

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC A CHICOUTIMI

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

PAR
ERIC DUCHARME
B.Sc DE LA TERRE

ETUDE DES STYLES STRUCTURAUX
DES TERRAINS DE LA CEINTURE PARAUTOCHTONE
ADJACENTS AU FRONT DE GRENVILLE
SITUÉS A L'EST DE SENNETERRE

Août 1994



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 portion de la ceinture parautochtone située au Sud de la Sous-province de l'Abitibi à l'est de Senneterre est marquée par une déformation grenvillienne survenue lors d'une collision de type continent-continent. Ainsi une large bande de roches, au sud du Front de Grenville, présente une histoire tectonométamorphique polyphasée présumé archéenne et grenvillienne.

Quatre signatures structurales ont été reconnues. les plus anciennes d'âge kénoréen sont des plis isoclinaux auxquels sont associés une fabrique principale de plan axial. Trois autres signatures structurales sont reconnues comme étant cette fois-ci d'âge grenvillien. Une première phase de déformation produit le plissement des anciennes signatures kénoréennes. Une deuxième phase de déformation continue ou synchrone à la précédente transforme les fabriques en une zone de mylonite de haute température affectée par un cisaillement simple et marquée par un transport tectonique inverse vers le Nord-Ouest. Enfin une dernière phase de déformation grenvillienne implique un mouvement inverse tardif vers le Nord-Ouest de niveau moyen localisé au contact entre les roches de la Sous-Province de l'Abitibi et des roches de la Ceinture parautochtone.

Dans la Ceinture parautochtone, deux assemblages métamorphiques de haut grade sont reconnus dont l'un est interprété archéen et l'autre grenvillien. Le métamorphisme au faciès des amphibolites supérieures suggère une exhumation des niveaux profonds des roches supracrustales de la ceinture parautochtone lors du chevauchement vers le Nord-Ouest des terrains de la ceinture allochtone polycyclique.

Remerciements

Je tiens à remercier mes deux co-directeurs, le Dr. Réal Daigneault et le Dr. E.H. Chown chercheurs et professeurs à l'UQUAC, pour m'avoir appuyé dans mon étude ainsi que, le Dr.G. Woussen, chercheur et professeur à l'UQAC, ainsi que M.J. Moorhead correcteur externe, tous deux membres de mon comité de mémoire.

Également je dois remercier particulièrement M. Réjean Girard étudiant au doctorat à l'UQAC, pour ses conseils sur le terrain et les références qu'il m'a fournies.

Grand merci, également, à M. Yvon Boudreault qui à procédé à la fabrication des lames minces.

Ce projet à pu être réalisé lors d'une campagne de cartographie pendant l'été 1992 sous la direction de J. Moorhead du Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
TABLE DES MATIERES.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES PLANCHES.....	vii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I: PROBLEMATIQUE ET CADRE GÉOLOGIQUE.....	1
1.1 Énoncé du problème.....	5
1.2 Objectifs	6
1.3 Localisation.....	7
1.4 Méthodologie.....	9
1.5 Province de Grenville.....	9
1.5.1 Ceinture paraautochtone.....	10
1.5.2 Ceinture allochtone polycyclique.....	11
1.5.3 Ceinture allochtone monocyclique.....	12
1.6 Géologie régionale.....	12
1.6.1 Complexe d'Attic.....	13
1.6.2 Terrains du lac Témiscamingue.....	14
a) Métamorphisme local.....	14
b) Géochronologie locale.....	16
c) Géochimie locale.....	17
CHAPITRE II: GÉOLOGIE ET ANALYSE STRUCTURALE.....	18
2.1 Description des lithologies.....	19
2.1.1 Terrain du lac Témiscamingue.....	19
a) Paragneiss.....	19

b) Gneiss tonalistiques.....	20
c) Gneiss intermédiaires et mafiques.....	21
d) Microgabbros et diabases.....	22
2.2 Géologie structurale.....	23
2.2.1 Introduction et généralités.....	23
2.2.2 Secteur est.....	27
a) Fabrique principale.....	35
b) Fabrique et plis anciens.....	35
c) Fabriques et plis tardifs.....	39
d) Relations entre les assemblages minéralogiques et les fabriques.....	42
e) Sommaire du secteur est.....	43
2.2.3 Secteur central.....	45
a) Fabrique principale.....	46
b) Plis tardifs.....	56
c) Relations entre les assemblages minéralogiques et les fabriques	58
d) Sommaire du secteur central.....	65
2.2.4 Sous-secteur central.....	65
a) Sommaire du sous-secteur.....	72
2.2.5 Secteur nord.....	72
2.2.6 Front de Grenville.....	76
CHAPITRE III: DISCUSSION ET CONCLUSION.....	82
3.1 Relations entre les styles structuraux des secteurs central et est.....	83

3.2 Relations entre les styles	
structuraux des secteurs central,	
est et du sous-secteur central.....	89
3.3 Relations structurales entre le secteur nord	
et le terrain du lac Témiscamingue.....	91
3.4 Front de Grenville.....	91
3.5 Conclusion.....	92
RÉFÉRENCES	97

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1. Carte de localisation et cadre géologique régional.....	8
Figure 2. Carte géologique de la région étudiée.....	15
Figure 3. Localisation des affleurements et des limites des secteurs structuraux.....	24
Figure 4. Carte des trajectoires des fabriques planaires.....	28
Figure 5. Stéréogrammes des fabriques planaires.....	29
Figure 6. Carte des trajectoires des linéations.....	30
Figure 7. Comparaison stéréographique entre les linéations d'étirement et les axes de pli.....	31
Figure 8. Localisation des planches du secteur est.....	33
Figure 9. Compilation des données structurales sur stéréogramme du secteur est.....	34
Figure 10. Localisation des planches et des données structurales du secteur central.....	47
Figure 11. Compilation des données structurales sur stéréogramme du secteur central.....	48
Figure 12. Carte des éléments structuraux du sous-secteur central.....	68
Figure 13. Localisation des planches et des données structurales du secteur nord.....	74
Figure 14. Compilation des données structurales sur stéréogrammes du secteur nord.....	75

Figure 15. Localisation des planches et des données structurales du Front de Grenville.....	78
Figure 16. Compilation des données structurales sur stéréogrammes du Front de grenville.....	79
Figure 17. Bloc diagramme résumant les principaux événements structuraux de la ceinture parautochtone de la région étudiée.....	95

TABLEAU

Tableau 1. Tableau des styles structuraux pour les épisodes kénoréen et grenvillien.....	96
--	----

LISTE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Planche 1. Fabrique principale du secteur est.....	37
Planche 2. Fabrique ancienne du secteur est.....	38
Planche 3. Pli isopaque du secteur est.....	41
Planche 4 a). Photomicrographie de cristaux d'hypersthène idiomorphe.....	44
Planche 4 b). Photomicrographie de cristaux de grenat idiomorphe.....	44
Planche 5. Fabrique principale du secteur central.....	49
Planche 6 a). Photomicrographie d'une ombre de pression sigma autour d'un grenat.....	52
Planche 6 b). Photomicrographie d'une bande de cisaillement développé dans un gneiss mafique.....	52
Planche 7 a). Photomicrographie d'un fuseau de foliation.....	54
Planche 7 b). Photomicrographie de la recristallisation dynamique du quartz.....	54
Planche 8. Porphyroclaste sigma dans un gneiss mafique.....	55
Planche 9. Ombre de pression delta autour d'une enclave d'amphibolite du secteur central.....	57
Planche 10. Plis isoclinaux tardifs du secteur central.....	59
Planche 11. Pli d'entrainement senestre du secteur central...	60
Planche 12 a). Photomicrographie d'un agrégat de grains de grenat.....	63
Planche 12 b). Photomicrographie d'un grain d'hypersthène broyé du secteur central.....	63

Planche 13. Photomicrographie d'un cristal d'hypersthène présentant un grain de biotite en inclusion.....	64
Planche 14 a). Entrainement du rubanement gneissique à l'est du sous-secteur	69
Planche 14 b). Texture de diatexie de type schlieren.....	69
Planche 15 a). Texture de type radeau.....	70
Planche 15 b). Gneiss tonalitique à texture porphyroblastique.	70
Planche 16. Pegmatite du sous-secteur.....	71
Planche 17 a). Photomicrographie de bandes de cisaillement développées dans une mylonite.....	80
Planche 17 b). Microlithon de quartz recristallisé.....	80
Planche 18 a). Fabrique CSC' développée dans une mylonite....	81
Planche 18 b). Porphyroblaste de type sigma développé dans une mylonite.....	81

INTRODUCTION

Malgré la proximité des centres miniers de l'Abitibi et l'accès relativement facile au territoire étudié (à partir de la municipalité de Senneterre), la région située à l'est de l'axe Louvicourt - Val d'Or - Senneterre n'avait jamais fait l'objet d'un relevé géologique systématique avant le début des travaux de reconnaissances par la Commission Géologique du Canada en 1990 (Birkett et al., 1991) et de cartographie systématique en 1991-1992 par le Ministère de l'énergie et des Ressources du Québec (Birkett et al., 1992; Girard et al., 1993). Les récentes découvertes du potentiel économique (Moore, 1993), le peu de connaissance sur la région et la possibilité de profiter de la logistique disponible lors des travaux du M.E.R. pendant l'été 1992 ont favorisé la réalisation de l'étude, dans le cadre d'une maîtrise à l'Université du Québec à Chicoutimi, de cette région de la Province de Grenville.

L'hypothèse de travail formulée lors de ces travaux suppose que les gneiss de cette portion de la Province de Grenville pourraient être les équivalents métamorphiques des roches de la Sous-province de l'Abitibi remaniées lors des déformations grenvillienes (Birkett et al., 1991).

Depuis près de 20 ans, les terrains de la Province de Grenville (PG) sont considérés comme ayant été déformés par un événement tectonique occasionné par la collision de plaques (Dewey, 1973; Baer, 1974). Des auteurs tels que Davidson et

al. (1982) ont proposé un modèle de collision de type continent-continent comparable à la formation de l'Himalaya. Le modèle de collision continent-continent implique, dans le cas de la PG, deux événements tectoniques espacés de 250 Ma (Windley, 1986). La première orogénèse, appelée elzévirienne, est âgée de 1 250 Ma. Elle comprend l'accrétion de cratons ou d'îles en arc contre le protocontinent grenvillien situé, à ce moment, au sud et en marge du continent nord-américain laurentien (Hoffman, 1992). La fermeture d'un bassin océanique, qui a suivi l'événement précédent, a provoqué la collision de deux continents lors de l'événement tectonique ottawien, il y a 1 Ga. Ceci a entraîné dans la PG un épisode métamorphique et une déformation dite grenvillienne.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres où le premier présente la problématique pertinente à l'étude structurale et le cadre géologique de la Province de Grenville ainsi que la géologie régionale. Le second chapitre présente les lithologies et traite des données structurales du terrain d'étude. Enfin le dernier chapitre présente la discussion et conclusion des observations.

CHAPITRE I
PROBLÉMATIQUE ET CADRE GÉOLOGIQUE

1.1 Énoncé du problème

Sur des bases géologiques, géochronologiques et géophysiques, Rivers et al., (1989) proposent l'idée d'une collision continentale et révisent la PG dans son entier. Ils subdivisent la PG en plusieurs terrains et ceintures qui ont des significations différentes dans l'histoire tectonique de la PG. C'est ainsi qu'ils définissent la zone autochtone située au nord du Front de Grenville (FG) qui est peu affectée par l'orogénie grenvillien et composée de roches des provinces tectoniques plus vieilles ainsi que de leurs couvertures supracrustales. Au sud du FG, ils identifient une ceinture paraautochtone (CP) qui est le prolongement dans l'orogénie grenvillien des roches de la zone autochtone. Ces roches y sont fortement remaniées et déformées par une suite d'empilements de nappes de charriages allochtones chevauchant les ceintures précédentes. Ils définissent également une ceinture allochtone polycyclique (CAP) affectée par plusieurs épisodes tectoniques pré-grenvilliens et grenvilliens et une ceinture allochtone monocyclique affectée uniquement par l'orogénie grenvillien.

Les terrains de la CP ont fait l'objet d'études plus élaborées (Rivers et Chown, 1986). Les terrains de la CP ont vraisemblablement subi une première déformation d'âge kénoréen à 2.7 Ga (Machado, 1993; Gariépy et al., 1990) suivie d'un second épisode tectonique, possiblement polyphasé, d'âge grenvillien temporellement situé entre 1.3 et 1 Ga (Doig, 1977;

Snelling, 1962; Birkett et al., 1992). Ceci suppose que ces ensembles rocheux avaient acquis une anisotropie structurale avant l'épisode tectonométamorphique grenvillien; ce qui aurait influencé le style structural associé aux déformations grenvilliennes (Cobbold et Watkinson, 1981). En effet, la présence d'une anisotropie antérieure joue un rôle dans le contrôle des déformations subséquentes en entraînant une transposition des différentes structures planaires précoces selon l'anisotropie tardive régionale. Les différentes fabriques deviennent ainsi confondues sans qu'elles ne soient nécessairement reliées à un même événement de déformation. Cette particularité conditionne l'orientation des objectifs de la recherche de manière à préciser la nature des relations structurales entre les différentes fabriques.

1.2 Objectifs

Compte tenu de la particularité des terrains étudiés qui vient d'être décrite, les objectifs de ce travail viseront à fournir une définition plus précise des styles structuraux de la portion du parautochtone qui nous intéresse et à préciser les relations qui existent entre les différents événements tectoniques présumés kénoréens et grenvilliens.

La définition des relations qui existent entre les structures et les fabriques en regard des différents épisodes suit le protocole suivant:

1.Établir les relations de recouplement entre les structures et les fabriques pour chacune des échelles: micro, méso et mégascopique;

2.Établir les relations entre les fabriques ou les structures en fonction des assemblages minéralogiques qui s'y retrouvent;

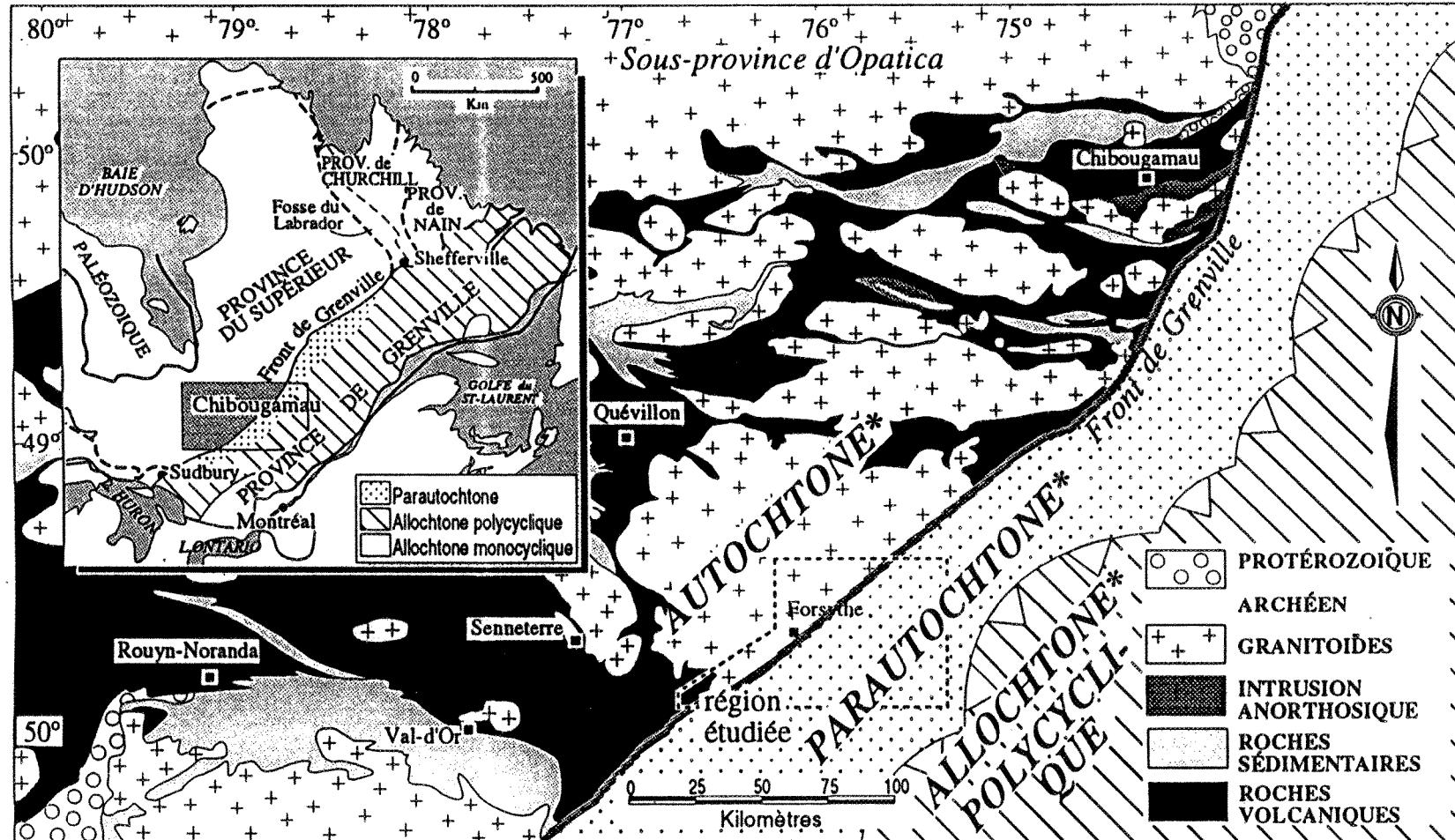
3.Définir les indicateurs de l'asymétrie de la déformation des différentes fabriques et structures;

4.Établir les corrélations entre les fabriques des différents secteurs ou domaines structuraux et les incorporer dans l'histoire tectonique de la région.

1.3 Localisation

Le secteur faisant l'objet de cette étude couvre une superficie de 1400 km². Il comprend, en partie, les feuillets SNRC 32C/01, 32C/02, 32C/08, 32B/04 et 32B/05. Il se situe approximativement à 80 km à l'est de la municipalité de Senneterre, Abitibi, et est accessible en empruntant la route de pénétration N806 en direction E vers la pourvoirie de Forsythe qui sera utilisée comme référence géographique (fig.1). Le territoire ne présente, dans l'ensemble, qu'un faible relief. Les affleurements sont relativement abondants, en particulier dans les aires de déboisement qui sont tissées

Figure 1. Carte de localisation de la région étudiée et cadre géologique régional tiré et modifié de Daigneault et Allard (1994) .



*Divisions du Grenville selon Rivers et Chown (1986), et Rivers et al. (1989).

d'un important réseau de chemins forestiers. L'accès à de grandes superficies en est ainsi facilité.

1.4 Méthodologie

Les levés ont été faits à partir de sections types établies à travers la région d'étude. Des secteurs jugés importants pour la compréhension du problème furent également levés de façon détaillée. Une centaine d'échantillons furent prélevés dans le but de fabriquer des doublets de lames minces orientés parallèlement et perpendiculairement aux linéations d'étirement. Les deux coupes sont orthogonales à la schistosité. Les données recueillies sur le terrain ont été complétées à partir de celles compilées lors des travaux de cartographie effectués par le M.E.R. (Girard et al., 1994; Girard et Moorhead, 1994).

1.5 Province de Grenville

La PG est communément décrite comme une large ceinture de roches gneissiques affectées par un métamorphisme régional de haut-grade et qui présentent un âge commun de 1 Ga. (Doig, 1977; Birkett, 1992; Heaman, 1992). Cette ceinture s'étend des Grands Lacs, en Ontario, jusqu'à la limite est du Labrador. Sa largeur peut atteindre près de 500 km. Au sud-est, la PG est bordée par les roches sédimentaires cambro-ordoviciennes de la plaine du St-Laurent, ainsi que par la partie nord-est des Appalaches. La limite nord-est de la PG correspond au FG

(Wynne-Edwards, 1972) qui représente la limite qui sépare la PG des roches de la Province du Supérieur, du Sud et de Nain.

La limite nord de la CP correspond au FG qui s'étend sur près de 2000 km selon une attitude constante NE à l'échelle continentale. Plusieurs secteurs du FG ont été étudiés le long de son parcours (Daigneault et Allard, 1993; Brown et al., 1992; Rivers, 1983). Il est établi que le FG marque la limite des déformations ductiles et des âges radiométriques grenvilliens. Il est également admis que cette discontinuité est responsable de soulèvements crustaux profonds (Wynne-Edwards, 1972; Rivers et al., 1989; Davidson, 1986) et marque la limite du métamorphisme régional de la CP. Ce métamorphisme équivaut à une double épaisseur de la croûte continentale (Martignole, 1986; Mereu et al., 1986; McLelland et Isachsen, 1980). Ceci distingue la CP des terrains de bas grade métamorphique de la zone autochtone située au nord du FG.

1.5.1 Ceinture paraautochtone

La CP couvre une large bande d'attitude NE pouvant dépasser 150 km de large et atteindre près de 2000 km de long. Sa limite septentrionale se trouve bordée par une zone tectonique d'attitude NE qui sépare la ceinture paraautochtone de son avant-pays cratonique. Le FG est également à la limite nord des âges radiométriques grenvilliens. Au Sud, la CP est bordée par le front de chevauchement allochtone (Rivers et

al., 1989).

La CP est subdivisée en plusieurs terrains (Rivers et Chown, 1986) qui sont marqués d'une histoire tectonométamorphique d'âge archéen aussi bien que protérozoïque pré-grenvillien. Les datations: , 2,65 Ga obtenus par la méthode des isotopes du Pb sur les minéraux métamorphiques de haut grade (Gariépy, 1990), 2,4 Ga et 2,8 par la méthode Rb-Sr (Doig, 1977), 2,65 Ga par la méthode U-Pb sur des monazites (Philippe et al., 1990), 1,6 Ga par la méthode K-Ar (Snelling, 1962) et de 1 Ga par la méthode des isotopes du Pb sur des monazites (Childe et al., 1993) , témoignent du caractère polycyclique de la ceinture paraautochtone. L'étude du métamorphisme corrobore également l'idée du caractère polycyclique de cette ceinture (Indares et Martignole, 1989; Marchildon, 1992).

1.5.2 Ceinture allochtone polycyclique

La ceinture allochtone polycyclique couvre la partie centrale de la PG. Cette ceinture comprend plusieurs terrains affectés par des épisodes tectoniques pré-grenvilliens (Indares et Martignole, 1989;1990). L'événement grenvillien y a toutefois provoqué un important remaniement des roches et un chevauchement de nappes cristallines vers le Nord-Est, l'empilement et le chevauchement des terrains allochtones (Rivers et Chown, 1986).

La CAP contient essentiellement des gneiss quartzo-felspathiques de haut grade métamorphique et de nombreuses intrusions. Les âges protérozoïque pré-grenvillien se situant entre 1,8 et 1,2 Ga (Dickin et higgins, 1992) confèrent aux roches supracrustales de cette ceinture une histoire tectonométamorphique polycyclique protérozoïque.

1.5.3 Ceinture allochtone monocyclique

La ceinture allochtone monocyclique se présente sous forme de nappes chevauchant la partie sud de la PG. Ces terrains présentent des lithologies différentes mais d'âge similaire. Au sud-ouest du Québec, on trouve un ensemble reconnu sous le nom du super-groupe de Grenville (Wynne-Edwards, 1972). Cet ensemble contient une variété de types de roches telles que métapélites, quartzites, amphibolites et gneiss granitiques. Ces séquences sont recoupées par des plutons de granitoïdes syntectoniques à tardi-tectoniques (Corriveau, 1990). L'âge de successions ne dépassent pas 1.3 Ga. Ces roches ont subi des déformations polyphasées associées à un métamorphisme de grade schiste vert à granulite lors de l'orogénèse grenvillienne (Rivers et al., 1989).

1.6 Géologie régionale

Les travaux de cartographie du MER (Girard et Moorhead, 1993; Birkett et al., 1992; 1991) ont permis de subdiviser le secteur de l'Est de Senneterre en plusieurs ensembles

lithodémiques. Les travaux du présent mémoire portent principalement sur le terrain du lac Témiscamingue et en moindre importance sur le complexe d'Attic. Les terrains du lac Témiscamingue sont situés dans la partie centrale de CP en marge du FG, tandis que les terrains du complexe d'Attic appartiennent à la Province du Supérieur. Ces deux terrains sont juxtaposés et séparés par le FG (Girard et Moorhead, 1993) (fig.2).

1.6.1 Complexe d'Attic

Le complexe d'Attic est défini par Girard et al. (1993) comme un ensemble lithodémique situé dans la Province du Supérieur. Il comprend principalement des gneiss quartzo-feldspatiques et des roches cristallines de composition tonalitiques pouvant être foliées.

Ce complexe est bordé au Sud-Ouest par des volcanites de la Ceinture de Carpentier-Tavernier et au Sud-Est par le FG. Ses limites en direction nord et ouest situées à l'extrême de la région étudiée ne sont pas définies (fig.2).

L'origine de ces gneiss est incertaine. Cependant, les âges établis pour ces gneiss sont près de celui des intrusions auxquelles ils sont associés. Ceci suggère qu'ils peuvent représenter les racines volcaniques enfouies d'un complexe d'arc (Girard et Moorhead, 1993).

1.6.2 Terrains du lac Témiscamingue

Les roches au sud-est du FG représentent un ensemble lithodémique diversifié dominé par des paragneiss (Girard et Moorhead, 1993) et, dans une moindre mesure, des gneiss quartzo-feldspathiques de composition tonalitique et des gneiss de composition amphibolitique, des microgabbros et dykes de diabase, ainsi que de rares intrusions granitoïdes (fig.2).

