

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
MÉLANIE TREMBLAY

MINÉRALISATION ET DÉFORMATION DU GÎTE AURIFÈRE DE LA
ZONE EAU CLAIRE, PROPRIÉTÉ CLEARWATER, BAIE JAMES

DECEMBRE 2006



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

L'objectif de cette étude menée en collaboration avec la compagnie SOQUEM était de mettre en relation la minéralisation, l'altération et la déformation au sein du gîte Eau Claire. Le gîte Eau Claire est la principale zone minéralisée de la propriété Clearwater.

La propriété Clearwater est située dans la bande volcano-sédimentaire de la Rivière Eastmain Inférieure dans la Sous-province de la Rivière La Grande. La zone Eau Claire est située dans la charnière d'un pli régional. La minéralisation aurifère, formée de veines de quartz-tourmaline pauvres en sulfures ainsi que de schistes à actinote-tourmaline, est encaissée dans des roches volcano-sédimentaires métamorphisées au faciès des amphibolites.

Deux phases de déformation sont connues dans le secteur. La première phase est la plus intense et se traduit par un alignement préférentiel des cristaux et par un rubanement millimétrique généralement parallèles au litage produisant une fabrique composite S_0 - S_1 . La seconde, est associée à des plis droits d'orientation E-W faiblement plongeants vers l'ouest. Une fabrique (S_2) subverticale et d'orientation E-W y est associée. Cette fabrique d'intensité variable se traduit tantôt par un clivage de plan axial fruste, tantôt par une schistosité bien définie par l'orientation de la biotite.

Les veines de quartz-tourmaline minéralisées sont continues latéralement sur des longueurs de 90 à 150 mètres. Elles ont une direction E-W avec des pendages de 45 à 50 degrés vers le sud. Les veines montrent des variations importantes de composition et de texture. Les veines recoupent nettement la foliation principale S_1 et elles forment un angle de 30 à 40 degrés en pendage avec l'orientation des plans axiaux de plis P_2 .

Les veines sont localement boudinées et plissées. Elles sont recoupées par des veines d'extension de 2^e génération. Des stries de glissement ont été observées sur la surface des veines ainsi que sur les lamines de tourmaline présentes à l'intérieur des veines. Des textures de déformation et de recristallisation ont également été observées à l'intérieur des veines. Tous ces éléments portent à croire que les veines auraient subi au moins une partie, sinon la totalité de l'événement de déformation D_2 .

L'altération associée aux veines varie selon la lithologie encaissante. Dans les métavolcanites mafiques, l'altération se présente sous forme de schistes avec des proportions variables de tourmaline, actinote et biotite. Dans les roches métasédimentaires, une tourmalinisation se superpose sur la foliation principale (S_1). L'étendue des zones d'altération à tourmaline semble dépendre de la composition et de l'orientation de la schistosité par rapport à la veine.

Des zones de schistes à actinote-tourmaline riches en or indépendantes des veines ont été observées. Elles sont orientées parallèlement au S_2 qui y est fortement développé. Elles sont considérées comme des éléments distincts de l'altération observée en bordure des veines et pourraient correspondre à des dykes mafiques altérés et déformés.

Les observations de terrain et de laboratoire ont permis d'établir une chronologie relative des événements. La mise en place des veines a été circonscrite à une période située entre un incrément tardif dans l'événement de déformation D1 et un incrément précoce dans l'événement D2. En supposant des modes de formation différents, les veines pourraient donc être reliées à l'un ou l'autre des événements de déformation.

La géométrie en échelon du système de veines suggère davantage un groupe de veines en extension formées dans une zone de déformation tardi-D1. Les veines auraient ensuite été déformées pendant le deuxième épisode de déformation, mais l'orientation initiale des veines relativement proche de l'orientation des plans axiaux de plis P2 a pu limiter les effets de la déformation. Le boudinage, le plissement, les veines d'extension de 2^e génération et le cisaillement qu'ont subi les veines seraient reliés à l'épisode D2. Finalement, la position de la zone Eau Claire dans la charnière du pli régional ne serait pas forcément le résultat d'un lien génétique avec la formation des veines. Cette association spatiale pourrait être expliquée par l'anisotropie créée par la zone minéralisée et son altération qui aurait provoqué la nucléation de la charnière de pli sur l'anisotropie.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier sincèrement mon directeur, M. Réal Daigneault, pour m'avoir proposé ce projet et pour m'avoir guidé tout au long des travaux. Merci pour les discussions et pour tes critiques constructives qui m'ont grandement éclairé, merci également pour ta patience et pour m'avoir incité à terminer cette longue entreprise.

Je voudrais aussi remercier chaleureusement mon co-directeur, M. Benoît Dubé. Bien que nos contacts aient été limités, tes précieux commentaires m'ont permis de progresser énormément. Tes encouragements m'ont donné le courage de poursuivre.

Je tiens aussi à souligner l'importante participation de SOQUEM qui a financé une partie des travaux. J'aimerais remercier tout particulièrement M. Vincent Jourdain, chef du projet Clearwater au moment des travaux, pour m'avoir guidé pendant les phases de terrain. Toute ma reconnaissance également à M. Francis Chartrand, géologue de recherche, aux équipes de terrain des étés 2000 et 2001 ainsi qu'à M. Jacques Bolduc, infographiste.

Je voudrais également remercier M. Jayanta Guha et M. Denis W. Roy d'avoir accepté de faire partie de mon comité.

Finalement, je veux offrir mes plus sincères remerciements à tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé dans la réalisation de ce projet. Merci à mes collègues de l'UQAC pour les longues discussions et les encouragements. Merci à tous mes proches pour leur appui indéfectible. Merci surtout à Stephan pour ton support moral, sans toi je n'y serais jamais arrivée.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	i
REMERCIEMENTS	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES ANNEXES	x
ABBREVIATIONS.....	xi
CHAPITRE 1 Problématique et cadre général.....	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Problématique générale	2
1.2.1 Minéralisations aurifères de type orogénique.....	2
1.2.2 Contexte de mise en place et géométrie des systèmes de veines.....	5
1.2.2.1 Veines en extension.....	6
1.2.2.2 Veines en remplissage de faille	8
1.2.2.3 Veines associées au plissement	9
1.3 Problématique spécifique à la zone Eau Claire	9
1.4 Objectifs.....	12
1.5 Méthodologie.....	13
1.5.1 Travaux de terrain.....	13
1.5.2 Travaux de laboratoire.....	15
1.6 Géologie régionale.....	16
1.6.1 Stratigraphie.....	18
1.6.2 Métamorphisme	20
1.6.3 Géologie structurale.....	20
1.6.4 Minéralisation.....	21
1.7 Géologie de la propriété.....	22
1.7.1 Lithologies	23
1.7.2 Métamorphisme et structure	25
1.7.3 Minéralisation.....	26
1.7.4 Altération.....	27
CHAPITRE 2 DESCRIPTIONS DE SITES ET CARACTÉRISATION DES UNITÉS LITHOLOGIQUES	29
2.1 Introduction.....	29
2.2 Description du site principal.....	29
2.2.1 Généralités	29
2.2.2 Caractérisation des unités	31
2.2.2.1 Volcanites mafiques ou amphibolites (M16)	32

2.2.2.2	Roches sédimentaires et/ou volcanites felsiques (S/VI).....	35
2.2.2.3	Dykes felsiques.....	37
2.2.2.3.1	Porphyre feldspathique.....	38
2.2.2.3.2	Porphyre à quartz et feldspath.....	40
2.2.2.4	Dykes mafiques déformés.....	43
2.2.2.4.1	Lamprophyre déformé (à phénocristaux d'amphibole).....	43
2.2.2.4.2	Dyke mafique à fragments de tonalite.....	45
2.2.2.4.3	Lamprophyres tardifs.....	47
2.2.3	Chronologie relative de mise en place des unités.....	50
2.3	Description des sites secondaires.....	51
2.3.1	Zone de déformation Cannard.....	51
2.3.2	Indice de l'Orignal.....	52
2.3.3	Indice de l'Ours.....	53
2.3.4	Secteur Boomerang.....	55
2.3.5	Secteur 8+50W@ 9+00W.....	57
CHAPITRE 3 GÉOLOGIE STRUCTURALE.....		60
3.1	Introduction.....	60
3.2	Description des fabriques et des éléments structuraux.....	61
3.2.1	Fabriques planaires.....	61
3.2.1.1	Litage (S0).....	61
3.2.1.2	Fabrique principale S1.....	62
3.2.1.3	Fabrique secondaire S2.....	64
3.2.2	Fabriques linéaires.....	66
3.2.2.1	Linéation d'étirement (Lé).....	66
3.2.2.2	Linéation d'intersection (L12).....	66
3.2.3	Plissement.....	67
3.2.3.1	Axe de pli.....	67
3.2.3.2	Plan axial.....	67
3.3	Caractérisation de la déformation.....	68
3.3.1	Division en domaines structuraux.....	68
3.3.2	Domaine 1 : Secteur Eau Claire.....	70
3.3.3	Domaine 2 : Secteur Cannard.....	72
3.3.4	Domaine 3 : Secteur Boomerang.....	74
3.4	Chronologie des événements de déformation.....	76
3.4.1	Événement D1.....	76
3.4.1.1	Distribution de la déformation.....	76
3.4.1.2	Zones de déformation syn-D1 (pré-D2).....	79
3.4.2	Événement D2.....	81
3.4.2.1	Caractérisation du plissement à l'échelle régionale.....	82
3.4.2.2	Distribution de la déformation.....	85
3.4.2.3	Zones de déformation syn-D2.....	85
3.4.3	Déformation tardive (failles post-D2).....	89

CHAPITRE 4 VEINES, MINÉRALISATION ET ALTÉRATION	91
4.1 Introduction.....	91
4.2 Veines de quartz-tourmaline-carbonates	92
4.2.1 Géométrie	92
4.2.2 Paragenèses.....	98
4.2.2.1 Phases principales.....	98
4.2.2.2 Phases métalliques.....	99
4.2.3 Textures	100
4.2.3.1 Texture rubanée	100
4.2.3.2 Texture bréchique.....	102
4.2.3.3 Texture à amas de quartz et de tourmaline	105
4.2.3.4 Textures de remplacement.....	107
4.2.3.5 Changements et combinaisons de textures	109
4.2.4 Variation des teneurs aurifères à l'intérieur des veines	111
4.2.5 Altérations associées aux veines.....	114
4.2.5.1 Schistes à biotite et schistes à actinote-biotite-tourmaline	114
4.2.5.2 Zones d'altération à tourmaline.....	119
4.2.6 Déformation de la veine	130
4.2.6.1 Extension et boudinage.....	130
4.2.6.2 Ondulations et plissement.....	133
4.2.6.3 Mouvement sur le plan de la veine.....	134
4.3 Schistes à actinote-tourmaline minéralisées	137
4.3.1 Géométrie et morphologie	138
4.3.2 Paragenèses et textures	141
4.3.3 Relation avec la déformation.....	145
CHAPITRE 5 SYNTHÈSE ET DISCUSSION.....	147
5.1 Introduction.....	147
5.2 Relation avec le plissement régional	148
5.2.1 Rappel des observations structurales	148
5.2.2 Position de l'essaim de veines dans la charnière du pli régional.....	148
5.3 Relation altération-déformation.....	150
5.3.1 Rappel des observations	150
5.3.2 Analogie avec les porphyroblastes de grenat	151
5.3.3 Zones d'altération à tourmaline dans les roches sédimentaires vs déformation... 153	
5.3.4 Zones d'altération dans les volcanites mafiques vs déformation	156
5.4 Géométrie du système de veines versus type de veines	157
5.4.1 Synthèse de la géométrie des veines.....	158
5.4.2 Veines associées au plissement	158
5.4.3 Veines en remplissage de faille	160
5.4.4 Veines en extension	162
5.5 Problème des schistes à actinote-tourmaline	163
5.6 Chronologie des événements	164

5.7 Modèles structuraux.....	166
5.7.1 Veines tardi-D1.....	167
5.7.2 Veines précoces dans l'événement D2	170
CHAPITRE 6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	171
6.1 Conclusions.....	171
6.2 Recommandations.....	174
RÉFÉRENCES :.....	176
ANNEXES	182

Carte détaillée du décapage 4+50W@6+50W (en pochette)

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 :	Contexte de mise en place des gîtes aurifères hydrothermaux	4
Figure 1.2 :	Géométrie des veines associées aux zones de cisaillement	7
Figure 1.3 :	Morphologie des systèmes de veines de type "saddle reef"	10
Figure 1.4 :	Localisation de la propriété Clearwater dans la province géologique de Supérieur	17
Figure 1.5 :	Géologie de la propriété	24
Figure 1.6 :	Profil d'altération typique pour une veine de quartz-tourmaline encaissée dans une unité amphibolitique	28
Figure 2.1 :	Localisation du site principal et des sites secondaires	30
Figure 2.2 :	Géologie détaillée de la zone d'étude	33
Figure 2.3 :	Texture des volcanites mafiques rubanées composées de bandes plus ou moins riches en amphibole qui forment la foliation principale S0-S1	34
Figure 2.4 :	Composition et textures de l'unité métasédimentaire	36
Figure 2.5 :	Caractéristiques des dykes felsiques à phénocristaux de plagioclases (PF)	39
Figure 2.6 :	Dyke felsique à phénocristaux de quartz et de plagioclases (PQF)	42
Figure 2.7 :	Dyke de lamprophyre déformé	44
Figure 2.8 :	Dyke mafique à fragments de composition tonalitique	46
Figure 2.9 :	Dyke de lamprophyre tardif	49
Figure 2.10 :	Géologie de l'indice de l'Original	54
Figure 2.11 :	Géologie de l'indice de l'Ours montrant une veine de quartz-tourmaline plissée	56
Figure 2.12 :	Géologie de la tranchée Eau Claire 1+00E dans le secteur du lac Boomerang	58
Figure 3.1 :	Expression de la fabrique principale S1	63
Figure 3.2 :	Expression de la fabrique secondaire S2	65
Figure 3.3 :	Localisation des domaines structuraux et distribution des fabriques principales (S0-S1) et secondaires (S2) dans chaque domaine structural	69
Figure 3.4 :	Carte structurale de la zone d'étude	71
Figure 3.5 :	Dyke felsique montrant un pli de génération P1 ayant la schistosité principale S1 en position de plan axial	77
Figure 3.6 :	Distribution des structures planaires et linéaires sur toute la propriété	78
Figure 3.7 :	Bande de schiste à AC-TM-TL plissée correspondant à une zone de déformation syn-D1	80
Figure 3.8 :	Vue sur le terrain d'une zone de cisaillement syn-D2	87
Figure 3.9 :	Zone de cisaillement ductile syn-D2	88
Figure 3.10 :	Failles tardives post-D2 recoupant la foliation principale plissée	90

Figure 4.1 :	Distribution des principales veines aurifères de la zone Eau Claire	93
Figure 4.2 :	Trace et orientation des veines de quartz-tourmaline et de leurs zones d'altération	94
Figure 4.3 :	Distribution des mesures structurales reliées aux veines	96
Figure 4.4 :	Schéma de l'extrémité ouest de la veine R	97
Figure 4.5 :	Veine de quartz-tourmaline à texture rubanée montrant de fines lamines riches en tourmaline dans un banc de quartz massif	101
Figure 4.6 :	Réduction de la granulométrie de la tourmaline le long d'une surface planaire dans une veine de quartz-tourmaline rubanée	101
Figure 4.7 :	Veine de quartz rubanée dont les bandes de composition différentes montrent une certaine symétrie de part et d'autre de la veine	103
Figure 4.8 :	Veine de quartz-tourmaline à texture bréchique	104
Figure 4.9 :	Croissance de tourmaline en bordure des fragments dans une veine de quartz-tourmaline à texture bréchique	106
Figure 4.10 :	Veine à amas de quartz et de tourmaline diffus montrant des amas irréguliers de quartz et de tourmaline	108
Figure 4.11 :	Portion de la veine R montrant une zone de remplacement à tourmaline isolée entre deux veinules de quartz-tourmaline massives	108
Figure 4.12 :	Changement de composition et de texture dans les veines de quartz-tourmaline minéralisées	110
Figure 4.13 :	Variation de l'épaisseur, de la composition et de la teneur pour les quatre principales veines minéralisées	113
Figure 4.14 :	Schiste à biotite en bordure d'une veinule de quartz-tourmaline	116
Figure 4.15 :	Alignement des minéraux dans un schiste à biotite	116
Figure 4.16 :	Zone d'altération à tourmaline dans une unité métasédimentaire	120
Figure 4.17 :	Détail de la zone d'altération à tourmaline située au centre nord de la zone d'étude	121
Figure 4.18 :	Aspect microscopique des zones d'altération à tourmaline	123
Figure 4.19 :	Zonation des zones d'altération à tourmaline dans les roches métasédimentaires	126
Figure 4.20 :	Fin brusque de la zone tourmalinisée le long d'une fracture	127
Figure 4.21 :	Variation de l'étendue de la zone tourmalinisée avec les variations lithologiques	129
Figure 4.22 :	Changement brusque de l'orientation de la fabrique principale à l'extérieur de la zone d'altération en tourmaline	131
Figure 4.23 :	Veine de quartz-tourmaline (E-W) recoupée par de nombreuses veinules d'extension de quartz de deuxième génération (N-S)	132
Figure 4.24 :	Veine de quartz boudinée selon un axe E-W	132
Figure 4.25 :	Géométrie complexe de la veine J suggérant le plissement de la veine	135
Figure 4.26 :	Stries de glissement observées sur une lamine de tourmaline orientée parallèlement aux épontes de la veine	136
Figure 4.27 :	Localisation des bandes de schiste à actinote-tourmaline dans la zone d'étude	139

Figure 4.28 : Bande de schiste à actinote-tourmaline montrant des contacts nets avec l'encaissant	142
Figure 4.29 : Composition et texture des schistes à actinote-tourmaline	144
Figure 4.30 : Distribution de la déformation dans les bandes de schiste à actinote-tourmaline en comparaison avec leurs encaissants	146
Figure 5.1 : Chronologie de mise en place de l'altération en tourmaline le long de la schistosité principale	154
Figure 5.2 : Modèle structural de veines de quartz en cisaillement élaboré par Jourdain	161
Figure 5.3 : Chronologie relative des événements établie à partir des observations de terrain et de laboratoire	165
Figure 5.4 : Modèles de formation des veines de quartz-tourmaline minéralisées	168

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1 : Différences entre les zones d'altération associées aux veines et les bandes de schistes à actinote-tourmaline minéralisées.	138
--	-----

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Liste et description des échantillons

Annexe B : Synthèse des observations pétrographiques en microscopie

Annexe C : Liste des mesures structurales.

Annexe D : Description systématiques des veines de quartz-tourmaline minéralisées

ABBREVIATIONS

Minéraux:

AC → actinote	QZ → quartz
AM → amphibole	SP → sphène
BO → biotite	TL → tourmaline
CB → carbonates	TM → trémolite
CL → chlorite	
EP → épidote	CP → chalcopyrite
FP → feldspath	PO → pyrrhotite
HB → hornblende	PY → pyrite
PG → plagioclases	

Longueur:

mm → millimètre	mmq → millimétrique
cm → centimètre	cmq → centimétrique
dm → décimètre	dmq → décimétrique
m → mètre	m q → métrique
	#mq → pluri-métrique

Structure:

ZC → zone de cisaillement
C → cisaillement
S → schistosité ou fabrique planaire
Sp → schistosité ou fabrique principale

Éléments:

Au → or

Microscopie:

LN → Lumière naturelle
LP → Lumière polarisée

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE ET CADRE GÉNÉRAL

1.1 Introduction

La présente étude a été réalisée en collaboration avec SOQUEM dans le cadre du programme de Maîtrise en sciences de la terre de l'Université du Québec à Chicoutimi. Le projet porte sur la caractérisation, le mode de mise en place et les contrôles de la minéralisation aurifère du gîte Eau Claire faisant partie de la propriété Clearwater à la Baie James.

Au moment des travaux (2000-2001), la propriété était détenue en partenariat par SOQUEM et par Eastmain Resources Inc. Depuis 2004, SOQUEM a cédé ses droits et la propriété est maintenant détenue à 100% par Eastmain Resources Inc. Les travaux effectués par Eastmain ont permis de mieux définir les zones connues, mais aucune nouvelle zone n'a été découverte depuis le début de ce projet.

L'étude a été motivée principalement par des difficultés que rencontraient SOQUEM à étendre la zone minéralisée principale ou à découvrir une nouvelle zone minéralisée dans le secteur environnant. Une meilleure compréhension du gîte permettrait de mieux orienter les travaux d'exploration.

1.2 Problématique générale

Cette section présente les différents éléments de problématique reliés à cette étude. D'abord, elle comprend un résumé des caractéristiques générales des gîtes aurifères filoniens de type orogénique ainsi que des modèles actuels associés à ce type de gisement. Ensuite, suit une révision de quelques aspects structuraux qui seront utilisés plus loin pour l'élaboration d'un modèle structural, soit les caractéristiques géométriques et les contextes de mise en place des différents systèmes de veines.

1.2.1 Minéralisations aurifères de type orogénique

Les gîtes d'or filoniens mésothermaux représentent une bonne partie de la production d'or au Canada et dans le monde (Poulsen et al., 2000). Jusqu'à récemment, ils étaient décrits comme des gîtes aurifères dans des veines de quartz + tourmaline + carbonates accompagnées d'une altération hydrothermale en carbonates et séricite et localisés dans des terrains métamorphisés au faciès des schistes verts. Les veines sont généralement mises en place dans des zones de déformation fragiles-ductiles de deuxième ou troisième ordre associées à des failles majeures.

Une association spatiale entre les gîtes aurifères mésothermaux et des essaims de dykes (dykes porphyriques felsiques et/ou dykes de lamprophyre) a fréquemment été observée, mais la présence d'un lien génétique entre les dykes et la minéralisation aurifère n'est pas clairement établie (Rock et Groves, 1988 ; Rock et al., 1988).

Pendant les dernières décennies, de plus en plus de gîtes aurifères faisant exception à ce modèle ont été découverts au Canada, en Afrique du Sud et en Australie. Ceux-ci se retrouvent dans des terrains dont le métamorphisme peut varier du faciès prehnite-pumpellyite jusqu'à celui des granulites (Groves, 1993 ; Gebre-Mariam et al., 1995) et ils montrent une forte variabilité du point de vue de leurs assemblages minéralogiques, de leurs altérations et de leur morphologie (Eilu et al., 1999; Witt et Vanderhor, 1998).

De nouvelles théories ont donc émergé dans les dernières années afin de regrouper tous les gisements aurifères dans une perspective de tectonique plus globale. Dans cette lignée, Groves et al. (1998) ont proposé deux contextes de formation distincts, soit les gîtes formés en environnement d'extension pré- ou post-orogénique (minéralisation volcanogène, systèmes porphyriques, skarn...) et les gîtes formés en environnements de compression ou de transpression lors d'un épisode orogénique (figure 1.1). Cette dernière catégorie correspondant aux gîtes «mésothermaux » est définie dans un concept de continuum crustal exposé par Gebre-Mariam et al. (1995).

Dans le cas des gîtes orogéniques, l'aspect structural prend une grande importance car, dans la plupart des cas, c'est la déformation qui contrôle la mise en place du gîte. Ainsi, bien que les connaissances sur ce type de minéralisation ait beaucoup progressé, chaque gîte présente des caractéristiques particulières et la compréhension de chacun repose sur la géologie régionale et le contexte structural local. Ainsi, avant de proposer un modèle de formation pour un gîte, il est essentiel de déterminer la relation chronologique entre la minéralisation et les différents épisodes de déformation documentés à l'échelle de

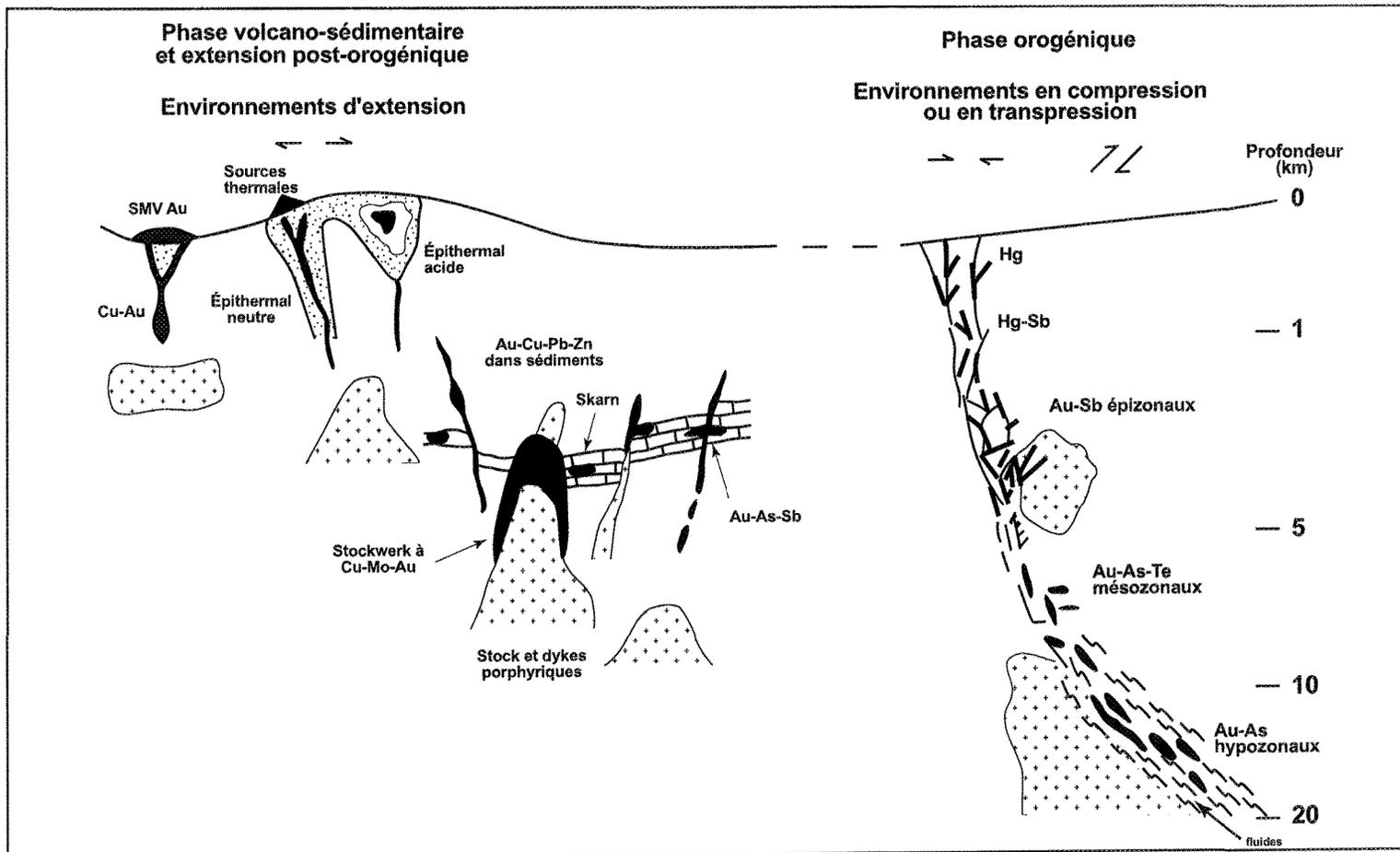


Figure 1.1: Contexte de mise en place des gîtes aurifères hydrothermaux (Modifiée de Groves et al., 1998)

la propriété. Ceci permet de déterminer si le gisement a subi la déformation ou s'il s'est mis en place pendant ou après celle-ci. Cet aspect peut conduire à des interprétations différentes qui auront des conséquences sur modèles d'exploration.

1.2.2 Contexte de mise en place et géométrie des systèmes de veines

Dans la majorité des gîtes orogéniques, bien que la minéralisation puisse se présenter sous plusieurs formes (dissémination, brèche, remplacement...), c'est la géométrie en veines qui est la plus commune. C'est d'ailleurs le cas à Eau Claire, où la plus grande partie de la minéralisation se retrouve dans des veines de quartz-tourmaline et dans les zones d'altération qui y sont associées.

D'un point de vue général, une veine représente le produit final du remplissage d'une fracture par la circulation de fluides hydrothermaux. Ces ouvertures peuvent être préexistantes dans le massif rocheux ou être générées par la déformation et/ou la pression des fluides d'une manière plus ou moins synchrone à l'épisode minéralisateur. Dans le cas de fractures préexistantes, la minéralisation va se mettre en place préférentiellement dans les fractures favorablement orientées, tandis que les filons générés durant la déformation se forment de manière compatible avec le système de contraintes en place.

Généralement, trois types de veines sont distingués selon leur contexte de formation (Hodgson, 1989). Il s'agit des veines d'extension, des veines en remplissage de faille et des veines associées au plissement. Chaque type de veines présente des caractéristiques et une géométrie particulière (Robert et Poulsen, 2001; Hodgson, 1989). Donc en théorie, en

établissant la chronologie des événements et en étudiant les caractéristiques et la géométrie du système de veines, il serait possible d'associer les veines à un épisode de déformation et d'en déterminer le mode de mise en place. Dans les faits, les informations nécessaires ne sont pas toujours disponibles et certains éléments peuvent rendre l'interprétation plus complexe, mais voyons d'abord les caractéristiques de ces trois types de veines.

1.2.2.1 Veines en extension

Les veines en extension peuvent se former dans trois contextes : veines en échelon dans ou en bordure d'une zone de cisaillement, veines d'extension tardives dans des matériaux compétents et veines plus larges dans les blocs moins déformés entre plusieurs zones de cisaillement. Les « *flat veins* » de la mine Sigma (Robert et Brown, 1986) sont un exemple de veines en extension en bordure d'une zone de cisaillement (figure 1.2).

La répétitivité et la tendance à former des échelons de veines sont des caractéristiques discriminantes des veines en extension. Dans ce contexte, chaque zone de déformation va comprendre une famille de veines d'orientation semblable. Ces veines ont une extension latérale relativement limitée et elles sont orientées parallèlement à l'axe de la contrainte maximale.

Dans ce contexte, les minéraux constituant les veines montrent des textures de mise en place en espace ouvert telles que des textures en peigne, colloforme, crustiforme, massive et « *crack-seal* ». Dans le cas de veines produites par des ouvertures successives, ces textures se traduisent communément par une certaine symétrie à l'intérieur des veines.

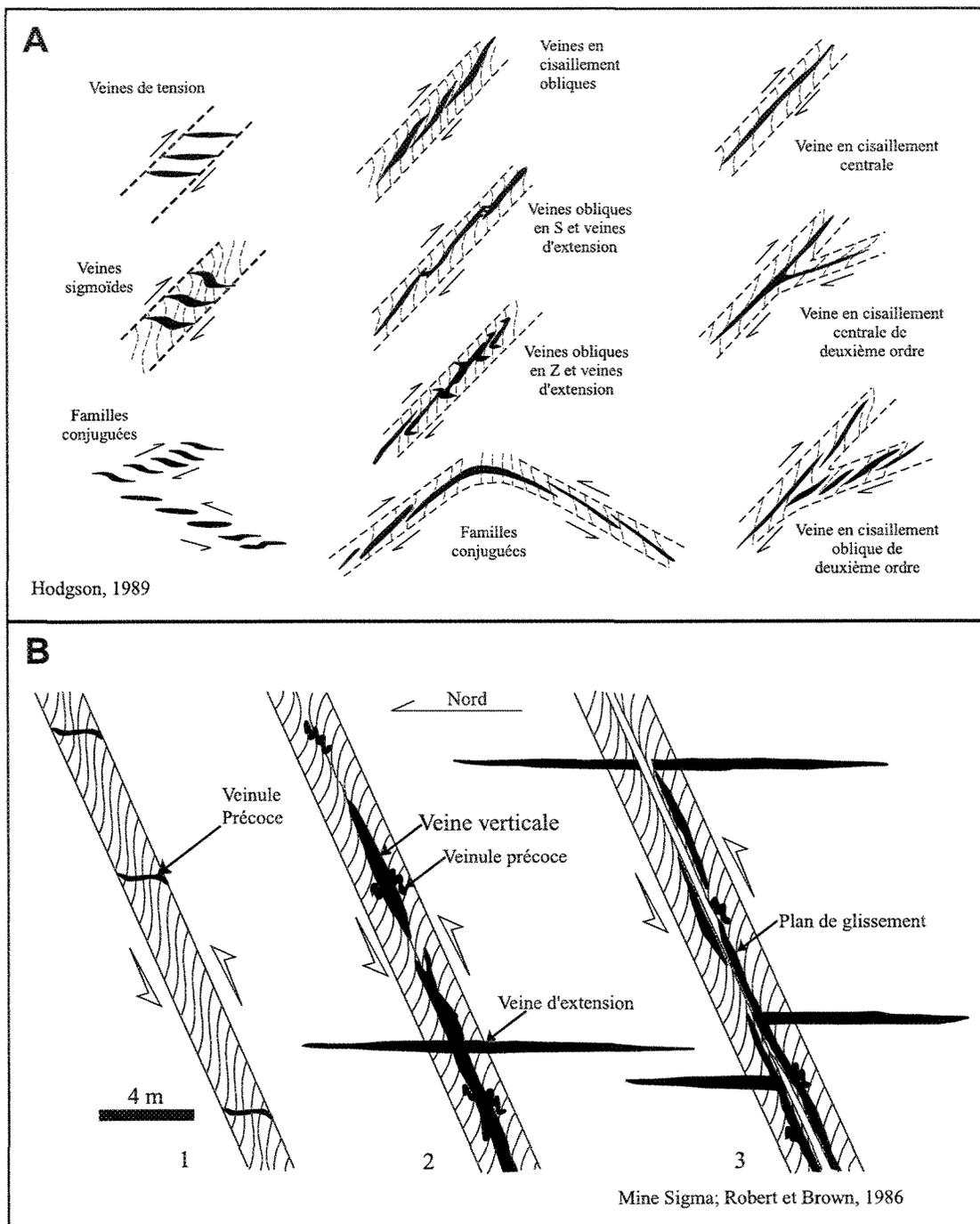


Figure 1.2: Géométrie des veines associées aux zones de cisaillement. a) Distributions possibles des veines en cisaillement, en extension et hybride dans des zones de cisaillement (Hodgson, 1989); b) Développement de veines en cisaillement et en extension dans un système en compression à la mine Sigma (Robert et Brown, 1986)

1.2.2.2 Veines en remplissage de faille

Les veines en remplissage de faille, aussi désignées comme veines en cisaillement, causent un problème du point de vue mécanique. Pour se mettre en place dans les zones de cisaillement, elles doivent créer des ouvertures sur une fracture qui, par définition, est en compression. Certains modèles ont été proposés pour expliquer ce phénomène. Par exemple, si le plan de faille est irrégulier, elles peuvent remplir des espaces formés par chevauchement d'aspérité. Sinon, il faut plutôt imaginer un modèle dans lequel la pression des fluides dans une faille produit un effet de valve et entraîne des variations cycliques de la pression favorisant l'ouverture et la précipitation de minéraux (Sibson et al., 1988).

Par opposition aux veines en extension, les veines en remplissage de faille sont beaucoup moins répétitives. Dans ce cas, chaque zone de déformation ou faille produit une seule veine (contrairement à toute une famille pour les veines en extension). Cependant, les veines en remplissage de faille sont généralement plus longues. Ces veines vont se former à l'intérieur du plan de cisaillement et plus ou moins parallèlement à celui-ci (figure 1.2). Elles sont obliques à un angle optimal de 30° par rapport à l'axe de la contrainte maximale.

Les textures observées à l'intérieur des veines en remplissage de faille vont être davantage caractéristiques de la déformation et vont montrer des évidences de recristallisation, de broyage et possiblement la présence de sous-grains. Des textures de type « crack-seal-slip » peuvent également être observées (Petit et al., 1999). Les textures peuvent être très complexes et contenir des plans de décollement, des duplications et d'autres structures du même genre.

1.2.2.3 Veines associées au plissement

Certaines veines peuvent aussi se former en association avec le plissement. Cox et al. (1991), Hodgson (1989) et Price et Cosgrove (1990) proposent divers moyens de former des veines dans une zone plissée. De façon générale, la forme, la localisation et l'orientation des veines vont dépendre du type de pli présent (mécanisme de plissement) et de l'orientation du champ de contraintes. La figure 1.3 présente les différents types et géométries de veines qui peuvent se former lors du plissement. L'extension latérale des veines et leur orientation, de même que les textures qu'elles contiennent, peuvent varier.

Les veines de type « *saddle reefs* » se développent d'une façon concordante aux couches par dilatation dans les charnières de pli. Lorsque le plissement devient plus intense, elles se combinent avec d'autres systèmes de veines discordantes (veines en extension et en remplissage de faille) pour former un réseau assez complexe (figure 1.3).

1.3 Problématique spécifique à la zone Eau Claire

Le gîte aurifère de la zone Eau Claire est un gîte orogénique de type filonien qui présente un intérêt particulier du fait qu'il ne correspond pas exactement au modèle traditionnel pour ce type de minéralisation. Ainsi, bien que la minéralisation se présente sous forme de veines de quartz + tourmaline ± carbonates pauvres en sulfures, elle se retrouve également à l'intérieur de bandes schisteuses riches en actinote et en tourmaline discordantes par rapport au litage. De plus, le haut degré de métamorphisme (faciès des

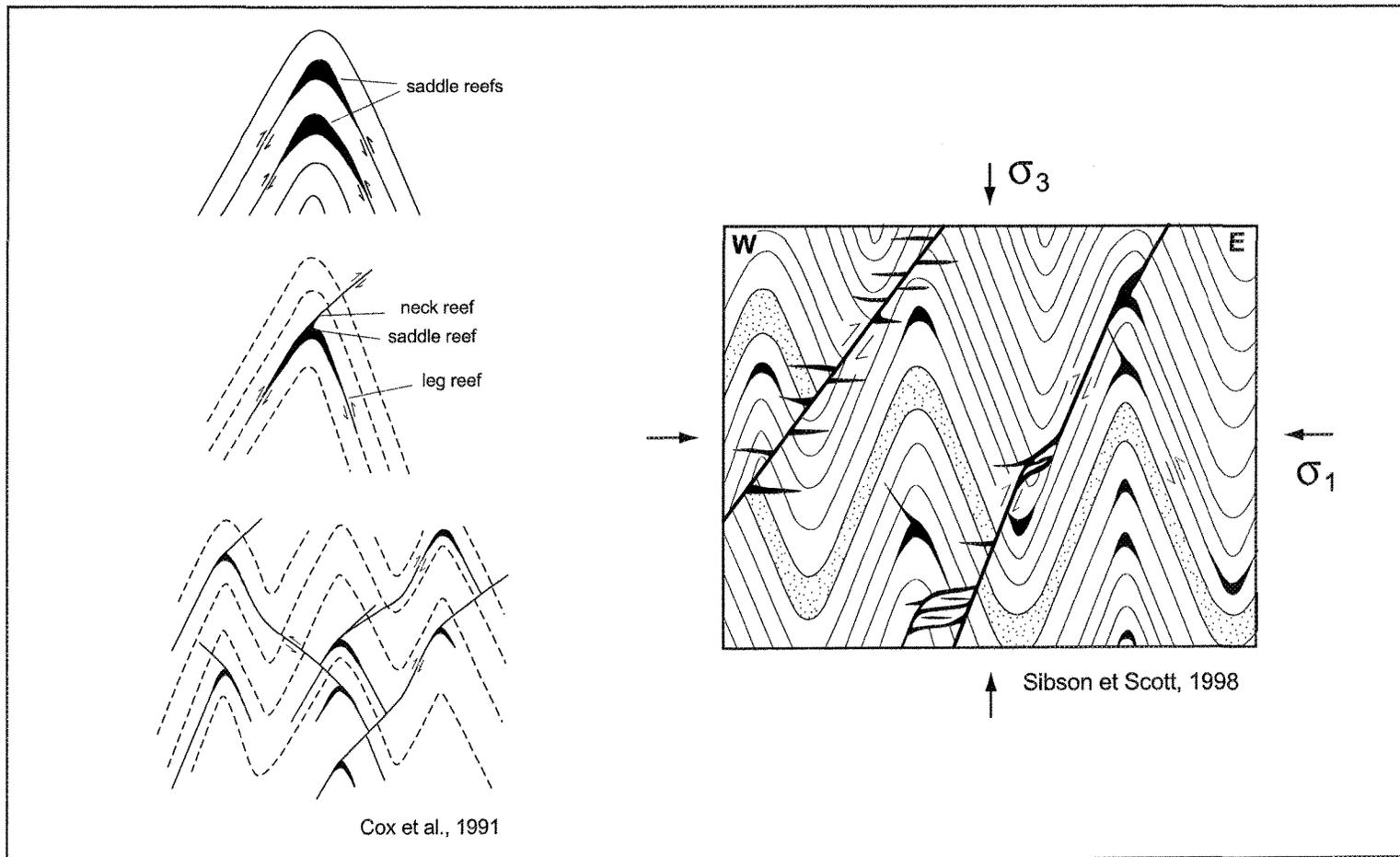


Figure 1.3: Morphologie des systèmes de veines de type "saddle reef". a) Développement progressif du système de saddle reef à partir des veines concordantes dans la charnière des plis en chevron. La poursuite du raccourcissement induit la formation de veines discordantes qui recoupent les flancs. b) État final d'un système de type saddle reef en relation avec le système de contraintes. Plusieurs types de veines sont présentes pour former un réseau complexe

amphibolites) et l'altération particulièrement riche en magnésium et en bore reliée à une tourmalinisation des encaissants et à la présence d'amphiboles calciques et magnésiennes (Cadieux, 2000) accentuent encore davantage le caractère non traditionnel du gîte Eau Claire. Finalement, aucune faille majeure n'a été cartographiée dans la région jusqu'à maintenant. Au contraire, le secteur se caractérise surtout par du plissement qui est relié au moins à une deuxième phase de déformation.

Du fait de sa particularité notable, l'étude du gîte Eau Claire est intéressante autant du point de vue scientifique pour comprendre la mise en place de la minéralisation dans un contexte aussi particulier, que du point de vue économique afin de contribuer à la poursuite des travaux d'exploration.

Les travaux réalisés précédemment par SOQUEM et par deux étudiants à la maîtrise (Shaw, 1991; Cadieux, 2000) ont apporté une connaissance générale de la stratigraphie, de la structure, du métamorphisme et de la minéralisation dans le secteur. De plus, ces études ont permis de caractériser l'altération hydrothermale associée au gîte et de mettre en évidence un pli régional P_2 affectant la foliation principale S_0 - S_1 . Malgré toutes les données disponibles, les processus ayant contrôlé la mise en place des veines sont encore mal compris. Leur compréhension est essentielle afin de définir quels paramètres contrôlent la géométrie et la distribution des veines et de déterminer des nouvelles cibles d'exploration.

Plusieurs interrogations persistent quant à la chronologie relative de mise en place des veines minéralisées par rapport à la déformation. D'autres aspects tels que le lien spatial et/ou génétique avec le pli régional, avec la zone de déformation Cannard, ou une autre

zone de déformation encore inconnue, ou avec la présence de nombreux dykes felsiques restent à étudier. La présente étude discutera certains de ces aspects.

1.4 Objectifs

L'objectif principal de ce projet consiste à établir la chronologie des événements de déformation, d'altération et de minéralisation caractérisant le gîte aurifère de la zone Eau Claire et d'en arriver à proposer un modèle structural permettant d'expliquer les processus ayant contrôlé la mise en place de la minéralisation. De plus, il faudra en arriver à proposer des guides pour l'exploration.

Dans cette optique, le projet devra d'abord permettre de caractériser les différents éléments mentionnés, soit les veines et la minéralisation ainsi que les différents épisodes de déformation ainsi que les relations géométriques et chronologiques entre ces différents événements. Une attention moindre sera portée à la caractérisation des zones d'altération puisque celles-ci ont déjà été l'objet de travaux antérieurs (Cadieux, 2000). Par contre, une attention particulière sera portée aux relations géométriques et chronologiques entre ces zones et minéraux d'altération et les événements de déformation et de minéralisation.

Objectifs principaux :

- Établir la chronologie relative des événements mentionnés.
- Proposer un modèle structural pouvant expliquer la mise en place des veines et de la minéralisation.
- Proposer des guides pour l'exploration.

Objectifs spécifiques :

- Caractériser les veines (composition, texture, orientation) et les zones de schistes à actinote-tourmaline minéralisées.
- Caractériser les différents épisodes de déformation.
- Caractériser les relations géométriques et chronologiques entre les veines, la minéralisation, l'altération et la déformation.

Ainsi, le projet devrait permettre de mieux comprendre les paramètres géologiques ayant contrôlé la mise en place du gîte Eau Claire, mais également de contribuer dans une certaine mesure à la compréhension des gîtes orogéniques formés dans des contextes non-traditionnels.

1.5 Méthodologie

Pour remplir les objectifs mentionnés précédemment, les travaux se sont déroulés en deux phases, soit une phase de terrain et une phase de laboratoire.

1.5.1 Travaux de terrain

Les travaux de terrain réalisés à l'été 2000 ont consisté essentiellement en une cartographie détaillée des décapages 4+50W@6+50W et 7+00W de la zone Eau Claire constituant la zone d'étude. Cette cartographie a été réalisée à une échelle de 1 :200 à partir

d'une grille arbitraire correspondant à la grille coupée sur ce secteur de la propriété. La cartographie visait à faire ressortir les différentes unités lithologiques, les veines minéralisées et leurs zones d'altération ainsi que les relations (recoupement, géométrie) entre ces différents éléments. Une description détaillée des différentes unités a également été réalisée.

Une cartographie détaillée des trajectoires de la foliation principale a été effectuée sur toute la surface du décapage. Cette cartographie a été accompagnée d'un relevé structural systématique des différentes fabriques.

De plus, chacune des principales veines minéralisées du secteur d'étude a été décrite systématiquement, de l'ouest vers l'est, afin de faire ressortir les variations de composition et de textures. Cette étude des veines a été accompagnée d'un relevé systématique de l'orientation de celles-ci à des intervalles d'environ 5 à 10 mètres.

Finalement, des échantillons orientés ont été prélevés dans la zone d'étude afin de pouvoir mieux documenter les différentes unités lithologiques, les différentes fabriques ou phénomènes structuraux, ainsi que les veines et leurs zones d'altération. Un total de 57 échantillons ont été prélevés sur toute la surface de la zone d'étude.

Les unités, les structures et les phénomènes observés ont également été documentés par des photographies et par des schémas.

À l'origine, les données utilisées pour cette étude devaient comprendre uniquement les travaux réalisés à l'été 2000 dans la zone d'étude. Cependant, certaines données structurales provenant de la campagne d'exploration de l'été 2001 ont été utilisées dans l'analyse structurale afin d'avoir une meilleure compréhension de la géologie globale de la

propriété. Ces mesures structurales ont été prélevées lors de la cartographie de tranchées d'exploration réalisées dans différents secteurs de la propriété. De brèves descriptions de ces secteurs seront présentées dans le « Chapitre 2 » afin de mieux situer le lecteur.

1.5.2 Travaux de laboratoire

Les travaux de laboratoire se sont déroulés en trois parties soit : 1) la numérisation des données provenant de la cartographie de terrain, 2) le traitement des échantillons et l'étude pétrographique et structurale des lames minces, 3) le traitement et l'analyse des données structurales et autre.

La numérisation des données provenant de la cartographie de terrain a été effectuée en grande partie par un dessinateur de SOQUEM. Les données numérisées en format MicroStation ont été transférées en format MapInfo où elles ont pu être réorganisées, modifiées et complétées.

Le traitement des échantillons orientés consistait principalement en une description détaillée des échantillons et à un relevé systématique des différentes structures observées sur ceux-ci. Ces nouvelles données ayant pour objectif de compléter et de valider les données recueillies sur le terrain. Par la suite, environ une centaine de lames minces orientées ont été réalisées à partir des échantillons. Dans plusieurs cas, deux lames ont été fabriquées sur le même échantillon afin de valider l'orientation mesurée de la linéation d'étirement, soit une lame parallèle et une lame perpendiculaire à la linéation. L'étude microscopique des lames minces a été réalisée en portant l'attention sur les éléments

suivants : composition et textures des unités lithologiques, caractéristiques des différentes fabriques, minéralogie et textures des zones d'altération, minéralogie et textures des veines et de la minéralisation, relations de recoupement entre les différents éléments mentionnés (unités lithologiques, fabriques, altérations, veines, minéralisation).

Les données structurales provenant des travaux de terrain ainsi que du traitement des échantillons en laboratoire ont été compilées et analysées à l'aide du logiciel Géorient afin de caractériser les différents événements de déformation documentés dans le secteur ainsi que le système de veines minéralisées. Dans une deuxième phase d'analyse, les données structurales réalisés pendant le deuxième été de terrain (2001) à l'extérieur de la zone d'étude ont également été utilisées afin d'obtenir une caractérisation plus globale de la déformation à l'échelle de la propriété.

1.6 Géologie régionale

La propriété Clearwater est située dans la Province de Supérieur, dans le Moyen-Nord québécois. Elle fait partie de la sous-province volcano-plutonique de la Rivière La Grande telle que définie par Card et Ciesielski (1986) et se localise tout près de la limite avec les sous-provinces métasédimentaires de la Rivière Opinaca au nord-est et de la Rivière Némiscau au sud-ouest (figure 1.4).

Gauthier et Larocque (1998) séparent la sous-province de La Grande en deux secteurs qui présentent des différences litho- et chrono-stratigraphiques majeures, soit le domaine de la rivière La Grande au nord et le domaine de la rivière Eastmain plus au sud. La propriété

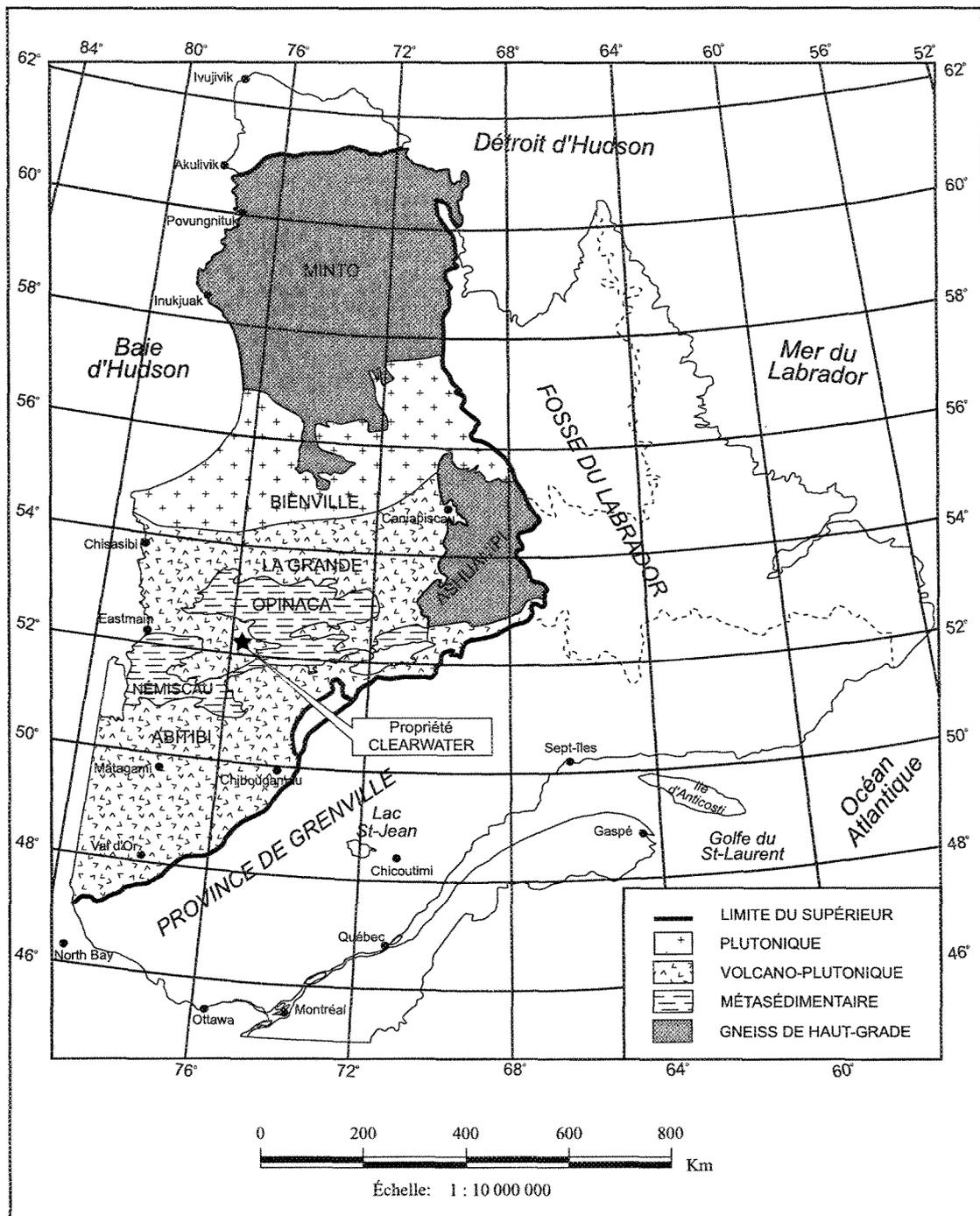


Figure 1.4: Localisation de la propriété Clearwater dans la province géologique du Supérieur. Le secteur d'étude fait partie de la sous-province volcano-plutonique de la Rivière La Grande (Modifiée de Card et Ciesielski, 1986).

est donc située dans la section de la rivière Eastmain et les roches supracrustales du secteur forment la Bande volcanosédimentaire de la Rivière Eastmain inférieure (BVREI) qui a été décrite principalement par Franconi (1978 et 1982) et plus récemment par Gauthier et Larocque (1998) et par Moukhsil et al. (2003). Plusieurs autres travaux de cartographie régionale ont été réalisés dans le secteur de la rivière Eastmain.

La BVREI montre une orientation grossièrement E-W. Elle s'étend sur une distance d'environ 300 km et sur une largeur variant de 10 à 70 km. Dans la littérature, elle est divisée en plusieurs portions, la Basse Eastmain s'étendant de la Baie James (78°50') jusqu'à 76°00' de longitude Ouest et la Moyenne Eastmain située entre 74°00' et 76°00' de longitude Ouest. La propriété Clearwater est située dans la partie ouest de la Moyenne Eastmain.

1.6.1 Stratigraphie

La stratigraphie de la bande volcano-sédimentaire de la rivière Eastmain se compose essentiellement de roches volcaniques. Moukhsil et al. (2003) séparent ces dernières en quatre cycles volcaniques distincts représentés par la Formation de Kauputauch, la Formation de Natel, la Formation d'Anatacau-Pivert et les Formations de Komo et de Kasak. Ces formations volcaniques se seraient mises en place en l'absence d'une croûte felsique ancienne. Elles seraient accompagnées de deux périodes de sédimentation et de plusieurs épisodes de plutonisme.

Toujours selon Moukhsil et al. (2003), dans le secteur de la Moyenne Eastmain, le volcanisme est surtout représenté par la Formation de Natel qui se compose principalement de basaltes massifs ou coussinés accompagnés de proportions variables de komatiites, de basaltes komatiitiques et d'andésites. La Formation d'Anatacau-Pivert est moins importante et contient des metabasaltes, des andésites, des rhyolites, des tufs et des roches sédimentaires. Les autres formations sont présentes surtout dans le secteur de la Basse Eastmain et se composent également de metabasaltes, d'andésites et de rhyolites avec plus ou moins de tufs et de roches sédimentaires.

Les metabasaltes sont généralement massifs et préservent localement des textures coussinées (Franconi, 1978). Ils contiennent par endroit des unités métasédimentaires graphiteuses et des formations de fer rubanées (Gauthier et Larocque, 1998). Des roches volcanodétritiques felsiques composées principalement de tufs felsiques fins, de tufs bicolores et de niveaux agglomératiques grossiers surmontent les basaltes et sont associés à des intrusions porphyriques concordantes à quartz et à feldspath (Franconi, 1978).

Finalement, une séquence de turbidites repose en discordance sur le substratum volcanique. Dans le secteur de la Gorge Conglomérate, Franconi (1978) a observé une discordance angulaire entre les conglomérats qui forment la base de la séquence turbiditique et les roches volcaniques sous-jacentes. Ces conglomérats constituent un horizon repère important dans le secteur de la Baie James (Chartrand et Gauthier, 1995). Il s'agit de conglomérats polymictes contenant des fragments de toutes les unités sous-jacentes (voir Franconi (1978) pour plus de détails).

Les conglomérats sont recouverts progressivement par des arkoses et des grauwackes. Ces derniers correspondent aux paragneiss à biotite très abondants dans le secteur de la rivière Eastmain et qui forment le Groupe de Rossignol (Franconi, 1978). Au cours des dernières années, ces roches d'origine sédimentaire ont également été désignées sous les noms de bassin de Laguiche (Skulski et al., 1984; St-Seymour et Francis, 1988) ou de sous-province d'Opinaca (Card et Ciesielski, 1986).

1.6.2 Métamorphisme

Le métamorphisme régional augmente vers l'est et varie du faciès des schistes verts jusqu'au faciès des amphibolites supérieur pour atteindre le faciès des granulites dans les paragneiss du Laguiche (Franconi, 1978; Gauthier et Larocque, 1998; Labbé et Grant, 1998; Moukhsil et Doucet, 1999; Simard et Gosselin, 1999; Moukhsil, 2000; Moukhsil et al., 2003). Les porphyroblastes de grenats sont communément présents dans les assemblages métamorphiques (Moukhsil et Doucet, 1999).

1.6.3 Géologie structurale

Le grain structural régional dans la BVREI est d'orientation E-W. Deux phases de déformation principale sont reconnues dans le secteur (Moukhsil et al., 2003; Moukhsil, 2000; Moukhsil et Doucet, 1999). La première phase (D1), dont l'âge estimé varie de 2710 à 2697 Ma (Moukhsil et al., 2003), est exprimée par une schistosité pénétrative d'orientation grossièrement E-W et qui est généralement parallèle au litage sédimentaire. La deuxième

phase (D2) est associée à une fabrique (S_2) d'orientation NE à ENE (âge estimé entre 2668 et 2706 Ma par Moukhsil et Legault, 2002).

Localement, une troisième phase de déformation (D3) a été observée (Moukhsil et al., 2003; Moukhsil, 2000; Moukhsil et Doucet, 1999). La fabrique associée à cet épisode est non-pénétrative et moins évidente à l'échelle régionale. Elle est observée surtout dans les roches métasédimentaires et elle est orientée WNW à NW (âge estimé inférieur à 2668 Ma par Moukhsil et al., 2003).

De nombreux plis affectent les unités volcano-sédimentaires (Franconi, 1978, 1982; Moukhsil, 2000). Ces plis serrés à isoclinaux sont orientés E-W. Ils sont déversés vers le sud (Gauthier et Larocque, 1998) et les axes de plis plongent vers l'ouest (Franconi, 1982).

1.6.4 Minéralisation

La sous-province géologique de La Grande présente une grande variété de minéralisations métalliques. Les principaux types de minéralisation rencontrés sont les minéralisations volcanogènes (*Cu, Zn, Ag, Au*), les minéralisations magmatiques (*Cu, Au, Ag, Mo* et *Au, Ag, Cu, Zn, Pb*), les minéralisations orogéniques (*Au, As, Sb*) dont les minéralisations associées à des formations de fer aurifères (*Au, As*; Moukhsil et al., 2003). Les minéralisations aurifères orogéniques (incluant les formations de fer aurifères) sont les plus communes et les plus étudiées.

