



**Titre:** La géologie du complexe volcanique de Joutel et du complexe intrusif de Rainboth, région de Joutel, Abitibi, Québec

**Auteur:** Louis-Martin Dubé

**Date:** 1990

**Type:** Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

**Référence:** Dubé, L.-M. (1990). La géologie du complexe volcanique de Joutel et du complexe intrusif de Rainboth, région de Joutel, Abitibi, Québec [Mémoire de maîtrise, Polytechnique Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/59251/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**  
Open Access document in PolyPublie

**URL de PolyPublie:** <https://publications.polymtl.ca/59251/>

**Directeurs de recherche:**  
Advisors:

**Programme:** Non spécifié  
Program:

UNIVERSITE DE MONTREAL

LA GEOLOGIE DU COMPLEXE VOLCANIQUE DE JOUTEL  
ET DU COMPLEXE INTRUSIF DE RAINBOTH,  
REGION DE JOUTEL, ABITIBI, QUEBEC.

par

Louis-Martin Dubé  
DEPARTEMENT DE GENIE MINERAL  
ECOLE POLYTECHNIQUE

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION  
DU GRADE DE MAITRE ES SCIENCES APPLIQUEES (M.Sc.A.)

Mars 1990

c Louis-Martin Dubé 1990



National Library  
of Canada

Bibliothèque nationale  
du Canada

Canadian Theses Service    Service des thèses canadiennes

Ottawa, Canada  
K1A 0N4

The author has granted an irrevocable non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of his/her thesis by any means and in any form or format, making this thesis available to interested persons.

The author retains ownership of the copyright in his/her thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without his/her permission.

L'auteur a accordé une licence irrévocable et non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de sa thèse de quelque manière et sous quelque forme que ce soit pour mettre des exemplaires de cette thèse à la disposition des personnes intéressées.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège sa thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

ISBN 0-315-58114-X

Canada

UNIVERSITE DE MONTREAL

ECOLE POLYTECHNIQUE

Ce mémoire intitulé:

LA GEOLOGIE DU COMPLEXE VOLCANIQUE DE JOUTEL ET DU  
COMPLEXE INTRUSIF DE RAINBOTH, REGION DE JOUTEL, ABITIBI, QUEBEC

présenté par: Louis-Martin Dubé

en vue de l'obtention du grade de: Maîtrise ès sciences appliquées  
a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de:

M. Guy Valiquette,

Ph.D., président

M. Alexander C. Brown,

Ph.D., directeur

M. Pierre Trudel,

Ph.D., co-directeur

M. Michel Hocq,

Ph.D., membre

A la mémoire des disparus, des blessés, et de tous ceux, parents, amis et étudiants que les événements du 6 décembre 1989, à l'École Polytechnique de Montréal, ont bouleversés. Je voudrais dédier cet ouvrage à tous ceux qui contribuent quotidiennement à l'édification d'une société sans préjugés, sans violence et sans discrimination et fondée sur l'égalité et la fraternité des individus et des peuples.

## Sommaire

La lithostratigraphie de la région de Joutel est représentée par trois ensembles volcano-sédimentaires appartenant au sillon Harricana-Turgeon, au centre-nord de la sous-province géologique de l'Abitibi. Ce sont, d'ouest en est, le Complexe volcanique de Joutel (CVJ), le bassin sédimentaire de la rivière Harricana et la région des collines Cartwright, formant possiblement une séquence homoclinale. Au centre du Complexe volcanique de Joutel, on trouve le Complexe intrusif de Rainboth (CIR), constitué du Pluton de Joutel et du Complexe lité de Valrennes (CLV). Le CVJ et le CIR, qui font l'objet de cette étude, couvrent une superficie de plus de 120 km<sup>2</sup> et débordent de la région étudiée.

La lithostratigraphie du CVJ est formée de deux bandes de volcanites de composition felsique formant la base et le sommet de l'édifice volcanique. Une troisième bande les séparant est constituée de volcanites mafiques à intermédiaires. Les volcanites felsiques sont presque exclusivement constituées de pyroclastites caractérisées par des tufs à lapilli dénués de structures syngénétiques et du type pyroclastite à granules.

Le Pluton de Joutel, constitué surtout de leucotonalite, est d'une superficie de moins de 15 km<sup>2</sup>. Il est considéré d'époque syn-volcanique à pré-tectonique et constitue vraisemblablement un complexe volcanique central avec le CVJ. Le CLV, d'une superficie de l'ordre de 30 km<sup>2</sup>, est une intrusion de composition gabbroïque différenciée et litée. Ces gabbros sont caractérisés par des textures et des structures typiques

d'accumulations magmatiques. Cette intrusion est considérée syn- à post-métamorphique.

Les roches de la région sont affectées d'une foliation régionale  $S_1$  qui est orientée NW-SE fortement développée dans la zone de faille de la rivière Harricana, à l'est du CVJ, et dans la zone de déformation Joutel-ouest. La foliation  $S_1$  constitue la surface axiale de l'anticlinal de McClure-Plamondon (AMP). L'analyse structurale suggère que l'AMP est un anticlinal synforme plongeant abruptement au NW. Une schistosité  $S_2$  est un clivage de crénulation extensionnelle orienté NNE-SSW.

La lithogéochimie des roches du CVJ et du CIR démontre que toutes ces roches sont d'affinité tholéitique et suggère qu'elles se sont mises en place en milieu de plaine sous-marine. Les rhyolites de Joutel sont caractérisées par un métasomatisme magnésien et ferrifère important. Le Pluton de Joutel montre également une signature tholéitique, ce qui supporte l'hypothèse comagmatique avec le CVJ. Le Complexe lité de Valrennes montre également un patron de différenciation d'affinité tholéitique.

La région est connue pour la minéralisation économique ainsi que pour des indices. Le camp minier de Joutel est représenté par trois anciens gisements de métaux de base dont les productions cumulées totalisent plus de 5,5 Mt de minerai. Agnico-Eagle Gold Mines Ltd exploite un gisement de plus de 7 Mt de pyrite aurifère dans les sédiments du bassin de l'Harricana dont 5 Mt ont été minés. De plus, le pluton de

Joutel comprend trois indices minéralisés en or dans des tonalites fortement altérées. Des teneurs anormales en vanadium et nickel sont connues dans le CLV, alors que des concentrations en Cu, Au et EGP sont possibles.

## Abstract

The lithostratigraphy of the Joutel region is represented by three volcanosedimentary units of the Harricana-Turgeon trough located in the central-north area of the Abitibi greenstone belt. From west to east, the units are the Joutel Volcanic Complex (JVC), the Harricana River sedimentary basin and the Cartwright Hills region, indicating possibly a homoclinical sequence. The Rainboth Intrusive Complex (RIC), composed of the Joutel Pluton and the Valrennes Layered Complex (VLC), is exposed in the centre of the JVC. The JVC and the RIC, which are the main interest of this study, cover an area of more than 120 km<sup>2</sup> and extend beyond the region studied.

The lithostratigraphy of JVC consists of two bands of felsic volcanic rocks forming the base and the top of the volcanic edifice. A third band separating the two felsic bands is composed of mafic to intermediate volcanic rocks. The felsic volcanic rocks consist almost exclusively of pyroclastic rocks characterized by lapilli tuffs devoid of syngenetic structures and by granular pyroclastites.

The Joutel pluton has an area of less than 15 km<sup>2</sup>, and is composed essentially of leucotonalite. It is considered synvolcanic to pre-tectonic and constitutes, in all likelihood, a central volcanic complex within the JVC. The VLC is a differentiated and layered gabbroic intrusion occupying an area of approximately 30 km<sup>2</sup>. These gabbros are characterized by textures and structures typical of rocks formed by magmatic sedimentation.

This intrusion is considered syn- to post-metamorphic.

The area has been affected by a regional NW-SE oriented foliation ( $S_1$ ) which is strongly developed in the Harricana River fault zone east of the JVC and in the Joutel-West deformation zone. The  $S_1$  foliation forms the axial surface of the McClure-Plamondon Anticline (MPA). Structural analyses suggest that the MPA is a synform anticline plunging steeply to the NW. An  $S_2$  schistosity is represented by an extensional crenulation cleavage oriented NNE-SSW.

The lithogeochemistry of the JVC and RIC indicates that all rocks of the region have a tholeiitic affinity and were probably emplaced in a submarine plain environment. The Joutel rhyolites are characterized by an important magnesian and iron metasomatism. The Joutel Pluton also displays a tholeiitic signature which supports the hypothesis of comagmatism with the JVC. The VLC also displays a differentiation pattern typical of a tholeiitic affinity.

The region is known for both economic mineralization and several metalliferous showings. The Joutel mining camp is represented first by three base metal deposits whose total production has amounted to more than 5,5 Mt of ore. Agnico-Eagle Gold Ltd mines works a deposit of more than 7 Mt of auriferous pyrite in sediments of the Harricana basin of which 5 Mt have been mined. In addition, the Joutel Pluton has three gold showings in strongly altered tonalite. Anomalous vanadium and nickel values are found in the VLC and Cu, Au and PGE concentrations are also

possible in this complex.

## Remerciements

L'auteur désire exprimer toute sa reconnaissance à M. Pierre Trudel, directeur de thèse et à M. Alex C. Brown, co-directeur, pour leur assistance tout au long des travaux. Ce projet a été accordé et financé principalement par le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Aussi, que M. Alain Simard, chef du service géologique du nord-ouest du MERQ, trouve toute ma gratitude pour avoir supporté ce projet jusqu'à son accomplissement, ainsi que pour les quelques discussions sur le terrain qui furent grandement appréciées. Aussi, MM. Réal Daignault, Michel Hocq, Sylvain Lacroix et Pierre Verpaelst trouveront ici la même appréciation pour leurs différentes et multiples contributions.

Egalement, je désire remercier ceux qui m'ont assisté lors des travaux de cartographie soit les géologues Sonya Comperon (1987) et Brigitte Dejou (1988) et les géologues juniors Daniella Cosatto (1987), Marc Johnston (1987), Martin Bizarro (1988) et Jules Denis (1988).

Je me dois de remercier tout le personnel de bureau de la division des opérations de terrain du MERQ, dirigé par Y. Vallières. Aussi, les professeurs des départements de génie minéral de l'École Polytechnique dont M. Guy Valiquette et du département de géologie de l'Université de Montréal dont M. Jean Lajoie trouveront ici ma reconnaissance pour les discussions que nous avons eues. D'autres contributions sont dues à Mme Linda Piché du service de géochimie et de géophysique du MERQ et le personnel du centre de recherches minérales (CRM) pour les analyses

géochimiques. Aussi que MM. Gaston Gélinas et Louis Evrard du laboratoire de pétrographie pour les lames minces, André Lacombe pour les dessins, Paul Samson pour l'aide à la microsonde électronique, Alain Robin pour avoir fourni des échantillons de carottes de la mine de Poirier, tous de l'Ecole Polytechnique de Montréal trouvent ici la reconnaissance qui leur est due.

Je désire exprimer, en mon nom et en celui de ceux qui m'ont assisté au cours de l'été 1988, mes remerciements à M. Bélanger de Les Mines Selbaie pour avoir autorisé la location d'un appartement pour la saison 1988.

Que les contributions de Raymond Guérard et Sylvain Précourt, de Brigitte Dionne et de Pascal Marquis et de nombreux autres étudiants trouvent ici ma gratitude. Je voudrais enfin remercier tout ceux dont l'amitié fut un support indispensable dont Juan P. Collazos, Cecilia L. Jenkins et Jules Riopel.

Les frais de préparation de ce mémoire ont été défrayés par les octrois de recherches (CRSNG-A-0635) à M. Trudel et (CRSNG-A-7814) à M. Brown.

## Table des matières

	Page
Résumé.....	v
Abstract.....	viii
Remerciements.....	xi
Liste des figures.....	xix
Cartes en pochettes.....	xxi
Liste des planches photographiques.....	xxii
Liste des tableaux.....	xxiii
Chapitre 1 Introduction.....	1
1.1 Objectifs et contributions originales.....	1
1.2 Localisation et accès.....	2
1.3 Physiographie.....	6
1.4 Contexte géologique.....	7
1.5 Géologie régionale.....	8
1.6 Historique et travaux antérieurs.....	10
1.7 Méthodologie.....	11
Chapitre 2 Stratigraphie.....	13
2.1 Généralités.....	13
2.2 Notes sur l'usage des termes «Complexe» et «zone»..	14
2.3 Stratigraphie.....	15
2.3.1 Introduction.....	15
2.3.2 La zone felsique principale.....	17
2.3.3 La zone mafique médiane.....	19
2.3.4 La zone felsique d'Agnico-Eagle.....	20

2.3.5 Les roches intrusives.....	20
2.4 Comparaison avec d'autres complexes volcaniques felsiques de l'Abitibi.....	21
2.5 Sommaire.....	24
Chapitre 3 Géologie structurale.....	26
3.1 Généralités.....	26
3.2 Contexte régional.....	28
3.3 Les structures planaires.....	30
3.3.1 Le litage $S_0$ .....	30
3.3.2 La surface $S_1$ .....	33
3.3.3 La surface $S_2$ .....	33
3.3.3 La surface $S_3$ .....	36
3.4 Les structures linéaires.....	38
3.4.1 La linéation $L_1^0$ .....	38
3.4.2 La linéation $L_E$ .....	40
3.4.3 La linéation $L_{C-S}$ .....	40
3.4.4 La linéation $L_2^1$ .....	41
3.5 Notes sur les modifications texturales et pétrogra- phiques apportées aux rhyolites dans les zones de déformation.....	41
3.6 Sommaire.....	42
Chapitre 4 Pétrographie et lithologies.....	43
4.1 Le Complexe volcanique de Joutel.....	43
4.1.1 Les volcanites felsiques.....	43
4.1.1.1 Généralités.....	43

4.1.1.2	Pétrographie des volcanites felsiques de la région de Joutel.....	45
4.1.1.3	Les tufs felsiques.....	49
4.1.1.3.1	Tuf fin.....	54
4.1.1.3.2	Tuf laminé.....	55
4.1.1.3.3	Tuf à cristaux.....	59
4.1.1.3.4	Vitrophyre.....	60
4.1.1.3.5	Tuf à lapilli felsiques.....	63
4.1.1.3.6	Tuf à lapilli felsiques et mafiques...	64
4.1.1.3.7	Tuf à lapilli chloriteux.....	69
4.1.1.3.8	Tuf à lapilli et à laminations lenticulaires.....	70
4.1.1.3.9	Tuf à lapilli d'accrétions.....	71
4.1.1.3.10	Tuf intermédiaire à lapilli polygénique.....	71
4.1.1.3.11	Brèche pyroclastique.....	74
4.1.1.4	Rhyolite massive.....	75
4.1.1.5	Autoclastite.....	75
4.1.2	Notes sur la pétrographie des «rhyolites à granules» de la région de Joutel.....	77
4.1.3	Les volcanites mafiques.....	79
4.1.3.1	Les coulées massives et coussinées.....	79
4.1.3.2	Brèche de coulée.....	80
4.1.3.3	Les pyroclastites.....	81
4.1.4	Les sédiments.....	82
4.1.5	Les intrusions gabbroïques.....	86

4.2 Le Complexe intrusif de Rainboth.....	88
4.2.1 Généralités.....	88
4.2.2 Le Pluton de Joutel.....	90
4.2.2.1 Leucotonalite.....	90
4.2.2.2 Gabbro.....	91
4.2.2.3 Roches hybrides.....	92
4.2.2.4 Xénolithes.....	95
4.2.3 Le Complexe lité de Valrennes.....	95
4.2.3.1 Généralités.....	95
4.2.3.2 Hornblendite.....	100
4.2.3.3 Troctolite et norite.....	102
4.2.3.4 Gabbronorite à olivine.....	103
4.2.3.5 Gabbro anorthositique.....	104
4.2.3.6 Gabbro.....	105
4.2.3.7 Gabbro à quartz.....	110
4.2.3.8 Tonalite.....	110
4.2.3.9 Granophyre.....	112
4.3 Diabase protérozoïque.....	113
4.4 Métamorphisme.....	114
4.5 Sommaire.....	114
Chapitre 5 Géochimie.....	116
5.1 Introduction.....	116
5.2 Méthodologie.....	116
5.3 La lithogéochimie du Complexe volcanique de Joutel.....	120
5.3.1 Les volcanites felsiques.....	120

5.3.2 Les basaltes.....	125
5.4 La lithogéochimie du Complexe intrusif de Rainboth.....	128
5.4.1 Le Pluton de Joutel.....	128
5.4.2 La lithogéochimie du Complexe lité de Valrennes.....	131
5.5 Sommaire.....	137
Chapitre 6 Géologie économique.....	143
6.1 Introduction.....	143
6.2 Géologie des gisements de métaux de base de la région de Joutel.....	145
6.2.1 Généralités.....	145
6.2.2 Bref historique.....	146
6.2.3 La géologie affiliée à la minéralisation.....	148
6.2.4 Pétrographie et minéragraphie.....	152
6.3 Les indices minéralisés.....	158
6.3.1 Le Pluton de Joutel.....	158
6.3.2 Le bassin sédimentaire de l'Harricana.....	159
6.3.3 Le Complexe volcanique de Joutel.....	159
6.3.4 Le Complexe lité de Valrennes.....	160
6.4 Sommaire.....	161
Chapitre 7 Conclusions.....	164
Références.....	171
Annexe 1: Analyses lithogéochimiques pour les éléments majeurs, en traces et les terres rares.....	188
Annexe 2: Norme CIPW des analyses (1988) du CVJ et du CIR..	204

Annexe 3: Analyses lithogéochimiques pour les métaux et les éléments traceurs.....	210
Annexe 4: Localisation et description des échantillons analysés.....	230
Annexe 5: Analyses à la microsonde électronique.....	248
5.1 Hornblendite.....	249
5.2 Hornblendite minéralisée.....	262
5.3 Troctolite et norite.....	264
5.4 Gabbronorite.....	269
5.5 Gabbro anorthositique.....	276
5.6 Tonalite à biotite.....	290
5.7 Granophyre.....	304

## Liste des figures

	Page
Figure 1.1: Carte géologique généralisée de la ceinture de l'Abitibi.....	3
Figure 1.2: Localisation de la région étudiée.....	4
Figure 1.3: Carte géologique simplifiée de la région de Joutel	5
Figure 3.1: Contours de densité de la distribution des pôles de la surface $S_0$ .....	31
Figure 3.2: Contours de densité de la distribution des pôles pour la schistosité $S_1$ .....	32
Figure 3.3: Contours de densité de la distribution des pôles de la surface $S_2$ .....	37
Figure 3.4: Stéréogrammes pour les linéations dans la région de Joutel.....	39
Figure 4.1: Nomenclature utilisée pour la classification des roches pyroclastiques.....	46
Figure 4.2: Localisation des localités types des lithologies du CVJ et du CIR.....	52
Figure 4.3: Section du secteur sud du complexe lité tel qu'exposé le long de la route Joutel-Authier en pochette	
Figure 5.1: Distribution des rhyolites peu altérées et des basaltes du Complexe volcanique de Joutel dans le diagramme $Zr/TiO_2 - Nb/Y$ de Floyd et Winchester (1978).....	120
Figure 5.2: Diagrammes pétrologiques pour les rhyolites de la région de Joutel.....	121

Figure 5.3: Diagrammes pétrologiques pour les basaltes de la région de Joutel.....	126
Figure 5.4: Diagrammes des terres rares pour les volcanites du Complexe volcanique de Joutel.....	127
Figure 5.5: Diagrammes pétrologiques pour les tonalites et gabbros du Pluton de Joutel.....	130
Figure 5.6: Champs de distribution des lithologies du complexe lité dans le diagramme AFM.....	132
Figure 5.7: Diagrammes CaO-SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub> et AN (normatif)-SiO <sub>2</sub> pour le complexe lité et le Pluton de Joutel.....	133
Figure 5.8: Diagrammes FeO-SiO <sub>2</sub> et MgO-SiO <sub>2</sub> pour le complexe lité et le Pluton de Joutel.....	134
Figure 5.9: Champs de distribution des tonalites et des gabbros du complexe lité.....	136
Figure 5.10: Diagramme de fractionation des terres rares normalisées aux chondrites pour les principales lithologies du CLV.....	138
Figure 5.11: Diagramme de fractionation des terres rares normalisées aux chondrites pour les principales lithologies du CLV (suite et fin).....	139
Figure 6.1: Géologie régionale et localisation des mines de la région de Joutel, Abitibi.....	144
Figure 6.2: Plan géologique schématique de la mine de Poirier	149
Figure 6.3: Section schématique du gîte Explo-Zinc.....	151
Figure 6.4: Plan géologique de surface schématique du gîte Explo-Zinc, région de Joutel	en pochette

### Cartes en pochette

Carte 1: Géologie du Complexe volcanique de Joutel et du Complexe intrusif de Rainboth, région de Joutel, Abitibi (échelle 1: 15 000)

Carte 2: Carte de localisation des analyses lithogéochimiques pour les éléments majeurs et traces (échelle 1: 30 000)

Carte 3: Carte de localisation des analyses lithogéochimiques pour les métaux (échelle 1: 30 000)

### Liste des planches photographiques

	Page
Planche 3.1: Fabriques tectoniques dans les rhyolites du CVJ..	34
Planche 4.1: Tuf fin et tuf laminé.....	56
Planche 4.2: Tuf à cristaux, vitrophyre et tuf à lapilli felsiques.....	61
Planche 4.3: Tuf à lapilli felsiques et mafiques et à lapilli chloriteux.....	65
Planche 4.4: Tuf à lapilli chloriteux et à lapilli felsiques et mafiques.....	67
Planche 4.5: Tuf à lapilli d'accrétions, intermédiaires et mafiques.....	72
Planche 4.6: Sédiments et gabbros du Complexe volcanique de Joutel.....	84
Planche 4.7: Roches hybrides, troctolite et gabbronorite du CIR.....	93
Planche 4.8: Affleurement de gabbro et hornblendite lités du CLV.....	101
Planche 4.9: Affleurements de gabbros lités dans le CLV.....	106
Planche 4.10: Gabbro anorthositique et granophyre du CLV.....	108
Planche 6.1: Tufs felsiques à la mine de Poirier.....	153
Planche 6.2: Minéralisation en sulfures massifs à la mine de Poirier.....	156

## Liste des tableaux

	Page
Tableau 2.1: Comparaison stratigraphique et pétrographique de différents complexes volcaniques felsiques-mafiques de l'Abitibi.....	22
Tableau 4.1: Classification granulométrique des matériaux volcanoclastiques.....	47
Tableau 4.2: Pétrographie des volcanites fragmentaires du CVJ	50
Tableau 4.3: Pétrographie des volcanites massives et des sédiments du CVJ.....	76
Tableau 4.4: Pétrographie des roches intrusives du CVJ et du Pluton de Joutel.....	87
Tableau 4.5: Pétrographie des lithologies du Complexe lité de Valrennes.....	99
Tableau 5.1: Répartition des analyses lithogéochimiques selon les lithologies de la région étudiée.....	117
Tableau 5.2: Répartition des volcanites analysées selon le pourcentage de SiO <sub>2</sub> .....	120
Tableau 5.3: Analyses géochimiques moyennes pour les rhyolites du CVJ et du Groupe de Blake River.....	124
Tableau 5.4: Analyses géochimiques moyennes pour les basaltes du CVJ et du Groupe de Blake River.....	129
Tableau 5.5: Analyses géochimiques moyennes pour des gabbros et des tonalites du Pluton de Joutel et du Complexe lité de Valrennes.....	135

Tableau 5.6: Rapports La/Yb et La/Sm pour les lithologies du Complexe lité de Valrennes.....	140
Tableau 6.1: Comparaison des teneurs en V et Ni pour les Complexes du Lac Doré (CLD) et de Valrennes (CLV).....	162

## Chapitre 1

### Introduction

#### 1.1 Objectifs et contributions originales

Le but premier de cette étude est de décrire la stratigraphie et la structure des volcanites felsiques et mafiques de la région de Joutel, en Abitibi. L'approche favorisée repose sur une cartographie de détail (1: 15 000) comprenant l'examen pétrographique mégascopique et microscopique, une étude de la structure, de la lithogéochimie et de la géologie économique des roches de la région étudiée.

Nos travaux constituent plusieurs contributions originales à la connaissance de la géologie de la région de Joutel. En particulier, on montre l'abondance de volcanoclastites felsiques dans les roches volcaniques à proximité de Joutel. La cartographie a aussi permis de relever de nombreuses zones de cisaillement toutes parallèles au grain tectonique régional nord-ouest sud-est. Suite aux travaux de l'été 1988, nous avons entrepris d'ajouter à ce mémoire une description pétrographique et géochimique d'un complexe lité gabbroïque occupant probablement une superficie de l'ordre de 35 km<sup>2</sup>. L'étude de ce complexe, qui n'avait pas été reconnu au cours des travaux précédents, constitue une contribu-

tion nouvelle à la connaissance des rares intrusions litées et différenciées archéennes.

En bref, ce mémoire représente la première étude géologique intégrée du secteur de Joutel. Cette étude a permis d'identifier de nombreux autres sujets d'intérêt que des études subséquentes pourront examiner.

## 1.2 Localisation et accès

La région étudiée couvre une superficie de près de 120 km<sup>2</sup> au centre nord de la sous-province de l'Abitibi (figure 1.1). Elle occupe le quart sud-ouest du canton de Joutel, les demies ouest des rangs 9 et 10 du canton de Poirier, une portion du canton de Valrennes (partie est) et du canton de Rainboth (angle nord est). Elle est limitée par la rivière Harricana à l'est, le ruisseau Kistabiche au sud, la latitude 49°30' au nord et la longitude 78°30' à l'ouest (figures 1.2 et 1.3).

La localité de Joutel est située dans le secteur est de la région étudiée, sur la rive gauche de la rivière Harricana. On y accède par la route 109 depuis Amos, distante de 130 km, soit à un peu plus de 200 km au nord-ouest de Val-d'Or. En direction de Matagami, la route 109 a un embranchement à la borne kilométrique 158 qui mène à Joutel 13 km plus à l'ouest. Cette route est asphaltée jusqu'à quelque 6 km à l'ouest de Joutel et se poursuit sur fond de gravier sur 100 km avant d'atteindre Authier en direction de La Sarre (figure 1.2).

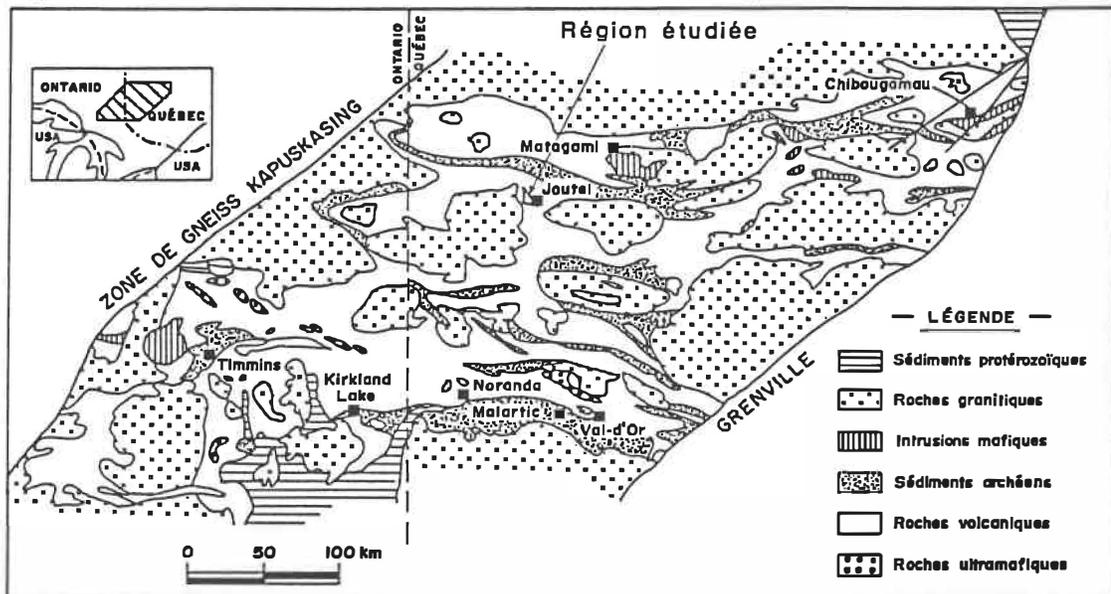


Figure 1.1 - Carte géologique généralisée de la ceinture de l'Abitibi  
(modifiée d'après Goodwin et Ridler, 1970).

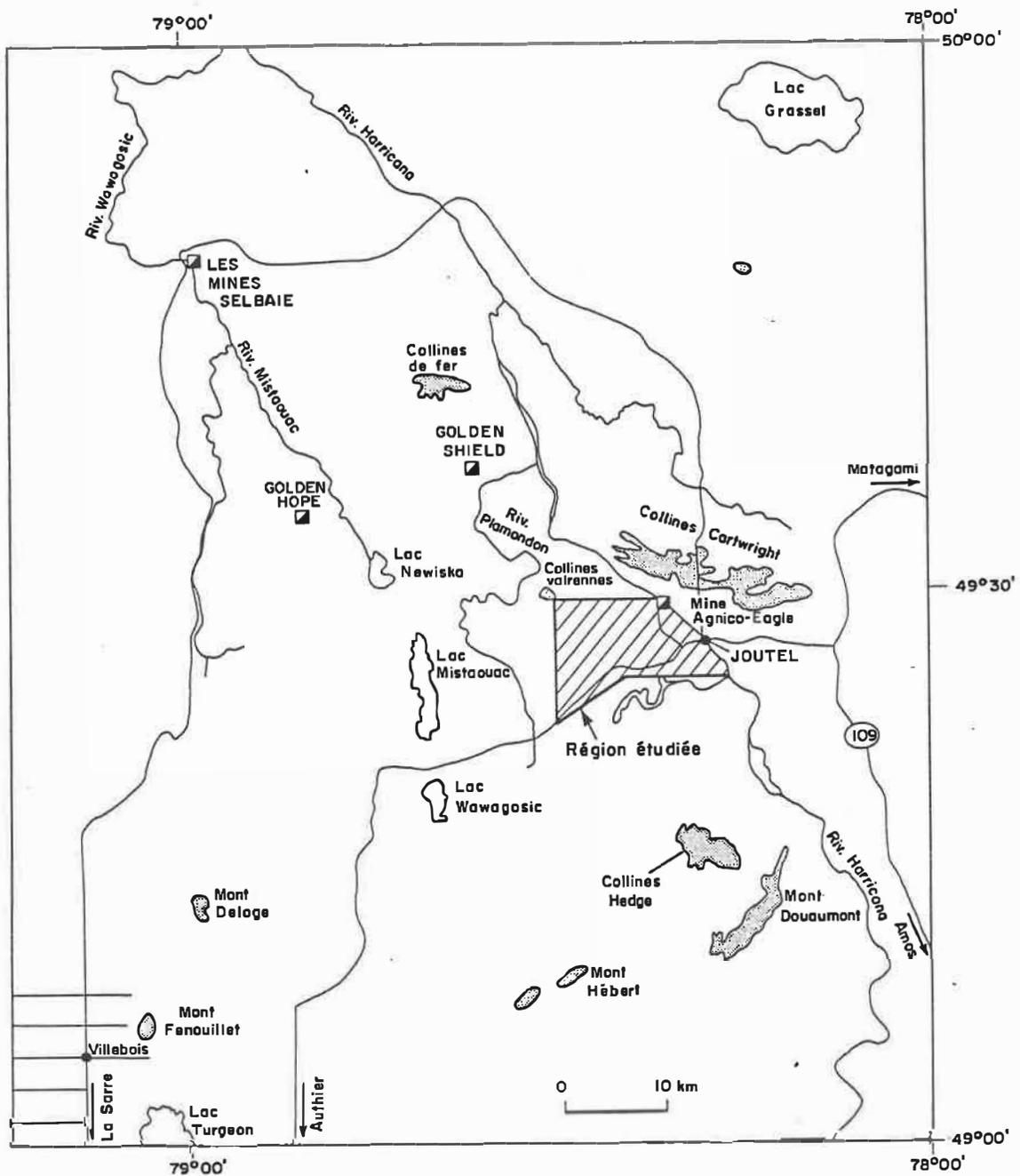


Figure 1.2 – Localisation de la région étudiée.

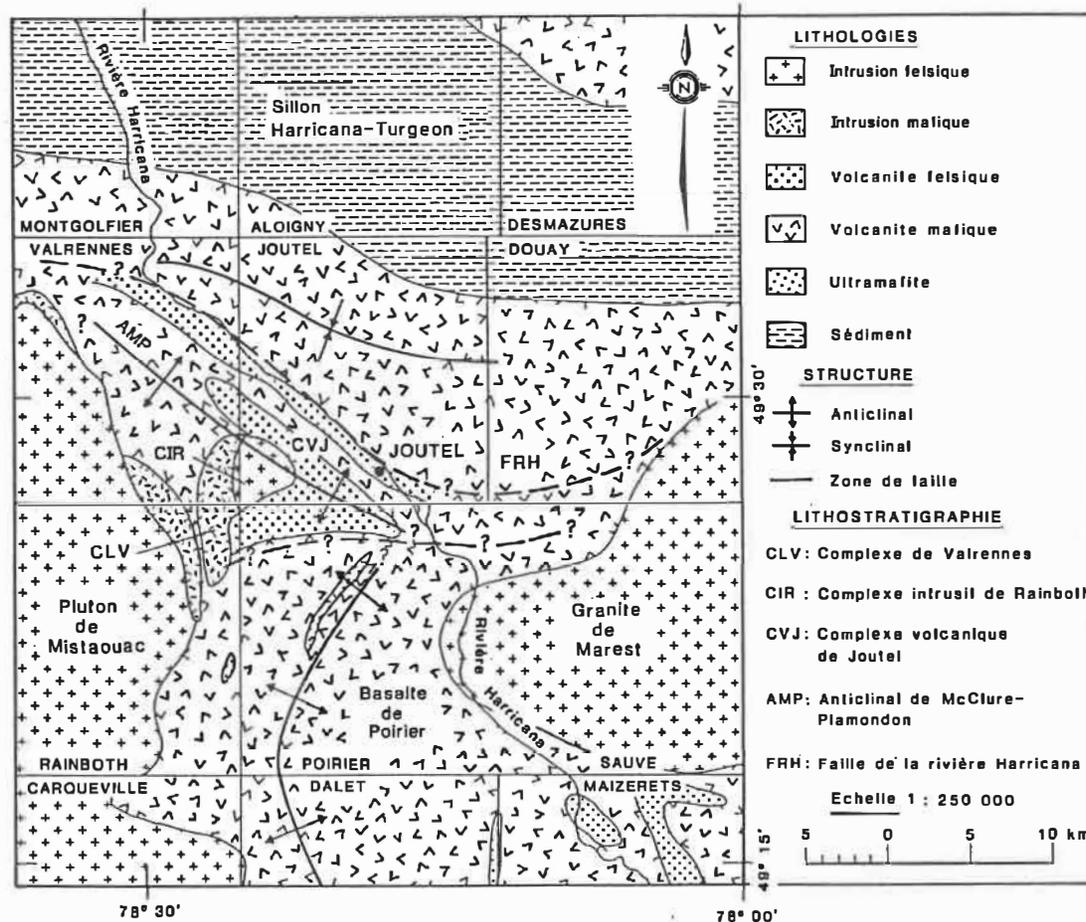


Figure 1.3 – Carte géologique simplifiée de la région de Joutel  
(modifié de MacIntosh, 1965; Avramtchev et Lebel-Drolet, 1979;  
Hocq, 1983; Lacroix, 1986; Dion et al., 1987 et Dubé, 1989.)

L'accès aux installations de la Mine Selbaie, distantes de 85 km, est réalisé par une route débutant à 2 km à l'est de Joutel faisant une grande boucle pour se terminer dans la région de Authier.

### 1.3 Physiographie

La localité de Joutel constitue la seule agglomération de cette région. Le bassin hydrographique y est très peu développé comparativement à ce qu'on retrouve ailleurs dans le territoire de la Baie James. Il est principalement représenté par la rivière Harricana qui prend sa source dans la région de Val-d'Or et se déverse dans la Baie James. D'autres cours d'eau sont le ruisseau Kistabiche, le ruisseau Kananewesig et le ruisseau McClure. Le ruisseau Kistabiche, tributaire de la rivière Harricana, est une réserve faunique; c'est un ruisseau large de quelques mètres qui serpente et dont les berges sont inondées sur une largeur de plusieurs dizaines de mètres ce qui en fait un site fort pittoresque. Le ruisseau Kananewesig est un cours d'eau abondamment endigué de barrages de castors, large d'au plus 10 mètres et qui serpente dans les cantons de Joutel et de Valrennes avant de se déverser dans le ruisseau Plamondon, plus au nord. Enfin, le ruisseau McClure serpente dans la partie est du canton de Joutel depuis le versant sud des collines Cartwright et se déverse dans la rivière Harricana face à la localité de Joutel.