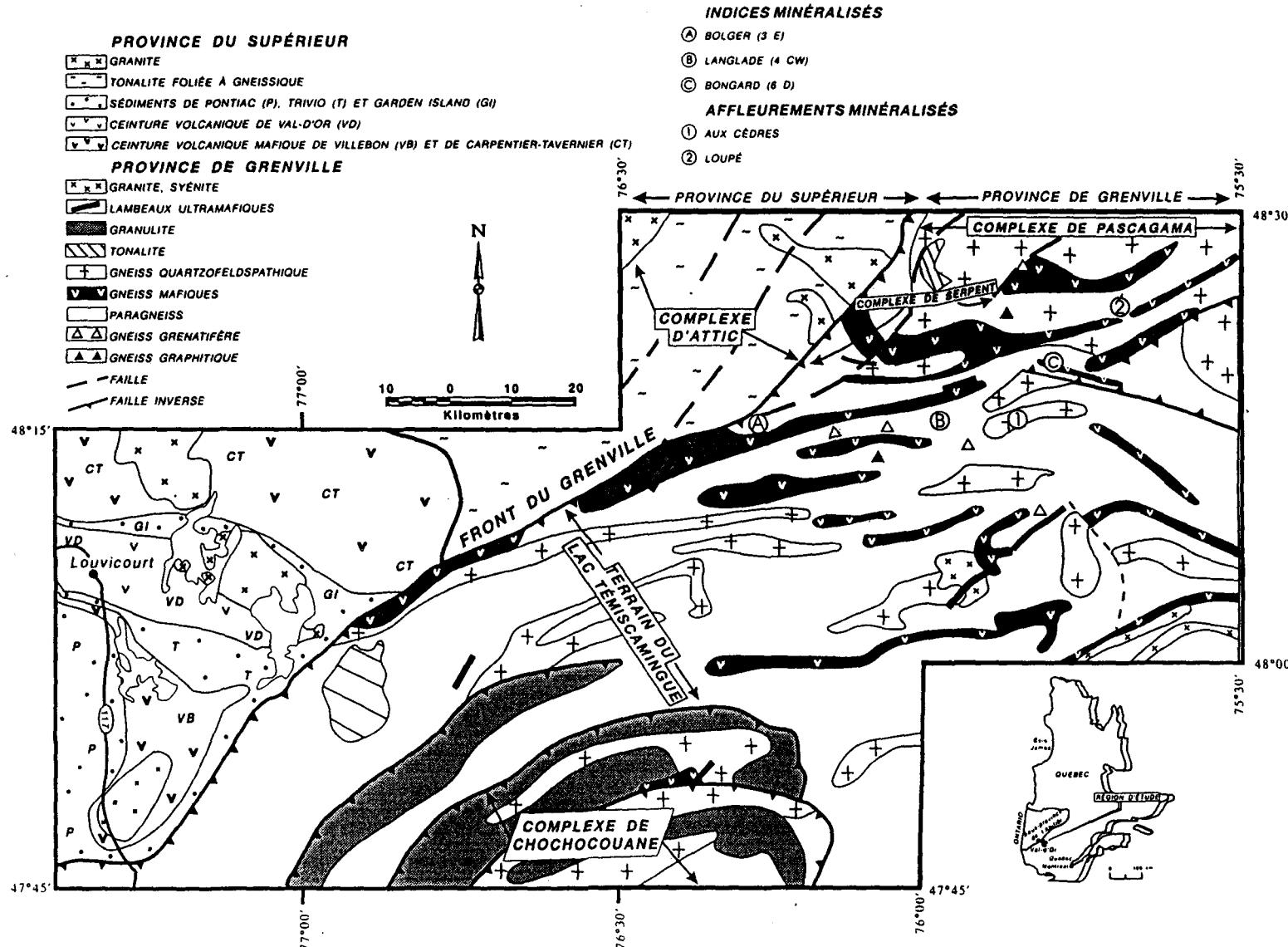
Des travaux récents ont permis d'élargir les connaissances sur le métamorphisme, la géochimie et la géochronologie de ces terrains. Certains de ces travaux sont en instance de publication; par conséquent, ils ne peuvent être cités qu'à titre de communication personnelle.

a) Métamorphisme local

Les travaux de Indares et Martignole (1989) sur des grenats zonés provenant des terrains situés au sud de Val-d'Or, dans la CP, mettent en évidence deux épisodes métamorphiques progrades caractérisés par un premier métamorphisme de haute température et basse pression et par un deuxième de basse température et haute pression.

Des travaux subséquents, faits par Marchildon (1992) dans le même secteur que celui qui nous préoccupe, présentent également une histoire tectonométamorphique polyphasée. Les métabasites recueillis au Sud du feuillet 32-C1 comportent au

Figure 2. Carte géologique simplifiée de la région étudiée,
tiré de Girard et Moorhead (1993).



moins trois assemblages et réactions associés à trois événements métamorphiques. Un premier stade métamorphique au faciès granulite, pouvant produire la diatexie partielle de la roche, s'accompagne de la cristallisation du grenat, du clinopyroxène, de l'orthopyroxène, du plagioclase et du quartz. Un deuxième assemblage est formé par l'ouralitisation des pyroxènes et est associé à un métamorphisme rétrograde . Un dernier épisode métamorphique, prograde au faciès amphibolite, produit une seconde génération de grenat en couronne de réaction autour des grenats de première génération. Ce dernier épisode montre des effets de dépressurisation à température constante lors de l'exhumation des roches (Marchildon, 1992).

b) Géochronologie locale

Les datations corroborent également l'idée du caractère polycyclique de la région (Birkett, comm. personnelle; Moore, 1993; Doig, 1977) .

Un âge de 2.65 Ga a été déterminé par radiodatation sur des pegmatites affectées d'une linéation d'étirement. Ces pegmatites recoupent les structures tectoniques du secteur qui nous préoccupe (Machado, comm. personnelle, 1993) .

Un âge de 1 025 18 Ma a été évalué par la méthode K-Ar dans la biotite magmatique provenant d'un filon de lamprophyre non déformé qui recoupe le ruban tectonique

(Birkett, comm. pers.). Ces filons présentent une altération à grenat et chlorite dans les fractures suggérant la mise en place des dykes sous les conditions d'un métamorphisme au faciès inférieur des amphibolites.

c) Géochimie locale

La présence de sulfures massifs volcanogènes, de paragneiss et de roches métavolcaniques laisse croire à une origine supracrustale, pour une partie des roches de ce secteur. Ces roches auraient subi d'importantes transformations lors d'événements tectoniques grenvilliens.

La composition chimique des roches ultramafiques et mafiques de la région est comparable à des métavolcaniques de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi (Laflèche et Birkett, manuscrit soumis; Girard, comm personnelle; Catallini, 1993). Ceci suggère que les roches d'origine supracrustale du terrain du lac Témiscamingue seraient les équivalents métamorphisés des roches archéennes des ceintures de roches vertes de la Sous-province de l'Abitibi et de Pontiac.

CHAPITRE II
GÉOLOGIE ET ANALYSE STRUCTURALE
DU TERRAIN D'ÉTUDE

2.1 Description des lithologies

2.1.1 Terrains du lac Témiscamingue

a) *Paragneiss*

Les paragneiss représentent près de 50% des lithologies reconnues au sud du FG correspondant à la moitié inférieure du secteur étudié. Ils forment des bandes irrégulières plurikilométriques, d'une largeur inférieure au kilomètre, interdigitées avec des lentilles de gneiss quartzo-felspathiques. Leur attitude est N-E et parallèle au FG. Les paragneiss sont généralement bien rubanés et foliés. Ils montrent une patine d'altération rouille; caractéristique qui les différencie des autres gneiss. Les assemblages minéralogiques comprennent le plagioclase (andésine), du quartz, de la biotite, du grenat, du feldspath potassique, de la sillimanite, de l'apatite, de l'hypersthène et un clinopyroxène. L'indice de couleur (minéraux colorés) est de 15% à 35%. La granulométrie est généralement fine à moyenne (<0.5mm).

Sur le terrain on peut retrouver une texture stromatique (Mehnert, 1968) qui se traduit par une alternance de leucosomes d'épaisseur centimétrique à grains moyens bordés par un mélanosome millimétrique de biotite. Les veines de leucosome se présentent sous forme de structure planaire parallèle à la schistosité et peuvent tout aussi bien être continues sur plusieurs décamètres, ou discontinues, et atteindre quelques

dizaines de centimètres. Les leucosomes représentent près de 20% à 60% de la roche. Les veines stromatiques sont de composition aplo-tonalitique comprenant du quartz et du plagioclase. La texture stromatique peut être accompagnée de porphyroclastes centimétriques de composition quartzofeldspathique identique à celle des veines de leucosomes; ce qui suggère qu'ils peuvent être le produit de la recristallisation dynamique des veines de leucosome. Ces porphyroclastes sont généralement concentrés sur un même horizon en association avec les veines de leucosome (planche 1b).

b) *Gneiss tonalistiques*

Les gneiss tonalistiques sont beaucoup moins abondants (20%) que les paragneiss. Quelques affleurements ont été décrits au sud de Forsythe. Ce sont des roches de couleur grise, bien rubanées, où se retrouve une alternance d'horizons clairs et foncés d'indice de couleur variant entre 5% et 60% (planche.1a). Ces gneiss ont une composition modale tonalitique qui comporte un assemblage minéralogique impliquant le quartz, le plagioclase, l'hornblende, la biotite, le grenat et occasionnellement l'augite. Ces gneiss présentent une texture rubanée et une granulométrie fine à moyenne. Des enclaves et rubans d'amphibolite sont communs en proportion variable et peuvent être boudinés. Les gneiss tonalistiques laissent voir localement un rubanement gneissique caractérisé par une texture

porphyroclastique polyminéralique de taille hétérogène atteignant de l'ordre du centimètre, lesquels sont de composition felsique à mafique et peuvent représenter 60% de la roche (planche 8).

c) *Gneiss intermédiaires et mafiques*

Les gneiss intermédiaires et mafiques ont une texture rubanée dominée par le plagioclase et l'hornblende. Ils peuvent être abondants, en particulier (50%) dans les secteurs attenants au FG et sont généralement associés aux gneiss tonalitiques. Ils possèdent une paragénèse à plagioclase, hornblende, biotite, grenat, quartz, clinopyroxène, et orthopyroxène. Les indices de coloration respectifs varient entre 15% et 50% pour les gneiss intermédiaires et entre 35% et 75% pour les gneiss mafiques.

Au sud de Forsythe, correspondant au secteur central, ces gneiss possèdent une texture rubanée avec une granulométrie homogène de grains fins à moyens. La texture porphyroclastique caractéristique de ce secteur les affecte particulièrement au sud du secteur aux affleurements No 24, 41 et 39. Les porphyroclastes pouvant atteindre plusieurs centimètres sont polyminéraux de composition mafique à intermédiaire et leur origine serait la même que celle des porphyroclastes retrouvés dans les gneiss tonalitiques.

d) Microgabbros et métadiabases

Plusieurs familles de métadiabases et de microgabbros formant des petits massifs homogènes sont aussi relevés. Les métadiabases et gabbros sont constitués de reliques d'un assemblage minéralogique primaire comprenant le plagioclase, le clinopyroxène, et l'orthopyroxène. Une paragénèse métamorphique impliquant l'hornblende, le clinopyroxène, le grenat, le plagioclase, la spinelle, la titanite et les oxydes, présentent sur les minéraux une texture coronitique

Les filons sont d'épaisseur décamétrique et peuvent être suivis sur plusieurs kilomètres. Ces intrusions et filons recoupent le grain tectonique régional. Ils présentent une faible déformation caractérisée par une linéation minérale sub-parallèle à celles qui affectant les gneiss de la région.

2.1.2 Complexe d'Attic

Les gneiss décrits au Nord du FG présentent une texture généralement rubanée, localement affectée par une texture de diatexite à grain grossier. La paragénèse des gneiss est caractérisée par le plagioclase, le quartz, la biotite, l'hornblende et, en moindre mesure, par le feldspath potassique, l'épidote et l'allanite. Ceux-ci indiquent un métamorphisme au faciès amphibolite à epidote (Girard et Moorhead, 1993).

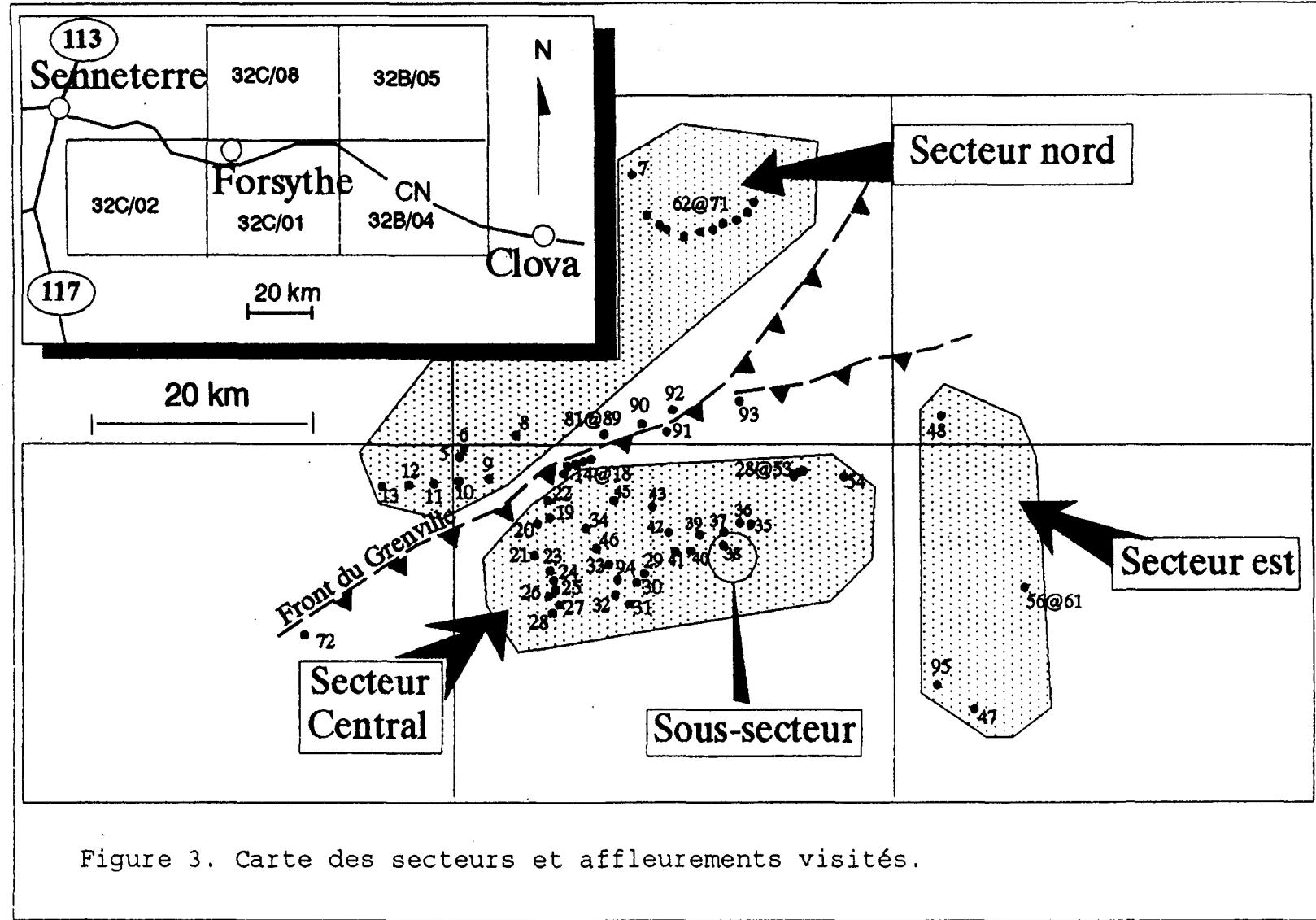
Des enclaves et rubans d'amphibolite sont localement abondants et présentent une paragénèse qui comprend du grenat, du clinopyroxène et du plagioclase (Girard et Moorhead, 1993) qui sont indicateurs du faciès amphibolite supérieur à granulite.

2.2 Analyse structurale

2.2.1 Introduction et généralité

Dans le but de simplifier l'incorporation successive des différentes fabriques et structures dans l'histoire tectonique de la portion du FG concernée, la région étudiée est divisée en cinq secteurs (fig.3). Avant de justifier cette division du terrain d'étude il faut savoir que les données structurales tirées de Girard et al. (1993) présente un grain tectonique d'attitude générale nord-est pour l'ensemble du terrain étudier qui est affecté d'un pendage abrupt vers le sud-est. L'attitude du grain tectonique ne montre pas de première abord la complexité des relations structurales puisque celles-ci peuvent être transposées selon un même plan. Ainsi les division apportées dans cette étude regroupent les affleurements qui présentent des caractéristiques communes les différenciant de ceux des secteurs voisins. Ces caractéristiques peuvent être basées sur la nature de la fabrique ou la texture qui lui est associée; elles peuvent également dépendre des relations particulières de recouplement des fabriques par des fabriques de

Figure 3. Carte des localisations des affleurements et des secteurs structuraux.



génération différente ou par des pegmatites possédant des degrés de déformation variable; enfin, elles peuvent être reliées à l'attitude particulière des fabriques planaires qui tranche avec celle des roches adjacentes. La description détaillée des fabriques et des structures associées aux différents secteurs sera donnée aux prochains sous-chapitres.

La justification de ces divisions ou regroupements d'affleurements en secteurs est d'éviter de confondre certaines fabriques planaires principales qui ne sont pas nécessairement associées aux mêmes événements et de simplifier la description structurale de l'ensemble du territoire. Il est ici important de ne pas considérer ces secteurs comme des terrains tectoniques distincts à partir des différences lithologiques limitées par des discontinuités. L'existence de tels terrains n'est néanmoins pas exclue.

Les mesures et descriptions structurales ont principalement été faites dans la partie centrale du territoire (feuillet 32 C01) correspondant au secteur central. Quelques affleurements ont été visités dans la partie nord correspondant au complexe d'Attic; il en va de même pour d'autres affleurements plus ou moins isolés, situés à l'Est, compte tenu de l'intérêt structural particulier qu'ils offraient.

Ayant à notre disposition des données structurales

compilées lors des travaux de cartographie du MER (Girard et Moorhead, 1993) aux quelles nous avons contribuées, celles-ci compléteront nos relevés et seront utilisées dans le but de mieux définir le grain tectonique et les linéations de l'ensemble du territoire.

Dans l'ensemble du territoire, le grain tectonique est souligné par le rubanement gneissique qui est généralement d'attitude N060 avec un pendage abrupt vers le SE (fig.4 et 5). Les structures planaires pénétrantes peuvent être plissées à l'échelle de l'affleurement tout comme à celle de la carte. Les travaux du MER ont mis en évidence deux plis kilométriques au centre du feuillet 32B/04 (Girard et al., 1993).

Des zones de cisaillements ductiles correspondant à l'attitude du grain tectonique régional sont particulièrement abondantes dans le terrain du lac Témiscamingue correspondant aux secteur central. Elles sont caractérisées par des fabriques asymétriques qui indiquent un mouvement de chevauchement vers le NW.

Il est important de souligner que la carte des trajectoire des fabriques planaires est interprétée d'après les mesures fournies par le MER (Girard, comm. pers.) et sont considérées comme pertinentes à la fabrique pénétrante principale, toutefois elles sont définies par différents symboles comme étant de nature composite, métamorphique ou tectonique et d'âge différent. Les caractéristiques de ces fabriques et les données

structurales compilées spécifiquement pour cette étude sont présentées en détail plus loin.

Une linéation d'étirement à rejet de pendage et orientée entre N090 et N120 s'est développée dans le plan de la foliation. Elle présente une attitude constante notable dans tout l'ensemble des lithofaciès du secteur. La figure 6 présente les trajectoires des linéations interprétées d'après les données tirées de Girard et al. (1993) présentées sur stéréogramme à la figure 7. Les mesures prises pour cette étude sont présentées plus loin pour chacun des secteurs.

2.2.2 Secteur est

Le premier secteur décrit couvre l'Est du territoire et comprend les affleurements #47, #48, #49, #51 à #60 et #95. Malgré le peu d'affleurements visités, il est important de tenir compte des structures observées sur ces affleurements, puisqu'ils présentent d'anciennes fabriques qui sont recoupées par la fabrique principale. Les affleurements #47, #48 et #95 montrent des similitudes texturales et structurales, bien que deux de ces affleurements soient espacés de près de 20 km (fig.8). Ceci suggère que ces styles structuraux ne sont pas locaux et pourraient probablement être rencontrés sur l'ensemble du territoire. Les mesures structurales présentées sur la carte (fig.8) sont portées sur stéréogramme à la figure 9.

Figure 4. Carte des trajectoires des fabriques planaires compilées et interprétées à partir des données fournies par Girard et Moorhead., (1993). Les numéros se réfèrent aux données structurales regroupées en secteurs et portées sur les stéréogrammes de la page suivante. Ceci afin de simplifier leur lecture.

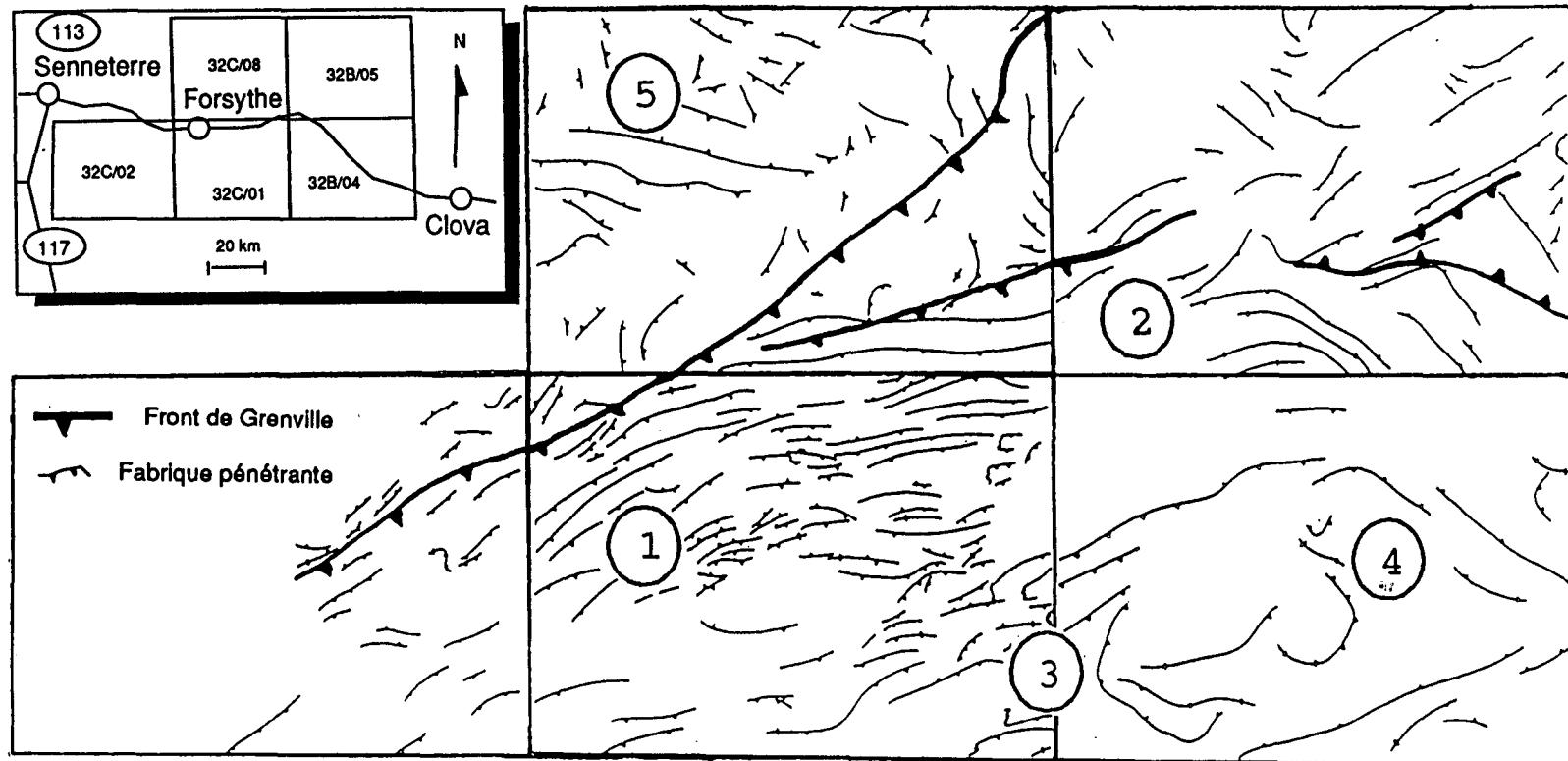


Figure 5. Compilation des fabriques planaires portées sur stéréogramme, canevas de Schmidt hémisphère inférieur, (Girard et al., 1993). Les différents symboles représentent les fabriques interprétées soit comme un rubanement migmatitique, une gneissosité, ou une schistosité. Ces différents termes sont ici tous interprétés comme la fabrique principale pénétrante soulignant le grain tectonique. Les numéros identifiant les stéréogrammes se réfèrent aux numéros sur la carte des trajectoires localisant les secteurs visités.

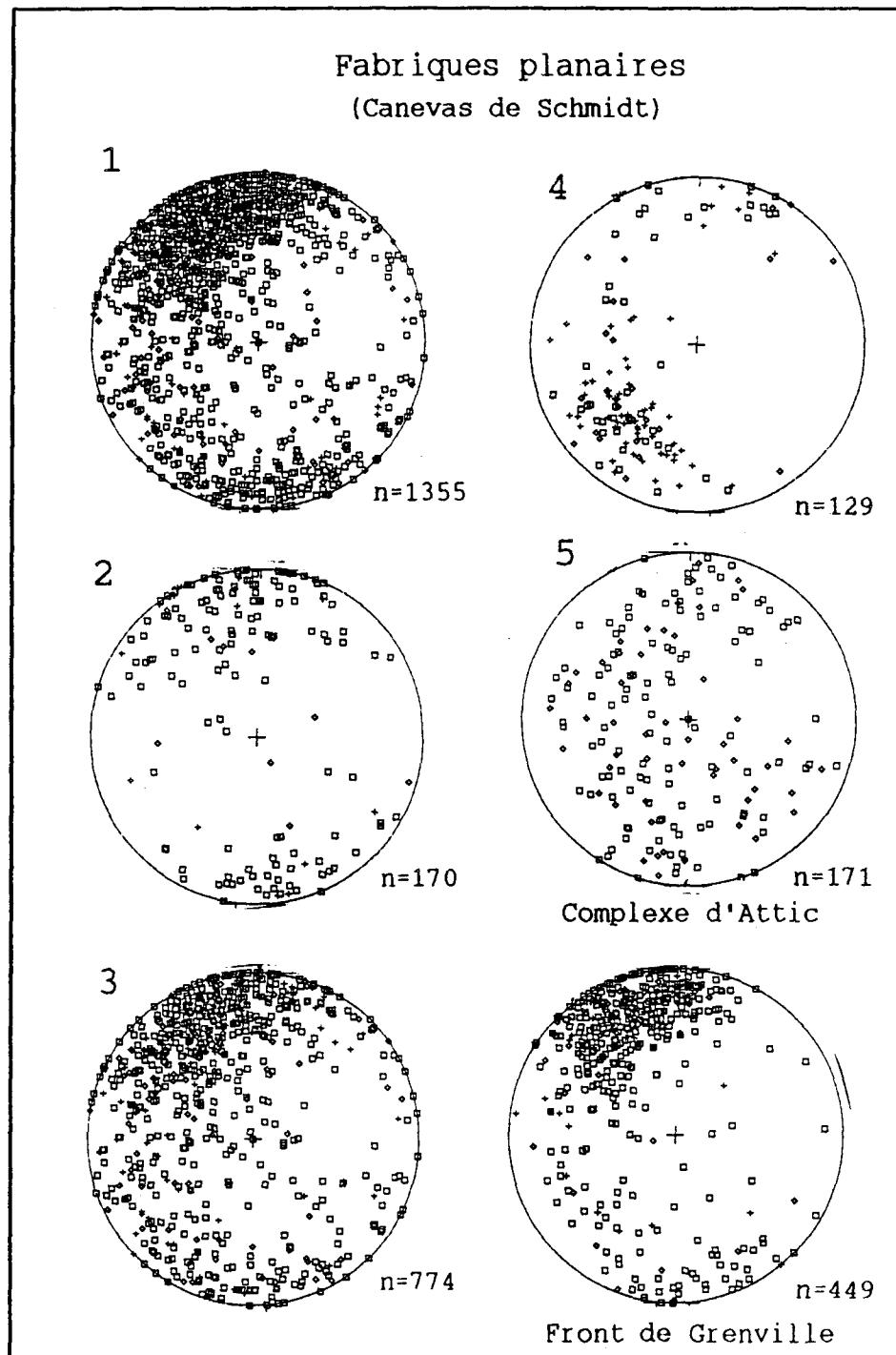


Figure 6. Carte des trajectoires des linéations minérales et d'étirements compilées et interprétées à partir des données fournies par Girard et Moorhead, (1993). Les numéros se réfèrent aux données structurales regroupées en secteurs et portées sur les stéréogrammes de la page suivante. Ceci afin de simplifier leur lecture.

