

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA TERRE

PAR  
SOPHIE TURCOTTE  
Bsc

MISE EN PLACE DE LA PORTION NORD-EST DE LA SUITE ANORTHOSITIQUE  
DU LAC-SAINT-JEAN DURANT UN CHEVAUCHEMENT GRENVILLIEN.

AOÛT 2001



### **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.

## RÉSUMÉ

La Province de Grenville, située dans l'est du Canada, est caractérisée par la présence de nombreux massifs anorthositiques, résultant du magmatisme intraplaque dominant entre 1200 et 1000 Ma. Le secteur Chute-des-Passes, situé dans la portion nord-est de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (SALSJ) englobe une zone de contact entre la SALSJ et un encaissant de gneiss. On y retrouve une signature structurale bien visible autant dans l'anorthosite que dans l'encaissant. Une pétrographie détaillée ainsi qu'une analyse structurale ont été utilisées pour déterminer le contexte de mise en place de la SALSJ dans le secteur Chute-des-Passes, c'est-à-dire son contexte structural et le moment de mise en place par rapport aux déformations subies par son encaissant.

Les roches formant la Suite anorthositique ont été divisées en trois grands faciès soit : les roches gabbroïques à noritiques présentes près du contact, les roches anorthositiques à plagioclase bleuté et les roches anorthositiques à plagioclase mauve. L'encaissant est constitué de gneiss de différentes compositions.

L'analyse des textures en lames minces a permis de voir que le processus de recristallisation est dominant dans le secteur d'étude, ce qui n'a pas empêché d'observer une évolution dans les différentes microtextures de déformation en relation avec l'intensité de la déformation. Les textures de plagioclase associées à la déformation élevée sont principalement les textures ocellée et granoblastique. La texture porphyroclastique représente majoritairement une déformation modérée tandis que la texture protoclastique caractérise les roches anorthositiques massives à plagioclases mauves. Dans l'ensemble les microtextures ne montrent pas d'évidence de déformation à l'état magmatique.

Le premier événement de déformation (D1) est reconnu seulement au sein du complexe de gneiss et il est représenté par une gneissosité (S1) de direction et pendage variés causée par la transposition et le plissement relatif aux événements de déformation ultérieurs. Le second événement de déformation (D2) a produit une fabrique, S2, de direction NNE et de pendage modéré vers le SE reconnue dans les gneiss et dans l'anorthosite. La SALSJ est caractérisée par un litage primaire (S0) qui est plus ou moins parallèle à la fabrique S2. Une linéation d'étirement plongeant faiblement vers le SE est associée à cette fabrique et cette signature est compatible avec un transport vers le NW.

La zone de contact entre l'anorthosite et les roches gneissiques correspond à une zone de déformation de dimension kilométrique (événement D3). Une fabrique subverticale, S3 y est fortement développée et elle est associée à des linéations d'étirement faiblement plongeantes et de type directionnel. Un mouvement dextre a été déduit des indicateurs de cisaillement, en accord avec le transport vers le NW. Cette zone de déformation agit comme une zone de décollement entre deux styles de déformation différents. De petites zones de déformation, de signature semblable à la zone de contact sont présentes au sein de la SALSJ et associées à l'événement D3.

L'événement de déformation (D4) est défini par des zones de déformation de pendage faible vers l'est. Les linéations d'étirement suggèrent un chevauchement vers l'ouest et le nord-ouest. Ces zones, interprétées hors séquences durant l'événement de chevauchement, s'expriment surtout par la Faille du lac à Paul. Durant une dernière phase (D5), l'une de ces zones, la zone de déformation du lac de la Tête, a été réactivée selon un mouvement en décrochement dextre et a produit des linéations d'étirement subhorizontales.

La signature de chevauchement est dominante dans cette portion de la SALSJ et elle est en relation avec l'orogénie grenvillienne. Une zone critique à l'intérieur de la SALSJ montre des enclaves de taille décimétrique de phases précoces de l'anorthosite à l'intérieur de la phase tardive d'anorthosite mauve enrichie en apatite. Ces enclaves sont fortement déformées et montrent des fabriques compatibles avec la signature de chevauchement associée à l'événement D2 tandis que l'anorthosite mauve contient des fabriques produites seulement par l'événement D3. Cette relation et l'ensemble des structures suggèrent une mise en place de cette portion de la SALSJ contemporaine avec le chevauchement.



## Remerciements

J'aimerais tout d'abord remercier mon directeur, M. Réal Daigneault pour m'avoir proposé ce projet, pour ses conseils et son enthousiasme ainsi que pour sa disponibilité. Je suis également reconnaissante envers M. Claude Hébert du ministère des Ressources naturelles (MRNQ) du Québec pour les discussions et ses commentaires précieux tout au long de ce projet. Je remercie également M. Denis W. Roy ainsi que M. Michael D. Higgins pour avoir accepté de faire partie du comité d'évaluation.

Je tiens à remercier le ministère des Ressources naturelles du Québec pour leur importante contribution à projet et pour m'avoir fourni du temps et le matériel nécessaire la cartographie. Je suis également reconnaissante envers l'équipe de cartographie du MRNQ de 1998 pour leur assistance, sur le terrain notamment à l'endroit de Laurence Huss et de Julie Fredette pour leurs commentaires et leurs suggestions tout au long de l'été.

Finalement, je suis entièrement reconnaissante à l'endroit de toutes les personnes, qui sont intervenues à différents niveaux, d'une façon ou d'une autre, dans la réalisation de ce projet, soit par leur assistance, soit par leur support et leurs encouragements.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	ii
REMERCIEMENTS	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES TABLEAUX	xix
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xx
 CHAPITRE I INTRODUCTION	 1
1.1 PROBLÉMATIQUE	1
1.1.1 Mise en place des complexes AMCG	2
1.1.1.a Généralités	2
1.1.1.b Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (SALSJ)	6
1.1.2 Contraintes sur l'étude des suites anorthositiques	9
1.1.2.a Déformation à l'état magmatique	9
1.1.2.b Déformation à l'état solide	10
1.1.2.c Contexte de mise en place des plutons	11
1.1.3 Géologie régionale	14
1.1.3.a Province de Grenville	14
1.1.3.b Région du Saguenay-Lac-Saint-Jean	17
1.1.4 Géologie locale	20
1.1.5 Problématique reliée au secteur Chute-des-Passes	22
1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	23
1.3 MÉTHODOLOGIE	24
1.3.1 Terrain	24
1.3.2 Laboratoire	24
1.3.2.a Travail sur les échantillons orientés	24
1.3.2.b Pétrographie	25

1.3.2.c Analyse des résultats	25
<b>CHAPITRE II DESCRIPTION DES LITHOLOGIES</b>	<b>27</b>
2.1 INTRODUCTION	27
2.2 LES ROCHES GNEISSIQUES	29
2.2.1 Description macroscopique des roches gneissiques	29
2.2.2 Description microscopique des roches gneissiques	32
2.2.3 Synthèse sur les roches gneissiques	37
2.3 LA SUITE ANORTHOSITIQUE	37
2.3.1 Les roches gabbroïques à noritiques	39
2.3.1.a Description macroscopique	39
2.3.1.b Description microscopique	41
2.3.2 Les roches anorthositiques	43
2.3.2.a Anorthosite à plagioclase bleuté	43
2.3.2.b Anorthosite à plagioclase mauve	45
2.3.3 Synthèse sur les roches de la Suite anorthositique	48
2.4 LE MÉTAMORPHISME	49
<b>CHAPITRE III FABRIQUES ET PÉTROSTRUCTURES</b>	<b>50</b>
3.1 INTRODUCTION	50
3.2 DESCRIPTION DES FABRIQUES	51
3.2.1 Fabriques de la Suite anorthositique	51
3.2.1.a Litage primaire	51
3.2.1.b Gneissosité	51
3.2.1.c Foliation	54
3.2.1.d Autres fabriques planaires	57
3.2.1.e Linéation d'étirement	57
3.2.2 Fabriques dans les roches encaissantes	59
3.2.2.a Gneissosité	59
3.2.2.b Foliation	62
3.2.2.c Linéation d'étirement	62
3.2.2.d Linéation d'intersection	62

3.3 DESCRIPTION DES MICROTEXTURES	64
3.3.1 Textures des plagioclases	64
3.3.1.a Protoclastique	66
3.3.1.b Porphyroclastique	68
3.3.1.c Oeillé	68
3.3.1.d Granoblastique	71
3.3.1.e Caractérisation des microtextures des plagioclases	71
3.3.2 Textures associées au métamorphisme	74
3.3.3 Textures porphyroclastiques des gneiss	77
3.3.4 Distribution des microstructures	79
3.3.5 Sommaire des observations	82
 CHAPITRE IV      ANALYSE STRUCTURALE	 84
4.1 INTRODUCTION	84
4.2 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA DÉFORMATION	85
4.2.1 Déformation et anisotropie	85
4.2.1.a Généralités	85
4.2.1.b L'indice d'anisotropie de terrain (IAT)	88
4.2.1.c Distribution de l'IAT	88
4.2.2 Trajectoire de la foliation	91
4.2.3 Trajectoire de la linéation	93
4.2.4 Division en domaines structuraux	93
4.3 CARACTÉRISATION DES DOMAINES STRUCTURAUX	95
4.3.1 Domaine A	95
4.3.2 Domaine B	102
4.3.3 Domaine C	107
4.3.3.a Sous-domaine C1	110
4.3.3.b Sous-domaine C2	113
4.3.3.c Sous-domaine C3	115
4.3.4 Domaine D	120
4.3.4 a Sous-domaine D1	120
4.3.4.b Sous-domaine D2	126

4.4 INTERPRÉTATION DES DONNÉES STRUCTURALES	129
4.4.1 Synthèse et interprétation des domaines structuraux	129
4.4.1.a Style structural des gneiss encaissants (domaine A)	129
4.4.1.b Style structural de la zone de contact (domaine B)	129
4.4.1.c Style structural de la Suite anorthositique (domaine C)	131
4.4.1.d Zone de déformation du lac de la Tête (domaine D)	133
4.4.2 Chronologie	134
4.4.2.a Déformation D1 (S1)	135
4.4.2.b Déformation D2 (S2)	135
4.4.2.c Déformation D3 (S3)	136
4.4.2.d Déformation D4 (S4)	138
4.4.2.e Déformation D5 (S5)	138
4.4.3 Intégration des données du MRN	138
4.4.3.a Trajectoire des fabriques	139
4.4.3.b Données structurales	139
4.4.3.c Gradient magnétique et modèle numérique	142
CHAPITRE V          SYNTHÈSE ET DISCUSSION	145
5.1 CONTEXTE GÉOSTRUCTURAL	145
5.2 SYNTHÈSE DES SIGNATURES ET STYLES STRUCTURAUX	146
5.2.1 Signature des encaissants	146
5.2.2 Signature de l'anorthosite	147
5.2.3 La zone de contact	148
5.2.4 La faille du Lac à Paul	149
5.2.5 Zone de déformation du lac de la Tête	150
5.3 ÉVÉNEMENTS DE DÉFORMATION	151
5.3.1 Événement D1	151
5.3.2 Événement D2-Mise en place des phases précoces de l'anorthosite	153
5.3.3 Événement D3-Décollement	154
5.3.4 Événement D4-Chevauchement hors séquence : faille du Lac à Paul	154
5.3.5 Événement D5-Réajustement tardif	155

5.4 CONTEXTE STRUCTURAL ET MOMENT DE MISE EN PLACE DE LA SALSJ	156
5.4.1 Moment de mise en place de la SALSJ	156
5.4.2 Contexte structural de mise en place	158
5.4.2.a Mise en place avant le chevauchement	158
5.4.2.b Mise en place pendant le chevauchement	161
5.4.3 Modèle de mise en place	162
CHAPITRE VI      CONCLUSION	166
RÉFÉRENCES	169
ANNEXE 1    Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies	178
ANNEXE 2    Valeurs de l'IAT avec la localisation	184
ANNEXE 3    Mesures structurales sur le terrain	188
ANNEXE 4    Mesures structurales en laboratoire	197
ANNEXE 5    Mesure de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur	201

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Distribution des massifs anorthositiques dans l'est du Canada et localisation de la Province de Grenville	3
Figure 2 :	Événements majeurs liés à l'orogénie grenvillienne dans le centre et le sud-ouest de la Province de Grenville	5
Figure 3 :	Localisation du secteur d'étude et cadre géologique de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean	7
Figure 4 :	Subdivisions de la Province de Grenville	15
Figure 5 :	Principaux événements de déformation reconnus dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean	19
Figure 6 :	Géologie du feuillet 22E15, secteur Lac à Paul	21
Figure 7 :	Carte lithologique simplifiée de la région du lac à Paul, feuillet SNRC 22E15 et localisation des stations et des échantillons.	28
Figure 8 :	Gneiss de type granitique à monzonitique. A: Vue en affleurement de la couleur grisâtre de la patine d'altération. B: Rubanement migmatitique à l'échelle de l'échantillon. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant la taille grossière du quartz (QZ), du plagioclase (PG) et des feldspaths potassiques (FP-K).	30
Figure 9 :	Gneiss granodioritique. A: Vue en affleurement de la couleur rosée. B: En échantillon; mobilisat granitique composé de quartz et de feldspaths. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince: les minéraux sont grossiers et interlobés	33
Figure 10 :	Gneiss de la série des charnockites. A: Vue en affleurement. Croûte d'altération de couleur cassonnade. B: Vue en	

- échantillon. Orthopyroxènes (OPX) brunâtres visibles en surface fraîche. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant les pyroxènes (PX) primaires (hypersthène) et la hornblende (HB) comme produit d'altération des pyroxènes. QZ: quartz, BO: biotite. 34
- Figure 11 : Gneiss tonalitique. A: Vue en affleurement. Gneiss tonalitique de couleur grise. B: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant la minéralogie type d'un gneiss tonalitique. PG: plagioclase, QZ: quartz et HB: hornblende. 36
- Figure 12 : Gneiss gabbroïque. A: Vue en affleurement. Leucogabbro poivre et sel appartenant aux gneiss gabbroïques avec niveau de pegmatite composite boudinée. B: Microphotographie en lumière polarisée d'un gneiss gabbroïque formé de plagioclase (PG), de biotite (BO) et d'orthopyroxène (OPX). 38
- Figure 13 : Roches gabbroïques. A: Vue en affleurement. Gabbro montrant une texture en relief des minéraux ferromagnésiens. B: Vue en échantillon. Couleur gris-moyen à foncée en surface fraîche dû au contenu en minéraux ferromagnésiens. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant la texture sub-ophitique où les pyroxènes (ortho (OPX) et clino (CPX)) sont bien préservés. 40
- Figure 14 : Roches noritiques. A: Vue en plan d'un affleurement. Norite de couleur brun moyen montrant une texture en relief des minéraux ferromagnésiens. B: Vue en échantillon. Norite de couleur verdâtre en surface fraîche. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une roche noritique. Pyroxènes (ortho et clino) visibles et la texture subophitique est conservée. 42



- Figure 15 : Anorthosite à plagioclase bleuté. Vue en plan d'un affleurement. Gabbro anorthositique gris-clair en surface d'altération. B: Vue en échantillon. Anorthosite blanchâtre en surface fraîche avec plagioclase à reflets bleutés et grenat (GR). C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant l'abondance de grains de plagioclase polygonaux avec un grenat et quelques grains de biotite tabulaire. 44
- Figure 16 : Anorthosite à plagioclase mauve. A: Vue en plan d'un affleurement. Anorthosite gris blanchâtre en surface altérée où la texture coronitique des pyroxènes est visible. B: Vue en échantillon. Plagioclases mauves et pyroxènes coronitiques en surface fraîche. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant des mégaporphyroclastes de plagioclase avec un début de recristallisation en bordure des grains (néoblastes). 46
- Figure 17 : Litage primaire et foliation dans les roches gabbroïques à noritiques. A: Vue en affleurement de la foliation oblique au litage primaire et marquée par l'alignement et l'allongement des minéraux ferromagnésiens. B: et C : Vue en affleurement et en échantillon de zone plus pegmatoïde où la foliation est plus visible. En C, la zone pegmatoïde représente le S0 et la foliation est parallèle au S0. D: Échantillon mégascopique d'un gabbro où la foliation est bien visible. 52
- Figure 18 : Gneissosité présente dans les roches gabbroïques à noritiques près du contact. A: Vue en affleurement des bandes rectilignes de différentes composition définissant la gneissosité de type gneiss droit. B: Échantillon caractérisant

- un gneiss gabbroïque près du contact où les bandes sont d'épaisseur constante. 53
- Figure 19 : Croquis caractérisant la foliation dans les roches gabbroïques à noritiques. A: Foliation parallèle au litage primaire sur un affleurement de gabbro. B: Les injections de pegmatite sont transposées parallèlement à la foliation et peuvent former des plis intrafoliaux localement dans ces roches. 55
- Figure 20 : Foliation visible localement dans les zones de brèches où les fragments sont de bons marqueurs de la déformation. A: Vue en affleurement de fragments non-déformés, sub-arrondis à sub-anguleux. B: Vue en affleurement d'enclaves déformées et où l'étirement et l'alignement caractérise la foliation. 56
- Figure 21 : Caractérisation de la foliation sur un échantillon d'anorthosite à plagioclase bleuté. B: En lame mince, les amas de minéraux ferromagnésiens représentent la foliation dans l'anorthosite à plagioclase bleuté. C: Bandes de cisaillement développées localement avec la foliation dans les niveaux riches en minéraux ferromagnésiens (S0) dans l'anorthosite à plagioclase mauve. 58
- Figure 22 : Caractérisation de la gneissosité dans les roches felsiques encaissantes. A: Vue en affleurement de la gneissosité injectée de pegmatite plus ou moins transposée. B: Plan rapproché d'un affleurement où les bandes felsiques sont plus grossières que les niveaux à minéraux ferromagnésiens. 60
- Figure 23 : Caractérisation de la foliation dans les gneiss felsiques encaissants. A: Vue en affleurement de la foliation présente dans les roches gneissiques. B: Échantillon mégascopique montrant la foliation bien définie dans les zones où la gneissosité est plissée 61

- Figure 24 : Croquis caractérisant la foliation dans les gneiss encaissants. A: Foliation bien développée dans les gneiss encaissants. B: La foliation est localement composite avec la gneissosité. 63
- Figure 25 : Texture protoclastique des plagioclases. A : Début de la néoblastèse en bordure de grains de plagioclases grossiers dans une anorthosite mauve. B : Néoblastèse en bordure de grains de plagioclases moyens dans un leucogabbro. 67
- Figure 26 : Texture porphyroclastique des plagioclases. A : Porphyroclastes de plagioclases maclés dans une matrice de néoblastes. Anorthosite à plagioclase bleuté. B : Texture porphyroclastique dans un leucogabbro. 69
- Figure 27 : Texture oeillée des plagioclases. A: Porphyroclastes de plagioclase isolés dans une matrice de néoblastes. Anorthosite à plagioclases bleutés. B: Matrice granoblastique avec quelques porphyroclastes (yeux) de plagioclases dans un leucogabbro. 70
- Figure 28 : A: Texture granoblastique dans une anorthosite à plagioclase bleuté. B: Texture granoblastique des plagioclases dans un gabbro. 72
- Figure 29 : Relation entre le taux de réajustement et le taux de déformation 73
- Figure 30 : A: Microtexture type d'un gneiss de haut grade métamorphique. B: Microtexture type d'un gneiss de bas grade métamorphique. 75
- Figure 31 : Caractérisation des microtextures dans les gneiss felsiques encaissants. A : Gneiss plus au nord (ST-98-01). B : Gneiss près du contact (ST-98-41). 76
- Figure 32 : A: Microphotographie montrant la texture protomylonitique d'un gneiss porphyroclastique dans l'unité de gneiss

	encaissant. B: Microphotographie d'un gneiss protomylonitique dans les roches gabbroïques à noritiques.	78
Figure 33 :	Carte de distribution des microtextures de déformation observées en lame mince	81
Figure 34 :	Carte de distribution de l'indice d'anisotropie évalué sur le terrain (IAT).	90
Figure 35 :	Carte synthèse des trajectoires de foliation dominante et de la linéation d'étirement pour l'ensemble du feuillet 22E15. Compilation effectuée à partir des données de la présente étude et des données du MRN.	92
Figure 36 :	Localisation des quatre domaines structuraux et leurs sous-domaines	94
Figure 37 :	Caractérisation du domaine A. A: Carte de distribution des éléments structuraux. B: Trajectoire des fabriques planaires et linéaires pour le domaine A.	97
Figure 38 :	Structure fermée observée dans les roches gneissiques. A: Vue en plan d'une structure fermée observée sur un affleurement de gneiss encaissant. La photo est prise dans le plan de gneissosité subhorizontal à cet endroit. B: Structure fermée vue en coupe sur un échantillon mégascopique. La photo est prise sur le plan à 90 degrés du plan de gneissosité.	98
Figure 39 :	Caractérisation du domaine A (suite). A: Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT).	100
Figure 40 :	Représentation stéréographique de l'orientation des différentes fabriques planaires et linéaires présentes dans le Domaine A : 1-Plan de gneissosité. 2- Plan de foliation. 3- Linéation d'étirement. 4- Linéation d'intersection. B: Relation	

	entre l'angle de chute de la linéation d'étirement et le pendage du plan porteur (chiffre représente la station, voir annexe G).	101
Figure 41 :	Deuxième fabrique (foliation) à angle faible avec la gneissosité des gneiss encaissants près du contact. A: Vue en affleurement (ST-99-137). B: Croquis de la relation sur l'affleurement ST-98-41.	103
Figure 42 :	Caractérisation du Domaine B. A: Carte de distribution des éléments structuraux. B: Trajectoires des fabriques planaires et linéaires pour le Domaine B.	105
Figure 43 :	Caractérisation du domaine B (suite). Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT).	106
Figure 44 :	Indicateurs de cisaillement observés dans les gneiss droits du Domaine B. A: Boudins antithétiques associés à des bandes de cisaillement à mouvement dextre. B: Inclusion asymétrique de type delta indiquant un mouvement dextre.	108
Figure 45 :	A: Représentation stéréographique de l'orientation des différentes fabriques présentes dans le Domaine B : 1- Plan de gneissosité. 2-Plan de foliation 3-Linéation d'étirement. B: Relation entre l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur et le pendage du plan.	109
Figure 46 :	Caractérisation du Domaine C. A: Carte de distribution des éléments structuraux. B: Trajectoires des fabriques planaires et linéaires pour les sous-domaines du Domaine C.	112
Figure 47 :	Caractérisation du domaine C. Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT)	114
Figure 48 :	A: Représentation stéréographique des fabriques présentes dans les sous-domaines du Domaine C : Sp: fabrique	

	principale, Ss: fabrique secondaire, LE: linéation d'étirement.	
	B: Relation entre l'angle de chute de la linéation d'étirement et le pendage du plan porteur.	116
Figure 49 :	Relations structurales entre l'anorthosite à plagioclase bleuté (enclaves) et l'anorthosite à plagioclase mauve dans la zone de transition entre les sous-domaines C2 et C3.	118
Figure 50 :	Relation chronologique entre le plan de gneissosité (G1), la foliation (ancienne ?) et la fabrique principale de direction NNE (Sp) dans le sous-domaine D1 du Domaine D.	121
Figure 51 :	Carte de distribution des éléments structuraux pour les sous-domaines du domaine D	122
Figure 52 :	Trajectoire de foliation et de la linéation dans les deux sous-domaines du domaine D. B: Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT) dans le Domaine D.	124
Figure 53 :	A: Vue en affleurement d'un indicateur cinématique de type sigma à composante dextre observé dans le sous-domaine D1. B: Bande de cisaillement à mouvement dextre visible sur une microphotographie d'un gneiss porphyroclastique du sous-domaine D1.	125
Figure 54 :	Représentation stéréographique des fabriques présentes dans les sous-domaines D1 et D2 ( mesures de terrain, mesures en laboratoire). Relation graphique entre l'angle de chute de la linéation et le pendage du plan porteur pour le Domaine D.	127
Figure 55 :	Illustration schématique du comportement des zones de déformation à partir de l'analyse de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur par rapport au pendage de ce dernier. A: Mouvement à composante dextre le long du contact. B: Mouvement chevauchant le long de la faille du	

	Lac à Paul. C: Décrochement dextre au nord de la zone de déformation du domaine D.	132
Figure 56 :	Photos d'affleurements caractérisant la faille du Lac à Paul. A: Rebroussement des lithologies le long du plan de décollement associé au S4. Plan de la foliation (S4) subhorizontale et parallèle au S0 dans le faciès à plagioclase bleuté de la zone de faille du Lac à Paul.	137
Figure 57 :	Carte des trajectoires de foliation et linéation compilées à partir des données structurales du MRN pour le feuillet 22E15. Projection stéréographique des valeurs du MRN pour la foliation, la gneissosité et la linéation d'étirement pour chacun des domaines structuraux. Ces stéréogrammes incorporent uniquement les données fournies par le MRN.	140
Figure 58 :	A: Carte lithologique superposée au gradient magnétique du feuillet 22E15 et localisation des failles majeures avec le mouvement interprété. B: Modèle numérique de terrain en trois dimensions sur lequel la carte lithologique a été drapée.	143
Figure 59 :	Vue en plan du secteur Chute-des-Passes montrant l'évolution de la succession des fabriques en fonction des événements de déformation (voir texte pour description des schémas).	152
Figure 60 :	Modèle hypothétique de mise en place de la SALSJ dans le secteur de Chute-des-Passes. A: Première phase de mise en place de la SALSJ. B: Insertion de nappes ou d'écailles. C: Chevauchement hors-séquence. FLSJP: Faille Lac-Saint-Jean-Pipmuacan.	163

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Synthèse pétrographique des différents faciès lithologiques.	31
Tableau 2 :	Résumé des caractéristiques des textures des plagioclases.	65
Tableau 3 :	Type d'anisotropie structurale.	87
Tableau 4 :	Critères de terrain servant à attribuer l'indice d'anisotropie de terrain (IAT).	89
Tableau 5 :	Synthèse des caractéristiques des quatre domaines structuraux.	130
Tableau 6 :	Caractéristiques structurales associées à la mise en place de pluton par diapirisme et par une ascension le long d'une zone de décrochement.	159



## LISTE DES ABRÉVIATIONS

AMCG :	anorthosite-mangérite-charnockite-granite
SALSJ :	Suite anorthositique du lac-Saint-Jean
OPX :	Orthopyroxène
CPX :	Clinopyroxène
IAT :	Indice d'anisotropie de terrain
G1 :	Plan de gneissosité
Sx	Plan de foliation et/ou schistosité
Sp :	Schistosité principale
Ss :	Schistosité secondaire
Le :	Linéation d'étirement

## **CHAPITRE I**

### **INTRODUCTION**

Ce mémoire de maîtrise est un projet réalisé en partenariat avec le ministère des Ressources naturelles du Québec et l'Université du Québec à Chicoutimi. Il porte sur l'histoire structurale de la portion nord-est de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (SALSJ) par l'étude des relations structurales entre le contact nord de cette immense intrusion qu'est la Suite anorthositique et les gneiss encaissants.

Après une revue des éléments de la problématique qui ont mené à l'élaboration de ce projet, les objectifs de l'étude sont énoncés. Par la suite, une description des méthodes utilisées pour parvenir à la compréhension de la géologie et des structures présentes dans le secteur d'étude est présentée, dans le but d'établir un modèle d'évolution structurale compatible avec la mise en place de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean.

#### **1.1 PROBLÉMATIQUE**

La Province de Grenville, qui occupe près d'un tiers de la superficie du Québec (Figure 1), est composée d'unités lithologiques d'âges archéen à mésoprotérozoïque tardif toutes métamorphisées à la fin du mésoprotérozoïque. Selon Rivers (1997), les roches

représentent, en grande proportion, une marge continentale retravaillée où le plutonisme AMCG (anorthosite-mangérite-charnockite-granite) est abondant et où les terranes formés d'arcs juvéniles et de bassins océaniques sont en proportion très restreinte. L'orogénie grenvillienne est reliée à une collision continent-continent et arc-continent, qui prend place entre 1,19 Ga et 0,98 Ga (Rivers et Corrigan 2000). Elle est caractérisée par trois poussées de raccourcissement (~1,19-1,14, 1,08-1,02 et 1,00-0,85 Ga) au cours desquelles la plupart des anorthosites ont été mises en place. Ces événements sont séparés par des périodes d'extension (Rivers 1997).

Les complexes anorthositiques du Protérozoïque sont présents principalement dans l'est de l'Amérique du Nord, dans le sud de la Norvège, l'est de la Sibérie, en Inde, à Madagascar, en Ukraine et dans d'autres terranes de haut grade métamorphique. La plus grande concentration sur la Terre est située dans la Province de Grenville et dans la Province de Nain (Figure 1) où elle représente environ 10 à 15% du territoire. De plus, l'Anorthosite du Lac-Saint-Jean est le massif anorthositique protérozoïque le plus grand au monde avec une dimension de 20 000 km<sup>2</sup> (Ashwal 1993).

### **1.1.1 Mise en place des complexes AMCG**

#### **1.1.1.a Généralités**

Corrigan et Hamner (1997) ont distingué le caractère du magmatisme AMCG en deux groupes d'âges et d'environnements différents. Le premier regroupe les massifs de Harp (1460 Ma), Michikamau (1450 Ma) et Nain (1300 Ma), mis en place entre 1,4 et 1,3

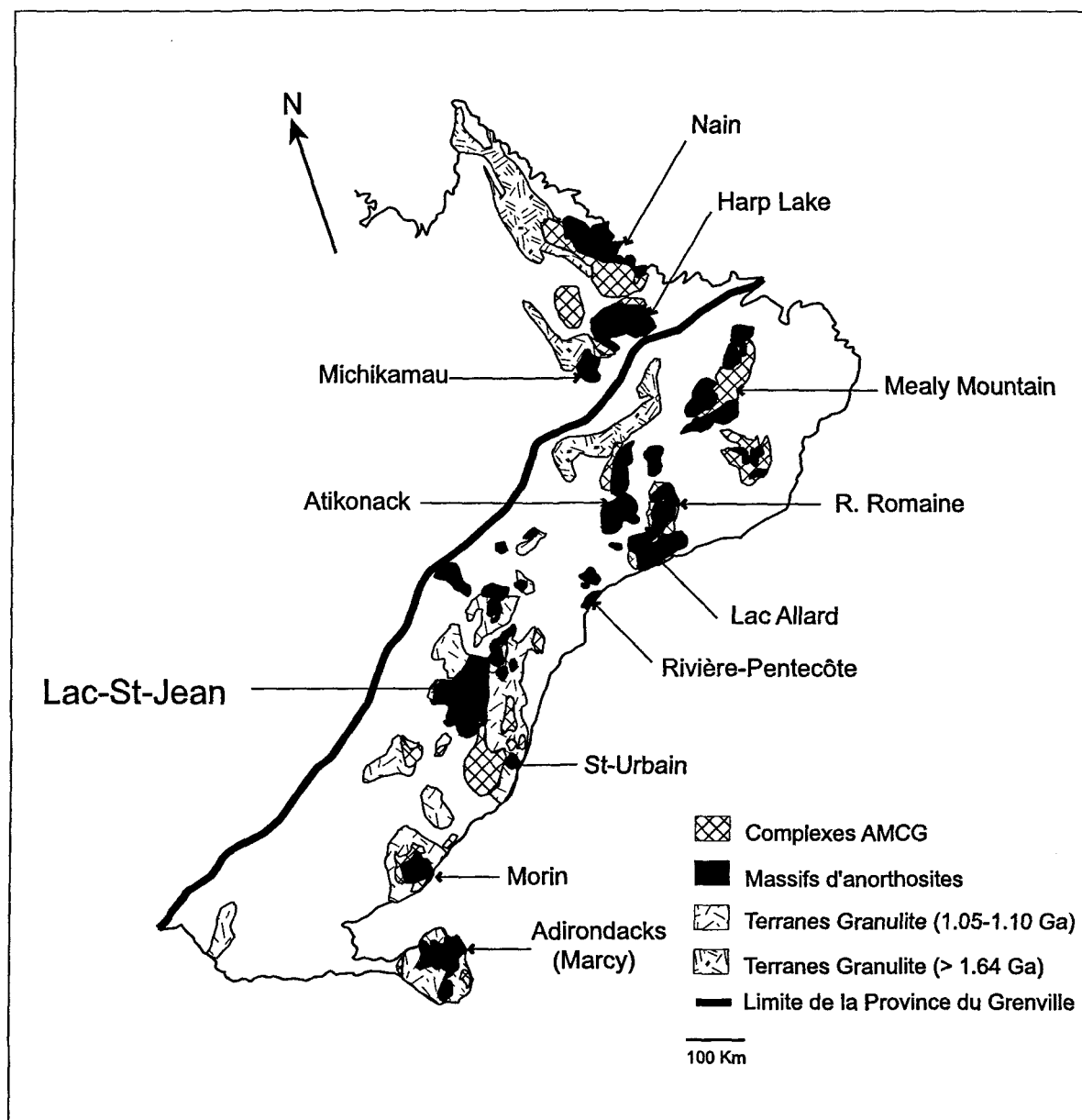


Figure 1: Distribution des massifs anorthositiques dans l'est du Canada et localisation de la Province de Grenville (Modifiée de Emslie et Hunt 1990).

Ga (Figure 1). Ces complexes se seraient mis en place dans des bassins d'arrière-arc en extension. En contraste, entre 1,2 et 1,0 Ga, le magmatisme intraplaque devient dominant et il est largement distribué dans la Province de Grenville. Les complexes de Morin, Marcy, Lac-Saint-Jean et St-Urbain (Figure 1) en sont des exemples et leur mise en place serait synchrone avec le chevauchement indiquant le début de l'orogénie grenvillienne, donc syn-orogénique (Rivers 1997).

Selon Rivers (1997), le cadre tectonique du magmatisme intraplaque pour les complexes anorthositiques se limite à deux études : (1) Higgins et van Breemen (1992, 1996) ont rapporté que les phases précoces de la Suite AMCG de Lac-St-Jean sont contemporaines d'une déformation en décrochement et (2) McLelland *et al.* (1996), et Corrigan et Hamner (1997) ont démontré que la mise en place des Suites AMCG était contemporaine d'une période d'extension de la croûte supérieure dans les régions de la Mauricie et des Adirondacks. En plus, ces derniers auteurs ont documenté deux cycles de contraction, d'extension et de magmatisme intraplaque durant l'orogénie grenvillienne (Figure 2). Le cycle 1 débute avec la collision continent-continent et implique du chevauchement entre 1190-1160 Ma, un épaissement crustal sur environ 30 Ma et du magmatisme intraplaque (mise en place des «vieux» complexes AMCG). Entre 1,12 et 1,09 Ga, il y a absence de magmatisme, mais le chevauchement continue. Le cycle 1 se termine par la sédimentation représentée par le Groupe de Flinton (en Ontario) et les métasédiments de St-Boniface (en Mauricie) entre ~1180 et 1100 Ma. Le cycle 2 comprend le chevauchement à haute température entre 1120-1090 Ma et le renouvellement

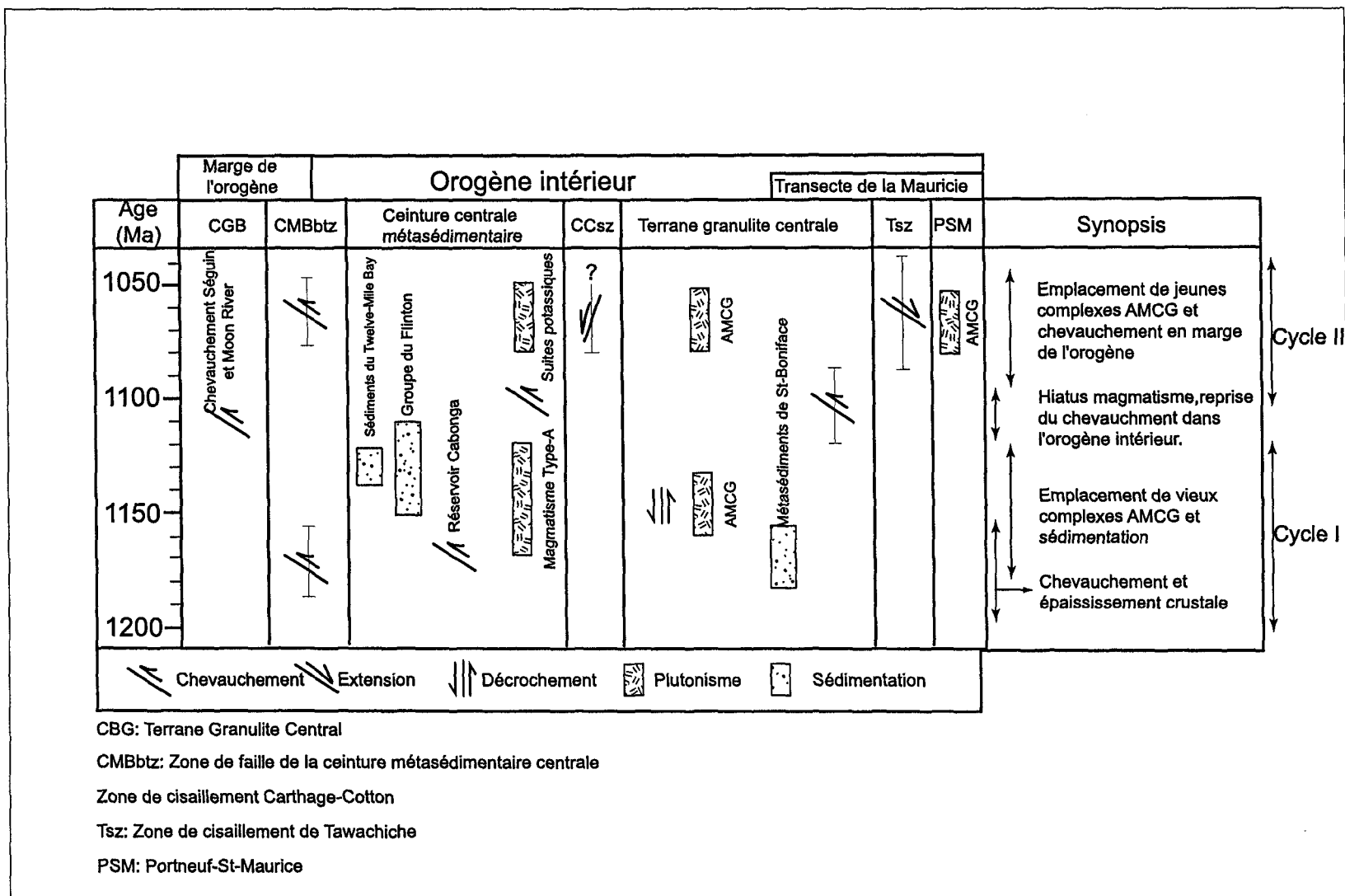


Figure 2: Événements majeurs liés à l'orogénie grenvillienne dans le centre et le sud-ouest de la Province de Grenville (Modifié de Corrigan et Hamner 1997).

du plutonisme intraplaque dans un intervalle de ~1080 à 1020 Ma (mise en place des « jeunes » complexes AMCG) (Rivers 1997). Il y a de l'extension à la marge de l'orogène et mise en place de suites anorthositiques, et du chevauchement est présent au front. Selon Corrigan et Hamner (1997), la mise en place des suites AMCG entre 1,1 et 1,0 Ga semble être la réponse à une délamination de la lithosphère subcontinentale suivant l'épaississement crustal.

#### 1.1.1.b Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (SALSJ)

La Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean est localisée dans la partie centrale de la Province de Grenville (Figure 1 ; Rivers *et al.* 1989). Le massif montre des âges de cristallisation entre 1142 et 1157 Ma dans le sud du massif déterminés par la méthode U/Pb sur zircons (Higgins et van Breemen 1992) (Figure 3). Dans le secteur du gisement de wollastonite, l'âge des roches anorthositiques serait de 1137 Ma (Ider 1997) (Figure 4). Le complexe a donc été mis en place dans un cadre synorogénique selon Rivers (1997) et il coïncide avec le premier cycle («vieux» complexes AMCG de la Province de Grenville) de Corrigan et Hamner (1997).

D'après Woussen *et al.* (1981), les textures magmatiques dans l'anorthosite près du contact sud (secteur Chicoutimi) indiquent une mise en place dans un environnement tectonique relativement calme. En plus, le parallélisme de la foliation verticale présent dans les gneiss et l'anorthosite indique qu'ils ont été déformés en même temps. Cette

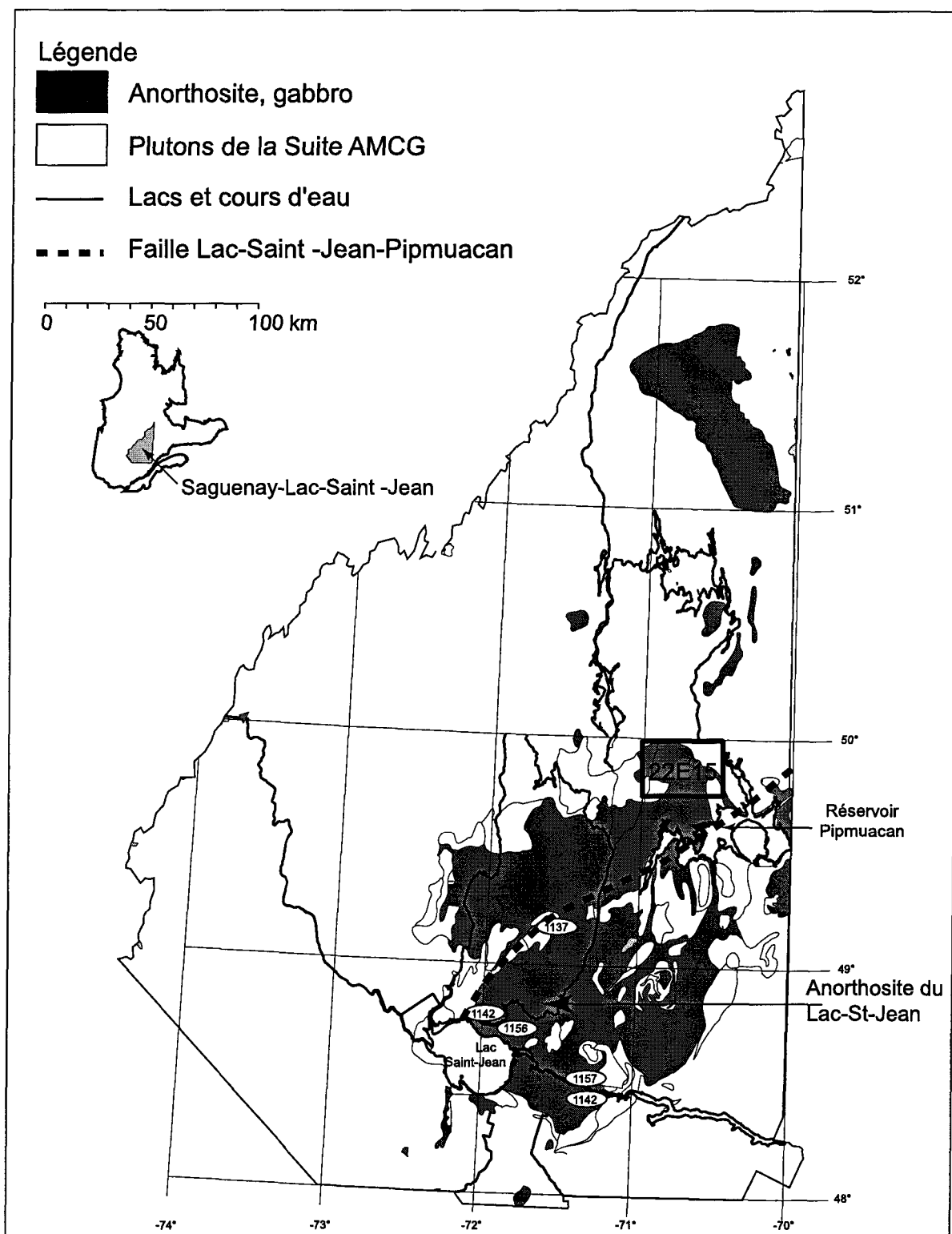


Figure 3: Localisation du secteur d'étude et cadre géologique de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Modifiée de Hébert 1991). Les âges sont en Ma.



déformation a été interprétée comme le résultat d'une montée diapirique de l'anorthosite après sa consolidation en profondeur (Woussen *et al.* 1981).

Woussen *et al.* (1986), montrent que la mise en place d'essaim de dykes de metabasites et de diabases sont interprétés comme des indicateurs d'une extension crustale majeure. La mise en place de plutons d'anorthosite-mangérite est attribuée au même épisode magmato-tectonique. Roy *et al.* (1986) ont proposé que lors de la mise en place progressive du massif, le comportement mécanique de l'Anorthosite du Lac-Saint-Jean devient moins plastique et plus fragile. Après des observations sur la zone de contact sud, ils ont remarqué que la déformation qui était pénétrative au début de l'ascension devenait plus restreinte à certaines zones et éventuellement, elle était concentrée le long de fractures dans lesquelles des dykes mafiques ont été injectés. Cette déformation mécanique vient oblitérer les textures et structures magmatiques originales dans l'anorthosite (Roy *et al.* 1986). Dans le complexe gneissique encaissant, l'intensité de la déformation augmente lorsque l'on s'approche du contact. Ces effets ont été observés dans le contact nord de l'anorthosite, notamment dans le secteur du Réservoir Pipmuacan (Kehlenbeck 1972).

Higgins et van Breemen (1992), ont contredit l'hypothèse d'une montée diapirique lente. Ces auteurs proposent plutôt une courte histoire de cristallisation, de mise en place et de déformation. Les magmas sont montés le long de zones de cisaillement qui agissent comme des conduits. Ces zones, subverticales et en décrochement sont formées sous un régime tectonique de convergence.

### 1.1.2 Contraintes sur l'étude des Suites anorthositiques

Les études sur les complexes anorthositiques se concentrent principalement au niveau lithogéochimique et géochronologique. La très grande dimension de l'appareil, et son comportement réfractaire à la déformation font en sorte que les études au niveau structural sont très limitées. La majorité des Suites anorthositiques ont été affectées par divers degrés de déformation et de métamorphisme (Ashwal 1993). Comme l'anorthosite est formée à 90% de plagioclases, son comportement rhéologique est différent de celui d'une intrusion granitique, par exemple, où le quartz est un bon indicateur du niveau de déformation à l'état solide (Bouchez et Guineberteau 1984). Les sections suivantes résument les principales caractéristiques associées à la déformation à l'état magmatique et à l'état solide d'une roche.

#### 1.1.2 a Déformation à l'état magmatique

Le principal critère d'un écoulement magmatique est l'orientation préférentielle des minéraux ignés primaires qui ne montrent pas d'évidence de déformation ou recristallisation (Paterson *et al.* 1989). Selon Bouchez et Guineberteau (1984), le domaine inférieur à 45% de liquide est celui où les particules glissent les unes contre les autres en se réorganisant, mais sans déformation plastique des particules, c'est l'état magmatique. Au-delà de cette zone, la déformation plastique apparaît. L'écoulement à l'état magmatique se caractérise par deux structures. Premièrement, les particules plates placent leur face la mieux développée parallèlement au plan de l'écoulement, c'est le plan de fluidité

magmatique. Deuxièmement, les particules allongées s'orientent parallèlement aux lignes de flux, elles définissent la direction de la fluidité magmatique par des linéations minérales (Bouchez et Guineberteau 1984). Le plagioclase est un bon indicateur de cet écoulement car les macles polysynthétiques à l'intérieur d'un même cristal deviennent parallèles à subparallèles entre elles et d'un cristal à l'autre (Paterson *et al.* 1989).

### 1.1.2 b Déformation à l'état solide

Les textures caractéristiques d'une déformation à l'état solide sont résumées par Paterson *et al.* (1989). Des agrégats gloméroporphyriques de minéraux comme la hornblende et la biotite formant un alignement préférentiel entre eux ainsi que l'extinction roulante, la formation de sous-grains pour le quartz et les feldspaths et des macles en kink et en biseau pour les plagioclases sont des indicateurs d'une déformation à l'état solide. La déformation impliquant la cataclase et la recristallisation dynamique est très commune dans les anorthosites (Ashwal 1993). Kehlenbeck (1972), après une étude des textures de ces déformations dans la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean, a établi quatre textures typiques dans les plagioclases en fonction de l'augmentation de la déformation. La texture *protoclastique* est caractérisée par le commencement de la granulation de larges cristaux de plagioclases ignés à la limite des grains et dans les fractures. Les plagioclases *porphyroclastiques* sont des cristaux anguleux dans une matrice à grains fins. La texture *oeillée* montre des mégacristaux de plagioclase arrondis à sub-arrondis dans une matrice de plagioclases recristallisés. Les plagioclases *granoblastiques* forment une mosaïque de

grains recristallisés polygonaux et équi-granulaires. Donc, l'empreinte de la déformation est difficile à mesurer, car à la fin, les cristaux ont recristallisé.

### 1.1.2 c Contexte de mise en place de pluton

La mise en place de plutons se fait dans différents types d'environnements tectoniques et les structures résultantes sont en relation avec la dynamique de l'ascension et de l'emplacement. Les principaux modes de mise en place sont les dômes, le diapirisme, le ballonnement, l'effondrement circulaire et la propagation par dykes (Castro 1987). Ces mécanismes d'emplacement sont tous régis par la combinaison de deux facteurs : 1) le comportement rhéologique du magma (température, composition et l'importance de la fraction fondue), 2) le comportement rhéologique de l'hôte (composition, anisotropie et profondeur).

Les *dômes* gneissiques sont des structures communes des terrains archéens. Du côté géométrique, les dômes peuvent être décrits comme une structure convexe vers le haut, circulaire ou elliptique résultant du gonflement de couches à l'origine horizontales. Ces structures peuvent être obtenues par la superposition de plis ou par la montée de matériel enfoui avec une densité moindre que la couche subjacente. La complexité des structures internes est la caractéristique la plus commune des dômes. Les structures internes du cœur sont généralement le résultat de la superposition de plusieurs phases de déformation et les foliations et les linéations présentes ne sont pas en relation avec le dôme mais le résultat d'une déformation régionale. Ces structures en dôme sont syncinématiques avec la

déformation régionale. La montée à l'aide de l'énergie gravitationnelle s'effectue lorsque le potentiel de la couche enfouie devient plastique lors un événement métamorphique (Castro 1987).

Le *diapirisme* est un processus hautement énergétique qui nécessite la fusion partielle du corps ascendant. Le diapire est en fait un dôme évolué et est appliqué au matériel léger qui recoupe les couches supérieures en prenant la forme d'une gouttelette inversée. L'énergie nécessaire doit être fournie par la montée du magma. Ceci limite le diapirisme aux zones profondes du manteau (Castro 1987).

Le *ballonnement* est caractérisé par : 1) une forme circulaire ou elliptique des plutons en section horizontale, 2) une zonation concentrique des faciès plutoniques, le centre étant plus acide, 3) une fabrique planaire parallèle aux contacts et plus fortement déformée en bordure devenant une foliation gneissique et 4) une fabrique planaire parallèle aux contacts dans les roches hôtes. Les plutons sont toujours syncinématiques avec la déformation régionale. En plus, le raccourcissement horizontal résultant de la déformation régionale ou de grandes zones de cisaillement est requis pour produire la forme d'entonnoir du réservoir induisant l'étendue latérale de la partie supérieure du pluton (Castro 1987).

L'*effondrement circulaire* par subsidence est associé aux complexes annulaires. La composition du magma est mafique impliquant des gabbros et des diorites. Lorsque la masse atteint un niveau élevé dans la croûte, le pluton mafique s'enfonce favorisant

l'intrusion d'autres matériaux fondus (granite) le long de fractures en forme d'anneau et le long du contact avec l'hôte. La roche hôte dans ce cas joue un rôle passif (Castro 1987).

La *propagation par dykes* est le mécanisme principal pour le transport du magma. Le magma monte dans des fractures en extension produites en réponse à une contrainte durant la génération du magma. Les conditions nécessaires à la formation de fractures en profondeur sont : 1) un champ de contrainte anisotropique et, 2) une pression de fluide élevée. La combinaison du métamorphisme régional avec des événements magmatiques et des processus tectoniques présents simultanément est la caractéristique principale des environnements orogéniques intracontinentaux (Castro 1987).

Plusieurs études récentes ont montré l'importance de la présence de zones de failles actives en association avec la mise en place syn-tectonique de plutons. L'espace généré dans la croûte par une faille en décrochement (Morand 1992, Petford et Atherton 1992, Archanjo *et al.* 1994, et Fernandez et Castro 1999), et par chevauchement (Schmidt *et al.* 1990, Paterson *et al.* 1990, Karlstrom *et al.* 1993 et Koukouvelas *et al.* 1996) sont des sites capables de recevoir un volume considérable de magma pouvant former des plutons à des profondeurs variables dans la croûte. Ces études portent essentiellement sur la mise en place syntectonique de plutons de composition granitique. D'autre part, Royce et Park (2000) ont démontré à l'aide des propriétés physiques du magma que la mise en place de l'anorthosite de Nain a été induite par une ascension à l'aide d'un conduit contrôlé par une zone de cisaillement plutôt que par diapirisme. Les mégacrists d'orthopyroxènes ont été

utilisés pour estimer le taux minimum d'ascension de la bouillie de cristaux de plagioclases.

Le mode de mise en place de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean fait l'objet de trois hypothèses distinctes : (1) la montée diapirique (Woussen *et al.* 1981, 1986 et Roy *et al.* 1986) ; (2) la montée le long de zones de faille (Higgins et van Breemen 1992, 1996) ou à une plus grande échelle et pour plusieurs anorthosites présentes dans la Province de Grenville (3) une mise en place sous l'extension crustale qui suit l'épaississement lié au chevauchement (Corrigan et Hamner 1997).

### **1.1.3 Géologie régionale**

#### **1.1.3.a Province de Grenville**

La Province de Grenville est la dernière province d'âge précambrien à s'être ajoutée au noyau du Bouclier canadien. La nomenclature associée à la Province de Grenville la plus récente et celle utilisée le plus couramment, est celle de Rivers *et al.* (1989) basée sur des données géochronologiques, géophysiques et géologiques. La province se subdivise en trois ceintures de premier ordre ; le Parautochtone, l'Allochtone polycyclique et l'Allochtone monocyclique (Figure 4). Ces ceintures sont séparées par deux limites caractérisées par des failles ductiles. La zone de faille de charriage de l'Allochtone est la limite entre le Parautochtone et l'Allochtone polycyclique tandis que la zone de faille de l'Allochtone monocyclique est la limite entre le polycyclique et le monocyclique.

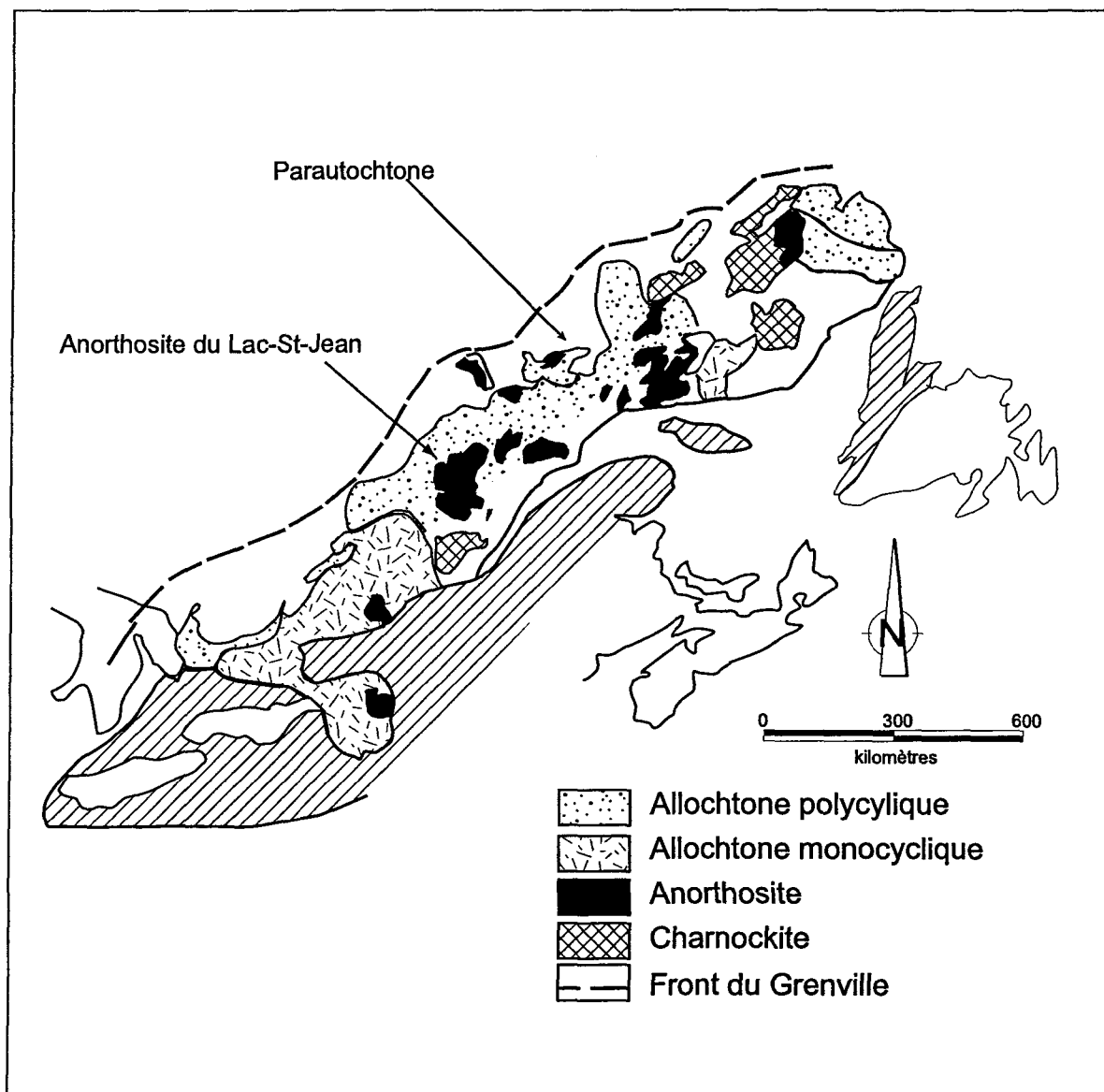


Figure 6 : Subdivisions de la Province de Grenville (Modifié de Rivers et al. 1989)



Le *Parautochtone* s'étend entre le Front du Grenville et la faille de charriage de l'*Allochtone polycyclique* (Figure 4). Il est constitué de roches d'âge Archéen à Protérozoïque moyen, et possédant une histoire tectonométamorphique pré-grenvillienne (River *et al.* 1989). On y retrouve des orthogneiss tonalitiques, dioritiques et granodioritiques migmatisés ainsi que des filons de diabase ou microgabbro d'âges divers et métamorphisés au faciès des granulites. Les fabriques sont généralement de direction NE avec des zones de cisaillement parallèles au front et des plis isoclinaux déversés vers le NW (Hocq 1994).