Dans la région, le relief est faible, aplani par une épaisse couche de sédiments glaciaires et les collines ont une dénivellation inférieure

à 70 mètres dans l'ensemble de la région. Le relief le plus important est représenté par les collines Cartwright (plus de 200 mètres de dénivellation) qui forment une arête montagneuse au nord-est de Joutel. Ainsi, la région est parsemée de marécages et de tourbières alors que la forêt est peuplée surtout de conifères mais comprend aussi des bouleaux, des peupliers et des trembles.

L'exploitation forestière y est active ce qui ajoute en certains endroits des accès aux affleurements. Les rhyolites de la région de Joutel sont exposées en des endroits concentrés à proximité du réseau routier. Ailleurs, l'accès s'est effectué par hélicoptère et de nombreux sites d'atterrissage ont été aménagés au cours des étés 1987 et 1988.

#### 1.4 Contexte géologique

La région cartographiée est située au centre-nord de la sous-province géologique de l'Abitibi, l'une des ceintures de roches vertes de la province du Supérieur (Goodwin et Ridler, 1970; figure 1.1). La province géologique du Supérieur, qui constitue le coeur du bouclier canadien, est formée principalement par la juxtaposition de fragments de croûte sialique fortement métamorphisés d'âge atteignant 3,6 Ga, et de ceintures de roches vertes archéennes soit d'un âge moyen de 2,7 Ga (Stearn *et al.*, 1979, chapitre 3). La sous-province de l'Abitibi est la plus importante de ce dernier groupe et s'étend sur plus de 600 km longitudinalement et sur une largeur voisinant 300 km.

La ceinture orogénique de l'Abitibi est formée de l'alternance de domaines volcanosédimentaires et de domaines granitiques-gneissiques (Ludden *et al.*, 1986). Les volcanites mafiques prédominent nettement et sont interlitées avec des épisodes de volcanisme intermédiaire, felsique et ultramafique. Les roches intrusives sont surtout représentées par des masses plutoniques syn-volcaniques à tardi-tectoniques ou post-tectoniques, de composition felsique à intermédiaire dont les dimensions atteignent des proportions batholitiques. Les intrusions de compositions mafiques à ultramafiques forment des corps de petites tailles mis en place sous forme de sills, parfois lités; quelques intrusions de dimensions plutoniques, différenciées, montrent des caractéristiques de roches accumulées par sédimentation magmatique.

L'intérêt pour les ceintures de roches vertes archéennes s'est d'abord manifesté pour des raisons économiques alors que des prospecteurs y ont découvert de la minéralisation pour certains métaux. Au Canada, comme en Australie et en Afrique australe, des concentrations économiques de métaux de base (Cu, Zn), de métaux précieux (Au, Ag) et plus récemment de platinoïdes (Pt, Pd, Rh) sont connues et classent les ceintures de roches vertes parmi les unités géologiques les plus productives dans l'économie minérale.

### 1.5 Géologie régionale

La cartographie a permis d'identifier deux grands ensembles lithostratigraphiques dans la région étudiée (figure 1.3 et chapitre 2).

Les volcanites de la région de Joutel, distribuées dans deux bandes de roches volcaniques felsiques et une bande de volcanites mafiques, constituent le Complexe volcanique de Joutel (CVJ) qui couvre une superficie de l'ordre de 100 km<sup>2</sup>. Au centre de la région, on retrouve le Complexe intrusif de Rainboth (CIR) constitué du Pluton de Joutel, composé de tonalite surtout, et le Complexe lité de Valrennes (CLV) composé de roches gabbroïques litées et différenciées. La géologie structurale de la région est caractérisée par l'anticlinal de McClure-Plamondon (AMP sur la figure 1.3) affectant les volcanites du CVJ, la faille de la rivière Harricana (FRH) et la zone de cisaillement Joutel-ouest (carte 1 en pochette; voir section 3.1).

Le Complexe volcanique de Joutel et le Complexe intrusif de Rainboth sont encadrés entre quatre grands ensembles lithostratigraphiques (figure 1.3). Ils sont situés entre deux grandes masses intrusives felsiques soit le Pluton de Mistouac à l'ouest et le granite de Marest à l'est. Au nord, les rhyolites du CVJ se poursuivent dans l'empilement volcano-sédimentaire du sillon Harricana-Turgeon qui inclut le CVJ, tandis qu'au sud se retrouvent les basaltes du canton de Poirier.

Des coulées massives de basaltes, comprenant quelques séquences bréchiques, sont exposées dans l'angle nord-ouest de la région étudiée. Celles-ci occupent, au moins en apparence, le coeur de l'anticlinal du CVJ. Sur le flanc nord-est de l'anticlinal, les rhyolites sont, vraisemblablement, surmontées par le bassin sédimentaire de la rivière Harricana suivi de l'empilement de laves basaltiques, komatiitiques et andésitiques

des collines Cartwright l'ensemble formant possiblement une séquence homoclinale vers le nord-est (Dubé, 1990).

Les basaltes du canton de Poirier sont majoritairement composés de coulées massives et coussinées injectés de dykes de gabbro (Hocq, 1983). Cet empilement est plissé et décrit un synclinal dont la surface axiale est orientée nord-sud. Des ultramafites, dont la nature (intrusive?) demeure à être précisée, sont également présentes dans ce secteur et affleurent dans le canton de Rainboth plus au sud. Le contact entre les rhyolites du CVJ et les basaltes de Poirier n'est exposé en aucun endroit. Hocq (1987, comm. pers.) suggère qu'une faille est-ouest en tient lieu (voir carte 1 en pochette).

#### 1.6 Historique et travaux antérieurs.

Le camp minier de Joutel fut développé suite aux camps miniers de Matagami et de Normétal, à la fin des années 1950 (chapitre 6). La découverte de nombreux gisements de sulfures massifs associés à des volcanites felsiques en Abitibi amena Rio Tinto et Prospectors Airways à prospecter dans cette région encore vierge. Toutes deux relevèrent des anomalies électromagnétiques qui se sont révélées minéralisées après forages. La localité de Joutel fut alors érigée par Rio Tinto pour accueillir le personnel de ces mines et leurs familles. Le gouvernement du Québec défraya la construction d'une route reliant Joutel au réseau routier nouvellement construit. Des documents rapportent que jusqu'en janvier 1966, Joutel était relié au réseau routier par une barge traver-

sant l'Harricana alors qu'en hiver un pont de glace assumait cette tâche.

La mine de Poirier (Rio Tinto) a extrait 4,3 Mt de minerai de cuivre, zinc et argent de 1966 à 1975 alors que la mine Joutel-Copper (Prospectors Airways) a extrait 1,1 Mt de minerai de cuivre, zinc et argent durant la même période. La géologie de ces gisements est décrite au chapitre 6. Depuis 1974, Agnico-Eagle Gold Mines Ltd exploite un gisement aurifère dont un second puits, le puits Telbel, fournit l'essentiel du minerai exploité depuis 1980. La production totale de ce gisement est d'un peu plus de 5 Mt.

La région a été peu étudiée. Les premières études réalisées sont celles de Kelly et MacIntosh (1965) qui ont effectué la cartographie des quarts sud-ouest du canton de Joutel et nord-ouest du canton de Poirier respectivement. D'autres cartographies ont couvert, au nord, le sillon Harricana-Turgeon (Remick, 1969; Lacroix, 1986a et 1986b) et, au sud, les volcanites mafiques du canton de Poirier (Hocq, 1983). Aussi, Rio Tinto (1968) et Gauthier (1978) ont cartographié une partie du secteur sud du Complexe volcanique de Joutel. Enfin, le gisement Agnico-Eagle a fait l'objet de deux études spécifiques soit celles de Barnett *et al.* (1982) et de Wyman *et al.* (1986).

### 1.7 Méthodologie

La cartographie de détail de la région, couvrant une superficie de 120 km<sup>2</sup>, a permis de relever tous les éléments pétrographiques et

structuraux exposés dans les roches volcaniques comme dans les roches plutoniques. Pour les roches volcaniques felsiques, nous avons procédé à un décapage et à un nettoyage extensifs de tous les affleurements importants. Ainsi, nos descriptions pétrographiques visant à élaborer une stratigraphie des volcanites s'appuient tant sur des observations détaillées sur les affleurements que sur une synthèse des observations pétrographiques.

Au total, la cartographie repose sur l'examen d'un peu plus de 550 affleurements répartis comme suit:  $\approx 325$  pour les rhyolites,  $\approx 45$  pour les volcanites mafiques et  $\approx 180$  pour les roches intrusives. Les études pétrographiques au microscope polarisant ont porté sur 210 lames minces d'échantillons pris en surface. Un groupe additionnel de 27 lames minces pris d'échantillons de forages de la mine de Poirier a été étudié. Les analyses lithogéochimiques comprennent 120 analyses pour les éléments majeurs, dont 67 pour les éléments en traces et 46 pour les terres rares, et 230 analyses partielles pour les métaux de base et précieux et des éléments traceurs (annexes 1 et 3).

Les analyses pétrographiques des lithologies composant le Complexe intrusif de Rainboth ont été complétées par des analyses à la microsonde électronique sur les plagioclases, les pyroxènes, les olivines et d'autres minéraux (annexe 5).

## Chapitre 2

### Stratigraphie

#### 2.1 Généralités

Le Complexe volcanique de Joutel (CVJ) est dominé par des volcanites felsiques accompagnées de volcanites intermédiaires et mafiques. Les rhyolites sont concentrées dans deux bandes lithostratigraphiques distinctes soit la zone felsique principale, formant une demi ceinture autour du Pluton de Joutel, et la zone felsique d'Agnico-Eagle, allongée nord-ouest sud-est et comprenant le gisement du même nom. Considérant la rareté d'affleurement et de rares évidences de polarité sur de larges superficies dans la région, nous proposons que ces zones felsiques forment respectivement la base et le sommet du CVJ et sont séparées par la zone mafique médiane (figure 1.3 et carte 1 en pochette).

Les rhyolites, telles que les conditions d'affleurement permettent de les observer, sont presque toutes fragmentaires et d'origine pyroclastique. Les quelques épisodes de volcanisme intermédiaire présents dans les zones de rhyolites sont également fragmentaires. Ce sont majoritairement des tufs pour lesquels l'extension latérale de chaque épisode pyroclastique est restreinte de sorte que des corrélations stratigraphiques régionales ne sont guère possibles.

Les roches volcaniques felsiques et mafiques de Joutel sont injectées de dykes et de sills de gabbro syn- à post-volcanique (Rio Tinto, 1968). Le Pluton de Joutel, situé au centre du CVJ, est principalement composé de leuco-tonalite syn-volcanique à pré-tectonique. Enfin, sur la base des assemblages métamorphiques, le Complexe lité de Valrennes est une intrusion différenciée syn-à post-métamorphique.

## 2.2 Notes sur l'usage des termes « Complexe » et « zone »

La cartographie des volcanites de la région de Joutel permet de constater que les volcanites felsiques forment un édifice volcanique composé de volcanoclastites d'extensions variables pour lesquelles des relations stratigraphiques sont mal exposées et demeurent indéfinies. Aussi, comme nous le montrons plus loin (section 2.3), il n'est pas possible de délimiter d'unités continues et cartographiables pour l'ensemble de la région. Enfin, il n'est pas possible de définir de coupes types dans ces volcanites.

Etant donné la non-continuité et la faible extension des épanchements volcanoclastiques de même que la non connaissance de la stratigraphie des volcanites dans l'embranchement nord-est du CVJ, nous favorisons de ne pas formaliser la stratigraphie des volcanites du CVJ. Ainsi, il apparaît souhaitable d'exprimer la lithostratigraphie du CVJ par le terme « zone » qui est informel selon le code stratigraphique de l'Amérique du Nord (MERQ, 1986, article 22-1). Les trois "bandes" de roches volcaniques du CVJ sont décrites ici sous les appellations de zone felsique

principale, zone mafique médiane et zone felsique d'Agnico-Eagle (voir section 2.3 et carte 1 en pochette). En ce qui a trait aux deux grands ensembles lithostratigraphiques définis au cours de la cartographie, le Complexe volcanique de Joutel et le Complexe intrusif de Rainboth, le terme «Complexe» a été retenu pour les raisons suivantes:

a) pour les volcanites, le terme CVJ s'applique pour désigner la lithostratigraphie des rhyolites et des basaltes alors que des relations stratigraphiques compliquées sont connues (MERQ, 1986, article 37, alinéas a et b); et

b) pour les roches plutoniques, le terme complexe s'applique alors que les relations entre chacune des composantes du CIR demeurent inconnues.

## 2.3 Stratigraphie

### 2.3.1 Introduction

Les relations stratigraphiques entre les volcanites du CVJ et le CIR sont décrites ici. Les relations entre le CVJ et les ensembles lithostratigraphiques régionaux sont également proposées.

Le CVJ se compose de trois zones de volcanites qui se définissent comme suit (figure 1.3):

a) la zone felsique principale: volcanites felsiques formant la base du CVJ et une demi ceinture autour du Pluton de Joutel. Ces volcanites comprennent les trois anciens gisements de Cu-Zn-Ag de Joutel et ont une épaisseur présumée de l'ordre de 1 200 à 1 500 mètres dans l'embranchement-

ment nord-est (?) et de l'ordre de 4 km dans l'embranchement sud. Son extension vers le nord-ouest est inconnue;

b) la zone mafique médiane: volcanites mafiques à intermédiaires surtout situées au-dessus de la zone felsique principale et formant une bande allongée nord-ouest sud-est. L'épaisseur est de l'ordre de 1 500 mètres et son extension vers le nord-ouest est inconnue alors qu'elle s'allonge possiblement vers le sud-est au-delà de Joutel;

c) la zone felsique d'Agnico-Eagle: volcanites felsiques formant le sommet du CVJ allongée parallèlement à la précédente. Son extension vers le nord-ouest est vraisemblablement de plusieurs kilomètres au-delà de la mine Agnico-Eagle (Dubé, 1989) alors que vers le sud-est elle s'allonge probablement le long de la faille de la rivière Harricana. Son épaisseur est de l'ordre de 1 200 mètres.

Dans la région immédiate de Joutel, vers l'est, la zone d'Agnico-Eagle est suivie par les sédiments du bassin sédimentaire de la rivière Harricana puis par les basaltes des collines Cartwright. Les relations entre ces trois unités ne sont pas exposées et demeurent indéfinies mais il est possible que les felsites de Joutel soient surmontées par les sédiments puis par les basaltes des Cartwright dans une séquence homoclinale. L'étendue et l'épaisseur des sédiments ne sont pas connues. Néanmoins, dans la région de Joutel, ils semblent former la suture entre les rhyolites de la zone d'Agnico-Eagle et les basaltes des Cartwright sur plusieurs kilomètres voir des dizaines de kilomètres. Ces sédiments sont dominés par des argilites comprenant quelques bancs de grès, de siltites et de conglomérats. Egalement, ces sédiments comprennent

quelques lits de formation de fer.

Les collines Cartwright sont composées de coulées massives et coussinées de basaltes, de basaltes komatiitiques, d'andésites et de rares rhyolites (Lacroix, 1986a). Ces volcanites d'affinité tholéiitique et komatiitique se sont épanchées dans un environnement de type plaine sous-marine. Elles sont faiblement affectées par la tectonique; les quelques affleurements exposés le long de la route Joutel-Selbaie sont pratiquement exempts de foliation.

### 2.3.2 La zone felsique principale

La base du CVJ montre plusieurs bons affleurements dans le secteur sud de la région étudiée. Par contre, l'embranchement nord n'est exposé en aucun endroit de sorte que tant la lithostratigraphie que la structure de ces roches demeurent inconnues. Les affleurements permettent d'observer des rhyolites fragmentaires mises en place presque exclusivement par des coulées pyroclastiques. Ce sont surtout des tufs à lapilli ( $\approx 80\%$ ) comprenant de 5 à 25% de fragments ( $d > 2$  mm) et certains contiennent plus de 30% de fragments. Des statistiques n'ont pas été tenues sur la taille des fragments, ni sur l'extension latérale et sur l'épaisseur des coulées. Par contre, la taille moyenne des fragments est de l'ordre de 3 cm ( $< 1$  à 5 cm) mais des fragments d'une taille variant de 5 à 120 cm ont été observés à quelques endroits (5 à 10% des cas). Quant à l'épaisseur des lits, elle est d'ordre métrique à décimétrique.

Des structures syngénétiques sont rarement observées. Sur quelques affleurements (10), des tufs laminés ("ash fall tuffs"?) sont exposés. En outre, le granoclassement est rare (deux affleurements) et des chenaux à polarité sud-ouest ont été observés sur trois sites. Ainsi, de façon générale, les pyroclastites de Joutel forment des coulées massives de tuf, caractéristiques de ces dépôts (Fisher et Schmincke, 1984).

Les fragments ont une composition felsique pour la majorité. Ils sont massifs et arrondis mais certains sont ponceux. Des fragments de compositions intermédiaires ont été observés par endroits, ainsi que des fragments chloriteux (de dérivation mafique ?) aux formes allongées. Ils sont communément ponceux, aux terminaisons effilochées et qui ont un relief négatif sur les affleurements.

L'examen microscopique des pyroclastites de Joutel montre rarement des textures et des structures syngénétiques. Plutôt, on observe systématiquement une texture granulaire formée de pseudo-(?) sphérulites ( $d < 0,2$  mm) entourées d'un mince liséré de chlorite; ces granules pourraient constituer des fragments sphériques du magma. A certains endroits, des échardes et des ponces chloriteuses ont été observées.

Aucune lithologie ne montre une distribution régionale susceptible d'être suivie sur de longues distances, de sorte qu'aucune corrélation stratigraphique n'est possible pour la zone principale. Par contre, certains types de tufs montrent une régionalité (carte 1 en pochette, voir aussi figure 4.2). Les tufs à lapilli felsiques associés à des tufs

intermédiaires sont rencontrés dans la zone de cisaillement Joutel-ouest (carte 1 en pochette) et semblent former une bande large de l'ordre de 500 mètres et s'étendant sur plus de 400 mètres. Les tufs à lapilli chloriteux, tufs à bombes et lapilli chloriteux sont concentrés aux abords de la mine de Poirier. Les tufs polygéniques à lapilli feldspathiques, rhyolitiques et chloriteux sont concentrés sur des affleurements au nord-ouest du gîte Explo-Zinc. Des tufs intermédiaires à lapilli felsiques et intermédiaires, formant une bande large de près de 60 mètres relativement continue sur près de 1 km, sont exposés au sud de Joutel. Enfin, les brèches pyroclastiques sont présentes au sud de Joutel et pourraient former un centre volcanique dans ce secteur.

Les épontes des trois gisements de sulfures massifs semblent présenter les mêmes caractéristiques lithologiques. Robertson (1981) a proposé que ceux-ci appartiennent à un même horizon plissé à polarité sud-ouest. Ainsi, la zone principale comporterait deux cycles volcaniques principaux séparés par un épisode d'accalmie du volcanisme, minéralisés en sulfures (Scott, 1987; Shanks, 1989, comm. orale).

### 2.3.3 La zone mafique médiane

La stratigraphie de cette zone est mal connue. Quelques affleurements exposent des coulées massives de basaltes et d'andésites à l'extrémité nord dans la région étudiée et des coulées massives, coussinées et pyroclastiques au sud-est. Aucun indice de polarité n'y a été reconnu. Des sills de gabbros sont injectés dans ces mafites. Ces

volcanites mafiques sont interlitées avec quelques séquences felsiques. Une mince bande de sédiments plissés présente dans le secteur sud, montrant des polarités NE et SE, suggère un nez de plis dans ce secteur.

#### 2.3.4 La zone felsique d'Agnico-Eagle

Cette zone n'est exposée que sur trois affleurements où les rhyolites sont fortement cisailées. Barnett *et al.* (1982) ont décrit des tufs felsiques dans les développements miniers à Agnico-Eagle. Ces rhyolites sont fortement cisailées et transformées en des schistes à sérécite et hématite.

#### 2.3.5 Les roches intrusives

Des dykes et des sills de gabbros syn- à tardi-volcaniques ont été injectés dans les roches volcaniques du CVJ. Le Pluton de Joutel est constitué surtout de leucotonalite, ainsi que de gabbros. Des roches hybrides y sont interprétées comme résultant de l'injection de la tonalite dans les gabbros. Ce pluton est considéré syn- à tardi-volcanique et compose un complexe volcanique central avec les rhyolites du CVJ (Lacroix *et al.*, 1990). Enfin, le Complexe lité de Valrennes semble être tardi- à post-métamorphique alors que ces gabbros sont typiquement peu ou non métamorphisés; aucune datation n'a été effectuée sur ces roches. Deux dykes de diabase protérozoïque recoupent les roches archéennes de la région dans une orientation nord-est sud-ouest.

## 2.4 Comparaison avec d'autres complexes volcaniques felsiques de l'Abitibi

D'autres complexes volcaniques felsiques-mafiques sont rencontrés dans la région de Rouyn (Groupe de Blake River; GBR), de Normétal, du canton de Guyenne au nord-ouest d'Amos et de Matagami principalement. Tous sont connus pour leurs gisements de sulfures volcanogènes exploités pour les métaux de base ainsi que pour l'or. Ces sulfures, déposés à proximité d'événements volcaniques, marquent la fin de cycles d'activités volcaniques explosives importantes. Seules les grandes lignes de la stratigraphie de certains de ces complexes sont présentées ici. Le tableau 2.1 résume les caractéristiques stratigraphiques et pétrographiques de ces roches.

Le Complexe de Don (Rouyn) est constitué à plus de 75% de volcanoclastites, dans un assemblage de volcanites rhyolitiques de plus de 500 mètres d'épaisseur situé au sommet de laves basaltiques et intermédiaires épanchées en milieu aqueux. Les volcanoclastites y sont surtout grossières et la classe granulométrique principale excède 64 mm (population principale voisinant 256 mm, selon Gélinas *et al.* (1978) et Bouchard (1978)). Aussi, ces volcanoclastites montrent communément (> 50%, selon Gélinas *et al.*, 1978) des structures syngénétiques telles le granoclasement et des laminations parallèles. Elles sont accumulées dans des dépôts de formes lenticulaires. La composition des fragments y est de deux origines: les fragments felsiques massifs ou laminés dominent largement et sont accompagnés de fragments chloriteux. La stratigraphie

Tableau 2.1: Comparaison stratigraphique et pétrographique de différents complexes volcaniques felsiques-mafiques de l'Abitibi.

	Complexe volcanique de Joutel	Complexe de Don (1,2,3)	Complexe de Duprat (4,5)	Bande de Renault d'Alembert (6,7)
Epaisseur	1,2-~4 km (*)	500 m	~400 m ?	~500 m
Composition	felsique	felsique	felsique-intermédiaire	intermédiaire
Volcanoclastites	~90%	75-80%	>50% ?	>90% ?
Structures syngénétiques	<5%	0-53%	variable ?	1-83%
Epaisseur moyenne des lits	~0,2-10 m	1,86-<10 m	3,2-5,12 m	30-80 cm
Taille des fragments (**)	<2-~30 mm	2-512 mm	64->256 mm	8-256 mm
Composition des fragments	felsique~ 50% mafique~ 50%	felsique intermédiaire	felsique intermédiaire	intermédiaire
Cristaux de quartz	0-12%	0-20% ?	0-10% ?	0 ?
Granules	présents	?	?	présents?

\*: zone principale du CVJ

\*\* : mode grossier

Références: 1: Gélinas *et al.* (1978); Gélinas, (1980) 6: Tassé (1976)

2: Simard (1978)

7: Tassé *et al.* (1978)

3: Bouchard (1978)

4: Verpaelst (1980)

5: Verpaelst (1985)

des felsites permet de reconnaître quatre faciès possédant des caractéristiques distinctes. Le faciès 1 est dominé par des brèches à lapilli, brèches tuffacées, lapillistones, tufs à lapilli et tufs stratifiés. Le faciès 2 est représenté par des langues de rhyolites massives et des tufs dénués de litage. Le faciès 3 est représenté par des lapillistones et le faciès 4 est représenté par des rhyolites et lapillistones.

Le Complexe volcanique de Duprat (nord-ouest de Rouyn) est surtout composé de volcanites rhyolitiques (Verpaelst, 1985). Les rhyolites ont une stratigraphie distribuée en quatre types comprenant des proportions variables de volcanoclastites et de rhyolites massives. Les volcanoclastites y sont généralement non organisées et les structures sédimentaires rares. La taille des fragments varie de moins de 2 mm à plus de 5 mètres et les populations granulométriques principales ont des tailles de l'ordre 64 mm (types 1 et 3) et de 256 mm (type 2). L'épaisseur des lits varie dans chaque type et est de l'ordre de 3,1 m (type 1), 4,4 m (type 2) et de 6,3 m (type 3). Le type 4 est représenté principalement par une rhyolite à phénocristaux de plagioclases accompagnés d'un tuf laminé et d'une rhyolite feldspathique clastique.

Les pyroclastites de Reneault et de D'Alembert appartiennent à la suite calco-alcaline de Reneault du GBR (Tassé *et al.*, 1978). Les dépôts de composition intermédiaire sont constitués de brèches, de lapillistones et de tufs. Les lapillistones et les tufs sont typiquement constitués de 50% de cristaux de quartz, de 40% de cendres et de 10% de ponces. Tous les lits de ces dépôts pyroclastiques présentent des structures

syngénétiques alors que des transitions latérales des faciès sont localement observables.

## 2.5 Sommaire

Le Complexe volcanique de Joutel est un édifice de roches volcaniques distribuées dans trois zones lithostratigraphiques. La zone felsique principale et la zone felsique d'Agnico-Eagle forment respectivement la base et le sommet du CVJ et sont séparées par la zone mafique médiane. Les roches volcaniques felsiques sont presque exclusivement fragmentaires, des coulées et retombées pyroclastiques (> 90%), et les roches mafiques montrent des faciès massifs, coussinés, bréchiques et pyroclastiques. Les tufs sont généralement composés de 5 à 15% de fragments felsiques, intermédiaires ou mafiques.

Le CVJ montre des similitudes avec d'autres complexes volcaniques felsiques de l'Abitibi. L'abondance de volcanites explosives et la présence de gisements de sulfures exhalatifs volcanogènes sont communément rencontrées dans les différents édifices volcaniques felsiques de l'Abitibi, à Rouyn, Matagami et ailleurs.

Le Complexe volcanique de Joutel, comportant en son centre le Pluton de Joutel, est interprété comme la chambre magmatique nourricière des felsites du CVJ (Lacroix, *et al.*, 1990). D'autres complexes centraux sont interprétés dans la région, dont le Complexe de Brouillan. La région de Joutel se distingue par une intrusion mafique différenciée et

lité qui forme, avec le Pluton de Joutel, le CIR. Les roches mafiques et ultramafiques du Complexe lité de Valrennes sont faiblement métamorphisées et sont probablement d'époque syn- à post-métamorphique. Les relations génétiques possibles entre le Pluton de Joutel et le Complexe lité de Valrennes demeurent obscures.

## Chapitre 3

### Géologie structurale

#### 3.1 Généralités

L'identification et la description des zones de déformation dans les ceintures de roches vertes archéennes sont d'un intérêt croissant autant dans l'élaboration de modèles tectonostratigraphiques que métallogéniques. A titre d'exemple, mentionnons les travaux de Dimroth *et al.* (1983), Hubert *et al.* (1984) et de Ludden *et al.* (1986) dans la région de Rouyn et de Lacroix *et al.* (1990) dans la région du sillon Harricana-Turgeon.

Ces zones de déformation montrent des stades précoces amorcés par une fracturation (Skempton, 1966) suivie du développement de la foliation qui est subparallèle avec les bordures de la zone de fracturation. En Abitibi, les zones de déformation sont en régime fragile-ductile soit d'une élévation structurale de l'ordre de 15 km (Bursnall, 1989). Ces zones s'accompagnent de modifications géochimiques et texturales importantes caractérisées par la réduction du grain (mylonitisation) de la roche (White *et al.*, 1980; Lister et Snoke, 1984).

On y retrouve typiquement plusieurs fabriques planaires et linéaires. Les fabriques planaires sont dominées par les plans C (foliation) qui constituent les plans selon lesquels le mouvement s'effectue (plans C approximativement parallèles à la zone de déformation) et les plans S selon lesquels l'aplatissement s'effectue (Berthé *et al.*, 1979; Murphy, 1989). Ces derniers tendent à se subparalléliser à C au centre de la zone de déformation. La fabrique C-S s'accompagne de la linéation d'intersection de ces deux plans. Egalement, l'aplatissement s'accompagne d'une tectonite L-S qui s'exprime par un aplatissement en forme d'assiette ou d'un allongement en forme de cigare des éléments géométriques (fragments, lapilli, cristaux, etc.).

D'autres fabriques planaires sont communément développées. Ce sont des clivages tardifs destinés à accommoder la déformation. Selon leur géométrie, ils ont été décrits comme des "shear bands" par plusieurs auteurs dont Harris et Cobbold (1984) et Roberts (1987), clivages de crénulation extensionnelle (Platt et Vissers, 1980), exprimés par un mouvement de coulissage subhorizontal, et clivages à droite ou à gauche (Daigneault et Allard, 1987).

Les rhyolites de la région de Joutel décrivent possiblement un anticlinal dont la schistosité de plan axial est orientée nord-ouest sud-est parallèlement au grain tectonique régional. Au cours des étés 1987 et 1988, nous avons noté tous les éléments structuraux mesurables décrits dans ce chapitre. Egalement, nous avons tenté de quantifier l'intensité de la déformation de façon à identifier les zones où la déformation est

faible ou virtuellement absente, modérée, forte ou très forte, ce dernier état représentant les zones où les rhyolites sont transformées en schistes à séricite et carbonates. Sur la carte géologique (carte 1 en poche) les zones de déformations sont illustrées par un patron pointillé fin. Une description des modifications texturales apportées aux rhyolites par le cisaillement est également présentée ici.

### 3.2 Contexte régional

L'environnement tectonique de la région étudiée possède une schistosité NW-SE dominante, WNW-ESE par endroits, parallèle à la zone de faille de la rivière Harricana. La lithostratigraphie est subparallélisée au grain tectonique régional dans l'ensemble de la région (figure 1.3).

En revanche, l'empilement de roches volcaniques basaltiques exposé dans les cantons de Poirier et de Dalet est caractérisé par un grain tectonique NNW-SSE alors que la lithostratigraphie s'oriente selon une direction variant de NNE-SSW à NNW-SSE (Hocq, 1983, Kelly et MacIntosh, 1965). Nous ne connaissons pas d'affleurements permettant de documenter la nature du contact entre les felsites du CVJ et les basaltes au sud, mais il appert qu'une discordance en tient lieu; celle-ci semble délimiter les domaines tectoniques du sillon Harricana-Turgeon au nord et de Poirier-Dalet au sud (figure 1.3).

La région étudiée comprend les basaltes dans le canton de Valrennes qui séparent le CVJ du Pluton de Mistaouac (angle nord-ouest de la carte

1 en pochette). Ce sont des coulées massives orientées NE-SW soit perpendiculairement au grain stratigraphique du CVJ. Il est évident qu'un problème se présente ici, à savoir que ces basaltes s'intègrent difficilement à la structure anticlinale suggérée pour les rhyolites de Joutel. Plusieurs possibilités s'offrent:

a) les volcanites du CVJ décrivent un anticlinal et les basaltes du canton de Valrennes constituent une unité sous-jacente affectée par une structure souple inconnue;

b) les basaltes de Valrennes représentent un domaine tectonostratigraphique distinct, séparé du CVJ par une faille ou une discordance;

c) une combinaison de ces hypothèses.

Dans la région étudiée, l'intensité de la déformation est hétérogène. Elle est maximale dans les zones de faille de la rivière Harricana et de déformation Joutel-ouest (voir carte 1 en pochette), et la schistosité  $S_1$  demeure bien développée dans l'ensemble de la région, sauf à quelques exceptions où elle est virtuellement absente comme dans les basaltes de Valrennes. En outre, le Complexe intrusif de Rainboth en est affecté dans sa partie est (Pluton de Joutel) alors que le complexe lité ne semble affecté d'aucune schistosité régionale. Plutôt, on y observe à quelques endroits de petites failles nord-ouest sud-est. Celles-ci sont mises en évidence principalement par un conducteur EM orienté nord-ouest sud-est dans la partie ouest du complexe lité (voir carte 1 en pochette). Vraisemblablement, d'autres failles ont découpé le complexe: la section le long de la route Joutel-Authier suggère la présence de ces failles (voir figure 4.3).

### 3.3 Les structures planaires

Trois schistosités ont été identifiées dans la région étudiée.  $S_1$  correspond à la foliation régionale (époque  $D_1$ ) alors que  $S_2$  et  $S_3$  sont des structures subsidiaires à  $S_1$ . Nous estimons qu'il n'y a pas lieu de diviser la région en sous-domaines structuraux. En effet, sur la base de l'attitude du  $S_1$ , il n'est pas possible d'identifier de secteur caractérisé par un  $S_1$  ou une relation  $S_0$ - $S_1$  distincte. Les veines et les fractures n'ont fait l'objet d'aucune étude.

#### 3.3.1 Le litage $S_0$

Le litage est exposé à plusieurs endroits dans les rhyolites du CVJ. Cette surface est rarement plissée malgré l'intensité de la déformation. La distribution des pôles des plans  $S_0$  sur le canevas de Schmidt montre une forte corrélation avec celle des pôles des  $S_1$  (figure 3.1). Par contre, quelques valeurs suggèrent que l'axe du pli affectant le CVJ plonge au nord-ouest. De cette façon, la ceinture des pôles qui s'ébauche sur la figure 3.1 montre une structure synforme où la schistosité de plan axial est un  $S_1$  moyen d'attitude 310/75 (figure 3.2).