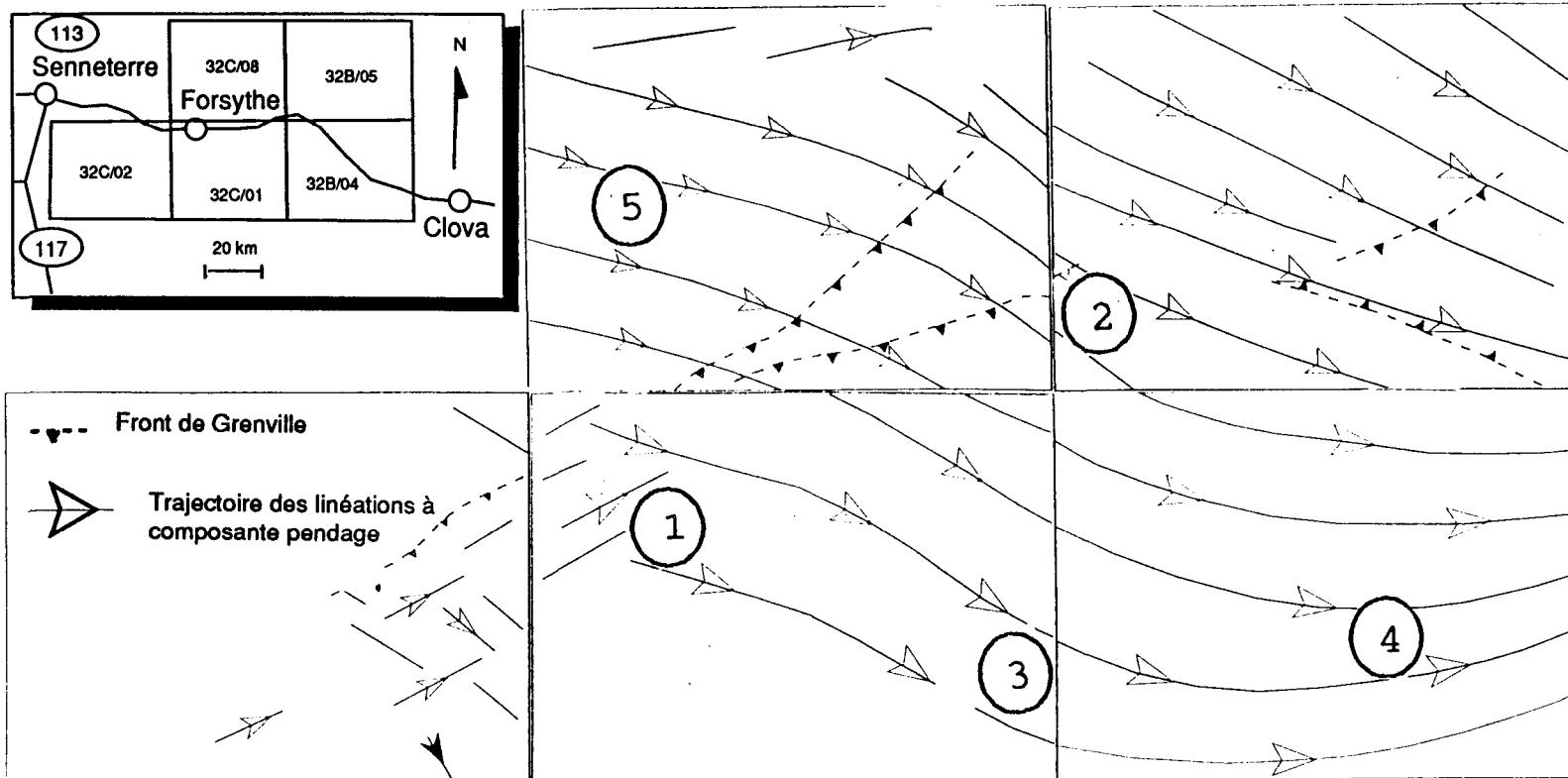
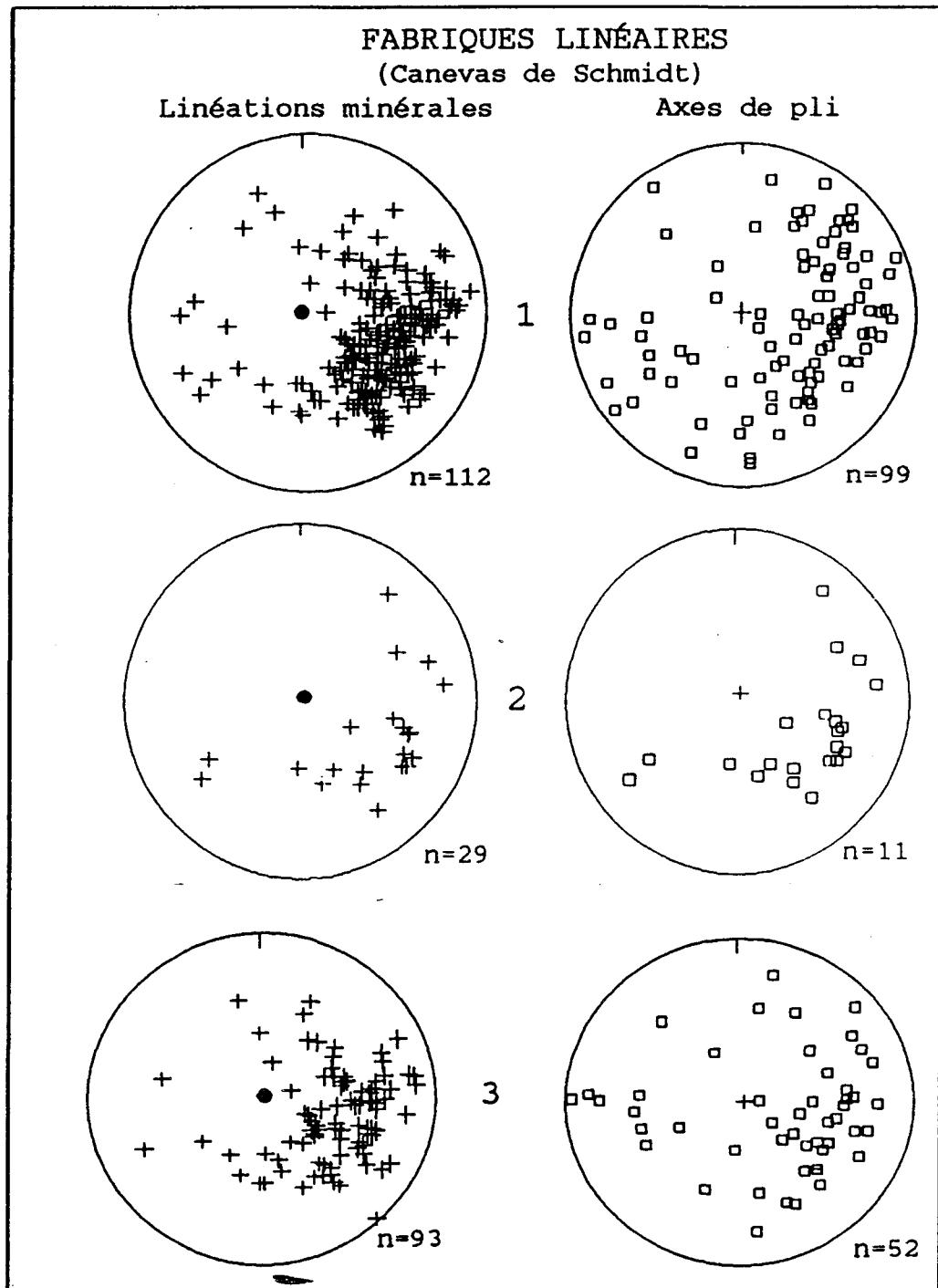


Figure 7. Compilation des linéations portées sur stéréogramme, canevas de Schmidt hémisphère inférieur et comparées aux axes de plis (Girard et Moorhead., 1993). Les numéros font référence aux numéros de la carte des trajectoires localisant les secteurs visités.



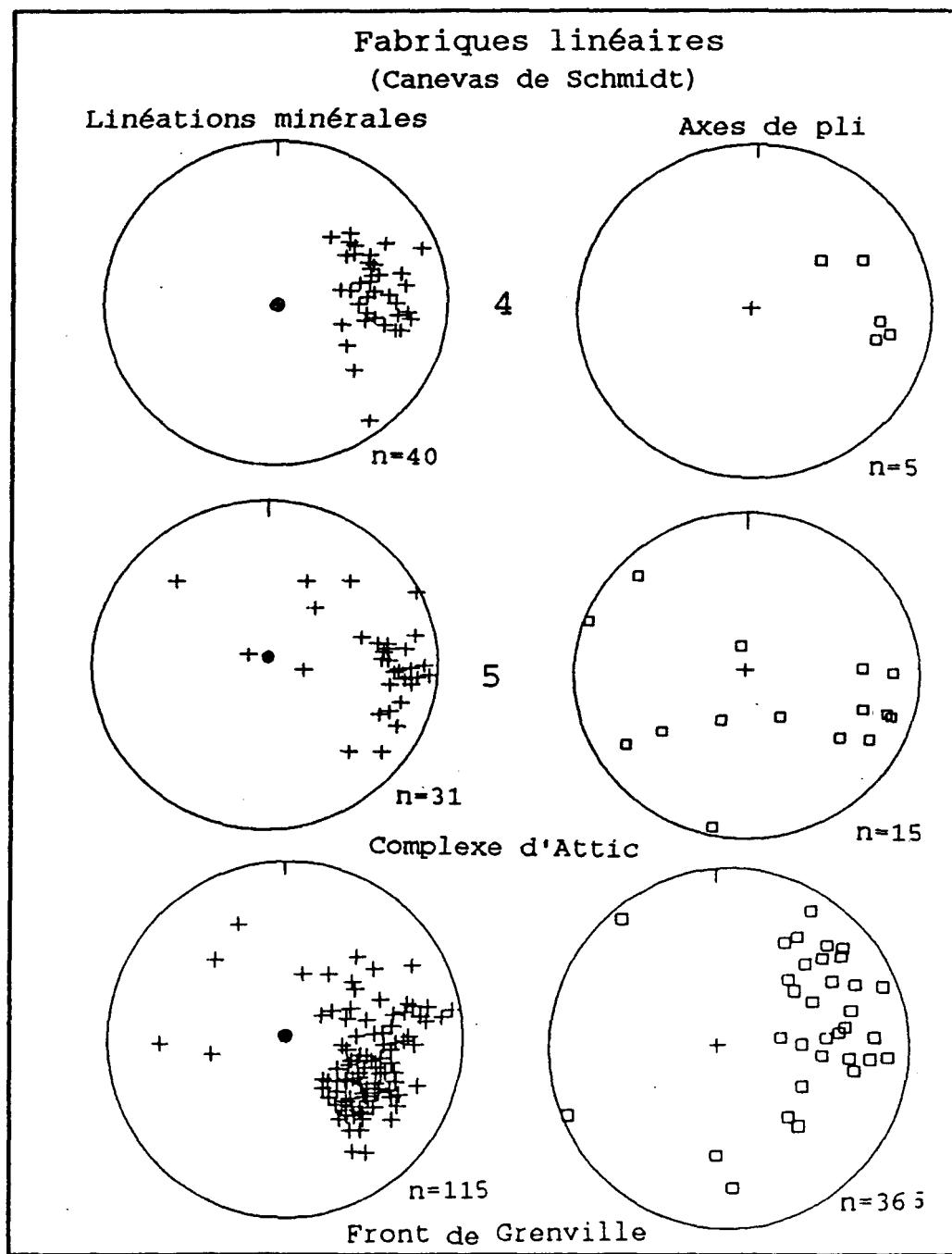


Figure 8. Carte de localisation des planches présentées dans ce document et données structurales pertinentes à cette étude. Les traits encadrent les affleurements visités du secteur est.

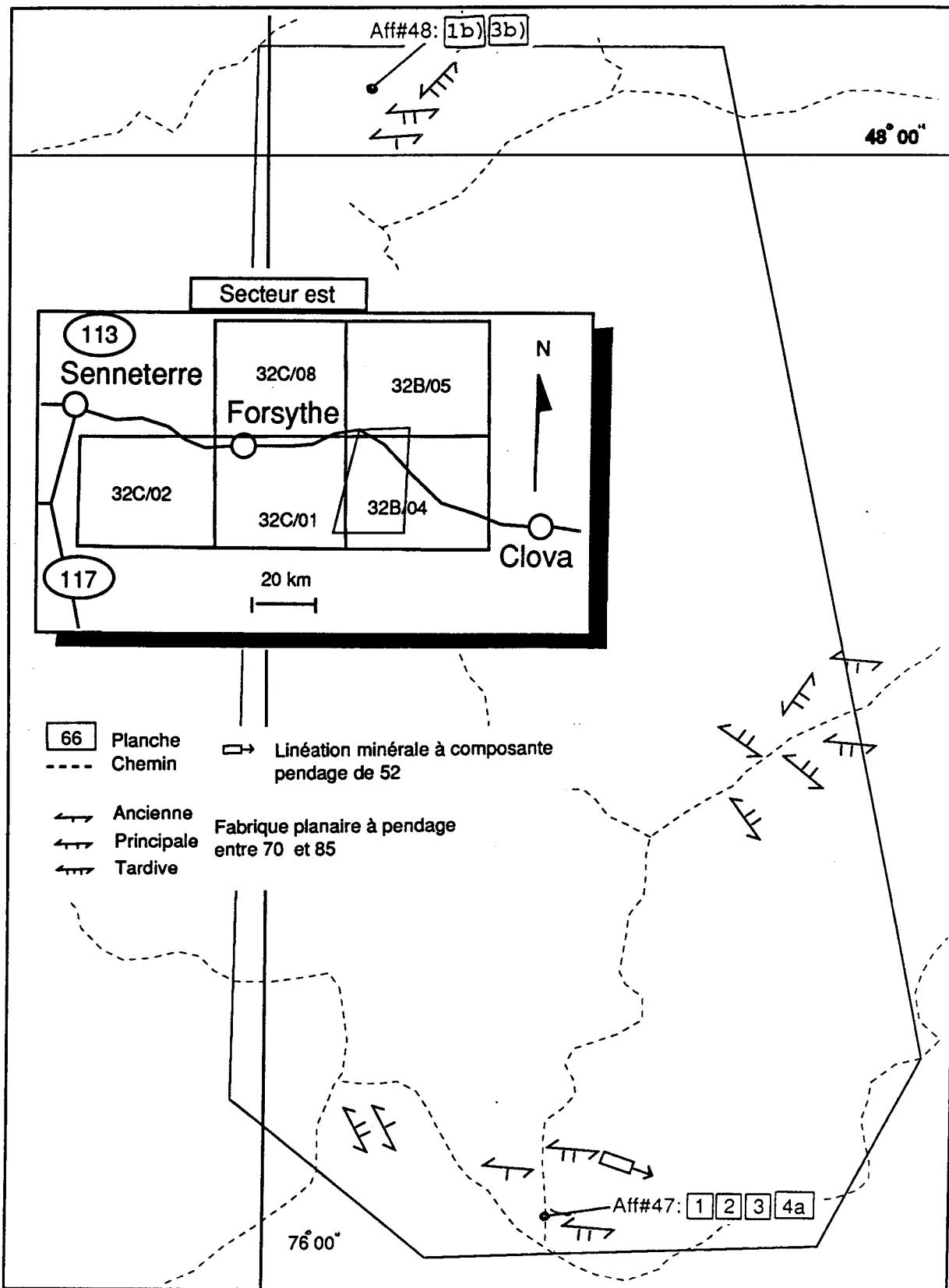
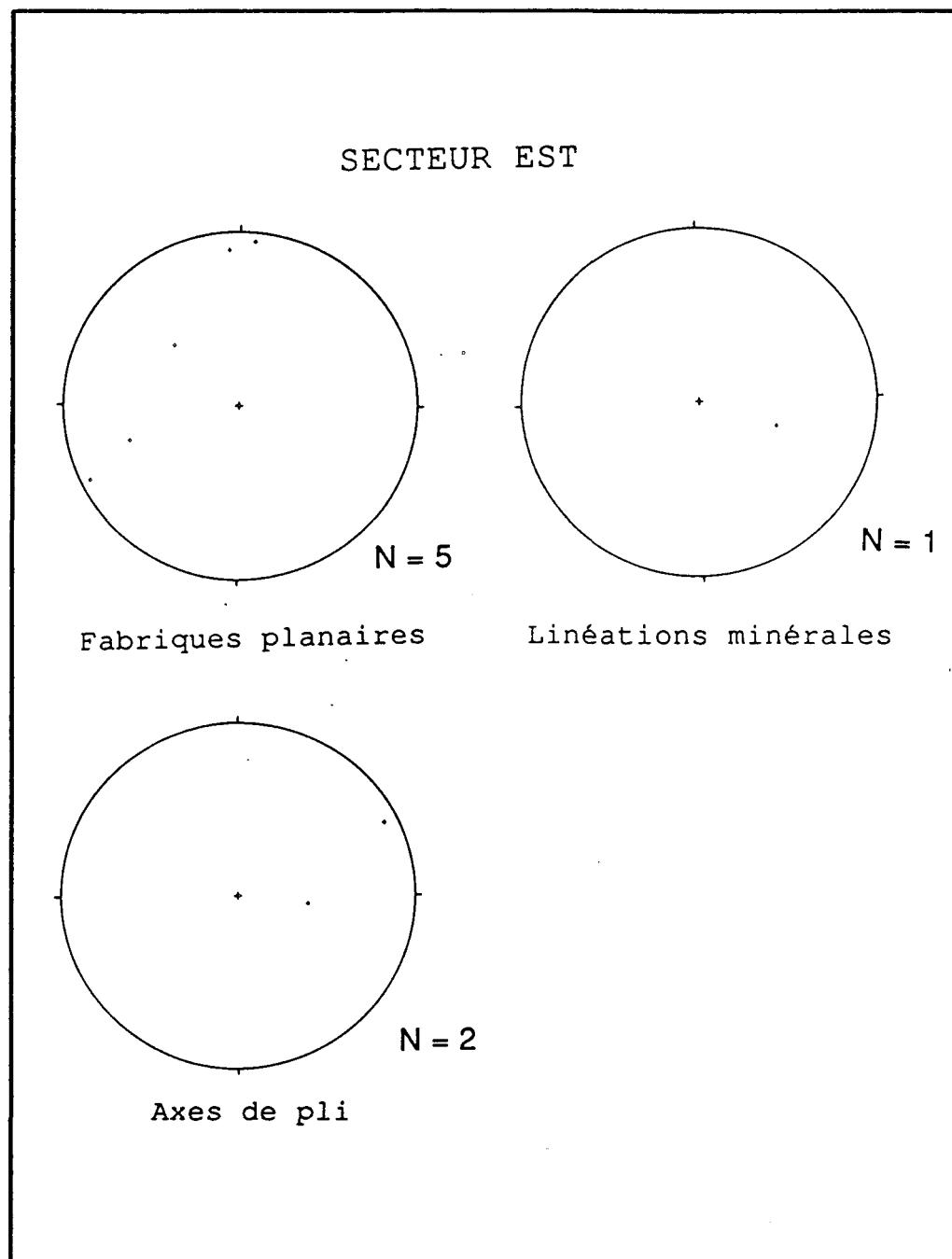


Figure 9. Compilation des données structurales du secteur est pertinentes à cette étude.



a) Fabrique principale

La fabrique principale est observée sur les affleurements #47, #48 et #95. C'est une fabrique de plan axial pénétrante à l'échelle de l'affleurement associée au pli ancien isoclinal souligné par les veines de leucosomes (planche 1 et 2a).

La fabrique principale présente une alternance de rubans quartzo-feldspathiques et de biotite. Puisque l'anisotropie régionale transpose généralement les structures selon un même plan, une relation coplanaire peut exister entre cette fabrique, les veines de leucosomes et la fabrique ancienne décrite au prochain chapitre. Néanmoins, ce qui caractérise cette fabrique est son caractère pénétrant et la relation de recouplement qui peut se présenter avec la fabrique ancienne non pénétrante.

Les microtextures associées à la fabrique principale sont lépidoblastiques et aucune texture asymétrique ne témoigne d'une déformation par cisaillement simple. Ceci suggère que l'anisotropie de la roche est produite par un aplatissement coaxial.

b) Fabrique et plis anciens

Une fabrique antérieure à la fabrique principale a été observée aux affleurements #47 et #48. Il sagit d'un rubanement qui est généralement transposé dans le plan de l'anisotropie de la roche contrôlée par la fabrique principale.

Toutefois, à quelques endroits, sur les affleurements #47 et #48, la transposition n'a pas été complète. Dans les gneiss quartzofelspathiques de l'affleurement #48 la fabrique ancienne se reconnaît par une rubanement plissé discontinu d'une épaisseur qui atteint quelques centimètres et par l'aspect légèrement diffus qui rend son observation difficile et ponctuelle (planche 2a et 2b). Le recouplement de cette fabrique ancienne par la fabrique principale pénétrante ainsi que certains caractères texturaux typiques à ce stade de déformation et le degré d'anatexie propres à ces affleurements rendent l'identification d'une fabrique ancienne plus convaincante.

Sur l'affleurement de paragneiss #47, la fabrique ancienne est caractérisée par un fin rubanement millimétrique qui contient des niveaux plus ou moins riches en biotite alternant avec des niveaux quartzofeldspathiques (planche 2a). En lame mince, il est impossible de reconnaître le rubanement associé à cette fabrique, les textures granoblastiques ayant oblitéré l'ancienne orientation des minéraux. Toutefois sur l'affleurement #47 il est possible de d'observer ce rubanement au coeur d'un pli isoclinal d'amplitude au moins décimétrique qui semble être souligné par des veines de leucosome affectées d'un plissement ptygmatitique (planche 1). La fabrique ancienne développe alors une série de petits plis poly-harmoniques symétriques, d'amplitude décimétrique, recoupés par une

Planche 1. Fabrique principale développée dans des paragneiss du secteur est. Remarquer la présence d'un pli isoclinal souligné par les veines de leucosomes. Sur les flancs du pli, la fabrique principale ainsi que les veines de leucosomes et la fabrique ancienne sont transposées dans le même plan, tandis qu'au coeur du pli la fabrique principale recoupe la fabrique ancienne. Affleurement #47.

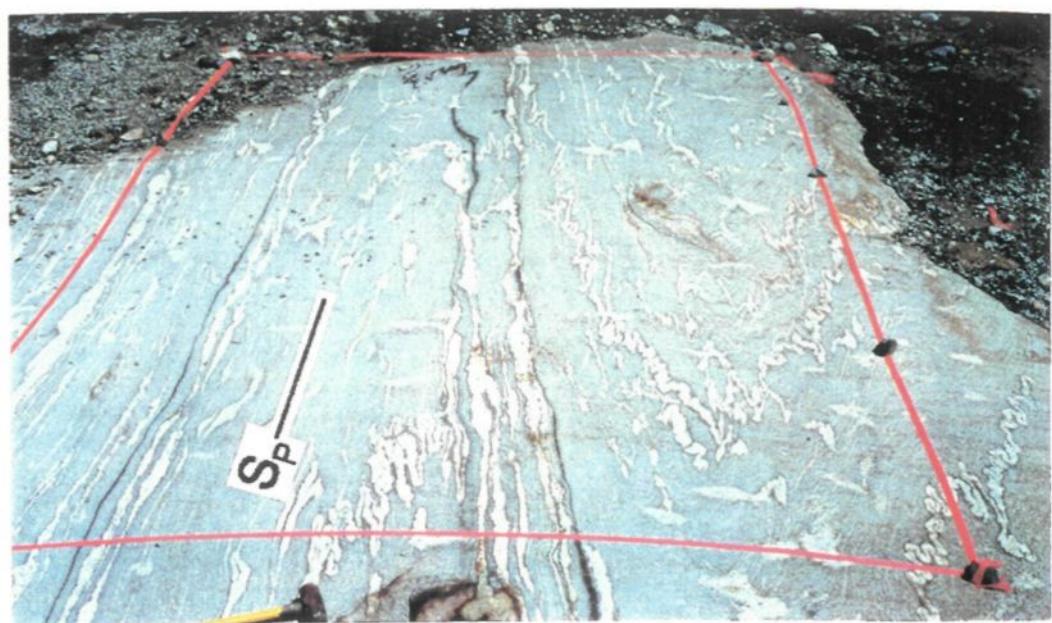


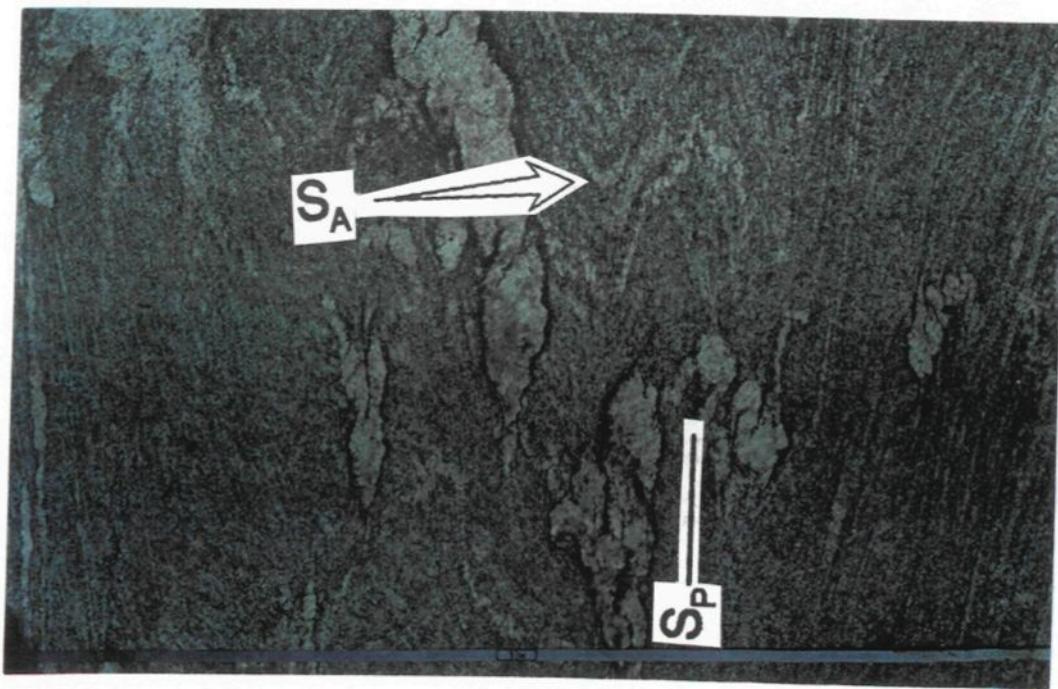
Planche 2. A) Fabrique ancienne développée dans un gneiss mafique au nord du secteur II. La fabrique est soulignée par le trait de crayon. Affleurement #48.

