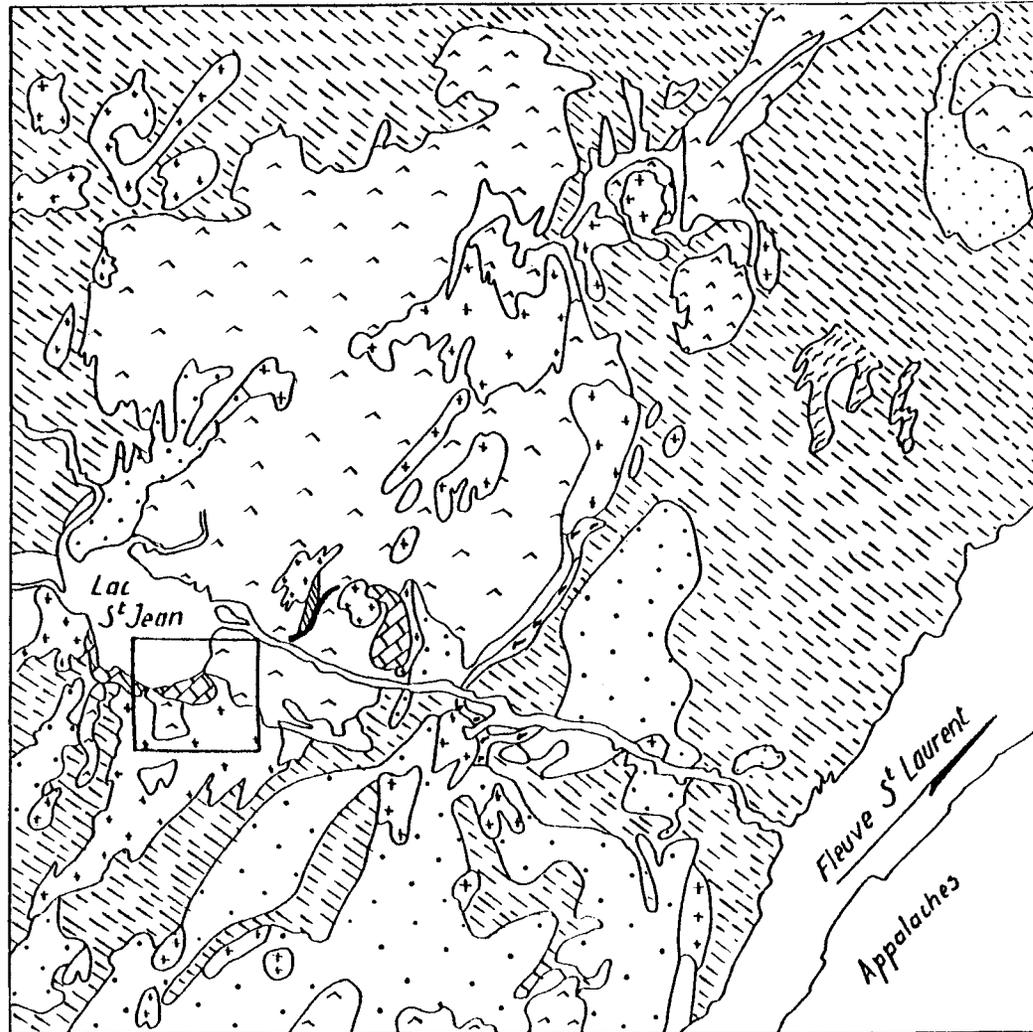
Après une première reconnaissance au cours de l'Eté 1980, nous avons déterminé un certain nombre de secteurs cibles :

- Le Complexe anorthositique - Les massifs de Bordure - Le Contact - où un échantillonnage systématique a été réalisé en 1981.

Figure 1 GÉOLOGIE RÉGIONALE DU SAGUENAY-LAC SAINT JEAN (modifiée, d'après Laurin et Sharma - 1975)

- Légende
- Paléozoïque
-  Calcaire Ordovicien
- Protérozoïque
-  Granite post-grenville
 -  Dyke de troctolite
 -  Dyke de diorite
 -  Mangérite-monzonite
 -  Anorthosite
 -  Gneiss indifférencié
 -  Paragneiss

Echelle: 0km 50km



LOCALISATION DES SECTEURS GÉOLOGIE SUCCINCTE

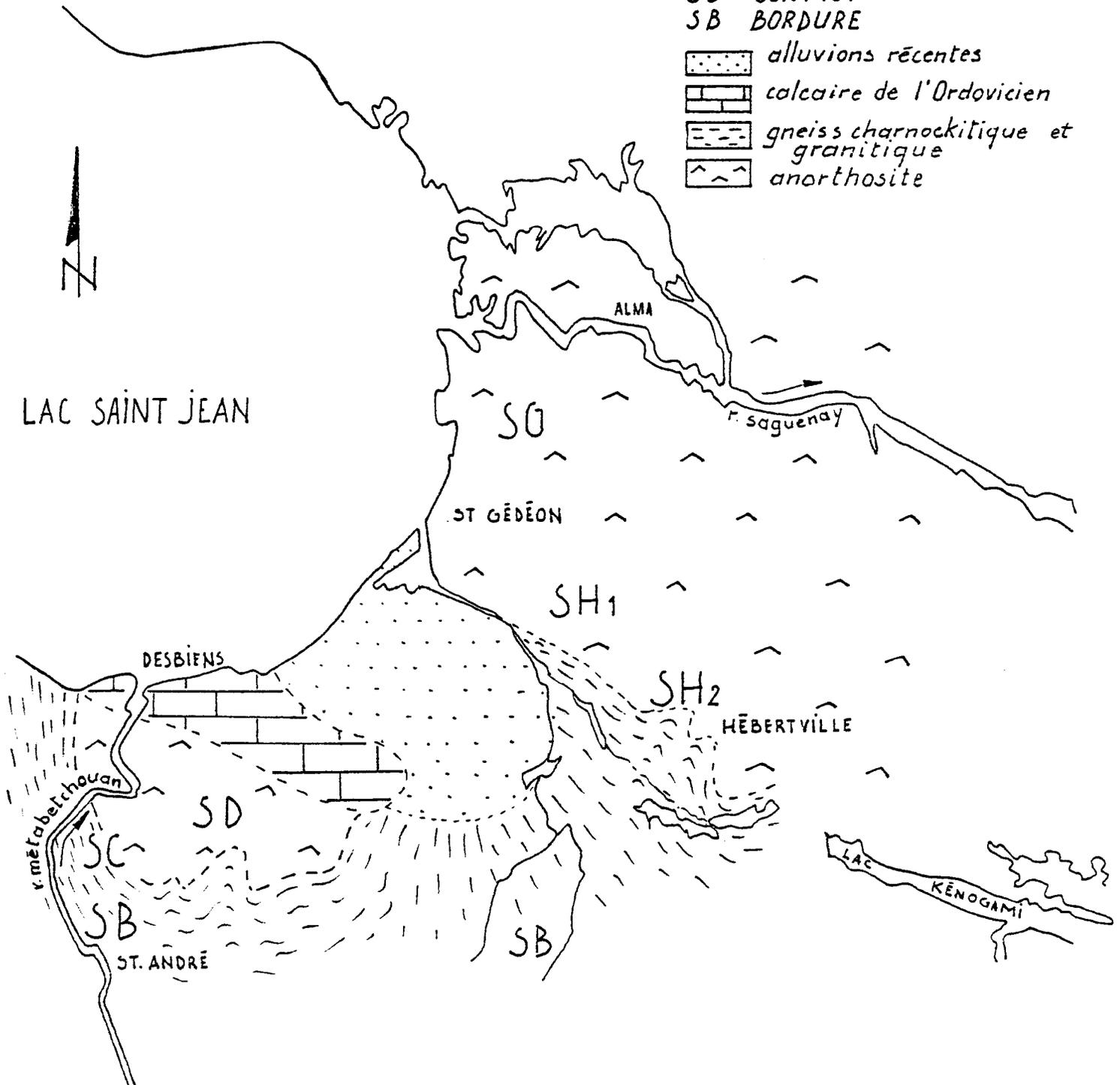
FIGURE. 2

 ECHELLE - 

LÉGENDE

SG ST GÉDÉON
 SH HÉBERTVILLE
 SD DESBIENS
 SC CONTACT
 SB BORDURE

 alluvions récentes
 calcaire de l'Ordovicien
 gneiss charnockitique et granitique
 anorthosite



1.11 - LE CONTEXTE GEOLOGIQUE -

Le paysage géologique de la région présente des roches précambriennes qui affleurent en îlots, au milieu de dépôts quaternaires récents: argiles et sables de la mer Laflamme, pour Saint-Gédéon, Saint-Bruno, Hébertville Station et Hébertville Village (LaSalle et Tremblay, 1978) .

Dans la partie méridionale entre Desbiens et Saint-André du Lac, les roches les plus anciennes décrivent des massifs à contours sinueux.

Les figures 1 et 2 rappellent la Géologie générale. Ces cartes ont été dressées à partir de données modifiées de Laurin et Sharma (1975), Benoit et Valiquette (1971).

Ces derniers ont suggéré, à l'aide d'un tableau des formations (Tableau 1), l'essentiel des caractères pétrographiques des roches précambriennes.

En fait, le Complexe anorthositique du Lac Saint-Jean s'insère dans une zone mobile importante: la Province de Grenville.

TABLEAU I - Les formations précambriennes de la région du Lac Saint-Jean - d'après Benoit et Valiquette - 1971 -

ÈON	FORMATIONS	PÉTROGRAPHIE
<p style="text-align: center;">PRÉCAMBRIEN = PROTÉROZOÏQUE?</p>	Dykes	Diabase et roche basique
	Roches granitiques	Pegmatite, granite porphyrique, alaskite.
	Roches à pyroxènes	<p>Intermédiaires et acides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - roche verte à hypersthène et microperthite, - roche verte mixte à hornblende et feldspath rose, - gneiss vert, de contact. <p>Ultrabasiques et basiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - gabbro, - anorthosite.
	Roches métasédimentaires	Gneiss mixte, Gneiss lité, amphibolite, gneiss à sillimanite, quartzite, pyroxénite, calcaire silicaté.

C'est, comme le rapporte Wynne-Edwards (1972), la plus récente des provinces structurales du Bouclier Canadien (950 ± 150 m. a. , K-Ar, Stockwell 1964). Au Canada elle constitue un segment orogénique de 300 Km de large sur 1000 Km de long, de direction Nord Est - Sud Ouest (figure 3) .

Cet ensemble a en réalité une extension beaucoup plus vaste, et se retrouve d'une part au Sud Ouest aux Etats-Unis et d'autre part, à l'Est du Groenland, en Scandinavie et au Maroc.

A l'échelle des continents, l'histoire grenvillienne se serait déroulée dans deux domaines bien identifiés, avec des activités ignées spécifiques comme la mise en place de massifs anorthositiques, soit:

- dans l'hémisphère Nord: âge prépondérant - 1400 à 1500 millions d'années (m. a.) - Amérique du Nord, Groenland, Europe du Nord, Afrique du Nord ;
- dans l'hémisphère Austral : âge 1000 m. a. - Sud du Brésil, Angola, Tanzanie, Madagascar, Inde, Australie (Martignole 1975) .

Ces deux ceintures protérozoïques regroupent les grands complexes anorthositiques connus, à l'exception du Massif de Dzugdshur dans le Sud du bouclier Aldan en Sibérie, et de l'anorthosite de la péninsule de Santa Martha au Nord de la Colombie.

La partie canadienne de la Province de Grenville est limitée au Sud par la Vallée du Saint-Laurent, mais passe en fait sous la structure plus récente des Appalaches. Au Nord, elle est limitée par le Front de Grenville qui chevauche, du Sud-Est vers le Nord-Ouest, les

séries de la Province du Lac Supérieur, celle de Churchill=Fosse du Labrador et de la Province de Nain (Wynne-Edwards, 1972).

Cet auteur a pu identifier un certain nombre d'unités structurales, qui placent les roches précambriennes de la région dans le " Central Granulite Terrain ", et où trois événements majeurs se sont déroulés au cours du Protérozoïque. Le tableau 2 regroupe l'essentiel de ces événements.

Un des traits importants de la Province de Grenville est l'association anorthosite - faciès granulite, et l'abondance de dykes d'amphibolites (= 4 générations) étudiés par Woussen et al (1981 a, 1981 b) dans la région de Chicoutimi notamment.

A la suite de Bridgwater et al (1974), de Baragar (1976) et d'Emslie (1978), Woussen et al (1981), Dimroth et al (1981) voient dans l'abondance de ces dykes, recoupant les roches du Protérozoïque inférieur et moyen, des évidences d'une distension régionale de la croûte favorisant une activité magmatique basique. Cette activité magmatique pourrait être à l'origine de l'augmentation momentanée du gradient géothermique au cours de l'événement Elsonien.

Pour la région Sud de la Province de Grenville, avec le massif de Morin en particulier, Martignole (1975) a, dans un premier temps, suggéré que l'association anorthosite-faciès granulite pouvait s'expliquer par l'existence d'un gradient géothermique particulièrement élevé au Protérozoïque inférieur et moyen. En 1979, cet auteur montre que le gradient géothermique qui a présidé à la formation des roches charnockitiques, durant l'orogénie grenvillienne, devait être plus normal et de l'ordre de 25 à 30 degrés Celcius par kilomètre. Il serait

TABLEAU 2 - Les événements géologiques majeurs qui ont marqué le Protérozoïque dans la Province de Grenville :

ÈON	ÈRES	DESCRIPTIONS
P R O T É R O Z O Ï Q U E	NEOHELKÏEN	Mise en place tardive ou post cinématique de plutons calco-alcalins qui recoupent les deux unités protérozoïques antérieures. Doig et Barton (1968) ont daté au K/Ar des syénites reliées à ce niveau structural et obtiennent des valeurs de 937 à 896 m. a.
	PALEOHELKÏEN	Mise en place de plutons charnockitiques et anorthositiques au cours de l'événement Elsonien : 1350 m. a. (Wynne-Edwards).
	APHEBIEN	Dépôts au cours de la période pré-Hudsonienne de séquences sédimentaires identifiées à l'affleurement comme des paragneiss ou gneiss migmatitiques. Ces paragneiss représenteraient le socle des unités supérieures du Protérozoïque : 2400 à 1750 m. a. (Wynne-Edwards).

alors raisonnable, selon Martignole, de concevoir un modèle qui ferait appel à une collision de plaques, et que le domaine générant ces roches soit intégré à un site où l'épaisseur de la croûte augmente. Un tel épaissement implique une réactivation de sa base, comme c'est le cas semble-t-il, pour les zones de collisions continentales (Dewey et Burke, 1973).

1.111 - L'OBJET DE L'ÉTUDE -

La région étudiée comprend trois unités pétrographiques :

- Les anorthosites du Complexe igné .
- Les séries charnockitiques et granitiques des massifs de Bordure.
- Les gneiss et niveaux amphibolitiques du Contact.

L'analyse de ces unités sur des sites où les corrélations pétro-structurales sont possibles, cartographie le long de la rivière Métabetchouan en particulier, nous permettra de décrire les mécanismes pétrologiques qui contrôlèrent la formation des anorthosites, de les comparer à ceux reconnus ailleurs dans des roches ayant sensiblement le même âge, et de formuler un modèle de mise en place de la partie Sud-Ouest du Massif du Lac Saint-Jean.

11 - LA GÉOLOGIE DE LA RÉGION PRÉCAMBRIENNE COMPRISE ENTRE SAINT-GÉDÉON ET SAINT-ANDRÉ DU LAC -

Dans l'introduction, nous avons identifié trois unités lithologiques :

- Le Complexe anorthositique
- Les massifs de Bordure
- Le Contact.

Géographiquement, ces unités lithologiques couvrent les territoires suivants :

Le Complexe anorthositique =	secteur de Saint-Gédéon (S G) , secteur d'Hébertville (S H) , secteur de Desbiens (S D) .
Le Contact =	secteur du Contact le long de la rivière Métabetchouan, en amont du Trou de la Fée (S C) .
Les massifs de Bordure =	secteur de Bordure (S B) , soit la région de Saint-André du Lac.

Dans ce chapitre nous décrivons la minéralogie, la texture et la structure des roches reliées aux unités lithologiques. Chaque section comprendra en outre une discussion et une synthèse.

11.1 - ETUDE DU COMPLEXE ANORTHOSITIQUE -

Ce secteur a été subdivisé en SG, SH, SD qui sont autant de sites lithologiques particuliers.

11.1.1 - Le secteur de Saint-Gédéon - S G :

A l'affleurement les anorthosites, généralement massives, sont constituées de mégacristaux de plagioclases sombres pouvant atteindre des dimensions décimétriques. La plupart du temps, le grain est régulier, la cassure gris bleuté sombre à franchement noire, à reflets bleutés (= labradorescence) en surface, lorsque la teneur en ferromagnésiens dépasse 10%.

a.) - La minéralogie :

Le tableau A, appendice I donne la calcicité des plagioclases pour les sites 153, 156 et 157.

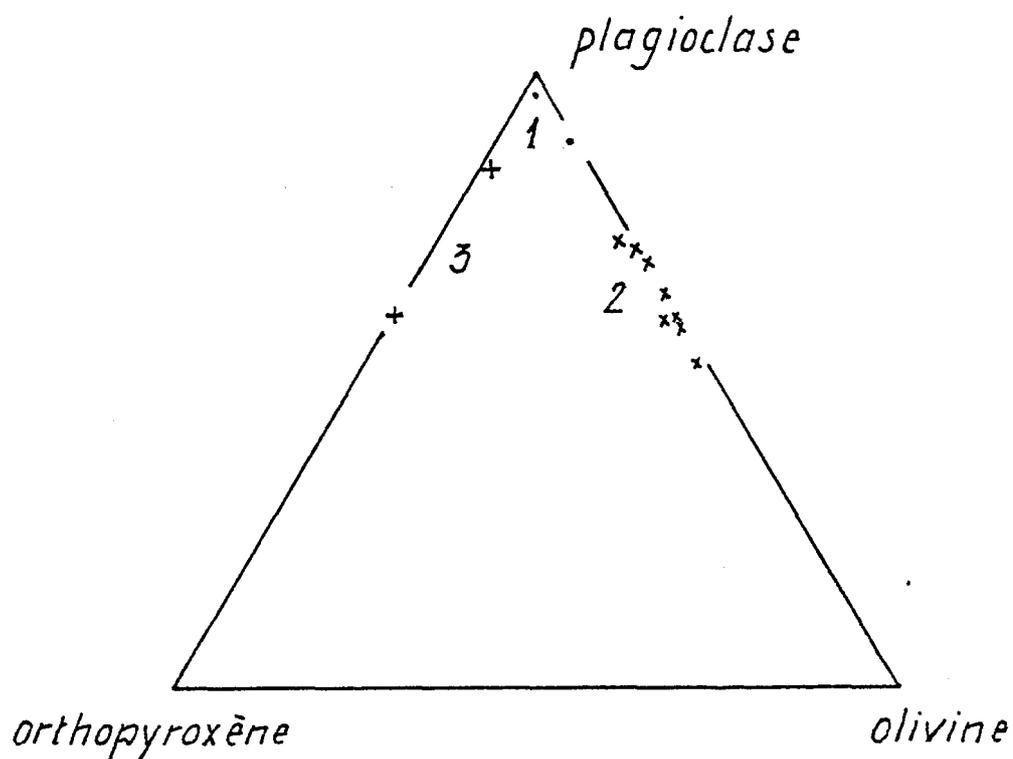
Le tableau G, appendice IV regroupe le détail des observations microscopiques effectuées sur les sites 152 à 158.

La calcicité des plagioclases :

Elle varie de An 47 à An 50 = labrador.

L'aspect " brouillé ", observé au microscope sur les protoclastes de plagioclases, est lié à la présence d'oxydes de titane et de fer diffus dans le réseau cristallin, et à l'abondance

FIGURE 4. LE CHAMP DES ROCHES DU SECTEUR 5G
(Identification visuelle des minéraux)



- 1 - anorthosite - pl > 90%
- 2 - leucotroctolite 90% > pl > 70% - troctolite pl < 70%
- 3 - norite pl < 70%

de microbagues de rutile, de 0,1 mm de longueur, disposées en réseau sécant au système de mâcles.

Le champ des roches du secteur S G :

Nous avons regroupé, sur le diagramme triangulaire Pl-Opx-Ol de la figure 4, les résultats de l'analyse modale des roches du secteur S G. Le champ des roches reconnues comprend des leucotroctolites, des anorthosites, des troctolites et des leuconorites, par ordre décroissant de présence.

b.) - La Texture :

Les plagioclases :

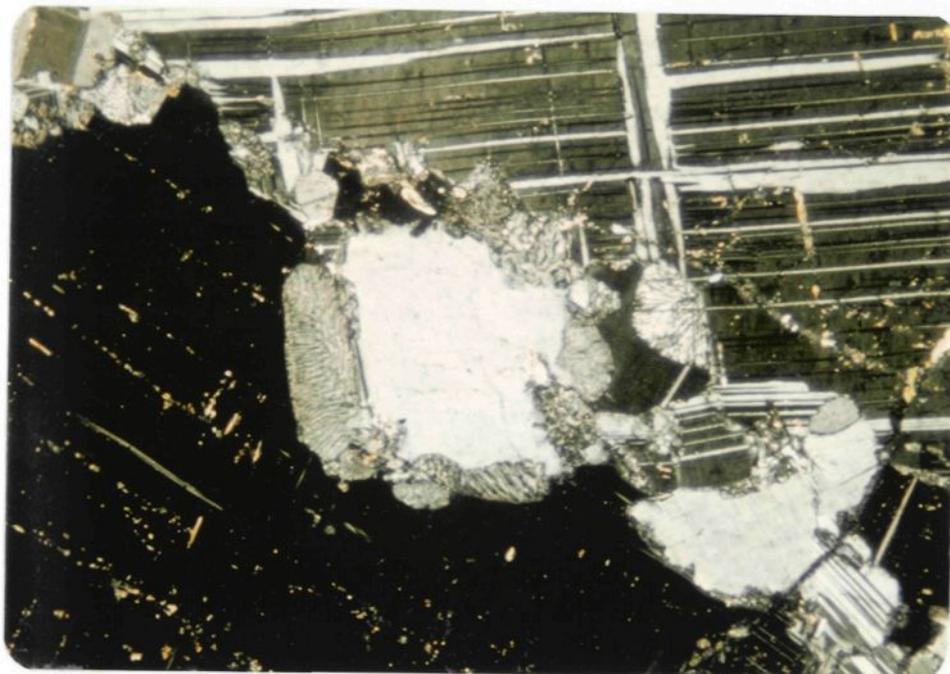
Le tableau D en appendice 11 donne le détail des textures des plagioclases observés au microscope. Cette description tient compte de la taille des grains, du type de mâcle, des modifications que ces grains ont subies : myrmékites, " kink-bands ".

Ces minéraux offrent essentiellement une texture protoclastique (figure 5), et sont en position cumulus.

Protoclastes :

grains de plagioclase de dimension centimétrique à décimétrique, équi-granulaires. Les lignes de sutures sont échancrées et peuvent montrer des figures myrmékites. Ces démixions se rencontrent fréquemment dans les roches magmatiques de moyenne et de grande profondeur

FIGURE 5 - TEXTURE PROTOCLASTIQUE AU NIVEAU DES
PLAGIOCLASES AVEC MYRMÉKITES - (L. P.) - S G -



0.5^{mm}

(Bard, 1980), et indiquent une cristallisation des plagioclases sous des pressions élevées.

Les ferromagnésiens :

- Les textures primaires : agencement -

Les olivines présentent une texture ignée primaire bien conservée (figure 6) et sont en position intercumulus par rapport aux plagioclases.

L'orthopyroxène, disposé en semi couronne magmatique primaire autour des olivines, pourrait être le résultat d'une réaction type Bowen :

Olivine + liquide \longrightarrow Orthopyroxène
sous haute pression, Kushiro (1979) .

Il a été identifié quelques niveaux noritiques où l'orthopyroxène est en position intercumulus par rapport aux plagioclases.

- Les textures primaires : recristallisation -

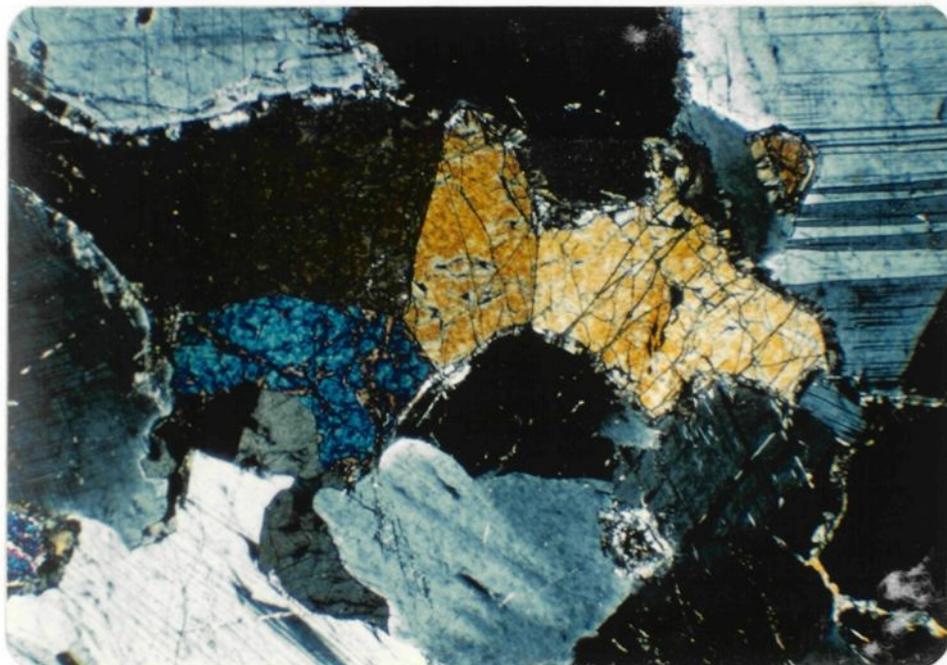
L'olivine (figure 7) a tendance à présenter un faciès polygonal. Cette polygonisation est le résultat possible d'une recristallisation sous l'effet de contraintes internes provoquées par la cristallisation prolongée de minéraux voisins, comme les plagioclases. Ce processus, qui permet de passer d'un stade protoclastique à un stade blastique (méso ou granoblastique) sans pour cela faire appel à la déformation, a été étudié par Kehlenbeck (1972) sur les anorthosites du Lac Rouvray

FIGURE 6 - OLIVINE INTERCUMULUS ENTRE LES
PLAGIOCLASES (L.P.) - S G -

18



FIGURE 7 - OLIVINE RECRISTALLISÉE - (L.P.) - S G -



0,5^{mm}

au Sud du Réservoir Pipmuacan.

- Les textures secondaires: Les couronnes de réactions -

En fait, les olivines sont très rarement en contact direct avec le plagioclase hôte, et présentent une texture en couronne ou coronitique (figure 8). Elles comprennent une zone centrale riche en olivine, le plus souvent recristallisée et serpentinisée, et une série d'enveloppes concentriques de minéraux réactionnels placés entre le noyau et le plagioclase. De microscopique (quelques millimètres de diamètre), elles peuvent atteindre des dimensions de l'ordre décimétrique. Elles peuvent s'anastomoser ou demeurer isolées les unes des autres. Ces couronnes correspondent à une réaction subsolidus de l'olivine avec le plagioclase.

Nous donnons en appendice 111 le détail des observations réalisées sur ce secteur.

Macroscopiquement, on peut identifier ces couronnes entre les protoclastes de plagioclase. Elles présentent une partie centrale vert pâle d'olivine, et une fine enveloppe vert foncé de hornblende. Leur forme est ovoïde.