Ainsi, les rhyolites de Joutel montrant le litage à polarité SW sur le flanc sud-ouest du CVJ et NE sur le flanc est, et suggérant un anticlinal plongeant au sud-est (affleurements du secteur sud-est), ne concorde pas avec l'anticlinal suggéré ci-haut et plongeant au nord-ouest. Ces observations sur les populations statistiques des surfaces

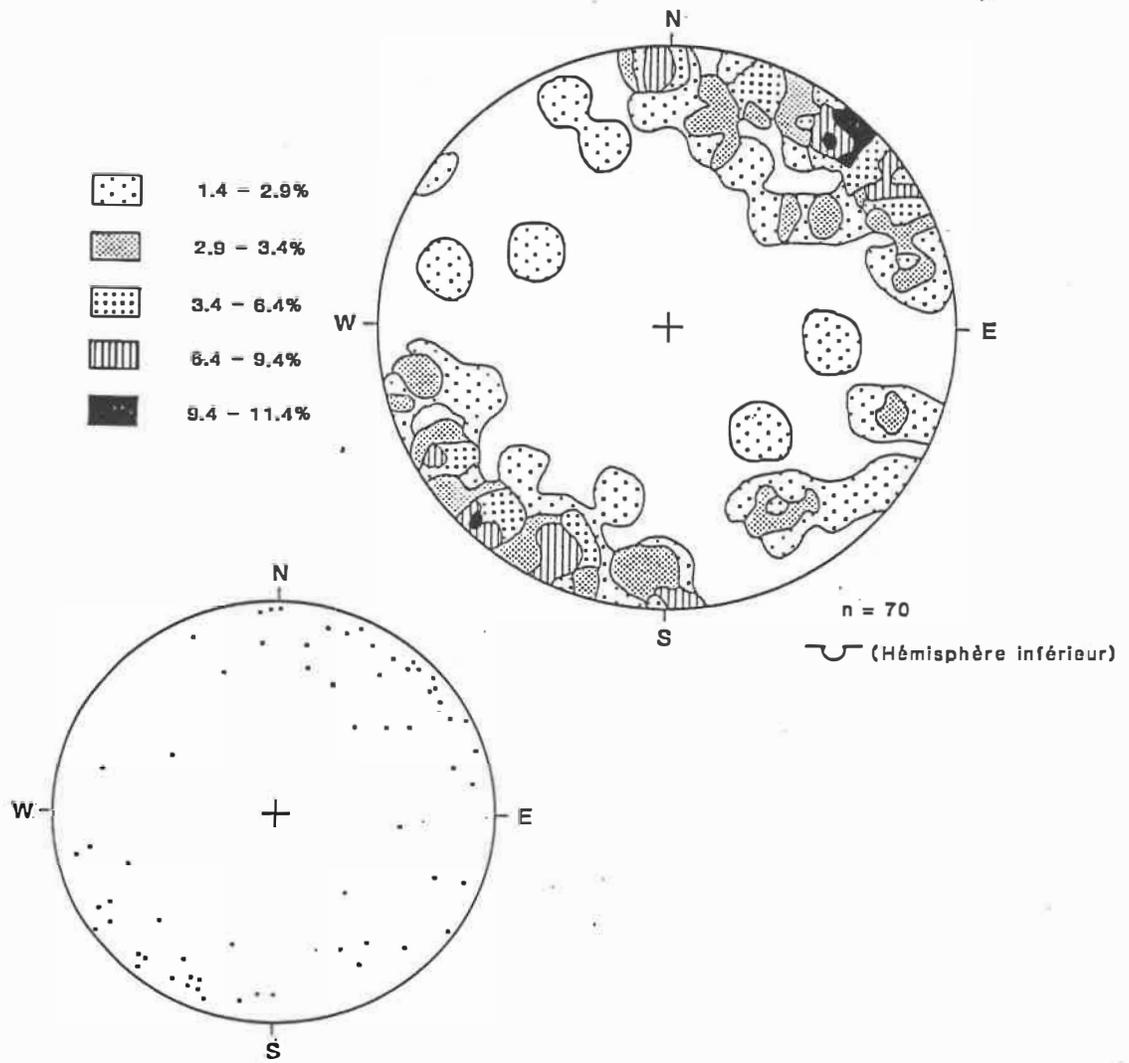
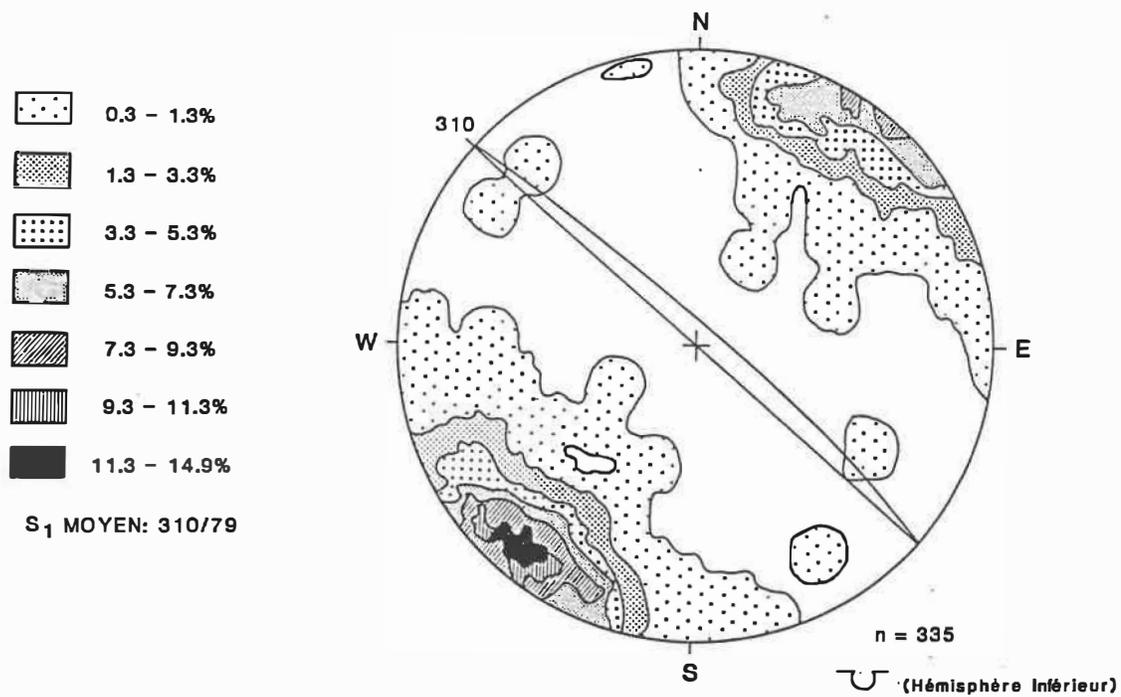


Figure 3.1 - Contours de densité de la distribution des pôles des surfaces  $S_\rho$ .



**Figure 3.2** - Contours de densité de la distribution des pôles pour la schistosité S<sub>1</sub>.

$S_0$  et  $S_1$  suggèrent que l'anticlinal de McClure-Plamondon est un anticlinal synforme plongeant au nord-ouest.

### 3.3.2 La surface $S_1$

La schistosité  $S_1$ , qui constitue la structure dominante, se développe sous plusieurs aspects. Communément, une foliation est développée, et en d'autres endroits des clivages espacés, parallèles ou anastomosés, sont développés (planche 3.1).

L'attitude moyenne de  $S_1$  est orientée selon  $120^\circ - 300^\circ$  avec un pendage abrupt à vertical incliné vers le nord-est ou le sud-ouest (figure 3.2). La schistosité de plan axial  $S_1$  a subparallélisé les surfaces  $S_0$  dans une direction commune de sorte que les intersections  $L_1^0$  sont rarement observables. Son attitude s'incurve par endroits et montre des variations passant de  $N280^\circ$  à  $N340^\circ$  et de  $N100^\circ$  à  $N160^\circ$ ; l'inclinaison du pendage varie peu. Ces variations sont surtout marquées dans les zones de cisaillement où, par endroits, la foliation est orthogonale à fortement oblique à la foliation régionale.

### 3.3.2 La surface $S_2$

La surface  $S_2$  forme un clivage de crénulation développé exclusivement dans les zones de forte déformation. Elle forme un clivage espacé de quelques millimètres dont l'orientation moyenne (013/75) est assez constante; les orientations se dispersent dans un nuage limité à

Planche photographique 3.1

Fabriques tectoniques dans les rhyolites du CVJ:

A) Tuf fin dans la zone de cisaillement Joutel-ouest (sous les antennes de télécommunications à l'ouest de Joutel) exhibant un clivage  $S_1$  parallèle au crayon (affleurement 87-1000);

B) Tuf à lapilli felsiques montrant une fragmentation tectonique; à remarquer une ponce au centre du champ. Zone de cisaillement Joutel-ouest (affleurement 87-1007);

C) Tufs fortement cisailés où le litage est parallèle à  $S_1$  (parallèle à la règle), et  $S_2$  est développé obliquement à la foliation (affleurement 87-1027).

National Library  
of Canada

Canadian Theses Service

Bibliothèque nationale  
du Canada

Service des thèses canadiennes

NOTICE

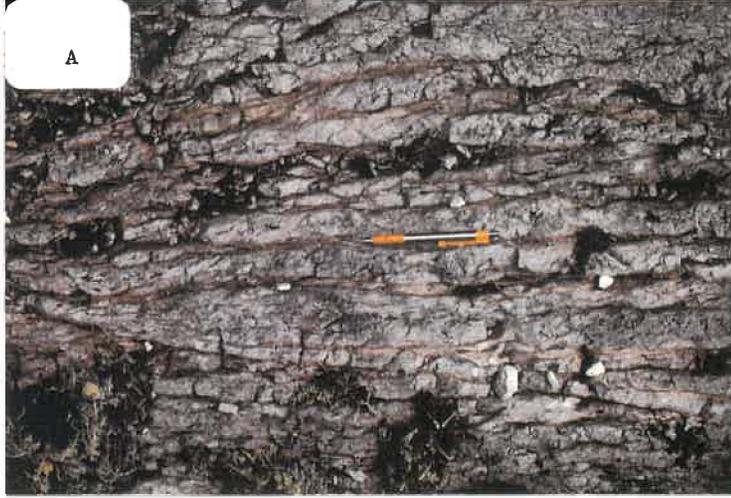
THE QUALITY OF THIS MICROFICHE  
IS HEAVILY DEPENDENT UPON THE  
QUALITY OF THE THESIS SUBMITTED  
FOR MICROFILMING.

UNFORTUNATELY THE COLOURED  
ILLUSTRATIONS OF THIS THESIS  
CAN ONLY YIELD DIFFERENT TONES  
OF GREY.

AVIS

LA QUALITE DE CETTE MICROFICHE  
DEPEND GRANDEMENT DE LA QUALITE DE LA  
THESE SOUMISE AU MICROFILMAGE.

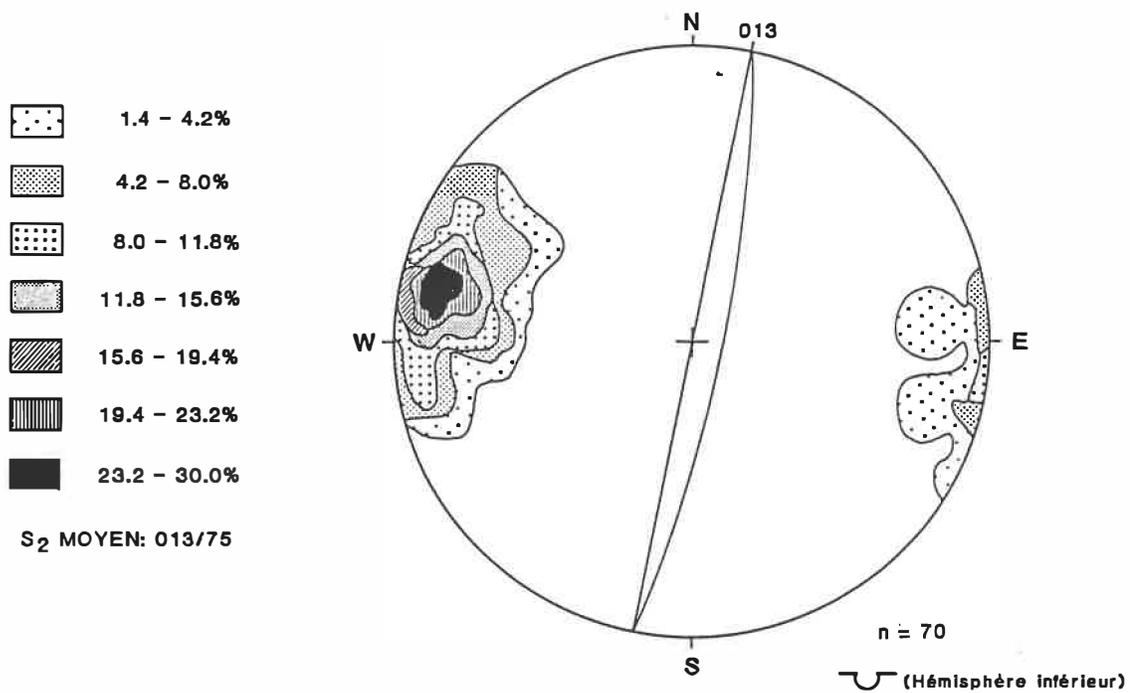
MALHEUREUSEMENT, LES DIFFERENTES  
ILLUSTRATIONS EN COULEURS DE CETTE  
THESE NE PEUVENT DONNER QUE DES  
TEINTES DE GRIS.



l'intérieur de quelque 45° d'azimut (figure 3.3). Communément, ce clivage n'opère aucun déplacement sur les surfaces  $S_1$  mais, à certains endroits, des déplacements dextres de faible amplitude sont développés (planche 3.1C). Lors de la cartographie des zones de cisaillement, nous n'avons pas observé de linéation d'étirement sur les surfaces  $S_2$  de façon à identifier un vecteur cinématique le long de ces plans. Par contre, les développements miniers à Agnico-Eagle montrent clairement que  $S_2$  est un clivage de crénulation extensionnel (Platt et Vissers, 1980; Daigneault et Allard, 1987).  $S_2$  agit donc pour accommoder la déformation  $D_1$ , et constitue une période tardive de la déformation  $D_1$ , appelée ici  $D_1'$ .

### 3.3.3 La surface $S_3$

La surface  $S_3$  est formée par des fractures présentant des décrochements dextres de faible amplitude, orientées N150° en moyenne avec un pendage sub-vertical. Ces plans sont discrets et d'espacement métrique. En certains endroits, ces fractures sont ouvertes et remplies de quartz accompagné d'un peu de carbonate. La relation entre  $S_3$  et la foliation  $S_2$  n'a pas été observée, mais nous présumons  $S_3$  postérieure car elle représente une phase tardive de  $D_1$  possiblement causée par le durcissement consécutif à la foliation  $S_2$  (Ramsay, 1967, p.260). En quelques endroits, la relation entre  $S_1$  et  $S_3$  est bien exposée sur les affleurements et montre  $S_3$  causant des déplacements identiques aux shear bands (Roberts, 1987). Pour cette raison,  $S_3$  est considérée comme une phase tardive de  $D_1$ , soit  $D_1''$ .



**Figure 3.3** - Contours de densité de la distribution des pôles de la surface  $S_2$ .

### 3.4 Les structures linéaires

Trois linéations sont observées sur la surface  $S_1$ . Les linéations d'étirement ( $L_E$ ) et d'intersection des foliations C et S ( $L_{C-S}$ ) sont liées à l'épisode de déformation  $D_1$  alors que la linéation ( $L_2^1$ ) est formée par l'intersection des surfaces  $S_1$  et  $S_2$  (épisode  $D_1'$ ). La linéation  $L_1^0$  (axe de plis, épisode  $D_1$ ) a été calculée à partir des valeurs de  $S_0$  et de  $S_1$  mesurées sur les mêmes affleurements. Des linéations sur  $S_2$  et  $S_3$  n'ont pas été observées sur les affleurements.

#### 3.4.1 La linéation $L_1^0$

La linéation  $L_1^0$  correspond à l'axe du pli régional affectant les volcanites du CVJ. Elle a été observée en un seul endroit dans des tufs au sud-est de la mine de Poirier et plonge abruptement vers le nord-ouest. Les autres valeurs de la linéation  $L_1^0$  ont été construites. Aussi, les quelques affleurements où un pli est exposé suggèrent que  $L_1^0$  plonge au nord-ouest (figure 3.4a). Les figures 3.1 et 3.2 abondent dans le même sens alors que l'intersection des  $S_0$  moyen et  $S_1$  moyen suggère également un axe plongeant au nord-ouest. Nous suggérons que l'anticlinal McClure-Plamondon plonge à  $70^\circ$  vers le nord-ouest. Nous favorisons cette hypothèse, car elle est en accord avec nos observations.

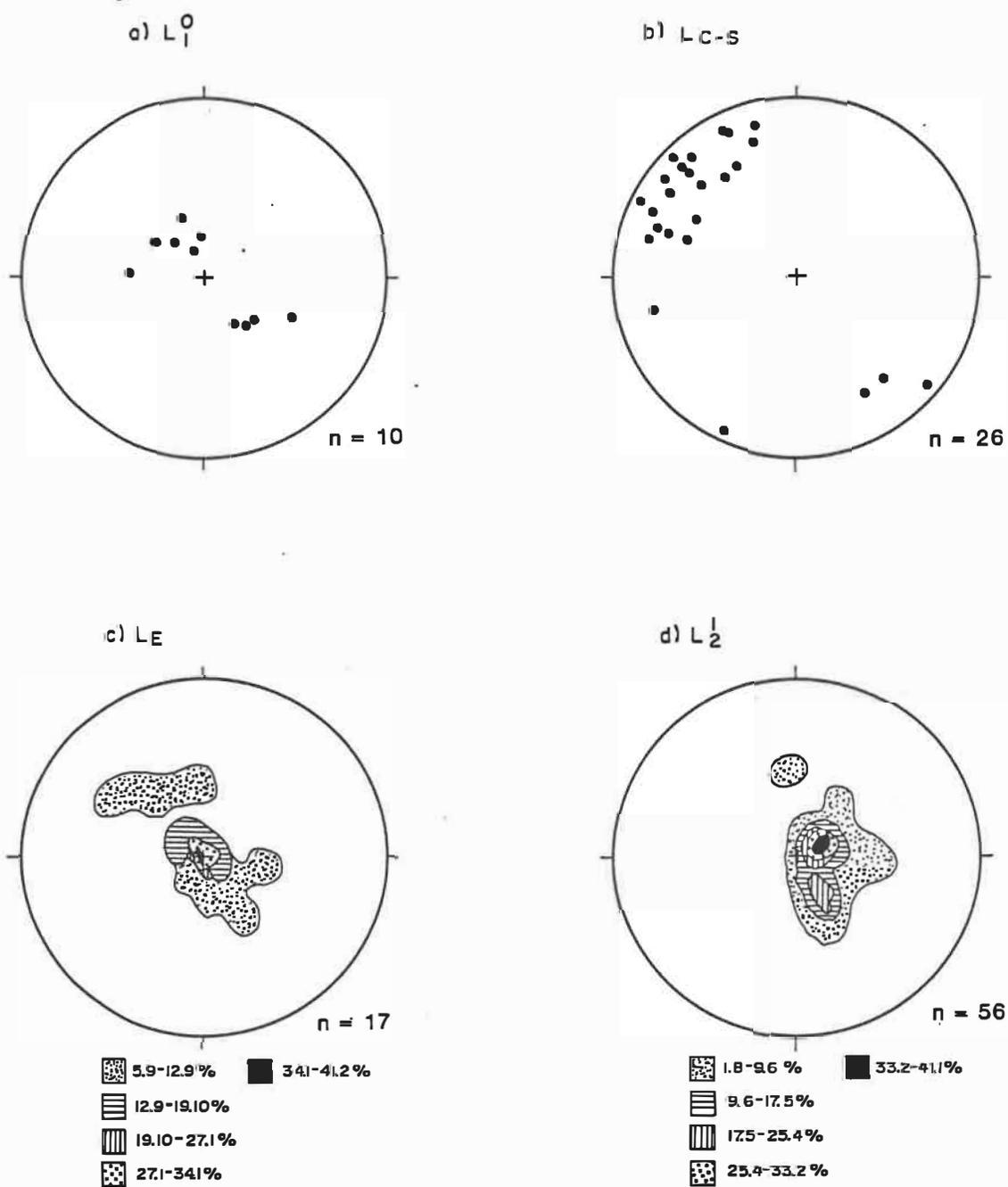


Figure 3.4 - Stéréogrammes pour les linéations, dans la région de Joutel.

### 3.4.2 La linéation $L_E$

La linéation  $L_E$  est la linéation d'étirement développée sur la foliation  $S_1$ .  $L_E$  s'exprime par de petits lambeaux allongés (fragments tectoniques) de rhyolite ou par des cristaux de quartz étirés. Le caractère fragile des rhyolites développe des fragments tectoniques centimétriques découpés en forme d'assiettes aplaties le long de la schistosité et allongées dans le sens du pendage. Cette linéation a une plongée subverticale avec une direction nord-est perpendiculaire à  $S_1$  ou avec un faible rejet incliné vers le nord-est ou le sud-ouest (figure 3.4c). La linéation  $L_E$  exprime le vecteur dynamique de la déformation  $D_1$  qui s'est réalisé par un aplatissement avec un mouvement vertical dominant.

### 3.4.3 La linéation $L_{C-S}$

La linéation  $L_{C-S}$  est une linéation d'intersection produite par l'intersection des fabriques C et S, la foliation C représentant le plan  $S_1$ . Cette linéation est généralement peu développée et s'observe surtout dans les zones où le cisaillement est prononcé. Son attitude est subhorizontale et plonge au NW surtout, et plus rarement au SE dans une direction subparallèle au plan C (figure 3.4b). Elle corrobore donc un mouvement subvertical le long de la foliation  $S_1$  (Daigneault et Allard, 1987). Géométriquement, la densité de points plongeant au nord-ouest permet de suggérer que la composante horizontale du mouvement dans les zones de déformation est un coulissage senestre, causé par un chevauche-

ment du bloc est (Cartwright) sur le bloc ouest (CVJ) et en direction nord-ouest (voir aussi Lacroix et al., 1990).

#### 3.4.4 La linéation $L_2^1$

La linéation  $L_2^1$  est la linéation formée par l'intersection du clivage de crénulation  $S_2$  sur  $S_1$ . Cette linéation est généralement développée dans l'ensemble de la région, dans les roches volcaniques tout comme dans les roches plutoniques (Pluton de Joutel). Elle a une attitude ayant une plongée subverticale selon une direction variable soit au nord-est autant qu'au sud-ouest selon l'inclinaison de la foliation  $S_1$  (figure 3.4d).

#### 3.5 Notes sur les modifications texturales et pétrographiques apportées aux rhyolites dans les zones de déformation

Dans l'ensemble du secteur sud du CVJ, les rhyolites sont affectées par  $S_1$  et on assiste au développement d'un clivage dans les zones les moins déformées jusqu'à une schistosité dans les zones d'intense cisaillement. Le clivage forme un patron variant du clivage parallèle au clivage anastomosé d'espacement décimétrique à millimétrique (planche 3.1). Eventuellement, le clivage évolue rapidement vers une fragmentation tectonique pouvant oblitérer toute structure primaire (planche 3.1B). Ainsi, se développe une mosaïque de petits lambeaux de la rhyolite découpée par  $S_1$  en forme d'assiettes modérément allongées. Les cristaux de quartz et de plagioclases forment également une linéation

d'étirement bien développée. Les effets de la déformation dans les rhyolites causent un démembrement de la stratigraphie. Des clivages anastomosés de pression-solution sont formés par endroits.

### 3.6 Sommaire

Les volcanites du CVJ sont affectées de deux importantes zones de déformation orientées nord-ouest sud-est alors que le litage est parallélisé à la foliation dans toute la région. Le CVJ décrit probablement un anticlinal synforme dont l'axe plonge au nord-ouest et la surface axiale est orientée nord-ouest sud-est.

La déformation dans les rhyolites est hétérogène et la foliation est plus ou moins développée soit en un clivage parallèle, en un clivage anastomosé ou en une foliation pénétrative dans les zones intensément déformées.

Les fabriques planaires, de même que les linéations d'étirement et d'intersection des fabriques C-S démontrent que l'aplatissement dans les zones de déformation s'est réalisé selon un mouvement vertical. Ce mouvement possède une légère composante de coulissage vers le nord-ouest.

## Chapitre 4

### Pétrographie et lithologies

#### 4.1 Le Complexe volcanique de Joutel (CVJ)

##### 4.1.1 Les volcanites felsiques

##### 4.1.1.1 Généralités

La pétrographie des rhyolites du secteur sud de la zone principale du CVJ permet d'identifier une majorité de volcanoclastites ( $\approx 90\%$ ). Cette première conclusion se dégage rapidement avec la cartographie des volcanites de la région de Joutel.

Dans la région de Rouyn, les études réalisées dans le Groupe de Blake River par Gélinas *et al.* (1978), Simard (1978), Bouchard (1978) et Gélinas (1980) sur les rhyolites du Complexe de Don ont toutes identifié une abondance de coulées pyroclastiques. De même, les travaux de Tassé (1976), Tassé *et al.* (1978) sur la bande de Renault, de Tassé *et al.* (1982) sur le Cap d'Ours, de Trudel (1979) sur les rhyolites de la région de Cléricky et de Verpaelst (1980) sur le Complexe volcanique de Duprat abondent dans le même sens. Ainsi, dans l'ensemble de l'Abitibi, le volcanisme felsique semble s'exprimer par une stratigraphie largement dominée par des roches explosives.

Le camp minier de Matagami, également reconnu pour ses gisements de sulfures massifs disposés dans des felsites, est constitué d'un empilement de roches volcaniques felsiques surmontées par des mafites (Sharpe, 1968). Roberts (1975) et MacGeehan (1978) ont observé des pyroclastites dans l'horizon de tuffite disposé au sommet du Groupe du Lac Watson.

Les volcanoclastites forment un groupe de roches dont la description et la nomenclature est compliquée par la variété des processus en cause (Sheridan, 1979). Le lieu commun de ces roches réside dans ce qu'elles sont formées par l'accumulation de débris de toutes tailles originant de la fragmentation de roches volcaniques soit par des processus épicias-tiques, autoclastiques ou pyroclastiques (Lajoie, 1984, p.39; Cas et Wright, 1987, p.33).

Les épicias-tites résultent de l'altération et de la fragmentation de roches volcaniques transportées et accumulées par des processus sédimentaires. Les autoclastites sont formées par l'autobréchification de coulées de lave; elles sont typiquement représentées par les hyaloclastites et les brèches de coulées (Furnes *et al.*, 1980). Ces roches sont composées de fragments presque exclusivement formés de l'autobréchification de la lave sous-jacente. Ce sont donc des horizons formés au sommet d'un épisode d'épanchement de lave.

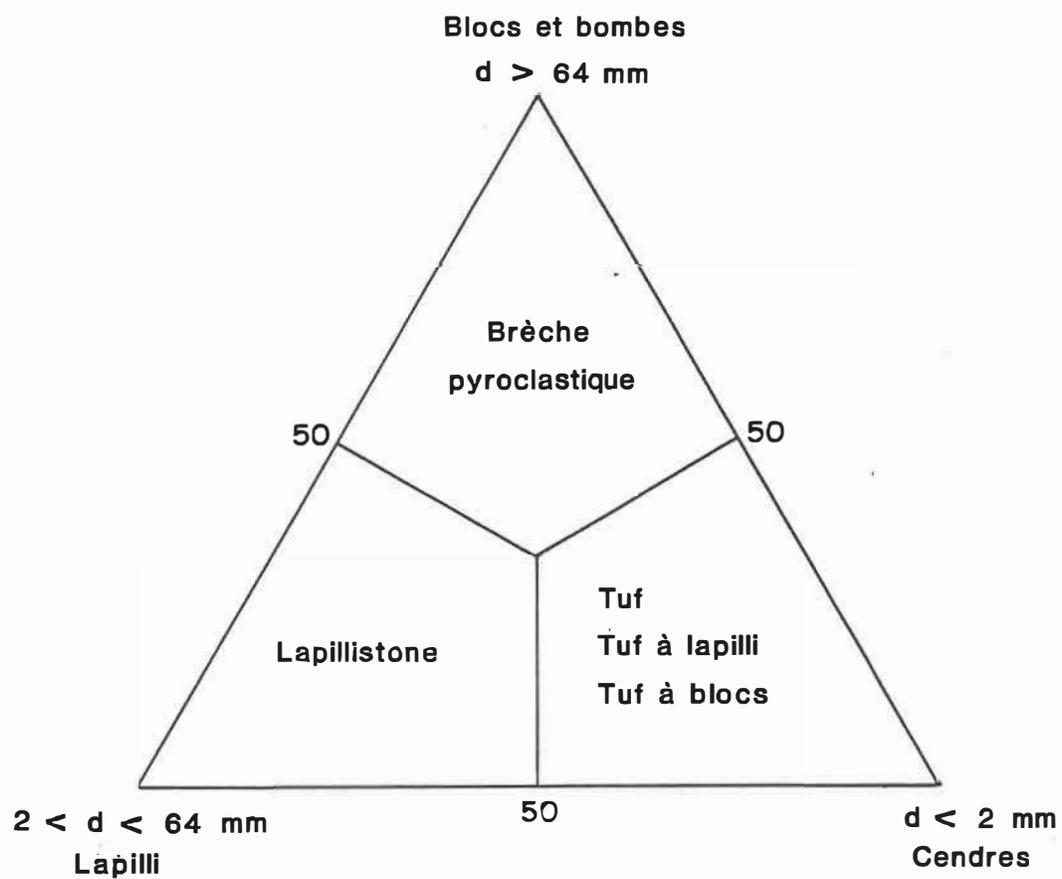
Les pyroclastites sont un groupe de roches d'origine explosive formées par plusieurs processus d'accumulation, les coulées et les retombées pyroclastiques principalement, des fragments volcanogènes (Ross

et Smith, 1961; Peterson, 1970; Fisher, 1979). Cas et Wright (1987, chapitre 3) et Fisher et Schmincke (1984, chapitre 4) présentent une description des processus de fragmentation du magma dans le conduit volcanique par l'exsolution de volatils (Verhoogen, 1951; Smith, 1979). D'autres auteurs ont suggéré que l'injection d'un magma mafique dans une chambre magmatique felsique peut causer un volcanisme explosif (Sparks, 1976; Sparks *et al.*, 1977). Les pyroclastites sont composées de fragments de plusieurs origines: a) fragments juvéniles, b) fragments de cristaux, et c) fragments lithiques. Les premiers sont des fragments du magma en éruption alors que les fragments lithiques sont produits par la fragmentation de roches consolidées incorporées soit pendant l'ascension du magma ou arrachées des flancs du volcan.

La nomenclature utilisée ici est celle présentée à la figure 4.1. Certains termes de terrain, tel que tuf à lapilli et à blocs, proposés par la classification du MERQ sont utilisés. Les pyroclastites sont nommées selon la population granulométrique dominante; les tufs sont composés de plus de 50% de cendres ( $d < 2$  mm) et les brèches, de plus de 50% de blocs ou de bombes ( $d > 64$  mm)(tableau 4.1).

#### 4.1.1.2 Pétrographie des volcanites felsiques de la région de Joutel.

La cartographie des rhyolites du CVJ s'est concentrée sur le secteur sud de la région alors que les flancs nord-est de la zone principale et de la zone d'Agnico-Eagle affleurent rarement. Les volcanites felsiques comprennent quelque 90% de volcanoclastites contre 10% de rhyolite



**Figure 4.1** – Nomenclature utilisée pour la classification des roches pyroclastiques. (modifié de Fisher, 1966).

Tableau 4.1: Classification granulométrique des  
matériaux pyroclastiques

<u>Taille des fragments</u>	<u>Pyroclastes</u>	<u>Roches consolidées</u>
> 64 mm	Blocs et bombes	Agglomérat, brèche pyroclastique
64 mm	<hr/>	
2 < d < 64 mm	Lapilli	Tuf à lapilli, lapillistone
2 mm	<hr/>	
1/16 < d < 2 mm	Cendres grossières	Tuf
1/16 mm	<hr/>	
d < 1/16 mm	Cendres fines	Tuf fin

(modifié d'après Schmid, 1981)

massive. Les volcanoclastites sont constituées de plus de 75% de tufs à lapilli, quelque 20% de tufs et moins de 5% de brèches (proportions estimées).

Sur l'affleurement, les fragments observés sont des lapilli, bombes, blocs et ponces. Les structures typiques des dépôts de volcanoclastites, telles que des coulées chenalisées, laminations parallèles et autres, sont rarement développées. Des 125 lames minces de rhyolites étudiées, il en ressort que des textures primaires d'origine pyroclastique sont communément observées et relativement bien préservées malgré le métamorphisme. Nos observations au microscope polarisant ont identifié de nombreuses textures; certaines sont primaires (ponces, etc.), d'autres sont diagénétiques (sphérulites), mais elles ont toutes été affectées par le métamorphisme ce qui rend leur description difficile. La majorité des tufs felsiques cartographiés présentent une texture granulaire qui a des caractéristiques autant primaires que métamorphiques. Nous ne sommes pas parvenus à trancher en faveur de l'une ou l'autre des hypothèses et une discussion sur le sujet est présentée plus loin. Néanmoins, nous favorisons une origine pyroclastique pour ces granules.

Plusieurs lithologies ont été distinguées, et dans les rhyolites fragmentaires des variations texturales ou structurales plus ou moins importantes sont présentes. Les coulées de laves rhyolitiques sont rares et sont formées soit en coulées massives ou lobées. Les descriptions qui suivent visent à décrire et à illustrer les principaux types lithologiques reconnus.

Toutes ces rhyolites sont recristallisées et la matrice est formée d'une mosaïque de quartz à grain fin à très fin ( $dm \approx 0,1 \text{ mm}$ ) et de paillettes de phyllosilicates à grain très fin ( $dm \approx 0,05 \text{ mm}$ ) où une texture lépidoblastique est typiquement développée. Nous présentons ici une description des lithologies selon leurs localités types. La pétrographie des échantillons recueillis à ces localités est résumée par les tableaux 4.2 à 4.5. Les localités types sont présentées à la figure 4.2.

#### 4.1.1.3 Les tufs felsiques.

Les tufs du CVJ sont de composition rhyolitique pour la majorité. La faible densité d'affleurement à l'échelle régionale ne permet pas d'élaborer des études sédimentologiques sur ces dépôts (Sparks, 1976). Pour cette raison, nos descriptions pétrographiques se limitent à distinguer des groupes lithologiques pour lesquels des variations faciologiques latérales ont été observées par endroits (tableau 4.2). Egalement, on constate, d'une part, que l'intensité du cisaillement est telle qu'à certains endroits l'altération et la fragmentation tectonique rendent impossible de décrire les lithologies, et, d'autre part, les textures microscopiques (cendres) sont oblitérées par le métamorphisme. Les modifications apportées aux rhyolites dans la zone de cisaillement Joutel-ouest et la zone de faille de la rivière Harricana sont décrites au chapitre 3.

**Tableau 4.2: Pétrographie des volcanites fragmentaires du CVJ.**

Echantillon	Tuf fin			Tuf laminé		Tuf à laminations lenticulaires		Tuf à cristaux	Vitrophyre	Tuf à lapilli felsiques	
	87-1012	87-1034	88-2231	87-1000	87-1019	87-1031	88-1157	88-1067	87-1065	87-1023	87-2010
Quartz	0	0	1	2	0	0	1	0	0	4	2
texture				BR,RP						RP,BR	RP
Plagioclase	0	0	2	0	0	1	0	12	0	1	1
texture		GY	GY					GY			GY
Chlorite	0	0	20	0	42	8	37	20	2	0	0
Mica blanc	45	27	5	12	1	1	3	9	0	12	12
Carbonate	0	0	8	2	4	6	0	6	1	0	1
Mésostase	55	73	64	84	53	84	59	53	97	78	82
texture			MQ	EN		TQ		MQ	MQ	MY	MQ,MY
Lapilli felsiques	0	0	0	1	0	0	2	0	0	15	25
Lapilli mafiques	0	0	1	0	0	4	5	0	0	5-10?	0
Ponces	A	R	B	A?	A	R	F	A?	A	F?	F?
Echardes	A	R-A	R	A?	F?	A	A	A	A	A	A
Granules	O	B	B	A?	O	A?	P?	B?	A	A	A
Sphérulites	R	R	R	F	R	F	P	F?	A	R	F

Liste des codes: page suivante

Tableau 4.2: suite

	Tuf à lapilli felsique et mafique		Tuf à lapilli chloriteux		Tuf à lapilli d'accrétion	Brèche pyroclastique		Tuf intermédiaire à lapilli	Pyroclastite mafique	
	87-2091	87-2093	88-2226	88-2229	87-2058	87-2052	87-1054	87-1071	87-1013	87-1014
Quartz	6	3	1	0	0	2	1	2	0	0
texture	RP, BR	RP, BR					BR, RP	BR		
Plagioclase	3	1	1	2	0	3	0	5	1	4
texture	GY			GY						
Chlorite	15	27	15	5	0	15	0	10	10	17
Mica blanc	6	3	5	20	20	12	8	8	6	0
Carbonate	4	8	0	0	6	4	0	10	3	6
Mésostase	66	59	78	73	74	64	91	65	80	73
texture	MQ				MQ	MQ	MY		MQ	MQ
Lapilli felsiques	10-20	10-20	0	0	15-25	20	40	10	0	0
Lapilli mafiques	15	15	20-35	20-35	0	0	0	15	10	15
Ponces	B	P	B	B	A	F	R	F	P	P
Echardes	R?	R-F	B	R-F	A	R?	R	A	A?	A?
Granules	B	B	B	B	A	F	R	A	A	A
Sphérulites	R	R	A?	A?	R	F?	R	R	R	R

Liste des codes: A = absent R = rare F = fréquent P = présent B = abondant O = omniprésent

BR = brisé EN = engrené GY = granophyrique MQ = mosaïque MY = mylonitisé

RP = baie de résorption TQ = trachytique

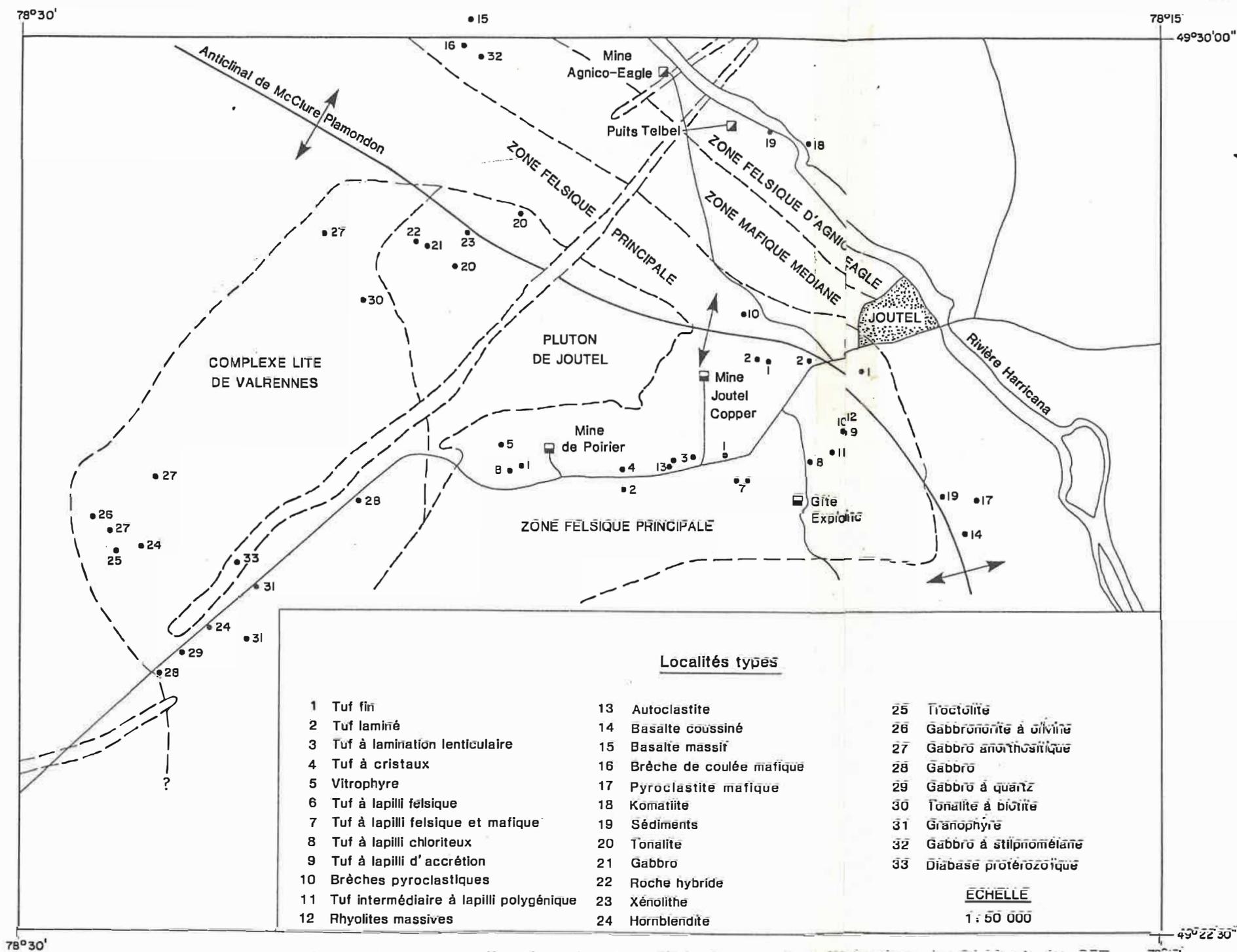


Figure 4.2 - Localisation des localités types des lithologies du CLV et du CIR.