Planche 2. B) Fabriques anciennes développées dans un paragneiss au sud du secteur est. La fabrique est soulignée par le rubanement pâle. Noter qu'elle est recoupée par une fabrique pénétrante. Affleurement #47.

A



B



fabrique principale pénétrante et de plan axial associé au plissement affectant la fabrique ancienne. Ces plis harmoniques ne sont pas observés sur les flancs du pli isoclinal décamétrique; la fabrique ancienne est alors parallèle aux flancs du pli isoclinal et se confond ainsi avec la fabrique principale. Ceci suggère que le plissement a affecté la fabrique ancienne et, qu'au centre du pli isoclinal, cette fabrique ait subi un aplatissement selon le plan axial du pli isoclinal.

Ne connaissant pas avec certitude la relation qui existe entre les axes des plis harmoniques affectant la fabrique ancienne, qui n'ont pu être mesurés, et les axes des plis ptygmatisques affectant les veines de leucosomes, la disposition dans l'espace du pli isoclinal reste ambiguë.

c) *Fabrique et plis tardifs*

Sur l'affleurement #47, un pli isopaque d'amplitude décamétrique a permis d'établir clairement les relations qui existent entre deux générations de plissements (planche 3). Un plissement tardif affecte la fabrique principale, elle-même de plan axial associée au pli isoclinal ancien décrit à la section précédente. Les isogones du pli isopaque se traduisent sur l'affleurement par une nouvelle génération de veines de leucosomes qui dessinent un patron en éventail convergeant vers le coeur du pli. Ces veines de leucosomes se sont injectées

dans de petits plans de décrochement, accommodant le plissement, et recoupent ainsi la fabrique principale pénétrante. L'absence de mélanosome bordant ces veines indique une origine allochtone contrairement aux veines bordées par un mélanosome (Mehnert, 1968). Une fabrique non pénétrante tardive définie par l'alignement de cristaux de biotite s'est également développée selon les directions des isogones. Celle-ci recoupent la fabrique principale.

L'axe du pli isopaque n'a pu être déterminé. Toutefois, l'hypothèse voulant que l'axe du pli isopaque de l'affleurement #47 soit parallèle aux linéations d'étirement est corroborée par l'analogie qui existe entre les fabriques associées au pli tardif de l'affleurement #47 et les structures de l'affleurement #48. L'affleurement #48 présente une relation de recouplement entre une fabrique planaire pénétrante principale et une fabrique tardive probablement de plan axial (planche 3). La linéation d'intersection L_3^2 , a été mesurée sur l'affleurement #48 et coïncide avec les linéations d'étirement régionales genvilliennes. Ce qui suggère que cette phase de plissement pourrait être synchrone aux linéations grenvilliennes. La géométrie et l'amplitude du pli n'ont pu être précisées, mais la proximité d'un pli régional mis en évidence par les travaux de cartographie du MER (Girard et Moorhead, 1993) appuie l'idée selon laquelle il s'agirait d'un pli de grande amplitude.

Planche 3. A) Pli isopaque reprenant la fabrique planaire principale du secteur est ainsi que les veines de leucosome. Cet affleurement est adjacent au pli isoclinal où il devient facile d'observer la relation de replissement. Affleurement #47.

Planche 3. B) Détail de la planche 12 B), qui présente une schistosité développée dans un gneiss tonalitique du secteur est, interprétée comme celle de plan axial associée à un pli tardif comparable à celui de la photo précédente.

Affleurement #48.

A



B



d) Relations entre les assemblages minéralogiques et les fabriques du secteur est

Les relations entre les minéraux des paragénèses et les fabriques permettent de situer les épisodes de déformation par rapport aux épisodes métamorphiques. La paragénèse typique des paragneiss est la biotite, le quartz, le plagioclase, le grenat, la sillimanite et l'hypersthène.

Deux générations de biotites sont distinguées. L'une présente une texture lépidoblastique; Ces grains de biotite sont idiomorphes et ne présentent pas d'évidence de déformation. La deuxième génération de biotites xénomorphes présente une texture interstitielle.

Le quartz présente une texture granoblastique et polygonale.

Le plagioclase est associé aux microrubans quartzeux. Les grains ont une forme xénomorphe à hypidiomorphe et présentent communément une texture myrmékitique lorsqu'ils sont associés aux veines de leucosome.

Les grains de grenat sont nombreux et de forme idiomorphe à texture faiblement poecilitique. Du quartz à texture polygonale est présent à leurs bordures. Ces grains recoupent la texture lépidoblastique et ne sont généralement pas ou que

très peu fracturés (planche 4a). La présence de cristaux non-déformés suggère qu'aucune déformation importante n'est postérieure à l'événement métamorphique caractérisé par la paragénèse associée au grenat.

La sillimanite est abondante et associée aux microrubans de biotite. Elle développe localement une texture en rosette. Ceci suggère que la cristallisation de la sillimanite s'est poursuivie après un relâchement des contraintes.

L'hypersthène, tout comme le grenat, est ici idiomorphe et montre une faible extinction ondulante (planche 4b). Le caractère idiomorphe de l'hypersthène associé à la première phase de métamorphisme (Marchildon, 1992) pré-grenvillien ainsi que son association avec la fabrique principale suggèrent que l'anisotropie s'est produite lors du paroxysme métamorphique et que la roche de ce domaine n'a pas subi de déformation marquée pendant le métamorphisme grenvillien.

e) Sommaire du secteur est

Ce secteur est caractérisé par deux phases de plissement. La première phase produit le plissement de type isoclinal d'une fabrique ancienne qui est accompagnée par la formation d'une fabrique principale pénétrante de plan axial. La présence d'hypersthène idiomorphe, indicatrice de l'épisode métamorphique pré-grenvillien, est associée à la fabrique

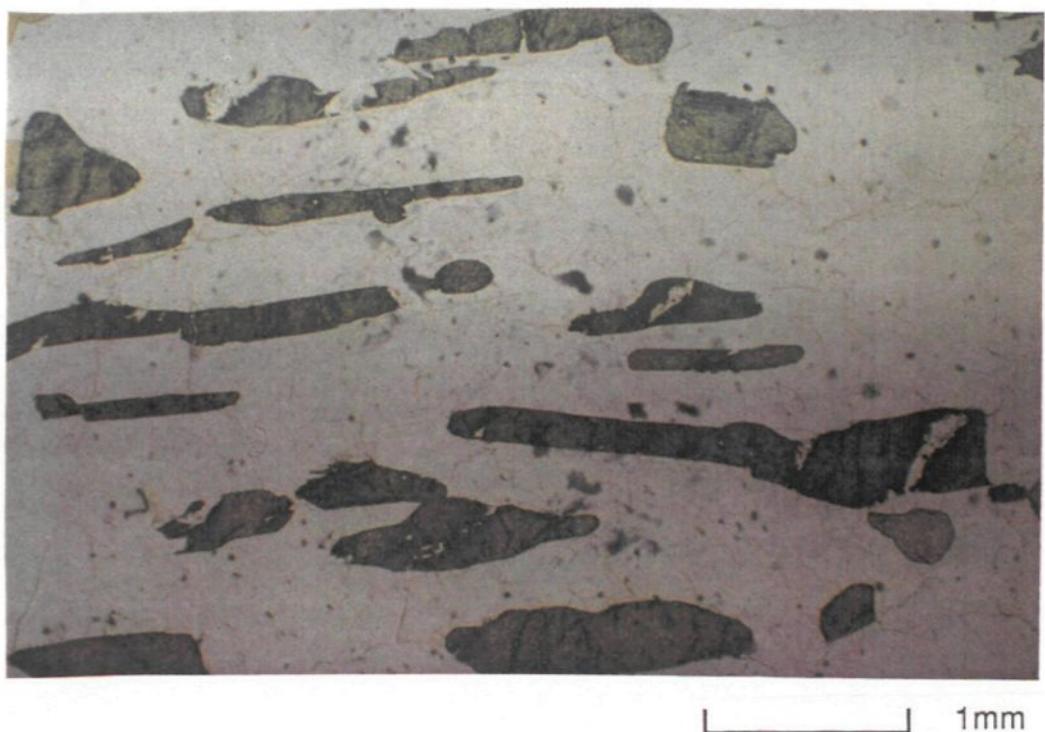
Planche 4. A) Photomicrographie d'un paragneiss présentant des cristaux de grenat idiomorphe. Affleurement #95.

Planche 4. B) Photomicrographie d'un paragneiss du secteur est présentant des cristaux idiomorphes d'orthopyroxène. Ces cristaux sont transposés dans le plan de la fabrique planaire principale sans toutefois être déformés. Affleurement #47.

A



B



1mm

principale; ce qui suggère que cette phase de plissement est probablement archéenne ou du moins pré-grenvillienne.

L'absence de fabrique asymétrique témoin d'une déformation coaxiale, les caractères idiomorphes de l'hypersthène et du grenat associés à la paragénèse qui caractérise l'épisode kénoréen suggèrent que les déformations grenvilliennes n'ont pas oblitéré les signatures kénoréennes et n'ont que peu affecté les roches de ce secteur.

Une seconde phase de plissement tardif est mise en évidence par le plissement de la fabrique principale ainsi que la reconnaissance d'une troisième fabrique de plan axial qui recoupe les fabriques ancienne et principale. L'axe d'un pli tardif mesuré est colinéaire avec les linéations régionales grenvilliennes. Cette relation appuie une phase de plissement d'âge grenvillien.

2.2.3 Secteur central

Le secteur central, situé au sud de la localité de Forsythe, comprend les affleurements #19 à #43, excluant l'aire d'affleurement no 38 qui correspond à un sous-secteur du secteur central. Les roches comprennent les mêmes lithologies que celles du secteur est, mais présentent des styles structuraux particuliers. Les lithologies affectées par la déformation sont essentiellement des paragneiss et des gneiss quartzofeldspathiques à mafiques.

a) *Fabrique principale*

La fabrique principale touche les roches du secteur central de façon extensive sur une distance de plus de vingt kilomètres parallèlement au FG sur une largeur de dix kilomètres. L'attitude de cette fabrique correspond au grain tectonique régional d'attitude moyenne N060 avec un pendage abrupt sud-est. Une linéation minérale et d'étirement, comprenant des tiges de quartz, sont toutes deux à composante de pendage vers le Sud-Est et sont présentes dans tout le secteur central (fig.10 et 11).

Dans les paragneiss, la fabrique planaire principale correspond au rubanement gneissique caractérisé par une schistosité développée dans le paléosome et par des veines de leucosomes centimétriques transposées dans le plan de la fabrique. Ces veines présentent de petits plis asymétriques qui sont moulés par la foliation développée dans le paléosome. La morphologie des veines semble évoluer d'un extrême, caractérisé par une texture migmatitique de type stromatique accompagnée de quelques porphyroclastes polyminéraliques, jusqu'à une texture entièrement porphyroclastique (planche 5).

Les porphyroclastes polyminéraliques sont de composition semblable aux veines de leucosomes et peuvent atteindre 4 centimètres. Leur concentration est variable d'un affleurement à l'autre et peut représenter 60% à 70% de la roche, lorsque

Figure 10. Carte de localisation des planches présentées dans ce document et données structurales pertinentes à cette étude. Les traits encadrent les affleurements visités du secteur central.

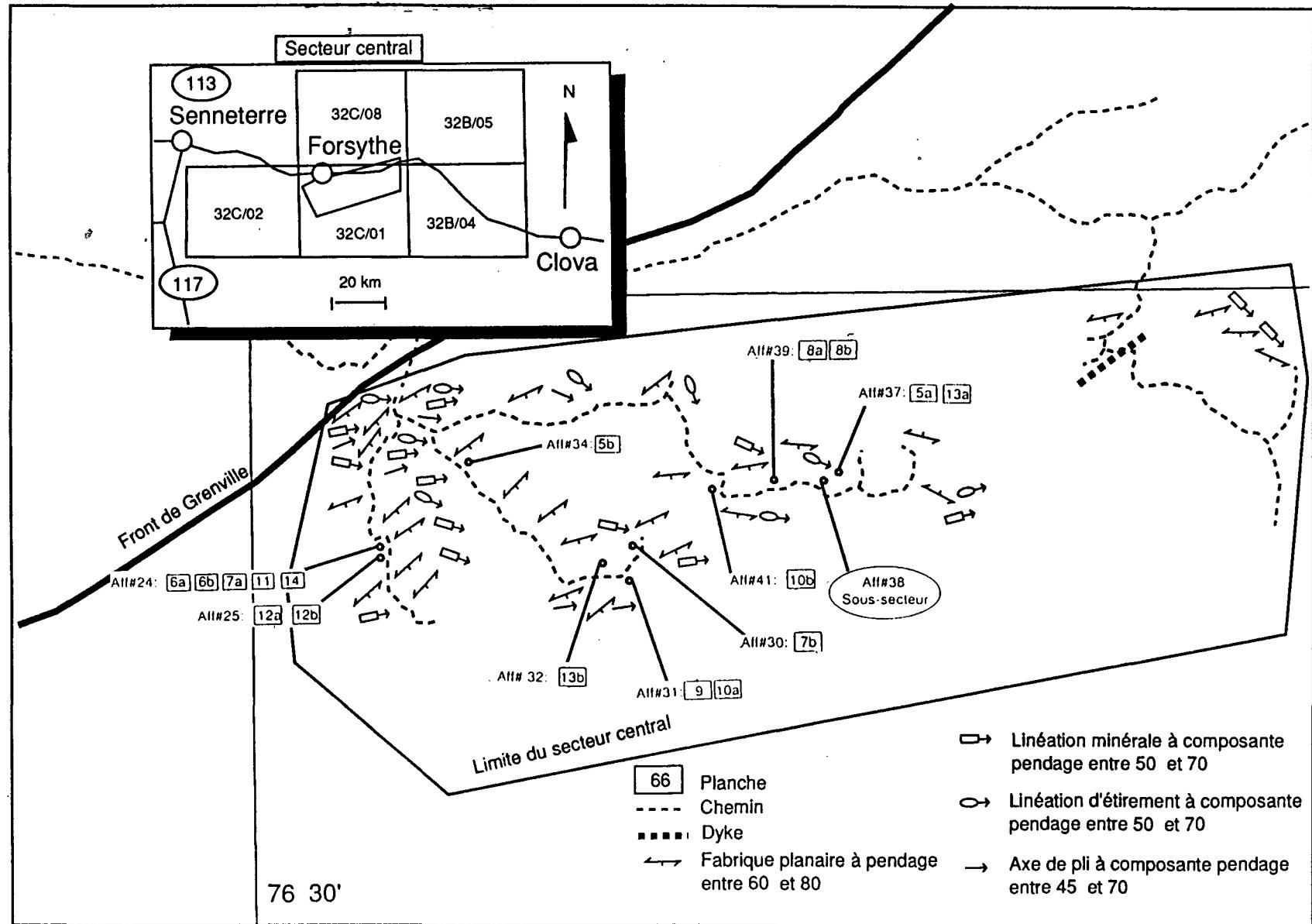


Figure 11. Compilation des données structurales du secteur central pertinentes à cette étude.

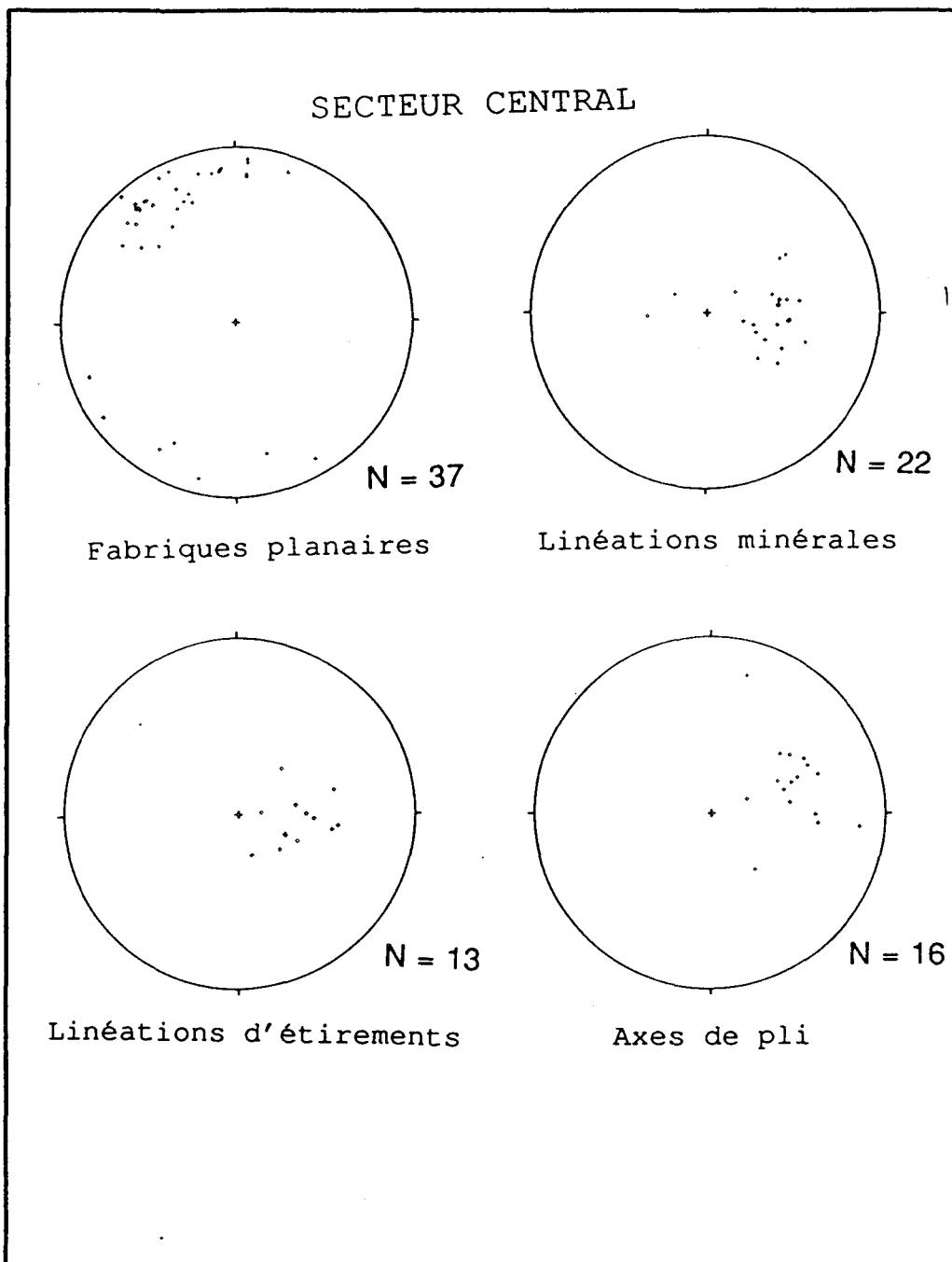


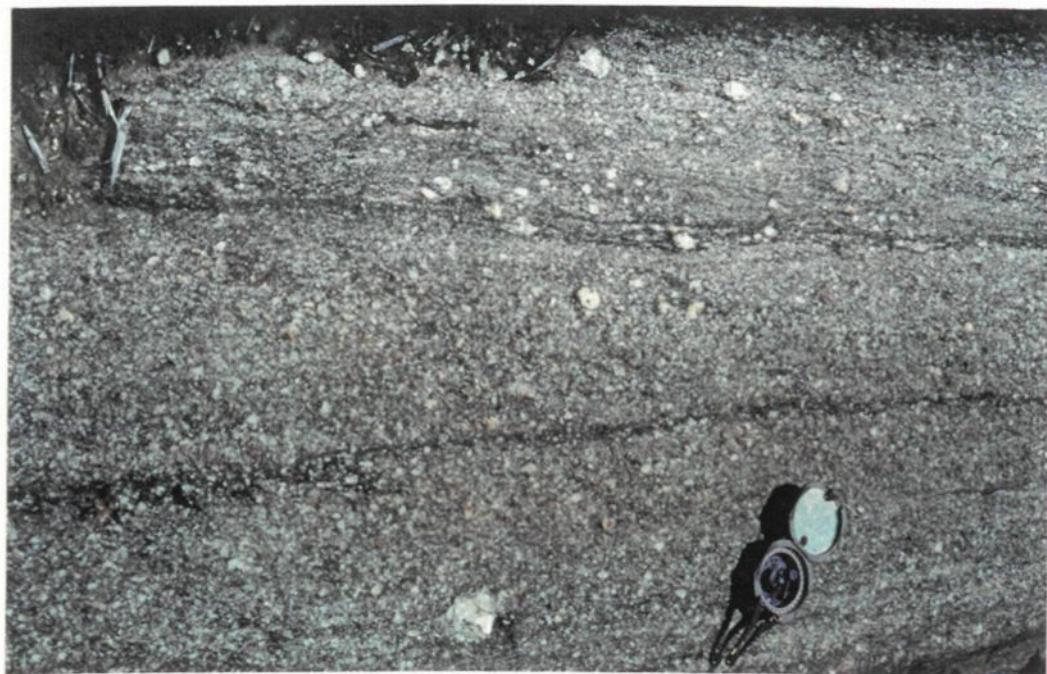
Planche 5. Fabrique planaire principale du secteur central présentant l'évolution des textures. A) Fabrique principale développée dans un paragneiss du secteur central caractérisée par des veines de leucosome en voie de destruction. Noter la présence de porphyroclastes indiqués par la flèche.
Affleurement #37.

Planche 5. B) Paragneiss du secteur central affichant une texture entièrement porphyroclastique résultant de la destruction complète des veines de leucosome. Affleurement #34.

A



B



les veines de leucosomes y sont absentes. Cette texture semble être le produit du démembrement des veines de leucosomes. Les textures intermédiaires entre les leucosomes intacts, comme ils ont été reconnus dans le secteur est, et la texture entièrement porphyroclastique, sont caractérisées par des veines de leucosomes qui sont recoupées par une texture lépidoblastique qui dessinent des embryons de porphyroclaste. Ces caractéristiques suggèrent fortement que l'origine des porphyroclastes est le démembrement des veines de leucosomes. Dans les gneiss quartzofeldspathiques et mafiques, la fabrique principale se concrétise sous forme de rubanement gneissique qui peut être accompagné de porphyroclastes qui rappellent la texture principale des paragneiss. La présence de porphyroclastes polyminéraux de composition différente retrouvés dans la même roche suggère que l'origine des porphyroclastes dans ces types de gneiss serait le produit du démembrement d'un protolith qui serait un gneiss présentant un rubanement de composition équivalente aux porphyroclastes.

La majorité des lames minces constituées à partir des échantillons des roches du secteur central présentent des microstructures asymétriques observées selon le plan XZ de l'ellipsoïde de déformation. Celles-ci suggèrent une déformation non-coaxiale avec un mouvement inverse vers le Nord-Ouest.

L'indicateur cinématique le plus commun dans le paragneiss est une asymétrie développée par la texture lépidoblastique autour des grains de grenat. Cette asymétrie rappelle des ombres de pression de types sigma (Berthé et al., 1979; Passchier et Simpson, 1986; Takagi et Ito, 1988). Cette asymétrie suggère un mouvement de chevauchement vers le Nord-Ouest (planche 6a).

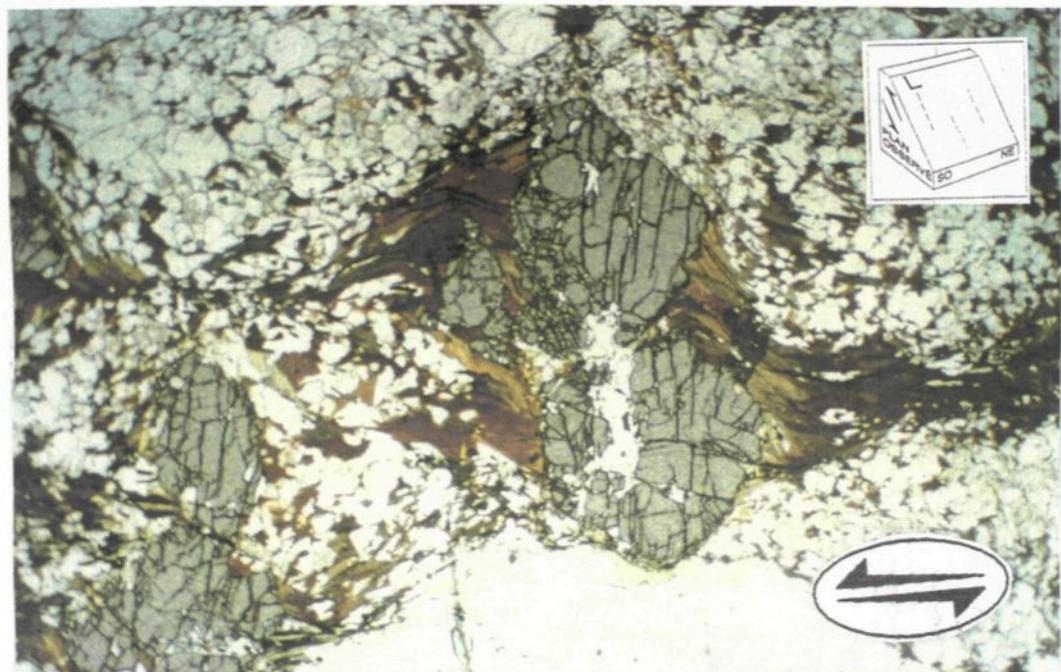
Les gneiss quartzofeldspathiques du secteur central, caractérisés par une texture porphyroclastique, sont les roches qui présentent les meilleurs indicateurs du sens du mouvement. Les indicateurs les plus significatifs sont des bandes de cisaillement "shear-bands" (Platt et al., 1980; White et al., 1980). Celles-ci se présentent sous la forme de microcisaillement ayant un angle de 30° avec la fabrique principale (planche 6b).