L'*Allochtone polycyclique* (Figure 4) est composée de roches formées durant un ou plusieurs cycles orogéniques antérieurs et qui ont été retravaillées durant l'orogénie grenvillienne (Rivers *et al.* 1989). Il représente une zone de délamination intracrustale le long de laquelle les terrains métamorphisés du Protérozoïque inférieur et moyen ont été transportés vers le NW le long d'un grand accident chevauchant (Martignole *et al.* 1994). On y retrouve plusieurs terranes d'orthogneiss et de paragneiss de haut grade métamorphique qui renferment les quatre grandes suites magmatiques ; anorthositique (anorthosite à andésine/labrador, gabbro/norite, troctolite), charnockitique (jotunite, mangérite, charnockite), granodioritique-tonalitique (diorite, granodiorite et gabbro) et granitique (Hocq 1994).

L'*Allochtone monocyclique* est séparé des roches de l'*Allochtone polycyclique* par la zone de faille de l'*Allochtone monocyclique* (Figure 4). Il est caractérisée par deux

régions d'âges semblables (1500-1300 Ma) mais avec des caractères lithologiques différents. On retrouve, à la frontière du Québec-Labrador, le Supergroupe du Wakeham et au sud du Québec et dans l'est de l'Ontario le Supergroupe du Grenville composés de séquences de roches métasédimentaires et métavolcaniques. Ces terrains ont été métamorphisés durant l'orogénie grenvillienne et leurs limites sont incertaines (Rivers *et al.* 1989).

#### 1.1.3.b Région du Saguenay-Lac-Saint-Jean

La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean est située au cœur de l'Allochtone polycyclique et elle est caractérisée par la Suite anorthositique du Lac-St-Jean (Figure 4). Cette immense masse, dont la superficie excède 20 000 Km<sup>2</sup> (Woussen *et al.* 1981), regroupe plusieurs lobes coalescents constitués d'anorthosite et de toute une gamme de variation de lithologies entre des gabbros, des norites, des troctolites, des anorthosites et en moins grandes quantités des pyroxénites, dunites et pérodotites (Cimon et Hébert 1998). Il s'agit d'un ensemble formant une suite anorthosite-mangérite-charnockite-granite (AMCG). Cette suite est entourée d'un complexe gneissique, principalement des orthogneiss et des migmatites de compositions diverses et d'une quantité mineure de roches supracrustales (quartzite, paragneiss, roches calcosilicatées, marbre et amphibolite (Clark et Hébert 1998). Toutes ces unités sont coupées par plusieurs essaims de dykes de metabasites (Higgins et van Breemen 1992) et des intrusions granitiques, monzonitiques et syénitiques tardives (Figure 4) (Clark et Hébert 1998).

Dans le secteur du Saguenay-Lac-Saint-Jean, la période de convergence tectonique reliée à l'orogénie grenvillienne a contribué à la déformation de l'anorthosite (Roy et al. 1986 ; Woussen et al. 1981). Trois événements majeurs ont été observés dans toutes les lithologies précambriennes de la portion sud de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (Hébert et al. 1998).

Selon Hébert *et al* (1998), l'événement D1 produit la fabrique la plus ancienne qui est orientée plus ou moins est-ouest. Elle serait associée à l'épisode de chevauchement grenvillien (Figure 5-a). Cette fabrique a été plissée à la suite d'un épisode tectonique de raccourcissement et décrochement (D2) qui a généré un important couloir de déformation NE-SW à mouvement oblique, inverse dextre. Les zones de cisaillement NE-SW isolent d'immenses blocs de roches de dimension plurikilométrique dans lesquels la fabrique ancienne E-W est conservée (Figure 5-b). Hébert et Lacoste (1998b) ont observé le long de la structure NE-SW de la zone de déformation de St-Fulgence que les zones de cisaillement sont caractérisées par des gneiss "droits" à foliation mylonitique très pénétrative. Un troisième événement (D3) est responsable de failles N-S à NNE-SSW de régime fragile-ductile. Elles déplacent les deux premières fabriques et différentes lithologies grenvilliennes selon un mouvement de décrochement senestre en échelons (Figure 5-c). Ce phénomène est particulièrement visible dans le secteur du lac Kénogami au SW de Chicoutimi (Hébert et Lacoste 1998a) où on peut observer que le contact entre l'anorthosite et l'encaissant est déplacé en échelons.

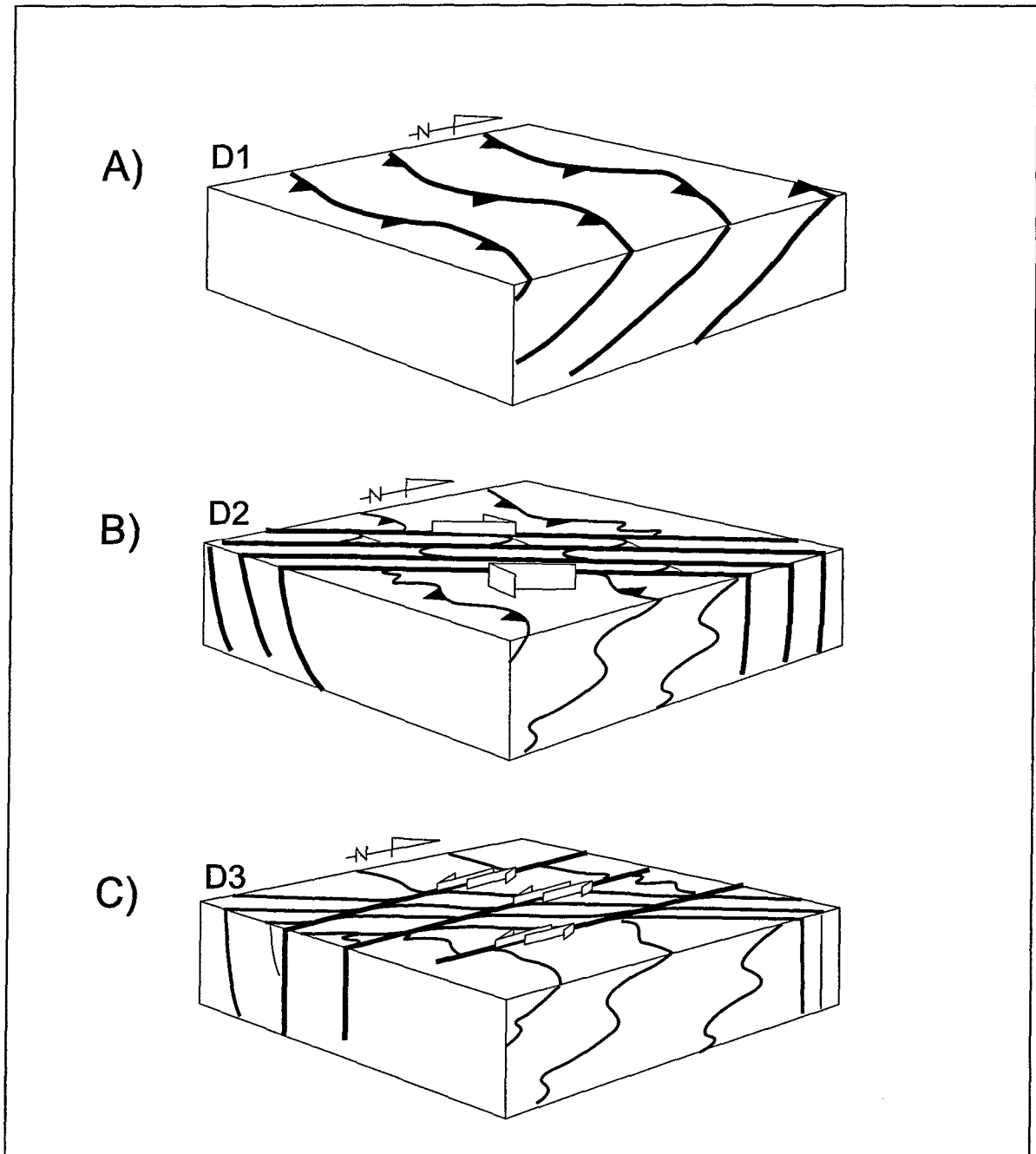


Figure 5: Principaux événements de déformation reconnus dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Modifiée de Hébert et al. 1998).

La Suite anorthositique est également traversée par une importante zone de faille NE-SW, la faille Lac-Saint-Jean-Pipmuacan (Figure 3). Cette zone de faille est interprétée comme un décrochement majeur ayant peut-être joué un rôle important lors de la mise en place de la SALSJ (Hébert, 1991, 1999).

#### **1.1.4 Géologie locale**

Le secteur d'étude, situé dans la portion NE de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean, est représenté par le feuillet 22E15 (Figure 6). La région du Lac à Paul se situe à plus de 150 km au nord de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Le secteur chevauche donc la zone de contact NE entre l'anorthosite et un complexe gneissique de composition diverse. Les roches dominantes de la Suite anorthositique font partie d'une séquence de roches mafiques à ultramafiques composées d'anorthosite, de leuconorite, de norite, de gabbronorite, de gabbro à olivine, de gabbro, de pyroxénite et, localement, de péridotite, de dunite et de magnétite. L'encaissant est formé de gneiss quartzofeldspathique à biotite-hornblende, de gneiss granulitique, de gneiss rubané gris et rose et de gneiss gabbroïque. Le Granite de La Carpe (~35 km<sup>2</sup>), plus jeune, affleure également au SW du feuillet ; il est constitué de granite (charnockite) et de monzonite (mangérite) avec ou sans hypersthène (Hébert et Beaumier 2000).

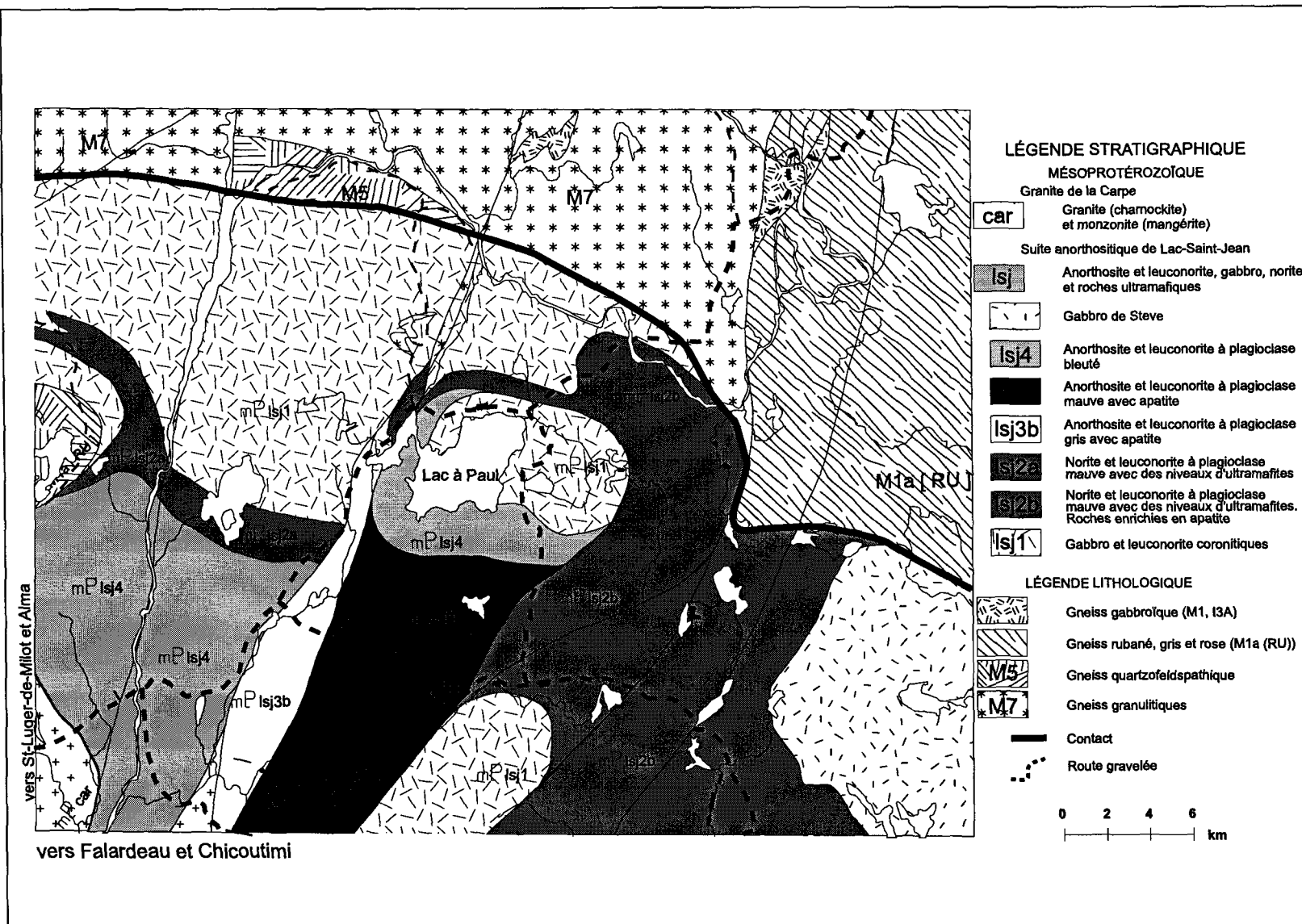


Figure 6 : Géologie du feuillet 22E15, secteur Lac à Paul (Modifiée de Hébert et Beaumier 2000).

### 1.1.5 Problématique reliée au secteur Chute-des-Passes de la SALSJ

Des études sur la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean portent sur la géochimie, la pétrologie et la géochronologie dans les roches anorthositiques et dans les plutons tardifs (Woussen *et al.* 1981, 1986, Roy *et al.* 1986, Higgins et van Breemen 1992, 1996, Hervet *et al.* 1990 et Ider 1997). Le contexte de mise en place de l'anorthosite dans ces études est donc surtout basé sur des données géochimiques et pétrologiques car ce pluton est de très grande dimension et l'empreinte de la déformation est difficile à établir à cause du comportement réfractaire de l'anorthosite. L'étude de la déformation abordée dans ces travaux, se fait essentiellement au niveau textural des déformations magmatiques ou d'état solide à l'échelle de l'affleurement et de la lame mince.

Le secteur Chute-des-Passes est situé dans la portion NE de la Suite anorthositique du Lac-St-Jean (Figure 3). Ce secteur englobe une zone de contact de direction SE entre la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean et l'encaissant et il est situé juste au nord de la faille de Lac-Saint-Jean-Pipmuacan. La relation entre l'encaissant gneissique et l'anorthosite est bien exposée et accessible facilement par route. On y retrouve une signature structurale bien visible autant dans l'anorthosite que dans l'encaissant grâce à la présence de nombreux affleurements. La comparaison entre les fabriques présentes dans le gneiss et celles de l'anorthosite ainsi que leur relation avec le contact peut être bien établie à l'aide d'une analyse structurale détaillée. Le secteur Chute-des-Passes s'avère donc être un site favorable pour analyser le contexte de mise en place d'une partie de l'anorthosite par

rapport à son encaissant. L'étude de la mise en place se base donc sur la dispersion des fabriques planaires et linéaires au sein de l'appareil anorthositique en comparaison avec les fabriques observées à l'extérieur.

## **1.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE**

Le but de cette étude est de déterminer le contexte de mise en place de la portion NE de la Suite anorthosite de Lac-St-Jean, c'est-à-dire son contexte structural et le moment de mise en place par rapport aux déformations de son encaissant en se basant sur l'analyse des styles structuraux de l'anorthosite et de ses encaissants.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont :

- 1) Établir la signature structurale dans les différentes unités lithologiques,
- 2) Faire la chronologie des fabriques structurales et caractériser les styles structuraux,
- 3) Comparer et expliquer les différents styles structuraux,
- 4) Établir une chronologie des événements et faire le lien avec les événements de l'orogénie grenvillienne.



## **1.3 METHODOLOGIE**

### **1.3.1 Terrain**

Le travail de terrain a été effectué lors de l'été 1998 durant une campagne de cartographie dirigée par le ministère des Ressources naturelles. Des coupes structurales à travers la roche encaissante et la Suite anorthositique ont été réalisées pour faire la description macroscopique des lithologies. Sur chaque affleurement, un levé des structures planaires (foliations, gneissosités et plis) et linéaires (linéation d'intersection et l'étirement minéral) a été effectué. La présence d'indicateurs de cisaillement dans les zones de déformation a été notée. Un échantillonnage systématique de blocs orientés, prélevés à la scie ou à la main, a été effectué sur la majorité des unités montrant des structures et des signes de déformation à divers degrés. Ces blocs ont servi à des études pétrographiques et à des mesures en laboratoire pour définir et préciser les fabriques structurales. De plus, des croquis détaillés à différentes échelles ont été réalisés sur les affleurements montrant des structures et des relations particulières pour bien marquer les relations de terrain.

### **1.3.2 Laboratoire**

#### **1.3.2.a Travail sur échantillons orientés**

Les blocs et échantillons orientés ont servi à mesurer les fabriques présentes. Les échantillons ont été orientés de manière à placer la ligne de direction et à représenter fidèlement le pendage ou la plongée de l'orientation selon le cas. Une mesure de l'orientation préférentielle des grains par rapport à cette orientation a été établie à l'aide

d'un rapporteur d'angle de type rotationnel. Le pendage de ces fabriques a été mesuré avec un clinomètre. Ces mesures ont soit permis de valider les mesures prises sur le terrain ou ont fait ressortir des structures non répertoriées. Ce travail a permis également d'établir les relations entre les fabriques.

#### 1.3.2.b Pétrographie

Une série de lames minces orientées ont été fabriquées à partir des échantillons. Pour la plupart des échantillons, une lame perpendiculaire à la linéation d'étirement (plan YZ) a permis de bien visualiser les minéraux dans la section au minimum de la déformation, tandis que la lame parallèle à la linéation (plan XZ) et perpendiculaire au plan de foliation, a montré des indicateurs de cisaillement en plus des effets de la déformation. L'observation des lames minces a permis de caractériser les lithologies, les fabriques et les indicateurs de cisaillement lorsque présents. Une attention particulière a été portée sur l'identification des structures dans le but d'éclaircir leur origine et pour les mettre en relation avec leur équivalent mégascopique. L'évolution de la déformation dans les différentes lithologies, c'est-à-dire du moins déformé au plus déformé a été étudiée, qualifiée et comparée aux observations de terrain. Les altérations et les minéraux métamorphiques ont également été notés.

#### 1.3.2.c Analyse des résultats

Des cartes de trajectoires des foliations et des linéations d'étirement ont été produites pour chacun des domaines et intégrées à la banque de données du SIGEOM. La

caractérisation de l'homogénéité structurale de ces différents domaines a été établie à l'aide de diverses projections stéréographiques. L'analyse géomatique qui a incorporé les informations topographiques, magnétiques, structurales et lithologiques a été nécessaire pour la mise en carte de tous les éléments. Finalement, une comparaison détaillée avec les travaux antérieurs sur la Suite anorthositique de Lac-St-Jean (Woussen et al. 1981, Roy et al. 1986, Higgins et van Breemen 1992, 1996 et Ider 1997) a été complétée à l'aide de l'analyse structurale et des résultats pétrographiques.

## CHAPITRE II

### DESCRIPTION DES LITHOLOGIES

#### 2.1 INTRODUCTION

La présente étude a permis la description et la prise d'échantillons sur plus de 140 stations au sein de la Suite anorthositique de Lac-St-Jean (Figure 7). Les principales lithologies décrites peuvent se regrouper dans deux ensembles : les roches *gneissiques*, présentes au nord ou près du contact, et les roches de la *Suite anorthositique* localisées au sud du contact (Figure 7). Ces dernières se subdivisent en deux groupes: les roches *gabbroïques à noritiques* et les roches *anorthositiques*. Les gneiss rubanés (M1(RU))<sup>1</sup>, le Granite de La Carpe, le gabbro de Steve sont des lithologies qui ne sont pas touchées par la présente étude ainsi que les roches à olivine et ultramafiques présentes dans le faciès lsj2b<sup>1</sup> de la partie est du feuillet SNRC 22E15 (Figure 7).

**1:** La nomenclature du ministère des Ressources naturelles présente dans la base de donnée *SIGEOM* est utilisée pour les unités décrites dans ce texte et fait référence aux codes lithologiques du feuillet 22E15 (Hébert et Beaumier 2000).

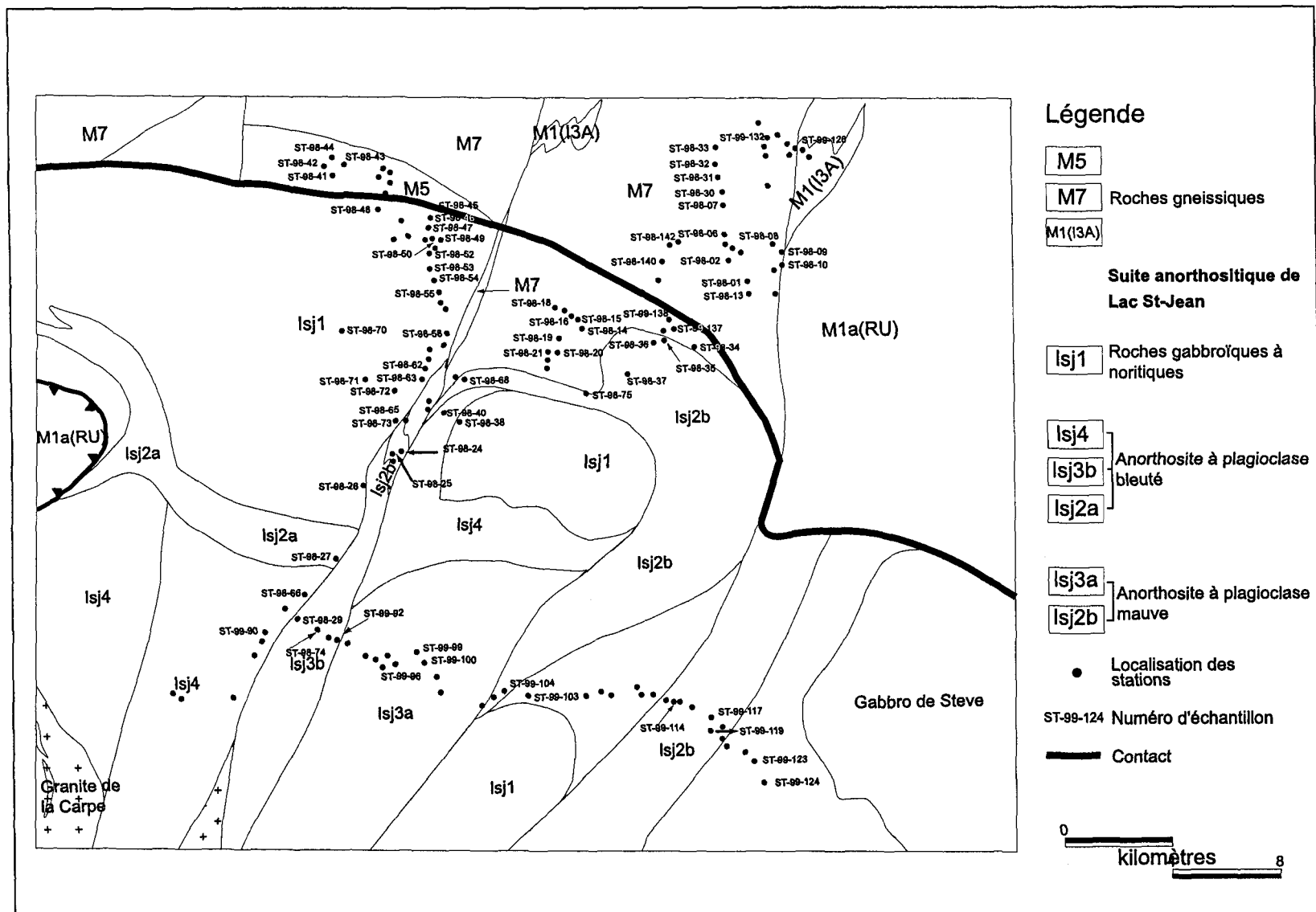


Figure 7: Carte lithologique simplifiée de la région du lac à Paul, feuillet SNRC 22E15 et localisation des stations et des échantillons.

## 2.2 LES ROCHES GNEISSIQUES

Les roches gneissiques se retrouvent essentiellement dans la portion nord et nord-est du feuillet 22E15 (Figure 7). Elles sont caractérisées par des gneiss granitiques à monzonitiques (M7 et M5), des gneiss granodioritiques, tonalitiques, charnockitiques (opdalitiques) (M7) et par des gneiss gabbroïques (M1(I3A)).

### 2.2.1 Description macroscopique des roches gneissiques

Les gneiss de type *granitique à monzonitique* (M5) affleurent au nord, près des gabbros de la Suite anorthositique. Il s'agit de roches de couleur grise parfois très pâle à rosée à grains moyens à fins. (Figure 8-a). Le rubanement migmatitique est bien développé et marqué par l'alternance de leucosomes de quartz-feldspath et de mélanosomes de biotite-hornblende (Figure 8-b) (Hébert et Beaumier 2000).

L'ensemble des autres roches gneissiques est de composition *granodioritique à tonalitique* et localement *charnockitique* (M7). Elles représentent la presque totalité des roches présentes au nord de la Suite anorthositique. Ce sont des roches de couleur rosée (granodiorite, Figure 9) à grisâtre (tonalite Figure 11-a) localement beige brunâtre avec une croûte d'altération de couleur cassonade pour les roches de la suite charnockitique (Figure 10-a et b). Dans l'ensemble, la taille des grains varie de moyenne à fine et les roches sont migmatisées avec un contenu en mobilisat pouvant atteindre 30%. Ce dernier est

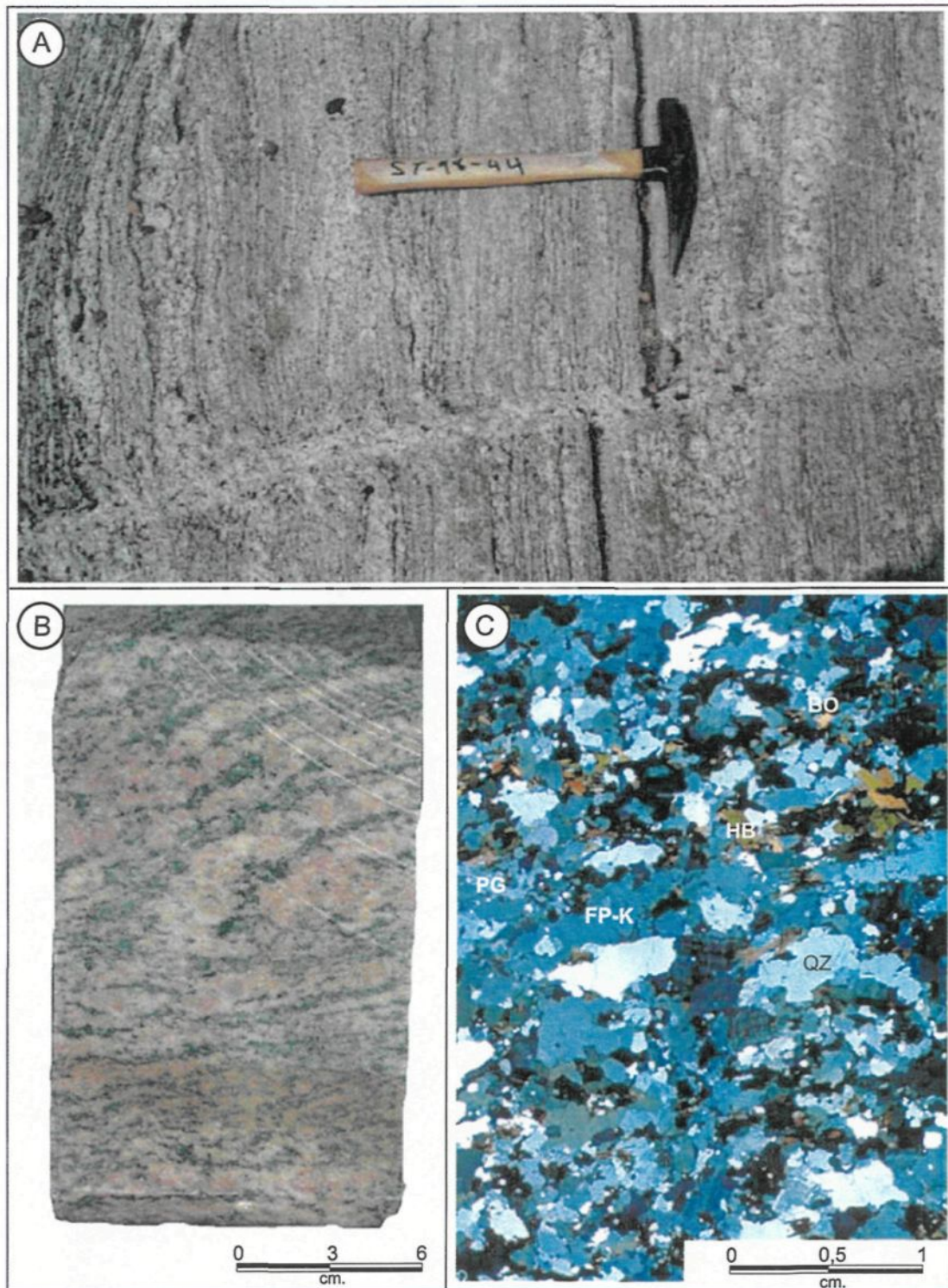


Figure 8: Gneiss de type granitique à monzonitique. A: Vue en affleurement de la couleur grisâtre de la patine d'altération. B: Rubanement migmatitique à l'échelle de l'échantillon. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant la taille grossière du quartz (QZ), du plagioclase (PG) et des feldspaths potassiques (FP-K).

Types	Composition	Caractéristiques
<b>Gneiss granitique</b>	Quartz, feldspath-k, plagioclases, biotite, hornblende (épidote-apatite)	F : interlobé, idiomorphe, myrmékite, séricite, 0.5-8mm M : idiomorphe, tabulaire, poecilitique, 0.5-3mm
<b>Gneiss granodioritique</b>	Plagioclases, quartz, feldspath-k, biotite et hornblende (apatite et épidote)	F : interlobé, idiomorphe, ~ 5-7mm., myrmékite, séricite. M : idiomorphe, tabulaire, interlobé, chloritisé, 0.5-3mm
<b>Gneiss tonalitique</b>	Plagioclases, quartz, biotite et hornblende	F : interlobé à polygonal, idiomorphe, 0.2-0.7mm M : tabulaire, idiomorphe, poecilitique, ~2mm
<b>Gneiss de la série des charnockites</b>	Plagioclases, quartz, feldspath-k, biotite et pyroxènes (hypersthène)	F : interlobé et/ou rubané, ~ 2mm, idiomorphe M : tabulaire, idiomorphe, faible ouralitisé, 0.5-2mm
<b>Gabbro ou gneiss gabbroïques</b>	Plagioclases, hornblende, clinopyroxène, orthopyroxène, biotite et quartz (peu)	PG : interlobé et/ou bordure droite. ~3mm. M : +ou- ouralitisé = hornblende (idioblastique). ~1mm
<b>Leucogabbro</b>	Plagioclases, hornblende, clinopyroxène et orthopyroxène (apatite)	PG : polygonal à interlobé, ~1mm M : +ou- ouralitisé (HB idioblastique), 1-2mm
<b>Gabbro norite</b>	Plagioclases, hornblende et pyroxènes (OPX-CPX)	PG : polygonal à interlobé, ~1mm M : +ou- ouralitisé (HB idioblastique). Taille variable
<b>Norite</b>	Plagioclases, hornblende, orthopyroxène et clinopyroxène, biotite	PG : polygonal (~0.5mm) à interlobé (~2mm) M : HB ass. aux PX interlobé (~1-2mm)
<b>Leuconorite</b>	Plagioclases, hornblende, pyroxènes (OPX-CPX) et biotite	PG : polygonal ou interlobé fracturé (0.01-2mm) M : +ou- ouralitisé, coronitique microgrenu, ~0.5mm
<b>Anorthosite à plagioclase gris-bleu</b>	Plagioclases, biotite et hornblende	PG : polygonal, 0.5-2mm M : tabulaire, glomérophyrique, 1-3mm
<b>Anorthosite gabbroïque gris-bleu</b>	Plagioclases, hornblende, biotite, pyroxènes (grenat, sphène, apatite)	PG : polygonal (0.1-2mm) ou interlobé (2-12mm) M : idiomorphe, glomérophyrique, ouralitisé, 0.1-2mm
<b>Gabbro anorthositique gris-bleu</b>	Plagioclases, hornblende, biotite, apatite, pyroxène	PG : polygonal (~0.1mm) ou interlobé (2-8mm) M : idiomorphe, glomérophyrique, ouralitisé, 0.1-6mm
<b>Anorthosite mauve</b>	Plagioclases, hornblende et/ou biotite, apatite	PG : idiomorphe, interlobé, 3-10mm ou polygonal M : idiomorphe, glomérophyrique, 0.7-4mm
<b>Anorthosite gabbroïque mauve</b>	Plagioclases, pyroxène, biotite et hornblende, apatite	PG : Grenu, suturé, 2-7mm, zoné M : glomérophyrique, idiomorphe, 0.5-2mm
<b>Gabbro anorthositique mauve</b>	Plagioclases, hornblende, pyroxène, biotite apatite	PG : Grenu, suturé, 1-7mm M : idiomorphe, ouralitisé, 0.1-4mm

Tableau 1 : Synthèse pétrographique des différents faciès lithologiques. F : minéraux felsiques (quartz, plagioclases, feldspath potassique), M : minéraux mafiques (hornblende verte, biotite et pyroxène), PG : plagioclases, HB : hornblende verte, PX : pyroxène.



régulièrement pegmatitique et composé de feldspath et de quartz. On observe des niveaux d'amphibolite fortement boudinés localement, et les roches sont recoupées par des injections de pegmatite concordantes ou recoupantes (Figure 9) (Hébert et Beaumier 2000).

Les *gneiss gabbroïques* affleurent en deux endroits au nord de la Suite anorthositique (Figure 7). Ce sont des leucogabbros poivre et sel, de couleur gris verdâtre à brunâtre en affleurement, et à grains moyens à fins. On y observe des niveaux boudinés de pegmatite composite (Figure 12-a).

### 2.2.2 Description microscopique des roches gneissiques

Les *gneiss granitiques à monzonitiques* sont composés principalement de quartz, feldspath potassique (orthose et/ou microcline) et de plagioclase tous grenus et grossiers (~5mm). Les feldspaths potassiques montrent des textures perthitiques et on observe communément un effet de corrosion du plagioclase et la formation de myrmékite (Figure 8-c). La hornblende verte et la biotite forment la composante mafique de la roche. La biotite est tabulaire et localement altérée en chlorite. La hornblende verte est interstitielle et localement poecilitique. Leur taille est variable de 0,5 à 5 mm (Figure 8-c et tableau 1).

Les plagioclases, le quartz et les feldspaths potassiques sont les composantes majeures des *gneiss granodioritiques*. Le feldspath potassique et les plagioclases sont interlobés tandis que le quartz est localement allongé. Ces minéraux sont majoritairement

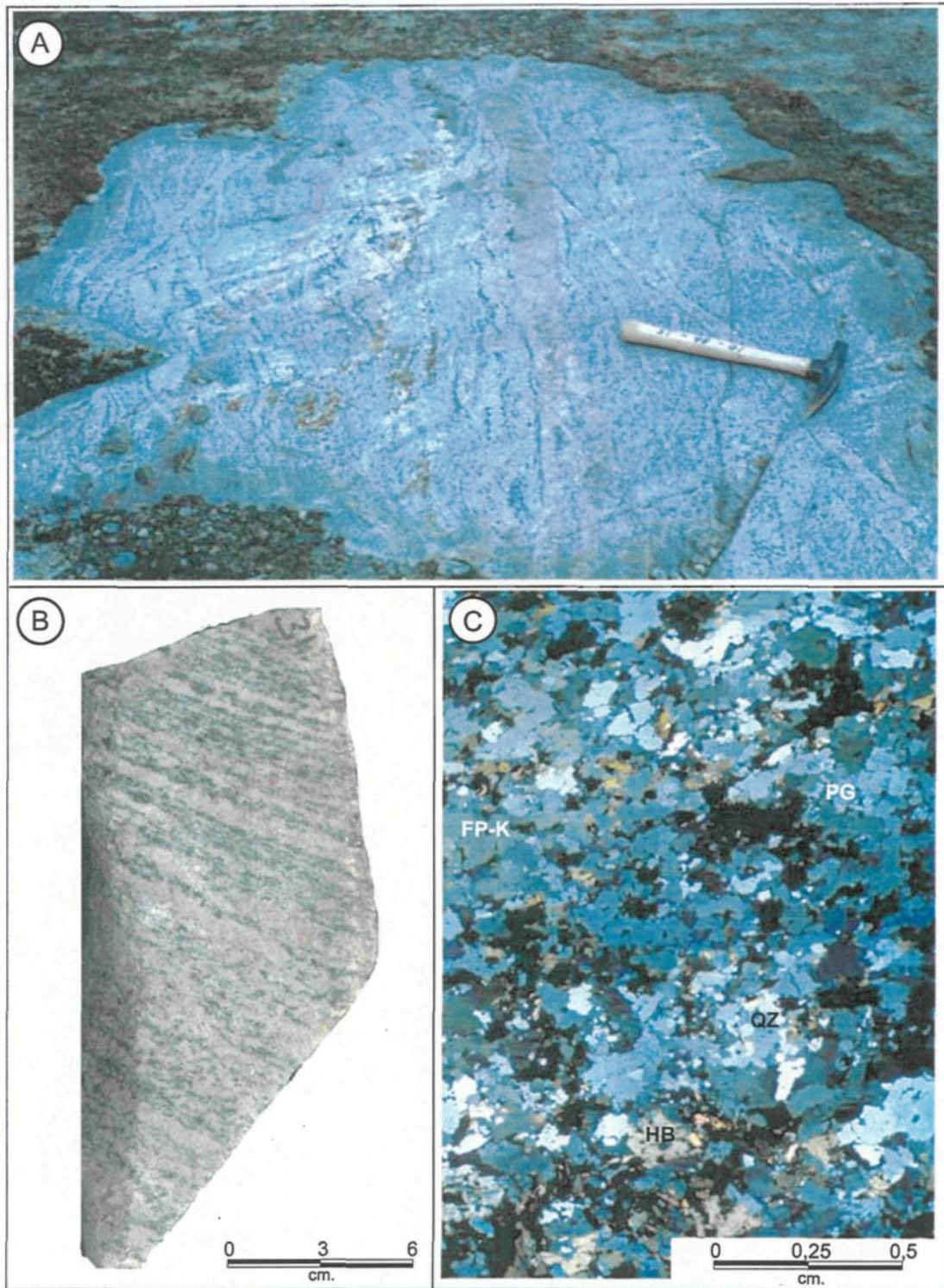


Figure 9: Gneiss granodioritique. A: Vue en affleurement de la couleur rosée. B: En échantillon; mobilisat granitique composé de quartz et de feldspaths. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant les minéraux grossiers et interlobés.



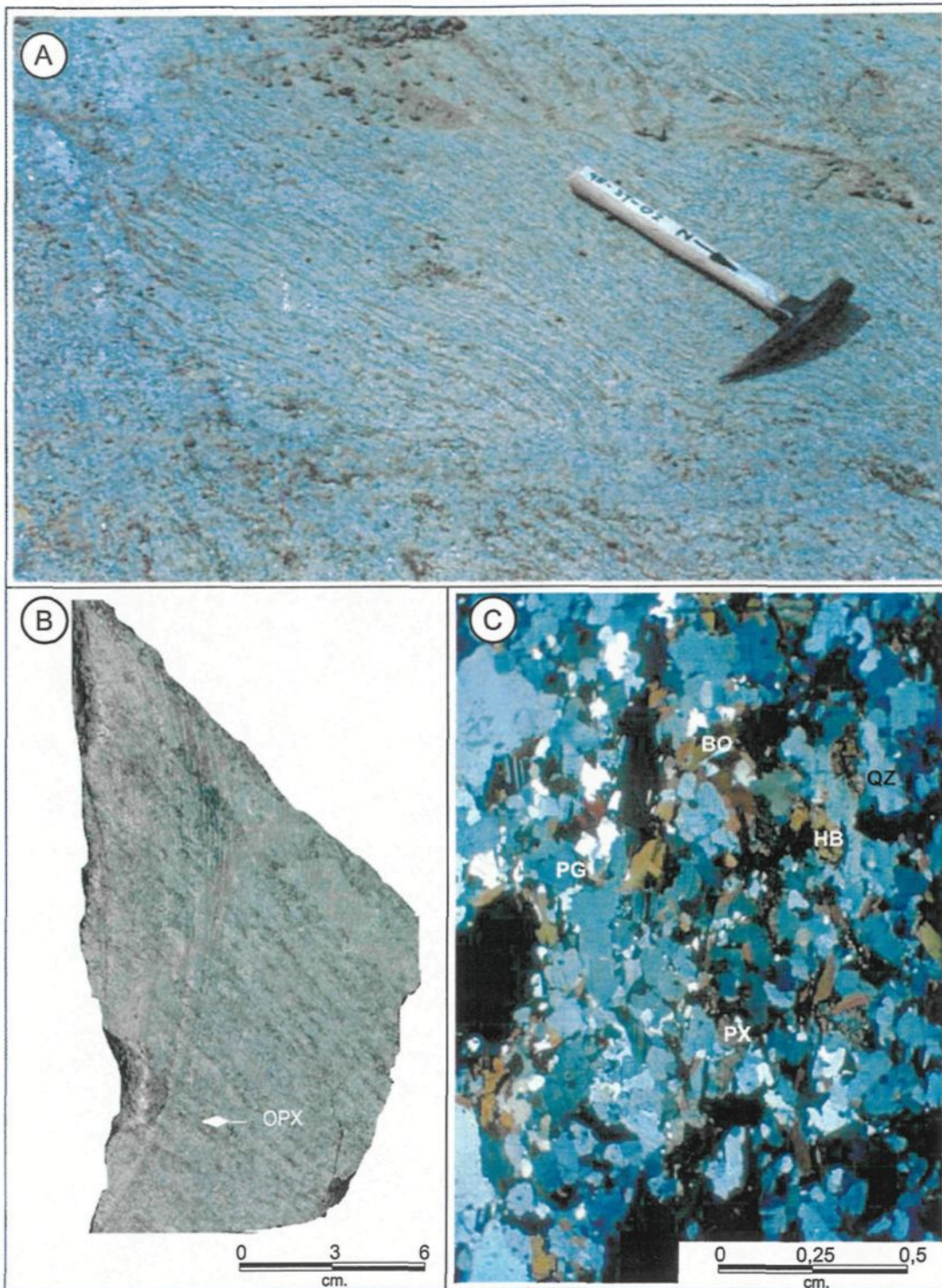


Figure 10: Gneiss de la série des charnockites. A: Vue en affleurement. Croûte d'altération de couleur cassonnade. B: Vue en échantillon. Orthopyroxènes (OPX) brunâtres visibles en surface fraîche. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant les pyroxènes (PX) primaires (hypersthène) et la hornblende (HB) comme produit d'altération des pyroxènes. QZ: quartz, BO: biotite.

grenus, mais leur taille est variable (0,1 à 6mm). Les plagioclases sont généralement séricitisés et les feldspaths potassiques, perthitiques. Des myrmékites sont encore présentes. La biotite et la hornblende verte sont de taille inférieure (0,5-3mm) et interlobées entre les minéraux felsiques. La biotite est tabulaire et localement chloritisée (Figure 9-c et tableau 1).

Il y a absence de feldspaths potassiques dans les *gneiss tonalitiques* au nord de la Suite anorthositique. Les plagioclases, le quartz, la biotite et la hornblende verte sont les principaux composants de la roche. Les plagioclases régulièrement maclés et zonés sont interlobés avec le quartz qui lui, est localement allongé. La biotite est tabulaire et la hornblende verte, poecilitique. Ces minéraux sont de taille variant de 0,2 à 7 mm (Figure 11-b et tableau 1).

Les gneiss de la *série des charnockites* sont caractérisés par la présence d'orthopyroxène, plus précisément de l'hypersthène tabulaire à interlobé (Figure 10-c). Il est altérée faiblement en biotite-hornblende. Le quartz, les plagioclases, les feldspaths potassiques et moins abondamment la biotite composent également la roche. Le quartz, rubané localement, est interlobé avec les plagioclases maclés. Ces minéraux sont grenus (taille moyenne de 3mm) par rapport aux feldspaths potassiques de 1mm. La biotite est tabulaire (Figure 10-c et tableau 1).



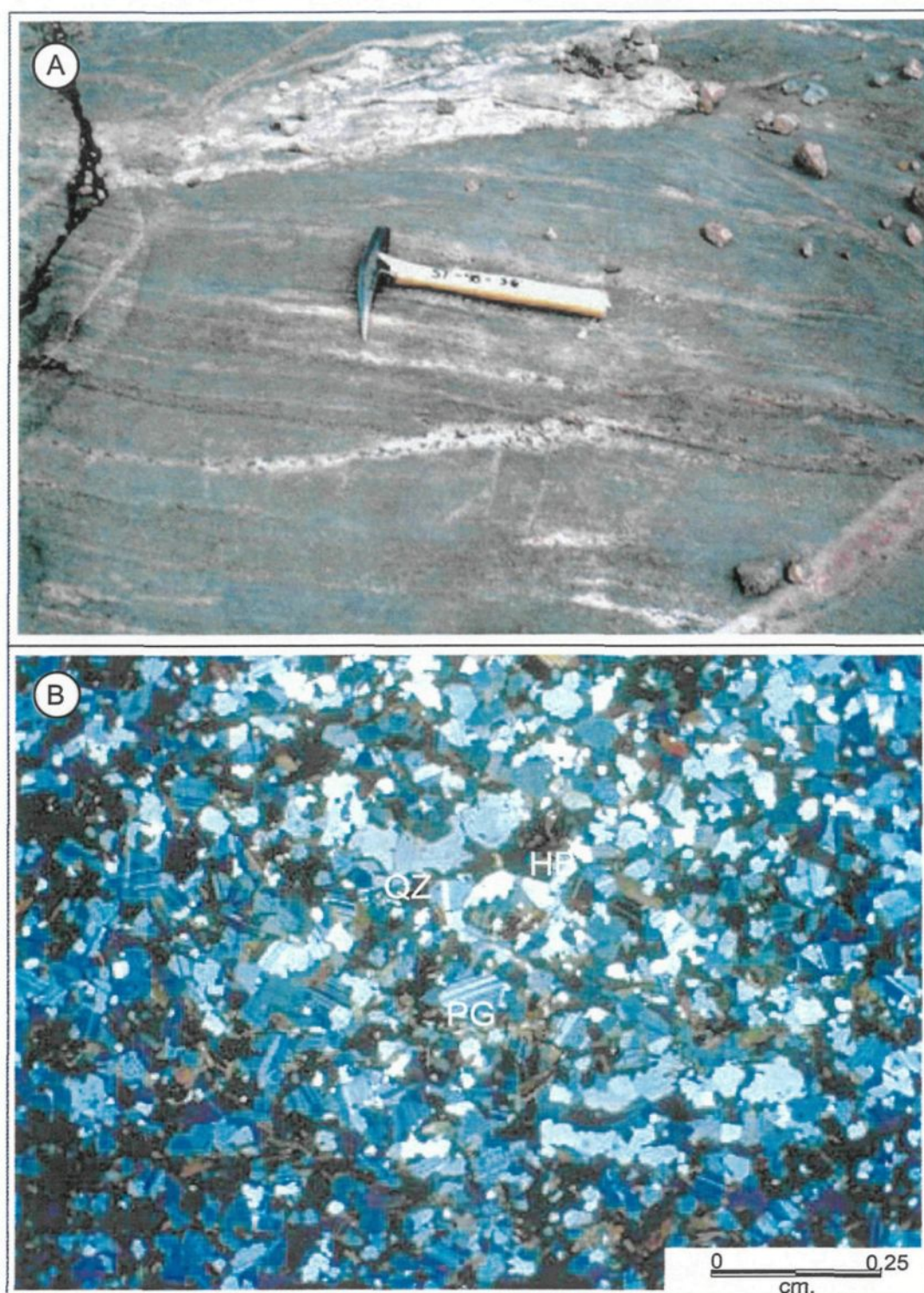


Figure 11: Gneiss tonalitique . A: Vue en affleurement. Gneiss tonalitique de couleur grise. B: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant la minéralogie type d'un gneiss tonalitique. PG: plagioclase, QZ: quartz et HB: hornblende.

Les gneiss *gabbroïques* sont formés essentiellement de plagioclase (~80%) interlobé et grenu (2-3mm). L'orthopyroxène, communément coronitique, forme avec la biotite les autres constituants les plus abondants (~15%). La biotite est tabulaire et microgrenue (< à 1mm) et la hornblende verte, lorsque présente est associée aux pyroxènes (Figure 12-b).

### 2.2.3 Synthèse sur les roches gneissiques

La majorité de gneiss sont de composition felsique, à l'exception des gneiss gabbroïques observés localement. Ces gneiss sont migmatisés et le rubanement migmatitique est bien développé. Des niveaux d'amphibolite ainsi que du mobilisat pegmatitique ont été observés localement. L'analyse microscopique a démontré l'absence de minéraux et de textures de haut grade métamorphique.

## 2.3 LA SUITE ANORTHOSITIQUE

Les roches de la Suite anorthositique, présentes sur l'ensemble du feuillet 22E15, se regroupent en deux grands ensembles: les roches *gabbroïques à noritiques* (lsj1) localisées principalement dans la portion nord-ouest de la Suite et les roches *anorthositiques* (lsj2 à lsj4) plus au sud et à l'est (Figure 7). Pour cette étude et suite à l'examen des lames minces, ces roches ont été subdivisées en différents sous-ensembles plus ou moins liés avec la légende stratigraphique du rapport de Hébert et Beaumier (2000). Les roches



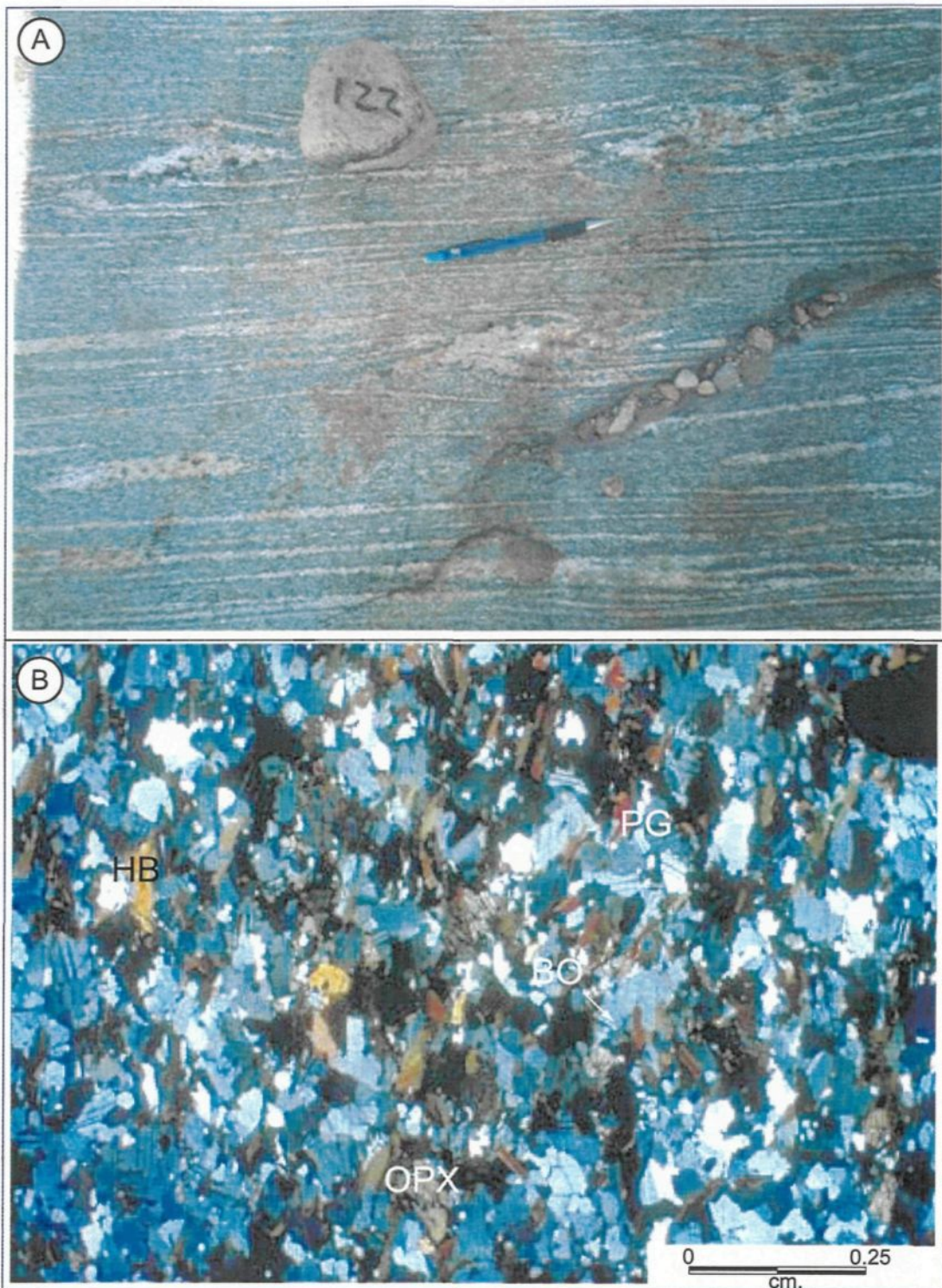


Figure 12: Gneiss gabbroïque. A: Vue en affleurement. Leucogabbro poivre et sel appartenant aux gneiss gabbroïques avec niveau de pegmatite composite boudinée. B: Microphotographie en lumière polarisée d'un gneiss gabbroïque formé de plagioclase (PG), de biotite (BO) et d'orthopyroxène (OPX).

*gabbroïques à noritiques* se subdivisent en gabbro, leucogabbro, gabbronorite, norite et leuconorite et les roches *anorthositiques* se regroupent en anorthosite à plagioclase mauve (anorthosite mauve, anorthosite gabbroïque mauve et gabbro anorthositique mauve) et en anorthosite à plagioclase bleuté (anorthosite à plagioclase gris-bleu, anorthosite gabbroïque gris-bleu et gabbro anorthositique gris-bleu).

### **2.3.1 Les roches gabbroïques à noritiques**

#### **2.3.1 a Description macroscopique**

Ce faciès occupe une large superficie sur le feuillet 22E15 et constitue la bordure nord du massif anorthositique en contact avec les gneiss (Figure 7). Les roches *gabbroïques* (gabbro, leucogabbro et gabbronorite) montrent des couleurs brunâtres à verdâtres ou poivre et sel en surface altérée. En surface fraîche, la roche est noire à gris moyen selon le contenu en minéraux ferromagnésiens (Figure 13-a et b). Les minéraux ferromagnésiens ont, localement, une texture en relief sur les affleurements (Figure 13-a). Les roches *noritiques* (norite et leuconorite) sont d'un brun plus clair en surface altérée et certains niveaux sont poivre et sel. Elles sont plus verdâtres en surface fraîche et montrent aussi des textures en relief des ferromagnésiens en affleurement (Figure 14-a et b), Dans les deux cas, le grain de la roche est de moyen à fin et il est généralement homogène et les roches sont légèrement magnétiques (Hébert et Beaumier 2000). En se rapprochant du contact avec les gneiss, ces roches deviennent de plus en plus gneissiques. On observe des gneiss droits de différentes compositions le long de la bordure nord de la



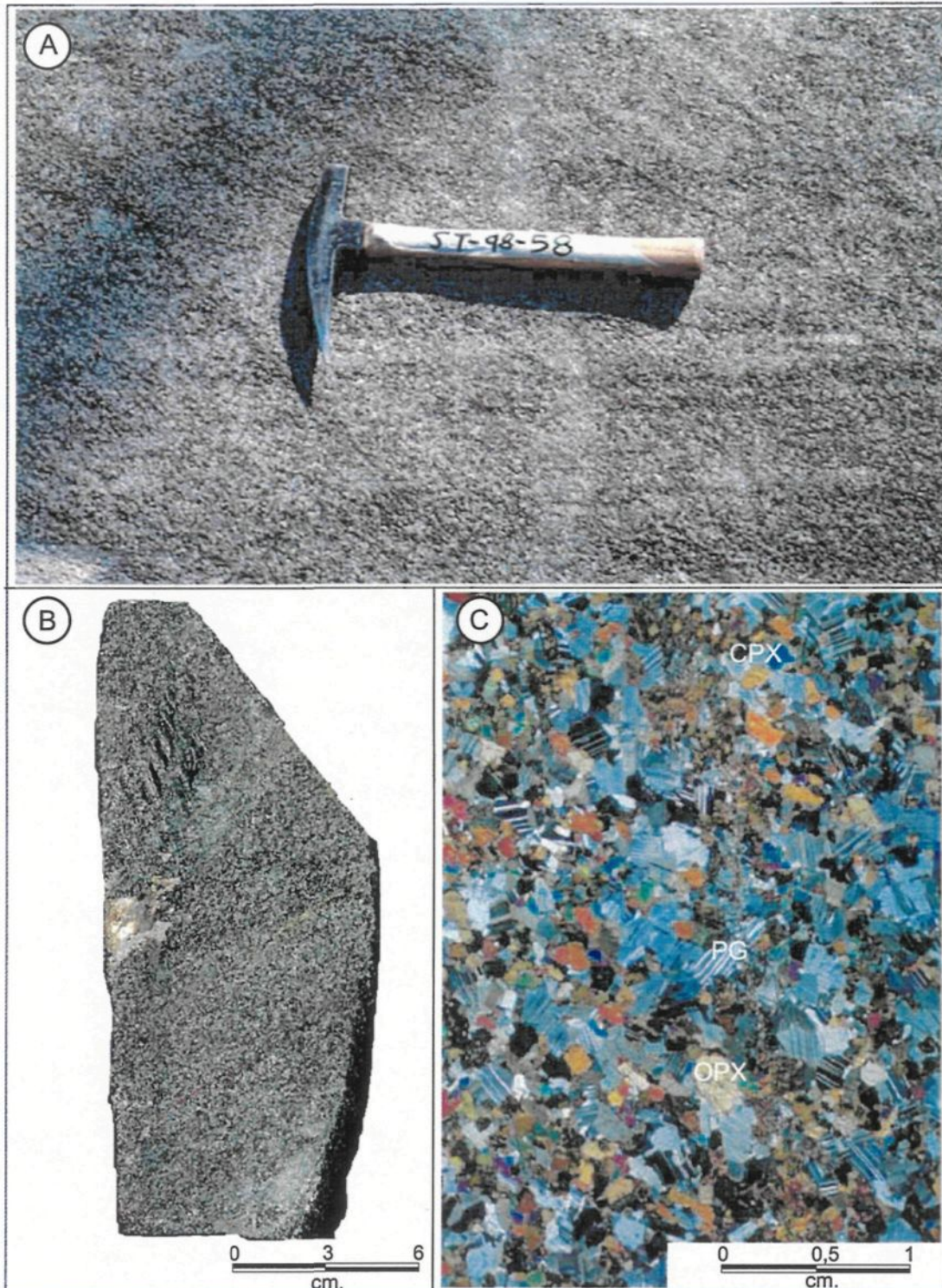


Figure 13: Roches gabbroïques. A: Vue en affleurement. Gabbro montrant une texture en relief des minéraux ferromagnésiens. B: Vue en échantillon. Couleur gris-moyen à foncée en surface fraîche dû au contenu en minéraux ferromagnésiens. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant la texture sub-ophitique où les pyroxènes (ortho (OPX) et clino (CPX)) sont bien préservés.