Sur l'affleurement, les tufs felsiques ont une patine blanche à jaunâtre dépendamment s'ils sont faiblement ou fortement affectés par le cisaillement. Ces dépôts montrent rarement (quatre affleurements) des structures dépositionnelles, telles le granoclasement, visible à l'échelle de l'affleurement. Des contacts lithologiques sont régulièrement présents sur les affleurements (~60%), quoique recouverts par le mort terrain. Pour cette raison, les affleurements ont été décapés et nettoyés.

Les lapilli sont surtout des fragments felsiques. Leur apparence sur l'affleurement est massif et cherteux avec un diamètre variant entre 0,5 et 3 cm et certains blocs font plus de 30 cm. Plus rarement, les fragments felsiques sont ponceux. Des fragments chloritisés de composition intermédiaire à mafique, de teinte noire en cassure fraîche, sont communs; d'autres sont carbonatisés et ont une teinte jaune brunâtre en cassure fraîche. Ces fragments sont ponceux et ont typiquement des terminaisons effilochées. Leur taille est variable soit de 0,5 à plus de 20 cm pour une moyenne voisinant 3 cm selon l'allongement.

Les tufs felsiques contiennent des cristaux de quartz (1 à 10%) et/ou de plagioclases (1 à 5%) quoique ceux-ci soient moins communs. On observe communément à l'échantillon comme au microscope polarisant un halo de silicification autour de ces cristaux. Le quartz est communément des fragments de cristaux aux arêtes vives et brisées *in situ* formant des amas glomérocrystallins séparés par un mince liséré de matériel interstitiel dont on peut reconstituer un monocristal. Ils

ont typiquement des baies de résorption montrant une déstabilisation avec l'environnement magmatique lors de leur ascension dans l'édifice volcanique.

#### 4.1.1.3.1 Tuf fin

Ce sont des volcanoclastites composées exclusivement de cendres et ne présentant aucune texture ou structure pyroclastique dont le contexte indique qu'il s'agit de tufs. Ces lithologies sont probablement beaucoup plus répandues, car en l'absence de critères distinctifs (épaisseur de la coulée, autres coulées avoisinantes), on peut les confondre aisément avec des rhyolites massives (coulées de lave).

Trois sites constituent des localités types de ces tufs. Le premier est situé près du gisement Joutel-Copper, à l'est, le second sur un affleurement sur le bord de la route et au sud de la mine Joutel-Copper et enfin sur des affleurements au sud de la mine de Poirier.

Le premier site expose un tuf massif ne montrant aucune structure. Au microscope polarisant, il est composé de granules ce qui donne une apparence semblable à une arénite quartzique où chaque granule est bien individualisé et entouré d'un ciment de chlorite. Certains granules ont des formes ovoïdes et d'autres sont supposés soudés.

Sur le second site, l'affleurement est composé de tufs, contenant une quantité variable de lapilli et de bombes felsiques d'une taille

atteignant 40 cm dans une mésostase riche en quartz. Les tufs fins forment des bancs massifs d'une épaisseur d'au plus 20 cm interlités avec des tufs contenant jusqu'à 10% de cristaux de quartz et dénués de fragments. Leur aspect microgranulaire massif sur l'affleurement tranche avec celui des autres tufs plus grossiers et ils ont une patine blanche très claire. Les lames minces de ces tufs fins montrent la mésostase recristallisée en une mosaïque de quartz microgrenu et de phyllosilicates; aucun fragment n'est distingué.

A la mine de Poirier, les tufs fins sont semblables à ceux décrits ci-haut. Les cassures fraîches montrent quelques inclusions millimétriques chloriteuses qui se révèlent être des ponces au microscope.

Ajoutons qu'un quatrième affleurement de cette variété de tuf, situé à quelques centaines de mètres immédiatement au sud de Joutel, expose un tuf à débit colonnaire (planches 4.1A et 4.1B).

#### 4.1.1.3.2 Tuf laminé

Ce sont des tufs fins exposés en trois endroits. Le premier est situé sous les antennes de télécommunications à 1,5 km à l'ouest de Joutel, soit dans la zone de cisaillement Joutel-ouest (voir encadré sur la carte 1 en pochette). Le second est situé à l'est de la mine de Poirier sur une série de petits affleurements à quelque 100 mètres au sud de la route. Enfin, le troisième est situé à quelques centaines de mètres à l'est du site de la mine Joutel-Copper.

Planche photographique 4.1

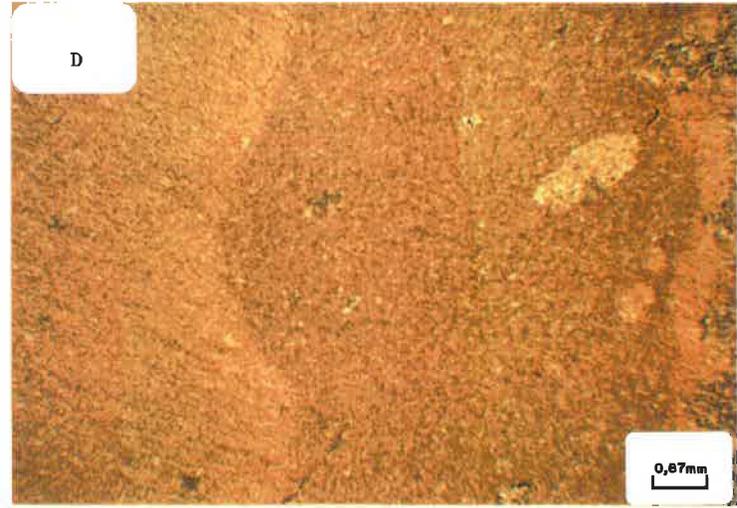
Tuf fin et tuf laminé:

A) Tuf fin à débit colonnaire. Affleurement (88-1120) situé au sud de Joutel;

B) Tufs fins felsiques et mafiques interlités; les tufs mafiques forment des bandes brunes et à relief négatif. Affleurement (87-2008) situé à 1,5 km à l'ouest de Joutel, en bordure de la route et dans la zone de cisaillement Joutel-ouest;

C) Tuf laminé; à remarquer les fines laminations millimétriques. Echantillon de l'affleurement (87-1019) situé à l'est de la mine Joutel-Copper;

D) Même tuf laminé que C. A remarquer la texture granulaire développée dans la matrice; les ondulations sont la trace du litage. Lumière transmise.



Les deux premiers sites montrent des tufs à peu près identiques. Sous les antennes de télécommunications, le tuf laminé est exposé à quelques endroits alors qu'il est déchiqueté par le cisaillement en lambeaux d'une taille variant de centimétrique à métrique. Localement, le tuf est relativement bien préservé, quoique très altéré. Les lamines ont une épaisseur de 1 mm en moyenne et sont formées par l'alternance de lamines de rhyolite altérée, riches en séricite, de teinte beige, et de lamines riches en quartz microgrenu. Le tuf comprend quelques lapilli felsiques et cherteux ainsi que des sphérulites, et des cristaux de quartz (3%). La patine de ce tuf est blanc jaunâtre, d'une teinte identique en cassure fraîche montrant la déstabilisation de la chlorite au profit de la séricite. Des carbonates ferrifères et l'hématite donnent une légère pigmentation rougeâtre à la roche, typique dans ce secteur.

En lame mince, ce tuf présente les mêmes textures qu'à l'échelle mégascopique. Les lamines sont recristallisées les unes en une mosaïque de quartz microgrenu et de mica blanc et les autres en une mosaïque de quartz microgrenu à grain fin à moyen et limpide.

Le second site de ce tuf laminé est représenté par des bancs d'une épaisseur voisinant 20 cm interlités avec des tufs à lapilli felsiques et/ou à lapilli mafiques; ces derniers sont massifs. Le tuf laminé est formé de lamines millimétriques parallèles. Elles sont plissotées par endroits; ce sont des microplis intrafoliaux. La taille restreinte à 3 ou 4 cm tout au plus de ces plis (contenus dans ces bancs); les surfaces

axiales parallèles au litage et la plongée des axes, étant orientée au nord-ouest comme au sud-est, tendent à suggérer qu'il s'agit de plis d'entraînement syngénétiques ("slumps").

Au microscope polarisant, ce tuf est formé d'une matrice recristallisée en une mosaïque à grain très fin de microquartz et de phyllosilicates. Des cristaux de quartz brisés, à grain fin, sont disséminés dans la mésostase. La structure laminaire est mise en évidence par des lamines dont le contenu en chlorite est variable. Certains amas gloméroblastiques de quartz semblent former des échardes quoique ceux-ci n'exhibent clairement aucune structure et texture fragmentaire.

Un autre type de tuf laminé, exposé près de la mine Joutel-Copper, est formé de lamines parallèles d'une épaisseur centimétrique (1 à 2 cm), chacune montrant une structure laminaire millimétrique (planches 4.1C et 4.1D; figure 4.2). En cassure fraîche, les lamines sont mises en évidence par leur teinte qui varie de beige à noire. Au microscope polarisant, ce tuf est formé d'une matrice en granules ( $d_m \approx 0,1 \text{ mm}$ ) alors que les lamines sont causées par une variation de la teneur en chlorite. Ce tuf exhibe bien la texture granulaire typique des tufs de la région de Joutel (planche 4.1D).

#### 4.1.1.3.3 Tufs à cristaux

La majorité des tufs de Joutel contiennent des cristaux, de quartz surtout, et de plagioclases par endroits. Ces cristaux occupent rarement

plus de 10% du volume des dépôts volcanoclastiques. De sorte que nous ne connaissons qu'un seul site où des tufs à cristaux (>30% de cristaux) sont exposés.

Des tufs à cristaux affleurent à quelque 1,5 km à l'est de la mine de Poirier, sur le côté nord de la route (figure 4.2). L'affleurement expose des couches successives de pyroclastites et un banc d'un tuf intermédiaire. La polarité de la séquence est tournée vers le sud-ouest (planche 4.2A).

Le tuf à cristaux comprend environ 35% de phénocristaux ( $d_m \approx 1,5$  mm) de plagioclase. En lames minces, le plagioclase est brisé, maclé péricline, albite et Carlsbad et typiquement disposé en amas glomérocrystallins. Les plagioclases sont remplis d'inclusions granophyriques. La mésostase est recristallisée en une mosaïque de plagioclase formant des plages diffuses où les phyllosilicates occupent les interstices.

#### 4.1.1.3.4 Vitrophyre

Cette lithologie est rencontrée au milieu du bassin de résidus miniers de la mine de Poirier (figure 4.2). Cette lithologie est définie comme un tuf fortement soudé et présentant une texture vitreuse (Cas et Wright, 1987, p.252; Smith, 1960, p.154). Sur l'affleurement, cette rhyolite a une patine blanche très claire et vitreuse, une dureté très élevée et une teinte grisâtre vitreuse en surface fraîche. La rhyolite présente des laminations montrant un litage et des nodules (origine

Planché photographique 4.2

Tuf à cristaux, vitrophyre et tuf à lapilli felsiques:

A) Tuf à cristaux montrant des structures de chenalisation. Affleurement (87-1067) situé à l'est de la mine de Poirier. La polarité y est orientée vers le sud-est;

B) Vitrophyre. Affleurement (87-1065) situé au milieu du bassin de résidus miniers de la mine de Poirier. Remarquer les laminations et la texture mouchetée causée par des nodules de chlorite et l'aspect vitreux de la roche;

C) Tuf à lapilli felsiques. Les fragments sont allongés dans le plan de la schistosité régionale; l'extrémité du crayon indique une ponce felsique. Affleurement (87-2009) situé à 1,5 km à l'ouest de Joutel, en bordure de la route et dans la zone de cisaillement Joutel-ouest;

D) Tuf à lapilli felsiques. La mésostase est recristallisée en un enchevêtrement de quartz microgrenu et de séricite; à remarquer une sphérolite bien conservée. Affleurement (87-1054) situé dans la zone de cisaillement Joutel-ouest. Lumière transmise, nicols croisés.



inconnue) gris noirâtres riches en chlorite (planche 4.2B).

En lame mince, les nodules sont formés de chlorite en remplacement d'amphiboles(?), et sont accompagnés de moins de 1% de phénocristaux de quartz et de plagioclases automorphes (tableau 4.2). La mésostase est exclusivement composée d'une mosaïque de quartz microgrenu recristallisé.

#### 4.1.1.3.5 Tuf à lapilli felsiques

Ce sont surtout des tufs comprenant de 5 à plus de 30% de lapilli. Un chapelet d'affleurements situés en bordure de la route, près de Joutel, expose de ces tufs à lapilli. Ils sont positionnés à quelques centaines de mètres au sud du contact entre la zone principale et la zone médiane (figure 4.2).

Les lapilli felsiques, polygéniques, sont soit massifs et d'aspect chertoux ou fortement vésiculaires et ponceux (planches 3.1B et 4.2C). Les lapilli chertoux dominent nettement alors que ceux ponceux constituent moins de 10% de ces dépôts. A cet endroit, la roche est fortement cisailée et l'altération a transformé ces tufs en schistes à séricite, carbonate et hématite causant une pigmentation rougeâtre de la roche (planche 4.2D).

#### 4.1.1.3.6 Tuf à lapilli felsiques et mafiques

Ces tufs forment un groupe contenant des lapilli felsiques massifs, des lapilli chloriteux et des lapilli feldspathiques. Les lapilli felsiques sont semblables à ceux décrits ci-haut. Les lapilli chloriteux sont des fragments dont la minéralogie est dominée par la chlorite ce qui leur donne une patine brunâtre sur les affleurements. Ils sont communément ponceux et fortement fuselés où le rapport de l'allongement sur la largeur est supérieur à 2:1 (planches 4.3B et 4.4A). Les lapilli chloriteux ont typiquement des terminaisons effilochées. Les lapilli feldspathiques sont semblables aux précédents et leur patine varie de beige à brune. Par contre, ils sont plus trapus, aux contours plus arrondis et d'apparence massive.

Au microscope polarisant, la mésostase de ces tufs est plus ou moins granulaire (voir section 4.1.2), les phénocristaux de quartz sont brisés et le plagioclase, maclé Carlsbad, albite et péricline, est subautomorphe et modérément remplacé par des inclusions de carbonates et de mica blanc (tableau 4.2). Les lapilli chloriteux exhibent des aspects variables, la majorité étant formés de chlorite, surtout, comprenant quelques plages de mosaïque de quartz microgrenu plus ou moins fuselées (vésicules). D'autres lapilli sont formés d'un treillis de granules (planche 4.3C).

Les lapilli feldspathiques sont aisément reconnus car ils sont généralement remplacés par des carbonates au pléochroïsme léger à moyen. Dans certains cas, on reconnaît encore une texture trachytique où les

Planche photographique 4.3

Tuf à lapilli felsiques et mafiques et à lapilli chloriteux:

A) Tuf à lapilli chloriteux où la mésostase est recristallisée par endroits mais des fragments de ponces et des échardes (au centre du champ) sont présents. Affleurement (88-2225) à moins de 300 mètres au sud de la mine de Poirier. Lumière transmise;

B) Echantillon (88-2225) du tuf à lapilli présent à la mine de Poirier; les ponces chloriteuses ont une teinte vert foncé;

C) Texture granulaire et fragments de ponces et des échardes dans un tuf à lapilli felsiques et mafiques (échantillon 87-2093). Lumière transmise.

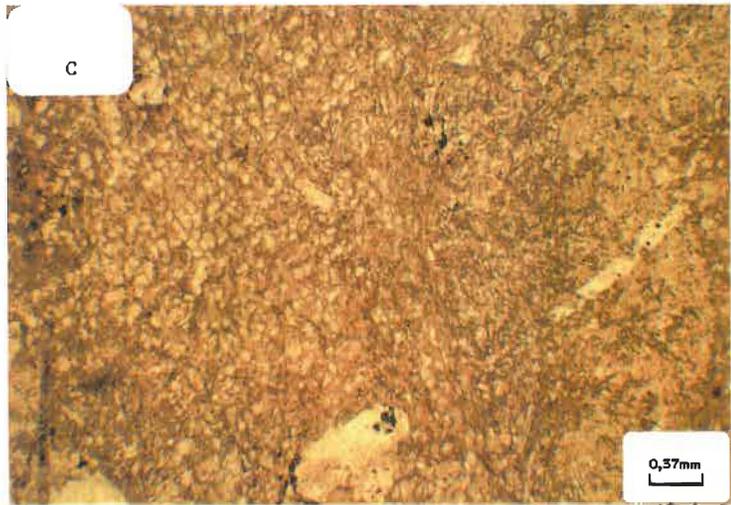
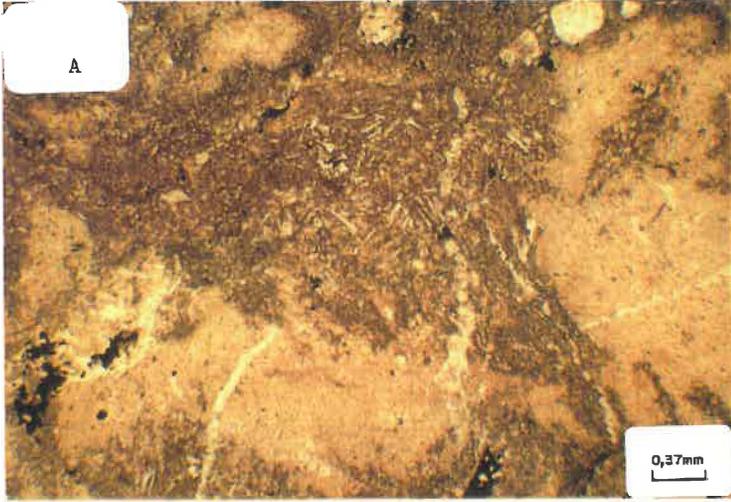


Planche photographique 4.4

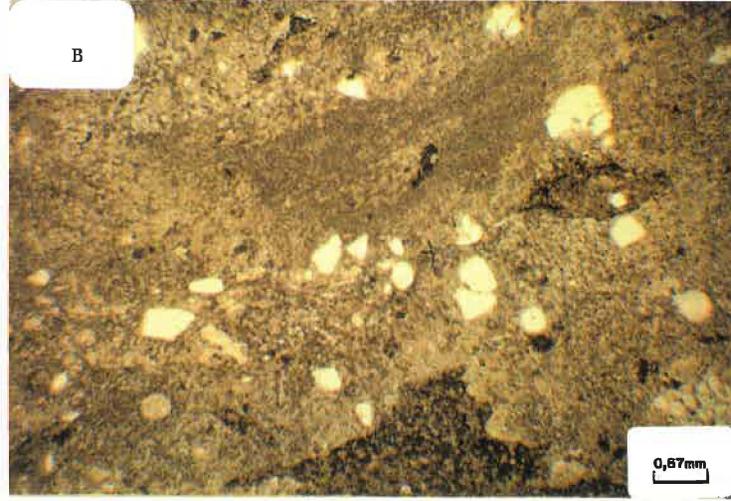
Tuf à lapilli chloriteux et à lapilli felsiques et mafiques:

A) Tuf à lapilli mafiques et felsiques. Une ponce (entourée d'un trait) est fortement étirée et exhibe des vésicules tubulaires. Affleurement 88-1109;

B) Tuf à lapilli felsiques et mafiques. Un fragment de roche à texture granulaire est présent dans la demie supérieure du champ. Un fragment feldspathique est présent sur la bordure inférieure. D'autres lapilli et des fragments de cristaux de quartz sont présents. Affleurement 87-2093. Lumière transmise;

C) Tuf à lapilli et à bombes chloriteuses à la mine de Poirier. Une bombe de forte taille (plus de 60 cm) aux contours contortionnés baigne dans un tuf à lapilli où les fragments sont à relief négatif (bordure gauche du champ). Des laminations contortionnées sont développées dans les cendres. Affleurement 88-2225;

D) Tuf à lapilli chloriteux. Les lapilli ont une teinte brunâtre et sont en relief négatif. Affleurement 88-1178.



microlattes de plagioclase sont abondamment remplacées par le quartz. La chlorite dessine alors le pourtour rectangulaire des pseudomorphes silicifiés de plagioclase.

#### 4.1.1.3.7 Tuf à lapilli chloriteux

Ces tufs se distinguent par leurs fragments exclusivement chloriteux qui constituent rarement plus de 20% de la roche et d'une taille inférieure à 4 cm. Des tufs à lapilli et à bombes sont exposés par endroits.

Deux sites illustrent bien cette lithologie (figure 4.2). Le premier expose des tufs à lapilli et des tufs à lapilli et à bombes sur une série d'affleurements immédiatement au sud de la mine de Poirier dont ils constituent l'éponte supérieure. Les fragments sont des ponces de la taille des lapilli comprenant quelques bombes d'une taille atteignant 60 cm (planches 4.4C et 4.4D). Les ponces sont difformes, contortionnées et aux contours illustrant de façon remarquable leur emplacement par une coulée pyroclastique (planche 4.3B). Leur patine est blanc jaunâtre avec un relief négatif tandis qu'en cassure fraîche leur teinte varie de noir verdâtre à jaunâtre. La mésostase est généralement massive et aphyrique et en un endroit des laminations contortionnées et parallèles ont été observées. Sur ce même affleurement, les fragments sont surtout des bombes aux contours effilochés et aux formes contortionnées; les textures et structures pyroclastiques y sont spectaculaires tant pour leur développement que leur conservation (planche 4.4C).

Au microscope polarisant, les fragments sont formés de chlorite surtout et la texture granulaire est plus ou moins bien développée. En certains endroits, celle-ci évolue pour former des (pseudo- ?) vésicules fortement étirées. Egalement, ces dépôts présentent de nombreuses ponces et des échardes (planche 4.3A). La matrice est formée d'un enchevêtrement de granules et d'échardes; tous ces éléments sont formés d'une mosaïque de quartz microgrenu, limpide, dont les contours sont marqués par de la chlorite en fines paillettes (planche 4.3A).

Le second site est situé sur quatre petits affleurements disposés à quelques dizaines de mètres en bordure du chemin d'accès au gisement Explo-Zinc, au nord de celui-ci ( $\approx$  600 m). Ce sont des tufs à lapilli contenant des cristaux de quartz ( $<$  10%) et ne montrant aucune structure dépositionnelle. Les lapilli chloriteux sont ponceux et fuselés et leurs terminaisons sont effilochées (planches 4.3D et 4.4C). Leur taille est variable et atteint 15 cm.

#### 4.1.1.3.8 Tuf à lapilli et à laminations lenticulaires

Ce tuf est exposé sur quelques affleurements à l'ouest de la mine de Poirier, sur le côté nord de la route. Il s'agit d'un tuf comprenant moins de 10% de lapilli chloriteux et quelques fragments felsiques d'une taille atteignant 1,20 mètre. Ce tuf a une patine blanche et la structure laminaire découpe des lentilles allongées d'extension centimétrique. Il s'agit d'un clivage anastomosé bien observable en lames minces.

#### 4.1.1.3.9 Tuf à lapilli d'accrétions

Ces tufs sont rencontrés en un endroit au sud de Joutel sur un affleurement à proximité de brèches pyroclastiques. Les lapilli ont des tailles variant de 5 mm à 3 cm. Les plus gros forment des boules montrant plusieurs anneaux concentriques depuis le coeur du fragment et sont interprétés comme des lapilli d'accrétion. Ces tufs sont typiquement laminés. Les lapilli d'accrétion sont formés de l'agglutination de cendres et montrent communément une structure concentrique (Cas et Wright, 1987; Fisher et Schmincke, 1984).

Au microscope polarisant, les lapilli sont composés de quartz microgrenu recristallisé et les anneaux concentriques sont formés par les variations de l'abondance relative des carbonates ferrifères (planche 4.5A).

#### 4.1.1.3.10 Tuf intermédiaire à lapilli polygéniques

Ce tuf rencontré à plusieurs endroits dans le CVJ, est bien exposé dans le secteur au sud de Joutel. Il s'agit d'un tuf à lapilli comprenant moins de 10% de lapilli felsiques, cherteux, et environ 25% de lapilli intermédiaires ou mafiques de patine vert moyen. La matrice est de teinte vert foncé. Des cristaux de quartz et de plagioclase constituent moins de 10% de la roche (planche 4.5B).

Planche photographique 4.5

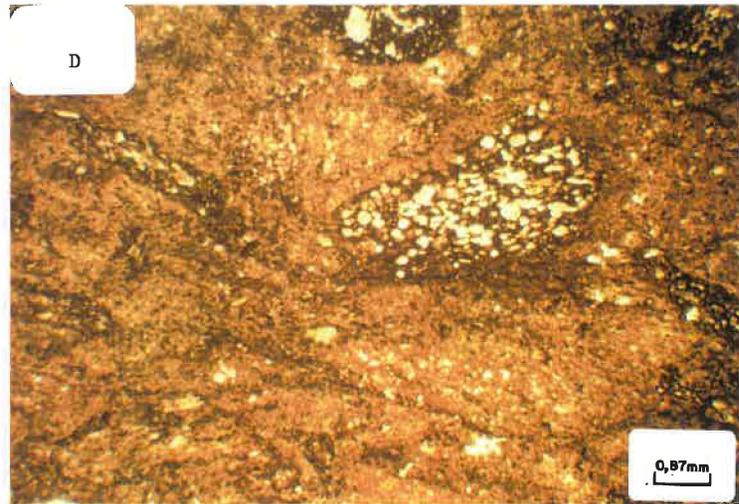
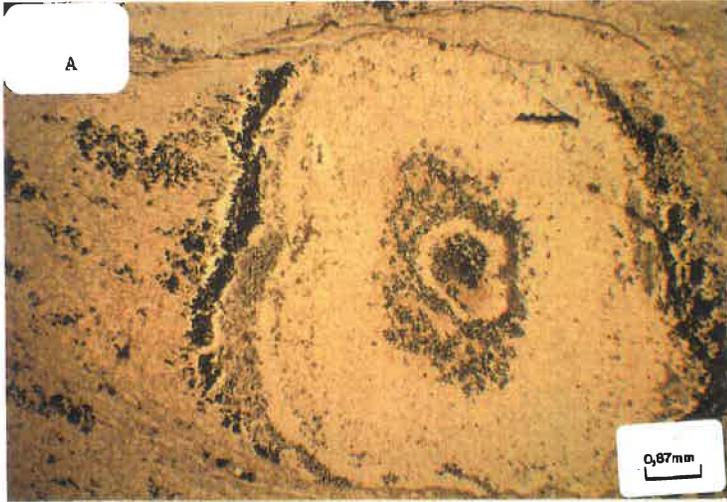
Tuf à lapilli d'accrétion, intermédiaires et mafiques:

A) Tuf à lapilli d'accrétion: un lapillus montre ici une texture concentrique. Echantillon de l'affleurement 87-2058 situé au sud de Joutel. Lumière transmise;

B) Tuf intermédiaire à lapilli polygéniques. Les lapilli felsiques sont en relief positif. Le relief accidenté de la roche est causé par la variation du contenu en quartz microgrenu dans la mésostase de la roche et par les fragments mafiques. Ce tuf forme une bande suivie sur près de 1 km au sud de Joutel;

C) Tuf basaltique à lapilli. Secteur sud de la zone mafique médiane. Affleurement 87-2097;

D) Tuf mafique à lapilli. Les fragments sont des ponces fortement vésiculaires et la matrice est formée d'un feutrage dense de chlorite et d'épidote. Echantillon de l'affleurement 87-1013 situé dans le secteur sud de la zone médiane. Lumière transmise.



Cette lithologie montre en lame mince une matrice recristallisée microgrenue formant un feutrage dense de quartz microgrenu et de chlorite en proportions à peu près équivalentes. Les lapilli chertueux sont recristallisés en une mosaïque de quartz microgrenu ( $d \approx 0,05$  mm) comprenant moins de 1% de carbonate. Les lapilli mafiques qui dominent largement ont des formes sub-arrondies et sont remplacés par un feutrage dense de quartz microgrenu et phyllosilicates (chlorite et mica blanc) alors que le plagioclase (1 à 3%) automorphe en microlattes est bruni par l'altération en mica blanc.

#### 4.1.1.3.11 Brèche pyroclastique

Des brèches pyroclastiques affleurent d'une part sur les collines au sud de Joutel et sur un autre affleurement dans la zone de cisaillement Joutel-ouest. La brèche pyroclastique exposée au sud de Joutel est un empilement de bombes et de lapilli ( $d = 3-8$  cm) aux formes bulbeuses témoignant d'une accumulation de matériaux à l'état plastique. La mésostase est formée de phyllosilicates et de cristaux de quartz. L'affleurement est modérément cisailé et on reconnaît des laminations d'écoulement, d'amplitude métrique, à un endroit. L'affleurement voisin expose une brèche où les fragments se supportent en l'absence virtuelle de matériaux interstitiels. L'examen pétrographique montre des fragments massifs, vésiculés, dans une matrice de granules et de cristaux de quartz.

L'autre brèche, exposée dans la zone de cisaillement, est présente sur un petit affleurement où elle est interlitée avec des tufs à lapilli felsiques et des tufs à lapilli mafiques. Les fragments felsiques de taille atteignant 20 cm sont fortement allongés et certains sont grossièrement laminés.

#### 4.1.1.4 Rhyolite massive

Les coulées de laves rhyolitiques massives constituent certainement moins de 10% du secteur sud du CVJ. On en rencontre à quelques endroits qui forment des lentilles d'extension indéterminée. Il semble s'agir de coulées massives surtout, alors qu'une coulée lobée est rencontrée sur des affleurements à proximité des brèches pyroclastiques décrites ci-haut. Aucune structure synvolcanique n'y a été observée.

Au microscope polarisant, ces rhyolites sont recristallisées en un feutrage formé de microlattes de quartz, de plagioclases (silicifiés) et de phyllosilicates formant une texture granophyrique (tableau 4.3).

#### 4.1.1.5 Autoclastite

Le seul affleurement d'autoclastite felsique connu est localisé dans le secteur à l'est de la mine de Poirier. Une lentille d'autoclastite est disposée dans les tufs à laminations lenticulaires (ci-haut). Les fragments, très anguleux, monogéniques ( $d_m \approx 3$  cm) se supportent et la matrice ne forme qu'un mince film entre les fragments. Aucune lame mince

**Tableau 4.3: Pétrographie des volcanites massives et des sédiments du CVJ**

	Rhyolite massive	Basalte	Brèche de coulée	Komatiite	Sédiments		
Echantillon	88-2075	88-1238	87-2100	87-2100	87-1084	87-1081	88-1210
Quartz	1	0	1	0	0	0	1
Plagioclase	2	2	4	2	6	0	1
Pyroxène	0	15	0	0	0	0	0
Amphiboles	0	0	1	0	48	0	0
Mica blanc	2	0	1	0	0	0	0
Carbonates	5	0	3	5	1	65	0
Epidote	0	3	15	16	1	2	0
Chlorite	0	13	6	7	42	8	0
Opaque	1	5	0	0	2	1	3
Mésostase	89	62	69	70	0	24	95
Textures	1	2	3	3,4	5	6	7

Code des textures: 1 = granophyrique 2 = grenue 3 = hyalopilitique  
4 = trachytique 5 = spinifex 6 = grès lithique 7 = argilite.

de cette lithologie n'a été étudiée car l'affleurement n'a pu être échantillonné à cause du poli glaciaire.

#### 4.1.2 Notes sur la pétrographie des « rhyolites à granules » de la région de Joutel

Tel que plusieurs planches photographiques le démontrent (planches 4.1D, 4.3A, 4.3C et 4.4B), les tufs de Joutel exhibent typiquement une texture granulaire. Les granules ont une taille variant entre 0,01 et 0,20 mm. Il semble que d'une coulée à l'autre, la taille des granules soit très homogène. Par exemple, les deux affleurements de tuf fin et de tuf laminé situés à l'est de la mine Joutel-Copper montrent des granules de  $d \approx 0,01-0,04$  mm (tuf fin) et de  $d \approx 0,13-0,17$  mm (tuf laminé). Les affleurements où cette texture est particulièrement bien développée sont ceux situés immédiatement (< 300 mètres) au sud de la mine de Poirier et un affleurement sur le côté nord de la route Joutel-Authier au sud de la mine Joutel-Copper. Ces pyroclastites montrent des échardes, des ponces et des fragments de ponces très bien préservés dans une matrice de granules. Un cas spectaculaire est illustré par un tuf à lapilli et à bombes au sud de la mine de Poirier où des lamines riches en échardes et fragments de ponces alternent avec des lamines riches en granules; dans ce cas une origine syngénétique est suggérée pour les granules. Aussi, cette texture contraste avec celle des rhyolites massives (coulée de lave) où la mésostase est typiquement recristallisée en lattes de plagioclase et de quartz formant une texture granophyrique (Verpaelst, 1989, comm. pers.).

Des ignimbrites à globules ont été décrites à quelques endroits dans des dépôts quaternaires (Johnson, 1968). Fisher et Schmincke (1984, p.227) suggèrent qu'un continuum existe entre les coulées de laves et les pyroclastites alors que des volcanites à granules ont été décrites tant dans des coulées massives que dans des pyroclastites. De même, Ross et Smith (1961, p.32) font état que des tufs à globules ont été répertoriés par endroits. Hay *et al.* (1979, figures 2, 4 et 7) ont reconnu des ignimbrites à globules dans des pyroclastites quaternaires au Kenya. Les descriptions de ces phonolites à granules montrent des textures similaires à celles des pyroclastites de Joutel.