Microscopiquement (figure 9), on peut rencontrer des olivines serpentinisées avec magnétite vermiculée.

Plus fréquemment, (figure 10 et 11), les cristaux d'olivine sont entourés par une couronne d'orthopyroxène à pléochroïsme rose franc, en petits cristaux disposés perpendiculairement à la surface de l'olivine, suivant une ou plusieurs couches



FIGURE 8 - COURONNE DE RÉAC-
TION À COEUR D'OLI-
VINE - (L. N.) - S G -

0.5^{mm}

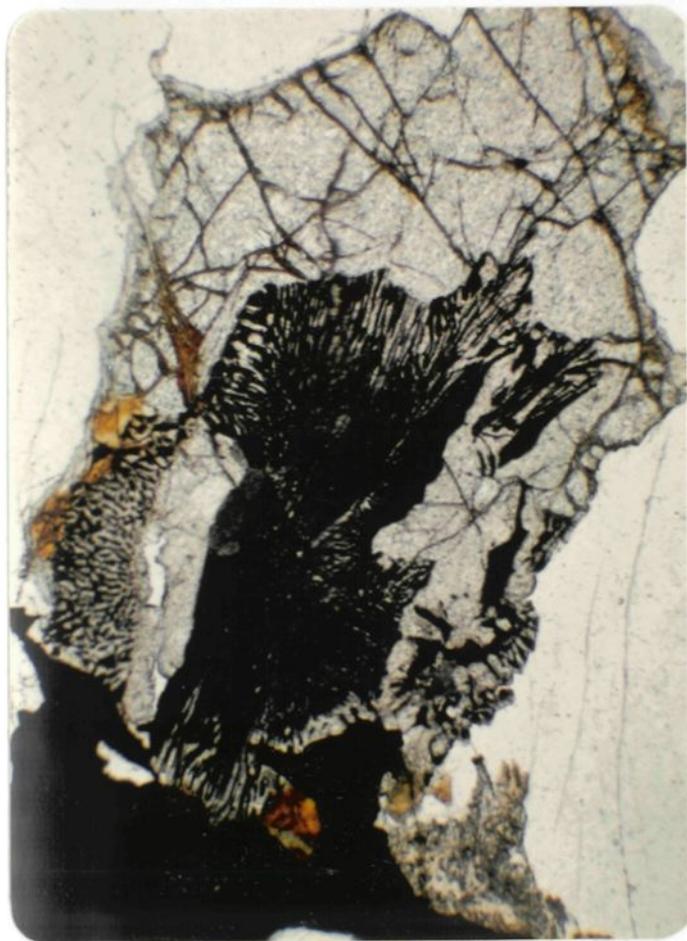


FIGURE 9 - OLIVINE AVEC SYM-
PLECTITES DE MA-
GNÉTITE - (L. N.) -
S G -

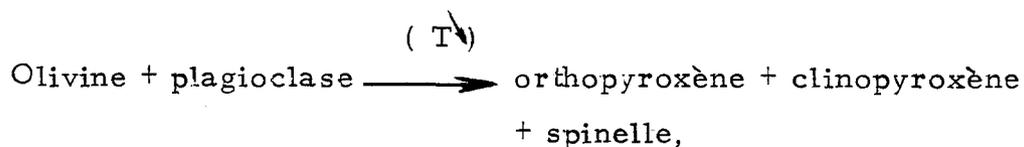
concentriques. Cette couronne est rarement discontinue. On peut, à ces niveaux, identifier du spinelle vermiculé. À l'extérieur se place une couche d'hornblende verte associée à des lattes de phlogopite. La partie la plus externe est constituée de niveau de symplectite de hornblende verte et de vermicules de quartz très fins. Le minéral hôte est le plagioclase, pouvant avoir perdu son aspect " brouillé " au contact de l'olivine, au cours de la réaction.

c.) - La structure :

La disposition structurale des anorthosites, leucotroctolites et troctolites, leuconorites, norites se réalise suivant un litage rythmique régulier, caractéristique des massifs stratiformes. Nos observations ont notamment porté sur l'ancienne exploitation du Granit National de Saint-Gédéon, où l'on a pu suivre des horizons subhorizontaux à redressés sur plusieurs dizaines de mètres. L'épaisseur de ces horizons varie du décimètre à plusieurs mètres.

d.) - Discussion : La formation des couronnes de réaction :
O1 - P1 -

Les couronnes présentées sont du même type que celles décrites par Griffin et Heier (1973) et correspondent aux réactions subsolides :



et où :

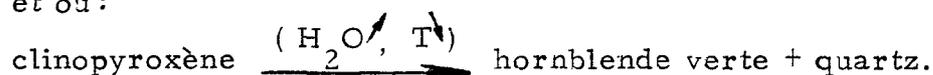
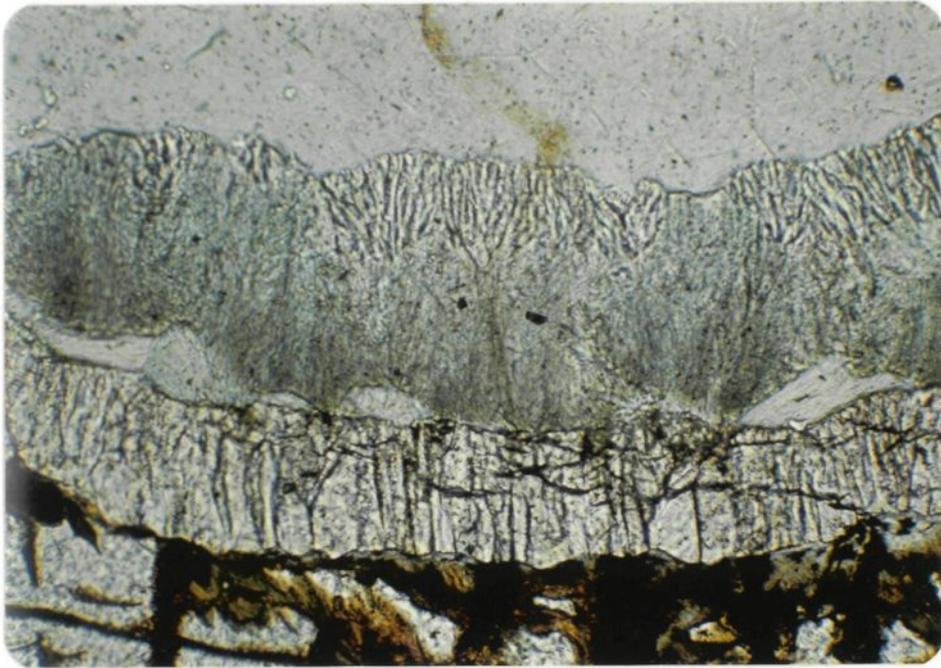


FIGURE 10 - DÉTAILS D'UNE COURONNE À COEUR D'OLIVINE 22
S G (EM93)



Plagioclase

Symplectites
de hblv + Q
(2 niveaux)

Phlogopite

Orthopyroxène

Olivine serpenti-
nisée

L. N.

FIGURE 11 -

0.1 mm



L. P.

Dans notre cas, nous n'avons pas relevé de reliques de clinopyroxène autour des orthopyroxènes. Par contre, nos textures sont similaires à celles de Sapountzis (1975) qui identifie la suite réactionnelle :

- olivine + orthopyroxène + amphibole + spinelle + plagioclase -
comme un assemblage hydraté, où la hornblende verte a pu se développer à partir de processus de double diffusion, avec diminution de la température. Cette double diffusion se serait produite à l'interface originale de l'olivine et du plagioclase, où le fer et le magnésium auraient migré vers le plagioclase, et le calcium et un peu d'aluminium auraient migré vers le centre : l'eau, en phase super critique, a pu jouer le rôle d'agent diffuseur.

e.) - Synthèse :

La texture des plagioclases est protoclastique avec myrmécites. La taille des plagioclases varie de l'échelle centimétrique à l'échelle décimétrique.

L'olivine est, comme nous l'avons observée, le minéral ferromagnésien dominant. Elle est en position intercumulus dans un cumulat de plagioclases. Elle a le plus souvent réagi avec ceux-ci pour donner des couronnes de réactions subsolidus. En outre, la présence de spinelle, souvent associée à l'olivine, indique un champ de pressions compris entre 6 et 11 Kb dépendant des températures, Woussen et al (1981).

L'association minéralogique olivine-plagioclase place les roches du secteur de Saint-Gédéon dans le champ des anorthosites

au champ des leucotroctolites et troctolites.

La présence de spinelle, la présence de figures myrméckitiques, la taille des plagioclases sont autant d'indices qui montrent que la cristallisation a dû s'effectuer lentement et sous des pressions élevées.

Nous avons souligné le caractère rythmique des structures: alternance d'anorthosite et de leucotroctolite. Ce trait, relativement constant sur le territoire de Saint-Gédéon, nous suggère que la cristallisation s'est effectuée en milieu calme, donnant à cette partie du Complexe anorthositique un style stratiforme. Nous avons reconnu ce même caractère structural (Eté 1982) dans la région comprise entre Alma et Saint-Henri de Taillon, plus au Nord.

11.1.2 - Le secteur d'Hébertville - S H 1, S H 2 (figure 2) -

À l'affleurement, les anorthosites offrent un caractère textural plus pegmatitique que celles analysées sur le secteur de Saint-Gédéon. On trouve en effet ici, des porphyroclastes et des protoclastes de plagioclases, des phénocristaux décimétriques à centimétriques d'Hypersthène. La roche demeure sombre, moins limonitisée que celle observée dans le secteur S G .

a.) - La minéralogie :

Le tableau A, appendice 1 donne la calcicité des plagioclases sur le site 151.

Le tableau H, appendice IV regroupe le détail des observations microscopiques effectuées sur les sites 150, 151, 6-80, 8-80, 15-80.

La calcicité des plagioclases :

Elle est de An 42 = Andésine localement, An 50 = Labrador.

Le champ des roches :

Le champ des roches correspond à celui des anorthosites (+ 90% de plagioclase), des leuconorites (70 à 80 % de plagioclase), des norites (70 à 45% de plagioclase).

Remarque : Les sites 150 et 151 présentent des roches riches en apatite = de 5 à 7%.

b.) - Les textures :

Les plagioclases :

Le tableau E appendice II donne le détail des textures des plagioclases observés. Ces minéraux présentent des textures protoclastiques à porphyroclastiques.

Porphyroclastique : Cette texture correspond à une distribution granulométrique bimodale des plagioclases. Ainsi, la roche comprend des porphyroclastes de dimension centimétrique, avec des lignes de sutures brisées, et des granoclastes et granoblastes le long des cataclases. Les mâcles sont fusiformes, souvent courbées, ou plissées en genou : " kink-bands ", et peuvent être regroupées en deux familles perpendiculaires ou

faire entre elles un angle de 120 degrés (figure 12) .

Granoclaste : Texture à distribution granulométrique unimodale, où les grains de taille inférieure à 0,5 mm sont le produit de l'écrasement des protoclastes.

Granoblaste : Macroscopiquement la roche de teinte claire, présente un grain fin. Microscopiquement, les plagioclases de diamètre inférieur à un millimètre présentent des lignes de sutures rectilignes, formant entre elles un réseau polygonal caractéristique, avec point triple. Les granoblastes correspondent à des plagioclases recristallisés sous haute pression, mâclés ou non.

Les ferro-magnésiens:

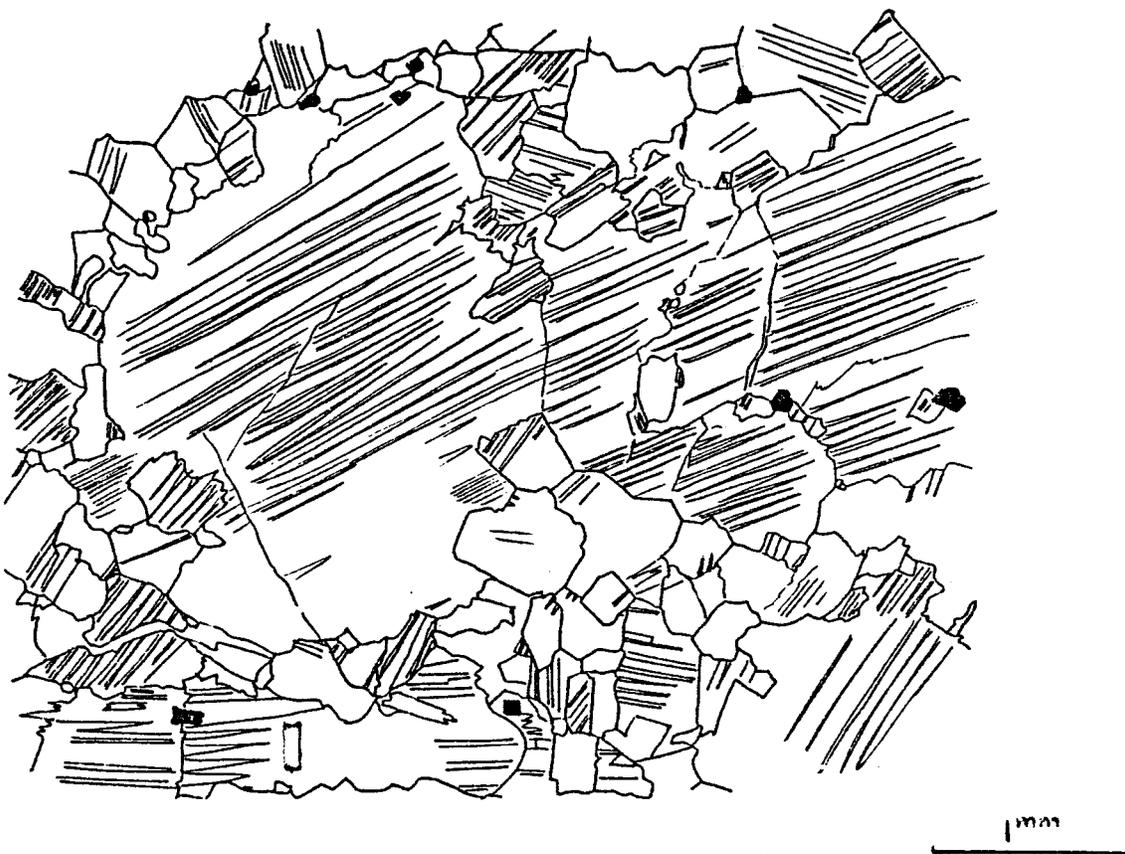
Les ferro-magnésiens primaires sont essentiellement représentés par des orthopyroxènes avec ou sans couronnes de réactions, et présentent ou non des lamelles d'exsolutions de clinopyroxène, et des lamelles d'exsolutions de plagioclases.

Dans les niveaux noritiques l'orthopyroxène est en position intercumulus par rapport aux plagioclases.

- Description des couronnes de réactions à coeur d'orthopyroxène : (appendice 111) -

Dans ce secteur, le faciès minéralogique des couronnes de réactions est le suivant :

FIGURE 12 - TEXTURE PORPHYROCLASTIQUE -



<u>Centre</u>			<u>Bordure</u>		<u>Site</u>
Orthopyroxène recristallisé et cataclasé + gra- noblastes d'opa- que ép. = 0.3 mm	Hornblende verte avec cpx + spinelle poecilitique. ép. = 0.5 mm	Symplectite de Hornblen- de verte + Q granoblas- tique ép. = 0.5 mm	Biotite en lattes granoblastes de hblv + carbonates	Pl ↑	15-80 (EM65) SH

Les couronnes observées sur le site EM 65, dans la région d'Hébertville Village montrent une texture en " nid d'abeilles " (Bard, 1980).

- Les exsolutions dans les mégacristaux d'hypersthène :

Le secteur S H présente des leuconorites particulièrement riches en phénocristaux d'hypersthène, pouvant atteindre des dimensions de l'ordre de plusieurs décimètres. L'observation microscopique de ces minéraux a montré la présence de lamelles d'exsolution:

- lamelles d'exsolution de clinopyroxène sur le site S H 1 (151 EM 25 et EM 26). La structure polygonale de l'hypersthène hôte indique que celui-ci a subi une recristallisation liée à la croissance des minéraux voisins. Deux générations de clinopyroxène ont pu être relevées (figure 13) .
- lamelles d'exsolution de plagioclase sur le site S H 2 (6-80 EM 29). Les pyroxènes bien clivés et craquelés, offrent un fort relief en lumière naturelle. Les lamelles de plagioclase sont parfois mâclées (figure 14).

FIGURE 13 - LAMELLES D'EXSOLUTION DE CLÏNOPYROXÈNE
DANS UN MÈGACRISTAL D'HYPERTHÈNE -
S H 1 - L. P.

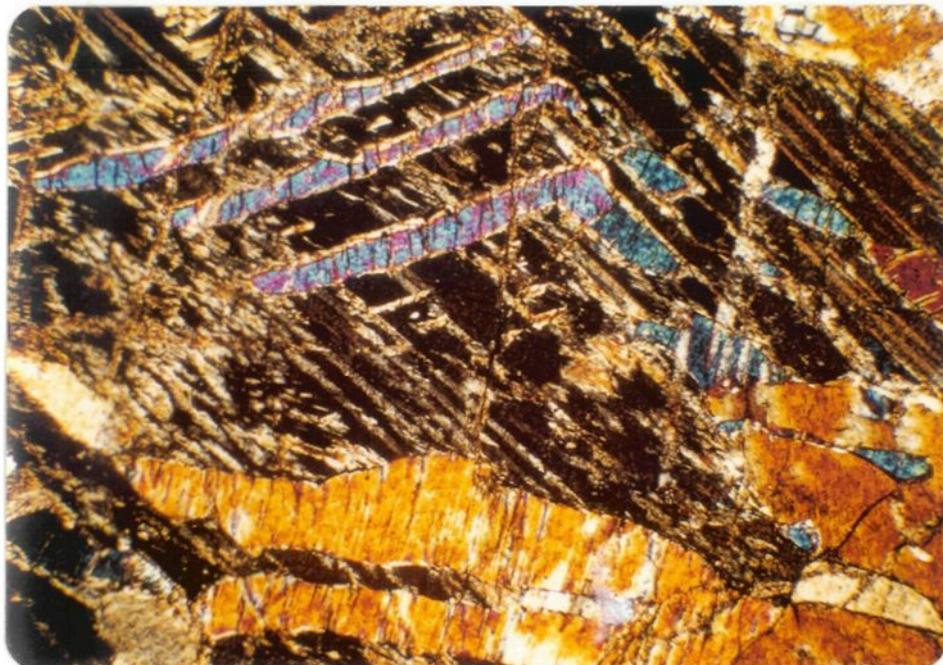


FIGURE 14 - LAMELLES D'EXSOLUTION DE PLAGIOCLASE
DANS UN MÈGACRISTAL D'HYPERTHÈNE -
S H 2 - L. P.



0.1 mm

Remarque: Emslie (1975) a montré que la calcicité des lamelles de plagioclase différait de celle mesurée au niveau des protoclastes. Ses mesures ont notamment porté sur les leuconorites du massif du Lac Saint-Jean, et donnent :

An 50 pour les protoclastes, et An 74 à An 84 pour les lamelles d'exsolution.

Nous n'avons pas observé de pyroxène qui présentait simultanément des lamelles d'exsolution de plagioclase et des lamelles d'exsolution de clinopyroxène. Deux générations de mégacristaux d'hypersthène pourraient avoir eu lieu.

c.) - Discussion sur la formation des lamelles d'exsolution dans les mégacristaux d'hypersthène :

Les lamelles d'exsolution de clinopyroxène -

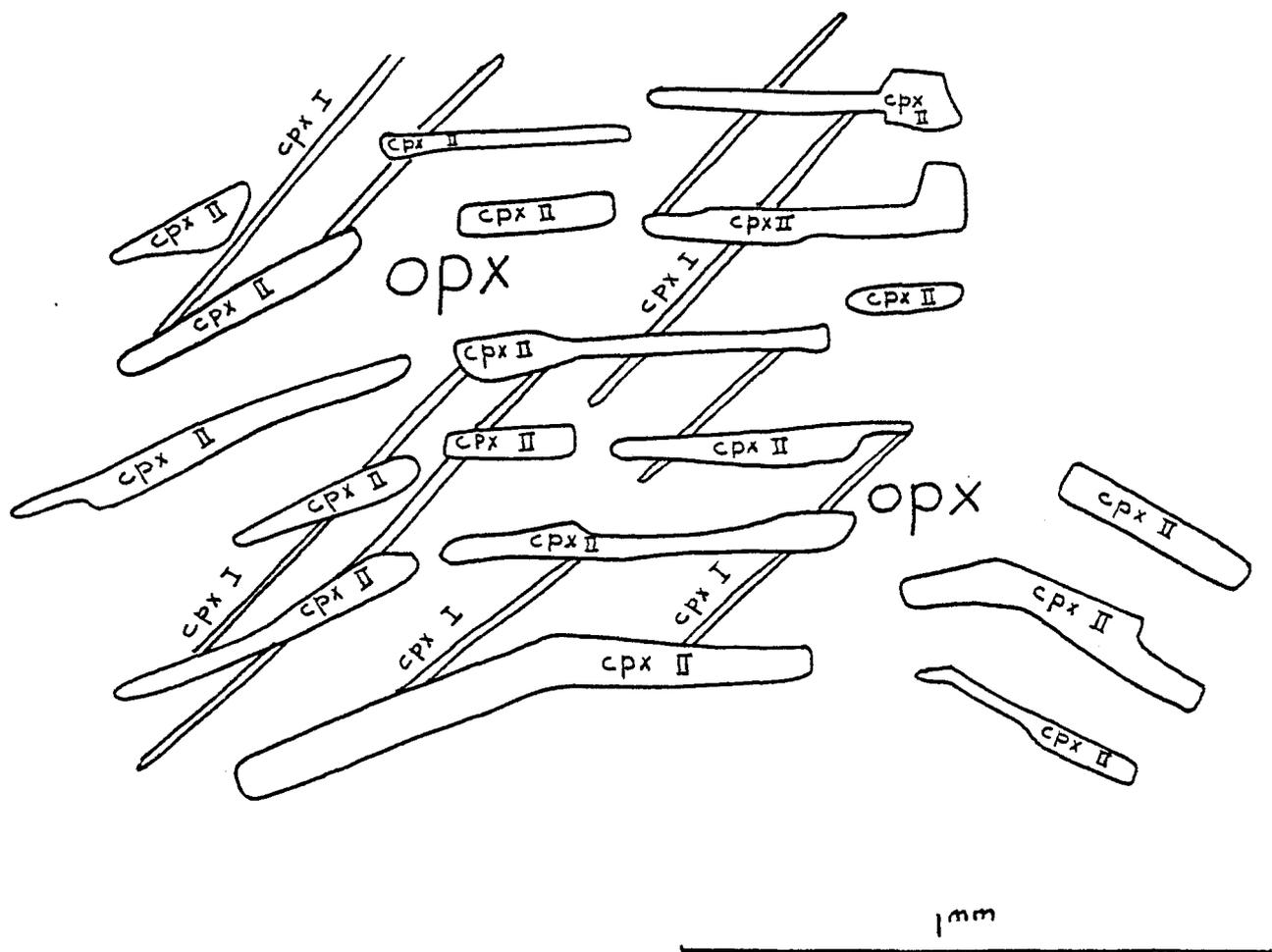
Deux générations de clinopyroxène ont été reconnues (figure 15).

La première génération :

Les lamelles très fines semblent être liées aux plans (001). Hess (1960) a décrit des textures semblables dans les roches du Complexe igné de Stillwater dans le Montana, et a montré que ces lamelles d'exolutions pouvaient se placer le long de tels plans. Ces plans (001) pourraient être des sites favorables de migration des ions Ca à travers les chaînes de SiO₄ de l'orthopyroxène.

Hocq (1977) a analysé des spécimens d'orthopyroxènes riches

FIGURE 15 - LAMELLES D'EXSOLUTION DE CLINOPYROXÈNES
(Deux générations = CPX I et CPX II) - S H 1 -



en lamelles d'exsolution de ce type, sur les leuconorites du réservoir Pipmuacan, dans la partie Nord du Massif anorthositique du Lac Saint-Jean. Selon cet auteur, les orthopyroxènes qui contiennent ces lamelles présentent un caractère ferrifère. Ces lamelles pourraient être le produit de cristallisation subsolidus d'une pigeonite inversée. A cet effet, Hess (1941) a montré que ce changement de phase s'opérait autour de 1100 degrés Celsius, lorsque le rapport Mg/Fe tendait vers 70/30.

Remarque: Si on évalue la température d'inversion de la pigeonite à 1100 degrés Celsius d'une part, et si l'on considère que la valeur du gradient géothermique sur le site était de l'ordre de 25 à 30 degrés Celsius (Martignole, 1975), le niveau de démixion des lamelles d'augite a dû se situer entre 44 et 37 Km de profondeur, soit sous des pressions comprises entre 11 et 13 Kb.

La deuxième génération :

Les lamelles de la deuxième génération d'augite recoupent les précédentes. Elles seraient donc plus tardives. Elles se présentent en bandes plus épaisses (0,1 à 0,2 mm) disposées en chevron. Dans ce cas, la formation de ces lamelles aura pu être favorisée par l'existence de contraintes internes liées au développement des porphyroclastes de plagioclases et à la recristallisation du pyroxène hôte.

Cette famille d'hypersthène correspond aux pyroxènes de type 2 étudiés par Emslie (1975).

Les lamelles d'exsolution de plagioclase -

L'apparition des lamelles d'exsolutions de plagioclase s'expliquerait selon Emslie (1975), par la cristallisation de pyroxènes riches en Al dans un magma issu de la fusion partielle de roches du manteau. Cette cristallisation serait conforme aux réactions de Kushiro et Yoder (1966) :



Ces pyroxènes ont pu, lors de leur ascension vers la base de la croûte, rencontrer des conditions de pression lithostatiques moins sévères, et libérer par décompression interne les lamelles de plagioclase. La pression qui devait régner à ces niveaux étant inférieure à 20 Kb = pression de stabilité des plagioclases (Lindsley, 1969).

Remarques : Ainsi, selon Emslie (1975), on pourrait prévoir, par analogie avec la présence de mégacristaux de pyroxènes de haute pression relevée dans des associations de basaltes et de basanites relativement jeunes, que l'existence de lamelles de plagioclases dans les pyroxènes initialement riches en Al a pu se réaliser au Précambrien dans des associations subalcalines.

- Morse (1975), tout en reconnaissant l'occurrence de ces pyroxènes riches en lamelles d'exsolution de plagioclases, et

compte tenu des textures subophitiques de ces phases minérales dans les anorthosites à andésine de Tikkoatohakh (Labrador), suggère, en plus de l'hypothèse d'Emslie, un autre mécanisme de croissance rapide de pyroxènes alumineux porphyriques suivant un gradient de refroidissement régulier, avec apparition de matériel plagioclasiq ue métastable, lié à la croissance rapide de phénocristaux sous des conditions de sursaturation en plagioclase.

Cette famille d'hypersthène correspond aux pyroxènes de type 1 étudiés par Emslie (1975).

d.) - Synthèse :

L'étude des lamelles d'exsolution de clinopyroxènes et de plagioclase dans les orthopyroxènes du secteur SH, nous permet d'identifier un certain nombre de données qui nous aideront à ébaucher un modèle de mise en place des anorthosites à l'échelle régionale.

Nos observations ont porté sur :

- les lamelles d'exsolution des pyroxènes ,
- la minéralogie des roches ,
- les évidences pétrologiques.

1. - Les lamelles d'exsolution des pyroxènes :

Le site S H 1 présente des leuconorites avec hypersthènes pourvus de lamelles d'exsolution des clinopyroxène. Ce sont

les hypersthènes de type 2 de Emslie (1975).