Des formations de fer aurifères ont été observées dans les secteurs de la Rivière La Grande et de la Moyenne Eastmain, entre autre sur la propriété Auclair de Mines d'Or

Virginia. Ces minéralisations sont encaissées dans des formations de fer au faciès des oxydes ou des silicates et dans des amphibolites à grenats. Ces dernières sont fortement affectées par deux épisodes de plissement (P_1 et P_2). Les teneurs les plus intéressantes se retrouvent généralement dans les charnières de pli P_2 (Moukhsil et al., 2003), le long de plans de décollement (Chapdeleine et Huot, 1997).

Les minéralisations orogéniques, quant à elles, sont communes dans toute la sous-province de La Grande. Les principaux exemples dans la BVREI sont les secteurs d'Eastmain, Clearwater, Opinaca et du lac Elmer. Ces minéralisations sont associées à des veines de quartz±tourmaline±carbonates et à leurs épontes sulfurisées (Moukhsil et al., 2003). Les veines peuvent être encaissées autant dans des roches d'origine volcanique que sédimentaire et elles peuvent être associées autant à l'événement D1 qu'à l'événement D2 (Moukhsil et al., 2003).

1.7 Géologie de la propriété

Par le passé, plusieurs travaux de cartographie ont été réalisés à une échelle plus régionale dans le secteur de la Rivière Eastmain (entre autre Eakins et al., 1968; Franconi, 1978). Le territoire couvert par la propriété Clearwater a également été cartographié par le Ministère des ressources naturelles en 1997 (feuillet SNRC 33 B/4; Labbé et Grant, 1997).

Ces relevés effectués à grande échelle concordent difficilement avec les données d'exploration. Aussi, les sections suivantes présenteront un aperçu global de la géologie de

la propriété basée essentiellement sur les travaux de Shaw (1991), de Cadieux (2000) et sur les travaux d'exploration de SOQUEM.

Certains secteurs de la propriété seront décrits plus en détail dans le « Chapitre 2 » à partir d'observations personnelles réalisées à l'été 2001. Ces données ne font pas partie du projet comme tel, mais étant donné le caractère très local de la zone d'étude, ils apporteront une vision plus globale qui sera essentielle pour l'interprétation des résultats.

1.7.1 Lithologies

La géologie de la propriété (figure 1.5) est dominée par la présence de roches métavolcaniques mafiques ou amphibolites (Shaw, 1991; Jourdain et Morin, 1999; Cadieux, 2000). Au centre de la propriété, des bandes de tufs felsiques à intermédiaires ainsi que des roches sédimentaires (grès, wackes, siltstone, mudstone, conglomérats) sont intercalées dans les volcanites mafiques. La cartographie régionale de Labbé et Grant (1997) montre deux bandes de roches métasédimentaires dans la portion orientale de la propriété.

La première se compose de grès et de wackes avec des tufs à lapilli felsiques à intermédiaires et des horizons de basalte. La deuxième contient des mudstones, des wackes, des grès et des conglomérats (Jourdain et Morin, 1999).

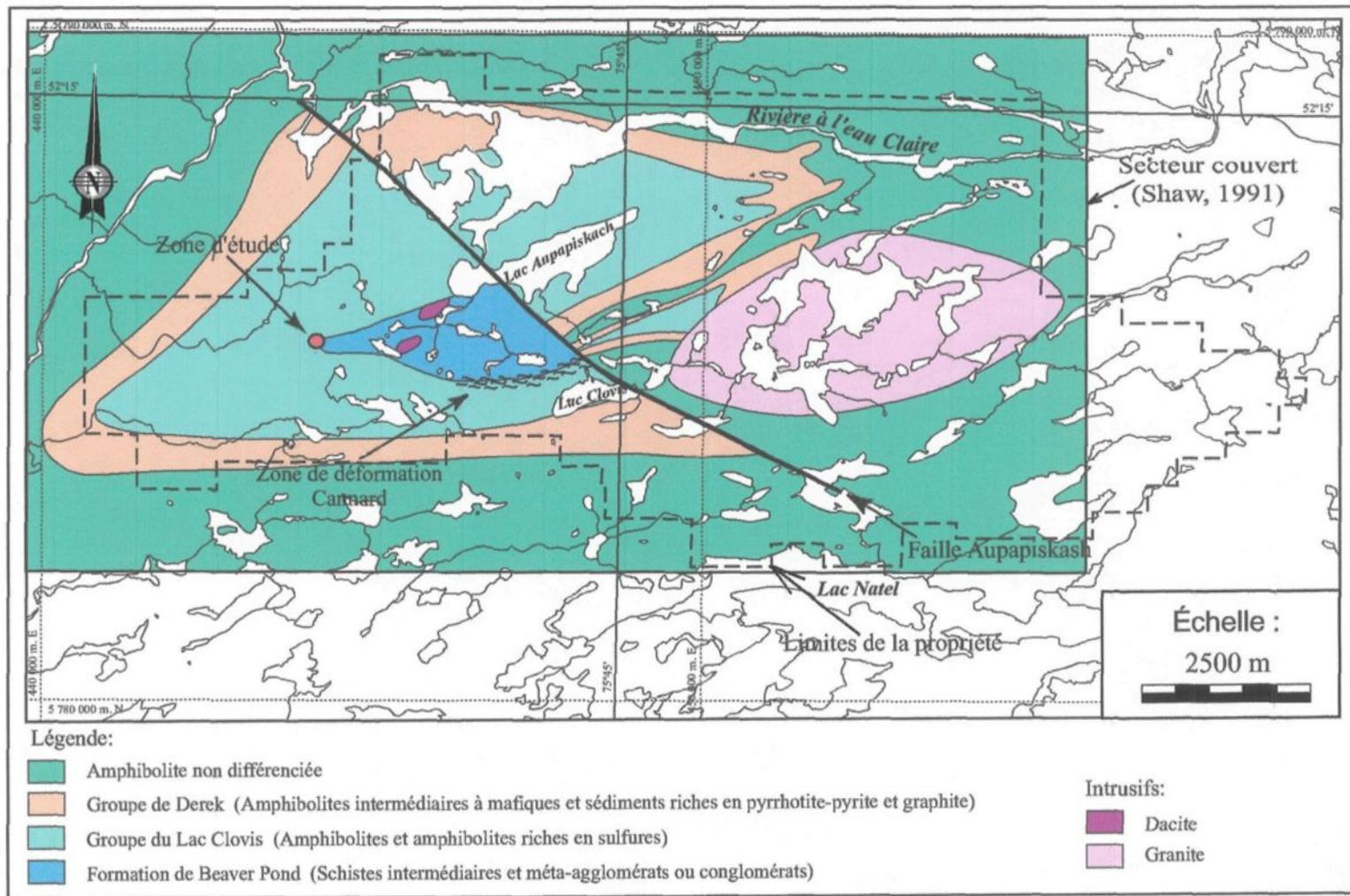


Figure 1.5: Géologie de la propriété (Modifiée de Shaw, 1991). La zone d'étude est située dans la charnière du pli régional, à l'interface entre l'unité de roches métasédimentaires et les amphibolites.

Plusieurs phases intrusives de composition tonalitique à granitique sont présentes dans le secteur. Plusieurs générations de dykes ont aussi été répertoriées, soit des dykes felsiques porphyriques à feldspath (PF) et à quartz-feldspath (PQF), des dykes mafiques déformés et des dykes de lamprophyre tardifs.

1.7.2 Métamorphisme et structure

Jusqu'à maintenant, deux phases de déformation ont été reconnues dans le secteur (Shaw, 1991; Quirion, 1996). La première phase se caractérise par une schistosité S_1 intense qui transpose le litage (d'où l'appellation de S_0 - S_1). La seconde phase se caractérise surtout par du plissement.

Sur la propriété, un pli régional affecte les unités volcano-sédimentaires (Shaw, 1991). Ce pli est relié au deuxième épisode de déformation et contrôle le grain tectonique régional d'orientation E-W. La présence de coussins dans les volcanites mafiques a permis d'établir une polarité stratigraphique vers le nord sur le flanc nord du pli et vers le sud sur le flanc sud (Shaw, 1991). Il s'agit donc d'un pli anticlinal serré à isoclinal (figure 1.5) et plongeant faiblement vers l'WSW. De nombreux plis mineurs ont été observés un peu partout sur la propriété. Un clivage de plan axial (S_2) est associé aux plis P2.

Les travaux d'exploration effectués par SOQUEM ont mis en évidence une zone de déformation d'orientation E-W sur le flanc sud du pli régional. Une autre structure d'orientation NW-SE (faille Aupapiskash) a été interprétée par Shaw (1991) à partir de

levés géophysiques et de données provenant de la cartographie géologique du secteur (figure 1.5).

Les roches du secteur ont subi un métamorphisme allant du faciès supérieur des schistes verts jusqu'au faciès des amphibolites (Cadieux, 2000; Shaw, 1991). L'assemblage minéralogique le plus commun est constitué de hornblende et de biotite, mais la chlorite et l'épidote peuvent être présentes localement.

1.7.3 Minéralisation

Depuis les années 1970, deux principaux types de minéralisation ont été documentés sur la propriété, soit des minéralisations aurifères (« Zone Eau Claire » et « Faille Cannard ») et des minéralisations cuprifères (« Zone Rosemary ») (Jourdain et Morin, 1999). Les minéralisations cuprifères de la « Zone Rosemary » forment des corps minéralisés de faible teneur mais de grande dimension, associés à des amphibolites riches en magnétite.

Les minéralisations aurifères sont les plus importantes sur la propriété. Elles sont contenues essentiellement dans des veines de quartz-tourmaline-carbonates et dans les zones d'altération encaissantes, ainsi que dans des bandes de schiste à actinote-tourmaline. Bien que la présence de minéralisation aurifère ait été reconnue un peu partout sur la propriété, la « Zone Eau Claire » est la principale zone minéralisée connue jusqu'à maintenant. Au moment des travaux, les ressources de la zone Eau Claire étaient basées sur les teneurs des veines G, I et J uniquement et elles étaient estimées à 544 000 tonnes à

8,7 g/t Au (Jourdain et Morin, 1999). Les travaux réalisés depuis ont permis d'inclure les autres veines au calcul et de préciser la maille d'échantillonnage. La Zone Eau Claire étant l'objet de cette étude, elle sera décrite plus en détail dans les prochains chapitres.

1.7.4 Altération

Cadieux (2000) a établi un profil d'altération typique (figure 1.6) à partir de plusieurs sections de forage recoupant des veines de quartz-tourmaline minéralisées encaissées dans des volcanites mafiques. Ainsi, elle a défini deux zones d'altération distinctes.

La *zone d'altération interne* à actinote et tourmaline borde la veine. Elle est localement foliée ou rubanée et se compose essentiellement d'amphibole magnésienne, de tourmaline et de calcite en agrégats fibro-radiés. La *zone d'altération externe* à biotite est plus éloignée de la veine. Elle se compose majoritairement d'amphibole tschermakitique, de biotite et de chlorite, de quartz et de plagioclase. Elle porte généralement une foliation pénétrative et un rubanement. Finalement la *roche encaissante non-altérée* est formée d'amphibole ferro-tschermakitique à tschermakitique, de plagioclase et de quartz.

Cadieux (2000) précise que les deux zones d'altération ne sont pas répertoriées systématiquement en bordure de chaque veine, que leur importance peut varier et que l'assemblage minéralogique peut présenter une variabilité assez importante. Elle précise également que l'assemblage minéralogique des zones d'altération vient rétrograder les assemblages du faciès amphibolite présents dans les encaissants non-altérés.

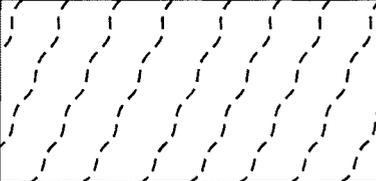
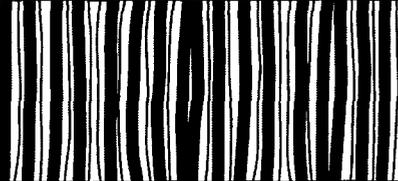
Assemblage métamorphique (le moins altéré)	Zone d'altération externe (altération en biotite)	Zone d'altération interne (altération en actinote tourmaline)	Veines
<p>S_0-S_1: foliation définie par les amphiboles et la biotite mineure</p> <p>TSCHERMAKITE, PLAGIOCLASE, quartz, biotite, ilménite, rutile, pyrrhotite, pentlandite, environ 1% de veinules de quartz et/ou calcite</p>	<p>S_v: foliation pénétrative, alternance de bandes riches en amphiboles et de bandes riches en biotite</p> <p>TSCHERMAKITE ± MAGNÉSIO-HORNBLLENDE, BIOTITE-CHLORITE (interstratifiés finement), QUARTZ, calcite, tourmaline, pyrite, pyrrhotite, pentlandite, chalcopryrite, tellurures</p>	<p>Agrégats fibro-radiés, rarement foliés et/ou rubanés (S_v)</p> <p>ACTINOTE et/ou TRÉMOLITE et/ou MAGNÉSIO-HORNBLLENDE, TOURMALINE, CALCITE, biotite-chlorite (interstratifiés finement), épidote, quartz, pyrite (tardive), chalcopryrite, pyrrhotite, pentlandite, ilménite</p>	<p>Rubannée en bordure parallèlement à S_v, souvent bréchique au centre</p> <p>QUARTZ, TOURMALINE, CALCITE, actinote, pyrite, pyrrhotite, chalcopryrite, or, tellurures</p>
			

Figure 1.6: Profil d'altération typique pour une veine de quartz-tourmaline encaissée dans une unité de volcanites mafiques (Cadieux, 2000)

CHAPITRE 2

DESCRIPTIONS DE SITES ET CARACTÉRISATION DES UNITÉS LITHOLOGIQUES

2.1 Introduction

Ce chapitre présente les observations de la cartographie géologique de la zone d'étude. Le texte présentera d'abord une localisation de la zone d'étude (figure 2.1) accompagnés de la description des unités lithologiques observées ainsi que la chronologie relative de mise en place de ces unités.

Dans une deuxième section, ce chapitre présentera les descriptions sommaires de certains sites secondaires qui ne font pas partie de l'étude à proprement parler, mais dont la connaissance peut apporter une compréhension plus globale à l'échelle de la propriété.

2.2 Description du site principal

2.2.1 Généralités

Le site choisi pour l'étude, soit le décapage 4+50 @ 6+50W de la zone Eau Claire mesure environ 200 mètres par 30 à 50 mètres. Il est situé dans la charnière du pli régional

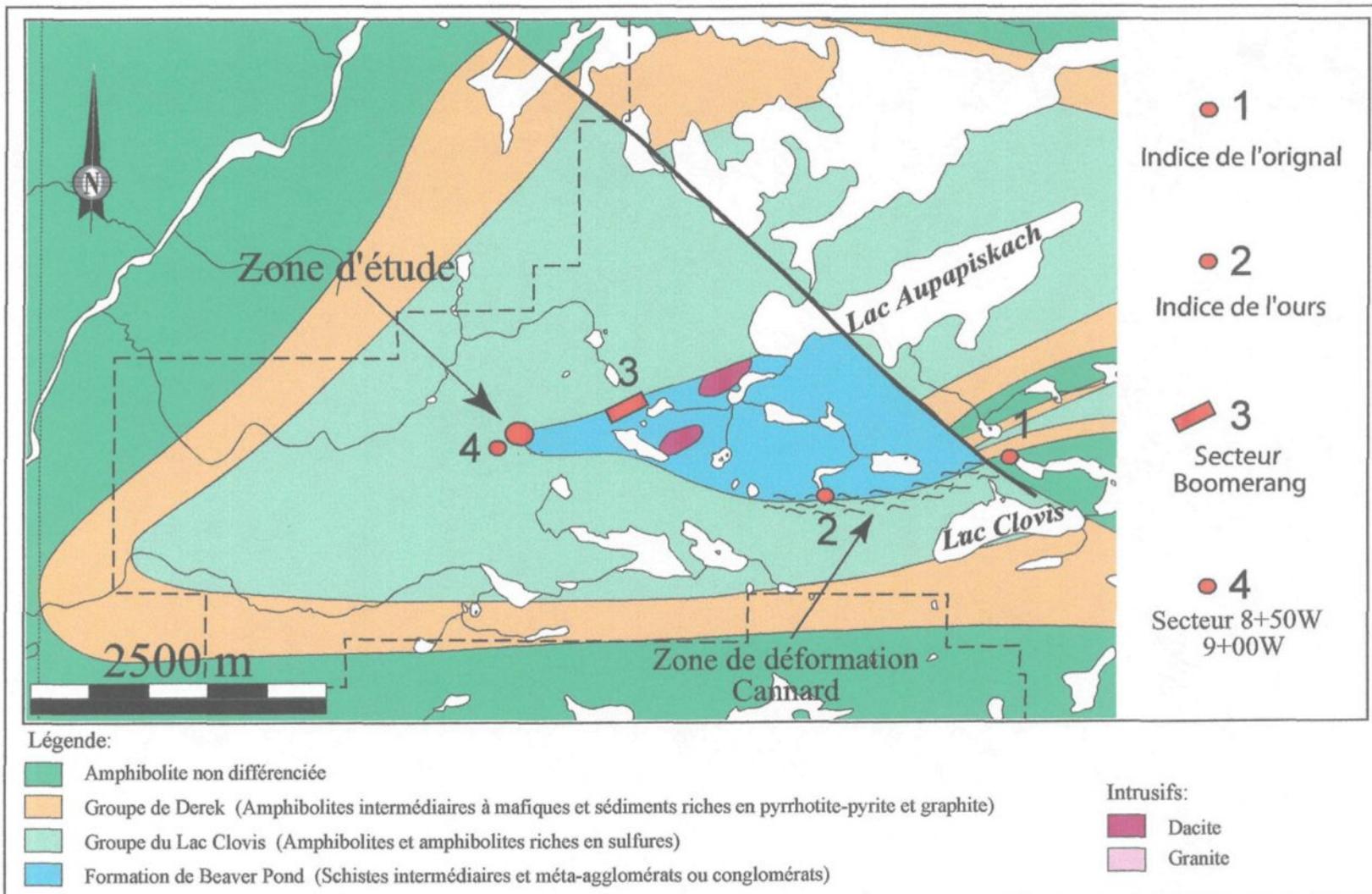


Figure 2.1: Localisation du site principal et des sites secondaires.

à l'interface entre les volcanites mafiques et les roches sédimentaires¹ (figure 2.1). Ce décapage est exceptionnel tant par la qualité d'exposition que par la densité des veines minéralisées (8 veines sur une largeur inférieure à 50 mètres). Ces caractéristiques en font un site exceptionnel pour étudier les relations entre les veines, la minéralisation, l'altération et la déformation.

2.2.2 Caractérisation des unités

Dans cette section, les unités lithologiques rencontrées dans la zone d'étude seront décrites en détail. Chaque sous-section abordera la distribution géométrique de l'unité et les relations de recoupement observées, la morphologie de terrain, la minéralogie, les textures microscopiques et les évidences de déformation. Les évidences de déformation sont décrites sommairement puisqu'elles feront l'objet d'une étude plus détaillée au chapitre suivant. Les données provenant de l'analyse microscopique des lames minces sont présentées à l'annexe A.

La figure 2.2 présente une version simplifiée de la cartographie du décapage 4+50W@6+50W qui a été réalisée dans le cadre de cette étude. La **version détaillée** à l'échelle 1 :200 est présentée en pochette.

¹ Étant donné que toutes les unités lithologiques présentes sur la propriété ont subi un métamorphisme au faciès des amphibolites, le préfixe « méta » sera dorénavant omis dans les descriptions afin de simplifier le texte.

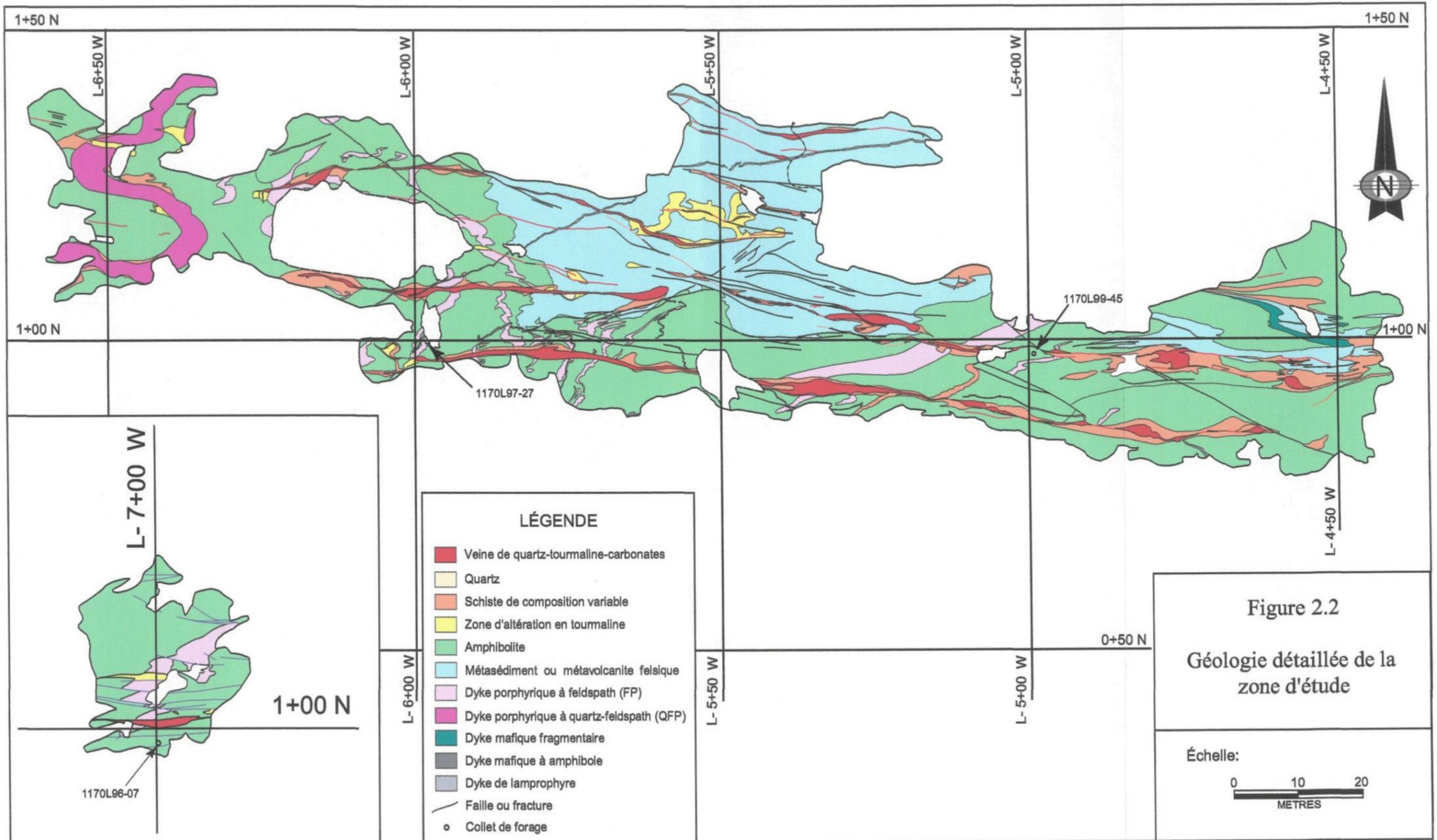
2.2.2.1 *Volcanites mafiques ou amphibolites (M16)*

Les volcanites mafiques représentent l'unité dominante sur le décapage 4+50W@6+50W (figure 2.2). Elles forment toute la partie à l'ouest de la ligne 6+00W et la zone au sud de la station 1+00N. Cette unité présente de grandes variations de composition (intermédiaire à mafique) et de texture tant en lame mince qu'à l'échelle de l'affleurement. Aucun indice ne permet d'établir une relation stratigraphique entre ces roches volcaniques mafiques et les roches sédimentaires. Cependant, les volcanites mafiques sont recoupées par toutes les générations de dykes décrites plus loin ainsi que par les veines de quartz-tourmaline.

En affleurement, leur couleur est généralement vert sombre, mais elle varie du vert moyen grisâtre au noir lorsque la surface est polie. Elle se présente sous trois faciès différents, soit rubanée, massive ou porphyrique avec des phénocristaux millimétriques de plagioclases et/ou d'amphibole et/ou de biotite.

Les principaux minéraux rencontrés sont l'amphibole, la biotite, le plagioclase et le quartz. La granulométrie et la proportion des différents minéraux varient fortement selon les faciès. De 2 à 3% de sulfures peuvent être présents (PO +PY ±CP) sous forme disséminée ou en fines lamines discontinues de 1 à 2 millimètres d'épaisseur concordantes ou discordantes avec la foliation principale.

Le faciès le plus commun est une volcanite mafique rubanée montrant une alternance de bandes millimétriques à centimétriques de couleur blanchâtre, verte et localement noire (figure 2.3). Le faciès porphyrique forme aussi une partie importante de cette unité. Ce faciès contient entre 1 et 5% de phénocristaux de plagioclases (0,2 à 1 mm)



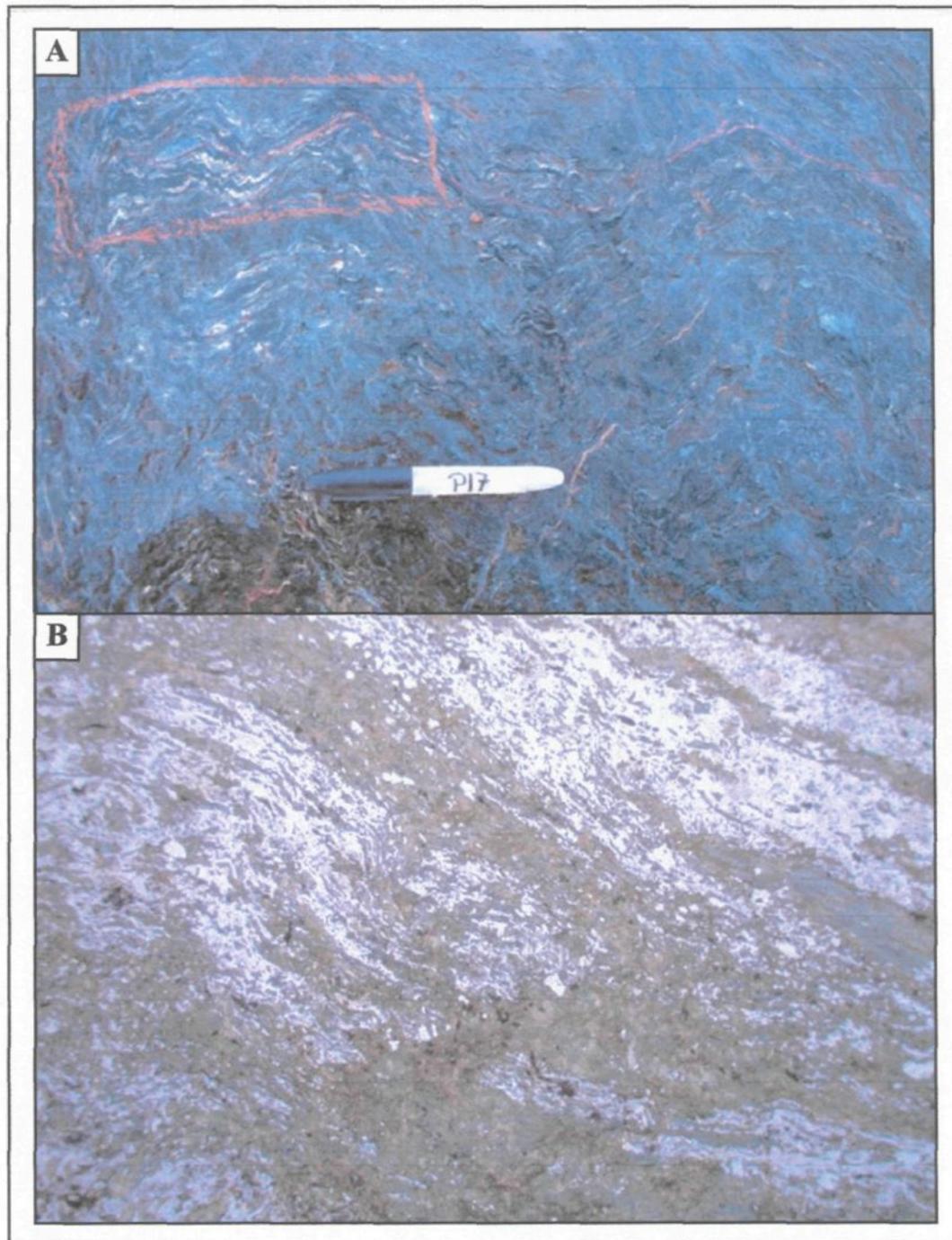


Figure 2.3: Texture des volcanites mafiques rubanées composées de bandes plus ou moins riches en amphibole qui forment la foliation principale S0-S1: A) Vue en affleurement. B) Vue en lame mince. Les baguettes d'amphibole sont orientées parallèlement au rubanement (lumière naturelle; largeur de champ: 10mm)

partiellement à totalement recristallisés (figure 2.3). La matrice est composée à parts égales de matériel quartzo-feldspathique et d'amphibole, avec jusqu'à 10% de biotite et des traces de sphène, d'épidote et de minéraux opaques. Le faciès porphyrique a une granulométrie plus grossière que les faciès rubanés et massifs et la présence de phénocristaux lui donne un aspect plutôt grenu.

2.2.2.2 *Roches sédimentaires et/ou volcanites felsiques (S/V1)*

Les roches sédimentaires et/ou volcaniques felsiques constituent la deuxième lithologie par ordre d'importance. Elles se retrouvent principalement dans la portion nord du décapage entre les lignes 5+00W et 6+00W (figure 2.2). Une grande variété lithologique est présente dans cette unité qui est formée de lits d'épaisseur centimétrique à métrique (figure 2.4). La couleur des lits varie de blanc à vert moyen et montre communément des traces de rouille. L'épaisseur des lits semble diminuer vers l'est à mesure que la couleur des unités devient plus sombre. Par le fait même, le contact entre roche sédimentaire et volcanite mafique est difficile à établir dans la portion orientale car la granulométrie, la couleur et la composition de l'unité sédimentaire se rapprochent progressivement de celles de l'unité volcanique..

La plupart des bandes sont homogènes et montrent une granulométrie relativement fine. D'autres contiennent des fragments arrondis de composition variable et ressemblent davantage à des conglomérats polygéniques (figure 2.4). Les fragments sont étirés et plissés et leur taille varie de quelques millimètres à quelques centimètres. Ils sont compris

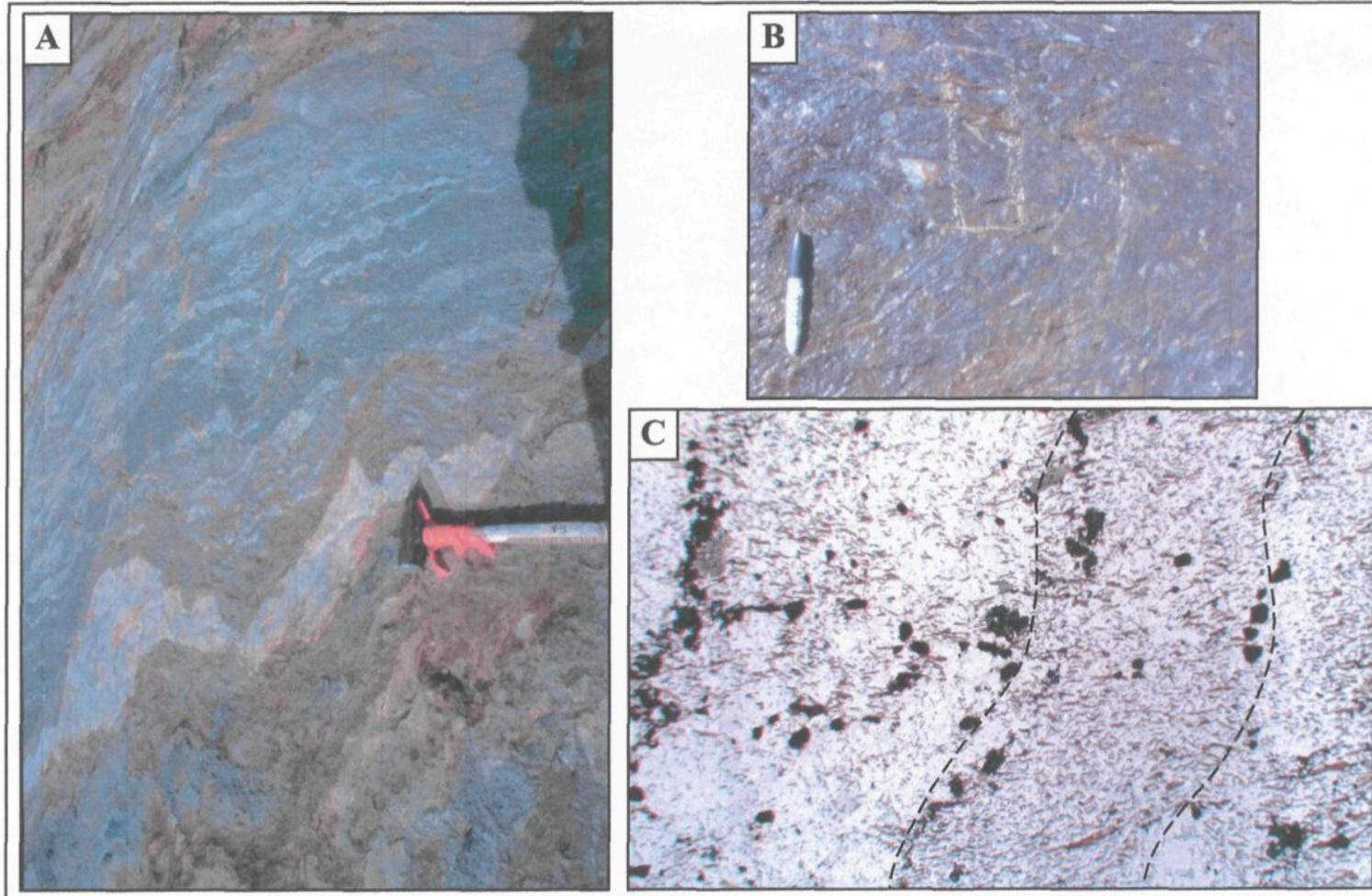


Figure 2.4: Composition et textures de l'unité sédimentaire. A) Rubanement centimétrique à décimétrique correspondant au litage sédimentaire; B) Unité conglomératique contenant des fragments polymictes aplatis et plissés; C) Aspect microscopique du faciès principal composé essentiellement de quartz et de biotite finement grenus. Le litage est défini par des bandes plus ou moins riches en biotite (LN, largeur de champ = 5 mm).

dans une matrice finement grenue dont la composition varie d'amphibolitique à quartzofeldspathique avec plus ou moins de biotite.

La proportion des différents minéraux varie fortement d'une bande à une autre, mais les principaux minéraux rencontrés sont le quartz, le plagioclase, la biotite et/ou l'amphibole. Jusqu'à 6-7% de sulfures (pyrite, chalcopyrite et pyrrhotite) peuvent être présents et se présentent en plaques millimétriques à centimétriques, en amas ou sous forme disséminée.

Le faciès dominant est une roche sédimentaire (ou une volcanite) felsique finement grenue de couleur blanc plus ou moins rouillé. Il se compose principalement de 70 à 95 % de quartz \pm feldspath (0,01 à 0,1 mm) avec 5 à 15 % de biotite et 1 à 5% de minéraux opaques (pyrite, \pm pyrrhotite, \pm chalcopyrite). Des proportions moindres d'amphibole, d'épidote, de chlorite et de sphène peuvent être présentes. Cette unité est généralement assez bien foliée (biotite) et montre des textures de recristallisation (figure 2.4).

L'unité de roches sédimentaires de la zone d'étude montre une géométrie assez complexe en raison de la déformation. Il a été impossible d'établir une stratigraphie entre les différents faciès sédimentaires rencontrés car ces derniers sont découpés en plusieurs blocs discontinus difficilement corrélables entre eux.

2.2.2.3 *Dykes felsiques*

Deux types de dykes felsiques ont été observés dans la zone d'étude soit des dykes porphyriques à feldspath (PF) et à quartz-feldspath (PQF). Ces injections de composition

tonalitique ont déjà été mentionnées par Shaw (1991) et Cadieux (2000). Ces dykes sont visibles un peu partout sur la propriété, mais ils semblent particulièrement abondants dans le secteur d'étude. Ils sont systématiquement recoupés par les veines de quartz-tourmaline.

Les deux types de dykes se distinguent principalement par la présence d'yeux de quartz bleutés, par l'abondance de phénocristaux, par la proportion de biotite et par l'intensité de la schistosité principale.

2.2.2.3.1 Porphyre feldspathique

Les dykes de porphyre feldspathique ou dykes porphyriques à feldspath (PF) sont très nombreux dans la zone d'étude (figure 2.2). Ils sont d'épaisseur décimétrique à métrique et sont généralement parallèles ou sub-parallèles au rubanement de l'encaissant (figure 2.5). Ils sont localement plissés et démembrés. Les dykes de PF recoupent les unités volcano-sédimentaires, mais se font recouper par les dykes mafiques et par les veines de quartz-tourmaline. Aucune relation de recoupement n'a été observée avec le dyke de PQF.

En surface altérée, les phénocristaux de plagioclases forment des taches blanc clair dans une masse de couleur plutôt blanc crème. L'aspect folié est très évident grâce à la biotite qui est assez abondante. En surface fraîche, les phénocristaux blanchâtres ressortent bien sur la matrice de couleur gris clair.

Ces dykes contiennent jusqu'à 15% de phénocristaux de plagioclase mesurant entre 0,2 et 2,5 mm dans une matrice quartzo-feldspathique contenant de 3 à 10% de biotite. Localement un faible pourcentage d'amphibole peut être présent (traces à 5%), en particulier près des contacts avec les volcanites mafiques ou en altération le long de

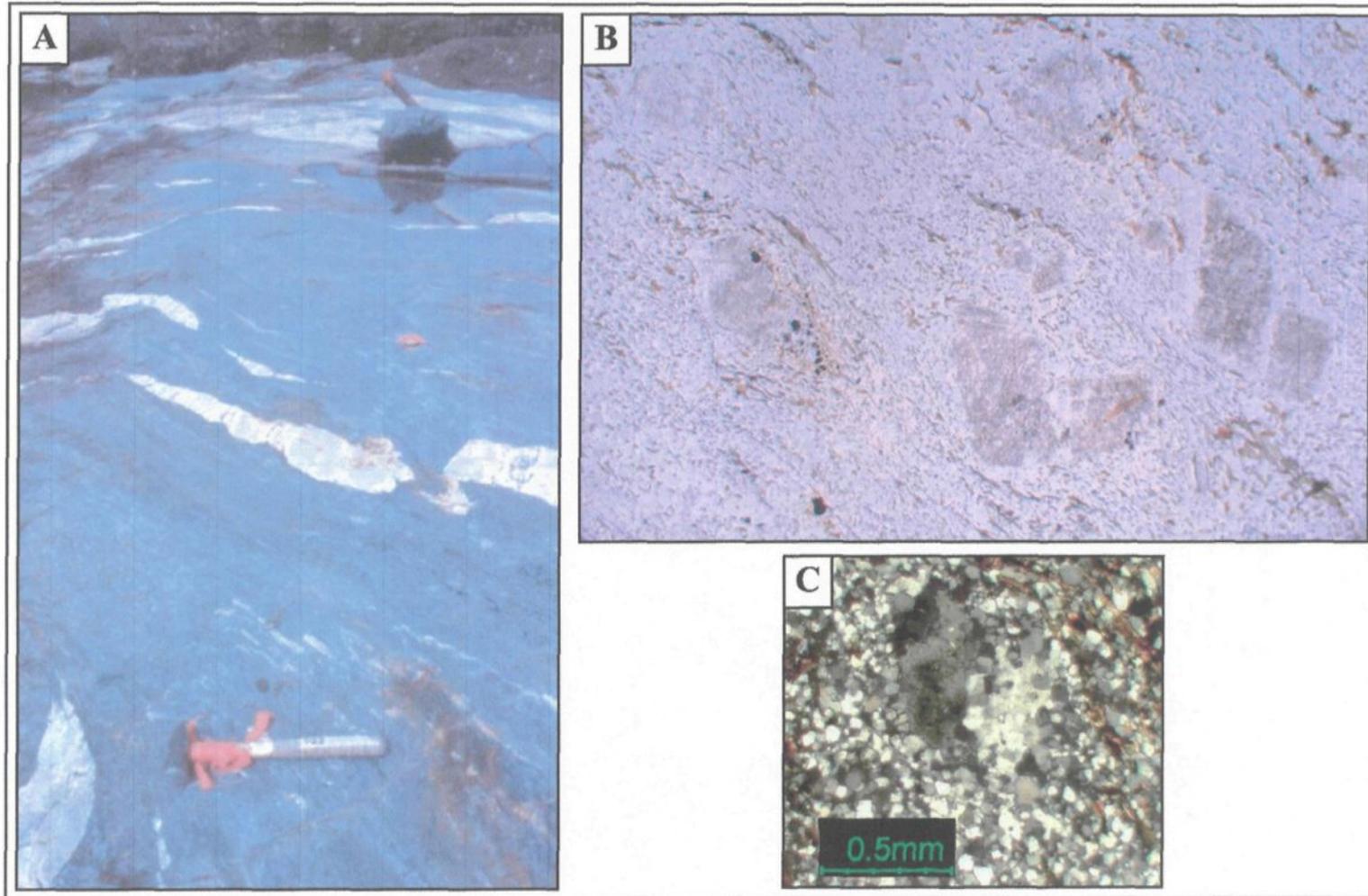


Figure 2.5: Caractéristiques des dykes felsiques à phénocristaux de plagioclases (FP). A) Les dykes sont déformés, démembrés et parallèles à la schistosité principale; B) La schistosité principale est intense et marquée par l'alignement de la biotite (Lumière naturelle, largeur de champ = 5 mm); C) Les phénocristaux et la matrice sont fortement recristallisés.

veinules d'amphibole. La matrice peut également contenir des traces de pyrite, de muscovite, de chlorite, de sphène, d'épidote et de carbonates.

La matrice quartzo-feldspathique est finement grenue et la taille des cristaux varie de moins de 0,01 à 0,1 millimètres. Elle montre une texture granoblastique avec de nombreux joints triples même si les bordures de grains ne sont pas totalement régulières. Les phénocristaux montrent des degrés divers de recristallisation qui se traduit par une texture en mortier, une extinction roulante et par la présence de sous-grains (figure 2.5). Dans les cas où la recristallisation est presque totale, seuls quelques noyaux de plagioclases sont préservés. Cependant, des plages composées de matériel quartzo-feldspathique finement grenu, sans paillettes de biotite, permettent de situer les reliques de phénocristaux.

Les dykes de PF sont intensément foliés et transposés parallèlement au rubanement de la roche encaissante. Cette schistosité marquée, définie par la biotite (figure 2.5), correspond au S_1 qui sera décrit plus en détail dans le prochain chapitre.

2.2.2.3.2 Porphyre à quartz et feldspath

Un seul dyke de porphyre à quartz et feldspath ou dyke porphyrique à quartz et feldspath (PQF) a été observé dans la zone d'étude (figure 2.2). Ce dyke de 1 à 2 mètres d'épaisseur est situé dans la partie ouest du décapage 4+50W@6+50W. Il forme un pli en « S » d'une amplitude de plusieurs mètres qui semble suivre ou entraîner le rubanement des volcanites mafiques encaissantes. Ce pli est concordant avec le plissement régional. Le dyke recoupe les roches volcaniques mafiques et les unités sédimentaires et se fait recouper

par des veines de quartz-tourmaline (figure 2.6). Aucun contact n'a été observé avec les dykes de PF ou les dykes mafiques.

Sur le terrain, les dykes de PQF montrent une couleur blanche assez éclatante et les yeux de quartz bleutés ressortent en relief positif. Les surfaces fraîches montrent une couleur gris clair semblable à celle des dykes de PF. Contrairement aux dykes de PF, le dyke de PQF a un aspect plutôt massif et ressort en relief positif de 10 à 15 cm par rapport aux volcanites mafiques encaissantes.

Ce dyke est beaucoup plus riche en phénocristaux que les dykes de PF (figure 2.6). Il contient de 35 à 50% de phénocristaux dont 80% de plagioclases de 0,5 à 5 mm et 20% de yeux de quartz bleu mono- ou polycristallins mesurant entre 0,2 et 3 mm. La matrice quartzo-feldspathique contient moins de 3% de biotite et jusqu'à 2% de muscovite. Des traces de pyrite, de chlorite, d'épidote et de sphène peuvent aussi être présentes.

Les textures microscopiques sont différentes de celles observées dans les dykes de PF. Le contenu en phénocristaux est beaucoup plus élevé et la recristallisation de ces derniers est beaucoup moins prononcée (figure 2.6). La biotite est beaucoup moins abondante. Elle se concentre surtout dans des fractures. Dans la matrice, elle contourne les phénocristaux. De ce fait, contrairement aux dykes de PF qui montrent une schistosité intense, il est difficile de distinguer la présence d'une schistosité dans les dykes de QFP.

Deux hypothèses pourraient expliquer l'absence de schistosité dans les dykes de PQF. Premièrement, il est possible que le dyke se soit mis en place après le développement de la schistosité principale. Dans le cas contraire, il est possible que le dyke de PQF, avec sa

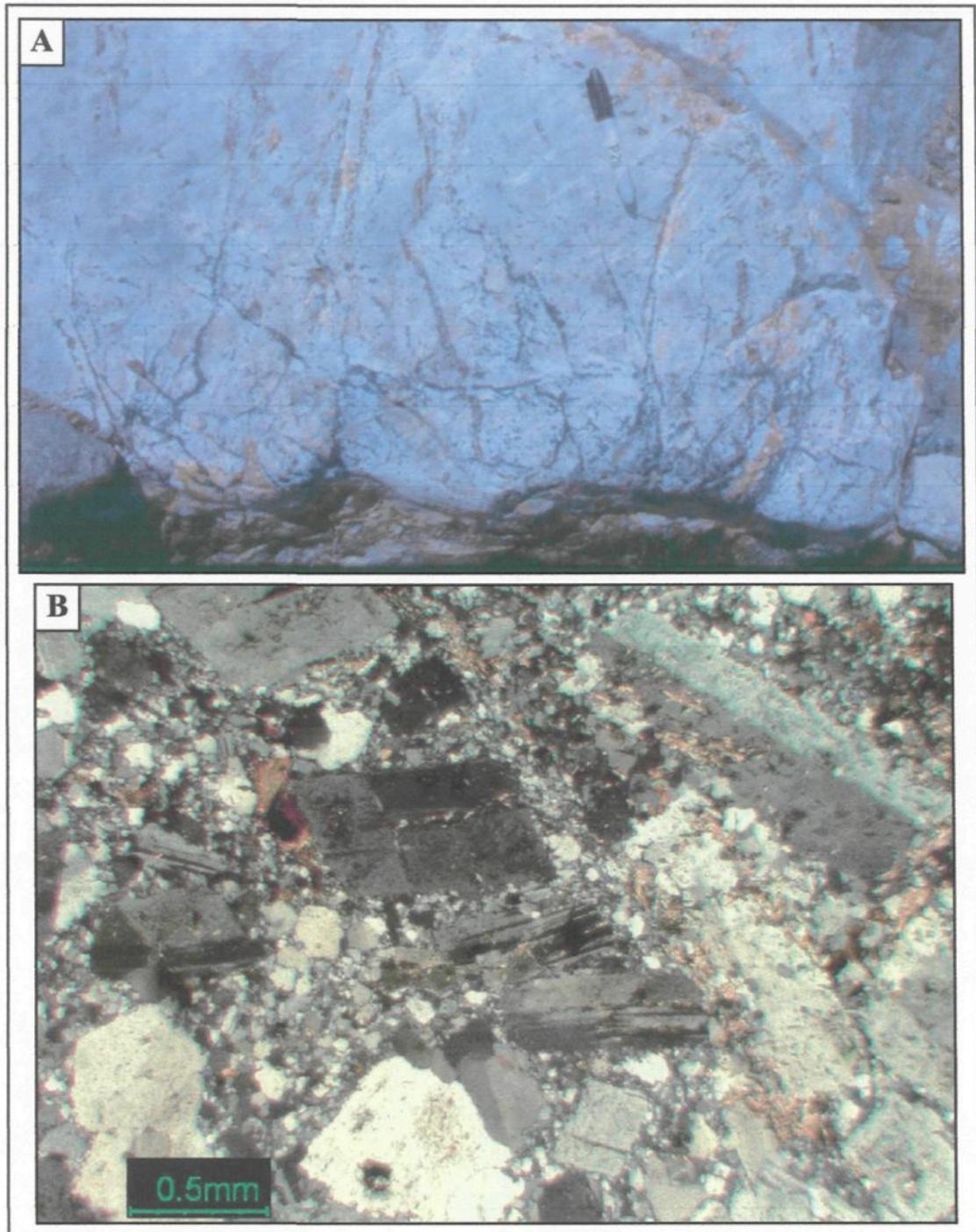


Figure 2.6: Dyke felsique à phénocristaux de quartz et de plagioclases (PQF). A) Sur le terrain, le dyke est recoupé par une multitude de veinules de quartz-tourmaline; B) Les phénocristaux sont idiomorphes à hypidiomorphes et représentent près de 50% de la roche.

grande concentration de phénocristaux et son très faible contenu de phyllosilicates, ait pu constituer un milieu peu propice au développement de fabriques ductiles.

Ainsi, la chronologie du dyke par rapport à l'événement de déformation D1 reste ambiguë, mais le dyke est certainement antérieur à l'épisode de déformation D2 puisqu'il est plissé par celui-ci.

2.2.2.4 *Dykes mafiques déformés*

Deux types de dykes mafiques déformés ont été identifiés dans la zone d'étude. Les deux types présentent une minéralogie semblable, mais se distinguent par la présence ou l'absence de fragments.

2.2.2.4.1 Lamprophyre déformé (à phénocristaux d'amphibole)

Un seul dyke de lamprophyre déformé a été observé dans la zone d'étude. De couleur vert moyen à vert sombre, ce dyke porphyrique est fortement folié et démembré (voir la carte en annexe). Les lambeaux mesurent entre 10 et 25 cm d'épaisseur et peuvent atteindre plus de 10 mètres de long. Les contacts sont nets, mais irréguliers (figure 2.7) et les dykes semblent avoir subi au moins une partie de la déformation et du métamorphisme.

Les dykes de lamprophyre déformé recoupent les volcanites mafiques, les roches sédimentaires et les dykes de PF, mais ils se font recouper par les veines de quartz-tourmaline. Aucune relation de recoupement n'a pu être établie avec le dyke de PQF.

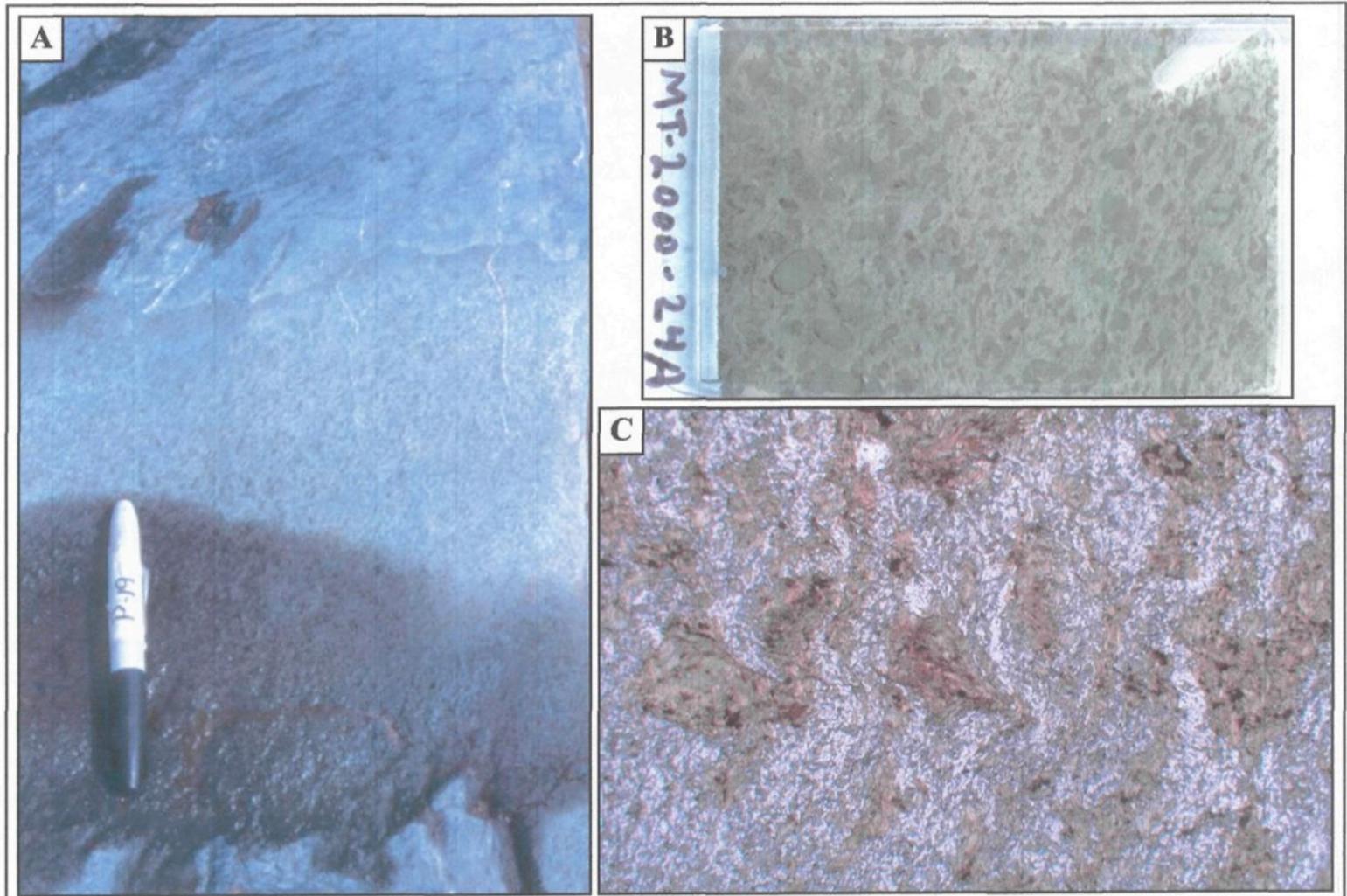


Figure 2.7: Dyke de lamprophyre déformé. A) En affleurement. B) Lame mince montrant la texture porphyrique (largeur 5 cm). C) En lame mince, les phénocristaux sont totalement remplacés par de la biotite et de la hornblende et la matrice montre un rubanement et un alignement minéral correspondant au S1 (largeur de champ = 5 mm)

Les dykes mafiques à amphiboles contiennent de 20 à 35 % de phénocristaux totalement altérés en amphibole et biotite (figure 2.7). Les reliques de phénocristaux sont étirées parallèlement à la fabrique principale et leur taille varie entre 0,5 et 4 mm. La matrice est composée de matériel quartzo-feldspathique (40 à 55%), d'amphibole (25 à 35%) et de biotite (1 à 4%). Des traces de pyrrhotine et de carbonates peuvent aussi être présentes.

La matrice est finement grenue (0,01 à 0,1 mm). Elle montre un rubanement compositionnel de bandes plus ou moins riches en amphiboles auquel se parallélisent les phénocristaux. Une deuxième orientation, marquée par les cristaux d'amphibole et de biotite, est visible localement à angle fort avec la foliation principale.

Le dyke montre une bordure de refroidissement de quelques millimètres d'épaisseur au contact avec l'encaissant (figure 2.7). Dans cette zone, la granulométrie est plus fine, il y a moins de phénocristaux et la matrice est plus riche en amphibole. De plus, la déformation est moins prononcée (foliation et rubanement moins bien développés).

2.2.2.4.2 Dyke mafique à fragments de tonalite

Un deuxième type de dyke mafique est présent dans la portion orientale de la zone d'étude (figure 2.2). Ce dyke est de couleur vert sombre et son épaisseur varie de 20 cm à près de 1 mètre. Il est orienté plus ou moins E-W à WNW et contient des fragments de composition tonalitique mesurant entre quelques millimètres et plusieurs centimètres (figure 2.8). Ces fragments auraient pu être arrachés à l'encaissant felsique en bordure du



Figure 2.8: Dyke mafique à fragments de composition tonalitique.

dyke. Ils sont fortement aplatis et étirés parallèlement à une schistosité intense qui suit l'orientation du dyke. La taille et la proportion de fragments à l'intérieur du dyke sont très variables. Ceux-ci semblent plus abondants près de la bordure nord du dyke. Ils deviennent plus petits et moins nombreux en se rapprochant de la bordure sud. De la même façon, les fragments sont plus grands et plus abondants dans la portion orientale du dyke et diminuent progressivement en taille et en proportion vers sa partie occidentale (en s'éloignant de l'encaissant felsique).

La matrice se compose de matériel quartzo-feldspathique (40-50%), d'amphibole (35-45%) et de biotite (15-20%) avec des proportions moindres de sphène, de pyrrhotine et de tourmaline. La composition et la texture sont assez semblables à celles observées dans les dykes de lamprophyre déformés à l'exception des fragments qui constituent un caractère distinctif. Par contre, l'intensité de la foliation est beaucoup plus forte dans ce dyke. Le contact sud est cisailé et montre un accroissement important de la proportion d'actinote et l'apparition progressive de tourmaline. La texture change également et devient semblable à celle observée dans les schistes à actinote-tourmaline minéralisés.

2.2.2.4.3 Lamprophyres tardifs

Un seul dyke de lamprophyre tardif a été observé dans la zone d'étude. Son épaisseur varie entre 15 et 35 centimètres. Il est subvertical et orienté NE à ENE (figure 2.2). Ce type d'intrusion a été observé ailleurs sur la propriété. Les dykes de lamprophyre tardifs recoupent toutes les unités et toutes les fabriques et structures, y compris les veines de

quartz-tourmaline (figure 2.9). D'ailleurs, dans la zone d'étude, des fragments de veine de quartz-tourmaline ont été observés localement à l'intérieur du dyke.

En affleurement, ces dykes mafiques porphyriques ont une couleur verdâtre assez pâle. Ils montrent une bordure de trempe d'environ 1 centimètre d'épaisseur ayant une teinte légèrement plus foncée et finement fracturée. Ils ont des bordures anguleuses et symétriques (figure 2.9). Ces dykes sont massifs et ne montrent aucune trace de foliation.

À plus petite échelle, les dykes de lamprophyre tardifs montrent une texture porphyrique à gloméroporphyrique contenant entre 10 et 15 % de phénocristaux idiomorphes à hypidiomorphes millimétriques de pyroxènes altérés en actinote et en chlorite (figure 2.9). Des reliques de phénocristaux plus ou moins squelettiques (1-2%) totalement altérés sont également présentes. La forme et l'altération de ces phénocristaux suggèrent qu'il pourrait s'agir de cristaux d'olivine altérés. La matrice est aphanitique et sa composition est difficilement identifiable, mais elle semble formée essentiellement de matériel quartzo-feldspathique, de biotite et d'amphibole.

Des fragments d'encaissant peuvent être incorporés en bordure du dyke. Ceux-ci montrent une altération en épidote, carbonate et actinote. Cette altération est également présente, de façon moins prononcée, sur quelques centimètres dans l'encaissant.