D'autres auteurs mentionnent la présence d'une texture granulaire dans des tufs archéens. Tassé (1976, p.10) signale la présence d'une texture granuleuse dans certaines pyroclastites de la brèche de Reneault à Rouyn. Dimroth et Demarcke (1978) décrivent certains tufs constitués de ponces aux vésicules sphériques serties dans une "matrice vésiculaire" (figures 2a, 2b et 2c) et suggèrent une origine métamorphique pour ces vésicules (voir aussi Allen, 1988).

Nous suggérons que ces granules sont d'origine pyroclastique et constituent des globules de cendres ou de lave. La pétrographie des rhyolites de Joutel montre qu'elles sont, dans leur quasi totalité, composées de granules. Cette texture est particulièrement bien préservée lorsque d'autres éléments, comme des ponces, sont également préservés. Ailleurs, elle est partiellement à totalement oblitérée par la déformation et par le métamorphisme.

#### 4.1.3 Les volcanites mafiques

Nous regroupons ici toutes les volcanites mafiques, qu'elles soient basaltiques ou andésitiques. Ces volcanites constituent la zone médiane du CVJ dont l'extension vers le nord-ouest et le sud-est demeure inconnue. La pétrographie de ces roches est résumée au tableau 4.3.

##### 4.1.3.1 Les coulées massives et coussinées

Les coulées massives affleurent principalement dans la partie nord de la zone médiane du CVJ alors que les coulées coussinées ont été observées exclusivement dans la partie sud. Les coulées massives ne présentent aucune texture ou structure distinctive et ont un aspect aphyrique. Leur patine est brune, légèrement rougeâtre, avec une teinte en surface fraîche vert moyen à gris verdâtre. A quelques endroits, dans la partie nord, ces coulées sont porphyriques à plagioclase ( $d_m \approx 0,5-1,5$  mm). Au microscope polarisant, ces roches volcaniques basiques exhibent une mésostase totalement recristallisée en un feutrage dense de microlites d'épidote, d'amphibole et de chlorite où la texture aphyrique originale demeure préservée. En un endroit, le basalte est composé d'une lave microporphyrrique à pyroxènes (15% pyroxènes,  $d_m < 0,5$  mm) modérément transformés en un assemblage d'amphibole et de chlorite.

Dans le secteur nord comme dans le secteur sud, les rares affleurements ne permettent pas d'évaluer la puissance des coulées, qu'elles soient massives, coussinées ou pyroclastiques.

Dans la partie sud, des coulées coussinées de basaltes sont exposées. Les coussins de taille moyenne (1,5-2,5 mètres de diamètre) sont très bien développés et préservés. En effet, ils ont typiquement un collier de vésicules sur leur bordure sommitale et des fentes de refroidissement concentriques et radiales sont présentes sur les flancs. Ces laves sont aphanitiques ou porphyriques à pyroxènes et ont une patine brun rougeâtre typique. Au microscope polarisant, ces basaltes révèlent une mésostase formée de microlattes de plagioclase altéré en épidote. La texture originale hyalopilitique est préservée et le verre est transformé en un feutrage dominé par l'épidote-pistachite, avec des quantités moindres de chlorite, d'amphibole et d'épidote-zoïsite. Les vésicules sont modérément abondantes ( $\approx 10\%$ ) et sont remplies de silice, de chlorite et de carbonate décrivant des formes ovoïdes à grossièrement tubulaires.

#### 4.1.3.2 Brèche de coulée

Cette lithologie a été observée sur un seul affleurement entre deux coulées massives exposées à l'extrémité nord de la zone médiane. Cet épisode sommital d'une coulée exhibe des fragments de tailles et de formes variables; sur une distance voisinant 30 mètres, la brèche passe d'un faciès où les fragments anguleux et grossiers forment un édifice compact et sont séparés par un mince liséré comme matrice, puis à une brèche où les fragments sont arrondis de taille moyenne (1 à 3 cm) dans une matrice abondante et, enfin, à un tuf aquagène comportant une lentille de sulfures massifs. En aucun endroit, il n'est possible

d'observer des structures d'écoulement telles l'imbrication permettant de déterminer la polarité de cette séquence. Cette brèche, intercalée entre deux coulées massives d'andésites, a une largeur moyenne voisinant 3 mètres et les conditions d'affleurement ne permettent pas d'observer la progression entre les faciès, ni les contacts avec les coulées massives.

Au microscope polarisant, la structure bréchique de ces andésites n'est pas observée; la roche est composée d'un feutrage dense de chlorite, d'épidote, de mica blanc et d'amphibole. En revanche, les tufs aquagènes associées aux sulfures massifs montrent des textures sédimentaires où des fragments de provenances multiples (cristaux de quartz et de plagioclase et fragments d'andésite et de sulfures) à grain fin à moyen baignent dans une mésostase de quartz, de chlorite, d'épidote et de mica blanc et de feldspath microgrenu.

#### 4.1.3.3 Les pyroclastites

Ces volcanites explosives mafiques sont exposées à quelques endroits dans le secteur sud de la zone médiane du CVJ et dans le nez de l'anticlinal de McClure-Plamondon. Sur l'affleurement, ces volcanoclastites ont un aspect massif, une patine brun rougeâtre, et elles sont dénuées de structures dépositionnelles. Sur la surface de l'affleurement, les fragments ne se distinguent pas facilement de la matrice où ils se confondent par leur composition proche de leur matériel hôte.

En cassure fraîche, les fragments se dégagent nettement de la matrice de teinte vert moyen (planche 4.5C). Les fragments ont alors des teintes variant de vert clair à beige (suite à la carbonatation). En un endroit, les lapilli ( $d_m \approx 3$  cm) sont fortement vésiculés et se distinguent bien sur l'affleurement. Ce petit affleurement montre une pyroclastite où aucune structure n'a été observée à l'exception d'un contact avec une coulée massive; la polarité n'a pu être déterminée. En aucun endroit, des structures de déposition de ces matériaux pyroclastiques n'ont été observées.

En lame mince, les lapilli sont les seules évidences pour une origine pyroclastique de ces dépôts. Ces lapilli fortement vésiculés (planche 4.5D) sont plus ou moins allongés selon une orientation grossièrement commune et ont une composition proche de celle de la mésostase. Celle-ci est recristallisée en un assemblage d'épidote, de chlorite et d'amphibole formant un feutrage dense où aucune structure ou texture syngénétique ne semble avoir été conservée.

#### 4.1.4 Les sédiments.

Ces lithologies sont exposées en deux endroits (figure 4.2). Le premier est formé de trois petits affleurements dans le secteur sud-est de la zone médiane et le second sur la rive gauche de la rivière Harricana à quelque 1,7 km au sud du puits de la mine Agnico-Eagle.

Dans le secteur sud-est, les sédiments forment une petite bande aux dimensions inconnues, interlitée dans les basaltes. Trois petits affleurements exposent des argilites, des grès lithiques, des grauwackes et des grès conglomératiques (planche 4.6A). Cette dernière lithologie forme un banc large de plus de 3 mètres constitué de galets (10%) arrondis ( $d_{\max} \approx 50$  cm) de rhyolite massive ou laminée dans une matrice gréseuse et silteuse.

Les argilites, les grès lithiques et les grauwackes forment des séquences finement interlitées chacune ayant des épaisseurs de 2 à 10 cm. Leurs patines varient de gris verdâtre à noir et du granoclassement, des laminations parallèles et des antidunes sont développés (planche 4.6B). Les argilites sont composées surtout d'argiles et de silt, transformés en chlorite avec un peu de mica blanc et de carbonate. Des porphyroblastes de pyrite sont présents. Les grès et les grauwackes sont composés de fragments de roches de provenances diverses. Ceux-ci ont rarement des textures observables au microscope polarisant mais leur provenance semble être dominée par les volcanites mafiques et les sédiments gréseux dans une matrice d'argile chloritisée.

Les sédiments du secteur du gisement Agnico-Eagle appartiennent à la zone sédimentaire de la rivière Harricana. Ceux exposés sur la rive gauche de la rivière ont été cisailés, métamorphisés, carbonatisés et pyritisés. Sur l'affleurement, ces sédiments ont des teintes grises et sont transformés en ardoises et aucune structure primaire n'a été préservée. Toutefois, une étude attentive au microscope polarisant met

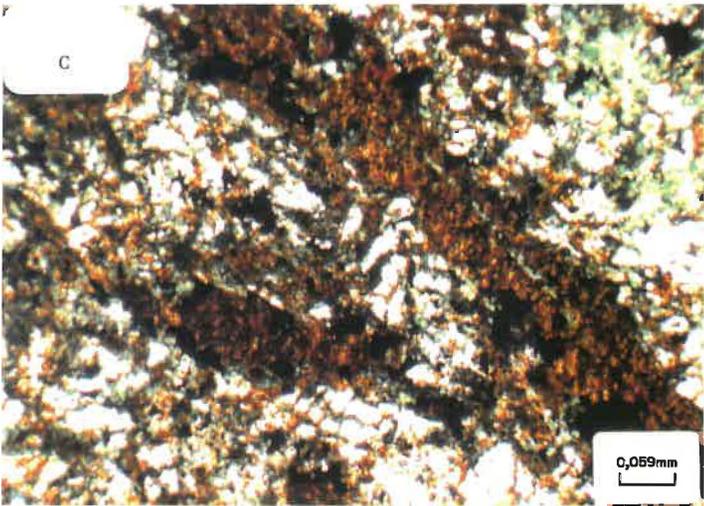
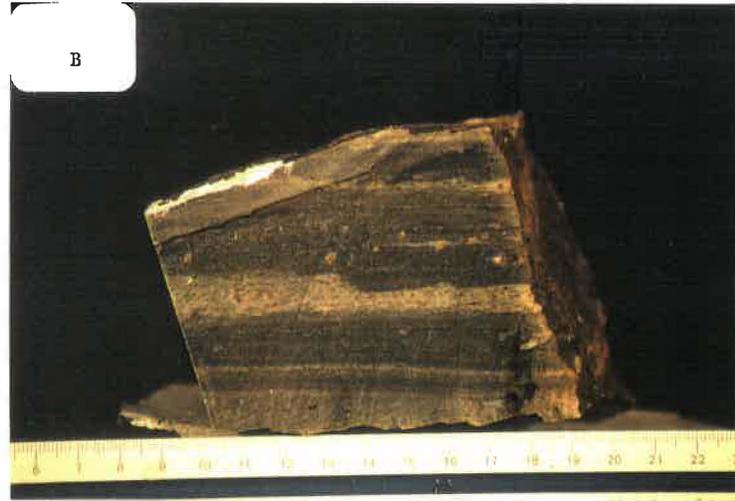
Planche photographique 4.6

Sédiments et gabbros du Complexe volcanique de Joutel:

A) Grès et argilites interlités. Affleurement 88-1210 situé dans le secteur sud de la zone médiane;

B) Argilites interlitées de petits lits de grès. A remarquer les fines laminations dans l'argilite. Echelle en centimètres. Affleurement 88-1210;

C) Gabbro à stilpnomélane. Le stilpnomélane forme de longues aiguilles, comprenant des oxydes, serties dans une mésostase de quartz, stilpnomélane et chlorite. Affleurement 87-1068 situé dans le secteur nord de la zone médiane. Lumière transmise.



en évidence quelques reliquats de fragments lithiques. Le reste de la roche est transformé en un assemblage de carbonate, mica blanc et chlorite. De la pyrite est communément développée en amas granoblastiques de petits cubes allongés parallèlement au plan de schistosité. Des filonnets de matériel opaque (graphite ?) sont également présents le long de la foliation.

#### 4.1.5 Les intrusions gabbroïques

Des gabbros affleurent à quelques endroits dans le CVJ. Ils appartiennent à des structures (dykes ou sills ?) syn- à post-volcaniques. Deux types sont distingués: a) gabbro et b) gabbro à stilpnomélane (tableau 4.4).

Des gabbros sans stilpnomélane sont présents dans le secteur sud. Ce sont des gabbros typiques, à grain moyen, avec une patine brune et distribués dans trois petits corps intrusifs. En lame mince, le plagioclase est rempli d'inclusions de mica blanc et les hornblendes constituent les phases mafiques.

Les gabbros à stilpnomélane affleurent exclusivement dans la partie nord de la zone médiane du CVJ. Les affleurements semblent montrer une légère différenciation alors qu'un faciès riche en plagioclase (jusqu'à 45 %), d'autres riches en quartz (jusqu'à 10 %) ou en stilpnomélane (jusqu'à 30 %) se dégagent nettement sur le terrain. Ils sont légèrement magnétiques et contiennent un peu d'opacités (4 à 8 % de magnétite et/ou

**Tableau 4.4: Pétrographie des roches intrusives du CVJ et du Pluton de Joutel.**

	Gabbro à stilpnomélane	Tonalite		Roche hybride	Xénolithe
Echantillon	87-1068	87-2126	88-2378	87-2131	88-2375
Quartz	4-10	40	37	8	70
Plagioclase	12-38	55	55	56	0
Amphibole	12-18	0	0	21	0
Chlorite	15-40	0	5	5	0
Apatite	1	0	0	1	0
Epidote	10-30	0	0	6	0
Mica blanc	0	5	3	3	30
Stilpnomélane	5-30	0	0	0	0
Remarques	1	2	3	4	

Code des remarques:

1 = Aiguille de stilpnomélane de taille < 1 cm,

2 = Equigranulaire,

3 = Granophyrique,

4 = Equigranulaire, fragments de gabbros de taille ≈ 3 cm.

ilménite). Il semble s'agir d'un sill encaissé à la base de la zone médiane.

La minéralogie des gabbros à stilpnomélane se compose de quartz (4 à 10 %), de plagioclase (20 à 50 %) maclé Carlsbad et bourré d'inclusions micrométriques de mica blanc et d'épidote. Les plagioclases sont généralement automorphes et tendent à définir une foliation magmatique dans le faciès riche en plagioclase. Le stilpnomélane (5 à 30%) a un pléochroïsme rouge brunâtre et occupe un espace plus ou moins important entre les lattes de plagioclase qu'il partage avec la chlorite, l'épidote-pistachite et une amphibole verte. Ces minéraux forment une texture intersertale dont le matériel original est totalement remplacé. A certains endroits, le stilpnomélane est bien développé et forme des aiguilles d'une longueur atteignant 1,5 cm (planche 4.6C).

## 4.2 Le Complexe intrusif de Rainboth

### 4.2.1 Généralités

Le Complexe intrusif de Rainboth (CIR) comprend le Pluton de Joutel et le Complexe lité de Valrennes (CLV), formant un ensemble intrusif où l'extension de chacun de ses membres demeure à être précisé (voir carte 1). Le Pluton de Joutel forme probablement la phase précoce du CIR dont le magma de composition tonalitique peut avoir une cosanguinité avec les felsites du CVJ (voir chapitre 5).

Le complexe lité du CIR est une masse intrusive de composition gabbroïque reconnue par Dubé (1989) lors de la vérification d'une anomalie aéromagnétique. L'étendue de cette intrusion demeure à être précisée, aussi nous suggérons qu'elle se poursuit vers le sud dans le canton de Rainboth et comprend possiblement les roches ultramafiques exposées au centre-est du canton dans lesquelles Hocq (comm. pers., 1989) a observé des textures de cumulat. Guérard (1989) et Précourt (1989) ont réalisé des projets de fin d'études sur la pétrographie et la géochimie du CIR.

Le Pluton de Joutel se distingue par ses leucotonalites contenant très peu de minéraux mafiques. Le complexe lité est mieux connu dans le secteur sud du CIR. La densité des affleurements permet de faire deux coupes dans le CIR. Une première, d'est en ouest et dans la partie nord du CIR, traverse les leucotonalites du pluton moyennement grenues suivies d'un assemblage de roches hybrides, de leucotonalite et de gabbro, puis d'un assemblage complexe de leucotonalite, de gabbro, de gabbro quartzifère et de gabbro à pyroxènes, de granulométrie moyenne à fine, ce qui termine le pluton. En poursuivant cette section vers l'ouest, on rencontre des méso-à mélano-tonalites à biotite et amphibole et, enfin, les gabbros anorthositiques et gabbros à olivine du CLV.

Une seconde section s'observe sur les affleurements sur le bord de la route Joutel-Authier (figure 4.3 en pochette). Sur près de 5 km, d'est en ouest, les affleurements exposent d'abord des séquences complexes d'injections multiples de gabbros, de tonalites et de roches

hybrides, suivies de leucotonalite granophyrique, puis de gabbros massifs ou foliés et interlités avec des hornblendites et des gabbros anorthosiotiques. La section se termine à l'ouest par des gabbros, gabbros à quartz plus ou moins métamorphisés et enfin par une mylonite foliée.

#### 4.2.2 Le Pluton de Joutel

##### 4.2.2.1 Leucotonalite

La leucotonalite constitue la majeure partie du Pluton de Joutel (> 60%). Elle a typiquement une patine roseâtre et une teinte en cassure fraîche qui varie de verdâtre à rosée. Le quartz et le plagioclase mésogrenus constituent les phases minérales principales alors que les minéraux mafiques sont très peu abondants (tableau 4.4).

Les affleurements de tonalite montrent communément, surtout dans la partie est du pluton, une fracturation voire une foliation tectonique ce qui suggère un âge syn-volcanique à syn-tectonique. Aussi on observe la formation de chlorite et de carbonates avec l'hématisation et l'épidotisation de la roche; un peu de pyrite est présente par endroits. De la minéralisation aurifère a été relevée dans ce secteur (voir chapitre 6).

Au microscope polarisant, le plagioclase et le quartz forment la quasi totalité des phases présentes et sont accompagnés de chlorite, d'épidote, de carbonate et d'opacques en quantités variables (tableau 4.4). La texture est typiquement granophyrique et occasionnellement elle

est équi-granulaire. Les minéraux mafiques et les opaques sont disposés soit dans les interstices entre les grains où ils forment un film relativement mince, ou encore ils sont inclus dans le plagioclase. Les contacts entre les grains de plagioclase et de quartz sont communément engrenés et des fractures découpent la roche.

#### 4.2.2.2 Gabbro

Les gabbros sont peu abondants et forment tout au plus 15% des affleurements visités dans le pluton. Ils semblent distribués au pourtour du pluton et dans sa partie sud-ouest, de part et d'autre de la diabase protérozoïque. Dans ce secteur, il n'est pas certain que les gabbros appartiennent à l'un ou l'autre des deux corps intrusifs formant le CIR.

Ce sont des gabbros typiques variant de mélanogabbro à leucogabbro à grain moyen, communément injectés de matériel felsique. Dans le secteur sud-est du pluton, la zone de contact présumée est marquée par des injections de microgabbro dans des gabbros et des tonalites plus grenus.

Au microscope polarisant, ces gabbros sont composés d'une quantité variable de plagioclase moyennement à fortement bruni par les micas blancs alors que les minéraux mafiques sont représentés par des hornblendes modérément chloritisées (tableau 4.4). Des traces d'apatite, de grenat et de biotite ont été observées.

#### 4.2.2.3 Roches hybrides.

Cette lithologie est surtout rencontrée dans le pluton, mais elle est également développée dans le complexe lité. Le faciès le plus courant exhibe des fragments de taille centimétrique de composition mafique sertis dans une mésostase de leucotonalite; d'autres faciès sont formés, mais tous se présentent par l'assimilation de roches mafiques dans une plus felsique (planche 4.7A). Ces fragments semblent avoir une taille et une distribution aléatoire d'un site à un autre mais ce point n'a pas fait l'objet d'une attention particulière. Des textures d'assimilation formées par une couronne de réaction sont observées; le fragment est entouré d'une première couronne de 1 mm de largeur caractérisée par une surabondance de quartz et l'absence de minéraux mafiques. Ensuite, une seconde couronne est formée où, sur 2-3 mm, les minéraux mafiques (amphibole) dominent sur le quartz et le plagioclase et sont cristallisés en aiguilles pour finalement laisser place à la tonalite hôte.

Au microscope polarisant, les fragments de composition gabbroïque sont massifs et les plagioclases sont feutrés par l'abondance des minéraux d'altération (tableau 4.4). La couronne interne d'assimilation est caractérisée par l'abondance de quartz alors que le plagioclase dénué d'inclusions forme des plages limpides. La tonalite hôte est une leucotonalite pauvre en minéraux mafiques et affectée par le métamorphisme.

Planche photographique 4.7

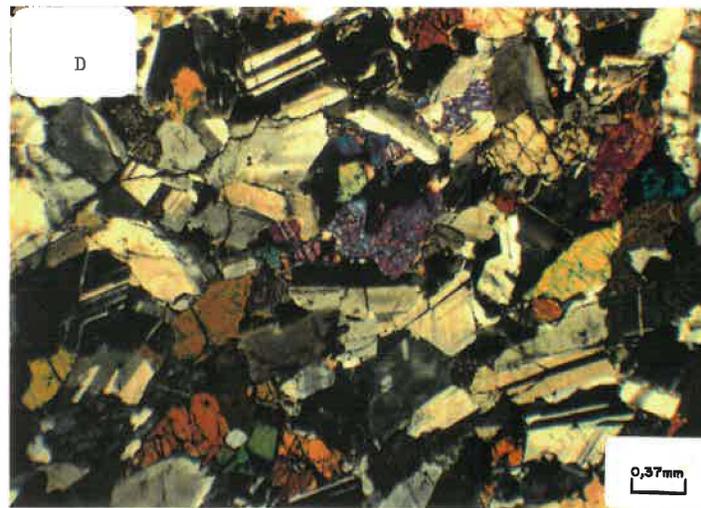
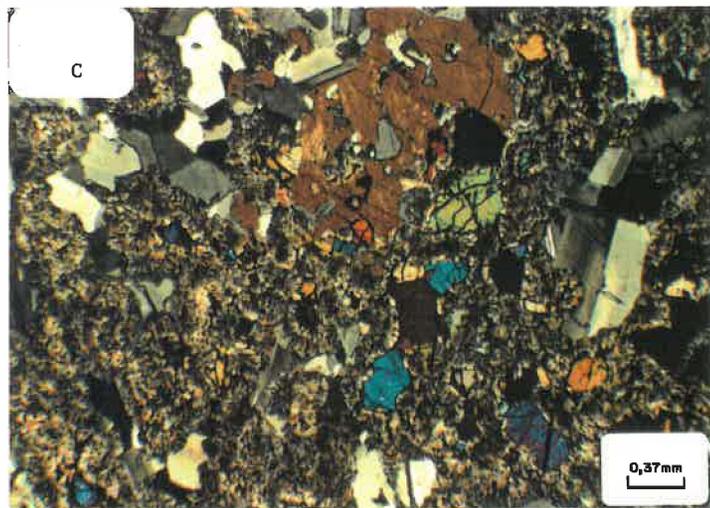
Roches hybrides, troctolite et gabbronorite du CIR:

A) Roche hybride dans le Pluton de Joutel comprenant des fragments de gabbro et de tonalite dans une matrice de leucotonalite. Echelle en centimètres. Affleurement 88-2381 situé près de la diabase protérozoïque dans le Pluton de Joutel;

B) Lamine de troctolite dans les gabbros peu métamorphisés du complexe lité. Les olivines ( $Fo_{60}$ ) sont entourées d'une couronne de réaction symplectique et le plagioclase ( $An_{65-76}$ ) est formé en lattes bourrées d'inclusions solides submicroscopiques. Un grain d'orthopyroxène à texture poecilitique est présent. Affleurement (88-2367) situé dans le secteur nord-ouest du Complexe lité de Valrennes. Lumière transmise;

C) Idem à la précédente; lumière transmise polarisée;

D) Gabbronorite à olivine montrant des plages limpides de plagioclases, des pyroxènes avec exsolution de deux phases (pigeonite et augite) et des olivines. Affleurement (88-1231) situé dans le secteur nord-ouest du Complexe lité de Valrennes. Lumière transmise, nicols croisés.



#### 4.2.2.4 Xénolithes

Quelques xénolithes de roches volcaniques felsiques incorporés dans la tonalite du pluton sont exposés. Leur taille est d'ordre métrique à décamétrique. Sur l'affleurement, on les distingue par leur aspect massif, à leur granulométrie très fine d'aspect volcanique et par une texture aphyrique.

Au microscope polarisant, ces roches sont composées exclusivement de cristaux de quartz mésogrenus accompagnés de phyllosilicates (mica blanc et chlorite) cimentant les interstices entre les amas gloméroblastiques de cristaux de quartz (tableau 4.4).

#### 4.2.3 Le Complexe lité de Valrennes (CLV)

##### 4.2.3.1 Généralités

En Abitibi, les intrusions mafiques-ultramafiques différenciées ayant des dimensions plutoniques se limitent principalement au Complexe du Lac Doré dans la région de Chibougamau (Allard, 1976; Caty, 1970), au Complexe de la rivière Bell dans la région de Matagami (Sharpe, 1968) et au Complexe lité de Valrennes dans la région de Joutel. Par contre, plusieurs filons-couches sont connus et forment des masses d'une épaisseur inférieure à 1 km en général. Dans la région de Chibougamau, on retrouve le Complexe de Cummings (Poitras, 1984; Pilote *et al.*, 1984) et dans la région de Rouyn, le filon-couche de Cléricy (Trudel, 1979).

L'étude des intrusions litées a fourni une riche littérature établie sur quelques intrusions exhibant l'ensemble des produits de la différenciation magmatique (Morse, 1968; 1980, chapitre 13). Cette différenciation se produit par la cristallisation et la sédimentation par gravité de cristaux cumulus. Parmi celles-ci on retrouve le Bushveld et le Skaergaard sur lequel Wager *et al.* (1960) ont élaboré la terminologie des roches à cumulats où ils reconnaissent un ensemble de processus distribués entre les adcumulats (cristaux de plagioclase cumulus cimentés dans un liquide résiduel de même composition) et les orthocumulats (cristaux de plagioclase cumulus flottant dans un liquide interstitiel cristallisé en pyroxènes, olivines et minéraux métalliques): Irvine (1982) suggère une révision de cette terminologie en se basant sur une redéfinition du terme cumulat à savoir que la sédimentation des cristaux cumulats est un processus possible mais non essentiel dans la formation de ces roches. Irvine (1980b) ainsi que Huppert et Sparks (1984) et Morse (1986) ont proposé le processus de « double diffusive convection » pour la cristallisation de ces chambres magmatiques.

Des descriptions récentes sur la géologie du Skaergaard sont dues à McBirney et Noyes (1979), la géologie du Bushveld par Groeneveld (1970) et le Complexe du Lac Doré est décrit par Allard (1970).

Par ailleurs, ces intrusions constituent les sources uniques de minerai de platine et parmi les plus productives de minerai de chrome (Duke, 1983, Irvine, 1977, 1980). Todd *et al.* (1980) et Irvine *et al.* (1983) ont décrit la géologie de l'horizon platinifère (J-M Reef) du

### Complexe du Stillwater au Montana.

Le Complexe lité de Valrennes a été reconnu par Dubé (1989) à l'été 1988 suite à la vérification d'une anomalie du champ magnétique total située dans l'angle sud-est du canton de Valrennes. Cette anomalie a été clairement mise en évidence par Digim (1988) en réalisant la carte du gradient vertical du champ magnétique. Une forte anomalie magnétique se dégage nettement et montre un profil orienté NE-SW parallèlement à la diabase protérozoïque sur une superficie de l'ordre de 8 km de longueur par 2 km de largeur.

L'anomalie correspond à la partie non métamorphisée du CLV. En effet, dans tout ce secteur, les roches cumulatives mafiques à ultramafiques ont une minéralogie composée presque exclusivement de minéraux primaires. Les plagioclases, les clinopyroxènes (augite et pigeonite), les orthopyroxènes, les olivines et les minéraux opaques et les textures cumulatives sont parfaitement préservés du métamorphisme en plusieurs endroits, alors qu'en d'autres le métamorphisme est faible.

Il semble que le métamorphisme ait affecté la susceptibilité magnétique de ces gabbros alors que ceux dans la partie sud, faiblement métamorphisés, ont une faible réponse au levé magnétique aérien. Par contre, la faible susceptibilité magnétique de ces roches n'est marquée par aucune évidence de terrain ou pétrographique. Plutôt, il semble que la partie nord soit formée d'un plus grand volume de roches gabbroïques.

Le complexe lité est principalement composé de roches gabbroïques au sens de Streckeisen (1976); des hornblendites, des troctolites, des norites, des gabbronorites, des gabbros anorthositiques (comprenant des anorthosites gabbroïques) et des gabbros sont distingués. Les granophyres et les tonalites sont également distingués de façon à rendre compte de la cristallisation simultanée du quartz et du plagioclase, du développement en aiguilles des amphiboles, de la présence de quartz bleu violacé ainsi que du rapport  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  élevé caractéristique des granophyres (Allard, 1976). Le tableau 4.5 résume la pétrographie des roches du CLV.

Les conditions d'affleurement dans le secteur non métamorphisé du complexe ne permettent d'observer que les extrémités sud-ouest et nord-est alors que l'anomalie magnétique est à son maximum au milieu, sous les marécages. Dans le secteur sud-ouest, la densité des affleurements est élevée et expose de grands affleurements (voir carte 1 en pochette). Plus au sud, la construction de la route a dégagé de nombreux affleurements exposant une bonne section du complexe de la base au sommet (figure 4.3).

Les analyses à la microsonde électronique sur les plagioclases, pyroxènes, amphiboles, olivines et biotites du CLV ont permis de dresser la nomenclature des plagioclases, olivines et amphiboles (annexe 5). Dans ce dernier cas, la classification de Leake (1978) est utilisée. Les pyroxènes et les biotites n'ont pas été classifiés.

Tableau 4.5; Pétrographie des lithologies du complexe lité,

	Hornblendite	Troctolite	Norite	Gabbronorite à olivine	Gabbro anorthositique		Gabbro	Tonalite à biotite		Granophyre	
	88-1232	88-2367	88-2367	88-1231	88-1236	88-2340	88-2253	88-1205	88-1209	88-1216	88-2026
Quartz	0	0	0	0	0	0	4	15	20	40	33
Plagioclase 2		67	30	50	42	47	30	25	25	43	35
Pyroxène	8	0	58	36	52	10	5	0	0	0	0
Olivine	0	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Amphibole	88	10	10	0	5	35	25	45	33	10	20
Opaque	2	3	2	4	1	7	4	3	2	1	2
Apatite	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	4
Epidote	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	2
Biotite	0	0	0	0	0	0	0	3	6	2	0
Mica blanc	0	0	0	0	0	1	12	7	10	3	4
Textures	1	2	3	4	4, 5	4	4	3	3	6	6

Code des textures:

1 = grenue    2 = symplectique    3 = poécilitique    4 = équigranulaire    5 = sub-ophitique

6 = granophyrique

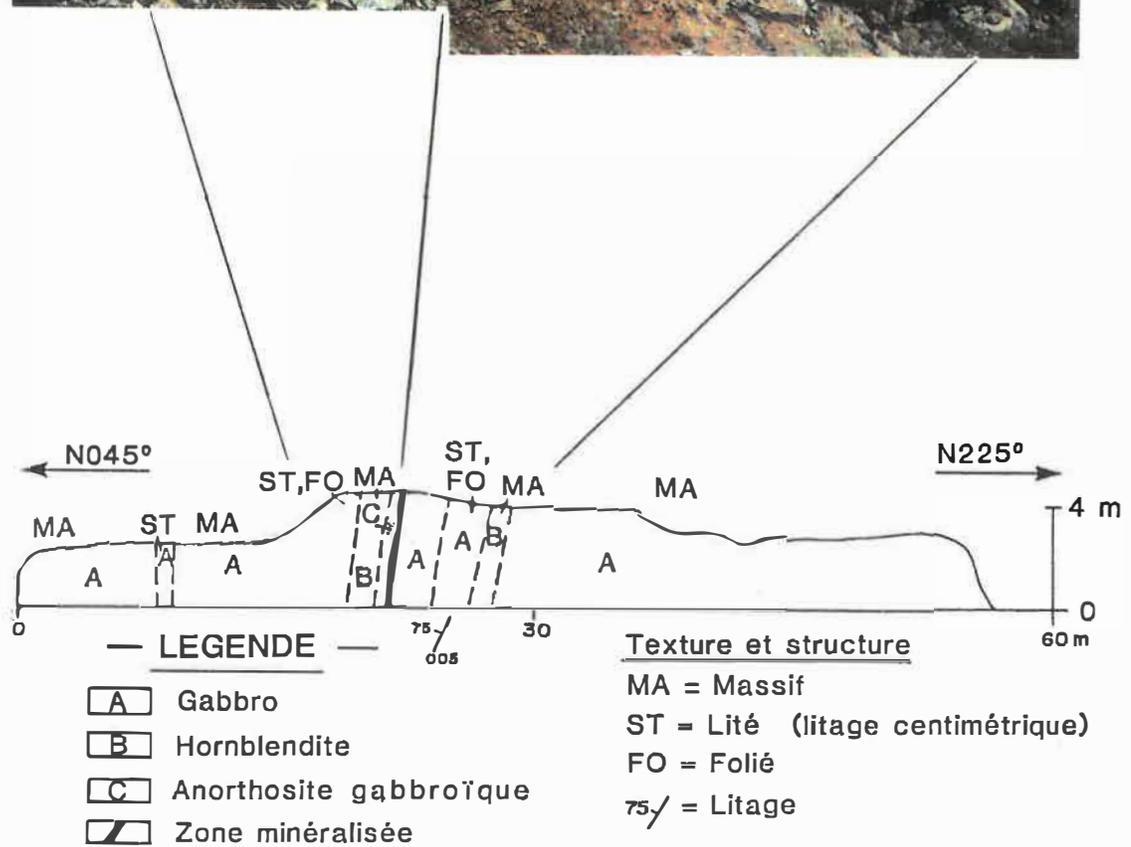
#### 4.2.3.2 Hornblendite

Cette lithologie est rencontrée dans les parties ouest et sud-ouest du complexe. Plusieurs bancs de hornblendites sont particulièrement bien exposés le long de la route Joutel-Authier (figure 4.3), ayant des épaisseurs variant de 1 à 2 mètres (planche 4.8).

Sur l'affleurement, ils ont une patine brun rougeâtre légèrement iridescente et une teinte noir foncé en cassure fraîche. Ces bancs sont massifs et, à l'occasion, possèdent une légère concentration en oxydes ou en sulfures près de leurs contacts supérieurs et inférieurs.

Au microscope polarisant, la roche est composée de cristaux moyens à grossiers ( $d_{\max} \approx 2 \text{ mm}$ ) de hornblende ayant un pléochroïsme verdâtre quelquefois brun rougeâtre. Aussi, la composition de ces bancs varie légèrement et a une minéralogie comprenant un peu de plagioclase, pyroxène et olivine et se situe dans les champs de la hornblendite, du mélanogabbro à hornblende et du mélanogabbronorite à hornblende et pyroxène (Streckeisen, 1976). Le plagioclase est en phase cumulus accompagnant la hornblende alors que les pyroxènes et olivines sont des phases intercumulus de sorte que ces roches ont été formées par un processus voisin des adcumulats (Wager *et al.*, 1960). Les analyses à la microsonde ont révélé que ces amphiboles sont surtout des actinolites, des hornblendes ferro-édenitiques et ferro-actinolitiques (annexe 5.1). Des teneurs en chlore variant entre 0,7 et 1,5 % y ont également été détectées (annexe 5.1). Nous ignorons la source de ces teneurs en chlore

Planche photographique 4.8: Affleurement de gabbros anorthositiques et d'hornblendite interlités, exposé le long de la route Joutel-Authier



qui ont été corroborées par plusieurs séries d'analyses. Un métasomatisme magmatique (Irvine, 1982; p.138) détruisant l'édifice d'un cumulat riche en pyroxène pourrait en être la cause. Cette éventualité pourrait être supportée par la présence de noyaux de pyroxènes dans ces hornblendes chlorées, observés à quelques endroits. Des analyses des plagioclases contenus dans une hornblendite montrent qu'ils sont des oligoclases et des labradorites.

#### 4.2.3.3 Troctolite et norite.

Nous connaissons un seul cas de troctolite leucocrate (cumulat de plagioclase et olivine) et de norite (cumulat de plagioclase et pyroxène) rencontrés dans un échantillon prélevé dans le nord-ouest du complexe (tableau 4.5). L'affleurement est caractérisé par des gabbros anorthositiques et des gabbronorites. L'échantillon présente l'alternance de lamines de troctolites et de norites. En mégascopie, ces lamines ne sont pas observables tant sur la surface altérée qu'en cassure fraîche. La roche a une patine brun rougeâtre et a une teinte brun violacé à brun saumoné, vitreuse, en cassure fraîche.

