

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

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

PAR  
CLÉMENT DOMBROWSKI

DÉVELOPPEMENT ET MIGRATION  
DU MAGMA GRANITIQUE,  
WULUMA HILLS, AUSTRALIE CENTRALE

AVRIL 1997



### **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

Le Pluton granitique Wuluma, qui est le résultat de la fusion partielle des roches encaissantes, se situe dans la partie ouest des Wuluma Hills qui sont inclus dans le Complexe Métamorphique Strangways (SMC), en Australie Centrale. Une cartographie détaillée à l'intérieur de ces migmatites a permis de distinguer trois fabriques planaires reliées à deux événements tectoniques et principalement quatre unités lithologiques.

Un premier événement tectonique, le Strangways précoce (1780-1770 Ma), a provoqué une importante foliation gneissique  $S_1$ . Un deuxième événement tectonique, le Strangways tardif (1749 Ma), a précédemment engendré un plissement isoclinal  $F_2$ . La fin du Strangways tardif est caractérisé par le développement de zones de cisaillement majeures d'orientation NW accompagnées d'un clivage de plan axial  $S_3$  orienté NW, qui est le résultat du plissement  $F_3$ , responsable du patron des structures régionales dans les Wuluma Hills. La fusion partielle s'est développée de façon synchrone avec le plissement  $F_3$ , à des conditions de 850-900°C pour une pression de 6 kbar.

Les leucosomes, géochimiquement similaires avec le granite Wuluma, sont dérivés des gneiss quartzofeldspathiques, qui forment l'unité lithologique la plus abondante. Les autres unités lithologiques observées sont principalement les unités compétentes (de composition intermédiaire) et le matériel résiduel. Le magma issu de la fusion partielle a migré le long d'une variété de structures (plan axial, fractures, contours de boudins) principalement reliées à l'événement de déformation  $F_3$ , qui a également contrôlé la migration du magma. L'accumulation du magma prend place dans les zones de faible pression reliées à la déformation locale et régionale, particulièrement là où il y a de grandes différences de compétence.

La cartographie détaillée a également démontré une continuité entre l'accumulation du magma à petite échelle (dans les migmatites), les plutons granitiques d'échelle hectométrique et le granite Wuluma d'échelle kilométrique. De plus, tous les corps granitiques sont le résultat d'une mise en place progressive d'une série de dykes granitiques séparés par des schleirens mafiques représentant la roche encaissante et présentant des structures similaires à celles retrouvées dans les migmatites. Donc, dans les Wuluma Hills, le pluton Wuluma est le plus gros d'une série de corps granitiques qui résultent de l'accumulation progressive du magma extrait des migmatites adjacentes.

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur, M. Edward W. Sawyer, pour sa disponibilité, son encadrement et sa patience lors des travaux de terrain et pendant la rédaction de ce mémoire, ainsi que pour son support financier tout au long de ces années d'étude. Je remercie également les deux professeurs membres de mon comité, Mme Sarah-Jane Barnes et M. Denis W. Roy pour leurs précieux conseils pendant les différentes étapes de la recherche et pendant la rédaction de ce mémoire.

Je tiens à remercier sincèrement nos confrères australiens, les professeurs Bill Collins et Ron Vernon, pour leur accueil chaleureux en Australie, ainsi que pour leur aide et leur disponibilité lors des premières semaines des travaux de terrain. Je remercie également M. Bruno Lafrance et M. Paul Williams pour leur aide et leurs conseils lors de ces mêmes semaines de travaux de terrain.

Je remercie cordialement mes consoeurs et confrères étudiant(e)s en Sciences de la Terre de l'UQAC, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et qui ont rendu mon séjour à Chicoutimi fort agréable.

Les travaux de recherche réalisés dans le cadre de cette étude ont été financés par les fonds de recherche du CRSNG de mon directeur, M. E.W. Sawyer. Mon financement

personnel a été assuré par ces mêmes fonds de recherche, ainsi que par des bourses personnelles obtenues du CRSNG, des fonds FCAR et du groupe PAIR. Je tiens donc à remercier sincèrement tous ces organismes.

Enfin, je ne saurais passer sous silence ma plus profonde reconnaissance envers ma famille et ma conjointe, Sonya Chalifour, pour leurs encouragements et leur patience durant la réalisation de ce travail.

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ.....	ii
REMERCIEMENTS.....	.iii
TABLES DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES PLANCHES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES ANNEXES.....	xii
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Objectifs.....	4
1.3 Géologie régionale.....	5
CHAPITRE 2 GÉOLOGIE LOCALE.....	17
2.1 Introduction.....	17
2.2 Géologie structurale.....	18
2.3 Les gneiss.....	29
2.3.1 Gneiss quartzofeldspatiques à cordiérite.....	29
2.3.2 Gneiss intermédiaires et mafiques.....	39
2.4 Le matériel résiduel.....	47
2.4.1 Restites à quartz.....	47
2.4.2 Restites sans quartz.....	52
2.5 Les quartzites.....	55
2.6 Les leucosomes.....	57
2.6.1 Leucosomes précoces.....	58
2.6.2 Leucosomes tardifs.....	64

CHAPITRE 3 MÉTAMORPHISME.....	72
3.1 Introduction.....	72
3.2 Assemblages métamorphiques.....	73
3.2.1 Composition des minéraux.....	73
3.2.2 Diagrammes AFM.....	81
3.3 Réactions métamorphiques.....	84
3.4 Géothermobarométrie.....	86
CHAPITRE 4 GÉOCHIMIE.....	91
4.1 Introduction.....	91
4.2 Géochimie des migmatites.....	92
4.3 Relations leucosomes tardifs et granite Wulum.....	107
4.4 Conclusions.....	112
CHAPITRE 5 DISCUSSION.....	114
5.1 Mise en situation.....	114
5.2 Relations leucosomes tardifs et structures géologiques.....	115
5.3 Zones d'accumulation et expulsion du magma.....	118
5.4 Modèle.....	127
CHAPITRE 6 CONCLUSION.....	131
RÉFÉRENCES.....	135
ANNEXE A Composition modale des échantillons pétrographiques.....	138
ANNEXE B Résultats des analyses à la microsonde électronique.....	143
ANNEXE C Résultats des analyses géochimiques.....	161
ANNEXE D Valeurs pour la normalisation de Sawyer 1996.....	170

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1: Carte géologique du Complexe Métamorphique Strangways.....	6
situant le granite Wulumu.	
Figure 2: Divisions stratigraphiques du Bloc Arunta.....	7
Figure 3: Bloc diagramme du secteur des Collines Wulumu.....	10
Figure 4: Carte géologique du pluton Wulumu et de ses roches encaissantes.....	13
Figure 5: Carte structurale du pluton Wulumu et de ses roches encaissantes.....	15
Figure 6: a) Projection stéréographique de la fabrique $S_{1/2}$ ..... b) Projection stéréographique de la linéation $L_{1/2}$ . c) Projection stéréographique de la fabrique $S_{3a}$ . d) Projection stéréographique des axes de plis $f_3$ . e) Projection stéréographique de la fabrique $S_{3b}$ .	22
Figure 7: Carte structurale du secteur à l'étude.....	25
Figure 8: Graphique des pourcentages de FeO, MgO, MnO et CaO..... en fonction de la distance de la bordure d'un grenat retrouvé dans un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et grenat.	79
Figure 9: Graphique des pourcentages de FeO, MgO, MnO et $Al_2O_3$ ..... en fonction de la distance de la bordure d'un orthopyroxène retrouvé dans un quartzite à cordiérite et orthopyroxène.	80
Figure 10: Diagrammes AFM par projection des feldspaths K de: a) la paragénèse grenat+cordiérite+biotite. b) la paragénèse orthopyroxène+cordiérite+biotite.	83
Figure 11: Diagramme de MgO+FeO* en fonction de SiO2..... des différentes unités lithologiques et leurs relations avec les analyses ponctuelles des différentes phases.	93

Figure 12: Diagrammes araignées des éléments traces:.....	99
a) des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite.	
b) du matériel résiduel.	
c) des quartzites.	
Figure 13: Diagrammes de:.....	102
a) CaO+Na <sub>2</sub> O en fonction de SiO <sub>2</sub>	
b) K <sub>2</sub> O en fonction de MgO+FeO*	
des différentes unités lithologiques et leurs relations	
avec les analyses ponctuelles des différentes phases.	
Figure 14: Diagrammes araignées des éléments traces:.....	105
a) des leucosomes tardifs.	
b) du granite Wulumu.	
Figure 15: Diagrammes de:.....	106
a) Zr	
b) Hf	
en fonction de SiO <sub>2</sub> des différentes unités lithologiques.	
Figure 16: Diagramme ternaire Alcalins-FeO*-MgO des différentes.....	108
unités lithologiques.	
Figure 17: Diagrammes des Terres Rares:.....	110
a) des leucosomes tardifs.	
b) du granite Wulumu.	
Figure 18: a) Croquis schématique qui montre la relation entre.....	122
le matériel granitique qui migre de S <sub>1/2</sub> vers S <sub>3</sub>	
et les contraintes σ <sub>1</sub> de la déformation.	
b) Croquis schématique d'un dyke granitique sans orientation	
précise qui recoupe la fabrique S <sub>1/2</sub> .	
Figure 19: Croquis schématisé de l'affleurement W-22 montrant.....	125
une zone d'accumulation de magma à l'intérieur d'une charnière	
de pli F <sub>3</sub> , ainsi que le boudinage des unités compétentes.	

## LISTE DES PLANCHES

	Page
Planche 1: Foliation $S_1$ fortement développée et replissée..... isoclinialement par le plissement $F_2$ , à l'intérieur d'un gneiss quartzofeldspathique.	20
Planche 2: Aspect sur le terrain des clivages de plan axial $S_{3a}$ ..... d'orientation générale sud-est.	23
Planche 3: Petit pli asymétrique résultant du plissement $F_3$ ..... avec cisaillement le long des plans de clivage $S_{3a}$ .	26
Planche 4: a) Foliation fortement développée dans le flanc d'un pli $F_3$ ..... b) Photo de terrain montrant le clivage de crénulation $S_{3b}$ d'orientation nord-sud recoupant le clivage de plan axial $S_{3a}$ d'orientation sud-est.	28
Planche 5: Photomicrographies d'un gneiss quartzofeldspathique..... a) forme allongée et orientation préférentielle des grains. b) litage de la cordiérite.	32
Planche 6: a) Photomicrographie en lumière naturelle montrant..... un porphyroblaste de grenat syntectonique faisant légèrement dévier la foliation dans un gneiss quartzofeldspathique. b) Photomicrographie en lumière naturelle montrant des grains d'orthopyroxène orientés dans la foliation d'un gneiss quartzofeldspathique.	34
Planche 7: Photo de terrain montrant un grenat porphyroblastique..... à texture coronitique recoupant la fabrique planaire $S_{1/2}$ .	36
Planche 8: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'un cœur..... de grenat porphyroblastique à texture coronitique montrant le réseau de quartz (à extinction roulante) et des traces d'hercynite. b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un orthopyroxène porphyroblastique à texture coronitique.	38
Planche 9: Photo de terrain montrant une unité compétente boudinée..... avec des fractures fragiles remplies de matériel granitique.	40

Planche 10: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss.....	43
intermédiaire montrant la forme générale des grains et leur orientation préférentielle.	
b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss intermédiaire montrant la foliation entraînée par un orthopyroxène et également le faible litage formé par les orthopyroxènes.	
Planche 11: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss mafique.....	46
montrant l'orientation préférentielle des minéraux faiblement développée ainsi que l'altération des clinopyroxènes en hornblende verte.	
b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss mafique montrant des jonctions triples (texture de recristallisation) de plagioclases et de clinopyroxènes.	
Planche 12: Photo de terrain montrant le matériel résiduel sans forme.....	48
géométrique précise.	
Planche 13: a) Photomicrographie en lumière naturelle montrant les deux.....	50
principales zones d'une restite à quartz ainsi que l'orientation préférentielle des minéraux.	
b) Photomicrographie en lumière naturelle montrant la sous-zonation en orthopyroxène/cordiérite de la zone à orthopyroxène d'une restite à quartz.	
Planche 14: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'une restite sans quartz.....	54
montrant la recristallisation (jonctions triples) de la cordiérite et les orthopyroxènes poeciloblastiques.	
b) Photomicrographie en lumière naturelle montrant l'altération en hornblende verte des clinopyroxènes dans une restite sans quartz.	
Planche 15: Photomicrographie en lumière naturelle d'une quartzite à cordiérite.....	56
montrant l'orientation préférentielle et l'allongement des différents minéraux.	
Planche 16: Photomicroographies d'un leucosome précoce ainsi que du contact.....	60
avec la roche encaissante.	
a) Lumière naturelle.	
b) Lumière polarisée.	
Planche 17: a) Photo de terrain montrant l'aspect des leucosomes précoces.....	63
à l'intérieur d'un gneiss quartzofeldspathique et les fins leucosomes tardifs situés à l'intérieur des plans de clivage S <sub>3b</sub> ,	
b) Photo de terrain montrant des leucosomes tardifs à l'intérieur d'une zone de cisaillement.	

Planche 18: a) Photo de terrain montrant un leucosome tardif dans la charnière.....66  
d'un pli  $F_3$  et recoupé par un autre leucosome tardif qui a pris place  
à l'intérieur d'un clivage de plan axial  $S_{3a}$ .  
b) Photo de terrain montrant des leucosomes tardifs à l'intérieur des fractures  
fragiles d'un boudin.

Planche 19: Photo de terrain montrant un dyke granitique tardif avec une.....68  
faible foliation définie par la biotite, ses contacts plus ou moins francs et des  
schlierens de biotite représentant la partie résiduelle.

Planche 20: Photomicrographie d'un leucosome tardif ainsi que du contact.....70  
avec la roche encaissante.  
a) Lumière naturelle  
b) Lumière polarisée

Planche 21: Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss.....76  
quartzofeldspathique à cordiérite et grenat montrant la deuxième variété  
de biotite, sans orientation, qui remplace les grains de cordiérite.

Planche 22: Photo de terrain montrant la disposition de deux générations.....116  
de grenats porphyroblastiques à texture coronitique à l'intérieur d'un pli  $F_3$ .

Planche 23: Photo de terrain montrant le matériel granitique qui se développe.....120  
dans les plans  $S_{1/2}$  et qui migre pour s'accumuler parallèlement à  $S_{3b}$ .

Planche 24: Photo de terrain montrant la structure interne du granite Wulumu.....124  
et des corps granitiques associés (granite Wulumu sur la photo).

**LISTE DES TABLEAUX**

	Page
Tableau 1: Températures obtenues à partir de l'assemblage grenat-biotite.....	90

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe A: Composition modale des échantillons pétrographiques.....	138
Annexe B: Résultats des analyses à la microsonde électronique.....	143
Annexe C: Résultats des analyses géochimiques.....	161
Annexe D: Valeurs pour la normalisation de Sawyer 1996.....	170

## CHAPITRE 1

### INTRODUCTION

#### 1.1 Problématique

Depuis les dernières années, les connaissances sur les mécanismes de mise en place des plutons granitiques ont considérablement évolué. L'opinion selon laquelle les plutons se mettent en place par les mécanismes diapiriques (Fyfe, 1971; White et Chappell, 1977) a changé en faveur d'un emplacement contrôlé par les zones de cisaillement (Hutton, 1982, 1988; Hanmer et Vigneresse, 1980) ou par les dykes (Clemens et Mawer, 1992).

Lorsque l'emplacement des granites se fait dans la croûte supérieure, les plutons sont typiquement ovales et encaissés dans des roches métamorphiques de bas grade, et leur localisation est généralement contrôlée par des zones de cisaillement d'envergure régionale qui créent les ouvertures nécessaires à l'accumulation et à la migration du magma (Lagarde et al., 1990; D'Lemos et al., 1992). Ce n'est qu'aux étapes finales de mise en place de ces plutons de haut niveau crustal que la majorité des auteurs s'accordent sur un mécanisme par

flottaison (*buoyancy*), et plus spécifiquement de gonflement (*ballooning*), analogue aux anciens modèles diapiriques.

Un deuxième groupe de plutons granitiques est retrouvé dans la croûte profonde, où ils sont typiquement encaissés à l'intérieur de ceintures métamorphisées au faciès amphibolite supérieur ou granulite et où ils sont souvent associés avec des migmatites. Ce type de plutons n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études et il n'est pas certain que leur localisation soit contrôlée par des cisaillements régionaux; cependant, comme ces plutons se retrouvent à proximité de la zone où la croûte entre en fusion, leur localisation pourrait être plutôt contrôlée par la distribution des sources de chaleur à la base de la croûte. La principale différence lors de l'étude des plutons de la croûte supérieure par rapport à ceux de la croûte profonde réside dans le fait que les mécanismes de mise en place des plutons de la croûte supérieure peuvent être investigués indépendamment des processus présents à la source. Cependant, l'étude des plutons de la croûte profonde nécessite l'investigation des processus et des mécanismes de fusion, plus spécifiquement de la ségrégation du magma, puisque ceux-ci se retrouvent dans le même secteur. L'étude réalisée dans le cadre de ce projet se rapporte au deuxième type de plutons, c'est-à-dire les plutons de la croûte profonde.

Les opinions sur l'origine des plutons granitiques sont partagées: ceux-ci représentent (Lefort, 1981), ou ne représentent pas (Sawyer, 1991) le regroupement des

leucosomes des migmatites. Cependant, les arguments de ces auteurs sont uniquement basés sur la composition des granites et des leucosomes; aucune étude n'a, jusqu'à présent, été effectuée afin de déterminer comment les petites bandes de matériel fondu pourraient s'être mobilisées, avoir migré et s'être concentrées pour former un pluton granitique. Clemens (1989) et Sawyer (1991) ont tous deux identifié ces problèmes, c'est-à-dire comment la portion fondu granitique s'est séparée de sa source et de la restite, comment la portion fondu s'est mobilisée afin de former un pluton granitique ou des dykes, et enfin, comment les terrains granulitiques se forment. Ces problèmes rejoignent le processus fondamental selon lequel la croûte se différencie en une partie supérieure de composition granitique et en une partie inférieure de composition dioritique. Le problème abordé dans ce projet est donc:

" comment se fait le passage d'un fondu anatectique (migmatite) à un granite presque totalement dépourvu de restite ? "

Pour la réalisation d'une thèse, une grande importance est généralement attachée au besoin d'avoir une hypothèse à tester. Cependant, cette hypothèse qui conduit la recherche est bien appropriée à des travaux de recherche qui sont relativement avancés ou matures, cela dû au fait qu'il doit y avoir certains consensus sur les phénomènes étudiés. À cette étape de la recherche, d'importantes lacunes ont été mentionnées par Clemens (1989) et par Sawyer (1991), le développement d'un modèle comme hypothèse de départ devient donc complexe puisque nous ne connaissons pas encore l'aspect physique des mécanismes de la

ségrégation. Pour l'instant nous ignorons donc si les processus impliqués doivent être considérés comme étant contrôlés par la déformation (Sawyer, 1991,1994), par la diffusion (i.e. température métamorphique) ou par la cinétique (durée des événements thermiques). La méthodologie de cette recherche est donc basée sur la cueillette d'observations (terrain et échantillons) qui permettront, dans le dernier chapitre de la thèse, de construire un modèle ou une hypothèse pour la formation des plutons granitiques en croûte profonde.

## 1.2 Objectifs

L' objectif premier de ce projet est d'étudier les mécanismes de formation du granite Wulumu, situé en Australie centrale. Ce platon granitique, qui s'est formé dans la croûte profonde, est relativement bien documenté et ne semble pas avoir migré de sa source anatectique. Les objectifs sont donc de comprendre comment le magma issu de la fusion partielle s'est séparé de son site de fusion et s'est concentré pour former le platon, d'établir et d'expliquer la distribution de la portion fondue ainsi que le réseau emprunté afin de construire le platon granitique. Plus spécifiquement, les objectifs sont les suivants:

- 1- Déterminer, à l'aide d'une cartographie et d'une étude pétrographique, les relations entre les leucosomes, la géologie structurale et les différentes unités lithologiques des migmatites qui encaissent le granite Wulumu.
- 2- Déterminer, par la pétrographie et la géochimie, la provenance des leucosomes et leur relation avec le granite Wulumu.

3- Déterminer, à l'aide d'analyses à la microsonde électronique et du logiciel Thermocalc, les conditions P-T de formation des assemblages métamorphiques de l'encaissant et du granite Wulumu.

4- Produire un modèle de formation du granite étudié généralisable à l'ensemble des plutons granitiques de la croûte profonde.

### 1.3 Géologie régionale

Le granite Wulumu et ses roches encaissantes se retrouvent à l'intérieur du Complexe Métamorphique Strangways (SMC), qui est compris dans la zone centrale du Bloc Arunta, en Australie centrale (Figure 1) (Collins et al., 1989).

Le Bloc Arunta est principalement constitué de roches volcaniques et sédimentaires, d'âge protérozoïque, et métamorphisées à des facies variant de schiste vert à granulite. Des plutons granitoïdes de croûte supérieure et de croûte profonde y sont également retrouvés. Les roches volcaniques, généralement bimodales (Division 1; Figure 2), se sont mises en place durant un épisode d'extension. Les sédiments comprennent des dépôts alumineux et siliceux de type flysh (Division 2; Figure 2) et des dépôts de plate-forme tels que des quartzites, des shales et des carbonates (Division 3; Figure 2) (Stewart et al., 1984). Plus récemment, Collins et Shaw (1995), en se basant sur des observations structurales et métamorphiques, et sur des données isotopiques, ont remis en question la validité

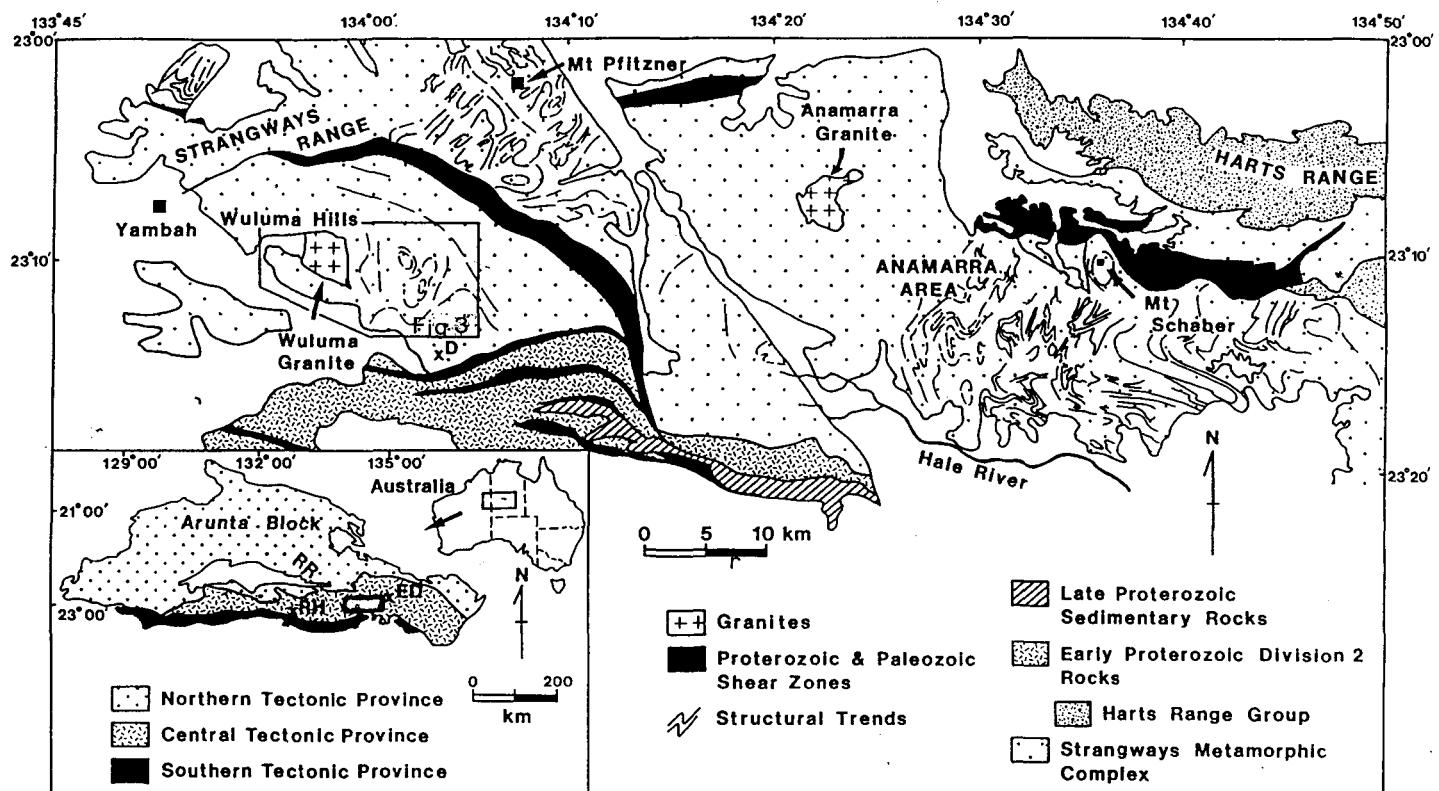


Figure 1: Carte géologique du Complexe Métamorphique Strangways et situant le granite Wulumu dans la demie est de la province tectonique centrale. L'encadré montre la situation géographique et les subdivisions tectoniques du Bloc Arunta. Source: Lafrance et al. (1995).

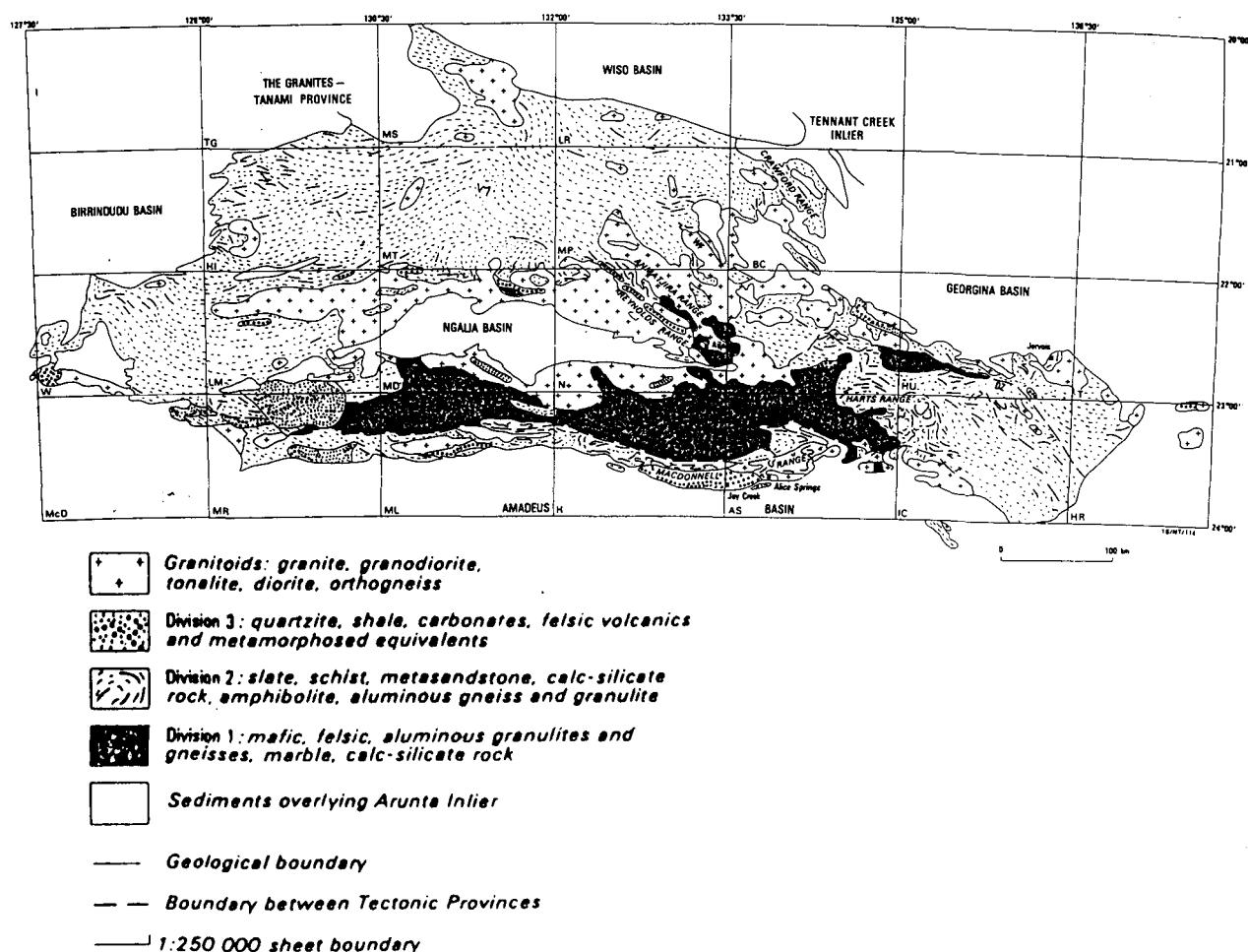


Figure 2: Divisions stratigraphiques du Bloc Arunta selon Stewart et al. (1984).

de ces subdivisions tectoniques et stratigraphiques. Ils définissent le Bloc Arunta comme le résultat d'un regroupement d'un très grand nombre d'assemblages lithologiques. Cependant, pour une bonne compréhension de cet ouvrage, il n'est pas nécessaire de définir tous ces assemblages lithologiques, et par conséquent, la nomenclature de Shaw et al. (1984) sera conservée.

Le SMC, dans lequel se situe le secteur des Wulum Hills, est constitué de roches appartenant à la division 1 et métamorphisées au facies granulite. Une première séquence de roches supracrustales, composée de quartzites à cordiérite (le terme quartzite définit ici une roche essentiellement composée de quartz, plus de 50%, ainsi que de minéraux qui résultent du métamorphisme; cette définition reste valide pour l'ensemble de ce mémoire), de gneiss quartzofeldspathiques et de granulites mafiques, a été datée entre 2 100 et 2 000 Ma (système Sm-Nd; Windrim et McCulloch, 1986). Une deuxième séquence de roches supracrustales, dont l'âge se situe entre 1 820 et 1 780 Ma (système U-Pb; Collins et Shaw, 1995), est composée de roches calco-silicatées, de marbres et de gneiss à sillimanite.

Un premier événement majeur  $D_1/M_1$ , le Strangways précoce, a produit une importante foliation gneissique  $S_1$  (Black et Shaw, 1992), qui fait ressortir la forme des principales structures observées dans les Collines Wulum. Dans les gneiss quartzofeldspatiques et dans les quartzites à cordiérite,  $S_1$  est défini par l'orientation préférentielle de la biotite et des leucosomes à grain grossier de feldspath K et de quartz.

La cordiérite et les feldspaths K sont également parallèles à  $S_1$  dans les quartzites à cordiérite. Dans les granulites mafiques à deux pyroxènes,  $S_1$  se définit par l’alternance d’horizons riches en hornblende et d’horizons riches en plagioclase. À l’intérieur des roches calco-silicatées,  $S_1$  se définit par l’alternance d’horizons à épidote, scapolite et quartz, et d’horizons à diopside et hornblende, tous granoblastiques (Lafrance et al., 1995). Une première phase de migmatisation, provoquant des ségrégations migmatitiques dans les gneiss quartzofeldspathiques, de même que le métamorphisme au facies granulite sont reliés à cet événement (Collins et al., 1989).

Bien que  $S_1$  soit parallèle aux contacts lithologiques, Lafrance et al. (1995) ont démontré que  $S_1$  est le résultat d’une déformation lors d’un épaississement de la croûte en compression. Les conditions métamorphiques de l’événement Strangways précoce seraient de  $P = 5,3 +/− 1,2$  kbar et  $T > 750^{\circ}\text{C}$  selon Norman et Clarke (1990), et son âge se situerait entre 1 780 et 1 770 Ma, selon Collins et Shaw (1993).

Un deuxième événement majeur  $D_2/M_2$ , le Strangways tardif (Black et Shaw, 1992), a produit des plis en fourreau d’échelle kilométrique, définis par le plissement de la foliation  $S_1$  (Lafrance et al., 1995). Ces plis  $F_2$  ont un double plongement axial, modéré à fort, vers le nord et le sud (Figure 3) (Lafrance et al., 1995). Une foliation  $S_2$ , produit du plissement  $F_2$ , est moyennement développée dans les gneiss quartzofeldspathiques, elle n’est cependant pas observée à l’intérieur des granulites mafiques (Collins et al., 1989).

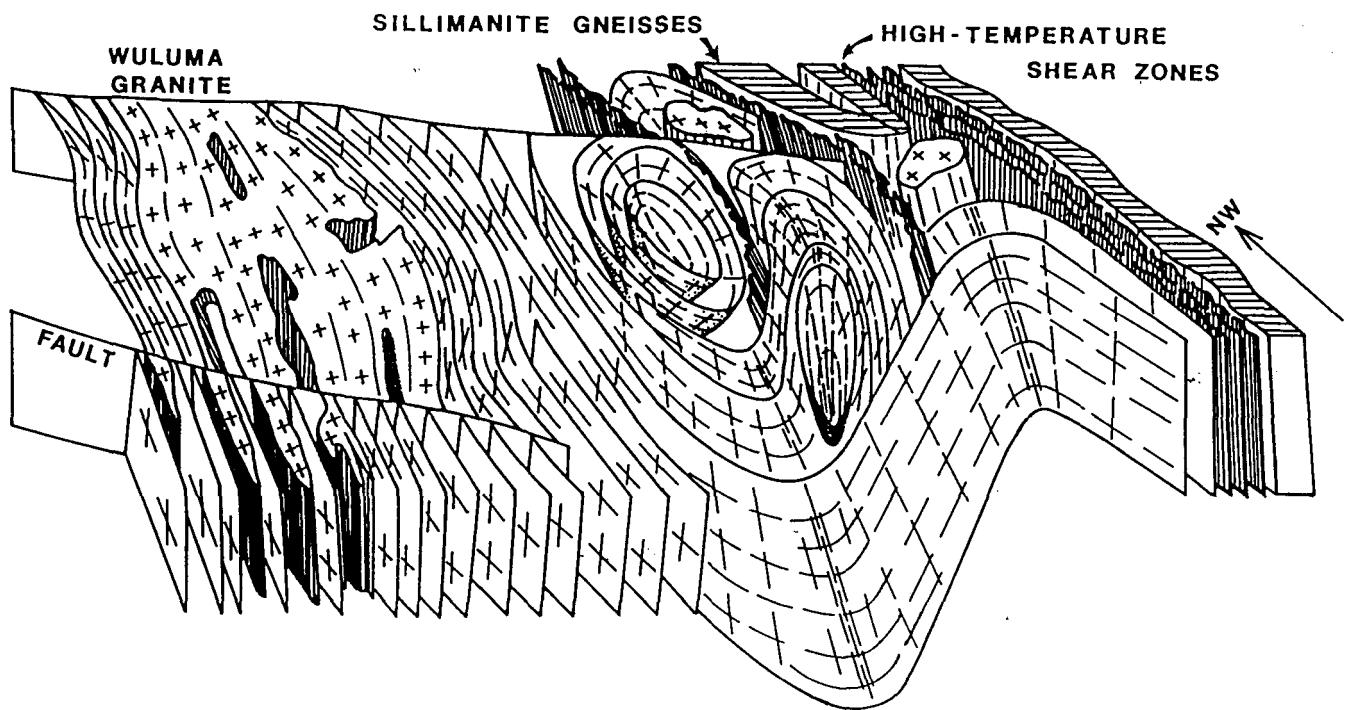


Figure 3: Bloc diagramme du secteur des Collines Wuluma montrant les plis en fourreau à double plongement  $F_2$ , recoupés par les zones de cisaillement majeures. Source: Lafrance et al. (1995).

Dans le même événement Strangways tardif, des zones de cisaillement majeures orientées nord-ouest et subverticales ont provoqué un raccourcissement du SMC, et engendré un plissement  $F_3$  (Figure 3) (Lafrance et al., 1995). Les zones de cisaillement ont une linéation  $L_3$  à forte plongée vers le sud-est; leur mouvement est oblique, où le côté nord-est monte et le décrochement est senestre. Les plis  $F_3$  sont asymétriques et à déversement nord-est. Les axes de pli  $f_3$  sont orientés sud-est avec un plongement faible à moyen. Le plissement  $F_3$  a verticalisé  $S_1$  et du cisaillement le long des flancs de  $F_3$  a produit une foliation de cisaillement  $S_3$ , orientée nord-ouest/sud-est (Lafrance et al., 1995).

Les ségrégations magmatiques ont été très abondantes lors de l'événement Strangways tardif. Elles sont issues de la fusion partielle des granulites mafiques, produisant un magma porteur de plagioclases et d'orthopyroxène, et de la fusion partielle des gneiss quartzofeldspathiques, produisant un magma granitique porteur de biotite et de grenats. Les ségrégations magmatiques ne sont généralement pas déformées. Elles sont parallèles à  $S_3$  et elles occupent également le centre des shear bands des flancs cisaiillés de  $F_3$ . Les magmas granitiques parallèles à  $S_3$  sont très similaires au granite Wulum (Collins et al., 1989; Lafrance et al., 1995).

Des conditions métamorphiques de 4 à 6 kbar pour la pression, et des températures supérieures à 750°C ont été évaluées pour  $D_2/M_2$  (Lafrance et al., 1995). Le Strangways tardif, dont l'âge maximum se situe aux alentours de 1 749 Ma, est relié à un

épaississement majeur de la croûte lors d'un événement orogénique en compression, et a pris fin avec un effondrement gravitationnel en extension, en réponse à cet épaississement crustal (Lafrance et al., 1995).

L'événement de métamorphisme rétrograde, nommé D<sub>3</sub>/M<sub>3</sub> par Lafrance et al. (1995) et relaté par plusieurs auteurs (Allen et Stubbs, 1982; Warren, 1983; Windrim et Culloch, 1986; Collins et al., 1989), a affecté toutes les roches du SMC. Ce rétrométamorphisme au facies amphibolite se caractérise par l'apparition de fins grains non-orientés de sillimanite, biotite et titanomagnétite, qui remplacent partiellement ou complètement les cordiérites M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> (Lafrance et al., 1995). Il en résulte également une réhydratation partielle du SMC par un fluide aqueux de source inconnue (Collins et al., 1989). Cette réhydratation a favorisé la fusion partielle des gneiss et a engendré la formation du granite Wulum (Collins et al., 1989).

Le pluton Wulum est encaissé dans des gneiss et des migmatites dérivant de la division 1 (Figure 4) et a été classifié comme étant un granite de terrane migmatitique régional (Collins et al., 1989). Pétrographiquement, ce pluton est de composition granitique (selon la classification de Streckeisen 1976), avec 5% à 15% de micas (principalement biotite). La composition des plagioclases varie d'andésine sodique à oligoclase calcique, et les feldspaths potassiques sont de la microcline (Or<sub>80-90</sub>). La granulométrie est moyenne et la texture est équigranulaire avec feldspaths rectangulaires

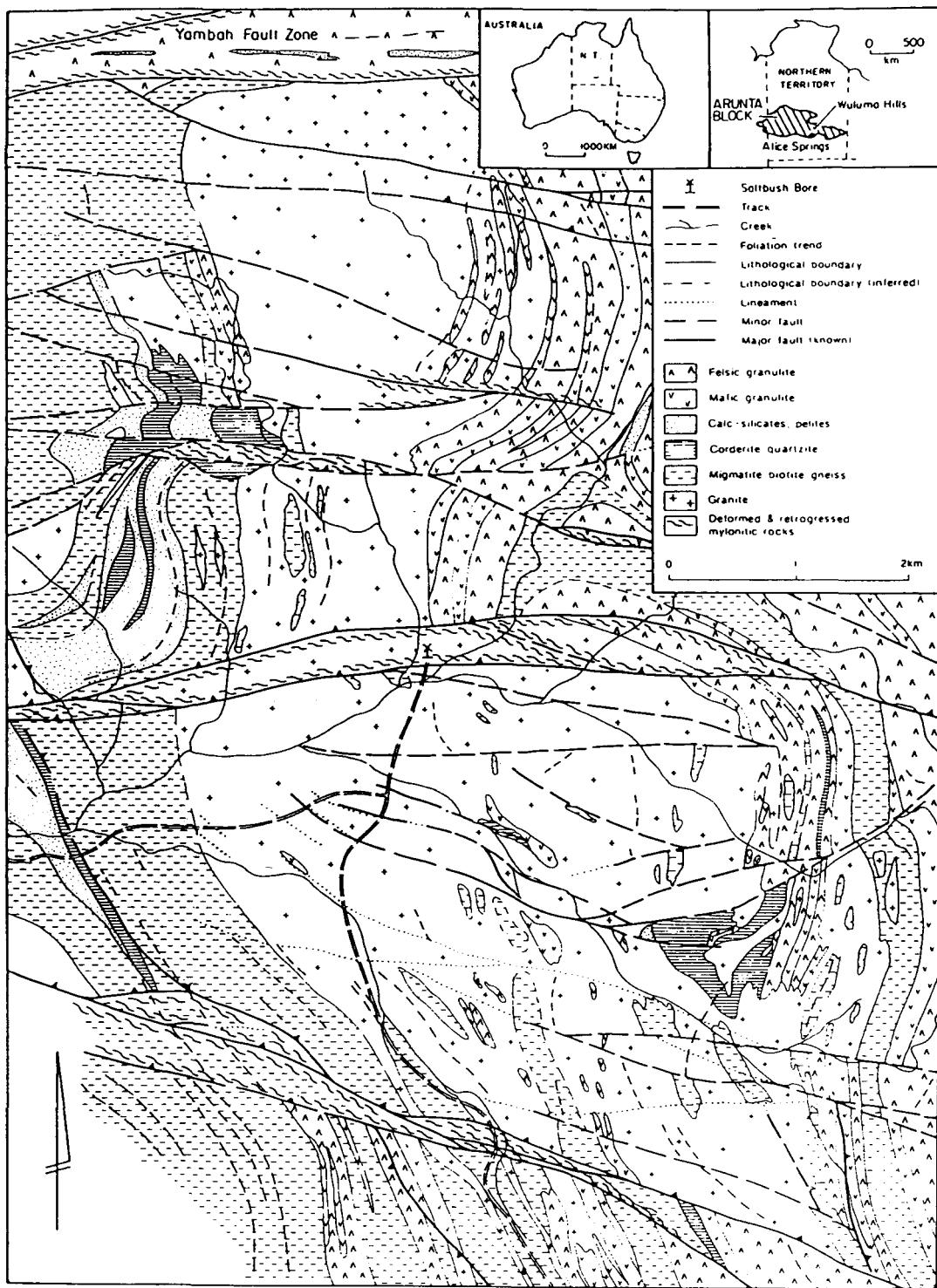


Figure 4: Carte géologique du pluton Wulumu et de ses roches encaissantes. Source: Collins et al. (1989).

automorphes (3-4mm) (Collins et al., 1989). Structuralement, le pluton Wulumu se situe dans le flanc d'un pli régional  $F_3$ . Il a une forme en sablier, et ses contacts, ainsi qu'une foliation à schleiren à biotite, suivent l'orientation des structures régionales. Une foliation magmatique, localement observée et définie par l'alignement des feldspaths automorphes, suit la même orientation (Figure 5) (Collins et al., 1989). Ces relations structurales suggèrent que le pluton Wulumu est syn- $D_3$  (Collins et al., 1989; Lafrance et al., 1995). La formation du pluton Wulumu a été datée à 1728 +/- 3 Ma (système U-Pb) par Lafrance et al. (1995), et ceux-ci utilisent le même résultat afin de dater  $D_3/M_3$ .

Les contacts du pluton Wulumu sont généralement graduels avec ses roches encaissantes. À l'ouest du pluton, les roches encaissantes sont principalement des gneiss quartzofeldspathiques et des migmatites, avec une quantité mineure de roches calco-silicatées et de métapélites à cordiérite-sillimanite-biotite. À l'est du pluton, les roches encaissantes sont des granulites felsiques et mafiques, avec des quartzites à cordiérite et des migmatites. Plusieurs petits corps granitiques similaires au pluton Wulumu sont également retrouvés à l'est de celui-ci (Collins et al., 1989). Se basant sur des relations structurales, métamorphiques et sur des données géochimiques, Collins et al. (1989) interprètent le pluton Wulumu comme étant le résultat d'une fusion presque « *in situ* » des roches encaissantes.

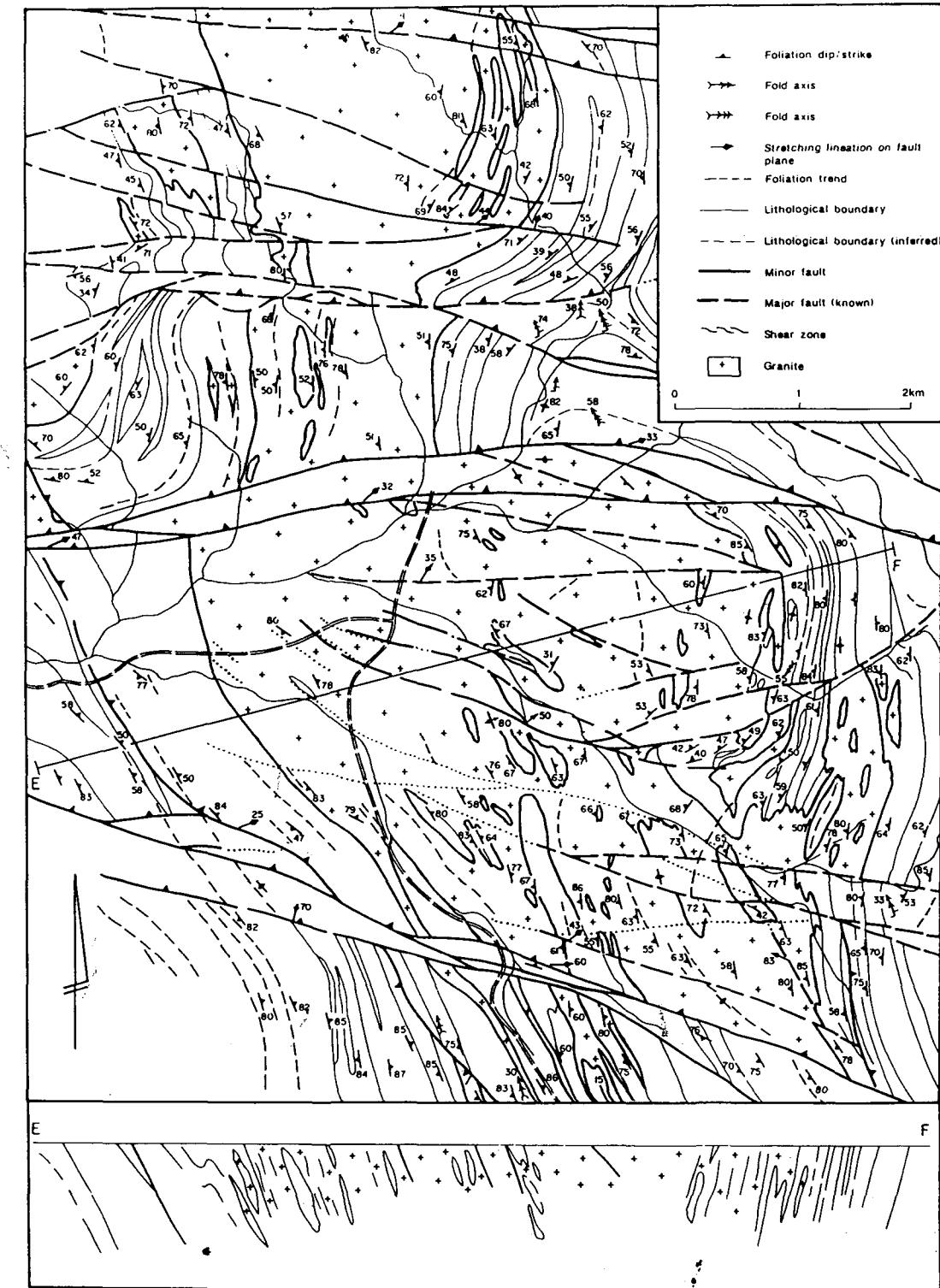


Figure 5: Carte structurale du pluton Wulumu et de ses roches encaissantes. Source: Collins et al. (1989).

Enfin, plusieurs zones de cisaillement tardives, orientées nord-nord-ouest et est-sud-est, recoupent partiellement ou totalement le secteur des Wulumu Hills. Leur chronologie est incertaine, mais selon Lafrance et al. (1995), leur mouvement aurait commencé tôt après D<sub>3</sub> et se serait terminé il y a 300-400 Ma, avec l'orogénie Alice Spring, qui a permis la remontée du SMC à son niveau actuel.

## CHAPITRE 2

### GÉOLOGIE LOCALE

#### 2.1 Introduction

Le terrain étudié dans le cadre de cette recherche se situe à environ 60 kilomètres au NNE d'Alice Spring, et à environ 8 kilomètres au NE du granite Wulumu, dans le Northern Territory, en Australie (figure 1 du chapitre 1). Plus précisément, ses coordonnées UTM sont N7440250 et E404250. Ce secteur apparaît sur les photos aériennes 3099 et 3100, Run 5, East, CAG/c 7518.

Le terrain étudié constitue le lit d'une rivière asséchée, ayant une longueur d'environ 1,1 kilomètre et une largeur d'au plus 50 mètres. La qualité des affleurements est excellente, cependant l'érosion par l'eau a produit des affleurements lisses et arrondis rendant l'échantillonnage relativement difficile. Quelques autres affleurements, situés entre ce secteur et le granite Wulumu, ainsi qu'à l'intérieur même du granite, ont été visités. Les travaux de terrain (cartographie détaillée, échantillonnage) se sont effectués au mois de juin

et juillet 1992. Environ 60 échantillons pétrographiques et 30 échantillons géochimiques ont été rapportés pour des fins d'analyse.