Ces dykes sont désignés comme des dykes de lamprophyre bien qu'ils ne contiennent pas ou peu de biotite. Il s'agit de la nomenclature de terrain utilisée par SOQUEM et qui a été conservée dans cette étude pour faciliter la compréhension.

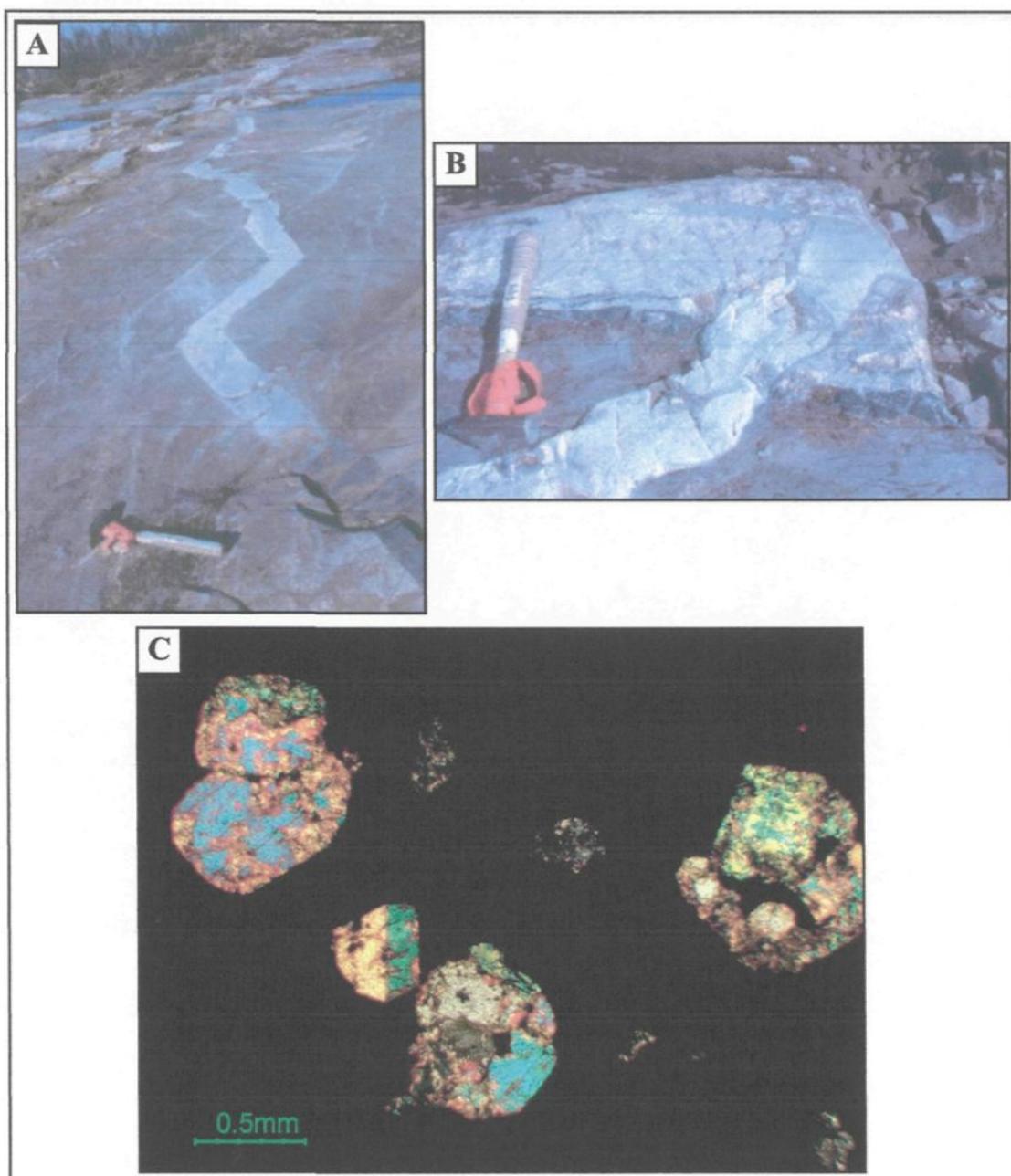


Figure 2.9: Dyke de lamprophyre tardif. A) Bordures anguleuses et symétriques. B) Dyke de lamprophyre recoupant une veine de QZ-TL. C) Texture microscopique porphyrique montrant des phénocristaux de pyroxène altérés dans une matrice aphanitique.

2.2.3 Chronologie relative de mise en place des unités

Les relations de recoupement observées dans la zone d'étude permettent d'établir une chronologie relative de mise en place des unités. Ainsi, les différents faciès de volcanite mafique et de roches sédimentaires seraient les plus anciens. Ces deux unités auraient été recoupées successivement par plusieurs générations de dykes. Les premiers à se mettre en place seraient les dykes de PF. Ceux-ci sont recoupés par les dykes de lamprophyre déformés et par les dykes mafiques à fragments de tonalite. Ces deux dykes forment possiblement un seul groupe car ils montrent des caractéristiques minéralogiques et texturales semblables.

Les dykes de PQF sont plus difficiles à situer dans la séquence car aucune relation de recoupement n'a été observée avec les autres types de dykes. Il est possible qu'ils soient légèrement plus jeunes que les dykes de PF car, contrairement à ces derniers, ils ne contiennent pas de traces évidentes du premier épisode de déformation.

Toutes ces unités (volcano-sédimentaires et dykes) sont antérieures à l'épisode de déformation D2 et à la formation des veines de quartz-tourmaline minéralisées. Les dykes de lamprophyre tardifs sont la seule exception. Ils recoupent toutes les unités y compris les veines de quartz-tourmaline minéralisées et ne montrent aucune évidence de déformation.

2.3 Description des sites secondaires

Les travaux réalisés dans le cadre de cette étude étaient très localisés sur un décapage de la zone Eau Claire. Cette section a été ajoutée au mémoire afin d'apporter une connaissance plus globale de la propriété. Ainsi, chaque sous-section traitera d'un secteur présentant soit une structure importante, un indice minéralisé ou un phénomène particulier essentiels à la compréhension générale de la propriété.

Ces descriptions proviennent essentiellement d'observations personnelles réalisées à l'été 2001 lors de visites sur des indices minéralisés et lors de travaux d'exploration dans les secteurs Cannard et Boomerang. Dans certains cas, de l'information provenant de travaux antérieurs tels que Cadieux (2000), Jourdain et Morin (1999), Quirion (1996) a été ajoutée. Les sites sont localisés sur la carte présentée à la figure 2.1.

2.3.1 Zone de déformation Cannard

Sur le flanc sud du pli régional, un couloir de déformation ductile d'orientation E-W met en contact des roches volcaniques mafiques au sud avec des roches sédimentaires et des volcanites felsiques au nord. Ce couloir de déformation nettement anomalique en or et en arsenic a été identifié pour la première fois par Quirion en 1996. Il est le siège de plusieurs indices minéralisés dont les principaux sont l'indice de l'Ours et l'indice de l'Original qui seront décrits plus en détail dans les prochaines sections.

Ainsi, la zone de déformation « Cannard » se caractérise par un fort gradient de déformation qui semble se concentrer au contact entre deux unités à fort contraste de

compétence, soit les roches volcaniques mafiques (amphibolites) et les conglomérats et/ou volcanites felsiques. Par contre, bien que les volcanites mafiques montrent localement une foliation assez intense, c'est dans l'unité fragmentaire (conglomérat) qu'il est le plus facile de mesurer l'intensité de la déformation car les fragments peuvent servir de marqueurs.

Le ratio d'aplatissement des fragments (longueur : largeur) permet de quantifier leur déformation. Ainsi, dans les zones moins déformées, les fragments montrent des sections pratiquement circulaires avec des ratios entre 1 : 1 et 2 : 1 (tranchée Cannard 25+00W). Dans les secteurs plus déformés, le ratio d'aplatissement peut atteindre jusqu'à 10 : 1.

Sur les tranchées Cannard 18+00W et 21+00W une unité hétérogène alterne des bandes centimétriques à décimétriques de composition quartzo-feldspathique et de composition amphibolitique. Cette unité est généralement située au contact entre les basaltes (au sud) et une unité de conglomérat polymicte (au nord). Les bandes riches en amphibole ont une extension latérale assez limitée et pourraient correspondre à des fragments contenus dans une matrice felsique. Dans ce cas, le ratio d'aplatissement des fragments mafiques pourrait atteindre facilement jusqu'à 20 : 1. Cette unité serait donc la plus déformée, appuyant l'hypothèse que le cisaillement se concentre au contact entre ces deux unités à fort contraste de compétence.

2.3.2 Indice de l'Original

L'indice de l'Original est situé le plus à l'est dans la zone de déformation Cannard. Le décapage expose une unité fragmentaire polymicte (conglomérat) dont la matrice varie

fortement en composition de felsique à amphibolitique. Cette unité est fortement déformée et montre une foliation et un rubanement bien développés orientés approximativement à 080 / 73. Cette fabrique est légèrement ondulante et elle est affectée par des bandes de cisaillement (*shear bands*) d'orientation NE-SW. Les fragments contenus dans l'encaissant montrent un fort degré d'aplatissement parallèle à la foliation principale. Une linéation d'étirement faiblement plongeante vers l'est a également été mesurée (110 / 23).

Deux familles de veines de quartz-tourmaline de 10 à 15 cm d'épaisseur ont été observées. Le premier groupe est parallèle à la foliation principale affectant l'encaissant alors que le second groupe est discordant par rapport à cette foliation. L'unité fragmentaire est tourmalinisée et silicifiée en bordure des veines et la foliation principale est entraînée le long de certaines veines (figure 2.10). L'entraînement de la foliation le long d'une veine, de même que les bandes de cisaillement (*shear bands*) affectant la foliation principale suggèrent une composante de mouvement senestre.

Les meilleurs résultats obtenus en rainures sur les veines de quartz-tourmaline ont été de 1,17 et 2,35 g/t Au sur 0,4 mètres.

2.3.3 Indice de l'Ours

L'indice de l'Ours est également situé à l'intérieur de la zone de déformation Cannard, mais plus à l'ouest que l'indice de l'Orignal. La roche exposée par le décapage est très semblable à celle de l'indice de l'Orignal, soit une unité fragmentaire felsique à intermédiaire fortement déformée et localement rouillée. La foliation principale est orien-

tée E-W avec un pendage abrupt vers le sud. Elle est marquée essentiellement par le fort aplatissement des fragments et par l'alignement de la biotite.

Une veine de quartz-tourmaline d'environ 1 mètre de puissance et pouvant contenir jusqu'à 5% d'arsenopyrite (Cadieux, 2000) montre une orientation semblable à la fabrique principale. Un fin rubanement visible localement à l'intérieur de la veine pourrait correspondre au vestige de la foliation principale. Ainsi, il est possible qu'il ne s'agisse pas d'une veine au sens strict du terme, mais plutôt d'une zone de remplacement où la tourmalinisation et la silicification de l'encaissant est presque totale. Cette veine est plissée et forme un pli asymétrique en « Z » d'une amplitude de quelques mètres (figure 2.11) dont les flancs sont parallèles à la foliation principale. La roche encaissante est tourmalinisée et silicifiée en bordure de la veine.

Les meilleurs échantillons en rainure ont donné des teneurs de 3,74 g/t sur 0,7 mètre et de 4,97 g/t Au sur 1,0 mètre.

2.3.4 Secteur Boomerang

Le secteur Boomerang est situé sur le flanc nord du pli régional en bordure du lac Boomerang à environ 1 km à l'ENE de la zone Eau Claire. Pendant l'été 2001, trois décapages ont été réalisés dans ce secteur. Les décapages 2+00E et 3+00E exposent principalement une unité sédimentaire felsique schisteuse en contact avec des volcanites mafiques (au nord). Aucune minéralisation significative n'a été rencontrée sur ces tranchées.

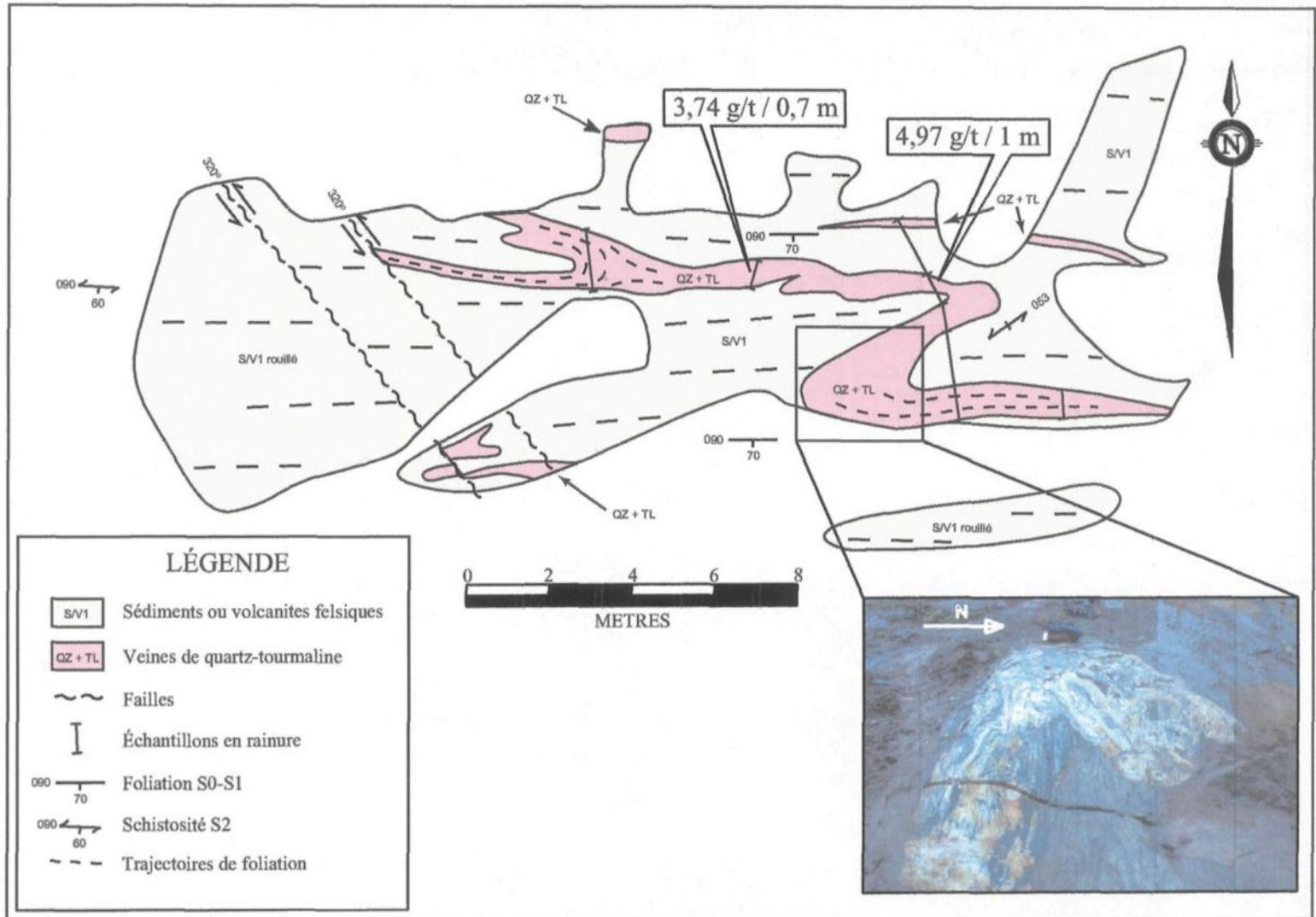


Figure 2.11: Géologie de l'indice de l'Ours montrant une veine de quartz-tourmaline plissée (modifiée de Cadieux, 2000)

Par contre, le décapage Boomerang 1+00E a exposé une vaste zone de tourmalinisation et de silicification de l'unité sédimentaire felsique (figure 2.12). Cette zone mesure généralement entre 1 et 3 mètres d'épaisseur et s'étend sur plus de 90 mètres le long de la foliation principale. De fines veinules de tourmaline \pm quartz à faible pendage (10-30 degrés) vers le sud ont été observées localement et forment localement des plaquages à la surface du décapage. Les résultats d'analyse en rainures ont donné des valeurs anomaliques en or, la teneur maximale étant d'environ 2 g/t.

Dans ce secteur, la schistosité principale est de direction ENE avec des pendages abrupts vers le sud ou vers le nord. Elle est formée principalement par la schistosité S_1 qui est plissée et localement transposée dans la foliation secondaire S_2 . Des plis asymétriques en forme de « S » d'amplitude centimétrique à sub-métrique ont été observés en plan et en coupe le long des rainures (figure 2.12). La deuxième fabrique est orientée E-W et sub-verticale. Elle est de plan axial aux plis et domine localement par rapport à la fabrique S_1 .

2.3.5 Secteur 8+50W@ 9+00W

Environ 200 mètres à l'ouest de la zone Eau Claire, dans le secteur 8+50W@9+00W, des décapages ont exposé des volcanites mafiques fortement rubanées et contenant des horizons sulfurés métriques parallèles au rubanement. Une veine de quartz-tourmaline, continue sur près de 70 mètres (veine 16), a été observée. Cette veine, contrairement à celles de la zone Eau Claire, montre une orientation plutôt ENE à NE (direction approximative autour de 060) avec des pendages très abrupts vers le sud.

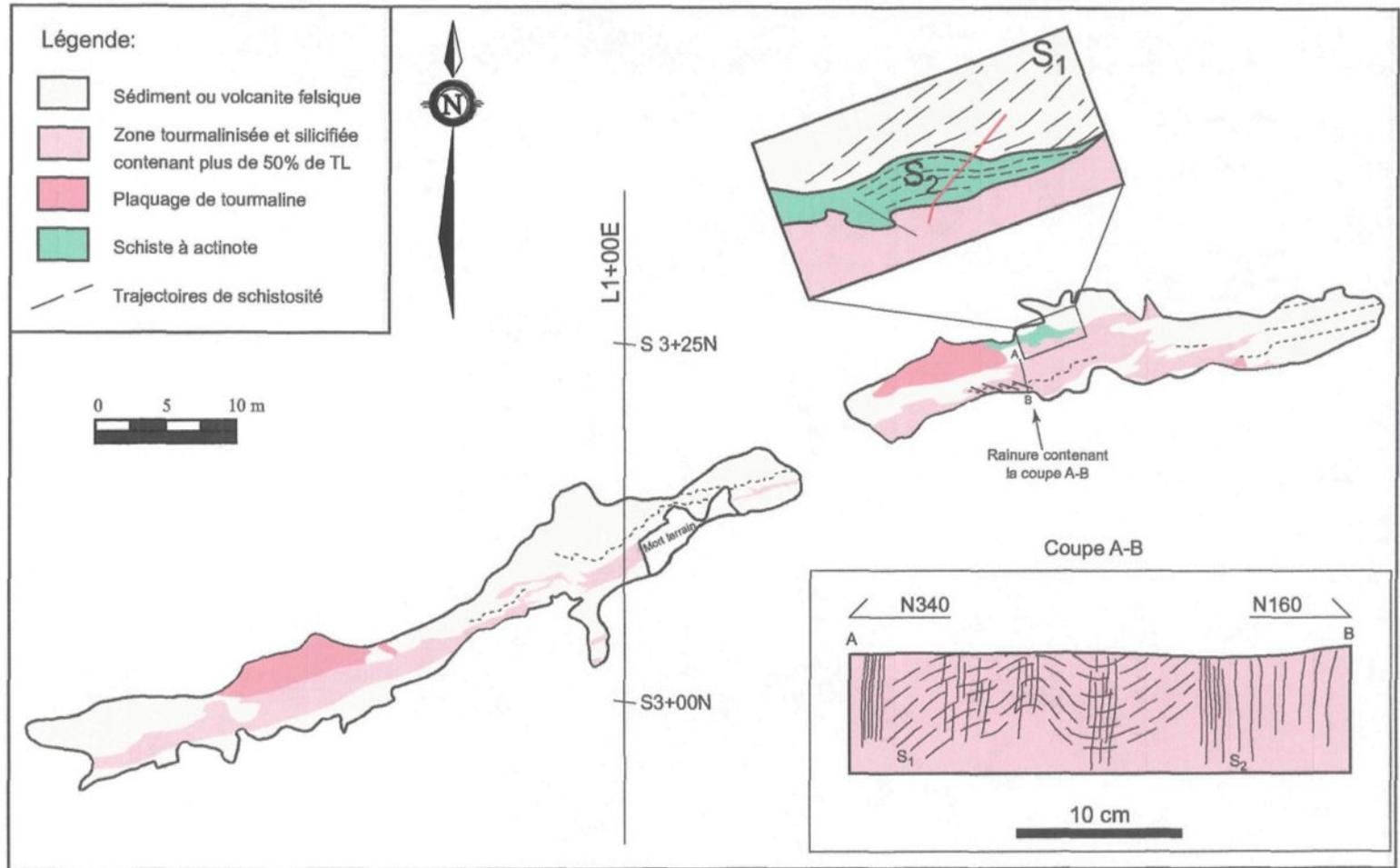


Figure 2.12: Géologie de la tranchée Eau Claire 1+00E dans le secteur du lac Boomerang. L'affleurement est constitué de roche métasédimentaire tourmalinisée. L'angle entre la schistosité principale S₁ et la fabrique S₂ est faible et les deux fabriques sont plus ou moins parallèles en plan. La coupe A-B réalisée le long d'une rainure montre que la schistosité principale est plissée et que la fabrique S₂ est de plan axial à ces plis.

La veine recoupe la foliation principale et montre des textures semblables à celles observées sur la zone Eau Claire. Plusieurs veines aurifères de plus faible dimension (V11 à V15), mais ayant la même orientation que la veine 16, ont été observées et semblent dessiner un couloir se dirigeant vers le SW.

Finalement, la région comprise entre le décapage 4+50W@6+50W (zone Eau Claire) et le secteur 8+50W@9+00W a également fait l'objet de travaux de décapages. Ces derniers ont permis d'observer plusieurs veines de quartz-tourmaline encaissées dans les volcanites mafiques. Les veines sont situées dans le prolongement ouest de la zone Eau Claire. Elles montrent une attitude et des caractéristiques très semblables à celles de la zone Eau Claire, mais elles ne contiennent pas de minéralisation significative en or (le meilleur résultat en rainure étant de 0.02 g/t Au).

CHAPITRE 3

GÉOLOGIE STRUCTURALE

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, chacune des fabriques planaires et linéaires ainsi que les éléments structuraux associés au plissement seront décrits en détail. L'accent sera mis principalement sur la morphologie de ces structures sur le terrain et en lame mince.

La distribution spatiale et l'orientation des fabriques seront discutées dans les sections suivantes, de même que les variations de l'orientation et de la distribution des éléments structuraux dans les différents secteurs de la propriété. Finalement, la chronologie des événements de déformation reprendra chacun des éléments structuraux dans une perspective plus globale. Les différents éléments y seront regroupés pour définir et caractériser des événements de déformation à l'échelle régionale. La distribution et l'hétérogénéité dans l'intensité de ces structures ainsi que la présence de zones de déformation seront alors discutées.

3.2 Description des fabriques et des éléments structuraux

Cette section fera une description détaillée des différentes fabriques et structures observées dans la zone d'étude en mettant l'accent sur leur aspect de terrain et en lame mince, sur les caractéristiques de leurs surfaces et sur les minéraux matérialisant chaque structure. Les variations de l'expression des structures selon les lithologies observées seront aussi traitées. Les données utilisées proviennent essentiellement de la cartographie détaillée effectuée en 2000 sur la zone d'étude (décapage 4+50W@6+50W), ainsi que des observations réalisées en laboratoire sur les échantillons orientés et sur les lames minces.

3.2.1 Fabriques planaires

3.2.1.1 *Litage (S0)*

Le litage est présent uniquement dans l'unité sédimentaire où il forme des bandes centimétriques à métriques de granulométrie, de composition, de couleur et de textures variables (figure 2.4). Il est affecté par au moins deux phases de déformation subséquentes, ce qui lui donne une géométrie assez complexe composée de blocs faillés et de plis. Ainsi, dans la zone d'étude, il est difficile de suivre une unité sédimentaire sur plus de quelques mètres. Plusieurs lambeaux d'une unité de conglomérat à matrice mafique ont été observés, mais leur continuité latérale se limite à quelques mètres et ils sont difficilement corrélables entre eux.

3.2.1.2 *Fabrique principale S₁*

La fabrique planaire S₁ est la fabrique dominante dans la zone d'étude. Elle est généralement parallèle au litage sédimentaire et transpose la plupart des dykes felsiques (PF). L'aspect du S₁ varie considérablement selon les unités observées. Ainsi, c'est dans les volcanites mafiques qu'elle semble la plus intense. Elle y prend la forme d'un rubanement compositionnel (figure 3.1) montrant une alternance de bandes millimétriques plus riches en plagioclases et de bandes plus riches en hornblende et/ou en biotite. En lame mince, le rubanement s'accompagne d'une schistosité formée par l'alignement préférentiel des cristaux de hornblende et/ou de biotite (figure 3.1). La fabrique S₁ est beaucoup plus intense dans le faciès rubané que dans les faciès porphyriques et massifs.

Dans les roches sédimentaires et/ou volcaniques felsiques, le S₁ est parallèle au litage sédimentaire d'où l'appellation de S₀-S₁ utilisée par SOQUEM. La fabrique principale se matérialise par un rubanement compositionnel, par une schistosité ou par l'aplatissement des fragments dans les faciès fragmentaires (figure 3.1). À plus petite échelle, la schistosité est presque toujours visible. Elle est marquée par l'alignement de fines paillettes de biotite (figure 3.1) et quelquefois par la hornblende dans les faciès un peu plus mafiques. L'aplatissement des fragments observé dans la zone d'étude varie entre 2 :1 et 10 :1.

Les dykes de PF sont transposés dans la fabrique principale S₁ (figure 2.5). Ils montrent une schistosité intense formée par l'alignement des cristaux de biotite qui est visible sur le terrain, mais surtout en lame mince (figure 2.5). Par contre, le dyke de PQF situé à l'ouest de la zone d'étude ne montre pas d'évidences claires de la schistosité S₁.

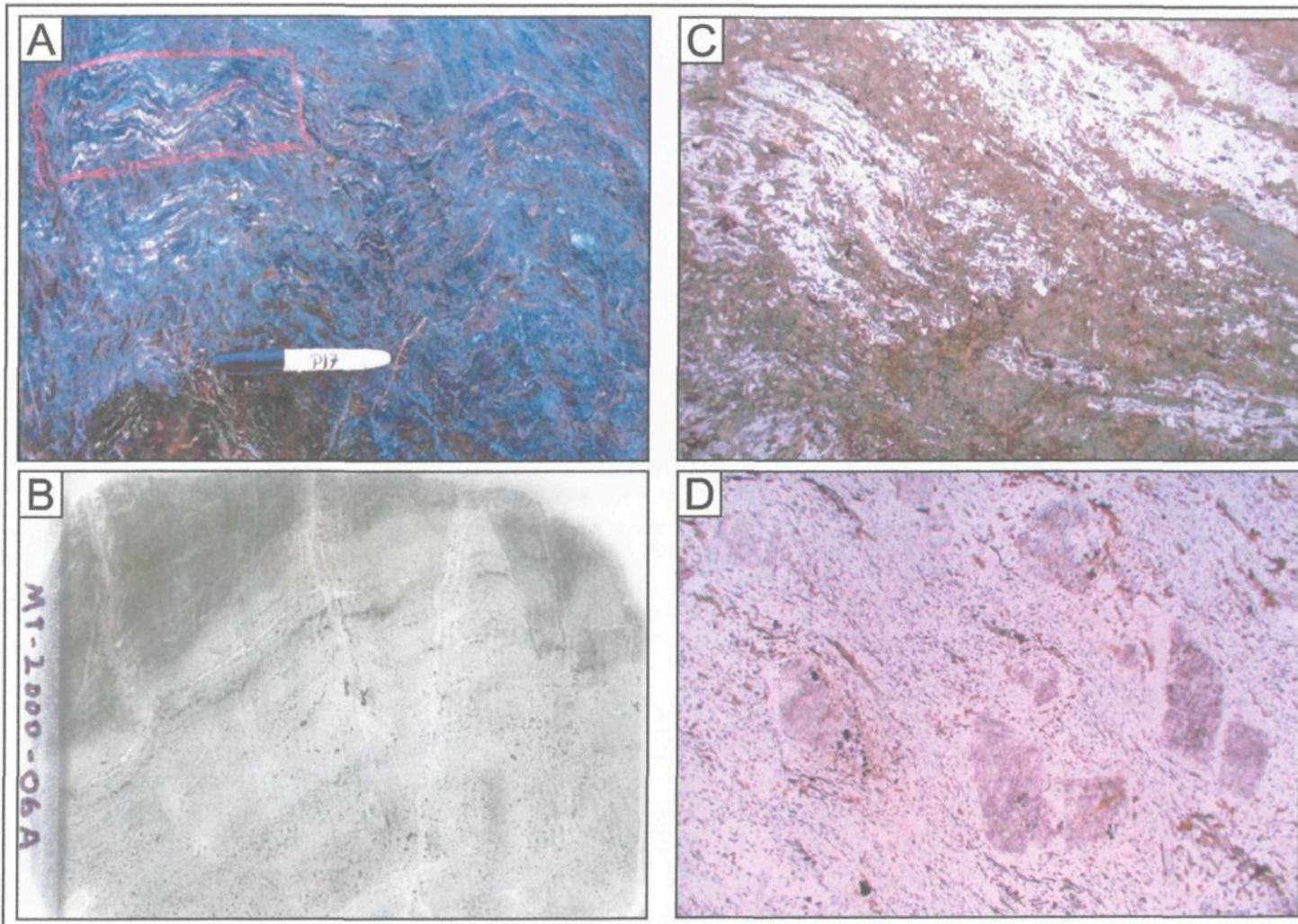


Figure 3.1: Expression de la fabrique principale S_1 . A) Rubanement compositionnel dans les volcanites mafiques rubanées, B) et C) Rubanement compositionnel et schistosité associée (Largeur = 7,5 cm (B) et 12,5 mm (C)), D) Schistosité principale marquée par l'alignement des cristaux de biotite dans un dyke felsique à phénocristaux de plagioclase (LN; Largeur = 5 mm).

3.2.1.3 *Fabrique secondaire S₂*

Une fabrique d'orientation E-W à pendage subvertical a été observée dans la zone d'étude ainsi qu'un peu partout sur la propriété. L'intensité de cette dernière varie selon les secteurs.

En affleurement, dans les unités volcano-sédimentaires, la foliation S₂ se caractérise surtout par un clivage de fracture, un clivage de crénulation ou par une schistosité assez faible. Dans les dykes de PF, le S₂ se matérialise par de fines fractures ou veinules d'épaisseur millimétrique remplies d'amphibole (avec localement un peu de tourmaline). La fabrique S₂ s'intensifie localement pour former des zones de déformation (voir la section sur les failles et zones de déformation). Elle semble également mieux développée dans les zones d'altération en bordure des veines minéralisées (voir le chapitre « Minéralisation et altération »).

À plus petite échelle, la fabrique S₂ prend la forme d'un clivage de fracture, d'un clivage de crénulation ou d'un alignement minéral plus ou moins bien développé (figure 3.2). Selon la minéralogie de la roche encaissante, les minéraux orientés dans le S₂ seront soit la biotite et/ou la hornblende dans les roches fraîches, soit la tourmaline et/ou l'actinote dans les roches altérées. En général, les minéraux formant le S₂ se présentent sous forme de porphyroblastes idiomorphes à hypidiomorphes. À l'intérieur d'un même échantillon, la taille de ces porphyroblastes est légèrement à nettement supérieure à la granulométrie moyenne de la « matrice ».

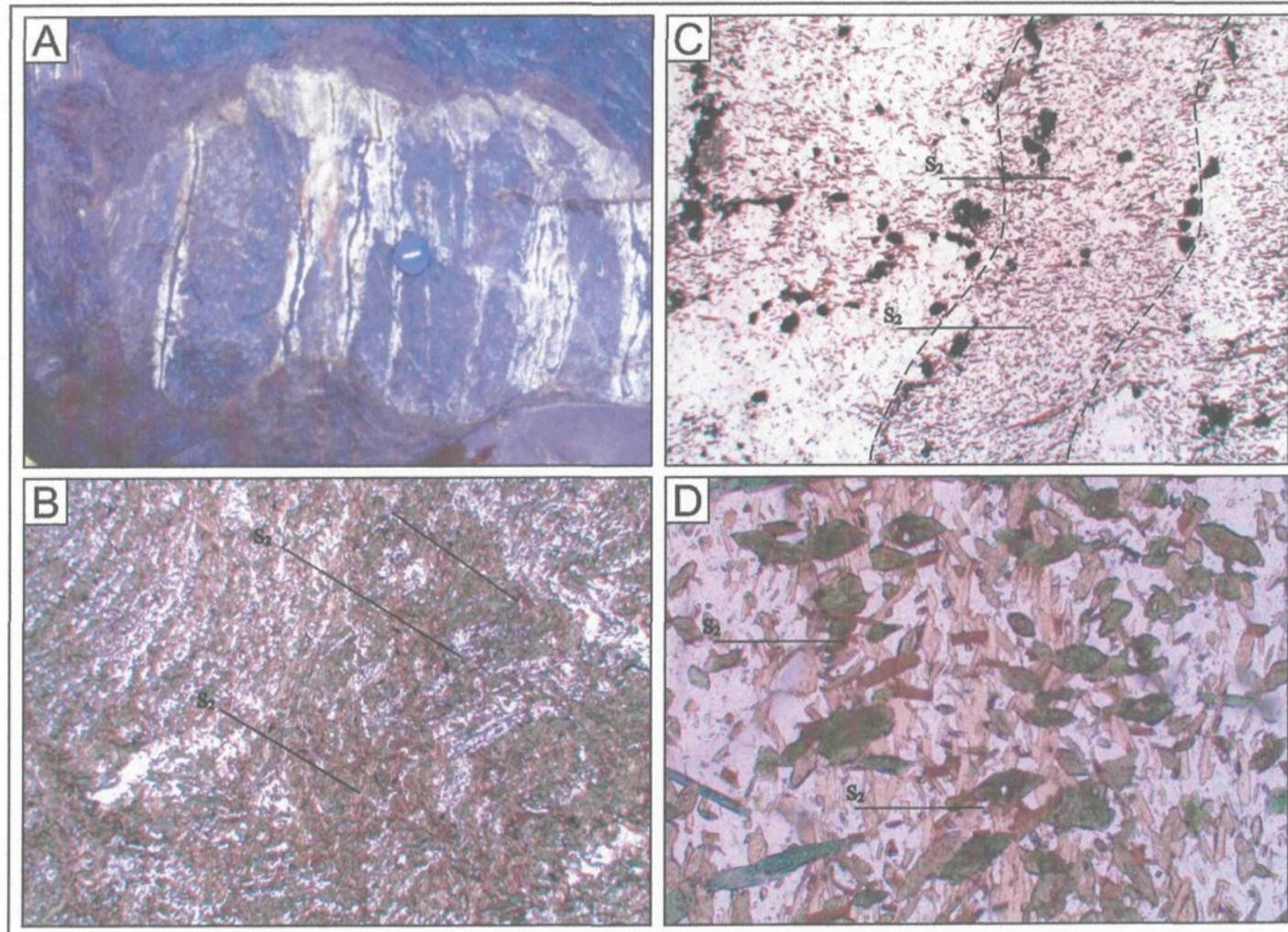


Figure 3.2: Expression de la fabrique secondaire S₂. A) Veinules d'amphibole dans un dyke de FP, B) Clivage de crénulation dans une volcanite mafique (LN; Largeur = 5 mm), C) Alignement des cristaux de biotite dans l'unité sédimentaire (LN; Largeur = 5 mm), D) Alignement des cristaux d'amphibole et de biotite dans une volcanite mafique (LN; Largeur = 1,25 mm).

3.2.2 Fabriques linéaires

3.2.2.1 Linéation d'étirement (L_1)

Dans la zone d'étude, la linéation d'étirement est observée dans toutes les unités, mais elle est particulièrement évidente dans les volcanites mafiques, dans les lits sédimentaires assez riches en biotite et dans les unités fragmentaires. Elle est généralement contenue dans le plan de la schistosité principale (S_1), mais elle peut aussi être présente dans le plan de la foliation secondaire (S_2).

Sur le terrain comme en lame mince, la linéation d'étirement se traduit surtout par l'allongement des cristaux de biotite et d'amphibole. Dans les unités fragmentaires (conglomérats et dyke mafique à fragments de tonalite), l'étirement des fragments marque également la linéation.

3.2.2.2 Linéation d'intersection (L_{12})

Des linéations d'intersection formées par le croisement de la foliation principale S_1 avec le clivage de plan axial S_2 ont également été observées sur le terrain. L'orientation de ces structures a été calculée à partir des mesures structurales de S_1 et de S_2 prises sur le terrain et sur les échantillons.

3.2.3 Plissement

Le plissement est omniprésent sur la propriété et s'observe à plusieurs échelles, le plus important étant le pli régional centré sur la propriété. Dans tous les secteurs, des plis mineurs ont été observés dont l'amplitude varie de quelques centimètres à plusieurs mètres, allant de la faible crénulation à des plis de dimension respectable. Ces plis affectent les surfaces correspondant au litage primaire (S_0) ainsi qu'à la schistosité principale (S_1).

3.2.3.1 *Axe de pli*

Plusieurs axes de plis mineurs ont été mesurés sur la zone d'étude ainsi que dans les secteurs Boomerang et Cannard. De façon générale, les axes de pli sont assez bien définis et plongent faiblement vers l'ouest.

3.2.3.2 *Plan axial*

En général, le plan axial des plis P2 se matérialise soit par un alignement de charnières de pli et/ou par les différentes expressions de la foliation S_2 (clivage, schistosité, fractures).

Le nombre de mesures de plans axiaux est assez restreint (17 mesures). Elles correspondent aux sites où aucune structure associée au S_2 n'a été observée. Dans ces cas, le plan axial correspondait uniquement à un alignement consécutif de plusieurs charnières de plis. Lorsque le plan axial était matérialisé par le S_2 , les mesures ont été regroupées dans la catégorie des S_2 .

3.3 Caractérisation de la déformation

Contrairement à la section précédente, cette section aura pour objectif de documenter la distribution et l'orientation des structures mentionnées précédemment. Les données utilisées proviennent essentiellement des travaux effectués sur la zone d'étude en 2000 (cartographie des trajectoires de foliation et mesures structurales). Les mesures structurales réalisées sur les échantillons en laboratoire viendront appuyer ou compléter les données de terrain. De plus, afin d'avoir une vision plus globale de la propriété, les données structurales provenant des travaux d'exploration de l'été 2001 dans les secteurs Cannard et Boomerang ont également été intégrées.

3.3.1 Division en domaines structuraux

Les données structurales utilisées dans cette section proviennent de trois secteurs distincts éloignés de 1 à 2 km (figure 3.3). Ainsi, les données ne sont pas réparties uniformément sur le territoire, mais plutôt fortement concentrées dans des secteurs assez restreints sans autre donnée entre les secteurs. Globalement, les trois secteurs produisent des styles de déformation semblables. Par contre, chaque site présente certaines caractéristiques spécifiques et montre une position particulière par rapport au pli régional. Pour cette raison, chaque secteur sera traité comme un domaine structural distinct.

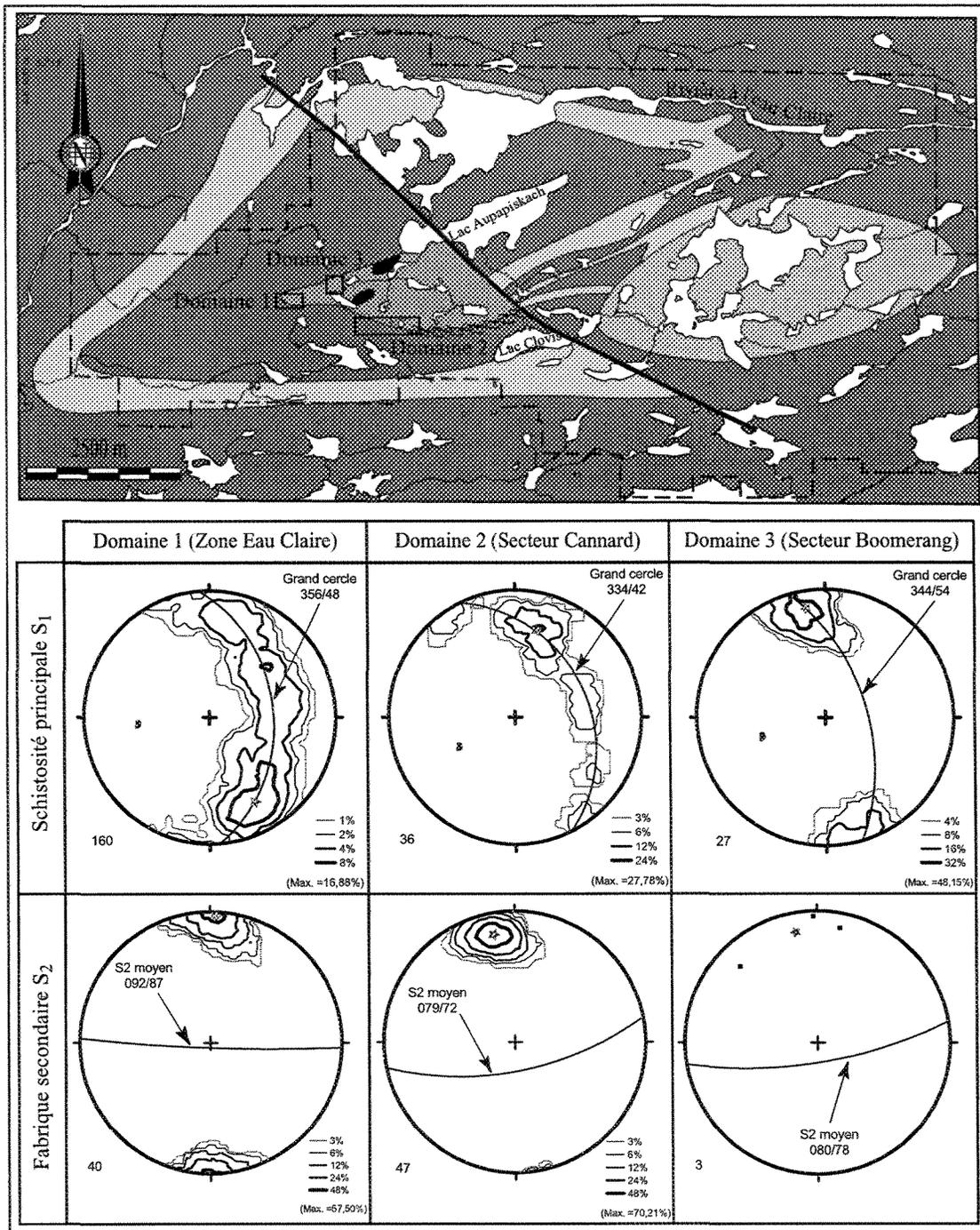


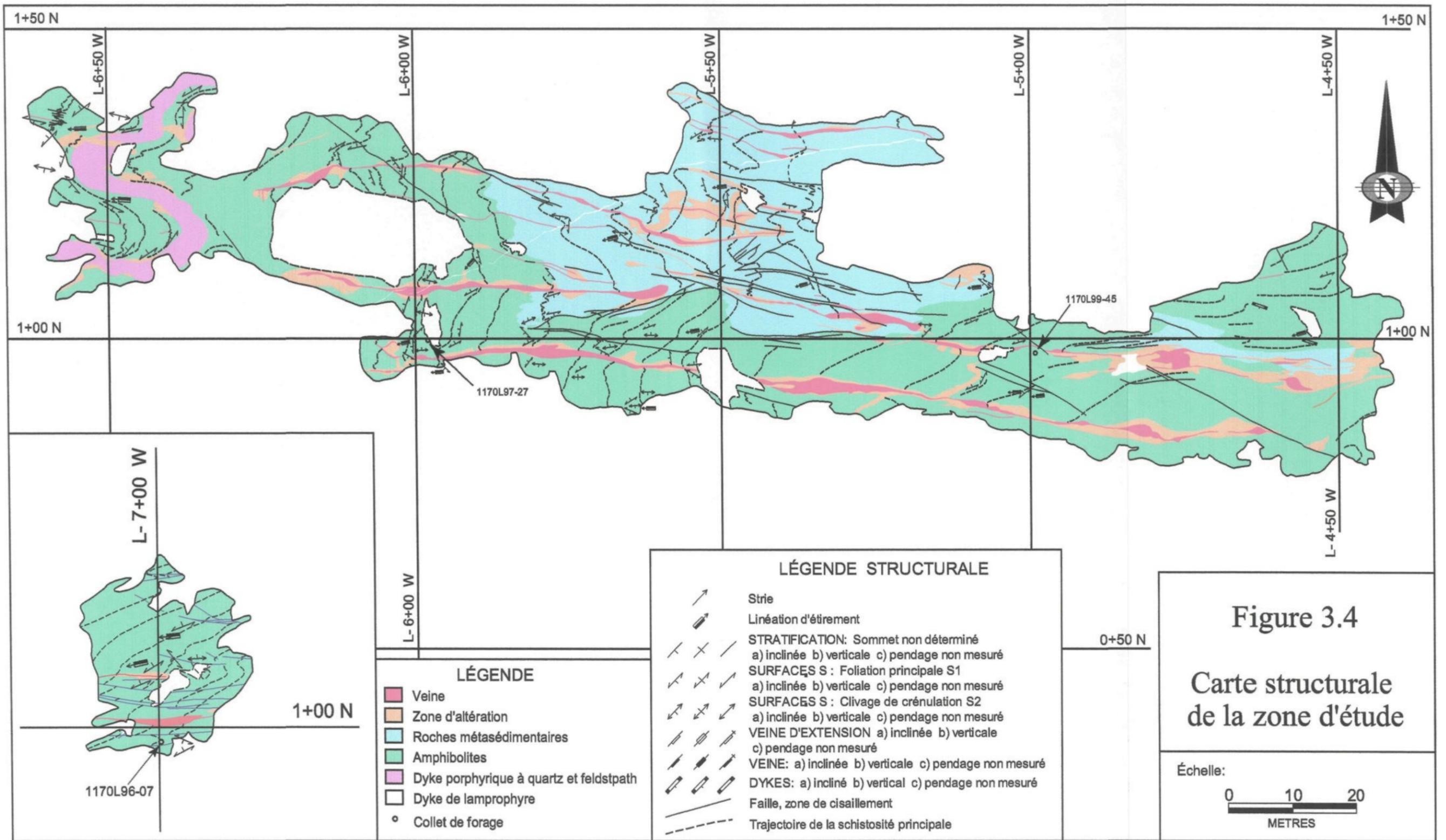
Figure 3.3: Localisation des domaines structuraux et distribution des fabriques principales (S_0 - S_1) et secondaires (S_2) dans chaque domaine structural. La rangée du haut montre les orientations du grand cercle de dispersion des pôles et de l'axe de pli estimé. La rangée du bas montre l'orientation moyenne du S_2 .

Le traitement individuel des données aura également comme avantage de définir un style de déformation particulier à la zone d'étude. Ce dernier sera utilisé pour établir la relation spatiale entre les veines aurifères de la zone Eau Claire et la déformation. La figure 3.3 montre la position des domaines structuraux par rapport au pli régional ainsi que la distribution des principales fabriques dans chacun des domaines.

3.3.2 Domaine 1 : Secteur Eau Claire

Le premier domaine structural est situé dans la charnière du pli régional à l'interface entre les volcanites mafiques et les roches sédimentaires (figure 3.3). Il comprend les deux décapages de la zone d'étude, soit le décapage 4+50W@6+50W ainsi que son prolongement à 7+00W. En raison de cette position dans la charnière du pli régional, le domaine Eau Claire se caractérise principalement par la présence de nombreux plis mineurs et par une forte relation angulaire entre la schistosité principale S_1 et la fabrique secondaire S_2 . Cette relation angulaire permet de distinguer facilement les deux fabriques et facilite l'étude de ces structures et du plissement.

Dans ce domaine, la foliation principale S_1 est très intense et bien développée. Elle est particulièrement évidente dans les volcanites mafiques où elle forme un rubanement bien défini. La figure 3.4 représente la trajectoire de la fabrique principale à la surface de la zone d'étude. Cette dernière montre une orientation très variable qui semble contrôlée par du plissement. Ceci est confirmé par la distribution des pôles de la schistosité principale le long d'un grand cercle orienté à 356/48 (figure 3.3). Bien que les mesures



soient assez bien réparties le long du grand cercle, il semble que l'orientation NE-SW ressorte davantage sur le stéréogramme de même que sur la carte des trajectoires.

La fabrique secondaire S_2 montre une intensité variable dans ce secteur. Ainsi, à l'exception de certaines zones où elle est très intense, cette fabrique est moins prononcée que la fabrique principale et peut même être difficile à observer par endroit. Elle est orientée dans l'axe E-W qui correspond à la trace axiale des plis et montre des pendages abrupts vers le sud à verticaux (S_2 moyen = 092/87; figure 3.3).

Ainsi, le domaine Eau Claire peut être caractérisé par des blocs montrant un litage et/ou une schistosité principale S_1 très prononcée et plissée. Ces blocs contiennent un S_2 faible et mal développé et sont séparés par de minces zones de déformation où le S_2 est très intense. Il est important de noter que c'est dans ce domaine structural que se trouve la principale zone minéralisée de la propriété.

3.3.3 Domaine 2 : Secteur Cannard

Le deuxième domaine structural est situé sur le flanc sud du pli régional dans le prolongement de la zone de déformation Cannard. Les données utilisées proviennent de 4 tranchées réalisées et cartographiées à l'été 2001, soit les tranchées Cannard 18+00W, 21+00W, 25+00W et 27+00W. Les trois premières tranchées exposent le contact entre les unités sédimentaires et volcanites felsiques au nord et les volcanites mafiques au sud, tandis que la quatrième tranchée recoupe uniquement les volcanites mafiques.

En raison de la position dans le flanc du pli régional, la relation angulaire entre le S_1 et le S_2 est beaucoup plus faible. Les deux fabriques tendent à se paralléliser ce qui rend leur distinction difficile. De plus, la fabrique S_2 est beaucoup plus intense que dans le domaine précédent et elle domine nettement par rapport à la foliation S_1 . Cette dernière est d'ailleurs fortement transposée dans le S_2 .

L'interprétation structurale de ce secteur est complexifiée par la variation du style structural de part et d'autre du contact entre les roches sédimentaires et les volcanites mafiques. Ainsi, dans la portion nord formée par les roches sédimentaires et/ou volcaniques felsiques, le S_2 forme une schistosité très intense qui masque presque totalement le S_1 . De minces bandes d'épaisseur centimétrique à décimétrique peuvent préserver localement le S_1 . Dans ces zones, le S_1 sera fortement plissé et seule la zone de charnière sera préservée, le reste étant totalement transposé par le S_2 .

Dans l'unité volcanique mafique située au sud du contact, le S_2 est toujours assez intense, mais beaucoup moins prononcé que dans l'unité sédimentaire. La schistosité S_1 est mieux préservée et forme des plis de dimension centimétrique à métrique faiblement plongeants vers l'WSW dont le S_2 a l'orientation du plan axial. Le S_2 forme un clivage de crénulation ou un clivage de fracture assez dense avec un espacement des microlithons variant de quelques millimètres à quelques centimètres. À l'intérieur des microlithons, seules des petites portions de charnières ou de flancs de plis sont préservées.

La distribution des mesures structurales sur les stéréogrammes de la figure 3.3 reflète bien la géométrie observée sur le terrain. Comme dans le domaine précédent, la distribution des pôles du S_1 forme un grand cercle assez bien défini (334/42) qui confirme

le contrôle du S_1 par le plissement. Par contre, la plupart des données sont concentrées dans une orientation moyenne proche de celle du S_2 (079/72) ce qui reflète probablement la transposition de cette structure par le S_2 . Les quelques mesures qui permettent de définir le reste du grand cercle des pôles du S_1 proviennent essentiellement des microlithons observés dans les volcanites mafiques ainsi que de la tranchée 27+00W où le S_2 est plus faible.

3.3.4 Domaine 3 : Secteur Boomerang

Le troisième domaine est situé sur le flanc nord du pli régional en bordure du lac Boomerang. Les données pour ce secteur proviennent de trois tranchées excavées et cartographiées pendant l'été 2001, soit les tranchées Eau Claire 1+00E, 2+00E et 3+00E. Ces tranchées exposent le contact entre les volcanites mafiques et les roches sédimentaires.

Dans le domaine Boomerang, la relation angulaire entre les deux fabriques est faible (moins de 20 degrés en direction). Les tranchées 2+00E et 3+00E montrent une foliation assez uniforme d'orientation E-W avec des pendages forts vers le sud. Il est cependant impossible de déterminer avec certitude s'il s'agit du S_1 ou du S_2 puisque aucun plissement et aucune relation de recoupement n'ont été observés sur ces tranchées. Cependant, la tranchée 1+00E a été réalisée dans le sens de la foliation et a permis d'observer plusieurs relations entre les deux fabriques. Ainsi, l'analyse structurale de ce domaine inclura les données provenant des trois tranchées, mais les descriptions qui suivent proviennent essentiellement des observations effectuées sur la tranchée 1+00E dont un plan détaillé est présenté à la figure 2.12.

Dans l'unité sédimentaire exposée sur la tranchée 1+00E, le S_1 se caractérise par une schistosité bien définie qui est soulignée par l'infiltration de tourmaline au sein des plans de foliation. Cette schistosité montre une orientation généralement E-W à ENE qui est affectée par des petits plis asymétriques en « S » de dimension centimétrique à pluridécimétrique. Ces plis plongent modérément ($30-40^\circ$) vers l'ouest. Le plan axial de ces plis est orienté E-W à ESE avec des pendages très abrupts vers le sud.

Dans le secteur Boomerang, le S_2 est beaucoup plus intense que dans le domaine Eau Claire, mais moins intense que dans le domaine Cannard. En plan, il peut facilement être confondu avec le S_1 qui montre une orientation semblable, d'autant plus qu'il prend sensiblement la même forme soit un rubanement millimétrique marqué par la tourmaline. Cette morphologie presque identique des deux fabriques laisse penser que le S_2 serait formé par la transposition ou le réalignement partiel des plans riches en tourmaline.

Les rainures effectuées pour l'échantillonnage des tranchées donnent une vision de la troisième dimension qui permet localement de distinguer les deux fabriques. La coupe présentée à la figure 2.12 montre clairement que le S_2 est subvertical et de plan axial par rapport aux plis affectant le S_1 .

La distribution des mesures structurales sur les stéréogrammes de la figure 3.3 reflète bien les relations décrites précédemment. La dispersion des mesures de la schistosité principale est très faible et laisse à peine deviner la présence d'un grand cercle de dispersion d'orientation 344/54. La plupart des mesures sont concentrées autour d'une valeur moyenne correspondant au plan 080/82. Cette valeur correspond assez bien à

l'orientation du S_2 . Ceci pourrait suggérer que la fabrique principale a été fortement transposée et qu'elle a pu être confondue localement avec le S_2 .

3.4 Chronologie des événements de déformation

3.4.1 Événement D1

L'événement de déformation D1 est associé au développement de la schistosité principale S_1 . Cette schistosité est la plus ancienne observée sur le terrain et en laboratoire. Elle est généralement parallèle au litage et sa surface est affectée par un épisode de plissement subséquent. Il est possible que du plissement ait été associé à cet événement. En effet, un petit pli asymétrique en « Z » de dimension sub-métrique, affectant le S_0 et dont le plan axial était parallèle à la schistosité principale a été observé sur le décapage 7+00W (figure 3.5).

3.4.1.1 *Distribution de la déformation*

Sur la propriété, les trajectoires de la schistosité principale sont contrôlées par le plissement. Ainsi, la distribution des pôles de la schistosité montre une distribution assez étalée le long d'un grand cercle d'orientation 350 / 48 (figure 3.6) qui confirme le contrôle par des plis subséquents.

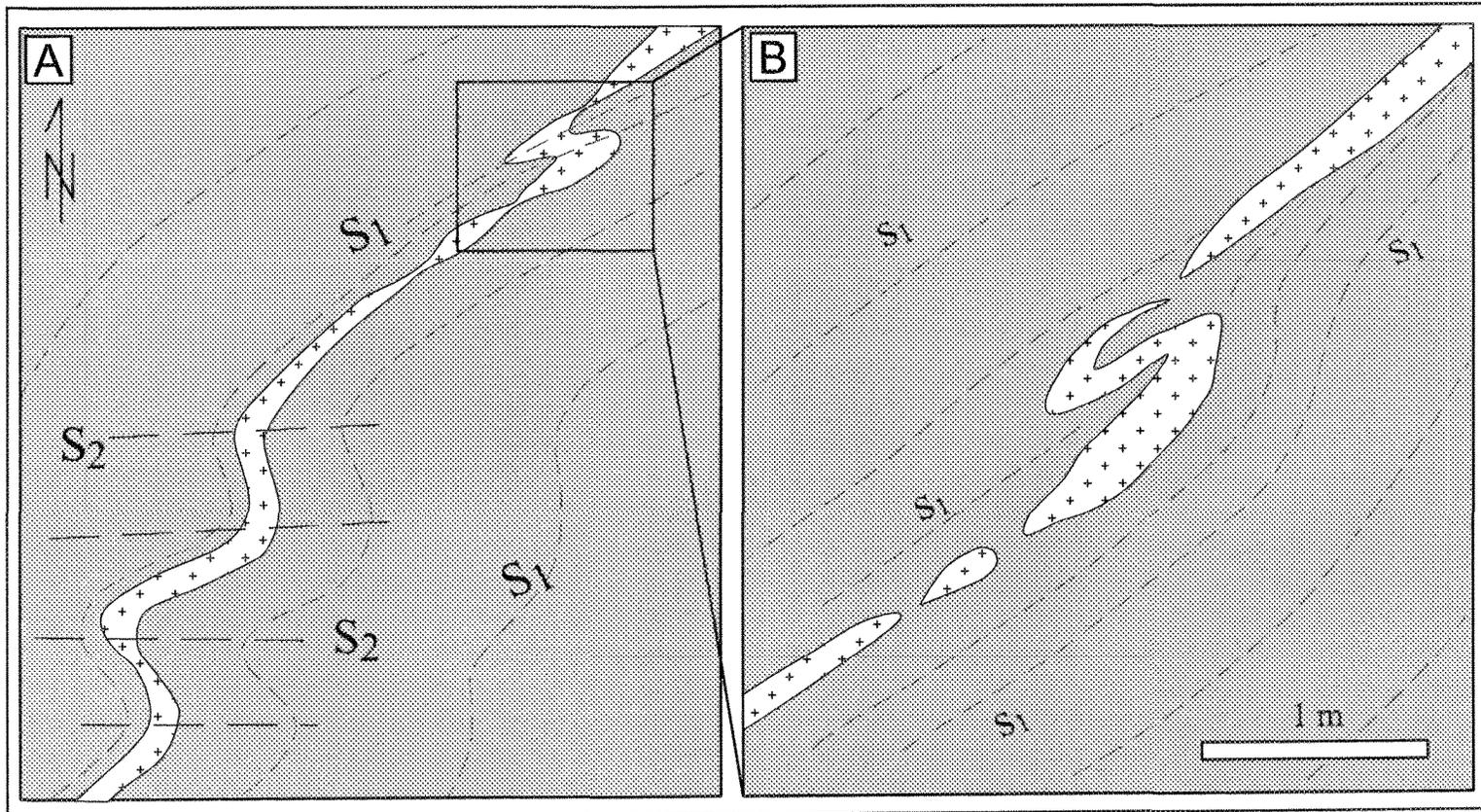


Figure 3.5: A) Dyke felsique montrant un pli de génération P1 ayant la schistosité principale S1 en position de plan axial. Le même dyke ainsi que la schistosité principale sont également plissés par des plis de deuxième génération ayant le clivage S2 comme plan axial. B) Vue détaillée du pli P1.