Le site S H 2 présente des norites avec hypersthènes pourvus en lamelles d'exsolution de plagioclase. Ce sont les hypersthènes de type 1 de Emslie (1975).

Cet auteur suggère que :

- Les hypersthènes de type 1 auraient amorcé leur cristallisation en profondeur au niveau du manteau dans un magma riche en Al : $P \leq 20\text{Kb}$ (Lindsley, 1969).
- Les hypersthènes de type 2 auraient amorcé leur cristallisation plus tardivement. Dans ce cas les lamelles de clinopyroxène correspondraient à la formation d'une pigeonite inversée : $P \leq 13\text{Kb}$ - $T = 1100^{\circ}\text{C}$ (Hess, 1941).

11. - La minéralogie des roches :

Les norites du secteur S H 1 présentent la minéralogie suivante :

25 à 50% de plagioclase = labrador,
40 à 60% de minéraux mafiques = couronnes à coeur d'hypersthène.

Les leuconorites du secteur S H 2 présentent la minéralogie suivante :

70% de plagioclase = labrador,

30% de minéraux mafiques = couronnes à coeur d'hypersthène.

111. - Les évidences pétrologiques :

Les roches du secteur S H 1 n'ont probablement pas suivi les mêmes processus de cristallisation que les roches du secteur S H 2. En effet, les roches du secteur S H 1 correspondent à une zone où le matériel s'est formé à partir d'une cristallisation cotectique dans un système semblable au mélange Enstatite - Anorthite, avec point eutectique inférieur à la température d'apparition du labrador (d'où sa faible teneur), alors que les roches du secteur S H 2 correspondent à une zone de cumulat à labrador.

11.1.3 - Le secteur de Desbiens : S D -

Le secteur couvre la région comprise entre Desbiens et le Lac L'Abbé. Un échantillonnage à grande maille a été effectué en dehors du territoire du Trou de la Fée et une coupe détaillée a été réalisée le long de la rivière Métabetchouan.

Compte tenu de ces observations, nous avons convenu de subdiviser ce secteur en :

- S D 1 : les affleurements à l'Est du Trou de la Fée .
- S D 2 : les affleurements du Trou de la Fée mécaniquement affectés par la faille qui commande le réseau hydrographique de surface.
- S D 3 : les affleurements qui jouxtent le contact qui délimi-

te les formations du Complexe anorthositique des gneiss de Bordure. Ce sont des gneiss anorthositiques et des gneiss jotunitiques.

L'anorthosite située au Sud du territoire de Desbiens a subi l'influence de nombreuses venues tardives de granite et présente une hétérogénéité dans sa composition. À l'affleurement les anorthosites de ce secteur ont une teinte claire, et un grain fin.

a.) - La minéralogie :

Le tableau A, appendice I donne la calcicité des plagioclases des sites 63-81 à 100.

Le tableau I, appendice IV regroupe le détail des observations minéralogiques effectuées par microscopie optique, sur les sites S D 1, S D 2, S D 3. La figure 45 regroupe les valeurs pour le S D 3. (Appendice V).

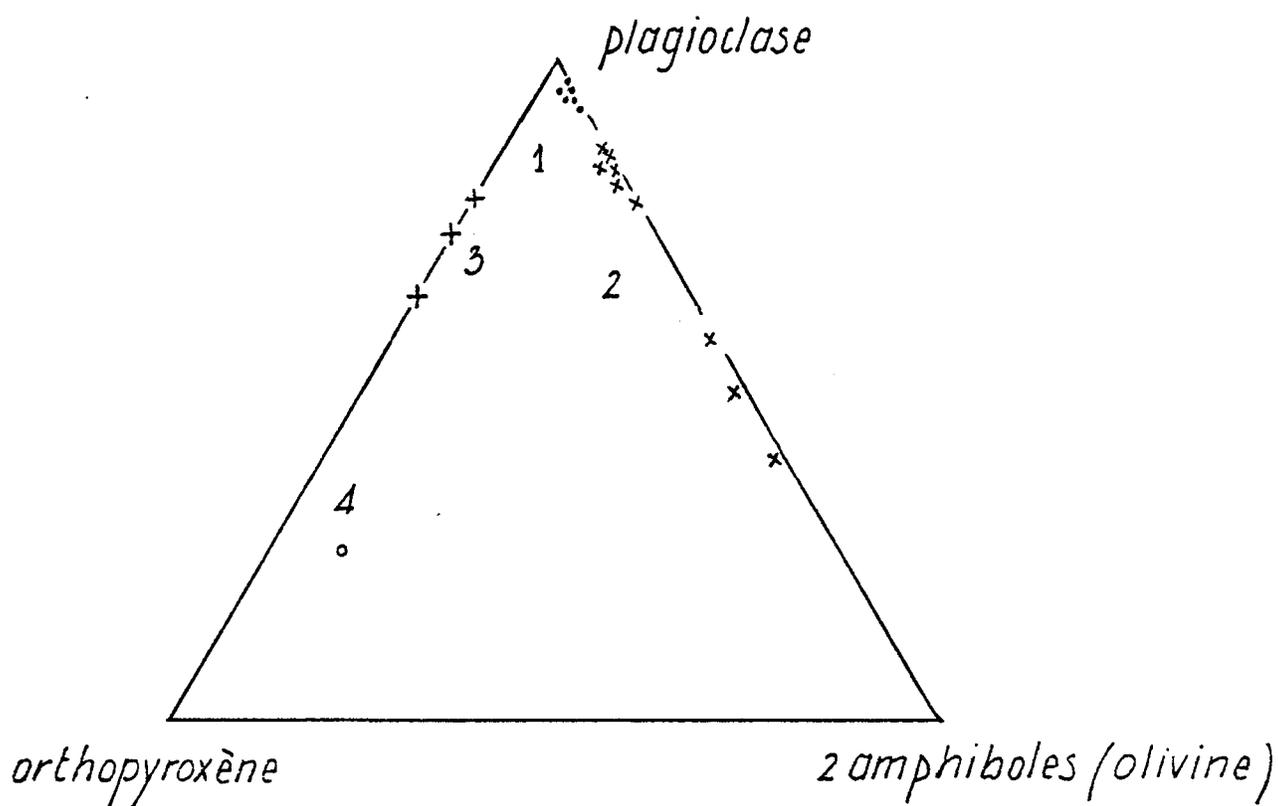
La calcicité des plagioclases :

Elle varie de An 42 à An 52 = d'andésine à labrador.

Le champ des roches du secteur S D :

Nous avons regroupé sur le diagramme triangulaire Pl-Opx-O1 de la figure 16, les résultats de l'analyse modale des roches du secteur S D. Le champ des roches reconnues comprend des anorthosites, des leucotroctolites, des troctolites, des leuconorites initialement. Ces roches ont subi depuis leur formation une rétro-morphose au faciès amphibolite. En ou-

FIGURE 16 - LE CHAMP DES ROCHES DU SECTEUR SD
(Identification visuelle des minéraux)



- 1 - anorthosite - $pl > 90\%$
 2 - *leucotroctolite $90\% > pl > 70\%$ - *troctolite $pl < 70\%$ } SD1 - SD2
 3 - *leuconorite $90\% > pl > 70\%$. SD3
 4 - jotunite . SD3

* remarque : les troctolites, leucotroctolites, leuconorites sont actuellement rétrotransformés au faciès amphibolite.

tre, une bande discontinue de quelques mètres d'épaisseur de jotunite a pu être identifiée.

Jotunite: plagioclase : 25%, orthopyroxène: 23%,
hornblende verte : 20%, apatite : 10%,
biotite : 2% . Texture rubanée.

Les dykes d'amphibolites :

Les roches anorthositiques (anorthosite, métaleucotroctolite, métatroctolite, métaleuconorite) du secteur S D sont recoupées par des dykes d'amphibolites biotitisés et chloritisés. La minéralogie de ces dykes est donnée par le tableau B, en appendice 1. Ils sont fréquemment migmatisés avec un leucosome riche en quartz et feldspaths potassiques, et paléosome constitué de granoblastes de plagioclase, de lattes de biotite et de chlorite.

Les mylonites : niveau type - 25 EM 32

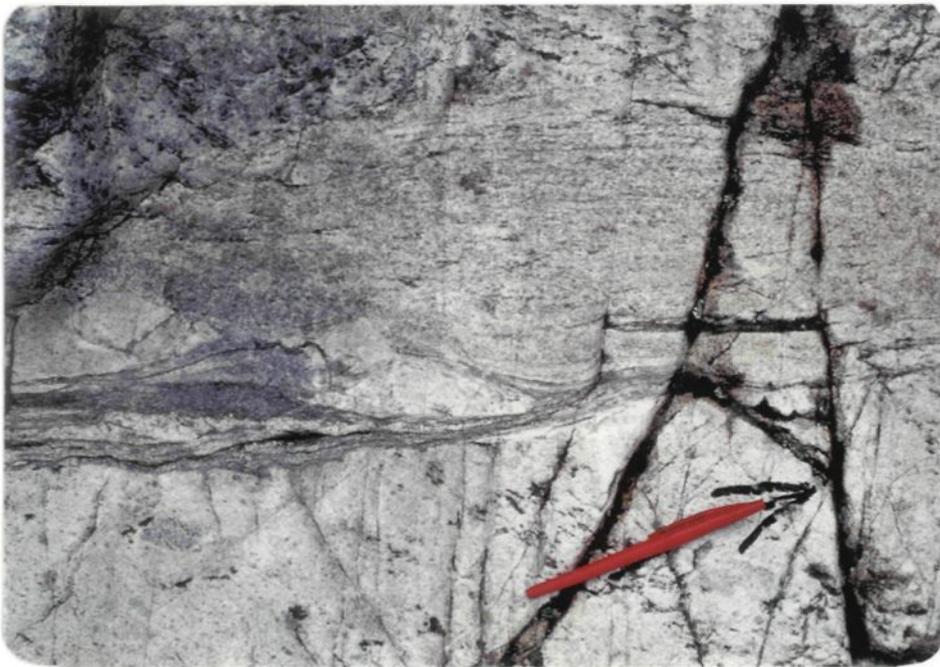
La figure 17 montre le caractère écrasé de la roche qui est finement rubanée et étirée, avec alternance discontinue de niveaux micacés et de niveaux clairs :

niveaux micacés : 2 à 5 mm d'épaisseur ,
niveaux clairs : 5 à 10 mm d'épaisseur, avec granoblastes de plagioclase.

La discontinuité de ces niveaux est commandée par la présence de porphyroclastes de plagioclase.

La roche comprend : 15% de matériel mafique,
85% de matériel felsique.

FIGURE 17 - MYLONITE - S D 2 - (25 EM 32)



Une scapolitisation marquée des plagioclases est à souligner. Elle suit les lignes de cataclases.

À ces niveaux scapolitisés, on a pu associer la présence de calcite et de grains de sphène. Microscopiquement, les niveaux riches en minéraux micacés se présentent en lentilles étirées.

- Les dykes d'aplite et de pegmatite granitique :

Minéralogiquement ces dykes ont même composition. Les pegmatites sont communément formées d'intercroissances graphiques de quartz et de feldspath potassique, de feuillets de muscovite et biotite, de microcline perthitique, de plagioclase sodique et de hornblende. La taille des grains est centimétrique.

b.) - Texture et structure :

- La texture des plagioclases : (Figures 18 et 19)

Le tableau F en appendice 11 donne le détail des textures des plagioclases observés au microscope. Ces minéraux offrent essentiellement des textures porphyroclastiques, ocellées, granoblastiques et granoclastiques.

Texture ocellée :

Elle présente des porphyroclastes souvent fracturés, de dimension centimétrique, isolés dans des plagioclases granoblastés ou granoclastés.

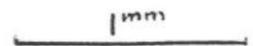
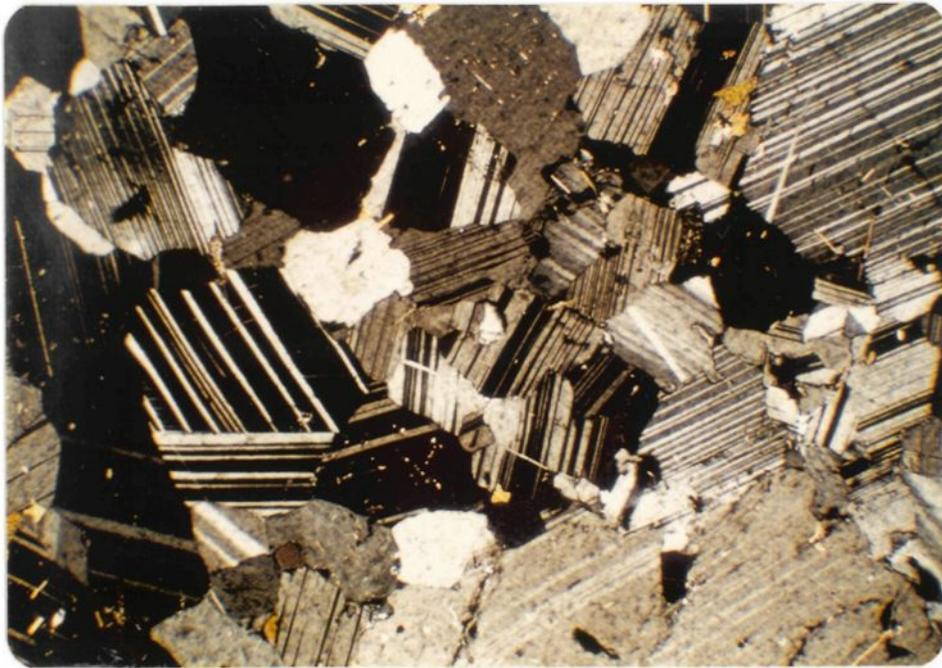
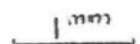
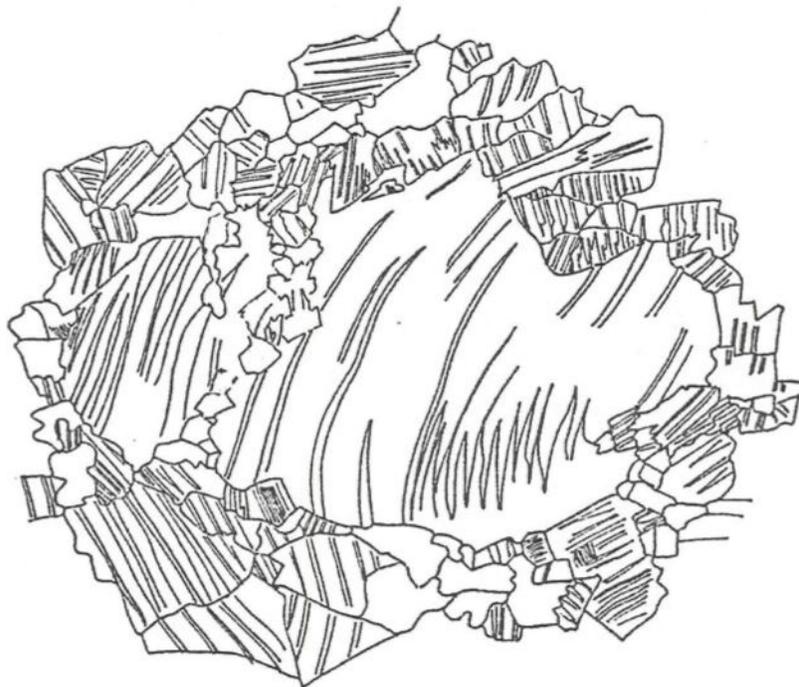


FIGURE 19 - TEXTURE OEILLÉE - S D 2



Macroscopiquement les " anorthosites " de Desbiens sont de teinte claire, à grains fins montrant, lorsque les conditions d'éclairage sont favorables, des reflets labradorescents.

- La texture et la structure des roches du S D 1 et S D 2 : (figures 20 et 21)

Comme nous l'avons reconnu précédemment, le champ des roches des secteurs S D 1 et S D 2 comprend des anorthosites et des métaleucotroctolites :

La texture ignée primaire de ces roches est oblitérée notamment par le développement des couronnes de réactions, d'une schistosité soulignée par de fins niveaux micacés, et de plagioclases granoclastés.

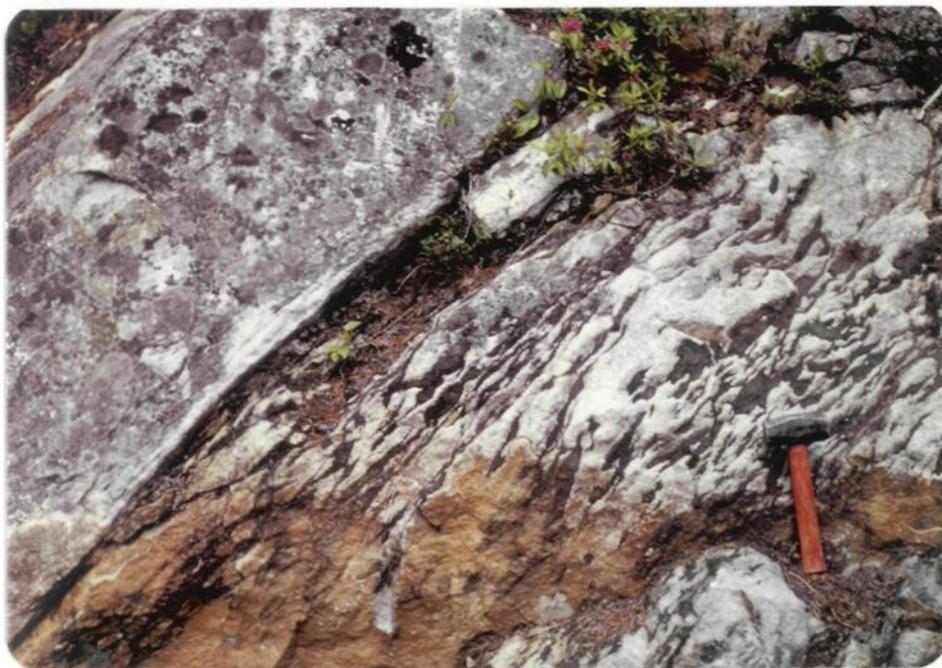
La description détaillée de ces couronnes est donnée en appendice 111. La plupart de celles-ci sont à deux amphiboles, et leur taille peut atteindre plusieurs centimètres de rayon .

La disposition structurale des horizons lithologiques se fait suivant un litage rythmique: anorthosite - métaleucotroctolite, aisément reconnaissable à l'affleurement. Ces niveaux présentent un pendage faible en général, qui a tendance à s'accroître vers les séries de Bordure, notamment au secteur S D 3. L'épaisseur des niveaux est de l'ordre du mètre (figure 21).

- La texture, la structure et la pétrographie des roches du secteur S D 3 :



FIGURE 21 - LITAGE RYTHMIQUE - S D 2



Etant donné l'importance structurale et pétrographique du secteur S D 3, nous donnons une suite de descriptions des roches faites à partir d'observations macroscopiques et microscopiques. L'essentiel de ces observations a été réuni sur une coupe synthèse (figure 45, appendice V), et une carte géologique de détail (figure 43, appendice 1V).

L'échantillonnage s'est effectué de l'intérieur du Massif anorthositique vers la Bordure.

- La texture : Les minéraux clairs, composés essentiellement de plagioclases, sont granoblastés.
Les minéraux ferromagnésiens (orthopyroxène, hornblende verte, biotite) définissent des couronnes de réaction.
- La nature pétrographique : Le champ des roches du secteur S D 3 comprend des anorthosites, leuconorites et jotunites dans la partie la plus externe du Complexe anorthositique.
- La structure : De métaleuconorites foliées à l'intérieur du Massif, figure 22, la structure des roches passe à des métaleuconorites rubanées, figure 23, puis mylonitisées, vers l'extérieur, figures 24 et 25.
La figure 26 donne le détail de l'horizon jotunitique. Elle illustre les roches du

FIGURE 22 - MÉTALEUCONORITE FOLIÉE - S D 3 -



FIGURE 23 - MÉTALEUCONORITE RUBANÉE S D 3 -

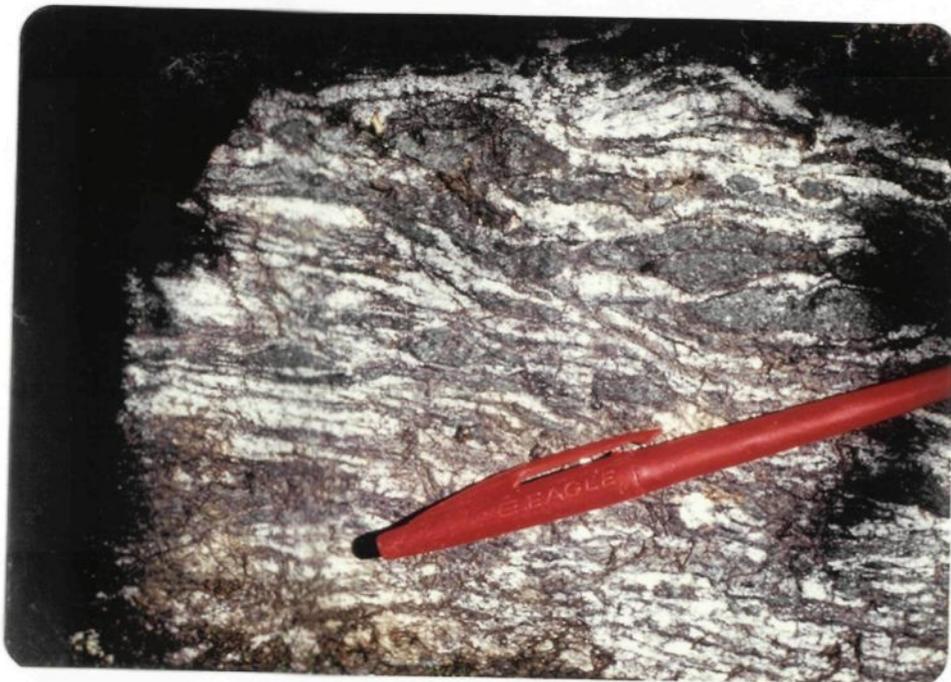


FIGURE 24 - MÉTALEUCONORITE MYLONITISÉE - S D 3 -

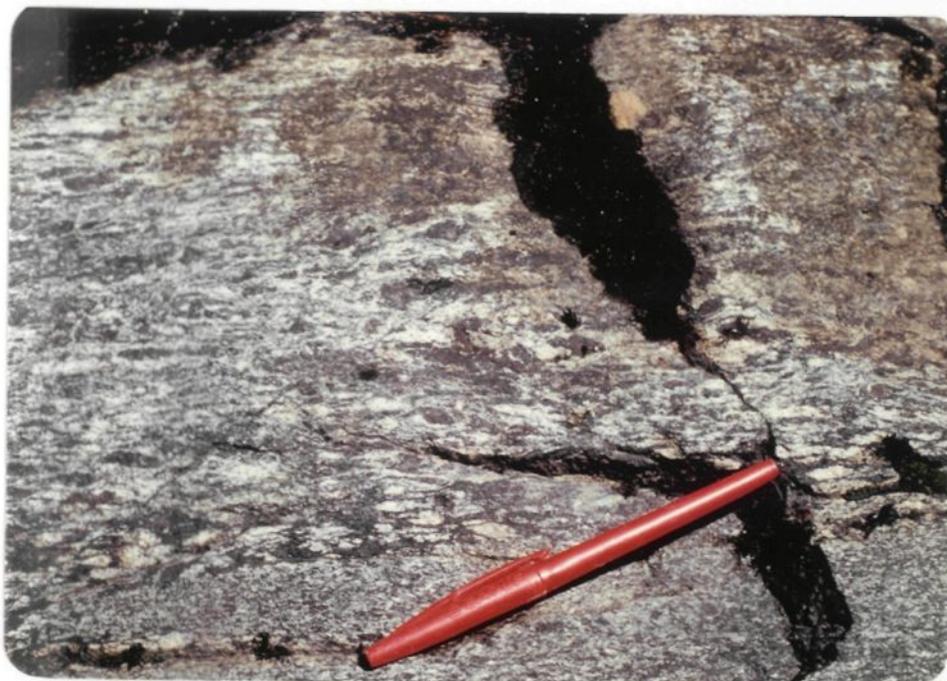


FIGURE 25 - MYLONITE - S D 3 - (EM 44) -



FIGURE 26 - MINÉRALOGIE DES SITES JOTUNITIQUES

<u>Site 61 EM 45</u>		<u>SITE 42-80 EM 77</u>	
Pl 25% { 18% granoclastes et blastes 7% porphyroclastes brisés		Pl 30% { 25% granoclastes 5% granoblastes Q = 2% intergrain de Pl	
Mafiques regroupés en couronnes jointives 75% :		Mafiques regroupés en couronnes jointives 68% :	
<u>Centre</u>	<u>Bordure</u>	<u>Centre</u>	<u>Bordure</u>
Opx, en îlot, recristallisé= Hypersthène + granulation d'opaque + zone ouralitisée + hbl + op. poecilitique avec hbl + apatite	Opaque inter lobé + apatite+ hbl recristallisée grano-bl. avec opaque grano-blast. + Q granobl.	Hypersthène avec hornblende verte + Q granoblastique	hornblende verte "recristallisée" granoblastique + opaque et hbl poecilitique + apatite
	$2^{mm} \times 2^{mm}$		$2^{mm} \times 1^{mm}$

- Ces niveaux sont assimilés à une jotunite qui serait à rapprocher des jotunites décrites par Martignole et Schrijver (1970 a) dans le massif de Morin.

site 61 EM 45 placé sur rive droite de la rivière Métabetchouan, en amont du Trou de la Fée, alors que le site 42 - 80 EM 77 est placé au Sud du carrefour de la route Desbiens-Saint-André du Lac et du chemin qui conduit au Lac L'Abbé. Cette roche fortement rubanée forme un ensemble lithologique de 2 mètres d'épaisseur, redressé et structuralement concordant avec les unités de S D et S C.

- La texture et la structure des dykes d'amphibolites :

La texture de ces dykes est lépidoblastique.

Ils recoupent ou sont concordants avec la foliation des méta-leuconorites et des métaleucotroctolites du Complexe anorthositique. Dans ce cas, la foliation est soulignée par l'alignement des couronnes étirées. Ces dykes peuvent être décrochés horizontalement.

Sur le secteur S D, les dykes d'amphibolite sont biotitisés ou chloritisés, indiquant ainsi un rétro-métamorphisme très local, pouvant atteindre le faciès schistes verts.

Ces dykes pourraient être de la même génération que les dykes III reconnus par Woussen et al (1981) dans la partie orientale du massif.

La figure 43 présente la répartition de ceux-ci autour du Con-

tact, en amont du Trou de la Fée sur rive droite de la rivière Métabetchouan.

- Les mylonites :

Les niveaux mylonitisés sont structurellement concordants ou sécants avec la foliation des métaleucotroctolites.

- Les dykes d'aplite et de pegmatite granitique :

Ces dykes sont sécants à la structure générale des anorthosites, et recoupent ainsi le litage. Ils sont subverticaux à obliques. Un dyke subvertical a été reconnu en amont du Trou de la Fée. Il recoupe à la fois les roches de Bordure, les roches du Contact, et les roches du Complexe anorthositique sur plus de 150 mètres de long et 40 centimètres de large. Un tel édifice pourra jouer un rôle dans l'énoncé de la suite chronologique des événements géologiques qui se sont déroulés lors de la mise en place du Complexe.

c.) - Discussion :

- Les couronnes de réactions du secteur S D :

Dans le secteur S G : Les couronnes de réactions présentent la minéralogie suivante :

Olivine - orthopyroxène - symplectite de hornblende verte - quartz - plagioclase.

Nous les identifions : couronnes 1 .

Dans le secteur S H : Les couronnes de réactions présentent la minéralogie suivante :

Orthopyroxène - hornblende verte - symplectite de hornblende verte - quartz - plagioclase.