Suite anorthositique. Les gneiss droits sont finement rubanés et caractérisés par des bandes rectilignes, d'épaisseur constante et montrant une bonne continuité.

### 2.3.1.b Description microscopique

En lame mince, les *gabbros* et *leucogabbro* sont principalement composés de plagioclase (~ 65%) interstiel (1-4mm) ou polygonal (~1mm) tout dépendant du degré de recristallisation. Les plagioclases hypidiomorphes sont localement séricitisés, anthiperthitiques et peuvent montrer une faible zonation. La phase mafique est caractérisée par la présence des deux types de pyroxène en proportion similaire. Ils sont hypidiomorphes, interlobés et allongés localement. La texture coronitique domine ce faciès où les pyroxènes sont entourés de hornblende. Certains échantillons ont conservé une texture ophitique à sub-ophitique (Figure 13-c). La biotite, lorsque présente, est de forme tabulaire et idiomorphe. La proportion de plagioclase est légèrement plus faible pour les *gabbro* (~50%) et les autres composantes sont similaires au *gabbro* et au *leucogabbro* autant pour la quantité de minéraux que pour les textures.

Les échantillons de *norite* et *leuconorite* sont formés de plagioclase (~60%), de hornblende verte (~20%), de pyroxènes (ortho et clino) et, en proportion moindre de biotite. Les plagioclases sont interlobés (1-4mm) ou polygonaux (~0,1mm) en fonction du degré de recristallisation. La séricitisation et/ou la zonation sont localement présentes. La texture coronitique des pyroxènes, par la présence de hornblende verte en couronne est également dominante dans ce faciès (Figure 14-c et tableau 1).



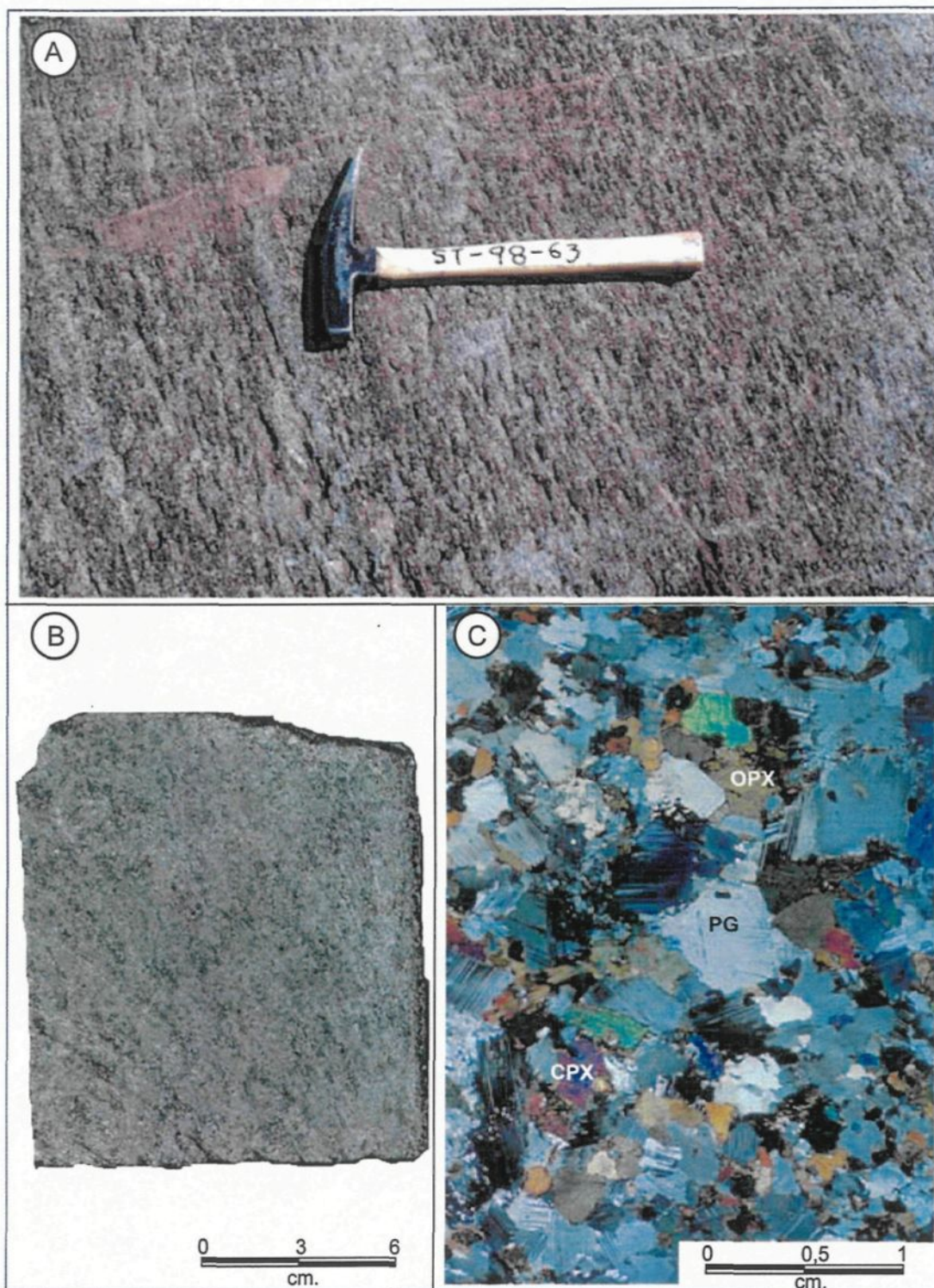


Figure 14: Roches noritiques. A: Vue en plan d'un affleurement. Norite de couleur brun -moyen montrant une texture en relief des minéraux ferromagésiens. B: Vue en échantillon. Norite de couleur verdâtre en surface fraîche. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une roche noritique. Pyroxènes (ortho et clino) visibles et la texture subophitique est conservée.

En général, la proportion de hornblende verte par rapport aux pyroxènes est très variable, mais lorsque l'on se rapproche du contact avec les gneiss, la quantité de hornblende verte augmente au profit des pyroxènes qui viennent à disparaître complètement. La biotite et très localement de la cummingtonite apparaissent également dans ce secteur.

### **2.3.2 Les roches anorthositiques**

Les roches anorthositiques couvrent la majeure partie de la superficie du feuillet 22E15 en occupant les portions sud et centre-est de la carte. Les faciès lsj3b et lsj4 regroupent l'anorthosite à plagioclase bleuté et les faciès lsj2a, lsj2b et lsj3a, l'anorthosite à plagioclase mauve (Figure 7). Dans les deux cas, les faciès sont formés d'anorthosite, d'anorthosite gabbroïque et de gabbro anorthositique.

#### **2.3.2.a Anorthosite à plagioclase bleuté**

Les roches anorthositiques à plagioclase bleuté sont des roches moyennement à fortement recristallisées. La taille des cristaux de plagioclase peut varier de grenue, à grossière jusqu'à mégaporphyrique. La couleur en surface d'altération varie de gris clair à blanc avec le niveau de recristallisation (Figure 15-a) et en surface fraîche la roche est blanche avec des plagioclases porphyroclastiques à reflets bleutés (Figure 15-b) (Hébert et Beaumier 2000). C'est la proportion de minéraux ferromagnésiens qui distingue l'anorthosite gabbroïque (10-15%) du gabbro anorthositique (20-25%). Ils ont une texture



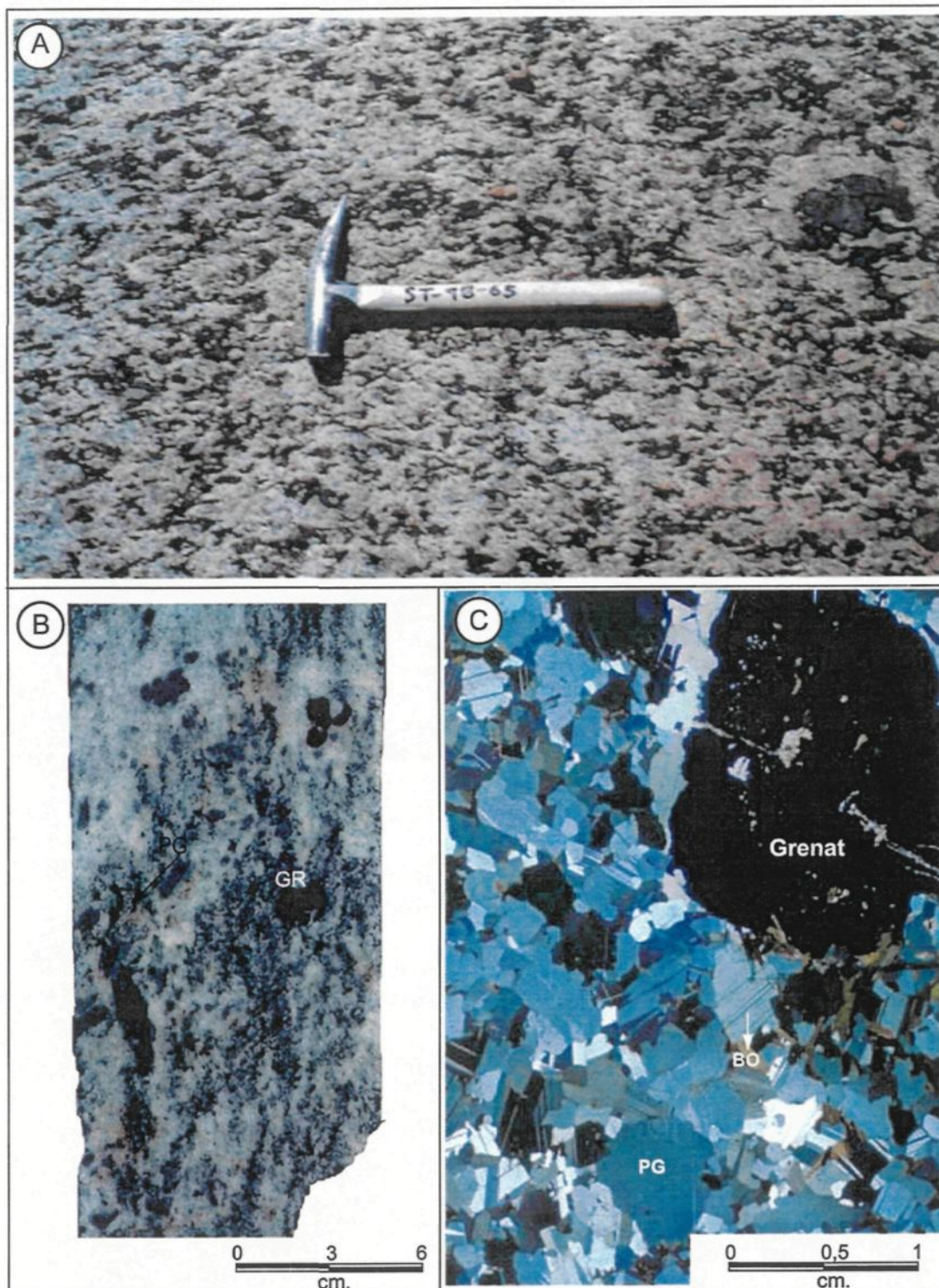


Figure 15: Anorthosite à plagioclase bleuté. Vue en plan d'un affleurement. Gabbro anorthositique gris-clair en surface d'altération. B: Vue en échantillon. Anorthosite blanchâtre en surface fraîche avec plagioclase à reflets bleutés et grenat (GR). C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant l'abondance de grains de plagioclase polygonaux avec un grenat et quelques grains de biotite tabulaire.

coronitique lorsque l'amphibole entoure le pyroxène et la biotite, la magnétite. Des grenats sont observés localement sur certains échantillons (Figure-15-b).

En lame mince, *l'anorthosite gris-bleu* est formée à 95% de plagioclases polygonaux de taille variable (0,5-2mm). La phase mafique, lorsque présente, se compose de biotite tabulaire et de hornblende verte glomérporphyrique et moins communément de grenat (Figure 15-c). Les pyroxènes sont présents dans *l'anorthosite gabbroïque gris-bleu* et le *gabbro anorthositique gris-bleu*. Ils sont ouralitisés et coronitiques (Tableau 1). La proportion de plagioclase varie de 45% pour le gabbro anorthositique à 75% pour l'anorthosite gabbroïque. La quantité de grains polygonaux microgrenus (0,5-2mm) surpasse celle de grains non-recristallisés plus grossiers (2-12mm). La biotite est tabulaire, parfois chloritisée et elle peut s'associer à la hornblende verte pour former des amas glomérporphyriques (Tableau 1). Pour les trois faciès, la composition du plagioclase varie de la labradorite à l'anorthite (Hébert et Beaumier 2000).

#### 2.3.2.b Anorthosite à plagioclase mauve

Ces roches ont principalement été observées dans le sud de la carte, le long des affleurements à l'est de la station ST-99-92. En surface altérée, la roche est de couleur gris blanchâtre à gris foncé (Figure 16-a) et les cristaux peuvent atteindre 20 cm de longueur. En surface fraîche, le plagioclase est mauve foncé (Figure 16-b). Ces roches sont enrichies en apatite (1-15%) et cette dernière est visible sur les affleurements (2-3 mm). Les minéraux ferromagnésiens sont grossiers (5-10cm) et formés de pyroxène entourés



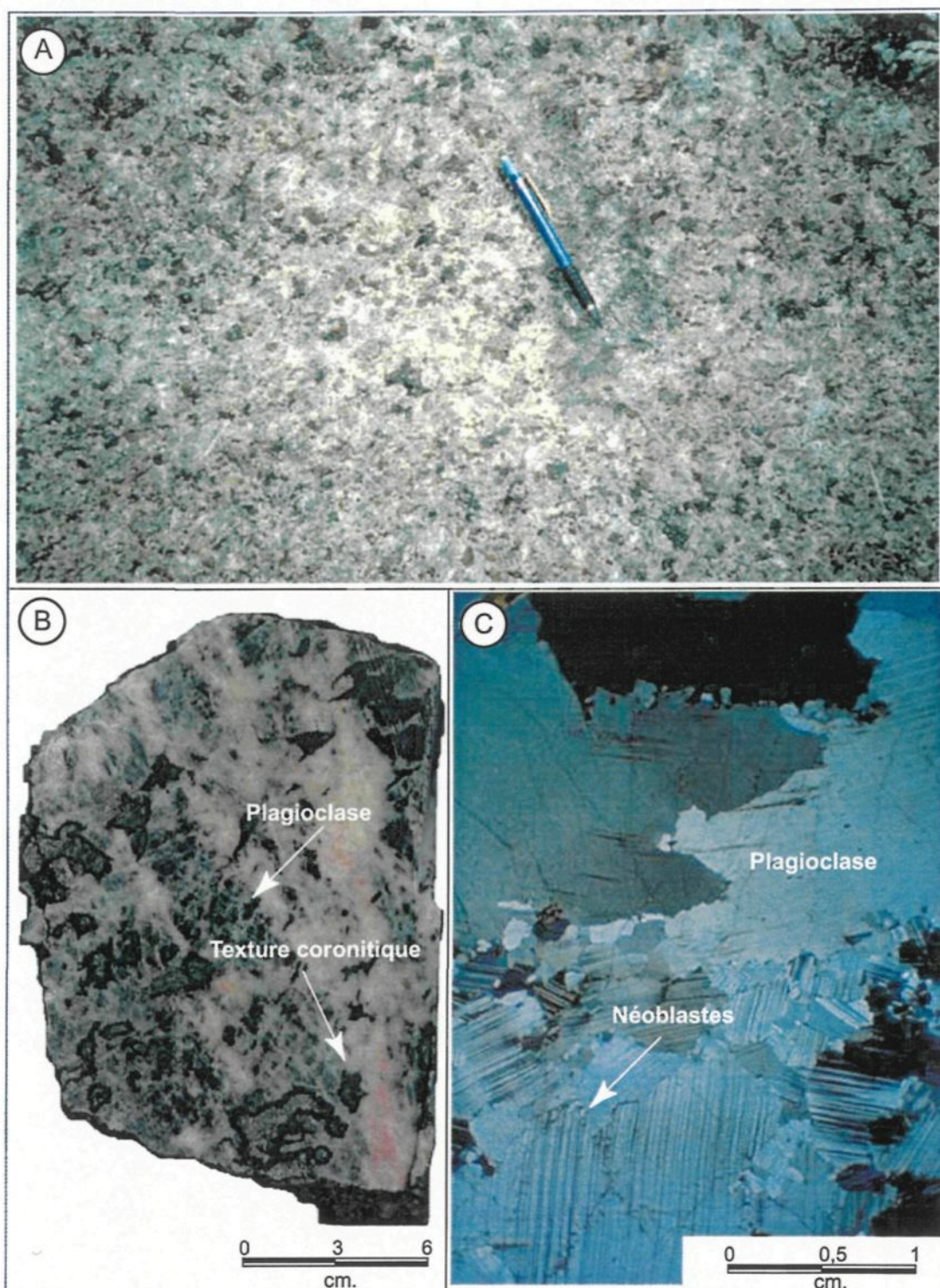


Figure 16: Anorthosite à plagioclase mauve. A: Vue en plan d'un affleurement. Anorthosite gris blanchâtre en surface altérée où la texture coronitique des pyroxènes est visible. B: Vue en échantillon. Plagioclases mauves et pyroxènes coronitiques en surface fraîche. C: Microphotographie en lumière polarisée d'une lame mince montrant des mégaporphyroclastes de plagioclase avec un début de recristallisation en bordure des grains (néoblastes).

d'amphibole et d'un peu de biotite (Figure 16-b) (Hébert et Beaumier 2000). Ce faciès se subdivise également en anorthosite gabbroïque et gabbro anorthositique selon la proportion de minéraux ferromagnésiens (voir section 2.3.2.a).

En lame mince, *l'anorthosite mauve* est formée de plagioclase (~90%) et d'une faible quantité de minéraux ferromagnésiens. Le plagioclase est grossier (3-10mm) avec des bordures de grains suturées. Il est maclé, fracturé et localement séricitisé. En bordure des cristaux, on peut observer des néoblastes de plagioclase marquant le début de la recristallisation (Figure 16-c). La biotite tabulaire et la hornblende verte gloméroporphyrique sont occasionnellement présentes. La proportion de plagioclase varie de 55% pour le *gabbro anorthositique mauve* à 80% pour *l'anorthosite gabbroïque mauve* et les pyroxènes, la hornblende verte et la biotite forment les phases ferromagnésiennes (Tableau 1). Les pyroxènes (10-15%) sont primaires, mais ouralitisés à différents niveaux. Ils sont assez grenus avec une taille variant de 0,5-4mm. La biotite (3-10%) est plus ou moins tabulaire, finement grenue (0,1-1mm) et brune foncée. La hornblende verte est gloméroporphyrique avec des cristaux de biotite et finement grenue (0,1-1mm). Elle peut former des couronnes autour des pyroxènes (Tableau 1). L'apatite est présente dans les trois sous-faciès, mais l'abondance est très variable d'une roche à l'autre. Elle est idiomorphe, légèrement allongée et grenue (0,5-2mm).



### 2.3.3 Synthèse sur les roches de la Suite anorthositique

Les roches gabbroïques à noritiques sont définies par une couleur poivre et sel qui varie selon le contenu en minéraux ferromagnésiens. Les deux pyroxènes, en plus de la hornblende, ont été observés. La hornblende remplace, dans une proportion variable, les pyroxènes. Par contre, vers le contact entre la Suite anorthositique et l'encaissant, le contenu en hornblende augmente considérablement. En plus, dans ce secteur, les roches gabbroïques à noritiques sont caractérisées par des gneiss “droits” généralement associés à des zones de cisaillement. La texture polygonale associée aux plagioclases semble indiquer que la recristallisation est présente.

La couleur blanchâtre en patine fraîche caractérise l'anorthosite à plagioclase bleuté. Cette couleur est associée à la recristallisation des grains de plagioclase qui forment une texture polygonale observée en lame mince. Les cœurs de plagioclase encore présents, donnent la couleur bleutée en surface fraîche. Le contenu en minéraux ferromagnésiens est variable et il s'agit de hornblende et de biotite.

L'anorthosite à plagioclase mauve diffère de l'anorthosite à plagioclase bleuté par sa couleur mauve en patine fraîche et par sa proportion plus faible de plagioclases recristallisés. La granulométrie est plus grossière et les minéraux ferromagnésiens sont caractérisés par les pyroxènes et la biotite et peu de hornblende. Ce faciès ne semble pas

avoir été affecté par les mêmes événements que ceux qui ont touchés l'anorthosite à plagioclase bleuté.

## 2.4 LE METAMORPHISME

Les paragenèses observées dans les échantillons ne permettent pas d'établir précisément le niveau atteint par le métamorphisme régional. Dans les roches gneissiques, au nord du contact, le pyroxène est primaire et indique que la roche appartient à la série des charnockites. La hornblende présente dans ce secteur est le produit de l'ouraltisation des pyroxènes et indique que la roche a atteint le faciès des amphibolites. L'apparition de la cummingtonite comme produit de réaction entre l'orthopyroxène et le plagioclase dans les roches gabbroïques à noritiques pourrait indiquer que là où le minéral est présent le métamorphisme a atteint le faciès supérieur des amphibolites. Le grenat n'a pas de distribution régionale ce qui indique que les roches ne semblent pas avoir atteint un niveau de pression suffisamment élevé, à l'exception de zones plus locales telles que les failles (Hébert et Beaumier 2000).

## **CHAPITRE III**

### **FABRIQUES ET PÉTROSTRUCTURES**

#### **3.1 INTRODUCTION**

Les roches de la Suite anorthositique et de l'encaissant montrent divers degrés de déformation à l'intérieur du secteur d'étude. Cette déformation est caractérisée par une distribution assez hétérogène et par plusieurs types de fabriques. Ce chapitre fait une analyse descriptive des différents éléments structuraux autant à l'échelle macroscopique que microscopique, dans le but de bien définir les types de textures et de structures, et de localiser des secteurs en fonction de leur style de déformation.

Les différentes fabriques planaires et linéaires relevées au niveau du terrain sont décrites sur le plan morphologique pour les roches de la Suite anorthositique et pour les roches encaissantes. Les relations géométriques de ces fabriques et les styles structuraux sont présentés au chapitre IV. Une analyse plus approfondie des structures et textures observées en lame mince va permettre de caractériser les microtextures reliées à la déformation pour l'ensemble des lithologies décrites. Le chapitre se termine par la détermination d'un indice d'anisotropie structurale sur le terrain qui, combiné avec les microtextures, sont utilisés pour caractériser la distribution de la déformation dans le secteur d'étude.

### 3.2 DESCRIPTION DES FABRIQUES

Les quatre types de fabriques planaires et deux types de fabriques linéaires sont décrites dans cette section. Les fabriques observées dans les roches de la Suite anorthositique sont d'abord décrites. Elles regroupent un litage primaire, une foliation, une gneissosité et une linéation d'étirement. Les fabriques présentes dans les roches encaissantes sont une gneissosité, une foliation, une linéation d'étirement et une linéation d'intersection.

#### 3.2.1 Fabriques dans la Suite anorthositique.

##### 3.2.1.a Litage primaire

Le litage primaire, bien préservé, n'est pas abondant dans le secteur couvert par cette étude. Il a été relevé à quelques endroits lors de la campagne de terrain du ministère des Ressources naturelles en 1998. Il est caractérisé par des lits de dimension variable (décimétriques à métriques) où les pyroxènes sont concentrés et il a été observé autant dans les roches gabbroïques à noritiques que dans les roches anorthositiques (Figure 17).

##### 3.2.1.b Gneissosité

Dans le secteur du contact entre les gneiss encaissants et les roches de la Suite anorthositique, les roches gabbroïques à noritiques sont fortement gneissiques et se présentent localement en gneiss droits. La gneissosité est marquée par une alternance de

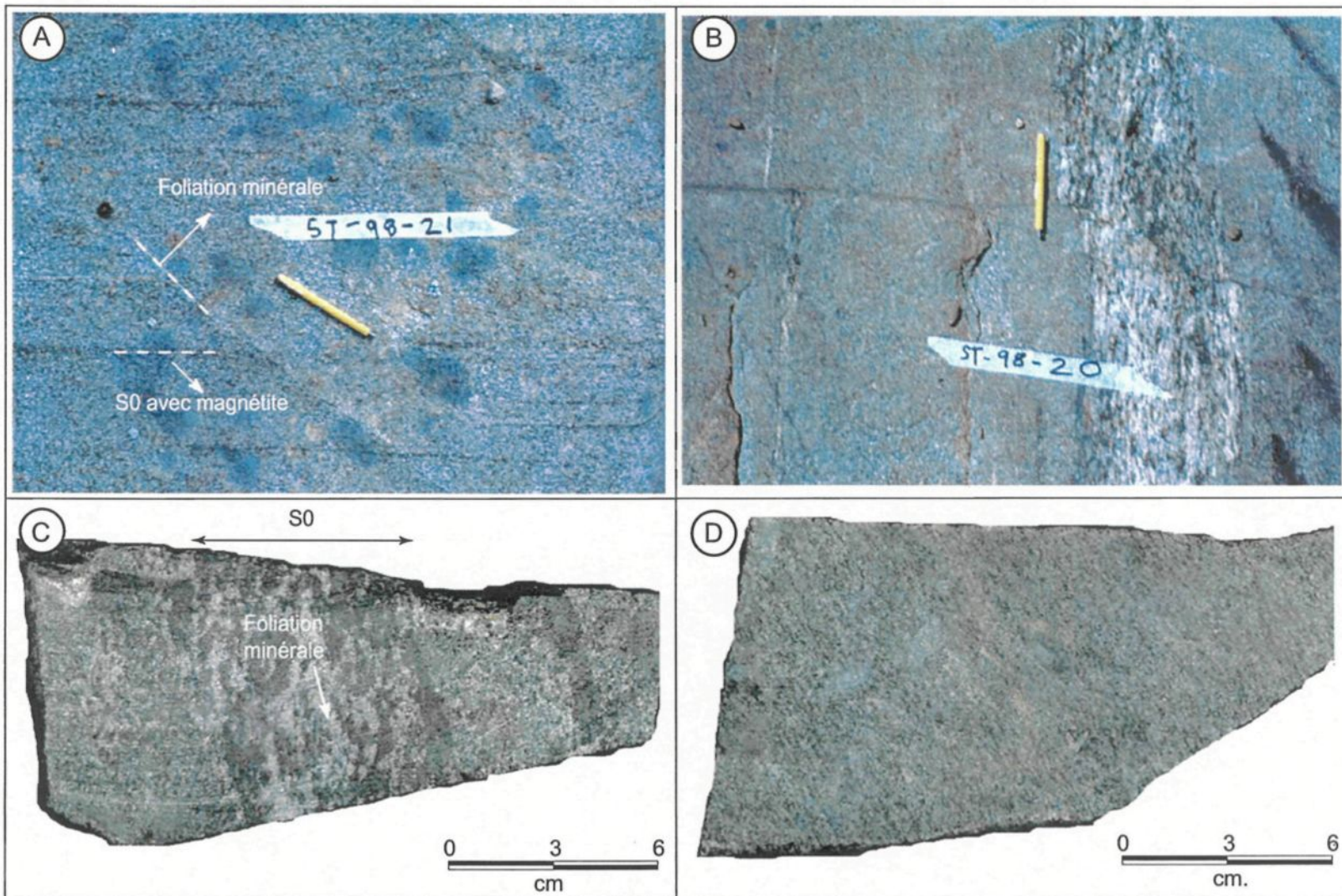


Figure 17: Litage primaire et foliation dans les roches gabbroïques à noritiques. A: Vue en affleurement de la foliation oblique au litage primaire et marquée par l'alignement et l'allongement des minéraux ferromagnésiens. B: et C : Vue en affleurement et en échantillon de zone plus pegmatoïde où la foliation est plus visible. En C, la zone pegmatoïde représente le S0 et la foliation est parallèle au S0. D: Échantillon mégascopique d'un gabbro où la foliation est bien visible.



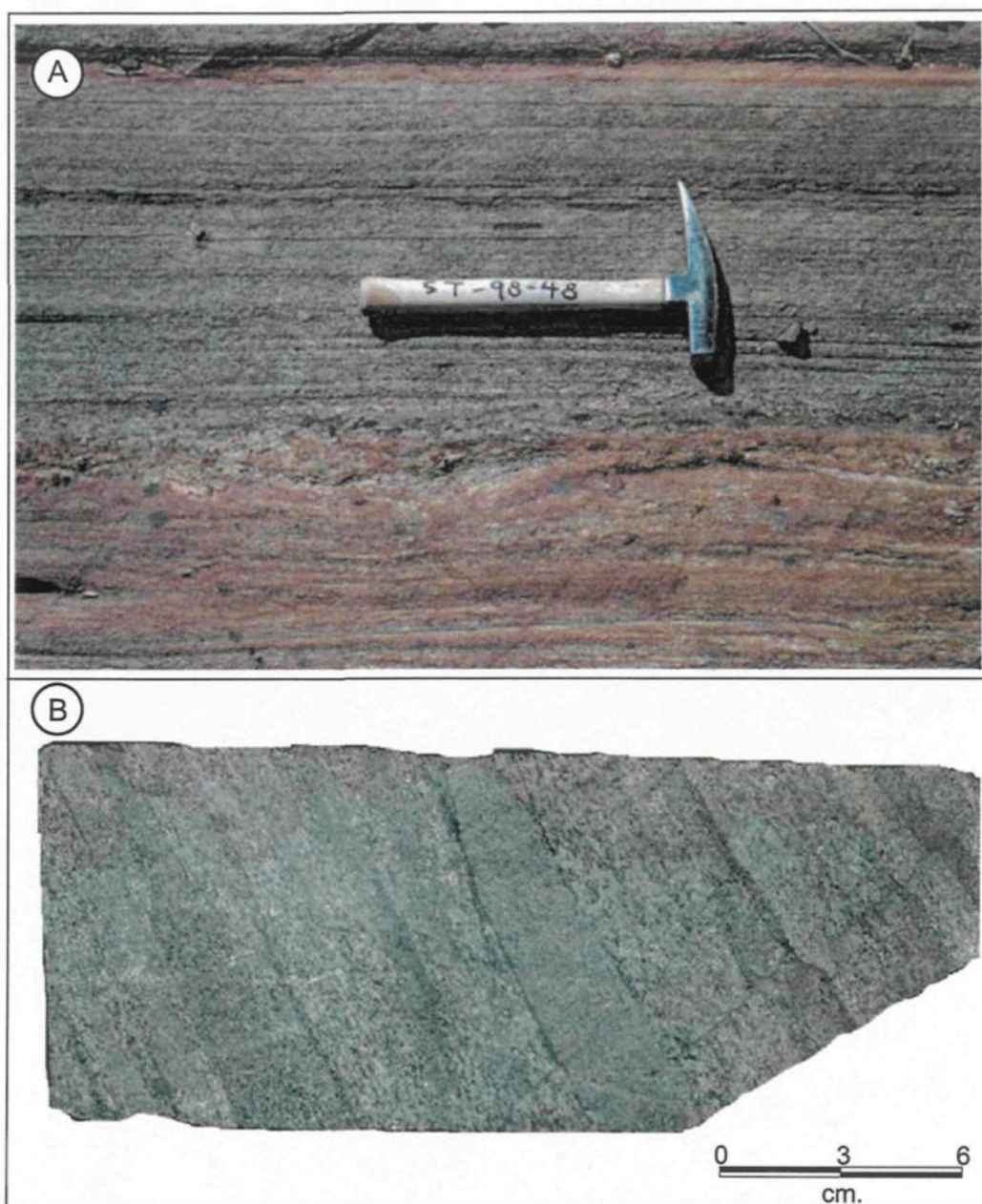


Figure 18: Gneissosité présente dans les roches gabbroïques à noritiques près du contact. A: Vue en affleurement des bandes rectilignes de différentes composition définissant la gneissosité de type gneiss droit. B: Échantillon caractérisant un gneiss gabbroïque près du contact où les bandes sont d'épaisseur constante.

bandes rectilignes (millimétriques à décimétriques) de différentes compositions et de granulométrie variable (Figure 18). Cette fabrique est facilement observable sur la plupart des lames minces et elle est associée à l'alignement préférentiel des minéraux (biotite, hornblende et pyroxènes).

### 3.2.1.c Foliation

Une foliation est présente au sein des roches de la Suite anorthositique et ce plan est caractérisé par l'alignement préférentiel et l'étirement des minéraux, principalement les minéraux ferromagnésiens (biotite, hornblende et pyroxènes).

Dans les roches gabbroïques à noritiques, le plan de foliation est marqué par l'allongement des minéraux tels la hornblende et les pyroxènes (Figure 17-a,d). Cette fabrique est mieux définie dans les zones où la roche est marquée par des bandes plus pegmatitiques (Figure 17-b,c). La foliation est parallèle au litage primaire sur quelques affleurements (Figure 19-a) et se reconnaît à l'intérieur des injections de pegmatite ou d'aplite par l'étirement des cristaux de quartz (Figure 19-b). La foliation est particulièrement visible dans des zones de brèches où les fragments sont de bons marqueurs en s'alignant entre eux (Figure 20). En lame mince, le plan de foliation lorsque bien défini, est marqué par l'étirement des minéraux ferromagnésiens.

Le plan de foliation visible dans le faciès d'anorthosite à plagioclase bleuté est caractérisé par l'étirement et l'alignement des amas de minéraux ferromagnésiens (biotite et

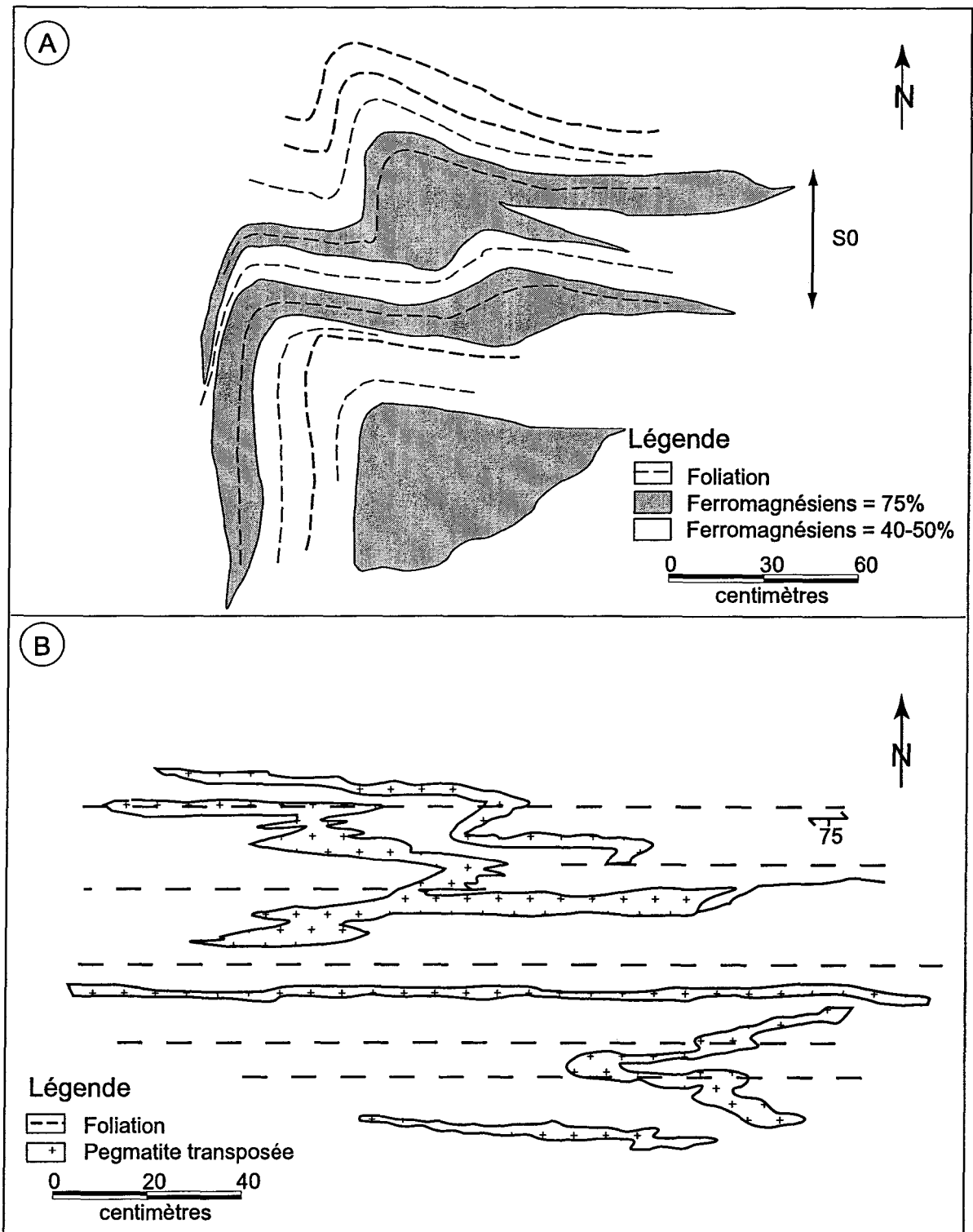


Figure 19 : Croquis caractérisant la foliation dans les roches gabbroïques à noritiques. A: Foliation parallèle au litage primaire sur un affleurement de gabbro. B: Les injections de pegmatite sont transposées parallèlement à la foliation et peuvent former des plis intrafoliaux localement dans ces roches.



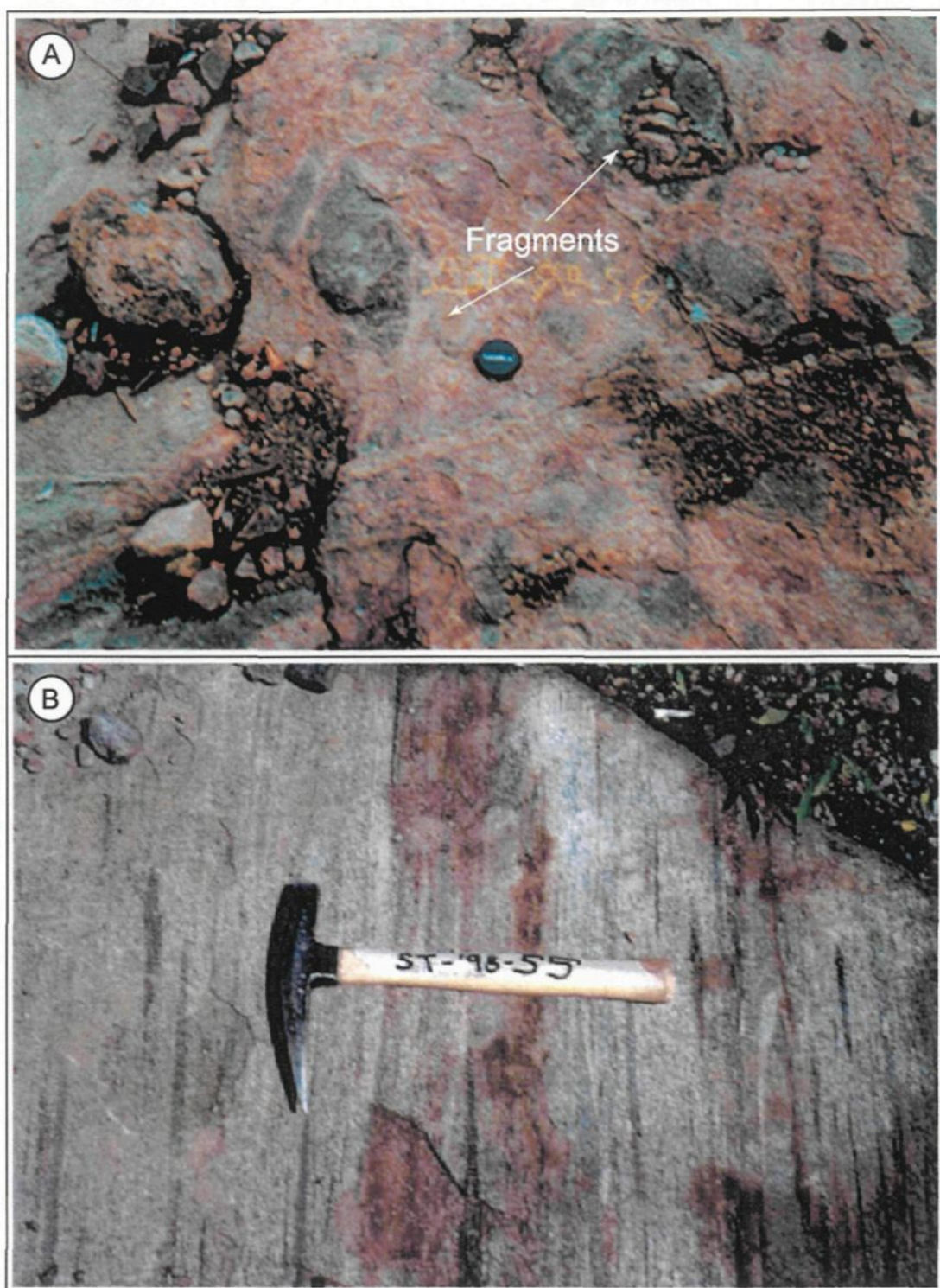


Figure 20: Foliation visible localement dans les zones de brèches où les fragments sont de bons marqueurs de la déformation. A: Vue en affleurement de fragments non-déformés, sub-arrondis à sub-anguleux. B: Vue en affleurement d'enclaves déformées et où l'étirement et l'alignement caractérise la foliation.

hornblende) (Figure 21-a). L'observation en lame mince montre bien que cette fabrique est marquée par les amas de minéraux ferromagnésiens qui eux sont subparallèles les uns par rapport aux autres (Figure 21-b). Pour le faciès d'anorthosite à plagioclase mauve, la foliation est visible lorsqu'il y a concentration suffisante de minéraux ferromagnésiens, principalement de la biotite. Par contre, elle est observée plus localement sur l'affleurement où elle caractérise plutôt de petits couloirs d'épaisseur centimétrique où elle est mieux développée et parallèle au litage primaire (Figure 21-b). En l'absence de minéraux ferromagnésiens, la foliation dans l'anorthosite à plagioclase mauve est peu développée et n'est donc pas visible sur les affleurements.

#### 3.2.1.d Autres fabriques planaires

Des bandes de cisaillement ainsi que des fabriques CS ont été observées localement dans les roches de la Suite anorthositique notamment dans l'anorthosite à plagioclase mauve (Figure 21-b). Ces structures sont définies par l'alignement des minéraux ferromagnésiens tel la biotite et la hornblende présents dans les niveaux caractérisant le litage primaire (Figure 21-c).

#### 3.2.1.e Linéation d'étirement

La linéation d'étirement est caractérisée par l'allongement préférentiel des minéraux dans le plan de foliation et elle est généralement associée au transport tectonique des roches (Closs 1946). Cet élément est associé à l'élongation des minéraux tels la hornblende et les pyroxènes pour les roches gabbroïques à noritiques. Dans les roches anorthositiques, la



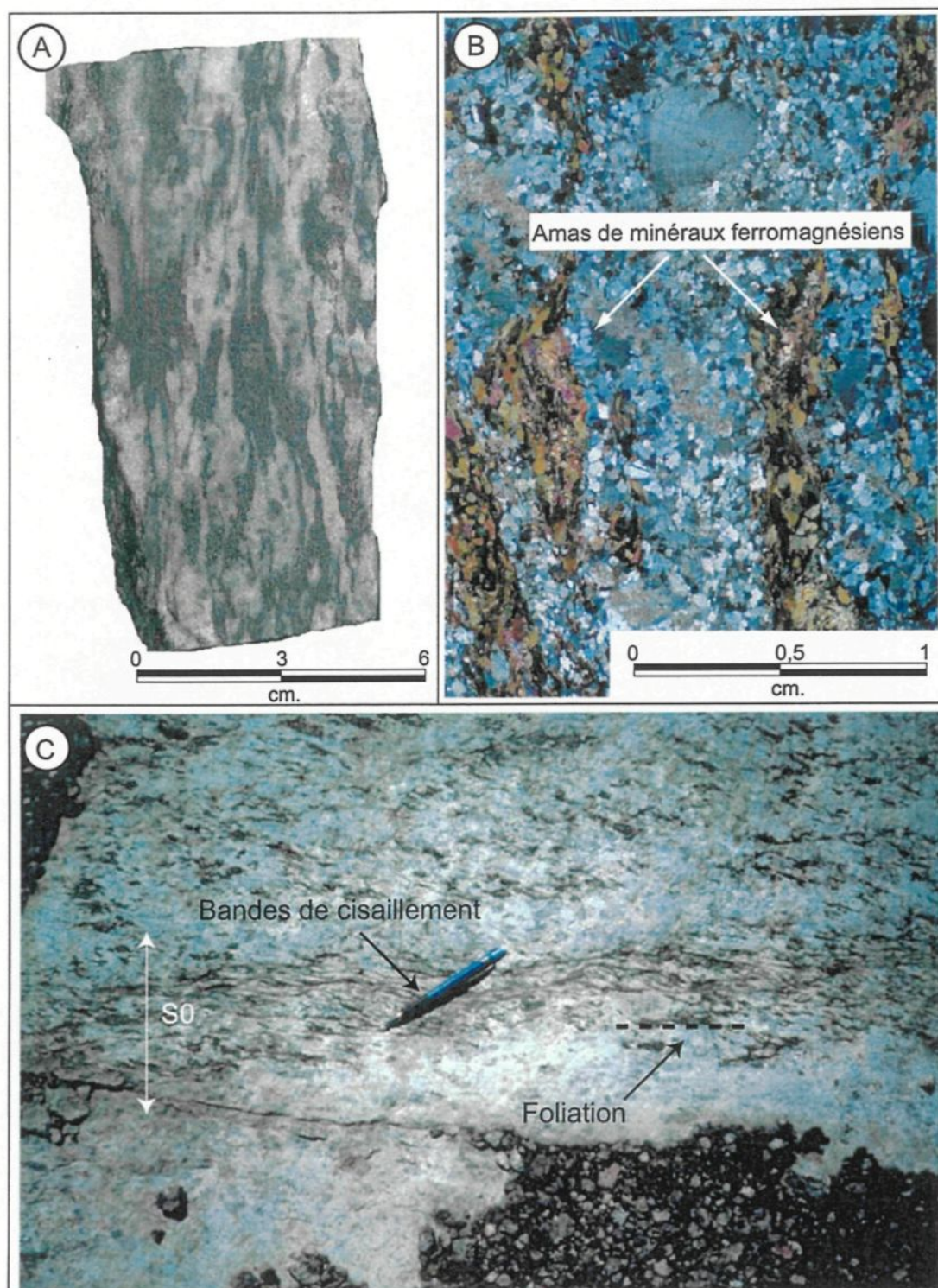


Figure 21: A: Caractérisation de la foliation sur un échantillon d'anorthosite à plagioclase bleuté. B: En lame mince, les amas de minéraux ferromagnésiens représentent la foliation dans l'anorthosite à plagioclase bleuté. C: Bandes de cisaillement développées localement avec la foliation dans les niveaux riches en minéraux ferromagnésiens (S0) dans l'anorthosite à plagioclase mauve.

linéation est présente localement, lorsqu'il y a concentration suffisante de minéraux ferromagnésiens comme marqueur de déformation non affectés par la recristallisation. Dans ces roches composées en grande majorité de plagioclases, le phénomène de recristallisation est dominant. Ce processus engendre la réduction de la taille des grains (Wise *et al.* 1984), donc les minéraux au lieu de s'étirer, ils recristallisent en grains plus petits.

### **3.2.2 Fabriques dans les roches encaissantes**

#### **3.2.2.a Gneissosité**

Le plan de gneissosité est représenté par l'alternance de niveaux felsiques (quartz et feldspath) et mafiques (biotite, hornblende et pyroxènes) à l'intérieur des roches gneissiques observées au nord de la Suite anorthositique (Figure 22). Les niveaux felsiques sont de l'ordre centimétrique à décimétrique en épaisseur tandis que les bandes mafiques ne dépassent pas quelques centimètres, voire quelques millimètres. Cette fabrique est caractérisée par des bandes rectilignes entre elles ou, plus localement, des niveaux ondulants ou fortement plissés. En lame mince, la distinction entre les niveaux felsiques et mafiques est difficile à établir vu la dimension des niveaux felsiques et de la granulométrie grossière. Les grains, par contre, montrent dans plusieurs cas une orientation préférentielle pouvant être associée au plan de gneissosité.



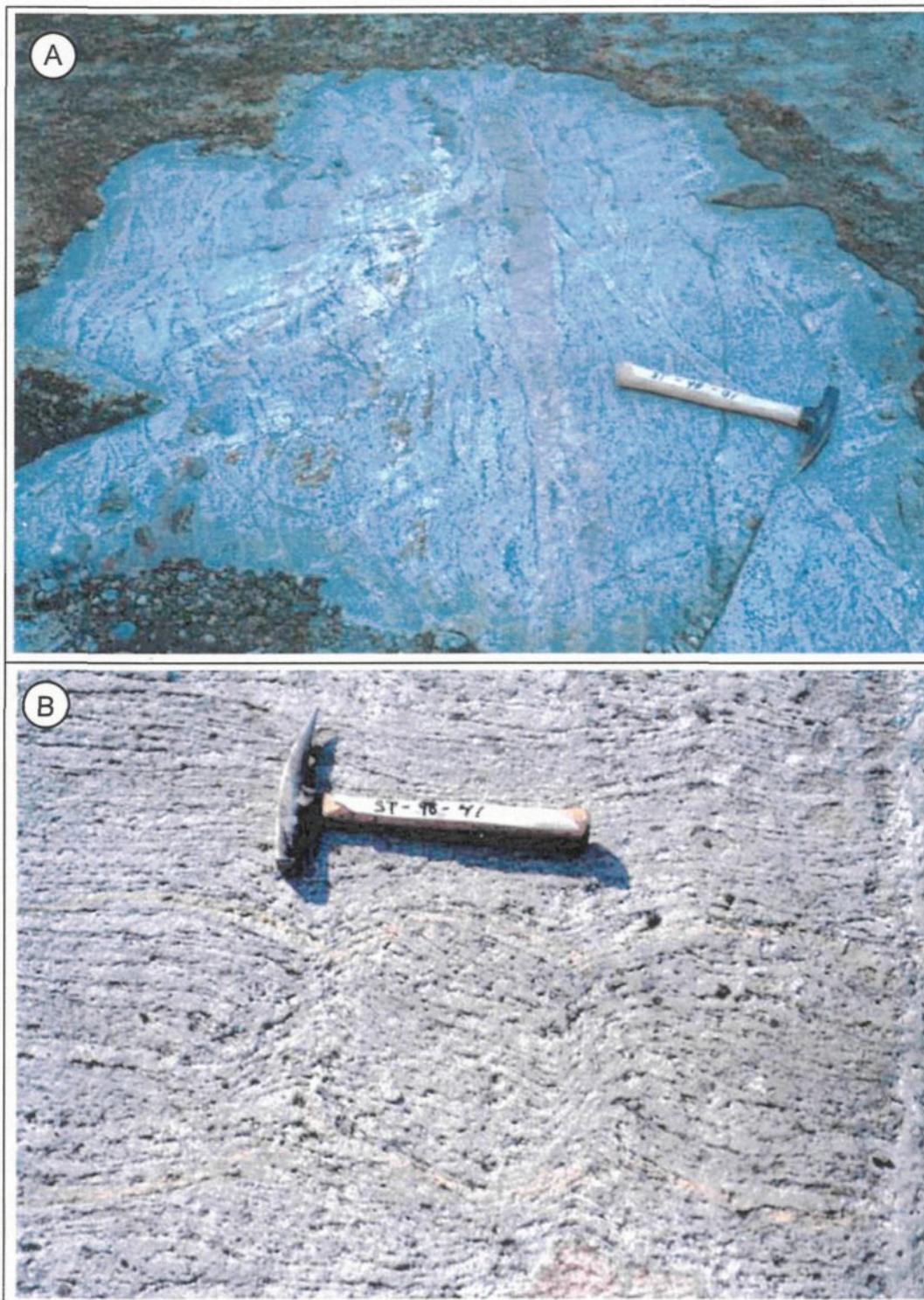


Figure 22: Caractérisation de la gneissosité dans les roches felsiques encaissantes. A: Vue en affleurement de la gneissosité injectée de pegmatite plus ou moins transposée. B: Plan rapproché d'un affleurement où les bandes felsiques sont plus grossières que les niveaux à minéraux ferromagnésiens.



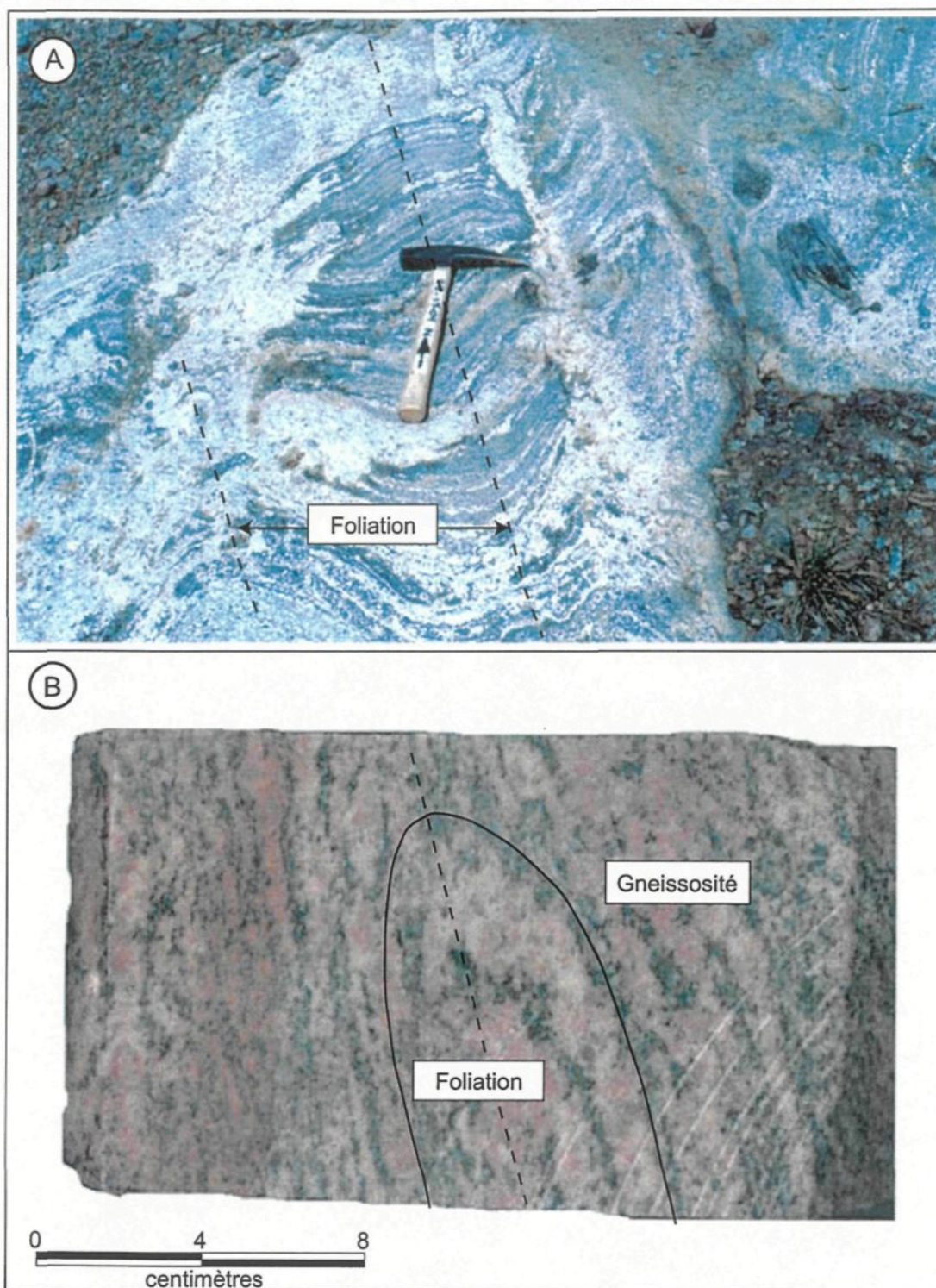


Figure 23: Caractérisation de la foliation dans les gneiss felsiques encaissants. A: Vue en affleurement de la foliation présente dans les roches gneissiques. B: Échantillon mégascopique montrant la foliation bien définie dans les zones où la gneissosité est plissée

### 3.2.2.b Foliation

Une fabrique secondaire est observée en association avec les gneiss encaissants (Figure 23-a). Ce plan représente le grain structural dominant dans les roches gneissiques, il définit une schistosité de plan axial de plis qui affecte la gneissosité et qui est bien visible autant en affleurement que sur les échantillons mégascopiques (Figure 23-b). Cette foliation est bien développée sur des affleurements où la gneissosité est plissée (Figure 24-a). Sur beaucoup d'affleurements, la foliation peut être difficile à distinguer de la gneissosité, ces deux éléments formant une fabrique composite (Figure 24-b). Autant sur le terrain que sur les lames minces, cette fabrique est caractérisée par l'alignement de minéraux mafiques.