La fabrique pénétrante est constituée de l'alternance de microrubanements quartzofeldspathiques et de microrubanements riches en hornblende. Les bandes de cisaillement sont développées uniquement dans les lithons mafiques où ils déforment de façon asymétrique les grains de hornblende. Ces grains présentent alors une contre-rotation par rapport au sens du cisaillement (Dennis et Secor, 1987; 1990), tandis que les grains de biotite de génération tardive se sont développés dans le plan des micro-cisaillement (Berthé et al., 1979; Simpson

Planche 6. A) Photomicrographie d'une asymétrie développée par la cristallisation des ombres de pression de type sigma autour des cristaux de grenats suggérant une mouvement de chevauchement. Le recouplement de la schistosité associée à la fabrique principale par le grain de grenat et l'absence d'inclusion hélicitique qui suggère que les grains de grenat n'ont pas subi de rotation. Ceci-ci laisse croire que ceux-ci sont antérieurs à la déformation caractérisée par la fabrique ancienne. Affleurement #24.

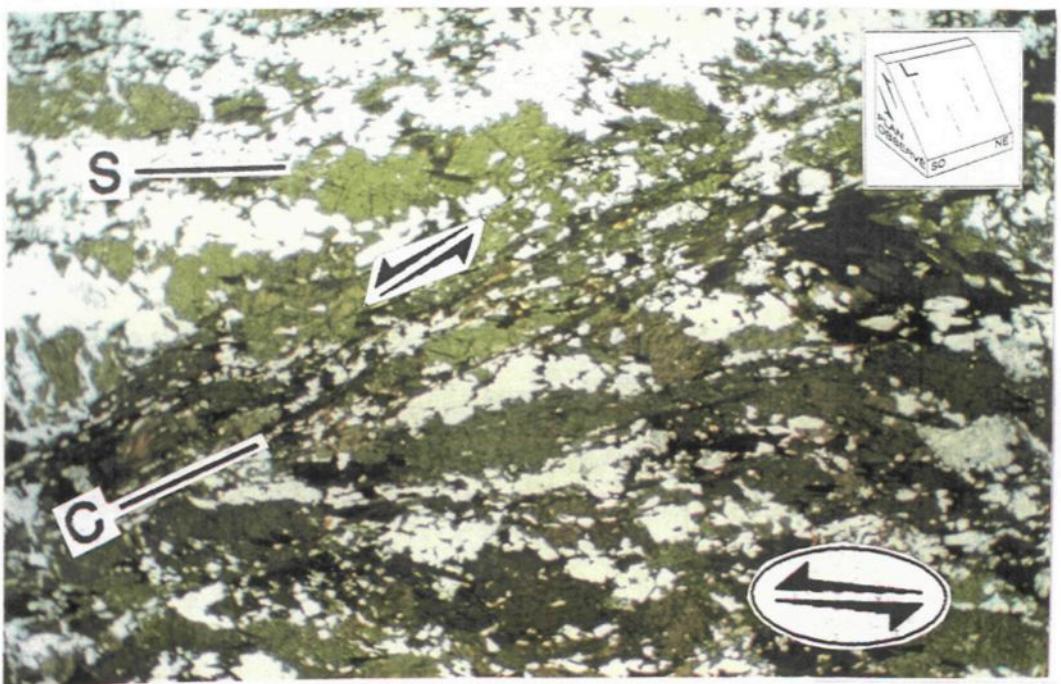
Planche 6. B) Photomicrographie d'un gneiss mafique présentant une bande de cisaillement "shear-band" et déformant les grains d'hypersthène pseudomorphe. Affleurement #24.

A



1mm

B



1mm

et Schmid, 1983; Lister et Snoke, 1984). Ces indicateurs de mouvement appuient un mouvement inverse vers le Nord-Ouest.

Dans ce même type de roche on observe une microstructure de foliation en fuseau ("foliation fish") (Lister et Snoke, 1980; Hanmer, 1986) développée à partir d'un grain de hornblende dans un microrubanement quartzofeldspathique (planche 7a). Ceci indique toujours un mouvement inverse.

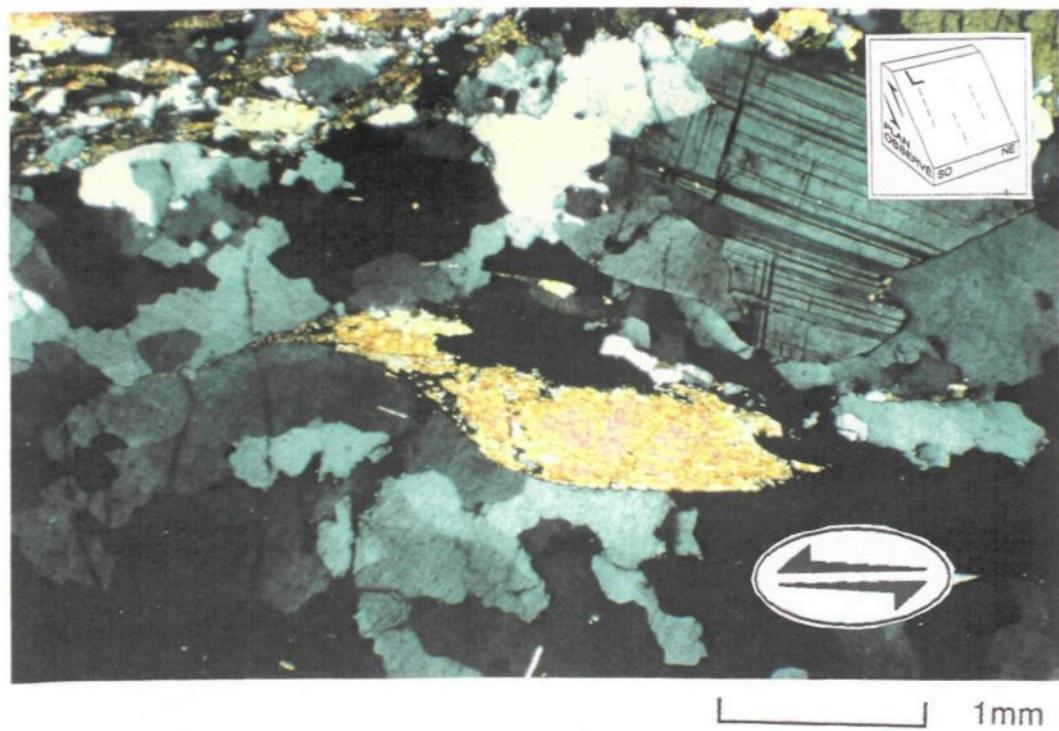
Un autre indicateur de mouvement observé dans des gneiss quartzofeldspathique est une microstructure asymétrique, résultat de la recristallisation dynamique des grains de quartz (planche 7b). Ces grains présentent un allongement oblique avec un angle de 30° par rapport au plan de la schistosité (Simpson et Schmid, 1983; Brunel, 1980) et présentent également un mouvement vers le Nord-Ouest.

Sur le terrain, les indicateurs cinématiques sont rares. Les plus évidents sont observés sur l'affleurement #39 situé dans le centre-sud du secteur central. Ces indicateurs sont des noyaux polyminéraux de quelques centimètres qui présentent une asymétrie de type sigma. La présence concomitante de clastes polyminéraux de compositions différentes suggère que le protolite était probablement un gneiss qui présentait une alternance de rubans de composition différente équivalente à celle des porphyroclastes (planche 8). L'asymétrie des noyaux

Planche 7. A) Photomicrographie d'un gneiss mafique présentant un fuseau de foliation développé par un grain de hornblende dans un microruban de quartz recristallisé. Affleurement #24.

Planche 7. B) Fabrique asymétrique résultant de la recristallisation du quartz qui forme un angle avec la schistosité. Le trait indique le plan de recristallisation. Affleurement #30.

A



B

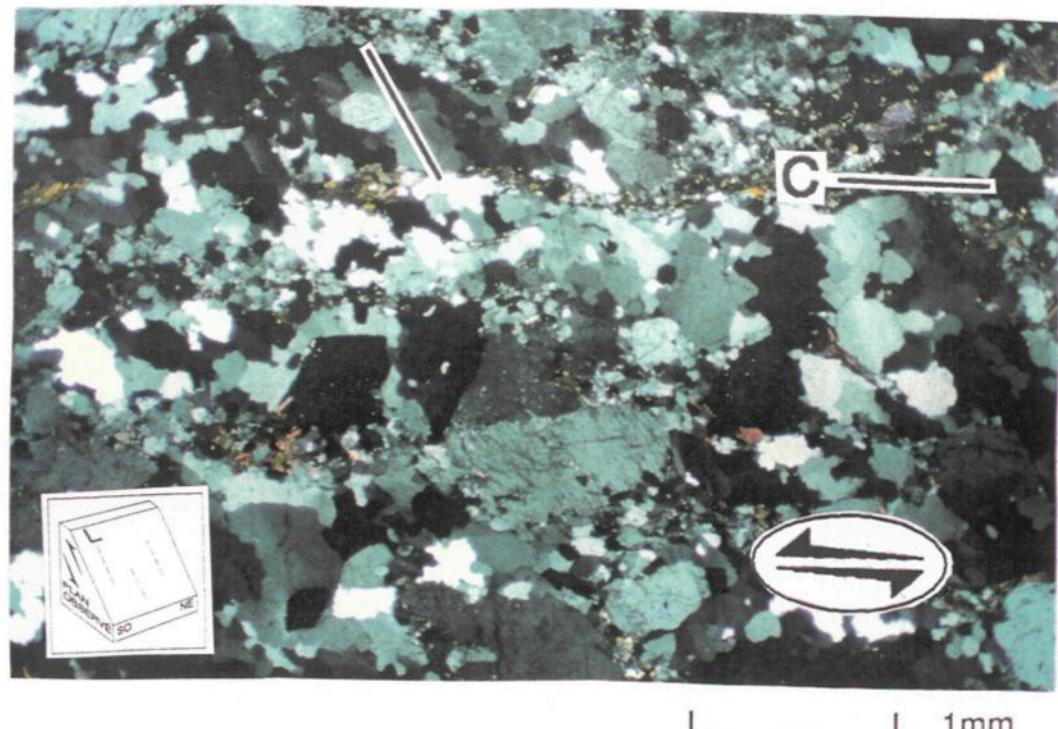
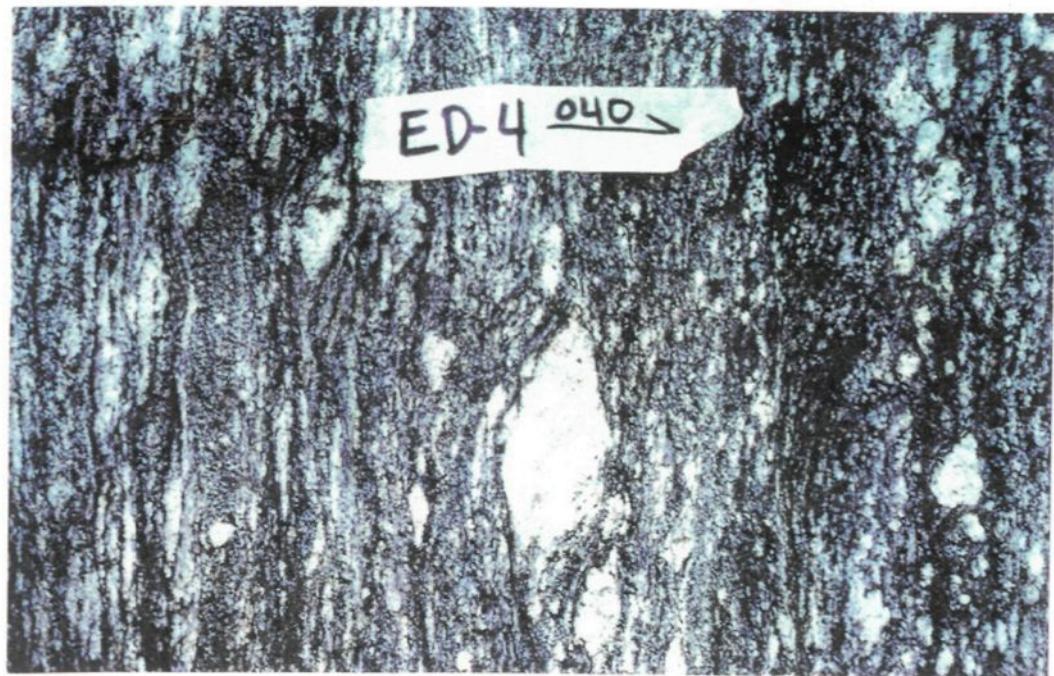


Planche 8. A) Ruban gneissique mafique qui présente une texture porphyroclastique affectée par une asymétrie suggérant la montée du bloc nord-ouest. Affleurement #39.

Planche 8. B) Ruban gneissique quartzofeldspathique observé en association avec le rubanement précédent. La composition polyminéralique des porphyroclastes et leur composition différente suggèrent que le protolite était un gneiss rubané. Affleurement #39.

A



B



suggère la montée du bloc nord-ouest par rapport aux terrains sud-est. Ce mouvement paraît contradictoire avec celui que suggère les observations en lames minces.

Un second affleurement (#24) présente une enclave ou boudin sphérique d'amphibolite affecté par une ombre de pression de type delta qui indique un mouvement inverse vers le N-O concordant avec la majorité des observations. Cet échantillon fut prélevé à la scie et une coupe montre bien l'asymétrie typique de ce type d'indicateur cinématique. Seulement la partie supérieure est visible, puisque la partie supérieure est érodée (planche 9).

Toutes les observations suggèrent un mouvement inverse. Seul l'affleurement #39 présente une asymétrie conforme à un soulèvement du bloc nord-ouest. L'interprétation d'un tel mouvement peut toutefois être biaisée. De fait, la présence de plusieurs plis peut avoir inversé l'asymétrie des indicateurs cinématiques. Néanmoins, ceci n'est pas prouvé et reste une hypothèse à vérifier.

b) *Plis tardifs*

Plusieurs plis reprennent la fabrique principale du secteur central. Plusieurs plis isoclinaux décamétriques dont l'amplitude n'a pu être observée ont été notés dans les gneiss mafiques et les paragneiss. Ces plis peuvent développer une

Planche 9. Enclave ou boudin d'amphibolite présentant le demi-patron asymétrique d'une ombre de pression de type delta suggérant un mouvement de chevauchement vers le Nord-Ouest.

Affleurement #31.



foliation non-pénétrante de plan axial (planche.10). Les axes de pli mesurés pour ces plis coïncident avec les linéations d'étirement. Plusieurs petits plis d'entrainement asymétriques à composante apparente dextre ont également leurs axes qui coïncident avec les linéations d'étirement (planche 11). Tous ces plis affectent la fabrique principale et sont ainsi interprétés comme tardifs aux déformations associées à la formation de la fabrique principale. La colinéarité entre les axes de ces plis et les linéations minérales suggèrent que ces plis sont synchrones aux cisaillements associés aux fabriques asymétriques et aux linéations minérales.

c) *Relations entre les assemblages minéralogiques et les fabriques du secteur central*

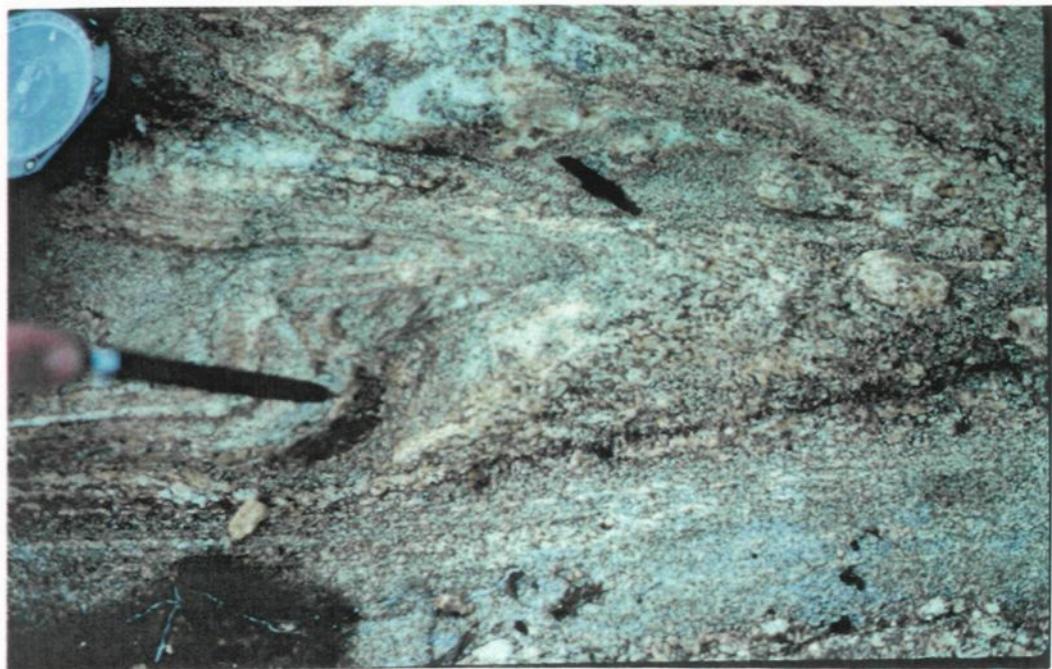
Les relations entre les fabriques et leur assemblage minéralogique servent à associer les fabriques aux épisodes métamorphiques. Deux épisodes métamorphiques progrades sont reconnus par Marchildon (1992) et interprétés comme étant pré-grenvillienne et grenvillienne

Les grenats sont d'intéressants repères pour situer la déformation associée à la fabrique principale par rapport aux épisodes métamorphiques. Les grenats sont caractérisés par leur forme hypidiomorphe et leurs fractures orthogonales au plan de la fabrique principale. Ils ne montrent pas d'évidence de rotation et sont moulés par la texture lépidoblastique. Ils

Planche 10. A) Plis isoclinaux tardifs développés dans un paragneiss. Le crayon indique l'axe du pli. Affleurement #31.

Planche 10. B) Plis isoclinaux tardifs du secteur I développés dans un gneiss quartzofeldspathique. Noter la fabrique plissée caractérisée par la texture porphyroclastique de ces deux roches. Affleurement #41.

A



B

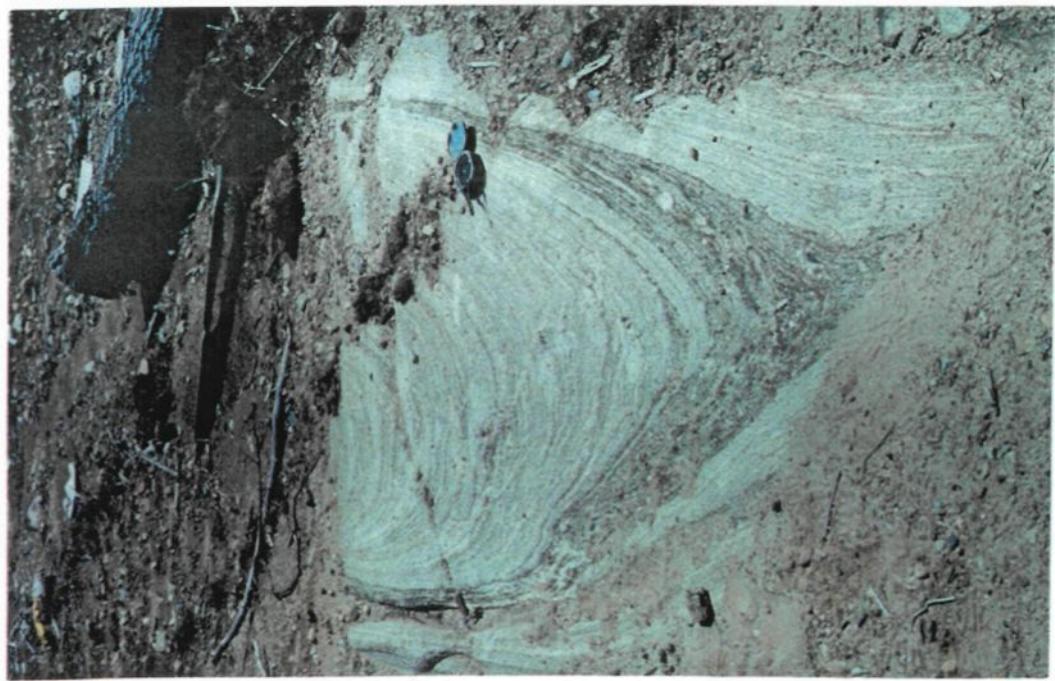
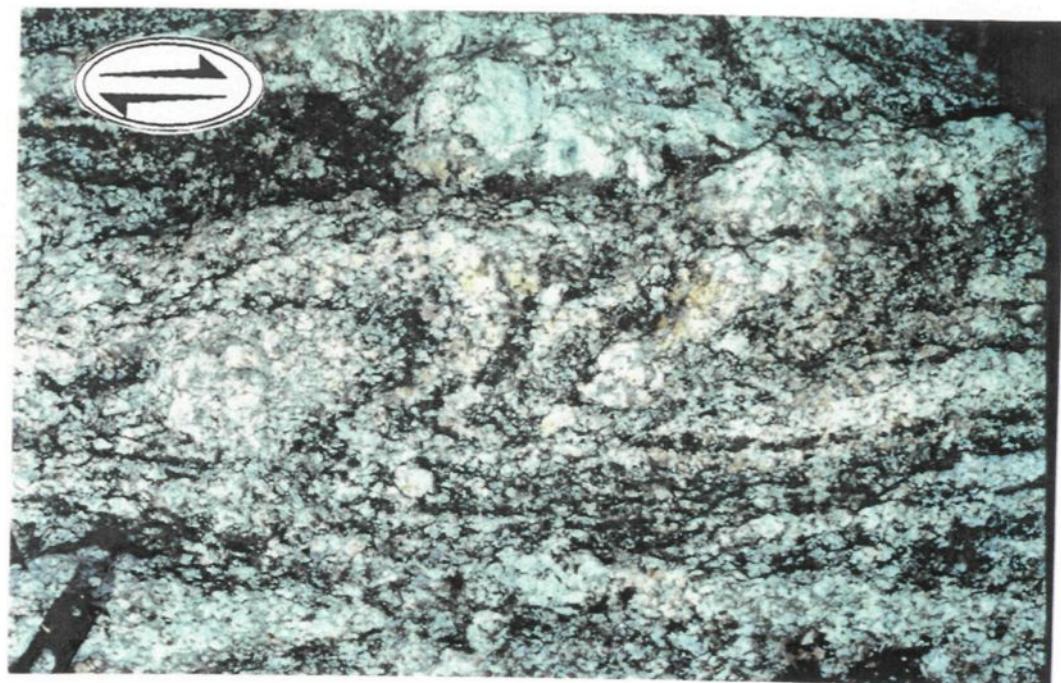


Planche 11. Pli d'entrainement asymétrique développé dans un gneiss tonalitique du secteur I. L'asymétrie suggère un mouvement apparent dextre. Noter également la texture porphyroclastique typique du secteur I. Affleurement #24.



sont, alors, soit antérieurs, soit au moins synchrones avec la fabrique principale. Mais, étant donné l'absence de rotation, une origine antérieure au régime non-coaxiale qui caractérise la fabrique principale est envisagée. Dans certains secteurs particulièrement déformés, les grenats se présentent sous la forme d'agrégats allongés dans le plan de l'anisotropie de la fabrique principale (planche 12a) . L'origine de ces agrégats serait due à la désagrégation mécanique des cristaux de grenat lors du cisaillement produisant la fabrique principale. Cette texture témoigne également que ces derniers sont antérieurs au régime non-coaxial caractérisant la fabrique principale. Ceci implique que la déformation est postérieure au pic métamorphique caractérisé par la cristallisation des grenats. Marchildon (1992) identifie deux générations de grenats correspondant à l'épisode kénoréen et grenvillien. Il serait donc convenable de considérer la déformation associée à la fabrique principale comme post-kénoréenne, donc probablement grenvillienne ou simplement comme tardi-grenvillienne.

Tout comme le grenat, l'hypersthène est un indicateur des épisodes tectonométamorphiques kénoréens (Marchildon, 1992). Comme il a été démontré pour les grenats, l'hypersthène présente des textures semblables au grenat et donc sujettes aux mêmes interprétations. L'hypersthène se retrouve dans certains échantillons de paragneiss, préservé en partie de l'altération rétrograde pré-grenvillienne, et les cristaux sont alors

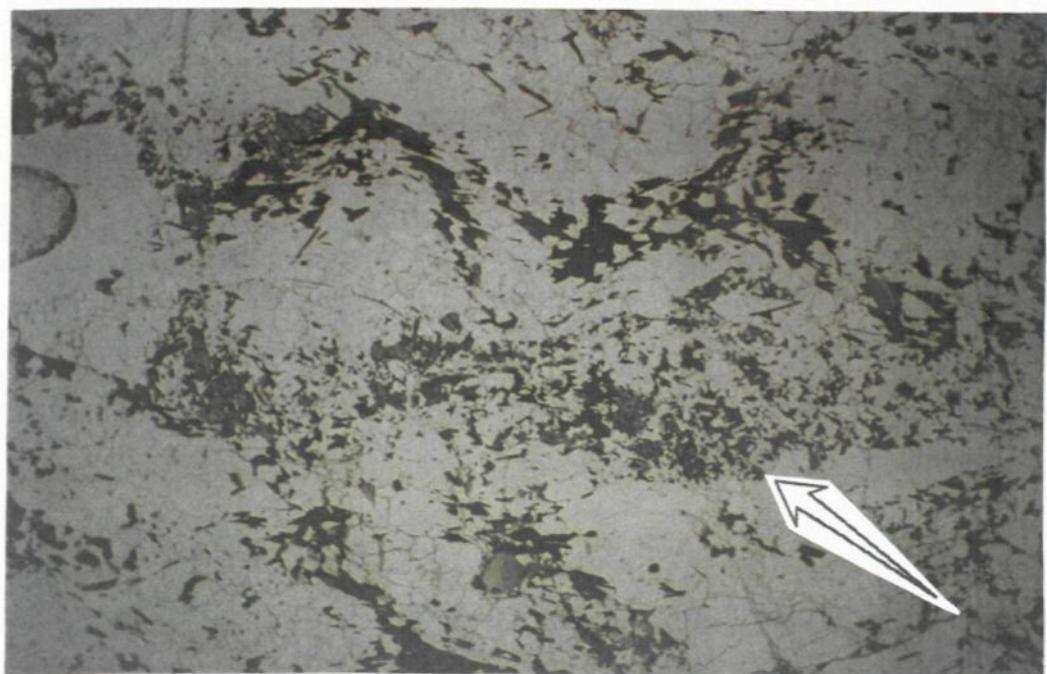
ouralitisés et corrodés seulement au niveau de leurs clivages. Certains grains se présentent sous forme de petits agrégats disposés dans le sens de la foliation (planche 12b). Cette texture semble résulter de leur désagrégation mécanique lors du cisaillement qui a produit la fabrique principale. Ceci suggère que le broyage des grains par cisaillement de la roche s'est effectué après le premier paroxysme métamorphique associé à l'orogénie kénoréenne. Ainsi, la fabrique principale associée au mouvement inverse produisant le démembrement des anciennes textures est interprétée comme grenvillienne.