La cartographie détaillée a permis de reconnaître quatre unités lithologiques principales à l'intérieur de ce terrain migmatisé. Ces unités lithologiques, qui sont elles-mêmes subdivisées, sont les gneiss, les quartzites, le matériel résiduel et les leucosomes. Structuralement, trois fabriques planaires principales, nommées  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ , ont été retrouvées sur le terrain. La géologie structurale, les unités lithologiques, les relations entre les unités lithologiques elles-mêmes et avec les différentes structures, sont décrites dans les prochaines sections de ce chapitre. De plus, la composition modale approximative des échantillons étudiés en lame mince est donnée à l'annexe A. Il est à noter que dans la description des différentes unités lithologiques, la composition est donnée selon la classification de Streckeisen (1976). Cependant, il ne s'agit que de termes descriptifs et ils ne font en aucun cas référence aux protolithes des différentes unités lithologiques.

## 2.2 Géologie structurale

Une première fabrique planaire  $S_1$ , est une foliation gneissique fortement développée à l'intérieur des gneiss et des quartzites. La fabrique  $S_1$ , qui se définit principalement par un litage compositionnel et par l'orientation préférentielle des grains à

l'intérieur de ces roches (planche 1), est le résultat du premier événement majeur  $D_1/M_1$ , soit le Strangways précoce, cité par Black et Shaw (1992).

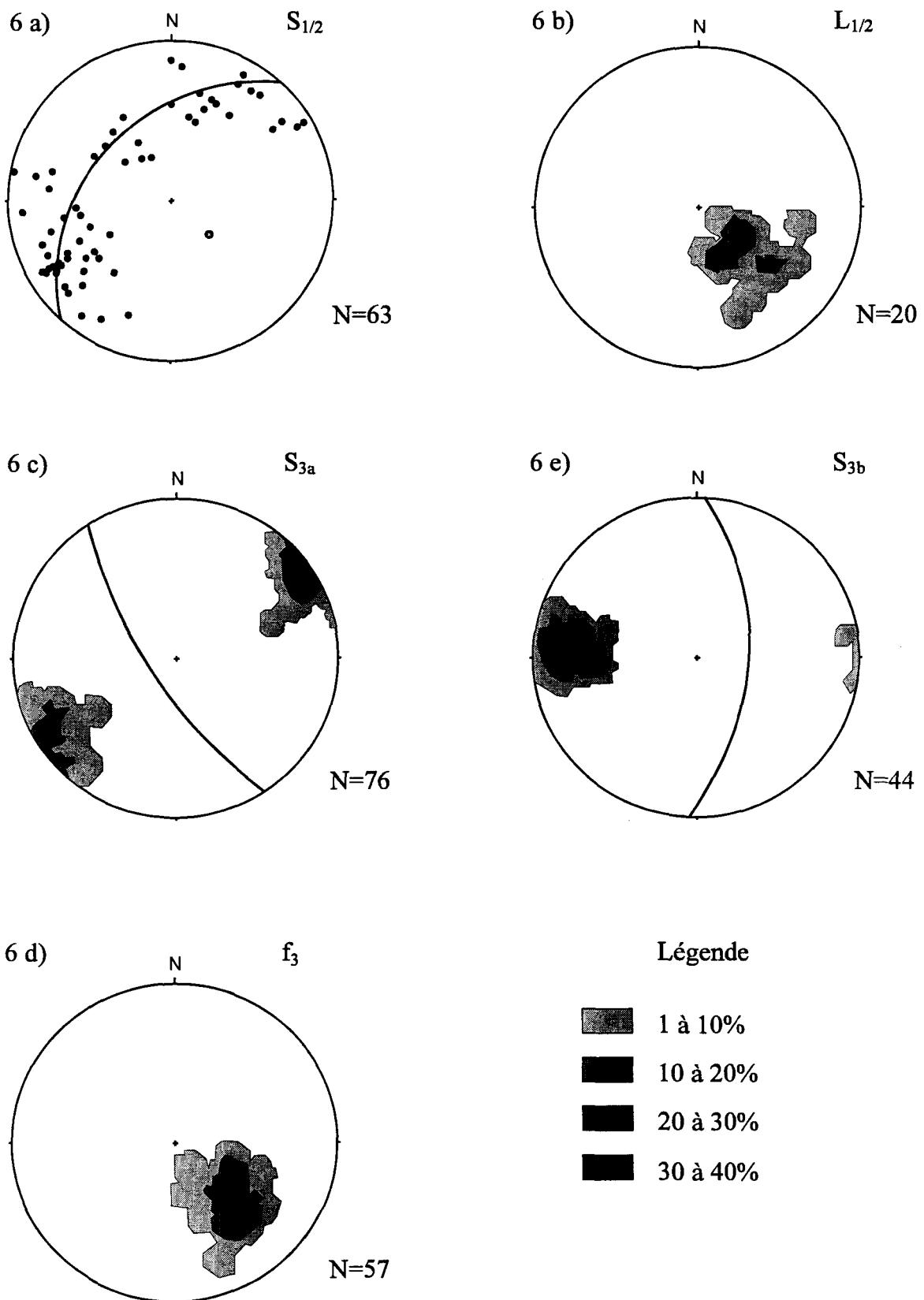
Une deuxième fabrique planaire  $S_2$  se superpose à la foliation gneissique  $S_1$ . La fabrique  $S_2$ , produit du deuxième événement majeur  $D_2/M_2$ , le Strangways tardif cité par Black et Shaw (1992), se traduit par le plissement isoclinal de la foliation  $S_1$  (planche 1).  $S_2$  est donc généralement parallèle à  $S_1$ , et peut être observée sur le terrain seulement si la fermeture d'un pli isoclinal y est retrouvée. Comme ces deux fabriques sont généralement parallèles, qu'elles sont très difficiles, voir impossibles à différencier sur le terrain, et qu'elles dessinent la géométrie du secteur à l'étude, elles ont été regroupées et nommées  $S_{1/2}$ . En projection stéréographique, la dispersion des pôles des  $S_{1/2}$  forme un arc (figure 6a). Un grand cercle moyen peut être superposé à cet arc et le pôle (axe de dispersion) de ce grand cercle moyen est orienté N133-55 (Figure 6a). Une linéation minérale  $L_{1/2}$  est retrouvée dans les plans  $S_{1/2}$ . L'orientation de  $L_{1/2}$ , calculée à partir des contours de densité sur projection stéréographique (Figure 6b), est N122-63.

Une troisième fabrique planaire  $S_{3a}$  se superpose aux deux fabriques précédentes (planche 2). Cette fabrique est un clivage de plan axial qui résulte du plissement  $F_3$  associé aux zones de cisaillement majeures lors de l'événement Strangways tardif, et cité par Lafrance et al (1995). La structure  $S_{3a}$  est généralement orientée sud-est et est subverticale (plan moyen orienté N147-80, calculé à partir de la projection stéréographique; figure 6c).



Planche 1: Foliation  $S_1$  fortement développée et replissée isoclinalement par le plissement  $F_2$ , à l'intérieur d'un gneiss quartzofeldspathique.

- Figure 6: a) Projection stéréographique (hémisphère inférieur) à angle égal de Wulff de la fabrique  $S_{1/2}$  formant un grand cercle moyen dont le pôle est orienté N133-55.
- b) Projection stéréographique (hémisphère inférieur) à surface égale de Schmidt de la linéation  $L_{1/2}$  avec contours de densité. Le maximum est orienté N122-63.
- c) Projection stéréographique (hémisphère inférieur) à surface égale de Schmidt de la fabrique  $S_{3a}$  avec les contours de densité et le plan moyen orienté N147-80.
- d) Projection stéréographique (hémisphère inférieur) à surface égale de Schmidt des axes de plis  $f_3$  avec les contours de densité. Les deux maximum retrouvés sont orientés N141-37 et N126-54.
- e) Projection stéréographique (hémisphère inférieur) à surface égale de Schmidt de la fabrique  $S_{3b}$  avec contours de densité et le plan moyen orienté N004-67.



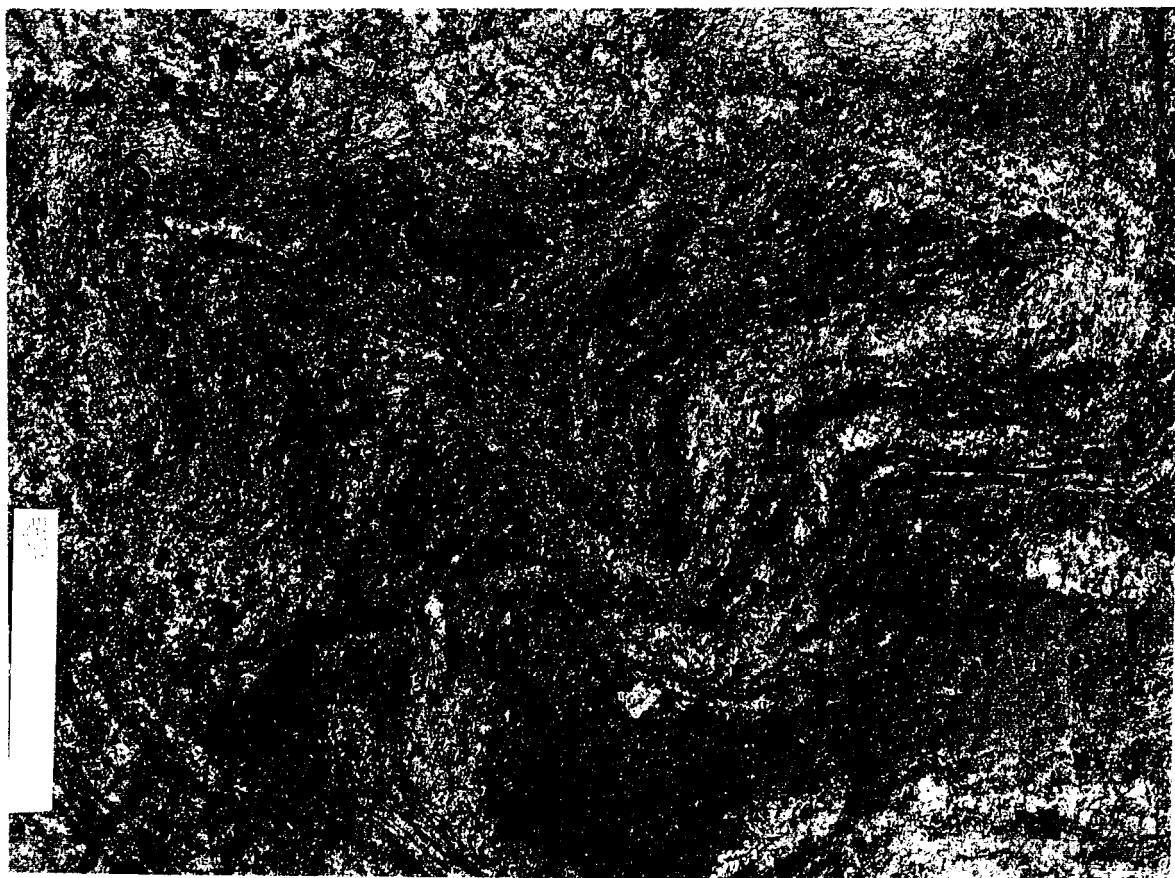
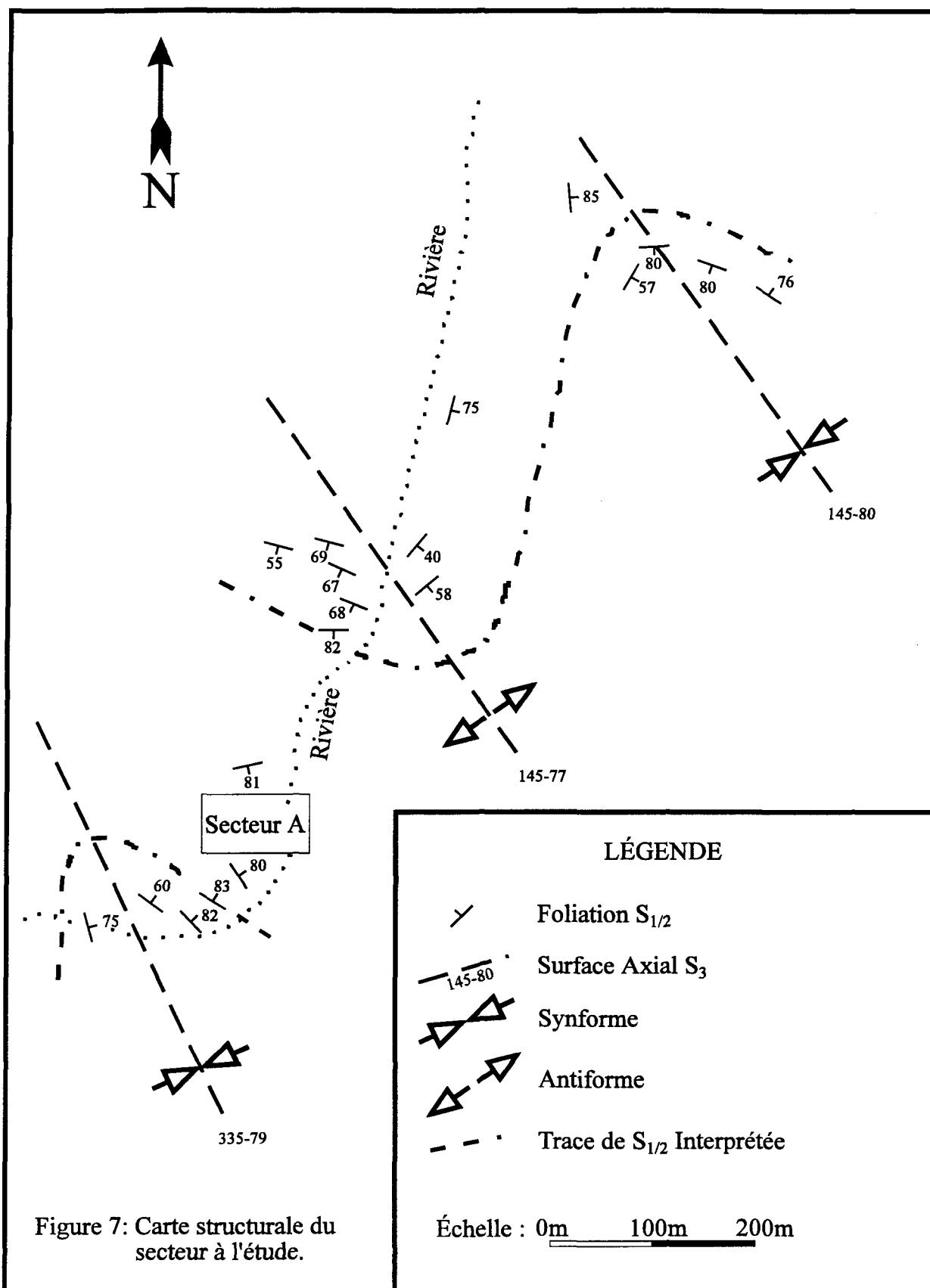


Planche 2: Aspect sur le terrain des clivages de plan axial S<sub>3a</sub> d'orientation générale sud-est.

Les axes de plis  $f_3$ , mesurés sur les petits plis asymétriques associés au plissement  $F_3$ , sont orientés sud-est avec un plongement modéré à moyennement fort. Deux maximums ont été trouvés à partir des contours de densité, soit un premier orienté N141-37, et un deuxième orienté N126-54 (figure 6d). Ces valeurs concordent avec l'orientation de l'axe de dispersion des  $S_{1/2}$ . Cela suggère que l'axe du plissement  $F_3$  correspond à l'axe de dispersion des  $S_{1/2}$ .

Définie par le plissement des fabriques  $S_{1/2}$ , la carte structurale du secteur à l'étude (figure 7) montre une suite de synformes et d'antiformes  $F_3$  d'échelle hectométrique. Des plis mineurs asymétriques d'échelle centimétrique à métrique en forme de S, M, W et Z sont fréquemment observés le long des flancs ou dans les charnières des plis  $F_3$  (planche 3). Du cisaillement a également été observé le long des flancs des plis  $F_3$ . À l'échelle des plis métriques, le cisaillement se traduit par une foliation fortement développée, avec une linéation d'étirement à forte plongée, et semble s'être développé de façon synchrone avec le plissement  $F_3$  (planche 4a). Cependant, à une échelle plus grande, le cisaillement se traduit par l'apparition d'un clivage de crénulation  $S_{3b}$ , d'orientation générale nord-sud et subvertical (figure 6e) et principalement concentré dans le secteur A de la carte structurale (figure 7). Des évidences de recouplement du clivage de plan axial  $S_{3a}$  par le clivage de crénulation  $S_{3b}$  (planche 4b) démontrent que  $S_{3b}$  s'est développé à la toute fin de l'épisode de plissement  $F_3$ .



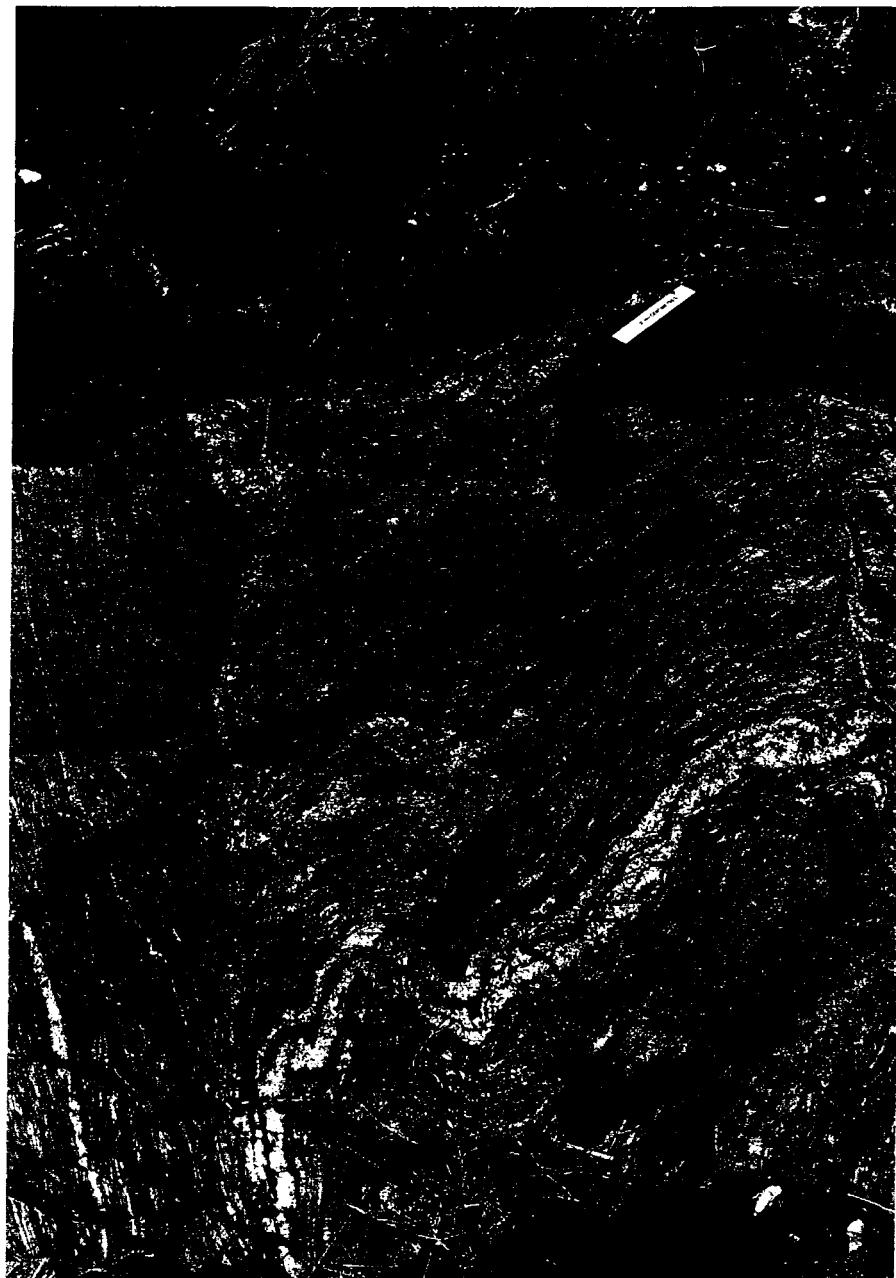
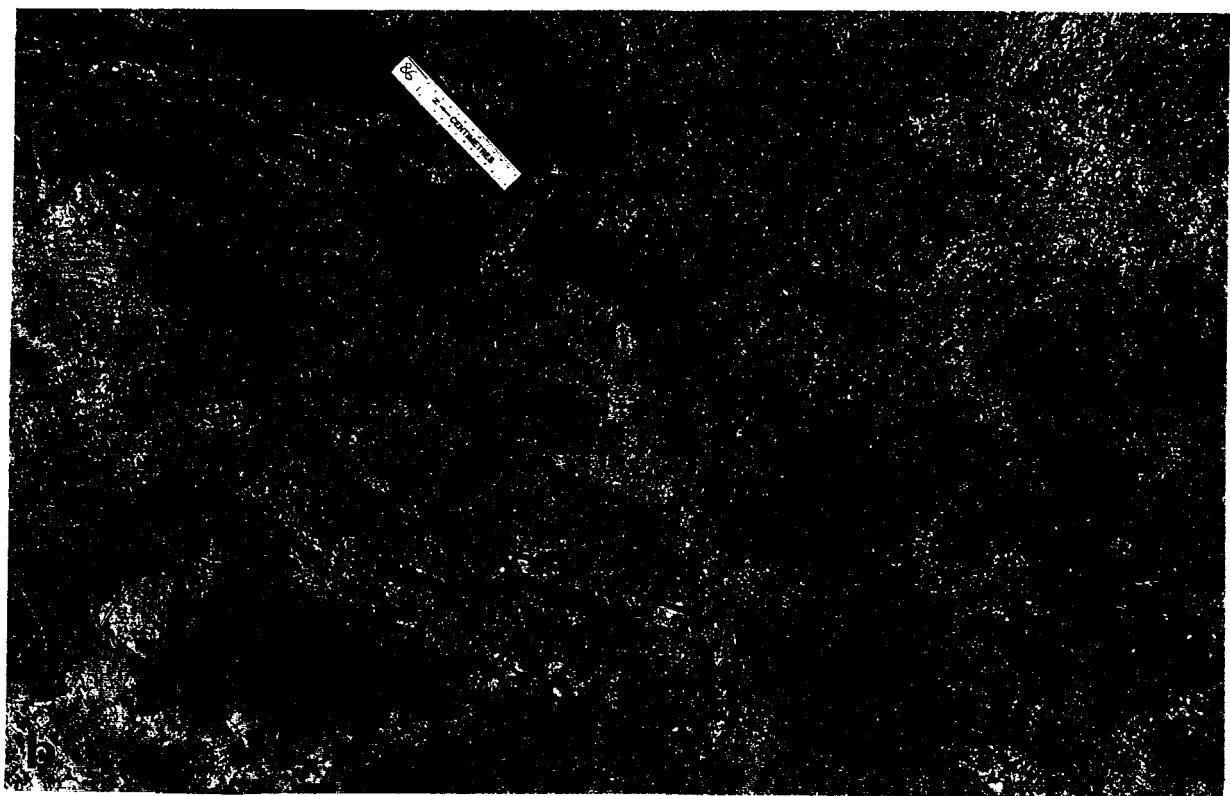


Planche 3: Petit pli asymétrique résultant du plissement  $F_3$ , avec cisaillement le long des plans de clivage  $S_{3a}$ .

Planche 4: a) Foliation fortement développée dans le flanc d'un pli  $F_3$ , la foliation semble être arrivée tardivement par rapport au plissement. b) Photo de terrain montrant le clivage de crénulation  $S_{3b}$  d'orientation nord-sud recouvrant le clivage de plan axial  $S_{3a}$  d'orientation sud-est.



Enfin, trois familles de zones de cisaillement tardives ont été identifiées. Une première famille est orientée nord-nord-ouest, une deuxième est orientée est-ouest et une troisième famille est orientée nord-est. Ces zones de cisaillement sont à fort pendage, souvent subverticales, et leurs mouvements sont variables. Elles ont des épaisseurs variant de quelques centimètres à quelques mètres, elles recoupent toutes les autres structures et, selon Lafrance et al (1995), elles se seraient mises en place tôt après D<sub>3</sub>.

## 2.3 Les gneiss

Les gneiss sont l'unité lithologique typique du terrain étudié. Ils sont subdivisés en deux sous-unités lithologiques, soit les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et les gneiss intermédiaires à mafiques.

### 2.3.1 Gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite

Beaucoup plus abondants que les gneiss intermédiaires et mafiques, les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite sont de couleur gris bleuté à gris orangé, leur granulométrie est moyenne (0,5 à 1mm) et ils sont généralement hétérogènes et d'aspect rubané. La foliation, toujours présente et bien visible, se définit par un litage plus ou moins régulier qui est le résultat d'une ségrégation métamorphique, représentant la fabrique S<sub>1/2</sub>. Deux types de gneiss quartzofeldspathiques ont été retrouvés, soit les gneiss

quartzofeldspathiques à cordiérite et grenat et les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et orthopyroxène.

Les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite sont de composition granitique, avec 5 à 12% de cordiérite, 5 à 10% de biotite et 5% de grenat ou 3 à 7% d'orthopyroxène. Le quartz xénoblastique et les feldspaths hypidioblastiques tabulaires, toujours sous forme de perthite en filon et en tache, avec rare présence d'antiperthite, sont généralement de forme allongée et faiblement orientés dans la foliation (planche 5a). La cordiérite est hypidioblastique à idioblastique, présente de bonnes jonctions triples, est orientée préférentiellement dans la foliation, ou encore elle définit la foliation par son litage et est faiblement à moyenement altérée en pinnite (planche 5b). La biotite est hypidioblastique à idioblastique, mince et de forme tabulaire, elle est orientée préférentiellement (planche 5a) et se présente parfois sous forme de schleirens. La biotite montre également des textures de remplacement de la cordiérite. Les grenats, lorsqu'ils sont présents, se présentent sous forme de porphyroblastes (1 à 5mm) hypidioblastiques et d'aspect déchiqueté, fortement poeciloblastiques (quartz et biotite en inclusion), rarement orientés et ils font parfois dévier la foliation à leur contour, impliquant qu'ils sont syntectoniques (planche 6a). Lorsque ce sont les orthopyroxènes qui sont présents, ils se présentent sous forme de porphyroblastes d'aspect déchiqueté, poeciloblastiques (quartz et biotite en inclusions) et généralement orientés dans la foliation (planche 6b). Enfin, une phase opaque en traces (titanomagnétite

Planche 5: a) Photomicrographie en lumière polarisée d'un gneiss quartzofeldspathique montrant la forme allongée et l'orientation préférentielle des grains. b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss quartzofeldspathique montrant le litage de la cordiérite.

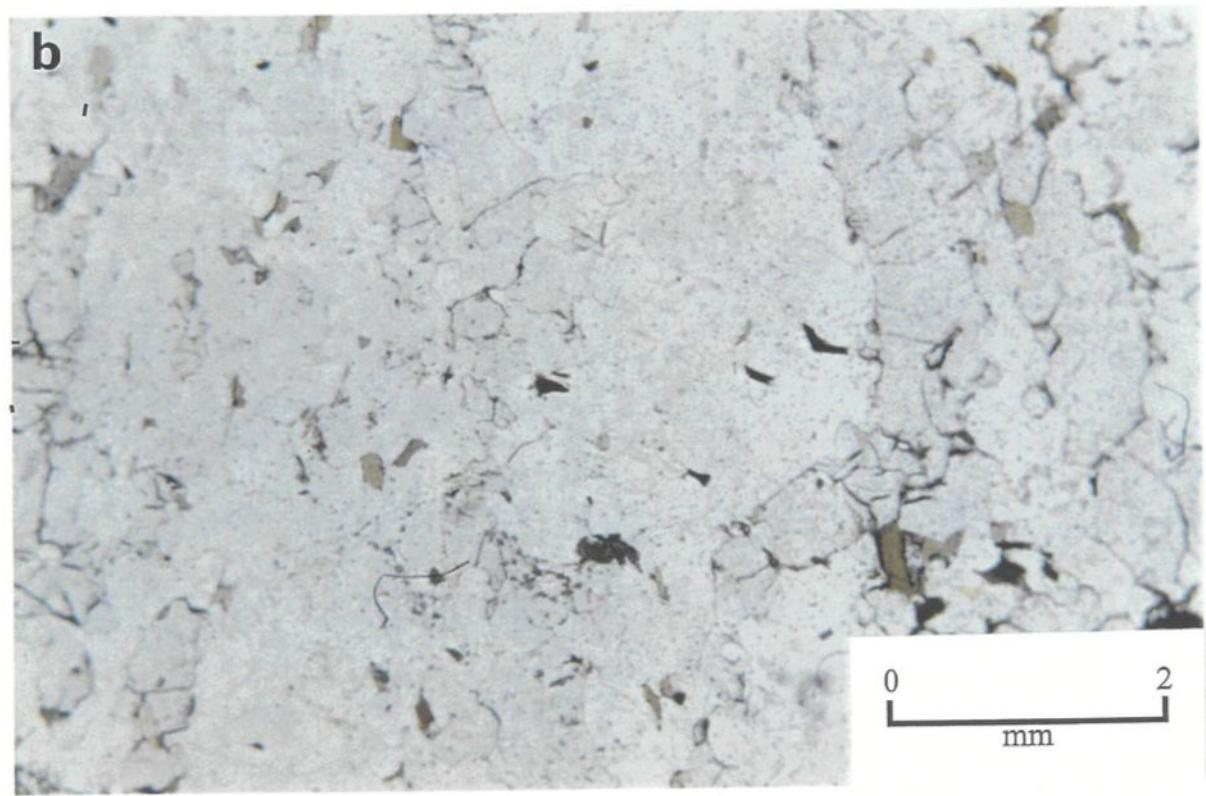
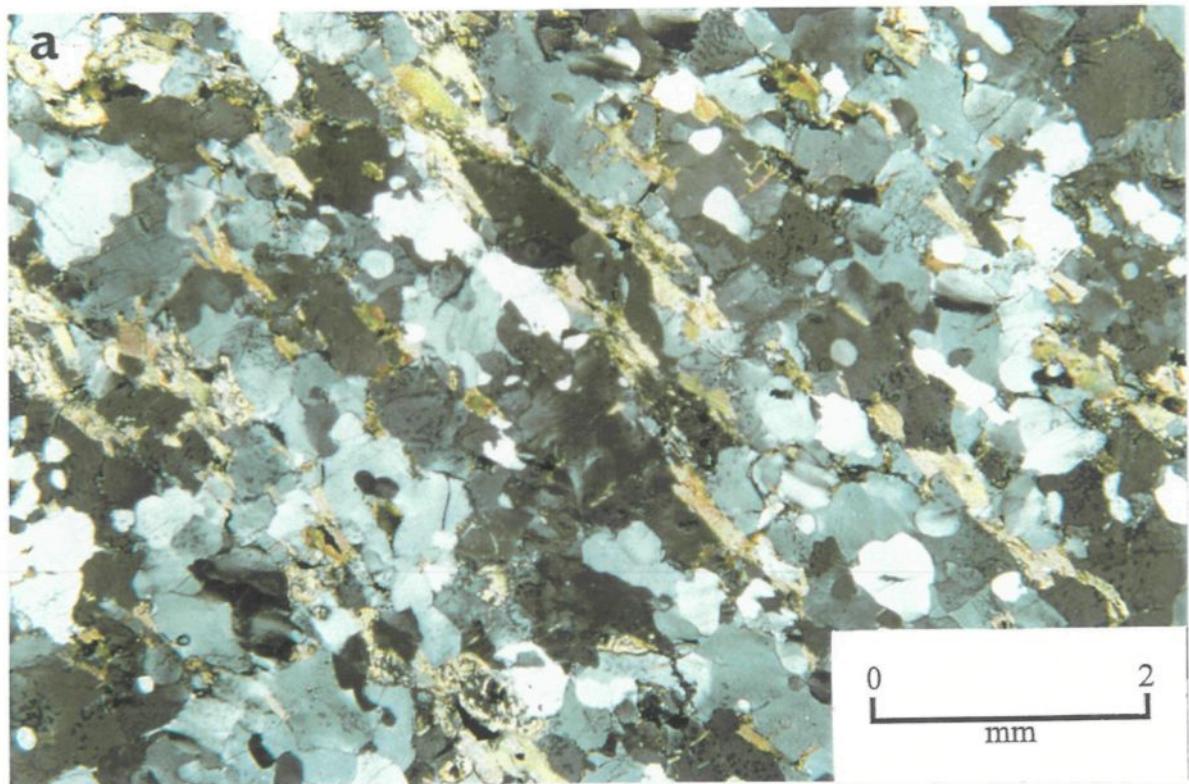
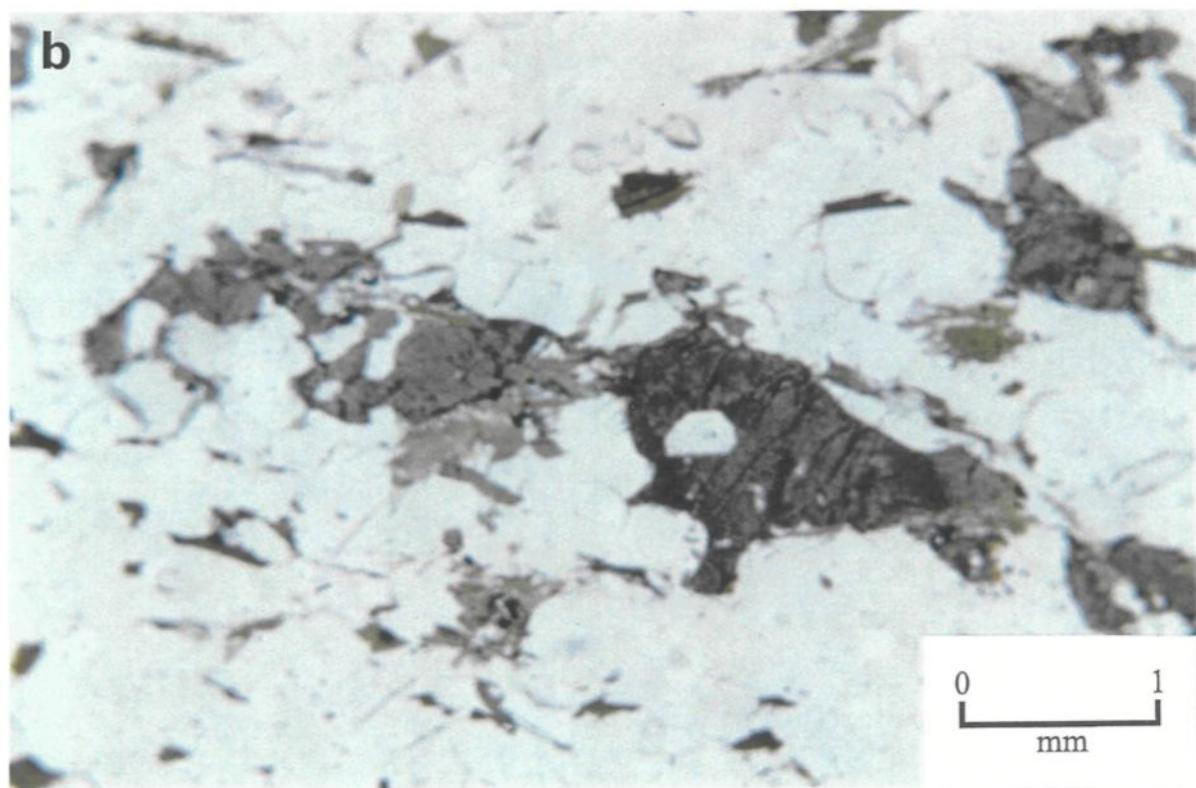
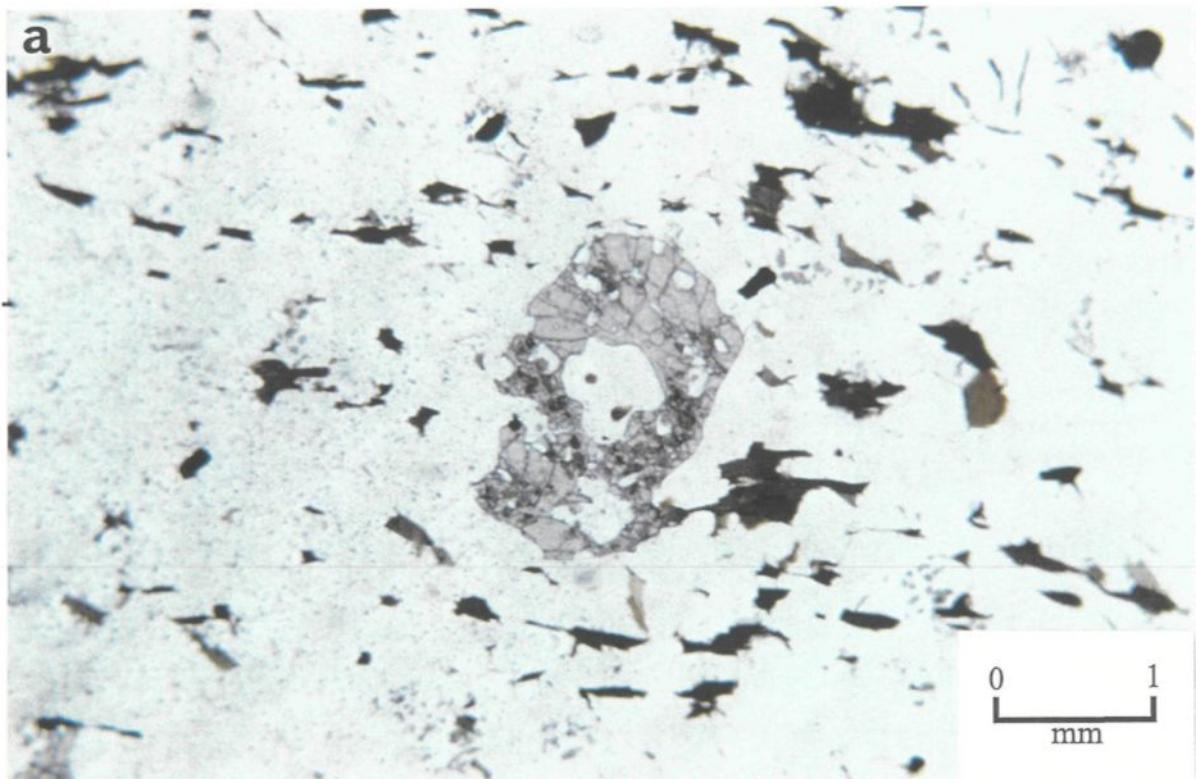


Planche 6: a) Photomicrographie en lumière naturelle montrant un porphyroblaste de grenat syntectonique faisant légèrement dévier la foliation dans un gneiss quartzofeldspathique. b) Photomicrographie en lumière naturelle montrant des grains d'orthopyroxène orientés dans la foliation d'un gneiss quartzofeldspathique.



selon Lafrance et al. (1995)) montre des textures de remplacement du grenat ou des orthopyroxènes par les fractures, et de la biotite.

La foliation  $S_{1/2}$  des gneiss quartzofeldspatiques à cordiérite, définie par l'alignement et l'allongement des minéraux ainsi que par un litage formé de zones plus ou moins enrichies en minéraux ferromagnésiens, est recoupée par des textures de porphyroblastes coronitiques. Les textures coronitiques sont toujours constituées d'un coeur de grenat ou d'orthopyroxène et d'une couronne quartzofeldspathique (planche 7).

Lorsque le coeur des textures coronitiques est formé d'un grenat, ce dernier est porphyroblastique, fortement poeciloblastique où le quartz, à extinction roulante, forme un réseau interconnecté (planche 8a). La fracturation du grenat est moyenne et il y a une faible altération en phlogopite. Une phase opaque remplaçant la phlogopite et le grenat, et un spinel (hercynite), toujours en association avec le grenat et/ou la phase opaque, sont également présents en traces (planche 8a). La couronne extérieure est composée d'environ 60% de feldspaths et 40% de quartz. Les feldspaths sont hypidioblastiques à idioblastiques, sous forme de perthite en filon et semblent croître à partir du contact avec le grenat pour épouser la forme circulaire de la couronne. Le quartz de la couronne est xénoblastique et présente des traces de myrmékites.

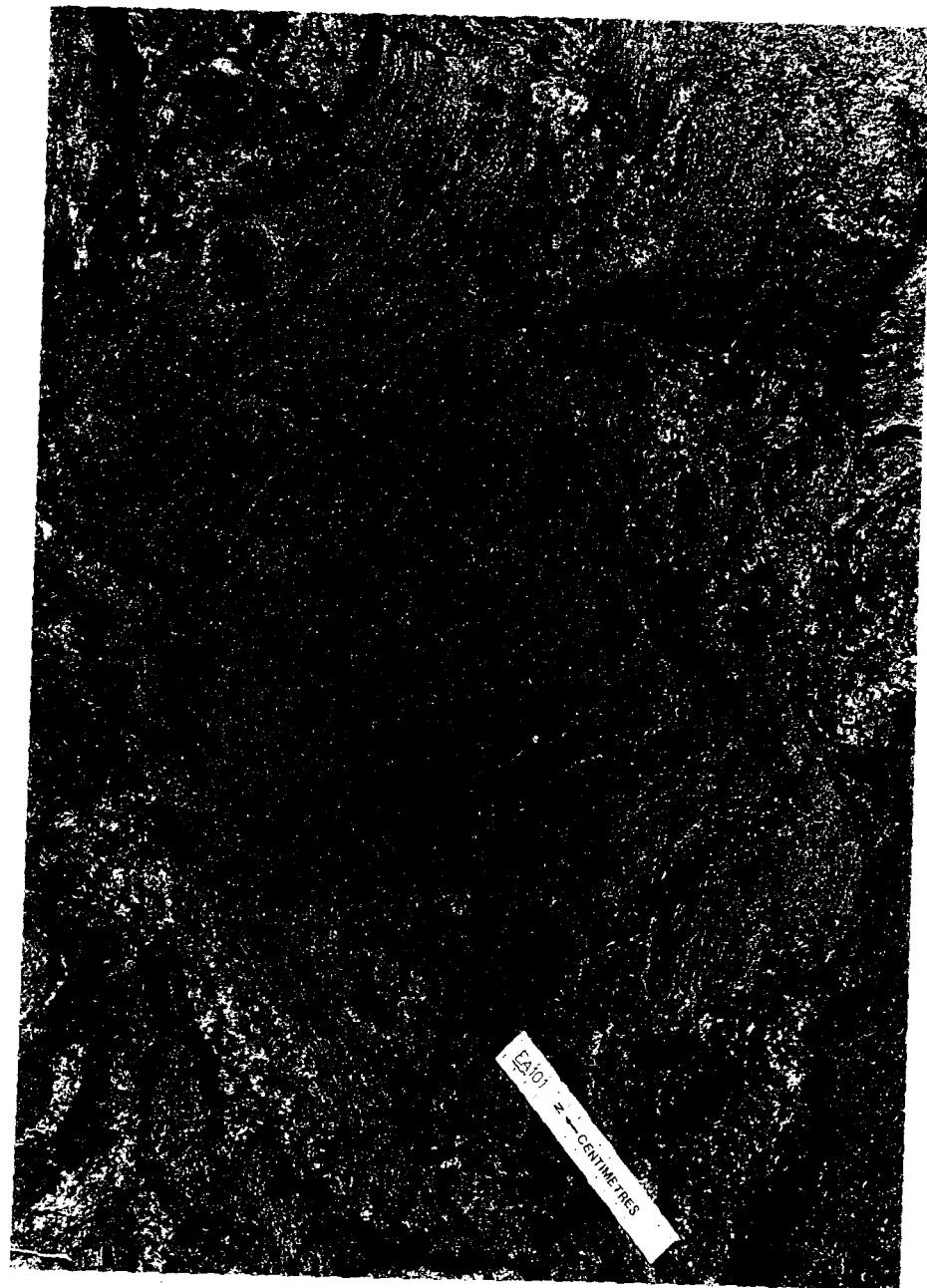
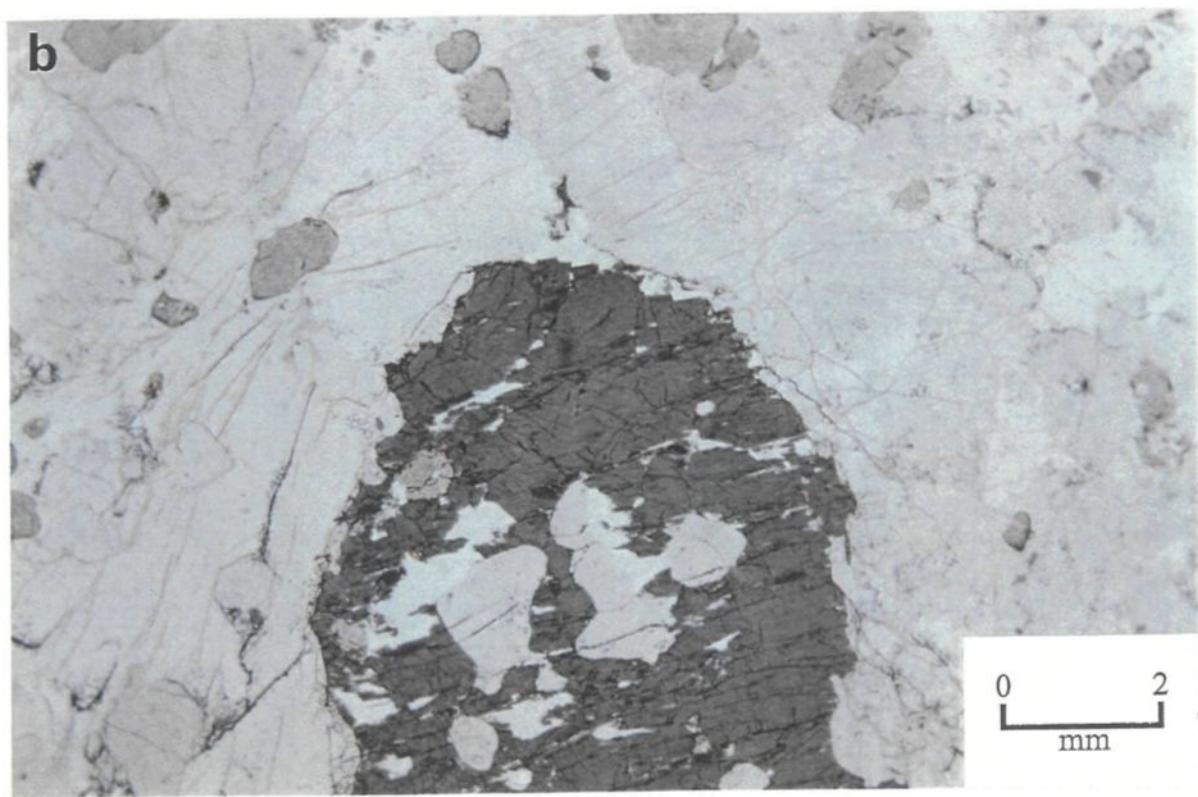
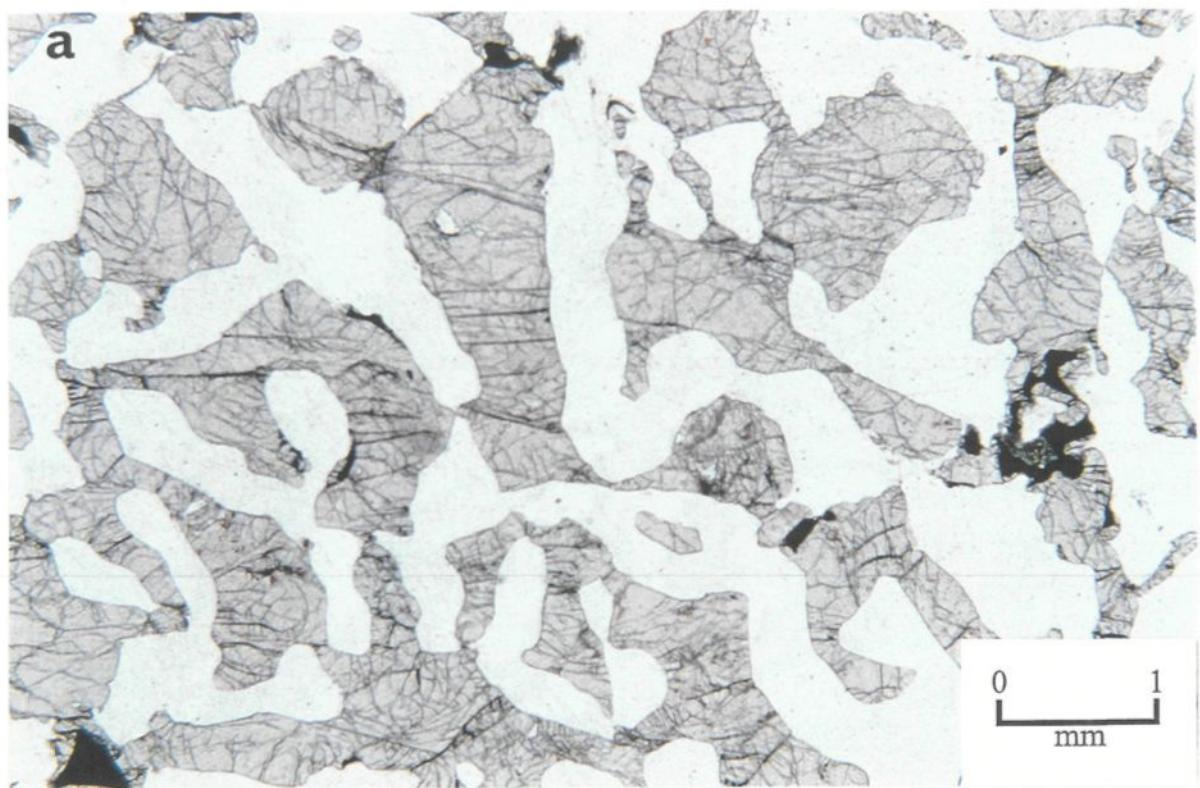


Planche 7: Photo de terrain montrant un grenat porphyroblastique à texture coronitique recoupant la fabrique planaire  $S_{1/2}$ .