Nous les identifions: couronnes 2 .

Dans le secteur de Desbiens :

Secteurs S D 1 - S D 2 : les couronnes de réactions sont à deux amphiboles plus quartz. Nous les identifions couronnes 1'.

Secteur S D 3 : les couronnes de réactions sont à une amphibole plus quartz. Nous identifions ces couronnes 2'.

La figure 27 propose les processus de transformations qui pourraient expliquer le passage de :

couronne 1 \longrightarrow couronne 1' et de
 couronne 2 \longrightarrow couronne 2'

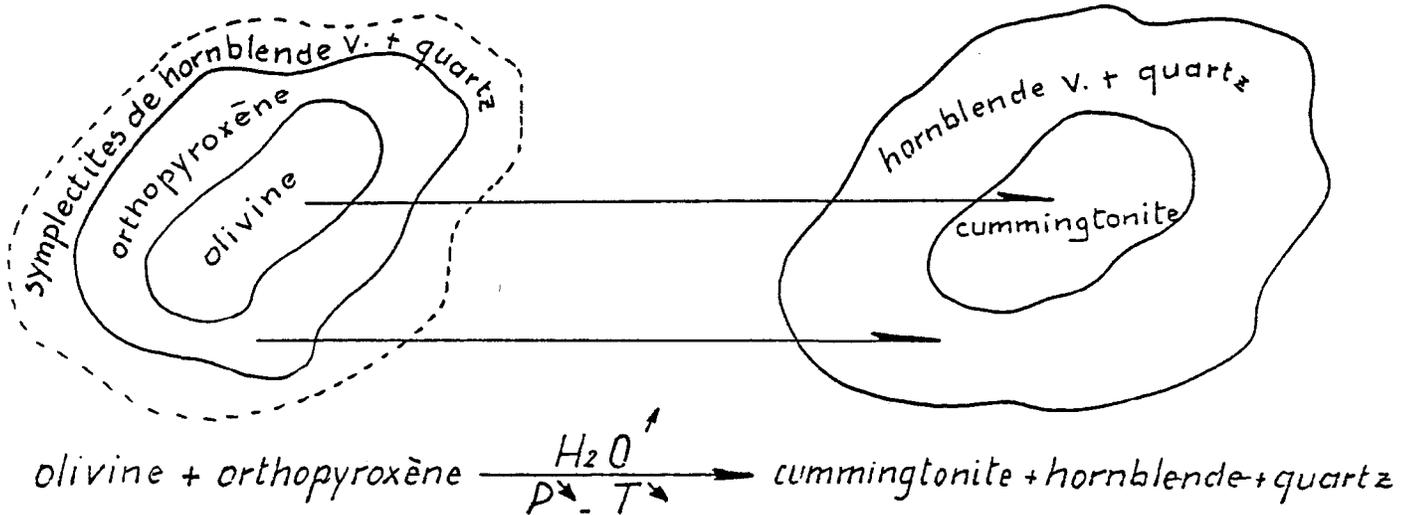
en présence d'eau, et par abaissement de la température et de la pression, donc à des conditions de métamorphisme de faciès amphibolite.

- La perméabilité des anorthosites :

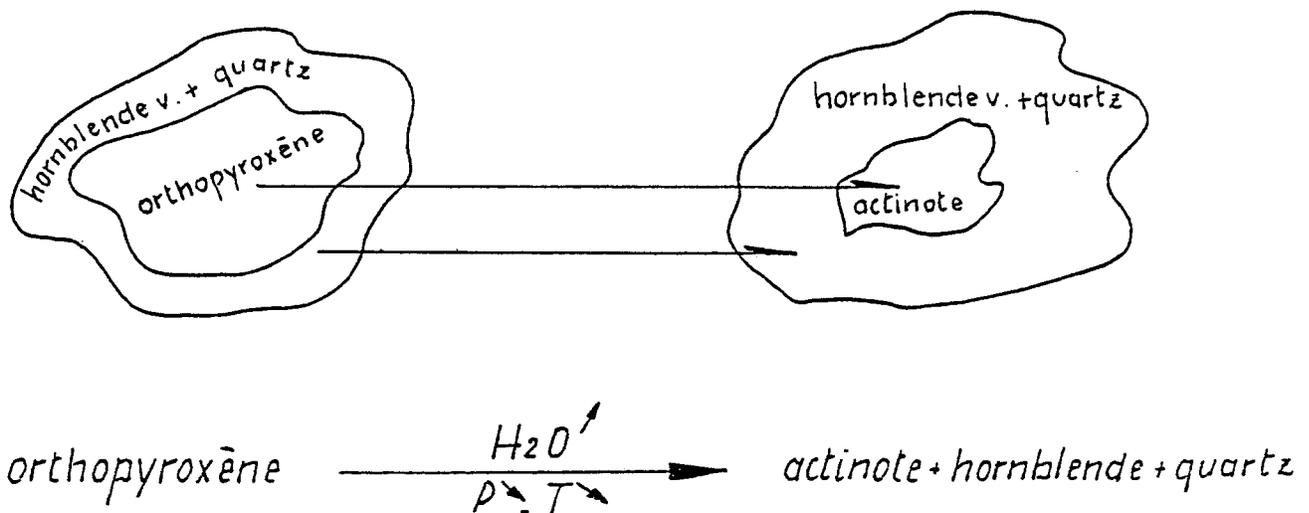
L'hydratation dont il vient d'être question est reliée à la mise en place per ascensum du différencié anorthositique. De plus, il existe sur le terrain une relation spatiale entre les niveaux amphibolitisés et les niveaux cataclasés.

FIGURE. 27 . DIAGRAMMES D'ÉVOLUTION DES COURONNES . SD

SITES SD1 . SD2

COURONNE 1 \longrightarrow COURONNE 1' - 2 AMPHIBOLES

SITE SD3

COURONNE 2 \longrightarrow COURONNE 2' - 1 AMPHIBOLE

REMARQUE : OLIVINE ET PYROXÈNE SONT LES MINÉRAUX PRIMAIRES .

Sans aborder le détail du rétro-métamorphisme dont les roches du secteur S D sont affectées, nous devons souligner que l'amphibolitisation des ferromagnésiens a pu se réaliser grâce à la modification texturale des plagioclases notamment.

- C'est ainsi, que la texture des minéraux formant les métaleucotroctolites et les métaleuconorites passe de protoclastique à granoblastique, même si les transformations semblent être continues; ce qui a pour conséquence de modifier la perméabilité de la roche. En effet, le grain devenant momentanément moins jointif au fur et à mesure que celui-ci se brise, des conduits ont dû s'ouvrir lors de la cataclase. D'une perméabilité en " grand " (= perméabilité de fractures dans une roche compacte), la roche a pu acquérir une perméabilité en " petit " (= perméabilité intergrain) lors de sa montée à l'état subsolide (indication donnée par les couronnes de réactions O1-P1), et pendant une période suffisamment longue pour qu'elle soit efficace. Cette perméabilité est de loin la plus intéressante, car elle contrôle la diffusion des liquides par augmentation de la surface de contact eau-grain. Si le débit d'écoulement des fluides demeure le même, le volume des matériaux susceptibles d'être hydratés devient plus important.

- La zonation minéralogique S D 1 à S D 3 :

L'étude des roches du secteur S D nous a montré que :

- les roches des sites S D 1 et S D 2 correspondant à une alternance de niveaux d'anorthosites et de niveaux de métaleucotroctolites.

- les roches du site S D 3 comprennent une succession de métaleuconorites gneissiques à mylonitiques, et de jotunites gneissiques, de la partie interne du massif vers le Contact.

Les textures des minéraux leucocrates, les plagioclases en particulier, évoluent de porphyroclastes à des granoblastes de S D 1 à S D 3. La figure 28 rend compte de ces variations sur un diagramme: texture des minéraux mafiques en abscisse, texture des plagioclases en ordonnée. Nous avons placé les données relatives au secteur S G, afin que l'on puisse distinguer le degré de déformations de secteurs considérés comme n'ayant pas subi de contraintes, de ceux ayant été affectés par des contraintes élevées, liées à la mise en place à l'état subsolide du Complexe anorthositique riche en couronnes de réactions.

d.) - Synthèse :

La structure générale du secteur S D :

Les séries pétrographiques des secteurs S D 1 et S D 2 présentent une structure où les niveaux d'anorthosites et de métaleucotroctolites, d'épaisseur variant de 1 à 4 mètres, alternent et ont une direction Nord-Sud avec un pendage Ouest de 15 à 30°.

Ce litage rythmique tend à se redresser pour devenir subvertical dans le secteur S D 3. La direction des couches demeure Nord-Sud, mais elles tendent à développer une foliation soulignée par l'orientation systématique des couronnes se disposant parallèlement entre elles. Dans ce dernier secteur, les métaleucotroctolites passent à des gneiss métanoritiques, puis à des

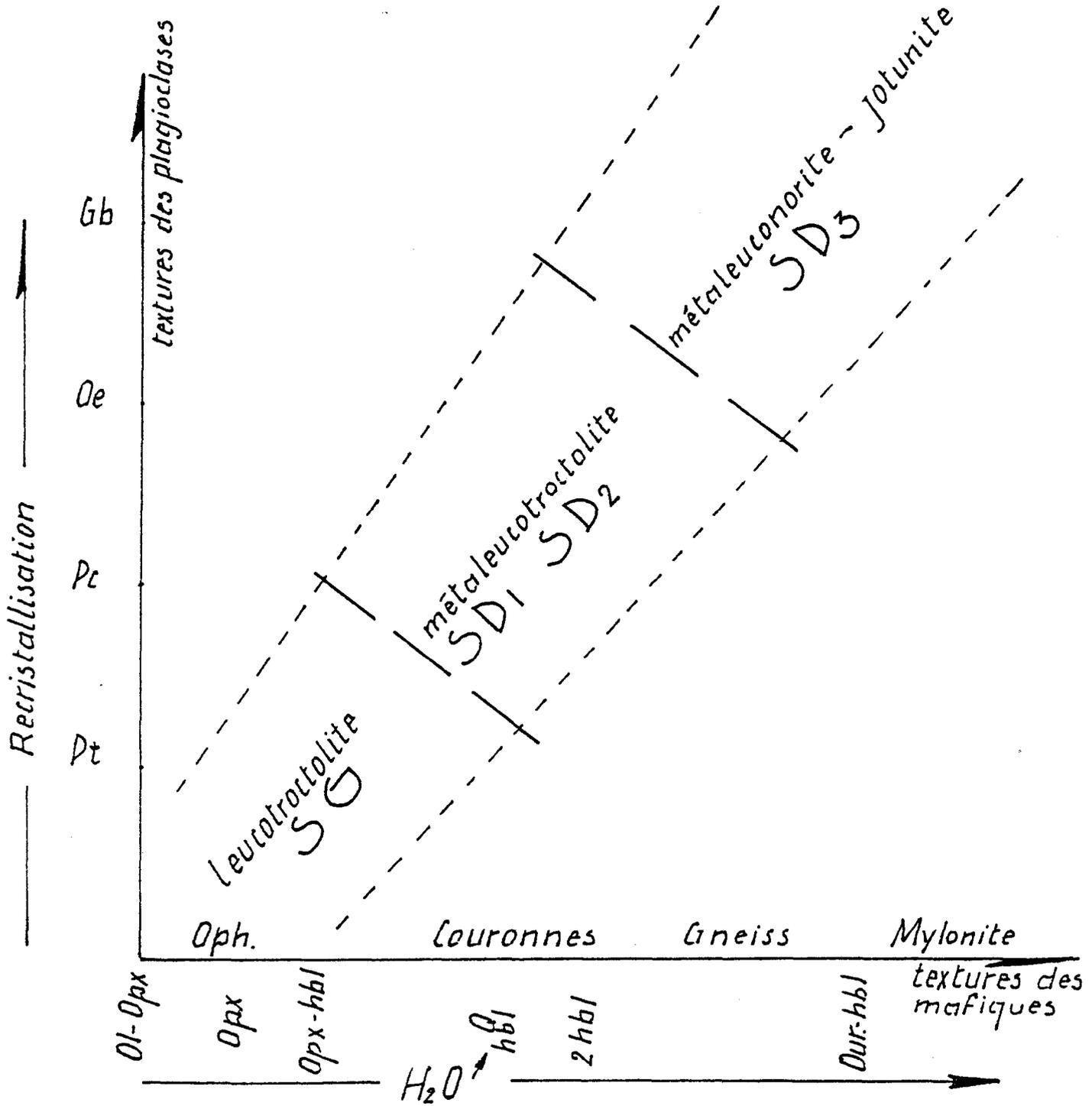


Figure 28: Evolution texturale des roches des secteurs SG.SD.

Plagioclase : Pt: protoclastique - Pc: porphyroclastique - Oe: œillée
 Gb: granoblastique.
 Mafiques : Oph: ophitique - Px: pyroxène. hbl: hornblende
 Q: quartz - biot.: biotite. Dur.: ouralitisation

mylonites noritiques, sur 100 mètres.

Enfin, dans la partie la plus externe du secteur S D 3, les roches passent à un gneiss jotunitique redressé, avec plis à axes obliques à verticaux. Cette unité conserve toutefois une structure générale concordante avec celles des roches qui l'entourent.

Le rôle des jotunites :

Ces roches ne présentent pas une grande épaisseur. Elles ont été cartographiées en amont du Trou de la Fée, sur rive droite de la rivière Métabetchouan, et sur la route qui relie le village de Desbiens à Saint-André du Lac.

Martignole (1975) considère ces horizons comme étant des produits de cristallisation tardive, et auraient pu intervenir à l'état magmatique, dans la mise en place subsolide du massif d'anorthosite, comme matériel à plus faible viscosité, donc jouer le rôle de lubrifiant momentané.

11.1.4 - Synthèse générale sur l'étude texturale, structurale et pétrographique de la partie Sud-Ouest du massif d'anorthosite du Lac Saint-Jean :

Les textures :

Les plagioclases et les minéraux ferromagnésiens, notamment les olivines et pyroxènes ont subi au cours de la formation et de la mise en place des anorthosites des modifications texturales.

La figure 29 permet de montrer le rôle des paramètres qui interviennent dans ces modifications: cataclase et recristallisation.

Textures primaires :

Plagioclase : Protoclastique, avec myrmékites, " kink-band ".
Olivine et pyroxène : subophitique et polygonation.

Textures secondaires :

Plagioclases : Porphyroclastique, ocellée, granoblastique.
Olivine , pyroxène : couronne de réaction, gneissique, mylonitique.

Pétrographie et structure :

La partie Sud-Ouest du Complexe d'anorthosite regroupe une succession de roches ignées avec :

- dans les secteurs S G - S D 1 - S D 2 une séquence essentiellement binaire : anorthosite - leucotroctolite ;
- dans les secteurs S H et S D 3 une séquence essentiellement binaire : anorthosite leuconorite ;

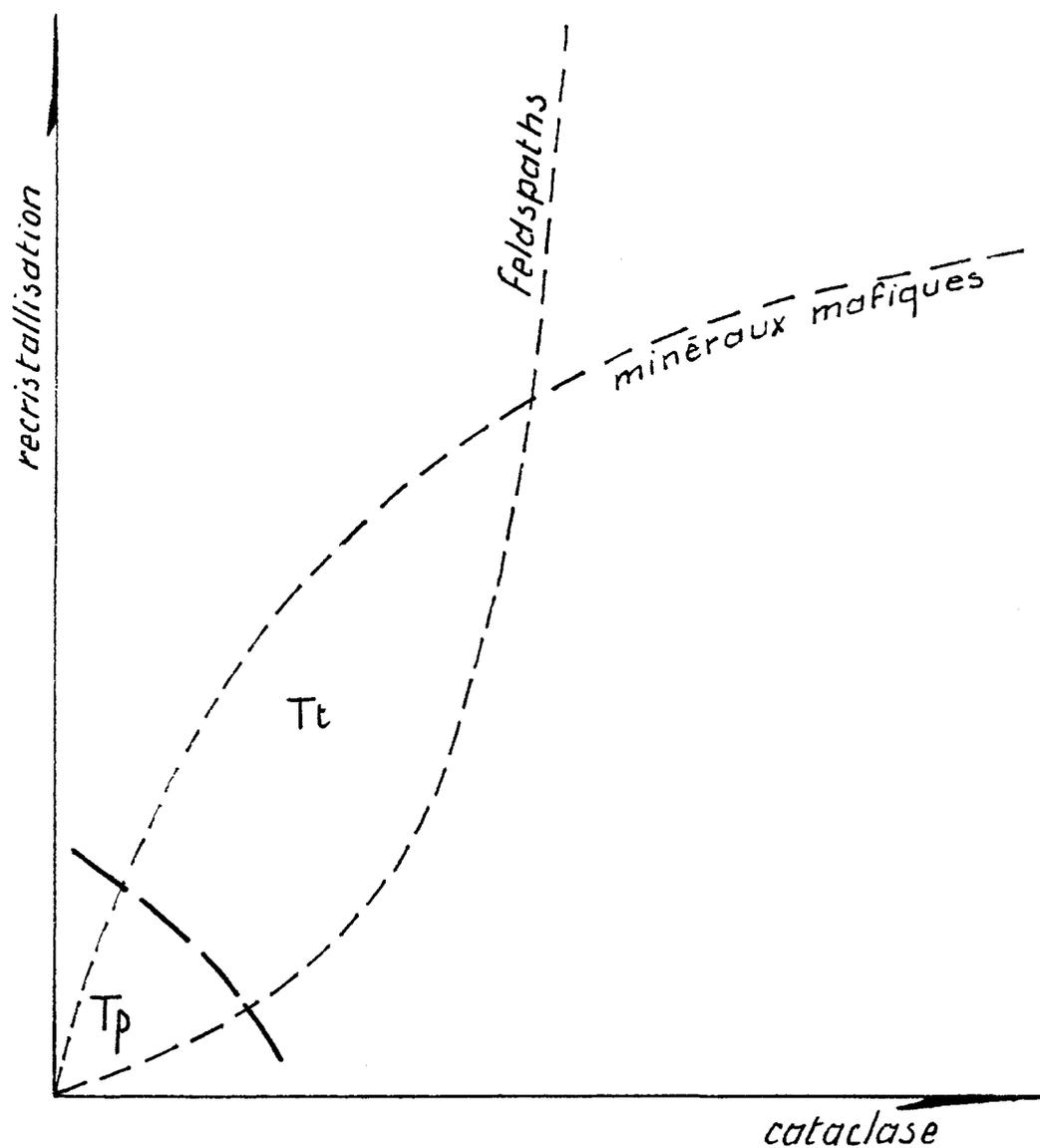


FIGURE 29 - LES TEXTURES DES MINÉRAUX (d'après
 Kehlenbeck 1972a)
 Tp = textures primaires - Tt = textures transformées.

- dans le secteur S D 3 une séquence jotunitique discontinue.

Ces séquences donnent au Complexe anorthositique le style d'un massif stratiforme régulier (figure 30 - carte géologique de synthèse).

En bordure de l'édifice, les couches passent à la verticale et décrivent avec les roches du Contact une structure redressée. Cette structure soulignée par les gneiss et mylonites anorthositiques du secteur S D 3, en particulier, nous invite à prédire des événements tectoniques qui ont pu affecter ces roches.

L'importance des couronnes de réactions :

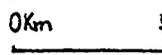
La présence de couronnes de réactions: P1-01 dans les anorthosites du Complexe igné tend à préciser le modèle tectonique que nous venons d'évoquer. Ces réactions P1-01 se sont réalisées dans une roche ignée consolidée, conformément aux prévisions de Griffin et Heier (1973) et Sapountzis (1975), sous des conditions physiques moins sévères de celles qui présidèrent à la cristallisation des plagioclases et des minéraux ferromagnésiens. Ces variations de conditions impliquent un déplacement des anorthosites d'un niveau de cristallisation vers un niveau de réactions subsolidus des minéraux.

Les lamelles d'exsolutions :

Sans reprendre la discussion que nous avons faite sur les lamelles d'exsolution de plagioclase et d'augite présentes dans les pyroxènes des roches du secteur S H, nous devons rappeler leur occurrence. Les leuconorites impliquées ne présentent pas de déformations textu-

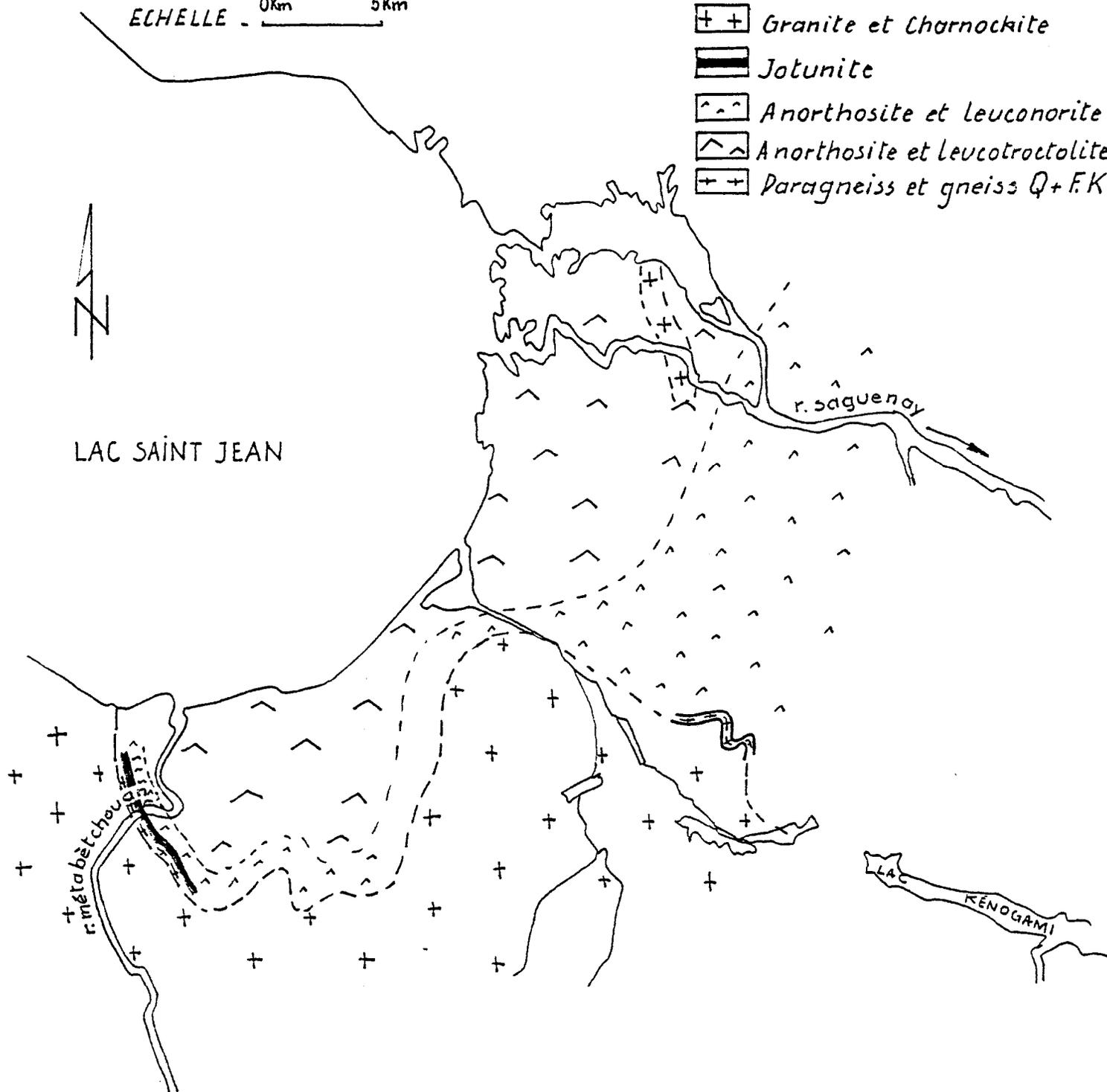
CARTE GÉOLOGIQUE

FIGURE . 30

ECHELLE .  0Km 5Km

LÉGENDE

-  Granite et Charnockite
-  Jotunite
-  Anorthosite et Leuconorite
-  Anorthosite et Leucotroctolite
-  Paragneiss et gneiss Q+F.K.



rales prononcées, les plagioclases sont protoclastiques. On peut alors avancer que ces démixions ont pu se produire par chute de pression lithostatique du milieu hôte lors de son ascension.

Les dykes d'amphibolites :

Ces dykes correspondraient aux amphibolites 111 reconnues dans la partie orientale du Complexe anorthositique par Woussen et al (1981). Ils ont subi une biotitisation et une chloritisation partielle à totale, lors de la phase de migmatisation.

Etant concordant avec la structure générale des métaleucotroctolites et métaleuconorites de bordure, ils pourraient avoir une histoire liée à celle des roches du Complexe anorthositique, notamment lors de leur mise en place.

Les dykes d'aplite et de pegmatite granitique :

Ils sont fréquents dans le secteur de Desbiens et recourent les structures du Complexe anorthositique. De ce fait, ils indiquent une mise en place tardive. Cependant, compte tenu du fait qu'ils se recourent entre eux, il est probable qu'une étude plus détaillée de ces intrusions permettrait de reconnaître l'existence de plusieurs générations.

11.11 - ÉTUDE DU CONTACT

L'unité pétrographique et structurale que représente le Contact a été cartographié à partir d'affleurements accessibles le long de la rivière Métabetchouan, et très partiellement sur la route qui relie Desbiens à Saint-André du Lac, à la latitude du lac L'Abbé.

La puissance totale du Contact, en amont du Trou de la Fée est de 27 mètres. Les niveaux plongent entre 70 et 90 degrés vers l'Ouest et sont alignés suivant une direction Nord Est-Sud Ouest, parallèlement à la structure générale.

Le litage défini par des variations pétrographiques claires a permis de subdiviser le secteur S C en :

- S C 1 - gneiss gris (figure 31)
- S C 2 - dyke d'amphibolite (figure 32)
 - gneiss riche en amphibole (figure 33)
- S C 3 - gneiss quartzo-feldspathique (figures 34-35-36)
- S C 4 - agmatite à éléments d'amphibolite (figures 37-38)

Une coupe aval-amont au 1/100 regroupe l'essentiel des observations minéralogiques. Cependant, étant donné l'intérêt de ce secteur au point de vue structural et pétrographique, nous le décrirons plus en détail. La figure 43 (partie IV) et la figure 45 (appendice V) présentent la lithologie, la minéralogie et la structure du secteur.

11.11.1 - Le secteur S C 1 :

Il comprend une série de gneiss gris sur 7 mètres d'épaisseur. On y retrouve les roches suivantes d'aval vers l'amont :

FIGURE 31 - GNEISS GRIS Å HORNBLLENDE - S C 1 (EM 48) -



- les gneiss gris à biotite en aval ,
- les gneiss gris à hornblende en amont (figure 31) .

Ces roches présentent une alternance de niveaux rubanés de 1 à 2 millimètres d'épaisseur riches en minéraux mafiques (chlorite, biotite, ou hornblende verte, biotite, orthopyroxène ouralitisé, sphène et apatite) et de niveaux rubanés de 2 à 4 millimètres d'épaisseur riches en minéraux clairs (plagioclases, quartz, feldspath potassique, avec figures de myrmékites).

Ces gneiss sont microplissés.