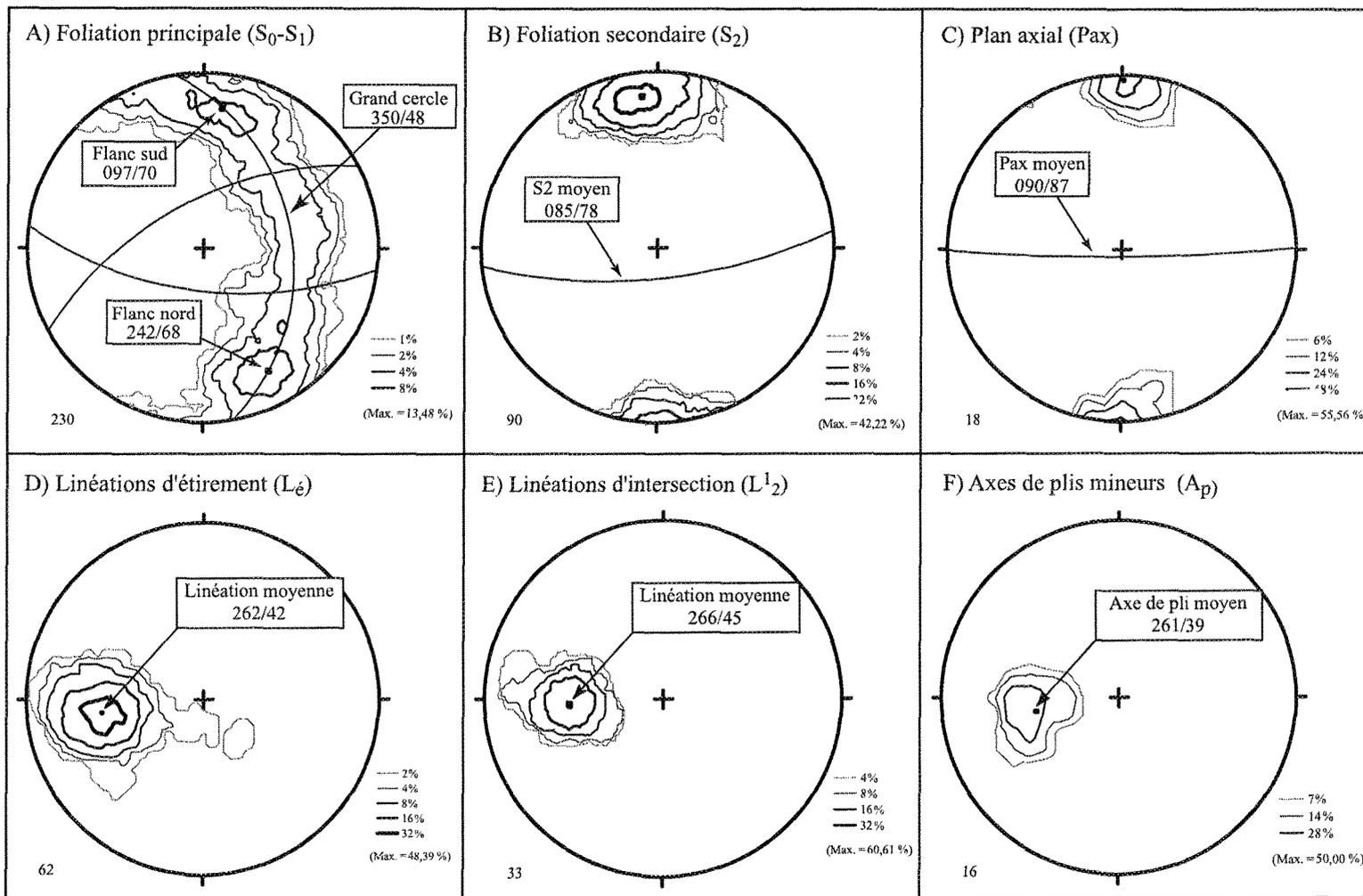


Figure 3.6: Distribution des structures planaires et linéaires sur toute la propriété a) foliation principale (S_0-S_1) avec son grand cercle de dispersion et l'orientation des deux concentrations maximales correspondant aux flancs du pli régional, b) foliation secondaire (S_2), c) plans axiaux (P_{ax}), d) linéations d'étirement (L_ϵ), e) linéations d'intersection (L^{1_2}), f) axes de plis mineurs (A_p).

L'homogénéité de la fabrique S_1 est difficile à évaluer à l'échelle de la propriété en raison de la prédominance de la fabrique S_2 dans les flancs du pli régional. Sur la zone d'étude, l'intensité du S_1 semble contrôlée principalement par les variations lithologiques. Par exemple, le S_1 sera légèrement plus intense dans les volcanites mafiques rubanées que dans les unités sédimentaires. De plus, il ne semble pas y avoir une augmentation notable de l'intensité du S_1 au contact entre des unités à fort contraste de compétence.

Dans les flancs du pli régional, lorsque le S_1 est préservé, il semble aussi intense que dans la zone d'étude. D'un point de vue général, ceci laisse supposer que l'intensité de la fabrique S_1 soit assez uniforme dans la région.

3.4.1.2 Zones de déformation syn-D1 (pré-D2)

Bien que la fabrique S_1 semble s'être développée de façon assez uniforme sur la propriété, un secteur observé dans la zone d'étude pourrait correspondre à une zone de déformation D1. Les teneurs aurifères provenant des quatre rainures recoupant cette zone ont donné des résultats variant entre 2,59 g/t sur 0,7m jusqu'à 22,20 g/t sur 0,7m.

Il s'agit d'une bande de schiste à actinote-trémolite-tourmaline de 20 à 30 cm d'épaisseur observée dans la moitié orientale du décapage 4+50W@6+50W. Cette unité est parallèle à la schistosité principale S_1 et elle est clairement affectée par le plissement (figure 3.7). Elle se compose essentiellement d'actinote, de trémolite et de tourmaline avec des proportions moindres de quartz, de biotite et de carbonates. À l'échelle microscopique, la schistosité principale S_1 y est extrêmement intense. Elle est définie par l'alignement des

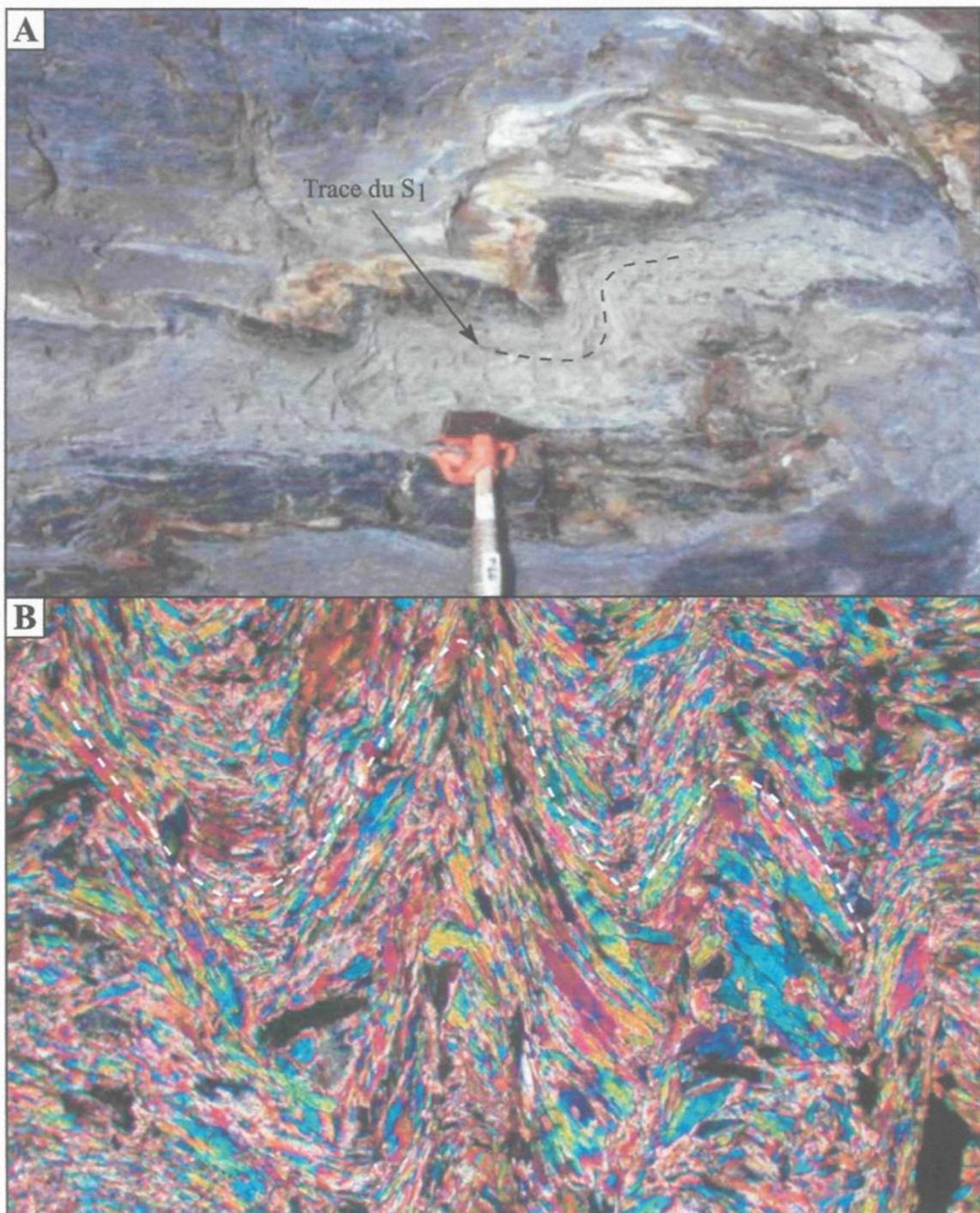


Figure 3.7: Bande de schiste à AC-TM-TL plissée correspondant à une zone de déformation syn-D1. A) Aspect sur le terrain; B) Vue en lame mince montrant la schistosité S1 intense formée par l'alignement des aiguilles d'amphibole. La schistosité est plissée et recoupée par un clivage de crénulation (lumière polarisée; largeur de champ 1,35mm).

aiguilles d'actinote et de trémolite ainsi que par de fines bandes riches en tourmaline. La schistosité est clairement affectée par le plissement (figure 3.7).

L'intensité de la schistosité S_1 , nettement supérieure dans cette bande en comparaison avec la roche encaissante, ainsi que son plissement permet de supposer que la bande de schiste à trémolite-tourmaline correspondrait à une zone de déformation D1. La formation de cette zone de cisaillement serait antérieure à la formation des veines de quartz tourmaline car elle est recoupée et décalée par celles-ci. La composition particulière de cette unité pourrait être reliée soit à un processus d'altération ou à la présence d'une unité différente avant la formation de la zone de cisaillement (dyke ou horizon de tuf par exemple).

3.4.2 Événement D2

L'événement de déformation D2 est caractérisé principalement par la présence de plis qui affectent et contrôlent l'orientation du litage (S_0) et de la schistosité principale S_1 . L'expression principale de ce plissement est observée à l'échelle régionale par la présence du pli régional au centre de la propriété et à plus petite échelle par des plis parasites de dimension centimétrique à pluri-métrique. Le développement de la fabrique secondaire S_2 qui montre une orientation parallèle au plan axial des plis permet de relier ces deux éléments à l'événement de déformation D2. Cette génération de plis sera donc regroupée sous le nom de plis P2.

3.4.2.1 *Caractérisation du plissement à l'échelle régionale*

Globalement, à l'exception d'un pli observé sur le décapage 7+00W qui semble être relié à l'épisode de déformation D1, tous les plis mineurs observés sur la propriété montrent des caractéristiques semblables à celles du pli régional et peuvent être associés à l'épisode de déformation D2. Ces plis affectent les surfaces correspondant au litage (S_0) et à la schistosité principale (S_1) et montrent une fabrique S_2 qui est de plan axial aux plis.

La figure 3.4 met en évidence les trajectoires de foliation S_0 - S_1 qui sont affectées par le plissement sur toute la zone d'étude. Les plis sont particulièrement évidents dans les unités sédimentaires où le litage et la présence de fragments constituent des repères faciles, ainsi que dans les volcanites mafiques contenant de nombreux dykes de PF.

Les orientations moyennes des structures entre les différents domaines présentés à la section précédente montrent des variations généralement inférieures à 20 degrés. La caractérisation du plissement sera donc effectuée à l'échelle de la propriété en combinant toutes les données disponibles.

La distribution des pôles de la foliation principale (S_1) et du litage (S_0) est très cohérente le long d'un grand cercle d'orientation 350/48 (figure 3.6). Cette distribution suggère que les plis ont une forme cylindrique. Dans ce cas, le grand cercle correspondrait au plan de profil du pli. La normale à ce plan (260/42) devrait donner une estimation de l'axe de pli et correspondre à l'orientation des axes de plis mineurs mesurés sur le terrain.

Les axes de plis mineurs observés un peu partout sur la propriété montrent des plongées modérées vers l'ouest. Leur distribution est assez uniforme et montre une

orientation moyenne de 261/39 (figure 3.6). Cette valeur est d'ailleurs très proche de l'axe de pli déterminé à partir du grand cercle de distribution des pôles du S_0 - S_1 .

La distribution des pôles de S_0 et de S_1 (figure 3.6) fait également ressortir l'orientation approximative des flancs du pli régional par la présence de deux concentrations maximales à 097/70 (flanc sud) et à 242/68 (flanc nord). En projetant ces mesures dans le plan de profil, il est possible de déterminer un angle d'ouverture de 54° entre les deux flancs du pli, ce qui correspond à des plis fermés.

La foliation S_2 et les plans axiaux de plis P2 montrent une orientation semblable de direction E-W. Bien que quelques mesures aient un pendage abrupt vers le nord, la majorité montre des pendages variants entre 50 et 90 degrés vers le sud. Ainsi, l'orientation moyenne des plans axiaux (090/87; figure 3.6) et l'orientation moyenne de la foliation secondaire S_2 (085/78; figure 3.6) font ressortir une orientation moyenne de la surface axiale des plis P2 de 088/80. Ceci correspond à des plis droits à légèrement déjetés vers le nord.

Les linéations d'intersection sont également colinéaires aux axes de plis mesurés et montrent une distribution assez concentrique autour d'une valeur moyenne de 266/45 (figure 3.6).

Ainsi, les plis observés sur la propriété correspondent à des plis cylindriques droits à légèrement déjetés vers le nord, fermés et faiblement plongeants vers l'ouest.

Finalement, les linéations d'étirement observées sur la propriété montrent des plongées faibles à modérées vers l'ouest. Elles sont colinéaires avec les axes de plis mineurs et montrent une distribution assez restreinte autour d'une orientation moyenne de

262/42 (figure 3.6). Il est important de noter que quelques mesures réalisées dans les flancs du pli régional montrent des linéations d'étirement avec des plongées moyennes à fortes vers le sud-est. Elles forment alors un angle fort avec les axes de plis mineurs.

À première vue, cette distribution des linéations d'étirement est incompatible avec le plissement P2. En fait, une linéation d'étirement représente l'axe de transport tectonique (Closs, 1946). Si elle est associée à un épisode de plissement, cette linéation devrait être contenue dans le plan axial des plis, mais orientée perpendiculairement à l'axe de pli.

Dans le cas présent, les linéations mesurées sont plutôt parallèles à l'axe de pli. Deux hypothèses pourraient expliquer ce phénomène. La première suggérerait la présence de pli en fourreau, mais elle ne semble pas réaliste étant donné les résultats exposés précédemment qui suggèrent des plis cylindriques. La deuxième suggérerait plutôt que cette linéation ne soit pas associée au plissement.

En ce sens, il est important de considérer que, sur le terrain, la linéation d'étirement peut être portée soit dans le plan de la schistosité principale (S_1), soit dans le plan de la fabrique secondaire (S_2). Ainsi, dans le secteur Eau Claire où la fabrique S_2 est très faible, il est possible que la linéation d'étirement observée soit reliée davantage à l'événement de déformation D1 (schistosité S_1). Dans ce cas, l'événement D2 aurait pu réaligner la linéation déjà existante dans le plan S_2 .

Par contre, dans les flancs de pli, là où la fabrique secondaire est mieux développée, une linéation d'étirement plus compatible avec le plissement a été observée localement. Cette linéation fortement plongeante vers le SE est contenue dans le plan du S_2 . Elle est

généralement marquée par des porphyroblastes d'amphibole plus grossiers que les aiguilles associées à la schistosité S_1 .

3.4.2.2 Distribution de la déformation

Les faibles variations de l'orientation du plissement P_2 et de la fabrique secondaire S_2 sur la propriété suggèrent que l'événement de déformation D_2 est le dernier épisode de déformation majeur ayant affecté la région.

À l'échelle régionale, il semble que le S_2 soit beaucoup mieux développé dans les flancs du pli régional (secteurs Boomerang et Cannard) que dans la charnière (zone Eau Claire). Ce phénomène est particulièrement prononcé sur le flanc sud où se trouve la « Zone de déformation Cannard ». Par contre, dans la zone de charnière, le S_2 est très faible et l'événement de déformation D_2 est caractérisé principalement par du plissement.

Cette hétérogénéité observée à l'échelle régionale est également présente à plus petite échelle. Dans la zone d'étude, de fines zones de déformation d'épaisseur décimétrique contenant un S_2 très intense viennent recouper des blocs moins déformés affectés principalement par le S_1 .

3.4.2.3 Zones de déformation syn- D_2

Plusieurs zones de déformation observées dans la zone d'étude montrent des caractéristiques typiques pour des zones de déformation telles que l'entraînement progressif de fabriques préexistantes et l'augmentation graduelle de la déformation et de la schistosité

associée à la zone de cisaillement. Un exemple de ce type de cisaillement est présenté aux figures 3.8 et 3.9. Ces figures montrent une zone de déformation à l'intérieur des volcanites mafiques. Des dykes de PF sont progressivement plissés, puis démembrés et transposés dans le S_2 en progressant vers le centre de la zone déformée.

La schistosité observée dans la zone de déformation est formée par des plans de cisaillement d'épaisseur millimétrique riches en biotite. À l'intérieur de ces plans, la biotite semble former une linéation faiblement à moyennement plongeante vers l'ouest, mais ce sont surtout de fines aiguilles d'amphibole contenues dans le plan qui marquent la linéation. La distribution de ces dernières n'est cependant pas très nette et montre une orientation qui varie de sub-horizontale à fortement plongeant vers l'ouest.

Un phénomène semblable a été observé en bordure des veines minéralisées de la zone Eau Claire. La schistosité principale est progressivement entraînée et partiellement réalignée dans la fabrique S_2 . En lame mince, la biotite est partiellement réalignée sur le S_2 .

D'autres zones de déformation montrent des caractéristiques très particulières. Il s'agit des bandes de schiste à actinote-tourmaline minéralisées qui seront décrites plus en détail dans le chapitre suivant. Ces bandes montrent une fabrique S_2 extrêmement intense et aucune relique de la schistosité S_1 ne peut y être observée. La particularité de ces zones est reliée à l'apparition brutale de la fabrique S_2 . Autant sur le terrain qu'en laboratoire, il n'a pas été possible d'observer une progression de la déformation entre l'encaissant et les

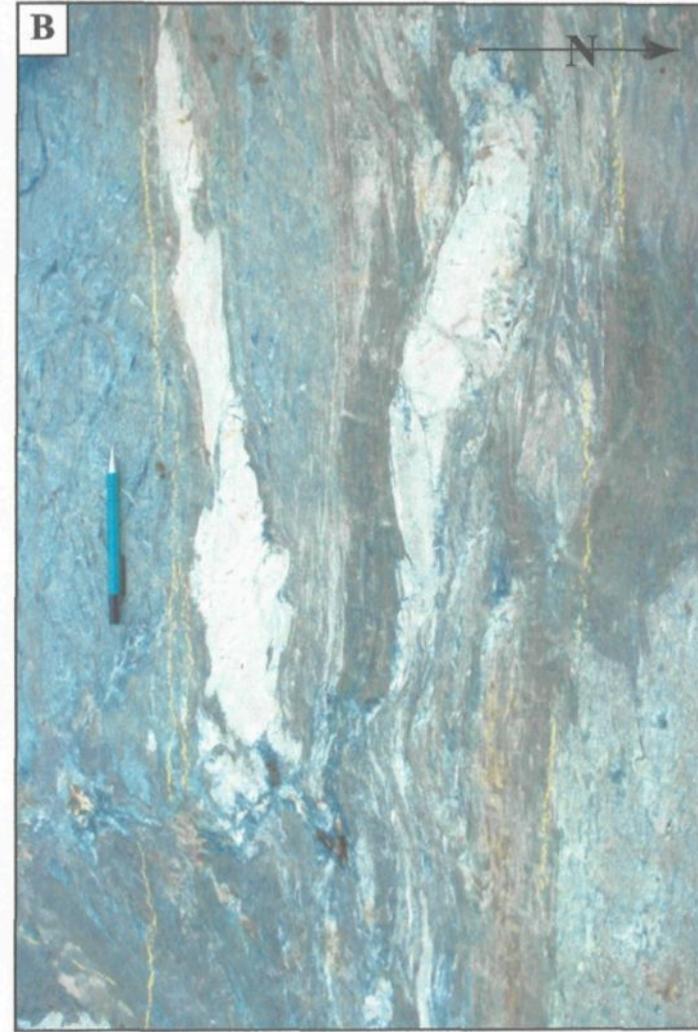


Figure 3.8: Vue sur le terrain d'une zone de cisaillement syn-D2. a) Les dykes felsiques sont démembrés et transposés dans la zone de déformation. b) Agrandissement de la partie marquée par un carré noir dans la photo de gauche. Une schistosité intense est développée dans le coeur de la zone de déformation et les fragments de dykes sont transposés.

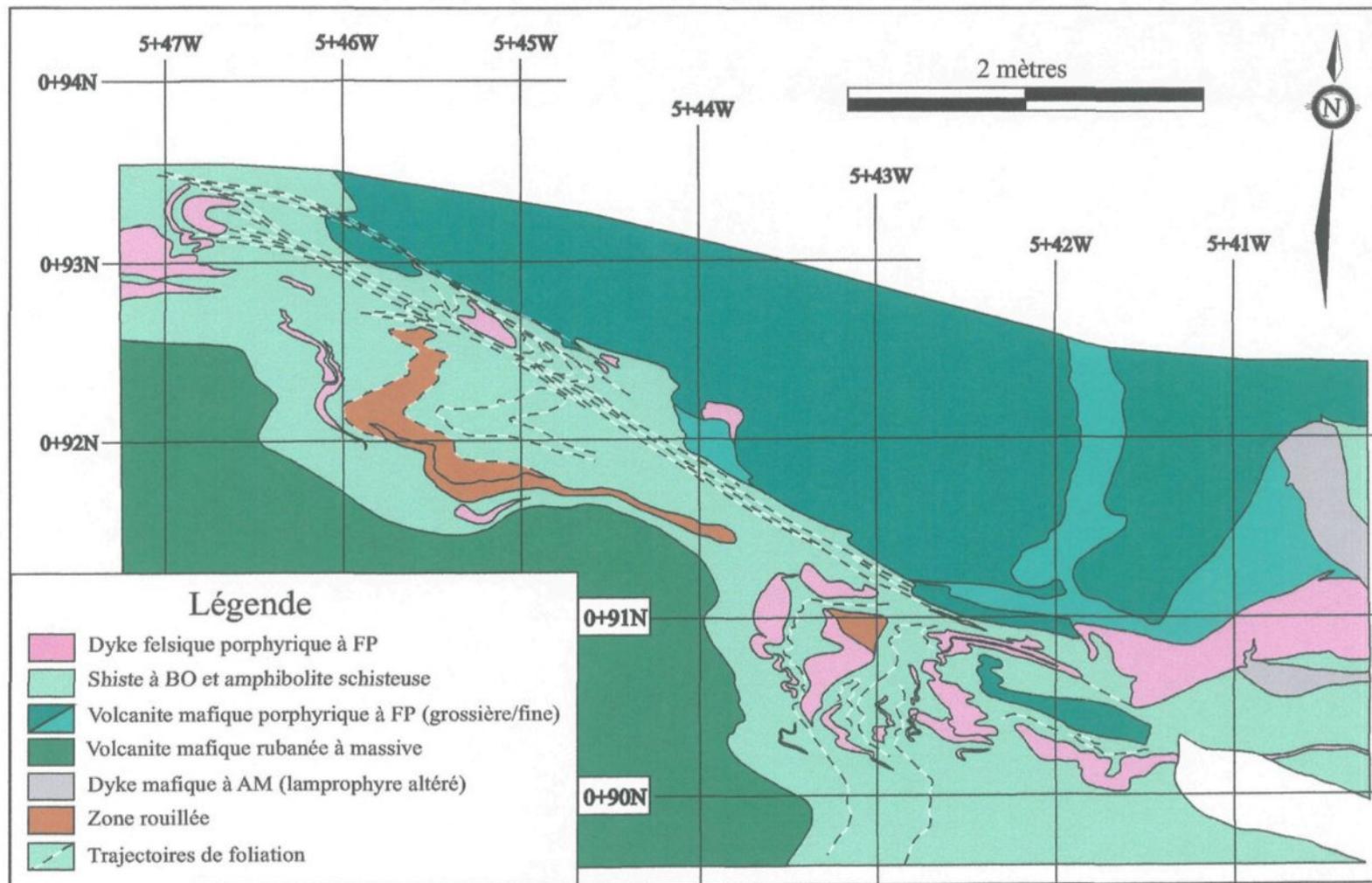


Figure 3.9: Zone de cisaillement ductile syn-D2. De nombreux fragments de dykes sont entraînés et transposés dans la zone de cisaillement. Le plissement des unités semble suggérer un mouvement dextre. Une foliation intense est développée dans la partie centrale de la zone de cisaillement et forme localement un schiste à biotite.

bandes de schiste à actinote tourmaline ce qui pose un problème quant à l'interprétation de ces structures.

Finalement, pour revenir à une échelle plus régionale, la présence de la zone de déformation Cannard sur le flanc sud du pli régional pourrait être reliée directement au plissement. En effet, la zone de déformation est située au contact entre deux unités à fort contraste de compétence, soit les volcanites mafiques au sud et les roches sédimentaires au nord. De plus, la relation angulaire entre la fabrique secondaire S_2 et les surfaces plissées (litage et schistosité principale) est faible dans les charnières de plis.

Ainsi, il est possible que ce contraste de compétence combiné avec la faible relation angulaire avec les anisotropies préexistantes ait favorisé un cisaillement inter-couche dans les flancs du pli régional. La déformation serait donc concentrée au contact entre les deux unités, mais serait plus intense dans l'unité sédimentaire en raison du comportement moins compétent de cette unité.

3.4.3 Déformation tardive (failles post-D2)

Deux systèmes de failles tardives montrant des comportements cassants ont été observés dans la zone d'étude. Le système le plus important est orienté approximativement à $N090^\circ$ et le second à $N300^\circ$. Ces failles ont une faible continuité latérale et viennent recouper les structures associées aux événements de déformation D1 et D2 ainsi que les structures minéralisées. Les décalages associés à ces failles tardives sont de l'ordre de quelques centimètres à quelques mètres (figure 3.10).

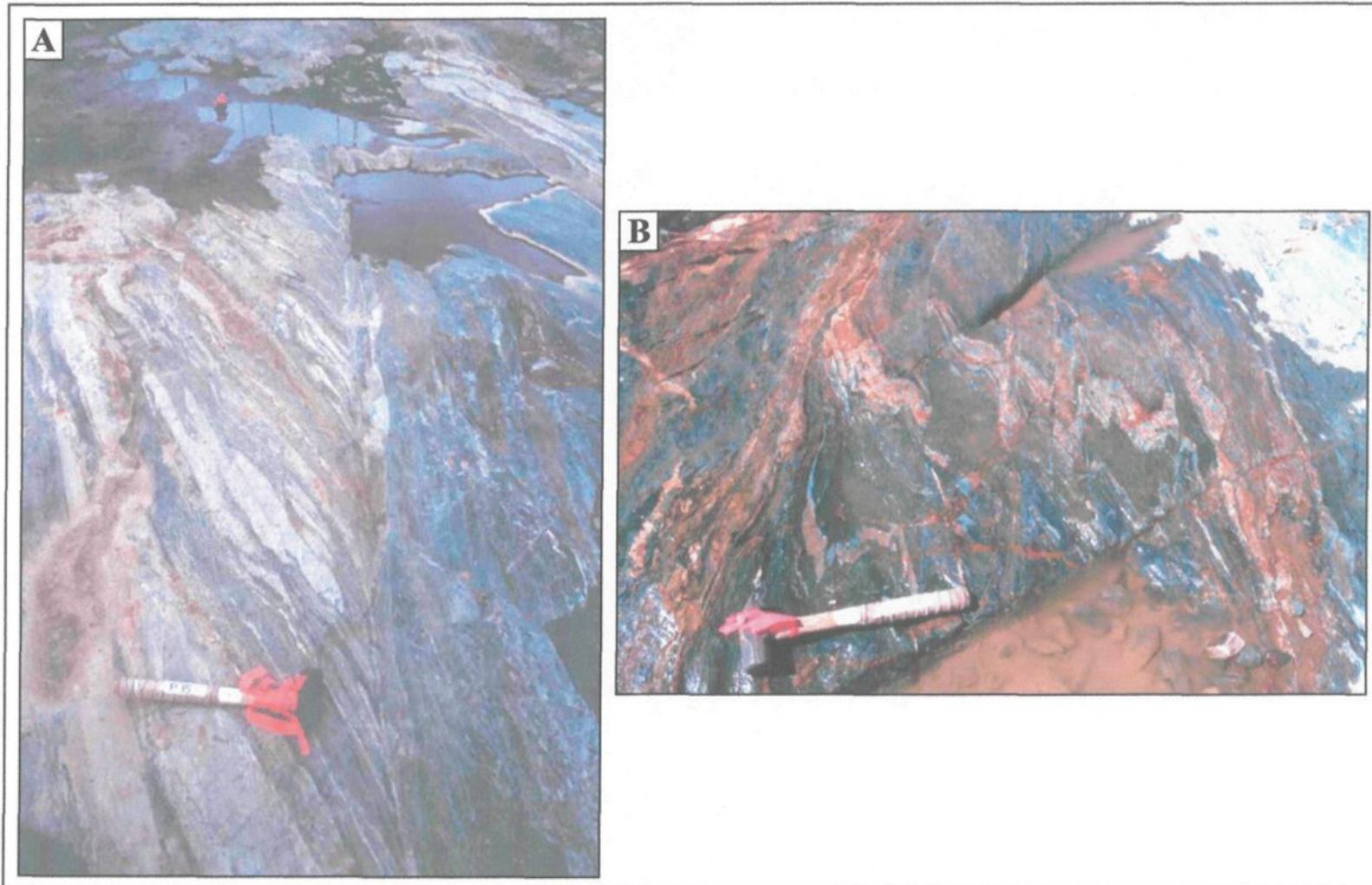


Figure 3.10: Failles tardives post-D2 recoupant la foliation principale plissée. A) faille montrant un décalage senestre de plusieurs mètres; B) faille montrant un décalage de quelques centimètres.

CHAPITRE 4

VEINES, MINÉRALISATION ET ALTÉRATION

4.1 Introduction

Sur le décapage 4+50W@6+50W de la zone Eau Claire, la minéralisation aurifère se retrouve principalement dans des veines de quartz-tourmaline-carbonates ainsi que dans les zones d'altération qui leur sont associées. Un deuxième type de minéralisation a également été observé, soit des bandes de schistes à actinote-tourmaline.

Dans ce chapitre, les deux types de minéralisation seront traités séparément. D'abord, les veines seront abordées du point de vue de leur géométrie et de leur orientation, de leur composition et de leurs textures, de l'altération qui leur est associée et de la déformation qu'elles ont subie. Une autre section traitera des variations de teneurs observées à l'intérieur des veines.

Les bandes de schiste à actinote-tourmaline seront traitées de la même façon du point de vue de leur géométrie et de leur morphologie, de leur composition et de leur texture et finalement des évidences de déformation qui y ont été observées. Ce type de minéralisation est moins bien documenté que les veines et sa relation avec la minéralisation filonienne est encore mal définie.

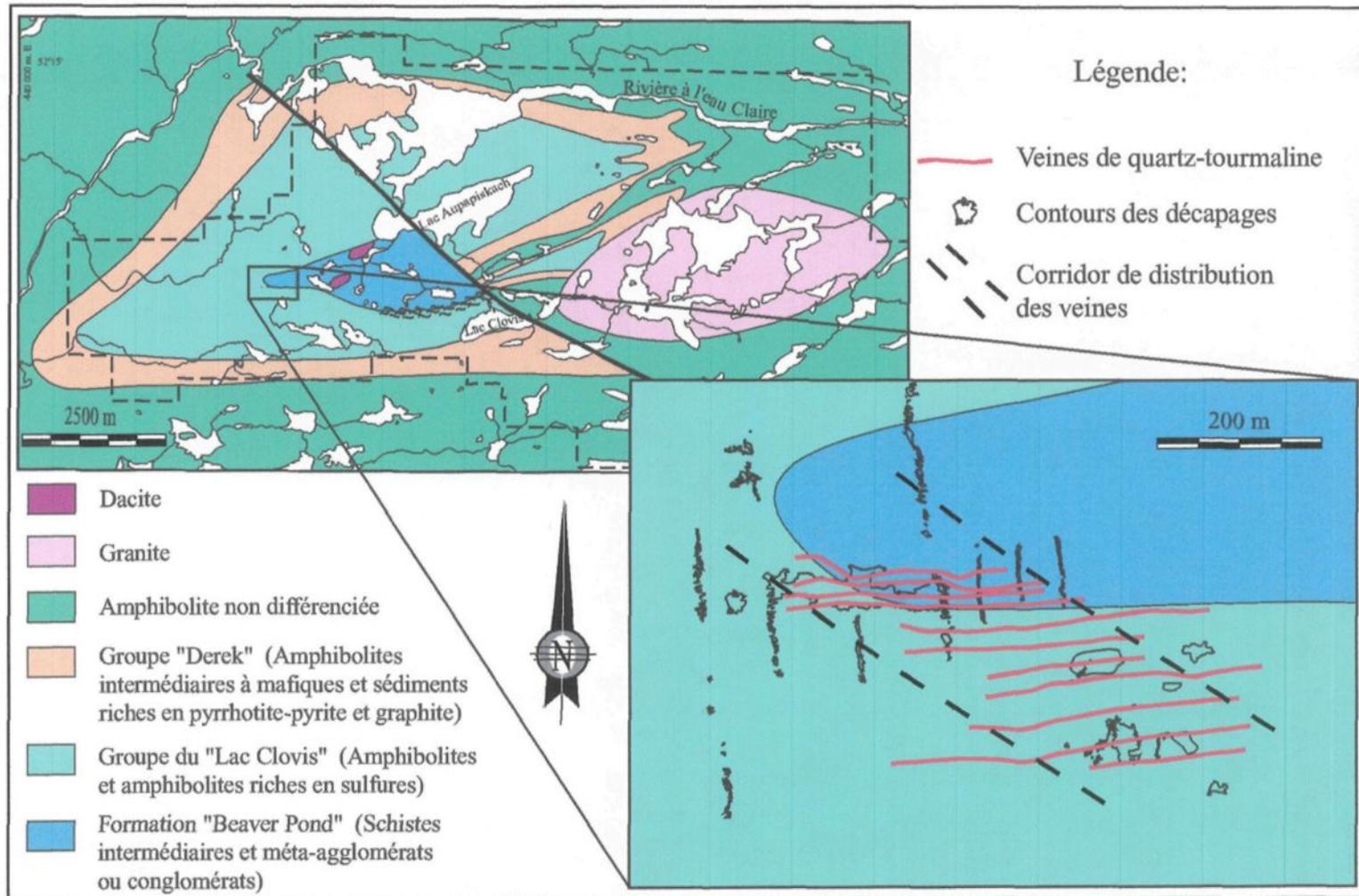
4.2 Veines de quartz-tourmaline-carbonates

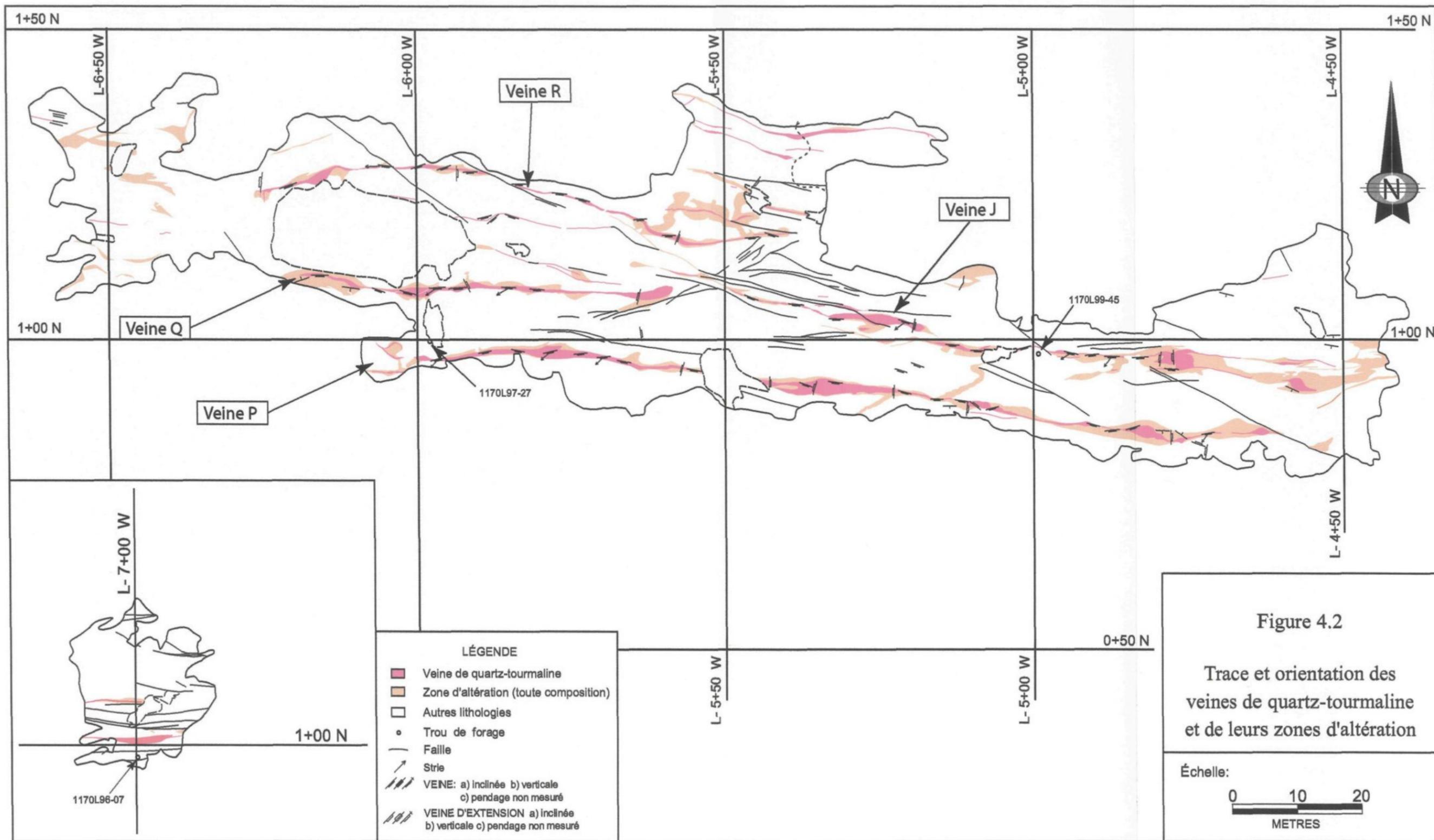
4.2.1 Géométrie

La figure 4.1 montre la distribution des principales veines de quartz-tourmaline aurifères de la zone Eau Claire. La trace des veines en surface a été établie par SOQUEM à partir de données provenant des décapages ainsi que par la projection des forages en surface. Cette figure met en évidence la distribution des veines le long d'un couloir d'orientation NW-SE dont l'attitude en profondeur n'a pas été déterminée. Ce couloir ne semble pas être matérialisé par une autre structure que les veines de quartz-tourmaline. Aucune foliation et aucune évidence de cisaillement suggérant la présence d'une zone de déformation ductile n'a été observée.

Dans la zone d'étude, huit veines de quartz-tourmaline minéralisées ont été observées, dont quatre des principales veines minéralisées constituant la zone Eau Claire (figure 4.2). Il s'agit des veines P, J, Q et R qui sont incluses dans les calculs de réserves effectués par SOQUEM et par Eastmain Resources inc. Sur le décapage, ces quatre veines sont continues sur des longueurs variant entre 60 et 160 mètres et montrent des épaisseurs centimétriques à métriques. Les autres veines sont plus petites. Leur continuité latérale est beaucoup plus faible (moins de 40 mètres) et leur épaisseur est généralement inférieure à 40 cm. Les veines de quartz-tourmaline observées dans la zone d'étude montrent une géométrie et des caractéristiques représentatives des autres veines de la zone Eau Claire.

Sur le terrain, les veines sont rectilignes et parallèles entre elles (figure 4.2). Elles sont généralement assez régulières mais montrent de légères ondulations en direction et en





pendage. Au total, 66 mesures structurales ont été prises sur les 5 principales veines de la zone d'étude. Ces veines montrent une orientation moyenne assez constante à 087/50 (figure 4.3). Elles sont parallèles en direction avec le clivage S2 matérialisant le plan axial des plis P2. Elles montrent cependant un angle d'environ 30 degrés en pendage avec ce même clivage, une relation qui sera considérée plus loin.

La figure 4.2 montre également que certaines veines et veinules semblent former des relais. C'est le cas des veines J et Q qui, bien qu'elles ne soient pas connectées, semblent être le prolongement l'une de l'autre.

Les extrémités des veines peuvent prendre différentes formes. À son extrémité orientale, la veine R s'amincit progressivement pour ensuite disparaître (figure 4.2), tandis que la partie occidentale de la veine R s'amincit et s'incurve pour se prolonger par trois veines d'extension de direction N-S (figure 4.4). La portion ouest de la veine P se sépare en plusieurs petites veinules qui disparaissent rapidement tandis que son extrémité orientale devient de plus en plus discontinue, formant des amas riches en tourmaline reliés uniquement par le prolongement de la zone d'altération. D'autres veines se terminent d'une manière très abrupte (extrémité orientale de la veine Q ainsi qu'une portion de la veine J à 5+20W). Finalement, la veine J présente une géométrie assez complexe à ses deux extrémités, comprenant des dédoublements et des amas riches en tourmaline.

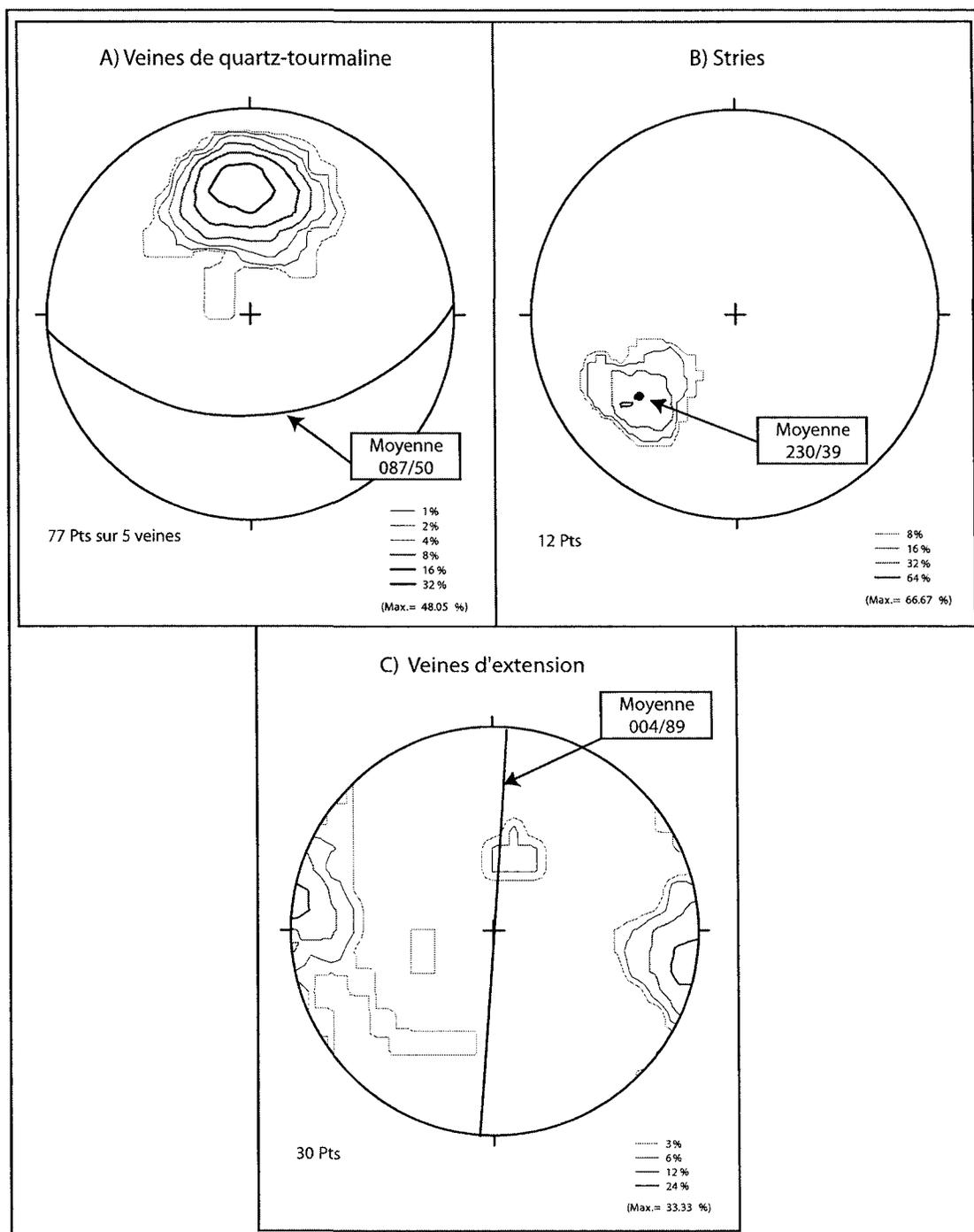


Figure 4.3: Distribution des mesures structurales reliées aux veines. A) Orientation des veines minéralisées; B) Distribution des stries de glissement; C) Distribution des veines d'extension tardives. La principale famille de veines est orientée N-S.

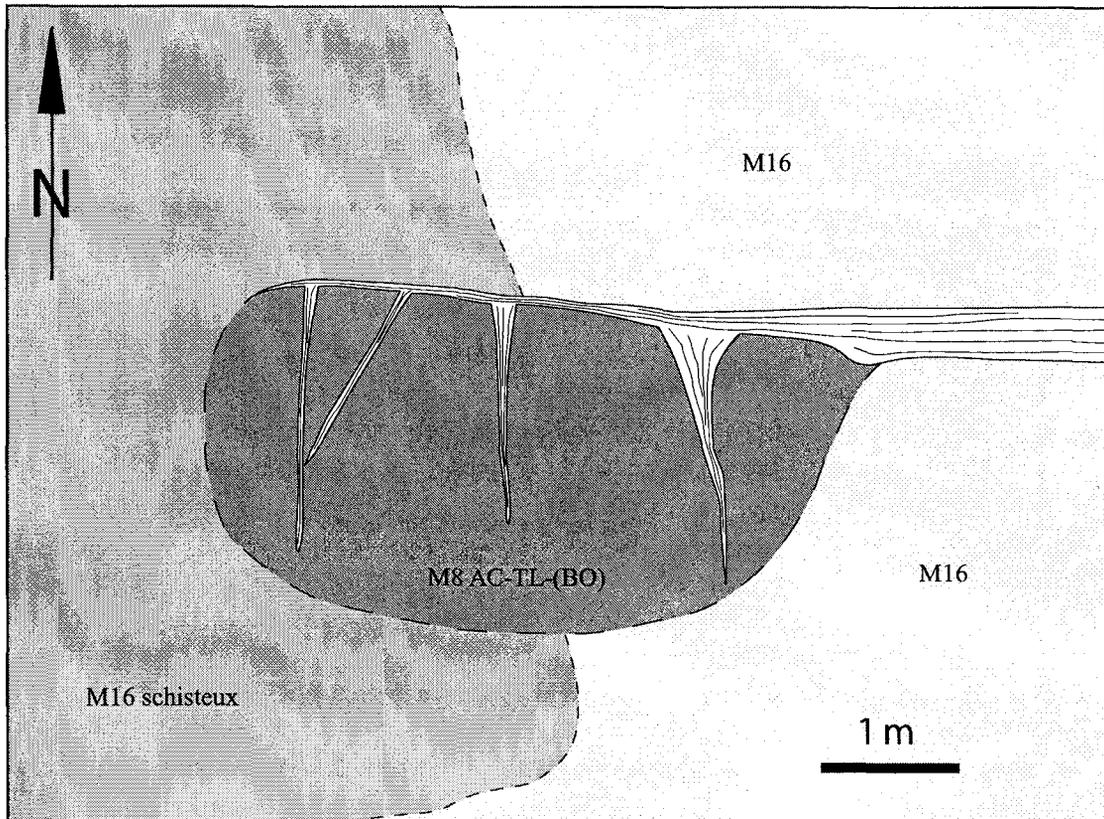


Figure 4.4: Schéma de l'extrémité ouest de la veine R. La veine se pince progressivement et se prolonge par des veinules en extension d'orientation N-S. Les veines d'extension sont développées uniquement sur un côté de la veine.

4.2.2 Paragenèses

4.2.2.1 Phases principales

Les veines se composent presque exclusivement de quartz et de tourmaline avec respectivement moins de 5% de carbonate et de sulfures. La concentration des deux phases minérales principales montre de fortes variations d'une veine à l'autre et latéralement à l'intérieur d'une même veine. Ainsi, à un endroit, une veine peut contenir plus de 95% de quartz et quelques mètres plus loin être composée de plus de 95 % de tourmaline.

Les cristaux de quartz sont plutôt grossiers et xénomorphes. Ils présentent des bordures irrégulières, des plages à extinction roulante et dans certains cas des sous-grains. Par contre, la tourmaline présente une forte variation granulométrique. Les grains les plus grossiers sont communément les mieux formés et présentent des formes tabulaires ou prismatiques. Les grains les plus fins tendent à être plutôt xénomorphes.

Finalement, les carbonates se présentent plutôt sous forme d'amas irréguliers de taille millimétrique à centimétrique. En affleurement, ces amas sont généralement dissous et forment des cavités à l'intérieur des veines. Les cavités formées par la dissolution des carbonates semblent plus abondantes aux bordures des veines ou dans les sections de veines riches en tourmaline. Par contre, elles n'ont pas été observées dans les parties de veines très riches en quartz.

4.2.2.2 Phases métalliques

Les sulfures constituent la principale phase métallique observée à l'intérieur des veines. Ils forment généralement moins de 5% de celles-ci. La pyrite est la phase dominante, mais elle peut être accompagnée de pyrrhotite et/ou de chalcopyrite. Les sulfures semblent être concentrés surtout dans de fines fractures ou dans des veinules d'extension tardives ainsi qu'au contact des fragments dans les veines montrant une texture bréchique.

L'or est présent en petits grains sous forme d'or natif et ne semble pas être associé aux sulfures. Des grains d'or visible mesurant jusqu'à 1,5 mm ont été observés. Un minéral gris métallique montrant une dureté faible et facilement sectile a également été observé en affleurement. Ce minéral pourrait correspondre à un tellure.

Les lames minces polies réalisées sur des échantillons de veines de quartz-tourmaline n'ont pas permis d'observer de grains d'or. De ce fait, la distribution spatiale des grains d'or n'a pas pu être étudiée directement. Cependant, Cadieux (1997 et 2000) a bien documenté la distribution de l'or dans les veines de quartz-tourmaline. Elle mentionne une association spatiale entre l'or et des tellures de bismuth et de nickel. Elle a également observé que l'or se retrouve « à l'intérieur de fractures ou de microfractures dans le quartz, en position interstitielle à des grains de tourmaline grossièrement grenue, ou encore au contact entre les bandes de tourmaline massive aphanitique et les bandes de quartz ».

4.2.3 Textures

Sur le terrain, les veines montrent des textures variées qui changent rapidement d'une veine à l'autre et à l'intérieur d'une même veine. Ces variations de textures semblent correspondre assez bien aux changements de composition observés dans les veines. Les principales textures observées sur le terrain seront décrites en détail dans cette section.

4.2.3.1 *Texture rubanée*

Lorsque les veines sont riches en quartz (plus de 60%), elles présentent généralement une texture rubanée dans laquelle le quartz forme des bancs massifs contenant de fines lamines de tourmaline (figure 4.5). Les lamines riches en tourmaline ont une épaisseur millimétrique à sub-centimétrique et sont généralement parallèles à l'enveloppe des veines.

En affleurement, le quartz est blanc à légèrement rosé. Il est grossièrement grenu et la taille des grains varie du millimètre au centimètre. Les grains de quartz sont irréguliers et montrent une extinction roulante. Localement, il est possible d'observer un broyage en bordure des grains de quartz formant un début de texture en mortier.

Les lamines de tourmaline ont une couleur noire. La tourmaline y est finement grenue. Elle mesure généralement entre 0,05 et 0,1 mm, mais sa taille dépasse dans certains cas 1,0 mm. À l'intérieur de ces rubans riches en tourmaline, des surfaces relativement planaires et localement anastomosées montrent une réduction de la granulométrie jusqu'à une taille inférieure à 0,005 mm (figure 4.6). Ces lamines de tourmaline finement grenue limitent également des noyaux où la tourmaline montre une granulométrie légèrement plus grossière avec des cristaux orientés aléatoirement.



Figure 4.5: Veine de quartz-tourmaline à texture rubanée montrant de fines lamines riches en tourmaline dans un banc de quartz massif.

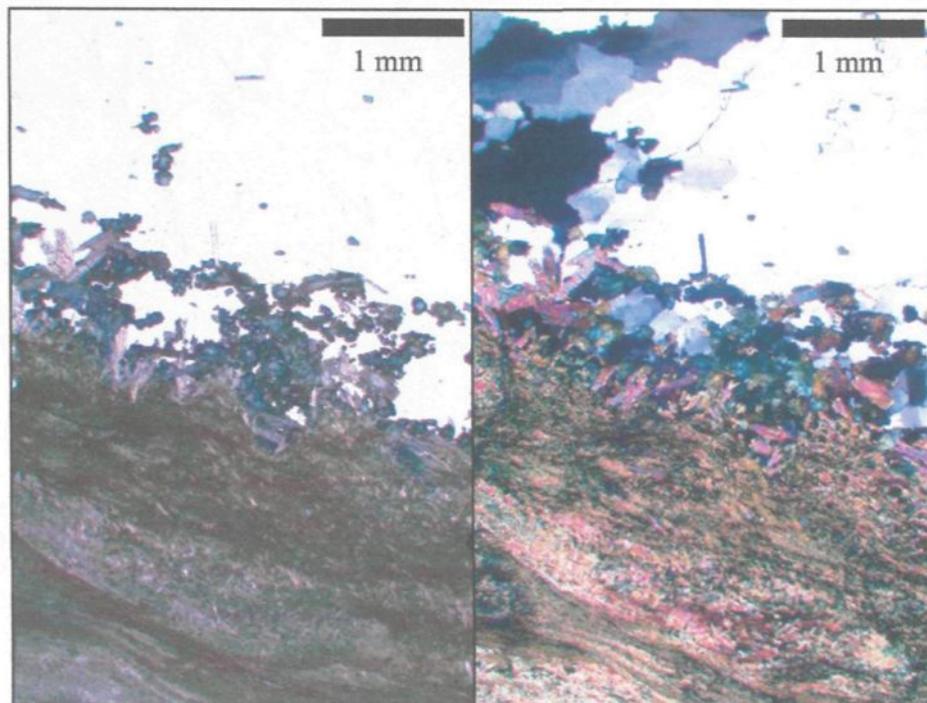


Figure 4.6: Réduction de la granulométrie de la tourmaline le long d'une surface planaire dans une veine de quartz-tourmaline rubanée. Le quartz est irrégulier et montre une extinction roulante.

Dans certains secteurs, la distribution des lamines de quartz et de tourmaline semble être plutôt symétrique de part et d'autre de la veine (figure 4.7). Cette symétrie pourrait suggérer une ouverture de la veine en plusieurs phases successives par un mécanisme de type « *crack-seal* » qui est typique des veines en extension (Ramsay et Huber, 1983). Bien que les textures de recristallisation dominent à l'intérieur des veines, ceci pourrait représenter un vestige d'une texture primaire.

4.2.3.2 *Texture bréchique*

Des textures bréchiques ont été observées dans les veines contenant une plus forte proportion de tourmaline (entre 40 et 70%). Les fragments de taille sub-centimétrique à décimétrique sont composés essentiellement de tourmaline massive à semi-massive. Ils sont généralement très anguleux et ne semblent pas avoir été déplacés les uns par rapport aux autres (figure 4.8). La matrice est composée essentiellement de quartz blanc et peut contenir à l'occasion jusqu'à 10% de tourmaline.

À l'intérieur des fragments, la tourmaline est aphanitique à moyennement grenue. La taille des cristaux varie de moins de 0,01 à 4 mm. Les plus grands cristaux sont idiomorphes alors que les plus petits tendent à être hypidiomorphes ou xénomorphes. Certains grains peuvent être fracturés, boudinés ou tordus. La tourmaline est généralement orientée de façon aléatoire et peut être englobée localement dans une pâte de quartz poecilitique.