### 3.2.2.c Linéation d'étirement

Dans les gneiss encaissants, la linéation d'étirement est principalement matérialisée par les grains de quartz ou les minéraux ferromagnésiens qui montrent un allongement plus important dans le plan XZ que dans le plan YZ. La linéation d'étirement est beaucoup plus facile à observer dans ces roches que dans la Suite anorthositique.

### 3.2.2.d Linéation d'intersection

Dans l'unité de gneiss encaissants, où le plan de foliation est distinct du plan de gneissosité, l'intersection de ces deux plans a pu être mesurée et caractérisée comme linéation d'intersection. Le plan de gneissosité est plissé et la linéation d'intersection entre ce plan et la schistosité de plan axial définie par la foliation, matérialise un axe de pli.

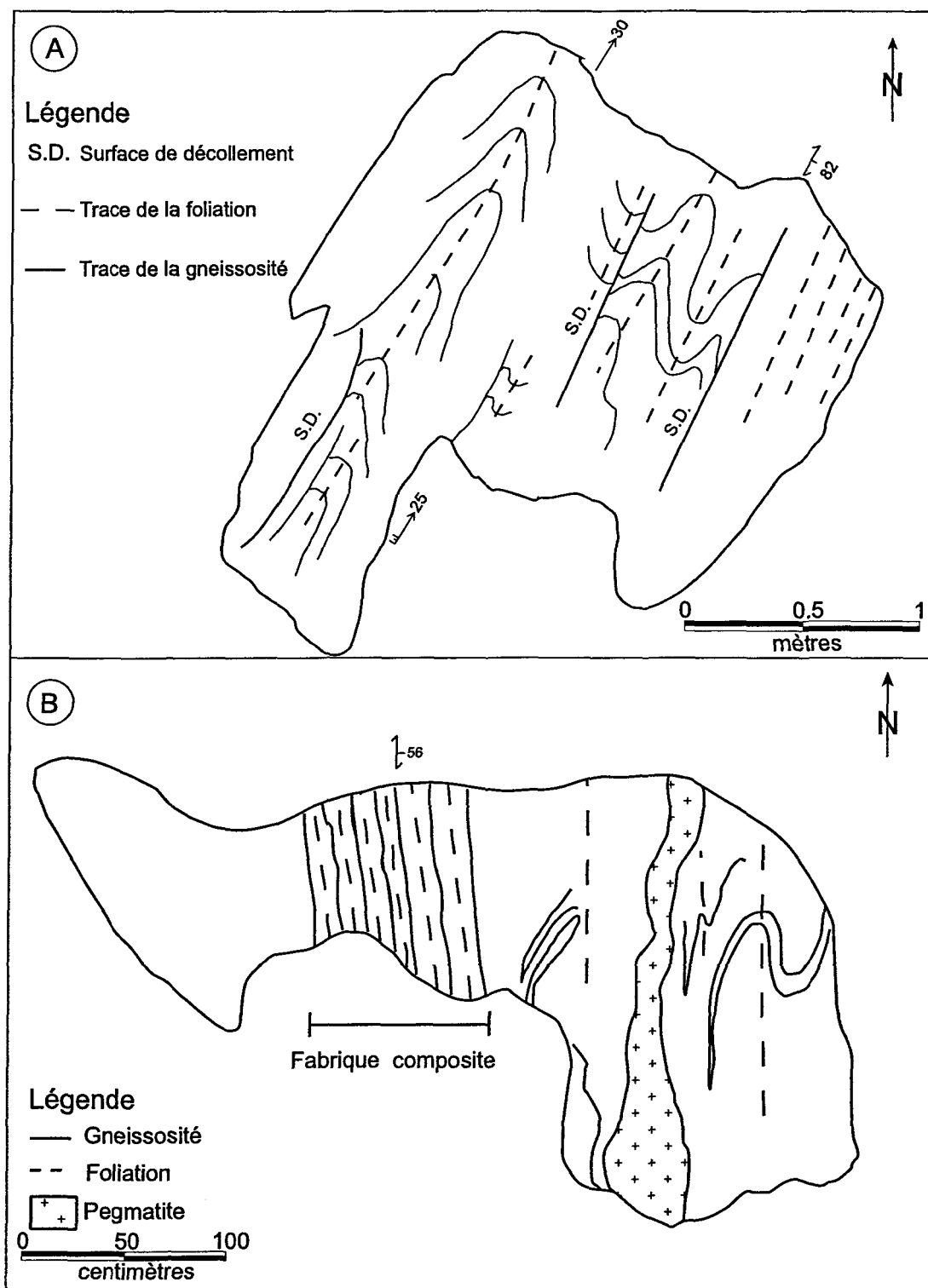


Figure 24: Croquis caractérisant la foliation dans les gneiss encaissants. A: Foliation bien développée dans les gneiss encaissants. B: La foliation est localement composite avec la gneissosité.



### 3.3 DESCRIPTION DES MICROTEXTURES

La déformation et/ou le métamorphisme produisent des changements au niveau de la structure et des textures des roches ainsi que dans la composition des minéraux ou de leurs assemblages (Brown et *al.* 1980). Cette section fait une description en microscopie des textures et des structures développées au niveau des minéraux sous les effets de la déformation et du métamorphisme. Les changements texturaux au sein des plagioclases seront tout d'abord décrits ; puisqu'ils sont la composante principale des roches de la Suite anorthositique. Ensuite il y aura la description des textures au niveau des différents gneiss. Les textures liées au métamorphisme seront décrites pour les gneiss migmatitiques encaissants et ensuite, les textures porphyroclastiques associées à la déformation, seront décrites pour les roches où la gneissosité s'est développée sous l'influence d'une déformation élevée.

#### 3.3.1 Textures des plagioclases

L'observation des différentes textures en lames minces a permis de constater que la déformation est hétérogène même à cette échelle. La recristallisation est dominante en réponse à la déformation, notamment pour les plagioclases, abondants dans les roches de la Suite anorthositique. Kehlenbeck (1972) après une étude systématique des textures de déformation à l'intérieur d'une portion de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean, a distingué cinq textures de déformation appliquées à l'évolution des plagioclases. Ces

TEXTURE	CARACTÉRISTIQUES DES PLAGIOCLASES	TEXTURE DE DÉFORMATION INTERNE	PLANCHE
Protoclastique	Euédrique à subeuédrique Granulation périphérique Microfracturation traversant les grains Dimension variable	Dans les grains originaux et les néoblastes en périphérie Macles en kink ou tordues Macles en biseau Extinction roulante	Figure 25
Porphyroclastique	<u>Porphyroclastes</u> : 10-25% Forme variable 0.5-5cm Anguleux à sub-arrondis <u>Néoblastes</u> : 0.1-3mm Texture granoblastique polygonal	<u>Porphyroclastes</u> : Macles en kink ou en biseau Continuité optique Sous-grain à extinction roulante <u>Néoblastes</u> : Macles en kink Extinction roulante	Figure 26
Oeillée	<u>Porphyroclastes</u> : 5-10% Sub-anguleux à arrondis Bordure festonnée 0,3-3cm <u>Néoblaste</u> : Texture granoblastique polygonal 1-3mm	<u>Porphyroclastes</u> : Macles en kink ou en biseau Sous-grain à extinction roulante <u>Néoblastes</u> : Macles en kink Extinction roulante	Figure 27
Granoblastique	<u>Néoblastes</u> : Équigranulaire Mosaïque polygonale, 1-4mm	<u>Néoblastes</u> : Macles en kink Extinction roulante	Figure 28

Tableau 2 : Résumé des caractéristiques des textures de plagioclases.

textures peuvent être attribuées à beaucoup d'autres massifs anorthositiques également (Ashwal 1993 et Brown et *al.* 1980). Madore (1990) a repris ces mêmes caractéristiques pour la description des roches du Lobe anorthositique dans la zone de déformation de St-Fulgence au Saguenay. Quatre de ces cinq textures identifiées par Kehlenbeck, principalement dans les roches de la Suite anorthositique ont été reconnues et sont décrites dans cette section, selon l'accroissement de la déformation. Les caractéristiques de chacune des textures sont résumées au tableau 2. Les critères descriptifs ont été également appliqués à certains échantillons provenant des gneiss encaissants pour fin de comparaison.

### 3.3.1 a Protoclastique

La texture protoclastique est observée dans le faciès à plagioclase mauve des roches anorthositiques ainsi que dans quelques roches gabbroïques à noritiques. Les grains de plagioclases sont de forme euédrique à subeuhédrique, de taille variable mais surtout grossière (centimétrique) dans les roches anorthositiques. Ces grains sont traversés par des microfractures et un début de recristallisation, en périphérie, est observée (Figure 25). La recristallisation en périphérie, appelée néoblastèse, forme des néoblastes de plagioclase polygonaux. La taille des néoblastes ne dépasse pas 1 mm. Les grains de plagioclase ainsi que les néoblastes montrent des textures de déformation interne caractérisées par de l'extinction roulante, des macles en biseau ou, localement, des kinks.

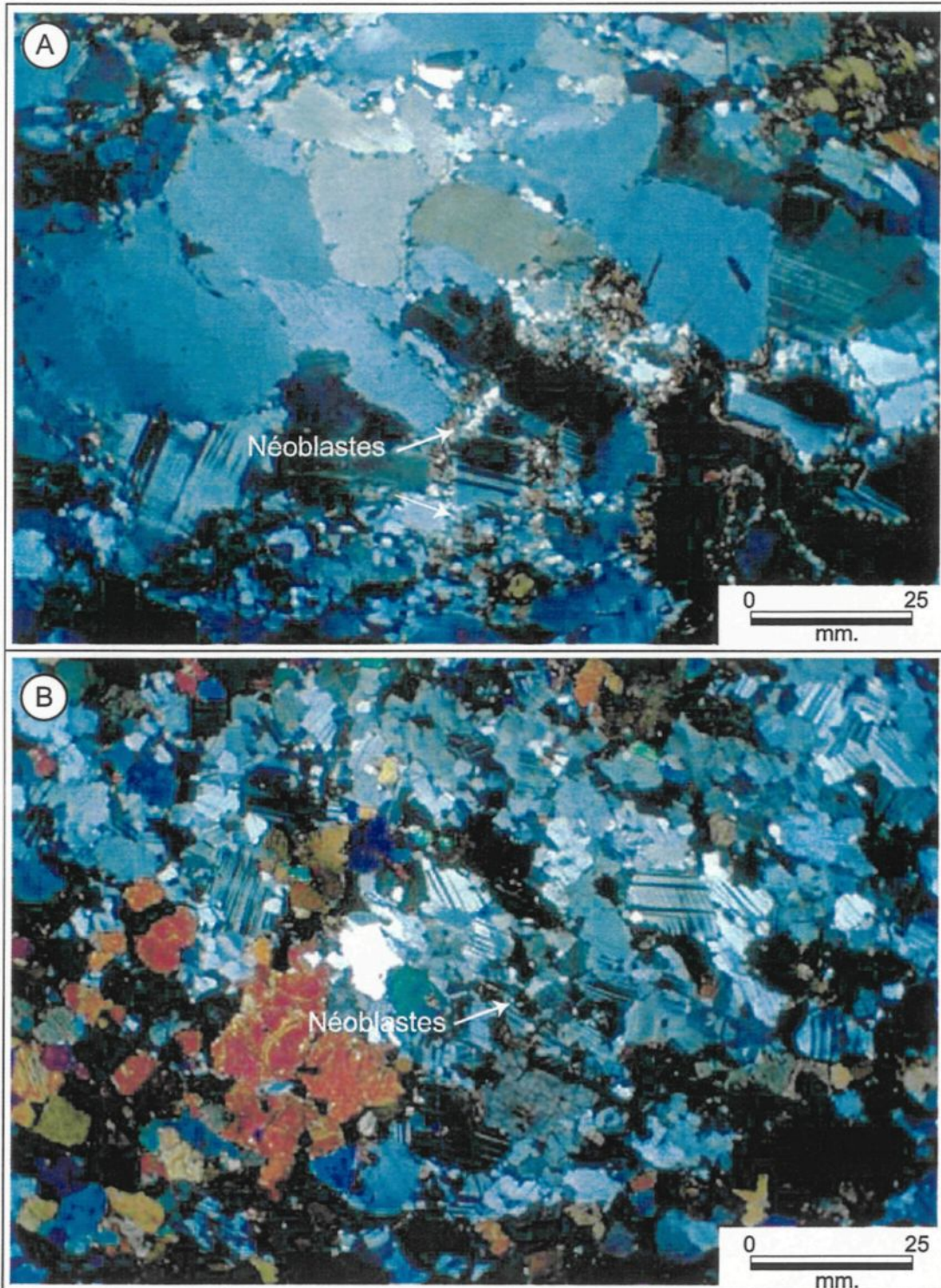


Figure 25: Texture protoclastique des plagioclases. A: Début de la néoblastèse en bordure de grains de plagioclases grossiers dans une anorthosite mauve. B: Néoblastèse en bordure de grains de plagioclases moyens et maclés dans un leucogabbro.

### 3.3.1 b Porphyroclastique

Les roches à texture porphyroclastique sont composées de 10-25% de porphyroclastes de plagioclase anguleux à sub-arrondis et de dimension variant entre 0,5-5 cm. La matrice est formée de néoblastes de plagioclase entre 0,1 et 3 mm donnant un agencement polygonal des grains (Figure 26). Des macles en biseau ou en kink ainsi que l'extinction roulante définissent les textures de déformation interne de type ductile (Olsen et Kohlsted 1985) autant pour les porphyroclastes que pour les néoblastes. La continuité optique entre deux porphyroclastes a été observée localement. Cette texture est reconnue au sein du faciès à plagioclase bleuté des roches anorthositiques, dans les roches gabbroïques à noritiques ainsi que dans les gneiss encaissants.

### 3.3.1 c Oeillé

Lorsque la proportion de porphyroclastes de plagioclases diminue entre 5 et 10% et que le contenu en néoblastes augmente, la texture oeillée s'impose et elle a été reconnue dans le faciès à plagioclase bleuté et dans les roches gabbroïques à noritiques. Les porphyroclastes sont sub-anguleux à sub-arrondis et de dimension moindre par rapport à la texture porphyroclastique (0,3-3 cm). La taille des néoblastes, par contre, augmente légèrement (1-3mm) et la texture polygonale domine (Figure 27). La déformation interne est marquée, encore ici, par des macles en biseau ou en kink et par l'extinction roulante pour les porphyroclastes et les néoblastes.



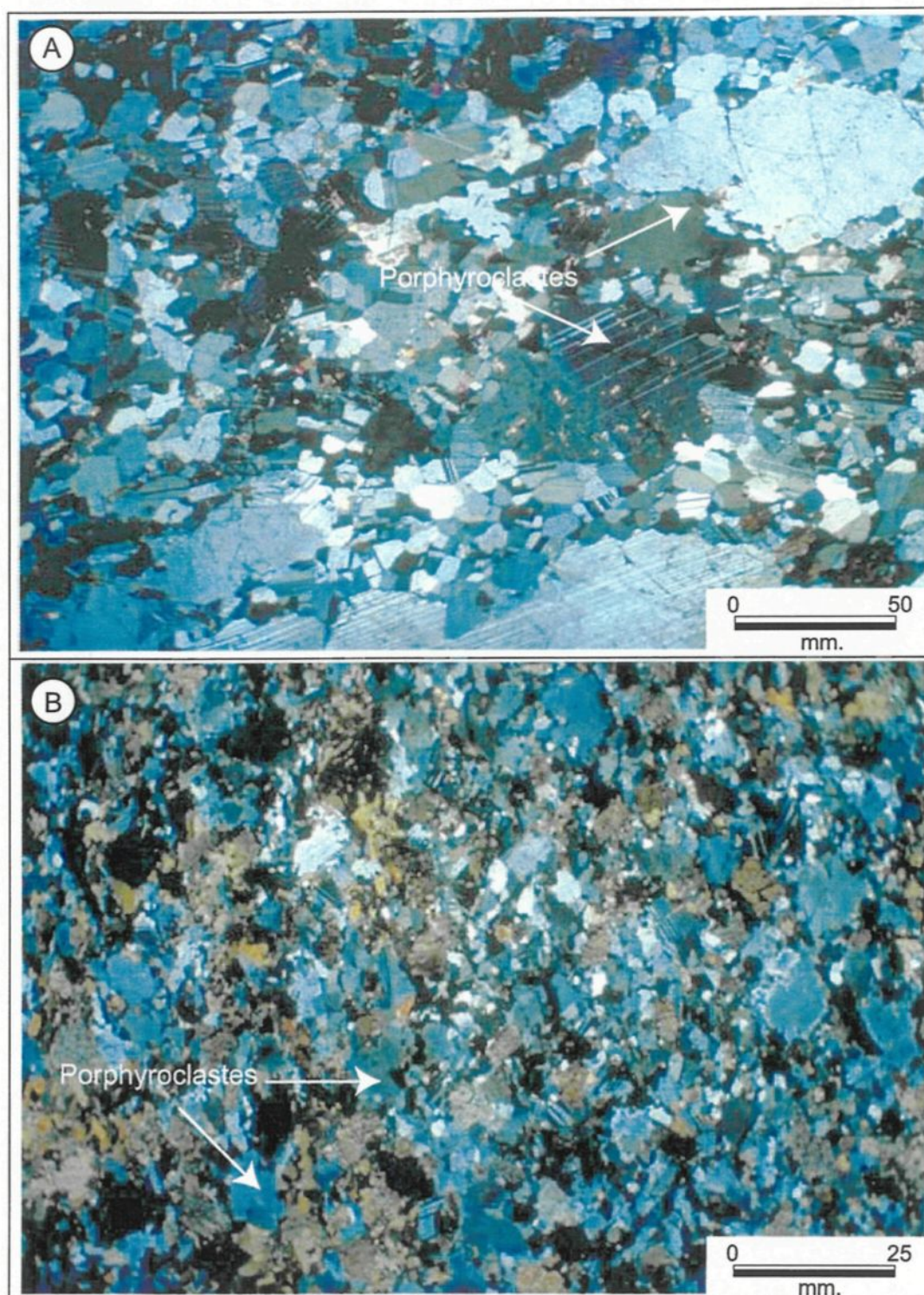


Figure 26: Texture porphyroclastique des plagioclases. A: Porphyroclastes de plagioclases maclés dans une matrice de néoblastes. Anorthosite à plagioclase bleuté. B: Texture porphyroclastique dans un leucogabbro.



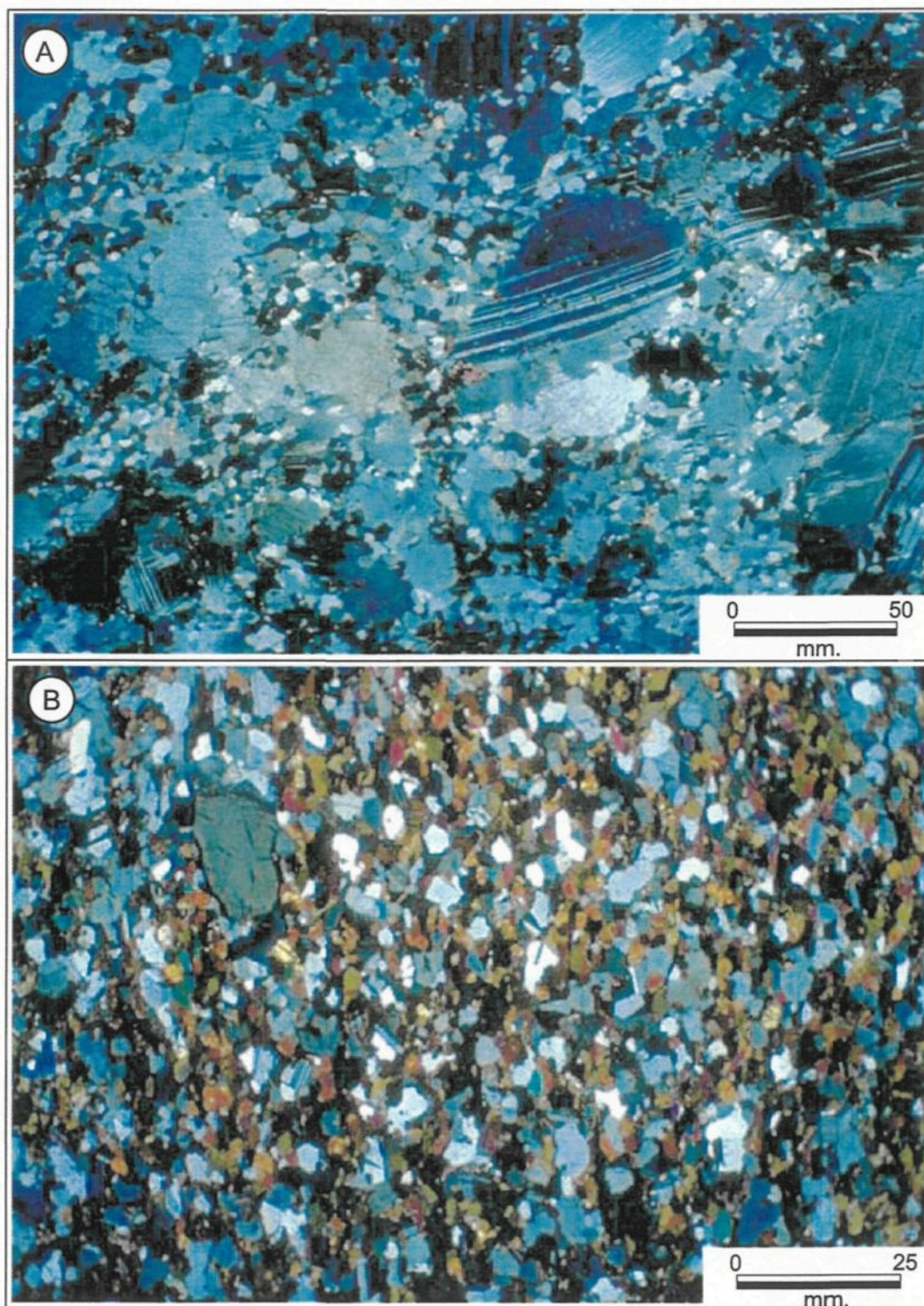


Figure 27: Texture oeillée des plagioclases. A: Porphyroclastes de plagioclase isolés dans une matrice de néoblastes. Anorthosite à plagioclases bleutés. B: Matrice granoblastique avec quelques porphyroclastes (yeux) de plagioclases dans un leucogabbro.



### 3.3.1 d Granoblastique

La texture granoblastique définit les roches anorthositiques complètement recristallisées. Cette texture est caractérisée essentiellement par des néoblastes de plagioclases formant une mosaïque de grains polygonaux (Figure 28). La taille des grains varie de 1-4 mm. Des macles en kink ou en biseau sont présentes à l'intérieur des grains ainsi que l'extinction roulante. La texture granoblastique est reconnue dans le faciès à plagioclase bleuté ainsi que dans les roches gabbroïques à noritiques.

### 3.3.1 e Caractérisation des microtextures des plagioclases

La relation entre ces différentes textures caractérise l'évolution de l'intensité de la déformation en fonction du niveau de recristallisation. Les textures des roches déformées sont fonction de l'interaction entre le taux de déformation et le taux de recouvrement. Ce dernier se définit comme la vitesse à laquelle la roche se réajuste par recristallisation (Wise *et al.* 1984). La Figure 29 est la représentation des textures établies par Wise *et al.* (1984) en fonction de la déformation et du recouvrement et montre que, d'un côté, si la déformation est rapide, la recristallisation est faible et la cataclase est la texture dominante. Par contre, si la vitesse de déformation est faible, la recristallisation est dominante. Pour l'ensemble des roches formées d'une proportion élevée de plagioclase, le réajustement par la recristallisation semble dominer et est reflété par les textures porphyroclastiques, ocellées et granoblastiques. La vitesse de déformation devait donc être modérée pour permettre un réajustement aussi étendu.

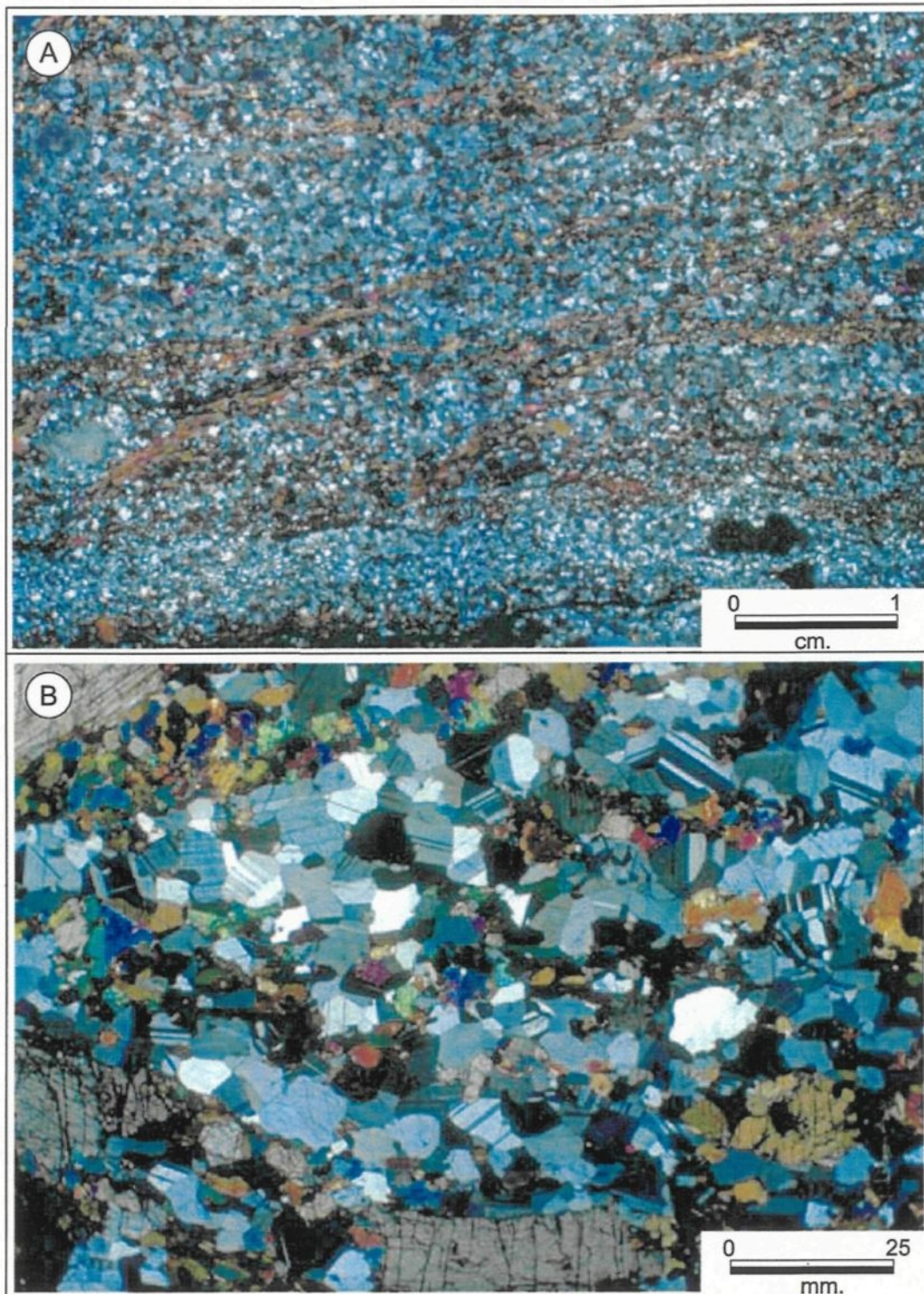


Figure 28: A: Texture granoblastique dans une anorthosite à plagioclase bleuté. B: Texture granoblastique des plagioclases dans un gabbro.

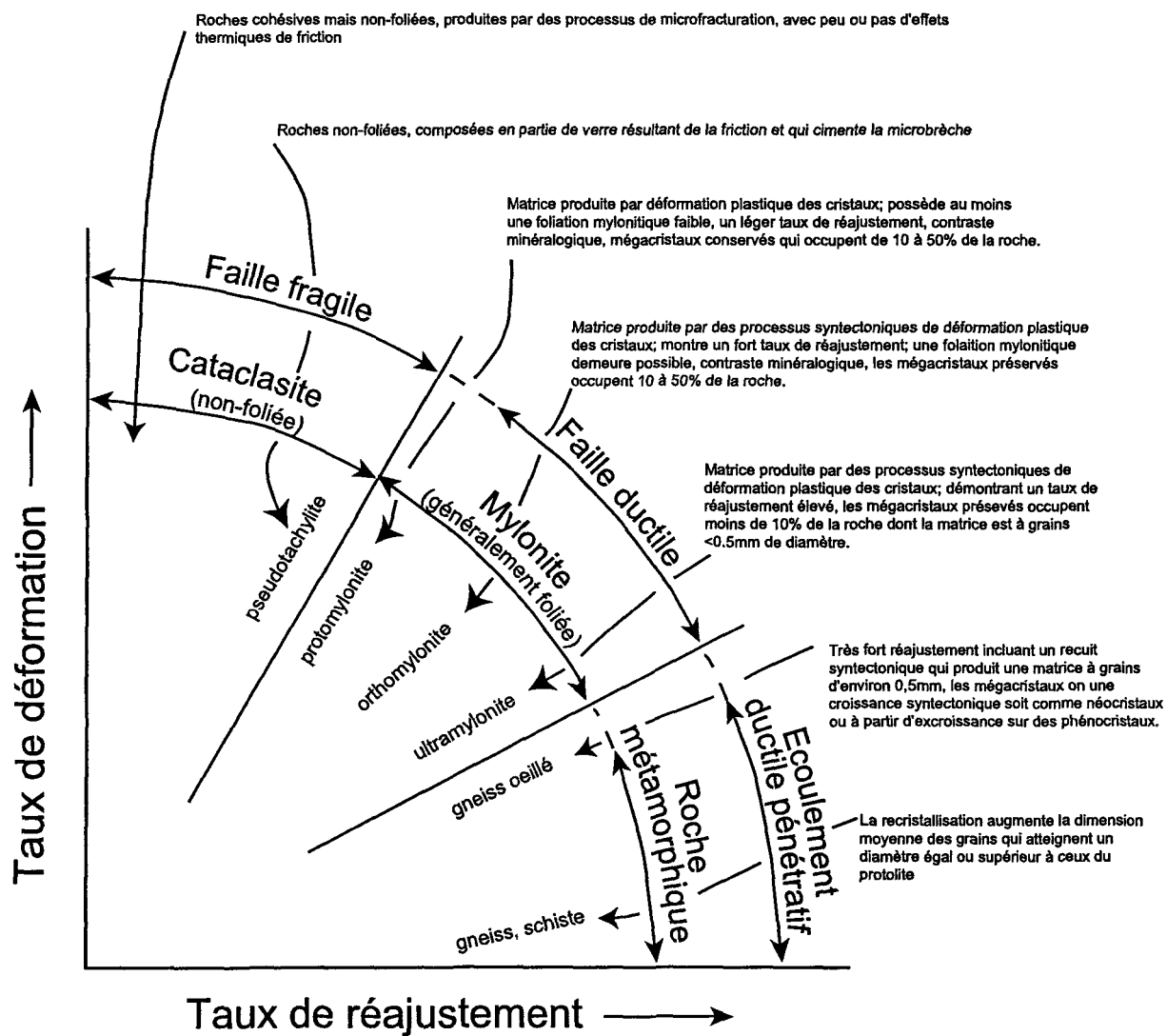


Figure 29: Relation entre le taux de réajustement et le taux de déformation (Modifiée de Wise *et al.* 1984).

### 3.3.2 Textures associées au métamorphisme

Les textures associées au métamorphisme ont été relevées au sein des roches gneissiques encaissantes principalement dans les gneiss felsiques. Les caractéristiques sont établies en fonction des observations de Passchier *et al.* (1990) qui ont distingué, à partir des textures observées en lame mince, deux types de gneiss présents dans les terrains métamorphiques. Le premier type est caractérisé par des grains à bordures droites formant un agencement polygonal (texture granoblastique) de minéraux avec les feldspaths, le quartz et les grenats. Les pyroxènes et les amphiboles sont plus allongés (Figure 30-a). Ce premier type de gneiss est associé aux terrains de haut grade métamorphique (Passchier *et al.* 1990). Par contre, dans le second type, la limite des grains est irrégulière. L'arrangement polygonal formé par le quartz et les feldspaths est moins bien défini, mais les minéraux comme les micas, la hornblende et les pyroxènes sont allongés (Figure 30-b). Ce sont des gneiss associés aux terrains de grade métamorphique moyen à faible (Passchier *et al.* 1990).

Les textures en lames minces des gneiss felsiques du secteur d'étude sont caractérisées par des grains de feldspaths et de quartz à bordure irrégulière et où l'agencement polygonal est absent, tandis que les minéraux ferromagnésiens sont plus ou moins allongés (Figure 31). Les gneiss felsiques au nord de la Suite anorthositique montrent donc une texture associée à des gneiss de grade métamorphique faible à moyen comme défini par Passchier *et al.* (1990). En plus, les pyroxènes observés sont primaires,

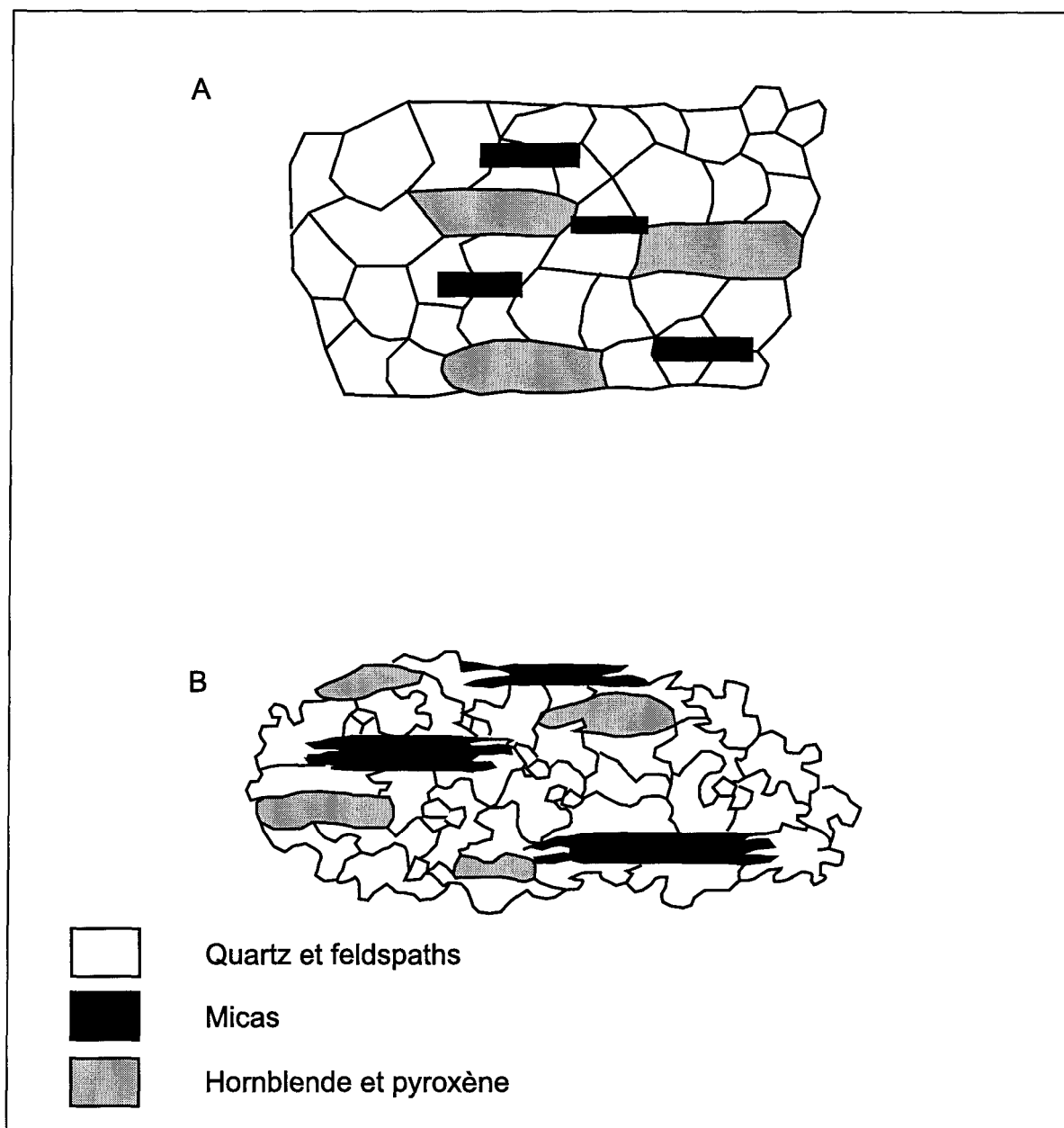


Figure 30: A: Microtexture type d'un gneiss de haut grade métamorphique. B: Microtexture type d'un gneiss de bas grade métamorphique. (Modifié de Passchier et al. 1990).



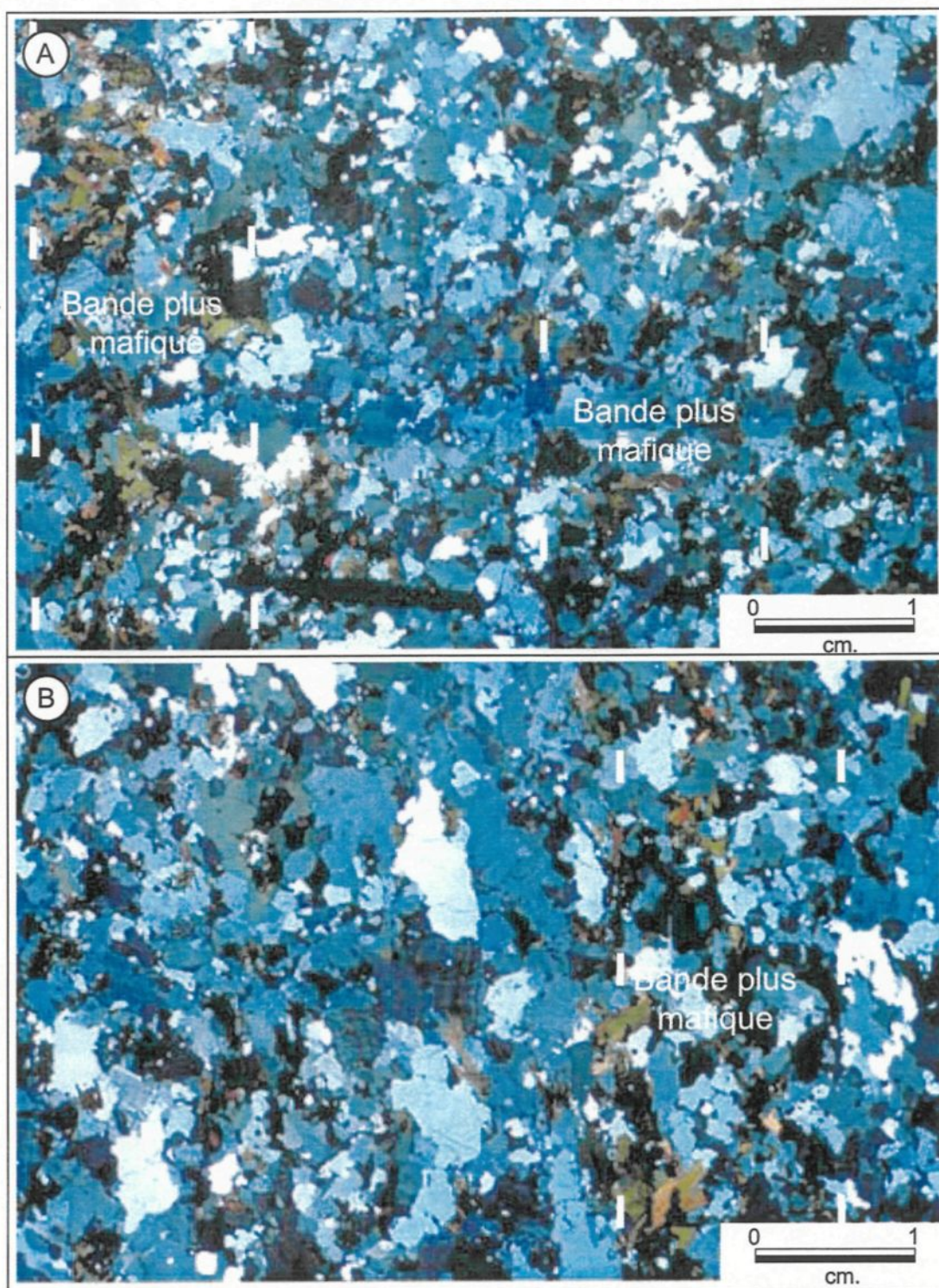


Figure 31: Caractérisation des microtextures dans les gneiss felsiques encaissants. A: Gneiss plus au nord (ST-98-01). B: Gneiss près du contact (ST-98-41).

ce qui exclu un métamorphisme de haut grade. Le développement de sous-grains à l'intérieur du quartz, de macles en biseau et des mirmékites dans les feldspaths et la présence d'extinction roulante dans ces deux types de minéraux sont caractéristiques d'une déformation à l'état solide selon Paterson *et al.* (1989).

### 3.3.3 Textures porphyroclastiques des gneiss

Certaines roches gneissiques présentes au nord de la Suite anorthositique et près du contact ne peuvent être caractérisées à l'aide des critères de Passchier *et al* (1990) car la gneissosité développée semble être la réponse à une déformation élevée et non au grade de métamorphisme. Ces roches sont donc associées aux roches mylonitiques c'est-à-dire, là où la portion porphyroclastique se distingue de la portion matrice. Selon Hanmer (1987), le terme *porphyroclaste* désigne des grains dont la taille est plus élevée que celle des grains constituant la matrice. La *matrice* représente la portion de la roche à grains fins provenant de la recristallisation dynamique des grains entraînant la réduction de ces derniers durant une déformation ductile (Hanmer 1987). La classification des textures se base sur le rapport volumétrique entre la matrice et les porphyroclastes donnant lieu à trois textures soit : protomylonite, orthomylonite et ultramylonite. Une protomylonite se transforme en mylonite lorsque le ratio matrice/porphyroclastes est supérieur à 50% et une mylonite devient ultramylonite quand le ratio matrice/porphyroclastes est supérieur à 90% (Higgins 1971, Sibson 1977).



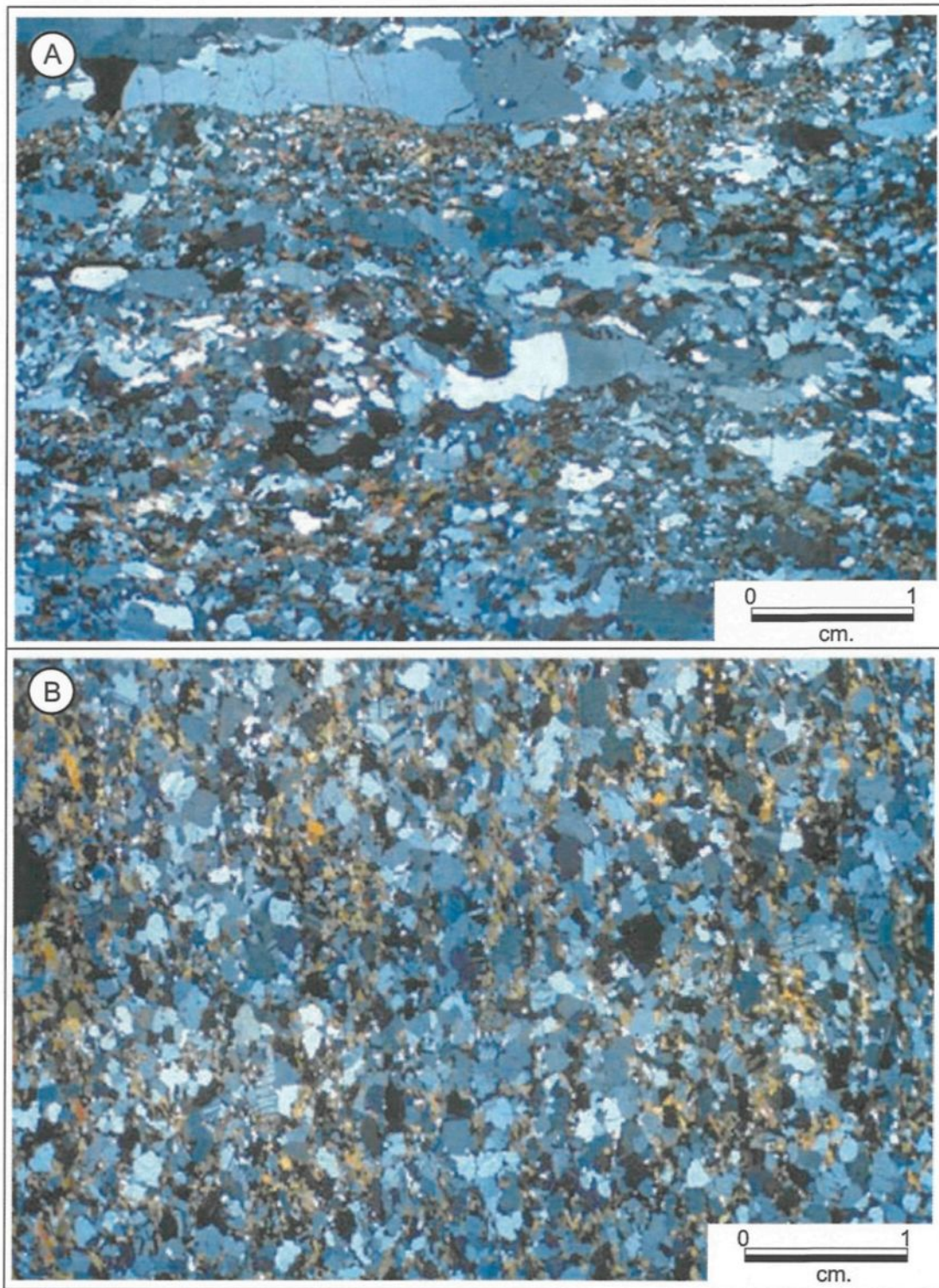


Figure 32: A: Microphotographie montrant la texture protomylonitique d'un gneiss porphyroclastique dans l'unité de gneiss encaissant. B: Microphotographie d'un gneiss protomylonitique dans les roches gabbroïques à noritiques.

Ces textures ont été observées sur le terrain et caractérisées en lame mince autant pour les gneiss porphyroclastiques dans les roches gabbroïques à noritiques près du contact que, dans les gneiss encaissants. La texture dominante est la protomylonite. Le ratio matrice/porphyroclastes ne dépasse jamais 50%. Les porphyroclastes sont caractérisés par des feldspaths et des rubans de quartz de taille variable dans les gneiss porphyroclastiques au nord de la Suite anorthositique (Figure 32-a). Les rubans de quartz sont des rubans polycristallins de type 1 selon Boullier et Bouchez (1978), c'est-à-dire un assemblage de grains déformés de taille variable et où les grains de quartz sont allongés parallèlement à l'allongement du ruban et les plus grands montrent une extinction roulante (Figure 32-a). Les rubans de quartz sont absents dans les gneiss porphyroclastiques dans la Suite anorthositique où les porphyroclastes sont caractérisés par des plagioclases et/ou des amas de minéraux ferromagnésiens. La matrice est formée essentiellement de plagioclases polygonaux (Figure 32-b).

#### **3.3.4 Distribution des microtextures**

La figure 33 est une carte de distribution des différentes microtextures observées en lame mince pour les roches de la Suite anorthositique et des gneiss encaissants. La texture dominante observée en lame mince est représentée par un symbole sur la carte de la figure 33. Cette représentation vise à vérifier la distribution spatiale des différentes textures et la relation entre elles.

Les textures observées pour les plagioclases ont une distribution assez hétérogène. La texture protoclastique est associée essentiellement aux roches anorthositiques, principalement le faciès à plagioclase mauve, et également à des roches gabbroïques à noritiques indiquant que des textures magmatiques ont pu être conservées localement. La texture porphyroclastique est présente dans tous les faciès. Elle est associée aux gneiss felsiques encaissants, ce qui confirme que ces gneiss sont associés à un métamorphisme rétrograde ou de grade moyen à faible car, ce n'est pas la texture granoblastique qui domine. Dans les roches gabbroïques à noritiques, la texture porphyroclastique semble plus commune au cœur de l'unité lsj1 que près du contact où les textures oeillées et granoblastiques sont dominantes et indiquent une déformation plus élevée. Dans le faciès d'anorthosite à plagioclase bleuté, les textures porphyroclastiques et oeillées sont abondantes et plus localement la texture granoblastique est présente. Ce sont les plagioclases recristallisés qui donnent la couleur blanchâtre à la matrice et les porphyroclastes qui ont la teinte bleutée. Ces textures se concentrent le long d'une grande structure NNE. Le faciès d'anorthosite à plagioclase mauve est associé localement à des textures oeillées et granoblastiques indiquant que cette unité a également été affectée par la déformation (Figure 33).

Les textures associées au métamorphisme sont localisées dans les gneiss encaissants et associées avec des textures porphyroclastiques au niveau des plagioclases.

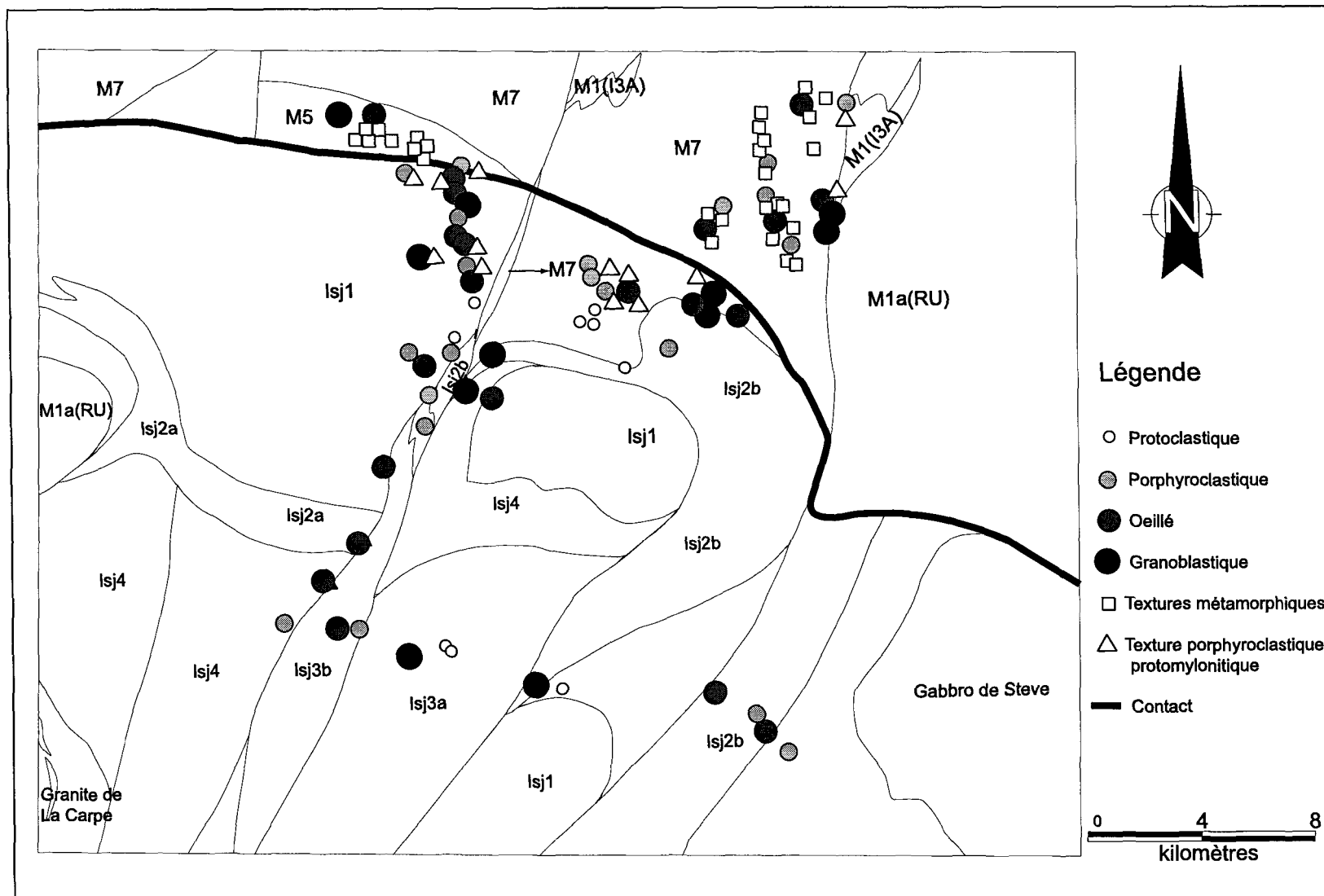


Figure 33: Carte de distribution des microtextures de déformation observées en lame mince. Note: La légende lithologique se réfère à celle de la figure 7

Par contre, en se rapprochant du contact, ces gneiss s'associent à des textures oeillées voire granoblastiques localement, indiquant une augmentation de la déformation vers le contact avec les roches de la Suite anorthositique (Figure 33).

La distribution spatiale des gneiss porphyroclastiques à texture protomylonitique se concentre près du contact pour les roches gabbroïques à noritiques et le long d'une structure NNE dans l'unité de gneiss encaissants. Dans chaque cas, la texture protomylonitique est associée à des textures de recristallisation élevée des plagioclases (oeillée ou granoblastique) confirmant la présence d'une déformation élevée (Figure 33).

### **3.3.5 Sommaire des observations**

Le processus de recristallisation est dominant pour une majeure partie du secteur d'étude. Ceci n'empêche pas cependant d'observer une évolution dans les différentes microtextures en fonction de la déformation. Les textures associées à la déformation élevée sont principalement les textures oeillées et granoblastiques et elles sont majoritairement en association avec les textures protomylonitiques. La texture porphyroclastique des plagioclases est également associée au gneiss protomylonitique localement mais elle indique généralement une déformation modérée. La texture protoclastique est observée localement et caractérise soit des anorthosites massives à plagioclase mauve ou des roches gabbroïques à noritiques où des textures primaires sont encore visibles.

Dans l'ensemble, les microtextures observées ne montrent pas d'évidence de déformation à l'état magmatique dont le principal critère est l'orientation préférentielle de minéraux ignées primaires sans présence de déformation plastique ou de recristallisation (Bouchez et Guineberteau 1984 et Paterson *et al.* 1989). Les minéraux ferromagnésiens comme la biotite, la hornblende et les pyroxènes ne sont pas caractérisés par un alignement indépendant de grains euédriques mais forment plutôt des agrégats gloméroporphyriques (Figure 26-b) et assez régulièrement un alignement préférentiel menant à la formation d'une foliation. Sur les lames minces associées à la texture protoclastique, les pyroxènes et/ou la hornblende ont localement recristallisés. Les plagioclases montrent des évidences de déformation ductile telles que l'extinction roulante et la présence de macles en kink ou en biseau résultat d'une recristallisation dynamique (Olsen et Kohlstedt 1985). Tous ces critères sont caractéristiques d'une déformation à l'état solide selon Paterson *et al.* (1989). L'état intermédiaire décrit par Bouchez et Guineberteau (1984) où il ne reste que 25 à 50% de liquide, n'a pu être décelé dans le secteur d'étude. Il correspond à l'observation de grains de grande taille, cassés, à bordures parfois décalées avec des ouvertures en coin localement remplis de quartz ou de quartz et des feldspaths. Le secteur se caractérise donc par une déformation à l'état solide et aucun vestige de déformation à l'état magmatique n'a été reconnu. Ce type de déformation a pu, s'il a été présent, être détruit par les déformations ultérieures.

## **CHAPITRE IV**

### **ANALYSE STRUCTURALE**

#### **4.1 INTRODUCTION**

Après l'analyse de la distribution des différents éléments texturaux et structuraux au chapitre précédent, la région étudiée peut être subdivisée en plusieurs secteurs caractérisés par des signatures structurales semblables. Ces secteurs sont associés à des lithologies et à des textures bien définies permettant de les caractériser au niveau textural et structural. La création de domaines structuraux, où la signature structurale et texturale est homogène devient un outil essentiel à l'analyse structurale pour la région.

Ce chapitre va caractériser, dans un premier temps, les différents domaines structuraux en décrivant les lithologies présentes, en établissant la chronologie des fabriques, en créant des cartes de trajectoire des principales fabriques et de distribution de la déformation. L'analyse des fabriques est établie finalement à l'aide de la projection stéréographique pour chacun des domaines. Ces éléments vont servir à faire l'interprétation des données structurales pour l'ensemble de la région avec l'intégration des données du ministère des Ressources naturelles.