L'hornblende est un des minéraux indicateurs des épisodes métamorphiques également significatifs à l'égard des déformations versus les épisodes tectonométamorphiques. Les cristaux sont pseudomorphes et constituent le produit de l'ouralitisation des pyroxènes. Deux particularités sont notées. Une première particularité est que certains de ceux-ci ne sont pas déformés et présentent des inclusions de biotites déformées et affectées par une extinction ondulante (planche 13). L'ouralitisation étant associée à un épisode métamorphique rétrograde probablement pré-grenvillien ou post-kénoréen (Marchildon, 1992), l'événement responsable de la déformation de la biotite en inclusion serait antérieure à l'ouralitisation, donc probablement kénoréenne. La deuxième particularité est que certains cristaux de hornblende sont déformés par des microcisiailllements associés à la déformation

Planche 12. A) Photomicrographie d'un agrégat de grains degrenat xénomorphes résultant d'une désagrégation mécanique d'un ancien grenat idiomorphe. Affleurement #37.

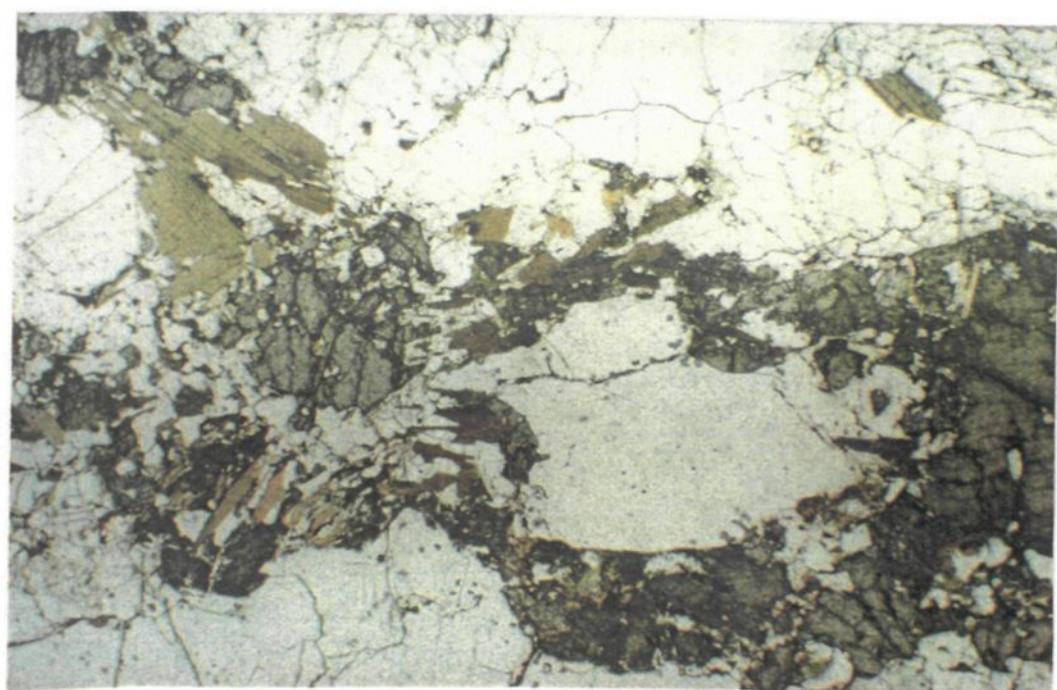
Planche 12. B) Photomicrographie d'un gneiss mafique présentant un grain d'hypersthène broyé dans le plan de l'anisotropie. Affleurement #32.

A



1mm

B



1mm

Planche 13. Photomicrographie d'un grain de hornblende pseudomorphe qui résulte de l'ouralitisation d'un cristal de clinopyroxène. Un cristal de biotite déformée en inclusion témoigne d'une déformation antérieure à celle qui est responsable de l'anisotropie de la roche. Affleurement #24



□ 0.1mm

non-coaxiale caractérisée par la fabrique principale et que certains autres présentent la forme de fuseaux de foliation. Ceci porte à croire que la déformation caractérisée par la fabrique ancienne ayant produit la déformation des grains de hornblende est postérieure à l'épisode métamorphique rétrograde.

d) Sommaire du secteur central

Ce secteur est caractérisé principalement par une zone de déformation qui, en partie, a oblitéré une ancienne texture migmatitique kénoréenne ou pré-grenvillienne qui est affectée par une déformation non-coaxiale impliquant un mouvement inverse vers le Nord-Ouest. Cette déformation n'est pas confinée dans des couloirs définis clairement. Elle affecte l'ensemble des roches situées au sud du Front de Grenville sur une bande de 10 kilomètres de large et traverse d'Est en Ouest la totalité du secteur central. Les minéraux indicateurs des pics métamorphiques comme le grenat et l'hypersthène sont antérieurs à la déformation non-coaxiale, ce qui indique que celle-ci est tardive dans l'histoire des déformations qui ont affecté le paraautochtone et serait donc d'âge grenvillien.

2.2.4 Sous-secteur central

Le sous-secteur central consiste en une aire d'affleurement qui correspond à l'affleurement #38 situé au Sud-Est du secteur central. Les roches de ce domaine sont

essentiellement des gneiss quartzofelspathiques rubanés.

Ce secteur a été cartographié en détail sur une superficie de 100m x 200m (fig.12). Les textures et structures y sont particulières et les relations de recouplement de ce faciès sont très complexes. Une des caractéristiques est l'attitude E-S-E du rubanement gneissique affecté d'un pendage N-E qui diffère de celui de la fabrique régionale. Les linéations sont de même attitude que celles des linéations régionales. Le rubanement gneissique généralement droit peut être plissé. L'axe d'un pli (mesuré 095N/95) semblable décamétrique diffère des linéations minérales de ce secteur. Les gneiss comprennent plusieurs dykes mafiques boudinés transposés dans le sens du rubanement. Plusieurs textures de diatexies y sont observées, mais aucun niveau à porphyroclaste n'est présent dans ces roches, comme sur les affleurements qui sont adjacents.

Il est également possible d'observer le passage graduel de la roche non affectée par la texture porphyroclastique à la roche rubanée à texture porphyroclastique du secteur central. A l'extrême est du terrain, le rubanement subit un entraînement qui oriente le rubanement vers le Nord avec un mouvement apparent senestre (planche 14a). L'entraînement du rubanement s'accompagne de plis asymétriques senestres. Dans la zone d'entraînement, les structures planaires sont particulièrement affectées par un écoulement ductile qui étire le rubanement

pour le rendre millimétrique. Des pegmatites sont également entraînées et développent une foliation orientée selon le sens du cisaillement (planche 14a). Au cœur du cisaillement, des textures de diatexie de type "Schlieren" (Mehnert, 1968) (planche 14b) évoluent vers des textures de type "radeau" (planche 15a) où des enclaves sont entraînées dans un néosome aplotonalitique à texture grenue. Le dernier affleurement situé à l'extrême Est exhibe un gneiss tonalitique rubané d'attitude nord-est à texture porphyroclastique typique du faciès précédent (planche 15b), sans toutefois que l'attitude de ce rubanement ne concorde avec celle de la fabrique principale est-ouest.

Plusieurs affleurements présentent des pegmatites dont l'âge a été fixé à 2,65 Ga (Machado, 1993). Ces pegmatites recoupent le rubanement gneissique et sont interprétées tardives à la fabrique planaire (planche 16). Ceci suggère un âge, pour les gneiss de ce secteur, au moins plus vieux que celui des pegmatites établi à 2,65 Ga. Ces pegmatites ont la particularité d'être affectées par une légère déformation qui étire les flocons de biotite pour produire une linéation minérale de même attitude que celle des linéations régionales. Ceci montre que les linéations sont récente dans l'histoire. Il est à noter que des pegmatites probablement de même génération sont observées dans le secteur central. Elles sont toutefois déformées et transposées selon la fabrique régionale.

Figure 12. Carte des éléments structuraux de l'aire d'affleurement #38 correspondant au sous-secteur central.

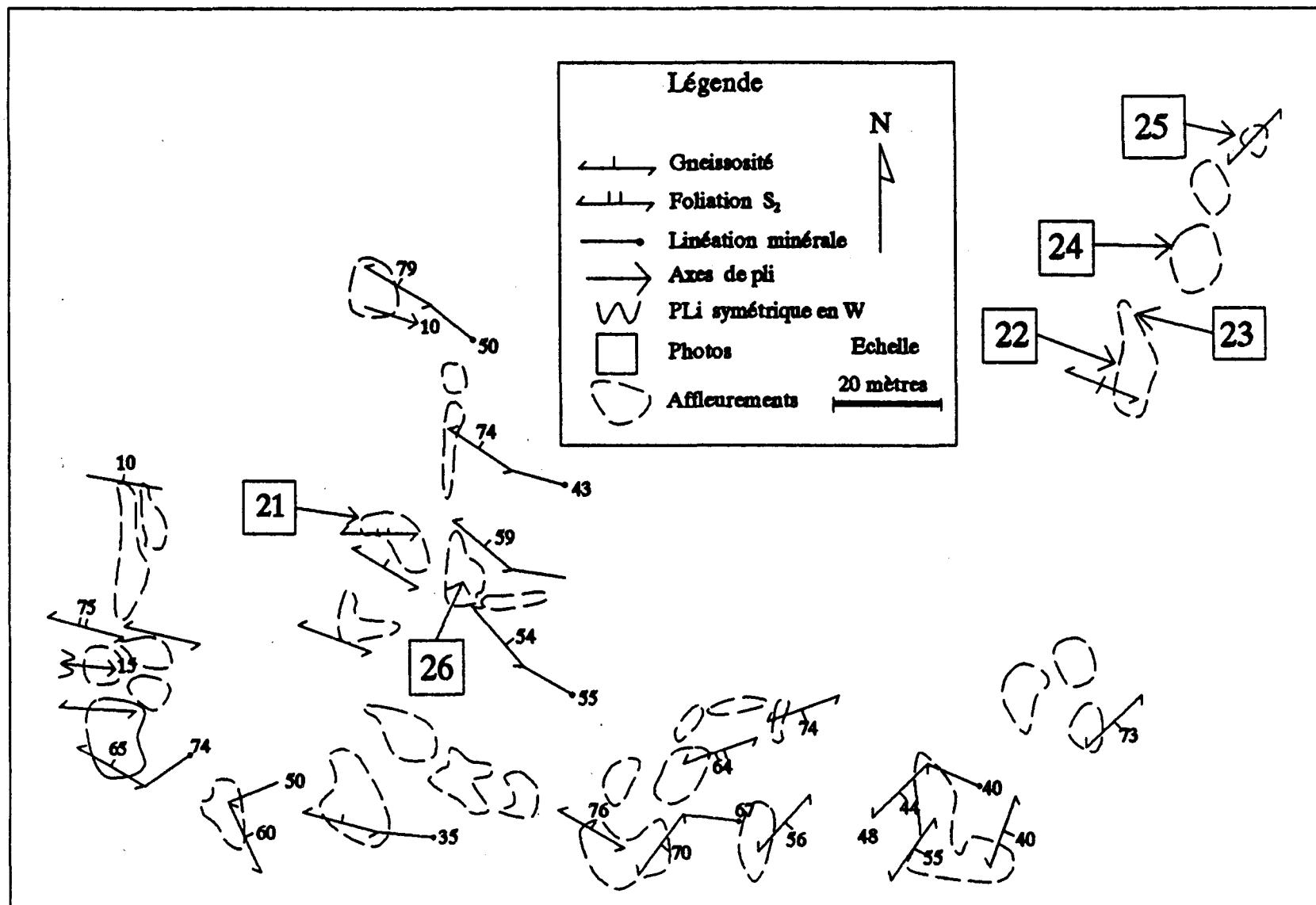
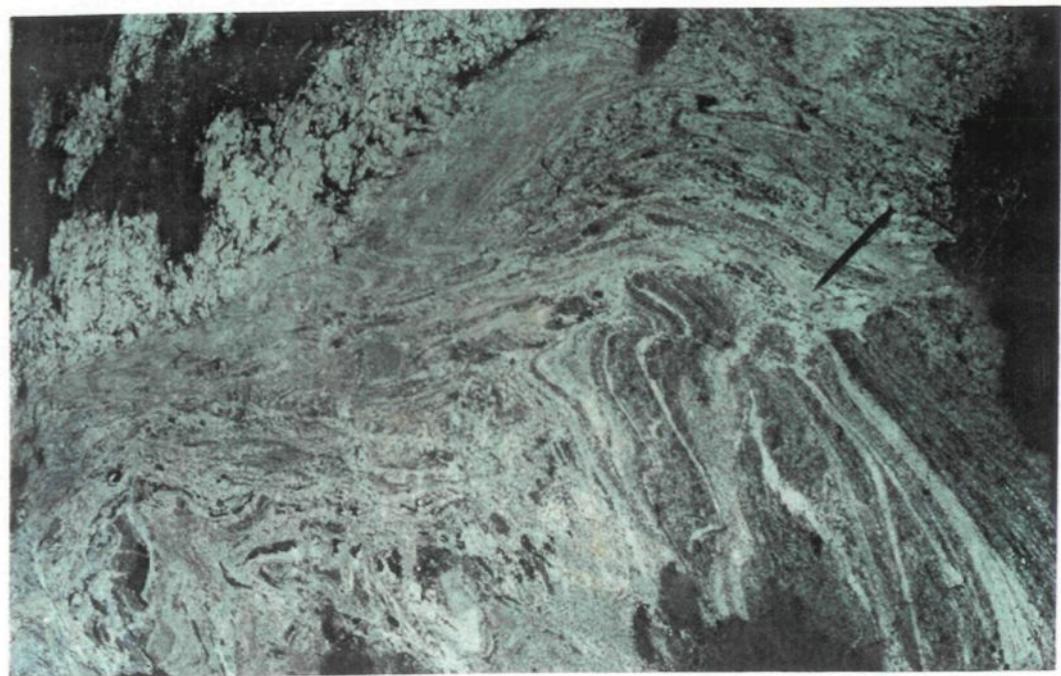


Planche 14 A). Exemple de l'entraînement du rubanement gneissique vers le NNE. Cet affleurement est situé à l'extrême Est du sous-secteur. La direction de l'entraînement exprime un mouvement apparent senestre.

Planche 14 B). Texture de Schlieren marquée par le désordre du rubanement gneissique qui évolue vers une diatexie de la roche. Cet affleurement se trouve dans la continuité de l'entraînement du rubanement gneissique.

A



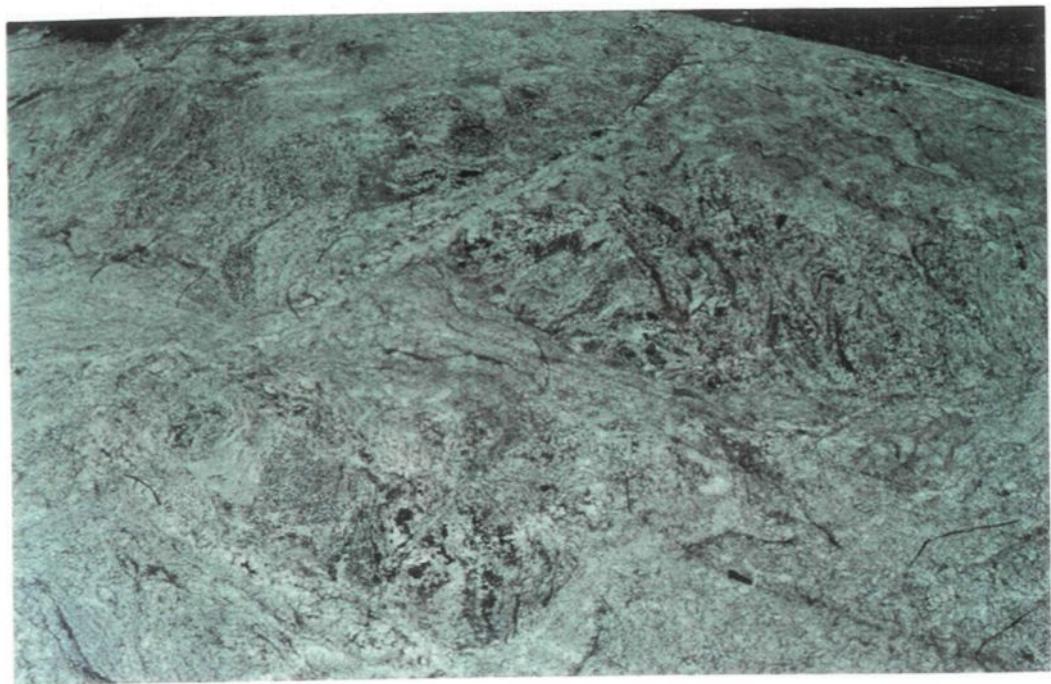
B



Planche 15. A) Texture en radeau où on observe des enclaves, vestiges des gneiss du sous-secteur, flottant dans une texture de diatexite. Cet affleurement est également dans la continuité de l' entraînement du rubanement.

Planche 15. B) Gneiss tonalitique situé à l'extrême Est du sous-secteur aux immédiats de l' entraînement du rubanement gneissique. Cette texture porphyroclastique atypique du sous-secteur est interprétée comme celle du secteur central.

A



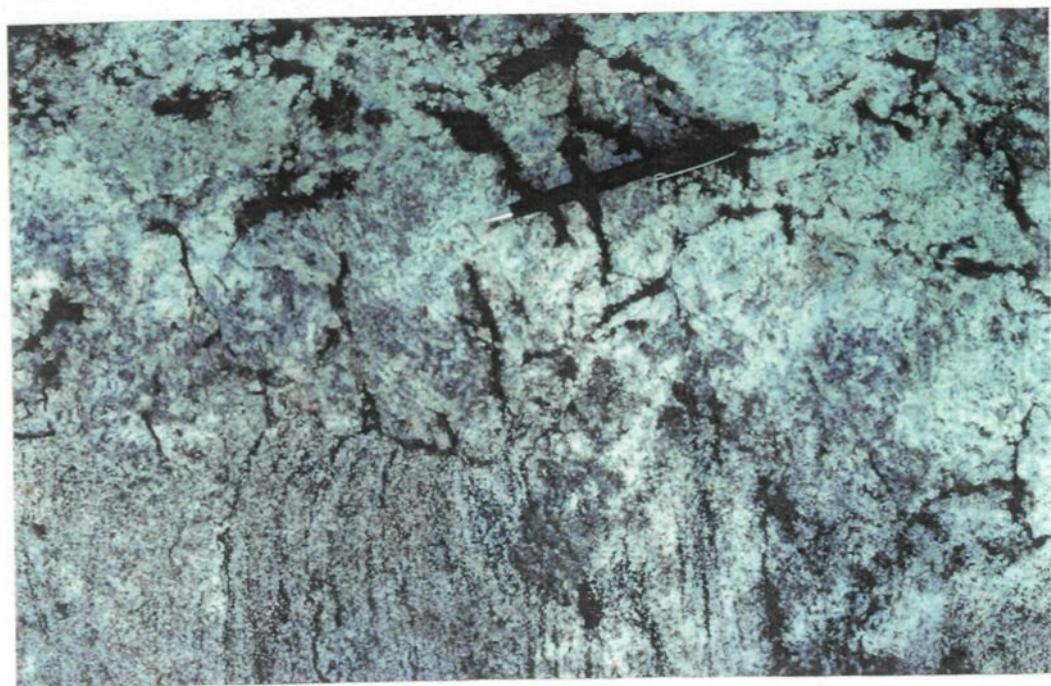
B



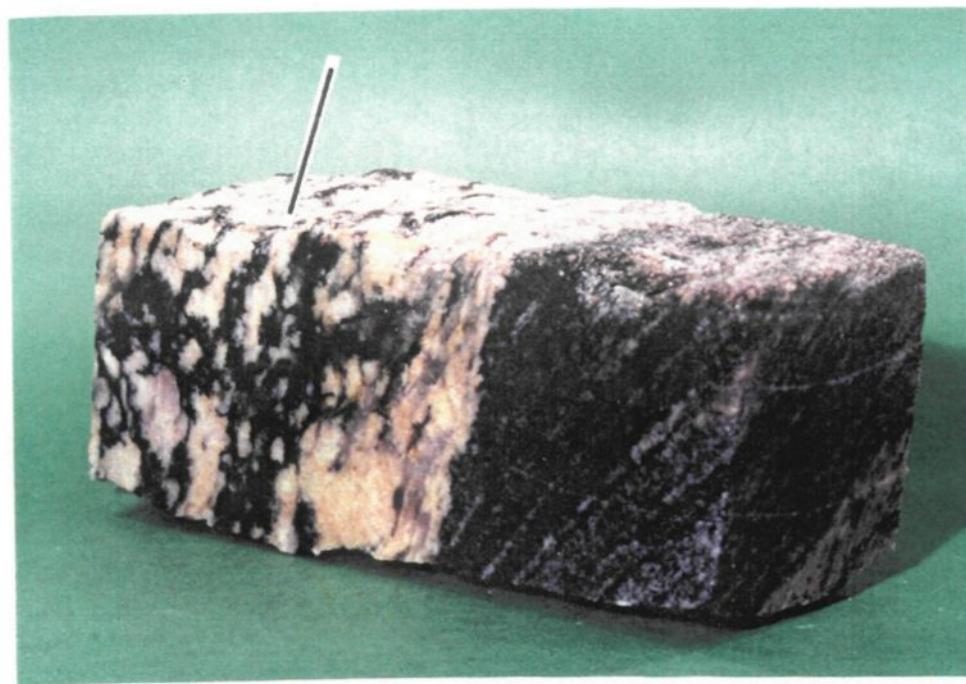
Planche 16 A). Contact discordant entre une pegmatite et le rubanement gneissique. Le rubanement tronqué par la veine suggère que les gneiss du sous-secteur sont antérieurs à l'âge de mise en place des veines datées à 2,6 Ga.

Planche 16 B) Bloc prélevé à scie montrant une linéation résultant de l'étirement des flocons de biotite. Toutefois ces pegmatites ne présentent aucune foliation.

A



B



2.5cm

Ceci démontre que la déformation affectant les terrains adjacents est postérieure à l'âge de la mise en place des pegmatites et qu'elle a remanié d'anciens gneiss archéens probablement lors de l'orogénie grenvillien. Ce secteur est interprété comme un bloc ayant été préservé des déformations majeures grenvilliennes.

a) *Sommaire du sous-secteur*

Le sous-secteur est caractérisé par l'absence de texture porphyroclastique propre aux affleurements du secteur central qui lui sont adjacents. La présence de pegmatites d'âge 2.65 Ga qui recoupent le rubanement gneissique indique que les gneiss de ce secteur sont archéens et ont été préservés du cisaillement caractéristique de la fabrique principale du secteur central. Cette affirmation est soutenue par l'évolution des déformations qui entraînent le rubanement gneissique vers une texture porphyroclastique caractéristique du secteur central. Les pegmatites y sont ainsi transposées et déformées dans le plan de l'anisotropie. Ceci suggère que les déformations entraînant le rubanement sont post-archéennes et probablement grenvilliennes.

2.2.5 Secteur nord

Le secteur nord couvre la partie située au Nord-Est du territoire et sa limite sud correspond au Front de Grenville.

L'attitude de la schistosité ou du rubanement gneissique

suit une direction N90 à N135 et présente une pente modérée à abrupte vers le Nord ou le Sud. Une linéation minérale plonge modérément vers l'Est (N090/20) (fig.13 et 14).

Cette schistosité semble se terminer contre le Front de Grenville par un entraînement vers le Sud-Ouest pour s'orienter à N045 parallèlement à celui-ci. L'alternance du pendage nord et sud de la schistosité suggère la présence de plissements dont la trace axiale suit la direction de la schistosité. L'attitude des plis et de la schistosité présente un grain tectonique comparable au grain kénoréen induit par une compression majeure à l'origine d'un raccourcissement horizontal nord-sud (Chown et al., 1992).

Les travaux de cartographie du MER (Girard et al., 1993) mettent en évidence trois failles orientées N030 espacées de façon régulière par 7,5 kilomètres. Ces failles de niveau épizonal présentent un décrochement apparent senestre. Elles peuvent être occupées par des dykes de diabases datées à 2.2 Ga. Puisque que les failles et les dykes de diabases non-déformés sont tronqués par le Front de Grenville et que leur âge est de 2.2 Ga, ces failles et dykes sont probablement l'expression d'une compression régionale kénoréenne tardive (Dimroth et al., 1984) et ont pu être empruntées localement par le Front du Grenville, tandis que les terrains encaissant non peu été affectés par les déformations grenvillennes sinon que

Figure 13. Carte de localisation des planches présentées dans ce document et données structurales pertinentes à cette étude. Les traits encadrent les affleurements visités du secteur nord.