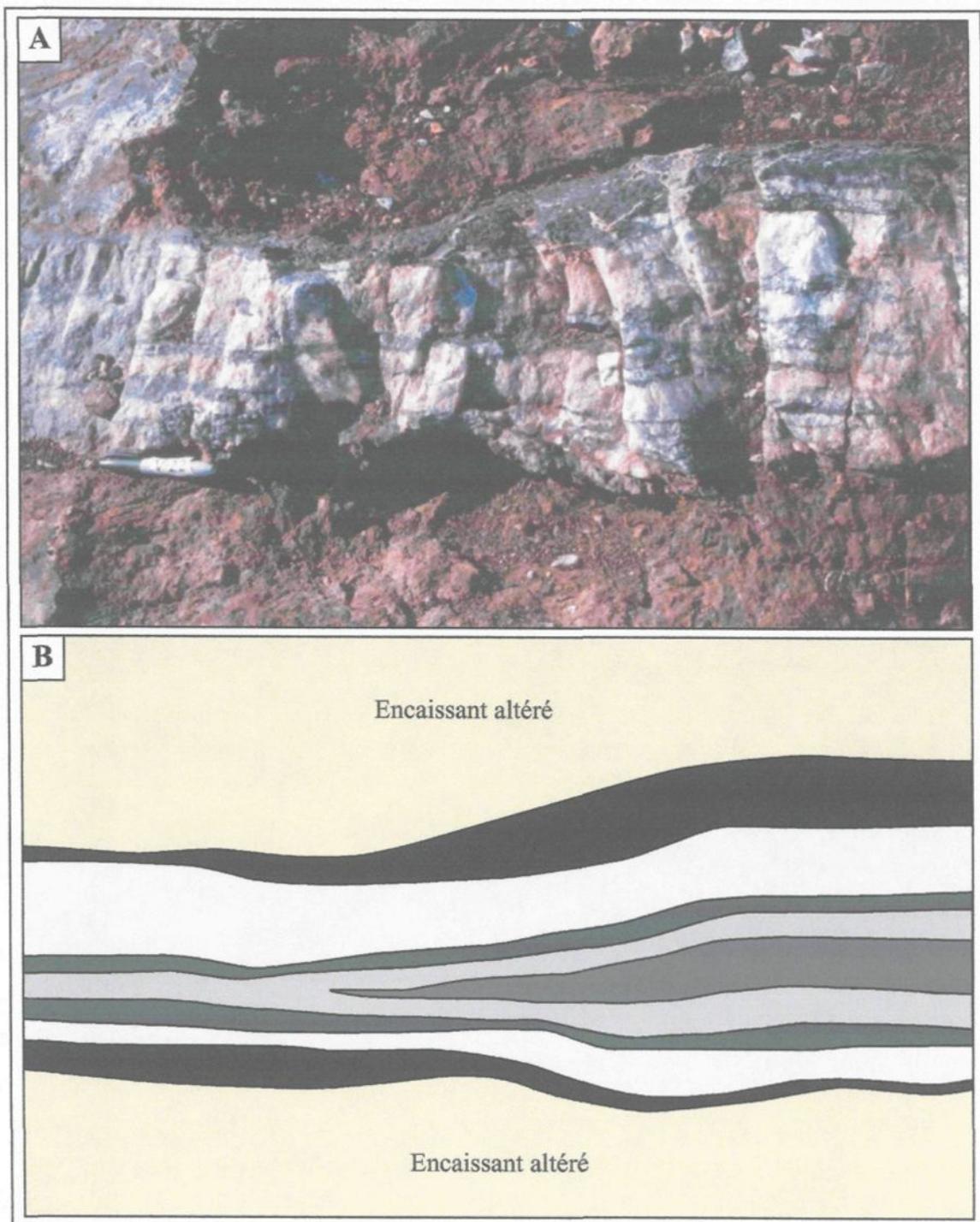


Figure 4.7: Veine de quartz rubanée dont les bandes de composition différentes montrent une certaine symétrie de part et d'autre de la veine. A) Photo de terrain; B) Reproduction schématique de la même image. Les bandes sombres représentent les bandes riches en tourmaline et les bandes claires correspondent aux bandes riches en quartz.

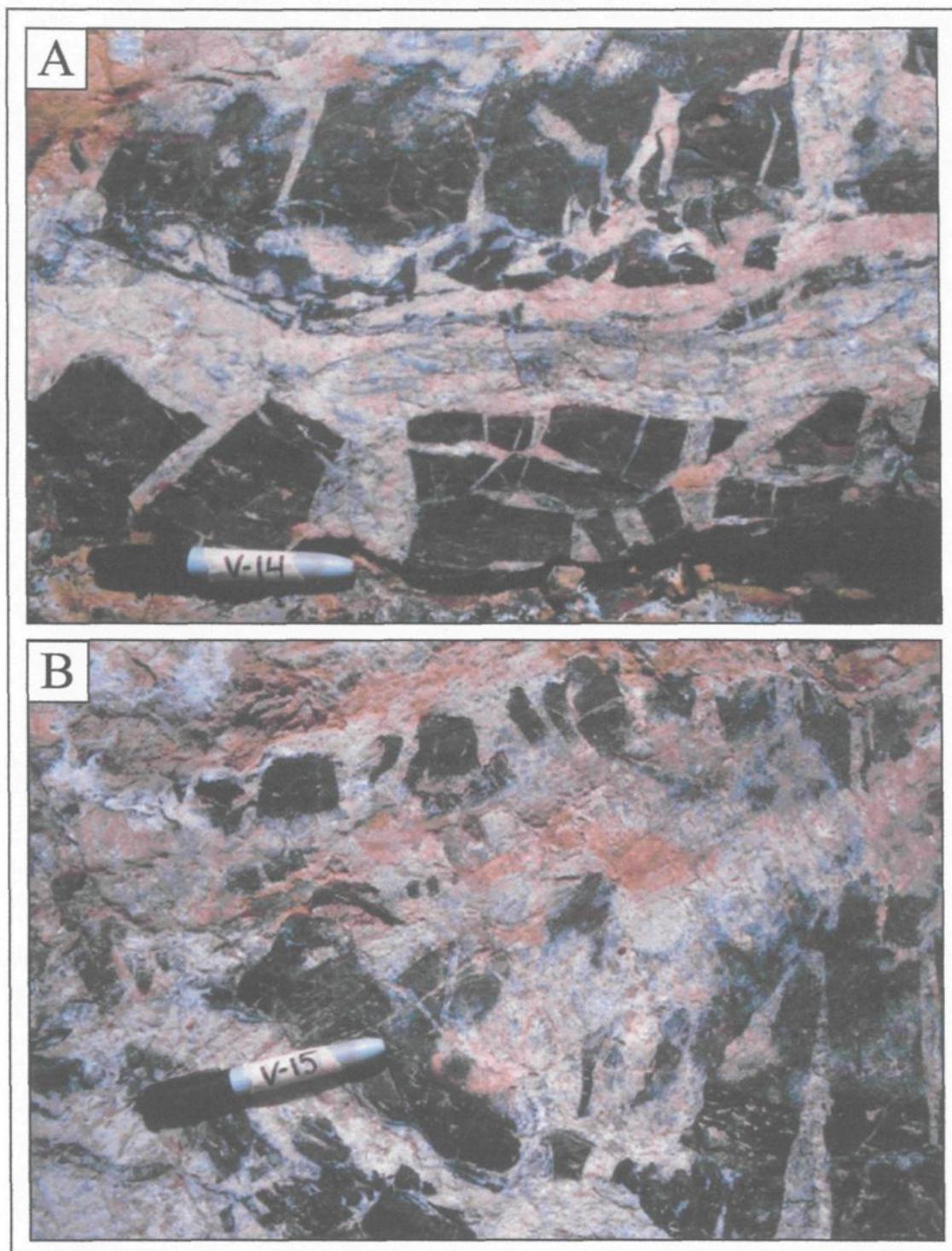


Figure 4.8: Veine de quartz-tourmaline à texture bréchique. a) Les fragments sont anguleux, montrent des bordures nettes et sont peu déplacés les uns par rapport aux autres; b) Les fragments montrent des bordures diffuses.

Les fragments sont compris dans une matrice de quartz grossièrement grenu dont les grains mesurent entre 0,1 mm et plus de 1 cm. Les cristaux de quartz sont xénomorphes et localement poecilitiques. Ils montrent une texture en mosaïque avec des bordures de grains irrégulières et une extinction roulante. Les grains de tourmaline contenus dans la matrice sont généralement assez grossiers et leur taille varie de 0,1 à plusieurs millimètres. Ils sont idiomorphes et peuvent localement être fracturés ou boudinés.

Les fragments de tourmaline ont généralement des bordures très nettes. Pourtant, dans certaines zones, les fragments ont un aspect diffus donnant l'impression d'avoir été partiellement digérés par la matrice de quartz (figure 4.9). Ce phénomène est plus intense sur les bordures de fragments qui sont parallèles aux épontes de la veine (figure 4.9). En y regardant de plus près, les lames minces révèlent que cette texture n'est pas causée par la digestion des fragments, mais plutôt par une croissance tardive de tourmaline perpendiculairement aux bordures des fragments (figure 4.9). Ces cristaux de tourmaline peuvent mesurer plusieurs millimètres et ils sont généralement idiomorphes.

4.2.3.3 Texture à amas de quartz et de tourmaline

La troisième texture est la moins commune. Elle se retrouve généralement dans les veines contenant des proportions semblables de quartz et de tourmaline, mais des variantes de la même texture ont été observées dans des veines très riches en tourmaline (veine J vers 5+20W) ou très riches en quartz (veine R vers 6+20W).

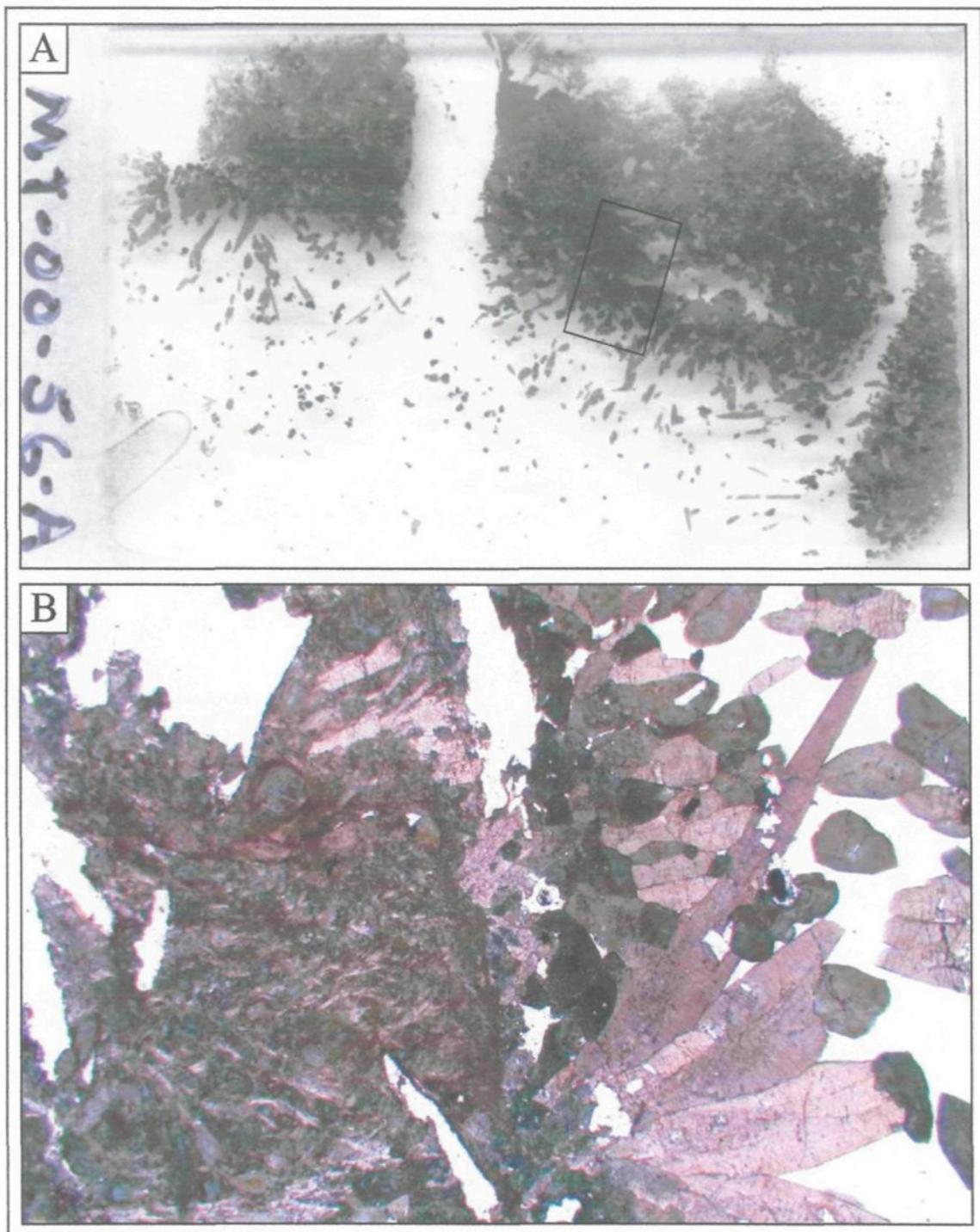


Figure 4.9: Croissance de tourmaline en bordure des fragments dans une veine de quartz-tourmaline à texture bréchique. La croissance de tourmaline se fait préférentiellement sur les bordures de fragments parallèles aux épontes des veines. a) scan de la lame mince (largeur 50 mm); b) Agrandissement de la zone encadrée en A (L.N.; largeur 5 mm)

Ces veines présentent des amas de quartz et de tourmaline de dimensions variables montrant des bordures diffuses (figure 4.10). Les amas ont des formes irrégulières et ne présentent pas d'arrangement particulier. Dans le cas de veines très riches en tourmaline, cette texture se présente plutôt comme de petits amas diffus de quartz dans un banc de tourmaline massive.

Ce type de texture a été observé principalement dans les zones où les veines de quartz-tourmaline ont une épaisseur apparente plus élevée ou lorsqu'elles montrent des pendages plus faibles. Elle pourrait donc être reliée en partie à un changement de l'angle d'observation de la veine.

4.2.3.4 Textures de remplacement

Des textures de remplacement ont également été observées à l'intérieur de certaines veines. La figure 4.11 montre une partie de la veine R correspondant à une zone de remplacement. Dans ce secteur, une portion de l'encaissant sédimentaire a été isolée entre deux veines de quartz-tourmaline d'épaisseur décimétrique. La minéralogie initiale a été complètement remplacée par du quartz et de la tourmaline, mais la foliation principale (rubanement parallèle au litage) est encore bien visible.

Ce type de texture est peu fréquent à l'intérieur des veines. Il est généralement relié davantage à l'altération en bordure de celles-ci. Ainsi, une description plus détaillée de ce type de texture sera présentée dans la section « altérations associées aux veines » sous le titre « tourmalinisation ».



Figure 4.10: Veine à amas de quartz et de tourmaline diffus montrant des amas irréguliers de quartz et de tourmaline.

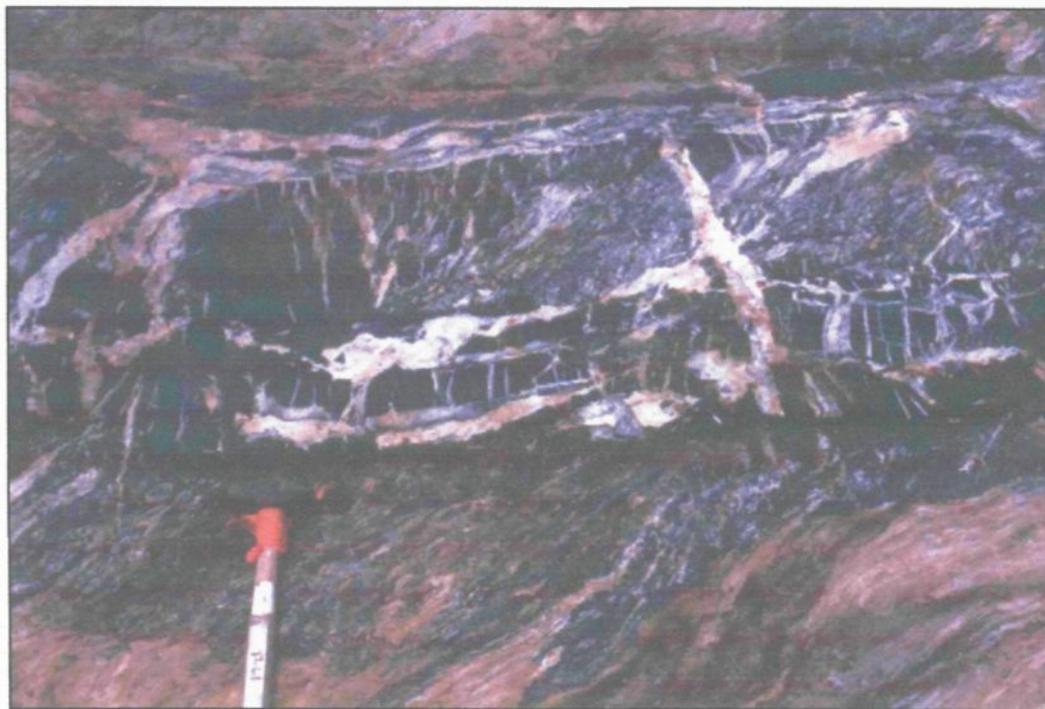


Figure 4.11: Portion de la veine R montrant une zone de remplacement à tourmaline isolée entre deux veinules de quartz-tourmaline massives.

4.2.3.5 *Changements et combinaisons de textures*

Comme il a été mentionné précédemment, les textures observées à l'intérieur des veines changent fréquemment. Ces changements peuvent se présenter sous plusieurs formes, mais seuls les deux exemples les plus communs seront présentés ici.

Dans certains cas, le changement est assez brutal et permet la juxtaposition de deux portions de veines de compositions et de textures différentes sur moins de 5 mètres (figure 4.12a). Typiquement, une portion de veine riche en tourmaline se pince vers la bordure de la veine à mesure qu'une section rubanée et riche en quartz devient plus importante.

Dans d'autres cas, la portion de veine riche en quartz peut se pincer progressivement vers le centre de la veine. Les bordures riches en tourmaline bréchique deviennent alors de plus en plus importantes jusqu'à former toute la veine (figure 4.12b). Ce type de changement peut également se produire sur de très courtes distances, mais il est généralement plus graduel et permet à deux faciès différents de coexister sur de plus longues distances (plus de 10 mètres dans certains cas).

En général, ces modifications sont associées à un changement brutal de composition dans la veine. Cependant, il n'est pas rare d'observer que plusieurs textures se côtoient à l'intérieur d'une même portion de veine même si celle-ci ne montre pas de changement drastique de composition.

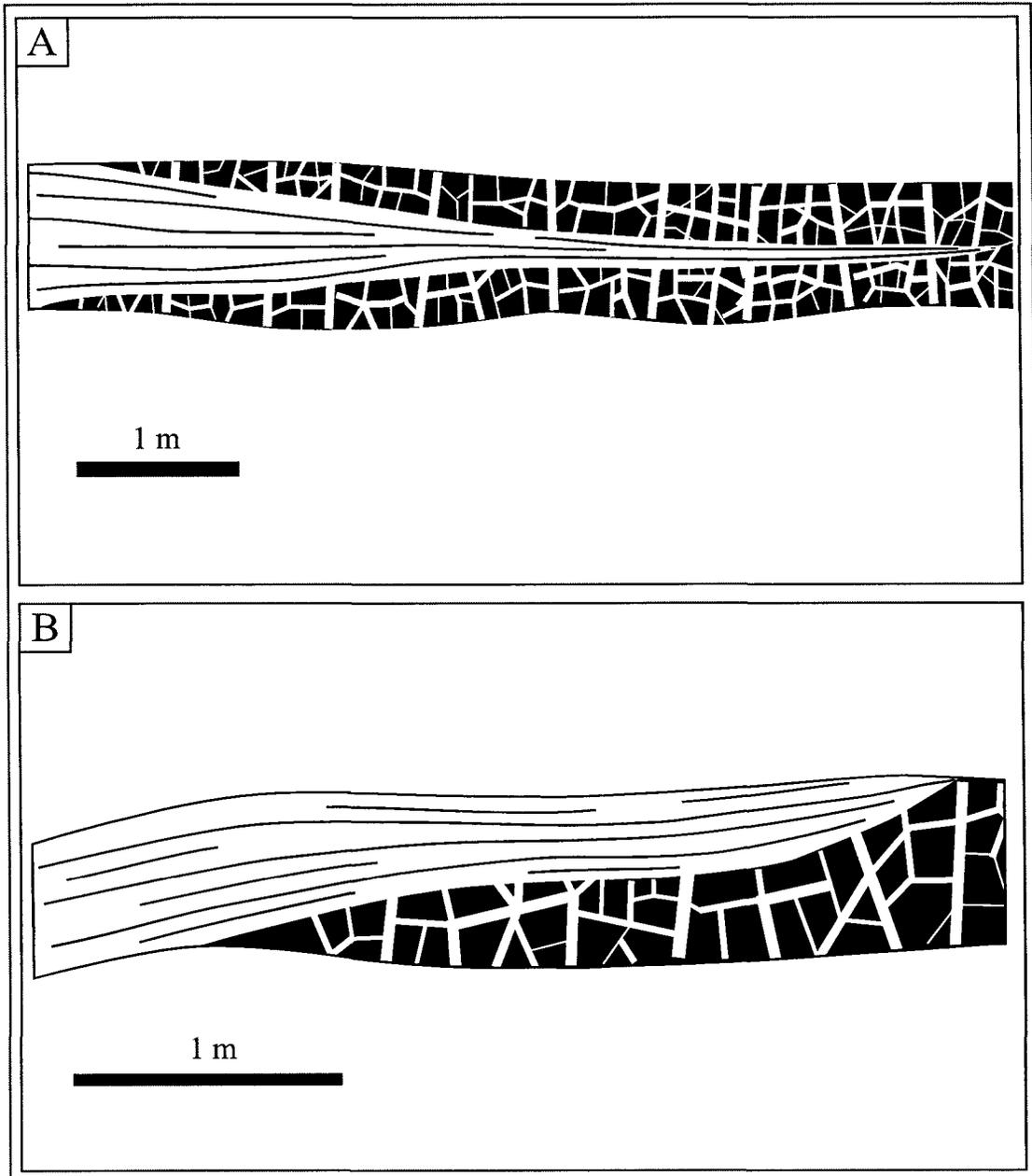


Figure 4.12: Changement de composition et de texture dans les veines de quartz-tourmaline minéralisées. A) Un ruban de quartz recoupe une zone de tourmaline bréchique et se pince progressivement au centre de la veine. B) Deux portions de veine à composition et textures différentes sont juxtaposées et se pincent rapidement.

La combinaison de textures la plus commune montre un ruban de quartz laminé formant le centre de la veine tandis que les bordures sont composées principalement de tourmaline bréchifiée baignant dans une matrice de quartz blanc massif (figure 4.8). Dans ce cas, le ruban de quartz formant le centre de la veine semble recouper la bordure de tourmaline bréchique. Certains des fragments de tourmaline sont incorporés dans le ruban de quartz et semblent avoir été partiellement broyés pour former des lamines.

Des veines combinant une texture bréchique avec la présence d'amas de quartz et de tourmaline diffus ont également été observées. Les veines à tourmaline bréchique montrant des bordures de fragments diffus sont d'ailleurs une variante de cette combinaison. Dans certains cas, les trois textures peuvent coexister dans la même veine.

Aucune succession systématique de texture ou de composition n'a été observée dans les veines de la zone d'étude. Cependant, il semble que les zones riches en quartz avec une texture rubanée soient plus abondantes dans la partie ouest et que les zones plus riches en tourmaline avec une texture plutôt bréchique soient plus abondantes à l'est du décapage.

4.2.4 Variation des teneurs aurifères à l'intérieur des veines

Lors des travaux de terrain, un relevé détaillé de la composition et des textures des principales veines de quartz-tourmaline a été effectué (voir annexe B). Ainsi, ces caractéristiques montrent des variations importantes à l'intérieur des veines P, Q, J et R. De fortes variations de teneur ont également été observées tout au long des veines.

Les diagrammes présentés à la figure 4.13, montrent les variations dans l'espace de l'épaisseur apparente, de la composition (% TL) et de la teneur aurifère des veines. Ces paramètres sont présentés en fonction de la position par rapport aux coordonnées de la grille. Les coordonnées représentent la distance vers l'ouest en mètres depuis la station de base. Par exemple, la valeur 550 correspond à la ligne 5+50W et ainsi de suite. Ce type de diagramme avait pour objectif de mettre en évidence une éventuelle continuité spatiale des caractéristiques entre les différentes veines.

La figure 4.13 montre que les paramètres étudiés ont des distributions totalement différentes et ne semblent pas présenter de continuité entre les veines aurifères. La seule tendance qui se dégage de ces graphiques est que la composition des veines semble plus riche en tourmaline dans la portion orientale de la zone d'étude et plus riche en quartz dans la partie occidentale entre les coordonnées 5+50W et 6+00W. L'épaisseur des veines ainsi que la teneur aurifère montrent des variations aléatoires.

Il semble également que les variations des teneurs aurifères des veines de la zone d'étude ne montrent aucune corrélation avec l'un ou l'autre des paramètres étudiés soit la composition, l'épaisseur et la texture observée à l'intérieur des veines. L'effet de pépite relié à la minéralisation aurifère apporte une grande variabilité des teneurs et pourrait expliquer l'absence de corrélation. Il est donc impossible de relier la concentration de la minéralisation aurifère à une phase minérale ou à une texture particulière.

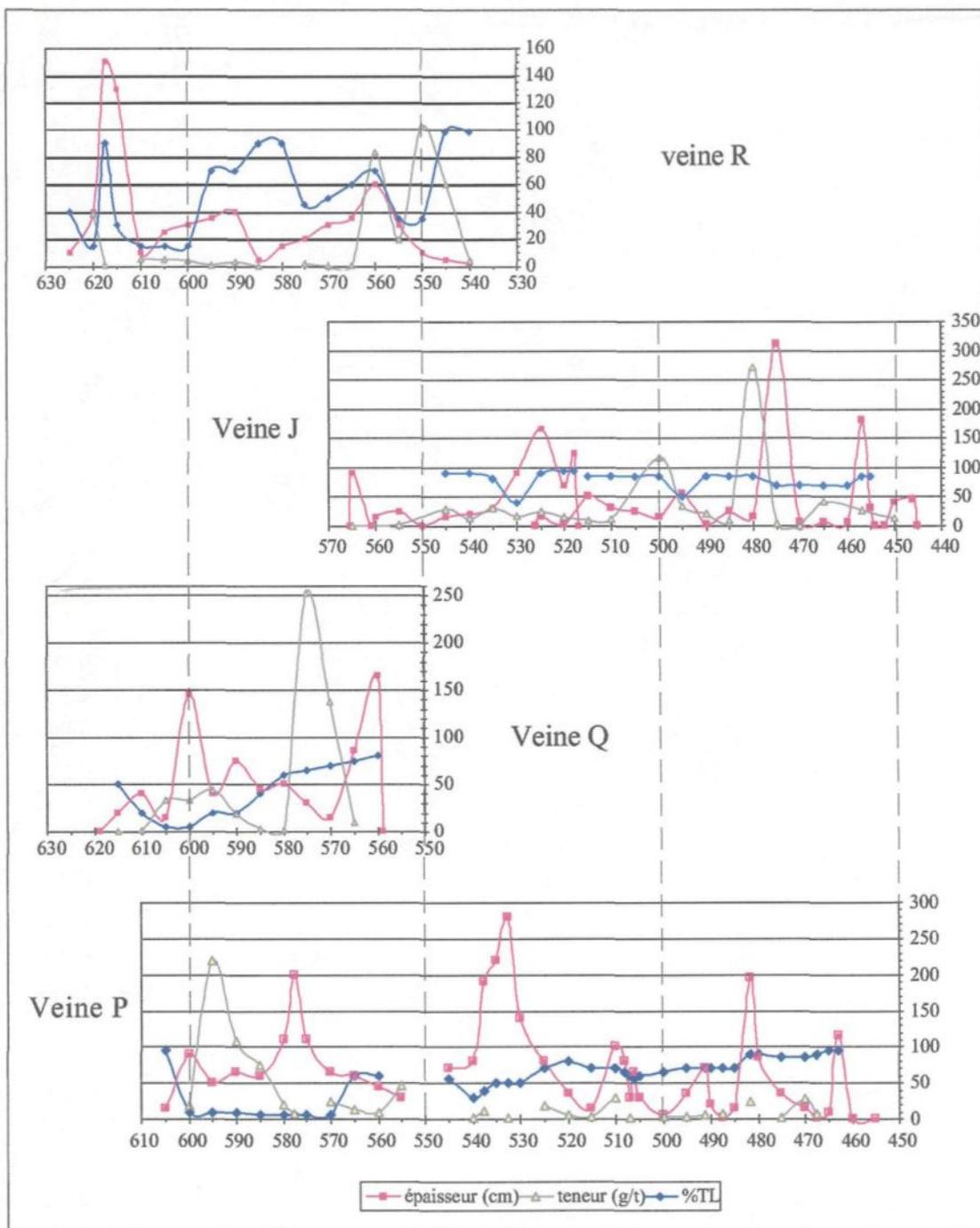


Figure 4.13: Variation de l'épaisseur, de la composition et de la teneur pour les quatre principales veines minéralisées. L'axe horizontal correspond aux coordonnées de la portion ouest de la grille "Eau Claire 2". L'axe vertical est valable pour les trois paramètres.

4.2.5 Altérations associées aux veines

Les profils d'altération observés au contact des veines de quartz tourmaline ont été étudiés en détail par Cadieux (2000). Les profils d'altération typique établis par l'auteur ont été présentés brièvement dans le chapitre d'introduction. Cependant, ces résultats ont été obtenus en étudiant uniquement des veines encaissées dans des roches volcaniques mafiques.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont permis de constater que dans la zone Eau Claire, la morphologie et les assemblages minéralogiques des zones d'altération montrent des variations importantes en fonction de la lithologie encaissante. Ainsi, dans les roches sédimentaires, l'altération se traduira principalement par une tourmalinisation de l'encaissant. Par contre, dans les volcanites mafiques, l'altération est plutôt formée par des schistes à biotite ou par des schistes à actinote-biotite-tourmaline. Ce type d'altération ressemble davantage aux altérations décrites par Cadieux (2000), mais la zonalité de l'altération mentionnée dans son étude n'a pas été observée.

4.2.5.1 Schistes à biotite et schistes à actinote-biotite-tourmaline

Dans les roches mafiques, la cartographie a permis de mettre en évidence des assemblages d'altération qui ont été classés en deux faciès, soit des schistes à biotite et des schistes à actinote-biotite-tourmaline. Cependant, ces deux faciès présentent une grande variabilité minéralogique et ne semblent pas montrer de zonalité. En fait, les deux faciès ne sont juxtaposés que localement en bordure d'une même portion de veine. Il est plus

commun d'observer un seul des deux faciès formant la zone d'altération. Dans certains cas, le faciès de schiste à biotite a été observé sur l'éponte nord et le faciès à actinote-biotite-tourmaline sur l'éponte sud.

L'épaisseur des bordures d'altération s'étend généralement entre 30 cm et 1 mètre de part et d'autre de la veine. Elles peuvent localement être plus minces ou atteindre des largeurs supérieures à 2 mètres. La morphologie et l'étendue des zones d'altération sont assez irrégulières et il est fréquent d'observer le prolongement de la zone d'altération sur plusieurs mètres après le pincement de la veine de quartz-tourmaline minéralisée.

Les schistes à biotite représentent le type d'altération le plus fréquent dans la zone d'étude. Il semble également que ce type d'altération soit nettement dominant dans la portion occidentale du décapage tandis que les schistes à actinote-biotite-tourmaline sont plus abondants dans la partie orientale.

Les schistes à biotite présentent généralement une nette décoloration par rapport aux volcanites mafiques non-altérées. Ainsi, au lieu de la couleur vert sombre à noirâtre de la roche fraîche, le schiste à biotite présente plutôt une couleur gris brunâtre assez claire (figure 4.14). Sur le terrain, la schistosité principale est visible dans les zones d'altération à biotite. Elle est généralement détournée en bordure des veines et semble avoir été entraînée le long de celles-ci de sorte qu'elle devient progressivement presque parallèle aux veines.

Ces zones d'altération se caractérisent essentiellement par la présence de biotite qui représente généralement entre 10 et 40 % de la zone. La biotite est plutôt finement grenue



Figure 4.14: Schiste à biotite en bordure d'une veinule de quartz-tourmaline.



Figure 4.15: Alignement des minéraux dans un schiste à biotite. Les amas verticaux de biotite et d'amphibole marquent la fabrique principale S1. Les cristaux de biotite montrent une orientation différente (horizontale) à angle avec ces amas et qui correspond au S2.

et forme des amas allongés (presque des rubans) alignés dans le sens de la foliation principale. Cependant, les cristaux de biotite constituant ces amas sont localement orientés dans une direction différente qui semble plutôt correspondre à l'orientation du clivage S2 (figure 4.15).

Le reste de l'assemblage des schistes à biotite est assez variable. Il est formé principalement par du quartz et du plagioclase (20 à 50 %) à texture granoblastique localement polygonale. La taille des cristaux se situe généralement entre 0,1 et 0,2 mm.

Des carbonates xénomorphes ou en amas représentent 10 à 50 % des zones d'altération. Localement, la chlorite remplace la biotite. Elle peut être présente uniquement en traces ou remplacer presque totalement la biotite pour former jusqu'à 30 % de la minéralogie totale. Des porphyroblastes de tourmaline peuvent être présents en traces et dans certains cas former jusqu'à 25 % de la roche. Les cristaux sont idiomorphes à hypidiomorphes, communément poecilitiques et mesurent entre 0,1 et 5 mm. Localement, de faibles proportions d'actinote ou de hornblende peuvent être présentes.

Finalement, des sulfures disséminés (1 à 2 % de pyrite avec des traces de pyrrotite) sont présents. Ils forment des cristaux sub-idiomorphes assez grossiers. Certains sont en contact direct avec les autres phases (quartz, plagioclase, biotite) tandis que des amas de sulfures de forme plus irrégulière sont isolés des phases principales par une couronne de carbonates.

Les schistes à actinote-biotite-tourmaline montrent une variabilité minéralogique encore plus importante que les schistes à biotite. Leur caractéristique distinctive est la présence d'actinote en abondance. Cette dernière est généralement accompagnée de biotite

et de tourmaline, mais les proportions de ces deux minéraux sont très variables. Ainsi, sur le terrain, il est possible d'observer des schistes à actinote, à actinote-biotite, à actinote-tourmaline ou à actinote-biotite-tourmaline.

En affleurement, ces zones d'altération présentent une couleur vert pomme à vert brunâtre assez clair. Ils montrent une schistosité assez intense formée par les aiguilles d'actinote. Un fin rubanement de biotite et d'actinote peut localement correspondre à cette structure. En plan, cette schistosité montre une orientation E-W sub-parallèle à la direction des veines. Le pendage semble être sub-parallèle aux veines de quartz-tourmaline et suivre les inflexions de celles-ci (pendage variant de 50° vers le sud à subvertical).

L'actinote est nettement la phase dominante (30-80%). Elle se présente en aiguilles mesurant jusqu'à 5 mm de longueur et orientées dans le sens de la schistosité. La biotite (15-60%) est finement grenue et localement chloritisée. Elle s'oriente généralement dans le sens de la schistosité, mais montre localement une distribution plus aléatoire. La tourmaline (traces à 30%) forme des porphyroblastes pouvant mesurer plus de 1 cm. La tourmaline peut être légèrement poecilitique et contenir de fines inclusions de quartz ou des aiguilles d'actinote. Les cristaux sont distribués aléatoirement dans la zone d'altération, avec une vague tendance à être parallèle à la schistosité.

Des carbonates, environ 1 à 2 % de sulfures disséminés et environ 1 % de sphène, interstitielle aux grains de biotite et d'actinote, forment la balance de ces zones d'altération.

4.2.5.2 Zones d'altération à tourmaline

Ce type d'altération se retrouve normalement lorsque les veines de quartz-tourmaline recourent un encaissant sédimentaire. L'altération est formée par une infiltration de tourmaline (tourmalinisation) le long de la foliation principale S_0 - S_1 et par une silicification globale de l'encaissant. La minéralogie initiale est donc remplacée en totalité (ou presque) par de la tourmaline et du quartz. Les structures d'origine sont bien préservées et même accentuées par le contraste noir/blanc de la tourmaline et du quartz qui se moultent sur la schistosité principale S_1 .

Sur le terrain, cette altération forme des « cheveux » de tourmaline en bordure des veines (figure 4.16). Les bordures d'altération forment des zones irrégulières dont l'épaisseur peut varier de quelques centimètres à plus d'un mètre. Dans certains cas, ces bordures d'altération à tourmaline peuvent même se prolonger sur plusieurs mètres et former des relais entre des veines de quartz. La figure 4.17 montre un agrandissement d'une portion de la zone d'étude où une zone d'altération à tourmaline forme un relais de plusieurs mètres entre la veine R, quelques veinules plus petites et une bande de schiste à actinote-tourmaline fortement minéralisée.

Ces zones d'altération se composent essentiellement de quartz, de tourmaline, de carbonates et de sulfures, avec des proportions moindres de biotite et/ou chlorite et de plagioclase. Le quartz se présente sous forme de cristaux plus ou moins polygonaux dont la taille est nettement supérieure aux cristaux de quartz observés dans la roche non-altérée

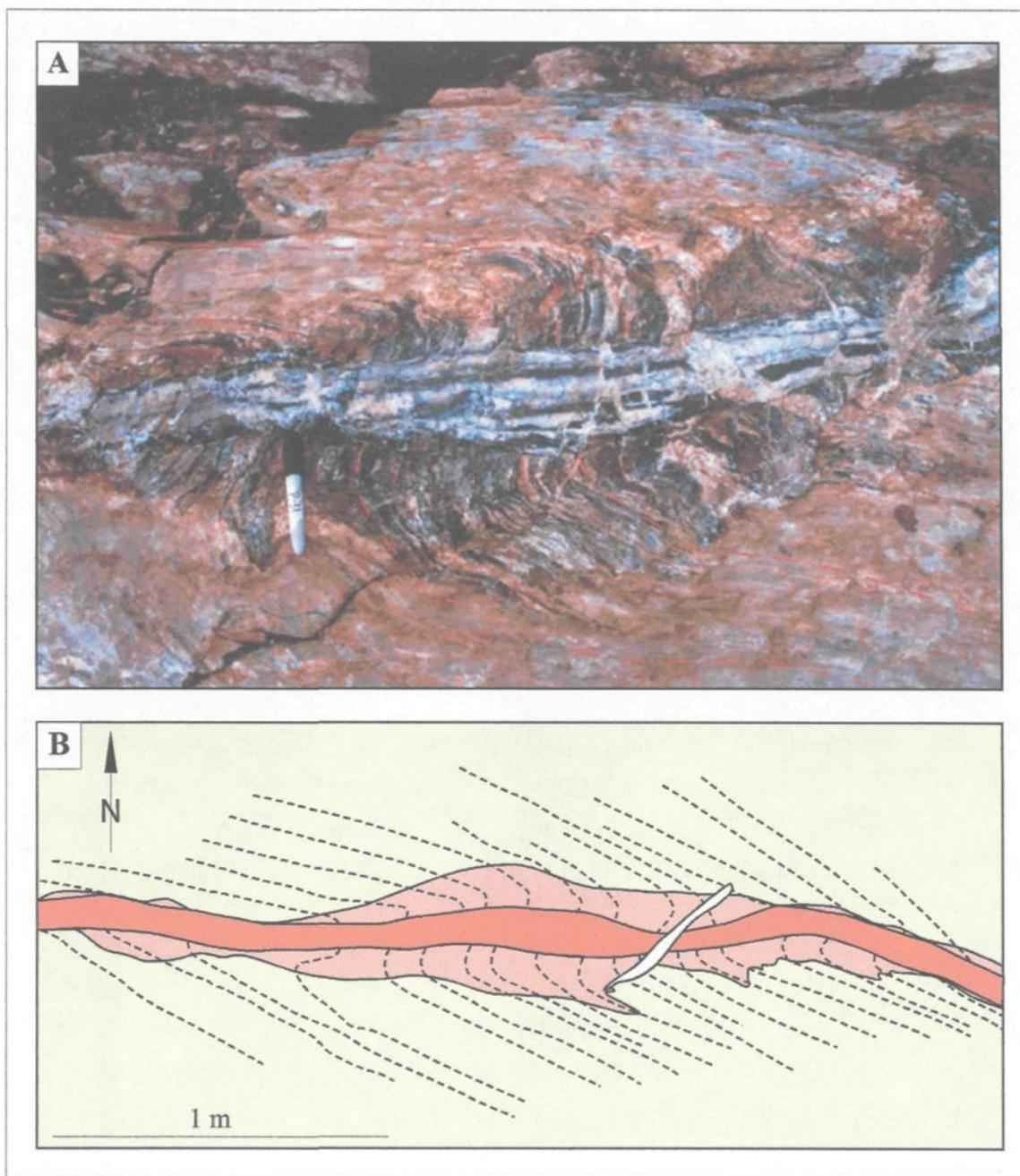


Figure 4.16: Zone d'altération à tourmaline dans une unité métasédimentaire. La tourmaline s'infiltré le long de la schistosité principale pour former des "cheveux". A) Vue de terrain. Les pointillés tracent approximativement l'orientation de la schistosité principale. B) Représentation schématique de la même image. Notez l'orientation de la schistosité principale à l'intérieur de la zone d'altération qui est presque perpendiculaire à la veine.

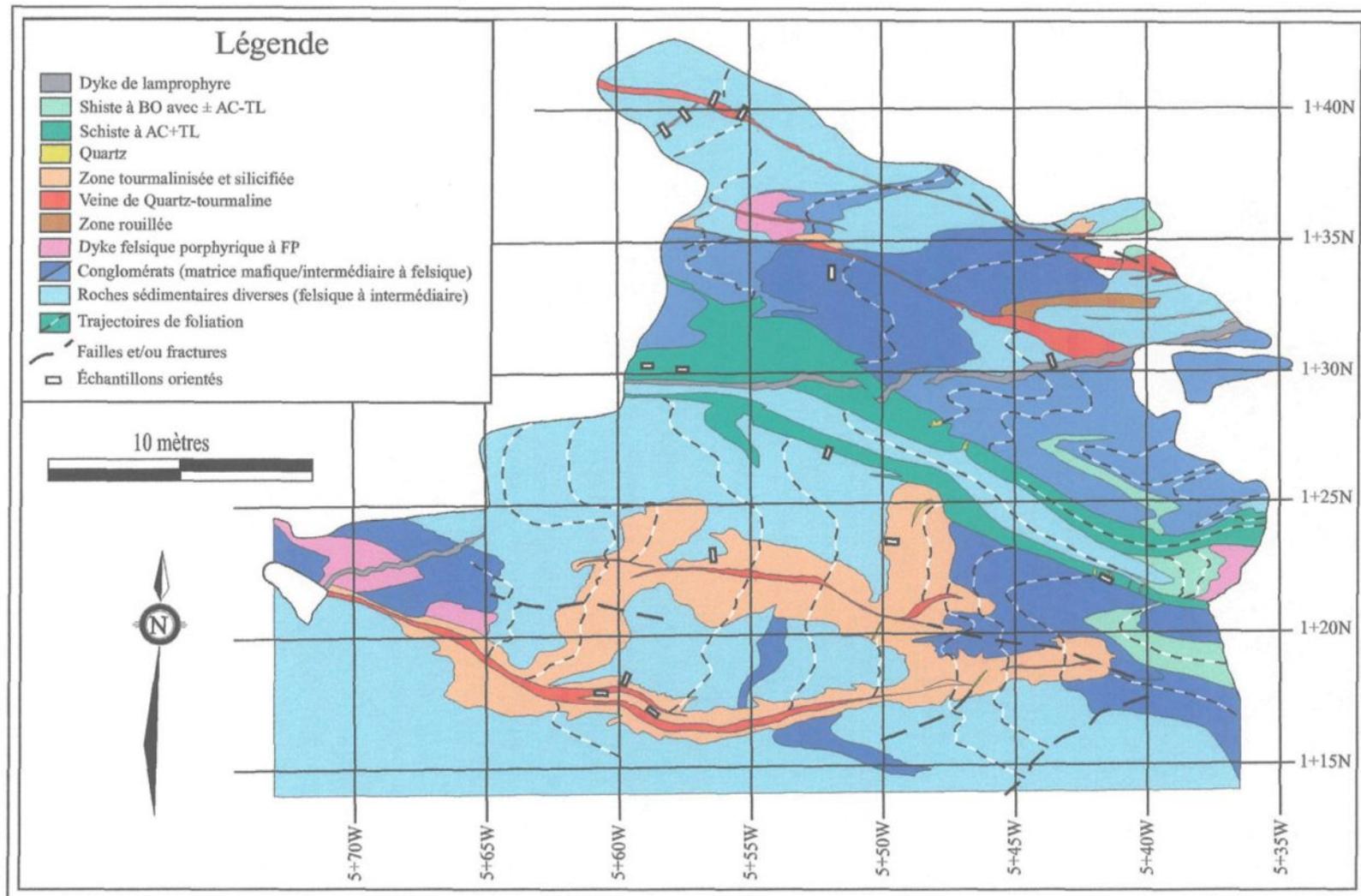


Figure 4.17: Détail de la zone d'altération à tourmaline située au centre nord de la zone d'étude. La fabrique principale et les unités métasédimentaires sont plissées et la zone d'altération en tourmaline forme localement des relais entre les veines de quartz-tourmaline et une bande de schiste à actinote-tourmaline minéralisée.

(0,1 mm en moyenne, contre moins de 0,05 mm dans la roche fraîche). Les cristaux de quartz montrent un léger allongement dans le sens de la foliation principale.

La tourmaline est généralement idiomorphe et grossièrement grenue. La taille des cristaux varie entre 0,1 mm et 5 mm. Les cristaux de tourmaline sont généralement contenus dans le plan de la foliation principale, mais pas nécessairement alignés dans ce plan bien que localement plusieurs porphyroblastes semblent montrer une orientation semblable à celle de la linéation minérale observée dans la zone d'étude. Ils sont fortement poeciloblastiques et les inclusions qu'ils contiennent sont également orientées selon la foliation principale (figure 4.18). L'orientation des inclusions suggère que la formation de la tourmaline soit tardive ou postérieure au développement de la fabrique principale S_1 .

Les carbonates forment des amas irréguliers dont la taille varie de millimétrique à sub-centimétrique. Ils se présentent également en remplissage des fractures, en inclusions dans les grains de tourmaline ou sous forme de grains plus ou moins polygonaux dans la matrice. Ils sont plus abondants en bordure des veines et leur concentration diminue progressivement en s'éloignant de celles-ci.

La biotite, qui constitue le phyllosilicate dominant dans les roches sédimentaires étudiées, est généralement lessivée dans les zones d'altération à tourmaline. Cependant, il persiste localement quelques fines paillettes de biotite ou de chlorite qui sont alignées dans le sens de la foliation principale. La présence de biotite et/ou chlorite ainsi que de plagioclase a été observée principalement à la limite entre la roche fraîche et la roche altérée. Ils ne font pas partie de l'assemblage d'altération, mais représentent plutôt des vestiges de la minéralogie initiale de la roche sédimentaire.

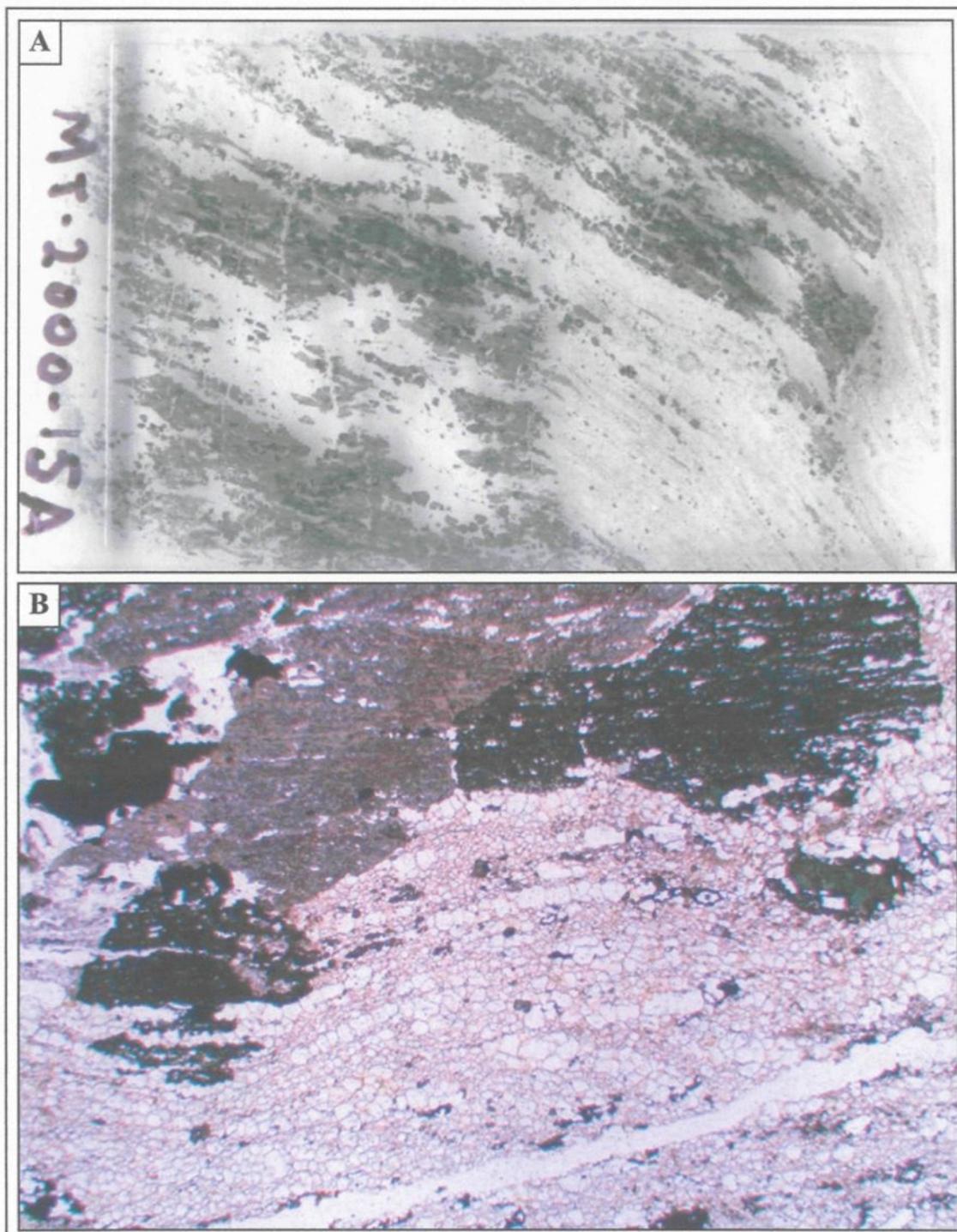


Figure 4.18: Aspect microscopique des zones d'altération à tourmaline. A) Cristaux de tourmaline orientés parallèlement à la foliation principale (Largeur 5 cm); B) Cristaux de tourmaline poeciloblastiques. Les inclusions de quartz sont étirées et alignées dans le sens de la foliation principale (LN; largeur de champ 5 mm).

La pyrrhotite, la pyrite et la chalcopryrite sont les principales phases sulfurées présentes dans ces zones d'altération. Les sulfures sont généralement disséminés dans la zone d'altération. Ils se présentent alors en grains ou en petits amas de forme irrégulière à amiboïde ou plus localement en grains plus ou moins polygonaux montrant des joints triples avec le quartz (et localement avec la tourmaline).

Les sulfures forment également des amas de taille sub-centimétrique à sub-décimétrique arrondis ou allongés dans le sens de la foliation. Ces amas se localisent dans certains cas au contact d'une veinule de quartz mais le plus communément, ils sont disposés de manière aléatoire dans la zone d'altération. Ils contiennent localement en inclusions des cristaux de quartz et de tourmaline idiomorphes à hypidiomorphes.

D'une façon générale, la pyrite semble former le cœur des amas sulfurés. Elle se présente alors en grains sub-idiomorphes ou en plages xénomorphes fortement fracturées. La pyrrhotite et la chalcopryrite sont plutôt localisées au pourtour des amas, dans les fractures des noyaux de pyrite ou interstitiel aux cristaux de quartz et de tourmaline. Ceci suggère que la pyrite soit antérieure aux deux autres phases. Cependant, dans certains cas, il semble y avoir une deuxième génération de pyrite qui serait tardive par rapport à la chalcopryrite et à la pyrrhotite.

Des traces de tellures de bismuth ont également été observées. Ils se présentent sous forme de grains tabulaires ou de paillettes de taille inférieure à 0,05 mm montrant un clivage régulier.

En général, l'intensité de la tourmalinisation diminue progressivement en s'éloignant de la veine et semble montrer une certaine zonation entre la roche altérée et la roche fraîche

qui est illustrée à la figure 4.19. Ainsi, au cœur de la zone d'altération, le remplacement est quasi-total. La tourmaline forme généralement plus de 50% de la roche et le reste est composé de quartz, de carbonates et de sulfures. En s'éloignant de la veine, l'altération devient progressivement moins intense. Des lambeaux de roche fraîche ou peu altérés sont préservés entre les « cheveux » de tourmaline, mais ces lambeaux sont séparés de la tourmaline par une fine bande silicifiée. La proportion de tourmaline diminue légèrement. Finalement, la tourmalinisation cesse assez rapidement formant une bordure irrégulière. La zone d'altération se termine par une zone silicifiée avec seulement des traces de tourmaline et par une zone de roche peu altérée où la biotite a été lessivée et/ou partiellement transformée en chlorite.

Dans certains cas, la tourmalinisation peut également s'interrompre brusquement le long d'une fine fracture (figure 4.20).

Sur le terrain, la composition de la roche encaissante et l'orientation de la foliation principale S_1 semblent contrôler l'intensité et l'étendue de la zone tourmalinisée.

D'abord, les variations de composition et de texture de la roche encaissante semblent influencer autant l'intensité que l'étendue de la tourmalinisation. Ces changements peuvent se présenter comme un changement notable de l'étendue de la zone tourmalinisée ou par un changement de la proportion de tourmaline dans une unité par rapport à l'autre.

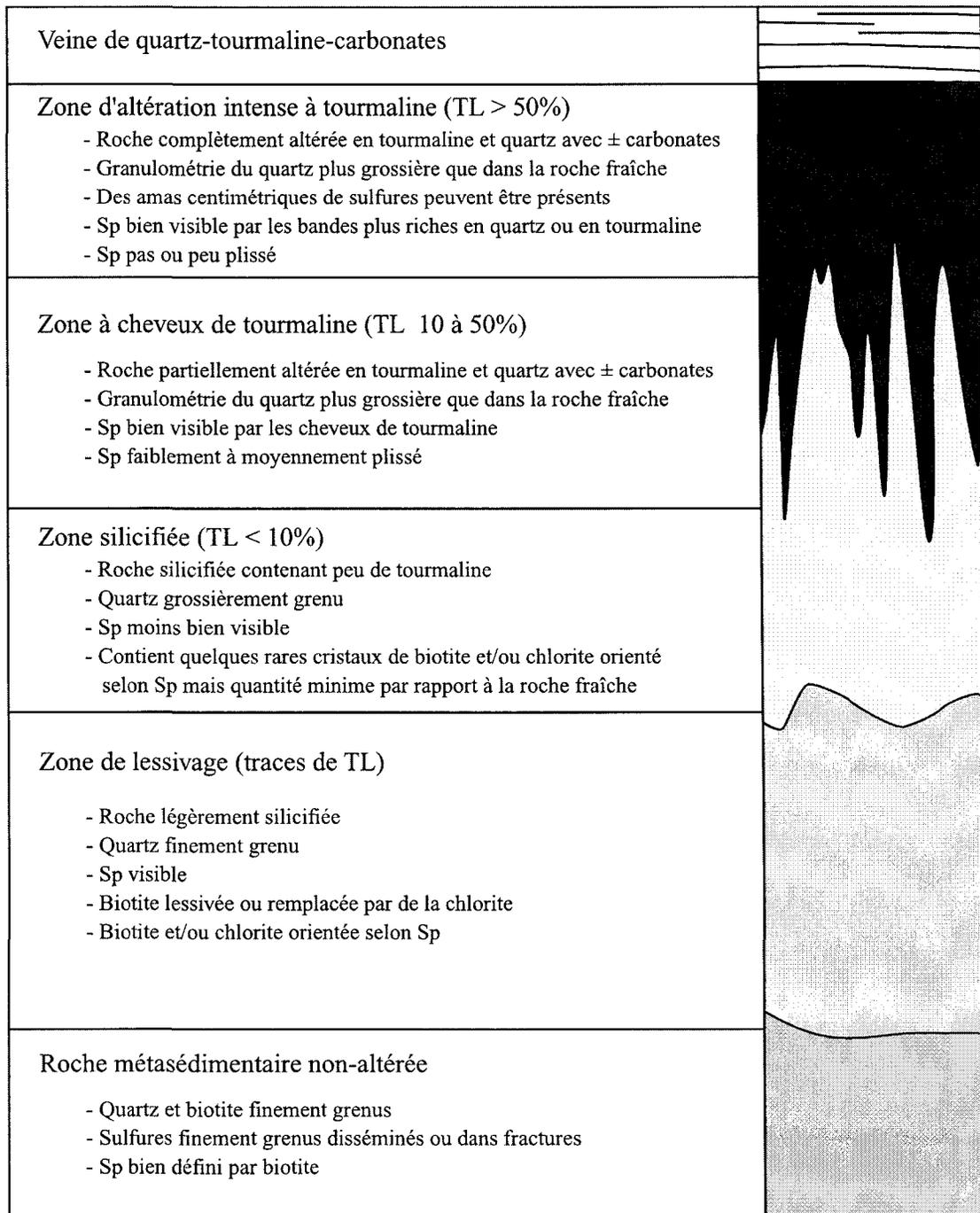


Figure 4.19: Zonation des zones d'altération à tourmaline dans les roches métasédimentaires. L'étendue des zones n'est pas à l'échelle. Les zones silicifiées et à biotite lessivée peuvent être beaucoup plus fines et moulées autour des cheveux de tourmaline de sorte qu'elles ont été observées principalement en lame mince.



Figure 4.20: Fin brusque de la zone tourmalinisée le long d'une fracture.

La figure 4.21 montre une zone tourmalinisée qui traverse le contact entre une unité sédimentaire et un dyke felsique. L'étendue de la zone altérée est nettement inférieure dans le dyke de PF. Bien que le contraste soit moins évident qu'avec le dyke felsique, le même phénomène a également été observé entre des unités sédimentaires de compositions différentes ou à l'intérieur d'une même unité hétérogène. La figure 4.21 montre une zone d'altération à tourmaline à l'intérieur d'une roche sédimentaire felsique fortement hétérogène. Il semble que la tourmalinisation soit plus intense et s'étende plus loin dans certaines bandes, et que les fragments soient moins altérés que la matrice.

Dans le même sens, l'orientation de la fabrique principale par rapport à la veine de quartz-tourmaline semble influencer l'étendue du front de tourmalinisation. En fait, sur le terrain, l'étendue de la zone altérée apparaît plus importante lorsque la foliation principale (S_0 - S_1) forme un angle fort avec les veines minéralisées (figure 4.16). Dans cette position, la foliation principale se retrouve plus ou moins parallèle à l'orientation des veines d'extension. Par opposition, lorsque la fabrique principale est à angle faible avec la veine minéralisée, l'étendue de la zone d'altération est beaucoup moindre.

À l'intérieur de ces zones d'altération à tourmaline, la foliation principale (S_1) est la seule fabrique observée. Elle est très bien développée et marquée principalement par l'alignement des cristaux de quartz et de tourmaline. L'orientation de la schistosité est assez régulière, de direction N-S et ne montre que de faibles ondulations. Le plissement de la foliation principale y est beaucoup plus faible que dans la roche sédimentaire non-altérée et le clivage de crénulation S_2 y est totalement absent.