Toutes les figures associées aux différents domaines structuraux ont été construites à l'aide des données reliées à cette étude. De plus, les projections stéréographiques regroupent les mesures relevées autant sur le terrain que celles mesurées en laboratoire à partir des échantillons orientés. Ces mesures concordent généralement avec celles identifiées sur le terrain. Dans plusieurs cas, des mesures de laboratoire ont permis de palier à l'absence de mesures de terrain. L'ensemble des mesures structurales est présenté aux annexes 3 et 4. Les données du MRN sont intégrées pour fin de comparaison à la section 4.4.3.

## **4.2 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA DÉFORMATION**

### **4.2.1 DÉFORMATION ET ANISOTROPIE**

#### **4.2.1.a Généralités**

Les roches se présentent comme des corps homogènes ou hétérogènes. L'hétérogénéité se définit comme étant les anisotropies planaire et linéaire qui peuvent représenter une caractéristique primaire de la roche ou une caractéristique secondaire induite lors des processus de déformation. Le degré d'anisotropie secondaire devrait dépendre du niveau de déformation.

Le principal problème des roches de métamorphisme élevé est que la recristallisation peut effacer les effets de la déformation en détruisant l'anisotropie engendrée par les différents mécanismes qui génèrent des orientations préférentielles de

forme (OPF). Ceci sera particulièrement vrai dans les anorthosites où le plagioclase dominant est un minéral qui recristallise facilement. La présence de minéraux mafiques comme la hornblende ou la biotite dans les gabbros et l'anorthosite devrait, par contre, faciliter l'observation de l'anisotropie ; ces minéraux produisant une orientation préférentielle de forme soit par recristallisation métamorphique ou par rotation mécanique lors de la déformation.

L'anisotropie structurale est soit planaire ou linéaire. Il est toutefois important de caractériser l'anisotropie primaire c'est-à-dire, celle formée par des processus autres qu'à l'état solide (tableau 3). Deux paramètres doivent être considérés pour qualifier l'anisotropie à différentes échelles :

- 1) le degré d'OPF
- 2) l'homogénéité ou la répartition du degré d'OPF

L'homogénéité est un paramètre important lorsqu'on observe de l'anisotropie sur un affleurement. L'anisotropie peut se développer plus fortement à l'intérieur d'une zone moins compétente et être absente dans la roche qui entoure cette zone. Le degré d'anisotropie varie donc en fonction du comportement rhéologique de la roche. Ce phénomène a été observé là où un dyke d'aplite montrait une forte anisotropie à l'intérieur d'une roche anorthositique isotrope.

À partir des microtextures décrites précédemment, l'essentiel de l'anisotropie structurale est interprété comme étant de nature secondaire. Il est donc proposé que le

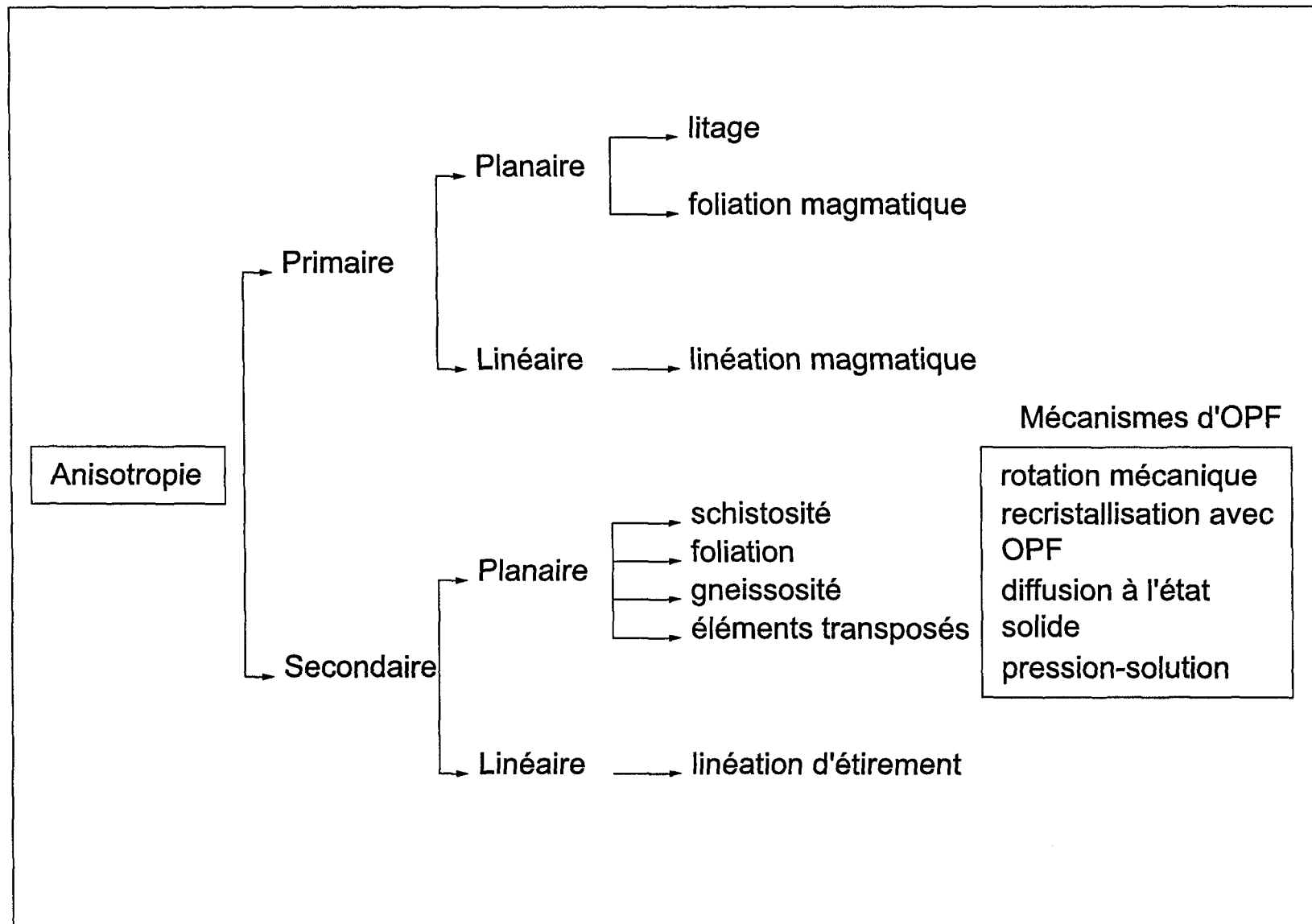


Tableau 3: Types d'anisotropie structurale

degré d'anisotropie secondaire soit proportionnel au degré de déformation et que l'évolution du degré d'anisotropie permettra de caractériser la distribution de la déformation dans le secteur d'étude.

#### 4.2.1.b L'indice d'anisotropie de terrain (IAT)

Lors de la visite des affleurements, une attention particulière a été portée sur le degré d'orientation préférentielle des minéraux (OPF) définissant les fabriques présentes ainsi que sur la transposition des éléments anciens. L'indice d'anisotropie de terrain (IAT) est représenté par l'évaluation visuelle de ces deux éléments. L'évaluation se base sur une échelle variant de 0 à 5 où 0 représente une roche massive n'ayant aucune anisotropie visible et cinq, une roche très déformée où le protolite est difficile à identifier comme dans le cas d'une mylonite. Les différentes caractéristiques servant à attribuer l'IAT sont décrites en détail et représentées au tableau 4 pour chacun des degrés de déformation. L'ensemble des affleurements ont été évalué et les valeurs sont présentées à l'annexe 2.

#### 4.2.1.c Distribution de l'IAT

La figure 34 montre la distribution des valeurs de l'IAT. L'indice est représenté par des cercles de taille proportionnelle à l'intensité. Cette carte thématique permet de bien visualiser les zones où l'anisotropie est la plus élevée. En comparant avec la distribution des microtextures de déformation décrite précédemment, les zones où l'anisotropie est la plus forte sont concordantes avec les zones où les microtextures sont de déformation élevée. Ces secteurs se localisent près et le long et le long de structures de direction NNE

<b>Indice de déformation de terrain (IAT)</b>	
<b>Déformation</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>0</b> nulle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absence d'éléments planaire et linéaires d'un affleurement à l'autre.</li> <li>- roche massive, isotrope en faisant abstraction du litage.</li> </ul>
<b>1</b> très faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- présence d'une fabrique planaire faible et corrélable d'un affleurement à l'autre.</li> <li>- caractéristique primaires de roches parfaitement préservées.</li> <li>- Roche généralement isotrope en faisant abstraction du litage.</li> </ul>
<b>2</b> faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fabrique planaire bien développée et corrélable d'un affleurement à l'autre.</li> <li>- linéation d'étirement perceptible mais peu développée.</li> <li>- Amorce de transposition d'éléments géologiques.</li> <li>- Caractéristiques primaires de roches encore préservées</li> </ul>
<b>3</b> modérée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- roche anisotrope et gneissosité visible</li> <li>- transposition évidente, mais pas complètement sub-parallélisés</li> <li>- linéation d'étirement bien développée</li> <li>- caractéristiques primaires des roches encore reconnaissables</li> </ul>
<b>4</b> forte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- roche fortement anisotrope et gneissique</li> <li>- transposition d'éléments géologiques accentuées.</li> <li>- linéation d'étirement forte</li> <li>- difficulté à reconnaître les caractéristiques primaires des roches (dominance des caractéristiques liées à la déformation).</li> </ul>
<b>5</b> très forte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- anisotropie extrême</li> <li>- rubanement ou foliation mylonitique</li> <li>- destruction complète des caractéristiques primaires des roches</li> <li>- linéations d'étirement forte à extrême</li> <li>- association de métamorphisme élevé</li> </ul>

Tableau 4 : Critères de terrain servant à attribuer l'indice d'anisotropie de terrain (IAT)  
(Modifiée de Daigneault 1996).

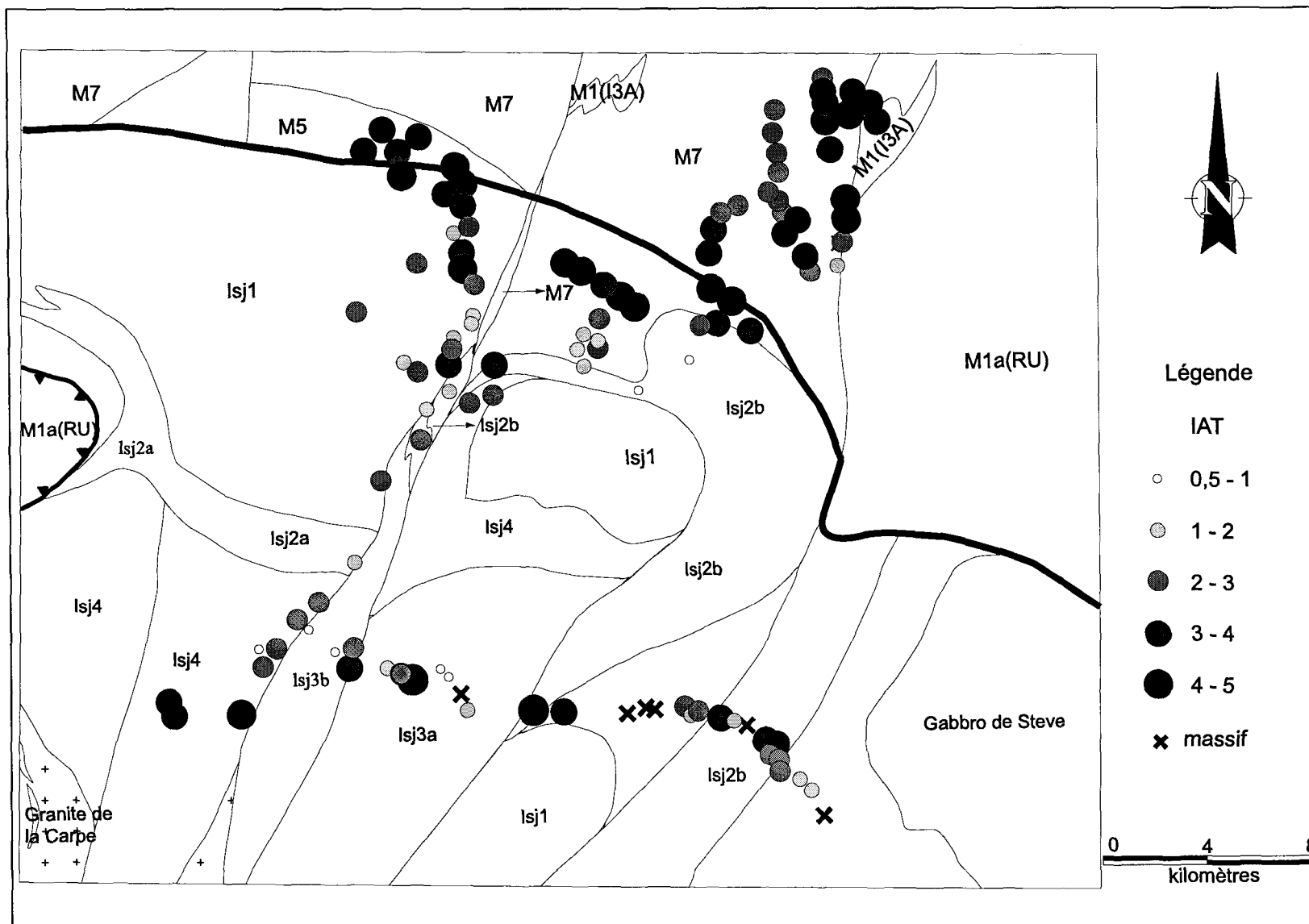


Figure 34: Carte de distribution de l'indice d'anisotropie évalué sur le terrain (IAT).



dans la suite anorthositique et dans les gneiss encaissants. Les zones où l'anisotropie est la plus faible sont localisées soit dans l'anorthosite à plagioclase mauve et, localement, dans les roches gabbroïques à noritiques.

L'évaluation du IAT est établie à partir de plans d'observation représentant la surface horizontale sur le terrain. Cette surface d'observation n'est pas nécessairement parallèle à la linéation d'étirement (plan XZ de l'ellipsoïde de la déformation). La surface observée ne représente pas nécessairement le maximum de la déformation. Il est donc possible que l'évaluation de l'indice d'anisotropie de terrain ait été sous-évalué localement. De plus, l'évaluation du IAT est une observation d'ensemble qui est propre à un observateur. Il faut donc conserver une certaine rigueur dans l'observation de l'anisotropie en affleurement pour avoir une bonne représentativité de l'IAT pour l'ensemble du secteur étudié.

#### **4.2.2 Trajectoire de la foliation dominante**

À l'aide des données structurales disponibles pour l'ensemble du secteur d'étude (données de l'étude et données du MRN), une carte des trajectoires de la foliation et de la linéation a été construite (Figure 35).

Les principales structures planaires sont caractérisées par une foliation, une gneissosité et un rubanement tectonique. La fabrique planaire dominante ou principale est représentée à la figure 35 à l'aide de lignes continues sur lesquelles un symbole dentelé

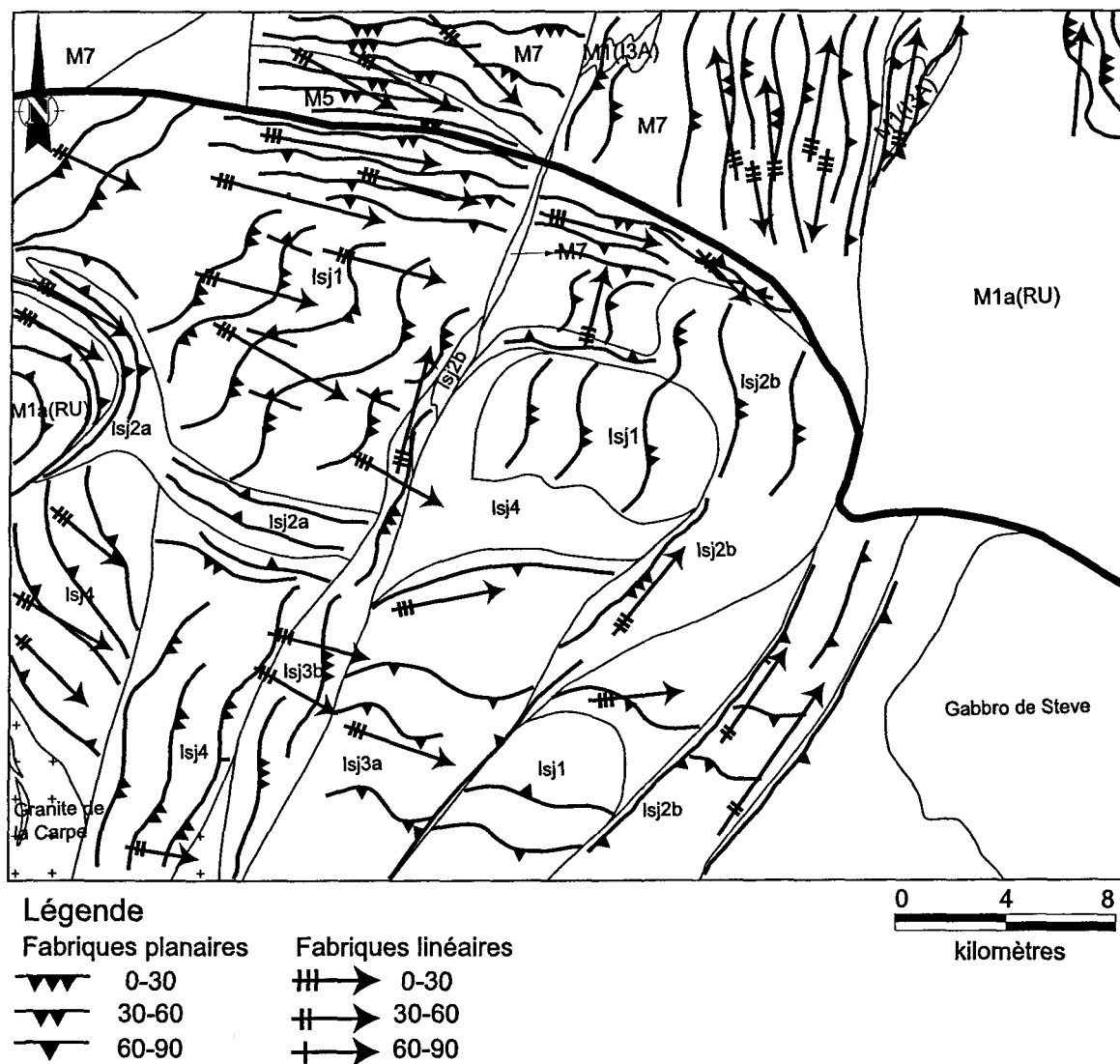


Figure 35: Carte synthèse des trajectoires de foliation dominante et de la linéation d'étirement pour l'ensemble du feuillet 22E15. Compilation effectuée à partir des données de la présente étude et des données du MRN.

permet d'exprimer les pendages. Ces structures ont une direction NNE, à pendage modéré vers l'est, autant dans la SALSJ que dans l'encaissant de gneiss. Par contre, une forte fabrique de direction EW à ESE semble bien développée, notamment dans la zone près du contact et plus localement à l'intérieur de la SALSJ.

#### **4.2.3 Trajectoire de la linéation**

Les trajectoires de la linéation de la figure 35 sont représentées par une flèche et un symbole à la queue de la flèche permet de visualiser l'angle de plongée. Ces trajectoires matérialisent les variations directionnelles des linéations minérales et d'étirement relevées sur le terrain. Des linéations à faible plongée vers l'est et le sud-est sont dominantes pour l'ensemble des lithologies présentes dans la SALSJ. L'encaissant de gneiss est plutôt marqué par des linéations à faibles plongées vers le nord et le sud.

#### **4.2.4 Division en domaines structuraux.**

À la suite des observations décrites au chapitre précédent et à l'aide des cartes de distribution de l'anisotropie et des trajectoires de la foliation et de la linéation, la région étudiée a pu être subdivisée en différents domaines structuraux. Les quatre domaines principaux, qui ont été définis, soit les domaines A, B, C et D sont représentés à la figure 36. Le domaine A est associé aux gneiss encaissants qui sont caractérisés par une forte fabrique planaire NS-NNE associée aux linéations vers le nord et le sud. Le domaine B est

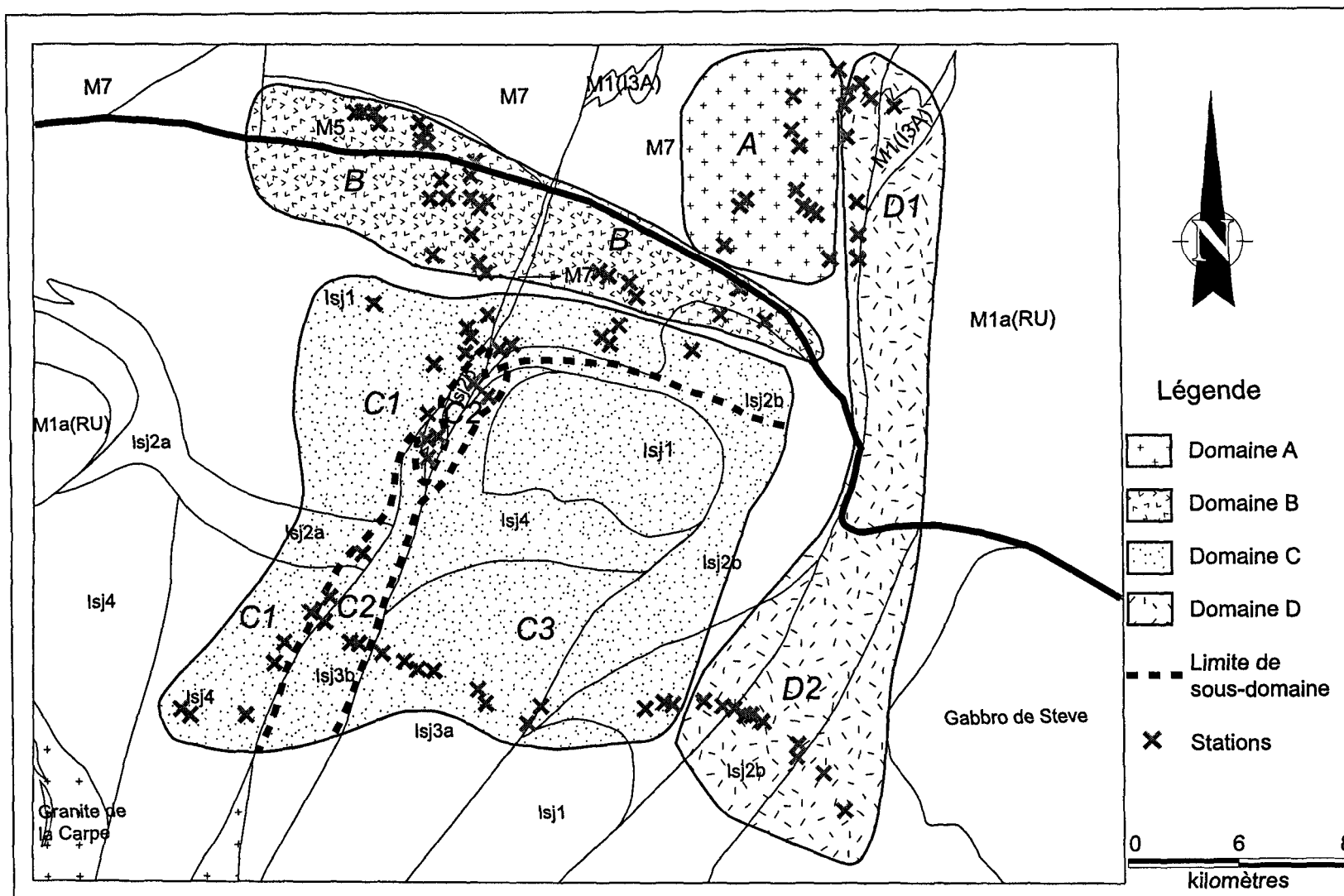


Figure 36: Localisation des quatre domaines structuraux et leurs sous-domaines.

localisé à la zone de contact, là où la foliation de direction EW semble bien développée. Le domaine C regroupe l'ensemble des roches de la SALSJ touchées par cette étude. La foliation s'oriente principalement vers le NE, mais des trajectoires EW sont aussi observées. Ce domaine a été subdivisé en trois sous-domaines pour bien cerner les variations lithologiques et structurales internes. Finalement, le domaine D, situé dans la portion est du feuillet, est associée à une trajectoire de la foliation de direction NNE et à pendage fort. Il a été subdivisé en deux sous-domaines sur des bases lithologiques.

### **4.3 CARACTÉRISATION DES DOMAINES STRUCTURAUX**

#### **4.3.1 Domaine A**

Le Domaine A, situé dans la portion nord-est du secteur d'étude, englobe l'ensemble des gneiss encaissants à l'exception de ceux situés au centre du feuillet près du contact (unité M5) qui eux, sont intégrés dans le Domaine B (Figure 36). Le domaine A est composé de gneiss felsiques de type granitique, tonalitique, granodioritique et charnockitique (Figure 36). Deux fabriques ont été reconnues au sein de cette unité. Premièrement, un plan de gneissosité, marqué par l'alternance de niveaux à quartz-feldspath et de niveaux ferromagnésiens, caractérise l'ensemble des affleurements, et deuxièmement une foliation bien distincte du plan de gneissosité, dans le sud du domaine est formée par un alignement de minéraux ferromagnésiens. Le plan de gneissosité est

antérieur à la foliation car, comme démontré au chapitre précédant, la foliation s'est développée dans les zones où le plan de gneissosité est plissé (Figure 24, chapitre III). Le plan de gneissosité sera désigné S1 et le plan de foliation S2 pour la description du Domaine A.

Une carte des trajectoires des principales structures planaires a été construite à partir de mesures structurales relevées dans ce secteur et elle est présentée à la figure 37-b. Sur cette carte, le grain structural dominant est NS et le sens du pendage est soit vers l'est ou vers l'ouest et varie entre 30° et 60°. Sur le terrain, les quelques affleurements de gneiss relevés au nord du contact avec la Suite anorthositique ont une gneissosité S1 de direction EW à fort pendage (> 60°) vers le nord. Le S2 est distinct du S1 dans la portion sud du domaine et il devient composite avec le plan de gneissosité en progressant vers le nord où il est presque indissociable du S1. Le S2 est de direction NS et à pendage fort pour l'ensemble du secteur. Le plan de gneissosité est de direction EW à NS avec un pendage variable. Des structures fermées observées dans le plan de gneissosité (Figure 38) sont associées à des pendages qui définissent, localement des plans subhorizontaux. Les secteurs où le S1 est EW et/ou à pendage faible ne sont pas démarqués sur la carte des trajectoires vu qu'ils sont peu développés (Figure 37-a). C'est donc la foliation S2 qui caractérise l'orientation générale des structures planaires. Pour les trajectoires de la linéation, l'orientation générale est représentée par une ligne avec une symbolique permettant d'interpréter la plongée (figure 37-b). La trajectoire des linéations montre les variations directionnelles des linéations minérales et d'étirement reconnues sur l'ensemble



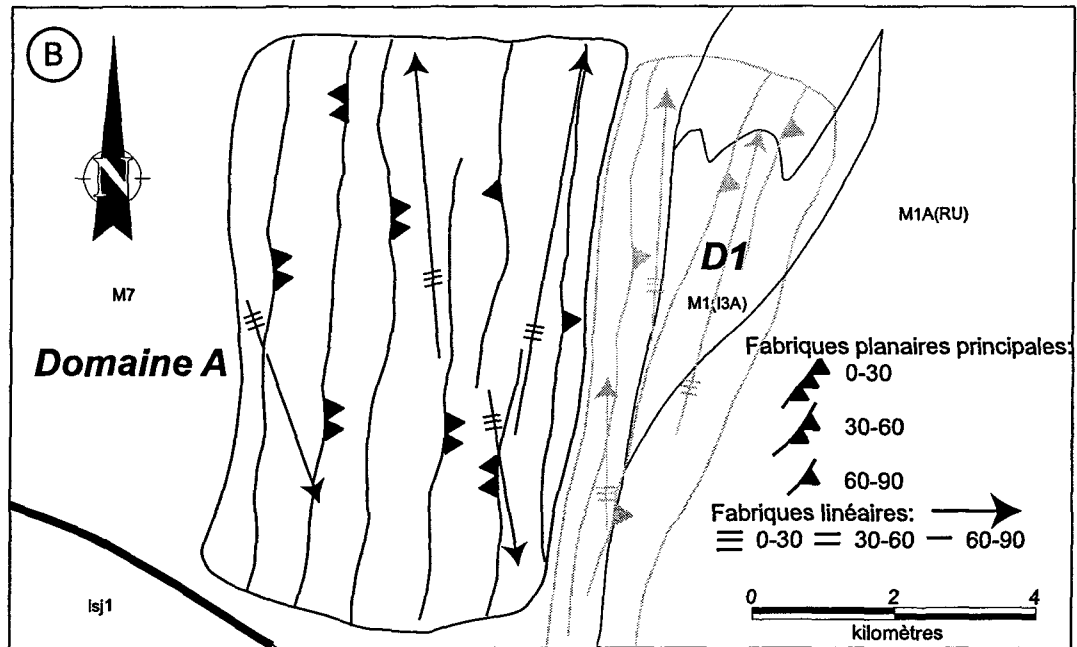
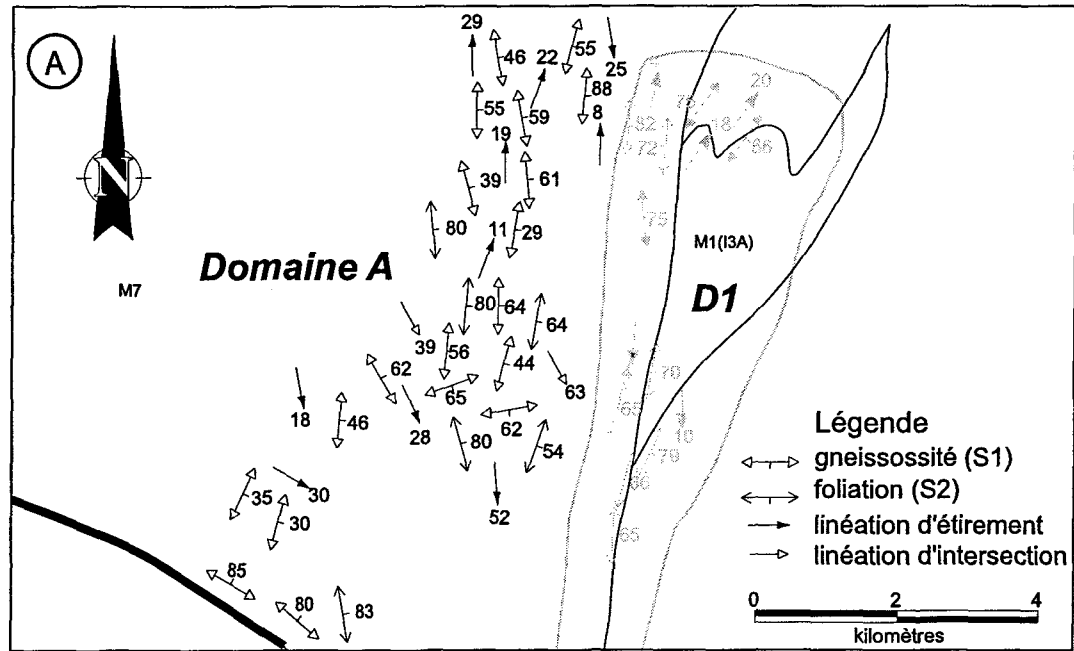


Figure 37: Caractérisation du domaine A. A: Carte de distribution des éléments structuraux. B: Trajectoire des fabriques planaires et linéaires pour le domaine A.

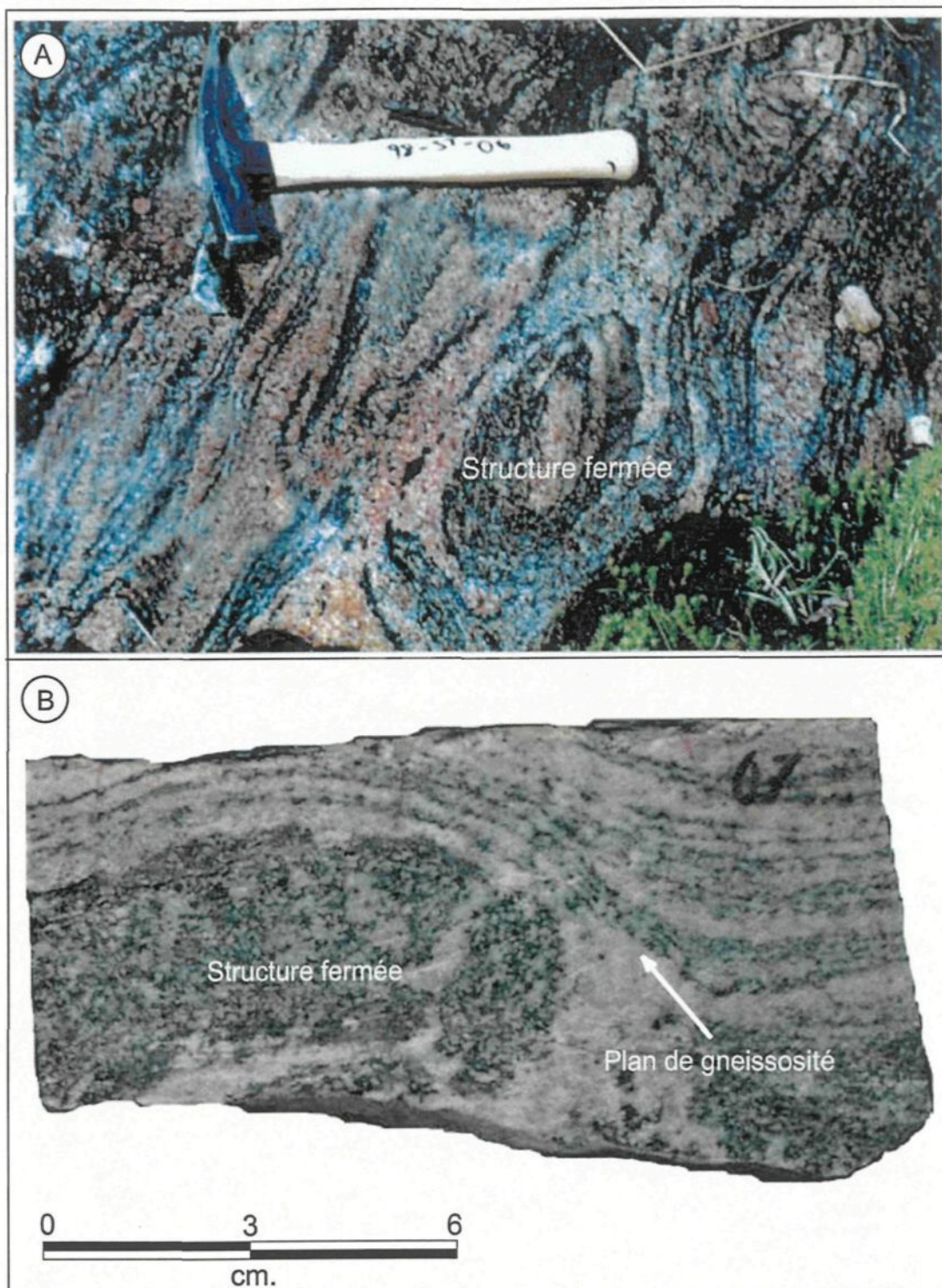


Figure 38: Structure fermée observée dans les roches gneissiques. A: Vue en plan d'une structure fermée observée sur un affleurement de gneiss encaissant. La photo est prise dans le plan de gneissosité subhorizontal à cet endroit. B: Structure fermée vue en coupe sur un échantillon mégascopique. La photo est prise sur le plan à 90 degrés du plan de gneissosité.

du secteur. Les linéations plongent toutes faiblement soit vers le nord, soit vers le sud (Figure 37-b) et, elles sont associées au plan de foliation (S2) dans le sud et au plan combiné de la foliation et de la gneissosité pour la portion nord.

Les données structurales du Domaine A, soient les pôles du plan de gneissosité et du plan de la foliation, sont présentés sur les stéréogrammes #1 et #2 de la figure 40-a. La direction moyenne des plans de gneissosité et de la foliation est similaire au nord, mais le pendage moyen est modéré pour S1 (001/55) et fort pour la foliation (001/70). Les pôles de S1 montrent un étalement plus étendu que celui des pôles de S2 qui sont plus concentrés. La distribution des pôles de S1 ne permet de tracer un grand cercle, donc l'étalement des structures planaires de S1 et S2 n'est pas de type cylindrique.

La projection des linéations d'étirement et d'intersection est présentée sur les stéréogrammes #3 et #4 de la figure 40-a. Les linéations d'étirement semblent se disperser sur le plan moyen de la gneissosité tandis que les linéations d'intersection (stéréogramme #4) se distribuent le long du plan moyen de la foliation. Ces trajectoires de dispersion suggèrent une déformation tardive dans l'ensemble du domaine. Les linéations d'étirement plongent faiblement vers le nord et le sud comme représentés sur la carte des trajectoires (356/03). Cette signature n'est pas constante pour l'ensemble des gneiss comme démontrée

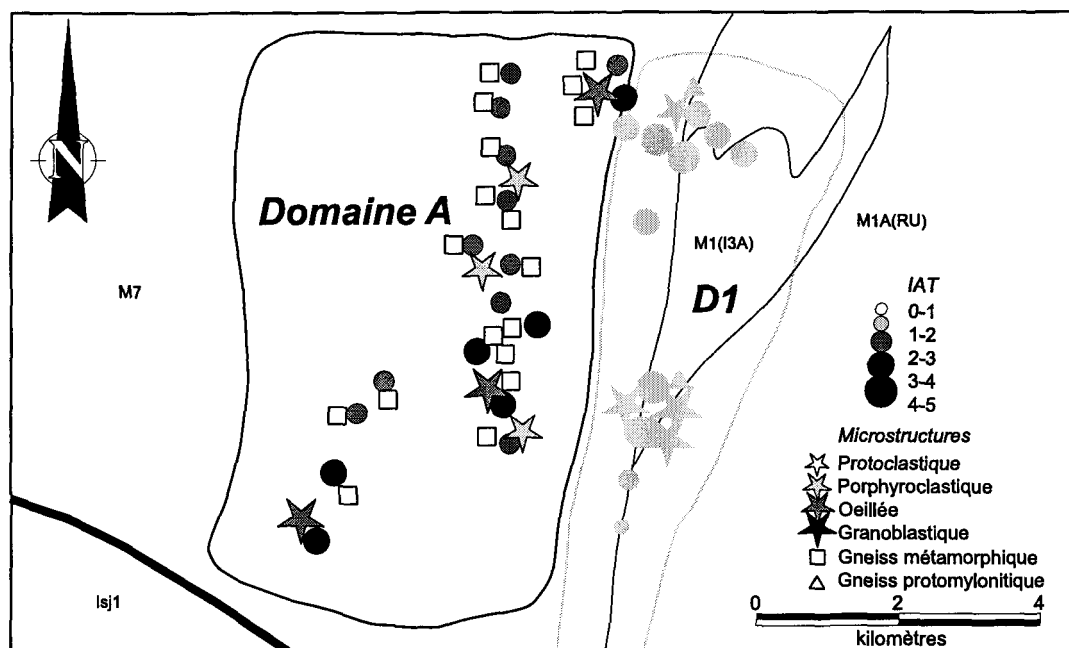


Figure 39: Caractérisation du domaine A (suite). A: Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT).

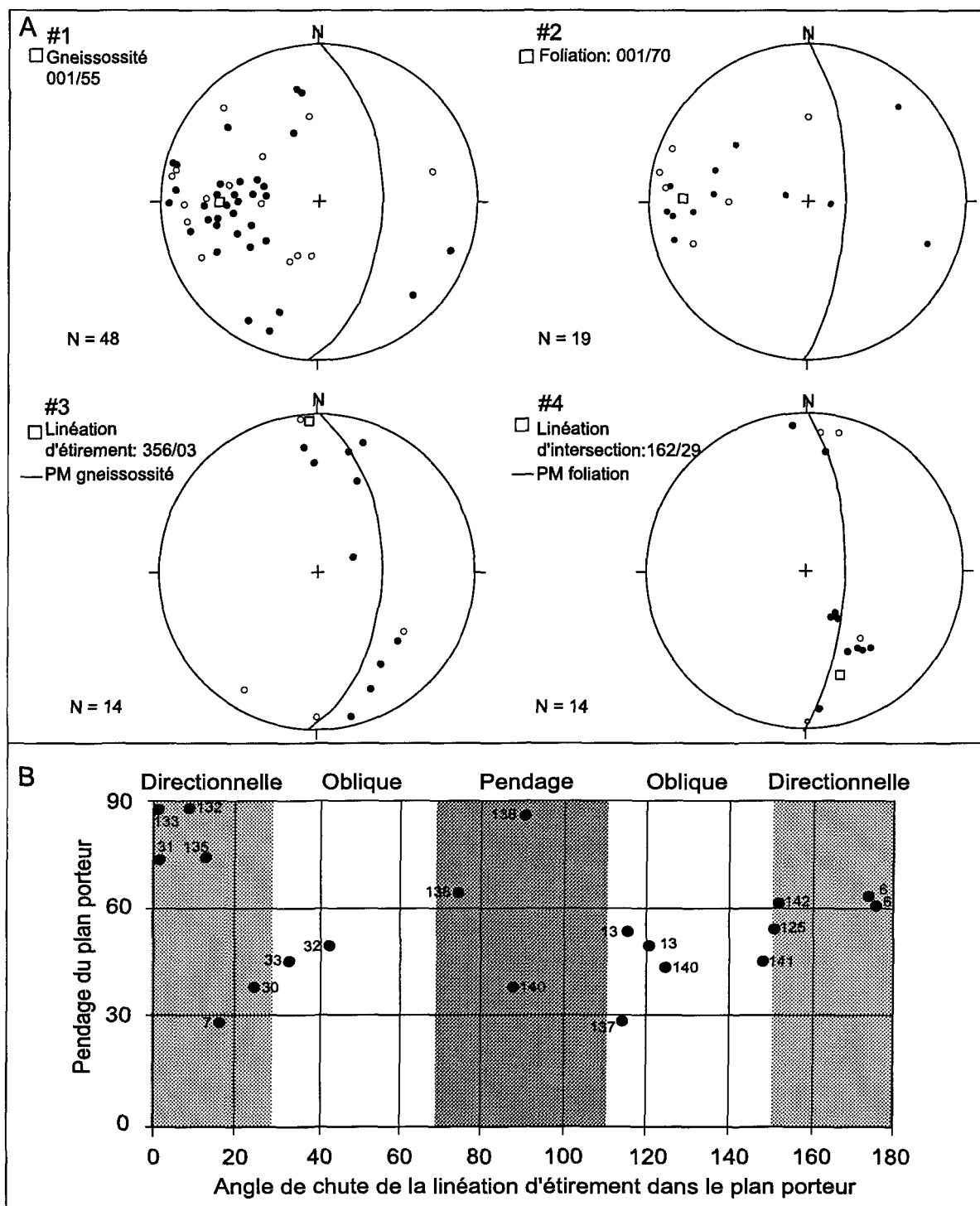


Figure 40: A: Représentation stéréographique de l'orientation des différentes fabriques planaires et linéaires présentes dans le Domaine A (● mesure de terrain, ○ mesure en laboratoire, PM: plan moyen); 1-Plan de gneissosité. 2- Plan de foliation. 3- Linéation d'étirement. 4- Linéation d'intersection. B: Relation entre l'angle de chute de la linéation d'étirement et le pendage du plan porteur (chiffre représente la station, voir annexe G).

à l'aide de la relation graphique entre l'angle de chute de la linéation d'étirement dans le plan porteur et le pendage de ce plan représenté à la figure 40-b. Beaucoup de mesures donnent des linéations faibles dans des plans abrupts ou modérés indiquant des linéations de type directionnel. Cependant quelques mesures ont un angle de chute associé à des pendages moyens, caractérisant des linéations de type oblique, notamment pour les affleurements près du contact. Ceci est illustré par la carte des trajectoires de la figure 37.

#### **4.3.2 Domaine B**

Le Domaine B regroupe l'ensemble des roches de composition gabbroïque à noritique et les gneiss felsiques compris dans un secteur de 21km de long par 6km de large. Ce domaine chevauche le contact de direction ESE entre la Suite anorthositique et l'unité de gneiss encaissants (Figure 36). Ce domaine structural est assez homogène donc, aucun sous-domaine n'a été défini.

Deux fabriques ont été reconnues au sein des unités lithologiques de ce domaine. La première est le plan de gneissosité présent dans les gneiss felsiques près du contact. La seconde est une foliation soulignée par l'orientation des minéraux ferromagnésiens dans les roches gabbroïques à noritiques. Ces roches sont fréquemment très déformées et la foliation peut être caractérisée par un plan de gneissosité de gneiss droit. Par contre, une deuxième fabrique se superpose à angle faible sur le plan de gneissosité dans les gneiss



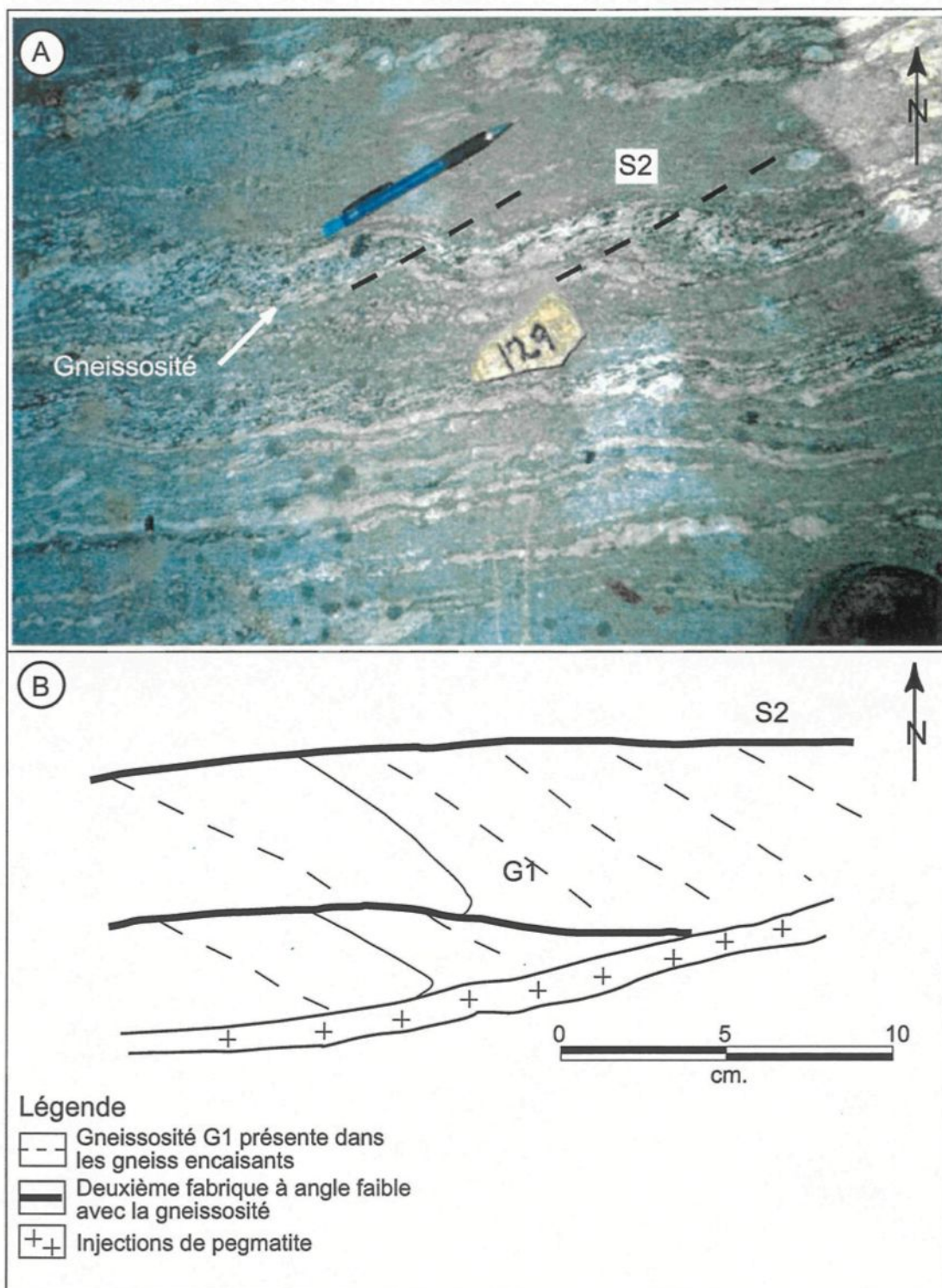


Figure 41: Deuxième fabrique (foliation) à angle faible avec la gneissosité des gneiss encaissants près du contact. A: Vue en affleurement (ST-99-137). B: Croquis de la relation sur l'affleurement ST-98-41.

felsiques (Figure 41). Cette deuxième fabrique est parallèle à la foliation présente dans la Suite anorthositique donc, le plan de gneissosité (S1) est antérieur à cette foliation (S2).

Une carte des trajectoires des éléments planaires et linéaires, utilisant la même symbolique que celle caractérisant le Domaine A, a été construite à partir des données structurales de cette étude et elle est représentée à la figure 42-b. La trajectoire de la foliation est constante pour l'ensemble du domaine et elle est de direction EW. Le pendage par contre, montre une petite variation en étant modéré de part et d'autre du contact et, en devenant plus abrupt par la suite. Les trajectoires des linéations montrent une grande homogénéité en plongeant faiblement vers l'E et l'ESE. L'angle faible entre l'orientation de la gneissosité et de la foliation ne permet pas de visualiser la distinction entre les deux, à l'aide de la carte des trajectoires.

L'indice d'anisotropie de terrain (IAT) montre une forte augmentation vers le contact et il est élevé dans l'ensemble des unités du domaine à l'exception de zones plus locales où il est faible (Figure 43-c). La distribution des microtextures de déformation dans ce domaine passe de porphyroclastiques à granoblastiques où les textures oeillées et granoblastiques sont associées à des gneiss protomylonitiques près du contact caractérisant l'augmentation de la déformation. Des indicateurs de cisaillement ont également été observés, principalement dans les gneiss protomylonitiques dans la portion est du domaine. En affleurement, des boudins antithétiques ainsi que des inclusions rigides asymétriques de

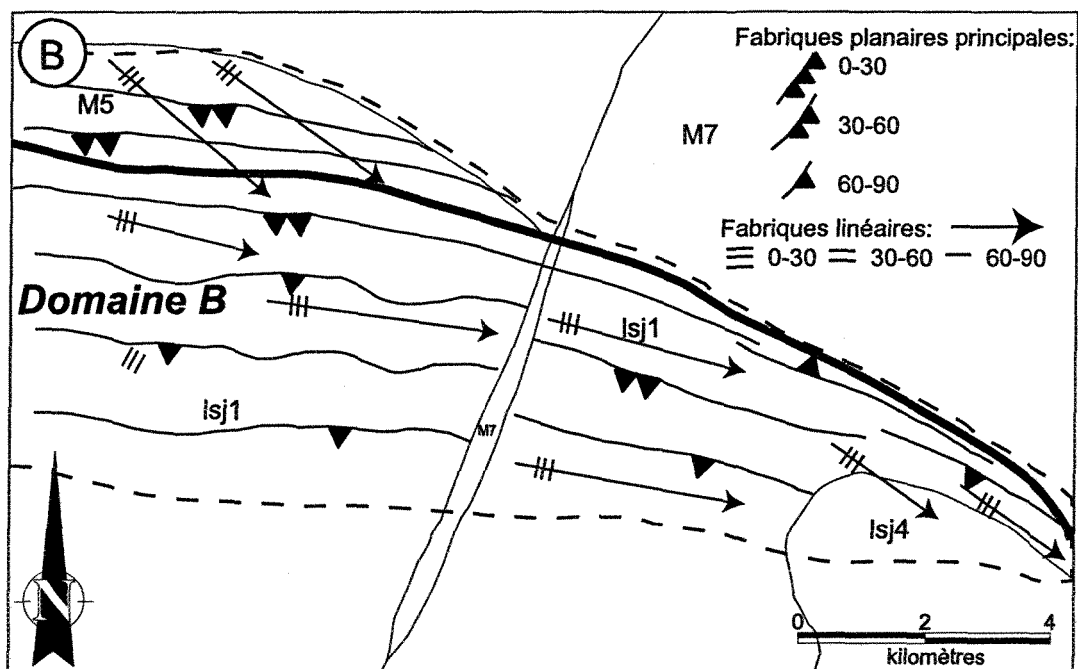
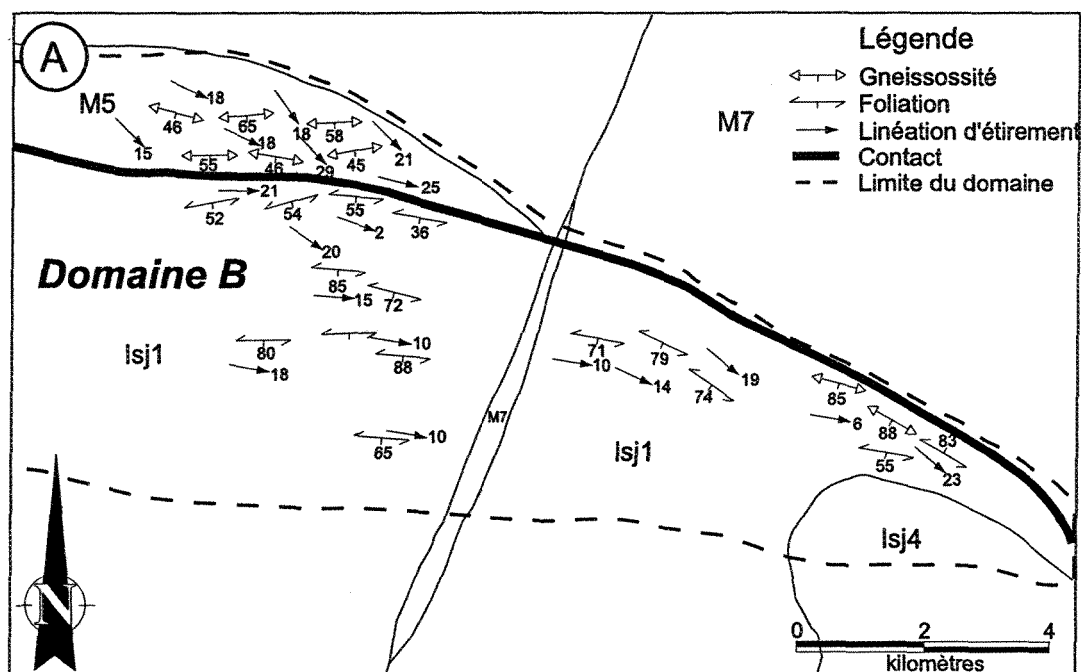


Figure 42: Caractérisation du Domaine B. A: Carte de distribution des éléments structuraux. B: Trajectoires des fabriques planaires et linéaires pour le Domaine B.

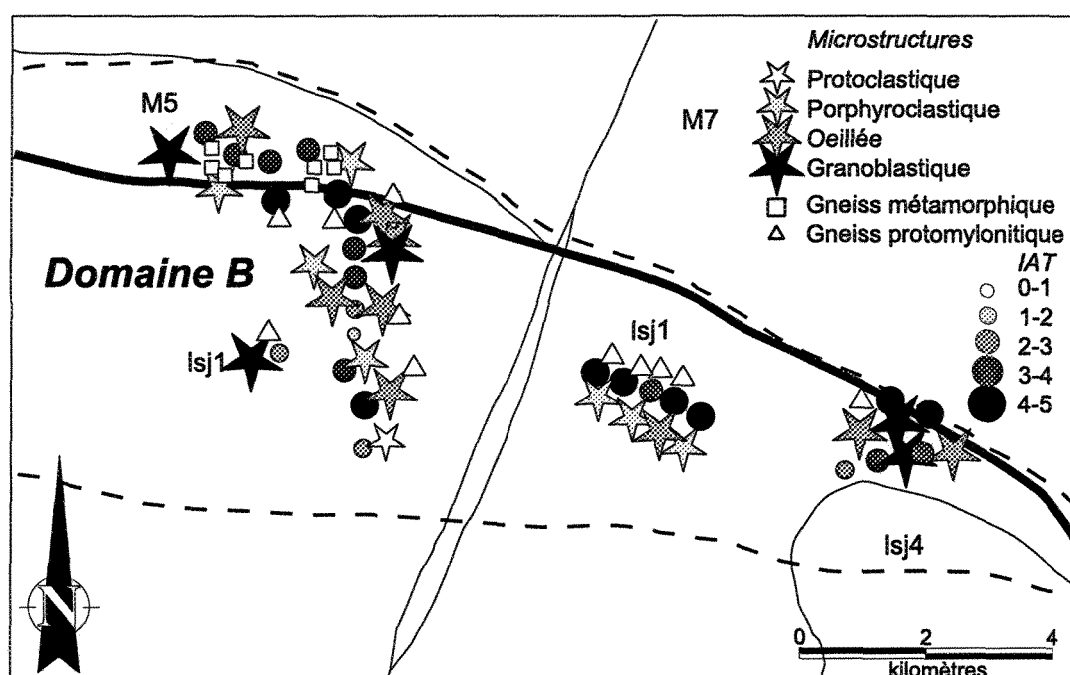


Figure 43: Caractérisation du domaine B (suite). Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT).

type  $\delta$  et  $\sigma$  ont été relevés et ils indiquent une composante de mouvement dextre (Figure 44).

Les données structurales du Domaine B, c'est-à-dire les pôles du plan de foliation et du plan de gneissosité sont présentées sur le stéréogramme #1 et #2 de la figure 45-a. La direction moyenne dans les, deux cas, est semblable soit, de 100/54 pour la gneissosité et 098/63 pour la foliation. C'est le pendage modéré qui caractérise la zone près du contact qui est dominant ici, même si des pendages élevés sont présents localement.