Planche 8: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'un cœur de grenat porphyroblastique à texture coronitique montrant le réseau de quartz (à extinction roulante) et des traces d'hercynite. b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un orthopyroxène porphyroblastique à texture coronitique.



Lorsque le cœur est plutôt formé d'un orthopyroxène, ce dernier est porphyroblastique, hypidioblastique à idioblastique, faiblement à moyennement poeciloblastique (quartz +/- cordiérite en inclusion) et moyennement fracturé (planche 8b). La couronne extérieure est composée d'environ 65% de feldspaths et 35% de quartz. Les feldspaths, sous forme de perthite en filon, sont grossiers (jusqu'à 7mm) et peuvent entourer près de la moitié de l'orthopyroxène (planche 8b). Ils semblent croître à partir du contact avec l'orthopyroxène pour épouser la forme circulaire de la couronne. Le quartz est xénoblastique, de forme allongée, suit la forme de la couronne et présente des traces de myrmékite. Des grains de cordiérite sont également retrouvés à l'intérieur de la couronne, cependant il est fort probable qu'ils proviennent de la roche encaissante plutôt que d'une réaction métamorphique rétrograde car ces grains sont généralement arrondis et de plus, les gneiss qui encaissent de telles textures sont relativement riches en cordiérite.

### 2.3.2 Gneiss intermédiaires et mafiques

Les gneiss intermédiaires et mafiques se différencient des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite principalement par leur composition ainsi que par leur résistance à la déformation. En fait, les gneiss intermédiaires et mafiques se comportent de façon plus compétente. Sur le terrain, ces unités compétentes se présentent sous forme d'horizons décimétriques à métriques plus ou moins continus, généralement boudinés (planche 9) et plus rarement plissés de façon isopaque. Elles renferment la fabrique  $S_{1/2}$  et

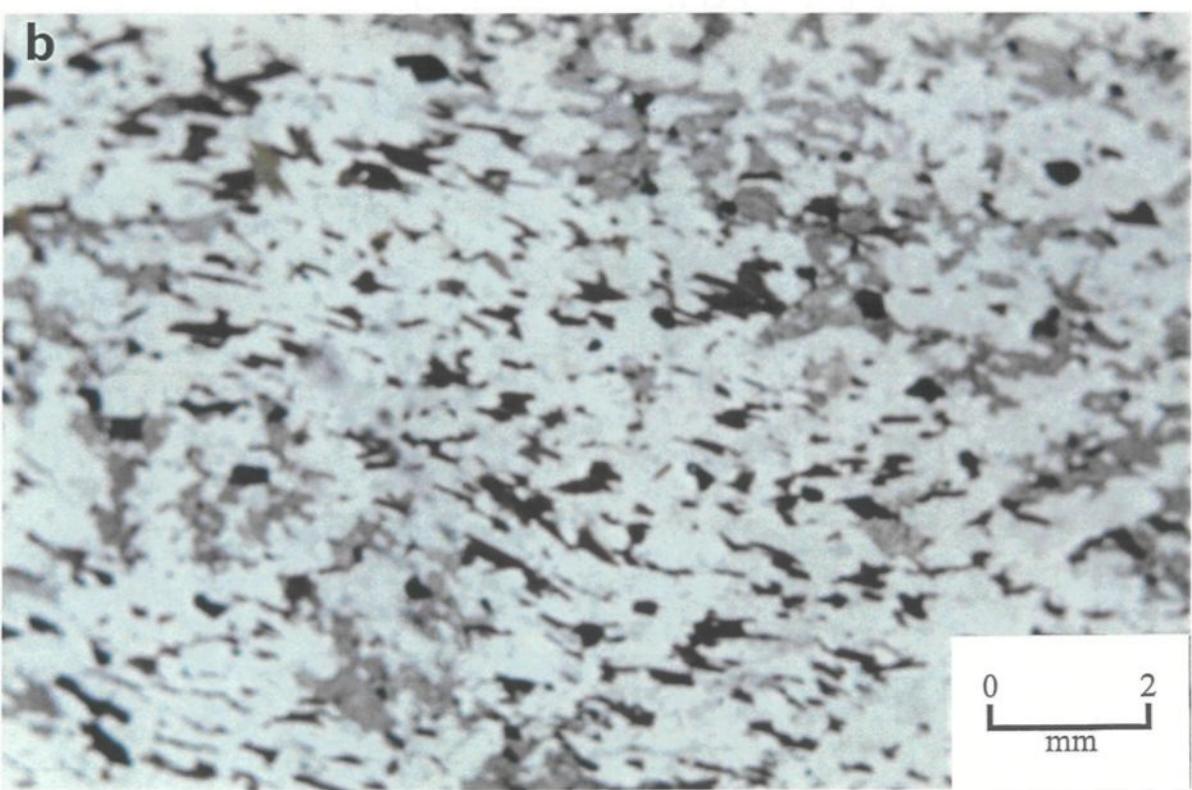
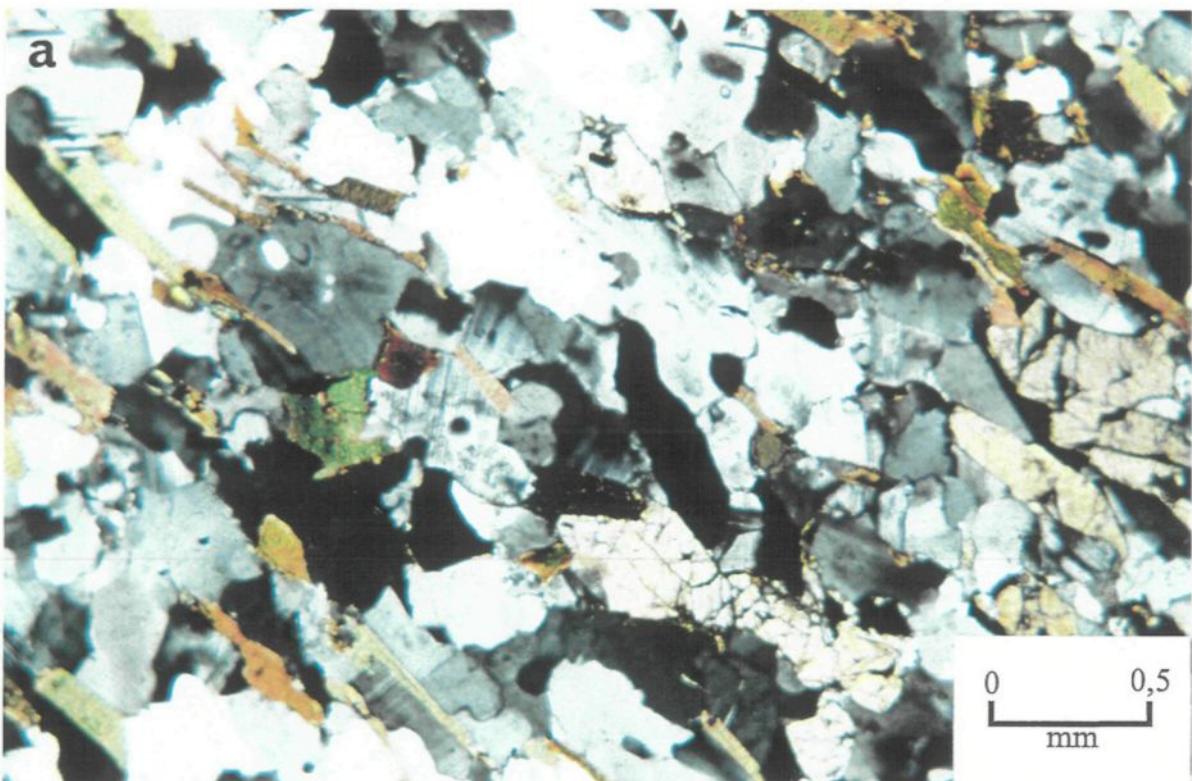


Planche 9: Photo de terrain montrant une unité compétente boudinée avec des fractures fragiles remplies de matériel granitique.

contiennent des fractures fragiles souvent remplies de matériel granitique. Les unités compétentes (ou gneiss intermédiaires et mafiques) semblent également avoir un contrôle sur la déformation car les pendages de la fabrique  $S_{1/2}$  retrouvée dans les autres unités lithologiques à proximité de ces unités sont souvent inversés de chaque côté de l'unité.

Les gneiss intermédiaires ont une couleur gris bleuté à gris brunâtre et la granulométrie est fine à moyenne (environ 0,5mm). Ils montrent une bonne orientation préférentielle des minéraux et un litage faiblement développé. Leur composition est noritique avec 10 à 35% d'orthopyroxène, moins de 10% de biotite, 3 à 5% de la phase opaque et ils peuvent contenir jusqu'à 3% de clinopyroxène. Les plagioclases sont xénoblastiques à hypidioblastiques de forme tabulaire, ils montrent des traces d'antiperthite et ont une orientation préférentielle très bien développée (planche 10a). Les orthopyroxènes ont un aspect grossier mais déchiqueté et poeciloblastique (quartz, biotite, opaques et rares traces de plagioclases en inclusion), montrent une bonne orientation préférentielle et un litage faiblement développé (planche 10b). Les orthopyroxènes entraînent la fabrique  $S_{1/2}$  et peuvent donc être interprétés comme étant syntectoniques (planche 10b). La biotite est hypidioblastique, généralement orientée préférentiellement (planche 10a) et litée, elle montre des textures de remplacement des orthopyroxènes. La phase opaque est hypidioblastique, orientée préférentiellement et litée, elle montre des textures de remplacement de la biotite et des orthopyroxènes. Les clinopyroxènes, lorsque présents, sont hypidioblastiques, orientés préférentiellement et lités, ils montrent des

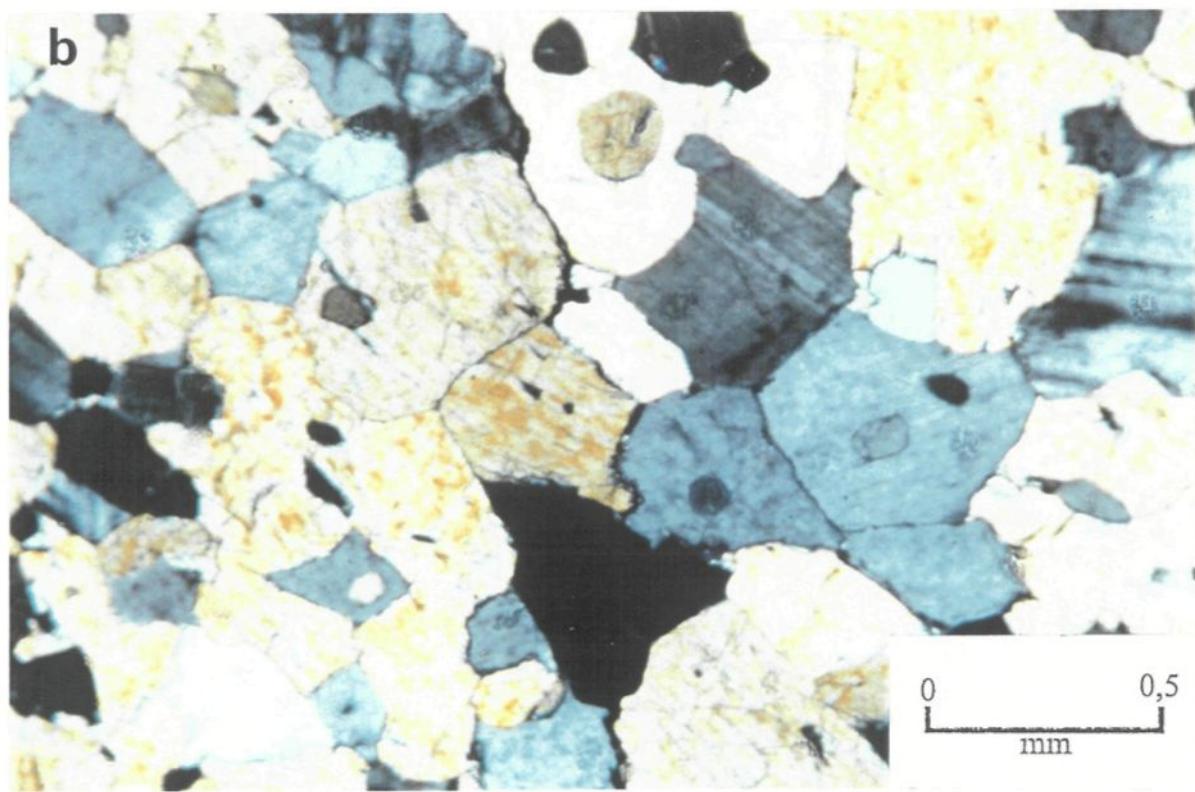
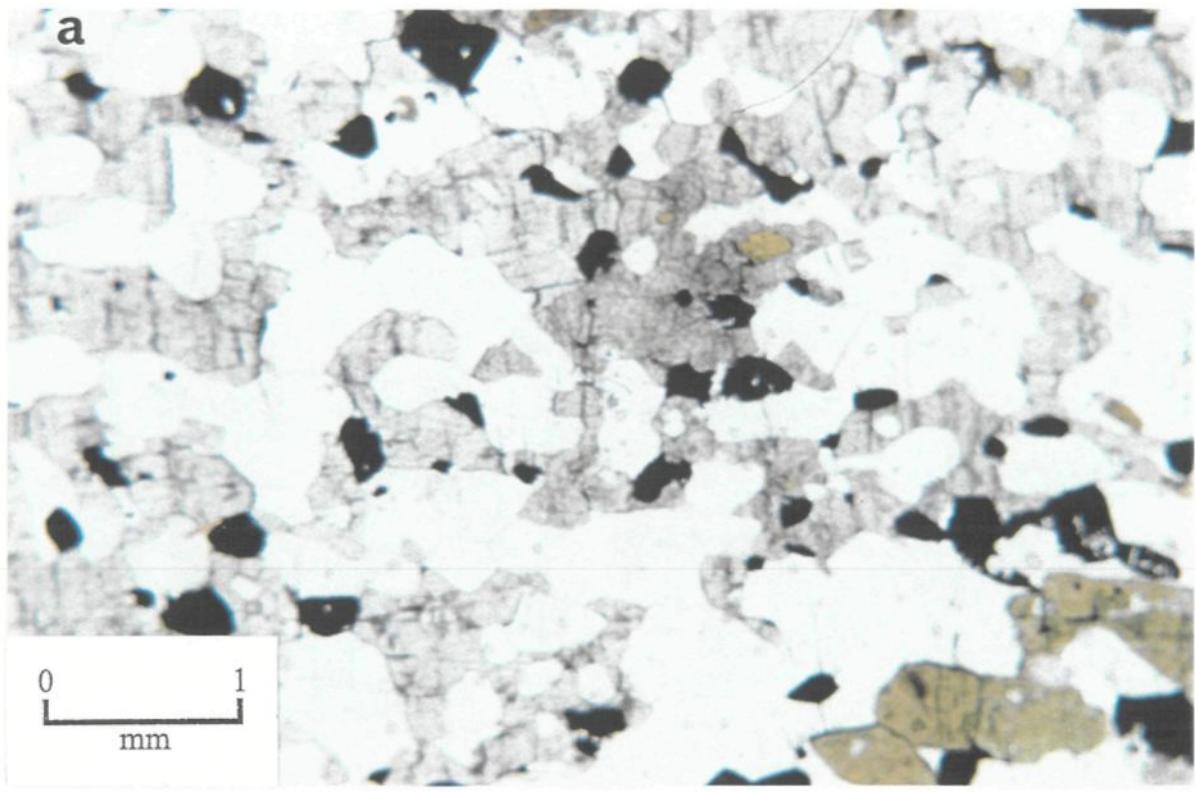
Planche 10: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss intermédiaire montrant la forme générale des grains et leur orientation préférentielle. b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss intermédiaire montrant la foliation entraînée par un orthopyroxène et également le faible litage formé par les orthopyroxènes.



jonctions triples avec le quartz, les orthopyroxènes et les plagioclases. Enfin, le quartz est xénoblastique, de forme allongée et aligné dans la fabrique, il présente quelques bonnes jonctions triples.

Un peu moins abondants que les gneiss intermédiaires, les gneiss mafiques sont de couleur gris brunâtre et la granulométrie est moyenne (0,5 à 1mm). La fabrique  $S_{1/2}$ , définie par l'orientation préférentielle de certains minéraux, est faiblement développée. La composition de ces gneiss est dioritique avec environ 20% d'orthopyroxène, 10 à 15% de clinopyroxène, 5 à 10% de la phase opaque et des traces de biotite. Les plagioclases sont hypidioblastiques à idioblastiques de forme tabulaire, ils montrent une faible orientation préférentielle et des jonctions triples (planche 11). Les pyroxènes sont porphyroblastiques, d'aspect déchiqueté et poeciloblastiques (contenant toutes les autres phases), ils ont une orientation préférentielle moyennement développée et montrent des jonctions triples, les clinopyroxènes sont partiellement altérés en hornblende verte (planche 11b). La phase opaque est hypidioblastique, orientée préférentiellement (planche 11a) et montre des textures de remplacement des pyroxènes et de la biotite. La biotite est hypidioblastique de forme mince et tabulaire, elle est plus ou moins bien orientée préférentiellement (planche 11a) et montre des textures de remplacement des pyroxènes, principalement de l'orthopyroxène. Le quartz est xénoblastique, principalement retrouvé en inclusion dans les autres minéraux, mais présente des jonctions triples lorsqu'il est retrouvé dans la matrice.

Planche 11: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss mafique montrant l'orientation préférentielle des minéraux faiblement développée ainsi que l'altération des clinopyroxènes en hornblende verte. b) Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss mafique montrant des jonctions triples (texture de recristallisation) de plagioclases et de clinopyroxènes.



Ces roches semblent donc avoir subi une recristallisation, ce qui peut expliquer le faible développement de la fabrique planaire.

## 2.4 Le matériel résiduel

Le matériel résiduel représente la partie résiduelle après fusion partielle, et sa composition est très variable. Sur le terrain, ces roches se retrouvent sous forme de poches n'ayant aucune géométrie précise (planche 12). Les contacts entre les restites et les roches encaissantes sont généralement francs et ils recoupent la fabrique  $S_{1/2}$ . Cependant, la foliation à l'intérieur des restites, lorsque présente, suit cette fabrique  $S_{1/2}$ . L'étude microscopique a permis de subdiviser cette unité lithologique en deux sous-unités, les restites à quartz et les restites sans quartz.

### 2.4.1 Restites à quartz

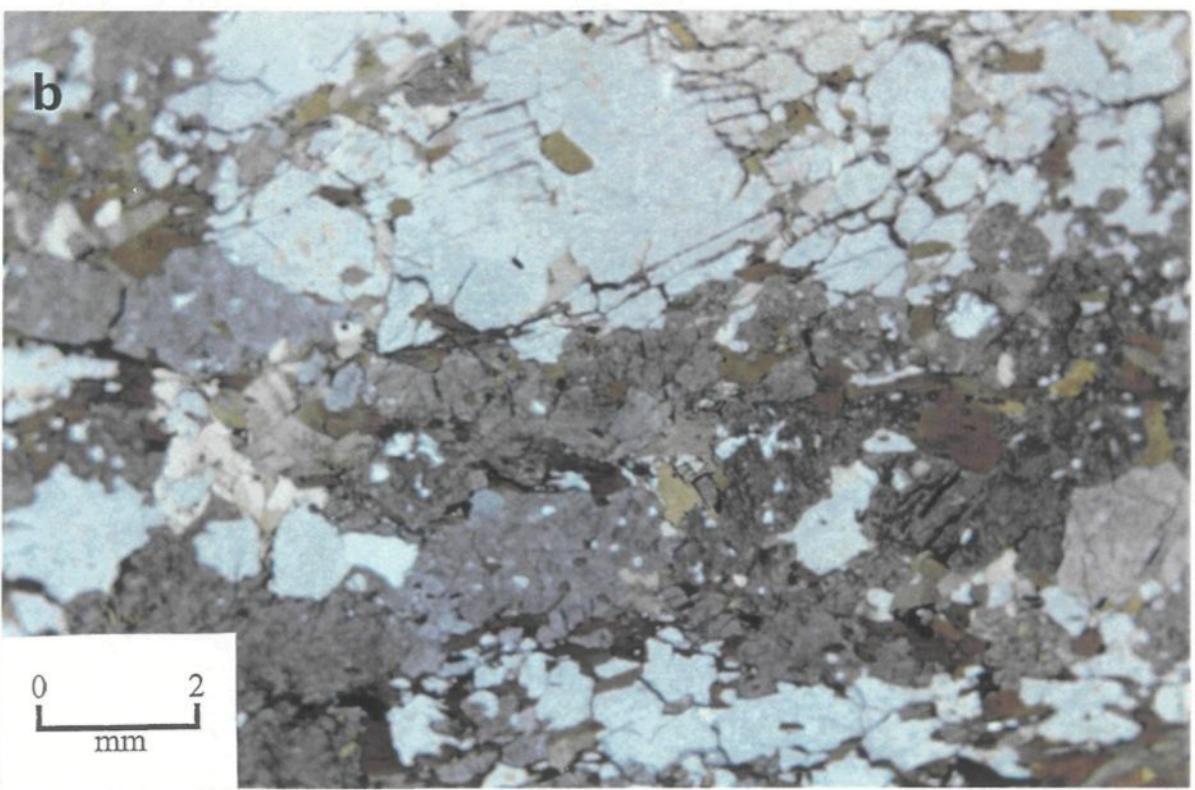
Les restites à quartz sont de couleur sombre, brun à rouge noirâtre. La granulométrie est moyenne (0,5 à 1mm) avec porphyroblastes de grenat et/ou d'orthopyroxène. Une foliation (fabrique  $S_{1/2}$ ) est moyennement développée et ces roches sont zonées, c'est-à-dire qu'elles sont constituées de l'alternance d'horizons à quartz + cordiérite et d'horizons à orthopyroxène +/- grenat +/- cordiérite, ces horizons étant eux-mêmes souvent zonés (planche 13). Les restites à quartz sont composées d'environ 25



Planche 12: Photo de terrain montrant le matériel résiduel sans forme géométrique précise.

Planche 13: a) Photomicrographie en lumière naturelle montrant les deux principales zones d'une restite à quartz ainsi que l'orientation préférentielle des minéraux.

b) Photomicrographie en lumière naturelle montrant la sous-zonation en orthopyroxène/cordiérite de la zone à orthopyroxène d'une restite à quartz.



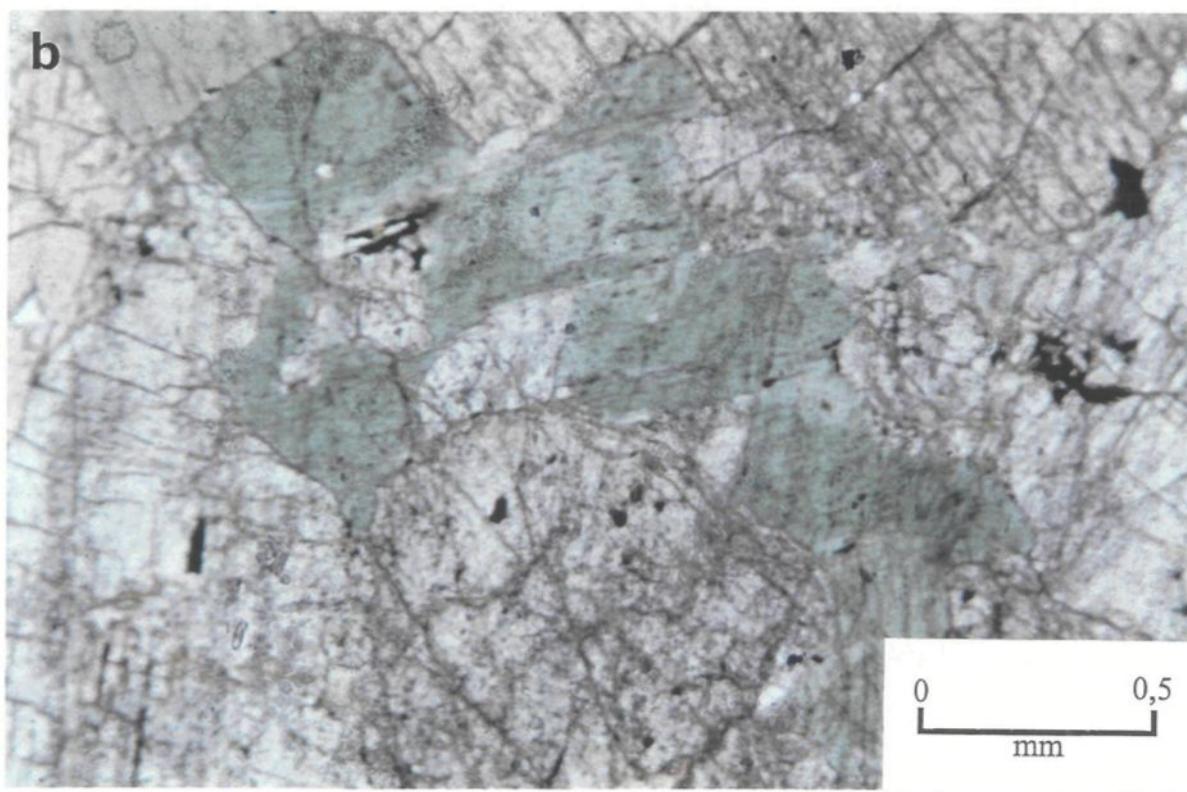
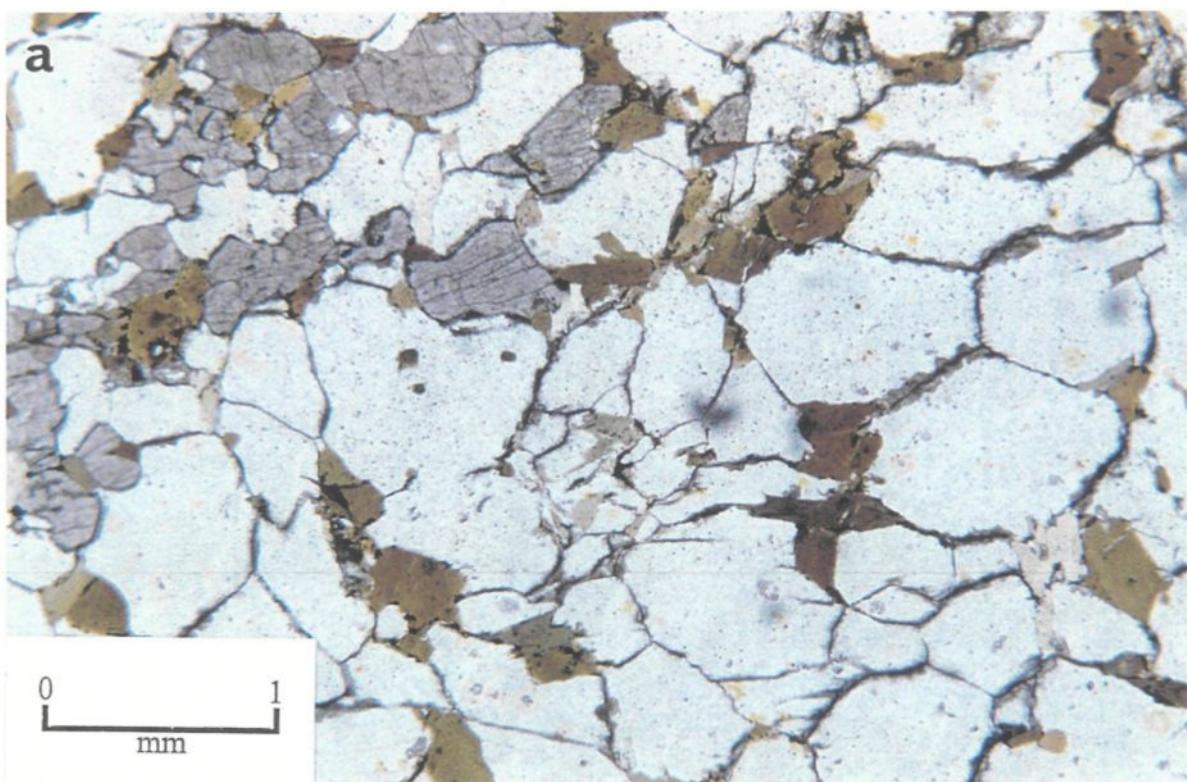
à 45% de quartz, 25 à 35% d'orthopyroxène, 20 à 30% de cordiérite, 15% de grenat (lorsque présent), 5 à 10% de biotite et de 5% de feldspaths. Le quartz est xénoblastique et de forme allongée dans la foliation, il est le principal constituant d'un des horizons, mais peut représenter 20 à 30% des horizons riches en orthopyroxènes. Les orthopyroxènes sont grossiers, hypidioblastiques de forme allongée et orientés préférentiellement, poeciloblastiques (quartz, biotite, cordiérite et +/- grenat en inclusion), moyennement fracturés et faiblement altérés. Ils représentent la phase principale du deuxième horizon (planche 13a), mais se retrouvent également en plus faible quantité (3 à 4%) dans les horizons à quartz. La cordiérite est hypidioblastique, elle montre des jonctions triples et est faiblement à moyennement altérée en pinnite. Elle est généralement bien orientée et définit un litage, particulièrement dans les horizons riches en orthopyroxène (planche 13b). Les grenats, lorsque présents, sont porphyroblastiques, sub-arrondis et poeciloblastiques (quartz, cordiérite, biotite et orthopyroxène en inclusion). Ils sont moyennement fracturés avec une faible altération micacée, ils s'associent à la cordiérite pour former une zonation dans les horizons riches en orthopyroxènes. La biotite est hypidioblastique, mince et de forme tabulaire, elle est orientée préférentiellement et se concentre principalement dans les horizons à orthopyroxène (planche 13a). Des textures de remplacement des orthopyroxènes, de la cordiérite et des grenats par la biotite ont été observées. Les feldspaths, sous forme de perthite en filon, sont hypidioblastiques et croissent à partir de la bordure des orthopyroxènes ou des grenats, ils se retrouvent uniquement dans les horizons à

orthopyroxènes. Enfin, une phase opaque, contenant de l'hercynite, remplace les orthopyroxènes, la biotite et les grenats.

#### 2.4.2 Restites sans quartz

Les restites sans quartz sont des roches de couleur brunâtre. La granulométrie est grossière (plus de 1mm), elles sont massives ou encore elles présentent une foliation très faiblement développée suivant la fabrique  $S_{1/2}$ . La composition de ces roches est très variable et elles se présentent sous deux formes. Elles se composent de cordiérite (variant entre 30 et 70%), d'orthopyroxène (variant entre 15 et 60%), de biotite (10 à 15%) et possèdent alors une faible foliation, ou encore se composent d'orthopyroxène (environ 60%) et de clinopyroxène (environ 40%), elles sont alors massives et leur composition reflète plutôt une roche mafique qu'une roche résiduelle. Les orthopyroxènes sont grossiers (plus de 2mm), hypidioblastiques, poeciloblastiques (contenant toutes les autres phases) et ne montrent que rarement une orientation préférentielle (planche 14a). La cordiérite est hypidioblastique, parfois porphyroblastique et poeciloblastique (orthopyroxène et biotite en inclusion), elle présente de bonnes jonctions triples, elle est rarement orientée et faiblement altérée en pinnite (planche 14a). La biotite, uniquement présente dans les roches à cordiérite, est hypidioblastique à idioblastique, elle marque une faible orientation préférentielle (planche 14a) et montre des textures de remplacement des orthopyroxènes et de la cordiérite. Les clinopyroxènes sont grossiers, hypidioblastiques, faiblement

Planche 14: a) Photomicrographie en lumière naturelle d'une restite sans quartz montrant la recristallisation (jonctions triples) de la cordiérite et les orthopyroxènes poeciloblastiques.  
b) Photomicrographie en lumière naturelle montrant l'altération en hornblende verte des clinopyroxènes dans une restite sans quartz.



poeciloblastiques (orthopyroxène et inclusion) et moyennement altérés en hornblende verte (planche 14b). Ils épousent les contours des orthopyroxènes mais recoupent également ces derniers. Une phase opaque (en traces), souvent en association avec de l'hercynite dans la biotite, montre des textures de remplacement des orthopyroxènes, de la biotite et plus rarement des clinopyroxènes. Enfin, des traces de quartz ont été retrouvées en inclusion dans les orthopyroxènes et dans la cordiérite.

## 2.5 Les quartzites

Souvent confondues avec les gneiss quartzofeldspathiques sur le terrain, les quartzites sont des roches de couleur gris bleuté à gris très foncé. La granulométrie de ces roches est moyenne (0,5 à 1,2mm) et elles contiennent souvent des porphyroblastes d'orthopyroxène. La foliation, qui se définit par un fin rubanement généralement bien développé, représente la fabrique  $S_{1/2}$ .

L'étude microscopique des quartzites a démontré qu'elles contiennent en moyenne 50 à 60% de quartz, 25 à 35% de cordiérite, 5 à 10% de biotite et 2 à 3% d'orthopyroxène. Le quartz est xénoblastique et de forme allongée dans la foliation. La cordiérite est hypidioblastique à idioblastique, montre de rares jonctions triples, elle est généralement orientée préférentiellement mais rarement litée et son altération en pinnite est variable (planche 15). La cordiérite est rarement absente des quartzites mais lorsque c'est le cas, la

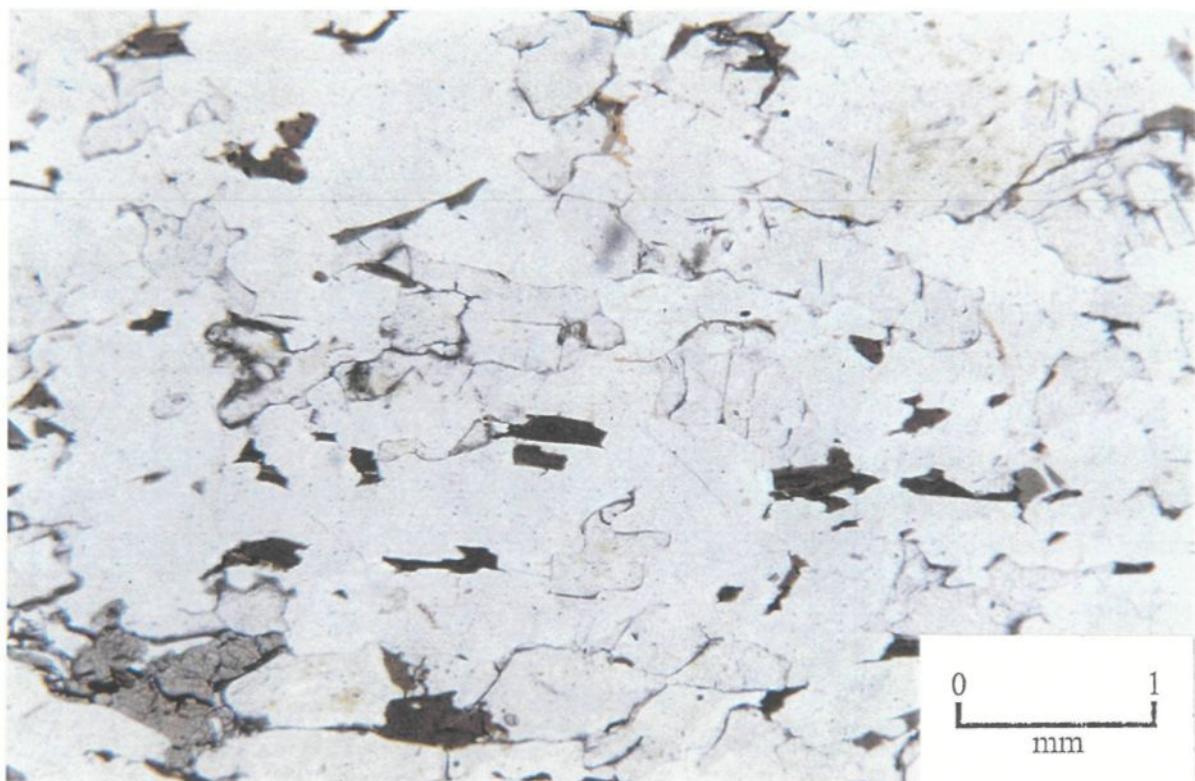


Planche 15: Photomicrographie en lumière naturelle d'une quartzite à cordiérite montrant l'orientation préférentielle et l'allongement des différents minéraux.

concentration en biotite et orthopyroxène augmente considérablement. La biotite est hypidioblastique à idioblastique, mince et de forme tabulaire, elle est toujours marquée d'une orientation préférentielle (planche 15). Les orthopyroxènes sont généralement porphyroblastiques, poeciloblastiques (quartz, cordiérite et +/- biotite en inclusion), souvent orientés dans la foliation ou constituent un litage définissant la foliation. Des textures coronitiques avec cœur d'orthopyroxène porphyroblastique similaires à celles retrouvées dans les gneiss quartzofeldspathiques sont également présentes dans les quartzites. Enfin, une phase opaque (en traces) montre de rares textures de remplacement de la biotite et des orthopyroxènes. La foliation à l'intérieur de ces roches est constituée par l'orientation préférentielle des minéraux (principalement biotite, cordiérite et orthopyroxène) et/ou par un litage compositionnel formé par les orthopyroxènes et plus rarement par la cordiérite.

## 2.6 Les leucosomes

Dans le cadre de cette section, le terme leucosome est utilisé dans son sens descriptif, c'est-à-dire qu'il représente les unités ou les horizons de couleur pâle et généralement de composition quartzofeldspathique. Le terme leucosome n'a donc, pour cette section, aucune signification génétique .

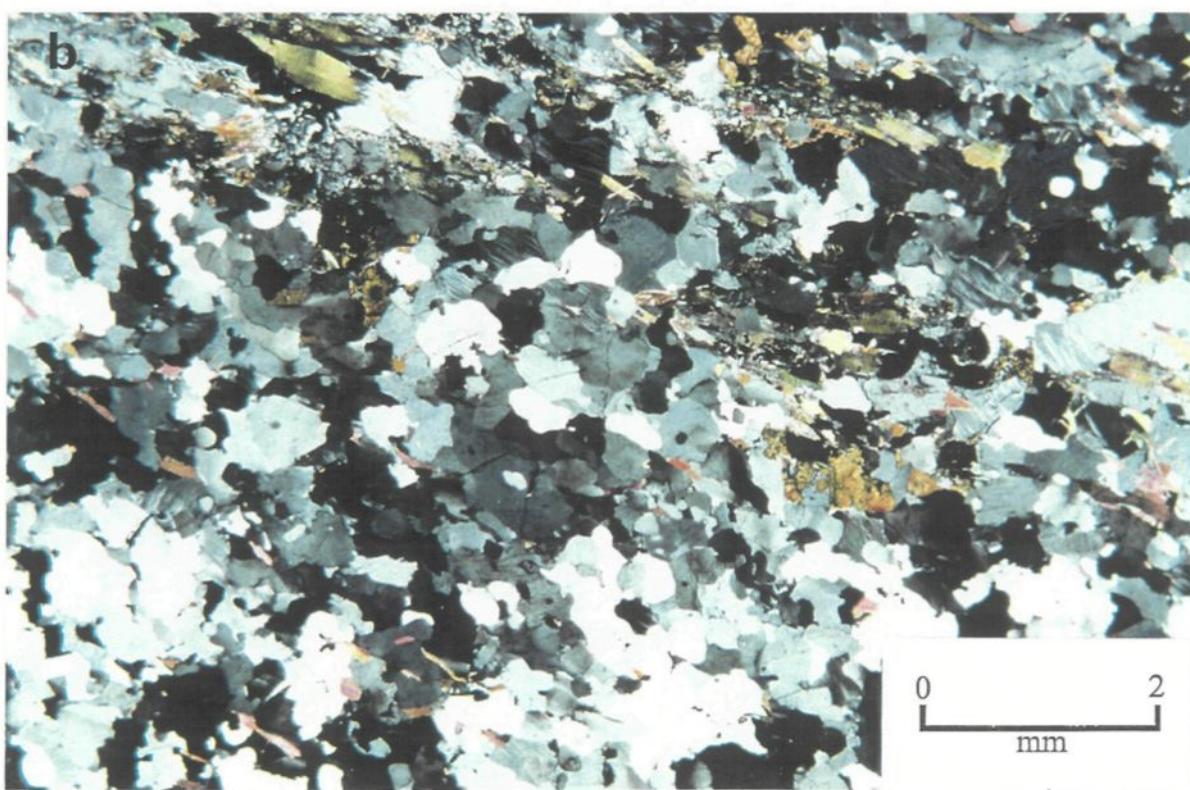
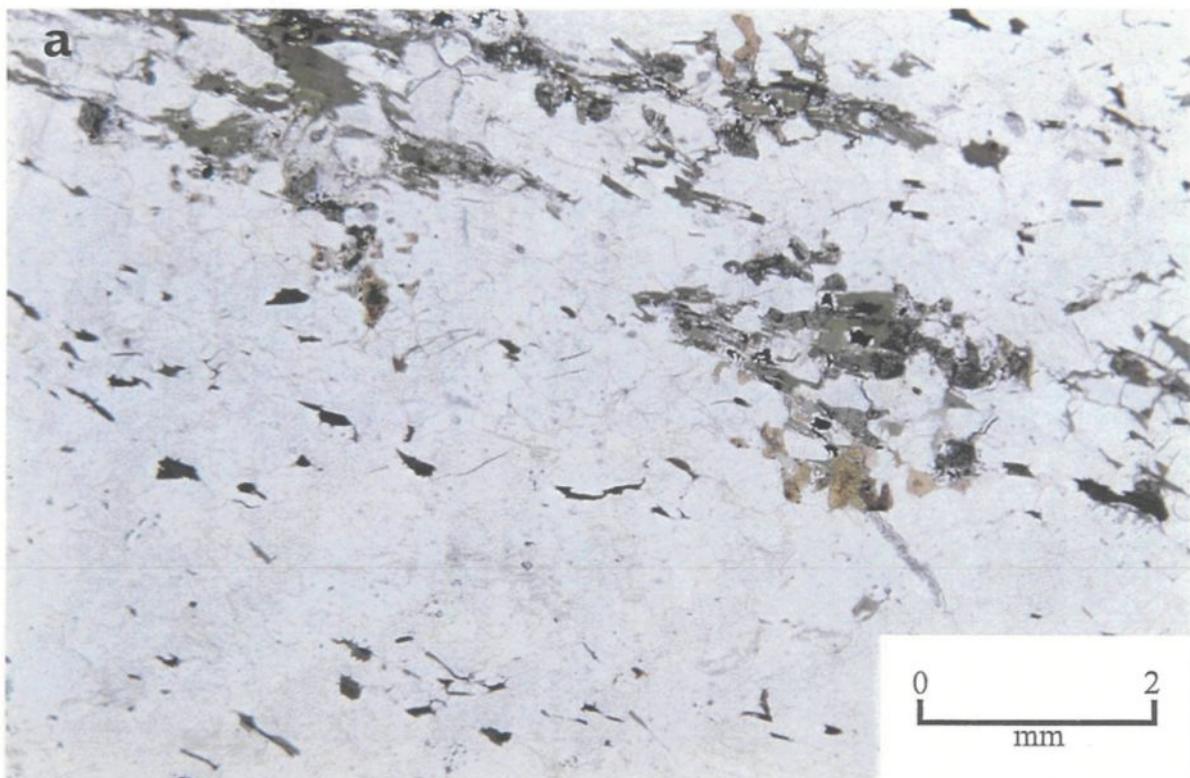
Les leucosomes représentent l'unité lithologique la plus complexe du secteur à l'étude. Contrairement aux autres unités lithologiques, très peu de liens ont été trouvés

entre les différents types de leucosomes et leur minéralogie. La division de cette unité lithologique a donc été faite à partir des relations chronologiques et structurales. Les observations sur le terrain ont permis de distinguer deux types de leucosomes, les leucosomes précoces et les leucosomes tardifs.

### 2.6.1 Leucosomes précoces

Les leucosomes précoces sont de couleur orangé et la granulométrie est moyenne (0,5 à 1mm). La composition est granitique avec 1 à 3% de biotite et des traces d'une phase opaque. Ils peuvent aussi contenir jusqu'à 10% de grenats lorsque ceux-ci sont présents. Le quartz est xénoblastique, de forme allongée et orienté préférentiellement (planche 16), il a une extinction roulante et présente des jonctions triples plus ou moins bien développées avec les feldspaths. Les feldspaths sont hypidioblastiques tabulaires et orientés préférentiellement, ils se présentent sous forme de perthites en filon et d'antiperthites (planche 16). La biotite est hypidioblastique à idioblastique, de forme tabulaire et mince, elle est orientée préférentiellement (planche 16) et montre des textures de remplacement du grenat. Le grenat, lorsque présent, est poeciloblastique (quartz et feldspaths en inclusion), d'aspect déchiqueté et fortement fracturé. Enfin une phase opaque, en traces, montre des textures de remplacement de la biotite et du grenat.

Planche 16: Photomicrographies en lumière a) naturelle et b) polarisée d'un leucosome précoce montrant la déformation à l'intérieur de celui-ci (même orientation préférentielle des minéraux que la roche encaissante, extinction roulante du quartz), sa granulométrie similaire à celles de la roche encaissante, ainsi que le contact, parallèle à la foliation, enrichi en cordiérite+biotite+/-orthopyroxène.

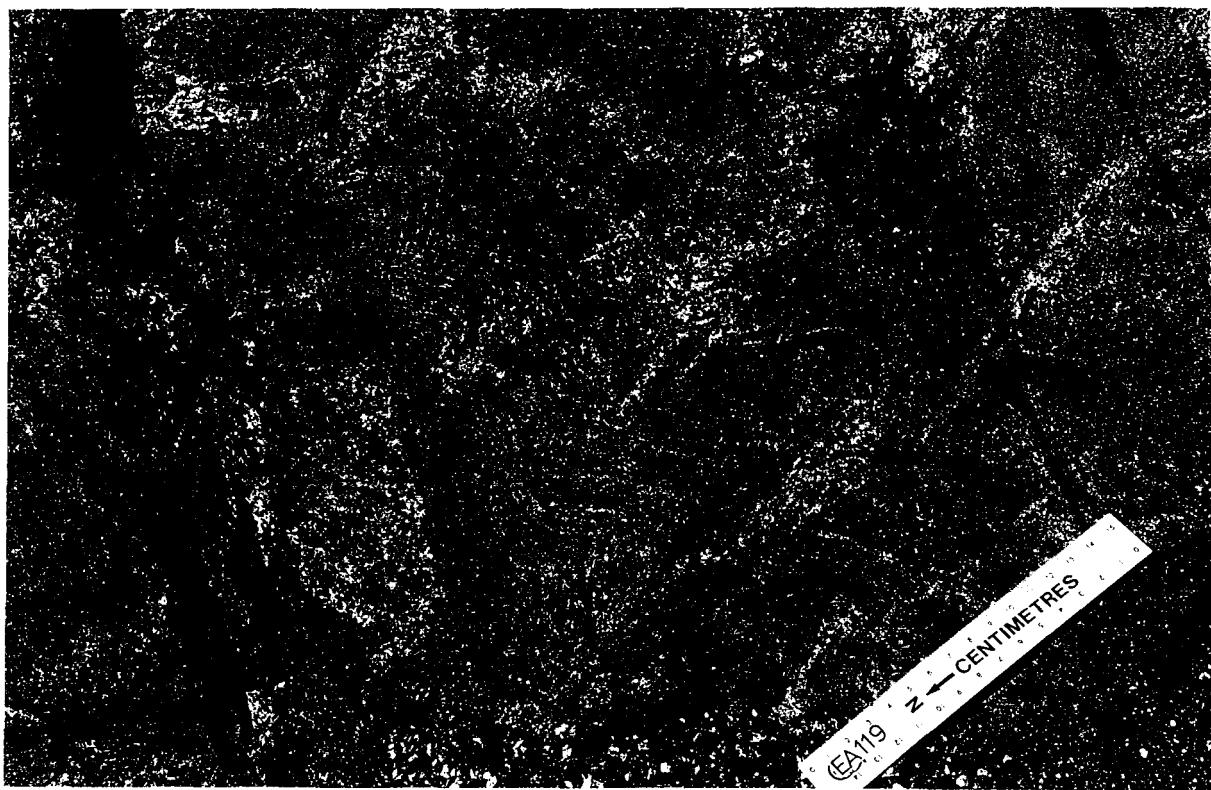


Les leucosomes précoces se présentent généralement sous forme de minces horizons parallèles et discontinus, d'épaisseur millimétrique à centimétrique à l'intérieur des gneiss quartzofeldspathiques. Leurs contacts sont parallèles et concordants à la fabrique  $S_{1/2}$  (planche 17a), la fabrique retrouvée à l'intérieur de ceux-ci représente également  $S_{1/2}$  et tout comme cette fabrique et les gneiss quartzofeldspathiques, ils dessinent la géométrie du plissement  $F_3$ . Les contacts sont plus ou moins francs, souvent marqués par une concentration élevée de cordiérite +/- biotite +/- orthopyroxène à l'intérieur de l'encaissant (planche 16). Ces leucosomes se distinguent également de leurs encaissants par un appauvrissement marqué de biotite dans les leucosomes, cependant la granulométrie de ces derniers est semblable à celle de leurs encaissants (planche 16).

Du point de vue génétique, deux possibilités peuvent expliquer la formation de ces leucosomes. La première possibilité est la ségrégation magmatique, où la concentration élevé en minéraux ferromagnésiens qui caractérise les contacts représenterait la partie résiduelle. La deuxième possibilité est la différenciation métamorphique. Les évidences retrouvées ne permettent pas de conclure avec certitude à l'une ou l'autre des possibilités. Cependant leurs contacts concordants à  $S_{1/2}$  et cette même fabrique retrouvée à l'intérieur de ceux-ci, ainsi que les jonctions triples, évidences de recristallisation, témoignent de leur caractère précoce et permettent de les associer à  $D_1/M_1$ . Collins et al. (1989) ont d'ailleurs reconnu ces leucosomes précoces et les ont associés à une première phase de migmatisation lors de l'événement Strangways précoce.