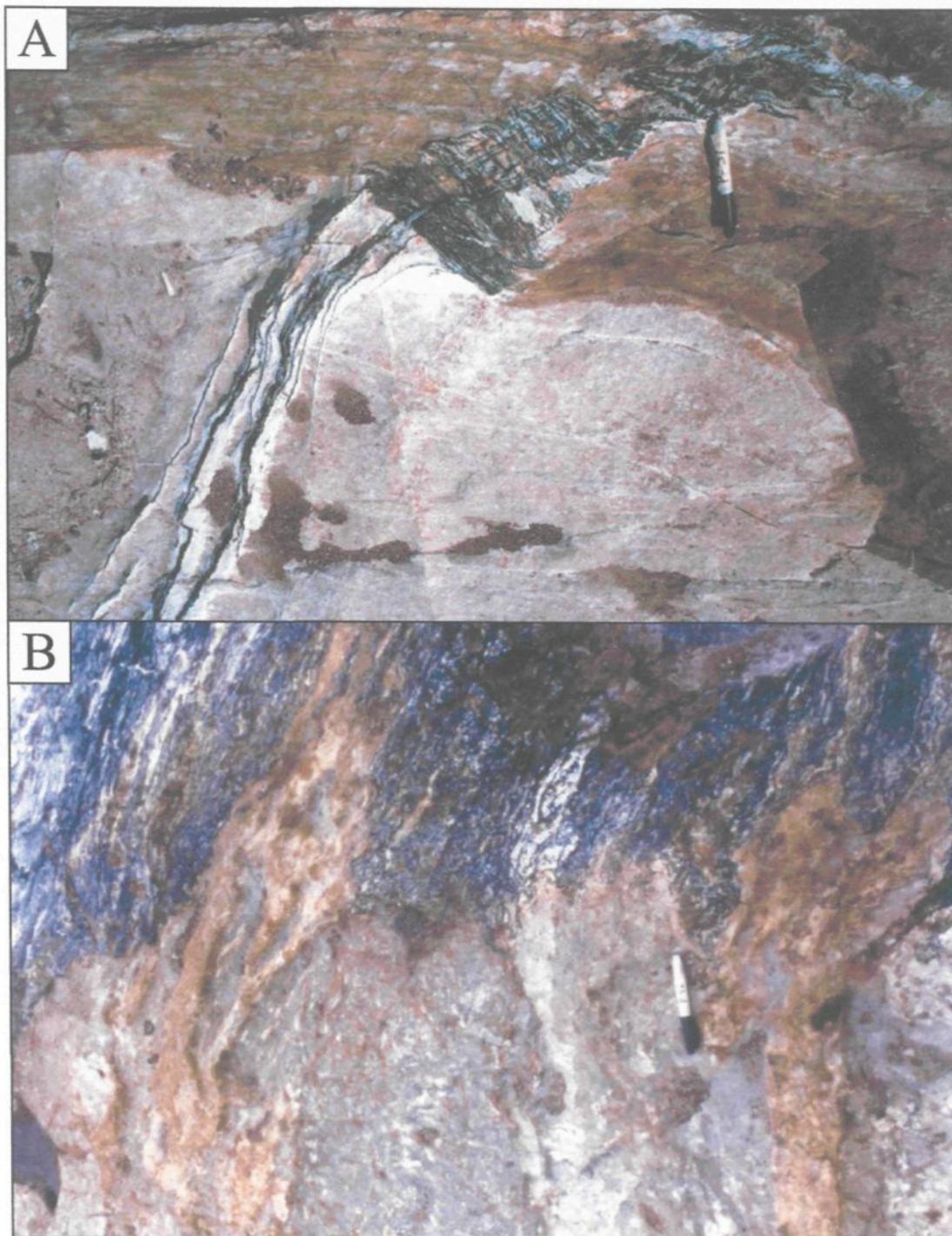


Figure 4.21: Variation de l'étendue de la zone tourmalinisée avec les variations lithologiques. a) Diminution brutale de l'étendue au contact entre un dyke felsique et une unité sédimentaire; b) Variation de l'étendue et de l'intensité de la tourmalinisation dans une unité hétérogène. Les fragments sont moins altérés que la matrice.

En général, il apparaît que plus la tourmalinisation et la silicification de l'encaissant sont intenses, plus la schistosité principale S_1 est rectiligne. Inversement, lorsque l'altération est moins intense, la foliation est plus ondulante et la pointe des cheveux de tourmaline s'incurve davantage.

La figure 4.22 montre une zone d'altération à tourmaline où la schistosité principale est rectiligne et d'orientation N-S. Cette zone d'altération se termine brusquement et la foliation principale change rapidement d'orientation pour devenir WNW.

4.2.6 Déformation de la veine

Plusieurs indices permettent de supposer que les veines de quartz-tourmaline ont subi au moins une partie de la déformation. À petite échelle, les veines montrent des textures de recristallisation dynamique qui masquent d'éventuelles textures primaires qui auraient pu être préservées et fournir des indices sur la nature et le mode de formation des veines minéralisées. De plus, des phénomènes observés sur le terrain laissent croire que, suite à leur formation, les veines auraient subi de l'extension, du plissement et du glissement.

4.2.6.1 Extension et boudinage

Sur le terrain, de nombreuses veines d'extension de deuxième génération recourent les portions de veines riches en tourmaline ainsi que certaines zones d'altération (figure 4.23). Ces veines d'extension sont subverticales et ont une orientation généralement N-S

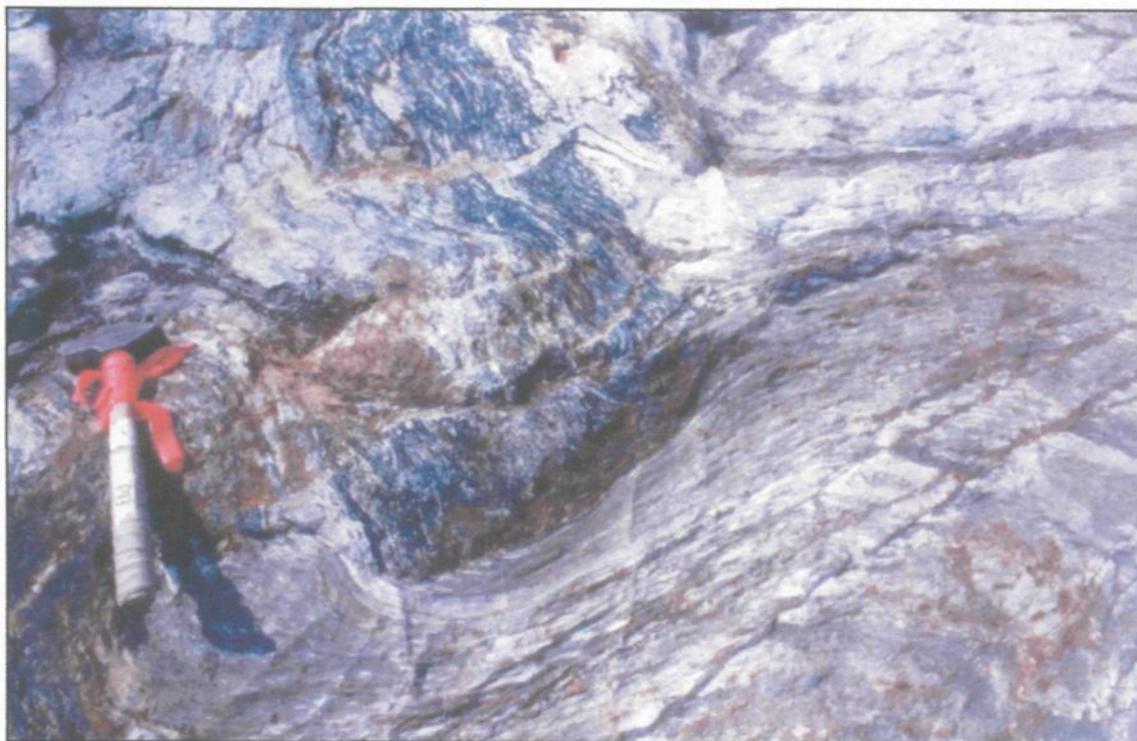


Figure 4.22: Changement brusque de l'orientation de la fabrique principale à l'extérieur de la zone d'altération en tourmaline. Dans la zone d'altération, la fabrique est relativement rectiligne et d'orientation N-S. À l'extérieur de la zone à tourmaline, la fabrique est rapidement entraînée et se retrouve pratiquement E-W.



Figure 4.23: Veine de quartz-tourmaline (E-W) recoupée par de nombreuses veinules d'extension de quartz de deuxième génération (N-S). Le manche de la masse pointe vers l'ouest.

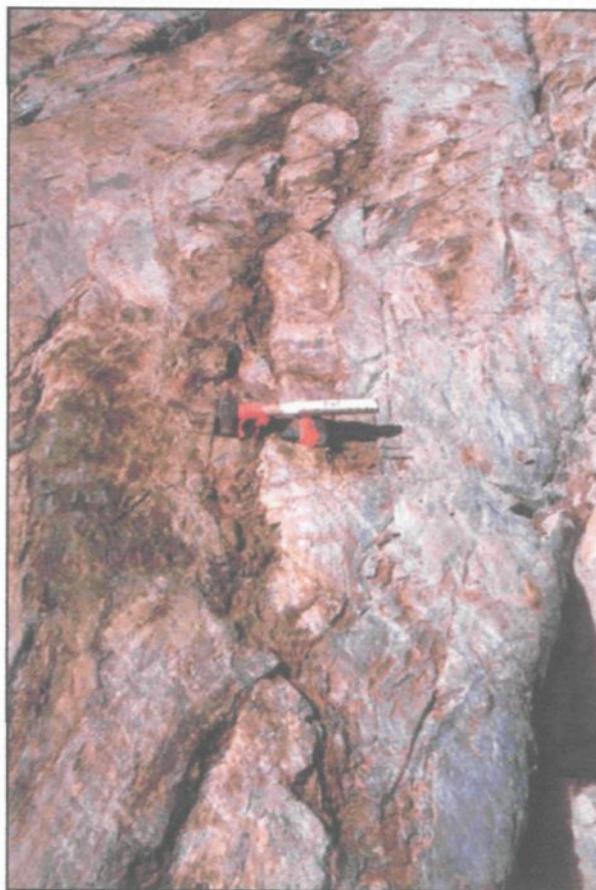


Figure 4.24: Veine de quartz boudinée selon un axe E-W. L'axe des boudins est compatible avec l'orientation des veines d'extension. Le manche de la masse indique le nord.

qui suggère une extension E-W. Elles mesurent généralement entre 10 et 50 cm de longueur et leur épaisseur varie de moins de 1 cm à plus de 10 cm.

Les veines d'extension N-S (2^e génération) se composent essentiellement de quartz blanc mais peuvent également contenir des proportions variables de tourmaline, d'actinote, de sulfures ou de carbonates. Le quartz est irrégulier, grossièrement grenu et poecilitique. Il montre communément une extinction roulante pouvant aller jusqu'à la dislocation des cristaux et la formation de sous-grains. Les cristaux de tourmaline et d'actinote sont idiomorphes, mais sont régulièrement fracturés parallèlement aux épontes de ces veinules. La présence de fins fragments d'encaissant parallèles aux bordures des veines d'extension ainsi que des traînées d'inclusions caractéristiques à l'intérieur du quartz suggèrent un mécanisme de formation par « *crack-seal* ».

Les veines de quartz-tourmaline ont également été boudinées selon un axe E-W (figure 4.24) qui est concordant avec l'orientation des veines d'extension.

4.2.6.2 Ondulations et plissement

Les veines de quartz-tourmaline montrent une orientation assez constante, mais elles présentent toutefois de légères ondulations en direction ainsi qu'en pendage. Ces variations de pendage correspondent généralement à des sections de veine montrant des épaisseurs apparentes plus élevées (jusqu'à 4 ou 5 mètres par endroit). Dans la majorité des cas, ces zones semblent représenter uniquement de faibles inflexions de la veine qui pourraient correspondre à de légères irrégularités de la surface lors de la formation de la veine.

Dans certains cas, la variation de pendage est beaucoup plus importante et conduit à une géométrie complexe de la veine. Dans la portion orientale de la zone d'étude, la veine J présente un exemple intéressant de ce phénomène. La figure 4.25 comprend une vue en plan de la veine qui s'élargit et se prolonge en deux segments distincts. Sur la même figure, une coupe plus ou moins verticale réalisée perpendiculairement à la veine J montre une géométrie qui pourrait suggérer que la veine ait subi du plissement. Il semble également que la foliation principale (S_1) soit plissée en bordure de la veine.

L'hypothèse que ces géométries sub-horizontales puissent correspondre à du chevauchement d'aspérité est possible. Par contre, si elles correspondaient à des plis affectant les veines de quartz-tourmaline, les axes de ces plis seraient faiblement plongeants vers l'ouest. Ces structures suggéreraient une compression d'orientation N-S qui pourrait être compatible avec la géométrie des plis observés sur la propriété. En fait, il est fort probable que ces géométries soient le résultat d'une combinaison des deux phénomènes, soit le plissement d'une zone de chevauchement d'aspérité.

4.2.6.3 Mouvement sur le plan de la veine

Comme mentionné précédemment, des plans montrant une réduction significative de la granulométrie ont été observés dans les veines de quartz-tourmaline à texture rubanée (figure 4.7). Ces textures ainsi que la présence de stries sur la surface et à l'intérieur des veines (figure 4.26) suggèrent qu'il y ait eu du mouvement sur le plan des veines. Ainsi, des plans de glissement se seraient développés à l'intérieur de la veine, entraînant le broyage de la tourmaline le long de surfaces plus ou moins planaires.

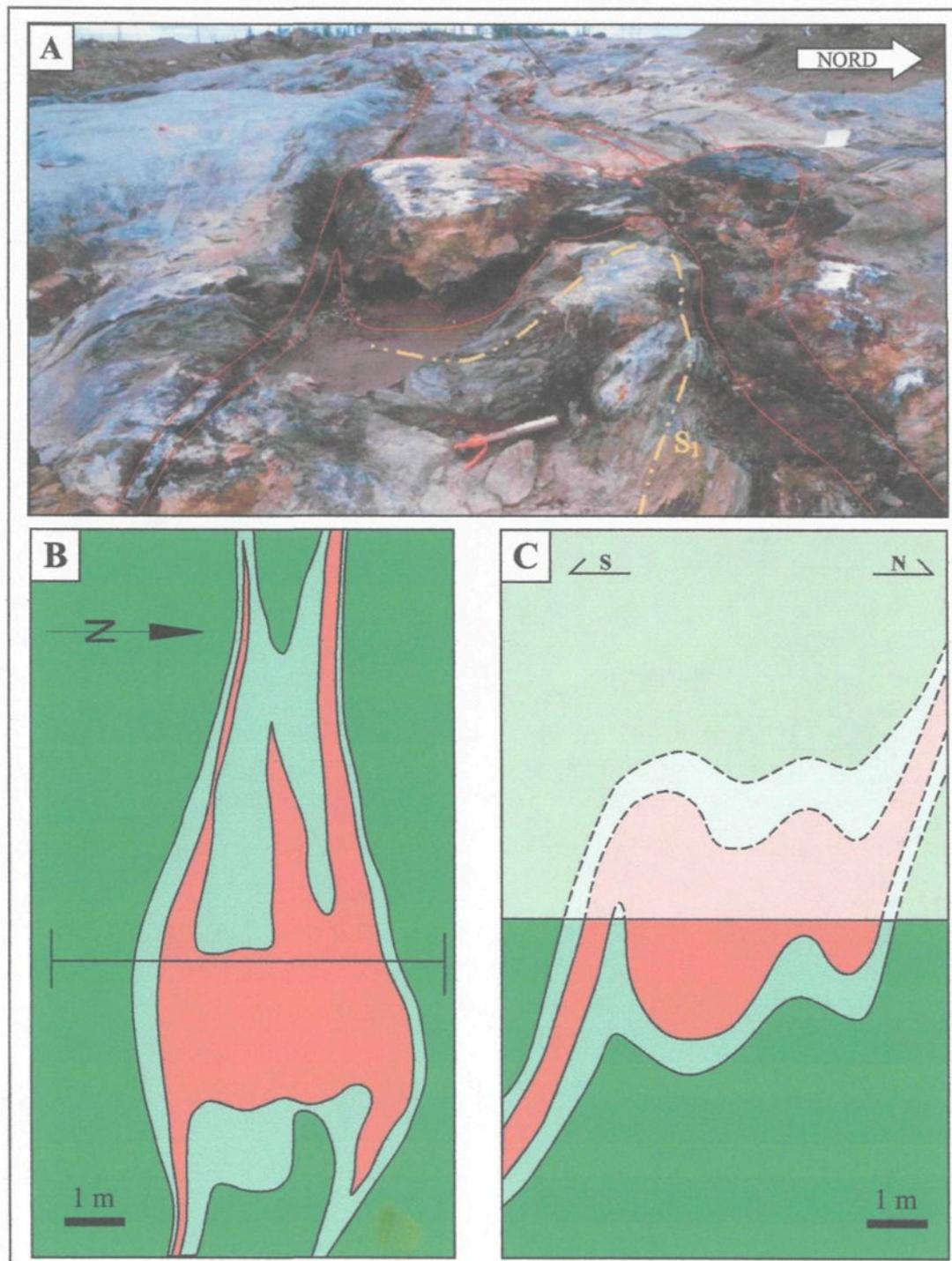


Figure 4.25: Géométrie complexe de la veine J suggérant le plissement de la veine. A) Vue oblique de la veine montrant plusieurs ramifications qui sont soulignées en rouge et le plissement de la schistosité; B) Vue en plan approximative; C) Vue en coupe illustrant la géométrie possible de la veine



Figure 4.26: Stries de glissement observées sur une lamine de tourmaline orientée parallèlement aux épontes de la veine. Le crayon montre l'orientation des stries qui plongent modérément vers l'ouest.

Cette observation est appuyée également par l'entraînement du litage et de la schistosité principale en bordure des veines ainsi que par le décalage de certaines unités (dykes de PF et bande de schiste à trémolite-tourmaline; voir **le plan** en pochette) variant de quelques centimètres à plusieurs mètres de part et d'autre des veines. Par contre, le sens de mouvement suggéré par l'entraînement et le décalage des unités n'est pas systématique et peut être localement dextre ou senestre suggérant une composante verticale importante.

4.3 Schistes à actinote-tourmaline minéralisées

Les schistes à actinote-tourmaline représentent le deuxième type de minéralisation observé dans la zone d'étude. Ils présentent plusieurs caractéristiques différentes des schistes présents en bordure des veines de quartz-tourmaline et semblent représenter un élément distinct de celles-ci. Le tableau 4.1 présente les différences entre ces deux éléments.

Les bandes de schistes à actinote-tourmaline minéralisées sont intéressantes parce qu'elles contiennent régulièrement des teneurs en or très élevées qui peuvent atteindre plus d'une centaine de grammes par tonne. Leurs caractéristiques seront décrites plus en détail dans la section suivante.

	Zones d'altération	Schistes à actinote-tourmaline
Minéralogie	Riche en biotite Varie graduellement schiste à BO-TL schiste à BO-AC-TL schiste à AC-BO-TL	Absence quasi-totale de biotite AC-TL-(QZ)
Contacts	Plutôt graduels	Nets
Schistosité principale S₁	Forte à faible	Absente
Clivage S₂	Moyen à fort	Très intense

Tableau 4.1 : Différences entre les zones d'altération associées aux veines et les bandes de schistes à actinote-tourmaline minéralisées.

4.3.1 Géométrie et morphologie

Les schistes à actinote tourmaline minéralisés se présentent généralement comme des bandes décimétriques à pluri-décimétriques indépendantes de veines de quartz-tourmaline. Dans la plupart des cas, ces bandes sont discordantes par rapport au litage. La position des deux principales bandes de schiste à actinote-tourmaline est indiquée sur la figure 4.27.

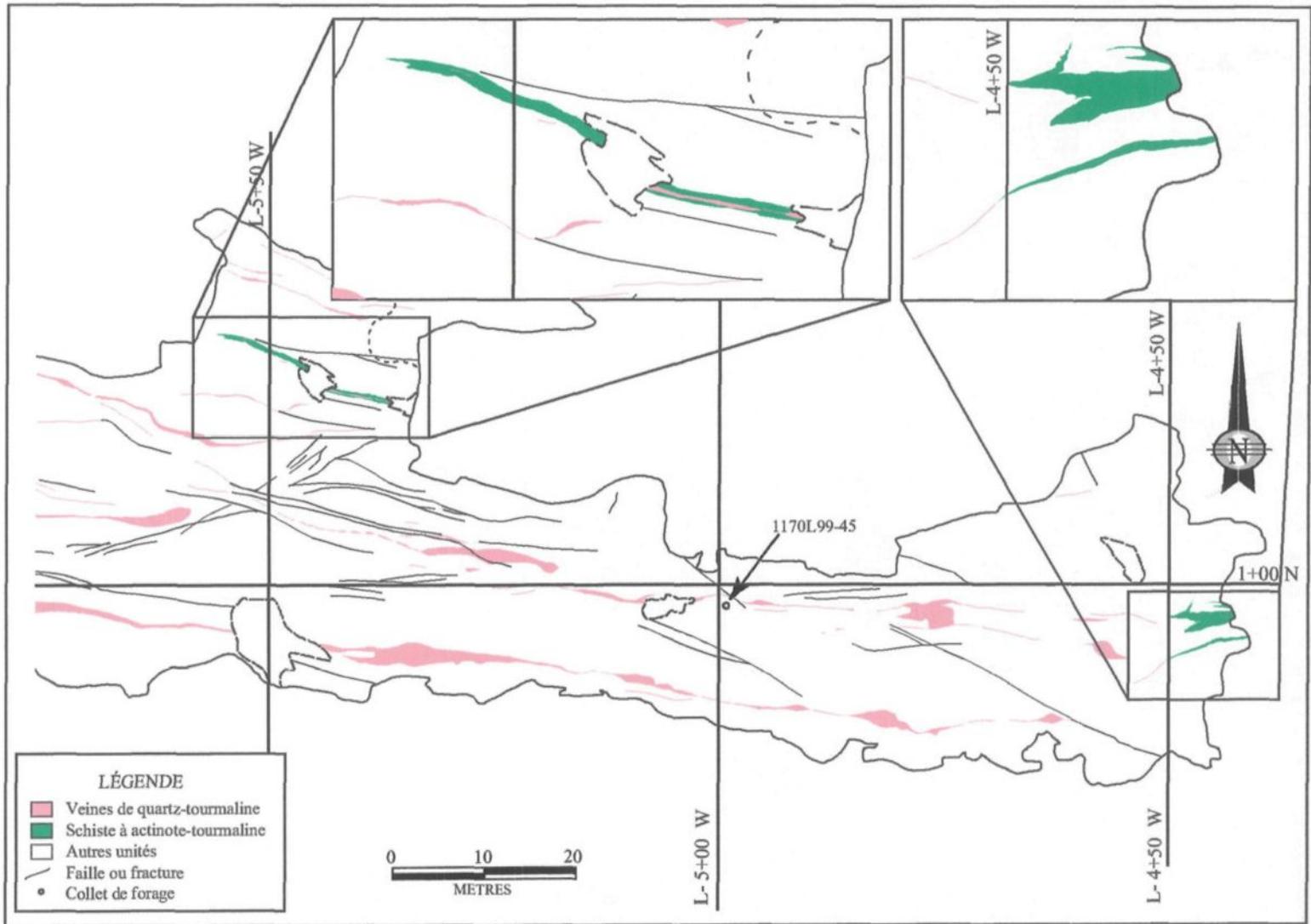


Figure 4.27: Localisation des bandes de schiste à actinote-tourmaline dans la zone d'étude.

La première est située au centre du décapage, au nord de la veine R. Le meilleur résultat en rainure a titré 113.80 g/t d'Or sur 0,7 mètre. Cette bande mesure environ 50 cm d'épaisseur et elle est continue sur plus de 20 mètres. Son orientation est approximativement E-W à ESE avec un pendage subvertical. Une schistosité très intense parallèle aux bordures de la zone y a été observée. Cette schistosité est recoupée par des veines d'extension N-S.

Cette bande de schiste à actinote-tourmaline est encaissée dans des unités de roches sédimentaires plissées dont la surface enveloppe est orientée approximativement N-S. Le litage ainsi que la foliation principale sont fortement entraînés en bordure du schiste (figure 4.17) mais ne semblent pas avoir développé une fabrique parallèle à celui-ci.

La deuxième bande de schiste à actinote-tourmaline est située à l'extrémité orientale du décapage (figure 4.27). Dans ce cas, une partie de la zone forme une bande d'environ 40 cm d'épaisseur continue sur plus de 15 mètres et qui se pince progressivement vers l'ouest. Cette bande semble se poursuivre à l'extérieur du décapage. Un des échantillons en rainure prélevé sur cette bande de schiste à actinote tourmaline a donné une teneur de 405,28 g/t d'Or sur 0,5 mètre.

Quelques mètres plus au nord, la zone de schiste à actinote-tourmaline se poursuit. Cependant, au lieu de former une bande régulière comme dans les cas précédent, le schiste forme plutôt une masse assez large et de forme indéfinie comprenant plusieurs segments. La bande principale ainsi que les principaux segments montrent une orientation grossièrement E-W avec des pendages très abrupts vers le sud à subverticaux. La forte schistosité caractérisant les schistes à actinote tourmaline est également présente dans ce

secteur. Un des segments montre un pli qui semble concordant avec la déformation régionale (figure 4.28). La schistosité intense observée dans le schiste est en position de plan axial par rapport à ce pli.

Dans ce secteur, le schiste est encaissé soit dans des volcanites mafiques à texture grenue ou dans une unité felsique. L'unité felsique montre une couleur blanc jaunâtre et semble avoir été silicifiée dans ce secteur. Les volcanites mafiques encaissantes montrent également des signes d'altération principalement en amphibole (actinote) avec des traces de tourmaline, mais elles montrent une minéralogie et un aspect nettement différent du schiste à actinote-tourmaline. Le grain tectonique de l'encaissant dans cette portion du décapage est E-W à ENE et il semble que les deux fabriques (S_1 et S_2) y soient parallèles. Par contre, la déformation est bien développée, mais elle est nettement moins intense que celle observée dans la bande de schiste à actinote-tourmaline.

En général, les bandes de schiste à actinote-tourmaline montrent des bordures très nettes qui tranchent avec la roche encaissante (figure 4.28). Elles sont discordantes par rapport au litage et à la foliation principale.

4.3.2 Paragenèses et textures

Ces schistes ont une minéralogie composée presque exclusivement d'actinote et de tourmaline dans des proportions à peu près égales. Du quartz, des sulfures et de la sphène sont présents en faibles proportions. À l'occasion, de la chlorite et des carbonates peuvent être présents. L'actinote et la tourmaline forment des lamines millimétriques de compo-

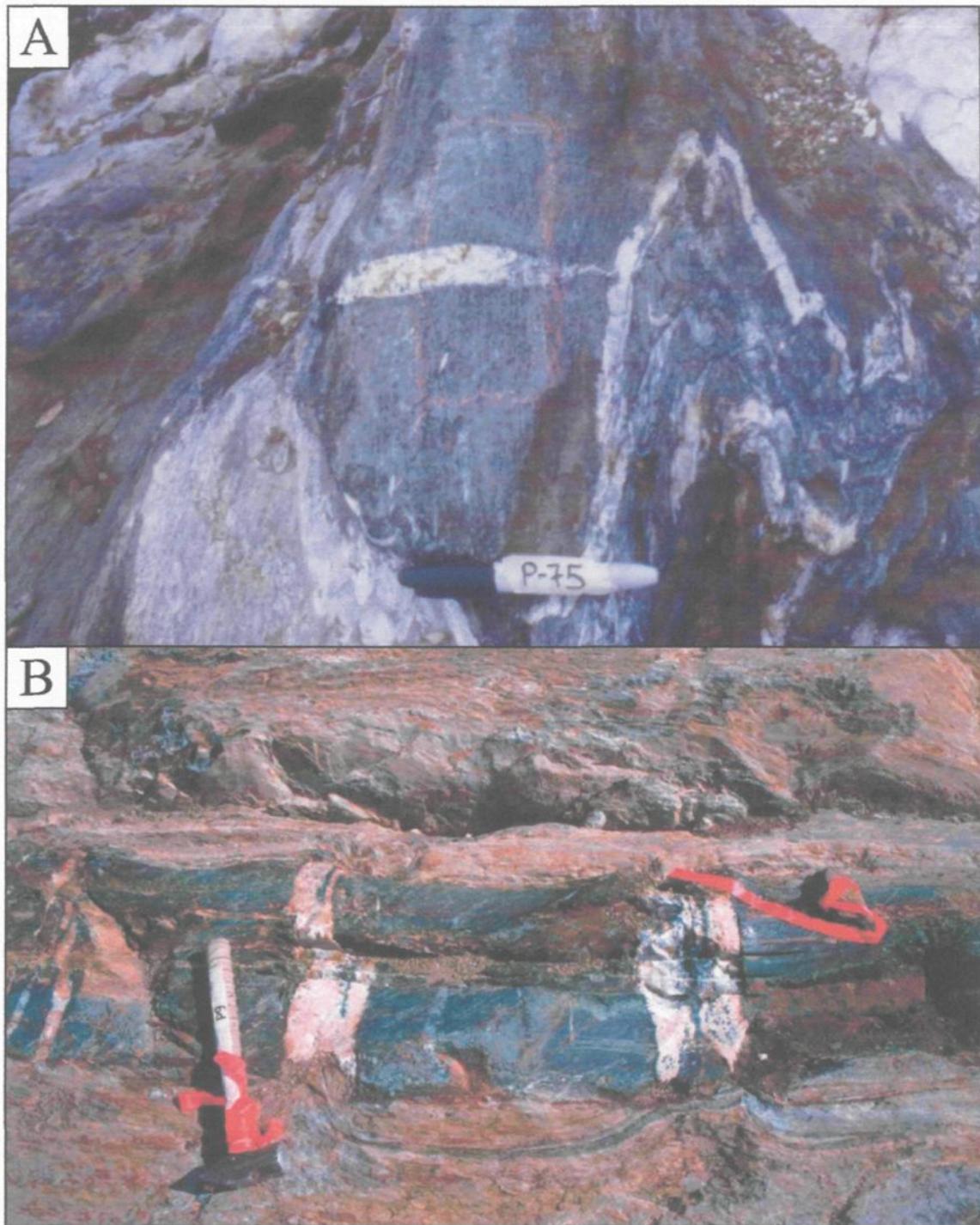


Figure 4.28: Bande de schiste à actinote-tourmaline montrant des contacts nets avec l'encaissant. A) Bande de schiste plissée; B) Bande de schiste recoupée par des veines d'extension de deuxième génération (N-S).

tion distincte (figure 4.29) qui définissent une schistosité très intense s'apparentant à un clivage de pression-solution. À l'intérieur de ces lamines, l'actinote et la tourmaline sont assez grossièrement grenues.

La tourmaline est idiomorphe à hypidiomorphe et mesure généralement entre 0,1 et 10 mm. Les cristaux sont bien alignés dans la schistosité, mais il n'y a pas de linéation clairement définie dans ce plan. La tourmaline est fortement poecilitique et contient de fines inclusions de quartz (figure 4.29).

L'actinote est généralement aciculaire ou tabulaire, localement xénomorphe. La taille des cristaux varie de moins de 0,05 mm à 3 mm. Bien que globalement l'actinote forme des plans de composition distincte, les cristaux ne semblent pas vraiment orientés dans ces plans. Ils se présentent plutôt sous forme de gerbes, en agrégats fibro-radiés ou en agrégats de cristaux orientés obliquement par rapport à la foliation (figure 4.29). L'axe long de ces agrégats de minéraux est communément parallèle à la schistosité, mais pas de façon systématique.

Le quartz représente généralement moins de 5 % de ces zones d'altération, mais cette proportion peut être plus élevée lorsque le schiste est recoupé par des veines d'extension tardives. Les cristaux de quartz sont finement grenus (0,01 à 0,1 mm) et tendent à être polygonaux. Ils forment des traînées d'inclusions orientées parallèlement à la schistosité à l'intérieur des bandes riches en tourmaline. Dans certains cas, des grains de quartz plus grossiers mesurant jusqu'à 0,5 mm remplissent les espaces interstitiels entre les cristaux d'actinote et de tourmaline.

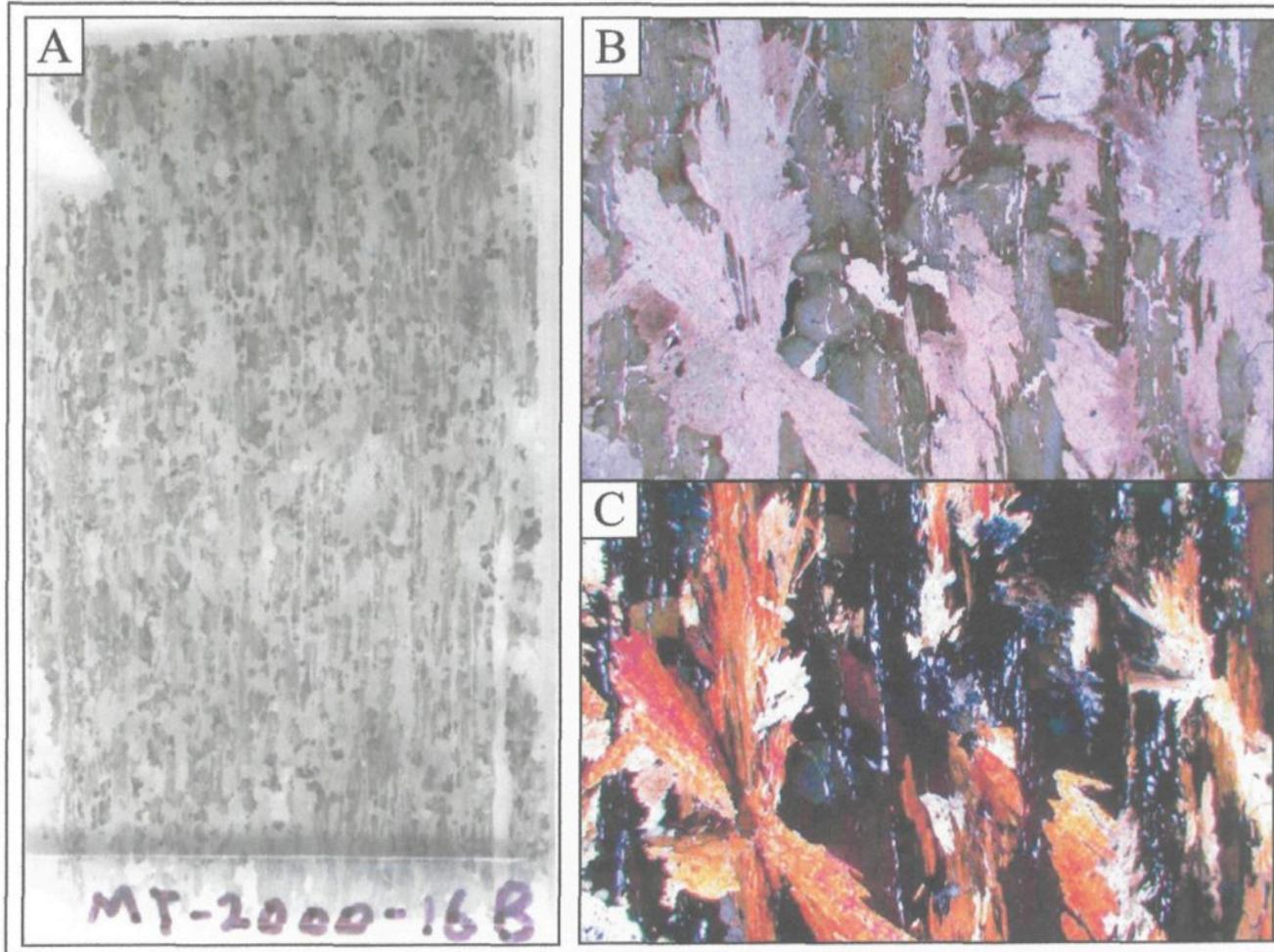


Figure 4.29: Composition et texture des schistes à actinote-tourmaline. A) La fabrique S2 est très intense et forme des bandes sub-millimétriques de composition différente (Vue générale d'une lame mince, hauteur 5 cm); B) et C) Les cristaux de tourmaline sont alignés dans le sens de la fabrique S2. L'actinote forme des agrégats fibro-radiés dont l'axe long correspond à l'orientation de la fabrique (Largeur de champ 5 mm).

Des sulfures disséminés, principalement de la pyrite avec des traces de chalcopyrite, de pyrrhotite et localement de tellurures de bismuth, représentent 1 à 3% de la zone d'altération. Ils forment des cristaux xénomorphes de moins de 0,05 à 3 mm interstitiels aux grains d'actinote et de tourmaline, disséminés ou en amas. Ils sont généralement plus concentrés en bordure des veines d'extension ou à l'intérieur de certaines lamines que dans le reste du schiste. La sphène est communément associée aux minéraux opaques. Elle se présente en cristaux sub-idiomorphes ou en amas irréguliers plus ou moins parallèles à la foliation ou interstitiels aux grains d'actinote et de tourmaline.

4.3.3 Relation avec la déformation

La fabrique S_2 est très intense dans les bandes de schistes à actinote-tourmaline. Par contre, cette foliation est beaucoup plus faible dans la roche encaissante et ne montre pas une augmentation graduelle à proximité du schiste, mais plutôt une augmentation brutale au contact de celui-ci (figure 4.30). À l'opposé, la fabrique principale (S_1) qui est très intense dans l'encaissant, n'a pas été observée dans les bandes de schistes à actinote-tourmaline.

Cette distribution différente des fabriques structurales donne aux bandes de schiste à actinote-tourmaline un aspect très particulier facilement différentiable sur le terrain. Cette différence est également très marquée par rapport aux zones d'altération présentes en bordure des veines de quartz-tourmaline minéralisées. En effet, les zones d'altération associées aux veines montrent généralement une schistosité principale d'intensité variable et une augmentation graduelle de l'intensité du S_2 vers le cœur de la zone d'altération ce qui n'est pas le cas des bandes de schiste à actinote-tourmaline.

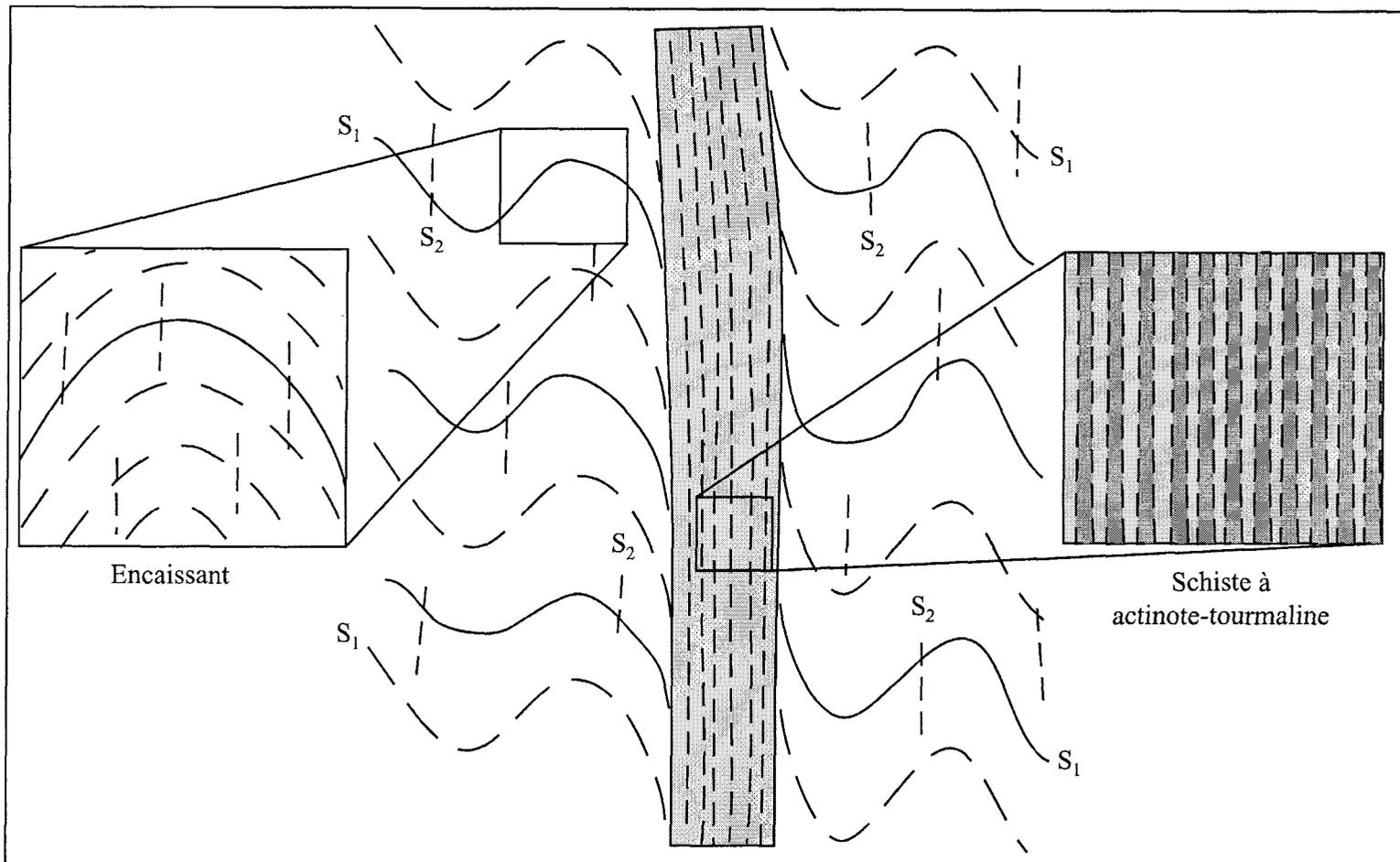


Figure 4.30: Distribution de la déformation dans les bandes de schiste à actinote-tourmaline en comparaison avec leurs encaissants. Les encaissants contiennent une schistosité S_1 intense qui est plissée et à laquelle se superpose une fabrique S_2 plutôt faible. Les schistes à actinote-tourmaline ne montrent aucune trace de la fabrique principale S_1 , mais contiennent une fabrique S_2 extrêmement intense s'apparentant à un clivage de pression-solution.

CHAPITRE 5

SYNTHÈSE ET DISCUSSION

5.1 Introduction

Ce chapitre présente la synthèse et la discussion des observations réalisées dans le cadre de cette étude. Différentes hypothèses seront proposées pour expliquer la chronologie de mise en place des veines minéralisées ainsi que leur mode de formation.

La division du chapitre permettra de mettre en évidence certains aspects tels que la relation spatiale entre la zone minéralisée avec le plissement régional, les relations géométriques et chronologiques entre l'altération et la déformation, la géométrie du système de veines ainsi que le cas particulier des zones de schiste à actinote-tourmaline minéralisées.

Finalement, une chronologie des événements sera présentée. Celle-ci servira de base à l'élaboration des deux modèles structuraux proposés. Les forces et les faiblesses de chaque modèle seront discutées pour ensuite déterminer le modèle qui semblera le plus approprié.

5.2 Relation avec le plissement régional

5.2.1 Rappel des observations structurales

Au moins 2 épisodes de déformation principaux sont présents sur la propriété. Le premier correspond à une schistosité quasi-mylonitique qui est sub-parallèle au litage. Le deuxième se caractérise surtout par du plissement qui affecte la foliation principale ainsi que par un clivage de crénulation d'orientation E-W. La principale zone minéralisée sur la propriété est située dans la charnière d'un pli régional de deuxième génération.

5.2.2 Position de l'essaïm de veines dans la charnière du pli régional

En l'absence de faille majeure dans la région entourant la propriété Clearwater, la position de la zone Eau Claire dans la charnière du pli régional pourrait laisser supposer un lien structural entre la formation des veines et le plissement. En effet, plusieurs mécanismes de plissement peuvent entraîner de la dilatation dans la charnière du pli et provoquer une fracturation et une ouverture propice à la mise en place de la minéralisation.

La morphologie de type « *saddle-reef* » est la forme de minéralisation associée au plissement qui est la plus commune. Ce type de minéralisation produit des veines concordantes au litage dans la charnière de pli (Sibson et Scott, 1998), mais ce n'est pas ce qu'on observe à Eau Claire. Pour produire un système de veine perpendiculaire à la charnière, il faudrait plutôt imaginer un mécanisme par flexure qui entraînerait une fracturation en éventail dans la charnière de pli. Cependant, les veines de la zone Eau

Claire sont parallèles entre elles et ne présentent pas cette géométrie en éventail. De plus, les veines devraient être parallèles en pendage au plan axial du pli ce qui n'est pas observé, les veines ayant un pendage de 30 degrés inférieur à celui du plan axial.

En étudiant la relation spatiale entre les veines et le plissement dans une autre perspective il faut se demander si la minéralisation se trouve dans la charnière parce qu'elle s'est formée en relation avec le plissement ou si la charnière du pli régional se trouve à cet endroit précisément parce que l'anisotropie formée par le réseau de veine et son altération a provoqué la nucléation du plissement.

Bien que la première hypothèse soit plus généralement admise, cette information ne permet pas de situer précisément la formation des veines par rapport à l'épisode de plissement. Cette information montre seulement que la formation des veines est antérieure ou synchrone au plissement.

La nucléation d'une charnière de pli sur une anisotropie préexistante a déjà été observée dans le cas de lentilles de sulfures massif concordantes à la stratigraphie (Gauthier, 1986). Dans ce cas, la lentille représentait un objet réfractaire à la déformation. Le même phénomène serait possible pour des veines concordantes à la direction des couches, mais qu'en est-il pour la zone Eau Claire où les veines recoupent les couches? En supposant que les veines soient antérieures au plissement, auraient-elles pu provoquer la nucléation de la charnière du pli?

En fait, par leur direction parallèle au plan axial des plis P2, les veines ont tendance à conserver leur attitude en plan. De plus, les veines et leurs zones d'altération à tourmaline constituent des objets rigides qui tendent à conserver la relation angulaire (perpendicularité)

entre les veines et la schistosité principale, du moins à leurs bordures. Ces objets créent également une anisotropie qui peut affecter la distribution de la déformation.

Les éléments présentés ci-haut pourraient suggérer que la position de la zone minéralisée dans la charnière du pli régional n'implique pas nécessairement que le plissement soit impliqué dans le mécanisme de formation des veines.

5.3 Relation altération-déformation

Les relations texturales et spatiales entre l'altération et la déformation représentent l'aspect qui permet de mieux de circonscrire la formation du gîte par rapport aux différents événements de déformation.

5.3.1 Rappel des observations

Les veines peuvent être bordées respectivement de zones d'altération à tourmaline ou de schistes à actinote-tourmaline-biotite selon qu'elles sont encaissées dans des roches sédimentaires felsiques ou dans des roches volcaniques mafiques.

Dans le cas des zones d'altération à tourmaline, l'altération se présente sous forme de cheveux de tourmaline orientés selon la schistosité principale S_1 . L'étendue des zones tourmalinisées est plus importante lorsque la S_p est orientée perpendiculairement aux veines (soit N-S p/r aux veines qui sont E-W).

Les porphyroblastes de tourmaline contiennent des inclusions quartzo-feldspathiques alignées dans le sens de cette fabrique. Les grains de tourmaline sont eux-mêmes orientés de façon aléatoire par rapport à la schistosité principale.

Dans le cas des schistes à actinote-tourmaline-biotite, il semble que les amas de biotite soient orientés selon la foliation principale, mais que les cristaux constituant ces zones soient réorientés dans le sens de la fabrique S_2 .

5.3.2 Analogie avec les porphyroblastes de grenat

Les études réalisées pendant les dernières années sur les porphyroblastes de grenat ont permis d'utiliser ces derniers afin d'établir la chronologie du métamorphisme par rapport à la déformation. Ces études se basent essentiellement sur les relations entre les inclusions contenues dans les porphyroblastes et les minéraux formant leur matrice (Vernon, 1978; Olesen, 1978).

Suivant leur raisonnement, des porphyroblastes contenant des inclusions en continuité avec la schistosité de la matrice sont considérés comme post-déformation. Par contre, si les inclusions contenues dans le porphyroblaste sont alignées de façon régulière alors que la fabrique correspondante dans la matrice est crénelée, les porphyroblastes sont plutôt considérés comme postérieurs à la fabrique principale et antérieurs à la crénelation. Dans cette étude, le même type de relation pourrait être appliqué aux minéraux d'altération afin de déterminer la chronologie de mise en place de la minéralisation.

En ce sens, les inclusions de quartz contenues dans les porphyroblastes de tourmaline sont orientées selon la trace de la schistosité principale S_1 observée dans la matrice et sont en continuité avec celle-ci. Ceci indique que l'altération en tourmaline s'est mise en place après la formation de cette schistosité. De plus, les inclusions sont relativement uniformes et rectilignes indiquant que les porphyroblastes se sont formés avant que la schistosité principale ne soit plissée par le deuxième événement de déformation, ou du moins avant que cet événement n'atteigne son maximum.

Dans le même ordre d'idées, les zones d'altération à tourmaline dans leur ensemble pourraient également être comparées à d'immenses porphyroblastes de grenat. Plusieurs études ont proposé que, dans certaines conditions, un modèle de non-rotation pouvait être appliqué. Dans ce modèle, les porphyroblastes conservent leur orientation lors des déformations subséquentes et préservent ainsi l'orientation initiale de la schistosité alors que la matrice peut être déformée voir même totalement réalignée (Williams et Shoneveld, 1981; Bell, 1985; Ilg et Karlstrom, 2000). Plusieurs études ont documenté ce phénomène et ont démontré que, dans certaines régions, les inclusions contenues dans les grenats montraient une orientation uniforme à l'échelle régionale (Fyson, 1980; Ilg et Karlstrom, 2000).

Sur la zone d'étude, la trace de la schistosité principale dans les cœurs des zones d'altération à tourmaline montre toujours la même orientation N-S tandis que les bordures et la matrice sont réorientées par le plissement. Les zones d'altération à tourmaline agiraient donc à grande échelle au même titre que les porphyroblastes de grenat. Ils représenteraient donc un corps rigide préservant une fabrique ancienne. Dans ce cas précis,

la non-rotation de la zone d'altération pourrait également être expliquée par l'orientation de la veine parallèlement à la charnière du pli régional.

5.3.3 Zones d'altération à tourmaline dans les roches sédimentaires vs déformation

Les zones d'altération à tourmaline, par leur morphologie en forme de cheveux et par la façon dont elles enregistrent la déformation apportent un élément très intéressant dans l'interprétation. La variation de l'angle de la schistosité principale dans et à l'extérieur des zones d'altération soulève plusieurs questions et plusieurs possibilités. Est-ce que l'altération s'est mise en place avant, pendant ou après le plissement? Qu'est-ce qui contrôle la mise en place et l'étendue de cette altération? À partir des observations de terrain, deux hypothèses peuvent être avancées quant au mode de formation des zones d'altération à tourmaline (figure 5.1).

La première hypothèse suggère que l'altération en tourmaline se soit mise en place pendant ou après le plissement P2 le long de la schistosité principale déjà plissée. Dans ce cas, l'étendue de la zone altérée serait contrôlée par l'orientation de la schistosité principale en bordure de la veine. Ainsi, plus la schistosité principale est orientée à angle fort par rapport à la veine, plus les fluides peuvent s'infiltrer dans l'encaissant et produire l'altération à tourmaline. Lorsqu'elle se retrouve perpendiculaire à la veine, la schistosité principale serait affectée par le vecteur d'extension qui produit le boudinage et les

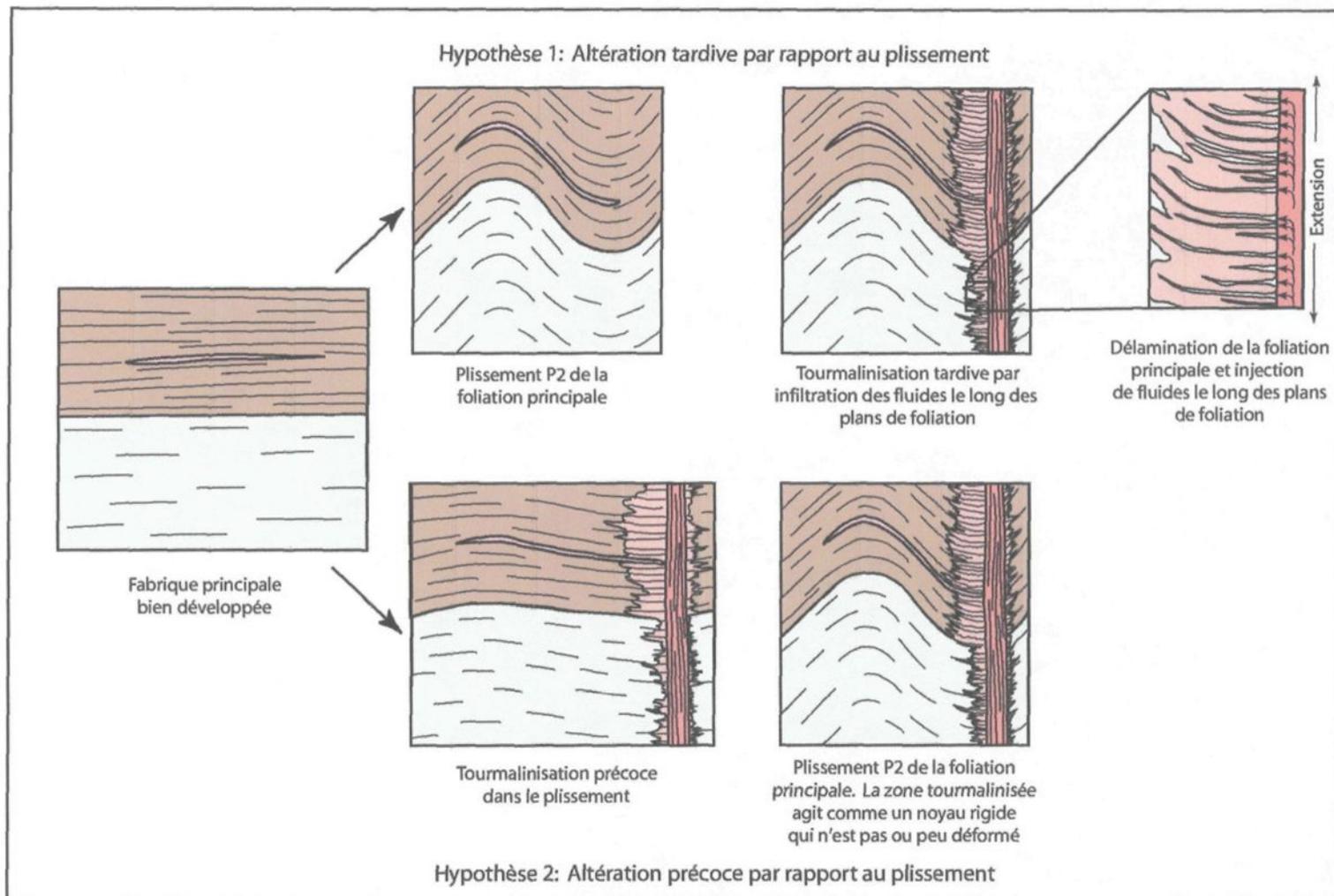


Figure 5.1: Chronologie de mise en place de l'altération en tourmaline le long de la schistosité principale. Deux modèles sont possibles à partir des observations de terrain. La première suggère une altération postérieure au plissement alors que la deuxième correspondrait à une altération antérieure ou précoce dans le plissement.

veines en extension tardives entraînant une délamination de l'anisotropie formée par la schistosité principale. Par contre, lorsque l'orientation de la fabrique se parallélise à celle de la veine, la délamination devient moins importante, les fluides ne peuvent plus s'infiltrer dans l'encaissant et l'altération cesse.

La seconde hypothèse est celle de la préservation des relations angulaires d'origine par la tourmalinisation. Cette hypothèse permet de concevoir, comme dans le cas de porphyroblastes de grenat, que l'altération en tourmaline a créé un bouclier qui a protégé la zone altérée de l'effet du plissement tardif.

À la lumière des observations réalisées en laboratoire, la deuxième hypothèse paraît la plus valable. Cette dernière voudrait que l'altération se soit formée avant le plissement P2, le long de la schistosité principale plus ou moins rectiligne et qu'elle ait ensuite été plissée lors de l'événement D2. Dans ce cas, l'étendue de la zone altérée aurait été contrôlée surtout par les variations de porosité et l'anisotropie des unités encaissantes.

Les changements d'orientation de la schistosité principale entre la zone d'altération et l'encaissant seraient alors le résultat d'un contraste de compétence ayant contrôlé l'effet de la déformation D2. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la composition même des zones d'altération à tourmaline (quartz et tourmaline et lessivage des phyllosilicates) accroît de façon considérable la compétence de la roche encaissante et la rend très réfractaire à la déformation.

Ainsi, les zones d'altération intense en tourmaline se seraient formées après la schistosité principale, mais avant qu'elle ne soit déformée par l'événement D2. L'orientation N-S du S_0 - S_1 qui est observée dans le cœur des zones d'altération à

tourmaline correspondrait probablement à l'orientation originale de cette schistosité. Elle correspond d'ailleurs à l'orientation de la surface enveloppe des plis P2.

Bref, les zones d'altération à tourmaline auraient agi comme des noyaux rigides lors du plissement conservant l'orientation originale de la schistosité principale tandis que l'encaissant non- altéré moins compétent se serait laissé plus facilement entraîner et plisser.

Lorsque la coupure entre la zone d'altération et l'encaissant est brutale, le changement d'orientation est tout aussi brutal. À l'opposé, lorsque la zone d'altération diminue progressivement en intensité et s'effiloche en cheveux de tourmaline de plus en plus fins, le contraste de compétence est plus progressif et le changement d'orientation de la schistosité principale est plus graduel.

En allant encore plus loin, la compétence de ces zones d'altération combinée à l'orientation des veines pourrait même expliquer que celles-ci se retrouvent dans les charnières des plis observés à l'échelle du décapage. En étant orientées de façon plus ou moins parallèle au plan axial des plis, elles ne subissent pas ou peu de rotation ou de déformation lors du raccourcissement/plissement. Elles conservent donc l'orientation initiale alors que tout le reste se fait entraîner et plisser.

5.3.4 Zones d'altération dans les volcanites mafiques vs déformation

La présence des amas de biotite orientés parallèlement à la schistosité principale dans les schistes à biotite pourrait suggérer 2 choses, soit que l'altération s'est formée pendant la formation de la schistosité S_1 , soit que l'altération en biotite s'est formée

préférentiellement sur des bandes plus mafiques déjà alignées dans le S_1 tendant ainsi à détruire le S_1 . La deuxième hypothèse semble la plus probable car à l'intérieur de ces amas de biotite orientés parallèlement au S_1 , les grains de biotite montrent une orientation différente qui s'apparente plutôt à celle de la fabrique S_2 . Ceci pourrait suggérer la mise en place de l'altération ou le réalignement des grains pendant D2.

En ce qui concerne la bande de schiste à trémolite et tourmaline observée dans la zone d'étude (voir chapitre 3), il semble que cette bande corresponde à une zone de déformation tardi-D1. Cependant, étant donnée la composition minéralogique de cette unité et bien que celle-ci soit recoupée par les veines P et JQ, il semble que les processus d'altération aient déjà été amorcés lors de sa formation. En effet, cette zone contient une forte proportion de tourmaline et cette dernière est orientée dans le sens de la schistosité principale S_1 . De plus, de nombreux grains de tourmaline ont été fracturés et/ou tordus lors du plissement P2 et aucun grain de tourmaline n'est aligné dans le clivage de crénulation S_2 comme on aurait pu le supposer si la tourmaline s'était formée pendant l'événement D2.

5.4 Géométrie du système de veines versus type de veines

L'orientation individuelle des veines et la géométrie du système de veines sont des éléments importants dans l'interprétation du mécanisme de formation de celles-ci. Les caractéristiques des principaux types de veines (veines d'extension, veines en remplissage de faille, veines associées au plissement) ont été résumées au chapitre d'introduction. La présente section discutera de la géométrie du système de veines à Eau Claire en tentant de

l'associer à un de ces mécanismes de formation. Une des difficultés associées à la zone Eau Claire vient du fait que les veines de quartz-tourmaline présentent certaines caractéristiques pouvant être reliées à l'un ou l'autre des trois types de veines.