La projection des structures linéaires montre que l'ensemble des linéations plongent faiblement et majoritairement dans une direction s'étalant entre l'est et le sud-est (stéréogramme #3, figure 45-a) L'analyse de l'angle de chute de la linéation montre bien la présence de plans à pendage modéré et de plans à pendage fort (Figure 45-b). La majorité des échantillons ont des linéations se retrouvant dans le champ de type directionnel, mais quelques-uns, notamment ceux localisés près du contact, ont un angle de chute pour la linéation, qui varie de faible à moyen, en association avec les plans à pendages modérés donnant lieu à des linéations de type oblique localement.

#### 4.3.3 Domaine C

Le Domaine C comprend tout le secteur d'étude compris au sud du Domaine B, soit le secteur du contact et il regroupe trois unités lithologique distinctes dans la Suite



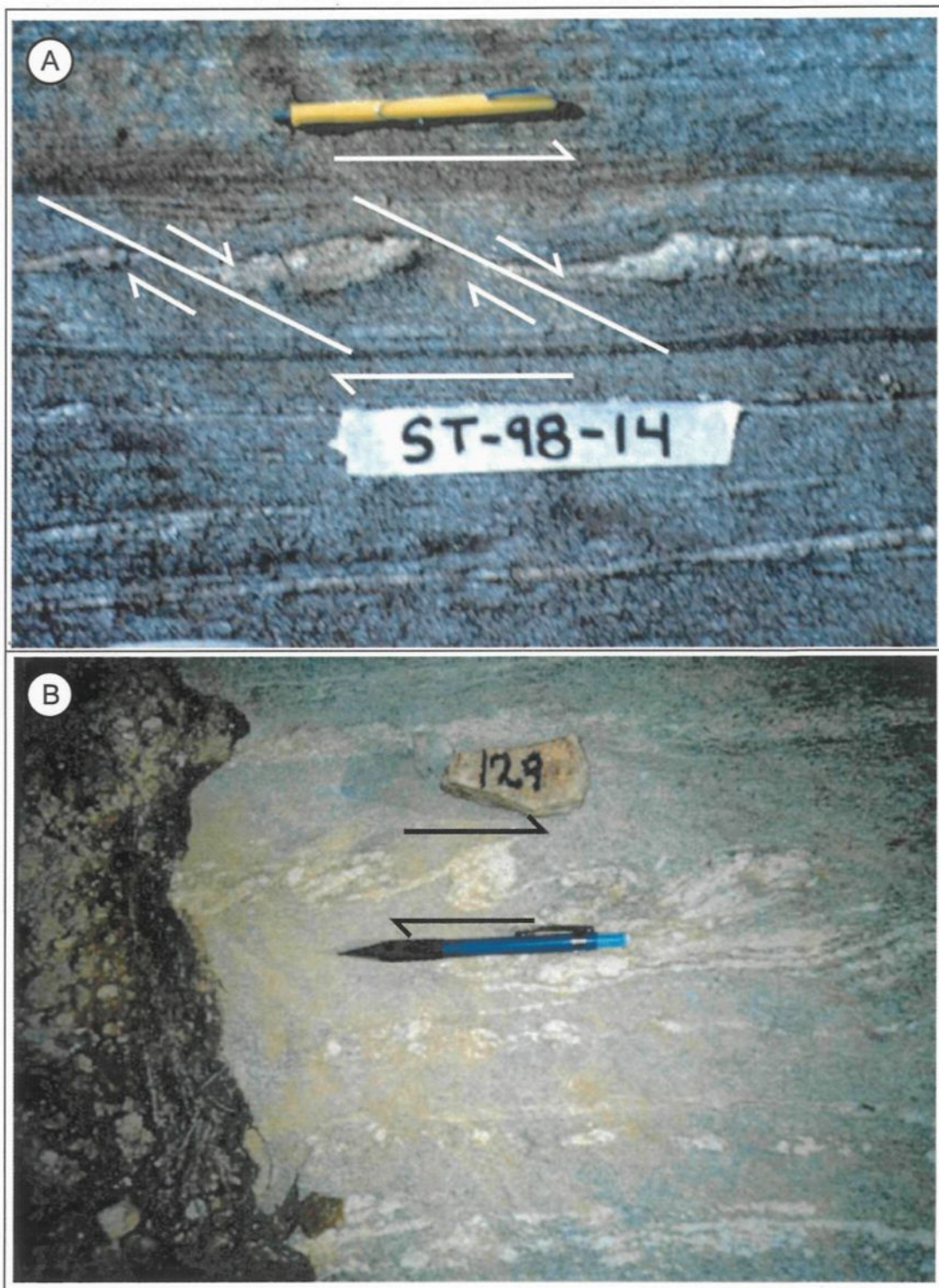


Figure 44: Indicateurs de cisaillement observés dans les gneiss droits du Domaine B. A: Boudins antithétiques associés à des bandes de cisaillement à mouvement dextre. B: Inclusion asymétrique de type delta indiquant un mouvement dextre.



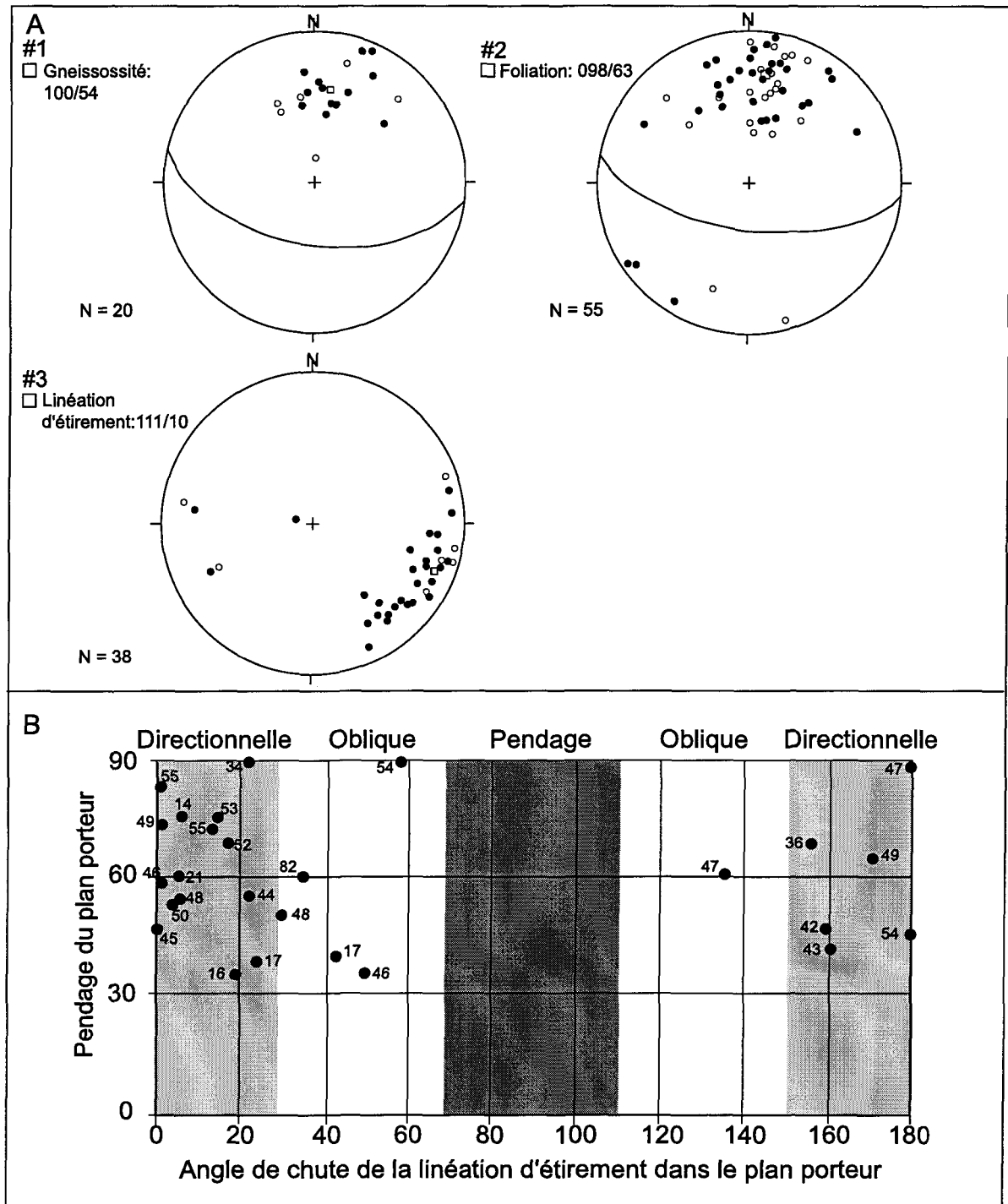


Figure 45: A: Représentation stéréographique de l'orientation des différentes fabriques présentes dans le Domaine B (● mesure de terrain ○ mesure en laboratoire) 1- Plan de gneissosité. 2-Plan de foliation 3-Linéation d'étirement. B: Relation entre l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur et le pendage du plan.

anorthositique (Figure 36). Les trois unités présentes dans ce domaine sont les roches gabbroïques à noritiques, l'anorthosite à plagioclase bleuté et l'anorthosite à plagioclase mauve. Ces lithologies ont une signature structurale différente et elles ont donc été subdivisées en trois sous-domaines. Le fait que ces unités font toutes partie de la SALSJ leur confère une appartenance au même domaine structural.

#### 4.3.3 a Sous-domaine C-1

Le sous-domaine C1 regroupe toutes les roches gabbroïques à noritiques présentes dans le secteur nord et nord-ouest et les roches anorthositiques à plagioclase bleuté au sud-ouest du domaine (Figure 36). Le début du sous-domaine est marqué par la transition entre les roches fortement gneissiques du domaine B, vers des roches foliées contenues dans le sous-domaine C1. Deux orientations différentes sont relevées de la carte de distribution des mesures structurales (Figure 46-a). La première est une foliation (S1) caractérisée par l'alignement des minéraux ferromagnésiens dans les roches gabbroïques et dans l'anorthosite à plagioclase bleuté. Elle peut être plus subtile localement, notamment dans le faciès à plagioclase bleuté. La seconde (S2) est également une foliation, mais mieux développée voire mylonitique par endroits, et elle reprend localement la fabrique S1 le long de petites zones de déformation. Le S2 est bien développé dans des zones de brèches magmatiques où les fragments sont les marqueurs de la déformation comme mentionné au chapitre précédent.

Les trajectoires de la foliation illustrées à la figure 46-b pour le sous-domaine C1 sont hétérogènes dues à la présence des deux foliations S1 et S2 bien développées. La première est de direction NNE à NE avec un pendage variant de modéré à élevé localement et la seconde est de direction EW à fort pendage. Ces trajectoires représentent bien les deux types de fabriques observées dans ce secteur. D'un autre côté, la trace des linéations est plus homogène. L'ensemble du secteur est marqué par des linéations plongeant faiblement à modérément vers l'E et l'ESE (Figure 46-b).

Le sous-domaine est principalement caractérisé par des IAT faibles combinées avec des textures protoclastiques, mais à quelques endroits, des indices d'anisotropie plus forts, en relation avec des textures oeillées ont été relevés, indiquant la présence de déformations plus élevées localement (Figure 47).

La projection stéréographique des pôles des plans de la foliation est présentée à la figure 48-a. Les points montrent un grand étalement indiquant la présence d'une foliation ondulante. Le plan moyen a une attitude de 039/41 caractérisant la foliation NNE, à pendage modéré, observée sur la carte des trajectoires de la foliation. Une seconde série de points définissent une attitude EW à pendage fort indiquant la présence d'une deuxième fabrique (champ en pointillé sur le stéréogramme #1, figure 48). Les linéations pour ce sous-domaine ont une valeur moyenne de 104/25 (Figure 48-a). L'angle de chute est généralement faible (localement modéré), mais le pendage du plan porteur varie de moyen à élevé donnant des linéations de type directionnel associées au plan du S2 pour

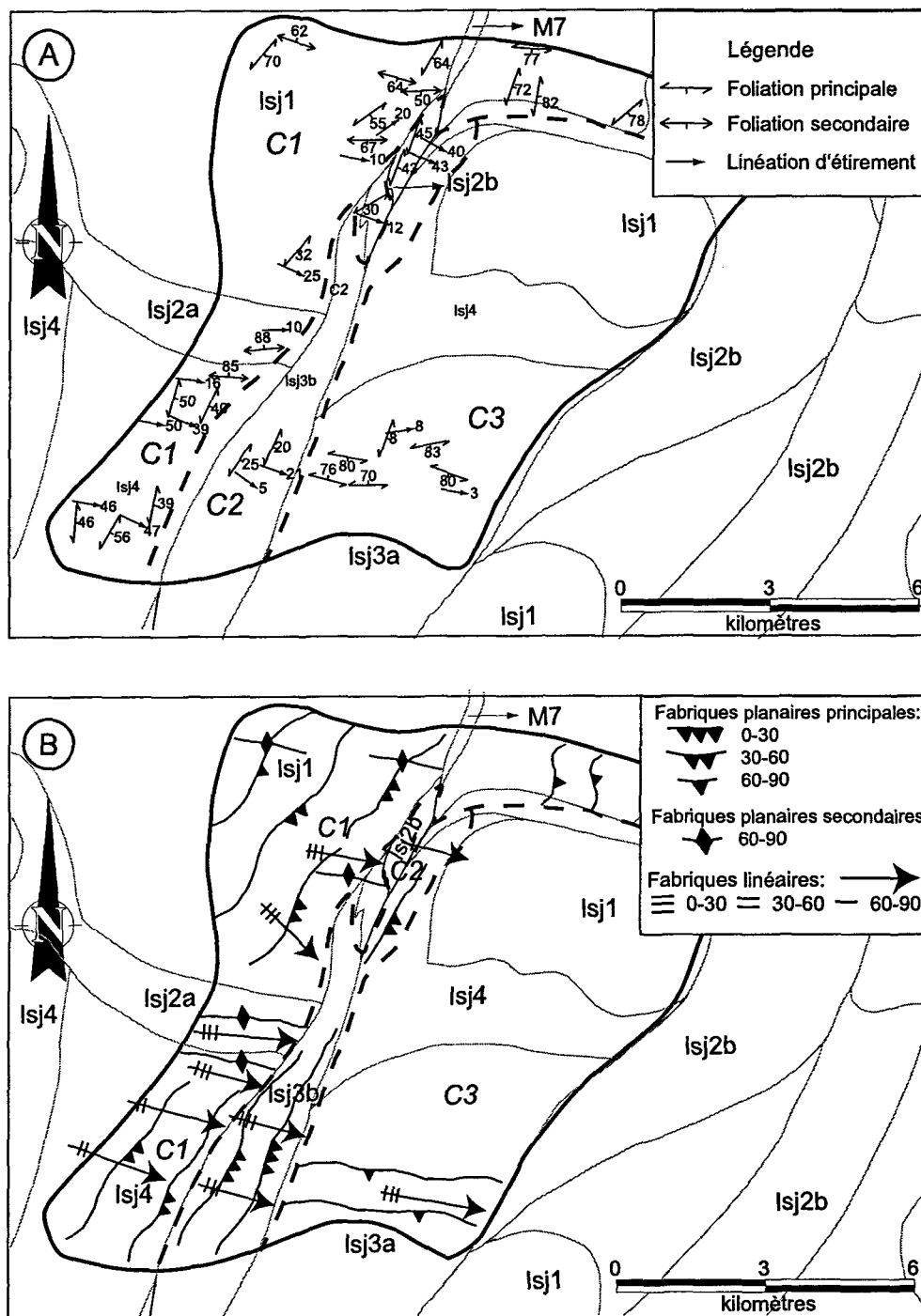


Figure 46: Caractérisation du Domaine C. A: Carte de distribution des éléments structuraux. B: Trajectoires des fabriques planaires et linéaires pour les sous-domaines du Domaine C.

l'ensemble du sous-domaine et des linéations de type pendage pour les valeurs associées à S1 (Figure 48-b).

#### 4.3.3 b Sous-domaine C-2

Le sous-domaine C2 regroupe l'ensemble des roches anorthositiques situées le long d'une bande NNE à l'est de C1 (Figure 36). Ce sont les anorthosites à porphyroclastes de plagioclase flottant dans une matrice de grains recristallisés de couleur blanche et, avec une foliation marquée par l'allongement des minéraux ferromagnésiens. Une seule foliation a été relevée dans ce sous-domaine.

La carte de trajectoire des foliations a été construite à partir des données structurales relevées dans le sud et le nord du sous-domaine-C2 (Figure 46-a). La carte montre que les trajectoires sont relativement homogènes et de direction NNE (Figure 46-b). Le pendage est constant et pente faiblement vers l'est. Ceci diffère de la signature du S1 présente dans le faciès à plagioclase bleuté du sous-domaine C1 où le pendage est modéré. Cette signature NNE à pendage faible semble donc indépendante du S1 et S2 décrit dans le sous-domaine C1 et sera caractérisée comme S3 pour cette section. Les trajectoires des linéations d'étirement plongent, dans l'ensemble, faiblement vers l'est.

L'indice d'anisotropie de terrain présenté à la figure 47 pour ce secteur varie de moyen à élevé. Une augmentation du IAT est notée au sud à l'approche du secteur C2 ainsi qu'au nord où le IAT est plus élevé que celui associé aux roches gabbroïques. Comme ces

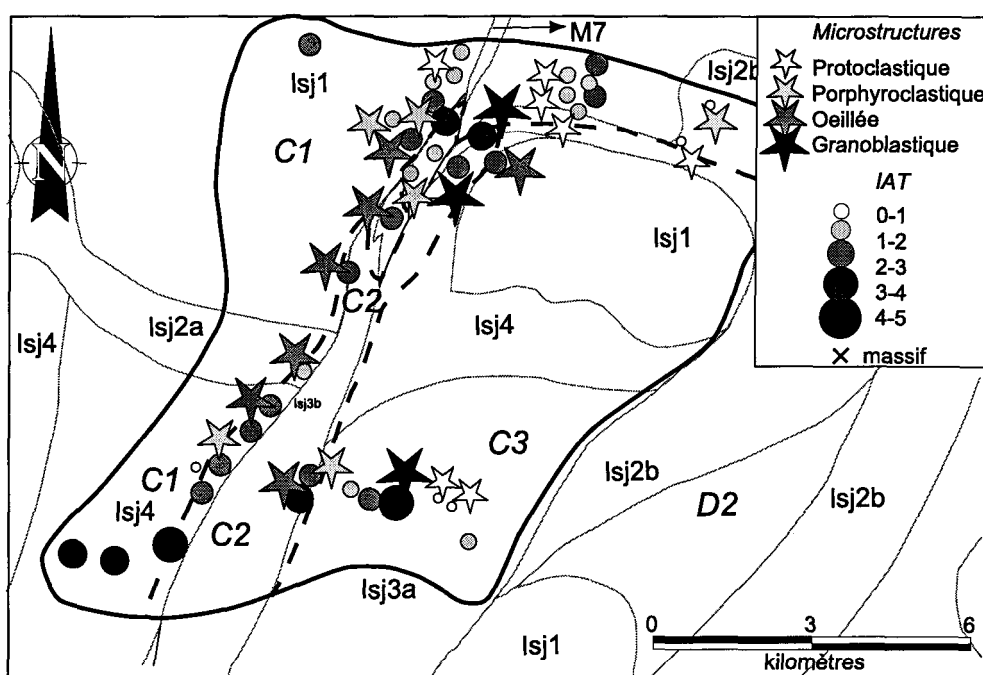


Figure 47: Caractérisation du domaine C. Distribution des microtextures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT)



roches ont une proportion de plagioclases recristallisés assez élevée, la mesure de l'IAT est peut-être moins représentative que pour les roches où d'autres minéraux ont agi comme marqueurs de la déformation. La comparaison, ici, avec la distribution des textures de recristallisation de plagioclase est un bon outil pour vérifier la validité de l'IAT. La majorité des échantillons ont une texture soit oeillée ou granoblastique et plus localement, une texture porphyroclastique (Figure 47). Cette distribution montre que la déformation est probablement plus intense dans l'ensemble du secteur que ne le montre la distribution de l'IAT là où les indices élevés sont moins abondants.

Les données structurales sont représentées par le stéréogramme C2 de la figure 48-a. Le plan moyen est de direction NNE (017/20), caractérisant les trajectoires de foliation observées. La distribution des linéations d'étirement est constante avec une direction moyenne de 097/24. Le graphique de l'analyse de l'angle de chute dans le plan porteur présenté à la figure 48-b, pour le sous-domaine C2, indique deux types de linéations. Premièrement, une portion des échantillons se concentre dans le champ des linéations de type pendage avec des plans porteurs à pendage modéré pour les affleurements au nord. Les autres échantillons se concentrent dans le champ de type pendage mais avec un plan porteur à pendage faible pour les affleurements au sud.

#### 4.3.3 c Sous-domaine C-3

Ce sous-domaine regroupe l'ensemble des roches qui ont été définies comme les roches anorthositiques où le plagioclase est mauve en surface fraîche. Elles sont localisées

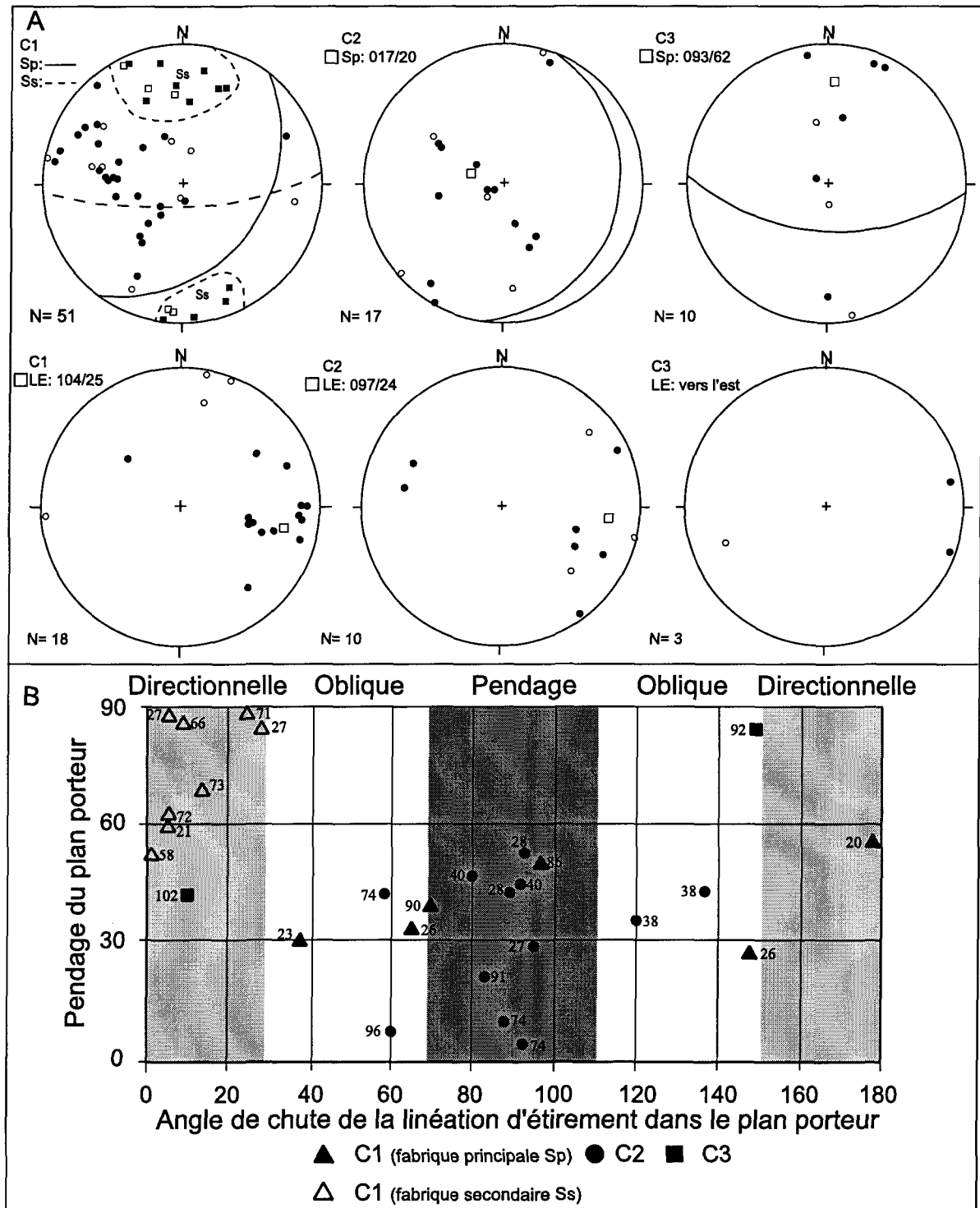


Figure 48: A: Représentation stéréographique des fabriques présentes dans les sous-domaines du Domaine C (● mesures de terrain, ○ mesures en laboratoire). Sp: fabrique principale, Ss: fabrique secondaire, LE: linéation d'étirement. B: Relation entre l'angle de chute de la linéation d'étirement et le pendage du plan porteur.

à l'est du domaine C. La transition entre le faciès à plagioclase bleuté présent dans le sous-domaine C2 et le faciès à plagioclase mauve, est progressive. En effet, sur le terrain des affleurements d'anorthosite à plagioclase bleuté ont été observés en relation avec des affleurements d'anorthosite à plagioclase mauve. Le croquis de la figure 49 montre la relation entre les deux lithologies qui présentent des signatures structurales différentes. Dans cette zone d'affleurement, la relation spatiale entre les deux faciès d'anorthosite permet de définir un contact (non observé) qui pourrait être interprété comme une enclave d'anorthosite à plagioclase bleuté. Cette enclave montre des signes de déformation assez élevée et une signature structurale semblable à celle du sous-domaine C1 et différente du sous-domaine C3, indiquant ainsi que l'anorthosite à plagioclase mauve est tardive par rapport au faciès à plagioclase bleuté.

Un litage primaire (S0) et une foliation, ont été reconnues comme fabriques à l'intérieur de ce sous-domaine. La distribution de ces fabriques est hétérogène car les minéraux ferromagnésiens qui soulignent la déformation ne sont pas toujours présents. Le litage est généralement parallèle à la foliation (S1).

La carte des trajectoires de foliations à la figure 46-b a été construite à l'aide des quelques données structurales (Figure 46-a) disponibles dans ces roches où les fabriques ne sont pas développées de façon constante. Une trajectoire EW à fort pendage semble caractériser le sous-domaine. La foliation EW est bien exprimée sur les affleurements par la présence de minéraux ferromagnésiens dans la zone de transition entre les deux faciès

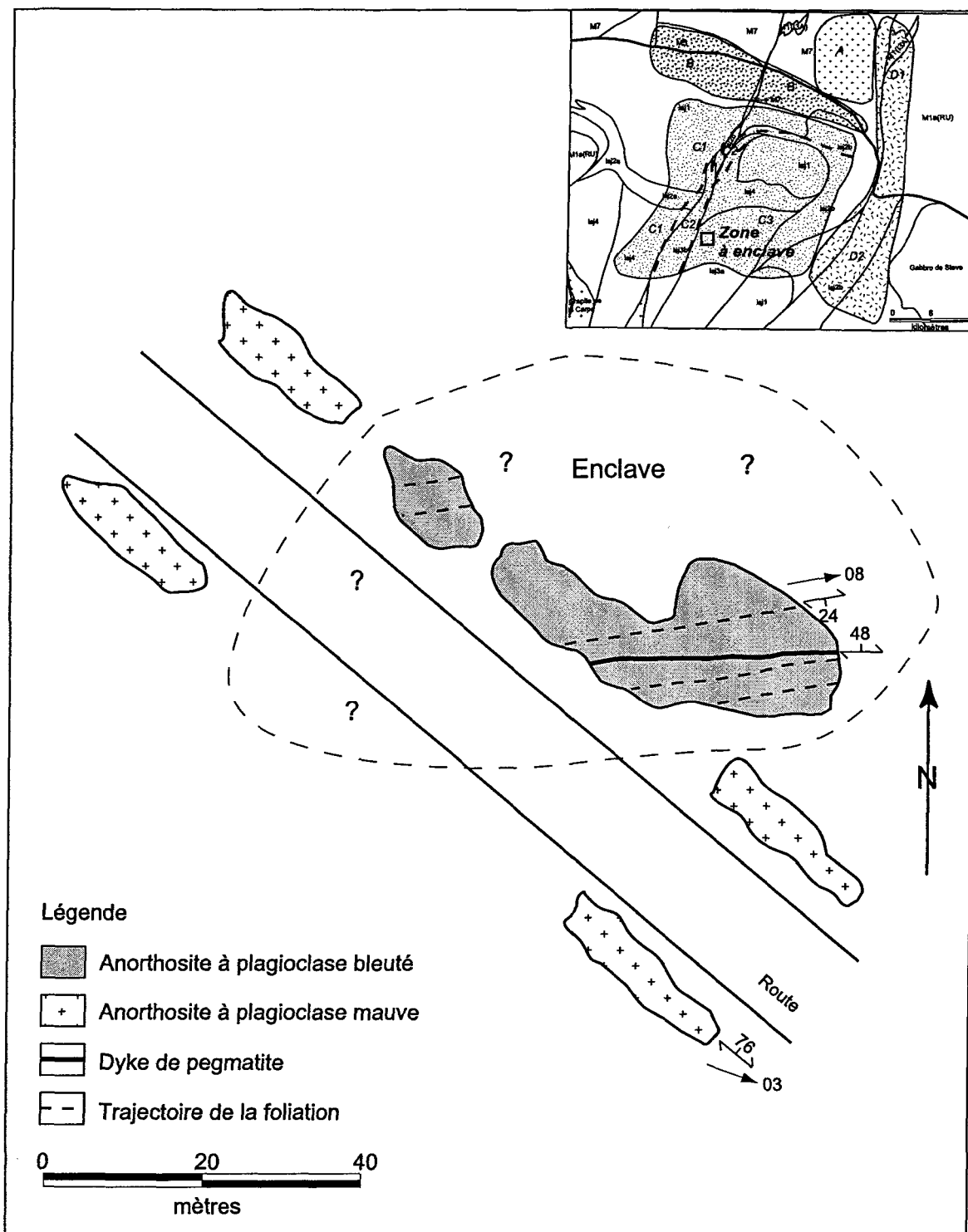


Figure 49: Relations structurales entre l'anorthosite à plagioclase bleuté (enclaves) et l'anorthosite à plagioclase mauve dans la zone de transition entre les sous-domaines C2 et C3.

situés à l'entrée du sous-domaine C3. Les trajectoires des linéations d'étirement sont EW et à faibles plongées. Sur le terrain, des dykes d'aplite d'orientation variable ont été observés. Localement, ces dykes montrent une fabrique parallèle à la foliation mesurée dans l'anorthosite, et sur quelques affleurements où l'anorthosite est massive, des dykes d'aplite déformés sont présents. L'orientation des fabriques dans les dykes est concordante avec la trajectoire EW de la foliation.

L'indice d'anisotropie de terrain a une distribution homogène pour ce sous-domaine. Il est faible à modéré, voire nul sur certains affleurements (Figure 47). L'IAT est également concordant avec les textures de recristallisation du plagioclase. Les zones où l'indice d'anisotropie est faible concordent avec les textures protoclastiques et porphyroclastiques correspondant aux indices d'anisotropie modérés (Figure 48-c). L'IAT très élevé, présent au cœur du secteur et non loin d'affleurements où d'indice est nul est associé à la présence d'une enclave d'anorthosite à plagioclase bleuté montrant des évidences de déformation très élevée dans une anorthosite à plagioclase mauve.

La faible quantité de mesures de foliation pour ce secteur permet tout de même une projection stéréographique représentative des structures présentes dans le sous-domaine C3. La valeur moyenne de 093/62 est concordante avec les trajectoires de la foliation observées (Figure 48-a, stéréogramme C3). Le peu de linéations d'étirement mesurées dans ce sous-domaine indique des linéations à faible plongée avec une direction dominante vers l'est. Ces linéations caractérisent la faible anisotropie présente dans ce secteur de la SALSJ. Le

plan de foliation généralement peu développé ne permet pas d'observer un bon étirement minéral. Le graphique de l'analyse de l'angle de chute dans le plan porteur pour ces quelques linéations montre qu'elles tombent toutes dans le champ de type directionnel (Figure 48-b).

#### **4.3.4 Domaine D**

Le Domaine D s'étend en une longue bande de direction NNE et regroupe essentiellement les gneiss gabbroïques et felsiques au nord dans le sous-domaine D1 et des roches anorthositique du faciès à plagioclase mauve, au sud, associées au sous-domaine D2 (Figure 36).

##### **4.3.4 a Sous-domaine D1**

Le sous-domaine D1 à l'est du domaine A regroupe l'ensemble des gneiss à textures porphyroclastiques formés de gneiss de composition gabbroïque (M1(I3A)) et de composition felsique (M7). La gneissosité S1 est transposée parallèlement à la foliation S2 par des surfaces de décollement. Vers l'est, à l'affleurement ST-99-130, une relation permettant de déduire la chronologie de ces fabriques a été observée et elle est représentée à la figure 50. Deux fabriques planaires sont reprises par la foliation principale, soit le plan de gneissosité et une foliation (ancienne ?) maintenant parallèle au S1. La foliation principale NNE caractérise le S2 dans ce domaine. La carte des trajectoires a été construite à partir des éléments structuraux présentés à la figure 51. La trajectoire des éléments



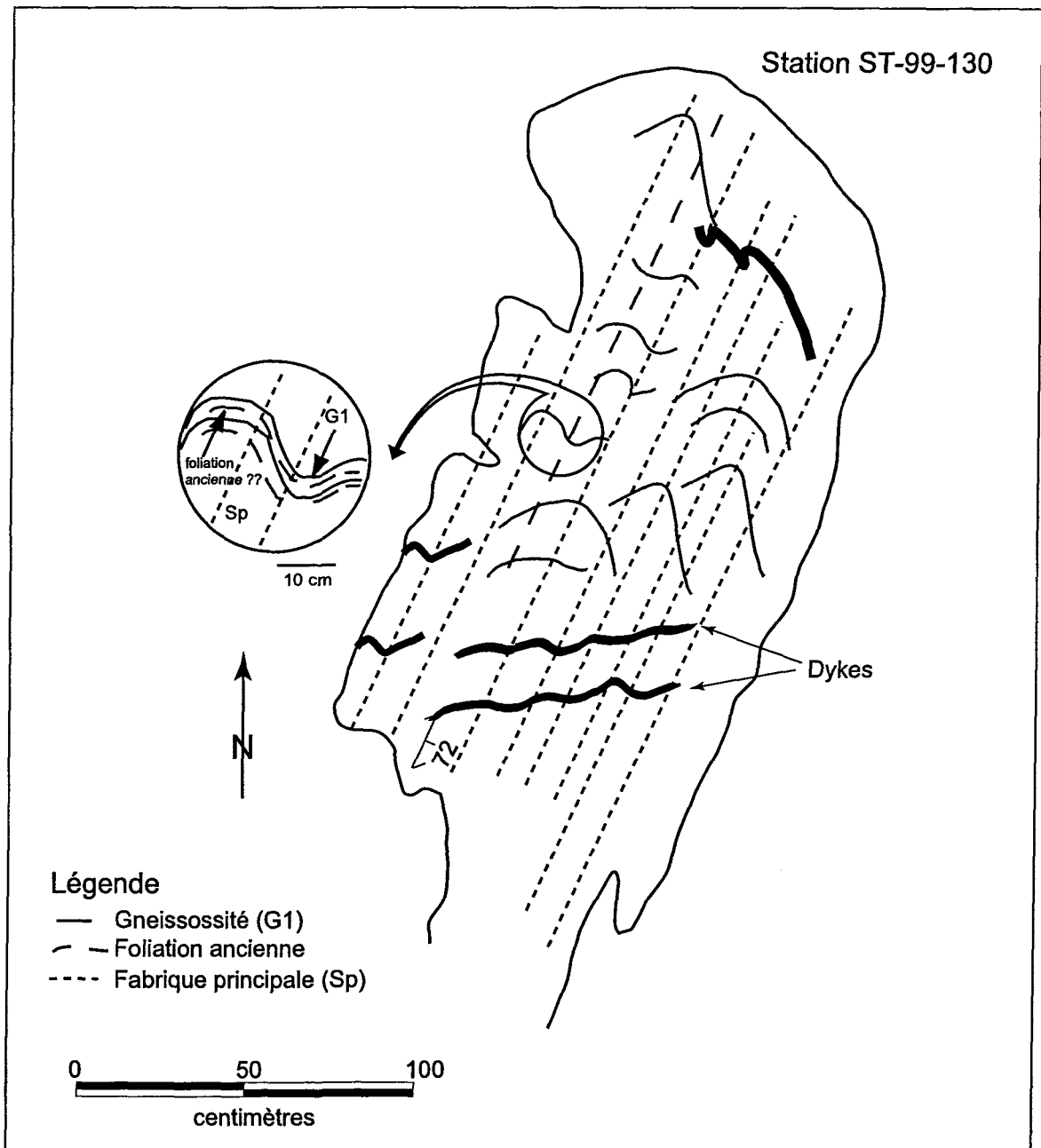


Figure 50: Relation chronologique entre le plan de gneissosité (G1), la foliation (ancienne ?) et la fabrique principale de direction NNE (Sp) dans le sous-domaine D1 du Domaine D.

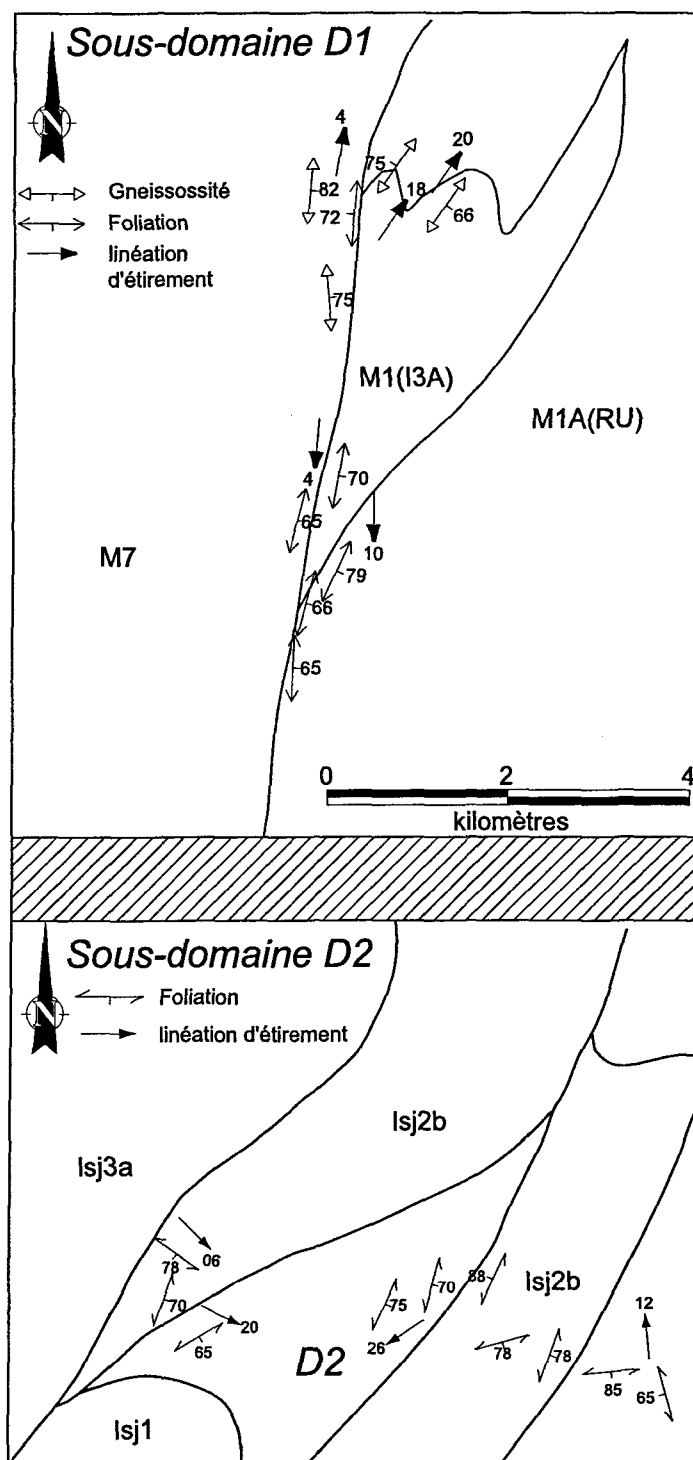


Figure 51: Carte de distribution des éléments structuraux pour les sous-domaines du domaine D

planaires se différencie de celle du domaine A par une augmentation, vers l'est, du pendage associé au plan de direction NS à NNE (Figure 52-a). La trajectoire de la direction des linéations est semblable à celle présente à l'ouest et plonge faiblement vers le nord et le NNE.

L'indice d'anisotropie de terrain augmente par rapport à celui associé aux gneiss du secteur A, pour être ensuite maximum au cœur du sous-domaine D1 (Figure 52-b). Ceci concorde avec l'analyse des microtextures où les textures oeillées et granoblastiques dominant, indiquant ainsi que la zone est plus fortement déformée que du côté ouest. Les textures porphyroclastiques associées à des gneiss protomylonitiques sont présentes au cœur du sous-domaine. Différents indicateurs de cisaillement sont observés en association avec ces gneiss autant sur les affleurements que sur les lames minces. Des inclusions rigides asymétriques de type  $\sigma$  (sigma), des boudins antithétiques ainsi que des bandes de cisaillement ont été identifiés et un mouvement dextre a pu être déduit de l'ensemble de ces éléments (Figure 53). Le quartz est rubané et des sous-grains se sont développés (Figure 53-b) ce qui caractérise, avec les indicateurs de cisaillement, une déformation de type ductile.

Les données structurales du sous-domaine D1 sont présentées aux stéréogrammes #1 et #4 de la figure 54. La distribution des pôles sur le stéréogramme #1 représente l'orientation de la foliation principale (023/70) relevée sur chaque affleurement. La

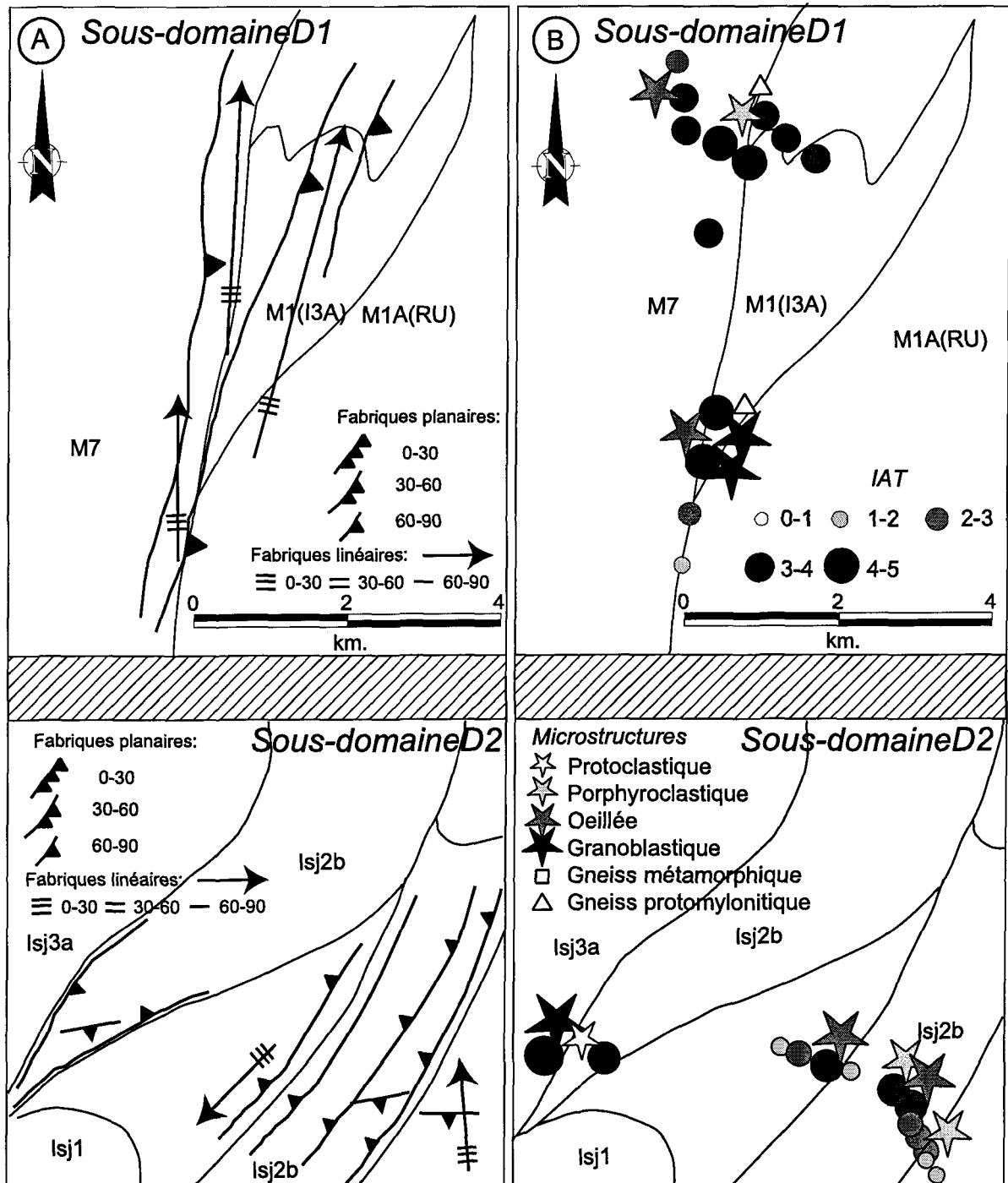


Figure 52: A: Trajectoire de foliation et de la linéation dans les deux sous-domaines du domaine D. B: Distribution des microstructures de déformation en relation avec l'indice d'anisotropie de terrain (IAT) dans le Domaine D.

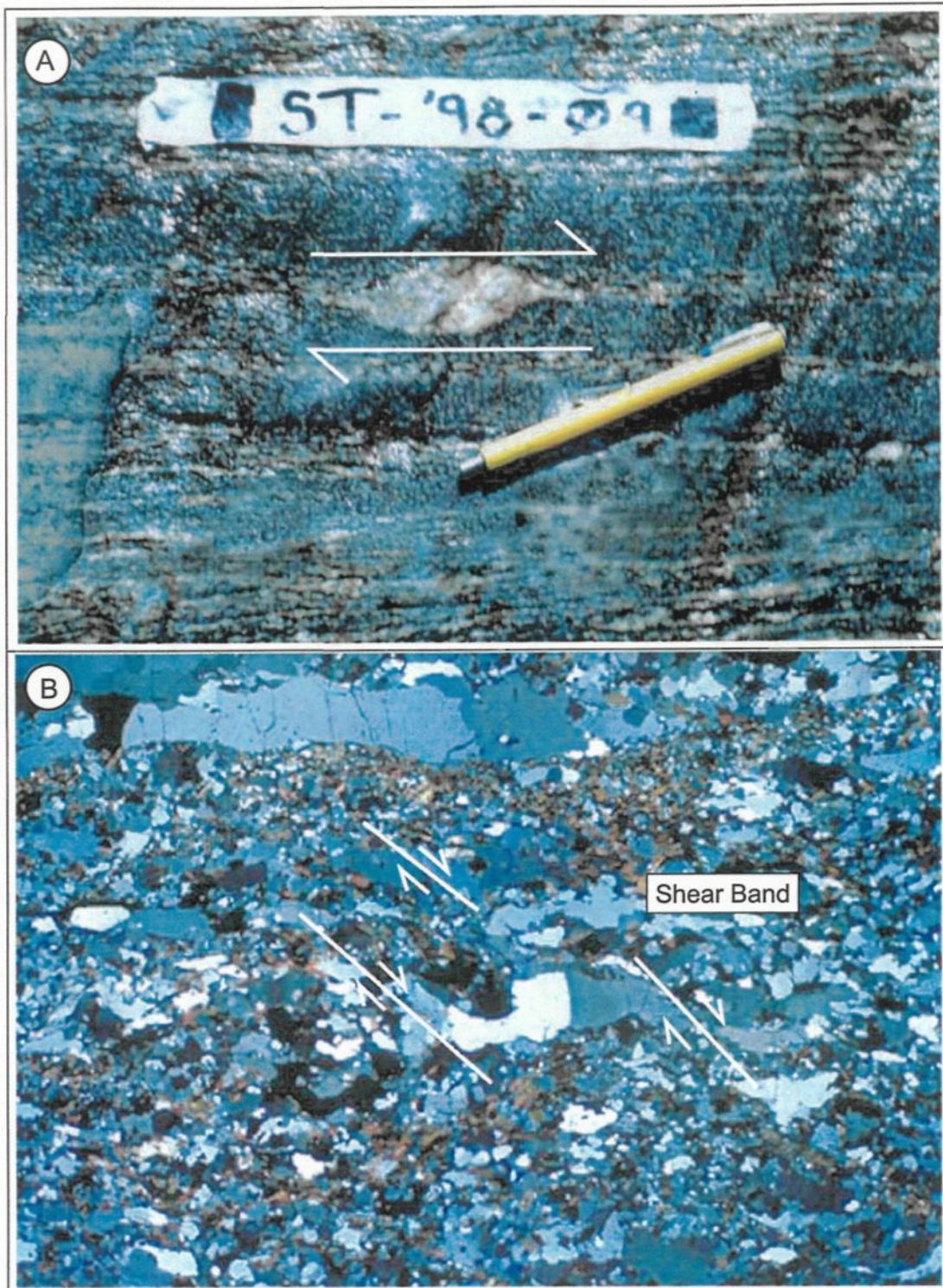


Figure 53: A: Vue en affleurement d'un indicateur cinématique de type sigma à composante dextre observé dans le sous-domaine D1. B: Bande de cisaillement à mouvement dextre visible sur une microphotographie d'un gneiss porphyroclastique du sous-domaine D1.

projection des linéations est représentée sur le stéréogramme #3. Les linéations d'étirement plongent dans l'ensemble vers le nord (013/06). L'analyse de l'angle de chute dans le plan porteur de la figure 54-b montre que les linéations ont toutes un angle de chute faible associé à un plan avec un pendage abrupt (60°-90°). Les linéations sont donc de type directionnel et peuvent être associées à des mouvements en décrochement.

#### 4.3.4.b Sous-domaine D2

Ce sous-domaine est formé de roches anorthositiques à plagioclase mauve et diffère du sous-domaine C3 par la présence d'une foliation bien développée sur l'ensemble des affleurements. La foliation est constante et aucun litage primaire n'a été observé dans ce secteur. La distribution des éléments structuraux représentée à la figure 51 montre deux orientations différentes de la foliation. Localement la foliation EW à fort pendage est conservée mais une fabrique NNE à pendage abrupt est dominante pour ce secteur. La foliation EW sera désignée comme S1 et la seconde de direction NNE devient S2.

La carte des trajectoires de la foliation est représentée à la figure 52-a. L'attitude de la foliation principale est constante et semblable à celle présente dans le sous-domaine D1 et elle est de direction NNE. Une foliation, peu développée est également présente localement et elle est représentée par la trajectoire secondaire de direction EW. Le peu de mesures de linéations ne permet pas une représentation homogène de la trajectoire. Elles semblent plonger faiblement soit vers le nord, ou le SSW.



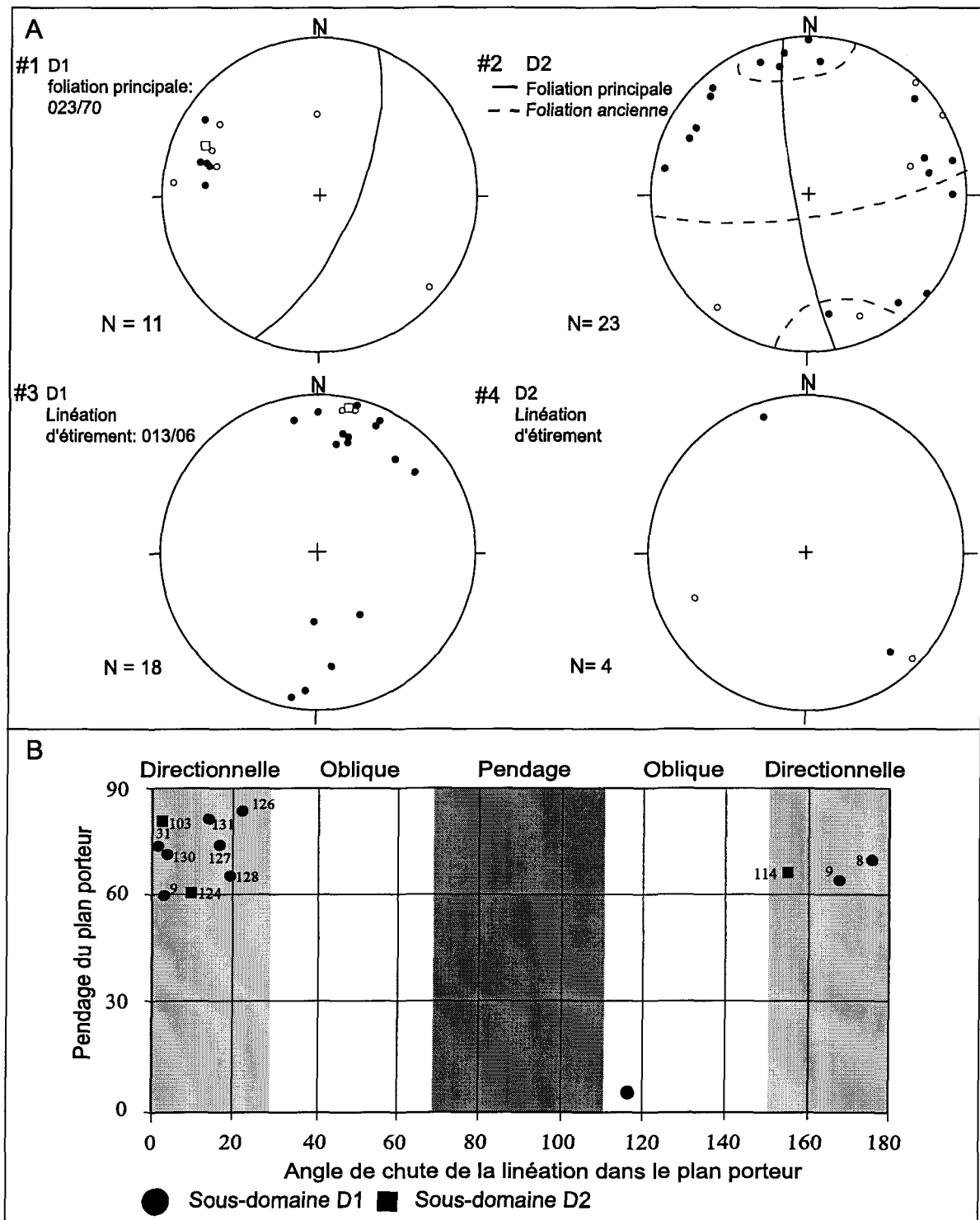


Figure 54: Représentation stéréographique des fabriques présentes dans les sous-domaines D1 et D2 (● mesures de terrain, ■ mesures en laboratoire). Relation graphique entre l'angle de chute de la linéation et le pendage du plan porteur pour le Domaine D.

L'indice d'anisotropie est hétérogène dans ce secteur. Il varie de faible à modéré au cœur de zones bordées par un contact lithologique de direction NNE et il augmente fortement vers ces contacts (Figure 52-b). Les zones où l'indice est modéré concordent avec les affleurements où la fabrique EW a été observée. Les textures de recristallisation des plagioclases varient de porphyroclastiques à oeillées et concordent avec des indices d'anisotropie élevés. Le peu de linéations d'étirement s'explique avec les textures oeillées et granoblastiques où la roche est formée en grande partie de grains recristallisés et où l'orientation préférentielle de forme est faiblement développée.

Les pôles de la foliation sont présentés sur le stéréogramme #2 de la figure 54. La distribution des pôles est hétérogène, mais l'attitude moyenne NS-NNE à fort pendage représentée par la trajectoire de la foliation semble dominante. Par contre, quelques points représentent également la foliation S1. Quelques mesures de linéation d'étirement ont permis la création d'un stéréogramme (stéréogramme #4, figure 54-a). Une direction dominante semble plonger faiblement soit vers le SSE et le N. L'analyse de l'angle de chute à la figure 54-b, montre que toutes ces linéations tombent dans le champ des linéations à composante directionnelle.

## 4.4 INTERPRÉTATIONS DES DONNÉES STRUCTURALES

### 4.4.1 Synthèse et interprétation des domaines structuraux

Le tableau 5 résume les principales caractéristiques liées à chacun des domaines, c'est-à-dire les principales lithologies observées, la signature structurale, l'indice d'anisotropie basé sur les mesures prises sur le terrain et, les différentes textures liées à la déformation. La relation entre la chronologie locale (à l'échelle du domaine) est également établie et reliée à l'échelle régionale.

#### 4.4.1.a Style structural des gneiss encaissants (Domaine A).

Le domaine A est caractérisé par une signature structurale assez homogène où deux fabriques ont été relevées. Le plan de gneissosité ancien est parallèle à la foliation Sp (S2) à l'exception du secteur au sud où l'orientation EW a été conservée. Les pendages du plan de gneissosité sont variables et sont orientés soit vers l'ouest ou soit vers l'est et localement les roches ont une attitude horizontale à subhorizontale. Ces roches semblent former de grandes ondulations antiformes et synformes dont les plans axiaux sont NS à NNE représentés par l'attitude du Sp.