Planche 17: a) Photo de terrain montrant l'aspect des leucosomes précoces à l'intérieur d'un gneiss quartzofeldspathique. Cette photo montre également les fins leucosomes tardifs situés à l'intérieur des plans de clivage  $S_{3b}$ , ainsi qu'une poche granitique (à gauche de la photo) sans forme géométrique précise, associée aux leucosomes tardifs, montrant la texture plutôt massive de ce type de leucosome.

b) Photo de terrain montrant des leucosomes tardifs à l'intérieur d'une zone de cisaillement.

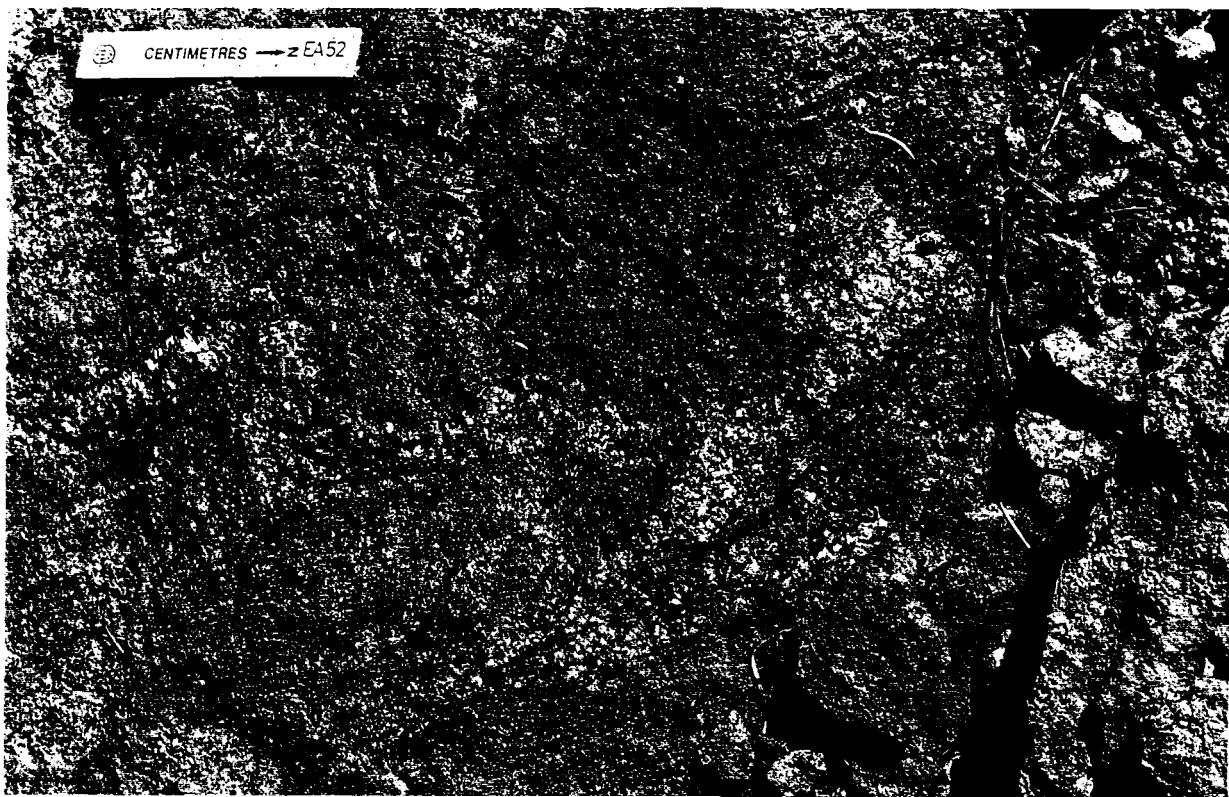


### 2.6.2 Leucosomes tardifs

Les leucosomes tardifs, de composition granitique, sont le résultat de la fusion partielle et sont principalement retrouvés à l'intérieur des gneiss quartzofeldspathiques et des quartzites. Ces leucosomes se présentent principalement sous deux formes, soit de fins leucosomes d'épaisseur millimétrique à centimétrique et discontinus, soit des dykes d'épaisseur décimétrique à métrique et relativement continus.

Les fins leucosomes tardifs se retrouvent à l'intérieur des différentes structures qui sont toutes associées à l'événement  $F_3$ , ce qui tend à prouver le caractère synchrone de la ségrégation magmatique et de cet épisode de déformation. Les leucosomes occupent principalement trois types de structures, soit les clivages de plan axial  $S_{3a}$ , les clivages de crénulation  $S_{3b}$  (planche 17a) ainsi que les zones de cisaillement (planche 17b), où ils sont généralement parallèles aux bordures de la zone. Ils peuvent également occuper les charnières de plis  $F_3$  (planche 18a), les contours des unités compétentes boudinées et les fractures à l'intérieur de ces boudins (planche 18b). Localement, les fins leucosomes tardifs peuvent également être retrouvés parallèles à la foliation  $S_{1/2}$ . Les contacts de ces leucosomes sont francs et la texture est généralement massive. Une faible foliation magmatique (ou *syncrystallisation* induite par la déformation) et parallèle à  $S_{3a}$  ou à  $S_{3b}$  est parfois retrouvée dans les leucosomes occupant les différents clivages ou encore les zones de cisaillement.

Planche 18: a) Photo de terrain montrant un leucosome tardif dans la charnière d'un pli  $F_3$  de longueur d'onde métrique et recoupé par un autre leucosome tardif qui a pris place à l'intérieur d'un clivage de plan axial  $S_{3a}$ . b) Photo de terrain montrant des leucosomes tardifs à l'intérieur des fractures fragiles d'un boudin.



Les dykes, d'épaisseur plus considérable, recoupent la fabrique  $S_{1/2}$  et leur mise en place semble également avoir été contrôlée par la déformation  $F_3$ , car ils sont souvent retrouvés sub-parallèles à la fabrique  $S_{3a}$ . Lorsque tel est le cas, ils présentent également une foliation parallèle à  $S_{3a}$ . Les contacts de ces dykes sont relativement francs et ils sont caractérisés par la présence, à l'intérieur du dyke, de schlierens de biotite représentant vraisemblablement la partie résiduelle ou non fusionnée (planche 19).

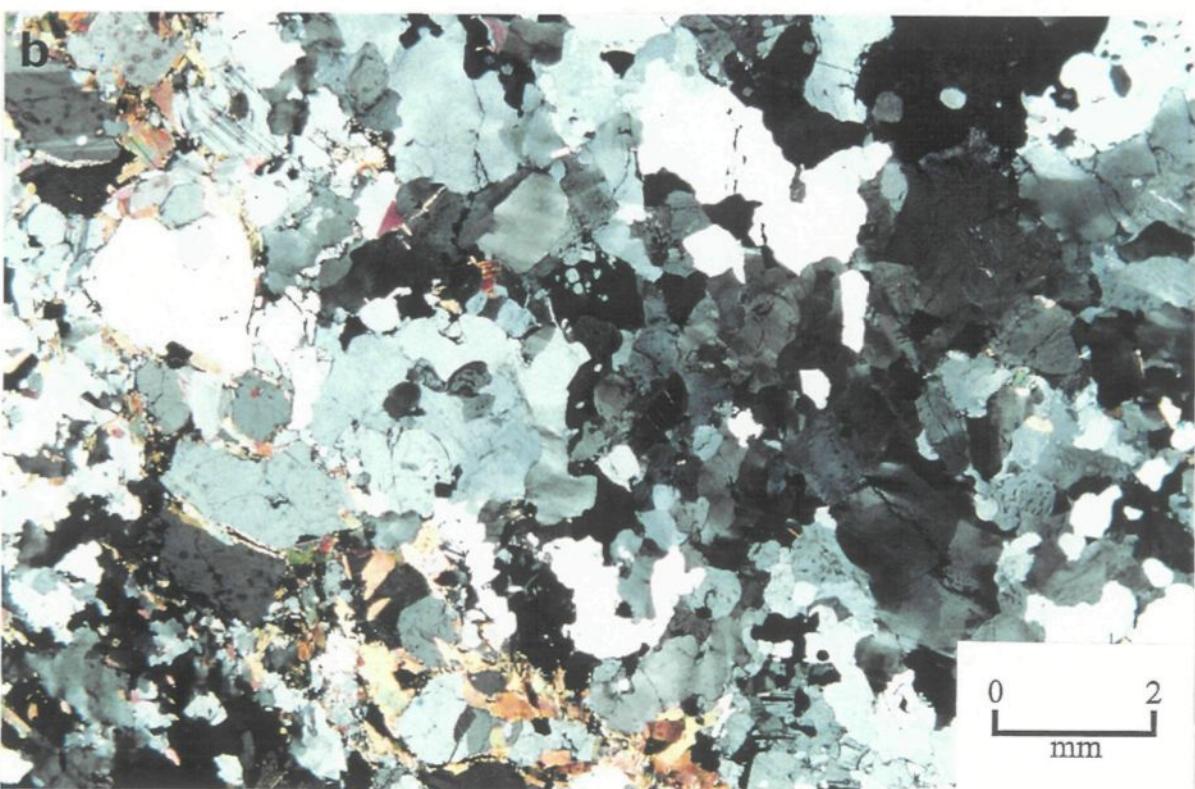
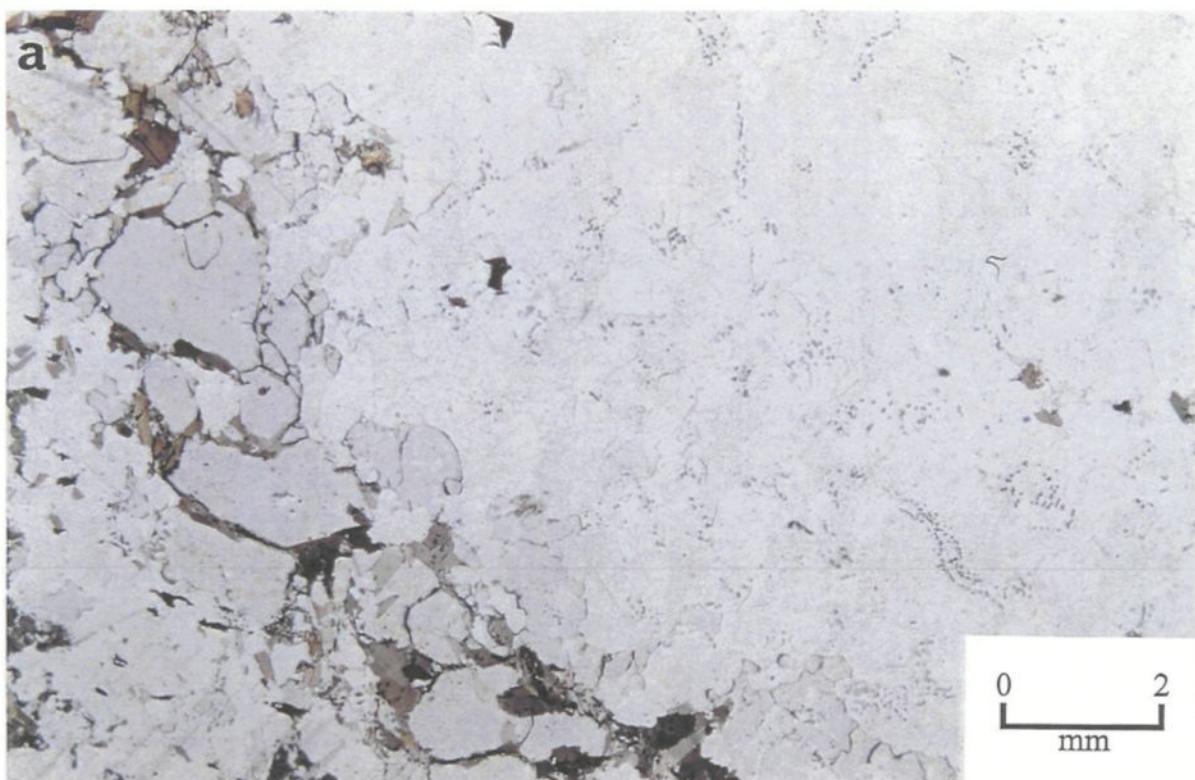
Pétrographiquement, tous ces leucosomes tardifs sont de couleur blanc orangé et la granulométrie est grossière (1,5 à 4mm). L'étude en lame mince a montré que la composition est granitique avec généralement moins de 5% de biotite, moins de 5% de grenat lorsqu'ils sont présents, des traces de cordiérite lorsqu'elle est présente et des traces d'une phase opaque. L'orthopyroxène est une phase totalement absente des leucosomes tardifs.

Le quartz est xénoblastique, sous forme de grains allongés et orientés préférentiellement lorsque la foliation magmatique est présente, ou sous forme de plages interstitielles lorsque la texture est massive (planche 20). Des globules de quartz et des grains de biotite et de feldspaths sont souvent retrouvés en inclusion dans le quartz, et des textures myrmékitiques sont également présentes à ses contacts. Les feldspaths sont hypidioblastiques et de forme tabulaire, ils sont souvent orientés préférentiellement et définissent alors la foliation magmatique. Les feldspaths se présentent généralement sous



Planche 19: Photo de terrain montrant un dyke granitique tardif avec une faible foliation définie par la biotite, ses contacts plus ou moins francs et des schlierens de biotite représentant la partie résiduelle.

Planche 20: Photomicrographie en lumière a) naturelle et b) polarisée d'un leucosome tardif montrant une texture massive et une granulométrie grossière, ainsi que le contact enrichi en minéraux ferromagnésiens qui recoupe la foliation de la roche encaissante.



forme de perthite en filon et de rares plagioclases, bien maclés et sous forme d'antiperthite en tache, sont également retrouvés. Le quartz et les feldspaths présentent parfois des jonctions triples.

La biotite est hypidioblastique à idioblastique, se présente généralement sous forme d'amas enrichis avec une orientation préférentielle faiblement développée et montre des textures de remplacement du grenat. Les grenats, lorsque présents, sont des porphyroblastes hypidioblastiques à xénoblastiques, fortement fracturés et poeciloblastiques, sans orientation préférentielle. La cordiérite, lorsque présente, est hypidioblastique, faiblement orientée et altérée en pinnite, et présente de rares jonctions triples. Enfin, une phase opaque, en traces, montre des textures de remplacement de la biotite et plus rarement du grenat. De l'hercynite est parfois associée à cette phase opaque.

Tout comme pour les leucosomes précoces, le contact entre les leucosomes tardifs et la roche encaissante est souvent enrichi en minéraux ferromagnésiens (planche 20). Cependant trois distinctions majeures en lame mince différencient les leucosomes tardifs des leucosomes précoces: 1) les leucosomes tardifs recoupent la foliation  $S_{1/2}$  de la roche encaissante (planche 20), 2) la granulométrie des leucosomes tardifs est plus grossière que celle de la roche encaissante (planche 20), 3) la texture des leucosomes tardifs est généralement massive (planche 20) ou encore une faible foliation magmatique peut être présente.

## CHAPITRE 3

### MÉTAMORPHISME

#### 3.1 Introduction

Les assemblages minéralogiques retrouvés à l'intérieur des différentes unités lithologiques étudiées dans le chapitre précédent sont relativement simples. Les phases métamorphiques représentatives des unités lithologiques sont les plagioclases et les feldspaths potassiques, la biotite, la cordiérite, les grenats, les pyroxènes et l'hercynite. À partir des soixante lames minces décrites, seize d'entre elles, jugées les plus représentatives, ont été choisies pour confectionner des lames minces polies et analyser les différentes phases à la microsonde électronique. Les analyses à la microsonde électronique étant ponctuelles, il est possible de caractériser chimiquement chacune des phases analysées. Les analyses des phases représentatives ont donc été faites afin de caractériser chacune des phases, de déterminer la topologie des diagrammes AFM, et de suggérer les réactions probables qui se sont effectuées dans les roches. Ces réactions, ainsi que les données

obtenues à la microsonde électronique pour les différentes phases, ont permis d'estimer les conditions de la pression et de la température.

La microsonde utilisée est un appareil ARL-SEMQ équipé d'un analyseur à énergie dispersive NORAN (EDS) et de quatre spectromètres à dispersion des longueurs d'ondes (WDS). Ces spectromètres sont équipés de cristaux ODPB, TAP, ADP et LIF. La limite de détection pour les analyses en WDS est d'environ 0,025%, et d'environ 0,10% pour les analyses en EDS. Les effets de matrice ont été corrigés à l'aide de l'algorithme de Bence Albee. Tous les éléments des différentes phases ont été analysés en EDS avec un temps de comptage de 100 secondes à l'exception de l'aluminium dans les pyroxènes qui a été analysé en WDS avec un temps de comptage de 40 secondes. Les conditions d'analyse étaient de 15 kv et 10 na. Les résultats des quelques 730 analyses effectuées dans le cadre de cette étude ont été reportés à l'annexe B. Des standards ont été analysés systématiquement tout au long des séances d'analyse afin de vérifier la calibration.

### 3.2 Assemblages métamorphiques

#### 3.2.1 Composition des minéraux

Les phases représentatives analysées peuvent être caractérisées chimiquement, particulièrement lorsque des éléments à l'intérieur d'une même phase sont susceptibles de

se substituer. Ainsi les feldspaths plagioclases peuvent être caractérisés en fonction de leur calcicité et de leur contenu en K<sub>2</sub>O; la biotite, la cordiérite et les orthopyroxènes en fonction de leur *valeur Mg*; les grenats en fonction du pourcentage d'almandin, de pyrope, de grossulaire et de spessartine.

Le caractère perthitique des feldspaths a été observé et décrit dans le chapitre précédent. Ce phénomène a considérablement compliqué les analyses à la microsonde électronique de ces deux phases (feldspath potassique et plagioclase) car il a été difficile de centrer le faisceau d'électrons sur une seule lamelle en particulier. Les résultats des feldspaths (annexe B) témoignent de cette difficulté car il n'est pas rare de retrouver les trois éléments caractéristiques à l'intérieur d'une seule analyse, soit le Ca, le Na et le K. Cependant, plusieurs analyses ont été assez précises et suggèrent que les plagioclases soient généralement des oligoclases avec une calcicité variant entre An<sub>25</sub> et An<sub>30</sub>. Ces valeurs sont consistantes avec un métamorphisme au faciès granulite et similaires aux valeurs obtenues sur les plagioclases du granite Wulum (Collins et al., 1989).

Selon les descriptions pétrographiques du chapitre précédent, la biotite se présente principalement sous deux formes. La biotite est généralement hypidioblastique à idioblastique, orientée préférentiellement et bien répartie au travers de la roche. La biotite peut cependant montrer des textures de remplacement des cordiérites, grenats et orthopyroxènes, elle n'a alors aucune orientation préférentielle. Ces deux formes de biotite

montrent des caractéristiques chimiques distinctes, particulièrement pour la valeur du rapport Fe-Mg, ou *valeur Mg* ( $X_{Mg} = Mg/(Fe+Mg)$ ).

La première variété de biotite, orientée préférentiellement et retrouvée à l'intérieur de toutes les unités lithologiques, ne présente aucune zonation, la valeur de  $X_{Mg}$  est relativement constante, variant généralement entre 0,58 et 0,62. La concentration en  $TiO_2$  dans cette biotite est également constante et varie généralement entre 3,5% et 5% (annexe B). La deuxième variété de biotite se retrouve toujours en association avec une cordiérite, un grenat ou un orthopyroxène, que ces deux derniers soient des porphyroblastes à texture coronitique ou qu'ils soient une phase typique de l'unité lithologique (par exemple dans un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et grenat ou dans la zone riche en orthopyroxène+cordiérite d'une restite zonée). La biotite montre alors souvent des textures de remplacement (planche 21), particulièrement en prenant place à l'intérieur des fractures du grenat ou de l'orthopyroxène et il est donc impossible d'y observer une quelconque orientation. La valeur de  $X_{Mg}$  de cette variété de biotite, également non zonée, est considérablement plus élevée que pour la première,  $X_{Mg}$  est systématiquement supérieure à 0,70 et se situe généralement entre 0,71 et 0,75 (annexe B). La concentration en  $TiO_2$  est plus variable, passant à des valeurs sous la limite de détection jusqu'à des valeurs de près de 6%. Cependant, elle est généralement plus faible, inférieure à 3%, particulièrement pour les biotites associées à des porphyroblastes de grenat à texture coronitique. Lafrance et al.

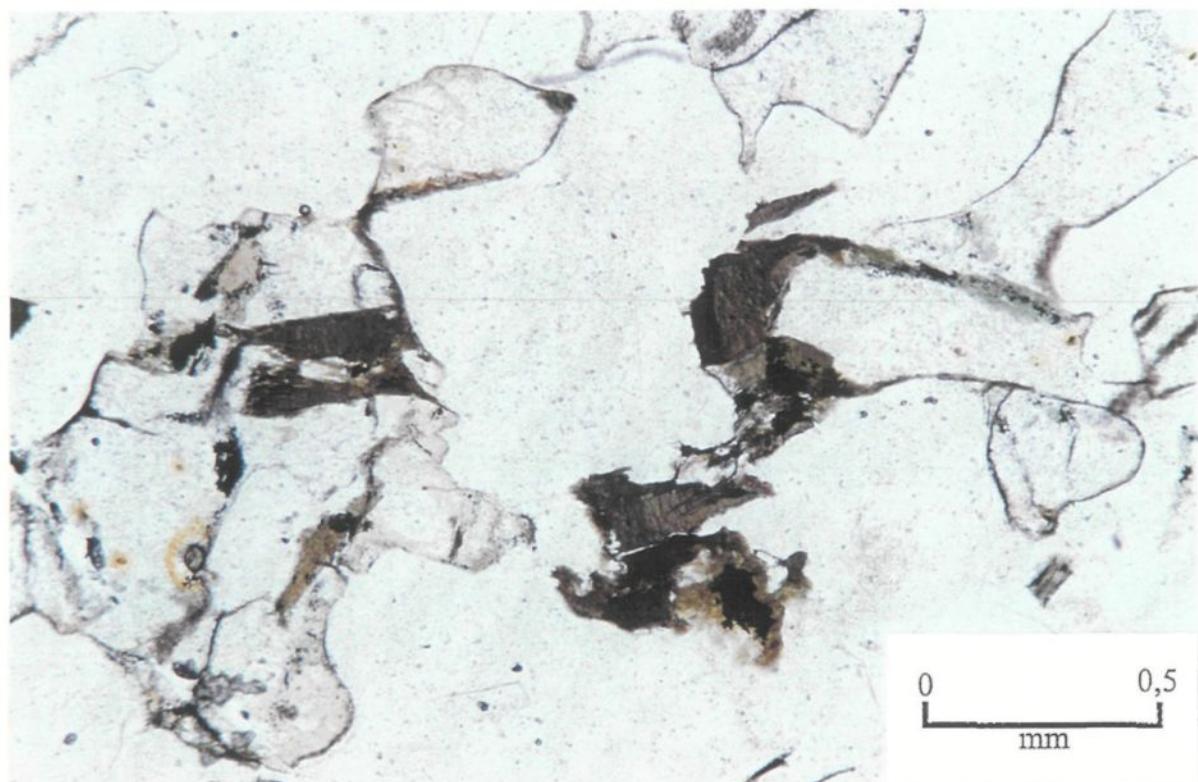


Planche 21: Photomicrographie en lumière naturelle d'un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et grenat montrant la deuxième variété de biotite, sans orientation, qui remplace les grains de cordiérite.

(1995) avaient observé texturalement ces deux variétés de biotite tout en associant la deuxième variété à l'épisode rétrograde D<sub>3</sub>/M<sub>3</sub>.

Enfin, une troisième variété de biotite, chimiquement intermédiaire aux deux premières, se retrouve dans les zones enrichies en minéraux ferromagnésiens, au contact entre les leucosomes tardifs et leur roche encaissante. Cette biotite n'est pas zonée, la valeur de X<sub>Mg</sub> se situe généralement entre 0,65 et 0,70 et la concentration en TiO<sub>2</sub> reste relativement constante, variant entre 3,5% et 5% (annexe B).

La cordiérite a également des valeurs de X<sub>Mg</sub> (X<sub>mg</sub> = Mg/(Fe+Mg)) relativement variables, soit de 0,71 à 0,81. Cependant, cette variation n'est jamais observable sur un même grain de cordiérite et aucune zonation notable n'a été observée. La variation des valeurs de X<sub>Mg</sub> dépendrait plutôt de la composition chimique totale de la roche. Cela s'observe principalement dans le matériel résiduel où les cordiérites sont systématiquement plus magnésiennes que dans les gneiss quartzofeldspathiques ou les leucosomes (Annexe B).

Les grenats sont des almandins avec les rapports suivants: 0,58 à 0,74 d'almandin, 0,20 à 0,37 de pyrope, 0,02 à 0,05 de spessartine et 0,02 à 0,04 de grossulaire (Annexe B). Les variations entre les résultats sont relativement grandes, principalement pour les valeurs d'almandin et de pyrope. Cependant, aucune zonation notable n'a été retrouvée à l'intérieur

des grenats. La figure 8 montre un exemple de plusieurs analyses effectuées à partir de la bordure vers le cœur d'un même grain de grenat. Les courbes, relativement droites et constantes, montrent bien l'absence de zonation notable pour les éléments de Fe, Mg, Mn et Ca. Les variations observées sont plutôt dues aux compositions chimiques totales des différentes roches dans lesquelles des grenats ont été retrouvés et analysés. La quantité d'almandin est basse pour les grenats des quartzites à grenat et augmente considérablement pour les grenats retrouvés dans les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et grenat (Annexe B). Cependant, la quantité d'almandin est très variable d'un grain de grenat à l'autre dans les différents types leucosomes.

Les valeurs de  $X_{Mg}$  ( $X_{Mg} = Mg/(Fe+Mg+Mn)$ ) pour les orthopyroxènes montrent moins de variation, se situant entre 0,53 et 0,61 (annexe B). Les orthopyroxènes ne montrent également aucune zonation notable (figure 9) pour les éléments susceptibles de se substituer, soit le Fe, Mg et Mn. Encore là, la variation entre les valeurs de  $X_{Mg}$  est due aux compositions chimiques totales des différentes roches dans lesquelles des orthopyroxènes ont été analysés. En fait, les valeurs de  $X_{Mg}$  des orthopyroxènes restent relativement constantes pour les roches telles que les quartzites à orthopyroxènes et les gneiss quartzofeldspathiques à orthopyroxènes. Cependant, les valeurs de  $X_{Mg}$  augmentent lorsque ce sont les orthopyroxènes du matériel résiduel qui sont analysés.

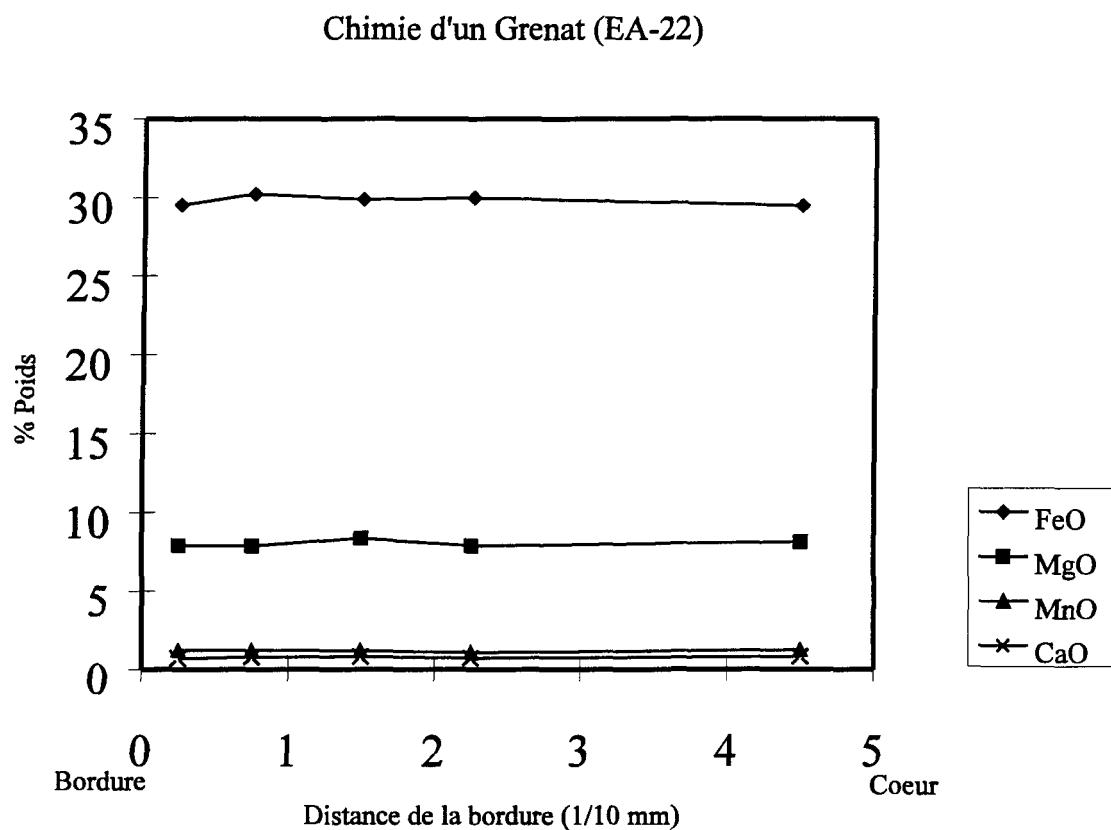


Figure 8: Graphique des pourcentages de FeO, MgO, MnO et CaO en fonction de la distance de la bordure d'un grenat retrouvé dans un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et grenat. L'analyse la plus éloignée de la bordure représente le centre du grain.

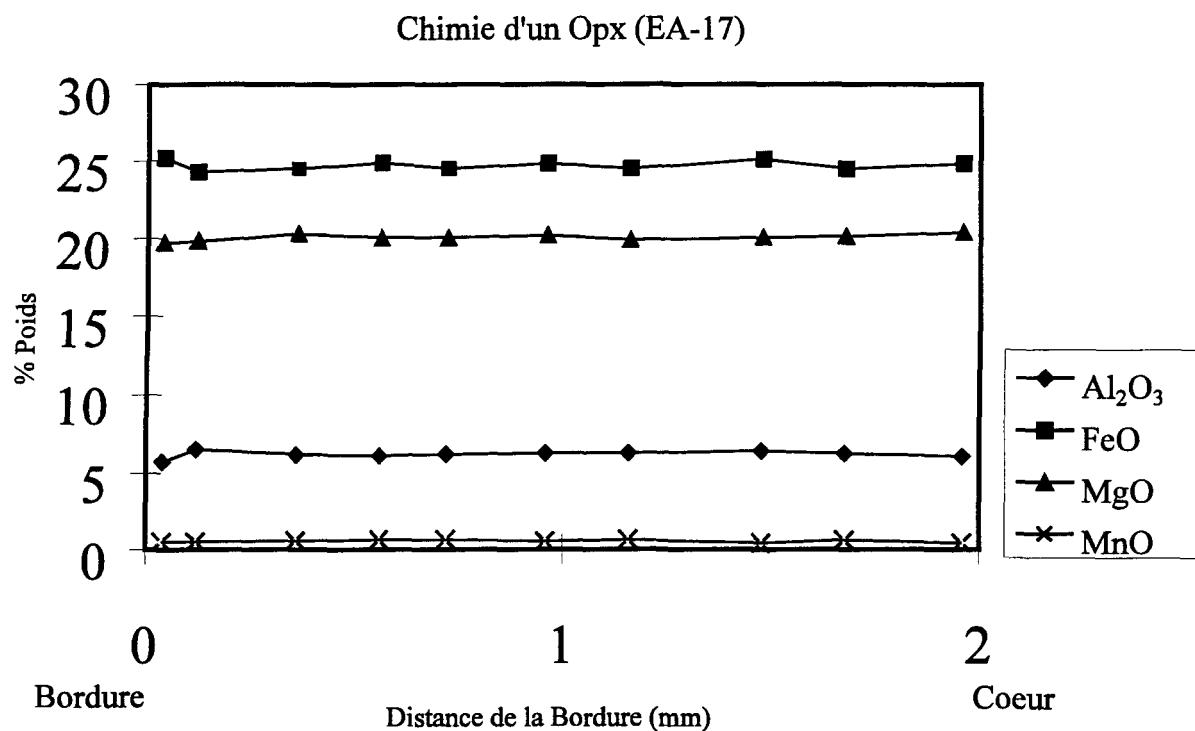


Figure 9: Graphique des pourcentages de FeO, MgO, MnO et Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en fonction de la distance de la bordure d'un orthopyroxène retrouvé dans un quartzite à cordiérite et orthopyroxène. L'analyse la plus éloignée de la bordure représente le centre du grain.

Lasaga (1983) et Spear (1991) ont étudié les profils de changement de composition à l'intérieur des orthopyroxènes et des grenats qui résultent de l'échange Fe-Mg avec d'autres phases, telle que la biotite, avec une diminution de la température. Ils ont noté que le profil chimique des grenats, initialement horizontal et constant, devient en forme de cloche lorsque le taux de refroidissement est lent. Dans tous les cas, l'effet est particulièrement accentué en bordure des grains, mais peut également prendre place vers l'intérieur des grains de grenats et d'orthopyroxènes si le taux de refroidissement est très lent. Enfin, il est impossible de distinguer si le profil compositionnel horizontal et constant du cœur des grains est initial ou si ce profil s'est formé lors d'une rééquilibration rétrograde par l'échange de cations.

Dans les migmatites du secteur des Wulumu Hills, les grenats et les orthopyroxènes sont caractérisés par un profil de composition chimique homogène et constant à travers un même grain (i.e. qu'il n'y a pas de variation de  $X_{Mg}$  ou de  $X_{Fe}$  du cœur vers la bordure d'un grain, et plus particulièrement près de la bordure). Ce patron de zonation (ou l'absence de zonation) suggère donc un refroidissement rapide pour ces migmatites.

### 3.2.2 Diagrammes AFM

Les coordonnées A et FM des grenats, des orthopyroxènes, de la biotite et de la cordiérite ont été calculées à partir des analyses à la microsonde électronique. Les résultats

obtenus ont servi de base de données afin de dresser la topologie des diagrammes AFM avec une projection à partir des feldspaths potassiques.

Les descriptions pétrographiques du chapitre 2 ont permis de distinguer principalement deux paragénèses métamorphiques à l'intérieur des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, qui forment vraisemblablement l'unité lithologique la plus semblable de la roche source (avant la fusion partielle). Une première paragénèse est l'assemblage grenat + cordiérite + biotite alors qu'une deuxième paragénèse est l'assemblage orthopyroxène + cordiérite + biotite. En effet, en aucun cas à l'intérieur des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, les phases grenat et orthopyroxène ont été retrouvées stables entre elles. Un diagramme AFM par projection des feldspaths potassiques a donc été produit pour chacune des deux paragénèses (figures 10a et 10b).

La comparaison entre les deux diagrammes AFM (figures 10a et 10b) montre principalement que le champ délimité par l'assemblage orthopyroxène + cordiérite + biotite implique une chimie totale plus magnésienne que le champ délimité par l'assemblage grenat + cordiérite + biotite. De plus, les biotites analysées à l'intérieur de l'assemblage orthopyroxène + cordiérite + biotite sont légèrement plus magnésiennes que celles de l'assemblage grenat + cordiérite + biotite. Les deux diagrammes AFM (figures 10a et 10b) suggèrent donc qu'il pourrait y avoir deux types de roches, légèrement différentes dans leur rapport Fe-Mg, qui seraient la source de la fusion partielle.

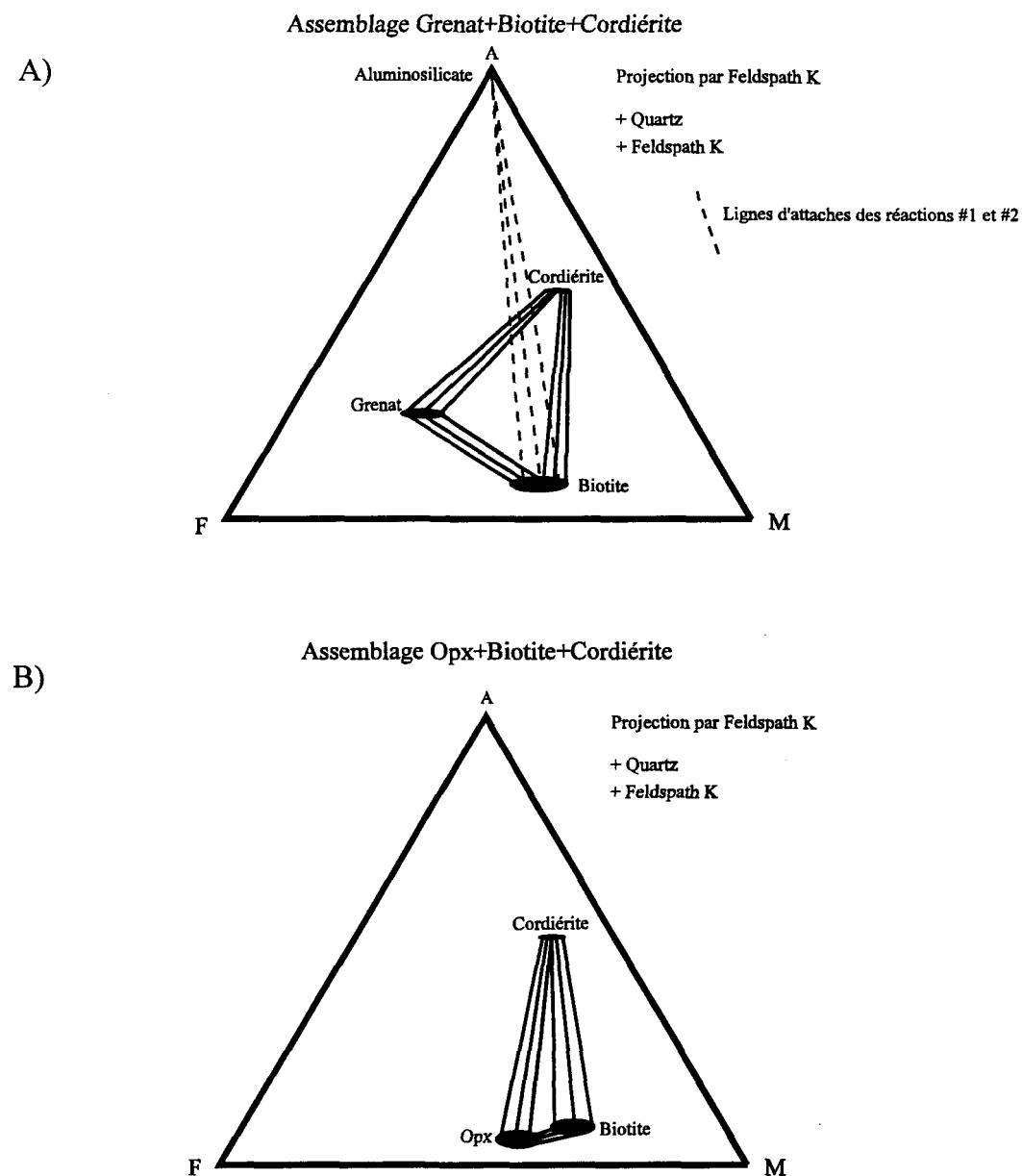


Figure 10: Diagrammes AFM par projection des feldspaths K de a) la paragénèse grenat + cordiérite + biotite, et b) la paragénèse orthopyroxène + cordiérite + biotite.

### 3.3 Réactions métamorphiques

En se basant sur les assemblages des différentes unités lithologiques et en mettant l'emphasis sur la génération d'un liquide granitique par fusion partielle, six réactions métamorphiques, dont quatre impliquant la formation d'un magma granitique, ont pu être déduites. Ces réactions métamorphiques idéalisées ont été trouvées à l'aide de la grille pétrogénétique produite par Vielzeuf et Holloway (1988). Les quatre réactions métamorphiques proposées qui ont généré un liquide granitique sont les suivantes:

- 1) biotite + aluminosilicate + quartz ---> cordiérite + feldspath K + liquide
- 2) biotite + aluminosilicate + quartz ---> grenat + feldspath K + liquide
- 3) biotite + quartz ---> orthopyroxène + cordiérite + feldspath K + liquide
- 4) biotite + quartz ---> orthopyroxène + grenat + feldspath K + liquide

La réaction #1 est possible à moyenne pression, pour des roches particulièrement riches en magnésium. La réaction #2 est possible à plus haute pression, pour des roches plutôt riches en fer. Dans la réaction #4, une condition de moyenne pression conjointement avec une valeur de  $X_{Mg}$  relativement basse (représentée par exemple par l'assemblage orthopyroxène+ biotite+cordiérite de la figure 10b) peuvent entraîner une substitution partielle ou totale du grenat. De plus, cette réaction #4 implique une roche plus riche en fer ou une condition de pression plus élevée que la réaction #3. Pour une pression estimée variant entre 4 et 6 kbar (Lafrance et al., 1995) et une activité de l'eau réduite, ces quatre réactions métamorphiques impliquent une température se situant entre 825 et 875°C.

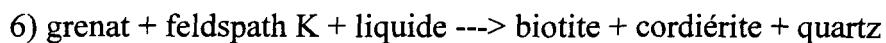
Les réactions #1 et #2 impliquent un aluminosilicate qui n'a pas été retrouvé à l'intérieur des roches du secteur à l'étude. Cependant, les aluminosilicates, principalement la sillimanite, sont présents à l'intérieur du Complexe Métamorphique Strangways ainsi que dans les Wulumu Hills (Collins et al., 1989; Lafrance et al., 1995). Il est donc probable que, lors de l'événement métamorphique en cause, les réactions #1 et #2 aient été complétées. Ces réactions se seraient donc terminées avec la disparition de l'aluminosilicate. La présence d'hercynite, un spinelle retrouvé en traces et généralement associé avec les grenats, appuie cette hypothèse. La réaction impliquée, soit:



est une réaction à plus haute température (environ 900°C) que les quatre précédentes et se serait produite grâce à de petites inclusions d'aluminosilicate préservées à l'intérieur des grenats.

Les réactions #2 et #3 expliquent également la présence des textures coronitiques décrites au chapitre précédent. Le cœur de ces textures, formés d'un porphyroblaste de grenat ou d'orthopyroxène représente la partie résiduelle solide de la réaction, alors que la couronne quartzofeldspathique représente le liquide issu de la fusion partielle. La réaction #4 est invoquée afin d'expliquer la rare présence de l'assemblage grenat-orthopyroxène à l'intérieur du matériel résiduel.

Enfin, une sixième réaction métamorphique est proposée afin de produire la deuxième génération de biotite. Cette réaction aurait eu lieu tardivement, lors de la fermeture du système. La réaction proposée est:



Cette réaction métamorphique tardive aurait provoqué la stabilisation finale de la cordiérite, lui donnant sa forme hypidioblastique à idioblastique. De plus, la cristallisation du liquide granitique a pu également provoquer, par l'expulsion de  $\text{H}_2\text{O}$ , une faible réhydratation du système et engendrer l'apparition de la biotite de deuxième génération, qui remplace généralement les grenats, les orthopyroxènes et la cordiérite.

### 3.4 Géothermobarométrie

Les résultats d'analyse à la microsonde électronique peuvent également servir de base de donnée afin de calculer les conditions de pression et de température à l'aide du logiciel THERMOCALC (Powell et Holland, 1988). Cependant, des difficultés sont survenues au moment où les calculs ont été effectués avec la version 1.1 de THERMOCALC et sa base de données thermodynamiques (déc. 1989).

Premièrement, le logiciel ne pouvait impliquer des réactions de fusion telles que celles mentionnées dans la section précédente, ce qui engendrait des résultats erronés. Deuxièmement, l'hercynite était absente des lames minces polies qui avaient

spécifiquement été produites pour les fins d'analyses à la microsonde électronique. Dans le secteur à l'étude, l'hercynite, bien qu'en trace, est une phase importante pour le calcul des conditions de pression et de température puisqu'elle implique des réactions à haute température (supérieure à 890°C). Troisièmement, la minéralogie relativement simple des roches étudiées implique un manque de phases caractéristiques afin que le logiciel évalue les conditions de pression et de température de façon précise.

Malgré ces difficultés, des conditions de  $P = 5,5 \pm 2,5$  kbar et  $T = 865 \pm 116^\circ\text{C}$  pour  $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,1$  ont été calculées par le logiciel THERMOCALC pour l'échantillon EA-38, soit un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite, biotite et grenat. Des résultats similaires ont également été calculés par le logiciel sur quelques autres échantillons, avec des marges d'erreur du même ordre. Ces résultats sont compatibles avec ceux de Lafrance et al. (1995), qui suggèrent, après l'utilisation de plusieurs géothermobaromètres, une pression variant entre 5 et 6 kbar et une température supérieure à 750°C. Plus spécifiquement, Lafrance et al. (1995) obtiennent, pour un assemblage grenat-orthopyroxène-cordiérite-biotite-plagioclase-quartz et avec le logiciel THERMOCALC, des valeurs variant de  $P = 5,2 \pm 0,8$  et  $T = 782 \pm 87^\circ\text{C}$  à  $P = 6,6 \pm 0,9$  et  $T = 819 \pm 101^\circ\text{C}$  pour des  $a_{\text{H}_2\text{O}}$  respectives de 0,1 et 0,9. Ces résultats sont donc sensiblement inférieurs mais contenus dans la marge d'erreur des résultats obtenus dans le cadre de cette recherche.

Une autre méthode, soit le géothermomètre utilisant le système grenat-biotite de Perchuk et Laurent'eva (1983), a également été utilisée. Afin d'utiliser un tel système, la valeur de  $X_{Mg}$  pour les grenats et la biotite doit être fixée. Comme la chimie des grenats se rapproche fortement d'une solution solide binaire, c'est-à-dire que Fe et Mg sont beaucoup plus abondants que Mn et Ca,  $X_{Mg}$  est défini par  $X_{Mg} = Mg/(Fe+Mg)$ . Les calculs ont été effectués avec les analyses des coeurs de grenat et des analyses de biotites orientées et retrouvées dans la matrice. Pour les calculs, la pression a été estimée à 6 kbar, ce qui est compatible avec les résultats obtenus à partir du logiciel THERMOCALC. Des résultats représentatifs des calculs sont donnés dans le tableau 1.

Les deux températures extrêmes ont été obtenues à l'intérieur de leucosomes tardifs, soit des dykes d'épaisseur métrique qui se recoupent. Il a été suggéré dans le chapitre 2 que la mise en place des leucosomes tardifs s'est faite de façon synchrone à l'événement  $F_3$  et il sera suggéré ultérieurement (chapitre 5) que leur mise en place s'est également faite de façon progressive. Il est donc possible d'obtenir deux températures relativement différentes à l'intérieur de cette même unité lithologique. De plus, l'échantillon EA-13 provient d'un dyke granitique massif qui semble s'être mis en place tard dans de l'événement  $F_3$  et la température de 809°C obtenue pourrait représenter la fermeture du système. L'échantillon EA-14 provient d'un autre dyke granitique, folié, recoupé par le dyke précédent et qui semble s'être mis en place tôt dans l'événement  $F_3$ . La température enregistrée par l'échantillon EA-14, qui est la température maximum obtenue (907°C), représenterait la

température du pic métamorphique, cette température est d'ailleurs compatible avec la réaction de haute température, proposée dans la section précédente, qui a provoqué l'apparition de l'hercynite.

Enfin, les températures obtenues à l'intérieur d'un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et grenat (EA-22; T=856°C) et dans un quartzite à cordiérite avec porphyroblaste de grenat à texture coronitique (EA-47; T=870°C) représenteraient les conditions de températures auxquelles l'événement métamorphique s'est maintenu et la température moyenne, pour une pression de 6 kbar, à laquelle la fusion partielle a pris place. De plus, ces températures sont compatibles avec celles obtenues avec le logiciel THERMOCALC et avec la température estimée (T=825 à 875°C) des réactions #1, #2, #3 et #4, suggérées dans la section précédente, qui ont engendré la formation du liquide granitique.

Tableau 1

Échantillon	Lithologie	Analyse des Grenats	X <sub>Mg</sub> des Grenats	Analyses des Biotites	X <sub>Mg</sub> des Biotites	T (°C)
EA-13	Leucosome	Gr-623	0,238	Bi-635	0,596	809
EA-22	Gneiss qtzfds à cord. et gr.	Gr-720	0,319	Bi-710	0,620	856
EA-47	Porphyrobl. coronitique dans quartzite à cord.	Gr-792	0,370	Bi-768	0,653	870
EA-14	Leucosome	Gr-154	0,356	Bi-173	0,588	907

## CHAPITRE 4

### GÉOCHIMIE

#### 4.1 Introduction

Les principaux objectifs de ce chapitre sont de caractériser géochimiquement les migmatites du secteur à l'étude, ainsi que de vérifier la continuité géochimique, et donc la similitude, entre les leucosomes tardifs des migmatites du secteur à l'étude et le granite Wuluma.