11.11.2 - Le secteur S C 2 :

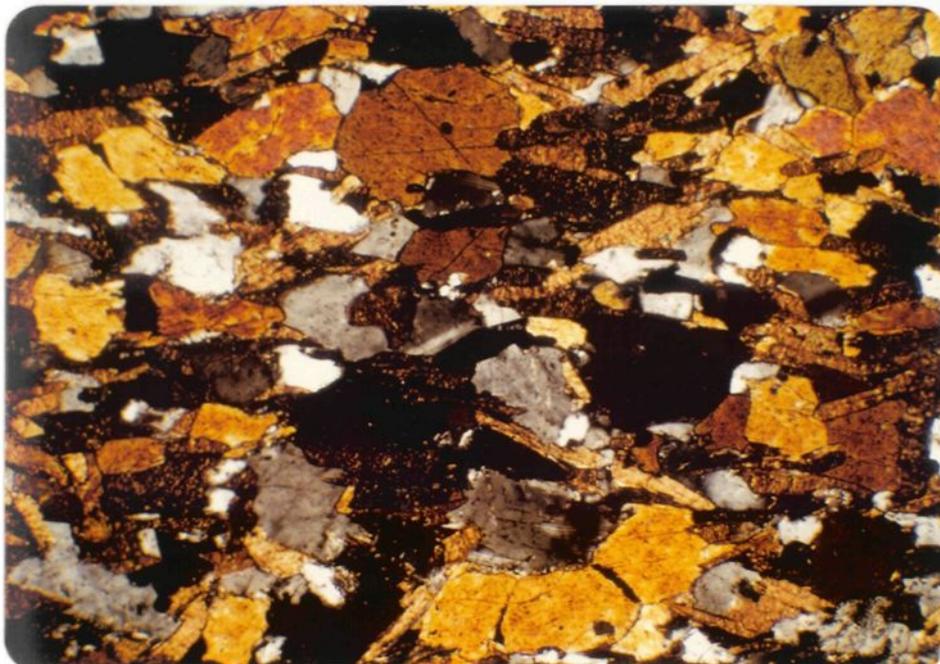
Il comprend une passée d'amphibolite de 3 mètres d'épaisseur, identifiée sur les sites 88 EM 50, 88 EM 56, 68 EM 72 (figure 32), et des gneiss à hornblende verte de 10 mètres d'épaisseur identifiés sur les sites 69 EM 100, 70 EM 101, 71 EM 102 (figure 33). Cet ensemble est structuralement concordant avec les autres unités.

a.) - La passée d'amphibolite : épaisseur 3 mètres .

Elle renferme une partie migmatisée de cinquante centimètres d'épaisseur, avec un leucosome riche en plagioclases granoblastés, des feldspaths potassiques mésopertitiques porphyroclastés, et un paléosome composé d'une suite de lentilles de ferromagnésiens (biotite, hornblende verte, sphène, épidote) relayant des lentilles de plagioclases granoblastés.

Le reste de la passée offre une texture nématoblastique non migmatisée avec des niveaux de plagioclases granoblastiques,

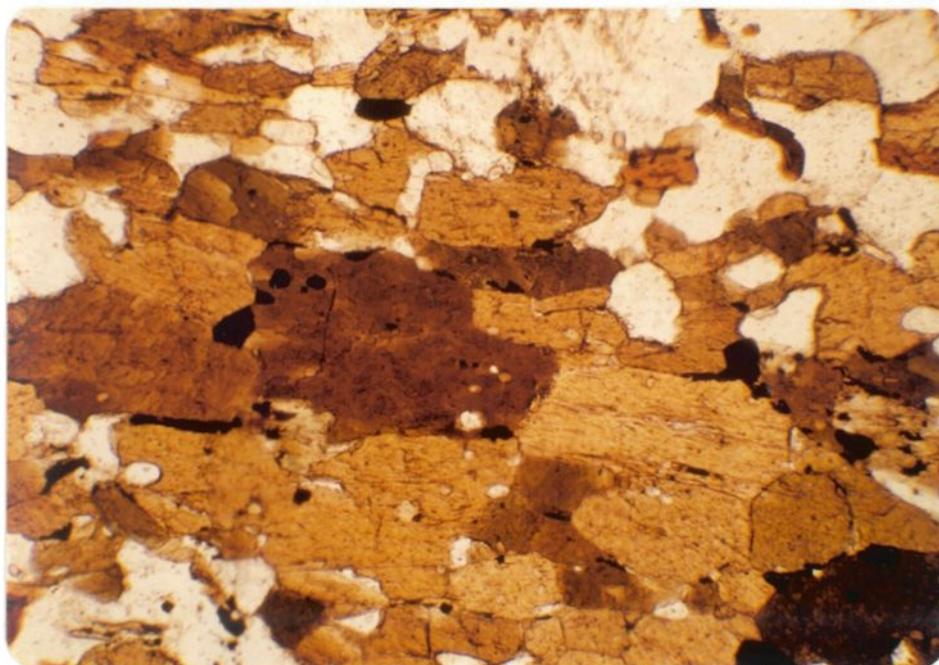
FIGURE 32 - (EM 72) AMPHIBOLITE - S C 2 -



L.P.

0,5^{mm}

FIGURE 33 - S C 2 - GNEISS AMPHIBOLITIQUE (EM 100) -



L.N.

des lentilles de biotite et de hornblende, et de fins niveaux d'opaque, avec zircon et traces de tourmaline.

b.) - Le gneiss à hornblende verte : épaisseur 10 mètres .

Il débute d'aval en amont, par une suite de roches diaclasées sur 3 à 4 mètres d'épaisseur. C'est le site 69 EM 100. Puis vient la série de roches rubanées de 6 à 7 mètres d'épaisseur, structurellement concordante avec la lithologie générale, plongeant vers l'Ouest suivant une inclinaison de 70 à 90 degrés, et orientée sensiblement NE - SO. Ce sont les sites 70 EM 101 et 71 EM 102.

11.11.3 - Le secteur S C 3 :

L'épaisseur de ces niveaux est de 6 mètres.

L'analyse minéralogique a porté sur 4 échantillons:

73 EM 51 (figures 34 et 35)

91 EM 55

74 EM 53 (figure 36)

90 EM 74

Les roches analysées correspondent à des gneiss quartzo feldspathiques.

- Minéralogie et texture des gneiss quartzo feldspathiques :

La minéralogie de ces niveaux est reportée sur la coupe du Contact (figure 45 - appendice V). Cependant, il nous faut décrire dans le détail certains traits pétrographiques et tex-

Figure 34. GNEISS QUARTZO-FELDSPATHIQUE. Site S C3 (EM51)

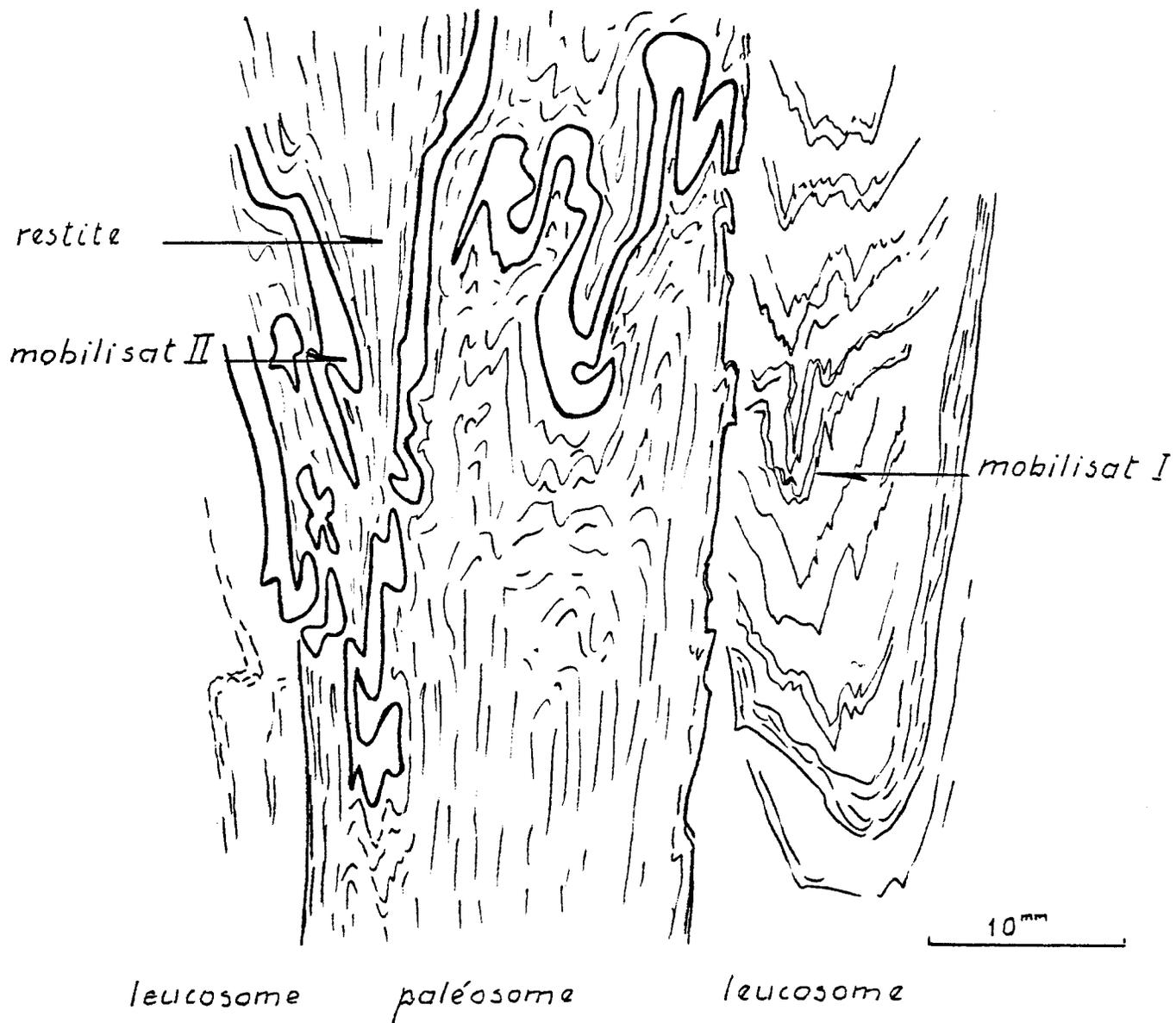


FIGURE 35 - PHÉNOCRISTAL DE FELDSPATH POTASSIQUE
À COEUR DE PLAGIOCLASE (EM 53) - L.P. -



0.5^{mm}

FIGURE 36 - GNEISS QUARTZO-FELDSPATHIQUES - S C 3



turaux qui nous permettront de spécifier le rôle stratigraphique de ce secteur. L'analyse a porté sur les roches du site 73EM 51 (figure 34). Ces roches, dont l'affleurement est réduit à quelques mètres, présentent macroscopiquement une texture rubanée.

Microscopiquement l'observation montre deux générations de mobilisats :

- le mobilisat 1, correspondant à de fines veinules plissotées de quartz et feldspath potassique dans un paléosome rubané, riche en biotite, zircon, opaque poecilitique et chlorite ;
- le mobilisat 11 recoupant le paléosome mafique et le réseau de mobilisat 1, suivant un ensemble de veinules ptygmatitiques de quartz et de feldspath potassique, d'épaisseur millimétrique.

Ces gneiss quartzo-feldspathiques migmatisés pourraient être, au point de vue stratigraphique, de même âge que les paragneiss décrits par Owen (1981), et reconnus par Wousen (communication personnelle - 1981) dans la partie Sud du Complexe anorthositique (Hébertville Village). Toutefois, aucune évidence minéralogique ne montre que les roches du S C 3 sont des paragneiss.

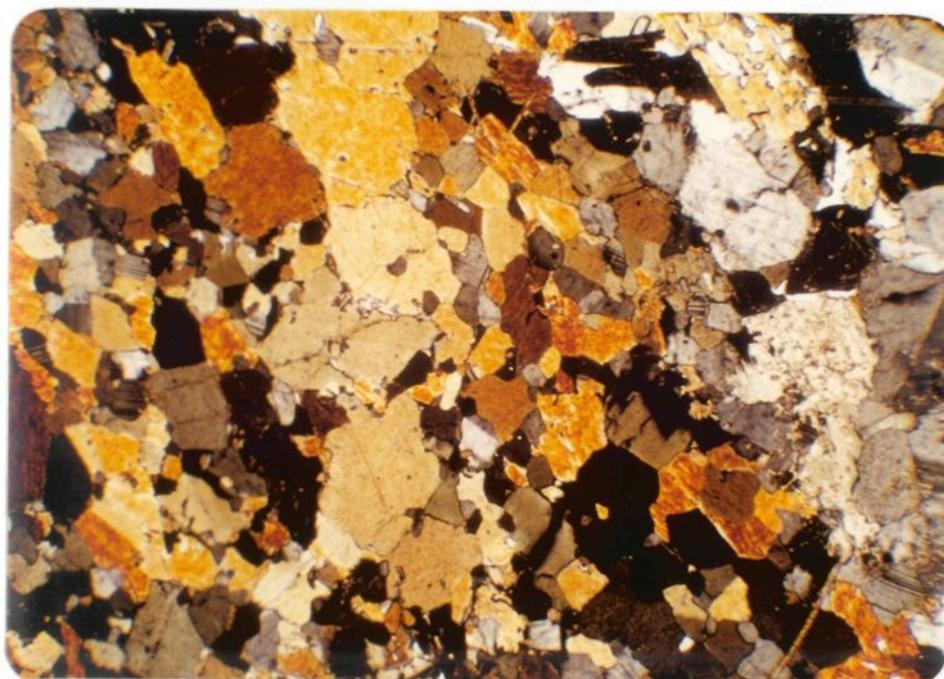
11.11.4 - Le secteur S C 4 : (figures 37 et 38)

Nous trouvons à l'affleurement une passée d'agmatite à éléments

FIGURE 37 - AGMATITE À ÉLÉMENTS D'AMPHIBOLITE



FIGURE 38 - MICROPHOTOGRAPHIE D'UN ÉLÉMENT D'AMPHIBOLITE - S C 4 - (92 EM 54) - L.P. -



1mm

d'amphibolite, d'une puissance de 1 mètre.

Les éléments d'amphibolite sont brisés et plissés (figure 37) et sont pris dans un ciment de plagioclases granoblastés. Cette passée subverticale est structuralement concordante avec les autres unités lithologiques du Contact.

11.11.5 - Synthèse :

L'étude des roches du Contact S C souligne un ensemble de caractères structuraux et pétrographiques qui seront très utiles lors de l'énoncé de la mise en place du Complexe anorthositique.

a.) - Structure :

Les roches du S C ont une structure redressée. Ce patron structural est concordant avec celui des roches du Complexe anorthositique de direction Nord Est-Sud Ouest, et de pendage vertical.

Dans les secteurs d'Hébertville Village et du Trou de la Fée, les gneiss quartzo-feldspathiques sont recoupés par des dykes d'amphibolite agmatitiques (amphibolite 11 ? - Woussen et al 1981), et des dykes d'amphibolite migmatisés (amphibolite 111 ? Woussen et al, 1981).

b.) - Pétrographie :

Malgré la médiocrité des affleurements en amont du Trou de la Fée, il a été possible de reconnaître, au niveau des roches du S C 3, deux phases de mobilisats. Ces indices de fusion partielle doivent être considérés comme les témoins

d'une mobilisation du quartz et du feldspath potassique placés dans des conditions de pression et de température rencontrées au niveau de la croûte moyenne :

$P \geq 6 \text{ Kb}$, $T \geq 600 \text{ à } 700^{\circ} \text{ C}$. soit au faciès granulite.

- Par ailleurs, la présence généralisée de hornblende verte, d'orthopyroxène ouralitisé dans les roches du Contact d'une part, et d'orthopyroxène à enveloppe d'amphibole verte dans les gneiss leuconoritiques et jotunitiques S D 3 d'autre part, nous indiquent que ces niveaux ont été rétromorphosés au faciès amphibolite. L'analyse des roches charnockitiques des massifs de Bordure (S B 1) montre une telle tendance aux abords de S C.

c.) - L'importance pétro-stratigraphique du S C :

Bien que la définition pétrographique des gneiss quartzofeldspathiques ne permette pas de les rattacher aux paragneiss, par manque d'évidences minéralogiques, l'ensemble des observations nous invite à suggérer que les roches du Contact, et ce par corrélation stratigraphique avec celles reconnues dans la région d'Hébertville Village par Woussen (communication personnelle - 1981), appartiennent à un niveau antérieur aux roches intrusives du Lac Saint-Jean.

Leur position structurale, les place en situation " d'écran " par rapport à des séquences pétrographiques différentes : anorthosite d'une part et charnockite d'autre part. Ce trait nous invite à les reconnaître comme pouvant être le vérita-

ble encaissant du Complexe anorthositique du Lac Saint-Jean.

11.111 - ÉTUDE DES FORMATIONS DE BORDURE

L'étude succincte des formations de Bordure a porté sur les affleurements immédiats qui entourent les roches du Contact, le long de la rivière Métabetchouan d'une part, et sur la route qui relie Desbiens à Saint-André du Lac d'autre part.

Le tableau C - appendice 1 regroupe les observations minéralogiques et texturales. Ces observations nous ont permis d'identifier deux domaines pétrographiques, soit :

- le secteur S B 1 en amont du Trou de la Fée, où des roches acides à pyroxènes affleurent. Les échantillons analysés d'aval en amont sont: 87 EM 58 - 77 EM 57 - 79 EM 73 - 80 EM 62 - 81 EM 61 (figure 43). Ce sont des charnockites localement rétro-morphosées au grade amphibolite.
- le secteur S B 2, soit l'aire de Saint-André du Lac, avec des roches granitiques: site 43 - 80 EM 63 (route de Desbiens à Saint-André du Lac).

11.111.1 - Le secteur S B 1 :

Les roches du secteur S B 1 sont des roches acides à hypersthène et microperthite regroupées en plutonites à pyroxènes cristallisées au faciès granulite (Benoît et Valiquette , 1971).

Leur teinte à l'affleurement est grise à brun rose.

Leur structure est concordante avec la structure reconnue au niveau des roches du Contact et des roches du secteur S D 3.

a.) - La texture et la minéralogie :

La texture de ces roches est gneissique, gneissique ocellée à mylonitique. Les figures 39 et 40 soulignent ces traits texturaux.

Ces roches présentent à l'affleurement un aspect rubané, où les niveaux des minéraux blancs alternent avec les niveaux des minéraux mafiques, tous les 5 à 10 millimètres. Des variations minéralogiques des roches sont à signaler à l'intérieur du secteur.

C'est ainsi que dans la partie qui jouxte le S C, les roches montrent un rubanement de plagioclases granoblastés liés à des grains de quartz boehmisés, ou à contours persillés, dans ce cas les niveaux mafiques sont riches en orthopyroxènes à texture polygonale, plus de la hornblende verte, de l'apatite, de l'épidote.

Plus loin du Complexe anorthositique, à quelques centaines de mètres de là, les niveaux clairs sont riches en phénocristaux de feldspaths potassiques liés à du quartz par figures myrmékitiques; on trouve également des plagioclases porphyroclastés ou mésoclastés, alors que les niveaux mafiques sont enrichis en orthopyroxènes avec lamelles de clinopyroxènes en chevron, de la hornblende verte poecilitique, de la biotite poecilitique et des pyroxènes amphibolitisés.

b.) - Discussion :

Les charnockites forment des massifs recoupés par des intrusions de dykes d'aplite et de pegmatites granitiques semblables à ceux relevés dans les secteurs S C et S D. Ces roches sont de ce fait antérieures aux venues acides tardives syn et post grenvilliennes. Elles ont pu se mettre en place par mobilisation de la croûte (Woussen et al, 1981), lors de l'événement anorthositique. L'amphibolitisation des pyroxènes indique que ces niveaux ont été hydratés au grade amphibolite. Cette hydratation peut indiquer le niveau de stabilisation de l'intrusif anorthositique à la fin de sa mise en place.

11.111.2 - Le secteur S B 2 :

a.) - Minéralogie et texture :

La minéralogie des roches de ce secteur est résumée au tableau C, appendice 1. La roche est un gneiss oillé granitique très riche en feldspaths potassiques: 80%. Les minéraux leucocrates présentent souvent une texture en mortier. La biotite est poecilitique.

À l'affleurement, la roche a une teinte brun rosé, et rose à la cassure fraîche.

Ces roches peuvent être recoupées par des dykes de roches plus mafiques: amphibolite 1V ? (Woussen et al, 1981).

FIGURE 39 - GNEISS GRANITIQUE OEILLÉ À PYROXÈNE -
EM 57 - (S B 1) -

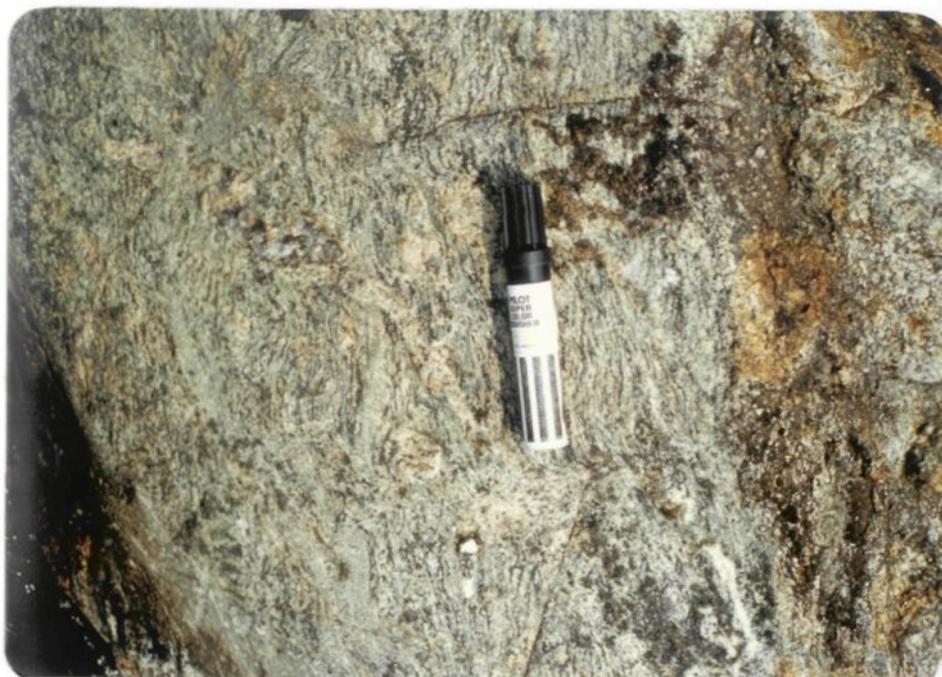
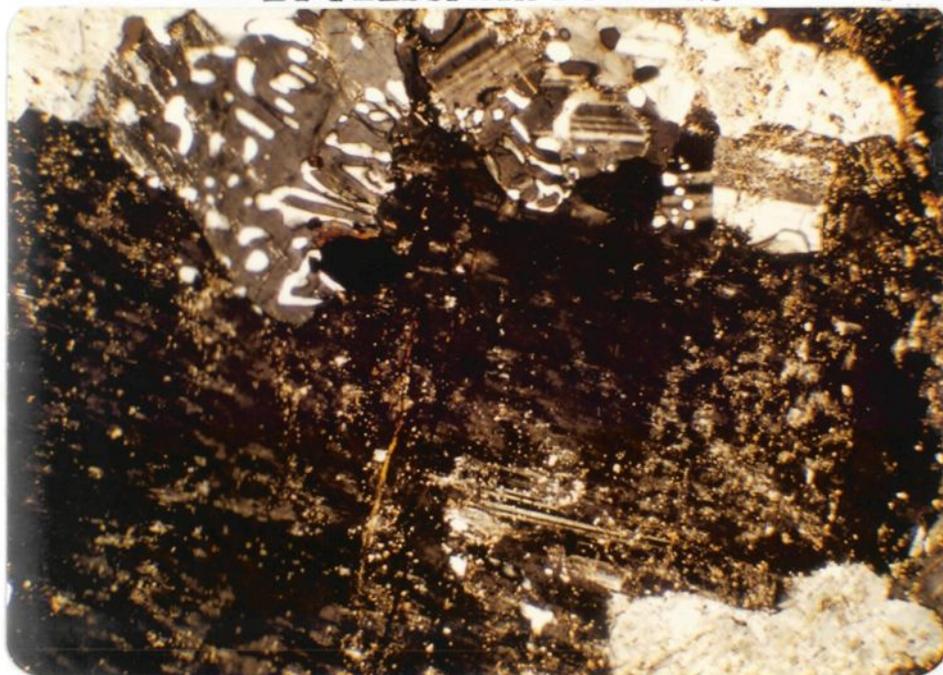


FIGURE 40 - FIGURES MYRMÉKITIQUES ENTRE PLAGIOCLASE
ET FELDSPATH POTASSIQUE - S B 1 - (EM 61) -



1mm

b.) - Discussion :

Compte tenu du faible de degré de déformation que présentent ces roches, de l'absence de phases de migmatisation; compte tenu du lien qu'elles semblent avoir avec les dykes d'aplite et de pegmatite granitique qui recoupent les formations plus anciennes (soit les roches des secteurs S D, S C, et S B 1), nous pouvons avancer, en accord avec les observations de Benoît et Valiquette (1971), qu'elles sont plus jeunes que les roches du Complexe anorthositique et qu'elles sont probablement tardi-grenvilliennes car légèrement tectonisées.

111.- DISCUSSION - MODÈLE DE FORMATION DE LA PARTIE
SUD-CUEST DU COMPLEXE ANORTHOSITI-
QUE DU LAC SAINT-JEAN :

111.1 - INTRODUCTION -

Dans la partie 11, nous avons décrit les caractéristiques pétrographiques, texturales et structurales des unités lithologiques reconnues, à savoir :

- les roches du Complexe anorthositique : S G - S H - S D
- les roches du Contact, c'est-à-dire de l'encaissant : S C
- les roches de Bordure : S B ,

ainsi que les diverses générations de dykes qui les recoupent :

- dykes d'amphibolite
- dykes d'aplite et pegmatite granitique.

Dans cette troisième partie nous allons reprendre l'analyse des traits géologiques essentiels , et compte tenu de nos observations, des travaux réalisés au Nord du Massif par Hocq (1977), Kehlenbeck (1972 a, 1972 b) et à l'est par Woussen et al (1981 a, 1981 b), Dimroth et al (1981), Owen et al (1979), Owen (1981); des recherches effectuées dans la province de Nain par Emslie (1969, 1973, 1975, 1978) ; des travaux entrepris par Martignole et Schrijver (1970 a, 1970 b, 1973) Martignole (1975, 1979), et Barraud (1977) sur le massif de Morin dans la province de Grenville au Nord de Montréal , nous proposerons un modèle de mise en place de la zone Sud-Cuest du Complexe anorthositique du Lac Saint-Jean.

111.11 - SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS ET DONNÉES PÉTROLOGIQUES :

A la suite de nos observations et analyses , et compte tenu des travaux de base relatifs au problème géologique qui nous intéresse, un certain nombre d'évidences pétrologiques, relatives à la formation et à la mise en place du Complexe igné anorthositique, peuvent être évoquées.

111.11.1 - Origine profonde du magma parent :

Une masse magmatique de nature tholéitique à olivine (Emslie, 1978) issue du manteau supérieur, monte vers la base de la croûte, à l'occasion d'une période où l'activité thermique a pu être anormalement élevée (Baragar, 1975 et Emslie, 1978).

L'origine et la nature de ce magma peuvent être suggérées par la présence de deux familles d'hypersthène riches en lamelles d'exsolution de plagioclase (pyroxène 1 - secteur S H 2) , et en lamelles d'exsolution de clinopyroxène (pyroxène 2 - secteur S H 1).