#### 4.4.1.b Style structural de la zone de contact (Domaine B).

Le domaine B est un secteur où la déformation a agi de façon assez homogène et où l'ensemble des unités ont une foliation ainsi qu'une linéation d'étirement plus ou moins

DOMAINE	LITHOLOGIES	CHRONOLOGIE LOCALE	INDICE D'ANISOTROPIE (IAT)	CHRONOLOGIE RÉGIONALE
<b>DOMAINE A</b>	Gneiss felsiques à intermédiaires	S1 : EW à NS : 001/50 Sp : NS : 001/70 Le : variable du nord au sud 007/05, directionnelle	IAT moyen; Augmentation vers le sous-domaine D1; Augmentation vers le contact Texture métamorphique dominante.	S1= D1 Sp = S2 = D2
<b>DOMAINE B</b>	Gneiss felsiques (encaissants). Gneiss de composition variable (droit). Roches gabbroïques à noritiques.	S1 : EW : 100/54 Associé aux gneiss felsiques Sp : EW : 098/63 Lé : 111/10, directionnelle	IAT très élevé au contact et variable vers le sud; Le niveau de recristallisation des PG augmente vers le contact.	S1= D1 Sp =S3= D3
<b>DOMAINE C</b>	C1 : roches gabbroïques à noritiques et anorthosite à plagioclase bleuté C2 : anorthosite à plagioclase bleuté C3 : anorthosite à plagioclase mauve	C1 : Sp : 039/41, variable Ss : EW Le : 104/25, directionnelle et pendage C2 : Sp : 017/20 Le : 097/24, pendage C3 : Sp : 093/62 Le : vers l'est, directionnelle	IAT variable dans C1;  IAT moyen à élevé dans C2;  IAT faible à nul dans C3;  Niveau de recristallisation des PG est concordant avec l'indice d'anisotropie	C1 : Sp =S2 = D2 Ss = S3 = D3  C2 : Sp = S4 = D4  C3 : Sp = S3 = D3
<b>DOMAINE D</b>	D1 : gneiss felsiques et gabbroïques D2 : anorthosite à plagioclase mauve	D1 : Sp : 023/70 Le : 013/06 (directionnelle) D2 : Sp : NS-NNE Ss : EW Le : N et SSE,directionnelle	IAT élevé;  Gneiss protomylonitique dominant dans D1  Texture ocellée et granoblastique	D1 : Sp = S5 = D5  D2 : Sp = S5 = D5 Ss = S3

Tableau 5 : Synthèse des caractéristiques des quatre domaines structuraux

parallèles à la direction du contact. Des indicateurs de cisaillement ont été relevés le long du contact. Une fabrique de direction EW à ESE associée à des pendages modérés près du contact et combinée à un indice d'anisotropie élevé ont été observés (tableau 5). Des linéations d'étirement à composante directionnelle associées à ces fabriques et la présence d'indicateurs de cisaillement à mouvement dextre caractérisent un déplacement à composante dextre normale le long du contact car le pendage est modéré dans ce secteur, principalement à l'ouest du domaine B (Figure 55-a). Le contact entre la Suite anorthositique et les roches encaissantes est donc marqué par un décrochement dextre normal qui indique que les roches de la suite ont légèrement surmonté les roches gneissiques encaissantes.

#### 4.4.1.c Style structural de la Suite anorthositique (Domaine C)

Le domaine C est caractérisé par trois signatures structurales particulières associées à différents événements de déformation. Le *sous-domaine C1* est principalement marqué par sa trajectoire de foliation ondulante (Sp), d'attitude moyenne NNE, et ces zones de déformation locales EW (Ss) à fort pendage où l'indice d'anisotropie est plus élevé par rapport à celui observé dans l'ensemble du sous-domaine. Ces zones de déformation caractérisent de petits décrochements notamment dans les zones de brèches magmatiques qui deviennent tectonisées.

Dans le *sous-domaine C2*, le pendage des plans (Sp) s'affaiblit ainsi que la plongée des linéations d'étirement en comparaison avec celles présentes dans le sous-domaine C1.

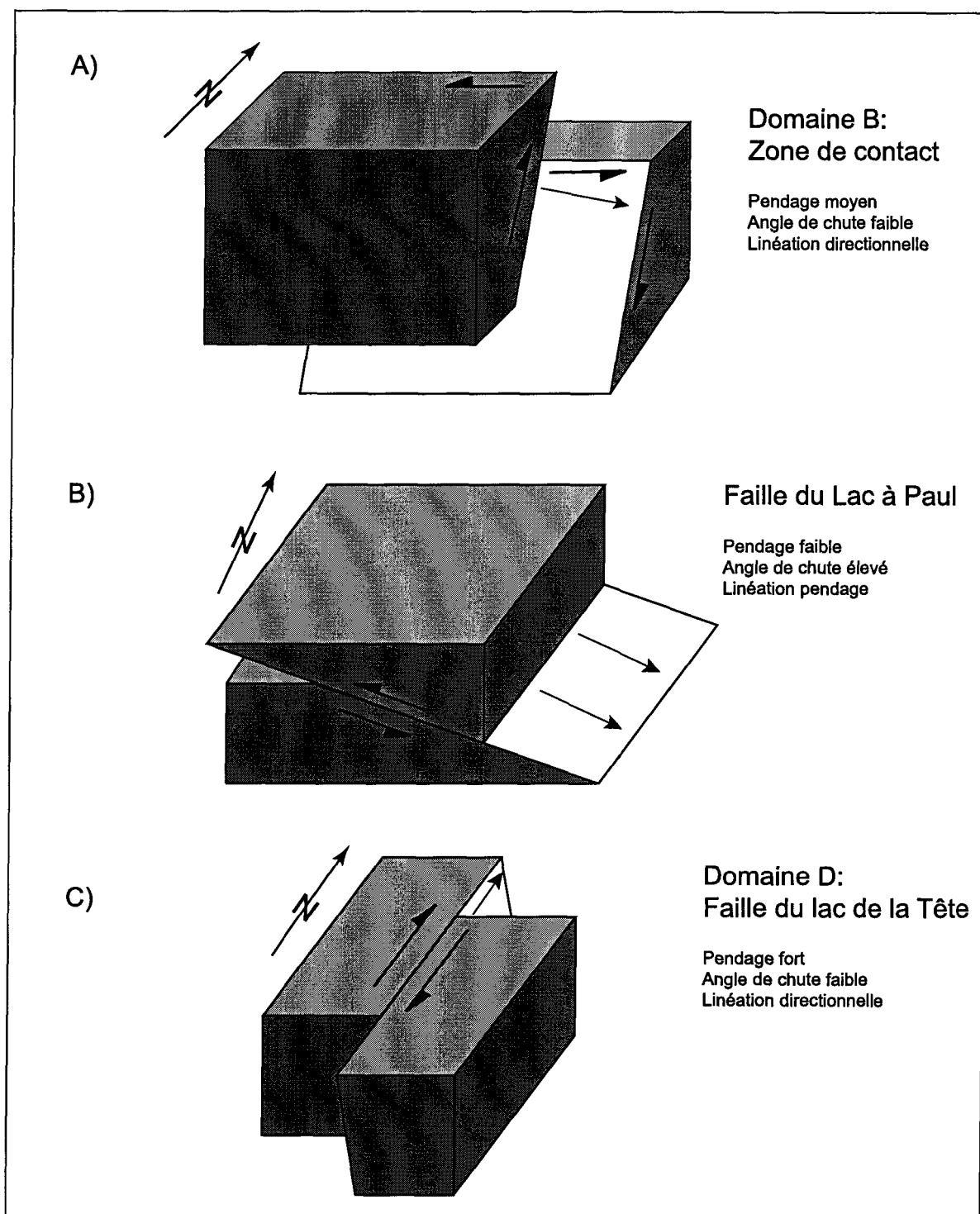


Figure 55: Illustration schématique du comportement des zones de déformation à partir de l'analyse de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur par rapport au pendage de ce dernier. A: Mouvement à composante dextre le long du contact. B: Mouvement chevauchant le long de la faille du Lac à Paul. C: Décrochement dextre au nord de la zone de déformation du domaine D.



Des linéations dans un plan à composante pendage faible ( $< 30^\circ$ ) définissent une signature de chevauchement ou un mouvement inverse si le pendage du plan est supérieur à  $30^\circ$ . La présence de déformation élevée est d'autant probable en ajoutant l'indice d'anisotropie structurale qui est fort ainsi que la proportion de plagioclases recristallisés dans ce secteur du sous-domaine. Le schéma de la figure 55-b illustre la relation entre le pendage faible et la linéation d'étirement à angle de chute élevé caractérisant ainsi une faille de chevauchement vers l'ouest. Cette faille est d'orientation NNE et se poursuit au moins jusqu'au contact. Cette structure a été appelée *faille du Lac à Paul* pour les fins de cette étude.

Dans le *sous-domaine C3*, même si une attitude EW à fort pendage a été relevée, elle est très locale et faiblement développée sur les affleurements. L'anisotropie est également faible dans cette unité et la présence d'enclaves d'anorthosite à plagioclase bleuté déformées dans ce faciès faiblement déformé et avec une signature structurale différente montre qu'il est tardif par rapport au faciès à plagioclase bleuté.

#### 4.4.1.d Zone de déformation du Lac de la Tête (Domaine D).

Le *sous-domaine D1* a un indice d'anisotropie très élevé par rapport au Domaine A et il est composé de gneiss droits associés à des textures protomylonitiques et des indicateurs de cisaillement y ont été observés. La présence d'indicateurs de cisaillement à mouvement dextre et la transposition de la foliation selon une nouvelle direction NNE, permet d'établir une faille ou un large couloir de déformation. Le fort pendage des plans de

foliation associé à des linéations d'étirement à composante directionnelle et un indice d'anisotropie élevé, indique la présence d'une zone de décrochement à mouvement dextre. Le schéma de la figure 55-c représente la relation observée dans ce secteur du domaine D.

Le sous-domaine D2 est caractérisé par un indice d'anisotropie structurale élevé dans les secteurs où la foliation est bien développée et d'attitude NNE à fort pendage (Sp). Entre chacune de ces zones de déformation locales, l'anorthosite à plagioclase mauve ne montre pas un indice d'anisotropie élevé et, localement, une fabrique EW (Ss) est conservée. La présence de linéations d'étirement à composante directionnelle vers le nord et le SSE, associées aux plans de foliation à pendage fort et combinées avec un gradient de déformation assez élevé, caractérisent une zone de déformation majeure qui possède une signature semblable à celle décrite dans le sous-domaine D1 au nord (Figure 55-c). Par contre, aucun indicateur de cisaillement n'a été relevé dans ce secteur. Un large couloir de déformation de direction NNE, caractérisé par un mouvement en décrochement dextre, est donc présent dans cette portion de la SALSJ et il porte le nom de zone de déformation du lac de la Tête.

#### 4.4.2 Chronologie

Cette sous-section va traiter de la succession des différentes fabriques observées. Une chronologie a été déterminée pour chacun des domaines et maintenant la relation à l'échelle régionale va être établie entre chacune des fabriques. Ces fabriques vont

également être associées à la succession des événements de déformation qui ont affecté ce secteur de la SALSJ.

#### 4.4.2.a Déformation D1 (S1)

La fabrique la plus ancienne est le S1 caractérisé par la gneissosité dans les roches encaissantes (tableau 5). Elle est absente des roches de la SALSJ et se retrouve dans le domaine A et près du contact dans le domaine B. Cette fabrique est donc antérieure à la mise en place des différentes phases de la Suite anorthositique, et les gneiss ont probablement subi plus d'une déformation car ils étaient migmatisés avant l'avènement de la foliation NS-NNE (Sp). La gneissosité devient donc la première fabrique à s'être développée et sera désignée comme S1 et elle est associée au premier événement de déformation D1.

#### 4.4.2.b Déformation D2 (S2)

La mise en place des roches de la Suite anorthositique entraîne le développement du S0 au sein de l'intrusion. La déformation subséquente (D2), vue l'absence d'un équivalent de la gneissosité (S1) dans l'anorthosite, développe une première fabrique S2, de direction NNE, à pendage modéré, présente dans les roches gabbroïques à noritiques et l'anorthosite à plagioclase bleuté du sous-domaine C1 (tableau 5). Cette fabrique, S2 a principalement été observée parallèle au S0. Cet événement de déformation a également son équivalent dans les roches encaissantes. En effet, l'attitude constante NS à NNE de la foliation dans

les gneiss (Sp), est tardive par rapport au S1 et, concordante avec la direction du S2 dans la SALSJ. Ces deux fabriques sont donc liées au même événement de déformation (D2).

#### 4.4.2.c Déformation D3 (S3)

L'événement de déformation D3 est associé au développement des zones de déformation de direction EW à pendage abrupt. La foliation (S3) est mylonitique et des gneiss droits sont également observés. Ces plans sont associés à des linéations à composante directionnelle. Ces zones sont développées localement dans le domaine C1, mais une zone majeure de dimension plurikilométrique est définie au contact et elle correspond au domaine B (tableau 5). Le S3 oblitère le rubanement migmatitique et se superpose avec un angle faible au S1 dans ce secteur. Ces zones agissent comme des surfaces de décollement à pendage abrupt subdivisant ainsi la Suite anorthositique en différentes nappes. Le S3 est également présent dans le faciès à plagioclase mauve des sous-domaines C3 et D2 (tableau 5). La foliation (S3) est localement associée à de petites zones de déformation où des bandes de cisaillement et des fabriques CS ont été observées. Le S3 est également présent au sein de quelques dykes d'aplite injectés dans le faciès à plagioclase mauve, généralement massif, indiquant que cette unité est tout de même assez réfractaire à la déformation et, que cette dernière se focalise dans le matériel moins compétent.

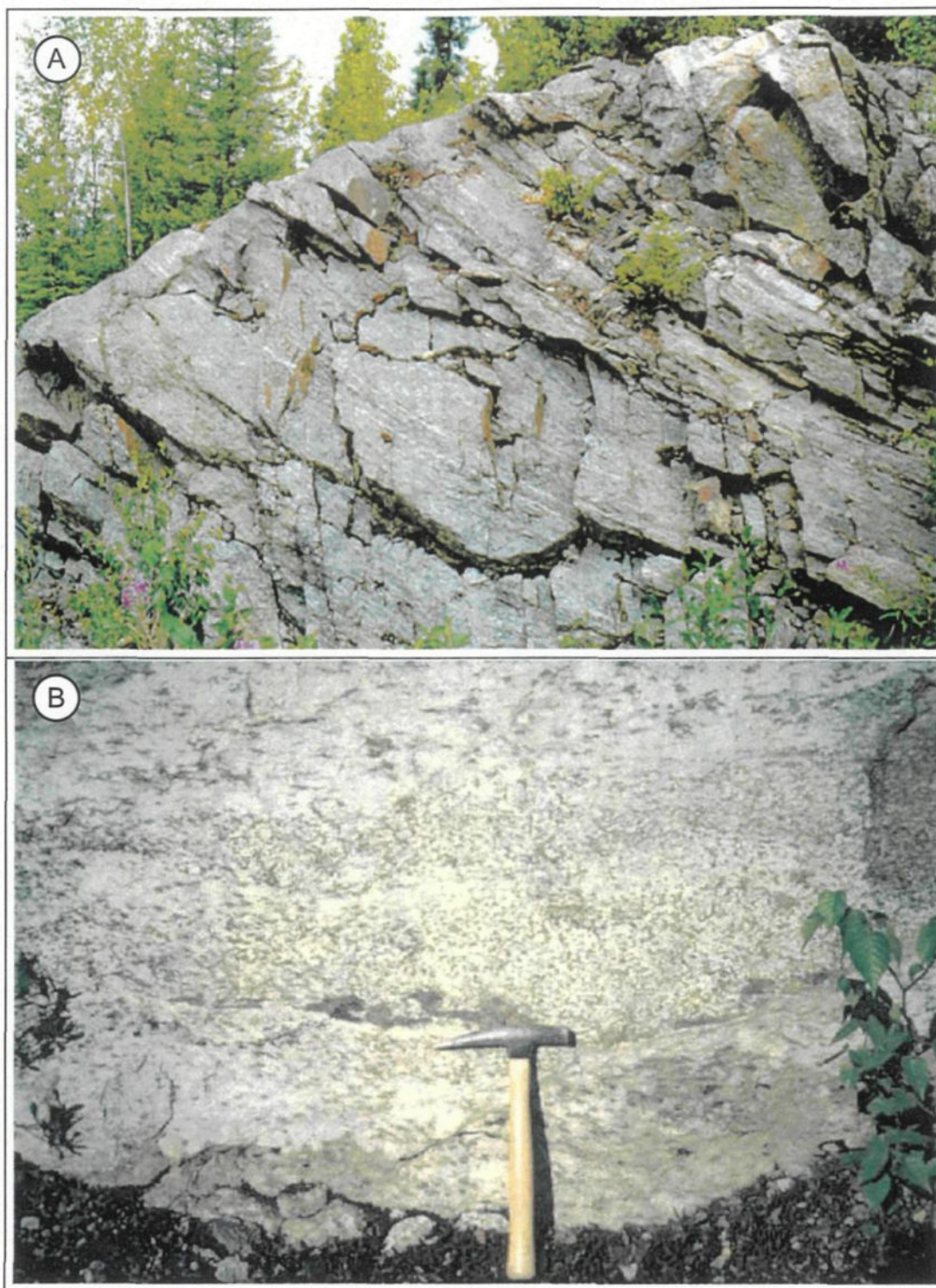


Figure 56: Photos d'affleurements caractérisant la faille du Lac à Paul. A: Rebroussement des lithologies le long du plan de décollement associé au S4. Plan de la foliation (S4) subhorizontale et parallèle au S0 dans le faciès à plagioclase bleuté de la zone de faille du Lac à Paul.

#### 4.4.2.d Déformation D4 (S4)

Le développement de la fabrique S4 est associé à la zone de faille du Lac à Paul. Elle est caractérisée par une foliation de direction NNE à faible pendage vers l'est, et elle est associée à des linéations à faible plongée vers l'est (Figure 56-a). Le long de cette zone de faille en chevauchement, un rebroussement des lithologies vers le NW a également été observé localement (Figure 56-b) ainsi que des morceaux appartenant aux gneiss encaissants. Cet événement ne semble pas être synchrone au S2 et S3 décrits précédemment.

#### 4.4.2.e Déformation D5 (S5)

Le S5 est la foliation développée dans la zone de déformation du lac de la Tête et associée au domaine D (tableau 5). Cette fabrique reprend la foliation S3 dans le faciès à plagioclase mauve du sous-domaine D2, mais aucune relation chronologique ne peut être établie par rapport à l'événement D4.

### 4.4.3 **Intégration des données du MRN**

Les données du MRN sont intégrées ici à des fins de comparaison notamment au niveau structural. La carte montrant les principaux symboles structuraux ainsi que la base de données du *SIGEOM* ont été utilisées pour créer une carte des trajectoires des foliations et des linéations pour l'ensemble du secteur ainsi que pour la projection stéréographique.

Le gradient magnétique a permis de bien localiser les failles décrites et un modèle numérique de terrain a été créé pour estimer l'effet du relief sur le contrôle des lithologies.

#### 4.4.3 a Trajectoire des fabriques

Une carte des principales structures planaires et linéaires pour l'ensemble du feuillet 22E15 est présentée à la figure 57. Une ligne droite marquée d'un symbole dentelé caractérise la trajectoire de la foliation et une flèche marquée d'un symbole représente les linéations d'étirement. Dans l'ensemble, les signatures structurales définies pour chacun des domaines structuraux concordent avec les données de tout le secteur. Le domaine A semble être le seul endroit dans les gneiss encaissants où une forte fabrique d'orientation NS à NNE associée à des linéations sub-horizontales a été observée. Au nord du domaine B, la signature de direction EW est conservée. Pour le sous-domaine C1, la fabrique ondulante caractérisée par les petites zones locales de décrochement EW se poursuit plus à l'ouest. La faible signature structurale de direction EW présente dans les roches anorthositiques à plagioclase mauve est confirmée en y joignant ces données structurales. Le passage de la direction EW du sous-domaine C1 à NS le long des contacts lithologiques dans le sous-domaine D2 est bien visible sur la figure 57.

#### 4.4.3 b Données structurales

Des stéréogrammes ont été produits, à fin de comparaison pour chacun des domaines à partir des données structurales relevées par le MRN et sont présentés à la figure 57. Pour le domaine A, les attitudes pour la gneissosité, le Sp et la linéation d'étirement



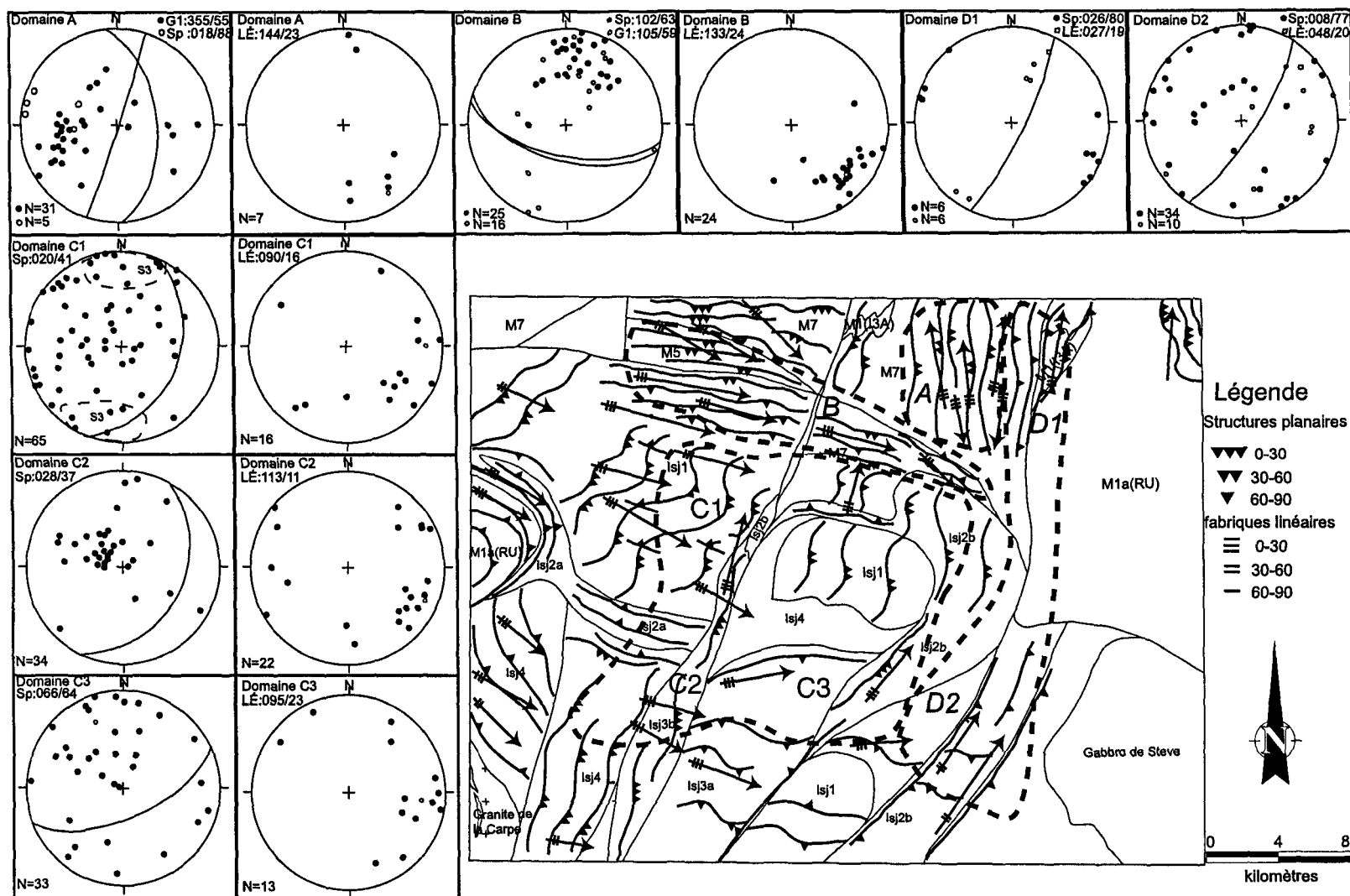


Figure 57: Carte des trajectoires de foliation et linéation compilées à partir des données structurales du MRN pour le feuillet 22E15. Projection stéréographique des valeurs du MRN pour la foliation, la gneissosité et la linéation d'étirement pour chacun des domaines structuraux. Ces stéréogrammes incorporent uniquement les données fournies par le MRN.

sont concordantes. Dans le cas de la gneissosité, les deux sens des pendages sont bien visibles. Par contre, peu de valeurs ont été relevées pour le Sp. Les valeurs pour les différentes fabriques du domaine B, soit la gneissosité, le Sp et la linéation d'étirement sont analogues à celles présentées sur les stéréogrammes de la figure 57.

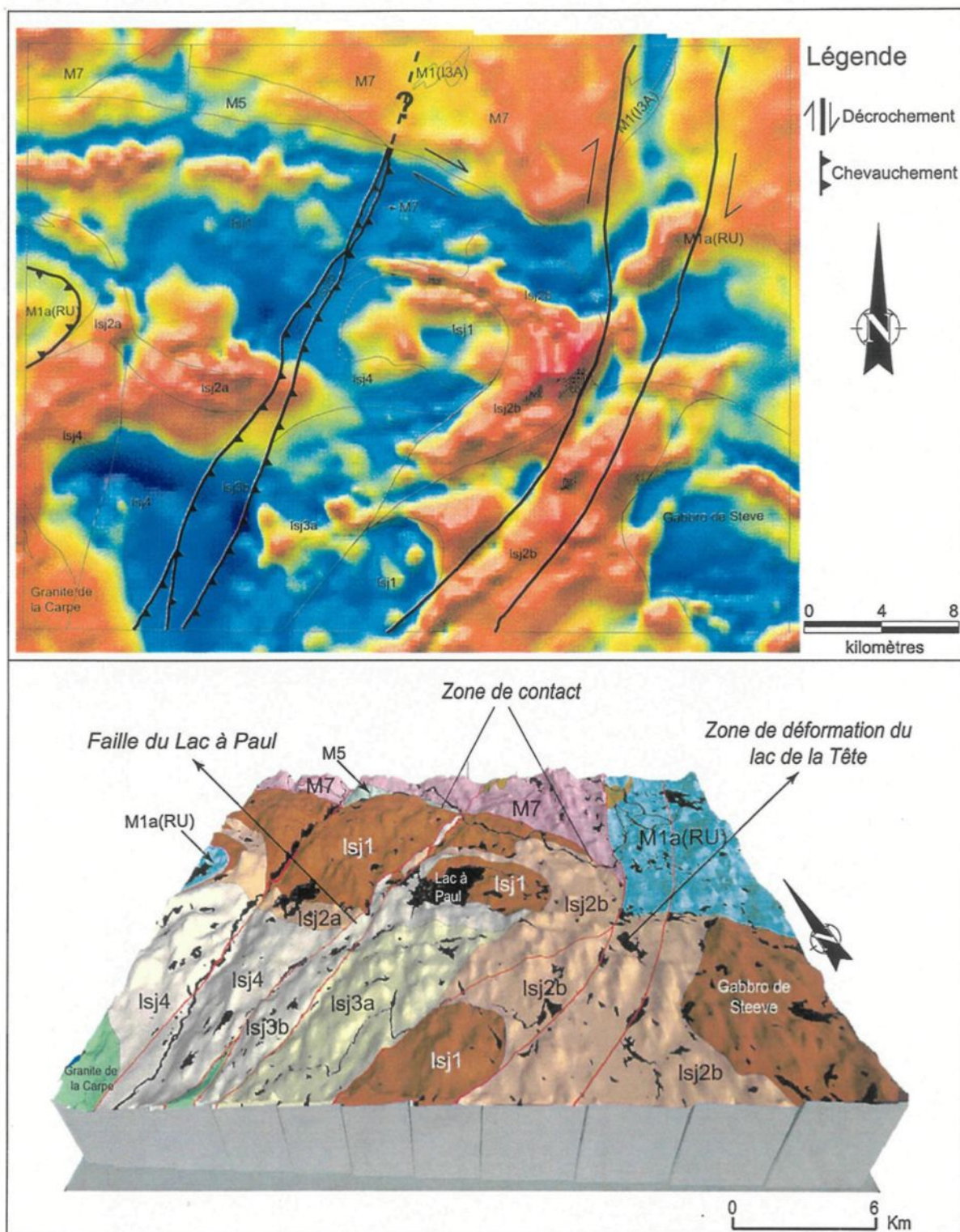
Dans le cas du domaine C, des stéréogrammes ont été faits pour chacun des sous-domaines. Le grand nombre de données disponibles pour l'attitude de la foliation dans le sous-domaine C1 fait ressortir une direction moyenne NNE à pendage modéré. Par contre, la distribution est assez hétérogène, due à la présence de valeurs liées à la fabrique EW associée à l'événement D3. Les linéations d'étirement plongent dans l'ensemble faiblement vers le SE (Figure 57). Ces données concordent avec celles relevées pour cette étude. La direction moyenne NNE caractérisant la foliation du sous-domaine C2 et liée à la foliation à pendage faible, est bien représentée par le stéréogramme de la figure 57. Une valeur de direction ENE est calculée à l'aide des nombreuses valeurs disponibles pour le sous-domaine C3. Un plus grand nombre de mesures de linéation est également disponible et vient confirmer la faible plongée vers l'est (095/23) proposée lors de la description du sous-domaine C3. L'abondance des valeurs provient en grande partie du secteur au nord du sous-domaine qui n'a pas été touché dans le cadre de cette étude et qui permet maintenant une meilleure évaluation de la structure de ce secteur.

Dans le cas du Domaine D, la signature de la zone de déformation est mieux définie à l'aide d'un plus grand nombre de valeurs. C'est notamment le cas du sous-domaine D2,

où des linéations avec une attitude faible vers le NE sont calculées (Figure 57). Dans les deux sous-domaines, l'attitude moyenne de la foliation est NS-NNE avec un pendage fort.

#### 4.4.3.c Gradient magnétique et modèle numérique

Les cartes illustrant le gradient magnétique sont souvent utilisées en géologie pour définir des lithologies, localiser des contacts, des zones à potentiel économique, des linéaments ou des zones de faille. La carte aéromagnétique du feuillet 22E15, à l'aide duquel les contacts lithologiques ont été tracés, a été superposée à la carte lithologique (Figure 58-a). Cette carte permet de bien situer le contact entre les roches la Suite anorthositique qui ont une intensité plus élevée, des roches encaissantes marquées par une signature plus faible. La zone de déformation du lac de la Tête est également bien soulignée et on peut la suivre sur l'ensemble du feuillet. Par contre, la faille du Lac à Paul n'a pas de signature particulière notamment au nord, mais elle est visible dans la portion sud. Le modèle numérique de terrain représenté à la figure 58-b a été créé à l'aide des données topographiques et du logiciel *MapInfo*. La carte lithologique a ensuite été drapée sur ce modèle. La topographie est plus élevée à l'ouest de la faille du Lac à Paul, particulièrement dans les roches gabbroïques à noritique (lsj1). Cette lithologie est peu présente à l'est de la faille, ce qui semble suggérer que le matériel a été transporté vers l'ouest à l'aide de la faille chevauchante du Lac à Paul. À l'ouest complètement, l'unité de gneiss rubané (M1a(RU)) est visible dans une fenêtre caractérisée par un creux topographique suggérant une faible épaisseur des roches de la Suite anorthositique. Les gneiss encaissants au nord (M7) ont une topographie ondulante confirmant la présence des



grandes ondulations synformes et antifformes définies auparavant dans ce secteur (section 4.4.1.a). Finalement, les roches de la Suite anorthositique chevauchent au contact les roches encaissantes.

## CHAPITRE V

### SYNTHÈSE ET DISCUSSION

#### 5.1 CONTEXTE GÉOSTRUCTURAL

Le secteur de Chute-des-Passes se trouve à englober le contact entre la SALSJ (20 000 km<sup>2</sup>) et l'unité de gneiss encaissant. L'empreinte de la déformation est bien développée, à différents degrés, dans chacune des lithologies contrairement au centre sud de l'intrusion, où cette dernière se concentre au sein de dykes mafiques (Roy *et al.* 1986 et Higgins et van Breemen 1992, 1996) et, au contact sud ainsi que dans la roche hôte (Roy *et al.* 1986 et Hébert et Lacoste 1998a).

Des fabriques planaires et linéaires sont présentes au sein des deux unités et l'accessibilité et la qualité des affleurements permettent de bien visualiser l'interrelation structurale entre chacune des lithologies. Cette relation entre la roche hôte et la SALSJ constitue un élément important qui permet l'étude du contexte structural et du moment de mise en place de l'intrusion par rapport à son encaissant.

## 5.2 SYNTHÈSE DES SIGNATURES ET STYLES STRUCTURAUX

La signature structurale a été caractérisée au sein des différents domaines structuraux à l'aide des cartes de trajectoires des fabriques. L'analyse de la distribution de l'indice d'anisotropie de terrain a permis de localiser les secteurs où la déformation a joué un rôle majeur dans cette portion de la SALSJ.

### 5.2.1 Signature des encaissants

Dans les roches encaissantes, une fabrique ancienne, représentée par la gneissosité (S1), est reconnue. Elle est complètement plissée et transposée le long de la foliation NS-NNE (S2) qui est très bien développée. Cette foliation est interprétée comme étant contemporaine à la foliation S2 dans la Suite anorthositique étant donné son attitude semblable. Le modèle numérique de terrain combiné aux orientations, soit vers l'est ou vers l'ouest, des pendages variables au sein de la gneissosité, indique la présence de grandes ondulations antiformes et synformes dont les plans axiaux sont caractérisés par la foliation NS-NNE. L'orientation des linéations d'étirement est problématique dans l'encaissant. En effet, leur faible plongée est un élément qui s'explique difficilement dans une roche qui a été plissée. Par contre, ces linéations ont la même attitude que celles présentes dans la Zone de déformation du lac de la Tête indiquant que l'empreinte de la faille s'est propagée en dehors des limites établies par l'augmentation de l'indice de



d'anisotropie. Ceci est dû au fait que la roche encaissante est moins compétente et moins réfractaire à la déformation que ne l'est la Suite anorthositique.

### **5.2.2 Signature de l'anorthosite**

Les roches de la SALSJ sont caractérisées par différentes signatures structurales. La foliation de direction moyenne NNE à pendage modéré (S2), associée aux roches gabbroïques à noritiques ainsi qu'à l'anorthosite à plagioclase bleuté, est dominante dans l'ouest et le nord-est de l'intrusion. Les cartes de distribution de l'intensité de la déformation, construites à partir des microtextures de déformation et de l'anisotropie structurale, ont permis de localiser des zones de déformation EW à fort pendage (S3) dont une zone majeure de dimension plurikilométrique qui est localisée au contact entre la SALSJ et l'encaissant (section 5.2.3). La présence de linéations à faible plongée orthogonales à l'attitude de la foliation S2, indiquent un déplacement (chevauchement) vers le NW. Ce mouvement engendre le déplacement de nappes les unes contre les autres, limitées par des décrochements associés à des linéations directionnelles situées en marges de ces nappes caractérisées par les zones de déformation EW (S3).

À l'ESE de la faille du Lac à Paul, l'aspect de la roche anorthositique est différente du faciès à plagioclase bleuté par la présence d'une proportion plus abondante de plagioclases frais, donnant une couleur mauve à la patine fraîche. La présence d'enclaves d'anorthosite à plagioclase bleuté très déformées dans cette anorthosite à plagioclase

mauve, avec une faible anisotropie structurale, indique que l'anorthosite mauve est tardive par rapport au faciès à plagioclase bleuté. Ces enclaves sont marquées par une foliation bien développée et d'attitude semblable au S2 présent ailleurs dans la Suite anorthositique. Une forte concentration en apatite par rapport aux unités à l'ouest de la faille du Lac à Paul est également présente dans ce faciès mauve (Hébert et Beaumier 2000). L'apatite est un minéral caractéristique d'une roche évoluée. Ces roches ont été décrites dans l'ensemble comme un faciès anorthositique mais on y retrouve également des norites et leuconorites en association avec des niveaux d'ultramafites. L'apatite est concentrée dans ces roches en plus de l'anorthosite et elles ont toute la caractéristique d'être composées de plagioclases faiblement recristallisés. Les roches constituant de la Suite anorthositique feraient donc partie d'une séquence différenciée (Hébert et Beaumier 2000). Donc, la masse présente à l'est de la faille du lac à Paul est plus évoluée et tardive par rapport à celle présente à l'ouest et par le fait même, n'aurait pas subi les mêmes événements de déformation. En effet, la signature structurale présente dans cette unité est marquée par une foliation de direction EW à pendage élevé (S3) développée localement et généralement parallèle au S0.

### **5.2.3 La zone de contact**

La zone de contact est caractérisée par un large couloir de dimension plurikilométrique où la signature structurale est homogène et marquée par un indice d'anisotropie très élevé. Le secteur est caractérisé par une foliation mylonitique ou une gneissosité de gneiss droit d'attitude EW. Cette foliation est associée à des linéations

d'étirement à composante directionnelle et à des indicateurs de cisaillement à composante dextre. Un mouvement en décrochement dextre avec une faible composante inverse entre les roches de la Suite anorthositique et leur encaissant de gneiss a donc été déduit de l'analyse structurale du secteur. La zone de contact représente une surface de décollement à pendage abrupt qui agit entre les styles structuraux différents de l'anorthosite et de l'encaissant.

#### **5.2.4 La faille du Lac à Paul**

La faille du Lac à Paul est marquée par une signature de chevauchement caractérisée par une foliation à faible pendage et par des linéations à composante pendage. Cette zone de direction NNE est caractérisée par une augmentation de l'intensité de la déformation et l'analyse de l'attitude de l'angle de chute ainsi que de la carte du gradient magnétique a permis de localiser une faille de chevauchement. Le long de cette structure, un rebroussement des lithologies vers le NW ainsi que des enclaves du socle ont été observés localement. Cette faille représente donc un plan de décollement de longueur plurikilométrique le long duquel les unités ont été transportées vers le NW. La continuité de cette faille au nord de la zone de décollement plus ou moins EW n'a pu être vérifiée par cette étude. Par contre, les travaux effectués par le MRN montrent une signature structurale semblable au nord de cette zone (figure 57, chapitre IV) et la faille est prolongée au delà de la zone de contact. Cette faille recoupe donc les foliations associées à une première phase

de chevauchement et elle est alors interprétée hors séquence par rapport aux événements de déformation D2 et D3.

#### **5.2.5 Zone de déformation du lac de la Tête**

La Zone de déformation du lac de la Tête de direction NNE, présente dans l'est du feuillet, traverse la Suite anorthositique ainsi que l'encaissant de gneiss. La carte du gradient magnétique montre qu'on peut suivre cette faille du SSW au NNE. Au nord, dans les gneiss encaissants, la gneissosité et la foliation sont transposées vers le NNE et associées à des plans à pendage abrupt (S5) et à des linéations à composante directionnelle. En plus, l'anisotropie structurale est élevée et la présence d'indicateurs de cisaillement indique un mouvement en décrochement dextre. Au sud, dans la Suite anorthositique, la présence de la faille est notée par le développement d'une foliation constante de direction NNE et à pendage abrupt. Les linéations d'étirement sont moins bien développées en raison du comportement réfractaire de l'anorthosite à plagioclase mauve. Cette zone de faille a la même attitude que la faille du Lac à Paul, mais le style structural est complètement différent laissant supposer un réajustement tardif sur la faille du lac de la Tête.

### 5.3 ÉVÉNEMENTS DE DÉFORMATION

Un important gradient de déformation est présent à l'intérieur de la portion étudiée de la SALSJ et de son encaissant. Ces différentes fabriques peuvent maintenant être corrélées aux événements de déformation ayant affectés la SALSJ et son encaissant. L'évolution structurale proposée est présentée de façon schématique à la figure 59.

#### 5.3.1 Événement D1

Avant la mise en place de la SALSJ, le secteur était formé des roches gneissiques de l'Allochtone polycyclique caractérisées par un rubanement migmatitique et tectonique (Rivers *et al.* 1989). Ces gneiss avaient subi une ou plusieurs déformations antérieures à la mise en place de la SALSJ. Une fabrique ancienne prenant la forme d'une gneissosité, est reconnue en affleurement et en lame mince. Le plissement et la transposition NS de cette fabrique implique un raccourcissement EW, donc une direction EW des fabriques S1 est une hypothèse probable pour exprimer l'attitude antérieure de la gneissosité (figure 59-a). Cette direction est semblable à celle de la gneissosité et de la foliation ancienne observées dans le Complexe gneissique du Saguenay et dans les roches de la SALSJ dans le secteur de Chicoutimi, et qui serait associée à l'événement de déformation D1 (Hébert et Lacoste 1998,a,b). Selon les auteurs (Hébert et Lacoste 1998, a,b), cette fabrique serait d'âge grenvillienne et associée à un épisode de chevauchement. Par contre, elle est absente dans les roches de la SALSJ du secteur du Lac à Paul où la première fabrique est orientée NNE.

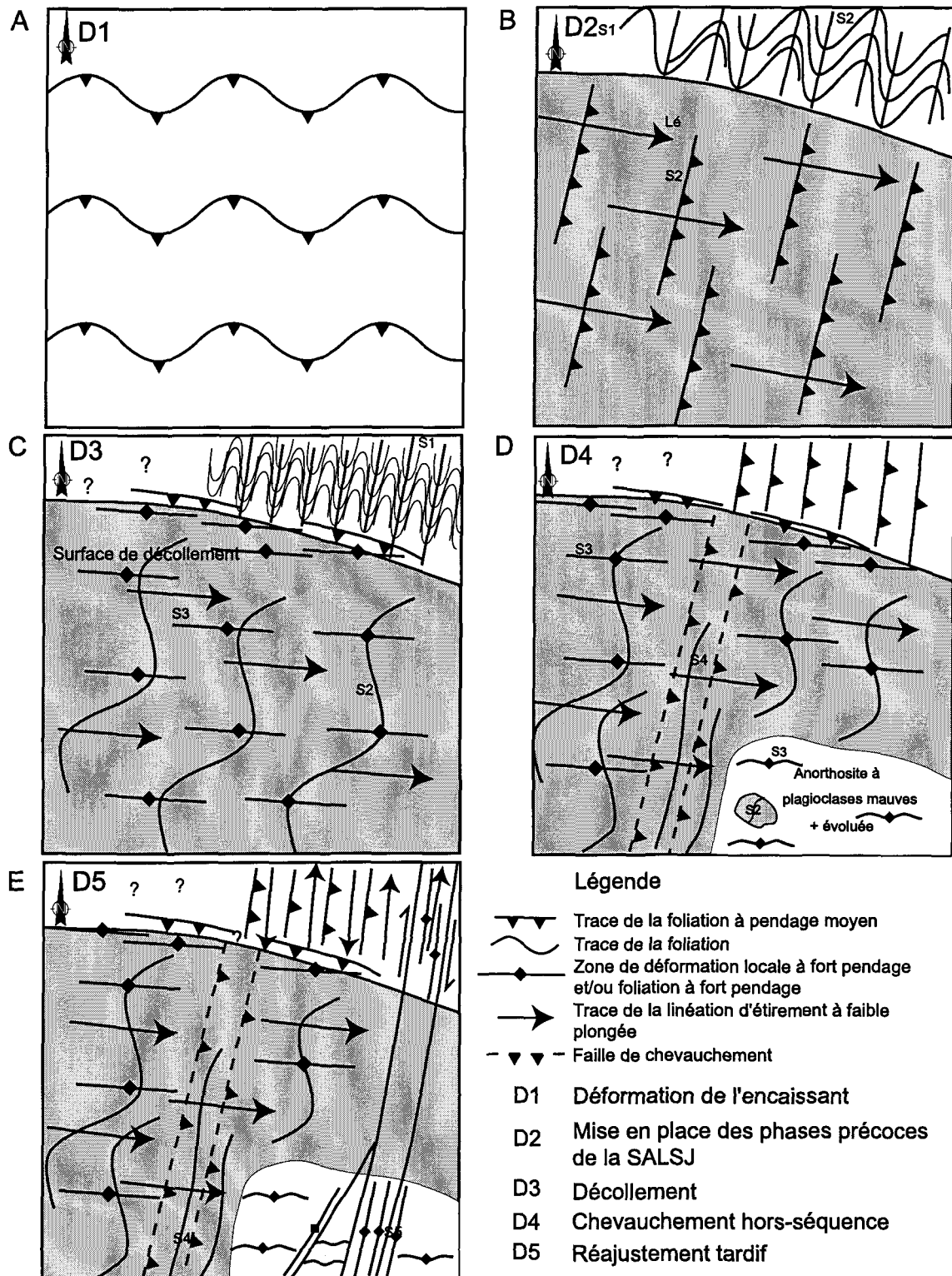


Figure 59: Vue en plan du secteur Chute-des-Passes montrant l'évolution de la succession des fabriques en fonction des événements de déformation (voir texte pour description des schémas).

Il est possible que cette fabrique EW observée dans l'encaissant soit antérieure à celle observée dans le secteur de Chicoutimi.

### **5.3.2 Événement D2-Mise en place des phases précoces de l'anorthosite**

Les âges de cristallisation de la SALSJ varient entre 1157-1142 Ma dans le sud du massif (Hervet *et al.* 1990 et Higgins et van Breemen 1992) et tournent autour de 1137 Ma dans le secteur du gisement de wollastonite plus au nord (Ider 1997). La mise en place coïncide avec le premier cycle de contraction et de magmatisme de Corrigan et Hanmer (1997) (voir section 1.2.1). Cette contraction causée par l'orogénie grenvillienne entraîne le développement d'une première fabrique au sein de la Suite anorthositique (désignée ici S2 pour respecter la chronologie). Elle est présente partout au sein de la SALSJ et elle est parallèle à subparallèle au S0. Le S2 est associé à des linéations d'étirement à faible plongée vers l'ESE indiquant un transport vers le NW. Le mouvement en chevauchement vers le NW présent lors de la mise en place, a permis au magma de se structurer et ainsi de développer une orientation préférentielle de forme (OPF). La gneissosité présente dans l'encaissant subit ce raccourcissement et se plisse en développant une fabrique concordante au S2 d'orientation NS à NNE (figure 59-b).



### 5.3.3 Événement D3-Décollement

La poursuite du raccourcissement entraîne le mouvement vers le NW des nappes. Le développement de la fabrique S3, d'attitude WNW-ESE et à pendage vertical en marge des nappes, est associé au transport vers le NW des nappes au sein de la SALSJ. Cette fabrique est reconnue dans les zones de déformation locales et au contact où la zone de dimension kilométrique agit comme un décollement entre les styles structuraux différents. Le S3 se superpose et oblitère les rubanements tectoniques présents dans les gneiss encaissants. Un mouvement oblique à composante dextre inverse est observé dans ce secteur indiquant que le massif chevauche légèrement les roches gneissiques. Les gneiss au nord sont maintenant plus fortement plissés et transposés par le S2 (figure 59-c).

### 5.3.4 Événement D4-Chevauchement hors séquence : la faille du Lac à Paul

L'événement D4 est associé à la formation d'une grande structure NNE associée à des plans à pendage faible et à des linéations orthogonales à composante pendage (S4) caractérisant le chevauchement et le rebroussement des lithologies vers le NW. Cette structure traverse la Suite anorthositique mais son prolongement dans l'encaissant est problématique. Des gneiss avec des plans faibles à moyens associés à des linéations subhorizontales, ont été observés localement (par le MRN), ce qui diffère tout de même de la signature présente dans l'encaissant plus à l'est. Cette faille est hors séquence par rapport au développement et à la relation entre le S2 et S3. La mise en place du faciès

anorthositique à plagioclase mauve coïncide avec la fin du mouvement chevauchant car ce faciès à une déformation moins bien développée et elle est localisée au sein de dykes d'aplite et localement, dans l'anorthosite où la signature structurale est semblable à la fabrique S3. Les gneiss encaissants sont maintenant caractérisés par une fabrique NS-NNE à fort pendage (figure 59-d).

### 5.3.5 Événement D5-Réajustement tardif

Finalement, il y a développement d'une zone de déformation en décrochement qui affecte l'ensemble des unités lithologiques dans l'est du feuillet. Elle est tardive car elle affecte les roches anorthositiques à plagioclase mauve. Ces roches développent, avec les gneiss encaissants, une foliation (principalement de type mylonitique) NNE à fort pendage, associée à des linéations faibles de type directionnel. Un mouvement à composante dextre à été interprété au sein des gneiss encaissants (figure 59-e). Cette zone de déformation se poursuit plus au sud dans le secteur du Réservoir Pipmuacan (Hébert, *comm. pers.*). Elle pourrait être associée à l'événement de déformation D3 observé dans le secteur de Chicoutimi et qui correspondent à des failles NS-NNE à mouvement sénestre qui déplacent simultanément l'encaissant et les roches de la SALSJ (Hébert et Lacoste 1998,a,b.).

## **5.4 CONTEXTE STRUCTURAL ET MOMENT DE MISE EN PLACE DE LA SALSJ.**

Cette section va tenter de définir le moment de mise en place de la SALSJ par rapport à son encaissant et aux événements de déformation pour ensuite la situer dans le contexte grenvillien. Des hypothèses sur le mode de mise en place seront élaborées et discutées à l'aide de la littérature sur les modes d'emplacement des plutons et en fonction des éléments structuraux présents dans le secteur d'étude.

### **5.4.1 Moment de mise en place de la SALSJ**

La concordance entre le S2 présent dans la Suite anorthositique et dans les gneiss encaissants indique que l'anorthosite a subi la même déformation que son encaissant donc que la déformation présente à l'intérieur de la Suite n'est pas liée seulement à sa mise en place mais représente bien une déformation qui a affecté autant les roches supracrustales que l'intrusion anorthositique. Par contre, les gneiss ont subi une ou plusieurs déformations antérieures (S1) à la mise en place de la Suite anorthositique. Elles sont marquées par la présence d'un rubanement migmatitique qui a été plissé lors du raccourcissement causé par l'orogénie grenvillienne.

Les microstructures de déformation comme l'extinction roulante, les macles en biseau, la recristallisation au sein des plagioclases et les amas glomérophyriques de

minéraux ferromagnésiens formant une foliation observée en lame mince, sont des indicateurs de déformation à l'état solide (Paterson *et al.* 1989), et sont présents dans l'ensemble des roches de la Suite anorthositique. Le faciès anorthositique à plagioclase mauve est le seul à avoir conservé partiellement une texture subophitique ainsi qu'une texture coronitique dans les zones où l'anisotropie structurale est faible et où la texture protoclastique domine. Le parallélisme entre le S0 et le S2 indique que le mouvement vers le NW est parallèle au litage primaire. Tout ce secteur a subi la déformation et le peu d'éléments présents, indiquant un caractère magmatique de la mise en place combiné au parallélisme du S0-S2, sont des indicateurs d'un emplacement pré à syn-tectonique.

À plus grande échelle, la SALSJ coïnciderait avec le deuxième groupe d'âges et d'environnement de mise en place de massifs anorthositiques, selon Corrigan et Hanmer (1997) qui situent entre 1,2 et 1,0 Ma un magmatisme intraplaque qui est dominant et largement distribué dans la Province de Grenville. Les complexes de l'anorthosite de Morin, Marcy et Lac-St-Jean en sont des exemples. Selon ces auteurs, il y a deux cycles de contraction, d'extension et de magmatisme intraplaque durant l'orogénie. Le premier cycle débute avec la collision continent-continent à 1190 Ma et se termine aux environs 1150 Ma et il implique du chevauchement et du magmatisme intraplaque. La SALSJ s'est mise en place durant ce premier cycle donc dans un cadre synorogénique marqué par le chevauchement indiquant le début de l'orogénie. Le magmatisme s'interrompt entre 1120-1090 Ma, mais le chevauchement continu. Ce chevauchement n'a donc pas eu de répit tout

au long de cette collision, et dépendant de la répartition de la contrainte durant l'orogène, il semble bien que la mise en place de la SALSJ est synchrone avec la déformation.

#### **5.4.2 Contexte structural de mise en place**

Deux modèles distincts de contexte de mise en place de la SALSJ sont tirés des études antérieures. Dans les années 1980, l'ascension par diapirisme a été suggérée par plusieurs travaux (Woussen *et al.* 1981, 1986, Dimroth *et al.* 1981, Martin, 1983 et Roy *et al.* 1986). Par contre, Higgins et van Breemen (1992, 1996), ont suggéré que la mise en place de la SALSJ puisse correspondre à une courte histoire de cristallisation, de mise en place de et déformation à l'aide d'une ascension de long d'une faille en décrochement. Chacun de ces exemples va être discuté en fonction des relations structurales observées dans la région du Lac à Paul et un modèle hypothétique de mise en place pour cette portion de la SALSJ sera élaboré.

##### **5.4.2.a Mise en place avant le chevauchement**

La Suite anorthositique a pu se mettre en place et ensuite être déformée lors du chevauchement. Une mise en place par montée diapirique s'avère être alors une hypothèse possible. Les caractéristiques structurales se rapportant à un pluton mis en place par diapirisme sont résumés au tableau 6.

Diapirisme	Zone de décrochement
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pluton en forme de goutte renversée avec un dôme à la partie supérieure.</li> <li>➤ Pluton concordant, syntectonique.</li> <li>➤ Structures planaires suivent la forme du pluton.</li> <li>➤ Structures subverticales (planaires et linéaires).</li> <li>➤ Structures parallèles au contact en marge du pluton et dans l'encaissant. Déformation au stade solide.</li> <li>➤ Montée lente à l'aide de l'énergie gravitationnelle. Origine des zones profondes du manteau.</li> <li>➤ Contraste de viscosité faible entre le pluton et son encaissant facilite l'ascension.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L'axe long du pluton parallèle à une faille.</li> <li>➤ Fabriques planaires subparallèles à la faille (direction d'extension du décrochement).</li> <li>➤ Fabriques linéaires subhorizontales près de la faille.</li> <li>➤ Évidence de mouvement en décrochement.</li> <li>➤ Coeur du pluton peut conserver des textures magmatiques.</li> <li>➤ Apparition des structures au stade solide vers les marges du pluton où elles sont de plus en plus pénétratives.</li> <li>➤ Montée rapide et fractures peuvent se former jusqu'à 40km de profondeur.</li> <li>➤ Contraste de viscosité élevé entre le pluton et l'encaissant favorise l'ascension.</li> </ul>
<p><b>Références :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lagarde et Roddaz, (1983), Castro (1987) et Vigneressse (1988).</li> </ul>	<p><b>Références :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Castro (1987), Morand et Vincent (1992), Petford et Atherton (1992), Archanjo <i>et al.</i> (1994), Fernandez et Castro (1999) et Royce et Park (2000).</li> </ul>

Tableau 6 :Caractéristiques structurales associées à la mise en place de pluton par diapirisme et par une ascension le long d'une zone de décrochement.

Le diapirisme forme des plutons syntectoniques caractérisés par des textures de déformation à l'état solide et par des linéations d'étirement subverticales au contact. En plus, les structures planaires à l'intérieur du pluton suivent les contours de ce dernier. La présence de déformation à l'état solide au contact, appuie l'hypothèse du diapirisme. Par contre, Il y a absence de linéations subverticales dans la zone de contact et les structures planaires suivent les contours du pluton seulement, très près du contact dans le secteur étudié. La superficie étudiée représente à l'échelle de l'intrusion, une infime portion du contact de la Suite anorthositique et de ses encaissants. Les fabriques planaires auraient dû être parallèles au contact dans tout le secteur étudié, ce qui n'est pas le cas. En plus, de la zone de contact, il y a absence de linéations subverticales dans tout le secteur. Les linéations sont faibles et à composante pendage en relation avec le transport vers le NW. Il est possible que si le pluton s'est mis en place à l'aide de la montée diapirique, la signature du chevauchement a oblitérée les éléments caractérisant cette mise en place.

Cependant, la zone critique dans la Suite anorthositique montrant des enclaves de taille décimétrique du faciès anorthositique précoce dans la phase tardive à plagioclase mauve enrichie en apatite, est un indicateur du moment de mise en place de la Suite par rapport à la déformation et au transport vers le NW. Les enclaves sont fortement déformées et montrent des fabriques compatibles avec la signature de chevauchement associée à l'événement D2, tandis que l'anorthosite mauve est formée de fabriques produites seulement lors de l'événement D3. Cette relation ainsi que l'ensemble des structures présentes dans l'anorthosite suggère une mise en place contemporaine avec le



chevauchement. Ainsi l'hypothèse d'une montée diapirique n'est pas compatible à nos observations.

#### 5.4.2.b Mise en place pendant le chevauchement

La mise en place contemporaine avec le chevauchement fait en sorte que les éléments associés à la mise en place du pluton vont être oblitérés par les fabriques associées au transport. L'hypothèse la plus probable pour la montée du magma serait qu'elle a eu lieu le long d'une faille en chevauchement ce qui serait conforme aux éléments structuraux observés dans le secteur d'étude. Peu d'études démontrent la montée d'un pluton le long d'une faille en chevauchement car le magma circule mal dans des conduits à faible pendage. Par contre, la montée le long d'un conduit vertical permet une meilleure ascension comme démontrée dans plusieurs études sur la mise en place de pluton le long de faille en décrochement (Castro, 1987, Morand 1992, Petford et Atherton 1992, Archanjo *et al.*, 1994, Fernandez et Castro 1999 et Royce et Park 2000).

Le tableau 6 résume les principales caractéristiques structurales observées au sein de pluton mise en place à l'aide d'une zone de décrochement. L'ascension le long d'une structure verticale requiert la présence d'une faille et des évidences de mouvement décrochant comme des fabriques planaires parallèles à la faille et des linéations à composante directionnelle. L'intrusion, a son axe long s'orientant dans la même direction que l'attitude de la faille, avec des structures planaires parallèles à la direction d'extension. Dans le secteur d'étude, la zone de déformation du lac de la Tête est le seul endroit où une

signature en décrochement est observée. Par contre, la présence au sud de la faille Lac-Saint-Jean-Pipmuacan de direction NE représente un décrochement majeur et l'attitude de la faille correspond à l'axe long du massif de la SALSJ (Hébert 1999, 1991). L'hypothèse de mise en place d'un massif anorthositique le long d'une zone de faille est suggérée dans les travaux de Higgins et van Breemen (1992, 1996) sur la SALSJ et plus récemment par Royce et Park (2000) pour l'anorthosite de Nain. Dans chacun des cas, l'intrusion est déformée sous les effets de la faille lors de sa mise en place, mais la signature de chevauchement est absente. Cette hypothèse n'est pas appuyée par cette étude, mais elle est intéressante, sauf que l'anorthosite dans le secteur étudié possède une signature de chevauchement

#### **5.4.3 Modèle de mise en place**

Un modèle de mise en place est élaboré à partir des observations effectuées dans la région d'étude et à l'aide des résultats des travaux présents dans l'ensemble de la SALSJ. Le modèle élaboré ici tiendra compte d'une ascension le long d'une zone de faille en décrochement en plus d'intégrer une phase de chevauchement fortement présente dans la région d'étude (figure 60).