La structure en lamines des cumulats n'est révélée qu'au microscope polarisant où les cumulats de plagioclase et olivine et de plagioclase et pyroxène alternent et ont des épaisseurs voisinant 1 à 1,5 cm. La leucotroctolite (planches 4.7B et 4.7C) est formée d'un mésocumulat d'olivine (cumulus) et de plagioclase (cumulus et inter-cumulus). Les olivines sont à grain fin à moyen entourées d'une couronne de minéraux

symplectiques. Ce sont des forstérites ( $\text{Fo}_{56}$ - $\text{Fo}_{60}$ ) fraîches (annexe 5.3). L'altération des olivines se limite à la formation de minéraux opaques dans des fractures. Le plagioclase est frais et zoné et sa composition varie de labradorite à bytownite ( $\text{An}_{67}$ - $\text{An}_{75}$ ) (annexe 5.3). Les pyroxènes sont également frais.

La norite est composée de plagioclases cumulatifs automorphes à grain fin à moyen et d'orthopyroxènes formant de grandes plages en continuité optique sur plus de 1 cm développant une texture poecilitique typique. Le plagioclase est formé en lattes maclées Carlsbad de composition labradorite à bytownite ( $\text{An}_{62}$ - $\text{An}_{77}$ ). Le pyroxène est surtout un orthopyroxène du type hyperstène ( $\text{Fs}_{34}$ ) comprenant moins de 2% de Ca accompagné de clinopyroxène du type pigeonite et augite subcalcique (annexe 5.3).

#### 4.2.3.4 Gabbronorite à olivine.

Ces gabbros affleurent dans le secteur non métamorphisé au sud-ouest du complexe. Ils ont une patine brun rougeâtre et, en cassure fraîche, quelques cristaux d'olivine de teinte légèrement verdâtre et entourés d'une petite couronne rouge sont présents dans une roche ayant une teinte brun rosé en cassure fraîche. Les cristaux d'ilméno-magnétite sont en relief sur la surface altérée et se distinguent par leur teinte métallique et leur forte susceptibilité magnétique.

En lame mince, le plagioclase est de la labradorite et définit une foliation alors que les pyroxènes (orthopyroxènes et clinopyroxènes) et les olivines sont en phases intercumulus (annexe 5.4) (planche 4.7D). Les olivines sont de la fayalite ( $Fe_{44-48}$ ) alors que les pyroxènes sont des augites et des pigeonites.

#### 4.2.3.5 Gabbro anorthositique.

Ces gabbros constituent la majeure partie du secteur nord du complexe et sont, probablement, la cause principale de l'anomalie magnétique dans ce secteur. Sur l'affleurement, ils présentent une patine brun rougeâtre. En cassure fraîche, le plagioclase a une teinte noire vitreuse et violacée montrant des iridescences. Les pyroxènes et les opaques se distinguent alors du plagioclase par les croûtes d'altération où ce dernier est blanc. Sur les surfaces d'altération, les textures de cumulat et la foliation magmatique s'observent nettement. Des structures d'accumulation sont rarement observées sur les affleurements à cause de leur couvert végétal mais des contacts, graduels ou francs, peuvent être estimés par endroits.

Le plagioclase est surtout de la labradorite, accompagné d'oligoclase, variant entre  $An_{43}$  et  $An_{61}$  pour une moyenne voisinant  $An_{55}$ . Il est automorphe, maclé péricline et Carlsbad, formé comme phase cumulus et définit communément une foliation magmatique. Le pyroxène est surtout un clinopyroxène soit du type augite ou du type pigeonite (annexe 5.5).

Dans la majorité des cas, l'assemblage métamorphique se limite à l'altération des phases primaires le long de fractures. L'évaluation de l'intensité du métamorphisme doit être prise sous caution. En effet, en plusieurs endroits, on observe la formation d'assemblages minéralogiques secondaires qui semblent plutôt causés par un métasomatisme magmatique (Irvine, 1982). Ce cas est mis en évidence sur un affleurement où le litage est montré par la juxtaposition de deux gabbros anorthositiques d'épaisseur centimétrique l'un montrant des plagioclases labradorite de teinte noire typique et l'autre dont les plagioclases sont beiges (planches 4.9A, 4.9B et 4.9C). Au microscope polarisant, on observe deux gabbros dont la minéralogie et les textures primaires sont identiques à l'exception que, pour le second, les phases sont altérées et, pour le premier, la minéralogie est intacte et dénuée de minéraux secondaires (planches 4.10A et 4.10B).

#### 4.2.3.6 Gabbro

Les gabbros sont rencontrés surtout de part et d'autre de la diabase protérozoïque et, par endroits, le long de la route Joutel-Authier. Ce sont des méso- à mélanogabbros comprenant typiquement un peu d'ilméno-magnétite et des plagioclases aux teintes claires. Sur un affleurement, ces gabbros ont montré des structures de cumulat (planche 4.9D).

Au microscope polarisant leur minéralogie est similaire à celles des autres gabbros sauf pour l'absence d'olivine, d'orthopyroxène et de clinopyroxène du type pigeonite. Comme les plagioclases sont altérés,

Planche photographique 4.9

Affleurements de gabbros lités dans le CLV:

A) Lames centimétriques dans du gabbro anorthositique. Ces deux bancs de gabbro ont une minéralogie primaire identique et se distinguent par la présence de minéraux secondaires dans les couches noires alors que les couches brunes ont une minéralogie dénuée d'altération. Affleurement (88-1236) situé dans le secteur nord-ouest du complexe lité;

B) Affleurement de gabbro anorthositique laminé le long de la route Joutel-Authier (voir figure 4.3 en pochette). Affleurement 87-2027;

C) Vue rapprochée de l'affleurement en B;

D) Gabbro dans la zone de bordure sud-ouest du complexe lité et exposés le long de la route Joutel-Authier. Un contact (érosif ?) entre deux gabbros est exposé. Des lames montrent des aiguilles d'amphiboles perpendiculaires au litage et sont interprétées comme un cumulat harristique. Affleurement 87-2029.



Planche photographique 4.10

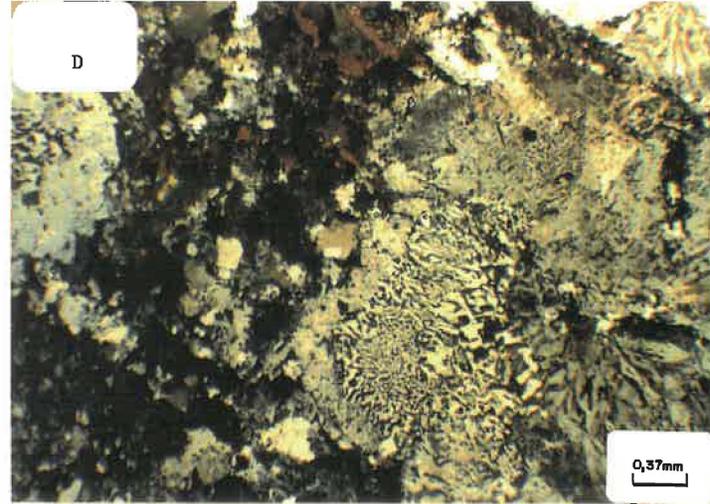
Gabbro anorthositique et granophyre du CLV:

A) Gabbro anorthositique dans le secteur nord du complexe lité. Les pyroxènes sont inclus entre les lattes de plagioclase. Affleurement 88-2340. Lumière transmise, nicols croisés;

B) Idem à la précédente. Les plagioclases définissent une foliation magmatique; leur teinte brune est causée par des inclusions solides sub-microscopiques. Les pyroxènes sont faiblement altérés en amphibole et chlorite le long de fractures. Lumière transmise;

C) Granophyre exposé le long de la route Joutel-Authier. Les amphiboles sont formées soit en nodules ou en aiguilles dans une matrice de quartz violacé et de plagioclase. Affleurement 87-2026;

D) Granophyre montrant des intercroissances granophyriques de plagioclase ( $An_{20}$ ) et de quartz. Les amphiboles au pléochroïsme vert bleuté à mauve sont des ferro-pargasites. Affleurement (88-1216) situé dans le secteur sud-ouest du complexe lité. Lumière transmise polarisée.



leurs compositions originales n'ont pu être déterminées.

#### 4.2.3.7 Gabbro à quartz

Ces gabbros, à grain moyen comprenant jusqu'à 5% de quartz, sont présents sur la bordure ouest du complexe. Ils sont exposés surtout le long de la route Joutel-Authier. Nous en avons également observé sur la bordure nord du CLV dans le secteur sud-ouest ainsi que dans le canton de Rainboth sur des affleurements à l'extérieur de la région étudiée et à mi-distance entre les roches ultramafiques et les affleurements visités sur le bord de la route.

#### 4.2.3.8 Tonalite.

Des tonalites mésocrates à biotite affleurent dans la partie nord-est du complexe, près du contact présumé avec le Pluton de Joutel. Ces tonalites à grain moyen à grossier sont massives et homogènes et ont une patine brun verdâtre clair. En cassure fraîche, leur teinte est gris rougeâtre. Elles se distinguent des tonalites du pluton tant par leur aspect mésocrate sur l'affleurement qu'au microscope polarisant. En effet, les lames minces présentent un assemblage peu altéré de plagioclase, de quartz, d'amphibole et de biotite comprenant de l'apatite et des opaques accessoirement.

Les plagioclases automorphes sont modérément altérés et les analyses à la microsonde sur des plages limpides montrent que ce sont des oligo-

clases et andésines ( $An_{26-41}$ ) (annexe 5.6). Les amphiboles sont des hornblendes ferrifères ayant un pléochroïsme jaune verdâtre à vert moyen et forment de grands cristaux en continuité optique dans lesquels les plagioclases sont inclus, formant une texture poecilitique typique. La biotite forme des plages d'un pléochroïsme rougeâtre variable. Les analyses à la microsonde des biotites montrent qu'elles sont légèrement titanifères (annexe 5.6). L'apatite est relativement abondante (trace à 7%) et se présente en section hexagonale ou en aiguilles d'une longueur atteignant plusieurs millimètres.

Cet assemblage a cristallisé par des cumulats dominés par les types orthocumulat et mésocumulat. Le plagioclase cumulus baigne dans de larges plages de hornblende alors que des résidus de liquide forment des poches de quartz cristallisant en intercumulus entre les lattes de plagioclases. La biotite semble primaire et a cristallisé en intercumulus, tout comme les opaques. Les hornblendes et les biotites montrent peu d'altération et les minéraux secondaires tels la chlorite et les épidotes sont présents soit en traces ou comme phases mineures ( $\leq 5\%$ ). Ces observations mettent en relief le contraste entre le complexe lité et le pluton. Dans le premier cas, les phases primaires sont préservées alors que, dans le second cas, l'assemblage minéralogique est fortement altéré, typique du faciès des schistes verts. Dans le secteur où ces tonalites affleurent, le contact entre le pluton et le complexe est situé à quelques dizaines ou centaines de mètres à l'est.

#### 4.2.3.9 Granophyre

Cette lithologie est la seule dont on peut approximer l'épaisseur (figure 4.3). Le long de la route de Joutel-Authier, plusieurs affleurements exposent les lithologies du complexe, depuis le contact ouest vers le sommet de l'empilement de roches gabbroïques cumulatives, en direction NE. Sur une distance de près de 2,5 km le long de la route, les granophyres abondent et sont interlités avec des roches gabbroïques et l'empilement est orienté face à l'est. En considérant le litage nord-sud, l'épaisseur des séquences granophyriques peut être estimée entre 800 et 1 200 mètres.

Ces roches sont des tonalites (Streckeisen, 1976) caractérisées par des textures granophyriques, par la cristallisation d'amphiboles en aiguilles d'une taille atteignant 4 cm (planche 4.10C) et par la présence de quartz bleuté. La texture granophyrique est développée à différents degrés et, à certains endroits, elle forme une mosaïque de sphérulites radiées centimétriques. Les minéraux mafiques, presque exclusivement des amphiboles, sont formés soit en aiguilles et/ou en nodules finement grenus et d'un diamètre moyen voisinant 1 cm.

Ces mêmes textures sont observées au microscope polarisant. Les amphiboles se présentent sous la forme d'aiguilles monocristallines au pléochroïsme vert jaunâtre à vert foncé voire bleu verdâtre (planche 4.10D). Ces aiguilles renferment un cortège d'inclusions de quartz disséminées le long des clivages, ainsi que de minéraux opaques entourés

de carbonate au relief moyen. Les nodules sont formés d'une agglomération d'amphiboles à grain fin contenant un peu de quartz à grain fin. Un échantillon de granophyre montrant des amphiboles bleutées contient des plagioclases variant entre  $An_{37}$  et  $An_{13}$  alors que les amphiboles, riches en Na, sont des ferro-pargasites (annexe 5.7).

#### 4.3 Diabase protérozoïque

Les deux dykes de diabase protérozoïque recoupant les roches archéennes de la région ont une orientation NE-SW. Leur position est bien définie par les levés magnétiques aériens car ils contrastent fortement avec les roches encaissantes. La diabase recoupant le gisement Agnico-Eagle a une épaisseur voisinant 100 mètres et affleure en de nombreux endroits surtout dans le secteur sud-ouest de la région étudiée où elle forme une crête de petites collines. L'autre, plus au sud, n'est connue que par sa signature sur les levés magnétiques.

Ces dykes sont composés de diabase quartzifère à grain grossier. Au microscope polarisant, l'augite est fraîche alors que le plagioclase est modérément altéré en un assemblage de mica blanc et de carbonate. Le quartz a cristallisé dans les interstices entre les grains automorphes à sub-automorphes de plagioclase et de pyroxène.

#### 4.4 Métamorphisme

Le métamorphisme est au faciès des schistes verts, zone de la chlorite, dans l'ensemble de la région, dans les roches volcaniques et intrusives. Les exceptions sont rencontrées dans le Complexe lité de Valrennes (voir ci-haut, section 4.2.3.1) et en bordure du Pluton de Mistaouac. Dans ce dernier cas, les volcanites sont métamorphisées au faciès amphibolite inférieur sur une épaisseur de l'ordre de 1 km; quelques cristaux de grenat à grain très fin y ont été observés en un endroit.

#### 4.5 Sommaire

La cartographie de la région de Joutel a montré que les rhyolites y sont, pour plus de 90%, des volcanoclastites. Ces rhyolites fragmentaires forment le Complexe volcanique de Joutel et sont distribuées dans deux bandes, les zones felsiques principale et d'Agnico-Eagle.

Typiquement, les pyroclastites de Joutel sont constituées de 5 à 15% de fragments felsiques, surtout accompagnés de fragments de compositions intermédiaires et mafiques. Ces dépôts ne sont généralement pas organisés, mais quelques séquences montrent du granoclassement, une chenalisation des dépôts et des dépôts finement lités.

La masse plutonique de la région de Joutel compose le Complexe intrusif de Rainboth qui est constitué du Pluton de Joutel et du Complexe

lité de Valrennes. Le Pluton de Joutel est composé surtout de leucotonalite à grain moyen accompagnée de gabbro et de roches hybrides. Cette intrusion est affectée par la schistosité régionale et présente des indices minéralisés en or. Le pluton est considéré syn-volcanique à pré-tectonique et forme, avec le CVJ, un complexe volcanique central.

Le complexe lité est une intrusion différenciée composée principalement de gabbros anorthositiques. D'autres roches à cumulats mafiques ou ultramafiques sont présentes et les cumulats se terminent avec des granophyres sodiques. Ces roches sont peu ou non métamorphisées et les structures et les textures d'accumulation sont remarquablement préservées.

## Chapitre 5

### Géochimie

#### 5.1 Introduction

L'étude de la lithogéochimie des roches du Complexe volcanique de Joutel et du Complexe intrusif de Rainboth vise à caractériser sommairement la géochimie de ces ensembles lithostratigraphiques. Des analyses pour les éléments majeurs, en traces et les éléments des terres rares (ETR) ont été utilisés pour caractériser ces roches (annexe 1). Le calcul de la norme C.I.P.W. est présenté à l'annexe 2. Les analyses pour les métaux d'intérêt économique sont présentées à l'annexe 3.

#### 5.2 Méthodologie

L'échantillonnage pour analyses lithogéochimiques pour les éléments majeurs et en traces consiste en 120 analyses réparties selon le tableau 5.1. Les analyses pour les métaux et des éléments traceurs consistent en 230 analyses (annexe 3, chapitre 6). Pour les volcanites felsiques, l'échantillonnage prélevé en 1987 comprend plusieurs rhyolites altérées et localisées dans les différentes zones de déformation et n'a pas fait l'objet d'une étude approfondie à cause du métasomatisme affectant ces roches. Dans l'ensemble, la majorité des rhyolites de la région de Joutel sont modérément à fortement altérées. L'examen au microscope

Tableau 5.1: Répartition des analyses lithogéochimiques selon  
les lithologies de la région étudiée.

---

\* Complexe volcanique de Joutel:

Roches volcaniques: felsiques = 61

                                         mafiques = 18

Gabbro à stilpnomélane = 1

Sédiment = 1

\* Complexe intrusif de Rainboth:

Pluton de Joutel: gabbro et roche hybride = 4

                                         tonalite = 8

Complexe lité de Valrennes: gabbro et hornblendite = 15

                                         tonalite et granophyre = 10

\* Autres:

Diabase protérozoïque = 1

Amphibolite = 1

---

polarisant de ces rhyolites ne permet pas de distinguer les peu altérées des fortement altérées, alors que l'assemblage minéralogique est presque exclusivement représenté par le quartz microgrenu et la chlorite. D'autre part, nous observons typiquement que les rhyolites considérées non ou peu altérées à l'échantillon mégascopique, se révèlent fortement altérées à l'analyse géochimique. A titre d'exemple, certaines volcanites felsiques démontrant peu d'altération à l'examen microscopique se révèlent de composition basaltique à l'analyse géochimique. Les rhyolites les moins altérées et considérées ici comme représentant leur caractère géochimique primaire sont discriminées sur la base de leur position dans le champ des volcanites riches en éléments alcalins sur le diagramme AFM et par comparaison avec les rhyolites peu altérées du Groupe de Blake River (GBR) de Gélina *et al.* (1977).

En revanche, les volcanites mafiques de la région étudiée représentent un bon médium pour caractériser la géochimie des volcanites du CVJ car elles démontrent une faible altération. Pour les coulées coussinées, les bordures de coussins ont été échantillonnées tel que le suggèrent Gélina *et al.* (1977). Par ailleurs, la pétrographie de ces volcanites a permis de retirer des analyses géochimiques les volcanites carbonatisées (Gélina *et al.*, 1977).

Les tonalites, gabbros et roches hybrides du pluton sont altérés à des degrés divers. Nous avons retenu six analyses représentant ces roches les moins altérées sur la base des assemblages minéralogiques à savoir l'absence virtuelle de carbonate et présence de plagioclases peu

altérés.

En revanche, il est remarquable d'observer que tous les gabbros, hornblendites et tonalites du complexe lité sont faiblement ou non métamorphisés et non altérés. Dans ce cas, toutes les analyses lithogéochimiques ont été retenues pour caractériser ces roches.

Les analyses ont été réalisées par le CRM à Québec. Les oxydes  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (total),  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  et  $\text{P}_2\text{O}_5$  sont dosés ensemble par fluorescence-X, d'une précision de  $\pm 2\%$  sur le total. Le carbone total (Ct) est dosé par infrarouge ( $\pm 0,05\%$ ), le  $\text{H}_2\text{O}^+$  par méthode gravimétrique et le S par infrarouge. Le FeO est dosé par volumétrie ( $\pm 0,01\%$ ) et  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (vrai) est calculé. Les ETR et certains éléments en traces sont dosés par activation neutronique. Les éléments en traces sont dosés par spectrométrie par émission au plasma (SEAP) et spectrométrie par fluorescence-X (SRX). Les seuils de détection sont spécifiés à l'annexe 1. L'or est dosé avec neuf autres éléments par activation neutronique, le groupe des métaux de base (Ag, Cu, Pb, Zn) est dosé par spectrométrie par absorption atomique (SAA) alors que les platinoïdes sont dosés par SEAP après une préconcentration par pyroanalyse. Les seuils de détection pour ces métaux sont spécifiés à l'annexe 3.

Le calcul de la norme C.I.P.W. et les diagrammes pétrologiques ont été réalisés à l'aide du logiciel IGPET. Le calcul de la norme a été fait en considérant les analyses anhydres, sans volatils (annexe 2). Les

diagrammes de fractionation des ETR sont calculés selon la chondrite de référence de Nakamura (1974).

### 5.3 La lithogéochimie du Complexe volcanique de Joutel

#### 5.3.1 Les volcanites felsiques

La majorité des roches volcaniques felsiques du CVJ sont des rhyodacites et dacites accompagnées de rhyolites (figure 5.1) alors que les mafites sont surtout des basaltes et des basaltes magnésiens (tableau 5.2). Sur le diagramme AFM, ces rhyolites sont communément altérées, tel que montré par l'enrichissement en ferro-magnésiens (figure 5.2). Les rhyolites les moins altérées sont situées dans le champ près du pôle alcalis alors que les rhyolites altérées sont positionnées près de l'arête FeO-MgO. Sur les diagrammes pétrologiques Ol-Ne-Qz et An-Ab-Or l'altération est montrée par un enrichissement en quartz normatif ainsi qu'un fort enrichissement en orthose normative (figure 5.2c).

Tableau 5.2: Répartition des volcanites analysées  
selon le pourcentage en SiO<sub>2</sub>.

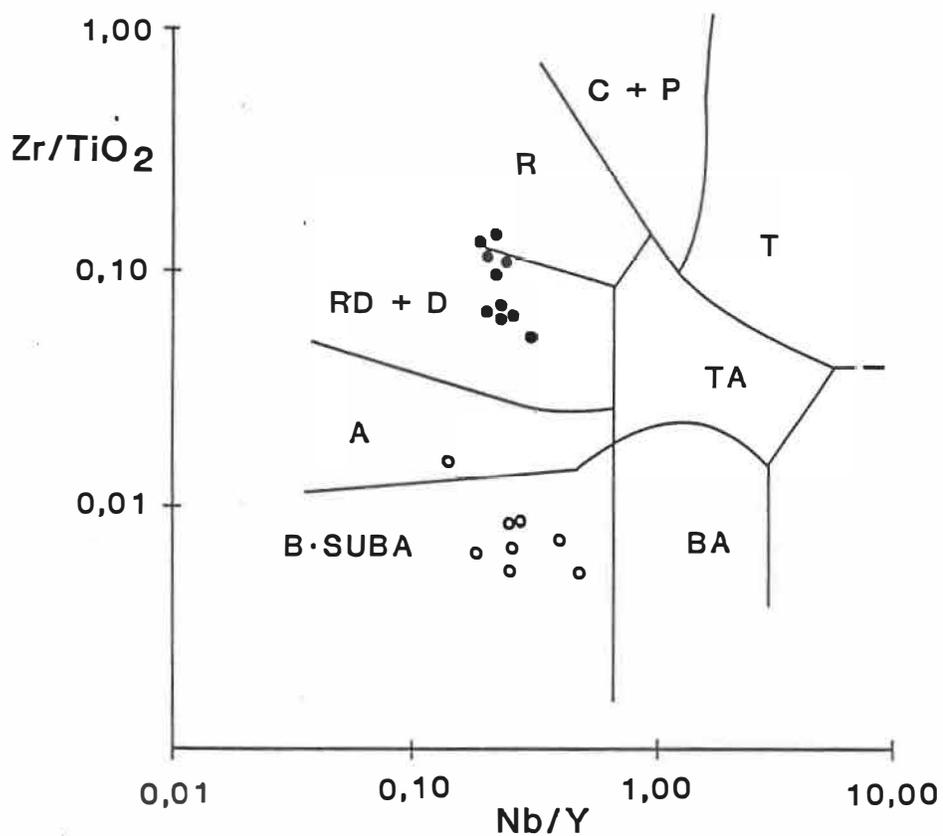
Basalte (< 54% SiO<sub>2</sub>) = 13

Andésite (54% < SiO<sub>2</sub> < 62%) = 5

Dacite (62% < SiO<sub>2</sub> < 67%) = 4

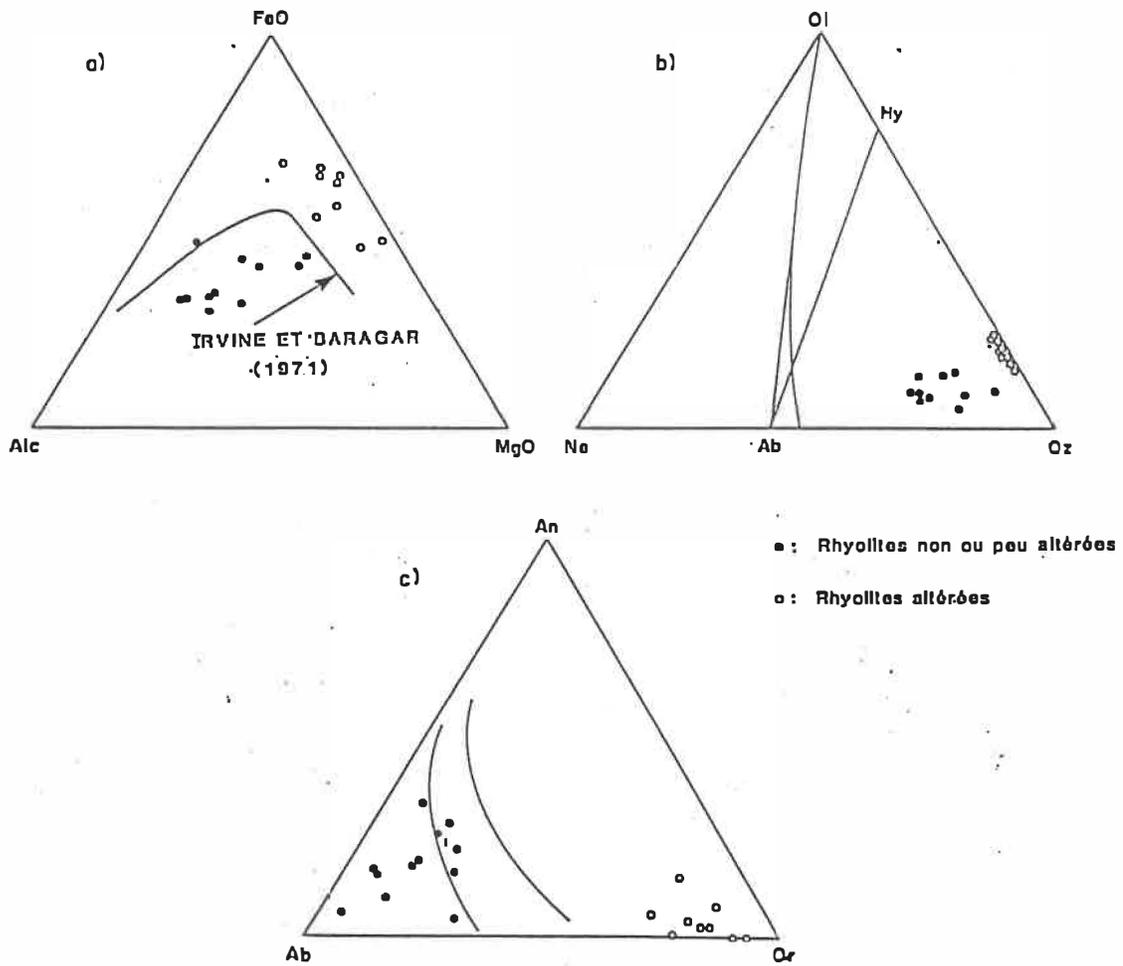
Rhyodacite (67% < SiO<sub>2</sub> < 71%) = 16

Rhyolite (SiO<sub>2</sub> > 71%) = 36



**Figure 5.1-** Distribution des rhyolites peu altérées (•) et des basaltes (◦) du Complexe volcanique de Joutel dans le diagramme  $Zr/TiO_2 - Nb/Y$  de Floyd et Winchester (1978).

R = Rhyolites, RD = Rhyodacites, D = Dacites, A = Andésites, B·SUBA = Basaltes subalcalins, BA = Basaltes alcalins, TA = Trachyandésites, T = Trachytes, C + P = Commendites et pantellerites.



**Figure 5.2** - Diagrammes pétrologiques pour les rhyolites de la région de Joutel.

A l'analyse géochimique, l'altération se traduit par un enrichissement particulièrement important en MgO et FeO. Les rhyolites altérées de Joutel contiennent communément de 1% à plus de 6% de MgO ainsi que jusqu'à plus de 10% de FeO. Ces valeurs contrastent fortement avec les analyses des rhyolites des unités tholéitiques de Dufresnoy et de Rouyn-Noranda du GBR où des teneurs en MgO de l'ordre de 0,6% et en FeO de l'ordre 2% à 3% sont caractéristiques (Gélinas *et al.*, 1977)(tableau 5.3). Les rhyolites du CVJ se distinguent de celles du GBR par un métasomatisme ferro-magnésien plus ou moins important selon l'intensité de l'altération.

Les rhyolites les plus altérées (voir analyses de 1987 à l'annexe 1), sont affectée d'une silicification importante ( $\text{SiO}_2$  jusqu'à 84,5%) ainsi qu'un lessivage important des alcalis et du calcium (diminution de  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$ ) au profit des ferro-magnésiens (augmentation de  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ ). Simultanément, un métasomatisme potassique important est noté ( $> \text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ). Pour les rhyolites les moins altérées, l'altération est caractérisée par un enrichissement en FeO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et MgO alors que les alcalis apparaissent peu affectés. Ces altérations s'expriment par la chloritisation et la silicification (quartz microgrenu) des rhyolites. Les analyses lithogéochimiques considérées représentatives des rhyolites peu altérées sont les 88-5416, 88-5418, 88-5419, 88-5421, 88-5423, 88-5424, 88-5431, 88-5438, 88-5440, 88-5442 et 88-5454 (voir carte 2 en pochette). Dans les zones de déformation et d'altération les rhyolites ont une minéralogie composée de séricite, quartz microgrenu et un peu de chlorite; ailleurs la rhyolite est composée d'un assemblage de chlorite,

Tableau 5.3: Analyses géochimiques moyennes pour les rhyolites  
du Complexe volcanique de Joutel et du Groupe de Blake River.

	Complexe volcanique de Joutel		Groupe de Blake River (*)	
	Rhyolites peu altérées	Rhyolites altérées	Unité Dufresnoy	Unité Rouyn-Noranda
SiO <sub>2</sub>	72,13	72,53	74,57	76,53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,06	10,66	13,51	12,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> vrai	0,57	1,20	1,23	0,73
FeO	4,50	4,37	1,90	2,96
MgO	2,72	2,98	0,64	0,59
CaO	1,28	1,06	1,79	1,86
Na <sub>2</sub> O	2,72	1,24	5,38	3,56
K <sub>2</sub> O	0,78	1,23	0,60	1,24
TiO <sub>2</sub>	0,38	0,33	0,28	0,37
MnO	0,10	0,09	n.d.	n.d.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	0,043	0,07	0,05
CO <sub>2</sub>	1,35	1,29	0,52	1,22
H <sub>2</sub> O+	2,35	2,55	0,98	1,39
n =	11	47	7	17
La/Yb	3,24-6,13	n.d.	2,7-4,0	2,3-2,9
La/Sm	2,30-2,83	n.d.	1,6-2,8	1,8-2,0
n =	4		11 **	4 **

\* tiré de Gélinas *et al.* (1977)      n.d.: non déterminé

\*\* tiré de Gélinas *et al.* (1984)

de quartz et, plus rarement, de feldspath.

Les diagrammes des terres rares pour les rhyolites les moins altérées, tout comme pour les basaltes, montrent des patrons plats (figure 5.4a). Par ailleurs, les diagrammes des terres rares pour les rhyolites altérées (non illustré) montrent des patrons identiques aux rhyolites les moins altérées, ce qui porte à conclure que les ETR sont peu affectés par l'altération. Les diagrammes des ETR démontrent que les rhyolites de Joutel sont d'affinité tholéiitique. En effet, les diagrammes montrent un patron plat pour ces rhyolites (figure 5.4a). De même, les rapports La/Yb (de l'ordre de 4) et La/Sm (de l'ordre de 2,5) sont comparables à ceux des rhyolites d'affinité tholéiitique du GBR (Gélinas *et al.*, 1984; Laflèche et Ludden, 1990). Le tableau 5.3 présente les analyses géochimiques moyennes des rhyolites peu altérées et altérées de Joutel de même que des rhyolites des unités tholéiitiques Dufresnoy et Rouyn-Noranda du Groupe de Blake River.

### 5.3.2 Les basaltes

Les basaltes du CVJ, ainsi que ceux de la région de Joutel (non illustrés), sont d'affinité tholéiitique. Les diagrammes de la figure 5.3 montrent des distributions typiques des basaltes de l'Abitibi (Gélinas *et al.*, 1977). Le diagramme Ti/100-Zr-Sr/2 de Pearce et Cann (1973) suggère que les basaltes du CVJ se sont épanchés dans un environnement de type basalte de fond océanique (figure 5.3d) et sont de caractère subalcalin (figure 5.1).

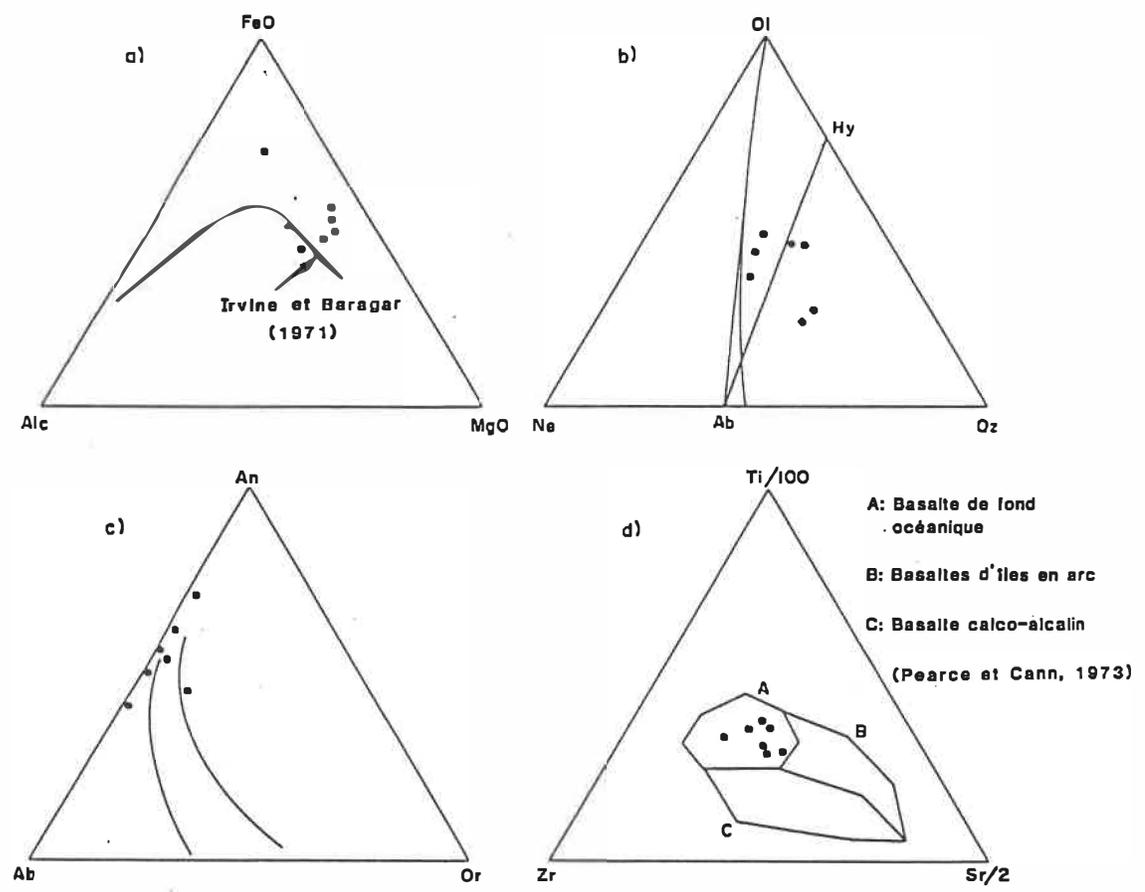


Figure 5.3 - Diagrammes pétrologiques pour les basaltes de la région de Joutel.