- Les mégacristaux d'hypersthène :

Sans reprendre la discussion qui a été faite sur les mégacristaux d'hypersthène riches en lamelles d'exsolution de plagioclase et de clinopyroxène, nous rappelons les conclusions retenues lors de nos observations sur les roches des secteurs S H 1 et S H 2 :

- Les pyroxènes de type 1 à lamelles d'exsolution de plagioclase (S H 2) ont pu cristalliser dans un magma basique, riche en Al au niveau du manteau (Emslie, 1975).
- La montée de ce magma, issu du manteau, vers la base de la croûte aura permis l'amorce d'une différenciation magmatique, avec formation d'une première génération de plagioclase et d'hypersthène de type 2, en position intercumulus (S H 1), à lamelles d'exsolution de clinopyroxène. Les leuconorites analysées dans ce secteur présentent une texture ignée primaire bien conservée.

111.11.2 - Le palier sous crustal :

Le comportement mécanique du magma parent, depuis sa mise en mouvement dans le manteau jusqu'à la base de la croûte, est contrôlé par les propriétés physiques spécifiques de ce matériel (figure 41) .

Kushiro (1980) a montré :

- que la viscosité d'un magma tholéitique à olivine diminue de la surface vers la profondeur, passant de 100 poises en surface à 20 poises à 60 Km de profondeur ;
- que la densité d'un magma tholéitique à olivine augmente de la surface vers la profondeur, passant de 2,62 à 3,00.

Ces propriétés ont pour effet de favoriser une montée " rapide "

du magma dans le manteau, et de provoquer son ralentissement à l'interface croûte-manteau. Un palier sous crustal est alors possible.

111.11.3 - Les transformations au niveau du palier sous crustal :

Le matériel tholéïtique a atteint la base de la croûte, et selon les modèles suggérés par Bridgwater (1974) et Emslie (1978), il a tendance à s'y accumuler, et à édifier une arche magmatique au niveau de laquelle un certain nombre d'événements pétrologiques vont s'opérer.

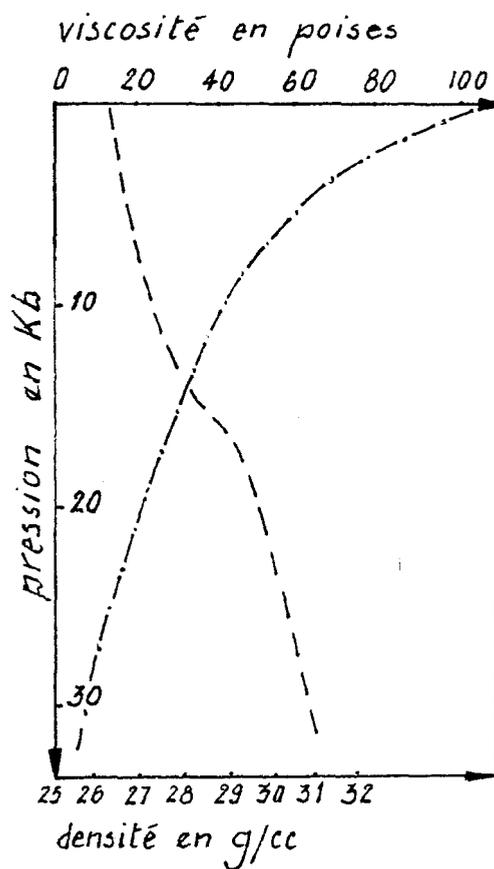
a.) - Les transformations dans la chambre magmatique :

La pétrologie :

- Martignole (1975) montre, en s'appuyant sur les prévisions d'Emslie (1970), que lors de la montée du magma, la chute de pression lithostatique qu'il subit a pour effet de provoquer un élargissement du champ des plagioclases dans le système Pl - Di - En, avec leur précipitation massive.

- Les textures ignées primaires observées notamment dans les anorthosites des secteurs S G et S H, avec plagioclase en position cumulus , olivine et pyroxène en position intercumulus, nous autorisent à parler d'une cristallisation fractionnée sous haute pression: olivine et pyroxène recristallisés, protoclastes de plagioclase myrmékitisés en sont autant d'indices.

FIGURE 41. VARIATIONS DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES,
D'UN MAGMA THOLÉITIQUE À OLIVINE, AVEC LA PROFONDEUR.
(d'après Kushiro - 1980)



..... viscosité
----- densité

- Green (1969) a montré que les plagioclases ont tendance à s'enrichir en albite avec la pression.

 - Compte tenu des pressions qui agissent à la base de la croûte, on pourrait prévoir l'apparition de plagioclases dont la calcicité est inférieure à celle mesurée sur ceux rencontrés dans les basaltes. En effet, la calcicité des plagioclases des secteurs S G et S H est de l'ordre de An 50, alors qu'elle est habituellement plus élevée dans les roches de nature basaltique de surface: An 50 à An 85 (Hyndman, 1972).

 - Les domaines de stabilité des plagioclases en fonction de la pression et de la température ont été définis par les travaux de Boyd et England (1963), Lindsley (1969). Kushiro (1980), en conformité avec ces résultats, et compte tenu des variations de densité des plagioclases en fonction de la pression pour des calcicités de An 90 à An 65, montre que la densité du bain silicaté suit une courbe dont la pente est positive si la pression augmente, et que la densité des plagioclases qui apparaissent varie dans le même sens. Cette variation suit cependant une courbe dont la pente est moins forte.
- Ainsi, on peut prédire que les plagioclases susceptibles de se former dans un bain basaltique auront tendance à flotter au-dessus du liquide, sous toute pression.
- Si comme l'a montré Martignole (1975), on peut noter une précipitation rapide des plagioclases, ceux-ci auront

tendance à se regrouper dans la partie supérieure de la chambre magmatique.

- La structure :

- Sur le plan structural nous avons relevé sur le terrain, entre Alma et le secteur de Desbiens, des évidences de litage rythmique :

- anorthosite - leucotroctolite, secteur S G
- anorthosite - leuconorite, secteur S H
- anorthosite - métaleucotroctolite, secteurs S D 1, S D 2
- anorthosite métaleuconorite, secteur S D 3.

De telles structures, reconnues ailleurs dans le massif: région de Saint-Henri de Taillon (1982), Réservoir Pipmuacan (Hocq, 1977), pourraient être la conséquence du refroidissement du matériel igné dans un environnement loin de toute activité orogénique , et correspondrait à la période anorogénique proposée par Emslie (1978), favorisant l'édification d'un Complexe anorthositique stratiforme.

b.) - Les transformations à la base de la croûte :

Comme nous l'avons suggéré, le réservoir magmatique en position sous-crustale peut, si l'alimentation par la base se poursuit, développer une structure en arche. Barragar (1975), Bridgwater (1974) et Emslie (1978) proposent que ces sites pourraient favoriser une distension de la croûte avec ouverture de fissures verticales. Ces réseaux ouverts autoriseraient l'émission vers la surface de matériel intrusif, tels

les dykes d'amphibolite 11 identifiés par Woussen et al (1981), Dimroth et al (1981), dans la partie Est du massif du Lac Saint-Jean d'une part, la région d'Hébertville (Woussen, 1981 - communication personnelle) d'autre part, et la région du Trou de la Fée secteur de Desbiens.

De plus, la présence de cette arche magmatique chaude a pu, par diffusion thermique, provoquer la fusion partielle des matériaux de la croûte. Cette fusion partielle aura pour effet de donner naissance à un magma. Ce magma " acide " pourra générer la suite des granites 11 et mangerites reconnus par Owen (1981), Woussen et al (1981), Dimroth et al (1981) dans la partie Est du massif, et les suites mangéritiques - charnockitiques qui ceinturent le massif dans le secteur de Bordure et cartographiées par Benoît et Valiquette (1971).

111.11.4 - La mise en place en position intracrustale du Complexe anorthositique :

a.) - Le rôle des couronnes de réaction :

La présence des couronnes de réaction dans les anorthosites montrent, qu'à un moment donné de leur histoire, les anorthosites ont été placées en position de pression et de température telles que plagioclase et olivine se trouvèrent en déséquilibre.

L'argumentation, avancée par Woussen et al (1981), proposant une montée des anorthosites à l'état subsolidus à travers une croûte portée au faciès granulite pour la région orientale

du massif, peut être reprise pour la partie occidentale compte tenu des évidences pétrologiques reconnues.

Ces auteurs ont regroupé sur un diagramme (figure 42), la marche des transformations subsolidus des anorthosites, en fonction des courbes expérimentales de pression et température délimitant les champs de stabilité des minéraux suivants :

- 1 - Olivine - Plagioclase
- 11 - Spinelle - Pyroxène
- 111 - Grenat - Pyroxène

- Si nous retenons la courbe 3, établie par Irving et Green (1969), comme délimitant les champs de stabilité :

- Olivine - Plagioclase
- Spinelle - Pyroxène

- Si nous suivons l'évolution d'une partie du matériel anorthositique, riche en olivine, dans le domaine de la température compris entre 1000° C et 600° C nous constaterons que :

- le domaine de stabilité 1 compris entre 1000° et 975° Celsius correspond au domaine d'équilibre de l'olivine et du plagioclase, pour des pressions comprises entre 7,5 et 9 Kb ;
- la température continuant à diminuer tout en conservant une pression interne entre 8 et 9 Kb,

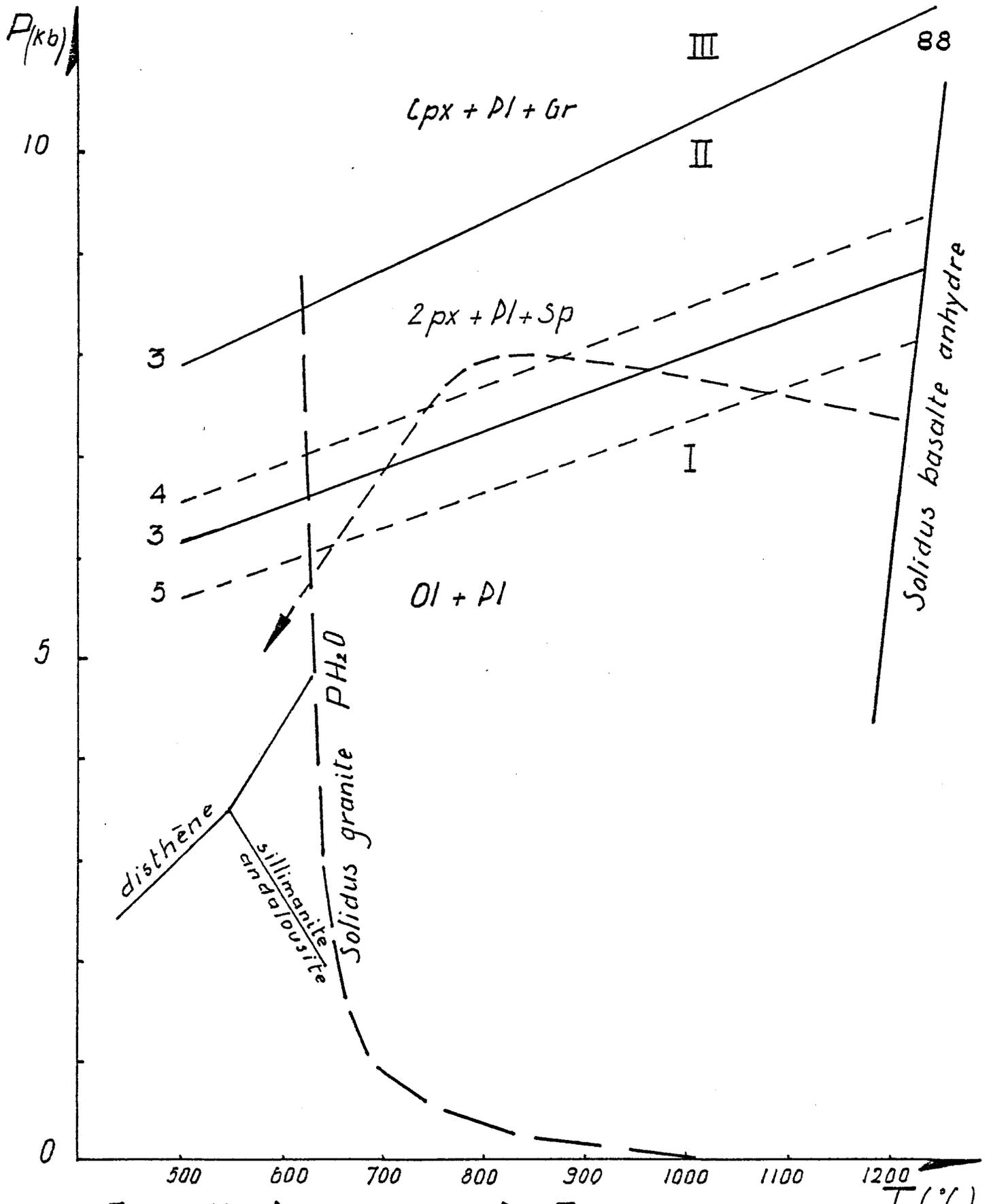


Figure 42 : Diagramme de P et T des réactions subsolidus
 Pl-Ol (d'après Woussen et al - 1981)
 (3) abaques de Irving et Green (1969) - (4) abaque de Green et
 Ringwood (1967) - (5) abaque de Kushiro et Yoder (1966)

la réaction de Griffin et Heier (1973) pourra se réaliser:

Olivine + Plagioclase \rightarrow Orthopyroxène aluminéux + Clinopyroxène aluminéux + Spinelle.

La courbe de Irving et Green (1969) nous indique que nous passons dans le domaine de stabilité 11 - spinelle - pyroxène.

Ces transformations étant possibles, les couronnes apparaissent et demeurent stables si la pression n'augmente pas.

- Si la température et la pression diminuent, les roches quittent le domaine de stabilité: spinelle - pyroxène, et se retrouvent placées à nouveau dans le domaine de stabilité: olivine - plagioclase. D'autres processus de transformations peuvent alors s'amorcer.

Remarques : 1.- Nous n'avons pas identifié de grenats dans les couronnes des roches des secteurs S G, S H, et S D. Ceci nous porte à penser que le domaine de stabilité 111 : grenat - pyroxène n'a pas été atteint. La raison de ce manque serait due au fait, que ce matériel se soit trouvé à un niveau où la pression lithostatique était inférieure à 8 Kb, lors des réactions subsolidus, alors que la température du site réactionnel devait être comprise entre 975 et 700^o Celsius.

2. - Les leucotroctolites du secteur de Saint-Gédéon présentent des couronnes de réactions semblables à celles étudiées par Sapountzis (1975) dans les troctolites précambriennes de Thessalonique en Grèce, soit :

Olivine + Orthopyroxène + Amphibole verte + Spinelle + Plagioclase.

Cet auteur suggère que le clinopyroxène aurait subi un effet d'amphibolitisation, en présence d' H_2O et chute de température.

b.) - Le rôle des lamelles d'exsolution dans les mégacristaux d'Hypersthène :

Par ailleurs des mégacristaux d'hypersthène, riches en exsolution de plagioclase, secteur S H 2, et d'augite, secteur S H 1 ont été analysés. Ces exolutions ont du se réaliser lors de variations de pressions lithostatiques, et internes dans le massif (Emslie , 1975).

Ainsi, la présence de couronnes de réaction, la fréquence des mégacristaux d'hypersthènes riches en lamelles d'exsolution sont autant d'arguments pétrologiques qui nous invitent à proposer le passage d'un niveau sous-crustal à un niveau intra-crustal des anorthosites à l'état subsolide.

TABLEAU 3 - STRATIGRAPHIE

	ÈON	ÈRE	OROGENÈSE
P R É C A M B R I È N	P R O T É R O Z O I Q U E		G R E N V
			945 m. a. = = =
		N É O H É L I K I E N	E L S O N I E N N E
			1390 m. a. = = =
		P A L É O H É L I K I E N	H U D S O N I E N N E
		1750 m. a. = = =	
		A P H É B I E N	K É N O R É E N N E
		2500 m. a. = = =	
	A R C H É E N		

IV - CONCLUSION : MODÈLE DE MISE EN PLACE DE LA PARTIE
SUD-OUEST DU COMPLEXE ANORTHOSITIQUE
DU LAC SAINT-JEAN :

Le tableau 3 rappelle succinctement l'échelle stratigraphique du Protérozoïque pour la province de Grenville.

La figure 43 propose la géologie de détail au contact des anorthosites et de l'encaissant sur rive droite de la rivière Métabetchouan, S D 3.

Ainsi, compte tenu des évidences de terrain et des mécanismes pétrologiques évoqués, il nous est possible de proposer un modèle cohérent de formation et de mise en place de la partie Sud-Ouest du Complexe anorthositique au Précambrien.

A- L'Aphébien - Planche 1

Au cours de la période qui précède l'orogénie hudsonienne (Wynne-Edwards, 1972), des dépôts sédimentaires de plateforme (Owen, 1981) se seraient mis en place sur un sôcle (Pré-hudsonien ?) formant la base des unités protérozoïques.

B- L'orogénèse Hudsonienne - Planche 2

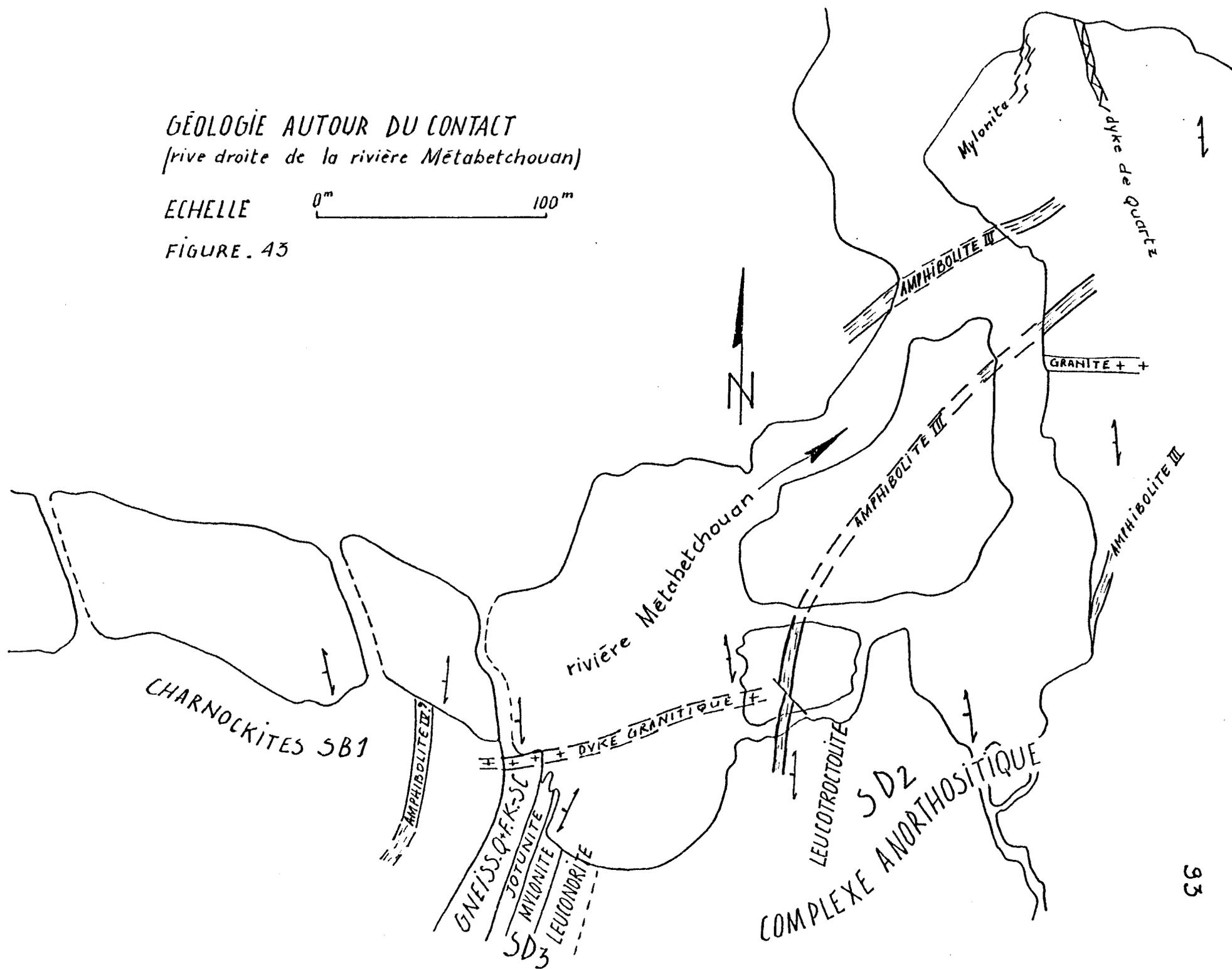
Ces séries sédimentaires, portées par subsidence au faciès granulite, ont pu, lors de l'orogénèse Hudsonienne, voir leurs mécanismes de transformations s'accélérer.

Owen (1981) montre que l'encaissant de la partie Est du Complexe anorthositique est formé de paragneiss, qui selon Doig (communi-

GÉOLOGIE AUTOUR DU CONTACT
(rive droite de la rivière Métabetchouan)

ECHELLE 0^m 100^m

FIGURE. 43



cation personnelle) se seraient déposés vers 1800 m. a. , et auraient été métamorphisés autour de 1482 ± 72 m. a. (Frith et Doig, 1973). Ces paragneiss reconnus dans le secteur d'Hébertville Village par Woussen (non publié, 1981) pourraient bien être les roches les plus anciennes reconnues à l'affleurement dans la région du Lac Saint - Jean.

Les roches, qui pourraient leur correspondre stratigraphiquement dans le secteur de Desbiens, seraient les gneiss quartzo-feldspathiques de S C 3. Ceux-ci, du faciès granulite, rétro-morphosés localement au faciès amphibolite, sont structurellement concordants avec les gneiss et mylonites anorthositiques redressées du S D 3, et les gneiss charnockitiques des unités de Bordure. Nous les avons identifiés comme pouvant être l'encaissant du Complexe anorthositique.

C- Les événements liés au Paléohélikien - Planche 3

Au cours du Paléohélikien, et jusqu'à l'événement thermique Elsonien, un magma tholéitique à olivine est généré dans le manteau. Ce magma de source pétrographique inconnue, mais probablement mantellique (Woussen et al, 1981), a pu s'élever à partir de points chauds vers la base de la croûte.

Lors de cette première migration, manteau vers croûte, une génération précoce de minéraux pourra cristalliser. Ce sont les mégacristaux d'hypersthène 1 (secteur S H 2), puis d'hypersthène 2 (secteur S H 1).

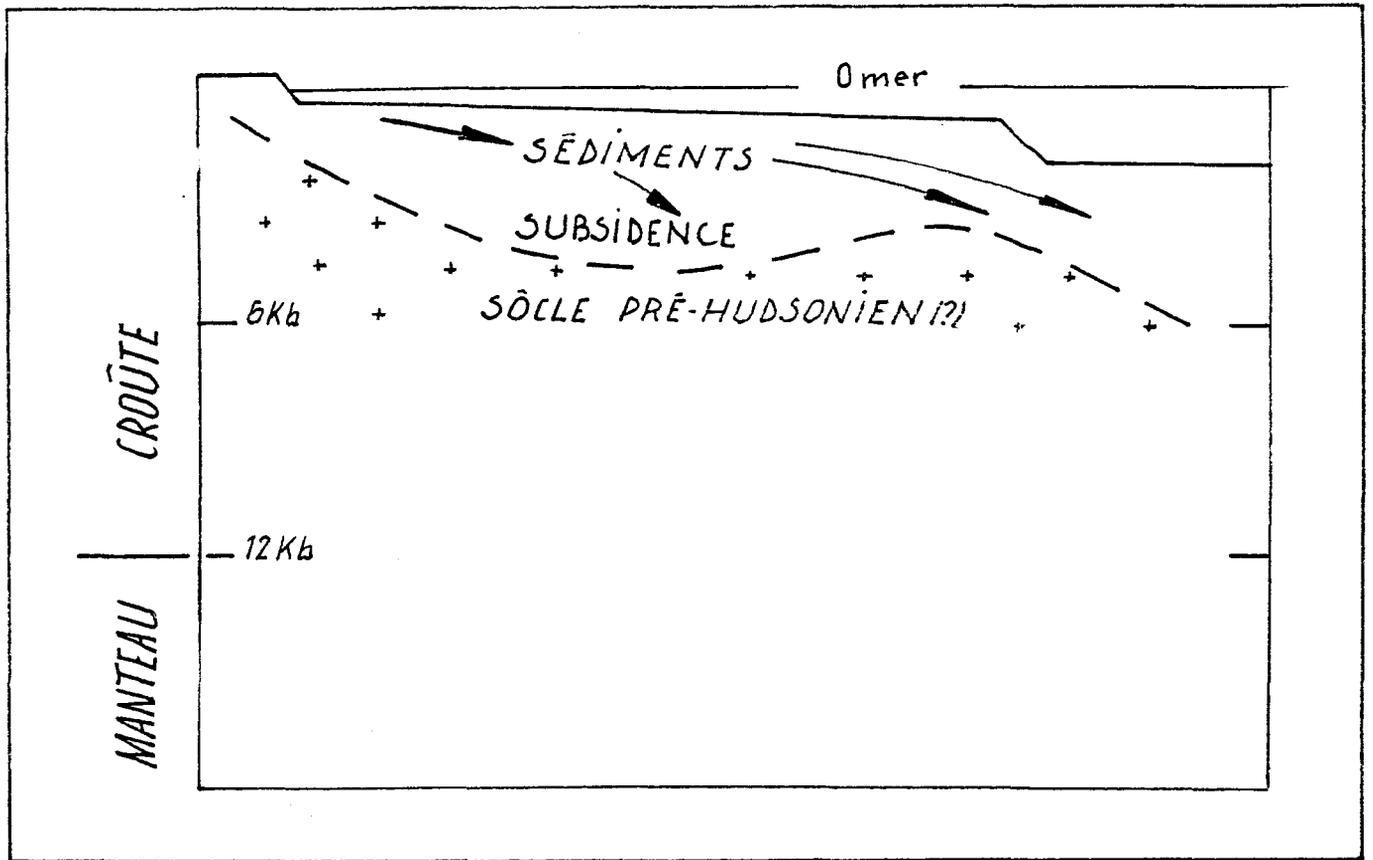
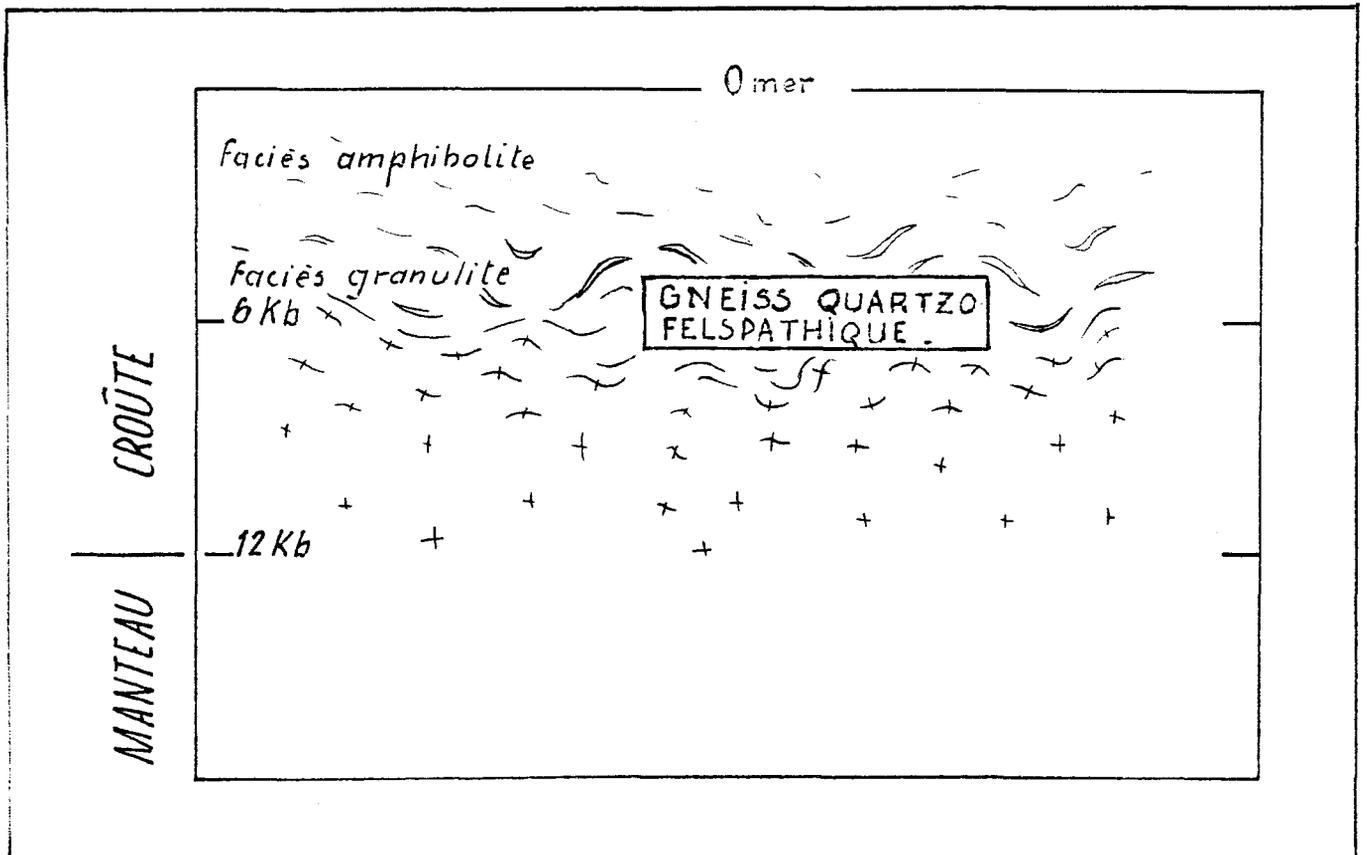