5.4.1 Synthèse de la géométrie des veines

Les veines de quartz-tourmaline de la zone Eau Claire montrent une orientation E-W et un pendage de l'ordre de 50 degrés vers le sud. Ainsi, elles ont la même direction que le clivage de plan axial associé aux plis P2, mais elles forment un angle d'environ 30 degrés en pendage avec celui-ci.

Le système minéralisé est composé de plusieurs veines d'attitude semblable dont la distribution spatiale semble définir un couloir d'orientation NW-SE. Ce couloir est composé de 14 veines principales espacées sur une distance d'environ 400 mètres.

5.4.2 Veines associées au plissement

Les veines de la zone Eau Claire ne présentent pas une géométrie typique d'un système de « *saddle-reef* » combinant des veines concordantes dans les charnières de pli et des veines discordantes recoupant les flancs (Sibson et Scott, 1998). Ce type de géométrie est observé dans des séquences sédimentaires où il existe une forte anisotropie planaire (litage). Elle est associée à la formation de plis en chevrons qui sont propices à créer de la dilatation dans les zones de charnière. Ce type de pli se forme généralement à un niveau

crustal relativement superficiel où le degré de métamorphisme ne dépasse généralement pas le faciès schiste vert.

Au contraire, les veines de la zone Eau Claire ont une orientation uniforme semblable à celle des plans axiaux de plis P2 (différence de 30° en pendage). De plus, le degré de métamorphisme et la géométrie du plissement correspondent à un niveau crustal plus profond que celui attribué aux systèmes de type « *saddle-reef* ».

Cependant, un autre mécanisme de plissement pourrait entraîner la formation de veines d'extension dans la charnière d'un pli (Price et Cosgrove, 1990). Selon l'orientation du système de contraintes, les veines vont soit se présenter en éventail dans la charnière, soit former deux systèmes de veines conjuguées. Ce mécanisme peut être favorisé par le contraste de compétence entre différentes unités.

Encore une fois, le degré de métamorphisme et le type de pli ne sont pas caractéristiques de ce contexte, mais le contraste de compétence entre l'unité sédimentaire et les roches volcaniques mafiques aurait pu favoriser la fracturation dans la charnière de pli lors du plissement. La géométrie de veines en éventail caractérisant les plis par flexure ne correspond pas à ce qui est observé sur la zone Eau Claire.

Dans le meilleur des cas, il serait possible de former un éventail de veines dans la charnière du pli régional. Ces veines pourraient avoir été reprises en cisaillement. De ce fait, elles auraient pu être réorientées et parallélisées entre elles, mais la géométrie en échelon observée à Eau Claire serait plus difficile à expliquer. Ainsi, à moins que la distribution en échelon ne soit un artéfact résultant de l'état des connaissances, l'hypothèse des veines associées au plissement n'est pas retenue.

5.4.3 Veines en remplissage de faille

Ce type de veines est généralement encaissé dans des zones de cisaillement orientées à un angle d'environ 30° par rapport à l'axe de la contrainte principale. Elles sont présentes en petit nombre, mais leur extension latérale est assez importante. (Hodgson, 1989)

À première vue, les plans de glissement et les stries observées sur les veines de quartz-tourmaline suggèreraient que les veines se soient formées en cisaillement. La direction des veines de la zone Eau Claire pourrait être compatible avec des veines en remplissage de faille formées pendant l'épisode de déformation D2. Le même système de contraintes pourrait expliquer à la fois la formation des veines et le plissement matérialisant le raccourcissement N-S. Dans ce cas, les stries sur les veines indiqueraient un mouvement inverse avec une faible composante senestre.

L'hypothèse des veines en remplissage de faille a été proposée précédemment par Jourdain (2000) et par Cadieux (2000). Ces derniers considèrent d'ailleurs les zones d'altération à actinote-tourmaline-biotite comme des zones de cisaillement encaissant les veines. Jourdain (2000) pousse d'ailleurs ce modèle (figure 5.2) plus loin et avance la possibilité d'un deuxième système de veines conjugué au premier et orienté à 265/70.

L'hypothèse de veines en remplissage de faille est écartée sur la base de :

- l'aspect répétitif des veines et leurs longueurs limitées qui correspondraient à des zones de cisaillement sans continuité latérale,
- l'incompatibilité entre les linéations d'étirement de faible plongée et la relation angulaire observée entre les veines et le S2 qui suggère un mouvement inverse

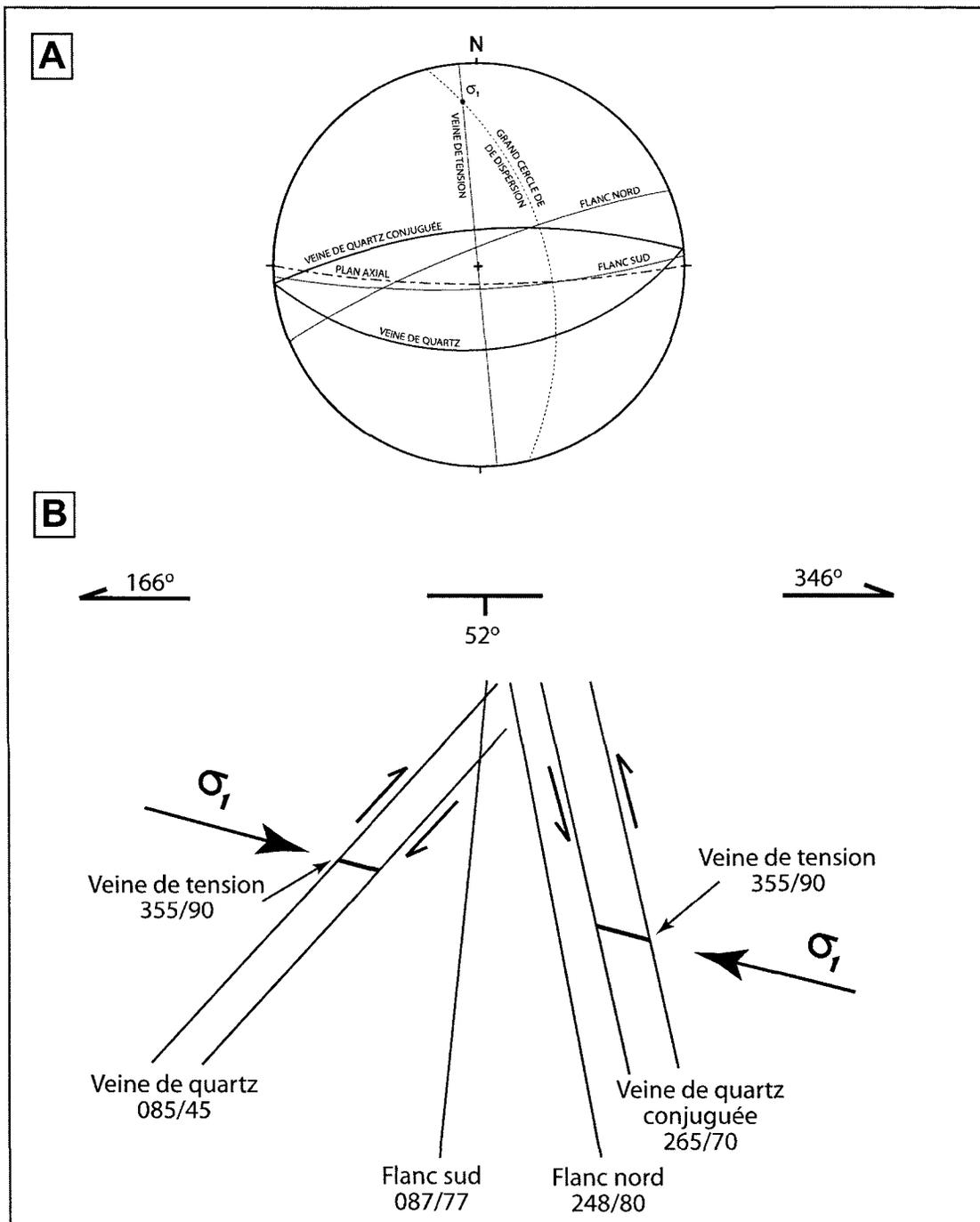


Figure 5.2: Modèle structural de veines de quartz en cisaillement élaboré par Jourdain (2000); a) Stéréogramme montrant les différents éléments structuraux et l'orientation des veines de quartz conjuguées interprétées; b) Vue perpendiculaire au grand cercle de dispersion montrant la relation angulaire entre les flancs du pli et les veines.

Finalement, l'hypothèse des veines en remplissage de faille ne permet pas d'expliquer la géométrie en échelon qui a été observée à Eau Claire.

5.4.4 Veines en extension

Plusieurs caractéristiques des veines de la zone Eau Claire suggèrent une famille de veines en extension. La plus importante est probablement la distribution en échelon qui est vraiment typique de ce type de veines. De plus, le parallélisme et la répétitivité des veines sont difficilement explicables par un autre mécanisme de formation. Les terminaisons lenticulaires des veines et de leurs halos d'altération appuient également l'hypothèse des veines en extension. De plus, la symétrie des textures observées localement dans les veines de quartz-tourmaline rubanées pourrait représenter des reliques de textures primaires en extension.

Comme les veines en extension se forment parallèlement à l'axe de la contrainte principale, il faudrait supposer que les veines soient reliées à un système de contraintes d'orientation plus ou moins E-W. Cette orientation serait compatible avec l'événement de déformation D1. En effet, à partir des données disponibles, la surface enveloppe de la schistosité principale S_1 serait N-S donc formée lors d'un raccourcissement E-W.

Les textures de déformation observées sur les veines (plans de décollement, recristallisation, broyage) pourraient être le résultat d'une déformation de la veine après sa formation. Globalement, c'est le mode de formation qui expliquerait le mieux la géométrie de la famille de veines.

5.5 Problème des schistes à actinote-tourmaline

Les bandes de schiste à actinote-tourmaline causent un problème au niveau de l'interprétation. Shaw (1991) considérait qu'il s'agissait de dykes de lamprophyre calco-alcalin métamorphisés et déformés. Cadieux (2000) suggérait plutôt que ces bandes représentent des zones d'altération hydrothermale associées aux veines.

Ces bandes montrent en effet certaines caractéristiques semblables aux zones d'altération présentes en bordure des veines. Il pourrait donc être tentant de les regrouper comme un seul et même élément.

Cependant, le chapitre précédent a montré que les schistes à actinote-tourmaline minéralisés présentent de nombreuses différences avec les zones d'altération associées aux veines suggérant qu'ils représentent un élément vraiment distinct. Les contacts nets, le changement brutal de la composition et de la distribution de la déformation suggèrent plutôt la présence d'un protolithe favorable qui aurait concentré l'altération et la déformation à l'intérieur de ses bordures. Ces observations tendent plutôt à appuyer l'hypothèse de Shaw (1991) comme quoi les schistes à actinote-tourmaline seraient des dykes métamorphisés, altérés et fortement déformés. D'ailleurs, localement, des apophyses à ces bandes de schiste à actinote-tourmaline montrent un intermédiaire moins altéré et moins déformé qui recoupe les couches.

Ces dykes se seraient mis en place vers la fin ou après l'événement D1, enregistrant peu ou pas du tout l'événement D1. Pour que le clivage S2 y soit aussi intense, il est probable que ces dykes se soient mis en place peu de temps avant ou de façon synchrone à l'événement D2. Leur mise en place serait donc plus ou moins synchrone ou légèrement

tardive à la formation des veines. Dans le cas où leur mise en place serait synchrone à la formation des veines, la composition des dykes aurait pu favoriser une réaction avec les fluides minéralisateurs et provoquer la précipitation de l'or. Dans le cas de dykes tardifs par rapport aux veines, l'or aurait pu être remobilisé pendant l'événement D2 et concentré dans les dykes en formation.

5.6 Chronologie des événements

Les relations de recoupement entre les différentes unités, les veines, les zones d'altération et les schistes à actinote-tourmaline par rapport aux deux événements de déformation principaux ont permis d'établir la chronologie des événements montrée à la figure 5.3.

La chronologie entre les différentes unités lithologiques et les événements de déformation est assez aisée à établir. La seule ambiguïté se situe au niveau des dykes de PQF et des dykes de lamprophyre déformé qui sont difficiles à situer par rapport au premier épisode de déformation.

Le moment de la formation des veines et de la mise en place de la minéralisation et de l'altération est plus problématique. Le recoupement de la schistosité principale par les veines ainsi que la superposition des porphyroblastes de tourmaline par-dessus la schistosité principale suggèrent que la formation des veines soit postérieure à la formation de la schistosité principale S_1 (soit tardive dans l'événement de déformation D1 ou postérieure à celui-ci).

À l'autre extrême, la morphologie et les textures des zones d'altération à tourmaline ainsi que la déformation des veines (plissement, boudinage et veines d'extension N-S) suggèrerait que celles-ci ont subi au moins une partie de l'événement de déformation D2. Elles seraient donc antérieures à l'événement de déformation D2 ou précoces dans celui-ci.

Ceci circonscrit la formation des veines à une période pouvant se situer quelque part entre la fin de l'événement de déformation D1 et le début de l'événement D2. Il faut donc s'appuyer sur d'autres observations pour tenter de déterminer avec un peu plus de précision à quel moment ont pu se former les veines de quartz-tourmaline. C'est à ce moment qu'une bonne connaissance de la géométrie du système de veine prend toute son importance car elle permettra de définir le mécanisme de formation des veines et ainsi de les relier à l'un ou l'autre des épisodes de déformation connus.

5.7 Modèles structuraux

Ainsi, en sachant que la formation des veines est limitée à une période située entre une phase tardive de l'événement D1 et une phase précoce dans l'événement D2, plusieurs hypothèses peuvent être proposées. Il n'est pas impossible que les veines aient pu se former pendant un événement distinct situé entre D1 et D2. Cependant, il est beaucoup plus simple de les relier à un événement connu plutôt qu'à un épisode de déformation qui n'aurait laissé aucune autre trace que les veines et qui serait coaxial à l'un des épisodes connus. Dans ce cas, il est plus simple d'en faire un incrément de l'événement D1 ou D2 plutôt qu'un événement distinct.

Les veines seront donc soit tardives à l'intérieur de l'événement de déformation D1, soit précoces à l'intérieur de l'événement D2 (à l'amorce du plissement). Deux modèles structuraux différents ont donc été élaborés pour répondre à chacune de ces hypothèses en tenant compte du système de contrainte correspondant aux deux épisodes de déformation (figure 5.4). Ces modèles impliquent des mécanismes de formation différents qui seront expliqués et discutés séparément dans les sections suivantes.

5.7.1 Veines tardi-D1

L'événement de déformation D1 se matérialise principalement par la fabrique principale S1 qui transpose le litage. Cette foliation plissée par le deuxième événement montre une surface enveloppe d'orientation plus ou moins N-S qui suggère un raccourcissement et une contrainte principale d'orientation E-W.

Pour former des veines d'orientation E-W pendant cet épisode de déformation, soit parallèlement à l'axe de la contrainte principale, il faut imaginer un mécanisme en extension. Ainsi, lors d'un incrément tardif de la déformation D1, un couloir de déformation fragile orienté approximativement NW-SE aurait pu se former et permettre la mise en place d'un échelon de veines d'extension de direction E-W.

Les veines auraient alors subi la totalité de l'événement de déformation D2. Leur orientation semblable à celle du plan axial des plis P2 aurait permis de conserver l'orientation initiale des veines. Cependant, comme en témoignent les stries, les plans de glissement et les textures de recristallisation et de broyage observés sur

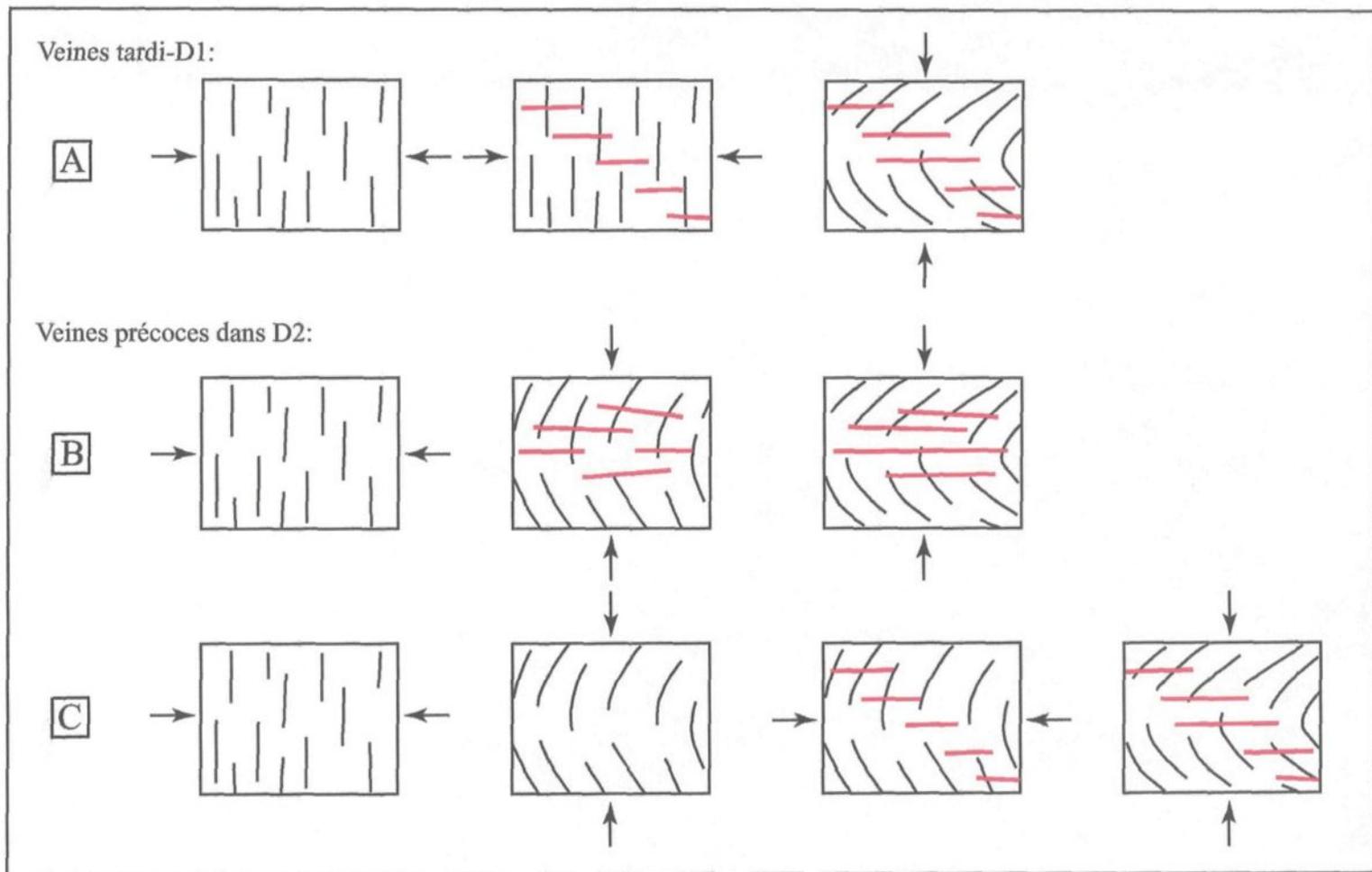


Figure 5.4: Modèles de formation des veines de quartz-tourmaline minéralisées. A) Modèle de veines en extension tardives dans l'événement de déformation D1. B) Modèle de veines formées à un stade précoce de l'événement D2 possiblement par flexure dans la charnière de pli. C) Pour expliquer la géométrie en échelon avec des veines formées pendant ou après le plissement il faudrait imaginer un modèle avec plusieurs inversions du système de contraintes.

les veines, ces dernières auraient pu être reprises en cisaillement pendant l'événement D2 et être légèrement réorientées (principalement en pendage pour se rapprocher du plan de cisaillement optimal pour D2). Les plis affectant les veines pourraient être des plis d'entraînement causés par le cisaillement qu'elles ont subi. Le boudinage et les veines d'extension tardives recoupant les veines E-W sont compatibles avec cet événement.

L'or observé dans les fractures par Cadieux (1997), pourrait avoir été remobilisé lors de la déformation D2.

Les zones d'altération associées aux veines auraient également pu concentrer la déformation expliquant ainsi l'entraînement de la schistosité principale qui a été observé en bordure des veines, principalement dans les schistes à biotite-tourmaline ou à actinote-biotite-tourmaline. Ces zones d'altération constituent une anisotropie favorable permettant d'enregistrer le clivage S2 d'une façon plus intense que dans la roche fraîche. À l'inverse, les zones d'altération à tourmaline constituent un corps rigide qui est réfractaire à la déformation D2. Ainsi, le plissement y est beaucoup moins intense que dans la roche fraîche, le clivage S2 n'y est pas présent et la principale expression de la déformation D2 dans ces zones d'altération est la présence de veines d'extension tardives (N-S). Tous ces éléments sont reliés à la compétence élevée de ces zones d'altération à tourmaline.

Cette hypothèse est la seule permettant d'expliquer la géométrie en échelon des veines de la zone Eau Claire. Pour tenir compte de cette géométrie, il faut relier les veines à D1, car pour les former après le début du plissement il faudrait inverser les contraintes à 2 ou 3 reprises pendant l'histoire.

5.7.2 Veines précoces dans l'événement D2

Dans le cas où la géométrie en échelon ne serait qu'un artéfact dû à l'état des connaissances, la formation des veines de quartz-tourmaline lors d'un incrément précoce de l'événement de déformation D2 serait un scénario possible. À ce moment, il faudrait plutôt envisager des veines en remplissage de faille ou des veines associées au plissement. Pour plusieurs raisons énumérées à la section précédente, la possibilité que les veines aient été formées en cisaillement paraît plutôt faible du moins pour l'amorce de leur formation. Il serait plus probable que la formation des veines ait été amorcée d'abord en extension dans la charnière du pli régional au début de l'événement D2. Par la suite, à mesure que le plissement et le raccourcissement sont devenus plus intenses, les veines ont pu être réalignées et reprises en cisaillement, produisant la déformation observée sur les veines.

Dans ce contexte, le contact entre la bande de roches sédimentaires et les volcanites mafiques de même que la présence de nombreux dykes felsiques représentent une zone de fort contraste de compétence qui aurait pu favoriser la fracturation. De plus, la forte variation géochimique associée aux changements de lithologies aurait pu favoriser les réactions entre les fluides minéralisateurs et l'encaissant et, par le fait même, la formation de veines minéralisées.

CHAPITRE 6

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

6.1 Conclusions

Les principales réalisations de cette étude ont été la cartographie détaillée, la caractérisation structurale de la zone Eau Claire ainsi que la caractérisation de la minéralisation et de l'altération dans la zone d'étude.

La cartographie a permis de mettre en évidence les deux principales unités lithologiques de la zone d'étude, soit une unité volcanique mafique et une unité felsique d'origine sédimentaire présentant des variations importantes de texture, de composition et de granulométrie. Plusieurs générations de dykes ont aussi été identifiées.

L'étude structurale a mis en évidence deux événements majeurs de déformation (événements D1 et D2). L'événement D1 correspond à la fabrique principale (S_1) qui se superpose au litage dans l'unité sédimentaire. Cette fabrique est très intense et montre une surface enveloppe de direction N-S. Le second épisode de déformation (D2) se traduit surtout par du plissement et par la présence d'un clivage de crénulation subvertical d'orientation E-W. Les plis affectent les différentes unités lithologiques ainsi que la

fabrique principale. Des zones de déformation d'orientation E-W semblent être associées à cet épisode de déformation.

L'étude des altérations a montré des faciès d'altération très différents en fonction de la roche hôte. D'abord dans les volcanites mafiques, des schistes à biotite et des schistes à actinote-tourmaline-biotite ont été observés. Ces deux altérations correspondent respectivement aux faciès externe et interne définis par Cadieux (2000). Cependant, la zonation entre ces deux altérations n'a pas été observée.

La présente étude a permis de mettre en évidence un nouveau style d'altération observé dans les encaissants felsiques. Cette altération riche en tourmaline (et en quartz) agit comme un porphyroblaste de grenat en créant une enveloppe rigide qui se superpose sur la fabrique principale et qui en préserve ainsi l'attitude originale.

La minéralisation se présente principalement sous la forme de veines de quartz-tourmaline±carbonate d'orientation E-W et montrant des pendages modérés vers le sud. La distribution des veines en surface semble définir un échelon d'orientation NW-SE, mais le comportement de cet échelon en profondeur ne peut être défini à partir des données disponibles.

Un deuxième type de minéralisation formé par des bandes de schiste à actinote-tourmaline minéralisé (à haute teneur) a également été observé. Ces bandes minéralisées montrent certaines caractéristiques différentes des zones d'altération associées aux veines et pourraient correspondre à des dykes mafiques altérés et fortement cisailés.

Les travaux ont également permis d'établir la chronologie relative des événements pour la zone d'étude. Ainsi, la formation des veines de quartz-tourmaline minéralisées a

été circonscrite à une période située entre un stade tardif de l'événement D1 et un stade précoce de l'événement D2.

Deux interprétations ont donc été proposées pour expliquer la mise en place des veines de quartz-tourmaline. Le premier modèle propose la formation d'un échelon de veines d'extension pendant un incrément tardif de l'épisode de déformation D1. Ce modèle a l'avantage de pouvoir expliquer la géométrie en échelon du système de veine qui semble être observé sur le terrain. Le second modèle propose plutôt des veines formées au début de l'événement D2. Dans ce cas, les veines auraient pu être amorcées en extension dans la charnière du pli régional et continuer leur évolution en cisaillement ce qui permet d'expliquer la position de la zone minéralisée par rapport au pli régional.

Ainsi, les deux hypothèses proposées sont valables en relation avec la chronologie relative qui a été établie. Cependant, l'hypothèse des veines précoces dans l'événement D2 ne permet pas d'expliquer la géométrie en échelon qui a été observée. À l'inverse, la position de la zone minéralisée dans la charnière du pli régional pourrait être expliquée autrement dans le cas des veines tardi-D1. Par le fait même, c'est le premier modèle qui semble le plus valable.

Ainsi, les veines de quartz-tourmaline minéralisées représenteraient un échelon de veines en extension formées pendant un incrément tardif de l'épisode de déformation D1.

6.2 Recommandations

À la lumière des résultats de cette étude, les veines minéralisées semblent former une géométrie en échelon. Par conséquent, la première recommandation serait de poursuivre les travaux d'exploration dans le prolongement de ce couloir afin de mieux en définir la géométrie et éventuellement de mettre en évidence la présence d'autres veines. Par la suite, il pourra être possible de déterminer l'orientation possible d'un couloir de veines conjugué au premier.

Jusqu'à présent, avec le modèle de veines en remplissage de faille associées à l'événement de déformation D2, les charnières de plis P2 représentaient une cible d'exploration très intéressante. Le modèle proposé ici, reliant les veines à l'événement D1, diminue légèrement leur intérêt. Cependant, dans l'hypothèse où l'anisotropie formée par le réseau de veines ait entraîné la nucléation de la charnière de pli à cet endroit, il est possible que ce phénomène ait pu se répéter dans d'autres secteurs. Ainsi, les charnières de plis P2 demeurent une cible potentielle.

Selon l'hypothèse énoncée, les veines minéralisées observées dans la zone de déformation Cannard (indices de l'Ours et de l'Orignal) ne peuvent pas faire partie géométriquement de l'échelon de la zone Eau Claire. Cependant, elles présentent des caractéristiques semblables (composition, texture, minéralisation) et semblent s'être formées au même moment. L'effet de la zone de déformation pourrait expliquer le pendage plus abrupt (plus ou moins parallèle au cisaillement) et le plissement affectant la veine de l'indice de l'Ours. Ainsi, il n'est pas impossible qu'elles puissent correspondre à un autre

échelon de veines minéralisées qui aurait été affecté par la zone de déformation. La zone de déformation Cannard et ses environs représentent donc une autre cible d'exploration.

RÉFÉRENCES :

- Bell, T.H., 1985. Deformation partitioning and porphyroblast rotation in metamorphic rocks : a radical reinterpretation. *Journal of Metamorphic Geology*, **3** : 109-118.
- Cadieux, A.-M., 1997. Caractérisation de la minéralisation aurifère sur la propriété Clearwater dans le secteur de la rivière Eastmain. Projet de fin d'études, Université Laval, 58 pp.
- Cadieux, A.M., 2000. Géologie du gîte aurifère Eau Claire, propriété Clearwater, Baie James, Québec. Mémoire de maîtrise non publié, Université Laval, 248 p.
- Card, K.D., et Ciesielski, A., 1986. DNAG #1. Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. *Geoscience Canada*, **13**: 5-13.
- Chapdelaine, M. et Huot, F., 1997. Projet Auclair; rapport des travaux, Été 1997. Mines d'Or Virginia. Rapport statutaire soumis au ministère des Ressources naturelles, Québec; GM 55428, 113 pages et 5 cartes
- Chartrand, F. et Gauthier, M., 1995. Cadre géologique et potentiel minéral des roches archéennes du bassin de La Grande Rivière, Baie James. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, Pro 95-06.
- Cloos, E., 1946, Lineation, a critical review and annotated bibliography. *Geological Society of America*; memoir 18, 122 pages.
- Cox, S.F., Wall, V.J., Etheridge, M.A. et Potter, T.F., 1991. Deformational and metamorphic processes in the formation of mesothermal vein-hosted gold deposits --

- examples from the Lachlan Fold Belt in central Victoria, Australia. *Ore Geology Reviews*, **6**: 391-423.
- Eakins, P.R., Hashimoto, T. et Carlson, E.H., 1968. Région de Grand-Détour - Lacs Village, Territoire de Mistassini et Nouveau-Québec. Rapport géologique 136, Ministère des Richesses Naturelles du Québec.
- Eilu, P.K., Mathison, C.I., Groves, D.I. et Allardyce, W.J., 1999. Atlas of alteration assemblages, styles and zoning in orogenic lode-gold deposits in a variety of host rock and metamorphic settings. Publication No.30, University of Western Australia.
- Franconi, A., 1978. La bande volcanosédimentaire de la Rivière Eastmain inférieure. Ministère des richesses naturelles, DPV-574.
- Franconi, A., 1982. Région de la Gorge Prosper. Ministère de l'Énergie et des Ressources, MM 82-02.
- Fyson, W.K., 1980. Fold fabrics and emplacement of an Archean granitoid pluton, Cleft Lake, Northwest Territories. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **17** : 325-332
- Gauthier, M. et Brown, A.C., 1986. Zinc and Iron Metallogeny in the Maniwaki-Gracefield District, Southwestern Quebec. *Economic Geology*, **81** : 89-112.
- Gauthier, M. et Larocque, M., 1998. Cadre géologique, style et répartition des minéralisations métalliques de la Basse et de la Moyenne Eastmain, Territoire de la Baie James. MB 98-10, Ministère des Ressources Naturelles du Québec, Québec.
- Gebre-Mariam, M., Groves, D.I., McNaughton, N.J., Mikucki, E.J. et Vearncombe, J.R., 1993. Archean Au-Ag mineralisation at Racetrack, near Kalgoorlie, Western

- Australia: a high crustal-level expression of the Archean composite lode-gold system. *Mineralium Deposita*, **28**: 375-387.
- Groves, D.I., 1993. The crustal continuum model for late-Archaean lode-gold deposits of the Yilgarn Block, Western Australia. *Mineralium Deposita*, **28**: 366-374.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G. et Robert, F., 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, **13**: 7-27.
- Hodgson, J.C., 1989. The structure of shear-related, vein-type gold deposits: a review. *Ore Geology Reviews*, **4**: 231-273.
- Ilg, B.R. et Karlstrom, K.E., 2000. Porphyroblast inclusion trail geometries in the Grand Canyon: evidence for non-rotation and rotation? *Journal of Structural Geology*, **22**: 231-243.
- Jourdain, V., 2000. Projet Clearwater (1170) - Modèle structural de la Zone Eau Claire. Note de service interne, SOQUEM.
- Jourdain, V. et Morin, Y., 1999. Rapport sur les travaux d'exploration phase "été" et "automne" 1999. Projet Clearwater (1170), SOQUEM
- Labbé, J.-Y., et Grant, M., 1998. Géologie de la région de Lac Natel. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 98-14.
- Moukhsil, A., 2000. Géologie de la région des Lacs Pivert, Anatacau, Kauputauchechun et Wapamisk (SNRC 33C/01, 33C/02, 33C/07 et 33C/08). Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 2000-04.

- Moukhsil, A. et Doucet, P., 1999. Géologie de la région des Lacs Village (SNRC 33B/03).
Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 99-04.
- Moukhsil, A. et Legault, M., 2002. Géologie de la région de la Basse-Eastmain occidentale (33D/01, 33D/02, 33D/07 et 33D/08,). Ministère des Ressources naturelles; RG 2002-09.
- Moukhsil, A. et al., 2003. Synthèse géologique et métallogénique de la ceinture de roches vertes de la Moyenne et de la Basse-Eastmain (Baie James). Géologie Québec, ET 2002-06.
- Olesen, N.O., 1978. Distinguishing between Inter-Kinematic and Syn-Kinematic Porphyroblastesis. *Geologische Rundschau*, **67**: 278-287.
- Petit, J.-P., Wibberley, C.A.J. et Ruiz, G., 1999. "Crack-seal", slip: a new fault valve mechanism? *Journal of Structural Geology*, **21**: 1199-1207.
- Poulsen, K.H., Robert, F., et Dubé, B., 2000. Geological classification of canadian gold deposits. Geological Survey of Canada, Bulletin 540, 106 p.
- Price, N.J., et Cosgrove, J.W., 1990. *Analysis of Geological Structures*. Cambridge University Press, 502 p.
- Quirion, D., 1996. Rapport des travaux effectués en 1995 sur les grilles Cannard Extension, Rosemary Extension, Lacs, Natel, Serendipity et 13 claims au sud de la propriété Clearwater, Projet Clearwater – 1170. SOQUEM, rapport statutaire déposé au ministère des Ressources naturelles, Québec; GM 53788, 117 pages et 20 plans.

- Robert, F. et Brown, A.C., 1986. Archean Gold-Bearing Quartz Veins at the Sigma Mine, Abitibi Greenstone Belt, Quebec: Part I. Geologic Relations and Formation of the Vein System. *Economic Geology*, **81**: 578-592.
- Robert, F. et Poulsen, K.H., 2001. Vein Formation and Deformation in Greenstone Gold Deposits. *Reviews in Economic Geology*, **14**: 111-155.
- Rock, N.M.S. et Groves, D.I., 1988. Can lamprophyres resolve the genetic controversy over mesothermal gold deposits? *Geology*, **16**: 538-541.
- Rock, N.M.S., Groves, D.L., Perring, C.S., et Golding, S.D., 1989. Gold, Porphyres and Porphyries: What Does Their Association Mean? *Economic Geology Monograph*, **6**: 609-625.
- Shaw, C.S.J., 1991. Structure, Metamorphism and Mineralisation of the L'Eau Claire Gold Prospect, Eastmain River Greenstone Belt, N. Quebec. Mémoire de Maitrise, University of Western Ontario, London, 150 pp.
- Sibson, R.H., Robert, F. et Poulsen, K.H., 1988. High-angle reverse faults, fluid pressure cycling, and mesothermal gold-quartz deposits. *Geology*, **16**: 551-555.
- Sibson, R.H. et Scott, J., 1998. Stress / fault controls on the containment and release of overpressured fluids: Examples from gold-quartz vein systems in Juneau, Alaska; Victoria, Australia and Otago, New-Zealand. *Ore Geology Reviews*, **13**: 293-306.
- Simard, M. et Gosselin, C., 1999. Géologie de la région du Lac Lichteneger (SNRC 33B). Ministère des Ressources Naturelles du Québec, RG 98-15.
- Skulski, T., Hynes, A. et Francis, D., 1984. Stratigraphic and lithological characterization of cyclic volcanism in the LG-3 area, La Grande river greenstone belt, Quebec. In:

Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization, Institut Canadien des mines et de la métallurgie, Special volume 34, p. 57-72.

St-Seymour, K. et Francis, D., 1988. Magmatic interaction between mantle and crust during the evolution of the Archean Lac Guyer greenstone belt, New Québec. *Journal Canadien des Sciences de la Terre*, **25** : 691-700.

Vernon, R.H., 1978. Porphyroblast-matrix microstructural relationships in deformed metamorphic rocks. *Geologische Rundschau*, **67**: 288-305.

Williams, P.F. et Schoneveld, C., 1981. Garnet rotation and the development of axial plane crenulation cleavage. *Tectonophysics*, **78**: 307-334.

Witt, W.K. et Vanderhor, F., 1998. Diversity within a unified model for Archaean gold mineralization in the Yilgarn Craton of Western Australia: An overview of the late-orogenic, structurally-controlled gold deposits. *Ore Geology Reviews*, **13**: 29-64.

ANNEXES

Annexe A

Localisation des échantillons

Annexe A - Localisation des échantillons

Numéro échantillon	Coordonnées UTM		Coordonnées grille		Lithologie, description	Lames minces
	Estant	Nordant	Station	Ligne		
MT-2000-01	444164,9	5785202,3	1+15,3N	6+94,7W	M16 rubanée avec veinules QZ-EP	MT-2000-01
MT-2000-02	444159,8	5785194,2	1+07,7N	7+00,2W	M16 avec 80% de dykes PF. TL++ du S0-S1	MT-2000-02A, 02B et 02C
MT-2000-03	444224,9	5785210,1	1+15,2N	6+36W	Dyke de PQF avec veinules de TL et bordures d'altération	MT-2000-03
MT-2000-04	444222,2	5785207,5	1+13,9N	6+38,9W	Dyke de PQF avec veinules de TL et bordures d'altération	MT-2000-04B
MT-2000-05	444217,3	5785223,3	1+30N	6+42,9W	Dyke PF dans M16 rubané	MT-2000-05
MT-2000-06	444201,6	5785227,9	1+35,8N	6+58,3W	M16 rubané plissé avec petites failles	MT-2000-06A et 06B
MT-2000-07	444233,5	5785217,6	1+23,2N	6+26,6W	vQZ-TL dans M16 TL++	MT-2000-07A et 07B
MT-2000-08	444241,7	5785226,0	1+30,8N	6+17,8W	Dyke PF avec M16 bien rubané et légèrement plissoté	MT-2000-08
MT-2000-09	444253,1	5785221,5	1+25,8N	6+06,6W	M16 rubané faiblement plissoté	MT-2000-09A et 09B
MT-2000-10	444281,4	5785222,1	1+24,7N	5+78,4W	S/V1 TL+ avec S0-S1 entraîné par la veine	MT-2000-10A et 10B
MT-2000-11	444303,4	5785221,5	1+22,6N	5+56,3W	S/V1 avec TL++ du S0-S1 qui se termine brutalement	MT-2000-11A et 11B
MT-2000-12	444307,4	5785232,7	1+33,7N	5+51,5W	Roche fragmentaire plissée (conglomérat)	MT-2000-12A et 12B
MT-2000-13	444303,6	5785238,9	1+39,7N	5+55W	S/V1 avec veine de QZ-TL et TL++	MT-2000-13A, 13B et 13C
MT-2000-14	444300,7	5785238,1	1+39,1N	5+58W	Dyke PF avec veinules de TL avec bordures lessivées	MT-2000-14A et 14B
MT-2000-15	444301,3	5785238,7	1+39,7N	5+57,4W	S/V1 avec TL++ du S0-S1 et veinules de TL	MT-2000-15A et 15B
MT-2000-16	444318,0	5785222,2	1+22N	5+41,5W	Schiste à AC-TL avec veine de tension tardive	MT-2000-16A et 16B
MT-2000-17	444315,7	5785230,2	1+30,4N	5+43,4W	Dyke mafique dans S/V1 sulfuré	MT-2000-17A et 17B
MT-2000-18	444299,4	5785216,8	1+18,1N	5+60,4W	vTL bréchifiée avec veines d'extension de QZ tardives	MT-2000-18A et 18B
MT-2000-19	444300,3	5785217,0	1+18,4N	5+59,5W	S/V1 avec TL++ du S0-S1 en bordure d'une veine	MT-2000-19A et 19B
MT-2000-20	444301,0	5785216,2	1+17,4N	5+59W	Zone de remplacement en TL++ dans S/V1 entre 2 veines de QZ-TL	MT-2000-20
MT-2000-21	444310,0	5785222,6	1+23,3N	5+49,5W	S/V1 avec TL++ du S0-S1 le long d'une vQZ	MT-2000-21A et 21B
MT-2000-22A	444248,3	5785204,3	1+09N	6+12,6W	Schiste à BO le long d'une vTL	MT-2000-22A-B1 et 22A-B2
MT-2000-22B	444248,3	5785204,3	1+09N	6+12,6W	Schiste à BO le long d'une vTL	MT-2000-22B-B
MT-2000-23	444265,7	5785198,8	1+02,2N	5+95,4W	Dyke PF avec veinules AM dans M16 rubané	MT-2000-23A, 23B ET 23C
MT-2000-24	444284,2	5785199,4	1+01,6N	5+76,8W	Dyke mafique à HB, TL++	MT-2000-24A et 24B
MT-2000-25	444288,9	5785201,0	1+03N	5+72W	M16 rubané et dyke PF plissé	MT-2000-25A et 25B

Numéro échantillon	Coordonnées UTM		Coordonnées grille		Lithologie, description	Lames minces
	Estant	Nordant	Station	Ligne		
MT-2000-26	444291,7	5785196,7	0+98,5N	5+69,4W	Dyke de PF avec veinules AM dans M16 TL++	MT-2000-26A et 26B
MT-2000-27	444281,1	5785201,9	1+04,4N	5+79,7W	S/V1 sulfuré	MT-2000-27A et 27B
MT-2000-28	444294,1	5785197,6	0+99,3N	5+67W	M16 TL++	MT-2000-28A et 28B
MT-2000-29	444294,8	5785190,6	0+92,2N	5+66,7W	M16 rubané et plissé	MT-2000-29A et 29B
MT-2000-30	444283,5	5785205,1	1+07,3N	5+77,2W	S/V1 avec S0-S1 TL++	MT-2000-30A et 30B
MT-2000-31A	444316,9	5785191,7	0+91,8N	5+44,5W	ZD (D2) avec démembrement de dykes felsiques dans M16	MT-2000-31A-A
MT-2000-31B	444316,9	5785191,7	0+91,8N	5+44,5W	ZD (D2) avec démembrement de dykes felsiques dans M16	MT-2000-31B-B
MT-2000-32	444313,9	5785197,4	0+97,9N	5+47,1W	M16 TL+ en bordure de ZD (D2) plutôt schisteuse	MT-2000-32A et 32B
MT-2000-33	444330,3	5785199,8	0+99N	5+30,6W	M16 avec fragments de dykes PF dans ZD	MT-2000-33
MT-2000-34	444334,3	5785192,1	0+91,2N	5+27,1W	Schiste à AC-TM-TL plissé	MT-2000-34
MT-2000-35	444348,9	5785195,7	0+94N	5+12,4W	Schiste à AC-TM-TL avec M16 et S/V1 sulfuré	MT-2000-35A, 35A2 et 35B
MT-2000-36	444353,7	5785195,0	0+92,5N	5+07,5W	Dyke mafique et schiste à BO-AM	MT-2000-36B
MT-2000-37	444412,0	5785206,8	1+00,5N	4+48,2W	Schiste à TL-AC plissé avec veine de QZ en extension tardive	MT-2000-37A, 37B et 37C
MT-2000-38	444414,1	5785205,2	0+98,9N	4+46,3W	Schiste à TL-AC plissé	MT-2000-38A et 38B
MT-2000-39	444402,6	5785210,0	1+04,5N	4+57,8W	Dyke mafique à fragments felsiques	MT-2000-39A, 39B et 39C
MT-2000-40	444404,6	5785204,6	0+99N	4+56W	Schiste à AC-BO-TL avec gros cristaux de TL	MT-2000-40B
MT-2000-41	444402,0	5785200,0	0+94,4N	4+59W	M16 fortement foliée à environ 1m de la veine	MT-2000-41A et 41B
MT-2000-42	444384,0	5785187,6	0+83,1N	4+77,6W	M16 grenu avec veinules de QZ	MT-2000-42A et 42B
MT-2000-43	444376,4	5785205,0	1+01,3N	4+84,3W	Contact faillé entre M16 et S/V1	MT-2000-43
MT-2000-44	444386,3	5785209,5	1+05N	4+74,1W	Dyke felsique avec veinule de QZ	MT-2000-44
MT-2000-45	444405,1	5785216,4	1+10,6N	4+54,8W	Dyke PF avec lambeaux de roche felsique au contact avec M16. ZD (D2)	MT-2000-45A et 45B
MT-2000-46	444360,0	5785200,5	0+97,7N	5+01W	M16 avec S/V1 sulfuré et schiste à AC	MT-2000-46A et 46B
MT-2000-47	444352,0	5785194,1	0+91,7N	5+09,2W	vQZ-TL à texture bréchique	
MT-2000-48A	444318,9	5785204,1	1+04,2N	5+41,8W	S/V1 sulfuré	MT-2000-48
MT-2000-48B	444318,9	5785204,1	1+04,2N	5+41,8W	S/V1 sulfuré	
MT-2000-49	444315,3	5785212,5	1+12,7N	5+45W	ZD formant le contact entre S/V1 sulfuré et S/V hétérogène rubanée	MT-2000-49A, 49B et 49C
MT-2000-50	444286,3	5785208,1	1+10,4N	5+74,2W	S/V1 TL++ en bordure d'une vTL	MT-2000-50A
MT-2000-51	444231,2	5785209,9	1+15,6N	6+29,6W	Roche mafique schisteuse à carbonates	MT-2000-51
MT-2000-52	444307,1	5785226,7	1+27,5N	5+52,1W	schiste à TL-AC avec veine d'extension tardive	MT-2000-52

Numéro échantillon	Coordonnées UTM		Coordonnées grille		Lithologie, description	Lames minces
	Estant	Nordant	Station	Ligne		
MT-2000-53	444302,4	5785239,3	1+40N	5+56,3W	schiste à TL-AC avec veine d'extension tardive	MT-2000-53B
MT-2000-54	444301,6	5785228,9	1+30N	5+57,5W	schiste à AC-TL avec veine de tension à TL	MT-2000-54A
MT-2000-55	444300,5	5785229,2	1+30,3N	5+58,8W	schiste à AC-TL avec veine d'extension tardive	MT-2000-55A et 55B
MT-2000-56	444331,7	5785194,9	0+94,2N	5+29,5W	Fragments de TL avec bordures diffuses dans vQZ-TL à texture bréchique	MT-2000-56
MT-2000-57	444387,6	5785191,8	0+87N	4+73,6W	vTL avec veinules d'extiption tardives	MT-2000-57

Annexe B

Synthèse des observations pétrographiques en microscopie

Annexe B - Synthèse des observations pétrographiques en microscopie

Lithologie	Lames	Minéralogie et textures
Amphibolite rubanée	MT-2000-01	- 10 à 60% de quartz-feldspath xénomorphe (<0.01-0.1 mm)
	MT-2000-05	- 1 à 30% de biotite (0.01-0.5 mm)
	MT-2000-06A et 06B	- 25 à 90% de hornblende, aciculaire, losangique ou xénomorphe (0.01-1 mm)
	MT-2000-09A et 09B	- tr à 1% d'épidote (loc. jusqu'à 5%)
	MT-2000-23A et 23B	- tr à 3% de minéraux opaques disséminés, en amas ou dans veinules (0.01-0.4 mm)
	MT-2000-25A et 25B	- tr à 2% de sphène (0.01-0.1 mm) associée aux opaques, forme des lamines parallèles à la foliation
	MT-2000-26A et 26B	- certaines lames contiennent tourmaline, chlorite, carbonate
	MT-2000-29A et 29B MT-2000-45A et 45B	Texture granoblastique à nématoblastique ±polygonale Variations de composition et de granulométrie assez importantes Rubanement compositionnel millimétrique et alignement minéral définissent à fabrique principale Amphibole alignée selon la linéation d'étirement S2 prend différentes formes (clivage, fractures, alignement minéral)
Amphibolite porphyrique	MT-2000-33	- 1 à 25% phcx de plagioclase hypidiomorphe (0,1 et 3,0 mm)
	MT-2000-41A et 41B	- 8 à 80% de quartz-feldspath xénomorphe ou polygonal (0.01-0.2 mm)
	MT-2000-42A et 42B	- tr à 25% de biotite (0.01-0.7 mm)
	MT-2000-46B	- 3 à 90% de hornblende aciculaire ou losangique (0.01-1.5 mm)
		- tr à 0,5% d'épidote (0.01-0.02 mm)
	- tr à 3% de minéraux opaques disséminés ou dans fractures (0.05-0.5 mm)	
	- tr à 2% de sphène xénomorphe en amas jusqu'à 2 mm long	
	- certaines lames contiennent tourmaline, chlorite, carbonate, muscovite	
	Texture granoblastique polygonale Phénocristaux altérés et fortement recristallisés (difficiles à identifier) Fabriques et linéations bien définies	
Amphibolite altérée	MT-2000-28A et 28B	- 5 à 85% de quartz-feldspath (0.01-0.1 mm)
	MT-2000-32A et 32B	- tr à 40% de biotite (0.1-1 mm)
	MT-2000-43	- 10 à 90% de hornblende aciculaire à xénomorphe (0.01-0.2 mm)
	- tr à 1% de tourmaline (jusqu'à 30% dans l'éch. 43) (0.01-2 mm)	
	- tr à 3% de minéraux opaques	
	- tr à 1% de sphène	
	Rubanement et linéation bien définis par les amphiboles Texture granoblastique à nématoblastique	

Lithologie	Lames	Minéralogie et textures
Amphibolite à carbonates	MT-2000-51	<ul style="list-style-type: none"> - 2 à 5% phcx ou porphyroblastes de plagioclase (0,2 et 1,0 mm) - 35 à 80% de quartz-feldspath xénomorphe (0.01-0.1 mm) - 5-45% de biotite (0.01-0.5 mm) - 3 à 8% d'actinote idio. à hypidiomorphe (0.1-4 mm) - 5 à 40% de carbonate xénomorphe (0.01-0.4 mm) <p>Texture porphyro-grano-lépidoblastique localement polygonale 2 fabriques identifiables</p>
Roche méta-sédimentaire ou méta-volcanite felsique	MT-2000-02A, 02B, 02C MT-2000-05 MT-2000-10A et 10B MT-2000-11A et 11B MT-2000-15A MT-2000-17A et 17B MT-2000-19A et 19B MT-2000-27A et 27B MT-2000-35B MT-2000-39C MT-2000-43 MT-2000-45A et 45B MT-2000-48 MT-2000-49A, 49B, 49C	<ul style="list-style-type: none"> - 60 à 95% de quartz-feldspath xénomorphe ou polygonal (0.01-0.3 mm) - 2 à 20% de biotite (0.01-0.5 mm) - tr à 10% de hornblende aciculaire dans certains échantillons (0.01-3 mm) - tr à 1% d'épidote (jusqu'à 30% dans l'éch. 02) - 1 à 8% de minéraux opaques disséminés, dans fractures, ou en filonnets <p>- certaines lames contiennent actinote, tourmaline, chlorite, carbonate, sphène, muscovite, apatite</p> <p>Granulométrie très fine Texture granoblastiques à lépidoblastique Text. polygonale localement développée Variations composition définissent S0-S1 Alignement biotite défini S2</p>
Conglomérat	MT-2000-12A et 12B	<ul style="list-style-type: none"> - plus de 25% de fragments de taille mmq à cmq <p>Composition générale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 40 à 70% de quartz-feldspath - 15 à 30% de biotite - 10 à 25% de hornblende aciculaire (0.05-10 mm) - 3 à 5% de carbonates - 1 à 3% de chlorite - 1 à 2% de minéraux opaques - traces d'épidote <p>Composition des fragments variable Fragments aplatis selon S1 et plissés par D2 Texture granoblastique ± polygonale</p>

Lithologie	Lames	Minéralogie et textures
Dykes PF	MT-2000-08	- tr à 30% phcx de plagioclase, idio. à hypidiomorphes (0.2-2.5 mm)
	MT-2000-14A et 14B	- 1 à 4% yeux de quartz sur les lames 14A, 14B et 23C seulement
	MT-2000-23C	Matrice composée de:
	MT-2000-26A et 26B	- 60 à 95% de quartz-feldspath (0.01-0.1 mm)
	MT-2000-44	- 2 à 15% de biotite (0.05-0.5 mm) - tr à 7% de hornblende (<0.01-0.3 mm) - tr à 1% de minéraux opaques - dans certaines lames: épidote, chlorite, carbonates, sphène, muscovite et/ou séricite Texture porphyrique à gloméroporphyrique avec matrice granoblastique à texture ±polygonale Phéno. partiellement à fortement recristallisés (reste seulement le coeur), texture en mortier Foliation principale très bien définie par la biotite
Dykes PQF	MT-2000-03	- 30 à 55% de phcx de plagioclase, idio. à hypidiomorphe (0.5-6 mm)
	MT-2000-04B	- 5 à 15% de yeux de quartz à extinction roulante (0.2-3 mm) Matrice composée de: - 95 à 99% de quartz-feldspath (<0.1 mm) - tr à 3% de biotite surtout dans fractures - tr à 2% de muscovite ou séricite surtout dans fractures - tr à 1% de chlorite - loc. traces de: tourmaline, épidote, minéraux opaques, sphène, apatite Texture porphyrique à gloméroporphyrique Matrice fine à texture granulaire montrant polygonisation locale Formation de sous-grains en bordure des phéno. (text. en mortier) Léger alignement des quartz-feldspath dans la matrice (S2???)
Dyke mafique à amphibole	MT-2000-24A et 24B	- 20 à 35% de phcx transformés en hornblende et biotite (0.5-4 mm)
	MT-2000-36B	Matrice composée de: - 50 à 55% de quartz-feldspath (0.01-0.1 mm) - 3 à 5% de biotite (0.02-0.05 mm) - 40 à 47% de hornblende (0.01-0.1 mm) - loc. traces de carbonate et tr-0,5% de minéraux opaques Texture porphyrique avec transformation totale des phénocristaux Matrice fine légèrement rubanée et foliée (semble contenir les deux fabriques S1 et S2)

Lithologie	Lames	Minéralogie et textures
Dyke mafique à fragments de tonalite	MT-2000-39A et 39B	<ul style="list-style-type: none"> - 5 à 10% de phcx transformés en hornblende et biotite - 5 à 20% de fragments de composition tonalitique Matrice composée de: <ul style="list-style-type: none"> - 40 à 50% de quartz-feldspath - 15 à 20% de biotite - 35 à 45% de hornblende - loc. traces de tourmaline, minéraux opaques, sphène
Dyke de lamprophyre tardif	MT-2000-17A et 17B	<ul style="list-style-type: none"> - 10 à 15% phcx de pyroxène idio. à hypidiomorphe(0,2 à 2 mm) souvent maclés, loc. transformés en amphibole - 2% phcx d'olivine hypidiomorphe (0.05-0.5 mm) totalement remplacés en chlorite ou serpentine???? Texture porphyrique à gloméro-porphyrique Matrice cryptocristalline Bordures de refroidissement au contact montre granulométrie plus fine (aphanitique)
Zone d'altération à tourmaline	MT-2000-02A, 02B, 02C MT-2000-10A et 10B MT-2000-11A et 11B MT-2000-13A et 13B MT-2000-15A et 15B MT-2000-19A et 19B MT-2000-20 MT-2000-21A MT-2000-21B MT-2000-30A et 30B MT-2000-35B MT-2000-50A	<ul style="list-style-type: none"> - 15 à 85% de quartz ±feldspath, xénomorphe ou polygonal (0.1-1 mm) - traces à 0.5% de biotite (sauf éch.13 qui contient jusqu'à 15%) - 5 à 80% de tourmaline idio. à xénomorphe, souvent prismatique, poecilitique (0.05-8 mm) - 1 à 10% de minéraux opaques (principalement pyrrhotite et pyrite) disséminés ou en amas (mm à cm) - 1 à 5% de carbonates xénomorphe (0.01-0.2 mm) souvent en amas - localement traces à 1% d'épidote, chlorite, sphène Texture porphyroblastique à matrice polygonale Porphyroblastes de tourmaline riches en inclusions (QZ) orientées en continuité avec la fabrique principale S1 présente dans la matrice Une seule orientation minérale correspondant à la fabrique principale S1
Schiste à actinote-tourmaline minéralisés	MT-2000-16A et 16B MT-2000-37A et 37B MT-2000-38A et 38B	<ul style="list-style-type: none"> - 1 à 8% de quartz (0.01-0.5 mm) interstitiel ou en inclusion dans tourmaline - 45 à 75% d'actinote, aciculaire à xénomorphe, en amas fibro-radiés, (0.01-4 mm) - 20 à 45% de tourmaline, idio. à xénomorphe (0.05-10 mm) - 1 à 2% de minéraux opaques (surtout de la pyrite) interstitiel (0.05-2 mm) - présence locale de chlorite, de carbonates et de sphène mesurant jusqu'à 2 mm de diamètre Rubanement millimétrique de bandes riches en tourmaline et de bandes riches en actinote Nombreuses inclusions de quartz alignées dans le sens de la schistosité à l'intérieur de la tourmaline Actinote en agrégats fibro-radiés dont l'axe long correspond à la schistosité S2

Lithologie	Lames	Minéralogie et textures
Schiste à biotite et/ou chlorite	MT-2000-22A-B2	- 40 à 70% de quartz-feldspath (0.03-0.2 mm)
	MT-2000-22A-B1	- 1 à 20% de tourmaline (0.3-4 mm) idio à hypidiomorphe et poecilitique
	MT-2000-22B-B	- 1 à 25% de biotite (0.05-0.5 mm) - 5 à 15% de carbonates en amas (0.05-0.5 mm) - traces à 20% de chlorite - traces à 2% de min. opaques - avec localement sphène, (kyanite???) Tourmaline contient de nombreuses inclusions ±orientées selon la fabrique principale 2 générations de biotite (1re parallèle à S1, 2e parallèle à S2)
Schiste à biotite-actinote-tourmaline	MT-2000-07A et 07B	- 10 à 60% d'actinote aciculaire (0.01-10 mm)
	MT-2000-40B	- 1 à 50% de tourmaline idio. à hypidiomorphe (0.1-10 mm)
	MT-2000-52	- 30 à 80% de biotite
	MT-2000-53B	- 1 à 15% de quartz-feldspath
	MT-2000-54A MT-2000-55A et 55B	- traces à 10% de carbonate local - traces à 5% de min. opaques (surtout pyrite, pyrrhotite ±chalcopyrite) - traces à 1% de chlorite, muscovite, sphène Foliations plus ou moins bien définies
Schiste à trémolite-actinote-tourmaline	MT-2000-34B	- 5 à 50% de quartz et feldspath (0.01-0.2 mm)
	MT-2000-35A et 35A2	- 2 à 40% de biotite (0.1-1 mm)
	MT-2000-35B	- 25 à 95% de trémolite ± actinote aciculaire (0.01-2 mm) - traces à 25% de tourmaline hypidiomorphe (0.01-7 mm) - traces à 1% de minéraux opaques intergranulaire - localement traces de chlorite, sphène, muscovite Trémolite parfaitement alignée semble définir une zone de déformation parallèle à la fabrique principale Granulométrie plus grossière dans les bandes contenant de la tourmaline