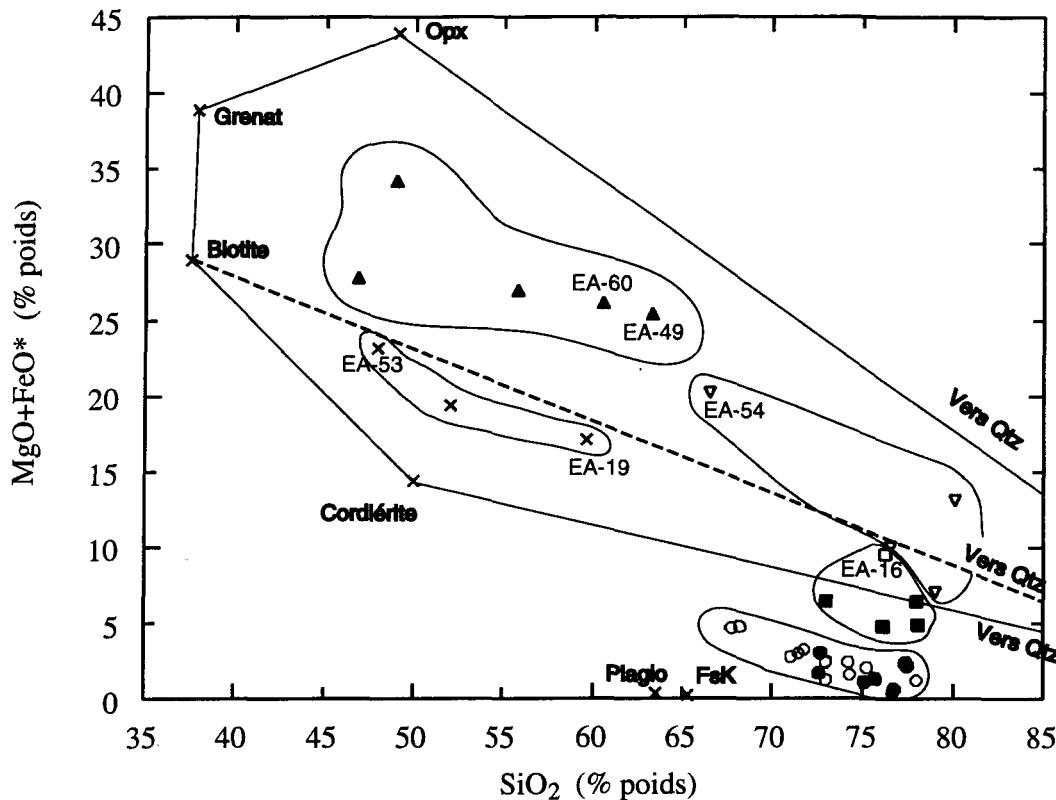
Pour ce faire, une trentaine d'échantillons, quelques échantillons représentatifs pour chacune des unités lithologiques, ont été pris à l'intérieur des migmatites pour des fins d'analyses géochimiques. Les éléments majeurs ainsi que les éléments V, Ni, Pb, Y, Zr, Nb, Ba, Rb et Sr ont été analysés par fluorescence-X (XRF) au laboratoire de l'Université McGill. Les éléments des Terres Rares (REE) ainsi que les éléments Co, Cr, Sc, Hf, Ta, Cs, Th, U et W ont été analysés par la méthode d'analyse par activation neutronique instrumentale (INAA) à l'UQAC, développée par Bédard et Barnes, 1990. Les échantillons

ayant été pulvérisés dans un broyeur de type Al-céramique, la contamination des échantillons par les derniers éléments cités est négligeable. Les résultats des analyses géochimiques des migmatites, ainsi que celles du granite Wulum (Collins et al., 1989) ont été reportés dans l'annexe C.

#### 4.2 Géochimie des migmatites

Parmi les éléments majeurs analysés, le graphique de  $\text{SiO}_2$  (% poids) en fonction de  $\text{MgO}+\text{FeO}^*$  (% poids) (figure 11) montre bien la distinction entre les différentes unités lithologiques et soulève également le problème de la roche source. En plus des analyses des différents échantillons, les résultats moyens des différentes phases analysées à la microsonde électronique et reliées par des lignes d'attache ont été placées sur ce diagramme.

Les leucosomes tardifs délimitent un champ relativement restreint compris entre 72,60 et 77,46% de  $\text{SiO}_2$  et moins de 4% de  $\text{MgO}+\text{FeO}^*$ . Ce champ est compris à l'intérieur de celui délimité par les analyses du granite Wulum et suit sensiblement la même trajectoire linéaire (figure 11). Ceci est donc une première évidence de la similitude entre les leucosomes tardifs et le granite Wulum. Le champ délimité par les leucosomes tardifs se situe évidemment entre les analyses ponctuelles de feldspaths (potassiques et plagioclases) et le quartz (100% de  $\text{SiO}_2$ ). La trajectoire linéaire, qui montre



#### LÉGENDE

- Leucosomes tardifs
- granite Wuluma
- Gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et grenat
- Gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et orthopyroxène
- ▽ Quartzites
- ▲ Matériel résiduel
- × Gneiss intermédiaires et mafique

Figure 11: Diagramme de MgO+FeO\* en fonction de SiO<sub>2</sub> des différentes unités lithologiques et leurs relations avec les analyses ponctuelles des différentes phases.

$$\text{FeO}^* = \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0,89981$$

une augmentation de  $MgO+FeO^*$  lorsque  $SiO_2$  diminue, s'oriente vers les analyses ponctuelles de la biotite et du grenat, deux phases qui sont souvent retrouvées en faible quantité dans les leucosomes tardifs.

Les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite forment également un champ relativement restreint (figure 11). Ils sont caractérisés par des valeurs de  $SiO_2$  similaires aux leucosomes tardifs mais avec une quantité supérieure de  $MgO+FeO^*$ , soit entre 4,84 et 9,55%. La valeur maximum de  $MgO+FeO^*$ , 9,55%, est donnée par l'échantillon EA-16 qui est un gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et orthopyroxène. Les autres échantillons, dont le maximum de  $MgO+FeO^*$  est de 6,47%, sont des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et grenat. La limite supérieure du champ des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite est donc marquée par l'échantillon EA-16, qui se retrouve juste en dessous de la ligne d'attache reliant les analyses ponctuelles de la biotite et du quartz. Il faut noter que ces deux phases sont les principales phases responsables des réactions de fusion décrites au chapitre précédent.

La trajectoire formée par les champs des leucosomes tardifs et des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite se prolonge avec la partie riche en  $SiO_2$  du champ des quartzites (figure 11). Cependant, le champ des quartzites est relativement étendu. Il a une limite qui se confond avec le champ des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, et prend fin à son niveau le plus ferromagnésien, et le moins riche en  $SiO_2$  avec l'échantillon EA-54,

soit un quartzite à grenat. La pente du champ des quartzites montre bien l'augmentation en MgO+FeO\* avec la diminution en SiO<sub>2</sub>.

Le matériel résiduel montre également un champ relativement étendu (figure 11), avec des valeurs de SiO<sub>2</sub> variant entre 46,87 et 63,24% et des valeurs de MgO+FeO\* variant entre 25,47 et 34,20%. Le champ du matériel résiduel pourrait être interprété comme étant la continuité du champ formé par les quartzites. Les échantillons EA-49 et EA-60, qui se traduisent par une alternance d'horizons riches en orthopyroxène+cordiérite+/-grenat et d'horizons riches en quartz, contiennent de 35 à 45% de quartz (annexe A). Cela suggère que les échantillons EA-49 et EA-60, avec l'échantillon EA-54, forment un lien entre les quartzites riches en SiO<sub>2</sub> et pauvres en MgO+FeO\* et le matériel résiduel riche en MgO+FeO\* et pauvre en SiO<sub>2</sub>. De plus, les champs de ces deux unités lithologiques se retrouvent à l'intérieur du polygone formé par les analyses ponctuelles des phases typiques du matériel résiduel, soit le quartz, la cordiérite, la biotite, le grenat et l'orthopyroxène (figure 11). Le champ des quartzites, tout comme celui du matériel résiduel, se retrouve également au dessus de la ligne d'attache biotite-quartz, qui a engendré la fusion partielle. Cela suggère que les quartzites sont aussi résiduels, ce qui est appuyé par le fait qu'ils ne contiennent plus les composants nécessaires à la formation d'un liquide granitique, plus particulièrement à la formation des plagioclases (annexe C et figure 13a).

Enfin, les gneiss intermédiaires et mafiques forment un champ linéaire dont la pente montre une augmentation de MgO+FeO\* avec la diminution de SiO<sub>2</sub>. Comme il avait été anticipé avec la pétrographie (annexe A), l'échantillon EA-19 est le plus quartzitique alors que EA-53 est le plus mafique. Il est à noter que le champ des gneiss intermédiaires et mafiques se retrouve en dessous de la ligne d'attache biotite-quartz. Ces roches auraient donc pu être considérées comme fertiles si les conditions de température avaient été plus élevées.

Dans un modèle simple de fusion partielle, les différentes unités lithologiques d'une migmatite devraient, sur un diagramme MgO+FeO\* en fonction de SiO<sub>2</sub>, se comporter de façon linéaire, où les leucosomes et le matériel résiduel occuperaient les extrémités de la ligne alors que la roche source se retrouverait entre les deux (Mehnert et Büsch, 1982). Cette fonction linéaire peut être retrouvée sur le diagramme de la figure 11, où la trajectoire est définie par les champs des leucosomes tardifs et la section riche en SiO<sub>2</sub> du champ des quartzites. Le centre de la ligne est occupé par le champ des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et son emplacement, en dessous de la ligne d'attache biotite-quartz, suggère que ces roches sont encore fertiles. Cependant, à l'exception du champ des gneiss intermédiaires et mafiques, unité lithologique qui n'a pas montré d'évidences majeures de fusion partielle sur le terrain, aucun champ n'est recoupé par la ligne reliant les leucosomes tardifs et le matériel résiduel. Cela suggère qu'une partie de la roche source initiale, qui devait avoir un champ plus vaste que celui des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, est

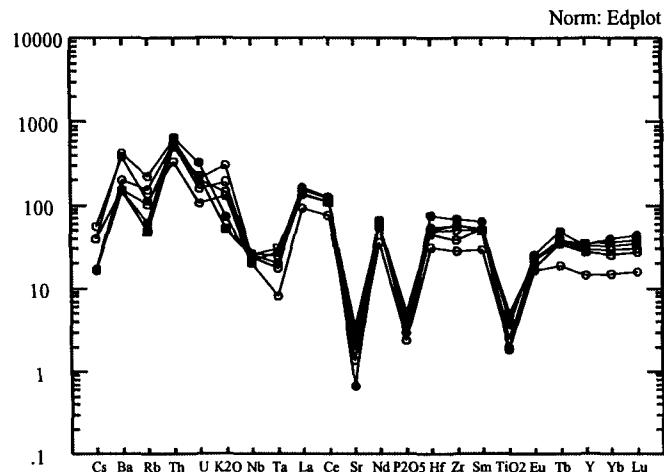
manquante. Deux possibilités peuvent expliquer cette absence de la roche source initiale, soit 1) la fusion partielle possible de ces roches a été complétée et il n'en reste que le matériel résiduel; soit 2) ces roches étaient présentes sur le terrain mais n'ont pas été échantillonnées. La première hypothèse est favorisée puisque les autres unités lithologiques, telles que le liquide granitique (leucosomes) et le matériel résiduel, ont bien été distinguées.

Les diagrammes araignées (normalisation par Sawyer 1996, communication personnelle; les valeurs pour cette normalisation sont données à l'annexe D) des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, du matériel résiduel et des quartzites (figure 12) montrent des patrons des éléments traces très similaires, à l'exception du Sr. L'absence de plagioclases dans le matériel résiduel et dans les quartzites explique facilement l'appauvrissement en Sr de ces deux unités lithologiques par rapport aux gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite. Les anomalies négatives en  $TiO_2$ , Nb, Ta et  $P_2O_5$  sont probablement reliées à la composition de la roche source initiale. Il faut cependant noter que les anomalies négatives de Nb et Ta diminuent à l'intérieur du matériel résiduel.

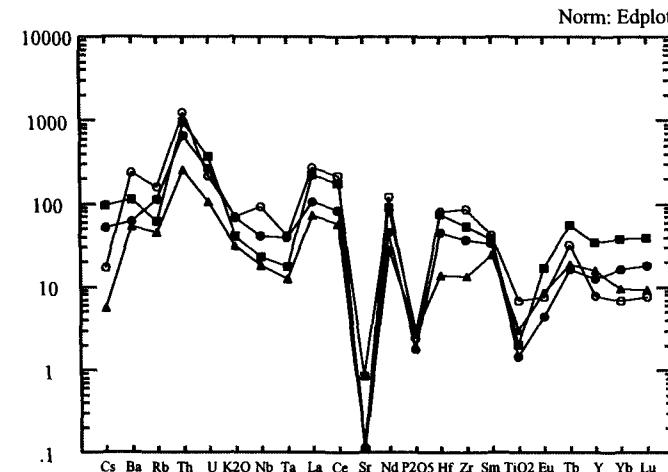
Des patrons d'éléments traces aussi similaires suggèrent que ces trois unités lithologiques sont intimement liées et qu'elles ont subi les mêmes modifications. Cela suggère donc que les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite ont déjà subi une fusion partielle et qu'ils ne représentent pas la roche source initiale.

Figure 12: Diagrammes araignées des éléments traces a) des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, b) du matériel résiduel et c) des quartzites.

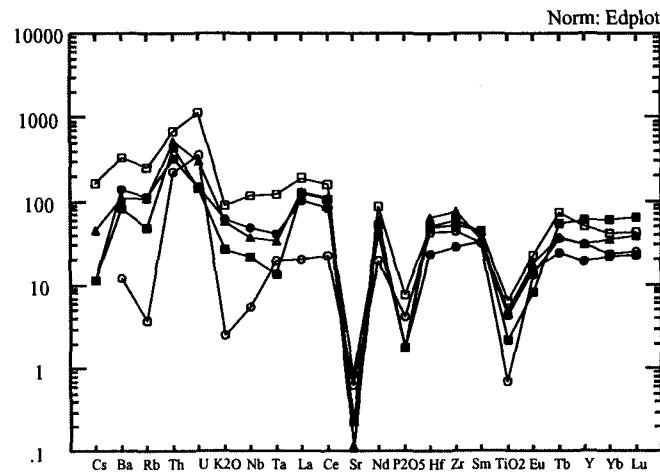
12a) Gneiss Quartzofeldspathiques



12c) Quartzites



12b) Matériel Résiduel



En raison de l'absence de la roche source initiale, il devient difficile de faire une interprétation géochimique rigoureuse des migmatites du secteur des Wulum Hills. Cependant, quelques brèves caractéristiques géochimiques des différentes unités lithologiques peuvent être notées. Du point de vue des éléments majeurs, deux autres diagrammes différencient relativement bien les unités lithologiques, soit le diagramme de CaO+Na<sub>2</sub>O (% poids) en fonction de SiO<sub>2</sub> (% poids) (figure 13a) et le diagramme de K<sub>2</sub>O (% poids) en fonction de MgO+FeO\* (% poids) (figure 13b).

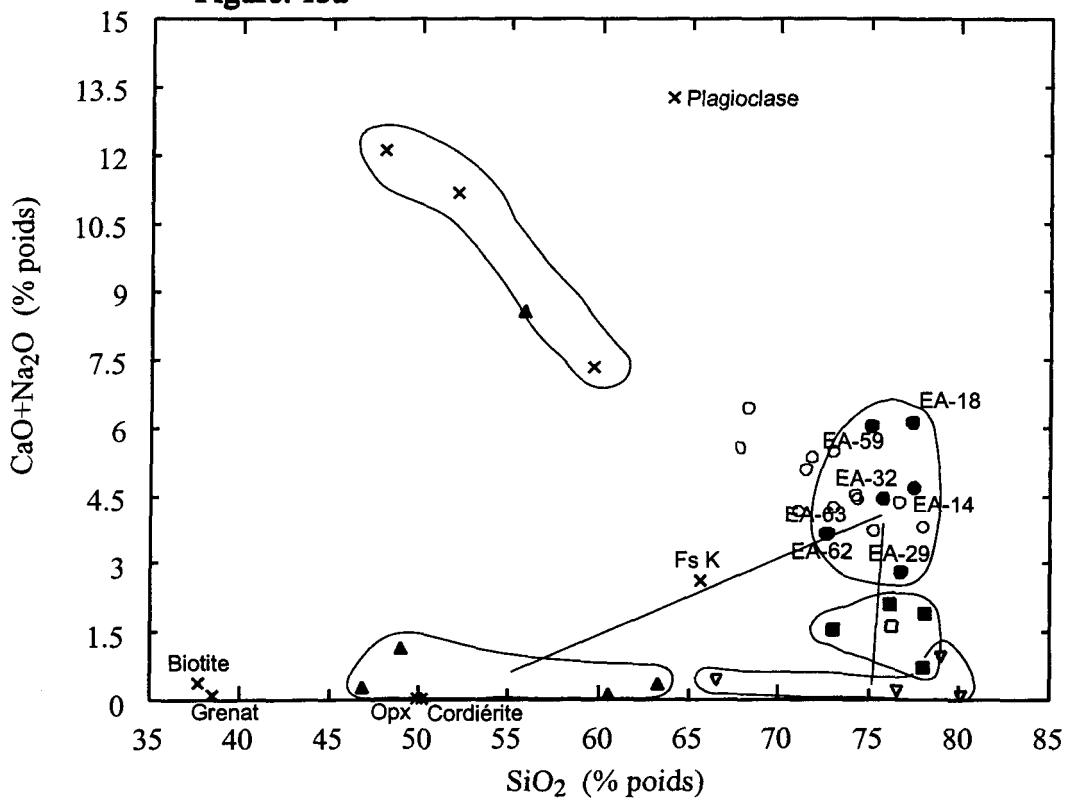
Le patron du diagramme CaO+Na<sub>2</sub>O en fonction de SiO<sub>2</sub> est principalement contrôlé par la présence de plagioclases à l'intérieur des roches, mais également par la présence de feldspaths K car à ce niveau de métamorphisme, les feldspaths sont généralement des solutions ternaires. De plus, les analyses à la microsonde électronique ont montré que les feldspaths K contiennent en moyenne 2,3% de CaO+Na<sub>2</sub>O (figure 13a). Le diagramme de CaO+Na<sub>2</sub>O en fonction de SiO<sub>2</sub> montre donc un patron similaire, mais inversé, à celui du diagramme de MgO+FeO\* en fonction de SiO<sub>2</sub> (figure 11). Ce diagramme (figure 13a) met en évidence l'enrichissement en CaO+Na<sub>2</sub>O des leucosomes tardifs par rapport aux gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite. De plus, la continuité linéaire, contrôlée par SiO<sub>2</sub>, des quartzites et du matériel résiduel, implique une roche source initiale plus riche en SiO<sub>2</sub> pour les quartzites et donc, plus pauvre en SiO<sub>2</sub> pour le matériel résiduel.

Figure 13: Diagramme de a)  $\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}$  en fonction de  $\text{SiO}_2$  et b)  $\text{K}_2\text{O}$  en fonction de  $\text{MgO}+\text{FeO}^*$  des différentes unités lithologiques et leurs relations avec les analyses ponctuelles des différentes phases.

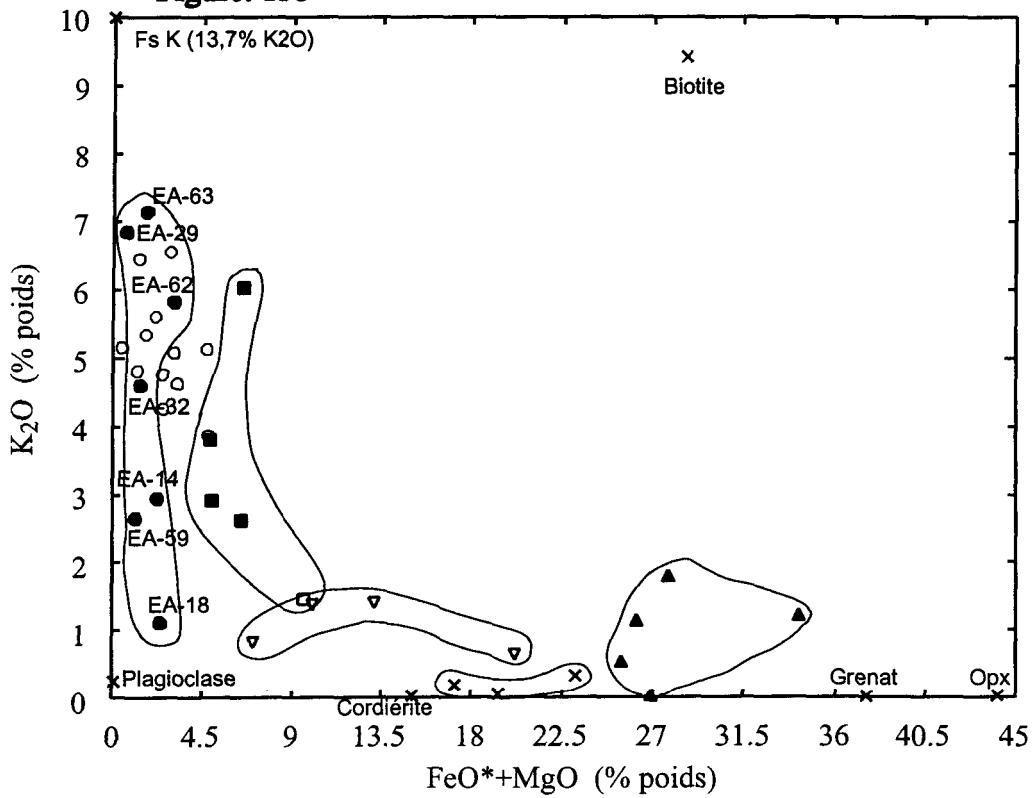
#### LÉGENDE

- Leucosomes tardifs
- granite Wuluma
- Gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et grenat
- Gneiss quartzofeldspathique à cordiérite et orthopyroxène
- ▼ Quartzites
- ▲ Matériel résiduel
- ✗ Gneiss intermédiaires et mafique

**Figure: 13a**



**Figure: 13b**



Le diagramme de  $K_2O$  en fonction de  $MgO+FeO^*$  (figure 13b) permet également une bonne distinction des différentes unités lithologiques. L'aspect courbe de ce diagramme est principalement contrôlé par la présence de minéraux ferromagnésiens selon l'ordonnée, et par la présence de feldspaths K et de biotite selon l'abscisse. L'évolution en  $MgO+FeO^*$  des différentes unités lithologiques, décrites à partir de la figure 11 est donc observable. La dispersion du champ des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite se fait principalement selon l'axe de  $K_2O$  et s'explique par le fractionnement de feldspaths K et de biotite à l'intérieur de cette même unité lithologique. L'étalement du champ des leucosomes tardifs, également selon l'axe de  $K_2O$ , s'explique aussi par le fractionnement des feldspaths K. En comparaison avec le diagramme  $CaO+Na_2O$  en fonction de  $SiO_2$  (figure 13a), l'emplacement des différents échantillons de leucosomes tardifs est complètement inversé, selon l'abscisse, sur le diagramme de  $K_2O$  en fonction de  $MgO+FeO^*$  (figure 13b). Cela suggère donc un fractionnement entre les feldspaths K et les plagioclases à l'intérieur même des leucosomes tardifs. La position des champs des quartzites et du matériel résiduel sur ce diagramme (figure 13b), par rapport au matériel granitique de Wulumu, suggère également que la roche source initiale qui a généré le matériel résiduel était légèrement plus riche en  $K_2O$  (feldspaths K et biotite) que celle qui a généré les quartzites. Enfin, ce diagramme (figure 13b) montre clairement la raison pour laquelle les gneiss intermédiaires et mafiques n'ont pas fusionné, c'est-à-dire qu'ils contiennent moins de  $K_2O$  que la plupart des roches résiduelles (matériel résiduel et quartzites).

Comme mentionné précédemment, les patrons d'éléments traces des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite, des quartzites et du matériel résiduel sont relativement similaires (figure 12). En comparaison avec ces diagrammes, le diagramme araignée des leucosomes tardifs (figure 14a) montre un appauvrissement marqué des leucosomes tardifs en Nb, Ta, Hf et Zr, alors qu'il montre un enrichissement en Sr. Cet enrichissement en Sr s'explique simplement par une concentration plus élevée de plagioclases dans les leucosomes tardifs que dans les autres unités lithologiques.

L'appauvrissement en Hf et Zr, également visible aux figures 15a et 15b, s'explique par une concentration moins élevée en phases accessoires à l'intérieur des leucosomes tardifs que dans les autres unités lithologiques. Le zircon, qui contient les éléments Hf et Zr, est particulièrement concentré dans la cordiérite et dans la biotite, ces deux minéraux étant en moins grande quantité dans les leucosomes tardifs que dans les autres unités lithologiques. L'échantillon EA-54, un quartzite à grenat sans cordiérite et avec peu de biotite (annexe A), démontre ce fait, car ses concentrations en Hf et Zr sont similaires aux concentrations en ces éléments des leucosomes tardifs (figures 15a et 15b).

Comme mentionné précédemment, l'anomalie négative en Nb et Ta diminue à l'intérieur du matériel résiduel par rapport aux autres unités lithologiques, dont les leucosomes tardifs (figures 12b et 14a). Cela suggère que les phases qui contiennent ces éléments, c'est-à-dire des phases telles que le rutile ou la titanomagnétite, ont été

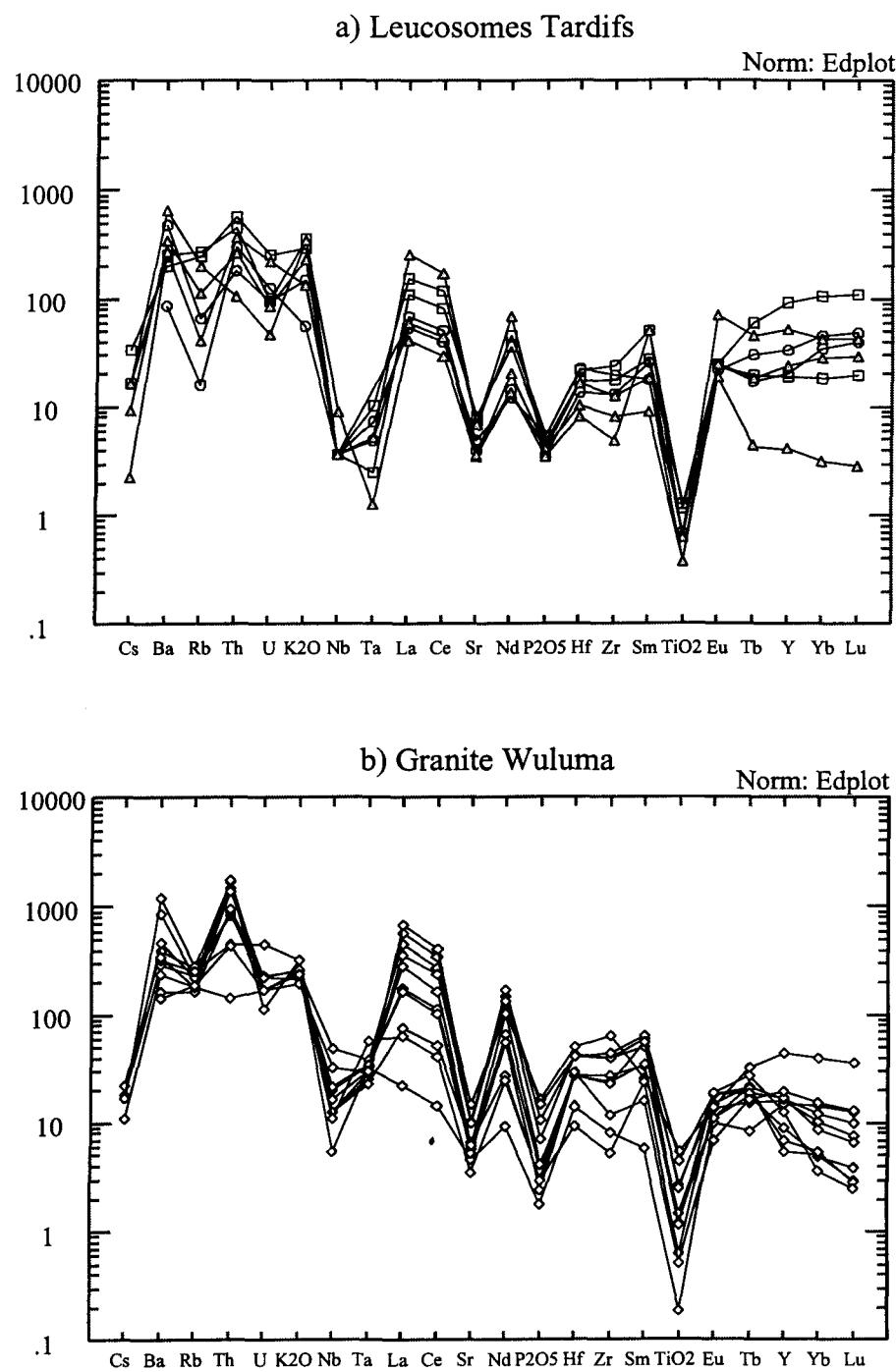


Figure 14: Diagrammes araignées des éléments traces a) des leucosomes tardifs et b) du granite Wuluma.

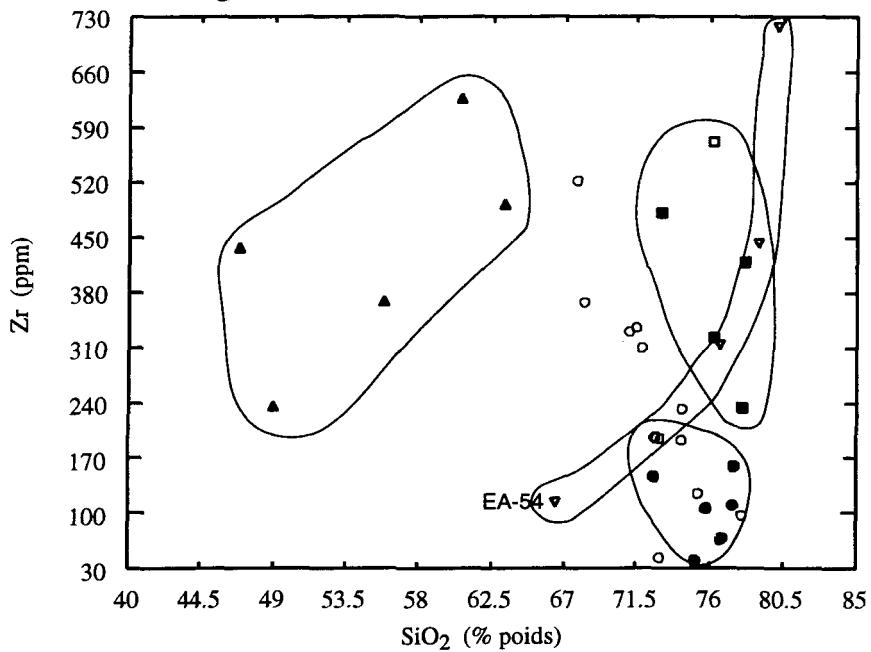
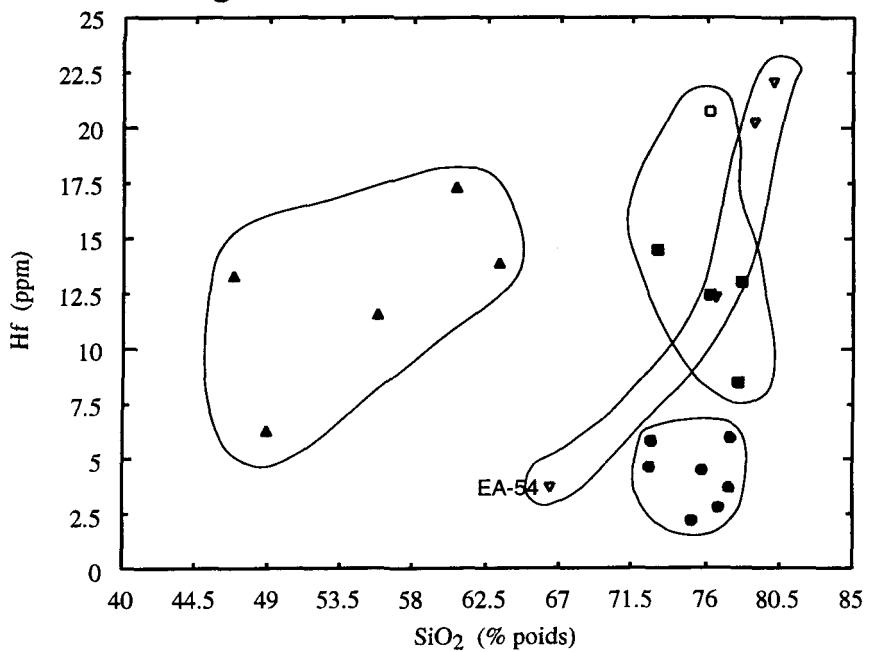
**Figure: 15a****Figure: 15b**

Figure 15: Diagrammes de a) Zr et b) Hf en fonction de SiO<sub>2</sub> des différentes unités lithologiques. Pour légende, voir figures 11 et 13.

concentrées à l'intérieur du matériel résiduel. L'anomalie en  $\text{TiO}_2$  montre également le même effet.

#### 4.3 Relations leucosomes tardifs et granite Wulumu

Une première observation qui suggère la similitude géochimique entre les leucosomes tardifs et le granite Wulumu a été faite à l'aide du diagramme  $\text{MgO}+\text{FeO}^*$  en fonction de  $\text{SiO}_2$  (section précédente). Le diagramme ternaire alcalins- $\text{FeO}^*$ - $\text{MgO}$  (figure 16) suggère également une similitude géochimique entre ces deux unités lithologiques au niveau des éléments majeurs. Les leucosomes tardifs, en plus d'être contenus à l'intérieur du champ formé par les échantillons du granite Wulumu, définissent la même relation linéaire, et donc les mêmes rapports entre ces trois pôles. De plus, le prolongement de la ligne formée par ce champ n'intercepte aucune des autres unités lithologiques, qui se retrouvent toutes du côté magnésien de la ligne, y compris les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite. Il a également été mentionné dans le chapitre 3 que le magnésium s'enrichit aux dépens du fer à l'intérieur du matériel résiduel (principalement observable à l'intérieur des cordiérites et des orthopyroxènes). La dernière observation faite à la figure 16 vient donc appuyer l'hypothèse selon laquelle les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite ont subi une modification et qu'ils ne représentent pas la roche source initiale.

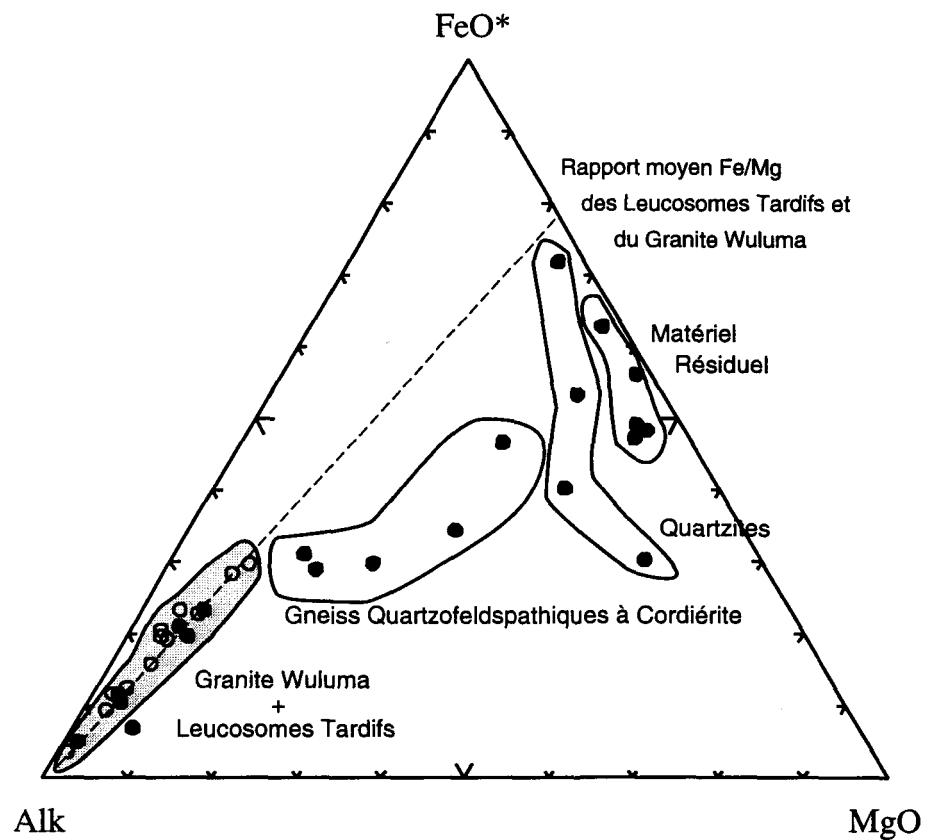


Figure 16: Diagramme ternaire Alcalins- $\text{FeO}^*$ - $\text{MgO}$  des différentes unités lithologiques.

Du point de vue des éléments traces, le diagramme araignée des leucosomes tardifs (figure 14a) montre généralement une plus faible dispersion mais un patron similaire au diagramme araignée du granite Wulumu (figure 14b). Cela suggère également une similitude géochimique entre ces deux unités lithologiques. D'après ces deux diagrammes, le granite Wulumu est enrichi en Th, Terres Rares légères et appauvri en Terres Rares lourdes par rapport aux leucosomes tardifs, ce qui implique un rapport La/Lu<sub>N</sub> plus grand pour le granite Wulumu. Ce fait est encore mieux observable sur les diagrammes des Terres Rares aux figures 17a et 17b.

Le diagramme des Terres Rares du granite Wulumu (figure 17b) montre une anomalie généralement négative en Eu (un seul échantillon montre une anomalie positive), ce qui suggère un magma relativement évolué. Le diagramme des Terres Rares des leucosomes tardifs (figure 17a) montre plutôt des anomalies en Eu positives, neutres et négatives, ce qui permet d'observer l'évolution du magma à partir du fractionnement des plagioclases (voir également figure 13a).

Les échantillons présentant des anomalies positives en Eu sont EA-29, EA-32, EA-59 et EA-14. Les trois premiers échantillons proviennent de fins leucosomes tardifs, massifs ou très faiblement foliés, retrouvés à l'intérieur de structures associées au plissement F<sub>3</sub>. Leur petite dimension implique une migration sur une plus courte distance

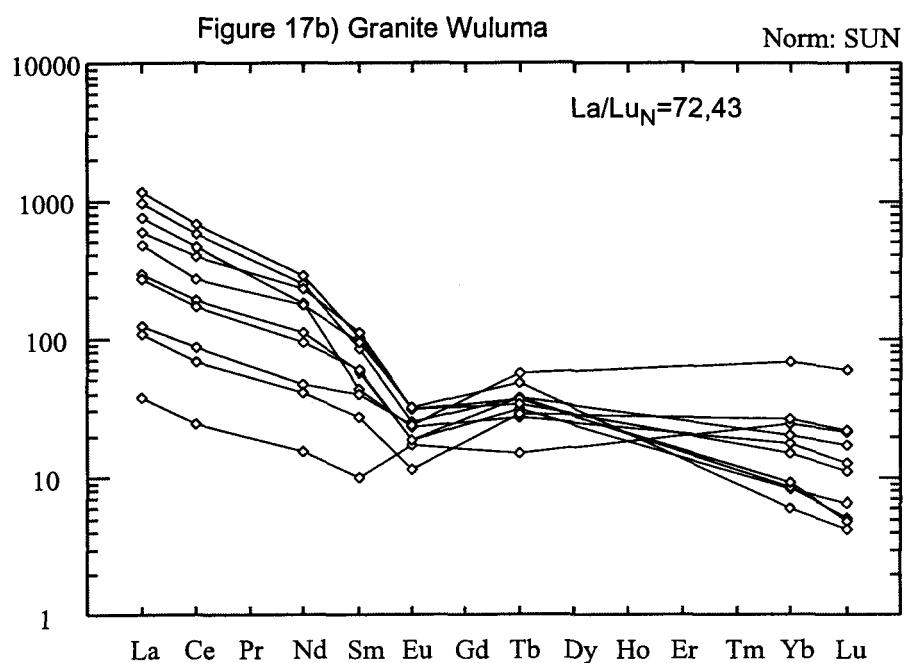
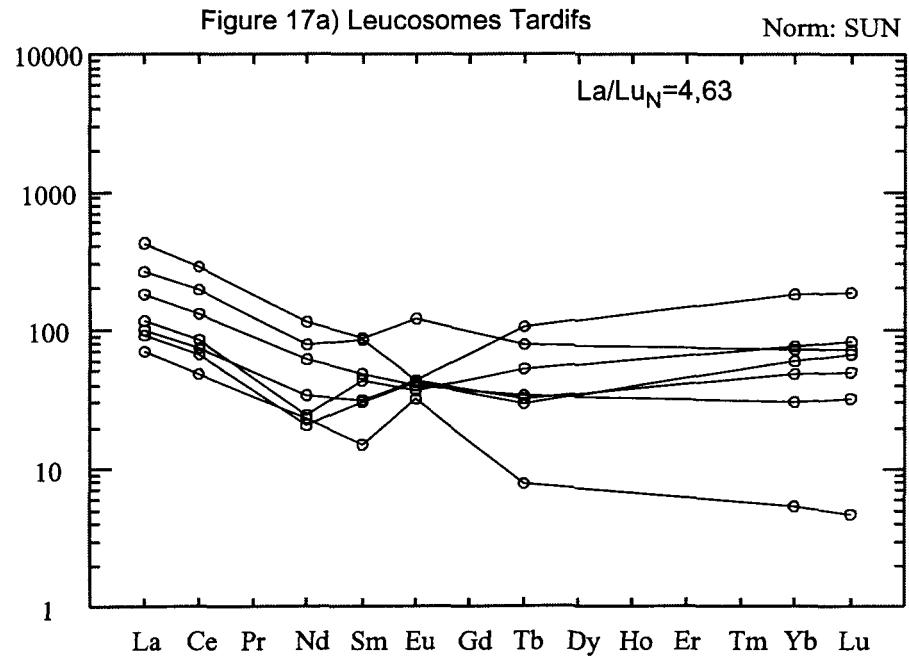


Figure 17: Diagrammes des Terres Rares a) des leucosomes tardifs et b) du granite Wulumu.

comparativement aux dykes d'échelle métrique et il est donc cohérent d'obtenir un magma moins évolué. Ces leucosomes auraient commencé à cristalliser pendant l'événement de déformation et le magma fractionné aurait été expulsé, laissant des leucosomes riches en plagioclases, Sr et Eu.

Les échantillons présentant une anomalie en Eu neutre et par conséquent un niveau d'évolution du magma intermédiaire, sont EA-18 et EA-63. L'échantillon EA-18 provient d'une série de trois échantillons, soit EA-13, EA-14 et EA-18 (EA-13 a été mentionné dans le chapitre 3 mais n'a pas été analysé pour la géochimie). Ces trois échantillons proviennent d'un dyke granitique dont les évidences structurales et de recouplement suggèrent une mise en place progressive, où l'échantillon EA-18 provient d'une partie plus tardive par rapport à EA-14. Ces observations de terrain sont appuyées par leur anomalie respective en Eu qui suggèrent un magma moins évolué pour EA-14.

Enfin, les échantillons EA-62 et EA-63 proviennent d'un même dyke granitique différencié d'échelle métrique. L'échantillon EA-62 présente une anomalie en Eu négative, ce qui suggère donc un magma relativement évolué et similaire au granite Wulum. Sur le terrain, ce dyke a un aspect très similaire au granite Wulum, présentant des schlierens de biotite.

#### 4.4 Conclusions

Les relations géochimiques entre le granite Wulumu et les leucosomes tardifs décrites dans la section précédente ne démontrent pas, hors de tout doute, un lien intime entre ces deux unités lithologiques. Cependant, ces observations suggèrent une compatibilité géochimique et donc une continuité géochimique entre les leucosomes tardifs et le granite Wulumu.

Les différents diagrammes de ce chapitre suggèrent que la roche source initiale, qui devait avoir un champ de composition relativement large, se rapprocherait (figures 11, 12, 13 et 16) des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite qui ont été modifiés (figures 12 et 16). Les diagrammes (figure 11, 12 et 13) suggèrent également que les quartzites peuvent être considérés comme étant résiduels. De plus, la roche source initiale, qui a produit le matériel résiduel (avec grenat) est moins riche en  $\text{SiO}_2$  (et  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (figures 11 et 13a) mais plus riche en  $\text{K}_2\text{O}$  et  $\text{MgO}+\text{FeO}^*$  (figure 13b), avec une valeur de  $X_{\text{Fe}}$  plus élevée, que la roche source qui a produit les quartzites. Les roches du secteur des Wulumu Hills ont des concentrations très élevées en éléments des Terres Rares, Zr, Hf, Y, Th et U comparativement aux concentrations moyennes de la croûte supérieure (Taylor et McLennan, 1985). Lors de la fusion partielle, les phases accessoires contenant les éléments Nb, Ta, Zr, Hf et Th ont été retenues dans le matériel résiduel (figures 12, 14 et 15). Enfin, l'apatite, qui contient le  $\text{P}_2\text{O}_5$  a probablement été dissoute dans le magma (figures 12 et 14).

Les hautes concentrations en éléments des Terres Rares, Y, Th, U, Zr, Hf, K<sub>2</sub>O et Ba des roches du secteur des Wuluma Hills suggèrent que la roche source initiale serait intermédiaire entre une roche légèrement alcaline et une roche felsique (trachyandésite, benmoreite, phonolite). Cependant, la haute concentration en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> du matériel résiduel semble suggérer une roche source peralumineuse. Un sédiment dérivé de l'altération et de la désagrégation d'une roche source relativement alcaline représente donc un protolith possible pour les roches du secteur étudié dans les Wuluma Hills.

## CHAPITRE 5

### DISCUSSION

#### 5.1 Mise en Situation

Il a été suggéré, dans les chapitres précédents, que les leucosomes tardifs sont le produit d'une fusion partielle qui a pris place à des conditions de 5 à 6 kbar et à une température entre 856 et 907°C. Les leucosomes tardifs sont massifs ou peu foliés et ils sont généralement retrouvés à l'intérieur des structures associées à l'événement de plissement F<sub>3</sub>. Les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite montrent une signature géochimique qui pourrait se rapprocher de la roche source initiale de ces leucosomes tardifs, avec relativement peu de modifications. Enfin, une continuité géochimique est observée entre les leucosomes tardifs et le granite Wulum.

Afin d'élaborer un modèle sur les mécanismes de la ségrégation du magma qui a pu engendrer la formation du granite Wulum, deux points vont surtout être discutés dans ce chapitre: 1) la relation entre les leucosomes tardifs et les différents événements tectoniques

(géologie structurale), 2) les zones d'accumulation du magma et l'expulsion du magma. Le deuxième point discute des étapes intermédiaires entre la génération des fins leucosomes tardifs et la formation du granite Wuluma.

## 5.2 Relations leucosomes tardifs et structures géologiques

Les leucosomes tardifs apparaissent principalement sous trois formes. Ils sont représentés par a) la couronne quartzofeldspathique au contour des grenats ou orthopyroxènes porphyroblastiques, b) de fins horizons granitiques, souvent discontinus, d'épaisseur millimétrique à centimétrique et c) des dykes granitiques, généralement continus, d'épaisseur décimétrique à métrique.

Les couronnes quartzofeldspathiques représentent le premier stade de la fusion partielle, c'est-à-dire une fusion partielle en place. Les coeurs de grenat fortement fracturés et le réseau de quartz à extinction roulante, ainsi que les coeurs d'orthopyroxène également fracturés (planche 8a et 8b) suggèrent que ces textures ont subi une déformation. Les couronnes quartzofeldspathiques recoupent la fabrique  $S_{1/2}$  (planche 7 et 22), ce qui suggère un développement tardif par rapport à  $D_2/M_2$ . Leur emplacement, souvent relié à la fabrique  $S_3$  (planche 7 et 22), les faibles ombres de pression qu'ils ont développées et la déviation de la foliation que leur croissance a provoquée (planche 22) suggèrent enfin que

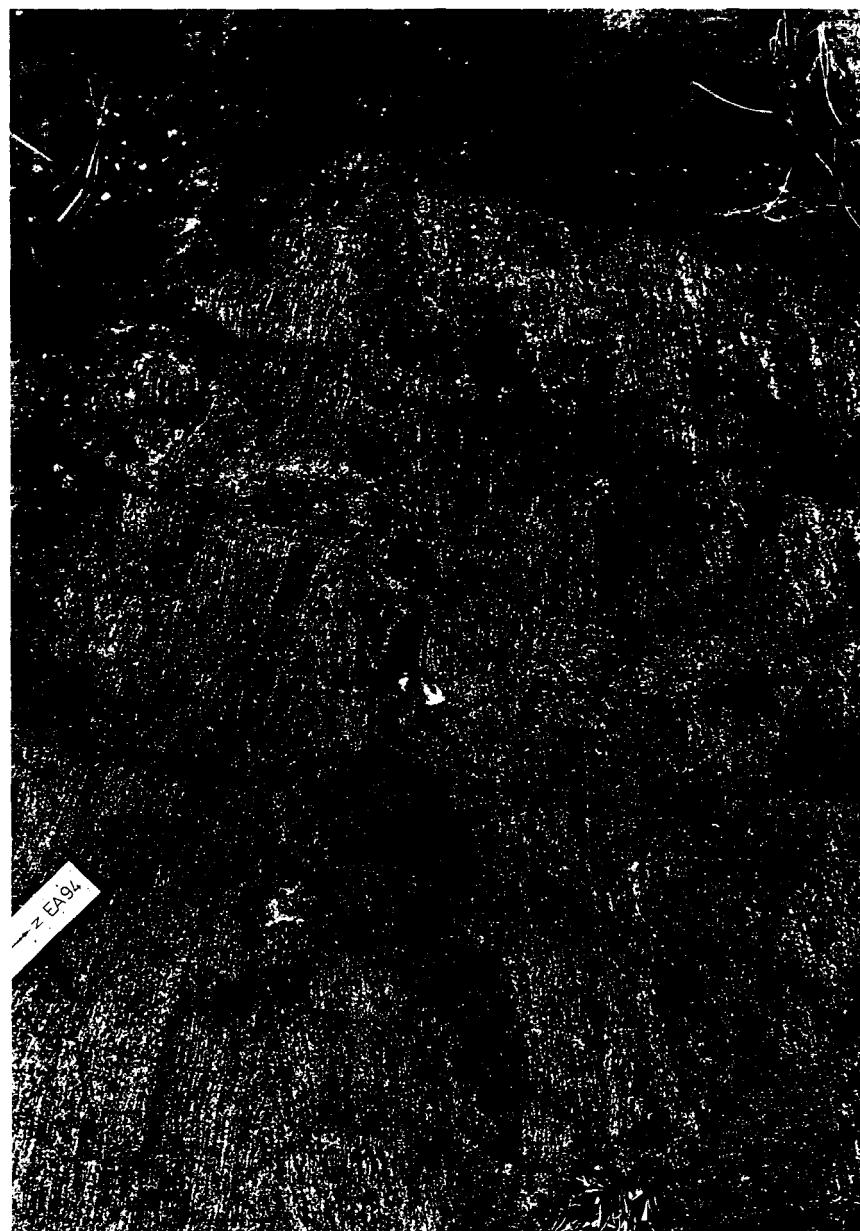


Planche 22: Photo de terrain montrant la disposition de deux générations de grenats porphyroblastiques à texture coronitique à l'intérieur d'un pli  $F_3$  (le plus précoce est dans la partie supérieure de la photo) et le conduit parallèle à  $S_{3a}$  reliant les deux couronnes quartzofeldspathiques.

ces textures, et donc la fusion partielle qui y est associée, sont synchrones à l'événement de plissement  $F_3$ .