PLANCHE 2

-1750 m.a. ÉVÈNEMENTS HUDSONIENS-



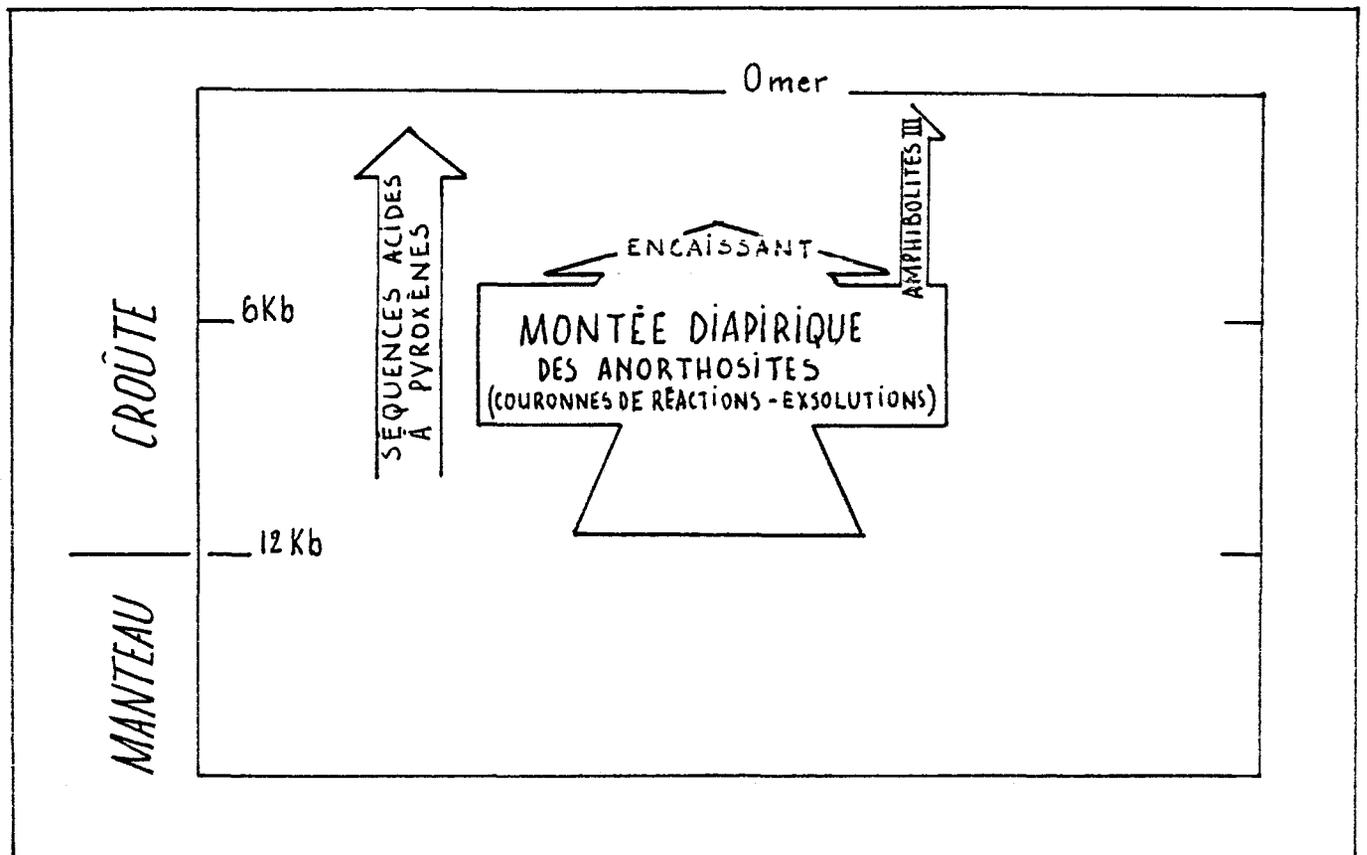
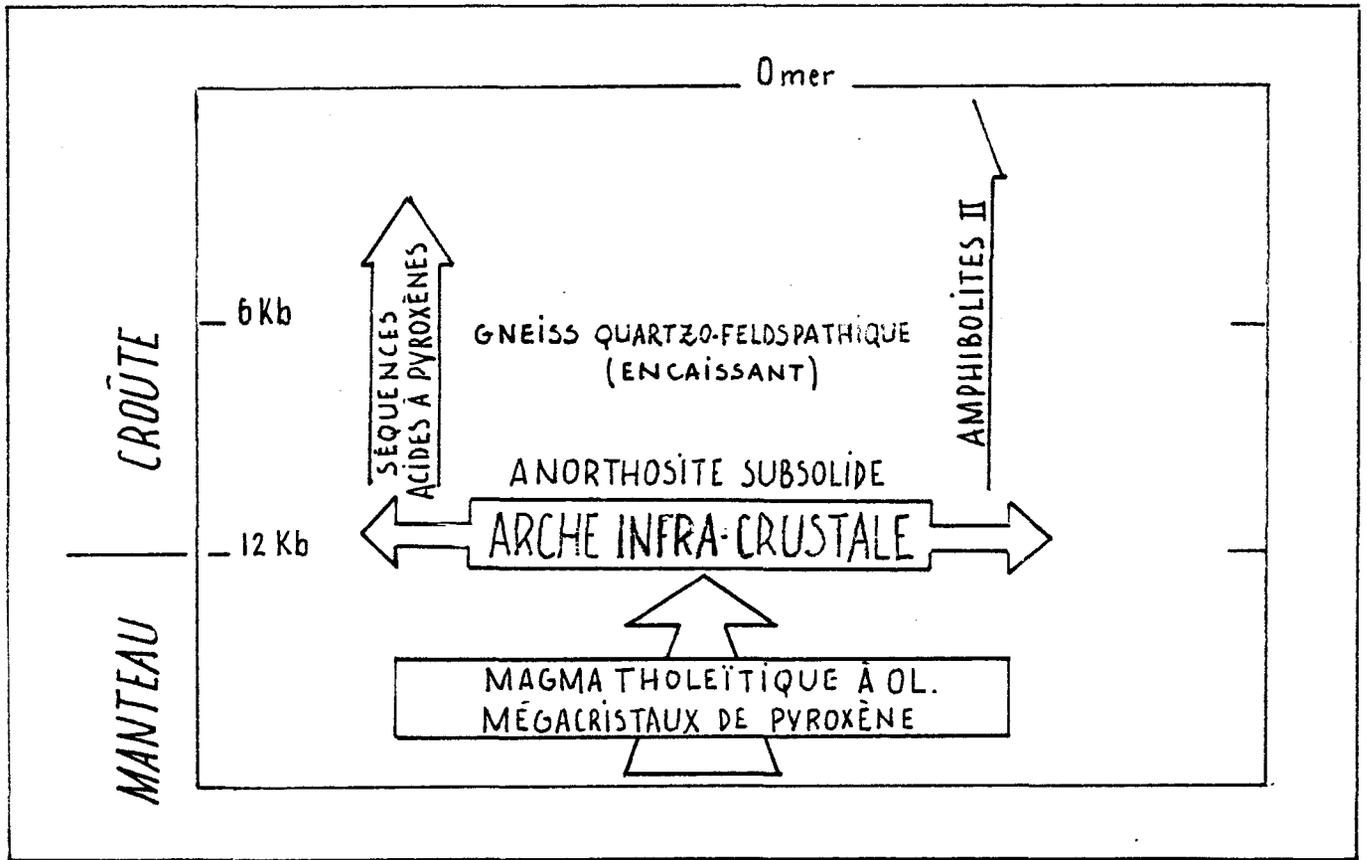
Conformément aux prévisions de Kushiro (1980), ce magma de nature tholéitique à olivine amorcera un palier ascensionnel en position sous-crustale. L'intrusion du magma, à la base de la croûte, le place dans un milieu où la pression lithostatique est moins sévère. Cette chute de pression provoque un élargissement du champ du plagioclase (Emslie, 1970) dans le système P_1 Di En, avec précipitation massive de plagioclases de composition intermédiaire (Martignolle, 1975). Bien qu'il n'y ait pas de pyroxène calcique dans les roches étudiées, par analogie avec ce système, nous supposons qu'effectivement que le champ des plagioclases s'élargit lorsque la pression diminue.

La présence de cet intrusif développera un édifice structural en arche (Bridgwater, 1974 et Emslie, 1978) à la base de la croûte. Baragar (1975) suggère que cette arche sous crustale pourrait favoriser une amorce de rifting, avec ouverture de fissures verticales. Ces réseaux de fractures autoriseraient l'émission momentanée de dykes basiques vers la surface (= les dykes d'amphibolites 11, Woussen et al, 1981).

Enfin, il est concevable de prévoir qu'à proximité de l'arche, et par diffusion thermique de cette source chaude, la croûte inférieure produise, par anatexie, une première génération de roches acides à pyroxènes rattachées aux unités de Bordure (Emslie, 1978, Benoît et Valiquette, 1971).

D- Les événements syn et post elsoniens - Planche 4

L'alimentation continue, en matériel tholéitique du réservoir



sous-crustal, est entretenue par un gradient thermique anormalement élevé lié à l'événement Elsonien.

Conformément aux prévisions de Kushiro (1980), les plagioclases récemment formés migrent à la partie supérieure du magma. Cette migration nous autorise à évoquer un déplacement des anorthosites, ainsi générées, vers des sites intra-crustaux.

- a. - La montée des plagioclases est révélée par la présence de reliques de mécanismes réactionnels identifiés dans ces roches :
- les lamelles d'exsolution de plagioclase et de clinopyroxène dans les mégacristaux d'hypersthène des secteurs S H 1 et S H 2;
 - les couronnes à noyau d'olivine qui correspondent à des réactions subsolidus de ferromagnésiens avec le plagioclase sous des pressions comprises entre 8 Kb et 6 Kb, et des températures comprises entre 1000 et 700 ° Celsius (Woussen et al, 1981) ;
 - les gneiss quartzo-feldspathiques, stratigraphiquement rattachés aux paragneiss de la partie orientale du Complexe du Lac Saint-Jean - formés au faciès granulite, sont intrudés par un matériel dont les conditions de cristallisation furent plus sévères, soit les anorthosites. Ces gneiss représentent vraisem-

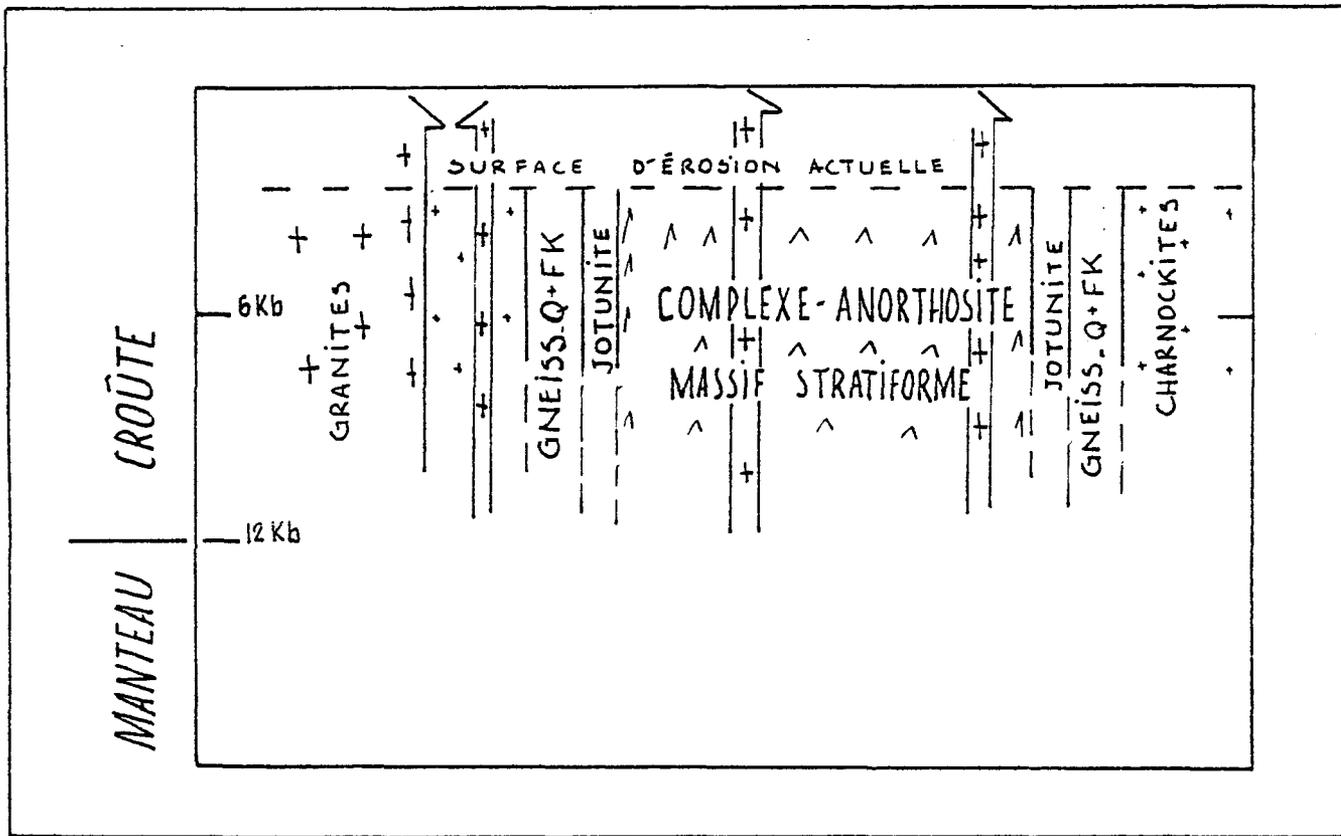
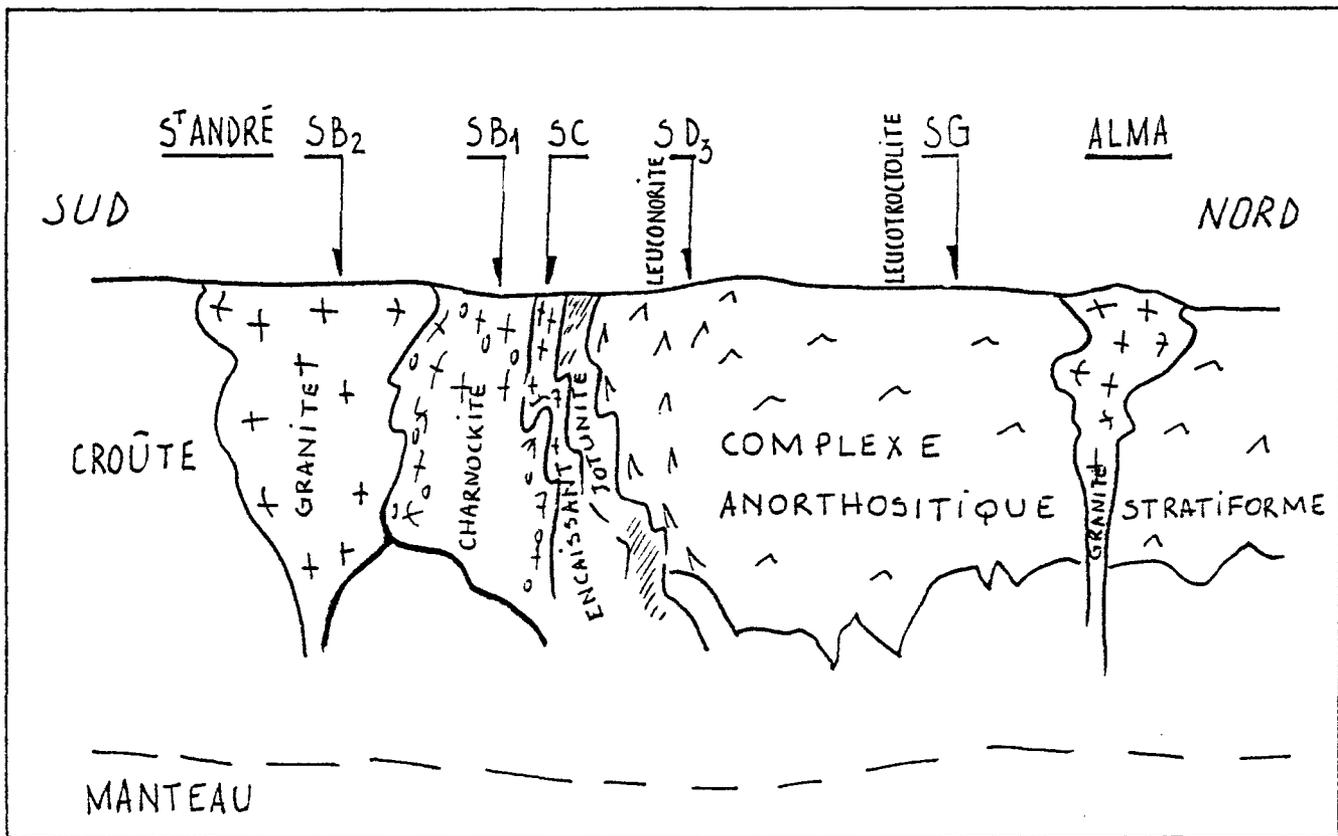


FIGURE 44 . COUPE GÉOLOGIQUE NORD-SUD



blement les roches de l'encaissant.

b. - Structuralement, des évidences de terrain montrent une géométrie concordante, avec foliations parallèles, dans les secteurs S D 3, S C et S B 1 (figure 43), de direction N-S et de pendage subvertical. Il nous est alors possible de suggérer ici, les mécanismes énoncés par Martignole et Schrijver (1970) relativement à la mise en place du massif de Morin :

- montée à l'état solide à subsolide des anorthosites, suivant un style diapirique dont les modèles expérimentaux de Ramberg (1967) rendent compte.

- Cette montée s'arrêtera , lorsque l'équilibre de densité entre les roches montantes et les roches intrudées (l'encaissant) sera atteint. Il est ainsi peu probable, que les anorthosites aient pu atteindre la surface.

Dans l'état actuel des affleurements, il ne fait pas de doute que la partie supérieure de l'édifice soit oblitérée par l'érosion.

c. - La mise en place des anorthosites a pu s'opérer suivant des trajets voisins de ceux empruntés par les séries charnockitiques et mangéritiques. L'étude de ces massifs mangéritiques

et charnockitiques comparée aux montées granitiques devrait permettre d'établir une chronologie cohérente dans les mécanismes de mise en place des principales séquences, à l'intérieur et à l'extérieur du Complexe anorthositique.

- d. - Le style stratiforme, des roches du Complexe anorthositique, indique que sa mise en place s'est effectuée en période de faible activité orogénique.
- e. - Enfin, lors de cette ascension, d'autres émissions verticales de matériel basique ont pu s'effectuer à travers la croûte = dykes d'amphibolite 111 et 1V (Woussen et al , 1981), recoupant les unités antérieures.
- f. - Le niveau jotunique reconnu sur le secteur S D 3, entre les métaleuconorites et les gneiss quartzofeldspathiques, est discontinu. Il a pu participer à la mise en place des anorthosites (Martignole, 1975), et jouer le rôle de liquide lubrifiant lors du passage du niveau sous-crustal au niveau intra-crustal de celles-ci. La cristallisation de ce matériel ayant pu être tardive, comme le suggère ailleurs Emslie (1978).

E- Les événements tardi-grenvilliens - Planche 5

Lors de la description des caractères pétrographiques et struc-

turaux des secteurs S D - S C - S B, nous avons relevé la présence de dykes d'aplite et de pegmatite granitique sécants aux unités lithologiques. Nous avons souligné l'existence d'une de ces intrusions, recoupant à la fois les roches des secteurs S D 3 - S C et S B.

Ce matériel granitique renferme parfois des enclaves d'anorthosite, en particulier à la carrière Saint-Georges à l'Ouest d'Alma. Il correspond probablement aux dernières phases ignées, liées à l'histoire de la partie Sud-Ouest du Complexe anorthositique du Lac Saint-Jean.

La figure 44 reprend pour la région comprise entre Alma au Nord et Saint-André du Lac au Sud l'essentiel des observations, et suggère une synthèse succincte de ce qui est actuellement visible.

LISTE DES REFERENCES

- BARAGAR W. R. A. (1975) - Volcanism of the Stable Crust, In: W. R. A. Baragar, L. C. Coleman, J. M. Hall, Volcanic regimes in Canada. Geol. Ass. Canada, Sp. Pap. 16, pp 379-405
- BARD J. P. (1980) - Microtextures des roches magmatiques et métamorphiques. Masson ed. - 192 p
- BARRAUD C. (1977) - Evolution tectonique des granulites de la région de Pine Hill, SW du Complexe anorthositique de Morin, Province Grenville, Québec. Thèse PhD - U de Montréal - 201 p
- BENOIT F. W. et VALIQUETTE G. (1971) - Rapport Géologique 140 - Région du Lac Saint Jean (Partie Sud), Québec. Min. Ric. Nat. - 24 p
- BERRANGE J. P. (1962) - The Plutonic Geology of the Grenville Province North of Lake Saint John, Québec, unpubl. PhD Thesis - U of London - 451 p
- BOYD F. R. et ENGLAND J. L. (1963) - Effect of Pressure on the Melting of Diopside $\text{Ca Mg Si}_2\text{O}_6$, and Albite $\text{Na Al Si}_3\text{O}_8$ in the Range up to 50 Kb. J. Geophys. Res. 68, pp 311-323
- BRIDGWATER D. et WINDLEY B. R. (1973) - Anorthosite Post-Crogonic Granites, Acid Volcanic Rocks and Crustal Development in the North Atlantic Shield During the Mid Proterozoic. The Symposium on Granites, Gneiss and Related Rocks (1971). Lister L. A. ed., Sp. publ., Geol. Soc. South Africa, V 3, pp 307-316
- BRIDGWATER D., SUTTON J. et WATTERSON J. (1974) - Crustal Down Folding with Igneous Activity. Tectonophysics, V 21, pp 57-77

- DEWEY J.F. et BURKE O.A. (1973) - Tibetan Variscan and Precambrian Basement Reactivation Products of Continental Collision. *J. Geol.*, V 81, pp 683-692
- DIMROTH E., WOUSSEN G. et ROY D.W. (1981) - Geological History of the Saguenay Region (Central Granulite Terrane of the Grenville Province), a working Hypothesis. *Can. J. Earth Sci.*, V 18, N 9, pp 1506-1522
- DOIG R. (1977) - Rb-Sr Geochronology and the Evolution of the Grenville Province in Northwestern Canada. *Geol. Soc. America Bull.*, V 88, pp 1843-1856
- DOIG R. et BARTON J.M. (1968) - Ages of Carbonatites and other alkaline rocks in Quebec. *Can. J. Earth Sci.*, V 5, pp 1401-1407
- DRESSER J.A. et DENIS T.C. (1946) - Rapport Géologique 20. La Géologie du Québec. *Min. des Mines, Québec*
- EMSLIE R.F. (1975) - Nature and Origin of Anorthositic Suites. *Geosc. Canada* 2, pp 99-104
- EMSLIE R.F. (1975) - Pyroxène Megacrysts From Anorthosite Rocks: New Clues of the Sources and Evolution of the Parent Magmas. *Can. Mineral.*, V 13, pp 138-145
- EMSLIE R.F. (1978) - Anorthosite Massif, Rapakivi Granites, and Late Proterozoic Rifting of North America. *Prec. Res.* 7, pp 61-98
- FRITH R.A. et DOIG R. (1973) - Rb-Sr Isotopic Ages and Petrologic Studies of the Rocks in the Lac Saint Jean area, Québec. *Can. J. Earth Sci.*, V 10, pp 881-899
- GREEN D.H. (1969) - High Pressure Experimental Studies on the Origin of Anorthosite. *Can. J. Earth Sci.*, V 12, pp 844-849

- GREEN D.H. et HIBERSON W. (1969) - The Instability of Plagioclase in Peridotite at High Pressure. *Lithos* 3, pp 209-221
- GREEN D.H. et RINGWOOD A.E. (1967) - An Experimental Investigation of the Gabbro to Eclogite Transformation and its Petrological Application. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 13, pp 767-833
- GRIFFIN W. L. (1970) - Genesis of Coronas in Anorthosites of Upper Jotnun Nappe, Indre Sogn Norway. *J. Petrol.*, V 12, Part 2, pp 219-243
- GRIFFIN W.L. et HEIER K.S. (1973) - Petrological Implications of some Corona Structures. *Lithos* 6, pp 315-335
- HESS H.H. (1941) - Pyroxenes of Common Mafic Magmas. *Am. Mineral.*, V 26, pp 515-535, 573-594
- HESS H.H. (1960) - Stillwater gneous Complex Montana. A Quantitative Mineralogical Study. *Memoir 80. Geol. Soc. America Bull.* - 230 p
- HIGGINS M.D. et DOIG R. (1981) - The Sept Iles Anorthosite Complex - Field Relationship - Geochronology and Petrology. *Can. J. Earth Sci.*, V 18, N 3, pp 561-573
- HOCQ M. (1977) - Contribution à la connaissance pétrostructurale et minéralogique des massifs anorthositiques et mangéritiques de la région du réservoir Pipmucan, Québec. PhD - U de Montréal, 3 V + annexe - 699 p
- HYNDMAN D.W. (1972) - Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks. Mc Graw-Hill Book Company ed. - p 533
- IRVING A.T. et GREEN D.H. (1969) - Experimental Duplication of Mineral assemblages in Basic Inclusion of Delegate Breccia Pipes. *Phys. Earth Planet. Interiors*, 3, pp 385-389