Annexe C

Liste des mesures structurales

- Mesures structurales dans la zone d'étude
- Mesures structurales prises sur les échantillons orientés
- Mesures structurales dans le secteur Boomerang
- Mesures structurales dans la zone Cannard
- Mesures structurales dans sur le décapage 8+50@9+00W

Mesures structurales provenant de la zone d'étude

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage	
1	a	0+96N	4+50W	444410,7	5785202,5	Ss	078	76	x
	b	0+96N	4+50W	444410,7	5785202,5	S?	245	85	x
2	a	0+95N	4+50W	444409,7	5785202,5	ZC	085	70	x
	b	0+95N	4+50W	444409,7	5785202,5	S?	080	75	x
3	a	1+18N	4+54W			S2 ???	090	71	x
4	a	1+14N	4+53W	444406,7	5785220,0	S?	250	77	x
5	a	1+01N	4+53W	444407,4	5785208,3	S2 ???	096	70	
6	a	1+04N	4+56W	444404,3	5785209,7	S2 ???	088	66	
7	a	1+10N	4+69W	444391,0	5785214,8	S2 ???	100	71	
8	a	1+09N	4+65W	444395,1	5785214,0	D	104	60	
9	a	1+03,7N	4+55,7W	444404,8	5785209,5	D	106	58	
	b	1+03,7N	4+55,7W	444404,8	5785209,5	Lé	254	40	
10	a	1+10N	4+69W	444397,5	5785213,2	D	117	60	x
11	a	1+09N	4+80W	444380,3	5785212,2	S1 ???	081	82	x
12	a	0+97N	4+77W	444383,9	5785201,3	S1 ???	270	88	x
13	a	1+02N	5+02,5W	444358,4	5785204,7	S0	252	58	
	b	1+02N	5+02,5W	444337,6	5785204,7	S0	251	73	
14	a	1+00N	5+23W	444337,6	5785205,1	S1 ???	266	79	x
15	a	1+11N	5+38W			S0	154	43	
	b	1+11N	5+38W			Lé	256	42	
	c	1+11N	5+38,5W	444320,8	5785212,0	ZC	276	80	
	d	1+11N	5+38W			S0	182	41	
	e	1+11N	5+38W			S0	216	49	
	f	1+11N	5+38W			S0	140	49	
16	a	1+05N	5+35W	444324,3	5785202,3	F	276	66	
17	a	1+25N	5+55W			S0	217	71	x
18	a	1+24N	5+53W			S1	085	74	x
	b	1+24N	5+53W			S1	095	66	x
19	a	1+25N	5+53W			S0	228	71	x
	b	1+25N	5+53W			S0	220	70	x
20	a	1+24N	5+53W			V	080	50	x
21	a	1+24N	5+54W			V	075	37	x
	b	1+23N	5+55W			V	075	40	x
	c	1+22N	5+57W	444295,4	5785217,7	V	125	50	x
	d	1+20N	5+60W			V	080	40	x
	e	1+25N	5+72W			V	090	49	x
22	a	1+23N	6+27W	444234,9	5785215,7	S1 ???	084	85	x
23	a	1+30N	6+15W	444244,7	5785225,1	S0	116	30	x
	b	1+30N	6+15W	444244,7	5785225,1	S0	250	58	x
24	a	1+27N	6+49W			S0	239	76	x
25	a	1+00N	5+85W	444275,7	5785200,4	S0	239	74	
	b	1+01N	5+85W			S0	134	56	
	c	1+03N	5+86W			S0	134	56	
	d	1+03N	5+86W			S0	148	44	
	e	1+03N	5+86W			S0	100	85	
	f	1+03N	5+86W			S0	262	89	
	g	1+03N	5+86W			Spa	246	75	
	h	1+00N	5+85W			S0	235	65	

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage
25	i	1+00N	5+85W			S0	240	65
	j	1+00N	5+85W			S0	100	61
	k	1+00N	5+85W			S0	115	56
	l	1+00N	5+85W			L21	263	49
26	a	0+98N	6+02W	444259,6	5785193,6	Vles	092	58
	b	0+98N	6+02W	444259,6	5785193,6	Vles	100	55
27	a	1+00N	6+05W	444256,4	5785195,7	V	058	55
	b	1+00N	6+05,5W	444256,2	5785195,6	V	060	50
	c	1+00N	6+06W	444256,0	5785195,4	V	070	41
	d	1+00N	6+06W	444256,0	5785195,4	V	040	16
	e	1+00N	6+06W	444256,0	5785195,4	S?	120	31
28	a	0+95N	5+43W			ZC	100	78
	b	0+95N	5+43W			S?	250	60
29	a	0+97N	5+59W	444302,1	5785195,6	V	080	60
	b	0+97N	5+59W	444302,1	5785195,6	V	090	35
30	a	0+96N	5+57,5W	444303,7	5785195,0	S1 ???	105	62
	b	0+96N	5+57,5W	444303,7	5785195,0	S1 ???	115	43
31	a	0+98N	5+60W	444301,2	5785196,3	S1 ???	170	29
32	a	0+98N	5+73,5W			S0	230	25
	b	0+98N	5+73,5W			S0	220	28
	c	0+98N	5+73,5W			S0	110	31
	d	0+98N	5+73,5W			S?	115	45
	e	0+98N	5+73,5W			S2	260	71
	f	0+98N	5+73,5W			L21	265	16
33	a	0+96N	5+76W	444285,7	5785193,8	S0	234	55
	b	0+96N	5+76W	444285,7	5785193,8	Spa	090	90
	c	0+96N	5+76W	444285,7	5785193,8	Axep	265	34
	d	0+96N	5+76W	444285,7	5785193,8	L21	270	42
34	a	0+98N	5+77W	444284,2	5785195,7	V	080	41
	b	0+98N	5+77W	444284,2	5785195,7	V	083	56
35	a	0+90N	5+66W	444295,5	5785188,4	Spa	272	85
	b	0+90N	5+66W	444295,5	5785188,4	Spa	088	85
36	a	0+91N	5+66W	444295,5	5785189,3	Pax	082	85
	b	0+91N	5+66W	444295,5	5785189,3	S0	235	56
	c	0+91N	5+66W	444295,5	5785189,3	S0	110	62
	d	0+91N	5+66W	444295,5	5785189,3	Axep	270	31
	e	0+91N	5+66W	444295,5	5785189,3	L21	260	39
37	a	1+07,5N	5+56,5W			ZC	254	80
	b	1+07,5N	5+55,5W			S?	242	66
	c	1+07,5N	5+55,5W			S0	260	80
38	a	1+02N	5+66W	444294,9	5785200,4	Vext	346	29
39	a	1+02N	5+64W	444296,9	5785200,5	S0	246	64
	b	1+02N	5+64W	444296,9	5785200,5	S0	244	66
	c	1+02N	5+64W	444296,9	5785200,5	S2	272	76
	d	1+02N	5+64W	444296,9	5785200,5	S2	270	89
	e	1+02N	5+64W	444296,9	5785200,5	S2	090	80
	f	1+02N	5+64W	444296,9	5785200,5	L21	271	42
40	a	1+29N	5+50W	444309,2	5785230,3	S0	112	79

x
x

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage
41	a	1+26,5N	5+48W	444311,3	5785226,4	Ss	110	70
	b	1+26,5N	5+48W	444311,3	5785226,4	Vext	036	85
42	a	1+22,5N	5+41W	444318,5	5785223,1	S?	097	63
43	a	0+93N	5+05W	444356,3	5785195,8	Lé	263	22
44	a	1+14N	6+43W	444218,1	5785207,2	SO	230	69
45	a	1+15N	6+41,5W	444219,6	5785208,5	SO	215	70
46	a	1+15N	6+50W	444211,1	5785207,8	SO	221	51
47	a	1+14N	6+53W	444208,3	5785206,5	SO	103	71
48	a	1+21,5N	6+53W	444207,8	5785214,0	SO	110	74
	b	1+21,5N	6+53W	444207,8	5785214,0	Lé	271	56
49	a	1+25N	6+59W	444202,4	5785217,0	SO	140	62
	b	1+25N	6+59W	444202,4	5785217,0	Pax	098	85
	c	1+25N	6+59W	444202,4	5785217,0	L21	272	55
50	a	1+28N	6+58W	444201,8	5785220,2	SO	199	58
51	a	1+33N	6+62W	444198,1	5785225,0	SO	223	60
	b	1+33N	6+62W	444198,1	5785225,0	SO	099	65
52	a	1+33N	6+60W	444200,1	5785225,1	SO	080	71
	b	1+33N	6+60W	444200,1	5785225,1	SO	130	54
	c	1+33N	6+60W	444200,1	5785225,1	SO	084	75
	d	1+33N	6+60W	444200,1	5785225,1	Pax	093	75
	e	1+33N	6+60W	444200,1	5785225,1	Axep	262	50
	f	1+33N	6+60W	444200,1	5785225,1	L21	258	48
53	a	1+36N	6+56W	444203,8	5785228,3	SO	232	50
	b	1+36N	6+56W	444203,8	5785228,3	SO	220	54
54	a	1+33N	6+50W	444210,0	5785225,8	SO	258	70
55	a	1+34N	6+47,5W	444212,2	5785226,9	SO	210	66
	b	1+34N	6+47,5W	444212,2	5785226,9	SO	214	51
	c	1+34N	6+47,5W	444212,2	5785226,9	Pax	100	75
	d	1+34N	6+47,5W	444212,2	5785226,9	L21	255	58
	e	1+34N	6+47,5W	444212,2	5785226,9	L21	266	45
56	a	1+40N	6+37W	444222,3	5785233,7	SO	250	66
57	a	1+39N	6+39,5W	444219,8	5785232,6	SO	241	64
58	a	1+35N	6+41,5W	444218,2	5785228,2	SO	180	51
59	a	1+20N	6+44,5W	444215,3	5785223,2	SO	245	63
60	a	1+33N	6+27W	444233,7	5785211,0	SO	283	80
61	a	1+25N	6+10W	444249,9	5785220,6	SO	160	34
	a	1+30N	6+15W	444244,7	5785225,2	SO	157	37
62	b	1+30N	6+15W	444244,7	5785225,2	SO	236	40
	a	1+31N	6+12,5W	444246,9	5785226,4	SO	256	67
63	b	1+31N	6+12,5W	444246,9	5785226,4	Lé	266	40
	a	1+28N	6+05W	444254,5	5785224,2	SO	140	31
64	b	1+28N	6+05W	444254,5	5785224,2	SO	175	60
	c	1+28N	6+05W	444254,5	5785224,2	F	305	89
	a	1+30N	5+95W	444264,1	5785226,5	SO	230	68
65	a	1+13N	5+93W	444267,5	5785209,7	SO	160	46
	b	1+13N	5+93W	444267,5	5785209,7	Lé	221	55
66	a	1+08,5N	5+92,5W	444267,7	5785205,0	SO	236	51

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage
68	a	1+01,5N	5+95W	444266,3	5785198,1	S0	190	43
	b	1+01,5N	5+95W	444266,3	5785198,1	S0	240	55
69	a	0+96,5N	5+97,5W	444264,0	5785192,8	S0	133	36
	b	0+96,5N	5+97,5W	444264,0	5785192,8	Lé	264	24
70	a	0+99,5N	6+03W	444259,0	5785194,9	S0	220	51
	b	0+99,5N	6+03W	444259,0	5785194,9	Lé	258	30
	c	0+98N	6+03W	444259,0	5785195,4	S0	180	31
	d	0+97,6N	6+03W	444258,8	5785194,3	S0	115	31
	e	0+97,6N	6+03W	444258,8	5785194,3	Pax	263	77
	f	0+97,6N	6+03W	444258,8	5785194,3	L21	270	31
71	a	1+05N	6+04,5W	444257,3	5785201,1	S0	200	41
	b	1+05N	6+04,5W	444257,3	5785201,1	Pax	094	81
	c	1+05N	6+04,5W	444257,3	5785201,1	L21	267	39
72	a	1+09N	6+12,5W	444248,4	5785204,2	S2 ???	094	68
73	a	1+10N	6+20,5W	444240,5	5785204,7	Ss	248	85
74	a	1+10N	6+00W	444260,5	5785206,6	Pax	098	81
	b	1+10,5N	6+00W	444261,0	5785206,6	S0	212	50
	c	1+10,5N	6+00W	444261,0	5785206,6	L21	269	46
75	a	0+97N	5+83,5W	444277,7	5785194,4	S0	215	55
76	a	0+97N	5+82W	444279,3	5785194,3	S2	092	81
77	a	1+05,7N	5+80W	444280,8	5785203,2	S0	079	65
78	a	1+07,5N	5+79,5W	444281,0	5785205,2	S0	070	79
79	a	1+11N	5+80W	444280,6	5785208,6	S0	138	45
80	a	1+10N	5+79W	444281,5	5785207,6	S0	143	52
81	a	1+19N	5+77,5W	444282,5	5785216,8	S0	178	43
	b	1+20N	5+78W	444282,0	5785217,7	S0	095	73
82	a	1+18,5N	5+71W	444289,0	5785216,5	S0	105	62
	b	1+18,5N	5+71W	444289,0	5785216,5	Lé	255	32
	c	1+18,5N	5+71W	444289,0	5785216,5	S2	095	84
83	a	1+21,5N	5+62,5W	444297,3	5785220,2	S0	102	66
84	a	1+25N	5+61,5W	444298,1	5785223,6	S0	150	45
85	a	1+25N	5+53,5W	444306,0	5785224,2	S0	115	45
	b	1+25N	5+53,5W	444306,0	5785224,2	Lé	262	32
	c	1+25,5N	5+54W	444305,5	5785224,6	S0	164	61
	d	1+24,5N	5+53W	444306,6	5785223,7	S0	175	42
86	a	1+29N	5+50W	444309,2	5785228,9	Ss	112	71
87	a	1+34,5N	5+54,5W	444304,4	5785233,5	S0	234	65
	b	1+34,5N	5+54,5W	444304,4	5785233,5	Pax	093	80
	c	1+34,5N	5+54,5W	444304,4	5785233,5	L21	263	47
88	a	1+02,5N	5+55,5W	444305,3	5785201,4	S0	225	44
	b	1+02,5N	5+55,5W	444305,3	5785201,4	Lé	254	22
89	a	0+94N	5+01W	444360,2	5785196,9	S0	225	29
89	b	0+94N	5+01W	444360,2	5785196,9	Lé	260	18
90	a	0+96N	5+10W	444351,2	5785197,9	S1 ???	245	52
90	b	0+95,5N	5+10,5W	444350,7	5785198,4	S1 ???	201	35
91	a	1+05N	5+11,5W	444349,1	5785206,9	S0	243	33
92	a	1+07N	5+07,5W	444353,0	5785209,5	S0	247	45

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage
93	a	1+11N	5+07,5W	444352,8	5785213,4	S0	125	45
	b	1+11N	5+08,5W	444352,8	5785214,3	Lé	261	46
94	a	1+04N	5+20,5W	444340,0	5785205,2	S0	217	52
	b	1+05N	5+21W	444339,6	5785206,3	S2 ???	091	69
	c	1+05N	5+21W	444339,6	5785206,3	L21	254	39
95	a	1+10,1N	6+98,5W	444161,2	5785196,7	S0	135	42
	b	1+09,8N	6+98,6W	444160,9	5785196,8	S0	240	73
	c	1+09,8N	6+98,6W	444160,9	5785196,8	Lé	255	42
	d	1+09,7N	6+98,7W	444160,8	5785196,9	S0	196	47
	e	1+10N	6+98,4W	444161,1	5785196,6	S2	266	88
	f	1+10N	6+98,4W	444161,1	5785196,6	L21	269	46
96	a	1+08,4N	7+00,2W	444159,9	5785194,9	S0	245	81
97	a	1+07N	7+03,5W	444156,8	5785193,3	S0	245	70
98	a	1+14N	6+98,5W	444160,9	5785200,7	S0	245	76
	b	1+14N	6+98,5W	444160,9	5785200,7	Lé	262	47
99	a	1+15N	6+99,6W	444159,8	5785201,6	S0	238	70
100	a	0+99N	6+99,6W	444161,1	5785185,7	S0	240	70
	b	0+99,4N	7+00,3W	444161,5	5785186,3	S0	111	73
101	a	0+98N	5+21W	444340,0	5785199,2	Vext	108	32
102	a	0+97,5N	5+23W	444338,0	5785198,4	Vext	106	33
201	a	0+97N	5+96,5W	444264,8	5785193,4	V	074	53
202	a	0+97N	5+96,5W	444264,9	5785193,3	stries	221	35
203	a	0+97,8N	5+91,5W	444265,7	5785198,5	rub. V	075	55
204	a	0+98,7N	5+80W	444281,2	5785196,3	rub. V	075	64
205	a	0+98,7N	5+80W	444281,2	5785196,3	stries	232	37
206	a	0+98,6N	5+71,7W	444289,5	5785196,6	rub. V	082	58
207	a	0+98,6N	5+71,7W	444289,5	5785196,6	stries	228	39
208	a	0+97,8N	5+68,3W	444288,7	5785193,1	V	098	53
209	a	0+98,5N	5+75,5W	444285,6	5785196,2	rub. V	081	51
210	a	0+98,7N	5+85,5W	444275,6	5785196,0	V	095	40
211	a	0+97N	5+57W	444304,2	5785195,7	V-Ss	098	32
	b	0+97N	5+57W	444304,2	5785195,7	V-Ss	128	29
212	a	0+97N	5+57W	444304,2	5785195,7	Vext	194	85
213	a	0+97N	5+58,5W	444302,6	5785195,7	Vext	188	86
214	a	0+97N	5+58,6W	444302,6	5785195,8	V	093	32
215	a	0+97N	5+59,3W	444301,9	5785195,7	V	078	58
216	a	0+95,1N	5+44,7W	444316,6	5785194,9	Vext	002	70
217	a	0+94,4N	5+38,7W	444322,8	5785194,5	rub. V	107	44
218	a	0+94,2N	5+38,3W	444322,6	5785194,1	V	112	48
219	a	0+94,3N	5+38,3W	444327,4	5785195,4	Vext	196	84
	b	0+95,2N	5+33,8W	444328,3	5785191,0	rub. V	094	51
220	a	0+94,2N	5+24,3W	444337,0	5785195,2	Vext	177	80
221	a	0+94N	5+23,1W	444338,0	5785195,1	V	104	50
222	a	0+92,2N	5+16,3W	444345,0	5785194,0	V	086	63
223	a	0+92N	5+14,6W	444346,5	5785193,8	Ss	086	58
224	a	0+92N	5+12,8W	444348,5	5785193,8	V	095	52
225	a	0+92N	5+12,8W	444348,5	5785193,8	Vext	312	62
226	a	0+92N	5+12,8W	444348,5	5785193,8	Vext	009	89

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage
227	a	0+91N	5+09,5W	444351,9	5785193,5	V	089	45
228	a	0+91N	5+09,3W	444352,2	5785193,4	Vext	005	86
229	a	0+90,6N	5+08W	444353,3	5785193,3	V	072	46
230	a	0+88N	4+87,6W	444373,9	5785191,9	V	083	50
231	a	0+88,6N	4+92,3W	444369,1	5785192,2	V	099	46
232	a	0+88N	4+84,3W	444377,1	5785191,8	V	070	46
233	a	0+87,2N	4+80W	444381,4	5785192,0	Ss	090	54
234	a	0+87,3N	4+80W	444381,5	5785192,0	Ss	125	34
235	a	0+87N	4+79,3W	444382,2	5785191,4	Vext	000	88
236	a	0+87N	4+73,6W	444387,8	5785191,9	V	078	56
237	a	0+87N	4+73,6W	444387,8	5785191,9	Vext	288	50
	b	0+87N	4+73,6W	444387,8	5785191,9	Vext	185	57
238	a	0+87N	4+73,6W	444387,8	5785191,9	stries	219	32
239	a	1+10,7N	6+18,2W	444242,4	5785205,6	V	085	58
240	a	1+08N	6+08,4W	444252,4	5785204,1	V	107	54
241	a	1+07,6N	6+04W	444257,0	5785203,5	V	103	51
242	a	1+08N	6+00,5W	444260,2	5785203,3	V	085	56
243	a	1+08N	6+00,5W	444260,2	5785203,3	stries	235	30
244	a	1+08,3N	5+96,4W	444264,5	5785204,7	V	083	60
245	a	1+09N	5+93,8W	444266,9	5785205,7	Vext	333	86
246	a	1+09,1N	5+93,4W	444267,5	5785205,9	V	089	53
247	a	1+09,1N	5+93,4W	444267,5	5785205,9	stries	242	28
248	a	1+08,6N	5+82,2W	444278,5	5785206,1	V	092	52
249	a	1+08N	5+66,3W	444294,6	5785206,4	Vext	192	75
250	a	1+19,5N	5+91,2W	444268,7	5785216,5	V	073	40
251	a	1+19,6N	5+90,4W	444269,7	5785216,6	V	062	45
252	a	1+20,3N	5+89,3W	444270,4	5785217,1	V	045	45
253	a	1+20,8N	5+86,7W	444273,9	5785217,7	V	105	51
254	a	1+24,1N	6+27,3W	444233,0	5785217,6	Vext	187	75
255	a	1+24,5N	6+22,5W	444237,6	5785219,0	V	072	53
256	a	1+28,4N	6+07,2W	444252,3	5785223,6	V	095	56
257	a	1+28,4N	6+07,2W	444252,3	5785223,6	stries	241	29
258	a	1+28N	6+05W	444254,7	5785223,7	V	069	55
259	a	1+27,8N	5+97,9W	444261,6	5785224,6	V	070	57
260	a	1+27,2N	5+95,7W	444263,6	5785224,2	Vext	002	65
261	a	1+27,1N	5+94,6W	444264,9	5785224,3	V	083	51
262	a	1+26N	5+86,4W	444273,2	5785222,6	V	090	64
263	a	1+24,7N	5+79,3W	444280,6	5785222,0	V	094	54
264	a	1+24,4N	5+77,2W	444282,6	5785221,7	V	105	54
265	a	1+20,6N	5+66,5W	444293,4	5785218,9	V	084	48
266	a	1+17,3N	5+61W	444299,0	5785216,4	V	088	50
267	a	1+17,3N	5+60,3W	444299,8	5785216,4	Vext	018	72
268	a	1+18,8N	5+44,2W	444315,7	5785218,4	V	100	45
269	a	1+18N	5+48,3W	444311,8	5785217,4	V	084	66
270	a	1+08,8N	5+47,8W	444312,6	5785208,2	V	108	70
271	a	1+07,4N	5+41,5W	444318,9	5785207,4	V	091	62
272	a	1+05,3N	5+31,6W	444329,2	5785205,9	V	090	45
273	a	1+04,7N	5+22,7W	444337,9	5785205,8	V	102	55

Station	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage
274	a	1+04,7N	5+22,7W	444337,9	5785205,8	stries	230	49
275	a	1+04,6N	5+22,4W	444337,7	5785205,5	Vext	006	73
276	a	1+01,2N	5+14,4W	444346,3	5785202,8	V	090	56
277	a	1+00,2N	5+09,9W	444351,1	5785202,6	V	089	54
278	a	1+00,8N	5+03W	444357,9	5785203,6	V	071	60
279	a	1+00,5N	4+96,8W	444364,0	5785203,7	V	100	63
280	a	1+00,5N	4+96,8W	444364,0	5785203,6	stries	240	51
281	a	1+00N	4+92W	444368,9	5785203,6	V	083	61
282	a	0+99,7N	4+87,1W	444373,6	5785203,7	V	089	51
283	a	0+99,7N	4+87,1W	444373,7	5785203,6	stries	219	41
284	a	0+99,6N	4+83,1W	444377,7	5785203,8	V	085	55
285	a	1+00N	4+81,1W	444379,8	5785204,3	Vext	186	65
286	a	0+98,7N	4+79,2W	444381,6	5785203,2	Vext	179	82
287	a	0+97,6N	4+78,3W	444382,5	5785202,3	V	88	60
288	a	0+96N	4+60W	444400,7	5785202,4	Ss	111	63

Mesures structurales provenant des échantillons orientés

Site	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage	Échantillon
501	a	1+15,3N	6+94,7W	444164,9	5785202,3	S0	243	80	MT-2000-01
	b					F	085	84	
	c					Lé	262	45	
502	a	1+07,7N	7+00,2W	444159,8	5785194,2	S0	258	65	MT-2000-02
	b					F	274	85	
504	a	1+13,9N	6+38,9W	444222,2	5785207,5	Vle	044	71	MT-2000-04
	b					S0	226	83	
505	a	1+30N	6+42,9W	444217,3	5785223,3	S0	251	80	MT-2000-05
	b					Lé	262	45	
506	a	1+35,8N	6+58,3W	444201,6	5785227,9	S0	238	75	MT-2000-06
	b					F	083	85	
	c					Lé	256	50	
508	a	1+30,8N	6+17,8W	444241,7	5785226,0	S0	232	77	MT-2000-08
	b					S2	094	78	
	c					Lé	256	41	
	d					L21	254	58	
509	a	1+25,8N	6+06,6W	444253,1	5785221,5	S0	116	70	MT-2000-09
	b					S0	150	57	
	c					S2	086	83	
	d					L21	255	59	
	e					Axep	263	59	
510	a	1+24,7N	5+78,4W	444281,4	5785222,1	S0	086	72	MT-2000-10
	b					S0	119	70	
	c					Lé	254	33	
511	a	1+22,6N	5+56,3W	444303,4	5785221,5	S0	100	87	MT-2000-11
	b					S0	184	87	
	c					F	067	48	
	d					Lé	018	62	
	e					Lé	277	42	
512	a	1+33,7N	5+51,5W	444307,4	5785232,7	S0	120	70	MT-2000-12
	b					S0	142	54	
	c					S0	250	68	
	d					S2	273	86	
	e					L21	277	47	
	f					Axep	275	50	
513	a	1+39,7N	5+55W	444303,6	5785238,9	S0	169	56	MT-2000-13
	b					S0	249	88	
	c					S0	234	75	
	d					S2	095	73	
	e					V	116	50	
	f					Lé	265	51	
	g					L21	252	54	
514	a	1+39,1N	5+58W	444300,7	5785238,1	S0	096	80	MT-2000-14
	b					Vle	030	60	

Site	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage	Échantillon
515	a	1+39,7N	5+57,4W	444301,3	5785238,7	S0	099	79	MT-2000-15
	b					S0	147	78	
	c					Vle	083	68	
	d					Lé	260	49	
	e					stries	225	56	
516	a	1+22N	5+41,5W	444318,0	5785222,2	S2	105	74	MT-2000-16
	b					Vext	012	84	
	c					Lé	195	74	
517	a	1+30,4N	5+43,4W	444315,7	5785230,2	S0	299	78	MT-2000-17
	b					Dm	261	85	
518	a	1+18,1N	5+60,4W	444299,4	5785216,8	Vext	196	90	MT-2000-18
	b					RQZ	105	35	
519	a	1+18,4N	5+59,5W	444300,3	5785217,0	S0	254	79	MT-2000-19
	b					S0	275	65	
520	a	1+17,4N	5+59W	444301,0	5785216,2	S0	230	75	MT-2000-20
	b					V	233	81	
521	a	1+23,3N	5+49,5W	444310,0	5785222,6	S0	156	62	MT-2000-21
	b					F	042	53	
	c					Lé	276	59	
522	a	1+09N	6+12,6W	444248,3	5785204,3	S0	112	84	MT-2000-22
	b					S0	091	70	
	c					S2	105	68	
	d					V	108	43	
	e					Sext v	282	65	
	f					Lé	260	49	
	g					S0	100	53	
	h					S0	167	58	
	i					Lé	257	48	
	523					a	1+02,2N	5+95,4W	
b		S0	218	60					
c		S0	160	50					
d		S2	280	85					
e		Df	204	45					
f		Vle	260	70					
g		Vle	114	62					
h		Lé	271	48					
i		L21	284	44					
524		a	1+01,6N	5+76,8W	444284,2	5785199,4			S2
	b	Dm					123	82	
	c	Lé					287	49	
525	a	1+03N	5+72W	444288,9	5785201,0	S0	184	55	MT-2000-25
	b					S2	273	83	
	c					Lé	271	55	
	d					L21	283	55	
	e					Axep	271	55	
526	a	0+98,5N	5+69,4W	444291,7	5785196,7	S0	232	46	MT-2000-26
	b					Df	225	47	
	c					Lé	277	35	

Site	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage	Échantillon
527	a	1+04,4N	5+79,7W	444281,1	5785201,9	S0	256	70	MT-2000-27
528	a	0+99,3N	5+67W	444294,1	5785197,6	S0	203	40	MT-2000-28
	b					Pax	277	87	
	c					Lé	263	34	
	d					L21	279	39	
529	a	0+92,2N	5+66,7W	444294,8	5785190,6	S0	203	45	MT-2000-29
	b					S0	134	39	
	c					S0	182	38	
	d					S2	089	82	
	e					Pax	085	82	
	f					Lé	260	35	
	g					L21	263	37	
	h					Axep	260	35	
530	a	1+07,3N	5+77,2W	444283,5	5785205,1	S0	245	88	MT-2000-30
	b					S0	072	84	
	c					Lé	254	30	
531	a	0+91,8N	5+44,5W	444316,9	5785191,7	S0	264	50	MT-2000-31
	b			444316,9	5785191,7	S2	101	85	
	c					Pax	103	89	
	d					Lé	277	42	
	e					L21	279	17	
	f					S2	100	78	
	g					Lé	271	39	
532	a	0+97,9N	5+47,1W	444313,9	5785197,4	S0	248	67	MT-2000-32
	b					S2	262	85	
	c					Lé	265	32	
	d					L21	266	35	
533	a	0+99N	5+30,6W	444330,3	5785199,8	S2	268	74	MT-2000-33
	b					Lé	276	27	
534	a	0+91,2N	5+27,1W	444334,3	5785192,1	S0	254	60	MT-2000-34
	b					S0	260	50	
	c					S2	260	50	
	d					Pax	104	63	
	e					Lé	267	20	
	f					Axep	267	30	
535	a	0+94N	5+12,4W	444348,9	5785195,7	S0	260	60	MT-2000-35
	b					S0	166	40	
	c					S0	204	33	
	d					S2	094	82	
	e					L21	269	30	
	f					Axep	280	35	
536	a	0+92,5N	5+07,5W	444353,7	5785195,0	S0	090	80	MT-2000-36
	b					S2	270	80	
	c					Dm	090	71	
	d					Lé	266	23	
537	a	1+00,5N	4+48,2W	444412,0	5785206,8	S2	253	87	MT-2000-37
	b					Vext	338	60	
	c					Lé	259	65	

Site	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage	Échantillon
538	a	0+98,9N	4+46,3W	444414,1	5785205,2	S2	074	87	MT-2000-38
	b					Lé	247	60	
539	a	1+04,5N	4+57,8W	444402,6	5785210,0	S2	097	65	MT-2000-39
	b					Lé	246	48	
540	a	0+99N	4+56W	444404,6	5785204,6	S0	250	73	MT-2000-40
	b					Lé	260	29	
541	a	0+94,4N	4+59W	444402,0	5785200,0	S0	262	70	MT-2000-41
	b					S2	082	88	
	c					Lé	273	28	
542	a	0+83,1N	4+77,6W	444384,0	5785187,6	S0	234	27	MT-2000-42
	b					S2	276	86	
	c					Vext	356	75	
	d					Lé	286	22	
	e					L21	277	19	
543	a	1+01,3N	4+84,3W	444376,4	5785205,0	S2	080	82	MT-2000-43
	b					Lé	253	40	
544	a	1+05N	4+74,1W	444386,3	5785209,5	S2	257	87	MT-2000-44
	b					V	103	48	
	c					Lé	259	35	
545	a	1+10,6N	4+54,8W	444405,1	5785216,4	S2	093	88	MT-2000-45
	b					Lé	272	15	
546	a	0+97,7N	5+01W	444360,0	5785200,5	S0	223	55	MT-2000-46
	b					S2	270	80	
	c					Lé	277	35	
	d					L21	282	51	
548	a	1+04,2N	5+41,8W	444318,9	5785204,1	S0	171	50	MT-2000-48
	b					S2	100	77	
	c					Lé	270	50	
	d					L21	264	50	
549	a	1+12,7N	5+45W	444315,3	5785212,5	S0	122	67	MT-2000-49
	b					S2	273	88	
	c					F	274	80	
	d					L21	275	47	
550	a	1+10,4N	5+74,2W	444286,3	5785208,1	S0	148	55	MT-2000-50
	b					S0	126	55	
	c					Vle	077	40	
	d					Lé	291	41	
551	a	1+15,6N	6+29,6W	444231,2	5785209,9	S0	114	50	MT-2000-51
	b					S2	089	77	
	c					Lé	251	45	
	d					L21	260	34	
552	a	1+27,5N	5+52,1W	444307,1	5785226,7	S0	099	60	MT-2000-52
	b					S0	169	68	
	c					S2	109	60	
	d					Vext	195	88	
	e					Lé	250	58	
	f					L21	212	59	

Site	Id	Ligne	Station	UTME	UTMN	Type	Direction	Pendage	Échantillon
553	a	1+40N	5+56,3W	444302,4	5785239,3	S0	072	62	MT-2000-53
	b					S2	124	70	
	c					Vle	044	70	
	d					Lé	251	45	
	e					Lé	230	35	
	f					L21	167	62	
554	a	1+30N	5+57,5W	444301,6	5785228,9	S2	086	85	MT-2000-54
	b					Vext	176	85	
555	a	1+30,3N	5+58,8W	444300,5	5785229,2	S2	095	83	MT-2000-55
	b					Lé	274	10	
	c					Lé	230	80	
557	a	0+87N	4+73,6W	444387,6	5785191,8	S0	183	57	MT-2000-57
	b					V	083	48	
	c					Vext	191	70	
	d					Stries	224	35	

Mesures structurales provenant du secteur Cannard

Site	Id	Ligne*	Station*	UTME	UTMN	Type	Dir	Pend
1050	a	18+01.8W	0+39.4N			Sp (S2)	083	72
1051	a	18+00W	0+29.4N			V	082	73
1052	a	17+99.8W	0+30N			Sp (S2)	073	74
1053	a	18+01.5W	0+00.3N			S0	193	48
1054	a	18+01.5W	0+00.2N			Axep	245	33
1055	a	18+02.5W	0+00.2S			S2	069	76
1056	a	18+02.2W	0+00.1N			S0	172	46
1057	a	18+02.1W	0+00.5S			S0	110	40
1058	a	18+01.4W	0+00N			S0	207	69
1059	a	18+00.7W	0+01.7N			S0	061	81
1060	a	18+00.7W	0+02.1N			S0	115	39
1061	a	18+00.7W	0+02.2N			S0	160	41
1062	a	18+01.1W	0+02.1N			S2	080	73
1063	a	18+01.6W	0+01.2N			S0	234	89
1064	a	18+01.6W	0+01.1N			Axep	240	34
1065	a	18+01.3W	0+02.3N			S0	113	54
1066	a	18+02.5W	0+43N			S0	097	60
1067	a	18+03W	0+43.5N			Sp (S2)	075	71
1068	a	18+02W	0+40.5N			Sp (S2)	080	74
1069	a	18+01.5W	0+32N			S0	109	70
1070	a	18+04W	0+43.5N			Sp (S2)	070	61
1071	a	18+02.5W	0+55.5N			Sp (S2)	077	76
1072	a	18+07W	0+93N			Sp (S2)	072	83
1073	a	18+09.5W	1+05N			Sp (S2)	080	79
1074	a	18+05.7W	0+83.3N			S0	237	84
1075	a	18+06W	0+84N			S0	111	57
1076	a	18+06W	0+83.6N			S0	044	77
1077	a	18+06W	0+83.8N			S0	103	68
1078	a	18+04.7W	0+77N			S0	126	73
1079	a	18+05W	0+77.8N			S0	104	72
1080	a	20+99W	0+60N			Sp (S2)	070	80
1081	a	20+99W	0+63.4N			V	070	71
1082	a	20+99W	0+62N			V	089	78
1083	a	20+99W	0+66.4N			Sp (S2)	084	78
1084	a	20+98.5W	0+66.8N			V	083	72
1085	a	20+98W	0+68.5N			Sp (S2)	080	67
1086	a	20+98W	0+71.2N			V	107	72
1087	a	20+97.3W	0+72.9N			V	079	70
1088	a	20+98W	0+75.5N			V	077	66
1089	a	20+97.5W	0+76N			S0	103	59
1090	a	20+96W	0+81N			V	076	64
1091	a	20+95W	0+82N			Sp (S2)	080	79
1092	a	20+91.5W	0+89.5N			Sp (S2)	080	70
1093	a	20+91W	0+90.5N			Sp (S2)	074	72
1094	a	20+87.2W	1+09.5N			Sp (S2)	079	63
1095	a	20+87.2W	1+09.5N			Lé	135	60

Site	Id	Ligne*	Station*	UTME	UTMN	Type	Dir	Pend
1096	a	20+99W	0+63.9N			Axep	253	33
1097	a	20+99W	0+63.8N			S0	080	61
1098	a	20+99W	0+64N			S0	240	77
1099	a	20+99W	0+64.2N			S0	128	45
1100	a	20+99W	0+64.2N			S0	225	64
1101	a	20+83W	1+29N			Sp (S2)	085	80
1102	a	20+83.5W	1+33N			Sp (S2)	064	83
1103	a	20+81.5W	1+49N			Sp (S2)	085	65
1104	a	20+81.5W	1+57N			Sp (S2)	074	84
1105	a	20+82W	1+65N			Sp (S2)	070	69
1106	a	20+81W	1+67N			V	084	72
1107	a	20+84.7W	1+78.5N			Sp (S2)	079	71
1108	a	20+87.5W	1+96N			Sp (S2)	081	63
1109	a	25+03.5W	0+53.7N			F	348	76
1110	a	25+01.5W	0+54N			Sp (S2)	082	70
1111	a	25+02.5W	0+63N			Sp (S2)	061	75
1112	a	25+01W	0+81N			Sp (S2)	086	61
1113	a	24+99.5W	0+91.5N			Sp (S2)	076	66
1114	a	24+99.5W	1+01.2N			Sp (S2)	066	75
1115	a	24+99W	1+27N			Sp (S2)	082	75
1116	a	24+96.5W	2+19.5N			Sp (S2)	087	52
1117	a	24+97W	1+98N			Sp (S2)	078	74
1118	a	24+96.5W	1+67.5N			Sp (S2)	095	70
1119	a	24.94.5W	1+57N			Sp (S2)	075	71
1120	a	24+98W	1+49.5N			S0	115	89
1121	a	18+01.8W	2+67N			Sp (S2)	085	65
1122	a	18+02W	2+31.2N			Sp (S2)	080	75
1123	a	18+02.5W	1+99.5N			Sp (S2)	072	80
1124	a	18+04.5W	1+81.3N			Sp (S2)	253	86
1125	a	18+08.2W	1+76N			Sp (S2)	086	68
1126	a	18+03.5W	1+53.5N			Sp (S2)	069	74
1127	a	18+06W	1+34N			Sp (S2)	078	81
1128	a	27+02W	2+11N			ZC	075	71
1129	a	27+00W	2+22N			Sp (S2)	098	61
1130	a	27+01.5W	2+14.5N			S2	086	71
1131	a	27+02.4W	2+02.2N			S2	085	66
1132	a							
1133	a	27+05.5W	1+87.5N			S0	183	45
1134	a	27+00W	27+05.7W			S0	089	71
1135	a	27+00W	27+04W			S0	082	84
1136	a	27+00W	27+03.8W			S0	111	70
1137	a	27+00W	27+03.9W			S0	162	57
1138	a	27+00W	27+02.5W			S0	214	60
1139	a	27+00W	27+02.8W			S0	159	48
1140	a	27+00W	27+02.5W			Pax	060	89
1141	a	27+00W	27+03W			Axep	247	24
1142	a	27+04W	1+86.5N			S0	089	64
1143	a	27+04.2W	1+90.5N			Sp (S2)	095	62
1144	a	27+03.2W	1+92N			F	090	66
1145	a	27+01W	1+27.2N			V	087	50

Site	Id	Ligne*	Station*	UTME	UTMN	Type	Dir	Pend
1146	a	27+04.2W	1+40.6N			V	082	43
1147	a	27+04W	1+42N			S0	102	52
1148	a	27+04W	1+42N			S2	084	80
1149	a	27+04W	1+47N			V	089	43
1150	a	27+04.7W	1+53.5N			Sp (S2)	088	65
1151	a	27+04.7W	1+60.5N			S0	092	70
1152	a	27+03.3W	1+72N			S0	114	56
1153	a	27+04W	1+72.5N			S0	144	49
1154	a	27+03.5W	1+73N			S0	054	80
1155	a	27+02.5W	1+79.2N			F	347	75

* Localisation en coordonnées grille par rapport à la grille Cannard

Mesures structurales provenant du secteur Boomerang

Site	Id	Ligne*	Station*	UTME	UTMN	Type	Dir	Pend
1011	a					Stries	256	24
	b					V (???)	104	38
1012	a					S0	075	76
1013	a					S0	086	77
1014	a					F	293	71
1015	a					S0	086	88
1016	a					V	050	19
1017	a					S0	103	63
1018	a					S0	066	84
1019	a					V	121	58
1020	a					V	116	26
1021	a					V	134	10
1022	a					F	125	77
1023	a					S0	073	82
1024	a					S0	068	82
1025	a					F	302	74
	b					S0	070	75
1026	a					V	061	61
1027	a					S0	079	86
1028	a					S0	265	73
1029	a					S0	253	82
1030	a					S0	084	86
1031	a					S0	272	83
1032	a					S0	081	88
1033	a					Sp (S2)	045	71
1034	a					S2	101	78
	b					S0	082	73
	c					Axep	272	39
1035	a				S0	251	77	
1036	a				S0	085	67	
1037	a					S0	082	76
	b					Axep	258	38
1038	a					Lé	142	70
	b					S0	096	67
	c					S0	105	64
	d					S0	079	80
1039	a				S0	143	39	
1040	a					S0	237	79
	b					Axep	263	32
1041	a				S0	245	90	
1042	a				S0	246	77	
1043	a					S2	088	86
	b					S0	085	72
1044	a				S0	079	64	

* Localisation en coordonnées grille par rapport à la grille Eau Claire 2

Mesures structurales provenant de la tranchée 8+50@9+00W

Site	Id	Ligne*	Station*	UTME	UTMN	Type	Dir	Pend
1001	a	8+51,2W	0+95,2N			Vext	016	76
1002	a	8+49,5W	0+93,7N			S0	221	47
1003	a	8+47,8W	0+98,5N			S0	206	49
1004	a	8+49,3W	1+03,8N			S0	258	62
1005	a	8+46,7W	1+04,2N			S0	193	47
1006	a	8+39,2W	1+03,4N			S0	247	53
1007	a	8+42,8W	0+99N			S0	179	52
	b	8+42,8W	0+99N			Lé	233	33
1008	a	8+37W	1+06,6N			S0	119	45
1009	a	8+49,5W	0+91,6N			Vext	357	74
1010	a	8+50,5W	0+91,6N			V	061	78

* Localisation en coordonnées grille par rapport à la grille Eau Claire 2

Annexe D

Description systématiques des veines de quartz-tourmaline minéralisées

- Veine P
- Veine Q
- Veine J
- Veine R

Veine P

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
6+07W à 6+02W	2 veines et 10 à 40cm	variable	<ul style="list-style-type: none"> - 2 branches distinctes de composition et texture différentes - Branche sud riche en tourmaline - Branche nord rubanée, riche en quartz 	<ul style="list-style-type: none"> - Jusqu'à 1m de schiste à biotite - Localement riche en tourmaline
6+02W à 5+95W	20 à 80cm	90% QZ 10% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Rubannée - Lamines mmq de TL dans une veine de quartz massive rosée - Lamines parallèles à l'enveloppe de la veine - Plusieurs amincissements (quasi-boudinée) 	<ul style="list-style-type: none"> - 30 cm à 1m - Schiste à biotite
5+95W à 5+70W	50cm à 2m	90-95% QZ 5-10% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Rubannée - Lamines mmq de TL dans une veine de quartz massive rosée 	<ul style="list-style-type: none"> - 30cm à 1m - Schiste à biotite - Altération plus large sur l'éponte nord - Loc. zone magnétique à tourmaline
5+70W à 5+67W	50 à 60cm	95% QZ 5% TL 40% QZ 60% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Changement progressif de texture et de composition - La partie riche en quartz se pince progressivement vers la bordure de la veine - La partie riche en TL prend de plus en plus d'importance - Texture principalement bréchique - Fragments riches en tourmaline dans une matrice de quartz blanc - Veines d'extension tardives (N030) recourent la veine - Loc. amas de sulfures parallèles aux veines d'extension 	<ul style="list-style-type: none"> - 15 à 30cm - Schiste à biotite - Loc. zones tourmalinisées et rouillées
5+67W à 5+55W	30 à 50cm	60% TL 40% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - Texture bréchique en bordure (fragments TL dans matrice QZ) - Ruban de quartz-tourmaline laminé au centre - Nombreuses veines d'extension tardives (N-S) certaines riches en sulfures - La veine devient localement sub-horizontale à 5+57W 	<ul style="list-style-type: none"> - 10cm à 1m - Schiste à biotite - Schiste à biotite-tourmaline
Trou d'eau				
5+46,5W à 5+37,5W	50 à 80cm	30-55% TL 45-70% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - 2 portions de veines parallèles séparées par une bande de schiste - Texture principalement bréchique - Ruban de quartz-tourmaline laminé au centre (10-15cm) - Nombreuses veines d'extension tardives (N-S) certaines riches en sulfures 	<ul style="list-style-type: none"> - Schiste à biotite sur 1,5m au nord - 20 à 80cm au sud - Tourmalinisation dans l'amphibolite au nord de la veine (sur quelques mètres)

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
5+37,5W à 5+29W	2 à 2,75m	Partie Sud: 85% QZ 15% TL Partie Nord: 75% TL 25% QZ	- 2 portions à composition et texture différente Partie sud: - Quartz et tourmaline forment des amas aux bordures diffuses - Loc. texture bréchique à l'intérieur des amas riches en tourmaline - Bordure des fragments diffuses, sauf les bordures // aux veines d'extension Partie nord: - Texture bréchique faiblement développée - Ruban de quartz avec lamines de TL au centre (5 à 15cm) - Plusieurs veines d'extension (N-S)	- Schiste à biotite sur 1m au Sud de la veine - Schiste à biotite ±actinote sur 10-40cm
5+29W à 5+22W	80cm à 1,2m	50-80% TL 20-50% QZ	- La partie sud (riche en QZ) se pince pour disparaître totalement à 5+25W - La veine devient plus riche en tourmaline vers l'Est quand partie sud disparaît - Texture bréchique très développée - Nombreuses veines d'extension tardives (N-S) - Ruban de quartz laminé au centre de la partie bréchique	- 10 à 50 cm - Schiste à biotite avec loc. actinote
5+22W à 5+07W	10-30cm jusqu'à 1m entre 5+12,5W et 5+07W	70% TL 30% QZ	- Texture bréchique dominante - localement ruban de quartz laminé au centre - Nombreuses veines d'extension (N-S) certaines riches en sulfures - Loc. jusqu'à 2-3% de sulfures dans la veine - Pendage plus faible dans la zone plus large	- 15cm à 1,3m - largeur et composition variable - Schiste à biotite - Schiste à biotite-actinote (±tourmaline)
5+07W à 5+05,2W	variable 10cm à 1m	55% TL 45% QZ	- Ruban de quartz au centre (10-25cm) - Bordures riches en tourmaline grossièrement bréchifiée - Forme 2 élargissements et pincements successifs - Variation de pendage accompagne les changements d'épaisseur - Pendage plus faible dans la zone plus large	- 20cm à 1,5m - Schiste à biotite au nord - Schiste à biotite ±actinote ±tourmaline au sud
5+05,2W à 4+84,5W	0 à 30cm	70% TL 30% QZ	- Veine très mince qui s'interrompt par endroit - Texture plutôt massive - Localement bréchique	- 30cm à 1,5m - Schiste à biotite-actinote - Altération fortement rouillée par endroit
4+84,5W à 4+80,5W	30cm à 2m	90% TL 10% QZ	- Élargissement important de la veine et aplatissement du pendage - On peut apercevoir le schiste en dessous - Amas locaux de sulfures à proximité des veines d'extension tardives - Quelques veines d'extension tardives - Texture bréchique ou massive avec des amas de quartz à bordure diffuses	- 80cm à 1,2m - Schiste à biotite-actinote±tourmaline

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
4+80,5W à 4+70W	0 à 30cm	85% TL 15% QZ	- Veine absente ou très mince avec de légers épaissements - Veines d'extension tardives recourent la veine, certaines riches en sulfures	- 30cm à 1m - Schiste à actinote-biotite-tourmaline au sud - Schiste à biotite-tourmaline au nord
4+70W à 4+67W	Pas de veine			- 70-80cm Schiste à actinote-biotite-tourmaline au sud - 2 à 2,5m de schiste à biotite ±actinote ±tourmaline au nord
4+67W à 4+62W	10cm à 1,2m	95% TL 5% QZ	- Texture massive	- 50-60cm de schiste à actinote-tourmaline±biotite au sud - Schiste à biotite fortement rouillé au nord
4+62W à 4+55W	Pas de veine			- 1 à 2m de schiste à biotite fortement rouillé

Veine Q

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
6+21W à 6+09W	20 à 70cm	50% QZ 50% TL	- Texture rubanée - veines d'extension tardives	- Jusqu'à 3m au total - Zone à tourmaline - Schiste à chlorite - Schiste à biotite
6+09W à 5+98,5W	35cm à 1,5m	90-95% QZ 5-10% TL	- Texture rubanée très bien définie - Lamines millimétrique de tourmaline dans veine de quartz rosée - Dyke de lamprophyre recoupe la veine entre 6+05W et 5+99W	- 30 à 90cm - Schiste à biotite
5+98,5W à 5+91,2W	45 à 95cm	70-80% QZ 20-30% TL	- Texture rubanée bien définie - Lamines millimétrique de tourmaline dans veine de quartz rosée - Veines d'extension tardives dans les bordures plus riches en TL	- 30cm à 1m - Schiste à biotite - Plus large au nord qu'au sud
5+91,2W à 5+81,7W	40 à 80cm	60-80% QZ 20-40% TL	- Rubanement moins bien défini - Texture bréchique par endroit, surtout aux bordures plus riches en TL - Nombreuses veinules d'extension tardives recourent la veine	- 10cm à 1m - Schiste à biotite dans l'encaissant mafique
5+81,7W à 5+60W	20cm à 1,5m	60-80% TL 20-40% QZ	- texture plutôt massive, loc. lég. bréchique ou rubanée - Loc. Le quartz forme des amas à bordure diffuse dans la tourmaline - Fin brusque de la veine à 5+60W	- Tourmalinisation du sédiment encaissant - Tourmaline souligne le S0-S1 - 10 cm à 1m large

Veine J

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
5+49W à 5+36W	0 à 30cm	80-90% QZ 10-20% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée plus ou moins bien développée - Veine fortement boudinée - Veine se prolonge vers l'Ouest par une fracture avec altération des épontes 	<ul style="list-style-type: none"> - Jusqu'à 60cm - Zone d'altération riche en amas de sulfures - Tourmalinisation de l'encaissant
5+33,5W à 5+19W	70cm à 1,75m	variable riche en TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture plutôt massive - Nombreuses veines d'extension tardives - Amas de sulfures (mm à cm) - Localement ruban plus riche en quartz de quelques cm à l'intérieur - Veine se termine brusquement à 5+19W (altération continue sur 2-3m) 	<ul style="list-style-type: none"> - Total 80cm à 3,75m (incluant veine) - Tourmalinisation de l'encaissant - Schiste à biotite ±tourmaline

Relais

5+26W à 5+17W	<10cm	85-95% QZ 5-15% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle veine prend le relais quelques mètres au sud - Texture rubanée domine avec localement des zones plus bréchiques - Veine fortement boudinée - Trajectoire ondulante 	<ul style="list-style-type: none"> - 30 à 70cm - Schiste à biotite ±tourmaline - Altération se poursuit jusqu'à 5+32W le long d'une fracture
5+17W à 5+09W	10 à 50cm	80-90% QZ 10-20% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée domine - Localement des zones plus bréchiques - Quelques veines d'extension (N-S) contenant des sulfures (pyrite) - Rares sulfures dans la veine elle-même 	<ul style="list-style-type: none"> - 70cm à 2m au total (incluant veine) - Schiste à biotite ±tourmaline - zone d'altération rouillée contient sulfures

Trou d'eau

5+03,5W à 4+97W	10 à 50cm	80-90% QZ 10-20% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée domine - Localement des zones plus bréchiques - Quelques veines d'extension (N-S) contenant des sulfures (pyrite) - Rares sulfures dans la veine elle-même - Faille tardive recoupe et décale la veine à 4+99,5W 	<ul style="list-style-type: none"> - 30cm à 1,2m de schiste à biotite sur la bordure Nord - 30 à 70cm de schiste à actinote-tourmaline-biotite sur la bordure Sud - Tourmaline aciculaire ou en bâtonnet ou en éventail jusqu'à 2cm de long
4+97W à 4+78W	10 à 30cm	80-90% TL 10-20% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - Texture bréchique domine - Entre 4+97W et 4+95W, la composition devient 50%QZ-50%TL et la texture montre un ruban de quartz au centre avec des bordures plus riches en tourmaline et à texture bréchique - Traces de sulfures dans la veine - Nombreuses veines d'extension entre 4+83W et 4+78W - Présence locale d'une deuxième veine quelques mètres au sud 	<ul style="list-style-type: none"> - Jusqu'à 4,5m au total (incluant veines) - Beaucoup de rouille en bordure de la veine - Schiste à actinote-tourmaline-biotite

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
4+78W à 4+74,5W	Jusqu'à 3,25m	P. Sud: 50% TL 50% QZ P. Nord: 95% TL 5% QZ	- Élargissement important de la veine - 2 zones de composition distinctes Portion sud (1,5m): - Texture en amas de quartz et tourmaline à bordures diffuses Portion Nord (environ 2m): - Texture plutôt massive - Riche en sulfures, fortement rouillée	- Jusqu'à 4,5m au total (incluant veine) - Schiste à actinote-tourmaline-biotite - Schiste à actinote ±tourmaline - Localement fortement rouillée (surtout au Nord)
4+74,5W à 4+59W	0 à 10cm	65-75% TL 25-35% QZ	- Texture variable (rubanée à bréchique) - La veine s'interrompt localement	- 80cm à 2,20m - Schiste à actinote-tourmaline-biotite - Altération se poursuit même si la veine est absente
4+59W à 4+56W	Jusqu'à 1,8m	80-90% TL 10-20% QZ	- Texture bréchique à massive - Quelques veines d'extension tardives (N-S)	- 2,25 à 3,7m au total (incluant veine) - Schiste à actinote-tourmaline-biotite
4+56W à 4+45W	0 à 50cm	95% TL 5% QZ	- Veine généralement absente - Quelques fragments plutôt massifs	- 1,5 à 2,5m - Schiste à actinote-tourmaline-biotite

Veine R

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
6+28,4W à 6+26W	0 à 50cm	60% QZ 40% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée - La veine s'amincit progressivement vers l'ouest - Plusieurs veines d'extension (N-S) dans la zone d'altération au sud 	<ul style="list-style-type: none"> - Presque nulle au nord - Jusqu'à 1,5m au sud - Schiste à actinote-tourmaline-biotite
6+26W à 6+19,5W	10 à 60cm	80-90% QZ 10-20% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée - Bordures plus riches en tourmaline légèrement bréchique - Quelques veines d'extension tardives dans les zones riches en TL 	<ul style="list-style-type: none"> - 15cm à 1m - Tourmalinisation dans l'encaissant felsique - Schiste à biotite dans l'amphibolite
6+19,5W à 6+15W	50cm à 1,7m	Variable	<ul style="list-style-type: none"> - Texture légèrement bréchique lorsque veine riche en TL - Texture plutôt rubanée dans zone riche en QZ - Rubans diffus montrent des orientations diverses - Texture atypique 	<ul style="list-style-type: none"> - 20cm à 2,5m - Schiste à biotite
6+15W à 6+01,5W	10 à 30cm	80-90% QZ 10-20% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée - Lamines de tourmaline parallèles à l'enveloppe de la veine - Bordures plus riches en tourmaline montrent texture bréchique - Quelques veines d'extension tardives (N-S) en bordure de la veine - Présence de sulfures 	<ul style="list-style-type: none"> - jusqu'à 1m - Schiste à biotite
6+01,5W à 5+90W	25 à 60cm	65-75% TL 25-35% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - Texture bréchique domine - Nombreuses veines d'extension tardives (N-S) - Ruban de quartz laminé (5-10cm) près de la bordure sud de la veine 	<ul style="list-style-type: none"> - Jusqu'à 1m - Schiste à biotite-tourmaline - Tourmalinisation locale
5+90W à 5+88W	Veine interrompue par une faille			
5+88W à 5+80W	5 à 15cm	85-95% TL 5-15% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - Texture bréchique domine - Quelques petites veines d'extension tardives (N-S) 	<ul style="list-style-type: none"> - Quelques centimètres - Tourmalinisation de l'encaissant sédimentaire - Altération suit la fabrique principale (S0-S1)
5+80W à 5+76W	10 à 15cm	50-60% QZ 40-50% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée - Bordures de la veines plus riches en tourmaline - Bordures montrent une texture bréchique - Quelques veines d'extension tardives (N-S) 	<ul style="list-style-type: none"> - Quelques centimètres - Tourmalinisation de l'encaissant sédimentaire - Altération suit la fabrique principale (S0-S1) - Altération localement riche en sulfures

	Épaisseur	Composition	Texture et caractéristiques	Altération
5+76W à 5+58,5W	20 à 75cm	50-70% TL 30-50% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - Texture bréchique domine - Localement ruban de quartz laminé au centre de la veine (2-10cm) - Nombreuses veines d'extension tardives (N-S) - Entre 5+62W et 5+58W, il y a 2 veines séparées de 30 à 40 cm. - L'espace entre les 2 veines est formé de roche encaissante presque totalement tourmalinisée et silicifiée où on distingue clairement les reliques de la fabrique principale S0-S1 	<ul style="list-style-type: none"> - Jusqu'à 2m - Tourmalinisation intense de l'encaissant - Altération suit la fabrique principale (S0-S1) - Altération plus intense dans certaines bandes - Plus intense lorsque S0-S1 est perpendiculaire à la veine - 1-3% sulfures disséminés dans la zone d'altération ou en amas au contact entre des bandes plus riches en quartz et des bandes plus riches en tourmaline
5+58,5W à 5+50,7W	20 à 75cm	60-70% QZ 30-40% TL	<ul style="list-style-type: none"> - Texture rubanée domine - Tourmaline forme des rubans centimétriques ±bréchifiés au centre et près de l'éponte nord de la veine - Veines d'extension tardives peu nombreuses (N-S) 	<ul style="list-style-type: none"> - 20cm à 1m - Tourmalinisation intense de l'encaissant - Altération suit la fabrique principale (S0-S1)
5+50,7W à 5+41W	1 à 5cm	95-100% TL 0-5% QZ	<ul style="list-style-type: none"> - Veine très mince à texture légèrement rubanée - Quelques veines d'extension tardives dans la zone d'altération à TL - Fin brutale de la zone d'altération 	<ul style="list-style-type: none"> - 70cm à 1,5m - Tourmalinisation intense de l'encaissant - Altération suit la fabrique principale (S0-S1) - Sulfures et rouille présents - Intensité de l'altération change selon la lithologie encaissante