##### *Première phase de mise en place de la SALSJ (figure 60-a)*

L'ascension peut se faire le long d'une zone de cisaillement en décrochement car le magma circule mieux le long de conduits verticaux. Ce conduit peut être associé à la faille

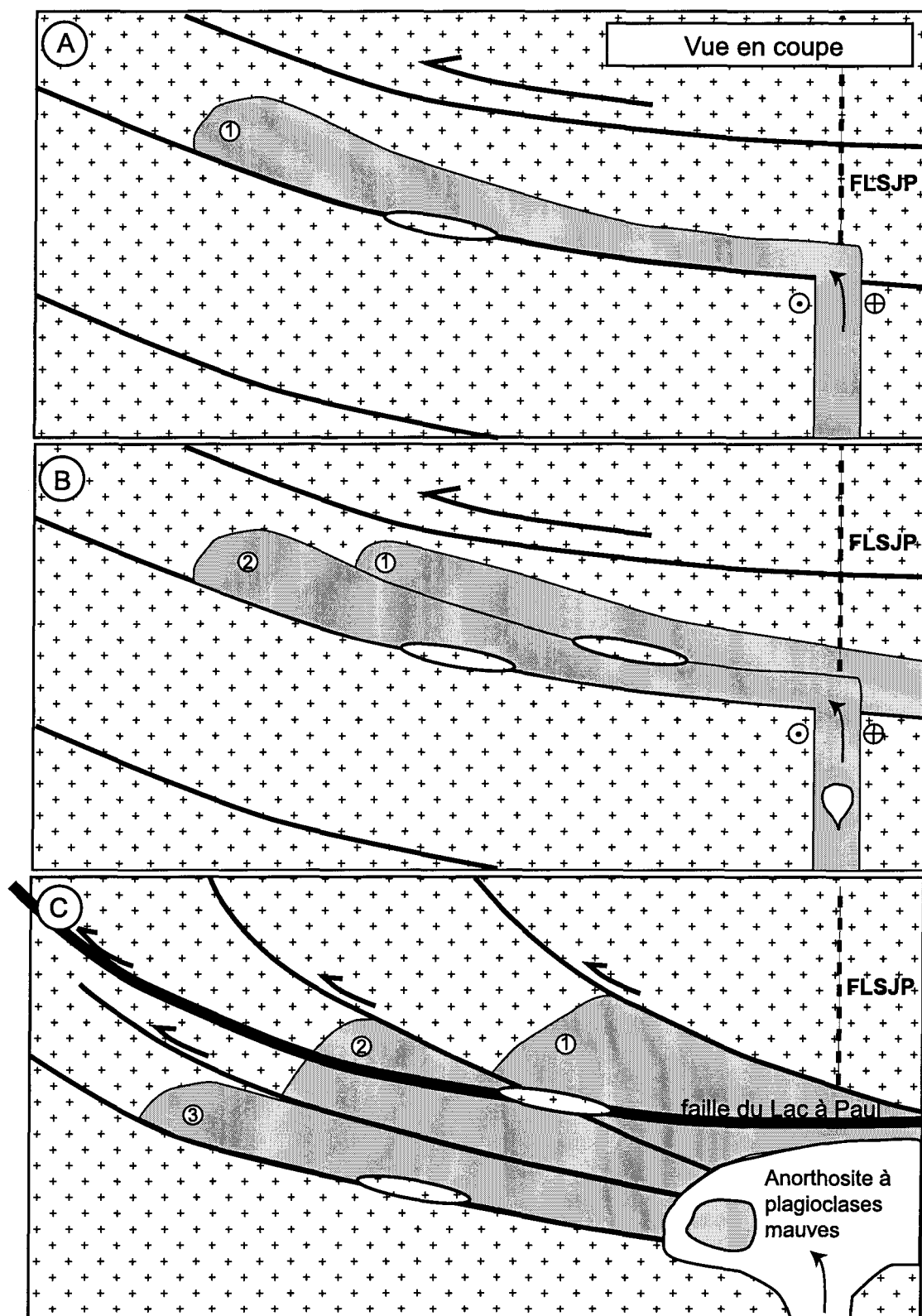


Figure 60 : Modèle hypothétique de mise en place de la SALSJ dans le secteur de Chutes-des-Passes. A: Première phase de mise en place de la SALSJ. B: Insertion de nappes ou d'écaillés. C: Chevauchement hors-séquence. FLSJP: Faille Lac-Saint-Jean-Pimpuacan.

en décrochement du Lac-Saint-Jean-Pipmuacan qui est majeure et qui a son axe parallèle à l'axe long de la Suite anorthositique. La roche développe une foliation parallèle au S0 et à la zone de déformation (S2) de même que des linéations sub-horizontales parallèle à la foliation. Ces linéations sont réorientées, par la présence du chevauchement, pour être orthogonales à la direction de la foliation et à composante pendage (figure 60-a).

*Insertion de nappes ou d'écailles (figure 60-B)*

L'hypothèse de la mise en place synchrone avec le chevauchement est proposée pour expliquer les signatures structurales observées dans le secteur Chute des Passes. L'ascension se poursuit entraînant le glissement des nappes ou des écailles les unes contre les autres. Des décrochements localisés (S3) permettent une accommodation du matériel. Ce mouvement crée une large zone de décollement au contact entre la SALSJ et les gneiss encaissant. Les nappes supérieures (plus vieilles) reculent par rapport à la plus jeune sous-jacente. Le matériel toujours enfoui est en compression dans la zone de décrochement, ce qui lui permet d'évoluer et de se différencier (figure 60-b).

*Chevauchement hors séquence (figure 60-c)*

Le transport se poursuit et il y a rebroussement des nappes le long de failles de chevauchement hors séquences déplaçant ainsi le matériel vers le NW. Ce déplacement a pu entraîner avec lui des morceaux du socle formant des enclaves de gneiss le long de faille du Lac à Paul. Le transport s'affaiblit et il y a mise en place des roches anorthositiques à plagioclase mauve. Ces roches sont peu déformées et enrichies en apatite et contiennent

des enclaves des phases précédentes déformées, indiquant qu'elles sont tardives dans la séquence par rapport aux roches antérieures (figure 60-c).

Le modèle présenté ici ne tient compte que des éléments observés au sein d'un territoire d'environ 250 km<sup>2</sup>. Il est possible que cette énorme intrusion soit caractérisée par une distribution hétérogène des éléments associés à son mode de mise en place et que selon la région dans laquelle on est situé, les signatures structurales soient différentes. Par contre, la présence d'enclaves de phases précoces et déformées de l'anorthosite, dans une phase tardive ayant une signature structurale différente, appuie une mise en place contemporaine avec le mouvement chevauchant présent dans le secteur Chute-des-Passes.

## CHAPITRE VI

### CONCLUSION

La portion NE de la SALSJ située près d'un contact de direction ESE entre les roches anorthositiques et l'encaissant de gneiss a fait l'objet d'une étude structurale détaillée dans le secteur Chute-des-Passes. Cette étude visait une compréhension des événements structuraux ayant opérés au sein de la Suite anorthositique et de son encaissant.

L'analyse des textures en lames en minces a permis de voir que le processus de recristallisation est dominant dans le secteur d'étude, ce qui n'a pas empêché d'observer une évolution dans les différentes microtextures de déformation et d'en distinguer plusieurs en relation avec l'intensité de la déformation. L'utilisation de l'indice d'anisotropie de terrain a permis l'évaluation de la déformation observée sur les affleurements.

Ces éléments, combinés à l'analyse structurale du secteur, ont aidé à définir différents domaines structuraux d'où cinq signatures structurales ont été caractérisées. *La signature des roches encaissantes* est marquée par de grandes ondulations synformes et antiformes où le plan axial est de direction NS-NNE (S2). *La signature de l'anorthosite* est hétérogène. Une première foliation (S2), NNE à pendage modéré et associée à des linéations à composante pendage, est reconnue partout au sein de l'anorthosite à l'exception

du faciès à plagioclase mauve. Cette foliation est recoupée par des zones de déformation EW à ESE (S3) locales où l'anisotropie est plus élevée et les linéations sont à composante directionnelle. Cette attitude est présente au sein du faciès à plagioclase mauve. La *zone de contact* est marquée par une déformation plus homogène où une signature en décrochement dextre inverse de direction ESE (S3) est reconnue. Ce secteur représente une large zone de décollement entre des styles structuraux différents. La *faille du Lac à Paul* est une zone de chevauchement NNE (S4) hors séquence où le rebroussement des unités vers le NW est observé ainsi qu'un niveau de recristallisation et un indice d'IAT élevé. Finalement, la *Zone de déformation du lac de la Tête* de direction NNE (S5) représente un réajustement tardif en décrochement dextre et elle affecte autant les roches de la SALSJ que l'encaissant de gneiss.

La signature de chevauchement est dominante dans la région d'étude et elle est probablement liée à l'orogénie grenvillienne active au moment de la mise en place de la SALSJ. Cet événement se traduit un raccourcissement et un chevauchement vers le NW dans l'ensemble de la Province de Grenville.

L'histoire de la déformation dans cette région a débuté par la formation d'une gneissosité de direction EW (D1) dans les gneiss de l'allochtone polycyclique avant la mise en place de la SALSJ. L'événement D2 est associé à la mise en place de l'anorthosite et à la formation d'une première foliation de direction NNE (S2) présente au sein de la Suite anorthositique où elle est parallèle au S0 et associée à des linéations à composante pendage.



Cette fabrique S2 est présente également dans les gneiss encaissants où le S1 est plissé et transposé sous l'effet du raccourcissement, développant ainsi une foliation NS-NNE. Le transport vers le NW entraîne le glissement du matériel créant ainsi des décrochements en marge des nappes, marqué par une foliation mylonitique et des gneiss droits dans la zone de contact, et par des zones locales de forte déformation dans les roches de la Suite anorthositique (S3). L'événement D4 est hors séquence par rapport à la formation du S2 et du S3. Il entraîne le rebroussement des lithologies vers le NW le long d'une grande faille de chevauchement. La mise en place du faciès à plagioclase mauve n'est pas affecté par l'événement de déformation D4. Ce faciès contient des enclaves d'anorthosite plus déformée et de signature différente de celle du faciès à plagioclase mauve. Le dernier événement (D5) qui affecte les roches dans la région d'étude est associé au développement du S5, en réponse à une faille en décrochement associée à un réajustement tardif. Cet événement affecte les roches à plagioclase mauve et les gneiss encaissants au nord.

Les signatures structurales observées dans la région étudiée indiquent que la SALSJ n'a pas subi la même déformation que son encaissant de gneiss et que le chevauchement est la signature dominante de ce secteur. En plus, la présence des enclaves d'anorthosite précoce dans une phase tardive et de signature structurale différente, indique que la mise en place des phases précoces de la SALSJ est contemporaine avec le chevauchement présent dans le secteur Chute-des-Passes. L'hypothèse d'une alimentation du magma le long d'une faille en décrochement demeure possible, mais cette ascension est concomitante au chevauchement.

## LISTE DES RÉFÉRENCES

- Archanjo, C., J., Bouchez, J.-L., Corsini, M., et Vauchez, A. 1994. The Pombal granite pluton: magnetic fabric, emplacement and relationships with the Brasiliano strike-slip setting of NE Brazil (Paraíba State). *Journal of Structural Geology*, **16**: 323-335.
- Ashwal, L., D. 1993. Anorthosites and related rocks. Springer-Verlag, pp. 422.
- Bartholomew, M., J. 1983. Palinspastic reconstruction of the Grenville terrane in the Blue Ridge geologic province, southern and central Appalachians, USA. *Geological Journal*, **18**: 241-243.
- Bouchez, J.-L., et Guineberteau, B. 1984. Écoulement dans les granitoïds; de l'état visqueux à l'état solide. *In Uranium et Granitoïds. Edited by CREGU.* pp. 1-19.
- Boullier, A.-M., et Bouchez, J.-L. 1978. Le quartz en rubans dans les mylonites. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **7**: 253-262.
- Brown, W., L., Macaudière, D., et Ohnenstetter, M. 1980. Ductile shear zones in meta-anorthosite from Harris, Scotland: textural and compositional changes in plagioclase. *Journal of Structural Geology*, **2**: 281-287.

Castro, A. 1987. On granitoid emplacement and related structures. A review. *Geologische Rundschau*, **76**: 101-124.

Cimon, J., et Hébert, C. 1998. Séquences différenciées associées au massif anorthositique de Lac-Saint-Jean. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, MB 98-09.

Clark, T., et Hébert, C. 1998. Étude du gîte de Cu-Ni-Co de McNickel, Suite anorthositique de lac-Saint-Jean. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, ET 98-02.

Closs. 1946. Lineation. a critical review and annotated bibliography. Geological Society of America, Memoir 18 : pp. 121.

Corrigan, D., et Hanmer, S. 1997. Anorthosites and related granitoids in the Grenville orogen: A product of convective thinning of the lithosphere? *Geology*, **25**: 61-64.

Daigneault, R. 1996. Couloirs de déformation de la Sous-Province de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles. MB-96-33.

Dimroth, E., Woussen, G., et Roy, D., W. 1981. Geologic history of the Saguenay region, Quebec (Central Granulite Terrain of the Grenville Province): a working hypothesis. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **18**: 1505-1522.

Emslie, R., F. et Hunt, P., A. 1990. Age and petrogenetic significance of igneous mangerite-charnockite suites associated with massif anorthosites, Grenville Province. *Journal of Geology*, **98**, 213-231.

Fernandez, C., et Castro, A. 1999. Pluton accommodation at high strain rates in the upper continental crust. The example of the Central Extremadura batholith, Spain. *Journal of Structural Geology*, **21**: 1143-1149.

Hanmer, S. 1987. Textural map units in quartzo-feldspathic mylonitic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **24**: 2065-2073.

Hébert, C., 1991. Linéament Lac-Saint-Jean-Pipmuacan. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, DV 91-24.

Hébert, C., Chown, E.H., et Daigneault, R. 1998. Histoire tectono-magmatique de la région du Saguenay (Province de Grenville). Guide d'excursion A6, GAC/MAC-APGGQ 1998, pp :68.

Hébert, C., et Lacoste, P. 1998a. Géologie de la région de Jonquière-Chicoutimi. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 96-08.

Hébert, C., et Lacoste, P. 1998b. Géologie de la région de Bagotville. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 97-06.

Hébert, C., 1999. Emplacement of the Lac-Saint-Jean Anorthositic Suite, Grenville Province, Quebec, Canada. Journal of conference Abstracts, European Union of Geosciences Congres, Strasbourg, 4 : 687.

Hébert, C., et Beaumier, M. 2000. Géologie de la région du Lac à Paul. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 99-05.

Hervet, M., Higgins, M., van Breemen, O., et Dickin, A. 1990. U-Pb age and Nd isotopic constraints on the Chicoutimi Gneissic Complex (CGC) at the southeast border of the Lac-St-Jean anorthosite complex (LSJAC), Grenville Province, Quebec, Canada. EOS, 7: 661-662.

Higgins, M., W. 1971. Cataclastic rocks. United State Geological Survey, Professionnal Paper, 687: 1-97.

Higgins, M. D., et van Breemen, O. 1992. The age of the Lac-St-Jean Anorthosite Complex and associated mafic rocks, Grenville Province, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences, 29: 1412-1423.

Higgins, M. D., van Breemen O. 1996. Three generations of anorthosite-mangerite-charnokite-granite (AMCG) magmatism, contact metamorphism and tectonism in the Saguenay-Lac-Saint-Jean region of the Grenville Province, Canada. *Precambrian Research*, **79**: 327-346.

Hocq, M. 1994. La province de Grenville. *In* Géologie du Québec. *Edited* Ministère des Ressources Naturelles du Québec, pp. 75-94.

Ider, M. 1997. Géochronologie, géochimie et pétrographie des roches métamorphiques et ignées autour du gisement de Wollastonite du Canton Saint-Onge, Québec, Canada. *Maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi*. p.167.

Karlstrom, K., E, Miller, C., F., Kingsbury, J., A., et Wooden, J., L. 1993. Pluton emplacement along an active ductile thrust zone, Piute Mountains, southeastern California: Interaction between deformational and solidification processes. *Geological Society of America Bulletin*, **105**: 213-230.

Kehlenbeck, M., M. 1972. Deformation textures in the Lac Rouvray Anorthosite Mass. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **9**: 1087-1098.

Koukouvelas, I., Pe-Piper, G., et Piper, D., J., W. 1996. Pluton emplacement by wall-rock thrusting, hanging-wall translation and extensional collapse: latest Devonian plutons of the Cobequid fault zone, Nova Scotia, Canada. *Geological Magazine*, **133**: 285-298.

Lagarde, J-L., et Roddaz, B. 1983. Le massif plutonique du Tichka (Haut-Atlas Occidental, Maroc) : un diapir syntectonique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **25** : 389-395.

Madore, L. 1990. Mésostructures, microstructures et microtextures du lobe Anorthositique de Saint-Fulgence et de son encaissant, Haut Saguenay. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi. p.156.

Martignole, J., et Pouget, P. 1994. A two-stage emplacement for the Cabonga allochthon (central part of the Grenville Province): evidence for orthogonal and oblique collision during the Grenville orogeny. *Journal Canadien des Sciences de la Terres*, **31**: 1714-1726.

Martin, E. 1983. Modèle de formation et de mise en place de la partie sud-ouest du Complexe anorthositique du Lac-Saint-Jean. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi. p.126.

McLelland, J., Daly, S., J., et McLelland, J., M. 1996. The Grenville Orogenic cycle (ca. 1350-1000 Ma): an Adirondack perspective. *Tectonophysics*, **265**: 1-28.



Morand, Vincent., J. 1992. Pluton emplacement in a strike-slip fault zone: the Doctors Flat Pluton, Victoria, Australia. *Journal of Structural Geology*, **14**: 205-213.

Olsen, T., S., et Kohlsted, D., L. 1985. Natural deformation and recrystallisation of some intermediate plagioclase feldspars. *Tectonophysics*, **111**: 107-131.

Passchier, C., W., Myers, J., S., et Kröner, A. 1990. Field geology of high-grade gneiss terrains. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, pp. 150.

Paterson, S., R., Vernon, R., H. et Tobisch, O., T. 1989. A review of criteria for the identification of magmatic and tectonic foliations in granitoids. *Journal of Structural geology*, **11**: 349-363.

Paterson, S., R., Tobisch, O., T., et Morand, V., J. 1990. The influence of large ductile shear zones on the emplacement and deformation of the Wyangala Batholith, SE Australia. *Journal of Structural Geology*, **12**: 639-650.

Petford, N., et Atherton, M., P. 1992. Granitoïd emplacement and deformation along a major crustal lineament : Cordillera Blanca'Peru. *Tectonophysics*, **205** : 171-185.

Rivers, T., Martignole, J., Gower, C., F. et Davidson, A. 1989. New tectonic divisions of the Grenville Province, southeast Canadian shield. *Tectonics*, **8**: 63-84.

Rivers, T. 1997. Lithotectonic elements of the Grenville Province: review and tectonic implications. *Precambrian Research*, **86**: 117-154.

Rivers, T. et Corrigan, D. 2000. Convergent margin on southeastern Laurentia during the mesoproterozoic : tectonic implications. *Canadian Journal of Earth Sciences.*, **37** : 359-383.

Roy, D., W., Woussen, G., Dimroth, E. ,et Chown, E.H. 1986. The Central Grenville Province: A zone of protracted overlap between crustal and mantle processes. *In The Grenville Province. Edited by Moore, J. M., Davidson, A., and Baer, A.J. Geological Association of Canada Special Paper*, pp. 51-60.

Royce, K., R., et Park, R., G. 2000. Emplacement of the Nain anorthosite: diapiric versus conduit ascent. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **37**: 1195-1207.

Schmidt, C., J., Smedes, H., W., et O'Neill, M., J. 1990. Syncompressional emplacement of the Boulder and Tobacco Root batholiths (Montana-USA) by pull-apart along old fault zones. *Geological Journal*, **25**: 305-318.

Sibson, R., H. 1977. Fault rocks and fault mechanisms. *Journal of Geological Society of London*, **133**: 191-213.

Vignerresse, J-L. 1988. Forme et volume des plutons granitiques. Bulletin de la Société Géologique de France, **6** : 897-906.

Wise, D., U., Dunn, D., E., Engelder, J., T., Geiser, P., A., Hatcher, R., D., Kish, S., A., Odom, A., L., et Schamel, S. 1984. Fault-related rock: Suggestions for terminology. *Geology*, **12**: 391-394.

Woussen, G., Dimroth, E., Corriveau, L. et Archer, P. 1981. Crystallisation and emplacement of the Lac-St-Jean Anorthosite massif (Québec, Canada). Contribution to mineralogy and petrology, **76**: 343-350.

Woussen, G., Roy, D., W., Dimroth, E., et Chown, E.H. 1986. Mid-Proterozoic extensional tectonics in the core zone of the Grenville Province. *In* The Grenville Province. *Edited by* Moore, J. M., Davidson, A. and Baer, A.J. Geological Association of Canada Special Paper, pp. 297-311.

**Annexe 1 :**  
Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies

Types	Composition	Textures
Gneiss granitique	<p>Quartz: 25-35%, parfois ~10%</p> <p>Feldspath-K: 20-35%, jusqu'à 50%</p> <p>Plagioclase: 20-25%</p> <p>Biotite: majorité 5-10%, parfois 15%</p> <p>Hornblende: 8-10%</p> <p>Accessoires: épidote, apatite et opaques</p>	<p><u>Quartz</u>: xénomorphe, interlobé avec plagioclase et feldspath-k, parfois aplati. Taille variant de 0,5-5mm.</p> <p><u>Feldspath-k</u>: 2 types: orthose en porphyroclastes, hypidiomorphe et microcline interstiel à bordure droite. Texture myrmékitique. Taille 1-5mm ou grenue: ~8mm</p> <p><u>Plagioclase</u>: hypidiomorphe à bordure droite ou suturée (interlobée). Maclé ou non, parfois légèrement zoné ou séricitisé. Taille: 0,5-3mm ou grenu ~5mm.</p> <p><u>Biotite</u>: hypidiomorphe à idiomorphe, tabulaire (en amas). taille: 0,5-2mm ou ~5mm</p> <p><u>Hornblende</u>: hypidiomorphe, parfois poecilitique. Taille: 0,5-3mm. Gloméroporphorique</p>
Gneiss charnockitique-opdalitique	<p>Quartz: 30-35%</p> <p>Plagioclase: 25-45%</p> <p>Feldspath-k: 10-20%</p> <p>Biotite: 8-15%</p> <p>Pyroxène: OPX: 5-8%</p>	<p><u>Quartz</u>: xénomorphe, parfois rubané et/ou polygonal. Taille: ~3mm, 1-2mm</p> <p><u>Plagioclase</u>: hypidiomorphe, maclé, parfois antiperthitique, polygonal à interlobé. Taille 2-6mm ou <i>inf</i> 0,5mm=polygonal.</p> <p><u>Feldspath-k</u>: hypidiomorphe, interlobé. Taille: ~1mm.</p> <p><u>Biotite</u>: idiomorphe à hypidiomorphe, tabulaire à interlobé. Taille: 0,1-2,5mm</p> <p><u>Pyroxène</u>: hypidiomorphe à xénomorphe, allongé ou interlobé. Taille: 0,5-2mm</p>

### Annexe 1 :

Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies

Types	Composition	Textures
Gneiss granodioritique	<p>Quartz: 30-40%, parfois jusqu'à 50%</p> <p>Plagioclase: 25-45%</p> <p>Feldspath-k: 5-15%</p> <p>Biotite: 5-12%, parfois peu ~1%</p> <p>Hornblende: 5-15%</p> <p>Accessoires: apatite, épidote en trace</p>	<p><u>Quartz</u>: xénomorphe, bordure suturée, interlobée, parfois étiré ou à bordure droite (0,1mm). Taille variable: 0,5-5mm ou plus grenu 3-7mm</p> <p><u>Plagioclase</u>: hypidiomorphe à xénomorphe, interlobé à polygonal (local), maclé et/ou séricitisé. Taille: 0,5-5mm ou plus grenu jusqu'à 8mm.</p> <p><u>Feldspath-k</u>: hypidiomorphe, microperthitique, interlobé ou à la jonction PG-QZ, myrmékite. Taille: ~0,1-6mm.</p> <p><u>Biotite</u>: idiomorphe=tabulaire, hypidio à xénomorphe=interlobé. Chloritisé, taille: 0,5-2mm</p> <p><u>Hornblende</u>: hypidio à xénomorphe, interlobé, parfois polygonal. Taille: 1-3mm ou microgrenu <i>inf</i> 0,5mm.</p>
Gneiss tonalitique	<p>Plagioclase: 50-60%</p> <p>Quartz: 13-20%</p> <p>Biotite: 15-20%</p> <p>Hornblende: 5-15%</p>	<p><u>Plagioclase</u>: interlobé à polygonal, parfois zoné. Taille: 0,2-7mm</p> <p><u>Quartz</u>: interlobé entre PG-HB ou polygonal. Taille: 0,2-2mm.</p> <p><u>Biotite</u>: Tabulaire. Taille: 0,2-2mm</p> <p><u>Hornblende</u>: xénomorphe, poecilitique. Taille: microgrenu 0,01-0,4 ou 1-4mm.</p>

**Annexe 1 :**  
Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies

Types	Composition	Texture
Anorthosite mauve	Plagioclase: 85-95%  Hornblende et/ou biotite: 2-7%  Apatite: trace à 5%	<u>Plagioclase</u> : majoritairement grossier à bordure suturée, interlobée = 3-10mm, sinon recristallisé, en bordure des grains grossiers. Parfois maclé et séricitisé. <u>Biotite</u> : tabulaire, parfois chloritisé. <u>Hornblende</u> : polygonal à coronitique, glomérophyrique avec BO. Taille variable: 0,1-0,7mm ou 2-4mm. <u>Apatite</u> : idiomorphe, légèrement allongée, tardive. Taille: 0,5-2mm
Anorthosite gabbroïque mauve	Plagioclase: 75-85%  Pyroxènes: 10-15%  Biotite: 8-10%  Hornblende: 5-10%  Apatite: 2-5%	<u>Plagioclase</u> : grenu = 2-7mm, légèrement zoné ou polygonaux. Taille: 0,1-1mm <u>Pyroxènes</u> : hypidiomorphes, assez grenus. Taille: 0,5-1,5mm. <u>Biotite</u> : plus ou moins tabulaire, souvent en amas glomérophyrique avec HB. Taille: finement grenu 0,01-1,5mm. <u>Hornblende</u> : hypidiomorphe, glomérophyrique, parfois polygonal. Taille: 0,2-1,2mm. <u>Apatite</u> : idiomorphe. Taille: 0,5-2mm.
Gabbro anorthositique mauve	Plagioclase: 55-71% Pyroxènes: pas toujours présents, parfois ouralitisés complètement par hornblende: 15-20% Hornblende: 5-8% Biotite: 3-10% Apatite: 5-8%	<u>Plagioclase</u> : principalement grenu=1-7mm à bordure suturé, sinon recristallisé en bordure=polygonal: 0,5mm. <u>Pyroxènes</u> : hypidiomorphes, grenu=0,5-4mm, ouralitisés. <u>Hornblende</u> : finement grenu, néoformée (sur PX). Taille inf. 0,5mm. <u>Biotite</u> : plus ou moins tabulaire, foncée. Taille: 0,1-1mm

### Annexe 1 :

Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies

Types	Composition	Textures
Anorthosite gris-bleu	Plagioclase: 90-95%  Mafiques: biotite et hornblende: 5-7%	<u>Plagioclase</u> : bordure droite, polygonaux sont plus abondants que les porphyroclastes. Recristallisé = 0,5-2mm Porphyroclastes = 2mm à 1cm. Séricite. <u>Biotite</u> : tabulaire, en amas. Taille: 0,1-3mm <u>Hornblende</u> : tabulaire, gloméroporphyrique. Taille: 0,5-3mm.
Anorthosite gabbroïque gris-bleu	Plagioclase: 45-75%  Biotite: 2-10%  Hornblende: 5-20%  Pyroxènes: 4-10% Autres: grenat, sphène, muscovite, apatite.	<u>Plagioclase</u> : majoritairement finement grenu, polygonaux. Taille 0,1-2mm. Sinon, grenu, interlobé, bordé de grains polygonaux, séricitisés. Taille: 2-12mm <u>Biotite</u> : tabulaire, idiomorphe, parfois chloritisé. Taille: 0,1-2mm. <u>Hornblende</u> : gloméroporphyrique avec BO et/ou PX, polygonal à interlobé, hypidiomorphe. Taille: 0,2-1mm <u>Pyroxènes</u> : ouralitisés. Taille: 0,5-5mm <u>Apatite</u> : idiomorphe, 0,5-1mm.
Gabbro anorthositique gris-bleu	Plagioclase: 45-75%  Biotite: 7-10%  Hornblende: 7-30%  Pyroxènes: rares, ~2% Apatite: ~5%	<u>Plagioclase</u> : grains polygonaux abondants, <i>inf</i> ou = 0,1mm, sinon grenu: 2-8mm, séricitisé. <u>Biotite</u> : amas de cristaux tabulaire. Taille: 0,4-4mm <u>Hornblende</u> : hypidiomorphe, gloméroporphyrique, grossier ou finement grenu. Taille: 0,1-6mm <u>Pyroxènes</u> : ouralitisés <u>Apatite</u> : idiomorphe, bien réparti. Taille: <i>inf</i> ou



**Annexe 1 :**  
Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies

Nom	Composition	Texture
Gabbro (ou métagabbro)	Plagioclase: 49-72%  Hornblende: 3-30%, jusqu'à 40%  CPX: 3-20%  OPX: 5-17%  Biotite: 2-15%, lorsque présente Quartz: parfois présent (peu) = gabbro à quartz	<u>Plagioclase</u> : interlobé à bordure suturée et/ou recristallisé à bordure droite. Taille inf. ou =1mm ou + grossier 1-4mm, poeciloblastique parfois séricitisé et/ou zoné et/ou antiperthitique. <u>Hornblende</u> : majoritairement hypidioblastique parfois xénoblastique, interlobée et/ou polygonal (parfois), allongé. Microgrenue inf. 0,5mm ou de 1-3mm. <u>CPX</u> : hypidiomorphe à xénomorphe, parfois allongé, ouralitisé, parfois recristallisé. + grenu: 1-2mm ou 0,05-1mm. <u>OPX</u> : hypidiomorphe à xénomorphe, interlobé à allongé, parfois prismatique. Taille: 1-3mm ou 0,2-0,7mm. <u>Biotite</u> : tabulaire, idiomorphe, parfois hypidiomorphe. Grenu: 1-2mm ou 0,4-1,5mm.
Leucogabbro	Plagioclase: 53-70%  Hornblende: trace à 15-20%  OPX: 10-13% CPX: 14-15% Biotite: absente ou 10%	<u>Plagioclase</u> : polygonal à bordure droite ou suturée, parfois zoné, polygonal. Taille: 0,1-0,3mm ou 1-2mm. <u>Hornblende</u> : hypidio à xénoblastique, associée aux pyroxènes. Taille: 0,05-2mm <u>CPX-OPX</u> : recristallisé ou fortement ouralitisé. Taille: 0,7-3mm. <u>Biotite</u> : tabulaire, 0,5-1mm
Gabbronorite	Plagioclase: 49-55%  Hornblende: 20-40% ou très peu inf. 5 CPX: 10-15% OPX: 10-15% Apatite: trace	<u>Plagioclase</u> : polygonaux à interlobé (bordure suturée), hypidiomorphe à idiomorphe. Taille: 0,1-2mm <u>Hornblende</u> : hypidioblastique, parfois xénoblastique, poeciloblastique et/ou recristallisé. Taille: 0,1-5mm. <u>CPX-OPX</u> : ouralitisé, polygonal. Taille: 0,2-3mm.

**Annexe 1 :**  
Résumé des observations pétrographiques en lame mince pour chacune des lithologies

Nom	Composition	Texture
Norite	<p>Plagioclase: 48-65%</p> <p>Hornblende: 10-25%</p> <p>CPX: 4-15%</p> <p>OPX: 8-20%</p> <p>Biotite: 1-5%</p>	<p><u>Plagioclase</u>: interlobé 1-4mm et/ou polygonal 0,1-1,5mm, parfois séricitisé et/ou zoné.</p> <p><u>Hornblende</u>: hypidioblastique à xénoblastique, interlobé, + grenu: 1-2,5mm, forme des couronnes autour de PX = ouralitisé et/ou recristallisé, forme des chaînettes: 0,05-0,7mm.</p> <p><u>CPX</u>: hypidiomorphe, interlobé parfois trapu, ouralitisé ou polygonal en petits cristaux: 0,05-0,3mm, sinon 0,1-1mm.</p> <p><u>OPX</u>: hypidiomorphe, souvent ouralitisé, parfois grenu: 1-4mm, sinon 0,1-1mm.</p> <p><u>Biotite</u>: tabulaire. Taille: 0,05-0,6mm.</p>
Leuconorite	<p>Plagioclase: 51-63%</p> <p>Hornblende: 10-25%</p> <p>OPX: 5-15%</p> <p>CPX: 5-13%</p> <p>Biotite: 1-5%</p>	<p><u>Plagioclase</u>: polygonal et/ou recristallisé en réseau avec hornblende: 0,01mm ou suturé, parfois zoné, fracturé, séricitisé: 0,1-2mm</p> <p><u>Hornblende</u>: xénoblastique à hypidioblastique, associée aux PX, en couronnes parfois polygonisées: 0,1-2mm.</p> <p><u>OPX</u>: hypidiomorphe à idiomorphe, ouralitisé, coronitique, parfois polygonal: 0,1-2,5mm.</p> <p><u>CPX</u>: hypidiomorphe, microgrenu, ouralitisé +ou-polygonal. Taille: 0,1-0,5mm jusqu'à 1mm.</p> <p><u>Biotite</u>: tabulaire. Taille: 0,52mm.</p>

## Annexe 2

### Valeurs de l'IAT avec la localisation

STATION	UTME	UTMN	IAT
1	382508	5532879	3,00
2	381892	5533754	3,50
3	382031	5534151	3,50
4	382163	5534064	3,50
5	381796	5534281	3,00
6	381696	5534681	3,00
7	381721	5535806	3,00
8	383592	5534281	4,00
9	383821	5534031	4,00
10	383796	5533481	3,00
11	383596	5533331	0,00
12	383596	5532531	1,50
13	382646	5532481	3,50
14	376467	5531298	4,00
15	376196	5531681	4,00
16	376096	5531781	3,00
17	375996	5531881	4,00
18	375900	5532150	4,50
19	375591	5530906	2,00
20	375571	5530431	1,00
21	375171	5530431	2,00
22	375171	5530231	1,00
23	375196	5530131	1,00
24	369653	5526917	2,00
25	369346	5526831	3,00
26	368221	5525681	2,50
27	367196	5522981	2,00
28	365346	5521131	3,50
29	365696	5520781	1,00
30	381746	5536231	3,00
31	381621	5536781	3,00
32	381496	5537356	3,00
33	381546	5537881	3,00

## Annexe 2

### Valeurs de l'IAT avec la localisation

STATION	UTME	UTMN	IAT
34	380546	5530581	3,50
35	379446	5530831	3,50
36	379071	5530681	2,50
37	376546	5528931	1,00
38	371896	5527931	3,00
40	371196	5528231	3,00
41	367371	5537306	3,00
42	367446	5537481	3,00
43	367646	5537581	3,00
44	367446	5537656	3,00
45	371150	5535950	4,50
46	370996	5535531	4,00
47	370946	5535006	3,00
48	369121	5535881	4,50
49	371286	5534641	3,50
50	371046	5534706	3,50
50	371046	5534706	3,50
51	371096	5534431	3,50
52	370921	5534156	1,50
53	370921	5533581	2,00
54	371096	5533231	3,50
55	371196	5532581	4,50
56	371246	5532381	4,00
57	371321	5532231	2,00
58	371446	5531181	1,00
59	371296	5530831	1,50
60	370746	5530281	0,00
61	370746	5530400	1,50
62	370696	5529981	2,00
63	370546	5529556	3,00
64	370746	5528656	1,00
65	370746	5528431	2,00
66	365946	5521631	3,00
67	369596	5532931	2,00

## Annexe 2

### Valeurs de l'IAT avec la localisation

STATION	UTME	UTMN	IAT
68	372038	5529455	3,00
69	371846	5529581	0,00
70	367646	5531331	3,50
71	369046	5529556	1,00
72	369496	5529281	2,00
73	369846	5528031	1,50
74	366467	5520079	2,50
75	378096	5529531	0,50
85	361032	5518153	3,00
86	361143	5518014	3,50
87	363296	5518013	4,00
88	364125	5519499	2,50
89	364499	5520190	2,00
90	364534	5520288	0,50
91	366854	5520020	3,50
92	367188	5519986	0,50
93	367537	5519771	3,00
94	368269	5519426	1,50
95	368660	5519212	2,00
96	368855	5519059	4,00
97	368952	5519178	0,00
98	369245	5519095	0,00
99	370080	5519382	1,00
100	370297	5519146	0,50
101	370765	5518598	0,00
102	370892	5517994	1,00
103	374124	5517841	3,50
104	373199	5518006	4,00
105	372912	5517855	0,00
106	372429	5517462	0,00
107	376263	5517828	0,00
108	376826	5517933	0,00
109	377202	5517831	0,00
110	378156	5518018	3,00

## Annexe 2

### Valeurs de l'IAT avec la localisation

STATION	UTME	UTMN	IAT
111	378254	5517880	2,00
112	378693	5517813	2,00
113	379238	5517574	0,00
114	379461	5517499	3,00
115	379712	5517500	1,50
116	380117	5517301	0,00
117	380837	5516855	3,00
118	381179	5516487	3,00
119	381096	5516285	2,00
120	381201	5516104	2,50
121	381298	5516028	2,50
122	382017	5515543	2,00
123	382339	5515231	2,00
124	382705	5514238	0,00
125	383206	5538764	2,50
126	384526	5537795	3,50
127	384752	5537709	3,00
128	384952	5537527	3,00
129	384188	5537951	4,00
130	384206	5537647	5,00
131	383849	5538297	4,50
132	383389	5538166	3,50
133	383363	5537923	3,00
134	383355	5537627	4,00
135	383409	5536516	3,50
136	379521	5531199	4,00
137	379721	5531279	3,50
138	379657	5531456	4,00
139	379304	5533052	3,50
140	379488	5533758	3,50
141	379768	5534287	3,00
142	380081	5534400	2,50

**Annexe 3 :**  
Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
1	G1	81	62	382512	5533098
1	LI	151	62	382512	5533098
1	S2	344	80	382512	5533098
1	LI	147	60	382512	5533098
2	G1	15	44	381896	5533973
2	S2	133	74	381896	5533973
2	LI	140	35	381896	5533973
2	LI	144	37	381896	5533973
3	G1	70	40	382035	5534370
3	S2	4	52	382035	5534370
3	LI	146	39	382035	5534370
3	S2	355	64	382035	5534370
3	LI	152	40	382035	5534370
4	G1	79	65	382167	5534283
4	S2	344	80	382167	5534283
4	LI	144	63	382167	5534283
5	G1	3	56	381800	5534500
6	G1	359	64	381700	5534900
6	G1	352	57	381700	5534900
6	LE	167	2	381700	5534900
6	S2	6	80	381700	5534900
6	LI	9	22	381700	5534900
6	S2	354	78	381700	5534900
6	LI	355	5	381700	5534900
7	G1	9	29	381725	5536025
7	LE	20	11	381725	5536025
7	S2	355	80	381725	5536025
8	LE	190	4	383596	5534500
8	S1	15	70	383596	5534500
9	S1	15	65	383825	5534250
9	LE	185	10	383825	5534250
10	S1	34	79	383800	5533700
11	S1	15	66	383600	5533550
11	S2	188	12	383600	5533550
12	S1	5	65	383600	5532750

**Annexe 3 :**  
Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
13	S2	19	54	382650	5532700
13	S2	38	50	382650	5532700
13	LE	182	52	382650	5532700
13	LE	145	48	382650	5532700
14	S1	128	79	376471	5531517
14	S2	118	74	376471	5531517
14	LI	149	62	376471	5531517
14	LE	155	8	376471	5531517
15	S1	92	47	376200	5531900
15	S2	121	70	376200	5531900
15	LI	125	26	376200	5531900
15	LI	136	38	376200	5531900
16	S2	120	99	376100	5532000
16	S1	100	35	376100	5532000
16	LE	116	10	376100	5532000
17	S1	112	39	376000	5532100
17	S1	124	54	376000	5532100
17	LE	140	19	376000	5532100
17	LE	129	14	376000	5532100
18	S1	155	70	375900	5531293
18	S2	350	99	375900	5531293
19	S1	100	71	375595	5531125
19	S0	70	71	375595	5531125
20	S1	80	77	375575	5530650
21	S1	25	72	375175	5530650
21	S0	10	60	375175	5530650
22	S1	10	82	375175	5530450
23	S1	350	99	375200	5530350
24	S0	285	19	369657	5527136
25	S1	70	30	369350	5527050
25	LE	106	12	369350	5527050
26	S1	305	42	368225	5525900
26	S1	345	27	368225	5525900
26	S1	42	32	368225	5525900
26	S1	262	10	368225	5525900



**Annexe 3 :**  
**Mesures structurales sur le terrain**

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
26	S1	310	30	368225	5525900
26	LE	141	25	368225	5525900
26	LE	105	32	368225	5525900
27	S1	265	88	367200	5523200
27	S1	309	39	367200	5523200
28	S1	10	50	365350	5521350
28	S1	85	60	365350	5521350
28	LE	109	39	365350	5521350
28	LE	100	50	365350	5521350
28	LE	105	48	365350	5521350
29	S1	220	37	365700	5521000
30	G1	320	35	381750	5536450
30	G1	350	61	381750	5536450
30	G1	340	39	381750	5536450
30	LE	355	19	381750	5536450
32	G1	352	47	381500	5537575
32	G1	349	59	381500	5537575
32	G1	358	50	381500	5537575
32	LE	15	22	381500	5537575
32	LE	25	34	381500	5537575
33	G1	341	46	381550	5538100
33	G1	325	45	381550	5538100
33	LE	359	29	381550	5538100
34	S1	324	83	380550	5530800
34	S1	326	90	380550	5530800
34	S1	302	85	380550	5530800
34	LE	151	23	380550	5530800
35	S1	105	55	379450	5531050
35	S2	100	99	379450	5531050
36	G1	110	85	379075	5530900
36	G1	114	88	379075	5530900
36	LE	122	6	379075	5530900
37	S1	250	78	376550	5529150
38	S1	248	40	371900	5528150
38	S1	239	35	371900	5528150

**Annexe 3 :**  
Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
38	LE	280	29	371900	5528150
38	LE	295	30	371900	5528150
40	S1	31	45	371200	5528450
40	S1	30	43	371200	5528450
40	LE	108	43	371200	5528450
40	LE	120	40	371200	5528450
41	G1	105	46	367375	5537525
41	S2	80	99	367375	5537525
42	G1	100	39	367450	5537700
42	G1	86	52	367450	5537700
42	LE	120	18	367450	5537700
42	LE	110	18	367450	5537700
43	G1	85	65	367650	5537800
43	LE	145	24	367650	5537800
44	G1	110	55	367450	5537875
44	G1	95	55	367450	5537875
44	LE	130	15	367450	5537875
45	S1	90	52	367650	5535900
45	S1	70	46	367650	5535900
45	LE	115	25	371150	5535950
46	S1	110	55	371000	5535750
46	S1	100	66	371000	5535750
46	S1	104	36	371000	5535750
46	LE	245	25	371000	5535750
47	S1	72	59	370950	5535225
47	LE	76	4	370950	5535225
48	S1	71	54	369125	5536100
48	S1	55	50	369125	5536100
48	S1	29	70	369125	5536100
48	LE	95	21	369125	5536100
48	LE	105	31	369125	5536100
49	S1	107	70	371290	5534860
49	S1	104	72	371290	5534860
49	LE	106	2	371290	5534860
49	LE	105	99	371290	5534860

**Annexe 3 :**  
Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
50	S1	75	75	371050	5534925
50	LE	95	15	371050	5534925
50	LE	85	5	371050	5534925
50	S0	81	60	371050	5534925
51	S1	97	85	371100	5534650
51	LE	102	14	371100	5534650
52	S1	85	66	370925	5534375
52	LE	95	15	370925	5534375
53	S1	91	74	370925	5533800
53	LE	110	10	370925	5533800
54	S1	100	90	371100	5533450
54	LE	145	40	371100	5533450
54	S2	130	99	371100	5533450
55	S1	100	70	371200	5532800
55	LE	110	10	371200	5532800
56	S1	70	99	371250	5532600
57	S1	91	65	371325	5532450
58	S1	35	64	371450	5531400
59	S1	114	64	371300	5531050
60	S1	96	50	370750	5530500
61	S1	50	99	370700	5530400
62	S1	66	55	370700	5530200
62	LE	69	20	370700	5530200
63	S1	65	85	370550	5529775
64	S1	130	99	370750	5528875
65	S1	110	80	370750	5528650
66	S1	278	87	365950	5521850
66	LE	95	16	365950	5521850
67	S1	92	80	369600	5533150
67	LE	109	18	369600	5533150
68	S1	24	75	372042	5529674
68	G1	281	84	372042	5529674
68	LE	30	45	372042	5529674
69	S1	290	49	371850	5529800
70	S1	49	83	367650	5531550

**Annexe 3 :**  
Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
70	S1	296	62	367650	5531550
70	S1	245	70	367650	5531550
71	S1	30	70	369050	5529775
72	S1	111	62	369500	5529500
72	LE	97	14	369500	5529500
72	S0	360	21	369500	5529500
73	S1	92	67	369850	5528250
73	LE	106	10	369850	5528250
74	S1	340	10	366471	5520298
74	LE	65	10	366471	5520298
76	G1	81	45	369395	5536915
76	LE	140	29	369395	5536915
77	G1	140	52	369358	5537190
78	G1	119	72	369361	5537173
78	LE	135	21	369361	5537173
79	G1	92	58	369494	5537269
79	G1	102	46	369494	5537269
79	LE	143	18	369494	5537269
80	G1	102	46	369312	5537455
81	S1	125	82	370834	5534954
81	LE	276	20	370834	5534954
82	S1	98	60	370190	5535105
82	LE	132	20	370190	5535105
83	S1	125	56	369933	5535595
84	S1	110	99	369646	5535005
85	S1	26	56	361032	5518153
85	S1	5	46	361032	5518153
85	LE	103	46	361032	5518153
86	S1	315	18	361143	5518014
86	S1	305	21	361143	5518014
87	S1	4	39	363296	5518013
87	S1	5	41	363296	5518013
87	S1	3	44	363296	5518013
87	LE	311	47	363296	5518013
88	faille	2	85	364125	5519499
90	S1	350	40	364534	5520288

**Annexe 3 :**  
Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
90	LE	55	35	364534	5520288
74	S1	350	40	366467	5520079
74	LE	145	5	366467	5520079
74	S1	332	7	366467	5520079
91	S1	34	20	366854	5520020
91	LE	117	21	366854	5520020
92	S1	300	90	367188	5519986
92	S0	292	68	367188	5519986
93	S1	253	24	367537	5519771
93	S1	306	76	367537	5519771
93	dyke	260	40	367537	5519771
94	S1	115	80	368269	5519426
94	dyke	70	70	368269	5519426
95	S1	270	70	368660	5519212
95	I1F	200	30	368660	5519212
96	S1	260	86	368855	5519059
96	S1	20	8	368855	5519059
96	LE	80	8	368855	5519059
97	I1G	200	70	368952	5519178
98	S0	340	99	369245	5519095
99	S1	80	83	370080	5519382
100	I1F	65	50	370297	5519146
102	S1	110	80	370765	5518598
102	S1	100	40	370765	5518598
102	LE	110	3	370765	5518598
102	I1F	110	75	370765	5518598
103	S1	260	65	374124	5517841
103	LE	140	20	374124	5517841
103	I1F	75	85	374124	5517841
104	S1	30	70	373199	5518018
104	S1	138	78	373199	5518018
105	S0	100	80	372912	5517855
106	faille	100	80	372429	5517462
108	dyke	105	88	376826	5517933
108	dyke	220	64	376826	5517933
109	dyke	45	85	377202	5517831

### Annexe 3 :

#### Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
110	S1	45	75	378156	5518018
110	S0	225	45	378156	5518018
111	S1	77	70	378254	5517880
112	S1	25	70	378693	5517813
114	S1	220	88	379461	5517499
114	S1	230	78	379461	5517499
115	S1	10	80	379712	5517500
117	S1	48	78	380837	5516855
118	S1	80	78	380837	5516487
119	S1	167	82	381096	5516285
119	dyke	105	80	381096	5516285
119	dyke	20	75	381096	5516285
119	dyke	240	80	381096	5516285
120	S1	15	80	361201	5516104
121	S1	180	80	381298	5516028
122	S1	95	72	382017	5515543
123	S1	70	76	382339	5515231
123	S1	90	85	382339	5515231
124	S1	170	66	382705	5514238
124	S1	163	65	382705	5514238
124	LE	342	12	382705	5514238
124	I1F	160	75	382705	5514238
125	G1	10	55	383206	5538764
125	LE	172	25	383206	5538764
126	S2	15	12	384526	5537795
126	LE	15	25	384526	5537795
127	G1	225	75	384752	5537709
127	LE	50	18	384752	5537709
128	G1	40	66	384952	5537527
128	LE	40	20	384952	5537527
129	G1	200	85	384188	5537951
130	S2	200	72	384206	5537647
130	LE	25	4	384206	5537647
130	LE	10	28	384206	5537647
131	G1	15	85	383849	5538297
131	LE	15	20	383849	5538297

### Annexe 3 :

#### Mesures structurales sur le terrain

STATION	TYPE	DIRECTIO	PENDAGE	UTME	UTMN
132	G1	0	88	383389	5538166
132	LE	0	8	383389	5538166
133	G1	15	88	383363	5537923
133	LE	15	0	383363	5537923
134	G1	5	82	383355	5537627
134	LE	25	10	383355	5537627
134	dyke	305	76	383355	5537627
135	G1	348	75	383409	5536516
135	LE	350	12	383409	5536516
136	G1	300	80	379521	5531199
137	G1	290	80	379721	5531279
138	G1	290	65	379657	5531456
138	LE	68	68	379657	5531456
139	G1	15	30	379304	5533052
139	G1	20	35	379304	5533052
140	G1	0	44	379488	5533758
140	LE	130	30	379488	5533758
141	G1	4	46	379768	5534287
141	LE	155	18	379768	5534287
142	G1	335	62	380081	5534400
142	LE	145	28	380081	5534400

**Annexe 4 :**  
Mesures structurales en laboratoire

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
1	S2	340	69	382512	5533098
1	LI	140	43	382512	5533098
1	G1	84	47	382512	5533098
2	G1	10	50	381896	5533973
6	LE	180	5	381700	5534900
6	S2	11	88	381700	5534900
6	LI	13	7	381700	5534900
6	S2	5	82	381700	5534900
6	LI	6	9	381700	5534900
6	G1	0	30	381700	5534900
6	G1	2	62	381700	5534900
7	G1	290	30	381725	5536025
8	S1	22	66	383596	5534500
9	LE	15	3	383825	5534250
9	S1	16	60	383825	5534250
9	S1	35	70	383825	5534250
10	S1	220	84	383800	5533700
12	S1	88	44	383600	5532750
13	S2	21	84	382650	5532700
13	G1	45	76	382650	5532700
14	S1	105	79	376471	5531517
15	LE	106	9	376200	5531900
15	S1	106	56	376200	5531900
15	S2	120	70	376200	5531900
15	LI	134	38	376200	5531900
16	S1	100	50	376100	5532000
18	LE	285	9	375900	5531293
18	S1	115	80	375900	5531293
19	S1	96	64	375595	5531125
19	S0	248	88	375595	5531125
20	LE	266	2	375575	5530650
20	S1	86	55	375575	5530650
21	LE	22	1	375175	5530650
21	S1	36	60	375175	5530650
21	S0	2	80	375175	5530650



**Annexe 4 :**  
Mesures structurales en laboratoire

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
23	S1	189	70	375200	5530350
24	S1	276	8	369657	5527136
25	S1	76	26	369350	5527050
26	S1	115	1	368225	5525900
27	LE	75	30	367200	5523200
27	LE	105	29	367200	5523200
27	S1	255	86	367200	5523200
27	S1	10	29	367200	5523200
29	S1	12	49	365700	5521000
30	G1	165	66	381750	5536450
31	LE	354	1	381625	5537000
31	G1	352	74	381625	5537000
32	G1	295	35	381500	5537575
33	LI	179	0	381550	5538100
33	S2	359	43	381550	5538100
33	G1	359	76	381550	5538100
34	LE	121	9	380550	5530800
34	S1	288	65	380550	5530800
34	S1	301	84	380550	5530800
35	S1	115	30	379450	5531050
35	S1	95	29	379450	5531050
36	G1	135	70	379075	5530900
37	S1	275	80	376550	5529150
38	S1	265	63	371900	5528150
40	LE	104	3	371200	5528450
41	S2	110	0	367375	5537525
41	G1	65	50	367375	5537525
42	LE	261	29	367450	5537700
42	G1	81	49	367450	5537700
43	LE	245	30	367650	5537800
43	S2	65	60	367650	5537800
43	LI	65	0	367650	5537800
43	G1	65	44	367650	5537800
44	LE	285	5	367450	5537875
44	G1	105	73	367450	5537875
45	S1	90	34	371150	5535950

### Annexe 4 :

#### Mesures structurales en laboratoire

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
46	LE	106	1	371000	5535750
46	S1	108	81	371000	5535750
46	S1	106	58	371000	5535750
46	S1	103	52	371000	5535750
47	LE	255	6	370950	5535225
47	S1	255	88	370950	5535225
48	S1	45	70	369125	5536100
48	S1	45	47	369125	5536100
49	LE	280	11	371290	5534860
49	S1	100	66	371290	5534860
50	LE	70	4	371050	5534925
50	S1	70	51	371050	5534925
50	S1	90	52	371050	5534925
52	S1	90	85	370925	5534375
53	S1	95	66	370925	5533800
54	LE	310	1	371100	5533450
54	S1	130	46	371100	5533450
55	LE	100	1	371200	5532800
55	S1	100	83	371200	5532800
57	S1	80	61	371325	5532450
58	LE	11	1	371450	5531400
58	S1	11	55	371450	5531400
62	S1	70	61	370700	5530200
63	S1	64	84	370550	5529775
65	S1	106	88	370750	5528650
66	S1	274	81	365950	5521850
67	G1	92	14	369600	5533150
68	G1	271	14	372042	5529674
71	LE	12	25	369050	5529775
71	S1	11	89	369050	5529775
72	S1	270	45	369500	5529500
73	S1	295	72	369850	5528250
74	LE	50	20	366471	5520298
74	S1	324	12	366471	5520298
90	S1	33	50	366467	5520079
92	S1	319	85	367188	5519986

### Annexe 4 :

#### Mesures structurales en laboratoire

STATION	TYPE	DIRECTION	PENDAGE	UTME	UTMN
92	LE	134	32	367188	5519986
96	S1	271	12	368855	5519059
100	S1	77	36	370297	5519146
100	LE	249	25	370297	5519146
103	S1	134	85	374124	5517841
103	LE	135	6	374124	5517841
114	S1	247	72	379461	5517499
114	LE	247	26	379461	5517499
119	S1	150	88	381096	5516104
123	S1	308	80	382339	5515231
124	S1	250	52	382705	5514238
124	S2	165	99	382705	5514238
126	G1	13	84	384526	5537795
126	LE	13	21	384526	5537795
132	G1	10	85	383389	5538166
132	LE	10	6	383389	5538166
137	G1	277	29	379721	5531279
137	LE	211	10	379721	5531279
138	S1	365	86	379657	5531456
138	LE	90	87	379657	5531456
140	G1	39	38	379488	5533758
140	LE	125	32	379488	5533758
142	G1	335	72	380081	5534287
142	S2	90	47	380081	5534287

### Annexe 5 :

Mesure de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur

STATION	ANGLE DE CHUTE	PENDAGE
<b>DOMAINE A</b>		
6	173	64
6	175	62
7	15	29
13	115	54
13	120	50
30	23	39
31	0	74
32	42	50
33	32	46
125	150	55
132	8	88
132	6	85
133	0	88
134	13	82
135	12	75
137	114	29
138	74	65
138	90	86
140	124	44
140	87	38
141	147	46
142	151	62

	<b>DOMAINE B</b>	
14	7	74
16	19	35
17	24	39
17	43	39
34	22	90
36	157	70
42	27	39
42	29	52
42	159	49

### Annexe 5 :

Mesure de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur

STATION	ANGLE DE CHUTE	PENDAGE
43	160	44
44	24	55
44	175	73
45	1	46
46	50	36
46	1	58
47	135	59
47	180	88
48	5	54
48	31	50
49	57	70
49	2	72
49	170	66
50	0	60
50	30	75
50	3	51
52	18	66
53	15	74
54	57	90
54	179	46
55	13	70
55	1	83
62	18	55
76	63	45
78	25	72
79	41	46
82	34	60

	SOUS-DOMAINES C1	
20	178	55
21	6	60
25	37	30
26	67	32
26	149	27

### Annexe 5 :

Mesure de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur

STATION	ANGLE DE CHUTE	PENDAGE
27	10	88
27	89	39
27	30	86
27	94	29
58	1	55
66	16	87
71	25	89
72	6	62
73	15	67
86	96	46
90	70	40

	SOUS-DOMAIN C2	
28	89	40
28	90	50
28	51	60
38	137	40
38	119	35
40	81	45
40	90	43
74	58	40
74	93	7
74	86	12
91	83	20
96	60	8

	SOUS-DOMAIN C3	
92	148	85
100	159	36
102	10	40

### Annexe 5 :

Mesure de l'angle de chute de la linéation dans le plan porteur

STATION	ANGLE DE CHUTE	PENDAGE
<b>SOUS-DOMAIN D1</b>		
8	175	70
9	167	65
9	2	60
126	25	82
126	21	84
127	16	75
128	18	66
130	2	72
131	20	85

<b>SOUS-DOMAIN D2</b>		
103	6	85
114	155	72
124	11	65