Une autre génération de porphyroblastes à texture coronitique est observée. Celle-ci montre un cœur moins grossier et moins déformé, la couronne quartzofeldspathique recoupe totalement la fabrique  $S_{1/2}$ , aucune déviation de la foliation et aucune ombre de pression ne peuvent être observées (planche 22). Cela suggère un caractère tardif par rapport à l'événement de plissement  $F_3$ . Des porphyroblastes à texture coronitique montrant des caractéristiques intermédiaires ayant également été retrouvés, il est donc permis de suggérer que la fusion partielle a débuté pendant l'événement de plissement  $F_3$  et s'est poursuivie jusqu'à la fin de ce dernier.

Les emplacements des fins leucosomes tardifs et des dykes granitiques, généralement associés aux structures de  $F_3$  tels que parallèles aux fabriques  $S_{3a}$  ou  $S_{3b}$ , dans les zones d'intense foliation, dans les fractures fragiles et au contour des unités compétentes boudinées, suggèrent également un développement et une mise en place syntectonique des leucosomes tardifs lors l'événement  $F_3$ . Il est possible de retrouver ces deux types de leucosomes tardifs dessinant le patron du plissement  $F_3$ , c'est-à-dire qu'ils sont alors parallèles à la fabrique  $S_{1/2}$  (planche 18a et 19). La texture de ces leucosomes est cependant massive, mais une faible foliation définie par la biotite et sub-parallèle à la foliation  $S_{1/2}$  peut y être observée. L'absence d'évidences de déformation des minéraux

quartzofeldspathiques dans ces leucosomes suggère une mise en place ultérieure à D<sub>2</sub>/M<sub>2</sub>, alors que la géométrie du plissement F<sub>3</sub> dessinée par la biotite suggère une mise en place synchrone à F<sub>3</sub>. Cet argument est particulièrement justifié par la planche 19, où le plissement F<sub>3</sub> défini par la biotite à l'intérieur du dyke granitique a une ouverture plus grande que le plissement F<sub>3</sub> défini par la fabrique S<sub>1/2</sub>. Ceci suggère que le dyke granitique s'est mis en place lorsque l'épisode de plissement F<sub>3</sub> était relativement avancé. Enfin, ces leucosomes sont recoupés par une génération encore plus tardive de leucosomes, parallèles à S<sub>3</sub> (S<sub>3a</sub> pour la planche 18a et S<sub>3b</sub> pour la planche 19), massifs ou ayant une faible foliation *syntectonique* parallèle à S<sub>3</sub>. Ces observations suggèrent également une mise en place progressive des leucosomes tardifs, c'est-à-dire syntectonique à tarditectonique pendant le plissement F<sub>3</sub>.

### 5.3 Zones d'accumulation et expulsion du magma

Les zones de plus faible pression associées à l'événement F<sub>3</sub> peuvent être propices à l'accumulation du magma et elles peuvent être observées à différentes échelles. Il serait également logique de croire que, pour une ségrégation syn-F<sub>3</sub>, l'expulsion et la migration du magma seraient en grande partie contrôlées par les principales contraintes de la déformation (Sawyer, 1996). Comme l'accumulation et l'expulsion du magma sont intimement liées et se font de façon progressive, elles seront discutées de front dans cette section.

Une première évidence de migration et d'accumulation du magma, abondante dans le secteur à l'étude, est montrée à la planche 23. Le matériel granitique, issu de la fusion partielle, se développe le long des plans de la fabrique  $S_{1/2}$ . Une connexion est alors retrouvée entre ce matériel granitique et une zone d'accumulation, représentée par un plus grand volume de matériel granitique, située à l'intérieur d'un plan de la fabrique  $S_3$  ( $S_{3b}$  pour la planche 23). Ces observations suggèrent que les contraintes (principalement  $\sigma_1$ ) qui sont responsables du plissement  $F_3$ , induisent également la migration du matériel granitique le long des plans  $S_{1/2}$  vers les zones de faiblesse des plans de la fabrique  $S_3$  (figure 18a).

La planche 22, déjà décrite pour le développement syn- $F_3$  de la fusion partielle, montre également un exemple d'expulsion et de migration du magma. La couronne quartzofeldspathique du grenat porphyroblastique le plus précoce, situé dans le nez du synforme, est beaucoup plus mince que la couronne des grenats porphyroblastiques tarditectonique qui recoupent le pli. De plus, un conduit rempli de matériel granitique et reliant les deux générations de grenats porphyroblastiques est retrouvé parallèle à  $S_{3a}$ . Cela suggère que le magma généré précocement a été expulsé de son site de formation, c'est-à-dire dans le nez du pli, dû aux contraintes qui ont agi lors de la fermeture du pli  $F_3$ . Le magma, dont l'expulsion a été contrôlée par les contraintes  $\sigma_1$ , a utilisé le conduit disponible, soit la fabrique  $S_{3a}$ . La plus grande quantité de matériel granitique autour des grenats porphyroblastiques de deuxième génération serait due à leur caractère tarditectonique, et par conséquent, à une moins grande pression pouvant amorcer

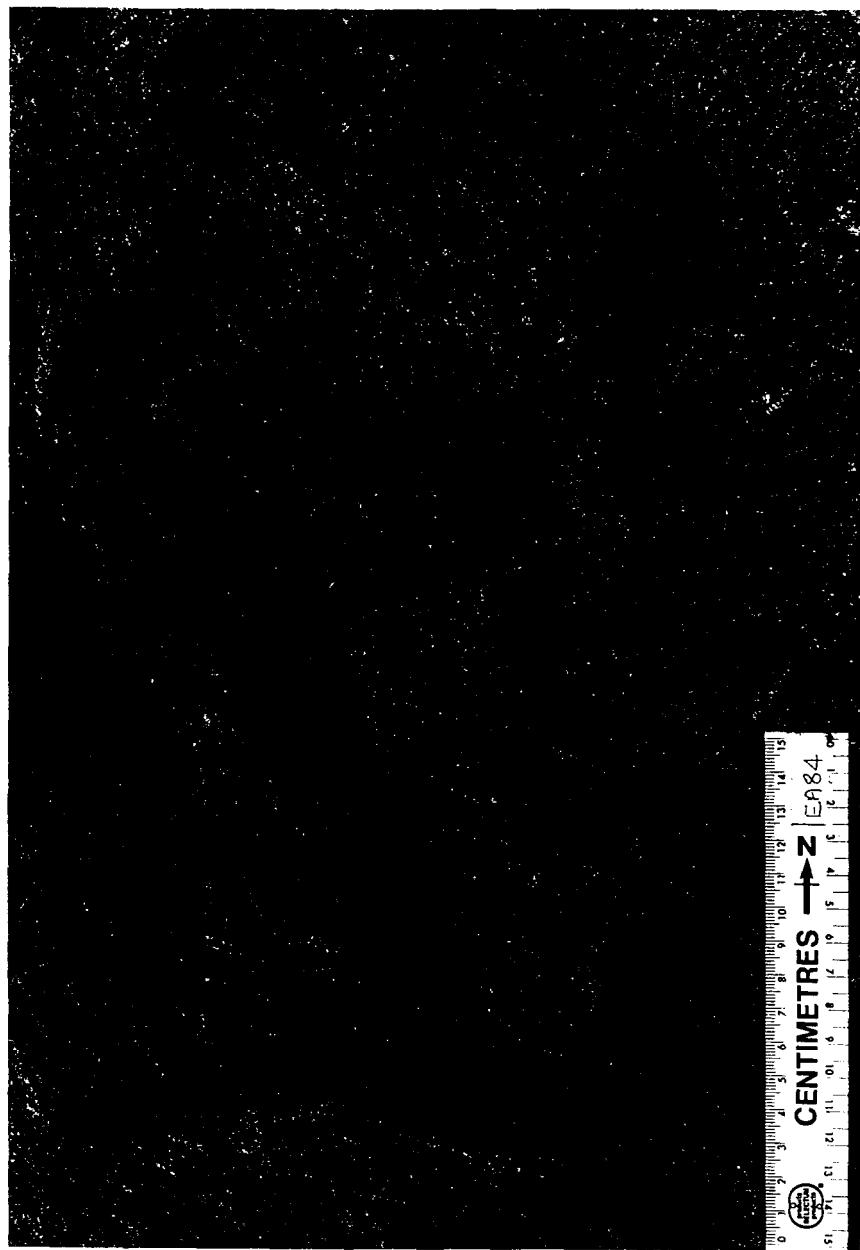


Planche 23: Photo de terrain montrant le matériel granitique qui se développe dans les plans  $S_{1/2}$  et qui migre pour s'accumuler parallèlement à  $S_{3b}$ .

Figure 18: a) Croquis schématique qui montre la relation entre le matériel granitique qui migre de  $S_{1/2}$  vers  $S_3$  et les contraintes  $\sigma_1$  de la déformation.

b) Croquis schématique d'un dyke granitique sans orientation précise qui recoupe la fabrique  $S_{1/2}$ . Notez que les embranchements sont généralement parallèles à  $S_{1/2}$  mais localement discordants.

Figure 18a)

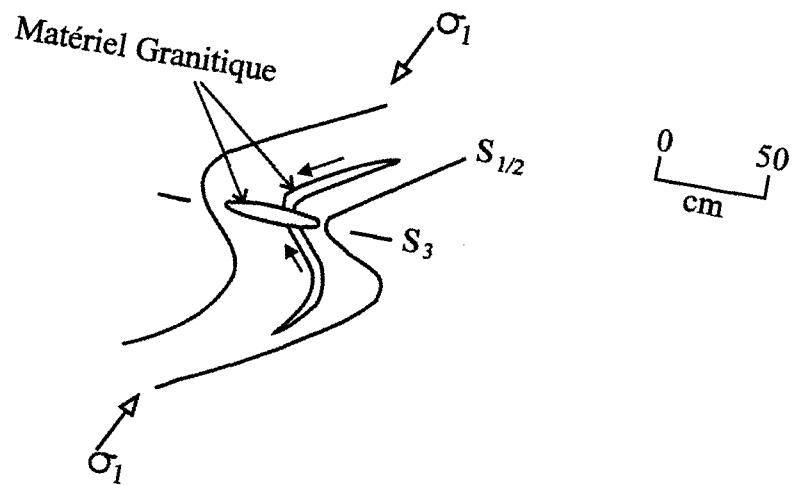
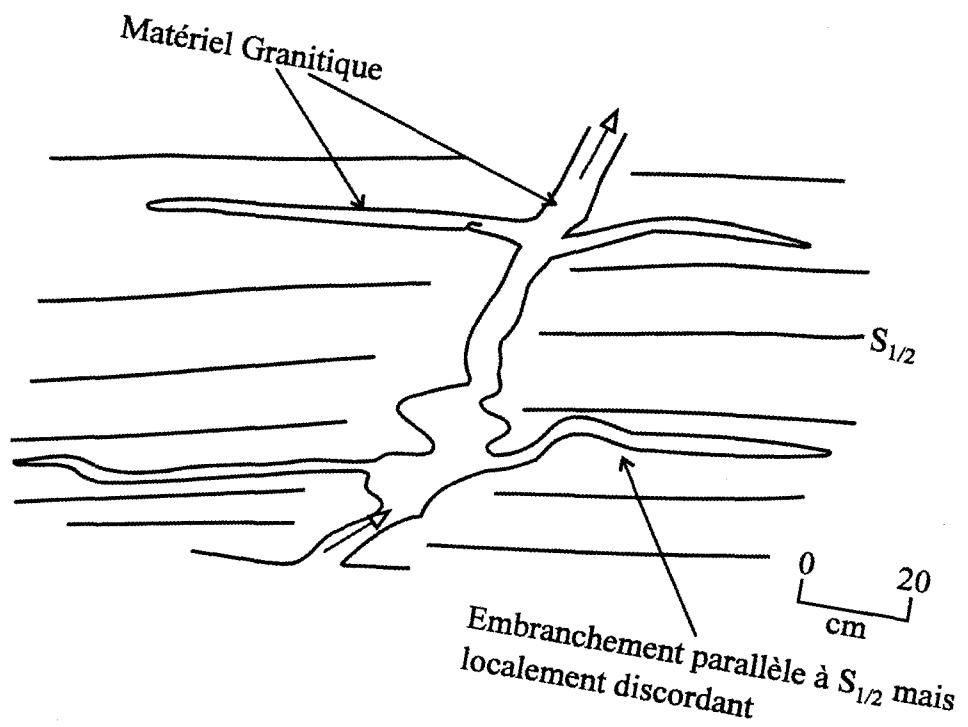


Figure 18b)



l'expulsion, ainsi qu'à l'accumulation du magma plus précoce auparavant expulsé de son site de formation.

Il est cependant difficile d'imaginer que les fins leucosomes tardifs ont pu migrer sur des longues distances et générer à eux seul un pluton de l'ampleur du granite Wulum. De plus, la structure interne du pluton Wulum et des corps granitiques associés, qui sont constitués de l'intrusion progressive et répétitive de plusieurs dykes d'échelle métrique séparés par de minces feuilles de schlierens mafiques (planche 24), ne correspond pas avec l'accumulation d'une multitude de fins leucosomes tardifs. Des zones d'accumulation du magma de plus grande envergure doivent donc exister et être recherchées.

Lorsque la formation d'un plissement asymétrique débute, tel que le plissement  $F_3$  (chapitre 2), une ouverture dans la zone de charnière se crée, particulièrement si les différentes unités lithologiques plissées ont des grandes différences de compétence. C'est à l'intérieur de ces ouvertures que les plus grandes accumulations de magma ont été observées.

L'affleurement W-22 (figure 19) est un bon exemple de ce phénomène. Le matériel granitique, conduit probablement par les contraintes de déformation (tel qu'observé à plus petite échelle) et par l'ouverture créée par les différences de compétence des unités lithologiques, s'est premièrement accumulé dans la zone de charnière. Avec l'évolution du



Planche 24: Photo de terrain montrant la structure interne du granite Wulumu et des corps granitiques associés (granite Wulumu sur la photo) formée par l'injection progressive de plusieurs dykes séparés par des feuilles de schierens mafiques.

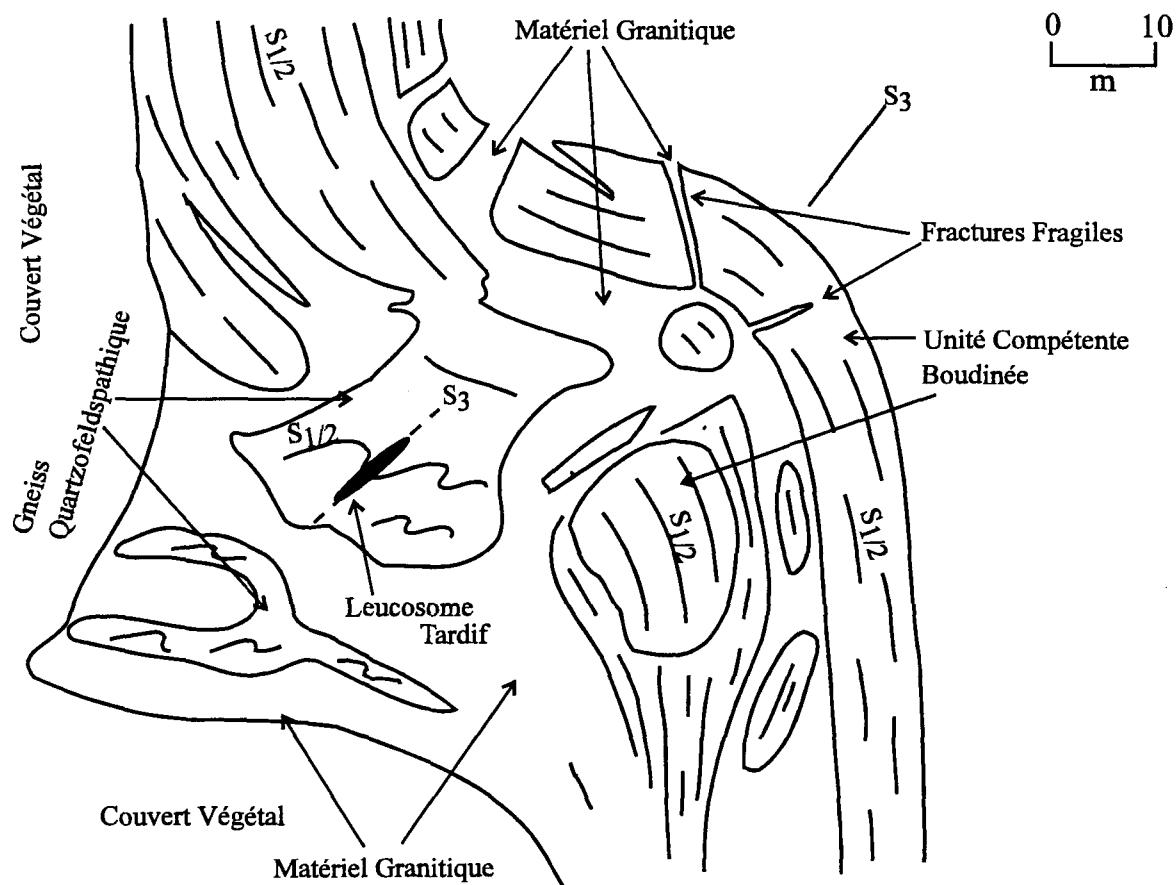


Figure 19: Croquis schématisé de l'affleurement W-22 montrant une zone d'accumulation de magma à l'intérieur d'une charnière de pli  $F_3$ , ainsi que le boudinage des unités compétentes.

plissement, les contraintes dans cette zone deviennent plus intenses et l'accumulation continue de magma provoque une augmentation de la pression du fluide. Il en résulte que le magma est expulsé de son site d'accumulation vers des sites à moins forte pression. Dû à sa pression de fluide élevée, le magma est alors capable de provoquer son propre système de fractures (principalement observable dans les unités compétentes) afin d'être expulsé de sa zone d'accumulation. Cette hypothèse est appuyée par des observations telles qu'illustrée à la figure 18b. Des leucosomes tardifs d'épaisseur centimétrique à décimétrique, continus, recouplant la fabrique  $S_{1/2}$  et sans orientation précise sont relativement abondants. Ces leucosomes tardifs montrent souvent des connexions qui migrent à l'intérieur des plans de faiblesse de la fabrique  $S_{1/2}$ . Ces embranchements paraissent, dans l'ensemble, concordants avec la fabrique  $S_{1/2}$  mais ils sont discordants localement, ce qui suggère un caractère intrusif.

Le dyke granitique (planche 19) décrit dans la section précédente, dans lequel la biotite montre un faible plissement sub-concordant avec la fabrique  $S_{1/2}$ , pourrait représenter, à plus grande échelle, ce même genre d'embranchement. La présence d'un autre dyke granitique plus tardif qui le recoupe, suggère le même phénomène que celui décrit à plus petite échelle. Un premier dyke granitique se met en place parallèlement à la fabrique  $S_{1/2}$  et de façon synchrone à  $F_3$ . Ce matériel granitique subit la déformation et avec l'évolution du plissement, les contraintes s'intensifient et la pression augmente, provoquant

l'expulsion d'une partie du matériel granitique et donc la formation du dyke granitique plus tardif parallèlement à  $S_3$ .

Enfin, les zones d'intense foliation le long des flancs des plis  $F_3$  ont également joué un rôle important, particulièrement pour l'expulsion et la migration du magma. Ces zones, généralement parallèles à la fabrique  $S_3$ , sont principalement composées de quartzites à cordiérite avec une quantité importante de schlierens de biotite. Cette composition, riche en matériel résiduel, suggère donc que la fusion partielle a été relativement intense dans ces zones. La présence de leucosomes tardifs de toutes les échelles (généralement millimétrique à décimétrique), parallèles à  $S_3$  et souvent à caractère intrusif (petit dyke), à l'intérieur de ces zones d'intense foliation suggère que ces zones ont particulièrement été utilisées comme conduits lors de la migration du matériel granitique. Le dyke granitique le plus tardif de la planche 19 se retrouve d'ailleurs relié à l'une de ces zones d'intense foliation.

#### 5.4 Modèle

Selon Lafrance et al. (1995), la phase finale de mise en place du granite Wulumu est tardive au Strangways tardif, c'est-à-dire qu'elle est tardive par rapport au plissement  $F_3$ . L'emplacement du granite, dans le flanc d'un pli  $F_3$  d'envergure régionale, soutient l'hypothèse que les volumes importants de magma migrent vers les sites de plus faible

pression et de plus faible contrainte. La structure interne du granite Wulumu, composée de plusieurs injections de dykes, appuie l'hypothèse d'une accumulation et d'une mise en place progressive.

Les évidences texturales et structurales suggèrent que la fusion partielle et la migration du magma se sont produites simultanément lors de l'événement  $F_3$ . Ces évidences sont appuyées par la signature géochimique des gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite et des quartzites à cordiérite. Les gneiss quartzofeldspathiques à cordiérite seraient le résultat d'une roche source initiale ayant peu fusionné alors que les quartzites à cordiérite résulteraient d'une roche source ayant subi une fusion partielle plus importante. En fait, comme le magma granitique est expulsé à mesure qu'il se forme, ces deux unités lithologiques ne représentent que des stades plus ou moins évolués du même système.

La migration du magma serait principalement induite par les contraintes reliées au plissement  $F_3$ . L'accumulation du magma se fait principalement dans les zones de faible pression ou dans les ouvertures créées par des différences de compétence entre deux unités lithologiques lorsque le plissement commence. Avec l'évolution du système, les contraintes s'intensifient et la pression des fluides augmente dans les zones d'accumulation, provoquant l'expulsion du magma. Le magma peut alors se créer lui-même les ouvertures nécessaires à son expulsion par le boudinage ou la fracturation des unités compétentes (processus analogue à l'hydrofracturation), ou utiliser des plans de faiblesse déjà existants

(clivage de plan axial, clivage de crénulation, zones d'intense foliation). Le magma se dirigera alors vers des zones à plus faible pression.

Enfin, les zones d'accumulation de magma ont permis d'accumuler des quantités de magma assez grandes pour migrer sur de longues distances (plusieurs centaines de mètres) et produire un pluton granitique ayant la structure interne du granite Wulum. Le patron du secteur à l'étude se rapproche d'ailleurs de la structure interne des corps granitiques retrouvés dans les Wulum Hills. Le patron structural du terrain étudié se définit, à l'échelle de l'affleurement, comme une suite de synformes et d'antiformes  $F_3$  de longueur d'onde métrique (ce patron s'observe à petite, moyenne et grande échelle; voir chapitre 2), séparés par les zones d'intense foliation dans les flancs. Les minces feuilles de schlierens mafiques qui séparent les dykes dans le granite Wulum et ses corps granitiques associés pourraient bien, en fait, être les reliques des zones d'intenses foliations qui ont particulièrement servi de conduits à la migration du magma.

La signature géochimique des leucosomes tardifs et du granite Wulum est compatible avec un tel modèle. Les leucosomes tardifs syntectoniques montrent une signature géochimique moins évoluée que les leucosomes tardifs tarditectoniques, alors que le granite Wulum montre une signature géochimique encore plus évoluée que tous ces leucosomes (chapitre 4). Le granite Wulum, qui représenterait la phase finale d'un processus progressif d'accumulation du magma, représenterait aussi la phase finale d'un

système progressif d'évolution du magma. Ce système aurait débuté avec l'apparition des premiers leucosomes tardifs, produits de la fusion partielle syntectonique à  $F_3$  d'une roche source géochimiquement proche des gneiss quartzofeldspathiques, et aurait pris fin avec la formation du granite Wuluma, tarditectonique à  $F_3$ .

Il est difficile de généraliser ce modèle à l'ensemble des plutons granitiques retrouvés en croûte profonde. Une compilation des études déjà faites et des études sur d'autres plutons de la croûte profonde devrait être effectuée afin d'établir un modèle plus généralisé. Cependant, il est permis de suggérer que les contraintes de déformation contrôlent en grande partie la migration, les zones d'accumulation et l'expulsion du magma aux différentes échelles, ainsi que la mise en place du pluton granitique. Ces processus, qui expliquent en partie la formation et la mise en place des plutons granitiques de la croûte profonde, sont donc différents des processus, tels que la flottabilité (*buoyancy*) et le gonflement (*ballooning*), qui contrôlent la mise en place des plutons granitiques de la croûte supérieure.

## CHAPITRE 6

### CONCLUSION

Les objectifs de cette étude étaient: 1) déterminer les relations entre les leucosomes, la géologie structurale et les différentes unités lithologiques, 2) déterminer la provenance des leucosomes et leur relation avec le granite Wulumu, 3) déterminer les conditions P-T de formation des assemblages métamorphiques. Ces trois premiers objectifs ont servi de base au développement d'un modèle sur la formation du granite Wulumu qui est un pluton granitique formé dans la croûte profonde.

L'étude des assemblages métamorphiques a permis de suggérer que la fusion partielle a principalement pris place dans les gneiss quartzofeldspathiques à une température variant entre 856 et 907°C pour une pression d'environ 5 à 6 kbar. L'étude de la composition des minéraux métamorphiques, comme le grenat ou l'orthopyroxène, suggère également que le refroidissement à la fin du Strangways tardif a été rapide.

L'étude géochimique des leucosomes tardifs, des gneiss quartzofeldspathiques, des quartzites et du matériel résiduel suggère un lien intime entre ces différentes unités lithologiques. Les leucosomes tardifs seraient le résultat de la fusion partielle des gneiss quartzofeldspathiques qui auraient subi une modification et ne représenteraient donc pas la roche source initiale. Quant au matériel résiduel et aux quartzites, ils représenteraient vraisemblablement les phases résiduelles reliées au processus de fusion partielle. Les analyses des leucosomes tardifs et du granite Wulumu montrent une continuité ou une évolution géochimique, ce qui suggère que le granite Wulumu pourrait bien être le résultat de l'accumulation des leucosomes tardifs.

Cette dernière hypothèse est appuyée par des observations texturales et structurales car des évidences de migration du magma à petite, moyenne et grande échelle ont été retrouvées entre les migmatites à l'étude, le granite Wulumu et ses corps granitiques associés. Cela suggère donc une continuité de la migration du magma à toutes les échelles ainsi qu'une continuité structurale entre les migmatites à l'étude et le granite Wulumu. La fusion partielle aurait pris place de façon synchrone avec l'épisode de plissement  $F_3$ . La migration du magma ainsi généré aurait été contrôlée par les contraintes reliées au plissement  $F_3$ . La fusion partielle et la migration du magma se seraient effectuées continuellement tout au long du plissement  $F_3$ , ce qui leur donnerait leur caractère progressif. Des zones intermédiaires, soit les zones d'accumulation du magma, ont été retrouvées. Elles se situent principalement dans les plans de faiblesse à moindre pression et

dans des zones de charnière où des unités avec une grande différence de compétence commencent à être plissées, créant ainsi des ouvertures. Avec l'évolution du plissement, le magma serait expulsé de ces zones et migrerait vers des zones de plus faible pression, donnant naissance à des plutons avec une structure interne similaire au pluton Wulum, soit une série d'injections de dykes granitiques. Enfin, la concentration en phases résiduelles (principalement quartzites) dans les zones d'intense foliation le long des flancs des plis F<sub>3</sub> suggère que ces zones auraient servi de conduit lors de la migration d'importantes quantités de magma.

Cette étude amène donc l'idée que le mouvement du magma à l'intérieur des terrains migmatisés a pu être contrôlé par les contraintes et les différences de pression associées à une déformation par plissement. Comme cet épisode de plissement (F<sub>3</sub>) est synchrone avec le développement de cisaillements majeurs, cette étude est également en partie compatible avec l'idée que les zones de cisaillements jouent un rôle majeur dans le contrôle de la migration du magma sur de longues distances pour former des plutons granitiques en croûte profonde.

Le modèle proposé pourrait être validé par la datation, avec une même méthode, des divers types de leucosomes et du granite Wulum. Enfin, l'examen des implications mécaniques des hétérogénéités rhéologiques qui permettent, dans la croûte profonde, le

développement d'un pluton granitique dans le flanc d'un grand pli, pourrait faire l'objet d'un autre mémoire de maîtrise.

## RÉFÉRENCES

- ALLEN, A.R. & STUBBS, D. 1982. An  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  study of a polymetamorphic complex in the Arunta Block, central Australia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **79**: 319-332.
- BÉDARD, L.P. & BARNES, S.-J. 1990. Instrumental neutron activation analysis by collecting only one spectrum: results for international geochemical reference samples. *Geostandards Newslett.*, **14**: 479-484.
- BLACK, L.P. & SHAW, R.D. 1992. U-Pb zircon chronology of prograde Proterozoic events in the Central and Southern Provinces of Arunta Block, central Australia. *Australian Journal of Earth Sciences*, **39**: 153-171.
- CLEMENS, J.D. 1989. The importance of residual source material (restite) in granite petrogenesis: a comment. *Journal of Petrology*, **30**, 1313-1316.
- CLEMENS, J.D. & MAWER, C.K. 1992. Granitic magma transport by fracture propagation. *Tectonophysics*, **204**: 339-360.
- COLLINS, W.J., FLOOD, R.H., VERNON, R.H. & SHAW, S.E. 1989. The Wulumu Granite, Arunta Block, central Australia: an example of in situ, near isochemical granite formation in a granulite facies terrane. *Lithos*, **23**: 63-83.
- COLLINS, W.J. & SHAW, R.D. 1995. Geochronological constraints on orogenic events in the Arunta Inlier: a review. *Precambrian Research*, **71**: 315-346.
- D'LEMOS, R.S., BROWN, M. & STRACHAN, R.A. 1992. The relationship between granite and shear-zone: magma generation, ascent and emplacement within a transpressional orogen. *Journal of the Geological Society, London*, **149**: 487-490.
- FYFE, W.S. 1971. Some thoughts on granitic magmas. Dans: G. Newall & N. Rast (Éditeurs), *Mechanisms of Igneous Intrusion*. *Geological Journal Special Issue*, **2**: 201-216.
- HANMER, S. & VIGNERESSE, J.-L. 1980. Mise en place de diapirs syntectoniques dans la chaîne hercynienne: exemple des massifs leucogranitiques de Locronan et de Pontivy (Bretagne centrale). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **22**: 193-202.
- HUTTON, D.H.W. 1982. A tectonic model for the emplacement of the Main Donegal Granite, N.W. Ireland. *Journal of the Geological Society, London*, **139**: 615-631.

- HUTTON, D.H.W. 1988. Granite emplacement mechanisms and tectonic controls: inferences from deformation studies. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **79**: 245-255.
- LAFRANCE, B., CLARKE, G.L., COLLINS, W.J. & WILLIAMS, I.S. 1995. The emplacement of the Wuluma granite: melt generation and migration along steeply dipping extensional fractures at the close of the Late Strangways orogenic event, Arunta Block, central Australia. *Precambrian Research*, **72**: 43-67.
- LAGARDE, J.L., OMAR, S.A. & RODDAZ, B. 1990. Structural characteristics of granitic plutons emplaced during weak regional deformation: examples from late Carboniferous pluton, Morocco. *Journal of Structural Geology*, **12**: 805-821.
- LASAGA, A.C. 1983. Geospeedometry: an extension of geothermometry. Dans: SAXENA, S.K. (Editeur), Kinetics and equilibrium in mineral reactions. Springer-Verlag, New York, pp. 81-114.
- LE FORT, P. 1981. Manaslu leucogranite: a collision of the Himalaya, a model for its genesis and emplacement. *Journal of Geophysical Research*, **86**: 10545-10568.
- MEHNERT, K.R. & BÜSCH, W. 1982. The initial stage of migmatite formation. *N. Jb. Miner. Abh.*, **145**: 211-238.
- NORMAN, A.R. & CLARKE, G.L. 1990. A barometric response to late compression in the Strangways Metamorphic Complex, Arunta Block, central Australia. *Journal of Structural Geology*, **12**: 667-684.
- PERCHUK, L.L. & LAURENT'EVA, I.V. 1983. Experimental investigation of exchange equilibria in the system cordierite-garnet-biotite. Dans: SAXENA, S.K. (Editeur), Kinetics and equilibrium in mineral reactions. Springer-Verlag, New York, pp. 199-239.
- POWELL, R. & HOLLAND, T.J.B. 1988. An internally consistent dataset with uncertainties and correlations: 3. Applications to geobarometry, worked examples and a computer program. *Journal of Metamorphic Geology*, **6**: 173-204.
- SAWYER, E.W. 1991. Disequilibrium melting and the rate of melt-residuum separation during migmatization of mafic rocks from the Grenville Front, Quebec. *Journal of Petrology*, **32**: 701-738.
- SAWYER, E.W. 1994. Melt segregation in the continental crust. *Geology*, **22**: 1019-1022.

- SAWYER, E.W. 1996. Melt segregation and magma flow in migmatites: implications for the generation of granite magmas. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **87**: 85-94.
- SHAW, R.D., STEWART, A.J. & BLACK, L.P. 1984. The Arunta Inlier: a complex ensialic mobile belt in central Australia. Part 2: tectonic history. *Australian Journal of Earth Sciences*, **31**: 457-484.
- SPEAR, F.S. 1991. On the interpretation of peak metamorphic temperature in the light of garnet diffusion during cooling. *Journal of Metamorphic Geology*, **9**: 379-388.
- STEWART, A.J., SHAW, R.D. & BLACK, L.P. 1984. The Arunta Inlier: a complex ensialic mobile belt in central Australia. Part 1: stratigraphy, correlation and origin. *Australian Journal of Earth Sciences*, **31**: 445-455.
- STRECKEISEN, A.L. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth-Science Reviews*, **12**: 1-33.
- TAYLOR, R.S. & McLENNAN, S.M. 1985. The continental crust: its composition and evolution. Blackwell Scientific, 312 pages.
- VIELZEUF, D. & HOLLOWAY, J.R. 1988. Experimental determination of the fluid-absent melting relations in the pelitic system, Consequences for crustal differentiation. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **98**: 257-276.
- WARREN, R.G. 1983. Metamorphic and tectonic evolution of granulites, Arunta Block, central Australia. *Nature*, **305**: 300-303.
- WHITE, A.J.R. & CHAPPELL, B.W. 1977. Ultrametamorphism and granitoid genesis. *Tectonophysics*, **43**: 7-22.
- WINDRIM, D.P. & McCULLOCH, M.T. 1986. Nd and Sr isotopic systematics of central Australian granulites: chronology of crustal development and constraints on the evolution of lower continental crust. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **94**: 289-303.

**ANNEXE A**

Composition modale des  
échantillons pétrographiques

Lame	Nom	% Qtz	% Fds	% Biotite	% Cord	% Grenat	% Opx	% Hercyn.	% Opaque
EA-12	Pegmatite	25	70-75	3					Traces
EA-13	Dyke 1	35	60-65	1-2		Traces			Traces
EA-14	Dyke 3	40	50	2-4	Traces	5-8			Traces
EA-18	Dyke 2-3	45-50	50	1-2		Sur Méga			Traces
EA-62	Dyke à Schlirens	25-30	70	1-2					Traces
EA-63	Dyke à Spot	25	70-75	2-3					Traces
EA-26	Leucodyke	35	40	10	traces	12-15			Traces
EA-29	Leucodyke	25-30	55-60	Traces	15				Traces
EA-32	Leucodyke	25-30	70	Traces	Traces	2-3		Traces	Traces
EA-38	Leucudyke	35-40	60	Traces		2-3			Traces
EA-40	Leucodyke	25-30	70-75		Traces				
EA-56	Leucodyke	35-40	45-50	1-2	10	3-4		Traces	Traces
EA-59	Leucodyke	35-40	55-60	1-2			Traces		Traces
EA-39	Leuco Précoce	50	45-50	2-3					
EA-51	Leuco Précoce	50	30	1-2		15			Traces
EA-22	Gneiss QzFds Gr	30-35	35-40	3-5	20-25	Traces			

Lame	Nom	% Qtz	% Fds	% Biotite	% Cord	% Grenat	% Opx	% Hercyn.	% Opaque
EA-26	Gneiss QzFds Gr	45	30	10-15	2	5-10			Traces
EA-27	Gneiss QzFds Gr	25	50	5	10-12	5-8			Traces
EA-34	Gneiss QzFds Gr	60	10-12	10-15	10-15	2-3			Traces
EA-36	Gneiss QzFds Gr	35	40	7-10	5-10	1-2			Traces
EA-38	Gneiss QzFds Gr	35	45	3-5	5-8	5-8			Traces
EA-16	Gneiss QzFds Opx	30-35	25-30	2-3	10-15		10		Traces
EA-39	Gneiss QzFds Opx	35	45	5-10	5-8		3-4		Traces
EA-59	Gneiss QzFds Opx	60	20-25	3-4	10-15		5-7		Traces
EA-31	Gneiss QzFds	35	50	5-10	5				Traces
EA-51	Gneiss QzFds	60	30	5-7				Traces	Traces
EA-17	Qzite Cord et Opx	50-55		5-10	30-35		2-3		
EA-24	Qzite Cord et Opx	50		5-10	35-40		1-2		

Lame	Nom	% Qtz	% Fds	% Biotite	% Cord	% Grenat	% Opx	% Hercyn.	% Opaque
EA-57B	Qzite Cord et Opx	55	1-2	5-10	30-35		3		Traces
EA-23	Qzite Cord	70		1	25-30				
EA-44	Qzite Opx	65		20			15		Traces
EA-54	Qzite Gr	65-70		5		25-30			Traces
EA-48	Restite Zonée	Traces		10-15	55-60	25	4-7	Traces	Traces
EA-49	Restite Zonée	35-40	5-10	3-5	5-10	10-15	20-25		Traces
EA-60A	Restite Zonée	35		10-12	20		30-35		Traces
EA-60B	Restite Zonée	45	1-2	10-12	15-20		25		Traces
EA-45	Restite		Traces	35-40	60-65				Traces
EA-46	Restite			10-15	70		15	Traces	Traces
EA-61	Restite	Traces	Traces	10	30		60		Traces
EA-55	Pyroxenite	Traces					60 40 Cpx		Traces
EA-53	Gneiss Mafique	5	50-55 Plag	Traces			20 10-15 Cpx		7-10
EA-28	Gneiss Interm.	10	50-55 Plag	Traces			30-35 2-3 Cpx		5
EA-19	Gneiss Interm.	15-20	55-60 Plag	5-8			10-15		3-5

Lame	Nom	% Qtz	% Fds	% Biotite	% Cord	% Grenat	% Opx	% Hercyn.	% Opaque
EA-15	Gneiss Granodior.	45-50 2-3 Fds K	30 Plag	5-8		5-8		Traces	Traces

**ANNEXE B**

Résultats des analyses  
à la microsonde électronique

### Liste des abréviations utilisées

Bi: Biotite

Cor: Cordiérite

FsK: Feldspath K

Gr: Grenat

Pl: Plagioclase

Px: Pyroxène

N.B.: Ces abréviations sont utilisées comme préfixes aux numéros des minéraux analysés, ces préfixes indiquent donc quel type de minéral a été analysé.

Échantillon EA-12: Pegmatite Tardive

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-596	63.7	Ld	23.5	Ld	Ld	Ld	5.2	8.13	Ld	x	x	100.54					
PI-597	63.06	Ld	24.55	Ld	Ld	Ld	6.03	7.52	Ld	x	x	101.16					
PI-598	62.7	Ld	24.25	Ld	Ld	Ld	6	7.95	Ld	x	x	100.9					
PI-599	62.63	Ld	24.08	Ld	Ld	Ld	5.96	7.58	Ld	x	x	100.25					
PI-600	63.41	0.14	24.27	Ld	Ld	Ld	5.92	7.64	Ld	x	x	101.38					
PI-601	62.98	Ld	23.95	Ld	Ld	Ld	5.93	7.75	Ld	x	x	100.61					
PI-602	63.46	0.09	23.57	Ld	Ld	Ld	5.41	8	Ld	x	x	100.53					
PI-603	63.09	0.19	24.26	Ld	Ld	Ld	5.68	7.98	Ld	x	x	101.19					
PI-604	62.92	Ld	23.95	Ld	Ld	Ld	5.75	7.65	Ld	x	x	100.27					
PI-605	63.21	0.11	23.64	Ld	Ld	Ld	5.8	7.97	Ld	x	x	100.72					
PI-610	64.2	Ld	23.12	Ld	Ld	Ld	4.91	8.25	Ld	x	x	100.49					
PI-611	64.19	0.17	22.93	Ld	Ld	Ld	4.87	8.59	Ld	x	x	100.76					
PI-613	63.15	0.12	23.55	Ld	Ld	Ld	5.66	8.11	Ld	x	x	100.59					
PI-614	62.72	0.1	23.94	Ld	Ld	Ld	6.16	8.01	Ld	x	x	100.92					
PI-615	62.71	Ld	24.4	Ld	Ld	Ld	6.1	7.72	Ld	x	x	100.93					
PI-616	62.49	Ld	24.25	Ld	Ld	Ld	6.14	7.82	Ld	x	x	100.69					
PI-617	62.31	Ld	24.12	Ld	Ld	Ld	6.29	7.39	Ld	x	x	100.11					
PI-618	63.06	Ld	23.71	Ld	Ld	Ld	5.79	7.75	Ld	x	x	100.31					
FsK-593	65.84	0.65	18.1	Ld	Ld	Ld	0.29	1.68	14.55	x	x	101.12					
FsK-594	65.76	0.64	18.34	Ld	Ld	Ld	0.36	1.54	14.87	x	x	101.51					
FsK-595	66.15	0.5	18.06	Ld	Ld	Ld	0.32	1.27	14.94	x	x	101.24					
FsK-612	64.69	1.29	18.56	Ld	Ld	Ld	1.28	14.7	x	x		100.52					
Bi-588	37.52	4.5	15.59	16.51	12.56	Ld	Ld	9.82	Ld	Ld	96.5	0.58					
Bi-589	37.77	4.77	15.45	16.77	12.53	Ld	Ld	9.83	Ld	0.71	97.83	0.57					
Bi-590	38.08	4.77	15.94	16.66	12.56	Ld	0.25	Ld	9.91	Ld	0.72	98.89	0.57				
Bi-591	37.64	4.49	15.56	17.33	12.39	Ld	Ld	9.62	Ld	0.73	97.76	0.56					
Bi-592	37.12	4.62	15.57	17.18	11.78	Ld	Ld	9.86	Ld	0.82	96.94	0.55					
Bi-606	37.1	4.57	15.41	16.21	12.82	Ld	Ld	9.79	Ld	0.8	96.69	0.58					
Bi-607	37.17	4.17	15.53	17.28	12.65	Ld	0.28	Ld	9.82	Ld	0.77	97.67	0.57				
Bi-608	37.45	4.5	15.67	16.63	12.69	Ld	0.31	Ld	9.84	Ld	0.75	97.84	0.58				
Bi-609	37.08	4.42	15.51	16.69	12.63	Ld	0.25	Ld	9.91	Ld	0.81	97.31	0.57				

Échantillon EA-13: Leucosome Tardif

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-626	63.94	Ld	24.3	Ld	Ld	Ld	3.74	6.76	Ld	x	x	98.75					
PI-627	64.12	Ld	23.36	Ld	Ld	Ld	5.16	8.79	Ld	x	x	101.44					
PI-631	65.73	Ld	22.22	Ld	Ld	Ld	3.23	9.63	Ld	x	x	100.8					
PI-639	64.72	Ld	22.63	Ld	Ld	Ld	4.41	9.13	Ld	x	x	100.89					
PI-640	63.98	0.1	22.9	Ld	Ld	Ld	4.62	8.8	Ld	x	x	100.4					
PI-641	64.2	Ld	23.24	Ld	Ld	Ld	5	8.7	Ld	x	x	101.15					
PI-642	64.37	Ld	23.05	Ld	Ld	Ld	4.71	8.59	Ld	x	x	100.73					
PI-648	65.82	Ld	22.23	Ld	Ld	Ld	3.74	9.29	Ld	x	x	101.09					
FsK-628	66.61	0.74	18.75	Ld	Ld	Ld	0.53	3.59	10.54	x	x	100.76					
FsK-629	65.45	0.57	18.11	Ld	Ld	Ld	0.32	1.12	15.23	x	x	100.8					
FsK-630	65.1	0.69	17.96	Ld	Ld	Ld	0.45	1.3	14.82	x	x	100.32					
FsK-632	65.94	0.44	18.41	Ld	Ld	Ld	0.44	2.01	13.99	x	x	101.23					
FsK-633	65.82	0.39	18.42	Ld	Ld	Ld	0.45	1.32	15.24	x	x	101.64					
FsK-645	65.97	0.57	18.13	Ld	Ld	Ld	0.43	2.31	13.71	x	x	101.12					

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FE0	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
FsK-646	65.11	0.8	18.3	Ld	Ld	Ld	0.3	1.37	14.89	Ld	Ld	100.79					
FsK-647	61.19	0.52	17.68	5.94	Ld	Ld	0.68	3.35	10.48	Ld	Ld	99.85					
Bi-634	37.32	4.23	17.29	15.45	12.26	Ld	Ld	Ld	9.41	Ld	Ld	95.97	0.59				
Bi-635	37.43	4.05	16.7	15.47	12.78	Ld	Ld	Ld	9.71	Ld	Ld	96.15	0.60				
Bi-636	37.39	4.03	16.95	15.39	12.84	Ld	0.25	Ld	9.54	Ld	Ld	96.38	0.60				
Bi-637	37.2	3.91	16.92	15.28	12.74	Ld	Ld	Ld	9.92	Ld	Ld	95.97	0.60				
Bi-638	37.48	4.41	17.11	14.89	12.42	Ld	Ld	Ld	9.8	Ld	Ld	96.11	0.60				
Bi-643	37.41	3.02	18.29	16.91	12.3	Ld	0.35	Ld	8.24	Ld	Ld	96.52	0.56				
Bi-644	36.99	3.07	18.37	16.1	11.67	Ld	0.34	Ld	7.77	Ld	Ld	94.32	0.56				
Gr-619	37.51	0.11	21.52	32.71	5.65	1.69	0.98	x	x	Ld	x	100.16		0.72	0.22	0.04	0.03
Gr-620	37.43	Ld	21.45	32.56	5.52	1.57	0.93	x	x	Ld	x	99.45		0.72	0.22	0.04	0.03
Gr-621	37.44	Ld	21.48	32.42	5.54	1.63	0.99	x	x	Ld	x	99.49		0.72	0.22	0.04	0.03
Gr-622	37.48	Ld	21.36	33.15	5.11	1.47	0.89	x	x	Ld	x	99.46		0.74	0.20	0.03	0.03
Gr-623	37.63	Ld	21.58	31.93	5.6	1.69	0.82	x	x	Ld	x	99.25		0.71	0.22	0.04	0.02
Gr-624	37.4	0.1	21.39	32.44	5.47	1.59	0.81	x	x	Ld	x	99.21		0.72	0.22	0.04	0.02
Gr-625	37.37	Ld	21.41	32.73	5.26	1.78	0.87	x	x	Ld	x	99.42		0.73	0.21	0.04	0.02

Échantillon EA-14: Leucosome Tardif

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FE0	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-540	64.89	0.08	23.28	Ld	Ld	Ld	4.63	8.47	Ld	x	x	101.34					
PI-542	65.89	Ld	22.88	Ld	Ld	Ld	4	8.22	0.4	x	x	101.4					
PI-544	63.73	Ld	23.92	Ld	Ld	Ld	5.66	8.11	Ld	x	x	101.41					
PI-545	64.88	0.09	23.07	Ld	Ld	Ld	4.7	7.96	Ld	x	x	100.71					
PI-546	64.8	Ld	22.96	Ld	Ld	Ld	4.74	8.18	Ld	x	x	100.67					
PI-547	63.09	Ld	24.06	Ld	Ld	Ld	6.23	7.65	Ld	x	x	101.02					
PI-548	63.46	Ld	23.84	Ld	Ld	Ld	5.85	8.15	Ld	x	x	101.29					
PI-549	63.46	0.08	23.56	Ld	Ld	Ld	5.46	7.92	Ld	x	x	100.5					
PI-550	64.62	Ld	22.95	Ld	Ld	Ld	4.85	8.21	Ld	x	x	100.62					
PI-551	64.55	Ld	23.05	Ld	Ld	Ld	4.64	8.5	Ld	x	x	100.73					
PI-552	64.74	0.22	22.83	Ld	Ld	Ld	4.56	8.49	Ld	x	x	100.84					
PI-553	65.04	Ld	23.45	Ld	Ld	Ld	4.88	8.25	Ld	x	x	101.62					
PI-554	64.5	Ld	23.07	Ld	Ld	Ld	4.68	8.06	Ld	x	x	100.32					
PI-555	65.03	Ld	22.98	Ld	Ld	Ld	4.37	7.94	Ld	x	x	100.32					
PI-556	63.66	0.15	23.73	Ld	Ld	Ld	5.9	6.99	Ld	x	x	100.44					
PI-557	62.72	0.16	24.09	Ld	Ld	Ld	5.53	7.55	Ld	x	x	100.05					
PI-558	65.36	Ld	22.84	Ld	Ld	Ld	4.39	7.9	Ld	x	x	100.49					
PI-559	64.04	Ld	23.37	Ld	Ld	Ld	5.28	8.03	Ld	x	x	100.71					
PI-560	65.12	Ld	23.11	Ld	Ld	Ld	4.72	8.37	Ld	x	x	101.31					
PI-561	64.79	Ld	22.95	Ld	Ld	Ld	4.74	8.2	Ld	x	x	100.69					
PI-562	65.03	0.09	22.96	Ld	Ld	Ld	4.77	8.17	Ld	x	x	101.02					
Fsk-541	65.15	0.38	18.25	Ld	Ld	Ld	0.32	Ld	16.1	x	x	100.19					
Fsk-543	65.91	0.55	18.17	Ld	Ld	Ld	0.31	Ld	15.6	x	x	100.55					
Fsk-563	64.96	1.11	18.25	Ld	Ld	Ld	0.32	1.22	15.01	x	x	100.87					
Fsk-564	65.49	1.02	18.25	Ld	Ld	Ld	0.32	1.05	15.3	x	x	101.42					
Bi-155	39.15	2.23	16.6	10.94	17.61	Ld	Ld	Ld	9.53	Ld	0.23	96.28	0.74				
Bi-156	38.8	2.5	16.47	10.46	18.1	Ld	Ld	Ld	9.52	Ld	0.25	96.09	0.76				
Bi-157	38.47	1.42	15.32	11.14	19.48	Ld	Ld	Ld	7.15	Ld	0.14	93.11	0.76				
Bi-158	39.63	1.67	16.05	10.58	18.56	Ld	Ld	Ld	8.88	Ld	0.15	95.52	0.76				
Bi-160	39.16	1.38	16.23	11.59	18.02	Ld	Ld	Ld	9.35	Ld	0.74	96.46	0.73				