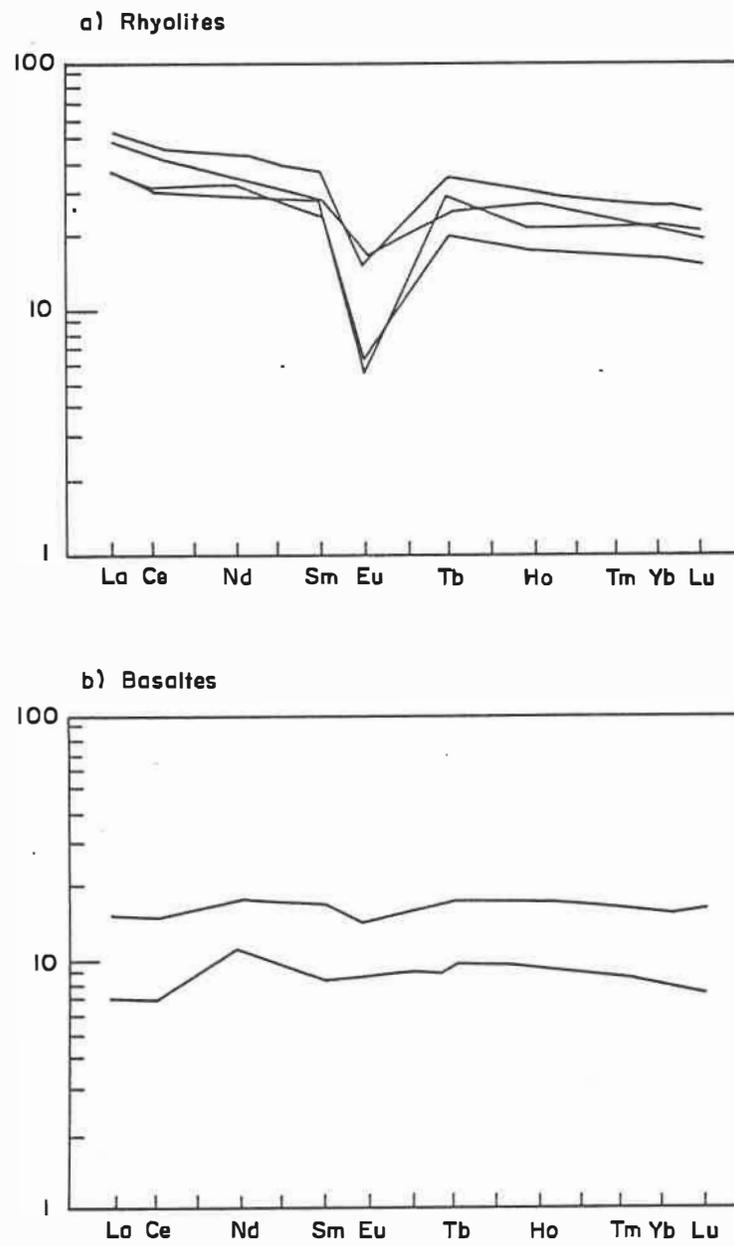


Figure 5.4 - Diagrammes des terres rares pour les volcanites du CVJ.

Géochimiquement, ces basaltes sont caractérisés par des teneurs en MgO moyennes à élevées, variant entre 3% et plus de 10% et ils sont comparables avec les basaltes des unités tholéitiques Dufresnoy et Rouyn-Noranda du GBR (Gélinas *et al.*, 1977). Les analyses retenues pour caractériser les mafites de la région de Joutel sont les 88-5407, 88-5408, 88-5428, 88-5429, 88-5430, 88-5432 et 88-5441 selon les critères pétrographiques de l'absence de carbonate et de la présence de feldspaths peu altérés (voir carte 2 en pochette). Le tableau 5.4 présente la composition géochimique moyenne pour les basaltes et basaltes magnésiens de Joutel comparés aux basaltes des unités tholéitiques du GBR. Les basaltes de Joutel sont notablement moins alumineux que ceux du GBR et sont affectés d'un métasomatisme potassique. Les diagrammes des terres rares pour les volcanites mafiques montrent également un patron plat caractéristique des basaltes d'affinité tholéitique et de fond océanique (figure 5.4b). Également, les rapports La/Yb et La/Sm présentés au tableau 5.4 montrent que ces roches sont d'affinité tholéitique (Gélinas *et al.*, 1977, 1984).

#### 5.4 La lithogéochimie du Complexe intrusif de Rainboth

##### 5.4.1 Le Pluton de Joutel

Les quelques analyses des tonalites et des gabbros du Pluton de Joutel suggèrent que ces roches sont d'affinité tholéitique (figure 5.5a). Les diagrammes Ol-Ne-Qz et Ab-An-Or montrent que ces tonalites ne contiennent que peu de ferro-magnésiens. L'assemblage minéralogique de ces roches est largement dominé par le quartz et le plagioclase.

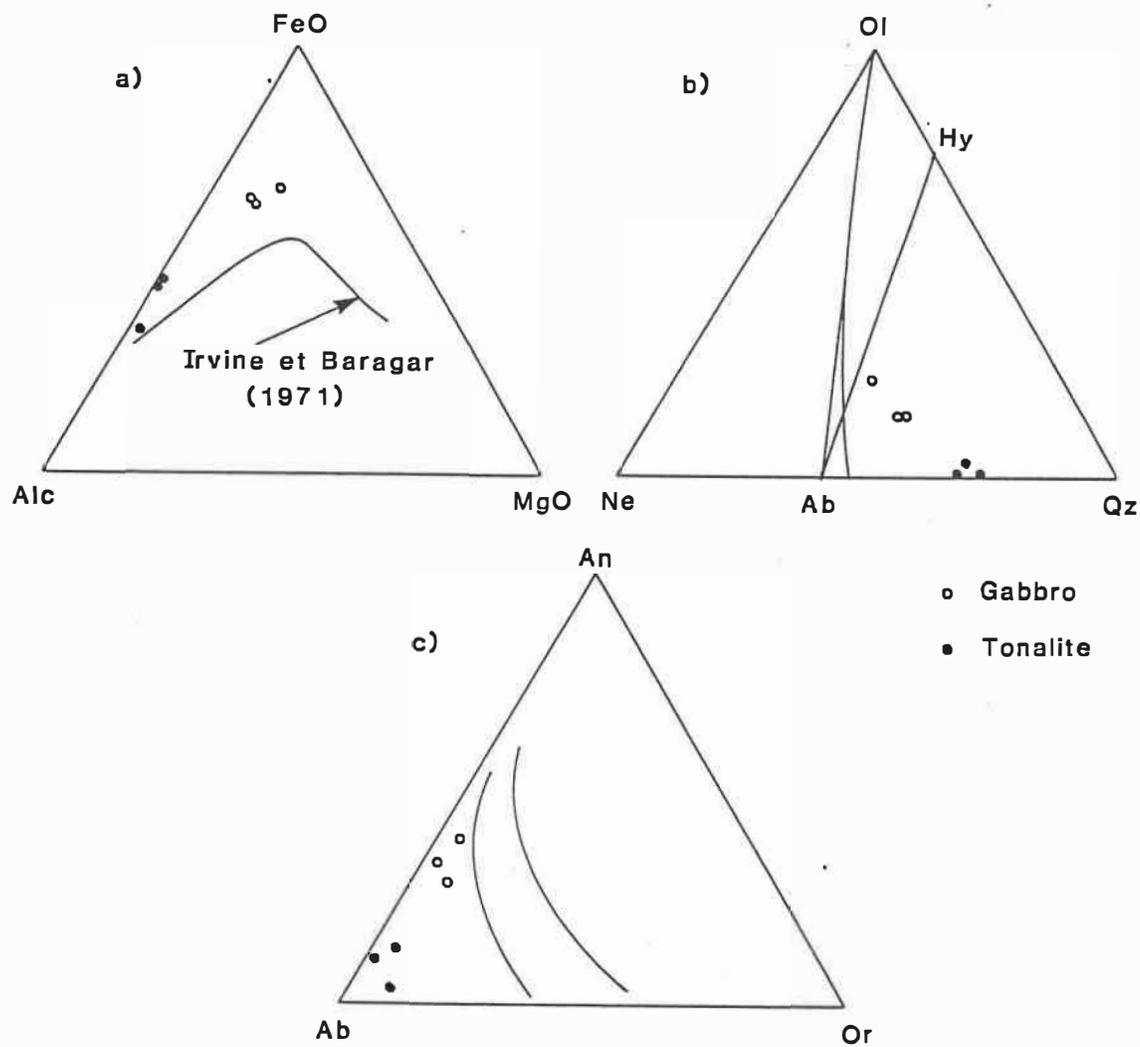
Tableau 5.4: Analyses géochimiques moyennes pour les  
basaltes du Complexe volcanique de Joutel et du Groupe de Blake River.

	Complexe volcanique de Joutel		Groupe de Blake River (*)	
	Basalte	Basalte magnésien	Unité Dufresnoy	Unité Rouyn-Noranda
SiO <sub>2</sub>	48,70	48,64	52,08	52,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,98	13,69	16,17	15,28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> vrai	3,60	2,65	3,14	2,39
FeO	9,19	8,41	9,97	9,74
MgO	5,96	9,52	4,91	5,33
CaO	7,21	10,49	9,22	10,78
Na <sub>2</sub> O	2,51	2,38	2,55	2,28
K <sub>2</sub> O	1,28	0,05	0,12	0,11
TiO <sub>2</sub>	0,95	0,73	1,58	1,39
MnO	0,20	0,19	n.d.	n.d.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,05	0,22	0,10
CO <sub>2</sub>	3,46	0,08	0,31	0,33
H <sub>2</sub> O+	2,90	3,13	3,45	2,74
n =	4	3	7	6
La/Yb	1,35-1,52	n.d.	2,7-4,0	1,6-2,8
La/Sm	1,35-1,47	n.d.	2,3-2,9	1,8-2,0
n =	2		11 (**)	4 (**)

\* tiré de Gélinas *et al.* (1977)

n.d.: non déterminé

\*\* tiré de Gélinas *et al.* (1984)



**Figure 5.5** - Diagrammes pétrologiques pour les tonalites et gabbros du Pluton de Joutel.

Aussi, le calcul de la norme C.I.P.W. pour ces roches (analyses 88-5392 et 88-5397, annexe 2) montre des teneurs en plagioclase et quartz normatifs semblables à ce que l'examen au microscope révèle. Les diagrammes de la figure 5.5 montrent que ces gabbros diffèrent des gabbros du complexe lité (figure 5.6). Les teneurs plus élevées en alcalis et quartz normatifs pour les gabbros du pluton, de même que l'absence virtuelle de métamorphisme affectant le CLV, suggèrent que les roches du complexe lité appartiennent à une suite magmatique distincte. Par contre, les diagrammes binaires  $\text{CaO-SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ , AN (norm.)- $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO-SiO}_2$  et  $\text{MgO-SiO}_2$  montrent que les gabbros du pluton sont compositionnellement comparables aux tonalites du CLV (figures 5.7 et 5.8, tableau 5.5).

#### 5.4.2 La lithogéochimie du Complexe lité de Valrennes

Les roches du complexe lité montrent un patron de différenciation tholéiitique (figure 5.6) et contiennent des teneurs faibles en volatils (analyses 88-5381 à 88-5413; annexe 1). Les diagrammes pétrologiques aux figures 5.6 et 5.9 montrent un enrichissement en fer pour les gabbros et hornblendites, puis un appauvrissement pour les tonalites et les granophyres. De même, on signale la présence d'olivine normative pour certains gabbros (jusqu'à 17%; annexe 2) alors que la molécule anorthite du plagioclase en constitue jusqu'à plus de 74%. Ces valeurs sont comparables à celles obtenues à l'examen au microscope polarisant et à la microsonde électronique (annexe 5). Également, les teneurs en magnétite, ilménite et hématite normatives dans les gabbros sont comparables aux teneurs observées à l'examen microscopique de ces roches.

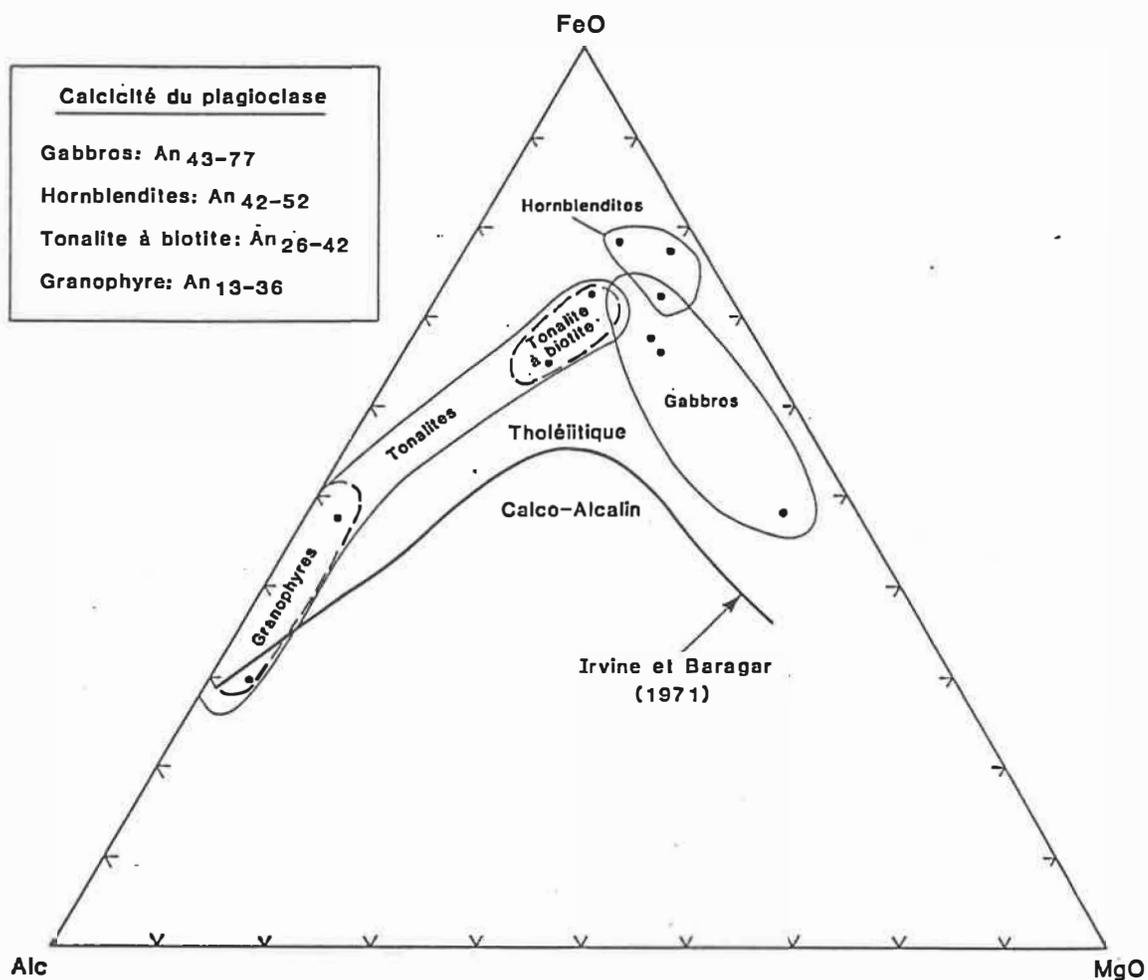


Figure 5.6-Champs de distribution des lithologies du complexe lité dans le diagramme AFM.  
Les oxydes sont exprimés en pourcentage poids.

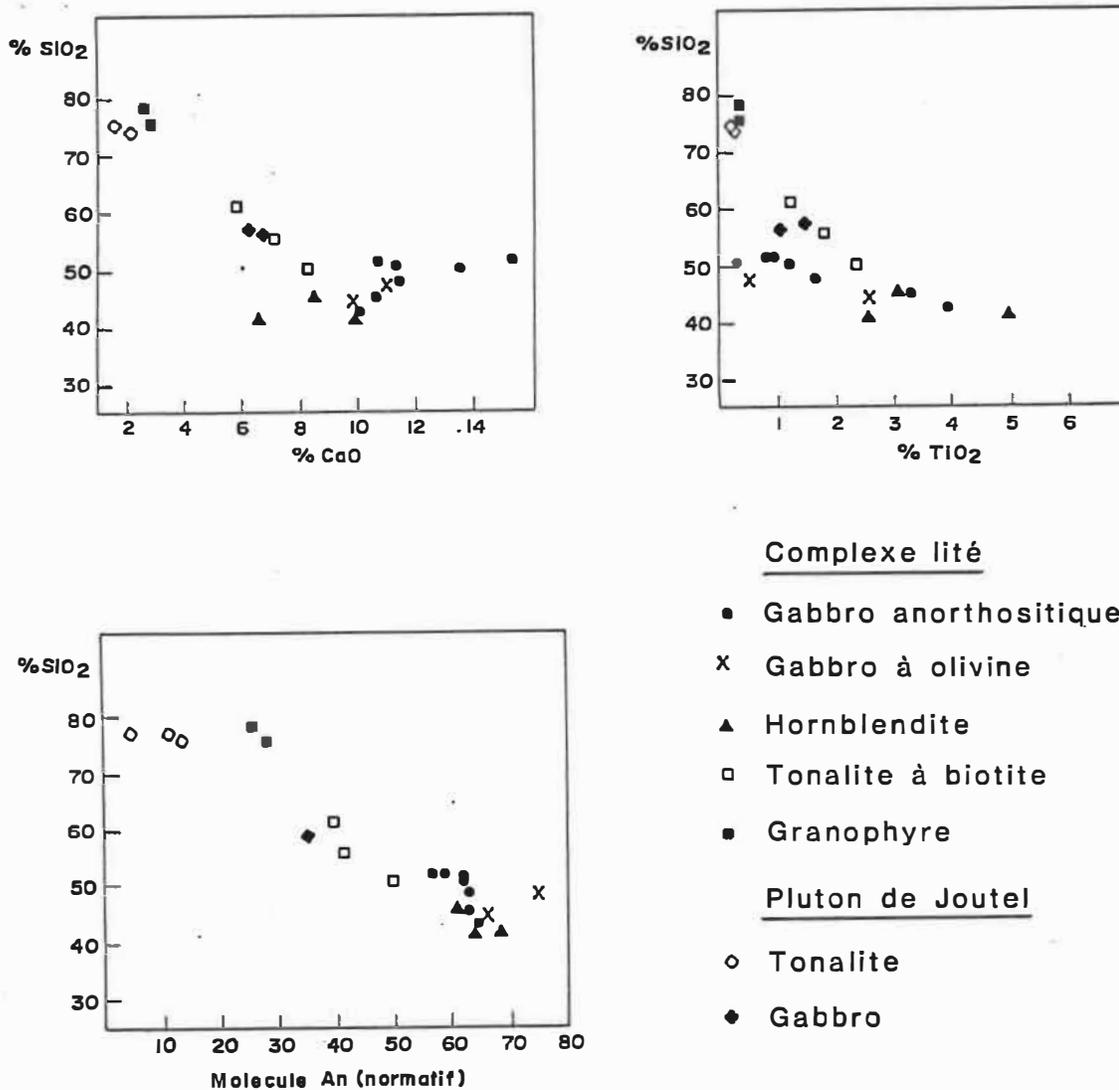
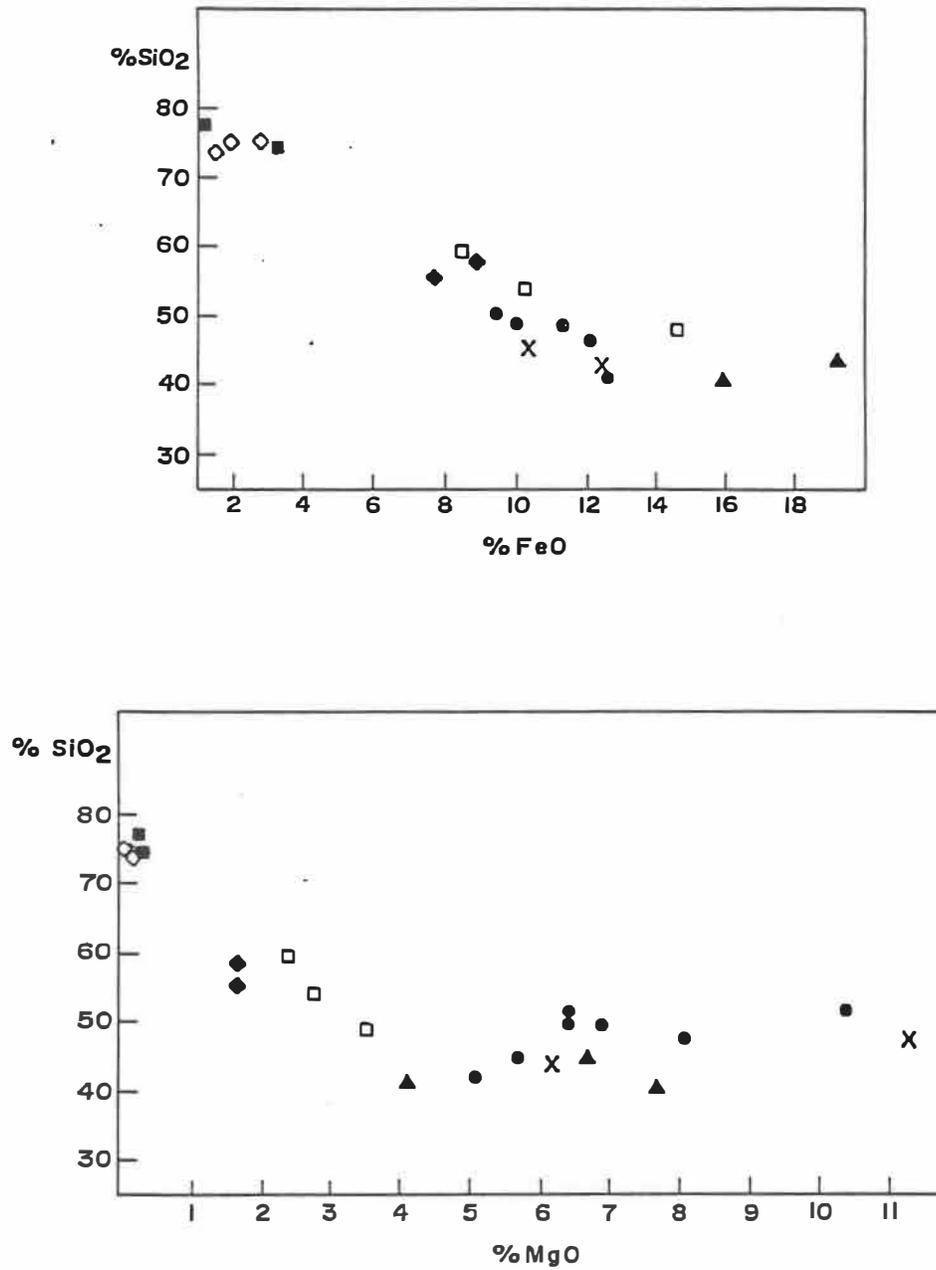


Figure 5.7 - Diagrammes CaO - SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> - SiO<sub>2</sub> et An (normatif) SiO<sub>2</sub> pour le complexe lité et le Pluton de Joutel.



**Figure 5.8** - Diagrammes FeO-SiO<sub>2</sub> et MgO-SiO<sub>2</sub> pour le complexe lité et le Pluton de Joutel. (Légende à la figure 5.6)

Tableau 5.5: Analyses géochimiques moyennes pour des gabbros et des tonalites du Pluton de Joutel et du Complexe lité de Valrennes.

	Pluton de Joutel		Complexe lité de Valrennes	
	Gabbro	Tonalite	Tonalite à biotite	Granophyre
SiO <sub>2</sub>	56,8	75,5	53,8	76,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,2	11,4	13,1	11,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> v	3,30	1,82	2,73	1,12
FeO	7,83	1,43	11,10	2,12
MgO	1,70	0,30	2,93	0,29
CaO	6,69	1,26	6,79	2,62
Na <sub>2</sub> O	4,28	5,25	3,22	4,12
K <sub>2</sub> O	0,33	0,42	0,71	0,33
TiO <sub>2</sub>	1,01	0,23	1,71	0,30
MnO	0,14	0,05	0,23	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,03	0,27	0,03
CO <sub>2</sub>	0,29	0,60	0,18	0,62
H <sub>2</sub> O+	1,76	0,70	1,61	0,82
La/Yb	2,43	1,45-4,0	1,77-2,73	0,45-2,40
La/Sm	1,64	1,75-3,09	1,36-2,08	0,45-2,0
n=	1	4	3	2

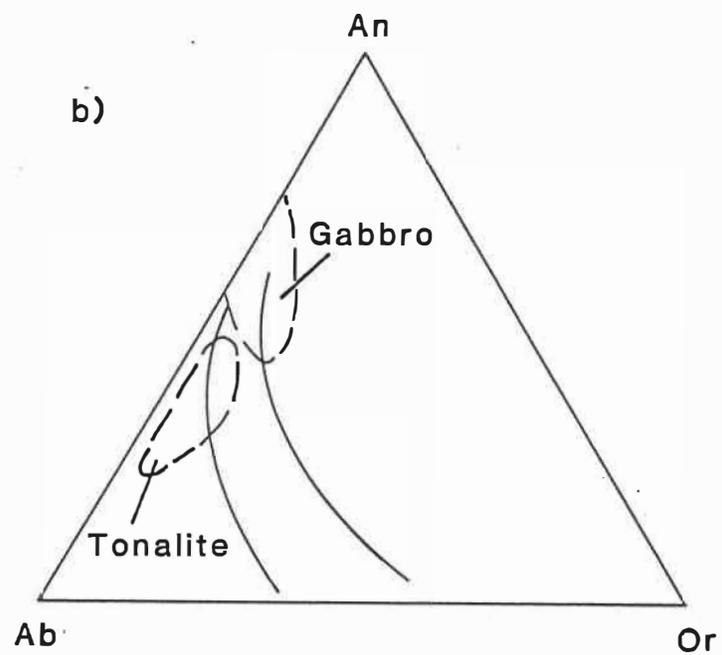
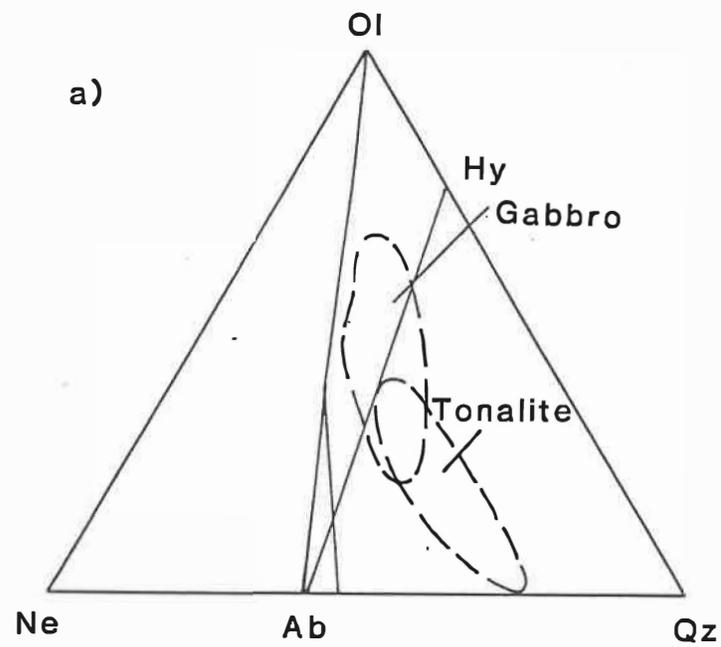


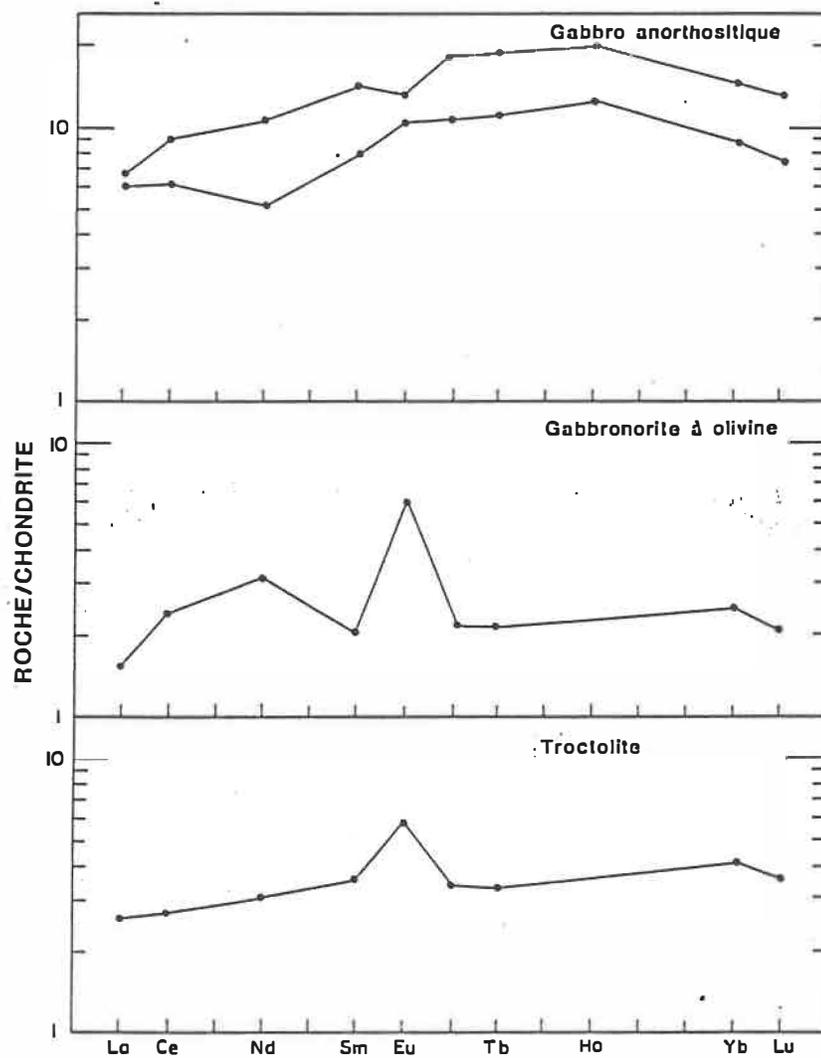
Figure 5.9 – Champs de distribution des tonalites et des gabbros du complexe lité.

Pour les tonalites, le calcul de la norme CIPW présente également des correspondances avec les lames minces pour le quartz, le plagioclase et le pyroxène (l'amphibole) normatifs. Les diagrammes binaires aux figures 5.7 et 5.8 ne permettent pas de distinguer une différence significative dans la lithogéochimie du Pluton de Joutel et du Complexe lité de Valrennes.

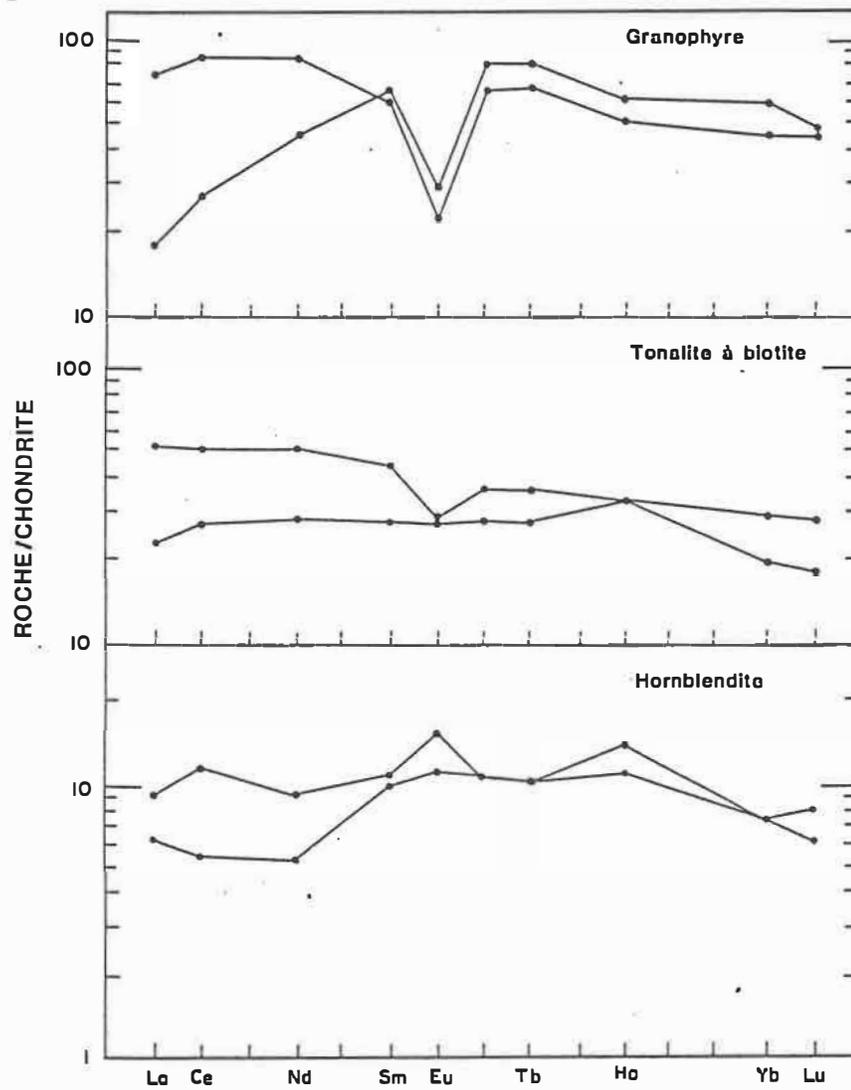
Enfin, les diagrammes pour les terres rares montrent des patrons d'affinité tholéiitique. La fractionation des terres rares dans les cumulats mafiques et ultramafiques montre un enrichissement de l'ordre de 2 à 5 fois les teneurs des chondrites (Nakamura, 1974) et un pic positif pour l'euporium (figure 5.10). Pour les tonalites et les granophyres, l'enrichissement est de l'ordre de 20 à 90 fois la chondrite et des pics négatifs en europium causés par la séparation de plagioclase dans la chambre magmatique (figure 5.11). Les teneurs en holmium et thulium aux figures 5.10 et 5.11 ont été omises parce que des anomalies analytiques ont été détectées. Le tableau 5.6 montre les rapports La/Yb et La/Sm pour les lithologies du CLV et confirme leur affinité tholéiitique.

## 5.5 Sommaire

Le Complexe volcanique de Joutel consiste en un empilement de volcanites felsiques-mafiques, de caractère subalcalin, d'affinité tholéiitique et est entouré de roches volcaniques mafiques à intermédiaires également d'affinité tholéiitique. Par endroits, dans la région



**Figure 5.10** - Diagramme de fractionation des terres rares normalisés aux chondrites pour les principales lithologies du complexe lité. Les valeurs en thulium (Tm) et certaines valeurs en holmium (Ho) ont été omises.



**Figure 5.11** - Diagramme de fractionation des terres rares normalisés aux chondrites pour les principales lithologies du complexe lité. Les valeurs en thulium (Tm) et certaines valeurs en holmium (Ho) ont été omises.

Tableau 5.6: Rapports La/Yb et La/Sm pour les lithologies  
du Complexe lité de Valrennes

	La/Yb	La/Sm	n=
Troctolite	0,92	1,22	1
Gabbro à olivine	2,40	2,00	1
Gabbro anorthositique	0,69-1,69	0,76-1,43	3
Hornblendite	1,24-1,87	1,05-1,75	2
Tonalite à biotite	1,77-2,73	1,36-2,08	3
Granophyre	0,45-2,40	0,45-2,00	2

des collines Cartwright, des volcanites d'affinité komatiitique sont exposées.

Les analyses lithogéochimiques montrent que les volcanites du CVJ forment un édifice volcanique bimodal. Les felsites sont surtout des rhyodacites, accompagnées de quelques rhyolites, alors que les volcanites mafiques sont surtout des basaltes accompagnés d'andésites et de basaltes magnésiens. Les rhyolites de Joutel sont caractérisées par un métasomatisme ferro-magnésien affectant la totalité de ces volcanites. Les rhyolites considérées les moins altérées montrent typiquement un enrichissement faible à modéré en ferro-magnésiens. Sur le diagramme AFM, cette altération s'exprime par un déplacement des rhyolites depuis le pôle des alcalis, où se positionnent les rhyolites d'affinité tholéitique de la région de Rouyn (Gélinas *et al.*, 1977), vers la ligne de liaison FeO-MgO. Les rhyolites les plus altérées sont caractérisées par un important apport en ferro-magnésiens, SiO<sub>2</sub> et K<sub>2</sub>O.

En revanche, les basaltes du CVJ, peu altérés, permettent d'identifier clairement une affinité tholéitique pour ces roches, et se positionnent dans le champ des mafites d'affinité tholéitique sur les diagrammes d'Irvine et Baragar (1971).