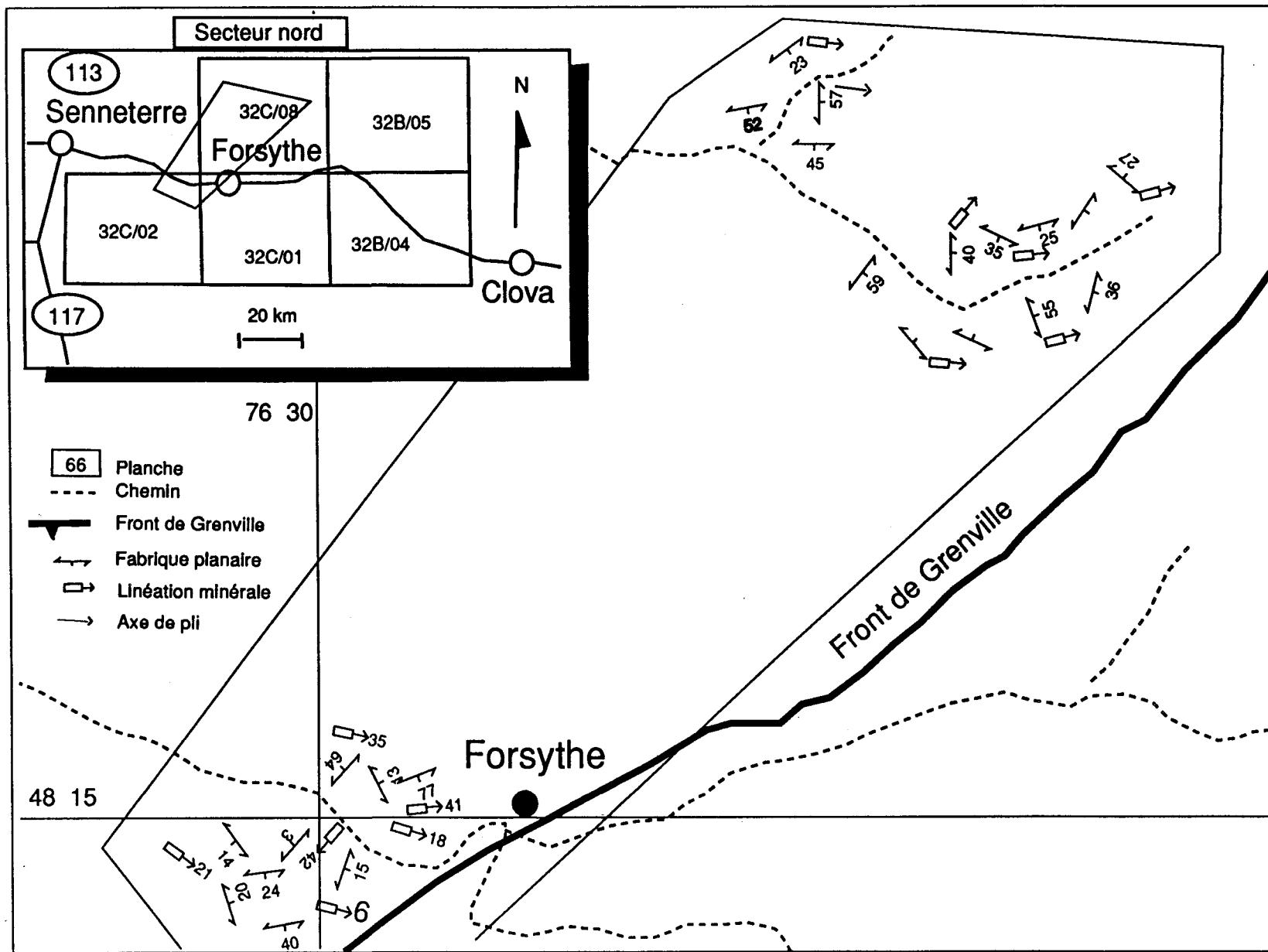
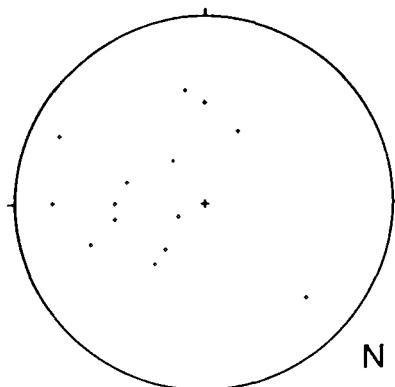
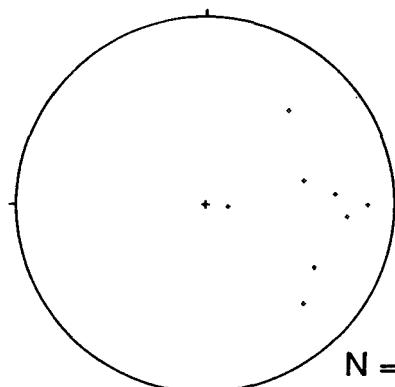


Figure 14 Compilation des données structurales du secteur nord pertinentes à cette étude.

SECTEUR NORD



Fabriques planaires



Linéations minérales

par une transposition des linéations minérales selon le grain tectonique grenvillien.

2.2.6 Front de Grenville

Le FG présente des attributs distincts des autres secteurs et regroupe les affleurements d'une zone de mylonite représentant le FG (Girard et al., 1993) qui a été suivie sur près de 30 km et retracée aux affleurements #14 à #18 , #72, #92 et #93. Dans la portion de la CP qui nous concerne, le territoire est traversé du Sud-Ouest vers le Nord-Est par une discontinuité structurale clairement définie par un essaim de failles métriques mylonitiques qui forment une bande cisailée anastomosée sur une largeur de 1 km et interprétée comme le Front de Grenville (Girard et al., 1993). L'attitude de cette bande varie entre N055 et N035 et possède une pente abrupte vers le Sud-Est affectée par une linéation à composante pendage vers le sud-est (fig.15 et 16). Le patron en escalier que suit cette bande emprunte une orientation similaire à celle des failles épi-kénoréennes nord-est des terrains de la Province du Supérieur du secteur nord décrits au chapitre précédent.

Les indicateurs cinématiques associées à cette zone de failles présentent en majorité un sens de mouvement inverse vers le Nord-Ouest. Les indicateurs les plus fiables sont: les fabriques C-S, les porphyroblastes de type sigma, les ''shear-bands'' et les microstructures asymétriques produites par

recristallisation dynamique des grains de quartz (planches 16 et 17). Cette recristallisation affecte tant les micro-rubans de quartz que l'ensemble de la roche.

L'assemblage minéralogique, à allanite, zoïsite, suggère un métamorphisme rétrograde jusqu'au faciès amphibolite inférieur à schiste vert supérieur.

Un important réseau de diaclases superposé à la zone de mylonite comporte un plaquage d'épidote. Ceci implique une déformation fragile tardive au faciès des schistes verts.

Figure 15. Carte de localisation des planches présentées dans ce document et données structurales pertinentes à cette étude.
Les traits encadrent les affleurements visités au Front de Grenville

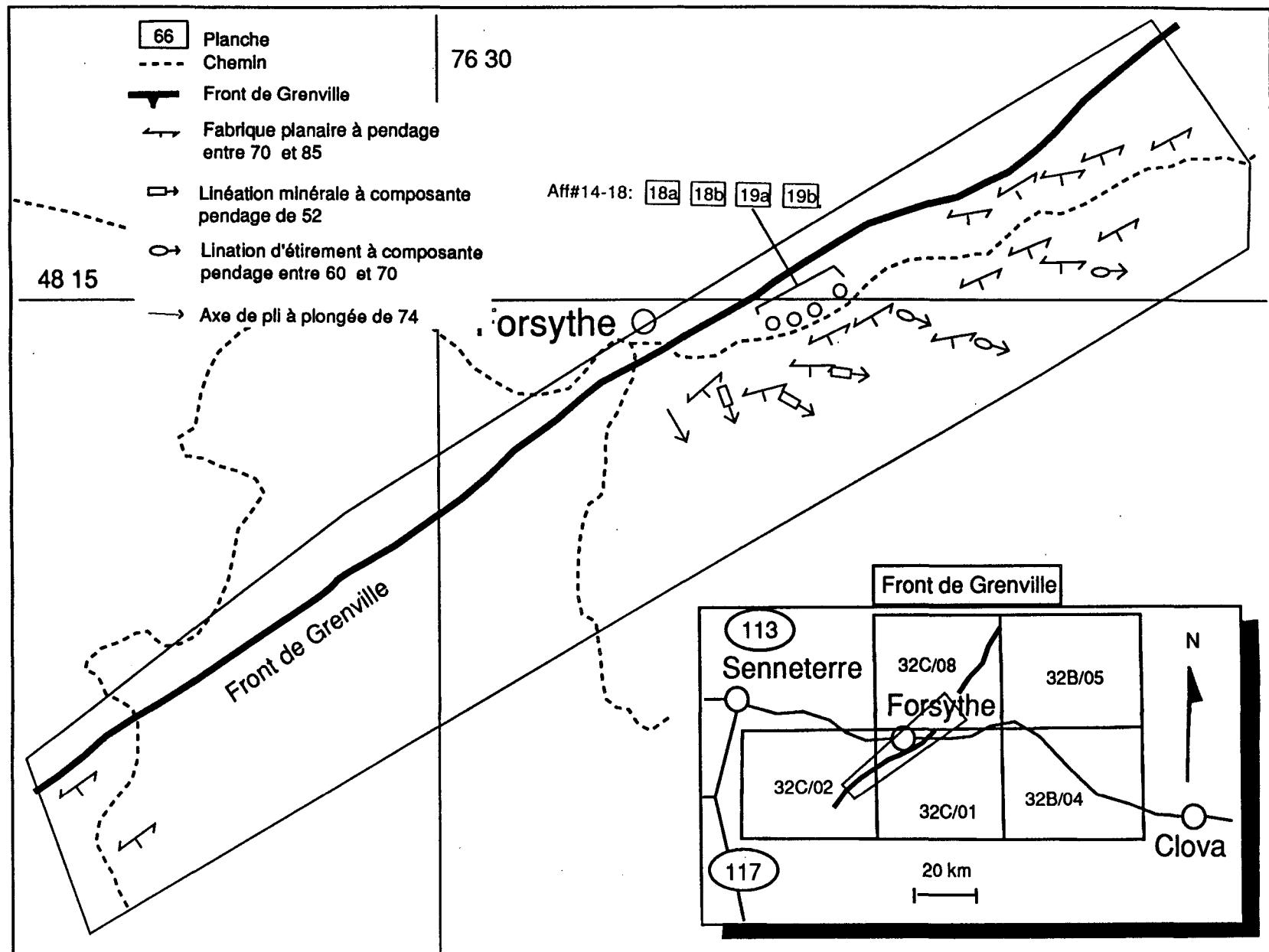


Figure 16. Compilation des données structurales du Front de
Grenville pertinentes à cette étude.

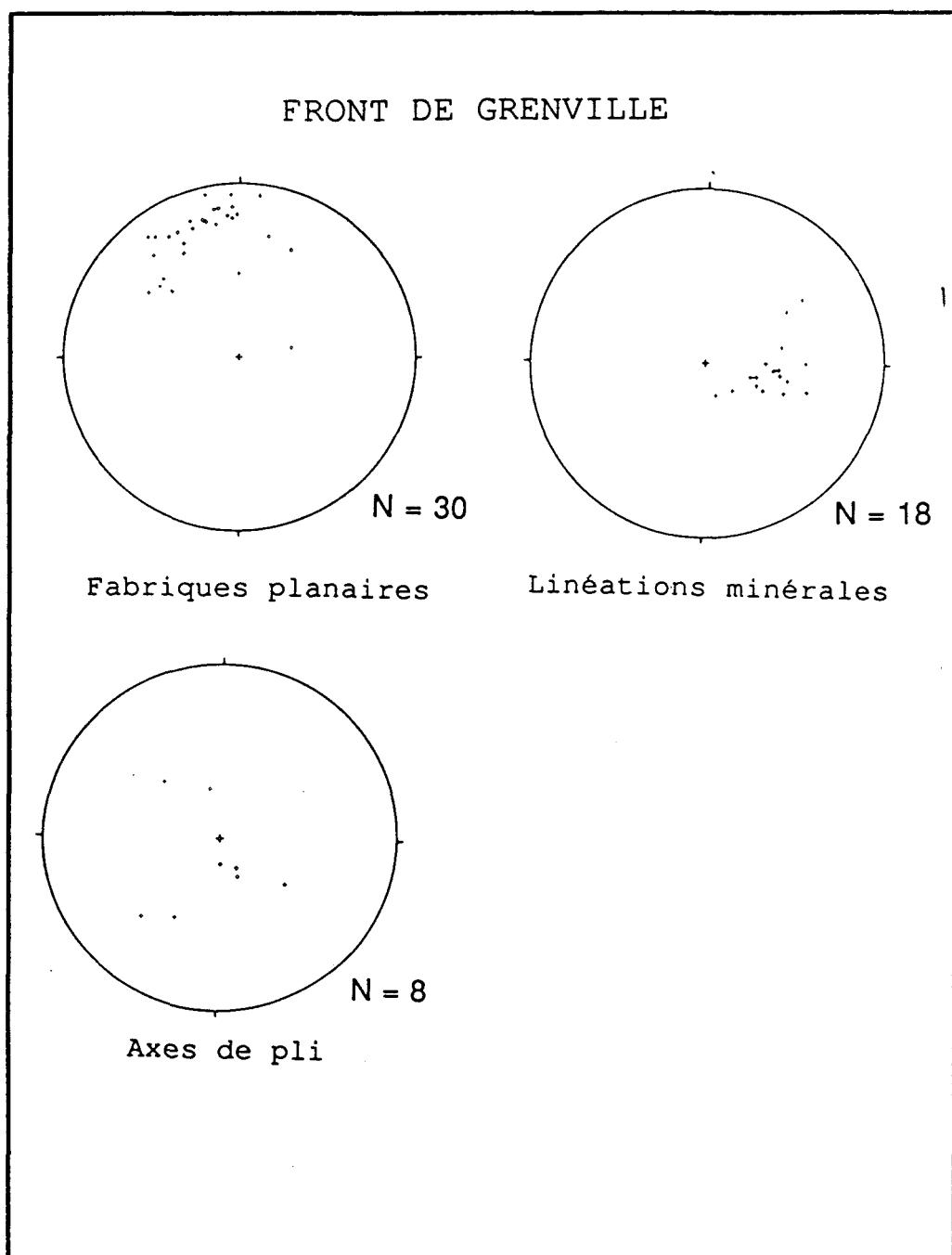
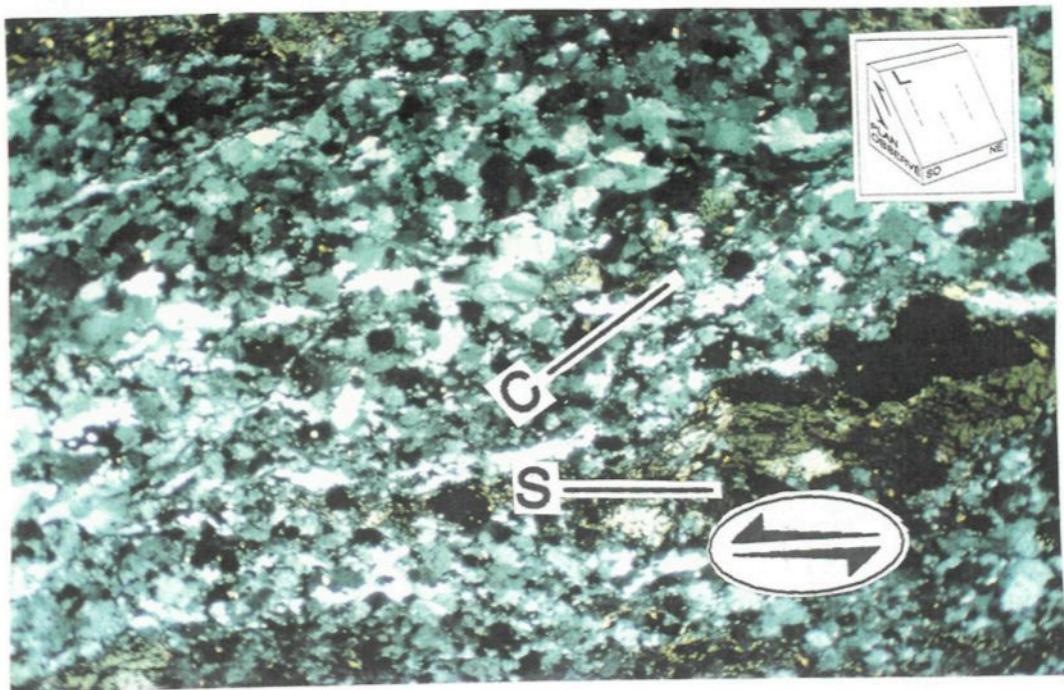


Planche 17 A). Photomicrographie présentant des microcisiailllements développés dans des rubans de quartz recristallisés associés au mylonite du Front de Grenville. Affleurements. Affleurements #14 @ #18.

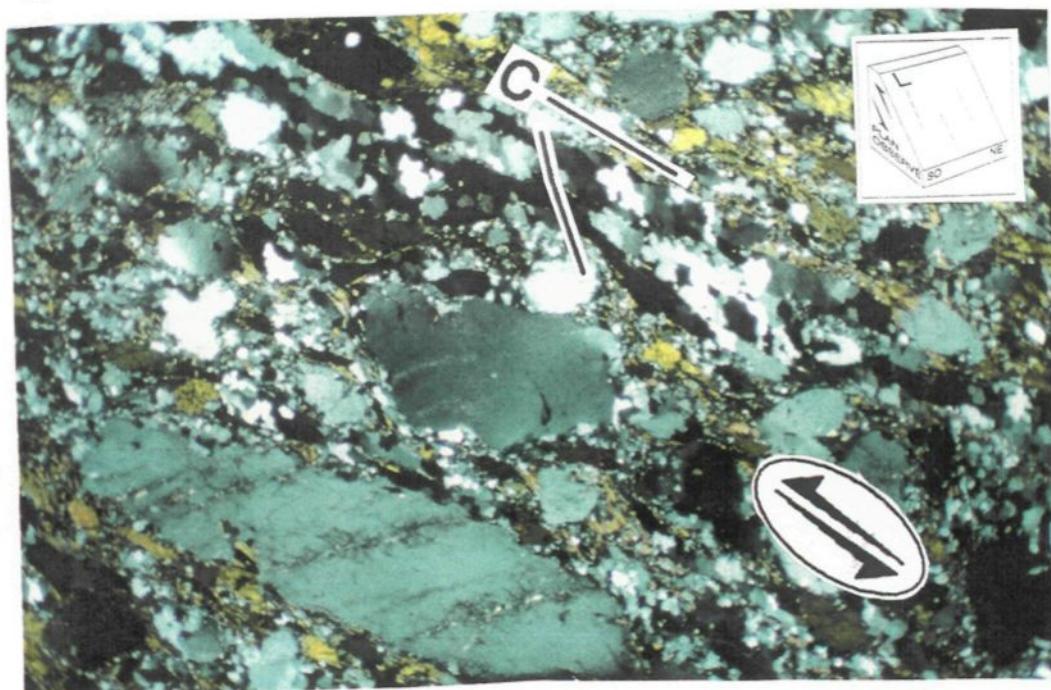
Planche 17. B) Photomicrographie de microruban de quartz présentant une recristallisation dynamique oblique à la schistosité mylonitique. Le grain de plagioclase présente un système de fractures conjuguées de Riedel concordant avec le sens du cisaillement. Affleurements #14 @ #18.

A



1mm

B

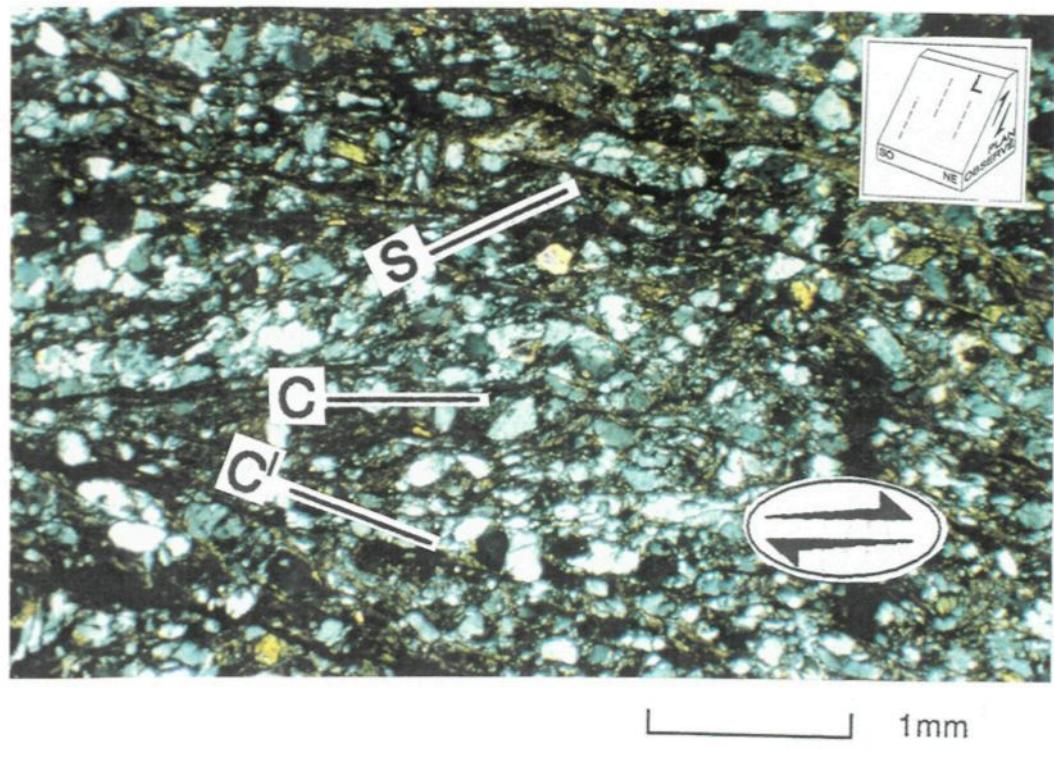


1mm

Planche 18. A) Fabrique C-S, C' développée dans une mylonite.
Affleurements #14 @ #18.

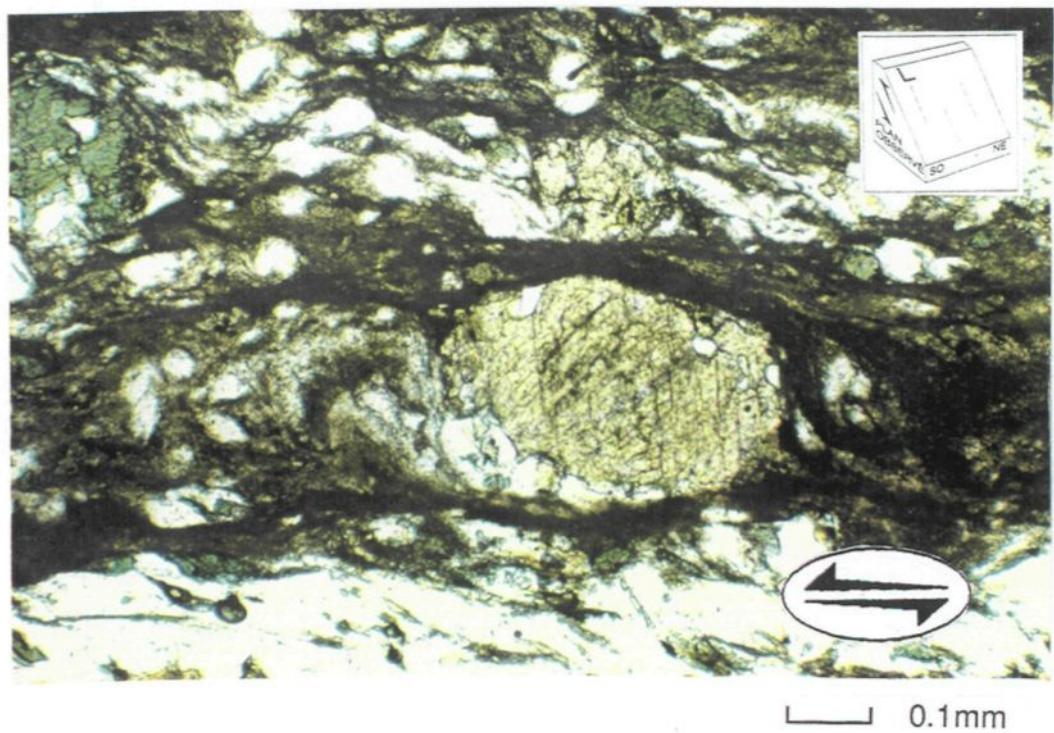
Planche 18. B) Porphyroclaste dans une mylonite qui présente
des ombres de pression de type sigma. Affleurement #14 @ #18.

A



1mm

B



0.1mm

CHAPITRE III
DISCUSSION ET CONCLUSION

Afin de développer un scénario relatif à la succession des éléments structuraux, le territoire a été divisé en cinq secteurs.

Avant de proposer une étude des relations structurales pour chacun des secteurs, il faut savoir que les secteurs nord, le FG et le sous-secteur associé au secteur central possèdent un style structural distinct des secteur central et est qui couvrent la presque totalité du territoire étudié qui appartient aux terrains supracrustaux de la ceinture parautochtone. Ainsi, pour faciliter la compréhension de la discussion, les secteurs central et est seront analysés en premier afin de solutionner l'histoire des styles structuraux affectant la CP.

3.1 Relations entre les styles structuraux des secteurs central et est

Le secteur central comprend la majorité des affleurements visités dans la CP. Il présente une fabrique principale caractérisée par une texture porphyroclastique en association avec des veines de leucosome. La nature polycristalline des porphyroclastes de même composition que les veines de leucosome suggère qu'ils sont le résultat du démembrement de ces veines. La forme plissée des veines de leucosomes est moulée par la schistosité du paléosome. Ceci suggère également que les veines ont été plissées en même temps que la fabrique principale du

paléosome.

Ce secteur est interprété comme une zone qui a subi un cisaillement à un niveau profond conduisant à la déformation d'une roche affectée par une texture migmatitique ancienne. L'attitude N-E à fort pendage vers le Sud-Est de la fabrique principale et les indicateurs cinématiques confirment un mouvement inverse occasionné probablement par l'empilement tectonique responsable de l'épaississement de la croûte et de l'enfouissement des terrains parautochtones associés à l'orogénie grenvillienne.

La texture porphyroclastique touche les roches du secteur central de façon extensive et a pu être suivie sur près de vingt kilomètres, parallèlement au FG, et sur une largeur de dix kilomètres. Il semble que la déformation ait affecté l'ensemble du volume des roches de ce secteur et que l'absence de couloir de déformation défini impliquerait une déformation par cisaillement simple d'un bloc rocheux.

Quelques affleurements présentent des plissements isoclinaux décamétriques et des petits plis asymétriques d'entraînement conformes au mouvement inverse nord-ouest. Une schistosité de plan axial non pénétrante, qui recoupe la schistosité principale, peut être associée à ces plis. Ces plis sont apparentés à une phase tardive de la

déformation de la roche.

Les axes des plis coïncident généralement avec les linéations d'étirement à composante pendage S-E. Cobbold et Watkinson (1981) et Cobbold et Quinquis (1980) propose deux mécanismes de transposition des axes de plis selon le sens de l'étirement:

1- Une anisotropie contenant des tectonites L/S contrôle l'attitude du plissement dont les axes de pli tendant à se former selon l'orientation des linéations;

2-Les axes de plis peuvent être également transposés lors de la déformation selon le modèle du pli en fourreau.