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross	
Bi-165	39.05	2.15	16.01	9.67	18.63	Ld	Ld	Ld	9.56	Ld	0.82	95.89	0.77					
Bi-169	37.75	0.15	18.34	10.14	19.84	Ld	Ld	Ld	8.44	Ld	0.67	95.32	0.78					
Bi-171	37.58	4.9	15.56	15.61	13.19	Ld	Ld	Ld	9.69	Ld	0.43	96.97	0.60					
Bi-172	37.12	5.33	15.62	16.24	12.86	Ld	Ld	Ld	9.72	Ld	0.41	97.32	0.59					
Bi-173	36.62	4.92	15.45	16	12.81	Ld	Ld	Ld	9.57	0.1	0.39	95.86	0.59					
Bi-178	37.44	3.38	17.1	13.96	15.08	0.14	Ld	Ld	9.42	Ld	0.1	96.62	0.66					
Bi-179	37.04	3.59	17.41	14.04	14.28	Ld	Ld	0.11	9.59	Ld	0.07	96.15	0.64					
Bi-180	36.91	5.11	16.07	16.07	13.01	Ld	Ld	0.15	9.37	Ld	0.08	96.76	0.59					
Bi-181	36.88	5.02	15.84	15.61	12.98	Ld	Ld	Ld	9.28	Ld	0.1	95.71	0.60					
Bi-186	36.91	4.95	16.25	15.63	13.42	Ld	Ld	Ld	9.16	Ld	0.15	96.47	0.60					
Bi-187	36.54	4.55	16.33	15.37	13.25	Ld	Ld	Ld	9.46	Ld	0.13	95.62	0.61					
Bi-188	36.7	4.09	16.43	14.07	14.28	0.13	Ld	0.11	9.37	Ld	0.1	95.27	0.64					
Bi-192	37	4.66	16.37	15.34	13.68	Ld	Ld	Ld	9.45	Ld	0.12	96.62	0.61					
Cor-182	50.63	Ld	33	5.54	9.15	0.09	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.41	0.75					
Cor-183	50.43	Ld	33.32	5.37	9.56	Ld	0.05	Ld	Ld	Ld	x	98.72	0.76					
Cor-184	50.18	Ld	33.2	5.64	9.37	0.27	0.06	Ld	Ld	Ld	x	98.72	0.75					
Cor-185	50.22	0.07	33.62	5.46	9.14	0.34	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.85	0.75					
Cor-189	50.28	Ld	33.12	5.53	9.38	0.21	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.52	0.75					
Cor-190	50.38	0.16	33.14	5.09	9.28	0.11	Ld	Ld	Ld	Ld	0.13	x	98.29	0.76				
Cor-191	50.52	Ld	33.09	5.03	9.56	0.17	0.08	Ld	Ld	Ld	x	98.44	0.77					
Gr-152	39.49	Ld	21.71	27.29	8.59	1.68	0.95	x	x	Ld	x	99.72		0.60	0.34	0.04	0.03	
Gr-153	38.41	Ld	21.56	28.75	8.23	1.36	0.84	x	x	Ld	x	99.14		0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-154	38.75	Ld	21.73	27.74	8.62	1.31	0.82	x	x	Ld	x	98.97		0.61	0.34	0.03	0.02	
Gr-159	38.43	Ld	21.65	28.6	8.41	1.5	0.87	x	x	Ld	x	99.46		0.62	0.32	0.03	0.02	
Gr-161	38.45	Ld	21.91	28.8	7.6	1.52	0.79	x	x	Ld	x	99.08		0.64	0.30	0.03	0.02	
Gr-162	38.51	0.09	21.67	28.02	8	1.32	0.79	x	x	Ld	x	98.41		0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-163	38.49	Ld	22.14	28.48	8.42	1.51	0.76	x	x	Ld	x	99.79		0.62	0.33	0.03	0.02	
Gr-164	38.72	0.1	21.86	27.94	8.88	1.55	0.83	x	x	Ld	x	99.88		0.60	0.34	0.03	0.02	
Gr-166	38.97	Ld	21.74	27	9.39	1.3	0.84	x	x	Ld	x	99.23		0.59	0.36	0.03	0.02	
Gr-167	38.43	Ld	22.14	27.23	9.41	1.54	0.88	x	x	Ld	x	99.63		0.58	0.36	0.03	0.02	
Gr-168	38.7	0.12	21.98	27.73	8.76	1.36	0.83	x	x	Ld	x	99.47		0.61	0.34	0.03	0.02	
Gr-170	38.86	Ld	21.62	27.85	8.83	1.2	0.75	x	x	Ld	x	99.11		0.61	0.34	0.03	0.02	
Gr-174	38.51	Ld	21.83	29.23	7.66	1.47	0.88	x	x	Ld	x	99.6		0.64	0.30	0.03	0.02	
Gr-175	38.39	Ld	21.88	28.72	8.25	1.39	0.83	x	x	Ld	x	99.45		0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-176	38.28	Ld	21.72	28.56	8.13	1.56	0.74	x	x	0.1	x	99.05		0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-177	38.37	Ld	21.84	28.56	7.91	1.52	0.98	x	x	0.1	x	99.29		0.63	0.31	0.03	0.03	

#### Échantillon EA-29: Leucosome Tardif

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
FsK-571	66.48	0.28	18.75	Ld	Ld	0.33	2.37	13.46	x	x		101.67					
FsK-572	66.27	0.29	18.31	Ld	Ld	0.28	1.85	14.76	x	x		101.77					
FsK-573	66.19	0.39	18.49	Ld	Ld	0.28	1.66	14.71	x	x		101.71					
FsK-574	66.49	0.23	19.19	Ld	Ld	0.73	4.04	10.12	x	x		100.81					
FsK-575	66.95	0.35	18.56	Ld	Ld	0.42	2.9	12.16	x	x		101.23					
FsK-576	66.61	0.48	18.08	Ld	Ld	0.29	2.09	13.49	x	x		100.74					
FsK-579	65.8	0.65	17.97	Ld	Ld	0.32	1.74	14.85	x	x		101.33					
FsK-580	66.36	0.46	18.1	Ld	Ld	0.3	2	14.04	x	x		101.27					
FsK-585	66.87	0.09	18.62	Ld	Ld	0.65	3.44	11.33	x	x		101					
FsK-586	65.95	0.37	17.92	Ld	Ld	0.32	1.78	14.79	x	x		101.14					

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
FsK-587	66.44	0.46	18.4	Ld	Ld	Ld	1.59	14.71	x	x	101.59						
Bi-569	37.2	Ld	19.06	13.26	16	Ld	Ld	Ld	9.26	Ld	Ld	94.78	0.68				
Bi-570	38.59	Ld	19.45	12.64	16.4	Ld	Ld	Ld	9.01	Ld	Ld	96.38	0.70				
Bi-583	37.48	4.48	16.04	15.71	12.88	Ld	Ld	Ld	9.67	Ld	0.84	97.1	0.59				
Bi-584	37.64	4.26	16.44	16.15	12.88	Ld	Ld	Ld	9.96	Ld	0.88	98.21	0.59				
Cor-565	49.78	Ld	33.35	4.89	9.77	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.78	0.78				
Cor-566	49.25	Ld	32.84	5.37	9.52	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.97	0.76				
Cor-567	49.17	Ld	32.66	5.64	9.2	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.67	0.74				
Cor-568	49.55	Ld	33.36	5	9.76	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.67	0.78				
Cor-569	49.41	Ld	33.34	4.2	10.11	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.16	0.81				
Cor-581	49.57	Ld	32.79	6.24	9.25	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.85	0.73				
Cor-582	49.22	Ld	33.75	6.52	9.09	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.58	0.71				

Échantillon EA-38: Leucosome Tardif

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-59	61.17	0.07	25.21	Ld	0.08	6.29	8.07	0.13	x	x	101.02						
PI-60	61.25	Ld	25.24	Ld	0.09	6.2	8.14	0.18	x	x	101.1						
PI-63	61.1	Ld	25.03	Ld	Ld	6.19	8.28	0.27	x	x	100.87						
PI-64	60.9	Ld	25.44	Ld	Ld	0.11	6.57	7.17	1.23	x	x	101.42					
PI-65	61.56	0.1	25.18	0.19	Ld	Ld	6.04	8.25	0.16	x	x	101.48					
PI-73	60.87	0.15	25.01	Ld	Ld	6.23	8.09	0.19	x	x	100.54						
PI-78	61.96	Ld	23.83	0.11	Ld	Ld	4.99	7	2.69	x	x	100.58					
PI-79	60.98	0.08	24.56	Ld	Ld	5.86	8.18	0.28	x	x	99.94						
PI-80	61.27	0.09	24.47	Ld	Ld	5.86	8.09	0.14	x	x	99.92						
PI-81	61.07	Ld	24.74	Ld	Ld	0.1	5.86	8.05	0.31	x	x	100.13					
PI-82	60.64	Ld	25.14	Ld	Ld	6.39	8.05	0.19	x	x	100.41						
PI-83	61.13	Ld	25.18	Ld	Ld	6.21	8.18	0.29	x	x	100.99						
PI-86	60.57	Ld	24.97	0.11	Ld	Ld	6.08	7.92	0.26	x	x	99.91					
PI-88	61.29	Ld	24.54	Ld	Ld	6.06	8.07	0.28	x	x	100.24						
FsK-69	64.68	0.44	18.84	Ld	Ld	Ld	1.72	14.44	x	x	100.12						
Fsk-70	64.48	0.5	19.15	0.14	Ld	Ld	1.09	15.06	x	x	100.42						
FsK-74	64.73	0.29	18.73	0.11	Ld	Ld	0.96	16.02	x	x	100.84						
FsK-75	64.38	0.28	19.24	0.17	Ld	Ld	0.45	2.72	12.46	x	x	99.7					
FsK-76	64.88	0.39	19.1	Ld	Ld	Ld	1.51	14.78	x	x	100.66						
FsK-77	64.99	0.25	19.08	Ld	Ld	Ld	0.11	1.37	15.34	x	x	101.14					
FsK-84	64.26	0.23	18.78	Ld	Ld	Ld	1.07	15.53	x	x	99.87						
FsK-85	64.33	0.34	18.61	Ld	Ld	Ld	1.04	15.39	x	x	99.71						
FsK-87	63.96	0.26	19.04	Ld	Ld	Ld	0.31	1.67	14.65	x	x	99.89					
Bi-47	36.74	4.49	16.16	14.41	14.66	Ld	Ld	0.24	9.67	Ld	0.05	96.42	0.64				
Bi-48	36.72	4.13	16.49	14.47	14.95	Ld	Ld	Ld	9.61	Ld	0.04	96.41	0.65				
Bi-53	37.23	3.75	15.68	13.39	15.39	0.08	Ld	Ld	9.44	Ld	0.04	95	0.67				
Bi-54	36.94	3.72	16.14	14.39	15.3	Ld	Ld	0.13	9.29	Ld	Ld	95.91	0.65				
Bi-55	37.81	2.69	16.5	11.29	17.97	Ld	Ld	0.15	9.55	0.14	0.05	96.15	0.74				
Bi-56	37.71	2.75	16.74	10.82	17.2	Ld	Ld	Ld	9.44	Ld	0.07	94.73	0.74				
Bi-57	37.97	2.64	16.14	11.31	17.55	Ld	Ld	Ld	9.61	Ld	0.06	95.28	0.73				
Bi-58	38.32	2.23	16.43	10.48	18.15	Ld	Ld	0.17	9.59	Ld	Ld	95.37	0.76				
Gr-49	37.44	Ld	21.97	30.9	6.95	0.94	0.94	x	x	Ld	x	99.14	0.68	0.27	0.02	0.03	
Gr-50	37.28	Ld	22.05	31.01	7.02	0.85	1.06	x	x	Ld	x	99.27	0.68	0.27	0.02	0.03	
Gr-51	38.24	0.07	22.23	28.17	9.16	0.69	1.13	x	x	Ld	x	99.69	0.60	0.35	0.01	0.03	

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Gr-52	37.79	Ld	22.15	28.03	9.38	0.74	1.03	x	x	Ld	x	99.12		0.60	0.36	0.02	0.03
Gr-61	37.67	Ld	22.26	28.63	8.94	0.72	1	x	x	Ld	x	99.22		0.61	0.34	0.02	0.03
Gr-62	38.22	Ld	22.44	28.38	8.79	0.67	1.09	x	x	Ld	x	99.59		0.62	0.34	0.01	0.03
Gr-66	38.26	Ld	22.15	28.61	8.75	0.59	1.05	x	x	0.11	x	99.52		0.62	0.34	0.01	0.03
Gr-67	37.86	Ld	22.11	28.63	8.86	0.7	1.04	x	x	Ld	x	99.2		0.62	0.34	0.02	0.03
Gr-68	38.37	Ld	22.6	29.27	8.69	0.7	1.1	x	x	0.09	x	100.82		0.62	0.33	0.02	0.03
Gr-71	37.85	0.17	22.1	28.9	8.36	0.73	1	x	x	Ld	x	99.11		0.63	0.33	0.02	0.03
Gr-72	37.82	Ld	22.05	29	8.43	0.77	1.13	x	x	Ld	x	99.2		0.63	0.32	0.02	0.03

Échantillon EA-38: Gneiss Quartzofeldspathique à Cordiérite et Grenat

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-11	60.89	Ld	25.13	Ld	Ld	Ld	6.3	8.17	0.2	x	x	100.69					
PI-12	60.99	Ld	24.96	Ld	Ld	Ld	6.1	8.37	0.1	x	x	100.52					
PI-13	61.17	0.1	24.97	0.16	Ld	Ld	6.15	7.97	0.13	x	x	100.65					
PI-29	61.42	Ld	24.74	0.42	Ld	Ld	5.98	8.36	0.1	x	x	101.02					
PI-30	63.85	0.07	22.31	0.15	Ld	0.15	3.32	8.65	1.55	x	x	100.05					
PI-31	61.07	0.08	24.68	0.5	Ld	Ld	5.53	8.43	0.22	x	x	100.51					
FsK-06	66.55	0.44	20.05	Ld	Ld	Ld	1.96	14.05	x	x		103.05					
FsK-22	64.32	0.31	20.14	Ld	Ld	Ld	1.51	14.75	x	x		101.03					
FsK-23	64.86	0.24	20.08	Ld	Ld	Ld	0.06	1.93	14.07	x	x	101.24					
FsK-10	64.7	0.33	17.52	Ld	Ld	Ld	0.06	1.12	15.02	x	x	98.75					
FsK-14	63.9	0.21	17.55	Ld	Ld	Ld	0.14	1.63	14.87	x	x	98.3					
Bi-03	37.58	3.97	16.44	13.19	14.76	Ld	Ld	10.1	Ld	0.1	96.14	0.67					
Bi-04	37.7	4.14	17.83	12.14	14.2	Ld	Ld	8.62	Ld	0.08	94.71	0.68					
Bi-05	37.61	3.95	16.72	13.08	14.96	Ld	Ld	10.09	Ld	0.1	96.51	0.67					
Bi-27	37.32	4.24	17	12.24	15.26	Ld	Ld	9.95	Ld	0.04	96.05	0.69					
Bi-28	37.26	4.93	15.85	13.29	14.32	Ld	Ld	0.12	10.03	Ld	0.13	95.93	0.66				
Bi-32	36.21	4.45	16.31	15.01	14.05	Ld	0.11	0.19	9.3	Ld	0.16	95.79	0.63				
Bi-33	36.42	4.46	16.5	15.43	14.33	Ld	Ld	0.22	9.4	Ld	Ld	96.76	0.62				
Bi-34	36.97	4.37	15.93	14.77	14.2	Ld	Ld	9.66	0.12	Ld	96.02	0.63					
Bi-35	36.39	4.61	15.67	15.47	13.8	Ld	Ld	0.11	9.33	Ld	Ld	95.38	0.61				
Bi-36	36.5	4.65	15.8	15.03	13.73	0.13	Ld	0.15	9.27	Ld	0.05	95.31	0.62				
Bi-37	36.42	4.79	15.85	15.89	13.57	Ld	Ld	0.28	9.51	0.11	0.07	96.49	0.60				
Bi-38	36.28	4.87	15.49	15.72	13.57	Ld	Ld	0.18	9.67	Ld	0.08	95.86	0.61				
Bi-39	36.4	4.79	15.52	16.07	13.86	Ld	Ld	0.13	9.23	Ld	Ld	96	0.61				
Bi-40	36.76	4.69	15.67	15.6	13.82	Ld	Ld	0.36	9.49	Ld	0.04	96.43	0.61				
Bi-41	36.44	4.66	16.01	15.13	14.37	Ld	Ld	0.18	9.63	Ld	0.07	96.49	0.63				
Bi-42	36.42	5.18	16.09	15.08	14.09	Ld	Ld	0.16	9.57	Ld	Ld	96.59	0.62				
Bi-43	36.51	4.35	16.29	15.1	14.08	Ld	Ld	9.44	Ld	0.06	95.83	0.62					
Bi-44	36.48	4.87	15.76	15.5	13.95	Ld	Ld	0.18	9.46	Ld	0.15	96.35	0.62				
Bi-45	36.23	4.93	15.62	16.69	13.18	Ld	Ld	9.56	Ld	0.05	96.26	0.58					
Bi-46	36.77	4.67	15.74	16.29	13.46	Ld	Ld	9.26	Ld	0.08	96.27	0.60					
Cor-08	49.8	0.11	33.21	4.9	9.83	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.85	0.78				
Cor-09	49.64	Ld	33.46	4.89	9.9	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.89	0.78				
Cor-18	49.36	0.13	33.32	5.71	9.39	0.16	0.06	Ld	Ld	0.1	x	98.23	0.75				
Cor-19	49.19	Ld	33.4	5.12	9.57	0.17	Ld	Ld	Ld	0.08	x	97.53	0.77				
Cor-20	49.45	Ld	33.65	4.95	9.89	0.23	Ld	Ld	0.05	Ld	x	98.22	0.78				
Cor-21	50.02	Ld	33.27	5.1	9.95	0.1	Ld	0.11	Ld	Ld	x	98.55	0.78				
Gr-01	37.73	0.15	21.97	30.13	7.94	0.7	1.01	x	x	Ld	x	99.63		0.65	0.31	0.02	0.03

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Gr-02	37.79	Ld	22.32	30.34	8.12	0.79	1.01	x	x	0.08	x	100.45		0.65	0.31	0.02	0.03
Gr-15	37.23	Ld	21.97	31.45	6.89	0.97	1.01	x	x	Ld	x	99.52		0.68	0.27	0.02	0.03
Gr-16	37.76	Ld	21.8	31.39	6.76	0.92	1.12	x	x	Ld	x	99.75		0.69	0.26	0.02	0.03
Gr-17	37.19	Ld	21.8	31.61	6.94	0.67	0.94	x	x	0.12	x	99.27		0.69	0.27	0.01	0.03
Gr-24	37.72	Ld	22.22	31.01	7.91	0.9	0.99	x	x	Ld	x	100.75		0.66	0.30	0.02	0.03
Gr-25	37.38	Ld	21.88	29.86	8.33	0.79	1.06	x	x	0.08	x	99.38		0.64	0.32	0.02	0.03
Gr-26	37.86	Ld	22.24	31.4	7.57	0.69	0.92	x	x	0.09	x	100.77		0.67	0.29	0.01	0.03

Échantillon EA-22: Gneiss Quartzofeldspathique à Cordiérite et Grenat

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
FsK-700	64.86	0.69	18.26	Ld	Ld	Ld	Ld	1.86	14.13	x	x	99.79					
FsK-701	65	0.65	18.05	Ld	Ld	Ld	Ld	1.6	14.64	x	x	99.95					
FsK-707	64.97	0.63	18.2	Ld	Ld	Ld	Ld	1.44	14.92	x	x	100.15					
FsK-708	65.34	0.71	18.27	Ld	Ld	Ld	Ld	0.32	2.42	13	x	x	100.06				
FsK-711	64.96	0.69	17.97	Ld	Ld	Ld	Ld	1.46	14.52	x	x	99.6					
FsK-712	65.42	0.56	18.09	Ld	Ld	Ld	Ld	0.27	2.85	12.08	x	x	99.28				
FsK-725	65.05	0.6	18.1	Ld	Ld	Ld	Ld	0.3	1.73	14.27	x	x	100.05				
FsK-730	65.41	0.8	18.16	Ld	Ld	Ld	Ld	2.2	13.37	x	x	99.93					
FsK-731	64.69	0.64	17.78	Ld	Ld	Ld	Ld	1.17	15.35	x	x	99.63					
Bi-702	37.25	4.92	16.14	15	13.49	Ld	Ld	10.02	Ld	Ld	96.82	0.62					
Bi-703	37.47	5.13	16.2	14.86	13.24	Ld	Ld	9.61	Ld	Ld	96.51	0.61					
Bi-704	37.31	5.07	15.83	15.04	13.36	Ld	Ld	0.28	Ld	Ld	96.63	0.61					
Bi-705	37.29	4.79	15.8	14.76	13.12	Ld	Ld	9.76	Ld	Ld	95.56	0.61					
Bi-706	37.17	4.37	16.38	14.23	13.93	Ld	Ld	9.83	Ld	Ld	95.91	0.64					
Bi-709	37.4	5.24	16.2	14.96	12.94	Ld	Ld	9.71	Ld	Ld	96.45	0.61					
Bi-710	37.31	4.96	16.23	14.69	13.42	Ld	0.27	Ld	9.75	Ld	Ld	96.64	0.62				
Bi-722	38.07	4.9	15.45	11.26	16.69	Ld	Ld	9.68	Ld	Ld	96.05	0.73					
Bi-723	38.03	4.42	15.07	10.65	17.79	Ld	Ld	9.08	Ld	Ld	95.04	0.75					
Bi-726	37.96	3.92	16.31	14.51	13.75	0.4	Ld	Ld	9.76	Ld	Ld	96.6	0.63				
Bi-727	38.63	4.03	16.23	13.93	13.8	Ld	Ld	9.47	Ld	Ld	96.09	0.64					
Cor-713	49.4	0.1	33	5.42	9.4	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.32	0.76					
Cor-714	49.2	Ld	32.91	5.48	9.34	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.93	0.75					
Cor-715	48.96	Ld	33.11	5.66	9.24	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.97	0.74					
Cor-716	48.92	Ld	32.51	5.81	9.02	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.26	0.73					
Cor-724	49.58	Ld	33.12	4.99	9.64	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.33	0.77					
Cor-728	48.69	Ld	32.38	5.14	9.34	Ld	Ld	Ld	Ld	x	95.55	0.76					
Cor-729	48.67	Ld	32.83	5.73	9.3	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.53	0.74					
Gr-717	38.34	Ld	21.58	29.54	7.9	1.21	0.7	x	x	Ld	x	99.27		0.65	0.31	0.03	0.02
Gr-718	37.93	Ld	21.94	30.23	7.88	1.21	0.77	x	x	Ld	x	99.96		0.65	0.30	0.03	0.02
Gr-719	37.71	0.08	20.99	29.88	8.37	1.19	0.8	x	x	Ld	x	99.01		0.64	0.32	0.03	0.02
Gr-720	37.81	Ld	21.35	29.99	7.88	1.08	0.72	x	x	Ld	x	98.83		0.65	0.30	0.02	0.02
Gr-721	38.17	0.17	21.32	29.48	8.13	1.25	0.8	x	x	Ld	x	99.33		0.64	0.31	0.03	0.02

Échantillon EA-16: Gneiss Quartzofeldspathique à Cordiérite et Orthopyroxène

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-194	66.01	Ld	21.71	Ld	Ld	Ld	3.52	9.49	0.14	x	x	100.86					
PI-196	66.04	Ld	21.59	Ld	Ld	0.1	3.59	9.38	0.16	x	x	100.86					
PI-198	66.18	Ld	21.72	Ld	Ld	Ld	3.61	9.59	0.16	x	x	101.25					
PI-201	65.53	Ld	21.64	0.41	Ld	Ld	3.35	9.34	0.1	x	x	100.36					

POINT	TIO2	AL203	FEO	MGO	MNO	CAO	K2O	TOTAL	Xing	AIm	Pyr	Spess	Gross	
SIO2	64.29	Ld	22.89	0.26	Ld	0.1	3.73	9.31	0.13	x	x	100.71		
Pl-238	63.36	Ld	23.1	Ld	Ld	4.09	8.96	0.22	x	x	x	99.73		
Pl-239	63.49	Ld	23.11	0.14	Ld	4.04	9.28	0.23	x	x	x	100.29		
Pl-240	64.84	Ld	21.75	0.68	Ld	0.09	3.8	8.78	0.18	x	x	100.12		
Pl-248	64.5	Ld	22.88	0.17	Ld	3.54	9.68	0.09	x	x	x	100.87		
Pl-256	64.44	0.69	22.43	Ld	Ld	3.36	9.32	0.31	x	x	x	99.95		
Pl-263	63.94	Ld	22.61	0.13	Ld	1.4	8.99	0.09	x	x	x	99.43		
Pl-264	64.15	0.42	19.28	0.2	Ld	3.69	2.8	11.79	x	x	x	98.98		
Fsk-193	65.2	0.22	19.19	0.13	Ld	0.17	1.44	13.83	x	x	x	100.18		
Fsk-195	65.46	0.15	20.27	Ld	Ld	1.04	3.78	10.14	x	x	x	100.84		
Fsk-197	64.58	0.36	18.58	0.37	Ld	Ld	1.37	13.75	x	x	x	99.01		
Fsk-199	64.19	0.34	18.81	Ld	Ld	1.48	13.94	x	x	x	x	98.76		
Fsk-200	64.15	0.42	19.28	0.2	Ld	0.34	2.8	13.09	x	x	x	99.19		
Fsk-247	64.6	0.21	18.56	Ld	Ld	0.13	1.79	14.09	x	x	x	99.39		
Fsk-249	64.84	0.32	18.57	Ld	Ld	0.14	1.18	14.75	x	x	x	99.81		
Fsk-254	64.46	0.3	18.72	Ld	Ld	1.31	14.57	x	x	x	x	99.36		
Fsk-255	64.46	0.18	19.13	Ld	Ld	0.29	1.46	14.23	x	x	x	99.75		
Fsk-262	64.62	0.38	18.71	Ld	Ld	0.13	2.26	13.09	x	x	x	99.19		
Bi-202	37.27	4.62	16.08	15.27	13.54	Ld	Ld	9.59	Ld	0.06	96.44	0.61		
Bi-203	37.47	4.45	16.58	14.62	13.54	Ld	Ld	9.42	Ld	0.03	96.11	0.62		
Bi-204	37.55	6.06	15.88	15.4	12.61	Ld	Ld	9.68	Ld	0.18	97.35	0.59		
Bi-205	36.92	5.09	15.56	14.43	13.34	Ld	Ld	9.79	Ld	0.05	96.17	0.62		
Bi-206	37.6	4.61	16.22	15.23	13.65	0.11	Ld	9.6	Ld	0.03	97.06	0.61		
Bi-207	37.05	4.2	16.03	14.75	14.13	Ld	Ld	9.57	Ld	0.06	95.8	0.63		
Bi-245	37.42	5.26	15.86	15.43	13.68	Ld	Ld	0.28	9.85	0.13	96.11	0.61		
Bi-246	37.31	5.13	15.75	16.01	13.9	Ld	Ld	0.3	9.6	Ld	0.07	98.08	0.61	
Bi-250	37.45	4.54	16.02	15.75	14.01	Ld	0.07	0.32	9.53	Ld	0.06	97.76	0.61	
Bi-251	37.41	4.35	16.32	15.12	13.55	Ld	0.37	9.93	Ld	0.11	97.15	0.61		
Bi-252	37.54	4.26	16.28	15.25	14.12	0.1	Ld	0.3	9.82	Ld	0.09	97.76	0.62	
Bi-253	37.7	3.96	16.17	15.8	14.26	Ld	0.22	9.65	Ld	0.1	97.85	0.62		
Bi-257	37.26	4.99	16.09	16.05	13.38	Ld	0.15	0.23	9.66	Ld	0.08	97.89	0.60	
Bi-258	37.36	4.92	16.37	15.96	13.18	Ld	Ld	9.96	0.09	0.12	97.7	0.60		
Bi-259	37.83	4.61	16.59	15.97	13.81	Ld	0.12	0.17	9.7	Ld	0.08	98.86	0.61	
Cor-241	50.82	0.08	33.4	5.79	9.54	0.15	Ld	0.13	0.05	Ld	x	99.96	0.75	
Cor-242	50.85	0.08	33.76	5.6	9.58	0.17	Ld	0.13	Ld	Ld	x	100.18	0.75	
Cor-243	50.8	0.12	33.23	5.8	9.69	0.1	Ld	0.24	Ld	Ld	x	99.97	0.75	
Cor-244	50.99	Ld	33.62	5.9	9.4	0.18	Ld	0.13	Ld	Ld	x	100.21	0.74	
Cor-260	50.62	Ld	33.76	5.69	9.5	0.17	0.06	Ld	Ld	x	x	100.37	0.54	
Cor-261	50.89	Ld	33.82	6.07	9.82	Ld	0.11	0.05	Ld	Ld	x	100.04	0.56	
Px-184	48.76	Ld	5.96	26.52	17.87	0.15	Ld	x	Ld	Ld	x	99.87	0.54	
Px-185	49.66	Ld	5.5	26.21	18.21	0.26	Ld	x	Ld	Ld	x	99.92	0.56	
Px-186	50.05	0.08	4.94	27.07	17.97	0.26	Ld	x	Ld	Ld	x	100.09	0.55	
Px-187	49.15	0.27	6.01	25.83	18.39	0.24	0.06	x	Ld	Ld	x	100.25	0.54	
Px-189	49.9	Ld	4.33	27.18	18.21	0.25	Ld	x	Ld	Ld	x	100.76	0.74	
Px-191	49.6	Ld	5.04	26.24	18.76	0.23	Ld	x	Ld	Ld	x	99.92	0.54	
Px-192	49.69	Ld	5.49	25.79	18.84	0.28	Ld	x	Ld	Ld	x	100.09	0.56	
Px-194	49.09	Ld	5.92	26.58	18.14	0.46	0.06	x	Ld	Ld	x	100.11	0.55	
Px-195	49.64	Ld	5.62	26.16	18.23	0.22	Ld	x	Ld	0.24	x	100.14	0.55	
Px-196	49.18	0.1	6.29	26.31	18.2	Ld	0.06	x	Ld	Ld	x	100.27	0.55	
Px-197	48.63	Ld	6.67	26.45	18.09	0.34	0.09	x	Ld	Ld	x			



Échantillon EA-47: Quartzite à Cordiérite avec Porphyroblaste de Grenat à texture Coronitique

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-761	69.78	0.13	20.27	Ld	Ld	Ld	1.02	8.82	Ld	x	x	100.01					
PI-765	69.89	0.26	19.54	Ld	Ld	Ld	0.57	7.84	2.77	x	x	100.87					
FsK-762	66.42	0.8	18.1	Ld	Ld	Ld	0.3	2.5	13.46	x	x	101.27					
FsK-763	65.81	0.73	18.21	Ld	Ld	Ld	0.34	1.59	14.34	x	x	100.97					
FsK-764	65.64	0.73	18.09	Ld	Ld	Ld	0.34	1.4	14.77	x	x	100.98					
FsK-772	65.81	0.92	18.39	Ld	Ld	Ld	0.45	2.43	12.99	x	x	100.54					
FsK-773	65.03	0.89	18.24	Ld	Ld	Ld	0.35	1.87	14.16	x	x	100.19					
FsK-774	66.57	0.61	18.43	Ld	Ld	Ld	0.35	1.77	14.33	x	x	102.05					
FsK-775	66.49	0.58	18.38	Ld	Ld	Ld	0.45	2.2	12.76	x	x	100.86					
FsK-776	66.47	0.73	18.41	Ld	Ld	Ld	0.21	2.15	13.56	x	x	101.32					
Bi-758	38.07	3.98	16.08	14.1	14.5	Ld	0.28	Ld	9.96	Ld	Ld	96.96	0.65				
Bi-759	37.34	3.84	15.23	14.07	14.4	Ld	0.33	Ld	9.69	Ld	Ld	94.9	0.65				
Bi-760	37.68	3.94	15.57	13.59	14.58	Ld	0.26	Ld	9.4	Ld	Ld	95.03	0.66				
Bi-766	38.2	4.17	15.78	13.48	14.77	Ld	Ld	Ld	9.74	Ld	Ld	96.13	0.66				
Bi-767	37.83	4.42	16.11	13.82	14.9	Ld	Ld	Ld	9.73	Ld	Ld	96.81	0.66				
Bi-768	37.77	4.46	16.07	13.9	14.7	Ld	Ld	Ld	9.86	Ld	Ld	96.76	0.65				
Bi-769	37.76	4.67	16.01	13.96	14.49	Ld	Ld	Ld	9.83	Ld	Ld	96.72	0.65				
Bi-793	41.07	0.65	15.98	7.37	22.36	Ld	Ld	Ld	9.77	Ld	Ld	97.2	0.84				
Bi-794	44.98	0.6	15.07	6.63	20.92	Ld	Ld	Ld	9.51	Ld	Ld	97.72	0.85				
Bi-795	39.16	0.77	16.01	7.99	21.67	Ld	Ld	Ld	8.88	Ld	Ld	94.49	0.83				
Cor-770	49.28	Ld	32.8	5.3	9.57	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.72	0.76				
Cor-771	49.09	Ld	32.81	5.31	9.5	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	96.72	0.76				
Gr-777	38.82	Ld	21.83	28.74	9.42	0.91	0.88	x	x	Ld	x	100.6		0.60	0.35	0.02	0.02
Gr-778	39.31	Ld	21.72	28.86	9.49	1.09	0.77	x	x	Ld	x	101.24		0.60	0.35	0.02	0.02
Gr-779	39.05	Ld	21.98	28.59	9.8	0.83	0.94	x	x	Ld	x	101.2		0.59	0.36	0.02	0.03
Gr-780	39.17	Ld	21.99	28.44	9.84	1.1	0.87	x	x	Ld	x	101.41		0.59	0.36	0.02	0.02
Gr-781	38.75	0.15	22.24	27.99	9.5	1.01	0.98	x	x	Ld	x	100.62		0.59	0.36	0.02	0.03
Gr-782	38.95	0.08	21.59	28.74	9.68	0.98	0.85	x	x	Ld	x	100.87		0.60	0.36	0.02	0.02
Gr-783	38.87	Ld	21.88	28.07	9.54	0.99	1	x	x	Ld	x	100.36		0.59	0.36	0.02	0.03
Gr-784	38.96	Ld	21.8	28.82	9.57	0.74	0.8	x	x	Ld	x	100.69		0.60	0.36	0.02	0.02
Gr-785	38.92	Ld	21.96	28.22	9.97	1.08	0.89	x	x	Ld	x	101.04		0.59	0.37	0.02	0.02
Gr-786	38.56	0.19	21.52	28.15	9.4	1.11	0.98	x	x	Ld	x	99.9		0.60	0.35	0.02	0.03
Gr-787	38.9	0.57	21.79	27.93	9.78	1.06	0.95	x	x	Ld	x	100.97		0.59	0.37	0.02	0.03
Gr-788	38.94	Ld	21.88	28.34	9.58	0.98	1.02	x	x	Ld	x	100.74		0.59	0.36	0.02	0.03
Gr-789	39	Ld	21.58	27.58	9.66	1.07	0.91	x	x	Ld	x	99.8		0.59	0.37	0.02	0.02
Gr-790	39.16	Ld	22.13	28.23	9.84	1.11	0.92	x	x	Ld	x	101.39		0.59	0.36	0.02	0.02
Gr-791	37.83	Ld	22.16	27.93	9.99	0.85	0.83	x	x	Ld	x	99.58		0.59	0.37	0.02	0.02
Gr-792	38.87	0.08	21.97	28.75	9.49	0.9	0.96	x	x	Ld	x	101.02		0.60	0.35	0.02	0.03

Échantillon EA-57A: Quartzite à Cordiérite avec Porphyroblaste d'Orthopyroxène à texture Coronitique

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-215	68.43	Ld	20.12	0.1	Ld	Ld	1.71	9.04	2.49	x	x	101.88					
PI-218	65.34	Ld	22.82	Ld	Ld	Ld	4.24	8.87	0.13	x	x	101.4					
PI-235	68.4	Ld	20.03	0.13	Ld	Ld	2.29	9.61	0.44	x	x	100.91					
FsK-209	64.94	0.26	18.66	0.19	Ld	Ld	0.14	2.52	12.5	x	x	99.21					
FsK-210	64.85	0.25	18.85	Ld	Ld	Ld	0.26	2.28	12.83	x	x	99.32					
FsK-211	64.42	0.35	18.82	0.17	Ld	Ld	0.22	1.63	14.02	x	x	99.62					
FsK-212	65.09	0.49	18.83	Ld	Ld	Ld	0.17	2.33	13.3	x	x	100.22					

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
FsK-213	64.84	0.37	18.91	0.11	Ld	Ld	Ld	1.63	14.34	x	x	100.2					
FsK-214	65.09	0.14	19.54	Ld	Ld	Ld	0.9	3.93	10.38	x	x	99.98					
FsK-216	64.78	0.47	18.83	Ld	Ld	Ld	1.94	13.56	x	x	99.58						
FsK-217	65.76	0.21	19.16	Ld	Ld	Ld	0.28	3.26	11.76	x	x	100.44					
FsK-230	64.67	0.24	18.64	Ld	0.1	Ld	0.1	1.08	14.57	x	x	99.4					
FsK-231	64.87	0.32	18.79	Ld	Ld	Ld	1.47	14.48	x	x	99.92						
FsK-232	64.6	0.37	18.98	0.16	Ld	0.17	0.19	2	13.83	x	x	100.31					
FsK-233	65.12	0.27	19.45	0.19	Ld	Ld	0.74	4.31	9.71	x	x	99.78					
FsK-234	65.49	0.12	18.97	0.14	Ld	Ld	0.21	1.83	13.48	x	x	100.23					
FsK-236	64.72	0.23	18.95	Ld	Ld	0.14	0.13	1.9	13.83	x	x	99.9					
FsK-237	64.81	0.18	18.83	Ld	Ld	Ld	0.14	1.96	13.92	x	x	99.84					
Bi-225	37.2	3.57	16.29	15.03	14.08	Ld	0.11	0.31	9.74	Ld	0.11	96.43	0.63				
Bi-226	36.96	4.19	15.64	15.39	13.21	0.17	Ld	Ld	9.68	Ld	0.13	95.37	0.60				
Bi-227	36.88	5.22	16.09	17.14	12.26	Ld	0.17	Ld	9.54	Ld	0.23	97.52	0.56				
Bi-228	36.85	5.13	15.84	17.02	12.68	Ld	Ld	Ld	9.64	Ld	0.2	97.34	0.57				
Bi-229	36.39	5.07	15.39	16.33	12.63	Ld	Ld	0.23	9.36	Ld	0.16	95.57	0.58				
Cor-219	51.1	Ld	33.37	6.54	9.21	0.24	Ld	Ld	Ld	Ld	x	100.46	0.72				
Cor-220	50.83	Ld	33.32	6.29	9.47	0.13	Ld	0.19	Ld	0.12	x	100.35	0.73				
Cor-221	50.67	0.09	33.49	6.8	9.41	0.15	Ld	Ld	Ld	Ld	x	100.6	0.71				
Cor-222	50.76	Ld	33.23	5.82	9.15	0.22	0.08	0.36	Ld	0.09	x	99.71	0.74				
Cor-223	50.46	Ld	33.41	6.4	9.42	0.34	Ld	0.21	0.05	Ld	x	100.29	0.72				
Cor-224	50.61	Ld	33.35	6.25	9.17	0.36	Ld	0.28	Ld	Ld	x	100.03	0.72				
Px-116	48.4	0.09	6.46	25.95	18.18	0.76	0.12	x	Ld	0.11	x	100.07	0.55				
Px-120	48.95	0.22	6.65	26.07	18.34	0.54	0.07	x	Ld	Ld	x	100.84	0.55				
Px-121	49.34	0.12	6.32	25.95	17.85	0.54	Ld	x	0.08	0.14	x	100.34	0.55				
Px-122	49.07	0.08	6.4	26.11	18	0.71	0.13	x	Ld	Ld	x	100.5	0.54				
Px-123	48.85	Ld	6.63	26.2	18.2	0.59	0.11	x	Ld	Ld	x	100.58	0.55				
Px-124	49.34	Ld	6.46	25.49	17.74	0.67	Ld	x	Ld	Ld	x	99.7	0.55				

Échantillon EA-44: Quartzite à Orthopyroxène

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Bi-265	36.78	5.55	15.38	15.29	13.55	Ld	Ld	0.41	9.41	0.15	0.11	96.62	0.61				
Bi-266	36.41	4.98	15.41	15.02	13.68	Ld	Ld	0.26	9.4	Ld	0.09	95.25	0.62				
Bi-267	36.34	5.14	15.63	14.61	13.36	0.11	Ld	0.49	9.33	Ld	0.09	95.12	0.62				
Bi-268	36.74	5.16	15.5	14.51	13.42	Ld	Ld	0.36	9.33	Ld	0.13	95.15	0.62				
Bi-269	36.71	5.01	15.7	15.38	13.96	Ld	Ld	0.49	9.24	Ld	0.16	96.65	0.62				
Bi-270	37.16	5.03	15.78	14.69	14.06	Ld	Ld	0.35	9.28	Ld	0.1	96.45	0.63				
Bi-271	37.25	4.99	15.54	14.38	14.24	Ld	Ld	0.29	9.36	Ld	0.17	96.22	0.64				
Bi-272	37.12	5.01	15.46	14.85	14.12	Ld	Ld	0.39	9.52	0.17	0.19	96.82	0.63				
Bi-273	36.73	5.16	15.3	14.68	13.86	0.12	Ld	0.29	9.51	0.12	0.15	95.96	0.63				
Bi-274	36.47	5.15	15.23	15.46	13.4	Ld	Ld	0.38	9.55	Ld	0.16	95.8	0.61				
Bi-275	36.25	5.15	15.57	14.99	13.37	Ld	0.13	0.29	9.22	Ld	0.15	95.12	0.61				
Bi-276	36.33	5.52	15.05	15.18	13.15	Ld	Ld	0.2	9.52	0.09	0.1	95.14	0.61				
Bi-277	36.29	5.01	15.56	14.9	13.56	Ld	Ld	0.57	9.29	Ld	0.11	95.29	0.62				
Bi-278	36.64	4.82	15.86	15.37	13.78	Ld	Ld	0.43	9.23	Ld	0.14	96.25	0.62				
Bi-279	36.22	5.01	15.31	15.79	13.09	Ld	0.12	0.36	9.42	0.09	0.13	95.53	0.60				
Px-68	49.31	0.38	5.74	27.19	17.94	0.19	0.09	x	Ld	Ld	x	100.84	0.54				
Px-69	48.75	0.12	6.41	26.67	17.9	0.25	0.06	x	Ld	Ld	x	100.16	0.54				
Px-71	48.82	Ld	6.03	26.67	17.61	0.26	0.11	x	Ld	Ld	x	99.5	0.54				

POINT	SIO2	AL2O3	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spes	Gross
<b>Échantillon EA-54: Quartzie à Grenat avec Porphyroblaste d'Orthopyroxéne à texture Coronitique</b>															
POINT	SIO2	AL2O3	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spes	Gross
Fsk-755	65.58	0.52	18.05	Ld	Ld	0.4	2.52	13.34	x	x	100.4				
Fsk-756	65.67	0.43	17.93	Ld	Ld	0.33	1.3	15.38	x	x	101.03				
Fsk-757	65.22	0.41	17.99	Ld	Ld	0.33	1.3	14.89	x	x	100.15				
Bi-732	38.46	4.59	16.12	10.96	16.88	Ld	Ld	9.86	Ld	Ld	96.87	0.73			
Bi-733	38.1	4.91	15.8	10.41	16.09	Ld	Ld	9.65	Ld	Ld	94.97	0.73			
Bi-734	37.78	5.35	15.66	11.6	15.77	Ld	Ld	9.8	Ld	Ld	95.96	0.71			
Bi-735	37.93	5.73	15.52	11.29	15.78	Ld	Ld	9.68	Ld	Ld	95.93	0.71			
Bi-747	36.56	4.2	15.89	11.04	16.12	Ld	Ld	9.68	Ld	Ld	93.48	0.72			
Bi-748	37.38	3.98	15.27	10.14	17.05	Ld	Ld	9.66	Ld	Ld	93.47	0.75			
Bi-749	37.6	4.22	15.44	10.81	16.97	Ld	Ld	9.35	Ld	Ld	94.39	0.74			
Bi-750	38.83	4.21	15.6	10.3	17.79	Ld	Ld	9.68	Ld	Ld	96.42	0.75			
Bi-751	38.37	3.66	16.13	12.21	16.07	Ld	Ld	9.78	Ld	Ld	96.21	0.70			
Bi-752	38.33	3.76	16.14	12.08	16.05	Ld	Ld	9.71	Ld	Ld	96.08	0.70			
Bi-753	35.14	4.38	14.66	11.65	14.46	Ld	0.24	Ld	9.03	Ld	Ld	89.55	0.69		
Gr-736	38.28	Ld	21.33	28.49	8.87	0.83	x	x		Ld	x	98.79	0.61	0.34	0.02
Gr-737	38.53	Ld	21.42	28.67	9.31	0.85	0.8	x	x	Ld	x	99.58	0.61	0.35	0.02
Gr-738	38.86	0.12	21.93	28.3	9.7	0.76	0.82	x	x	Ld	x	100.49	0.60	0.36	0.02
Gr-739	37.99	Ld	21.54	28.29	9.48	0.79	0.9	x	x	Ld	x	98.99	0.60	0.36	0.02
Gr-740	38.57	Ld	21.57	28.32	9.47	0.82	0.86	x	x	Ld	x	99.6	0.60	0.36	0.02
Gr-741	38.42	Ld	21.59	29.73	8.97	0.89	0.73	x	x	Ld	x	100.38	0.62	0.34	0.02
Gr-742	38.36	0.12	21.35	29.11	8.91	1.08	0.8	x	x	Ld	x	99.72	0.62	0.34	0.02
Gr-743	38.68	Ld	21.43	28.43	8.93	0.95	0.89	x	x	Ld	x	99.3	0.61	0.34	0.02
Gr-744	38.19	Ld	21.73	28.77	9.44	0.87	0.93	x	x	Ld	x	99.93	0.60	0.35	0.02
Gr-745	38.36	Ld	21.44	28.6	9.46	0.91	0.82	x	x	Ld	x	99.59	0.60	0.36	0.02
Gr-746	38.57	Ld	21.48	28.58	9.31	1.01	1	x	x	Ld	x	99.94	0.60	0.35	0.03
Gr-754	37.92	Ld	21.41	28.81	9.27	0.96	0.79	x	x	Ld	x	99.14	0.61	0.35	0.02
Px-335	48.26	Ld	7.13	25.51	18.79	0.48	Ld	x		Ld	x	100.17	0.56		

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Px-336	47.64	0.19	7.32	25.45	18.88	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	99.47	0.57				
Px-337	47.94	0.16	7.28	25.56	18.85	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	99.8	0.57				
Px-338	48.2	Ld	7.22	26.18	18.89	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	100.5	0.56				
Px-339	48.03	Ld	7.44	25.39	19.15	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	100.01	0.57				
Px-340	46.46	1.62	6.83	26.21	18.3	0.41	Ld	x	Ld	Ld	x	99.84	0.55				
Px-341	47.67	0.16	7.43	25.83	19.19	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	100.28	0.57				
Px-342	47.27	1.3	7.04	25.35	18.34	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	99.31	0.56				
Px-343	48.61	0.14	7.49	25.34	18.91	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	100.49	0.57				
Px-344	48.55	Ld	7.23	25.62	18.8	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	100.2	0.57				
Px-345	48.53	Ld	6.81	24.73	19.86	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	99.92	0.59				
Px-346	48.32	Ld	7.33	24.6	19.32	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	99.56	0.58				
Px-347	48.15	Ld	7.01	26.23	19.02	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	100.41	0.56				
Px-348	48.68	0.09	7.08	24.25	19.64	Ld	Ld	x	Ld	Ld	x	99.74	0.59				
Px-349	47.99	0.15	6.79	25.91	18.78	0.45	Ld	x	Ld	Ld	x	100.07	0.56				