- ISACHEN Y. W. (1969) - Origin of Anorthosite and Related Rocks. New York State Museum and Science Service. Memoir 18. 466 p
- KEHLENBECK M. M. (1972 a) - Tectonic Evolution of the Rouvray Anorthosite Massif. Quebec. Can. J. Earth Sci., V 9, pp 1640-1649
- KEHLENBECK M. M. (1972 b) - Deformation Textures in the Rouvray Anorthosite Massif. Quebec. Can. J. Earth Sci., pp 1087-1098
- KEHLENBECK M. M. (1974) - Some Chemical Characteristics and Variations of neiss, Intermediate Intrusive Rocks and Anorthosite in the Rouvray Map Area. Quebec. Can. J. Earth Sci., V 11, pp 1689-1703
- KUSHIRO J. et YODER H. S. (1966) - Anorthosite - Forsterite and Anorthosite - Enstate Reactions and their Bearing on the Basalt-Eclogite Transformation. J. Petrol., V 9, pp 337-362
- KUSHIRO J. (1979) - Fractional Crystallisation of Basaltic Magma, In: The Evolution of the Igneous Rocks, H. S. YCDER Jr. ed., Princeton University Press, pp 171-199
- KUSHIRO J. (1980) - Viscosity, Density, and Structure of Silicate Melts at High Pressures, and their Petrological Applications, In: Physics of Magmatic Processes, R. B. HARGRAVES ed., Princeton University Press, pp 93-120
- LASALLE P. et TREMBLAY G. (1978) - Rapport Géologique 191. Dépôts meubles - Saguenay Lac Saint Jean, Québec. Min. Ric. Nat. - p 61
- LAURIN A. F. et SHARMA K. N. M. (1975) - Rapport Géologique 161. Région des rivières Mistassini Péribonka et Saguenay, Québec. Min. Ric. Nat. - 89 p
- LINDSLEY D. H. (1969) - Melting Relations of Plagioclase at High Pressures, In: Origin of Anorthosite and Related Rocks, Y. W. Isachen, Memoir 18, New York State Museum and Science Service. - 466 p

- MARTIGNOLE J. (1974) - Le chimisme du Complexe anorthositique de Morin et son apport au problème des anorthosites. *Cont. Min. Petrol.*, V 44, pp 117-137
- MARTIGNOLE J. (1975) - Le Précambrien dans le Sud de la Province tectonique de Grenville. Etude des formations Catégoriales et des complexes anorthositiques. Doctorat d'état, Toulouse, - 405 p
- MARTIGNOLE J. (1979) - Charnockite Genesis and the Proterozoic Crust. *Prec. Res.*, V 9, pp 303-310
- MARTIGNOLE J. et SCHRIJVER K. (1970 a) - Tectonic Setting and Evolution of the Morin Anorthosite, Grenville Province, Québec. *Bul. Geol. Soc. Finland.* 42, pp 165-209
- MARTIGNOLE J. et SCHRIJVER K. (1970 b) - The Level of Anorthosites and its tectonic Pattern. *Tectonophysics*, V 10, pp 403-409
- MARTIGNOLE J. ET SCHRIJVER K. (1973) - Effect of Rock Composition on Appearance of GARNET in Anorthosite - Charnockite Suites. *Can. J. Earth Sci.*, V 10, pp 1132-1139
- MCRSE S.A. (1975) - Plagioclase Lamellae in Hypersthene. Tikkoatokkah Bay. Labrador. *Earth Planet. Sci. Letters*, V 26, pp 331-336
- OWEN V., DIMROTH E. et WOUSSEN G. (1980) - The Old Gneiss Complex East of Chicoutimi, Quebec. Current Research, Part A, *Geol. Survey of Canada. Pap.* 80-1A, pp 137-146
- OWEN V. (1981) - Petrography of Leucocratic Segregations in the Migmatitic Old Gneiss Complex East of Chicoutimi, Quebec. *Mémoire de Maîtrise non publ.*, U du Québec à Chicoutimi, - 172 p
- PRICE R.A. et DOUGLAS R.J.W. (1972) - Variations in Tectonic Styles in Canada. *Geol. Ass. Canada. Sp. Pap.*, 11, 688 p

- RAMBERG H. (1967) - Gravity, Deformation and Earth's Crust, as Studied by Centrifuged Models. Academic Press, - 205 p
- SAPOUNTZIS E.S. (1975) - Coronas From the Thessaloniki Gabbros, North Greece. Cont.Min.Petrol. , 51, pp 197-203
- WOUSSEN G. , DIMROTH E. , CORRIVEAU L. , et ARCHER P. (1981 a) - Crystallisation and Emplacement of the Lac Saint Jean Anorthosite Massif, Quebec. Cont.Min.Petrol. , 76, pp 346-350
- WOUSSEN G. , DIMROTH E. , ROY D.W. , et CHOWN E.H. (1981 b) - Sequence of Geological Events in the Saguenay Area, Quebec, Based on dyke Chronology. Grenville Club Guide Book - 106 p
- WYLLIE P.J. (1977) - Crustal Anatexis: An Experimental Review. Tectonophysics, V 43, pp 41-71
- WYNNE - EDWARDS H.R. (1972) - The Grenville Province, In: Variations in Tectonic Styles in Canada. R.A. PRICE R.J.W. Douglas ed. , Geol.Ass.Canada, Sp.Pap. 11, pp 263-334
- YODER H.S. Jr (1979) - The Evolution of the Igneous Rocks. Princeton University Press - 558 p

APPENDICE 1 -

TABLEAU A	=	Identification des Plagioclases
TABLEAU B	=	Minéralogie des dykes et mylonites de S D
TABLEAU C	=	Minéralogie et textures des roches du secteur de Bordure

TABLEAU A - IDENTIFICATION DES PLAGIOCLASES

ECHANTIL - LON	EM52 63-81	65-81	EM47 d-81	EM43 58-81	56-81	EM37 49-81	EM36 44-81	42-81	36-81
TEMPERA- TURE	25.1	24.3	25.3	24.7	25.0	25.1	25.1	24.5	24.4
INDICE	1.551	1.553	1.554	1.555	1.554	1.554	1.555	1.555	1.555
% MOL. AN	42	45	47	50	47	47	50	50	50

ECHANTIL- LON	33-81	32-81	29-81	23-81	13-81	11-81	11-81	8-81	EM15 5-81
TEMPERA- TURE	25.0	25.5	25.0	25.8	25.5	24.4	24.7	25.1	25.2
INDICE	1.554	1.553	1.553	1.552	1.556	1.553	1.553	1.555	1.553
% MOL. AN	47	45	45	44	52	45	45	50	45

ECHANTIL- LON	EM12 2-81	EM8 126	EM7 124	112	107	EM1 100	EM21 151	EM23 153	EM87 156	EM89 157
TEMPERA- TURE	24.6	24.3	24.4	25.7	25.1	25.9	25.0	25.2	25.0	25.2
INDICE	1.555	1.553	1.551	1.555	1.551	1.556	1.551	1.555	1.554	1.555
% MOL. AN	50	45	42	50	42	52	42	50	47	50

REMARQUES : La détermination de la calcicité des plagioclases est réalisée à partir de leurs propriétés optiques en immersion, dans une huile d'indice de réfraction connue. Pour chaque échantillon analysé, une série de six mesures ont été faites. Les valeurs mesurées correspondent à l'indice obtenu par la méthode du liseré de Becke. Les résultats et les teneurs en % mol. d'anorthite sont identifiés à partir d'abaques établies par Morse (1960), et reportés sur le tableau ci-contre.

Les échantillons chiffrés de 63-81 à 100 font partie de S D .

Les échantillons chiffrés de 151 à 157 font partie de S G - S H.

TABLEAU B - MINÉRALOGIE DES DYKES ET MYLONITES
DE S D -

Minéraux Sites	Q	FK	Pl	B	Op	Hbl	Ap	Chl	Ep	Sph	Z	Scap	phi	C	- Textures Roches -
25EM32 c r			80												Mylonite à Biotite
	x			12					2	x	1	5		x	
68EM72			23	17	10	42	x	8			x				Amphibolite nématoblastique
114EM67 c r m	10		16		1	2	1			3					Amphibolite lépidoblastique
				65											
115EM81 r m			20	40	2	2	1			3		20			Amphibolite lépidoblastique
	5		5						2						
115EM82 c r m			20	1	2	1	1			2	x	18			Amphibolite lépidoblastique
				30											
	22		3												
36F ⁵ EM70 r m	15		20	35	5	1	3		2	7	1				Amphibolite lépidoblastique
	8		7												
36F ⁸ EM71 r m	15		20		5	1	3	35	2	7	1				Amphibolite lépidoblastique
	8		7												
36FEM83 r m	5		10	40	5	2	1		1	1		3			Amphibolite lépidoblastique
	15	15				3									
54EM69 c r m			x								x	5			Amphibolite lépidoblastique
	8		7		5	3		53	2	2					
	13		1					1							

- Légende : c = cumulat. r = restite m = mobilisat.

TABLEAU C - MINÉRALOGIE ET TEXTURES DES ROCHES
DU SECTEUR DE BORDURE

Minéraux Sites	Q	Fk	Pl	B	Hbl	Opx	Cpx	Ol	Ap	Op	Chl	Ep	Sph	Z	T	- Textures Roches
SBI 87EM58	rl rl rm	5 35 7	30 5 7	7 7	7 7				1 1	*	3	*				Roche ru- bannée à hornblende verte
77EM57	rl rm	8 5	2 50	5 *	5 8	6 4			2 5			2 *				Gneiss oeil- lé à pyroxè- nes(charnoc kite)
79EM73	r m	11 10	10 15	12 5	25 4				3 3				2 *	*	*	Amphibolite à biotite migmatiti- sée
80EM62	rl rm	5 5	35 3	8 5	3 10	5 4	10		3 3			*	*			Gneiss oeil- lé à pyroxè- nes (char- nockite)
81EM61	rl rm	5 8	35 5	15 *	5 10	5 5	10		2 2			*	*			Gneiss oeil- lé à pyroxè- nes (char- nockite)
SB2 43.80EM63		13	80	1	5							*	2?			Gneiss oeil- lé graniti- que

Légende : rl = rubannement leucocrate -
rm = rubannement mafique
m = mobilisat
r = restite

APPENDICE II -

TABLEAU D = Textures des plagioclases de
S G

TABLEAU E = Textures des plagioclases de
S H

TABLEAU F = Textures des plagioclases de
S D

TABLEAU D - TEXTURES DES PLAGIÔCLASES - S G

Pc : porphyroclaste $5^{\text{mm}} < \phi < 40^{\text{mm}}$ Mc : mésoclaste $1^{\text{mm}} < \phi < 5^{\text{mm}}$ Gc : granoclaste $\phi < 1^{\text{mm}}$

m = môle

Obs = observations

/ = môle en fuseau rectiligne

∩ = môle en fuseau très courbé

∪ = môle en fuseau courbé

 $\hat{2d}$ = angle d'intersection entre 2 fuseaux

TEXTURES Sites	Pc % m obs	Mc % m obs	Gc % m obs	Texture globale
152(EM21-22)	88% $\hat{2d}=150^\circ$ ∩ myrm. 91% $\int 100^\circ$ myrm.		12% 9%	Protoclastite
154(EM30)	97% $\int 120^\circ$		3%	Protoclastite
153(EM24-23)	83% $\int \hat{2d}=120^\circ$ myrm. 88% $\int 150^\circ$ brouillé		17% 12%	Protoclastite
156(EM86- 87-88)	86% $\int 120^\circ$ 85% $\int 120^\circ$ 85% $\int 120^\circ$	14% $\int 120^\circ$ 15% $\int 120^\circ$ 15% $\int 120^\circ$ alb.		Protoclastite
155(EM84)	85% $\int 90^\circ$	15% $\int 120^\circ$ alb.		Protoclastite
157(EM89)	88% $\int 100^\circ$ $\int 120^\circ$	12% $\int 120^\circ$		Protoclastite
158(EM91- 92-93-94)	75% $\int 90^\circ$ $\int 150^\circ$ cisailés 80% $\int 90-110^\circ$ $\int 150^\circ$ 83% $\int 100^\circ$ kink 83% $\int 120^\circ$	25% $\int 90^\circ$ $\int 150^\circ$ cisail. 20% \int 17% $\int 100^\circ$ 17% $\int 120^\circ$		Protoclastite

TABLEAU E - TEXTURES DES PLAGIOCLASES - S H
 (Mêmes conventions que pour S G)

TEXTURES Sites	Pc% m obs	Mc% m obs	Gc% m obs	Texture globale
150(EM27)		80% $\int \begin{matrix} \hat{2d=} \\ 90^\circ \\ 120^\circ \text{kink} \end{matrix}$	20% \int	Protoclastite
151 (EM25- 26-28)	92% $\int 120^\circ$ Séric. 80% $\int 100^\circ$ kink	7% $\int 120^\circ$ 20% $\int 100^\circ$ 100% $\int 90^\circ$	1%	Protoclastite à porphyroclastite
15.1.8.80 (EM65)	90% $\int \begin{matrix} 90^\circ \text{fract.} \\ 120^\circ \text{pénét.} \end{matrix}$		10%	Protoclastite
6.80 (EM 29)		100% $\int \begin{matrix} \hat{2d} \\ 90^\circ \end{matrix}$		Protoclastite

TABLEAU F - TEXTURES DES PLAGIÔCLASES - S D

(Mêmes conventions que pour S'G)

S D 1

TEXTURES Sites	Pc% m obs	Mc% m obs	Gc% m obs	Texture globale
37. 7. 8. 80		50% \int $\hat{2d}$ \int $\begin{matrix} 90^\circ \\ 110^\circ \end{matrix}$	50% alb. blast	Mortier

S D 2

TEXTURES Sites	Pc% m obs	Mc% m obs	Gc% m obs	Texture globale
100 (EM1)	40% \int $\hat{2d}$ \int $\begin{matrix} 90^\circ \\ 110^\circ \end{matrix}$ fract.	30% \int $\begin{matrix} 90^\circ \\ 110^\circ \end{matrix}$ fract.	30% \int inter lobés blast	Début mortier
104 (EM36)	35% \int $\begin{matrix} 120^\circ \\ \text{kink} \\ \text{bleu} \end{matrix}$	65% \int 90° blast		Porphyroclastique
105 (EM2)		46% \int $\begin{matrix} 90^\circ \\ 120^\circ \end{matrix}$	54% \int blast	Porphyroclastique
124 (EM7)		46% \int 120° Sér. Myrm.	54% \int blast.	Porphyroclastique
126 (EM8)	70% \int $\begin{matrix} 90^\circ \\ 150^\circ \end{matrix}$		30% \int blast	Porphyroclastique
131 (EM9)		30% \int 80° labr.	70% \int 80° labr. blast	Porphyroclastique
115 (EM5)		40% \int alt.	60% \int alt. blast	Granoblastique
2 (EM12)		35% \int 90°	65% \int blast	Oeillée
5 (EM 15)		30% \int très. alt.	70% \int blast	Oeillée
7 (EM16)		50% \int très. alt.	50% \int blast	Porphyroclastique
18 (EM31)	20% \int	80% \int 90° blast		Porphyroclastique

S D 2 suite /

TEXTURES Sites	Pc% m obs	Mc% m obs	Gc% m obs	Texture globale
25(EM32)	35% /		65% / 90° blast	Oeillée
20(EM30)	26% ∫ alt.	36% / 90° alt.	38% / blast	Porphyroclastique
35(EM34)	19% / myrm.	61% / 90°	20% / blast	Porphyroclastique
36(EM33)	34% ∫	66% / 90° blast		Oeillée
38(EM35)	43% / 120°		67% / 120° blast	Oeillée
44(EM36)	55% / 90°		45% / blast	Oeillée
49(EM37)		10% / 120° bris.	90% / blast	Granoblastique

S D 3

57(EM39)		35% 120°	65% / blast	Granoblastique
57 ^c (EM40)	27% / 120°	73% / 90° écras. blast		Porphyroclastique
57 ^b (EM41)	28% / sér.		72% / blast	Granoblastique
57 ^d (EM43)		30% ∫	70% / blast	Granoblastique
59(EM42)			100% / 90° blast	Granoblastique
60(EM44)		50% / ^{2d} 120° cont. bris.	50% / cont. bris.	Granoblastique
d. 2. 7. 81		50% / orient.	50% / orientés blast	Granoblastique

APPENDICE III -

- DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE DES
COURONNES DE RÉACTIONS :

- SECTEUR DE SAINT-GÉDÉON

- SECTEUR D'HÉBERTVILLE

- SECTEUR DE DESBIENS

DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE DES COURONNES DE RÉACTIONS PAR SECTEUR
 SECTEUR DE SAINT-GÉDÉON S G

Couronnes à coeur d'orthopyroxène (= opx)

<u>CENTRE</u>			<u>BORDURE</u>	<u>SITES</u>
Opx craquelé + op + biotite + grains d'op.	Hornblende verte + biotite en lattes + op	symplectite de hornblende verte avec Q	Plagioclase	157(EM89)
1 à 3 mm				

Couronnes à coeur d'olivine (= ol)

OI recristallisée + serpentine + op + spinelle I	Opx	Hornblende verte + biotite	Symplectite de Hblv + Q + spinelle II (158)	Plagioclase	153(EM23-24) 156(EM86- 87-88) 155(EM84) 158(EM81-92- 93-94)
0.5 à 1mm					
OI craquelé + iddingsite + serpentine + op en grains	Opx + op + spinelle vermiculée	Biotite + rutile + spinelle	Hblv + symplectite de Hblv + Q	Plagioclase	158(EM91-92-93-94)
1 x 1 ≤ ϕ ≤ 2 x 3 mm 10 x 5 ≤ ϕ ≤ 25 x 15 mm					

SECTEUR D'HÉBERTVILLE S H

S H 1

<u>CENTRE</u>			<u>BORDURE</u>	<u>SITES</u>
<p>Opx avec exsolution de Cpx : 2 générations d'exsolutions sécantes + op et fractures</p>	<p>Hornblende verte en fine enveloppe ép < 0.01 mm avec lattes de biotite l # 0.05 mm</p>		<p>Plagioclase 1 à 2 rangées d'apatite ovoïde 0.2 < Ø < 0.5 mm</p>	151(EM25 ^b ,25)
Ø = 5 x 15 mm				
<p>Opx ouralitisé lié avec hornblende v., Hblv en lattes avec granoblastes de Q + veinules de carbonate + hblv bien clivée 0.1 < Ø < 0.4 mm</p>	<p>Quartz granoblasté: 0.05 < Ø < 0.2 mm sur 2 rangées + Hblv poecilitique</p>	<p>Hblv polygonale Ø = 0.5 mm + biotite en lattes et épidote</p>	<p>Plagioclase + grains de biotite + op en grains</p>	151(EM28-25c)
S H 2				
<p>Opx craquelé en lamelles // ép=0.2 à 0.3 mm + lamelles d'exsolution de Pl.-ép. = 0.1 mm mâclé + lamelles fines de magnétite</p>	<p>Lamelles de cpx recristallisé // aux lamelles d'opx + granulations d'op + biotite épars.</p>	<p>Granoblastes d'hornblende verte et de quartz Ø ≤ 0,05 mm</p>	<p>Plagioclase Biotite en lattes l = 0.2 à 0.4 mm + hblv granobl.</p>	6.80 (EM29)
Ø = 10 x 30 mm				
<p>Opx craquelé + grains d'op</p>	<p>Hornblende v. recrist. + cpx épars + spinelle poecilitique</p>	<p>Symplectite d'hblv + Biotite Q vermiculé + Pl irr.</p>	<p>Plagioclase + grains d'hblv + carbonate amiboïde</p>	15-1-8-80 (EM65)
1.5 mm				
<p>Ol iddingsitisé + op vermiculé et en grains + fractures riches en carbonates</p>	<p>Opx recristallisé et brisé</p>	<p>Pargasite ? clivé avec op dans clivage</p>	<p>Cummingtonite + spinelle verm. + rutile en aiguille</p>	15-1-8-80 (EM65)

SECTEUR DE DESBIENS S D

S D 1

<u>CENTRE</u>		<u>BORDURE</u>	<u>SITES</u>
Hornblende v. poecil. $\emptyset \leq 0.1$ mm + Quartz vermiculé - $\emptyset \leq 0.1$ mm	Hblv poecilitique $\emptyset = 0.3$ à 0.5 mm + Q granoblasté 1 mm	Biotite en lattes entrecroisées	Plagioclase 37.7.8.80 (EM75)
Cummingtonite maclée + Q granob + biotite + hornblende	Hornblende verte poecilitique : $\emptyset = 0.5$ à 1 mm 3 mm	Biotite poecilitique + Quartz vermiculé	Plagioclase 37.7.8.80 (EM75) ₂
S D 2			
Q granoblasté $\emptyset \leq 0.2$ mm	Hornblende v. poecilitique + Q granob. + sphène et épidote + granob. de Pl	Chlorite	Plagioclase séricitisé 124 (EM7) 7 (EM16)
Hornblende v. en lamelles polygon. autour d'un noyau de pyroxène ouralitisé + Q granobl.	Hblv polygonale $\emptyset = 1 \times 1$ mm avec Q vermiculé Op en grains $\emptyset = 2 \times 6$ mm à 20×60 mm	Chlorite en lattes de 1 à 2 mm + épidote	Plagiocl. séricitisé + carbonate 18 (EM31) 36 ^c (EM33)
Quartz granobl. + biotite	Hornblende v. poecilitique + Q	Biotite	Plagioclase altéré 57 (EM39)
Actinote en lattes enchevêtrées $l = 0.5$ mm + vermicules d'op + Hblv	Hornblende v polygonale monocouche + Q = 0.3×0.3 mm	Biotite en fines lattes éparses discontinues	Plagioclase 57 ^c (EM40) 59 (EM42) ($0.5 \emptyset$ 3mm) 60 (EM44) ^b

APPENDICE 1V -

TABLEAU G = Minéralogie des roches de
S G

TABLEAU H = Minéralogie des roches de
S H

TABLEAU I = Minéralogie des roches de
S D

TABLEAU G - MINÉRALOGIE DES ROCHES DU S G

SITES	Tectosilicates				Mafiques																	Couronnes					Roches	
	Pl		Q	Fk	M a t r i c e														C o u r o n n e s									
	%	An			%	Ol	Pyr	Hb	B	Ch	Op	ap	ép	sc	t	z	s	r	c	%	Ol	Opx	Op	Hb				
152EM21	98				2					x																Anorthosite		
EM22	60				40		38	x		x																Norite		
154EM80	70				2		x				x									x				28	x		x	Leuconorite
153EM24	60	50			4		x																	36	x			Troctolite
EM23	90	50			2		x				x													8	x	x	x	Anorthosite à olivine
155EM84	70				2		x																	28	x			Troctolite
156EM86	60	47																						40	x			Troctolite
EM87	70	47																						30	x			Leucotroctolite
EM88	70	47			4	x	x				x													26	x		x	Leucotroctolite
157EM89	85	50			5		x																	10	x	x	x	Leuconorite
158EM91	60				2		x																	38	x			Troctolite
EM92	50				4		x	x	x															46	x	x		Troctolite
EM93	60				2			x																38	x			Troctolite
EM94	60				2		x				x									x				38	x		x	Troctolite

TABLEAU H - MINÉRALOGIE DES ROCHES DU S H

150EM27	25				15		x				x	x												60		x		Norite
151EM25	40	42			7							7												53		x		Norite
EM26	50	42			5							5												45	x	x		Norite
EM28	80	42																						20		x		Leuconorite
6-80EM29	70																							30		x		Leuconorite
8-80EM64	100																											Anorthosite
15-80EM65	30																							70		x		Norite



Pl { Séricitisé
Très séricitisé

TABLEAU I - MINÉRALOGIE DES ROCHES DU S D

SITES	Tectosilicates				Mafiques																	Couronnes					Roches "Méta-"				
	Pl		Q	Fk	M a t r i c e																										
	%	An			%	Ol	Pyr	Hb	B	Ch	Op	ap	ép	sc	t	z	s	r	c	%	Ol	Opx	Op	Hb							
D1 37-80EM75	40																								60					x	Tractolite
D2 100EM1	99	52			1		x	x	x	x		x													x					Anorthosite	
104EM3b	98				2		x		x																					Anorthosite	
105EM2	85			x	5		x		x															10					x	Leucotroctolite	
124EM7	85	42			3		x	x	x	x		x												12					x	Leucotroctolite	
126EM8	98	45			2		x	x	x	x			x																	Anorthosite	
131EM9	97				3				x	x		x	x																	Anorthosite	
115EM5	92		x	x	8			6		2																				Anorthosite	
2EM12	85	50	x		5			x					x											10					x	Leucotroctolite	
5EM15	95	45	x		5		x	x	x	x		x	x																	Anorthosite	
7EM16	50				8		1	6	1															42					x	Tractolite	
18EM31	75		x		5		x	x				x												20					x	Leucotroctolite	
25EM32	85	45			10			x	x			x	x											5					x	Gneiss Anorthositique	
20EM30	95				5		5	x		x																				Anorthosite	
35EM34	98				2			2	x	x			x																	Anorthosite	
36cEM33	75	50					x	x					x											25					x	Leucotroctolite	
38EM35	80				2		2	x		x			x											18					x	Leucotroctolite	
44EM36	75				5		x		x	x			x											20					x	Leucotroctolite	
49EM37	50	47																						50					x	Tractolite	
D3 57	70				10			x					x											20					x	Leucotroctolite	
57cEM40	55				10		x	x		x														35		our.			x	Norite	
57bEM41	72				28			2	8	5		8																		Anorthosite à chlorite	
57dEM43	98	50			2		x	x	x	x																				Anorthosite	
59EM42	50		x		30		x		x	x														20		our.			x	Leuconorite	
60EM44	50				25		x	3		3	15		x											25		our.			x	Norite	
d-81EM47	90	47			10			5		5																				Anorthosite	

APPENDICE V -

- COUPE EST-OUEST À L'ÉCHELLE 1/100^e
DES ROCHES DU CONTACT SUR RIVE
DROITE DE LA RIVIÈRE MÉTABETCHOUAN

AMONT

EM58
EM54

EM74

EM53

EM55

EM51

LE CONTACT : C1 - C2 - C3 - C4
FIGURE 45ECHELLE : 1/100^e

AVAL

EM102

EM101

EM100

EM72

EM56
EM50

EM49

EM48

EM45

EM52
EM46

EM47

EM44

EM42

secteurs	SB1	C1	C3					C2					C1			SD3									
roches	chanock.	amph.	gneiss quartzo-feldspathique					gneiss à amphiboles					amphibolite	gnéiss	granitique	jolinite	leucanorite		anorthosite		leucanorite		foliac.		
textures	gneiss	opacités	rubanée					rubanée					nématoblastique	gneiss	gneiss	gneiss	gneiss mylonitique		mylonite		mylonite				
	%		30	40	30	5	10	A		0.5	5			3	5	10		2	5						
Q	%	5-30.7												3	5	10		2	5						
FK	%		10	30			20						11	5	24										
pl	%	30 10 7	25	15	20	25	60 sch.	10 5 5	22	16	22	15	50	23	75 sch.	44 sch.	25 sch.	65 sch.	35 sch.	90 sch.			30 sch.		50
liblv	%	7	2	50			1	13	16	13	16	13	14	42	11	4	0.5	20	10	23			6	8	20
b	%		2	5			2	3	30	6	15	7	16	10	17								5		1
op	%	1	1		3	3	1	10	1	1	1.5	1		5	10			2	2	7	6	5		15	10
ap	%	1					0.5	5	1		2							10	3-4	4					
lpx	%																								
opx	%														0.5			13		10					7
spil	%								0.5						0.5		0.5							2	
zr	%						0.5																		
chl	%	3					6	1	5	1		1.5			1	5		3	5				6		10
Carbonates			ép.	1			0.5	ép.	1	1		1.5													

Légende : nl = niveau leucocrate, nm = niveau mafique, c = cumulat, m = mobilisé, s = schistosité, cr = couronne, ép = épidote, pm = migmatite