Le modèle du pli en fourreau ne semble pas applicable dans ce cas-ci. La géométrie du patron plissé que forment les plis en fourreau n'a pas été observée sur le terrain et la constance de l'orientation de l'asymétrie des plis suppose un mécanisme différent du pli en fourreau. Cobbold et Watkinson (1981) a démontré expérimentalement qu'il est possible de développer des plis cylindriques avec un axe de pli faisant un angle différent de 90° avec le sens de l'étirement. Ce résultat a pu être obtenu en simulant une tectonite L/S obtenue en introduisant des tiges rigides dans un matériel moins compétent. Le sens du raccourcissement faisant un angle différent de 90° avec les

tiges rigides, les traces des charnières furent forcées de suivre les tiges rigides. Appliquer ce modèle sur le terrain suppose qu'une tectonite L/S soit présente dans la roche avant le plissement. Les plis étant postérieurs au cisaillement, ce dernier a pu induire dans la roche une tectonite L/S impliquant des tiges de quartz. Ceci aurait contrôlé l'attitude du plissement par rapport au sens de l'étirement.

Le secteur est présente les mêmes lithologies que le secteur central. Toutefois, les styles structuraux y sont différents. L'absence de texture porphyroclastique et les relations de recoulements entre les veines de leucosomes et la foliation du paléosome ainsi que la présence d'une fabrique ancienne suggèrent que les roches du secteur est n'ont pas subi les déformations qui ont affecté le secteur central. Elles sont les témoins probables d'une histoire de déformation antérieure au cisaillement retrouvé dans le secteur central.

La plus ancienne fabrique planaire a été identifiée dans des paragneiss et des gneiss tonalitiques. Elle pourrait possiblement être considérée comme un litage primaire sédimentaire ou comme la trace d'une déformation précoce.

Un plissement de première génération reprend cette fabrique planaire ainsi que les veines de leucosomes et engendre des plis isoclinaux avec des axes de plis d'attitude

variable qui ne coïncident pas avec les linéations d'étirement régionales. Toutefois, une mise en garde doit être faite: l'axe du plis isoclinal est mesuré d'après celui des plis ptygmatitiques des veines de leucosomes soulignant le plis isoclinal. Puisqu'il a été impossible de mesurer les axes de plis directement sur les charnières de plis formées par la fabrique et que la concordance entre les axes de plis des veines de leucosomes et ceux des plis de la fabrique ancienne n'est pas connue, l'attitude du pli est incertaine. Ces plis sont considérés comme des plis irréguliers déjetés qui n'ont pas été transposés selon les linéations d'étirement. Une fabrique principale pénétrante de plan axial à composante pendage sud est associée au pli isoclinal.

Les relations entre cette fabrique et les assemblages minéralogiques laissent supposer que les plis précoces sont associés au premier épisode métamorphique kénoréen. Les minéraux indicateurs d'un tel métamorphisme kénoréen ne sont pas déformés ou, tout au moins, ils ne sont que légèrement affectés par une faible extinction ondulante.

Une deuxième génération de plis entraîne le plissement de la fabrique principale pour former des plis isopaques reclinés dont l'axe de pli coïncide avec les linéations d'étirement grenvillien ce qui suggère que le plissement tardif est d'âge probablement grenvillien. Cette coïncidence

impliquerait que l'anisotropie planaire produite par les plis isoclinaux kénoréens aurait facilité le plissement tardif pour produire un replissement du pli kénoréen. Ces plis sont observés à l'échelle de l'affleurement et correspondent probablement aux plis régionaux. Une foliation non pénétrante est associée au plan axial des plis grenvilliens et recoupe les fabriques ancienne et principale.

Il est démontré que les roches de la CP sont marquées par une fabrique ancienne plissée et antérieure à la fabrique principale du secteur central. Toutefois, il est plus difficile de situer la deuxième génération de plis du secteur est en réponse aux déformations grenvilliennes du secteur central qui occasionnent le démembrément des textures migmatitiques anciennes reconnues dans le secteur est.

L'hypothèse voulant que l'axe du pli isopaque de l'affleurement #47 soit parallèle aux linéations d'étirement est corroborée par l'analogie qui existe entre les fabriques associées au pli tardif de l'affleurement #47 et les structures de l'affleurement #48. L'affleurement #48 présente une relation de recouplement entre une fabrique planaire pénétrante principale et une fabrique tardive probablement de plan axial (planche 19). La linéation d'intersection L^2_3 , a été mesurée sur l'affleurement #48 et coïncide avec les linéations d'étirement régionales grenvilliennes. Ce qui suggère pour cette phase de

plissement un âge grenvillien.

L'hypothèse que les plis tardifs soient synchrones ou précoce dans l'événement de déformation produisant le démembrément des textures migmatitiques du secteur central serait la plus vraisemblable. Elle impliquerait que lors du deuxième événement tectonométamorphique, probablement grenvillien, que la roche aurait répondu différemment aux déformations selon les secteurs et que certains secteurs auraient produit un plissement qui aurait permis la préservation des textures migmatitiques, comme c'est le cas dans le secteur est, tandis que pour d'autres secteurs, la déformation aurait produit un cisaillement simple détruisant en partie ou en totalité les textures migmatitiques comme cela se serait produit au secteur est. L'absence de cisaillement simple au niveau des plis s'expliquerait par le fait que les secteurs où se sont développées les charnières des plis tardifs se seraient comportées comme des centres réfractaires au cisaillement de la roche. Ces charnières seraient les cibles propices ayant préservé les gisements métallifères archéens.

3.2 Relations entre les styles structuraux des secteurs central, est et du sous-secteur

Les structures décrites sur l'aire d'affleurement #38, correspondant au secteur sous-secteur et situé au centre sud du secteur central, mettent en évidence une forte déformation. La

particularité qui distingue les styles et âges structuraux de ce secteur est la présence de pegmatites non déformées qui recoupent les structures gneissiques. Les datations obtenues à 2,6 Ga, U/Pb sur zircon, (Machado, 1993) suggèrent sans ambiguïté que les roches de la ceinture paraautochtone ont une origine archéenne et que certains secteurs ont gardé d'anciennes structures témoignant d'une déformation archéenne. Ces veines ont également été observées dans les secteurs central et est. Toutefois, dans le secteur central, elles y sont transposées dans le plan de l'anisotropie produite lors d'événements ultérieurs, probablement associés aux déformations grenvillienes. Il apparaît que les roches du sous-secteur ont pu se comporter comme un bloc rigide qui aurait été préservé des déformations affectant les terrains adjacents. Ceci semble être confirmé par l'entrainement du rubanement gneissique qui se transpose dans la fabrique mylonitique des roches adjacentes en bordure est du bloc. A cet endroit, la transition entre la texture gneissique du sous-secteur et la texture porphyroclastique du secteur central est clairement observée; d'où, une évolution des déformations d'un secteur moins déformé vers un secteur plus déformé. Cette observation confirme que le mouvement inverse qui affecte les roches du secteur central caractérisé par les textures porphyroclastiques soit post-archéen, donc probablement grenvillien.

Cette aire d'affleurement est un exemple où il est possible d'observer, dans les roches de la ceinture paraautochtone, des fabriques archéennes qui ont été reprises par des fabriques grenvillienes.

3.3 Relations structurales entre le secteur nord et les secteurs du lac Témiscamingue

Le secteur nord est considéré comme appartenant à la Sous-province de l'Abitibi. Les styles structuraux qui lui sont associés sont comparables à ceux qui existent dans la Sous-province de l'Abitibi et ont probablement été affectés par la compression à l'origine des déformations kénoréennes. Les fabriques qui lui sont associées sont tronquées par le Front de Grenville et n'ont pas subi d'importants remaniements suite aux déformations grenvillienes.

3.4 Front de Grenville

Le Front de Grenville forme un couloir bien délimité qui marque la limite entre les terrains la CP et des terrains de la Province du Supérieur. Ce couloir est caractérisé par un essaim de bandes mylonitiques atteignant 1 kilomètre de large et recouvrant les lithologies de la CP. Le métamorphisme rétrograde au faciès des amphibolites inférieur à schiste vert supérieur, de grade métamorphique inférieur à ceux des terrains adjacents au FG, suggère que la mylonitisation est une phase tardive de la déformation grenvillienne. Les indicateurs

cinématiques indiquent un mouvement de chevauchement vers le Nord-Ouest. Cette phase est interprétée comme la continuité du chevauchement vers le Nord-Ouest des roches au sud du FG qui sont affectées par un cisaillement de niveau plus profond.

Cette discontinuité associée au FG serait l'expression d'une exhumation des roches de la CP accompagnée par une compression qui aurait induit, dans tout le territoire étudié, une linéation minérale régionale à composante de pendage vers le sud est.

3.5 Conclusion

Quatre styles structuraux ont été identifiés dans les terrains de la ceinture paraautochtone: un plissement kénoréen marqué par une schistosité pénétrante de plan axial; un plissement de deuxième génération d'âge grenvillien replissant les plis archéens et généré à l'échelle régionale comme à l'échelle mésoscopique; les plis grenvilliens sont marqués par une schistosité de plan axial non-pénétrante; une zone de déformation non-coaxiale de haute température de niveau profond qui affecte les terrains adjacents au sud du Front de Grenville sur près de dix kilomètres de large et le FG qui est une discontinuité marquée par une bande de failles mylonitiques de niveau moyen marqué d'un assemblage minéralogique rétrograde.

Malgré l'intense déformation et le haut grade métamorphique, quelques signatures anciennes, probablement kénoréennes, ont été relevées. 1-Les terrains du complexe d'Attic, situés au nord du Front de Grenville, présentent un style structural comparable à celui de la Sous-province de l'Abitibi. Ils sont marqués par un grain tectonique est-ouest tronqué par le Front de Grenville et qui diffère de façon significative du grain tectonique de la CP. 2- L'aire d'affleurement #38, correspondant au sous-secteur central et qui est situé au coeur de la ceinture parautochtone, présente un gneiss fortement déformé qui est recoupé par des pegmatites non-déformées datées à 2,6 Ga. 3-Le secteur est, qui présente des plis isoclinaux archéens, comporte une fabrique pénétrante de plan axial dans laquelle une paragénèse archéenne présente des cristaux idiomorphes d'orthopyroxène.

Il est suggéré que les anciennes structures ont pu contrôler les styles structuraux lors des déformations grenvillienes. Ainsi, la fabrique principale associée au pli archéen a facilité le plissement grenvillien pour que l'axe de plis de ce dernier prenne une orientation selon les linéations d'étirement à composante pendage. Une foliation de plan axial non-pénétrante est alors associée au plis grenvillien.

L'histoire des successions des déformations grenvillienes suggérées serait induite par le chevauchement des roches

allochtones sur la marge de la Province du Supérieur. Ceci aurait occasionné, dans le parautochtone, une succession d'écailles de chevauchement conduisant à la destruction des anciennes fabriques archéennes. Certains autres secteurs du parautochtone auraient répondu au régime de déformation pour former des plis dont l'axe est à composante de pendage. La charnière de ces plis a pu préserver d'anciennes fabriques archéennes observées dans quelques secteurs.

Figure 17. Blocs diagrammes présentant l'évolution tectonique de la ceinture Parautochtone lors de l'orogenèse grenvillienne.

A) Signature archéenne caractérisée par une fabrique planaire subverticale de plan axial associée au pli isoclinal. B) Bloc diagramme présentant le modèle de collision continent-continent. Les styles structuraux associés à cette phase sont un pli grenvillien dont l'axe de pli coïncide avec les linéations minérales. L'attitude du plissement est favorisée par l'ancienne anisotropie archéenne et une fabrique planaire produite par un régime de déformation non-coaxiale impliquant un cisaillement inverse vers le Nord-ouest. C) Phase tardive produite par le réajustement isostatique où les déformations se sont localisées selon d'anciens plans de faiblesse probablement archéens caractérisés par une bande de mylonitisation correspondant aux Front de Grenville.

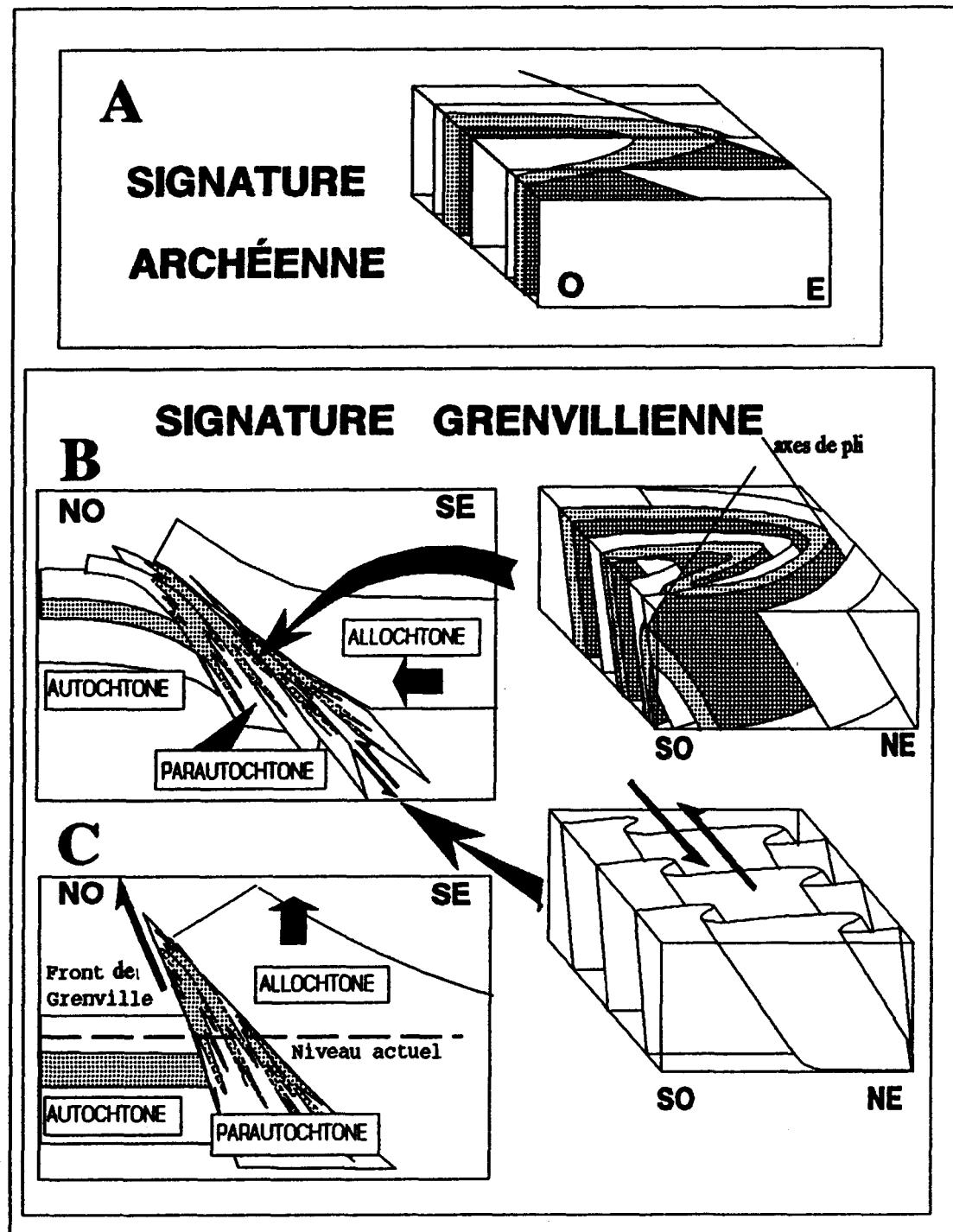


Tableau 1

Comparaison des traits distinctifs associés aux fabriques des différents secteurs V/S les orogènes archéen et grenvillien.

Orogène Secteur \	Archéen	Grenvillien	
<u>Secteur est</u>			
Fabrique ancienne	Rubanement diffus. Plissement iso-clinal.	Linéations minérales à composante de pendage sud-est	
Fabrique principale	OPX et GRT idiomorphes. Fabrique asymétrique absente	Plissement tardif.	
<u>Secteur centrale</u>			
Fabrique principale	Inclusion de biotite déformée dans OPX ouralitique et non déformé.	Texture porphyroclastique. Linéation d'étirement (tige de quartz). Veine de pegmatite transposée. Axe de pli à composante pendage SE.	Fabrique asymétrique associée au mouvement de chevauchement NO. Déformation des OPX et GRT. Linéation minérale à composante pendage SE.
<u>Sous-Secteur</u>	Gneissosité. Pegmatite (2,65)	Linéation minérales à composante de pendage sud-est	
<u>Secteur nord</u>	Gneissosité. Diabase (2,2 Ga) non déformé.	Linéation minérales à composante de pendage sud-est	
Front de Grenville		Mylonitisation de niveau moyen.	

RÉFÉRENCE

Baer,A.J., 1974. Grenville geology and plate tectonics. Geoscience Canada,**1**: 54-61.

Berthé,D., Choukroune,P., et Jegouzo,P., 1979. Orthogneiss, mylonite and non coaxial deformation of granites: the exemple of the south Armorican shear zone. Journal of Structural Geology,**1**:31-42.

Birkett,T.C., Girard,R., Moorhead,J. et Marchildon, 1992. Carte géologique de la province de Grenville à l'est de l'axe Louvicourt - Val d'Or - Senneterre. M.E.R., MB 92-15, 15p., 1 carte.

Birkett,T.C., Marchildon,N., Paradis,S., et Godue,R. 1991. The Grenville Province to the east of Val d'Or, Quebec: a geological reconnaissance and a possible extension of the Abitibi greenstone belt in the Grenville parautochthonous belt; in Current Research, Part C, Geological Survey of Canada, Paper 91-1C, P. 1-7.

Brown,D., Rivers,T., et Calon,T., 1992. A structural analysis of the metamorphic fold-thrust belt, northeast Gagnon terrane, Grenville Province, Canadian Journal of Earth Sciences,**29**:1915-1927.

Brunel,M. 1980. Quartz fabrics in shear-zone mylonite: evidence for a major imprint due to late strain increments. *Tectonophysics*, **64**:t33-t44.

Childe,F. Doig,R. Gariépy,C. 1993. Monazite as metamorphic chronometer, south of the Grenville Front, western Quebec., *Canadian Journal of Earth Sciences*, **30**:1056-1065.

Chown,E.H. Daigneault,R. Mueller,W. Mortensen,J.K. 1992. Tectonic evolution of the Northern Volcanic Zone, Abitibi belt, Quebec., *Canadian Journal of Earth Sciences*, **29**:2211-2225.

Cobbold,P.R. et Watkinson,A.J. 1981. Bending anisotropy:a mechanical constraint on the orientation of fold axes in an anisotropic medium. *Tectonophysics*, **72**:T1-T10.

Cobbold,P. et Quinquis, H., 1980. Development of sheath folds in shear regimes. *Journal of Structural Geology*, **2**:119-126.

Corriveau., L., 1990. Proterozoic subduction and terrane amalgamation in southwestern Grenville province, Canada: Evidence from ultrapotassic to shoshonitic plutonism. *Geology*, **15**:614-617.

Daigneault, R., Allard, G., 1994. Transformation of Archean structural inheritance at the Grenville Forland Parautochtone transition zone Chibougamau area, Québec., Journal Canadien des sciences de la Terre, **31**, sous-presse.

Davidson,A. 1986. Grenville Front relationships near Killarney, Ontario. In the Grenville province. Edited by J.M.Moore,A.Davidson and A.J.Baer. Geological Association of Canada:Special Paper 31,pp.107-118.

Davidson,A., Culshaw,N.G. and Nadeau,L., 1982. A tectonometamorphic framework for part of the Grenville Province, Parry Sound region, Ontario in Current Research, Part A: Geological Survey of Canada Paper 82-1A, pp. 175-190.

Dennis,J. et Secor,D.T. 1990. On resolving shear direction in foliation rocks deformed by simple shear. Geological Society of America Bulletin, **102**:1257-1267.

Dennis,J. et Secor,D.T. 1987. A Model for the development of crenulation in shear zones with application from the southern Appalachian Piedmont. Journal of Structural Geology, **9**:809-817.

Dewey,J.F., and Burke,K.C.A., 1973. Tibetan, Variscan and Precambrian basement reactivation: products of continental collision. Journal of Geology, **81**:683-692.

Dickin, A.P., Higgins, M.D. 1992. Sm/Nd evidence for a major 1.5 Ga crust-forming event in the central Grenville Province. *Geology*, **20**:137-140,

Dimroth,E. Archambault,G. Goulet,N. Guha, J. Mueller, W. 1984. A mechanical analysis of the late Archean Gwillim Lake shear belt, Chibougamau area, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **21**:963-968.

Doig,R., 1977. Rb-Sr geochronology and evolution of the Grenville Province in the northwestern Quebec, Canada. *Geological Society of America Bulletin*, **88**:1843-1856.

Gariépy,C., Verner,D., and Doig,R. 1990. Dating Archean metamorphic minerals southeast of the Grenville Front, western Québec, using Pb isotopes. *Geology*, **18**:1078-1081.

Geological Survey of Canada, 1980,1985. Scale colored aeromagnetic maps, Ottawa.

Girard,R. et Moorhead,J.,1993. Géologie de la région de Press-Clova, phase 2 de 2, Rapport préliminaire, Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. en préparation.

Girard,R., Moorhead,J. 1993. Potentiel minéral de la zone paraautochtone à l'Est de Senneterre, Québec: nouvelles zones anomales du MER et nouvelles découvertes de COMINCO Ltée. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. PRO-93-09, 7 pages.

Girard,R., Birkett,T.C., Moorhead,J. et Marchildon,N. 1993. Géologie de la région de Press-Clova,. Rapport géologique, MER., MB 93-04, 54 p., 120 pages.

Hanmer,S. 1986. Asymmetrical pull-aparts and foliation fish as kinematic indicators. *Journal of Structural Geology*, **8**:111-122.

Hanmer, S. et Passchier, C. 1991. Shear-sense indicators:a review. *Geological Survey of Canada paper* 90-17. 72 pages.

Hoffman,P.F.,1992. Global Grenvillian kinematics and fusion of the Neoproterozoic super-continent Rodina: Geological Association of Canada, Program with Abstracts,**17**:49.

Indares,A. and Martignole,J., 1990. Metamorphic Constraints on the evolution of the gneiss from the paratochthonous and allochthonous polycyclic belts, Grenville Province, Western Quebec. *Canadian Journal Earth Science*,**27**:357-370.

Indares,A. and Martignole,J., 1989. The Grenville Front South of Val d'Or, Quebec. *Tectonophysics*, **157**:221-239.

Lafleche,M. and Birkett,T.C. 1993. Geochemistry and petrogenesis of Archaen and Proterozoic mafic to ultramafic granulites and amphibolites south of the Grenville Front (Quebec). *Précambrarian Research*, sous-presse.

Lister,G.S. et Snoker,A.W. 1984. S-C Mylonites. *Journal of Structural Geology*, **6**:617-638.

Marchildon,N. 1992. A study of mineral zoning and metamorphism in the Grenville Front area, east of Senneterre, Quebec. Thèse de maîtrise en science. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy New York, 132p.

Martignole,J. 1986. Some questions about crustal thickening in the central part of the Grenville Province. *Geological Association of Canada; Special Paper* **31**: 327-339.

McLelland,J.M., et Isachsen,Y.W., 1980. Structural synthesis of the southern and central Adirondacks: model for the Adirondacks as a whole and plate tectonics interpretation. *Geological Society of America Bulletin*, Part II, Vol. 91, pp. 208-292.

Mehnert, K.R. 1968. Migmatites and the origin of granitic rock. Elsevier publishing company, Amsterdam, London, New York 393p.

Mereu, R.F., Wang, D., Kuhn, O., et Forsyth, D.A., 1986. A summary of the results of the 1982 COCRUST long range seismic experiment across the Ottawa-Bonnechere graben and western Grenville Front. Edited by J.M. Moore, A. Davidson and A.J. Baer. Geological Association of Canada: Special Paper 31. 235-240.

Moore, D.W. 1993. Grenval Project 1991 Summary report. TTS: 32C-1, 2, 7, 8 and #B-4, 5. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, rapport statuaire GM-5174, 286p.

Moorhead, J., Girard, G., Birket, T., 1991. Prolongement vers l'est des ceintures de roches vertes de l'Abitibi à l'intérieur de la Province de Grenville: nouvelles cibles d'exploration à l'est de Senneterre. Ministère de l'Énergie et des Ressources, PRO 91-17, 4p.

Passchier, C.W. et Simpson, C. 1986. Porphyroblast systems as kinematic indicators. Journal of Structural Geology, 8:831-843.

Philippe,S. Gariépy,C. Doig,R. et Childe,R. 1990. U-Pb geochronology of late Archean monasites, south of the Grenville Front, western Quebec. Lithoprobe Abitibi-Grenville Project, Workshop, October 31 - November 2, University of Montréal, Program with Abstracts, p.18.

Platt,J.P. et Vissers,R.L. 1980. Extensional structures in anisotropic rocks. Journal of Structural Geology, **2**:397-410.

Rivers,T., 1983. The northern margin of the Grenville Province in the western Labrador-anatomy of an ancient orogenic Front. Precambrian Research, **22**:41-73.

Rivers,T.. et Chown,E.H., 1986. The Grenville orogen in eastern Quebec and western Labrador definition, indication and tectono-metamorphic relationships, of autochthonous, paraautochthonous and allochthonous terranes. Edited by J.M. Moore, A. Davidson and A.J. Baer. Geological Association of Canada Special Paper 31.

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

Simpson,C. et Schmid,S.M. 1983. An evolution of criteria to deduce the sense of movement in sheared rock. Geological Society of America Bulletin, **94**:1281-1288

Snelling,N.J., 1962. Potassium-argon dating of rocks north and south of the Grenville front in the Val d'Or region, Quebec. Bulletin of Geologycal Survey Canadian Bulletin, **85**:27.

Takagi,H. et Ito,M. 1988. The use of asymmetric pressure shadows in mylonite to determine the sense of shear. Journal of Structural Geology, **10**:347-360.

Thomas,A. 1986. The Labradorian orogeny: evidence for event in Grenville Province crystalline rocks from central Labrador. Edited by J.M. Moore, A. Davidson and A.J. Baer. Geological Association of Canada Special Paper 31, 175-189.

White,S.H., Burrows,S.E., Carreras,J. Shaw,N.D. et Humphreys,F.J. 1980. On mylonites in ductile shear zones. Journal of Structural Geology, **2**:175-187.

Windley, B.F., 1986. Comparative tectonics of the western Grenville and the Western Himalaya. Edited by J.M. Moore, A. Davidson and A.J. Baer. Geological Association of Canada Special Paper 31

Wynne-Edwards, H.R. 1972. The Grenville Province. In Variation in tectonic styles in Canada. *Edited by R.A. Price and L.J.W.Douglas.* Geological Association of Canada, Special Volume. 11: 263-334.