Échantillon EA-41: Porphyroblaste de Grenat à texture Coronitique

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
PI-91	63.33	Ld	23.41	Ld	Ld	Ld	5.1	8.13	0.23	x	x	100.21					
PI-92	63.7	Ld	23.64	Ld	Ld	Ld	5.15	7.83	0.32	x	x	100.65					
PI-94	63.4	Ld	23.55	0.11	Ld	Ld	5.19	7.64	0.25	x	x	100.13					
PI-95	63.01	Ld	23.69	Ld	Ld	Ld	5.39	7.88	0.23	x	x	100.2					
PI-100	63.59	Ld	23.44	Ld	Ld	Ld	5.15	8.13	0.33	x	x	100.64					
PI-101	63.59	Ld	23.7	Ld	Ld	Ld	5.25	7.78	0.35	x	x	100.67					
PI-102	62.93	0.09	23.62	Ld	Ld	0.09	5.36	8.02	0.39	x	x	100.51					
PI-103	62.51	Ld	23.99	Ld	Ld	Ld	5.64	7.64	0.29	x	x	100.06					
PI-106	62.41	Ld	23.92	Ld	Ld	Ld	5.32	7.97	0.34	x	x	99.96					
PI-107	63.13	Ld	23.27	Ld	Ld	Ld	5.2	7.91	0.3	x	x	99.82					
PI-111	62.47	0.07	23.15	0.18	Ld	Ld	5.06	7.93	0.34	x	x	99.2					
PI-112	62.57	Ld	23.23	0.16	Ld	Ld	5.22	7.83	0.34	x	x	99.36					
PI-118	63.17	Ld	23.51	0.19	Ld	Ld	5.14	8.06	0.25	x	x	100.31					
PI-119	63.23	Ld	23.73	Ld	Ld	Ld	5.44	7.83	0.21	x	x	100.44					
PI-122	62.64	Ld	23.45	Ld	Ld	Ld	5.18	7.94	0.18	x	x	99.39					
PI-123	62.79	Ld	23.49	0.09	Ld	0.11	5.28	7.94	0.11	x	x	99.8					
PI-129	62.59	0.08	23.12	Ld	Ld	Ld	5.33	7.88	0.2	x	x	99.21					
PI-130	62.82	Ld	23.96	Ld	Ld	0.15	5.35	8.03	0.21	x	x	100.53					
PI-138	62.58	0.12	23.22	Ld	Ld	Ld	5.27	7.88	0.25	x	x	99.33					
PI-139	62.67	0.09	23.21	Ld	Ld	Ld	5.23	8	0.22	x	x	99.41					
PI-140	63.41	0.12	23.36	Ld	Ld	Ld	5.19	8.03	0.19	x	x	100.3					
PI-141	62.13	0.13	23.49	Ld	Ld	Ld	5.39	7.99	0.26	x	x	99.39					
FsK-104	64.69	0.69	18.09	Ld	0.18	Ld	0.09	0.47	16.07	x	x	100.27					
FsK-105	64.25	0.8	19.15	0.19	Ld	Ld	0.82	2.15	12.74	x	x	100.1					
Bi-108	36.88	4.51	16.73	16.94	13.1	Ld	Ld	0.14	9.33	Ld	0.23	97.85	0.58				
Bi-109	39.24	3.25	18.29	15.29	11.58	Ld	Ld	Ld	8	Ld	0.12	95.77	0.57				
Bi-110	36.66	3.91	16.67	16.79	13.71	Ld	Ld	Ld	8.54	0.1	0.21	96.57	0.59				
Bi-124	39.46	3.24	15.4	9.81	18.57	Ld	Ld	Ld	9.56	Ld	0.05	96.09	0.77				
Bi-125	39.19	3.26	15.18	9.22	18.98	Ld	Ld	Ld	9.57	Ld	0.07	95.46	0.79				
Bi-126	39.04	3.37	15.66	10.01	18.9	Ld	Ld	Ld	9.57	0.08	0.05	96.67	0.77				
Bi-133	35.41	2.48	16.45	17.5	16.78	Ld	Ld	Ld	6.19	0.11	0.25	95.17	0.63				
Bi-134	38.9	3.65	15.56	10.08	18	0.2	Ld	0.23	9.36	Ld	0.21	96.19	0.76				

POINT	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CL	TOTAL	X <sub>Mg</sub>	Alm	Pyr	Spess	Gross	
Bi-135	38.37	3.35	15.13	11.2	18.21	0.09	Ld	0.14	9.51	Ld	0.23	99.7	0.63	0.30	0.04	0.03	
Gr-89	38.48	Ld	22.15	28.52	7.76	1.63	x	Ld	x	Ld	x	99.9	0.63	0.29	0.04	0.04	
Gr-90	38.37	Ld	21.39	29.33	7.6	1.81	1.4	x	Ld	x	x	99.68	0.63	0.30	0.04	0.03	
Gr-96	38.44	Ld	21.49	29.23	7.67	1.75	1.1	x	Ld	x	x	99.94	0.63	0.30	0.04	0.03	
Gr-97	38.46	Ld	21.86	29.14	7.77	1.61	1.11	x	Ld	x	x	100.25	0.65	0.29	0.04	0.03	
Gr-98	30.68	Ld	21.44	30.01	7.44	1.64	1.05	x	Ld	x	x	99.94	0.64	0.28	0.04	0.03	
Gr-99	38.48	0.07	21.47	29.6	7.35	1.74	1.22	x	Ld	x	x	100.31	0.61	0.32	0.04	0.03	
Gr-113	38.01	Ld	21.29	29.34	7.53	1.87	1.08	x	Ld	x	x	99.12	0.64	0.29	0.04	0.03	
Gr-114	38.24	Ld	21.29	28.63	7.67	1.97	1.05	x	Ld	x	x	99.04	0.63	0.30	0.04	0.03	
Gr-115	38.1	Ld	21.36	29.61	7.19	2.04	0.99	x	Ld	x	x	99.45	0.65	0.28	0.05	0.03	
Gr-116	38.93	Ld	21.78	28.22	8.4	1.68	1.21	x	Ld	x	x	100.31	0.61	0.32	0.04	0.03	
Gr-117	38.98	Ld	21.89	27.72	8.26	1.65	1.49	x	Ld	x	x	100	0.60	0.32	0.04	0.04	
Gr-120	38.46	Ld	21.65	28.22	8.63	1.79	0.99	x	Ld	x	x	99.74	0.60	0.33	0.04	0.03	
Gr-121	38.57	Ld	21.57	28.26	8.54	1.67	1.02	x	Ld	x	x	99.62	0.61	0.33	0.04	0.03	
Gr-127	38.34	Ld	21.27	28.57	8.23	1.4	1.17	x	Ld	x	x	99.07	0.62	0.32	0.03	0.03	
Gr-128	38.36	Ld	21.73	28.91	8.02	1.55	1.19	x	Ld	x	x	99.86	0.62	0.31	0.03	0.03	
Gr-131	38.43	0.13	21.69	28.6	7.84	1.62	1.16	x	Ld	x	x	99.47	0.63	0.31	0.04	0.03	
Gr-132	38.22	Ld	21.52	29.36	7.72	1.53	1.27	x	Ld	x	x	99.61	0.63	0.30	0.03	0.04	
Gr-136	38.6	Ld	21.42	28.75	8.13	1.51	1.12	x	Ld	x	x	99.53	0.62	0.31	0.03	0.03	
Gr-137	37.98	Ld	21.74	29.69	7.37	1.66	1.17	x	Ld	x	x	99.6	0.65	0.29	0.04	0.03	
<b>Échantillon EA-50: Porphyroblaste de Granat à texture Coronitique</b>																	
POINT	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CL	TOTAL	X <sub>Mg</sub>	Alm	Pyr	Spess	Gross	
PI-813	65.33	Ld	22.39	Ld	Ld	3.95	8.14	Ld	x	x	x	99.81					
PI-814	65.31	Ld	22.27	Ld	Ld	3.94	8.18	Ld	x	x	x	99.7					
PI-815	64.83	Ld	22.37	Ld	Ld	4.19	8.08	Ld	x	x	x	99.48					
PI-819	64.58	0.25	22.68	Ld	Ld	4.19	8.35	Ld	x	x	x	100.05					
PI-820	65.77	0.26	21.4	Ld	Ld	2.87	7.05	2.5	x	x	x	99.85					
PI-821	65.61	0.17	22.47	Ld	Ld	3.91	8.78	Ld	x	x	x	100.93					
PI-822	65.95	Ld	22.24	Ld	Ld	3.73	8.97	Ld	x	x	x	100.88					
FsK-796	65.89	0.93	18.81	Ld	Ld	0.68	3.85	10.38	x	x	x	100.54					
FsK-797	66.71	0.75	19.3	Ld	Ld	1.1	5.18	7.42	x	x	x	100.46					
Gr-798	38.13	Ld	21.46	31.68	7.1	1.29	0.63	x	Ld	x	x	100.3	0.68	0.27	0.03	0.02	
Gr-799	38.24	Ld	21.54	30.6	7.76	1.23	0.75	x	Ld	x	x	100.11	0.66	0.30	0.03	0.02	
Gr-800	38.04	Ld	21.6	29.94	7.85	1.06	0.86	x	Ld	x	x	99.35	0.65	0.30	0.02	0.02	
Gr-801	38.33	0.1	21.73	30.25	8.26	1.17	0.85	x	Ld	x	x	100.7	0.64	0.31	0.03	0.02	
Gr-802	38.35	Ld	21.86	29.41	8.24	1.43	0.78	x	Ld	x	x	100.07	0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-803	38.16	Ld	21.8	29.84	8.37	1.53	0.75	x	Ld	x	x	100.45	0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-804	38.27	Ld	21.4	29.61	8.4	1.32	0.73	x	Ld	x	x	99.73	0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-805	38.41	Ld	21.66	29.98	8.31	1.18	0.79	x	Ld	x	x	100.33	0.64	0.32	0.03	0.02	
Gr-806	38.12	Ld	21.88	30.36	8.27	1.17	0.75	x	Ld	x	x	100.55	0.64	0.31	0.03	0.02	
Gr-807	38.46	Ld	21.96	29.15	8.34	1.23	0.68	x	Ld	x	x	99.83	0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-809	38.44	Ld	21.91	29.92	8.44	1.25	0.78	x	Ld	x	x	100.74	0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-810	38.51	Ld	21.52	29.88	8.3	1.22	0.67	x	Ld	x	x	100.1	0.64	0.32	0.03	0.02	
Gr-811	38.3	Ld	21.98	29.36	8.61	1.24	0.73	x	Ld	x	x	100.23	0.63	0.33	0.03	0.02	
Gr-812	38.56	Ld	21.74	30.01	8.44	1.29	0.65	x	Ld	x	x	100.69	0.64	0.32	0.03	0.02	
Gr-816	38.34	Ld	22.23	30.08	8.31	1.21	0.71	x	Ld	x	x	100.89	0.64	0.31	0.03	0.02	
Gr-817	38.81	Ld	22.03	30.2	8.51	1.25	0.73	x	Ld	x	x	101.53	0.63	0.32	0.03	0.02	
Gr-818	38.53	Ld	21.69	30.03	8.23	1.26	0.7	x	Ld	x	x	100.44	0.64	0.31	0.03	0.02	

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Gr-823	37.58	Ld	21.92	30.61	7.59	1.32	0.8	x	x	Ld	x	99.82		0.66	0.29	0.03	0.02
Gr-824	37.98	Ld	21.65	30.49	7.76	1.39	0.68	x	x	Ld	x	99.95		0.65	0.30	0.03	0.02
Gr-825	38.14	Ld	21.58	31.38	7.21	1.15	0.77	x	x	Ld	x	100.24		0.68	0.28	0.03	0.02

Échantillon EA-60A: Matériel Résiduel

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Bi-280	37.86	3.87	14.99	12.2	16.74	Ld	0.68	9.55	Ld	0.15	96.05		0.71				
Bi-281	37.46	3.58	15.28	11.87	17.13	Ld	0.08	0.48	9.57	Ld	0.14	95.59		0.72			
Bi-282	38.08	4.61	14.88	12.34	16.11	Ld	0.08	0.2	9.34	Ld	0.12	95.77		0.70			
Bi-283	38.44	4.72	15.24	11.99	16.51	Ld	0.44	9.53	Ld	0.12	97		0.71				
Bi-299	37.95	4.78	15.27	12.19	16.21	Ld	0.32	9.43	Ld	0.22	96.38		0.70				
Bi-300	37.77	4.65	15.1	12.44	15.78	Ld	0.46	9.29	Ld	0.15	95.63		0.69				
Bi-301	37.52	4.39	15.28	11.71	16.73	Ld	0.39	9.63	Ld	0.1	95.75		0.72				
Bi-302	37.68	4.64	14.79	11.73	16.54	Ld	0.57	9.69	Ld	0.18	95.81		0.72				
Bi-303	37.57	4.31	15.18	11.89	16.09	Ld	0.09	0.4	9.35	Ld	0.21	95.09		0.71			
Bi-304	37.75	4.4	14.98	12.11	16.46	Ld	0.37	9.53	Ld	0.15	95.75		0.71				
Bi-305	37.47	4.53	15.27	11.73	16.67	Ld	0.44	9.43	Ld	0.19	95.74		0.72				
Bi-306	38.3	4.28	15.03	11.58	16.76	Ld	0.13	0.47	9.48	Ld	0.15	96.18		0.72			
Bi-307	37.45	4.42	15.19	11.91	16.29	Ld	0.07	0.53	9.18	0.08	0.17	95.31		0.71			
Bi-308	37.68	4.44	15	11.84	16.26	0.17	0.12	0.42	9.45	Ld	0.2	95.57		0.71			
Bi-309	37.59	4.51	15.58	11.8	16.08	Ld	0.07	0.49	9.5	Ld	0.18	95.8		0.71			
Bi-310	37.66	4.55	15.32	12.22	16.29	Ld	0.37	9.58	Ld	0.17	96.17		0.70				
Cor-284	49.64	Ld	33.73	4.34	10	0.1	Ld	0.2	Ld	Ld	x	98.01		0.80			
Cor-285	50.19	Ld	33.79	4.45	10.03	0.09	Ld	0.27	0.05	Ld	x	98.87		0.80			
Cor-286	50.37	Ld	33.31	4.75	9.94	0.11	Ld	0.13	Ld	Ld	x	98.61		0.79			
Cor-287	49.73	Ld	33.23	4.41	10.07	0.18	Ld	0.28	0.08	Ld	x	97.99		0.80			
Cor-288	49.56	Ld	33.64	4.46	9.97	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.63		0.80			
Cor-289	49.24	Ld	33.47	4.21	9.86	0.14	Ld	0.15	Ld	Ld	x	97.08		0.81			
Cor-290	49.84	Ld	33.6	4.35	10.01	0.16	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.95		0.80			
Cor-291	49.8	0.11	33.39	4.5	9.92	0.11	Ld	0.2	Ld	Ld	x	98.02		0.80			
Cor-292	49.7	Ld	33.56	5.01	9.94	0.19	Ld	0.21	Ld	Ld	x	98.61		0.78			
Cor-293	49.93	Ld	33.63	4.51	10.05	0.25	Ld	0.29	Ld	Ld	x	98.65		0.80			
Cor-294	49.44	Ld	33.36	4.77	10	0.14	0.07	0.15	Ld	Ld	x	97.92		0.79			
Cor-295	49.65	Ld	33.42	4.26	9.99	0.28	Ld	Ld	Ld	Ld	x	97.58		0.81			
Cor-296	49.8	Ld	33.13	4.32	10.18	0.09	Ld	0.21	Ld	0.1	x	97.83		0.81			
Cor-297	49.52	Ld	33.57	4.58	9.74	0.14	Ld	0.29	0.09	0.11	x	98.06		0.79			
Cor-298	49.5	Ld	33.37	4.69	9.69	0.11	Ld	0.24	Ld	Ld	x	97.59		0.79			
Px-125	50.82	Ld	4.68	24.92	19.85	0.15	0.14	x	Ld	Ld	x	100.56		0.59			
Px-127	50.12	Ld	5.33	25.1	19.62	0.34	0.06	x	Ld	0.14	x	100.71		0.58			
Px-128	50.66	Ld	5.2	24.56	19.73	0.19	Ld	x	Ld	Ld	x	100.34		0.59			
Px-131	50.57	Ld	5.37	25.05	19.93	0.28	Ld	x	Ld	Ld	x	101.2		0.58			
Px-132	50.24	Ld	5.27	24.51	19.94	0.35	0.08	x	Ld	0.08	x	100.47		0.59			
Px-133	50.14	0.1	5.56	25.05	19.82	0.22	0.09	x	Ld	Ld	x	100.98		0.58			
Px-134	50.16	0.11	5.43	24.66	19.88	0.32	0.15	x	Ld	0.12	x	100.83		0.59			
Px-135	50.29	Ld	5.38	24.84	20.09	0.22	Ld	x	Ld	0.19	x	101.01		0.59			
Px-137	50.38	Ld	5.71	24.38	20.01	0.32	Ld	x	Ld	Ld	x	100.8		0.59			
Px-138	50.24	Ld	5.41	24.57	20.02	0.23	Ld	x	Ld	Ld	x	100.47		0.59			
Px-139	50.33	Ld	5.23	24.23	19.76	0.34	Ld	x	Ld	0.08	x	99.97		0.59			
Px-140	50.18	0.08	5.21	23.88	19.82	0.28	Ld	x	Ld	Ld	x	99.45		0.59			

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Px-141	49.78	0.13	5.86	24.52	20.07	0.29	Ld	x	Ld	Ld	x	100.65	0.59				
Px-143	49.98	0.18	5.61	24.9	19.94	0.24	0.11	x	Ld	Ld	x	100.96	0.59				
Px-144	49.31	Ld	5.89	24.36	19.55	0.34	0.06	x	Ld	Ld	x	99.51	0.59				
Px-145	49.78	0.14	5.92	24.36	19.72	0.3	Ld	x	Ld	Ld	x	100.22	0.59				
Px-146	49.64	0.2	5.53	24.42	19.51	0.27	Ld	x	Ld	Ld	x	99.57	0.58				
Px-147	49.36	Ld	5.77	24.18	20.09	0.17	0.11	x	Ld	Ld	x	99.68	0.60				
Px-148	49.55	Ld	5.86	24.56	19.78	0.16	Ld	x	Ld	Ld	x	99.91	0.59				
Px-149	50.05	0.12	5.41	24.55	19.81	0.33	Ld	x	Ld	Ld	x	100.27	0.59				
Px-150	49.23	Ld	6.19	24.32	19.61	0.14	Ld	x	Ld	0.14	x	99.63	0.59				
Px-151	50.79	0.17	4.08	23.75	20.34	0.32	Ld	x	Ld	Ld	x	99.45	0.60				
Px-152	50.46	Ld	4.4	23.98	19.94	0.28	0.07	x	Ld	Ld	x	99.13	0.59				
Px-153	49.35	Ld	5.97	24.1	19.47	0.32	0.05	x	Ld	Ld	x	99.26	0.59				
Px-154	49.38	0.1	5.79	24.83	19.75	0.19	0.05	x	0.07	Ld	x	100.16	0.58				
Px-155	49.36	Ld	5.97	23.65	19.71	0.27	0.07	x	Ld	0.08	x	99.11	0.59				
Px-156	49.49	0.11	6.13	24.09	19.52	0.21	Ld	x	Ld	Ld	x	99.55	0.59				
Px-157	49.4	Ld	5.41	24.33	19.67	0.38	0.05	x	Ld	Ld	x	99.24	0.59				
Px-158	49.43	0.24	5.62	24.18	19.28	0.33	Ld	x	Ld	Ld	x	99.08	0.58				
Px-159	49.37	Ld	5.81	24.46	19.61	0.31	0.15	x	Ld	Ld	x	99.71	0.59				
Px-160	49.14	0.11	6.15	24.26	19.52	0.44	Ld	x	Ld	0.1	x	99.72	0.58				
Px-161	49.14	0.16	6.27	24.12	19.43	0.33	0.1	x	Ld	Ld	x	99.55	0.59				
Px-164	49.14	0.16	5.53	24.21	19.74	0.41	0.11	x	0.1	Ld	x	99.4	0.59				
Px-165	49.39	Ld	5.93	23.87	19.58	0.3	Ld	x	Ld	Ld	x	99.07	0.59				
Px-167	48.74	0.09	6.27	24.16	19.35	0.36	0.08	x	Ld	Ld	x	99.05	0.58				
Px-169	49.68	Ld	5.91	24.22	19.84	0.43	Ld	x	Ld	Ld	x	100.08	0.59				
Px-170	50.18	Ld	5.67	24.56	20	0.35	0.06	x	Ld	Ld	x	100.82	0.59				
Px-171	50.75	0.22	4.78	24.16	20.24	0.18	Ld	x	Ld	Ld	x	100.33	0.60				

Échantillon EA-60B: Matériel Résiduel

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Bi-519	39.32	4.23	15.62	11.53	17.26	Ld	Ld	Ld	9.78	Ld	Ld	97.73	0.73				
Bi-520	39.43	3.98	15.55	11.38	16.8	Ld	Ld	Ld	9.89	Ld	Ld	97.02	0.72				
Bi-526	39.26	5.05	15.61	11.58	17.02	Ld	Ld	Ld	9.65	Ld	Ld	98.16	0.72				
Bi-527	39.65	4.83	15.5	11.3	17.13	Ld	Ld	Ld	9.94	Ld	Ld	98.34	0.73				
Bi-528	39.39	4.14	15.6	10.8	18.16	Ld	Ld	Ld	9.87	0.2	Ld	98.17	0.75				
Bi-529	39.42	3.96	15.53	10.66	18.07	Ld	Ld	Ld	9.76	Ld	Ld	97.4	0.75				
Bi-530	40.03	4.74	15.16	10.34	18.19	Ld	Ld	Ld	9.51	Ld	Ld	97.97	0.76				
Bi-531	39.66	4.59	15.53	10.61	17.71	Ld	Ld	Ld	10.02	Ld	Ld	98.13	0.75				
Bi-537	39.65	4.99	15.39	11.76	16.25	Ld	Ld	Ld	10.05	Ld	Ld	98.1	0.71				
Bi-538	39.87	4.89	15.55	11.74	17.07	Ld	Ld	Ld	9.97	Ld	Ld	99.1	0.72				
Bi-539	40.08	4.58	15.3	11.47	17.19	Ld	0.26	Ld	9.99	Ld	Ld	98.86	0.73				
Cor-521	50.14	0.07	33.6	4.8	10.24	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.86	0.79				
Cor-522	50.51	Ld	33.72	4.3	10.25	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.78	0.81				
Cor-523	50.15	Ld	33.78	4.58	10.17	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.68	0.80				
Cor-524	50.68	Ld	34.02	4.35	10.45	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	99.5	0.81				
Cor-525	50.61	Ld	33.6	4.57	9.99	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.77	0.80				
Cor-532	51.15	Ld	33.99	4.34	10.4	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	99.87	0.81				
Cor-533	50.55	Ld	33.53	4.32	10.5	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.91	0.81				
Cor-534	50.45	0.09	33.76	4.32	10.17	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	98.78	0.81				
Cor-535	50.77	Ld	33.76	4.89	10.13	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	99.55	0.79				

POINT	SIO2	TIO2	AL2O3	FEO	MGO	MNO	CAO	NA2O	K2O	CR2O3	CL	TOTAL	Xmg	Alm	Pyr	Spess	Gross
Cor-536	50.85	Ld	34.04	4.22	10.52	Ld	Ld	Ld	Ld	Ld	x	99.64	0.82				
Px-1	50.54	Ld	4.92	24.53	20.36	0.29	Ld	x	Ld	Ld	x	100.64	0.59				
Px-2	50.65	0.1	5.19	24.43	20.38	0.38	Ld	x	Ld	Ld	x	101.13	0.59				
Px-3	50.64	Ld	4.62	24.59	20.25	0.19	Ld	x	0.06	Ld	x	100.35	0.59				
Px-5	51.34	Ld	5.21	23.8	19.97	0.22	0.09	x	Ld	0.09	x	100.72	0.60				
Px-6	51.3	0.08	5.5	23.85	19.63	0.19	0.06	x	0.04	Ld	x	100.65	0.59				
Px-7	50.12	0.15	5.75	23.71	20.1	0.47	Ld	x	Ld	Ld	x	100.3	0.60				
Px-10	50.59	0.13	5.17	24.28	20.34	0.38	Ld	x	Ld	Ld	x	100.89	0.60				
Px-11	49.6	0.12	5.4	24.42	20.24	0.26	0.1	x	Ld	Ld	x	100.14	0.59				
Px-12	49.84	Ld	5.42	23.85	19.94	0.22	0.05	x	Ld	0.11	x	99.43	0.60				
Px-22	50.42	Ld	4.42	24.28	20.18	0.25	Ld	x	Ld	Ld	x	99.55	0.59				
Px-23	50.62	Ld	5.41	24.42	20.09	0.39	Ld	x	Ld	Ld	x	100.93	0.59				
Px-26	50.79	Ld	5.16	23.99	20.52	0.22	0.08	x	Ld	Ld	x	100.76	0.60				
Px-29	51.12	0.17	5.23	24.17	20.31	0.14	Ld	x	0.05	0.1	x	101.29	0.60				
Px-30	51.75	0.08	3.86	23.55	21.11	0.16	0.12	x	Ld	Ld	x	100.63	0.61				
Px-33	50.75	Ld	5.06	24.06	20.66	0.33	0.05	x	0.04	Ld	x	100.95	0.60				
Px-37	50.78	Ld	5.52	23.55	20.89	0.19	Ld	x	Ld	Ld	x	100.93	0.61				
Px-39	50.82	Ld	5.12	23.67	20.89	0.35	Ld	x	Ld	Ld	x	100.85	0.61				
Px-42	50.32	0.11	5.05	24.21	20.39	0.25	Ld	x	Ld	Ld	x	100.33	0.60				
Px-43	50.7	Ld	5	24.16	20.6	0.22	Ld	x	0.04	Ld	x	100.72	0.60				
Px-45	50.07	Ld	5.78	24.06	20.11	0.37	0.08	x	Ld	0.17	x	100.64	0.59				
Px-46	50.25	Ld	5.26	24.17	20.81	0.26	0.1	x	Ld	0.09	x	100.94	0.60				
Px-47	50.1	0.16	5.71	24.31	20.26	0.13	0.18	x	Ld	Ld	x	100.85	0.60				
Px-48	50.7	0.12	4.91	23.8	20.62	0.19	0.06	x	Ld	Ld	x	100.4	0.60				
Px-49	50.39	0.1	5.59	23.41	20.95	0.24	Ld	x	Ld	0.14	x	100.82	0.61				
Px-51	49.87	Ld	6.11	23.59	20.59	0.29	0.15	x	Ld	Ld	x	100.6	0.61				
Px-52	49.53	Ld	6.25	24.04	20.2	0.14	Ld	x	Ld	Ld	x	100.16	0.60				
Px-55	50.79	Ld	4.59	24.13	21.29	0.16	Ld	x	Ld	Ld	x	100.96	0.61				
Px-56	50.17	Ld	6.12	23.73	20.57	0.14	Ld	x	Ld	0.09	x	100.82	0.61				
Px-57	51.04	0.16	4.49	23.2	20.8	0.16	0.09	x	Ld	Ld	x	99.94	0.61				
Px-58	50.75	Ld	4.77	23.88	20.88	0.33	Ld	x	Ld	Ld	x	100.61	0.61				
Px-59	50.04	Ld	5.67	23.59	20.46	Ld	0.07	x	Ld	0.15	x	99.98	0.61				
Px-60	50.09	Ld	5.54	24.21	20.69	0.25	0.11	x	Ld	Ld	x	100.89	0.60				
Px-61	50.59	Ld	5.12	23.59	20.86	0.34	Ld	x	Ld	0.13	x	100.63	0.61				
Px-62	49.64	0.11	5.81	23.78	20.55	0.17	0.1	x	Ld	Ld	x	100.16	0.60				
Px-63	50.72	Ld	6	23.33	20.62	0.17	0.05	x	Ld	0.14	x	101.03	0.61				
Px-64	50.26	Ld	5.72	23.77	20.81	0.23	0.06	x	Ld	Ld	x	100.85	0.61				
Px-66	50.43	Ld	5.34	23.31	20.68	0.28	0.05	x	Ld	0.1	x	100.19	0.61				
Px-67	49.89	Ld	5.67	23.5	20.74	0.26	0.05	x	Ld	Ld	x	100.11	0.61				

Ld: Résultats obtenus sous la limite de détection.

x: L'élément n'a pas été analysé pour cette phase.

N.B.: La même nomenclature est valide pour l'annexe C.

**ANNEXE C**

Résultats des analyses  
géochimiques  
des roches totales

Échantillon	EA18	EA14	EA62	EA63	EA15	EA19
Lithologie	Dyke 2-3	Dyke 3	Dyke Schl	Dyke Spot	Gns Granodi	Gns Interm
Anhyd. Ratio	1.00	1.01	1.02	1.01	1.02	1.02
SiO <sub>2</sub> (%)	77.41	77.46	72.71	72.60	72.98	59.68
TiO <sub>2</sub> (%)	0.10	0.11	0.18	0.20	0.81	1.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	12.78	12.41	14.42	14.64	12.62	13.53
FeO* (%)	1.81	1.79	2.24	1.31	6.10	12.82
MnO (%)	0.05	0.06	0.05	0.01	0.18	0.19
MgO (%)	0.56	0.45	0.82	0.34	1.73	4.35
CaO (%)	1.88	1.43	1.27	1.32	1.77	6.59
Na <sub>2</sub> O (%)	4.24	3.25	2.40	2.35	2.68	0.72
K <sub>2</sub> O (%)	1.11	2.94	5.82	7.14	1.05	0.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.06	0.09	0.09	0.08	0.08	0.14
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	0.15	0.22	0.39	0.47	0.01	0.01
Mg #	35.56	31.15	39.37	31.71	33.51	37.67
Cr (ppm)	13	10	35	6	12	20
Ni (ppm)	13	10	14	10	12	Ld
Co (ppm)	2	2	3	3	5	33
Sc (ppm)	9.7	10.2	11.5	4.2	18.7	42.3
V (ppm)	10	10	10	19	19	340
Pb (ppm)	26	34	51	44	15	Ld
W (ppm)	0.50	0.20	Ld	0.20	1.52	2.63
Rb (ppm)	9	36	136	150	26	18
Cs (ppm)	Ld	Ld	0.61	0.30	Ld	0.41
Ba (ppm)	443	2417	1042	1307	755	470
Sr (ppm)	71	86	121	147	63	111
Ta (ppm)	0.20	0.29	0.41	0.10	1.22	1.20
Nb (ppm)	2.0	2.0	2.0	2.0	14.2	13.2
Hf (ppm)	3.7	6.0	5.8	4.6	13.8	6.7
Zr (ppm)	110	161	197	147	477	251
Y (ppm)	113	69	312	65	118	68
Th (ppm)	19.0	11.7	36.4	28.8	33.4	13.2
U (ppm)	2.30	1.72	4.59	1.71	4.06	3.67
La (ppm)	38.15	29.92	85.84	60.07	75.66	28.31
Ce (ppm)	73.7	57.4	167.4	114.1	156.3	63.6
Nd (ppm)	15.2	13.0	48.9	38.1	59.9	25.4
Sm (ppm)	8.85	6.22	17.32	9.70	17.21	8.37
Eu (ppm)	2.86	3.22	3.30	3.02	2.86	1.75
Tb (ppm)	2.61	1.49	5.24	1.67	3.37	1.78
Yb (ppm)	16.7	12.9	39.1	6.7	13.4	7.1
Lu (ppm)	2.76	2.26	6.28	1.10	2.19	1.21

Échantillon	EA28	EA53	EA36	EA27	EA34	EA22
Lithologie	Gns Interm	Gns Maf	GnsQF Gr	GnsQF Gr	GnsQF Gr	GnsQF Gr
Anhyd. Ratio	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01
SiO <sub>2</sub> (%)	52.06	48.00	73.04	76.20	78.12	77.94
TiO <sub>2</sub> (%)	0.92	2.01	0.65	0.29	0.41	0.31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	16.15	13.88	12.14	12.63	11.68	11.88
FeO* (%)	12.05	16.79	4.34	3.01	2.72	3.35
MnO (%)	0.20	0.30	0.04	0.03	0.03	0.03
MgO (%)	7.29	6.43	2.13	1.83	2.18	3.06
CaO (%)	10.29	9.99	0.12	0.44	0.65	0.08
Na <sub>2</sub> O (%)	0.88	2.11	1.44	1.69	1.28	0.67
K <sub>2</sub> O (%)	0.07	0.32	6.02	3.82	2.90	2.63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.08	0.16	0.09	0.06	0.05	0.04
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	0.01	0.01	0.22	0.32	0.42	0.59
Mg #	51.89	40.56	46.66	51.93	58.83	61.97
Cr (ppm)	95	132	14	22	12	19
Ni (ppm)	42	70	18	19	10	10
Co (ppm)	48	60	4	3	3	5
Sc (ppm)	42.6	50.3	13.5	7.1	7.5	5.5
V (ppm)	237	411	16	10	14	29
Pb (ppm)	4	8	27	23	12	11
W (ppm)	1.00	1.55	0.40	Ld	Ld	0.23
Rb (ppm)	Ld	12	122	84	56	62
Cs (ppm)	Ld	0.10	0.70	0.30	0.71	1.01
Ba (ppm)	62	44	2166	1009	786	1964
Sr (ppm)	80	76	40	43	33	24
Ta (ppm)	0.32	0.43	1.00	0.71	0.80	0.32
Nb (ppm)	4.1	5.1	15.1	13.2	14.2	11.2
Hf (ppm)	2.7	2.6	14.5	12.4	13.0	8.4
Zr (ppm)	81	94	481	322	417	234
Y (ppm)	36	43	99	110	92	50
Th (ppm)	3.0	0.3	38.9	35.3	31.6	21.6
U (ppm)	0.58	0.19	3.72	2.84	3.56	1.92
La (ppm)	8.58	8.14	84.99	84.34	74.68	50.73
Ce (ppm)	22.0	22.1	172.1	176.4	158.1	106.7
Nd (ppm)	8.1	11.9	66.1	71.3	63.3	38.9
Sm (ppm)	3.99	4.68	17.86	17.98	17.20	10.18
Eu (ppm)	0.92	1.24	2.99	2.28	2.92	2.16
Tb (ppm)	1.15	1.03	3.37	3.10	3.06	1.65
Yb (ppm)	3.3	3.8	10.7	12.2	9.5	5.6
Lu (ppm)	0.54	0.66	1.75	1.98	1.55	0.91

Échantillon	EA16 GnsQF Opx	EA33 Leuco Mixte	EA29 Leucodyke	EA32 Leucodyke	EA35 Leucodyke	EA59 Leucodyke
Anhyd. Ratio	1.00	1.01	1.01	1.00	1.02	1.00
SiO <sub>2</sub> (%)	76.27	76.75	76.73	75.79	80.02	75.09
TiO <sub>2</sub> (%)	0.60	0.11	0.06	0.06	0.11	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	10.40	13.34	12.80	13.70	12.14	14.92
FeO* (%)	5.75	0.83	0.53	0.97	2.77	0.56
MnO (%)	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01
MgO (%)	3.80	0.50	0.14	0.36	2.67	0.57
CaO (%)	0.32	1.56	0.31	1.21	0.66	1.81
Na <sub>2</sub> O (%)	1.31	2.98	2.53	3.24	0.85	4.22
K <sub>2</sub> O (%)	1.45	3.83	6.82	4.59	0.68	2.65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.04	0.06
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	0.33	0.30	0.23	0.14	0.46	0.34
Mg #	54.09	51.84	32.34	39.76	63.22	64.55
Cr (ppm)	18	7	7	9	8	6
Ni (ppm)	14	11	10	13	13	21
Co (ppm)	5	1	1	1	2	Ld
Sc (ppm)	15.5	2.2	1.0	3.2	4.8	0.7
V (ppm)	15	10	10	11	10	10
Pb (ppm)	4	37	58	38	5	27
W (ppm)	0.50	0.10	Ld	Ld	Ld	0.24
Rb (ppm)	34	54	112	62	12	22
Cs (ppm)	0.30	Ld	0.30	0.17	0.77	0.04
Ba (ppm)	768	1609	3367	1773	200	1400
Sr (ppm)	12	79	62	64	17	124
Ta (ppm)	1.10	Ld	0.05	Ld	0.01	0.21
Nb (ppm)	12.0	2.0	5.0	2.0	2.0	2.0
Hf (ppm)	20.7	5.3	2.8	4.5	12.5	2.2
Zr (ppm)	571	147	68	106	372	40
Y (ppm)	114	42	14	81	103	176
Th (ppm)	42.4	15.8	6.8	16.6	28.8	23.2
U (ppm)	5.88	1.51	0.84	1.54	2.78	4.00
La (ppm)	90.33	39.64	23.03	32.94	63.73	138.61
Ce (ppm)	178.6	73.6	41.6	63.8	139.0	245.5
Nd (ppm)	65.4	24.0	14.6	21.3	51.2	72.0
Sm (ppm)	22.00	6.39	3.09	6.38	14.39	17.39
Eu (ppm)	3.36	3.15	2.45	3.31	1.86	9.24
Tb (ppm)	4.29	1.15	0.39	1.60	2.83	3.90
Yb (ppm)	14.7	5.1	1.2	10.5	11.2	15.8
Lu (ppm)	2.47	0.84	0.16	1.68	1.79	2.42

Échantillon	EA30	EA42	EA55	EA17	EA24	EA54
Lithologie	Migmatite	Mylonite	Pyroxenite	Qzite CorOp	Qzite CorOp	Qzite Gr
Anhyd. Ratio	1.01	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01
SiO <sub>2</sub> (%)	76.11	76.95	50.87	78.99	76.59	66.48
TiO <sub>2</sub> (%)	0.06	0.22	0.10	0.33	0.23	0.49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	13.04	11.87	3.23	11.79	11.45	11.35
FeO* (%)	1.49	4.59	15.73	3.46	3.52	14.96
MnO (%)	0.02	0.11	0.87	0.03	0.08	0.40
MgO (%)	0.86	3.38	15.59	3.57	6.51	5.19
CaO (%)	0.27	0.14	13.12	0.22	0.01	0.40
Na <sub>2</sub> O (%)	2.14	0.53	0.33	0.74	0.20	0.03
K <sub>2</sub> O (%)	5.91	2.16	0.13	0.82	1.37	0.64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.08	0.04	0.03	0.05	0.03	0.05
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	0.28	0.90	0.01	0.63	0.58	0.01
Mg #	50.65	56.73	63.85	64.80	76.70	38.18
Cr (ppm)	10	21	16	20	3	72
Ni (ppm)	22	Ld	10	10	10	10
Co (ppm)	1	5	13	2	2	14
Sc (ppm)	4.2	10.6	4.5	8.1	8.5	12.0
V (ppm)	10	6	10	15	10	98
Pb (ppm)	53	15	4	4	4	4
W (ppm)	Ld	0.34	Ld	0.90	0.20	1.72
Rb (ppm)	92	55	3	34	63	25
Cs (ppm)	0.20	0.71	0.20	1.71	0.94	0.10
Ba (ppm)	2766	1013	22	578	314	270
Sr (ppm)	59	19	3	15	2	2
Ta (ppm)	0.10	0.59	0.30	0.70	1.59	0.50
Nb (ppm)	8.1	8.2	7.0	13.0	23.4	10.1
Hf (ppm)	2.6	11.0	2.9	20.2	12.3	3.7
Zr (ppm)	70	289	94	442	313	114
Y (ppm)	34	134	55	117	43	54
Th (ppm)	8.6	42.9	3.0	60.6	42.5	16.2
U (ppm)	0.91	3.88	0.40	6.72	4.68	1.92
La (ppm)	23.60	89.67	16.59	124.52	58.08	40.73
Ce (ppm)	44.9	198.0	46.3	254.5	118.8	82.1
Nd (ppm)	16.4	76.9	21.4	94.7	48.5	30.0
Sm (ppm)	3.99	14.64	6.91	13.31	11.54	8.73
Eu (ppm)	2.50	1.63	2.58	2.23	0.58	1.14
Tb (ppm)	0.95	4.16	1.48	4.91	1.46	1.64
Yb (ppm)	4.7	16.9	4.3	14.2	6.1	3.6
Lu (ppm)	0.75	2.70	0.67	2.29	1.06	0.53

Échantillon	EA44	EA37	EA61	EA46	EA49	EA60
Lithologie	Qzite Opx	Restite	Restite	Restite	Restite Zone	Restite Zone
Anhyd. Ratio	1.02	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01
SiO <sub>2</sub> (%)	80.12	55.75	48.99	46.87	63.24	60.59
TiO <sub>2</sub> (%)	1.09	0.11	0.68	1.02	0.35	0.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	4.06	7.82	13.46	22.00	9.74	11.00
FeO* (%)	7.81	15.42	17.76	14.05	16.41	13.27
MnO (%)	0.05	0.72	0.27	0.10	0.27	0.14
MgO (%)	5.33	11.50	16.44	13.72	9.06	12.90
CaO (%)	0.03	8.12	0.42	0.16	0.29	0.04
Na <sub>2</sub> O (%)	0.08	0.43	0.73	0.14	0.09	0.08
K <sub>2</sub> O (%)	1.40	0.05	1.23	1.80	0.53	1.15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.04	0.07	0.03	0.13	0.03	0.03
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	0.12	0.01	0.01	0.55	0.01	0.03
Mg #	54.87	57.05	62.27	63.51	49.60	63.40
Cr (ppm)	12	14	83	48	32	48
Ni (ppm)	11	Ld	20	5	29	15
Co (ppm)	14	11	26	19	17	15
Sc (ppm)	11.9	6.5	23.6	22.0	12.8	25.5
V (ppm)	58	Ld	81	108	42	125
Pb (ppm)	Ld	Ld	4	8	Ld	Ld
W (ppm)	1.72	7.06	0.33	0.34	0.31	Ld
Rb (ppm)	87	2	63	139	27	61
Cs (ppm)	0.31	Ld	0.20	2.92	0.20	0.81
Ba (ppm)	1203	62	720	1686	430	551
Sr (ppm)	2	11	15	4	4	2
Ta (ppm)	1.63	0.77	1.66	4.81	0.54	1.34
Nb (ppm)	51.2	3.0	27.3	66.5	12.3	21.2
Hf (ppm)	22.0	11.6	6.3	13.3	13.8	17.3
Zr (ppm)	716	369	235	436	491	625
Y (ppm)	27	102	65	173	203	103
Th (ppm)	79.6	14.4	20.4	43.3	27.5	33.4
U (ppm)	3.89	6.30	2.63	20.15	2.56	5.35
La (ppm)	149.32	11.07	55.49	104.87	68.80	72.02
Ce (ppm)	313.3	32.0	119.1	225.3	151.8	156.4
Nd (ppm)	130.6	20.8	43.9	91.9	55.2	63.9
Sm (ppm)	14.86	11.00	11.23	15.40	14.76	11.98
Eu (ppm)	0.98	1.73	1.96	2.94	1.06	2.30
Tb (ppm)	2.80	3.10	2.06	6.35	4.68	3.27
Yb (ppm)	2.5	8.7	7.9	15.3	22.5	12.9
Lu (ppm)	0.44	1.39	1.26	2.42	3.69	2.16

Échantillon	45551@	45552@	45555@	45557@	45563@	45565@
Lithologie	granite	granite	granite	granite	granite	granite
Anhyd. Ratio	1.02	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02
SiO <sub>2</sub> (%)	67.77	74.27	76.63	75.27	72.99	71.81
TiO <sub>2</sub> (%)	0.87	0.23	0.03	0.22	0.19	0.31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	15.67	13.64	13.36	12.99	14.55	14.66
FeO* (%)	3.66	2.11	0.33	1.64	1.98	2.50
MnO (%)	0.06	0.03	-0.01	0.01	0.01	0.01
MgO (%)	1.03	0.36	0.09	0.47	0.51	0.74
CaO (%)	2.52	1.65	1.38	1.27	2.03	2.35
Na <sub>2</sub> O (%)	3.02	2.89	3.00	2.47	3.45	3.00
K <sub>2</sub> O (%)	5.12	4.76	5.15	5.60	4.25	4.61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.29	0.06	0.03	0.06	0.04	0.01
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	1.33	0.96	0.76	0.73	0.64	0.80
Mg #	33.41	23.16	33.25	33.64	31.43	34.62
Cr (ppm)	12	5	3	3	10	4
Ni (ppm)	7	3	3	3	5	5
Co (ppm)	x	x	x	x	x	x
Sc (ppm)	5.3	4.3	0.9	x	4.8	x
V (ppm)	47	11	4	7	17	24
Pb (ppm)	55	38	40	43	33	31
W (ppm)	x	x	x	x	x	x
Rb (ppm)	151	127	100	120	89	143
Cs (ppm)	0.41	0.33	0.20	x	Ld	x
Ba (ppm)	2005	1470	1216	1753	844	2171
Sr (ppm)	268	103	83	102	94	125
Ta (ppm)	1.53	1.32	1.31	x	1.40	x
Nb (ppm)	27.5	11.2	3.0	12.2	12.2	11.2
Hf (ppm)	13.7	7.5	3.8	x	7.4	x
Zr (ppm)	522	232	67	126	196	309
Y (ppm)	54	31	52	29	56	37
Th (ppm)	54.0	57.0	9.1	99.4	61.1	52.8
U (ppm)	4.08	3.05	3.03	2.03	4.07	6.09
La (ppm)	249.83	96.07	12.53	x	89.22	x
Ce (ppm)	394.2	165.7	20.9	x	149.1	x
Nd (ppm)	113.1	69.9	9.8	x	59.2	x
Sm (ppm)	8.81	11.61	2.03	x	12.00	x
Eu (ppm)	1.76	1.45	1.32	x	1.43	x
Tb (ppm)	1.36	1.55	0.74	x	1.89	x
Yb (ppm)	3.9	1.8	5.4	x	4.5	x
Lu (ppm)	0.44	0.22	0.73	x	0.58	x

Les analyses géochimiques des échantillons suivis de la marque @ sont tirées de Collins et al. 1989, à l'exception des éléments des Terres Rares et de Sc, Cs, Ta et Hf de ces échantillons qui, comme toutes les autres analyses, ont été faits dans le cadre de cette recherche.

Échantillon	45568@	45569@	45571@	45573@	45574@	45591@
Lithologie	granite	granite	granite	granite	granite	granite
Anhyd. Ratio	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01
SiO <sub>2</sub> (%)	71.48	71.05	68.20	72.98	74.31	77.97
TiO <sub>2</sub> (%)	0.43	0.40	0.70	0.10	0.18	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	14.73	14.83	15.77	14.88	14.04	12.08
FeO* (%)	2.55	2.35	3.60	1.01	1.27	1.02
MnO (%)	0.03	-0.01	0.02	0.01	-0.01	-0.01
MgO (%)	0.49	0.48	1.15	0.27	0.36	0.20
CaO (%)	2.31	1.67	2.96	1.41	1.45	1.20
Na <sub>2</sub> O (%)	2.78	2.50	3.48	2.83	2.99	2.60
K <sub>2</sub> O (%)	5.07	6.55	3.87	6.45	5.34	4.80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.12	0.18	0.25	0.05	0.07	0.05
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
LOI	0.75	0.73	0.83	0.65	0.70	1.06
Mg #	25.48	26.72	36.31	32.53	33.29	26.05
Cr (ppm)	5	4	8	11	6	6
Ni (ppm)	3	4	6	3	4	1
Co (ppm)	x	x	x	x	x	x
Sc (ppm)	4.3	3.6	6.6	2.6	3.0	2.8
V (ppm)	30	26	55	8	12	8
Pb (ppm)	27	31	23	43	32	37
W (ppm)	x	x	x	x	x	x
Rb (ppm)	124	153	122	139	101	103
Cs (ppm)	Ld	0.31	0.31	Ld	Ld	Ld
Ba (ppm)	4359	6117	2361	1669	1780	728
Sr (ppm)	175	182	179	119	110	63
Ta (ppm)	1.17	1.02	1.18	0.91	1.22	2.33
Nb (ppm)	7.1	7.2	18.4	7.1	9.1	6.1
Hf (ppm)	11.5	11.2	11.3	2.5	7.4	8.0
Zr (ppm)	334	329	367	44	192	98
Y (ppm)	18	24	58	149	43	66
Th (ppm)	93.8	107.4	111.2	28.4	87.4	28.3
U (ppm)	3.06	2.05	3.06	8.12	4.07	3.03
La (ppm)	313.07	376.65	193.16	41.01	156.30	35.20
Ce (ppm)	494.8	591.1	338.1	75.8	234.0	59.5
Nd (ppm)	158.5	179.9	144.4	29.6	110.4	26.1
Sm (ppm)	17.34	20.82	22.18	8.16	19.35	5.60
Eu (ppm)	1.95	2.39	2.39	1.82	2.46	0.89
Tb (ppm)	1.88	1.81	1.67	2.84	2.38	1.44
Yb (ppm)	1.9	2.0	3.3	14.9	1.3	5.8
Lu (ppm)	0.17	0.16	0.38	2.04	0.14	0.74

## Échantillon EV55 (Standard)

Lithologie métabasalte

Anhyd. Ratio 1.04

SiO<sub>2</sub> (%) 52.13TiO<sub>2</sub> (%) 1.38Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) 13.68

FeO\* (%) 14.13

MnO (%) 0.24

MgO (%) 5.81

CaO (%) 9.78

Na<sub>2</sub>O (%) 2.62K<sub>2</sub>O (%) 0.10P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%) 0.12

Total (%) 100.00

LOI 2.25

Mg # 42.29

Cr (ppm) 80

Ni (ppm) 42

Co (ppm) 48

Sc (ppm) 34.3

V (ppm) 294

Pb (ppm) 4

W (ppm) 0.62

Rb (ppm) 5

Cs (ppm) 0.47

Ba (ppm) 40

Sr (ppm) 171

Ta (ppm) 0.21

Nb (ppm) 6.2

Hf (ppm) 2.3

Zr (ppm) 83

Y (ppm) 28

Th (ppm) 0.4

U (ppm) 0.10

La (ppm) 6.11

Ce (ppm) 16.8

Nd (ppm) 8.7

Sm (ppm) 3.63

Eu (ppm) 1.34

Tb (ppm) 0.94

Yb (ppm) 2.3

Lu (ppm) 0.40

**ANNEXE D**

Valeurs pour la normalisation  
de Sawyer 1996

Élément	Valeur de normalisation	Élément	Valeur de normalisation
Cs :	0,01800	Nd :	1,06700
Ba :	5,00000	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	0,01700
Rb :	0,55000	Hf :	0,27000
Th :	0,06400	Zr :	8,30000
U :	0,01800	Sm :	0,34700
K <sub>2</sub> O :	0,02000	TiO <sub>2</sub> :	0,16000
Nb :	0,56000	Eu :	0,13100
Ta :	0,04000	Tb :	0,08700
La :	0,55100	Y :	3,40000
Ce :	1,43600	Yb :	0,37200
Sr :	17,80000	Lu :	0,05700