Les diagrammes des éléments des terres rares pour ces volcanites sont caractérisés par des patrons plats et des rapports La/Yb inférieurs à 1,5 pour les basaltes et à 6 pour les rhyolites, et La/Sm inférieurs à 1,5 pour les basaltes et 3 pour les rhyolites, caractéristiques des

volcanites tholéitiques (Gélinas *et al.*, 1984). Enfin, le diagramme ternaire  $Ti/100-Zr-Sr/2$  des basaltes du CVJ suggère un environnement de fond océanique.

Le Pluton de Joutel et le Complexe lité de Valrennes sont également d'affinité tholéitique. Le CLV se distingue surtout par ses cumulats mafiques à ultramafiques montrant un patron de différenciation d'affinité tholéitique alors que les diagrammes des ETR pour ces roches montrent des patrons plats et des rapports  $La/Yb$  et  $La/Sm$  de l'ordre de  $<1-2,7$  et  $<1-2,5$ , respectivement. Par contre, les diagrammes binaires  $SiO_2-TiO_2$ ,  $SiO_2-CaO$  et  $SiO_2-MgO$  ne permettent pas de distinguer clairement deux suites magmatiques pour le Pluton de Joutel et le Complexe lité de Valrennes.

## Chapitre 6

### Géologie économique

#### 6.1 Introduction

La région de Joutel a compté parmi les camps miniers producteurs de métaux de base au cours des années 1950 à 1970 alors que le marché du cuivre et du zinc permettait de rentabiliser ces exploitations. L'absence de documentation sur la géologie de ces gisements est partiellement comblée ici par une description sommaire. Egalement, la région compte la mine d'or Agnico-Eagle Ltd, en production depuis 1974.

Au cours des étés 1987 et 1988, nous avons visité les sites des anciens gisements de sulfures massifs des mines de Poirier et Joutel-Copper et du gîte Explo-Zinc (figure 6.1). Les indices connus ont été visités et étudiés, alors que de nombreux nouveaux indices ont été identifiés. La géologie de la mine d'or Agnico-Eagle a été décrite par Barnett *et al.* (1982) et Wyman *et al.* (1986) et déborde le cadre de notre étude.

Le Pluton de Joutel constitue une cible de choix alors que plusieurs métallotectes favorables y sont présents pour la prospection pour l'or. La prospection pour l'or et les métaux de base montre des possibilités

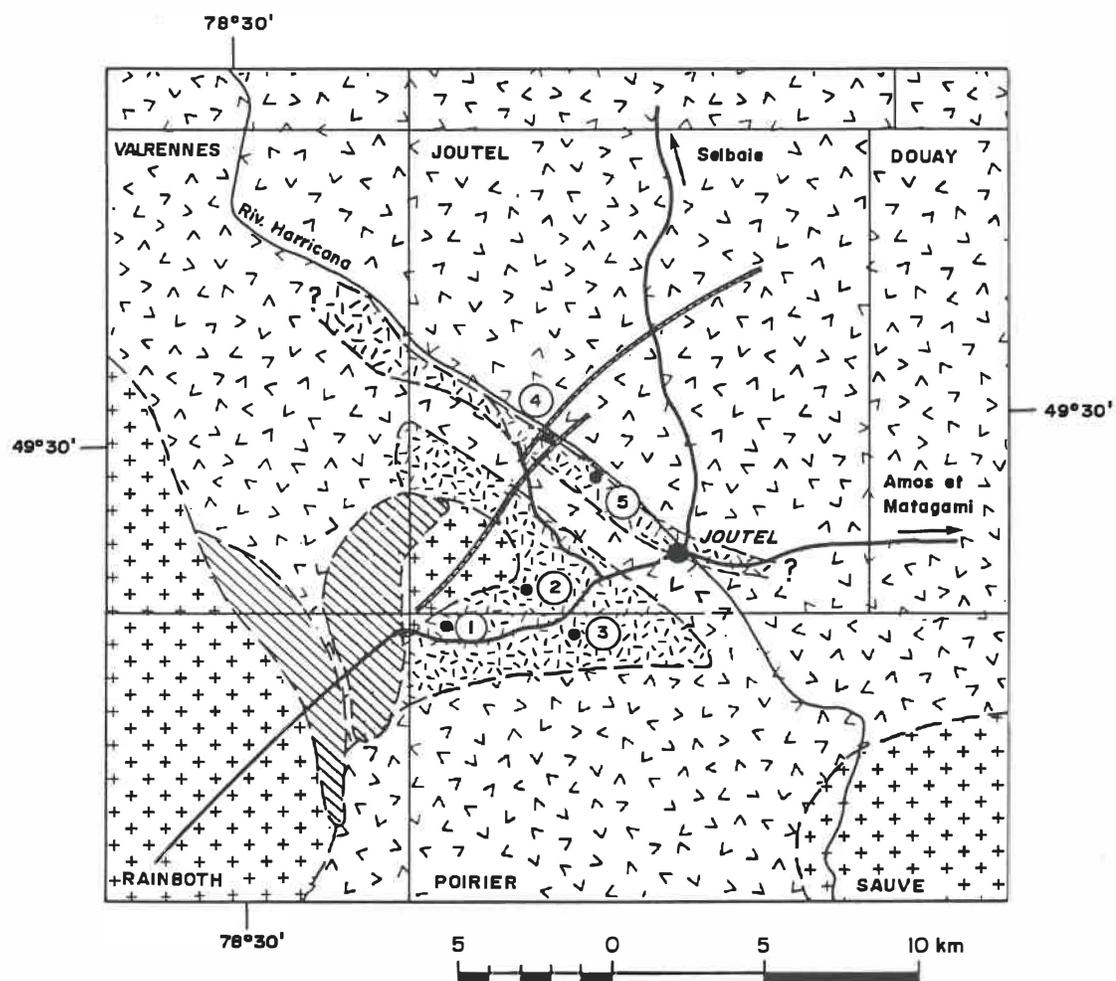


Figure 6.1 - Géologie régionale et localisation des mines de la région de Joutel, Abitibi (modifié de Avramtchev et Lebel-Drolet, 1979).

— LEGENDE —

- |                                                                                     |                        |   |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---------------------------------|
|  | Diabase protérozoïque  | ① | Mine de Poirier (Cu, Zn, Ag)    |
|  | Intrusions gabbroïques | ② | Mine Joutel Copper (Cu, Zn, Ag) |
|  | Intrusions felsiques   | ③ | Gîte Explo-Zinc (Cu, Zn, Ag)    |
|  | Volcanites felsiques   | ④ | Mine Agnico-Eagle (Au)          |
|  | Volcanites mafiques    | ⑤ | Zone Telbel (Au)                |

dans l'ensemble de la région, principalement en bordure du gisement de la mine de Poirier et dans le prolongement possible de la zone de cisaillement de Joutel-ouest.

Enfin, il est indéniable que le Complexe lité de Valrennes constitue une cible où des concentrations pour les platinoïdes, l'or, le nickel et certains autres métaux sont possibles. Des concentrations anormales en vanadium et nickel ont été identifiées.

## 6.2 Géologie des gisements de métaux de base de la région de Joutel

### 6.2.1 Généralités

La géologie des gisements de sulfures massifs n'a fait l'objet d'aucune étude géologique détaillée. Nous avons entrepris une recherche bibliographique sur ce sujet afin de combler partiellement cette lacune. Les installations de ces mines ayant été fermées et démantelées, les documents utilisés sont surtout ceux conservés au MERQ. D'autres documents ont été fournis par SEREM Québec Inc. et par Mines de Métaux Abitibi Ltée. Egalement, des carottes de forages provenant de la mine de Poirier, conservées à l'École Polytechnique de Montréal, ont été étudiées: ce sont 13 échantillons de minerai pour lames minces polies et 14 lames minces des épontes. Des patrons de diffraction aux rayons-X et des analyses à la microsonde électronique ont été utilisés pour étudier les minéraux d'altération entourant le gisement.

### 6.2.2 Bref historique

Les travaux d'exploration sur la propriété de Rio Tinto Inc. (futur site de la mine de Poirier) ont débuté en mars 1959 par un levé électromagnétique et magnétique aérien. Des levés géophysiques au sol ont été réalisés en mai 1959 et quatre conducteurs électromagnétiques superposés à des anomalies magnétiques ont été identifiés (Boniwell et Dujardin, 1964). Par la suite, d'août 1959 à août 1960, une première campagne de forage identifie plusieurs intersections favorables pour des sulfures massifs. Une seconde campagne de forage montre la présence de quelques lentilles de sulfures disséminées dans les rhyolites, sans identifier de tonnage économique (Evans, 1964). A l'automne 1962, une troisième campagne de forage identifie un gisement s'étendant sur 180 mètres horizontalement, d'une épaisseur moyenne de 3,5 mètres et se prolongeant sous le niveau -140 mètres. Cette lentille est orientée est-ouest avec un pendage abrupt vers le sud et elle plonge abruptement à l'est.

Suite à ces résultats, Rio Tinto (division Riocanex), entreprend en novembre 1962 de creuser un puits à une profondeur de 390 mètres (Assad, 1962). Le gisement comprend alors une partie riche en cuivre (1,69 Mt à 3% Cu et 0,7% Zn) et une partie riche en zinc (1,25 Mt à 0,37% Cu et 8,32% Zn) distribuées dans quatre zones de sulfures massifs (Evans, 1964). Une usine est implantée sur le site de la mine et la production débute en décembre 1965 (Northern Miner, 1964) avec 1 400 t de minerai quotidiennement. En 1966, la capacité de l'usine est portée à 2 000 t/jour de façon à traiter le minerai de la mine Joutel-Copper.

Les travaux d'exploration sur la propriété Prospectors Airways menant à la découverte de la mine Joutel-Copper, débutent également au printemps 1959. Les travaux complétés à l'automne 1961 totalisent 78 forages, par lesquels un amas minéralisé de plus de 1,0 Mt à 2,3% Cu est délimité. Le fonçage du puits débute à la fin de 1961 et atteint 330 mètres en 1963.

Les deux mines de métaux de base du camp minier de Joutel cessèrent leurs opérations en juin 1975. A ce moment, la mine de Poirier avait extrait 4,390 Mt à 1,97% Cu, 1,84% Zn et 4,66 g/t Ag et les réserves étaient évaluées à 690 000 t à 2,20% Cu et 650 000 t à 10,44% Zn. La mine Joutel-Copper a extrait 1,167 Mt à 2,16% Cu de 1967 à 1975 et 338 000 t à 8,88% Zn de 1972 à 1975. Ce gisement est épuisé.

Le gîte Explo-Zinc n'a jamais atteint le stade de la production. La propriété développée par le consortium Northern Exploration Ltd et Kelly Desmond Mining Ltd comprend un gîte formé de 5 lentilles de sulfures massifs comprises à l'intérieur d'un contexte structural compliqué par des failles. Au début de 1964, un puits est foncé jusqu'à une profondeur de 300 mètres. Les réserves géologiques sont évaluées à un peu plus de 1,0 Mt à 0,73% Cu, 6,95% Zn et 34,28 g/t Ag (Girard, 1988, comm. pers.).

### 6.2.3 La géologie affiliée à la minéralisation

La géologie de ces trois gisements est fort comparable. Ils sont tous trois encaissés dans des volcanites de composition exclusivement rhyolitique à dacitique. Quelques dykes de diorite, de gabbro et de porphyre quartzifère et/ou feldspathique recourent l'empilement de volcanites. La minéralisation est formée de lentilles de sulfures massifs disposées dans des felsites chloritisées et contenant un peu de talc.

Le gisement de la mine de Poirier se compose de quatre lentilles de sulfures massifs orientées est-ouest et à pendage abrupt vers le sud (McCrae, 1969). Selon Boniwell et Dujardin (1964), elles sont disposées au sommet d'une séquence de rhyolites comprenant des tufs rhyolitiques à l'éponte inférieure (au nord), surmontés de dacites et d'agglomérats rhyolitiques au sud (figure 6.2).

A la mine de Poirier, les lentilles de sulfures massifs forment des amas dispersés dans les volcanites felsiques. D'après des plans obtenus de Mines de Métaux Abitibi Ltée, la stratigraphie des felsites dans le gisement est complexe, formée de lambeaux discontinus de tufs. Egalement, ces felsites semblent plissées isoclinalement.

Les amas de sulfures massifs ne sont pas affectés par des structures cassantes importantes. Ils semblent être disposés dans une structure synclinale plongeant abruptement vers l'est (Boniwell et Dujardin, 1964)

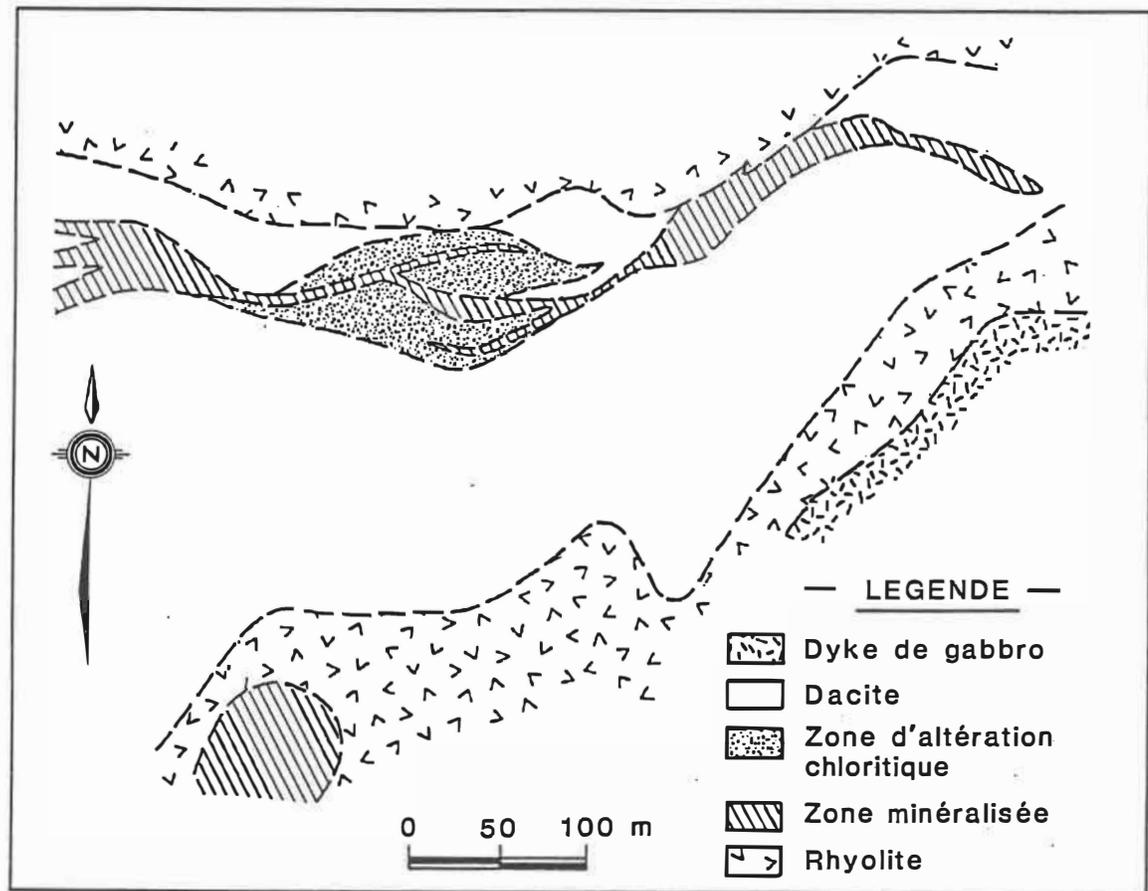


Figure 6.2 - Plan géologique schématique de la mine de Poirier (modifié de Boniwell et Dujardin, 1964).

et distribués en échelon (MacIntosh, 1969). Aucun des documents consultés ne traite du gisement de Joutel-Copper.

Dans le cas du gisement Explo-Zinc, les lentilles de sulfures massifs sont disposées dans un même contexte stratigraphique que celui formant le gisement de Poirier. La minéralisation à Explo-Zinc, formée de cinq lentilles de sulfures massifs orientées ESE avec un pendage abrupt vers le sud, est incluse dans un bloc limité par trois failles (figures 6.3 et 6.4, en pochette). Les failles A et B, orientées NE-SW et NNW-SSE respectivement, délimitent le gisement à l'ouest et à l'est. Une troisième faille, la faille C, orientée NW-SE et d'attitude subhorizontale, forme la limite sud du gisement.

Selon Robertson (1981), les trois gisements de métaux de base du camp minier de Joutel pourraient être disposés au même niveau stratigraphique. La minéralisation dans ces gisements est accompagnée d'une intense altération en chlorite et talc affectant les épontes. La chlorite domine largement et forme des halos autour des lentilles de sulfures alors que le talc semble limité aux zones minéralisées. Robertson (1981) mentionne qu'à Explo-Zinc les zones d'altération sont mieux développées dans l'éponte inférieure (nord) du gisement. Le minerai est composé principalement d'un assemblage de pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, sphalérite et magnétite, dans l'ordre décroissant d'abondance. De la galène n'est rencontrée que localement. Typiquement, les minerais de cuivre et de zinc forment des concentrations distinctes et montrent une zonalité formée du minerai de cuivre à la base des

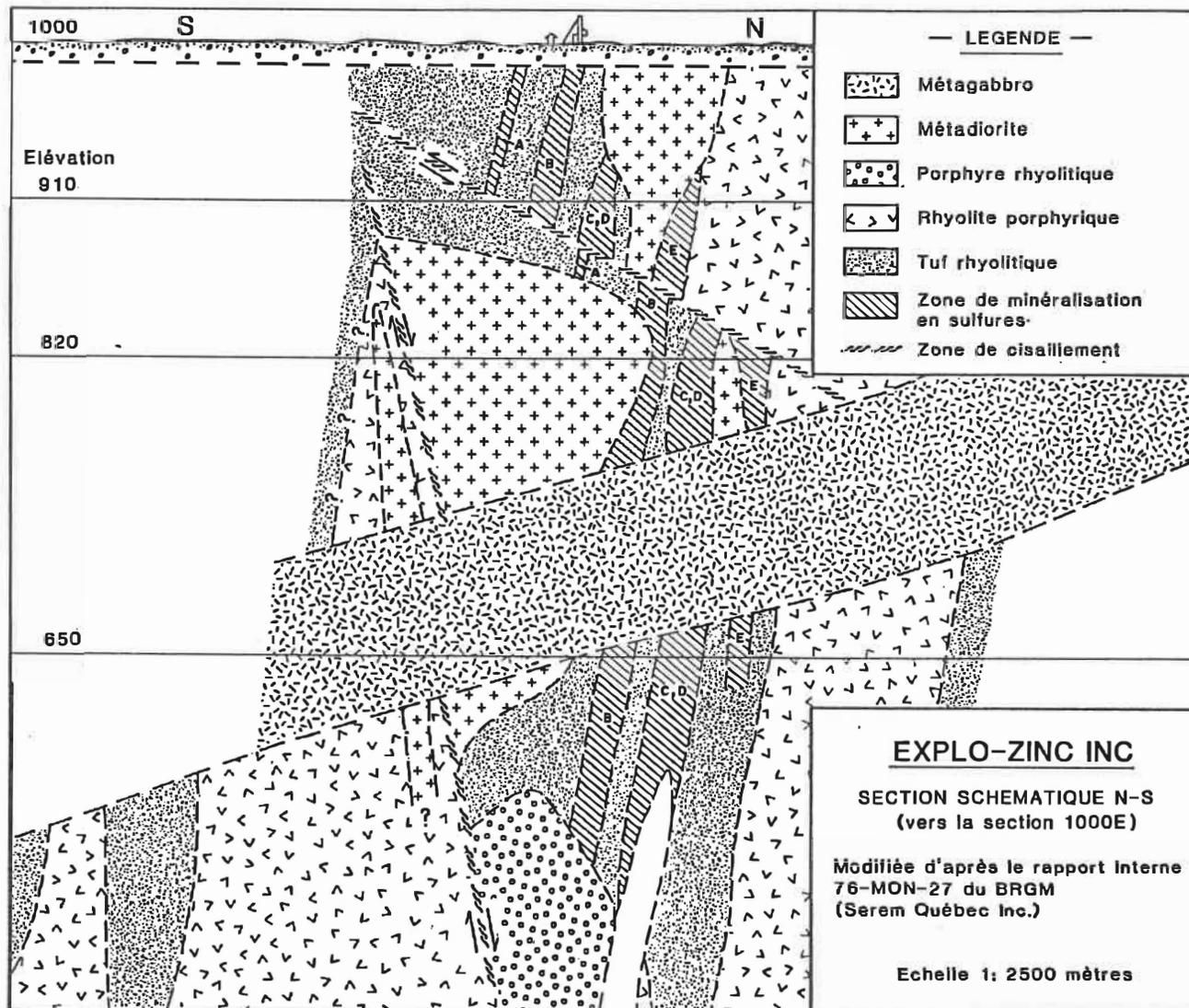


Figure 6.3 - Section schématique du gîte Explo-Zinc.

lentilles de sulfures et de minerai de zinc au sommet, donnant une polarité orientée vers le sud. Des zonalités semblables ont été décrites dans des gisements de sulfures exhalatifs récents ou actuels (Franklin *et al.*, 1981). A la mine de Poirier, les lentilles de minerai de sphalérite ont une épaisseur pouvant atteindre 30 mètres alors que les lentilles de minerai de cuivre ont des épaisseurs variant de 2 à 5 mètres. La minéralisation exploitée comprend trois types de minerais, soit: a) minerai de sphalérite et pyrrhotite, b) minerai de chalcopryrite, pyrrhotite et chlorite et c) minerai de chalcopryrite et sphalérite dans des schistes à chlorite et talc (Western Miner, 1966).

#### 6.2.4 Pétrographie et minérigraphie

L'examen au microscope polarisant des pyroclastites de la mine de Poirier a montré que ces roches ont des textures similaires (lapilli et bombes ponceux) à celles des rhyolites observées en surface. En revanche, les textures pyroclastiques y sont généralement bien préservées et se révèlent de façon spectaculaire. La roche est constituée d'un assemblage minéralogique presque exclusivement représenté par le quartz, la chlorite et les micas blancs; des phénocristaux de quartz et de plagioclase sont présents. La mésostase est formée de granules ainsi que d'échardes et de fragments de ponces. Les lapilli et les bombes, lorsque présents, montrent également une texture granulaire (planches 6.1A et 6.1B). Il est aussi commun d'observer des structures de mise en place à l'état plastique telles que des ponces aux vésicules fortement étirées (planche 6.1C). La texture granulaire est parfois fortement développée

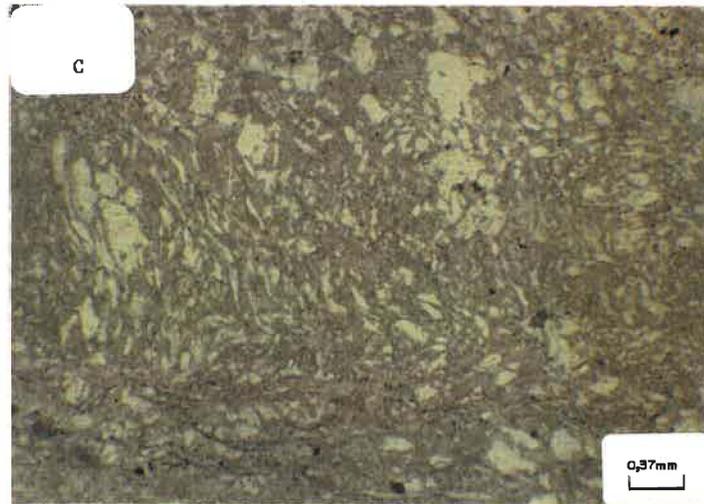
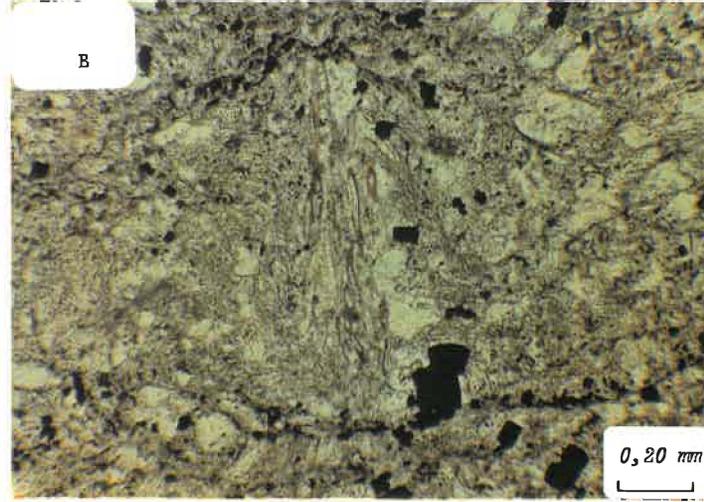
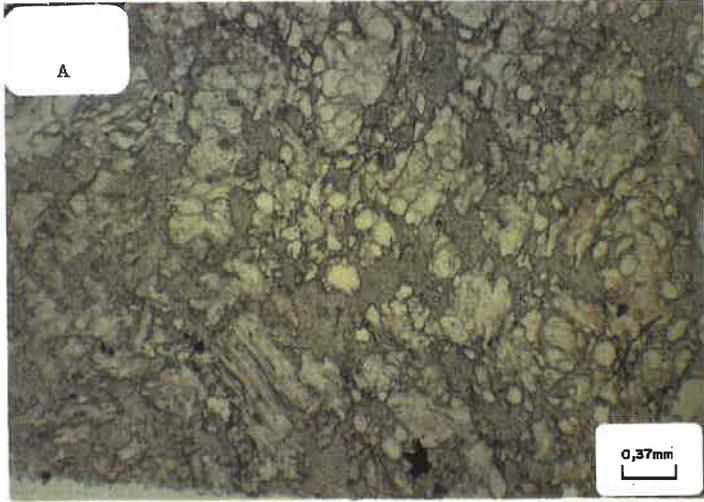
Planche photographique 6.1

Tufs felsiques à la mine de Poirier:

A) Tuf felsique silicifié et chloritisé montrant des textures perlitiques et des ponces (en bas, à gauche). Lumière transmise;

B) Tuf felsique montrant une ponce allongée et mise en évidence par des traînées d'inclusions solides submicroscopiques dessinant le fantôme des vésicules. De la minéralisation de pyrite disséminée est présente. Lumière transmise;

C) Tuf felsique montrant une vue rapprochée de la bordure d'une ponce centimétrique. Les vésicules sont étirées et baignent dans une mésostase dominée par la chlorite. Lumière transmise.



et les granules peuvent atteindre un diamètre de plus de 1 mm.

La minérigraphie des zones minéralisées montre que ces matériaux ont subi une intense recristallisation et, localement, une déformation. Les sulfures sont dominés par la pyrite et la pyrrhotite qui constituent plus de 65% des minéraux métalliques des échantillons observés (planche 6.2). La chalcopryrite et la sphalérite constituent généralement moins de 10% des sulfures et peuvent atteindre des concentrations dépassant 60% dans certains cas (planches 6.2B et 6.2C). La magnétite est présente localement soit disséminée ou en amas massifs dans les sulfures (planche 6.2D). Communément, on observe des laminations parallèles de sphalérite ou de chalcopryrite qui peuvent s'avérer d'origine tectonique. Ces lamines sont intimement liées au développement de la foliation que la chlorite et d'autres phyllosilicates soulignent (planches 6.2B et 6.2C). Par ailleurs, les phyllosilicates se retrouvent soit disséminés en fines paillettes dans les sulfures ou en fragments qui pourraient représenter des fragments chloriteux déposés sur l'empilement de matériel exhalatif formant ces gisements (Shanks, 1989, comm. orale) (planches 6.2B et 6.2C).

Des patrons de diffraction aux rayons-X, ainsi que l'examen au microscope des phyllosilicates contenus dans les zones minéralisées montrent que ceux-ci sont surtout de la chlorite accompagnée d'une quantité variable de talc et de serpentine. Les analyses à la microsonde électronique sur ces phyllosilicates ont montré que ces phases sont riches en magnésium.

Planche photographique 6.2

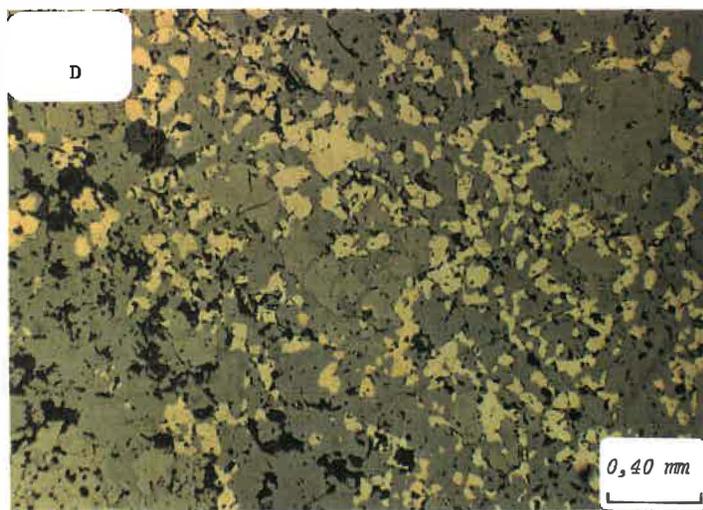
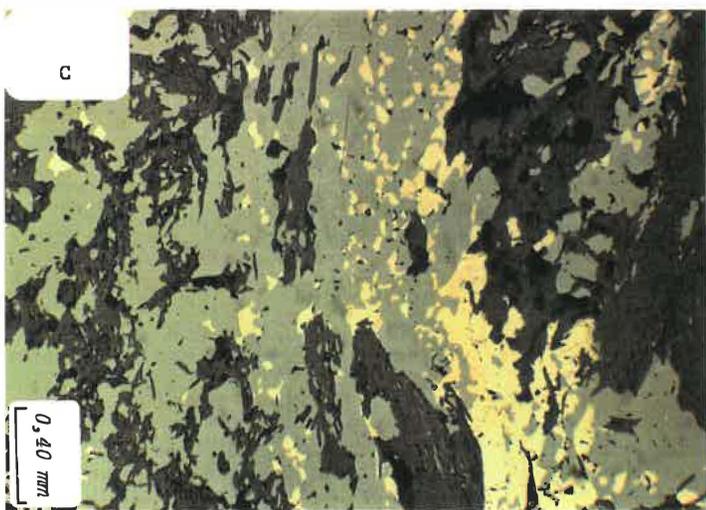
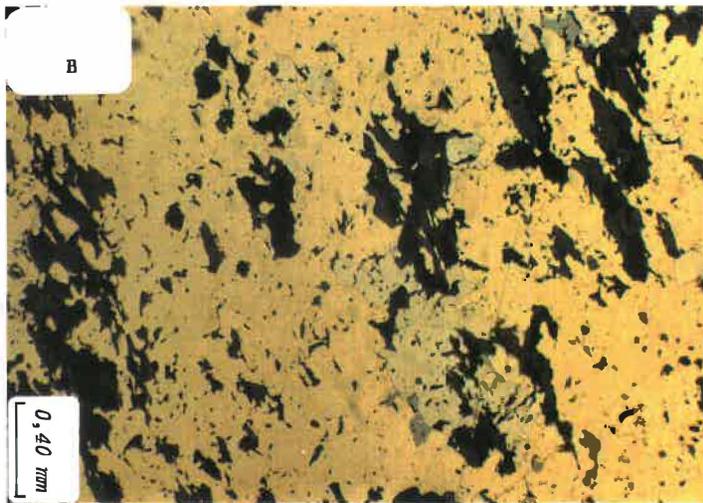
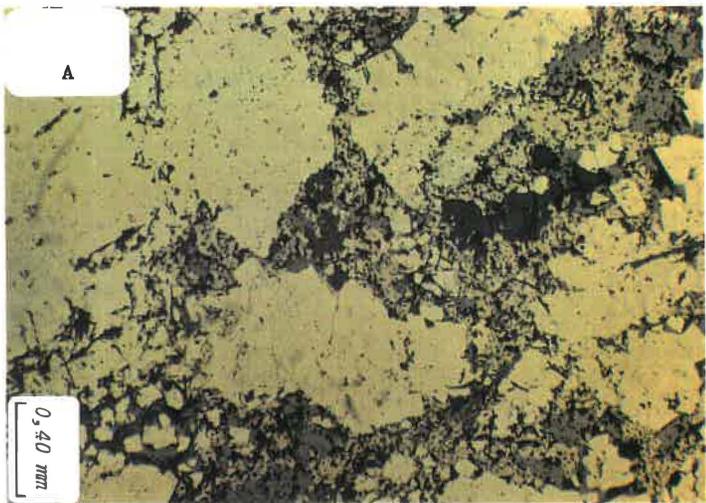
Minéralisation en sulfures massifs à la mine de Poirier:

A) Minéralisation de pyrite formée en amas gloméroblastiques avec de la pyrrhotite et de la sphalérite interstitielles. Les taches gris sombre sont la chlorite formée en amas ou en fines aiguilles. Lumière réfléchie;

B) Minerai de chalcopryrite comprenant des inclusions de pyrrhotite et de sphalérite. Des amas (fragments?) de chlorite et talc dessinent la trace de la foliation. Lumière réfléchie;

C) Minerai de sphalérite comprenant des inclusions de pyrite et de chalcopryrite. On retrouve aussi des amas de chlorite et talc de taille centimétrique. Lumière réfléchie;

D) Minéralisation de sphalérite, magnétite, pyrite et chalcopryrite. La mésostase est composée de sphalérite alors que la magnétite forme des porphyroblastes d'une taille pouvant dépasser 0,5 mm. Lumière réfléchie.



### 6.3 Les indices minéralisés

#### 6.3.1 Le Pluton de Joutel

Les tonalites exposées dans les parties est et nord-est du Pluton de Joutel sont toutes altérées à des degrés divers. Ces roches sont séricitisées, hématitisées et localement carbonatisées. Aussi, on retrouve des disséminations de pyrite pouvant constituer jusqu'à 4% de la roche. Ces roches sont faiblement à modérément cisailées et la schistosité régionale forme généralement un clivage.

Trois indices aurifères y sont connus (carte géologique en pochette). Le plus important est l'indice 32/E 8-3 formé de la tonalite modérément à fortement altérée qui est d'une teinte claire. Trois tranchées ont été pratiquées, mettant à jour des veinules ( $e \approx 10-20$  cm) en cisaillement orientées NW-SE à pendage subvertical, composées de quartz, de carbonates et d'un peu de pyrite. Des veinules en tension ( $e \approx 1-5$  mm) contenant de la chlorite et de la tourmaline sont orientées NE-SW avec un pendage subvertical. La minéralisation est disséminée dans la roche et est formée de pyrite cubique à grain fin à moyen ainsi que de calavérite ( $\text{AuTe}_2$ ), disséminée en petites paillettes dans la roche (Lacroix, 1988, comm. pers.). Deux analyses de la tonalite altérée contenant un peu de pyrite ont révélé des teneurs de 8,5 g/t Au et de 5,7 g/t Au.

Un second indice aurifère a été identifié par Kerr Addison Ltd par forages au sud-est du précédent indice (Info-Explo, 1987). Un troisième

indice affleure à quelques centaines de mètres au nord-est du premier indice et a été identifié lors des travaux de cartographie de 1988 (voir carte 1). La tonalite y est modérément altérée et fracturée et contient environ 2% de pyrite disséminée ou en nodules. Une analyse a révélé une teneur de 200 ppb Au.

#### 6.3.2 Le bassin sédimentaire de l'Harricana

La mine Agnico-Eagle exploite un gisement de pyrite aurifère disposé dans les sédiments du bassin de l'Harricana. Par ailleurs, quelques affleurements de roches sédimentaires fortement cisillées sont exposés sur la rive gauche de la rivière et au sud du puits Telbel. De la pyrite en faible quantité y est disséminée. Un affleurement d'une roche métasomatique composée exclusivement de carbonate et de silice, à grains fins, est exposé sur la rive droite de la rivière face au puits Telbel. La roche contient de la pyrite à grain très fin ( $\approx 5\%$ ) et est peu cisillée. Une analyse a révélé une teneur de 160 ppb Au.

#### 6.3.3 Le Complexe volcanique de Joutel

Plusieurs indices minéralisés contenant de faibles quantités de pyrite (<10%) ont été localisés dans le secteur sud du CVJ. Malgré un grand nombre d'analyses lithogéochimiques dans les rhyolites de Joutel, il semble n'y avoir que de faibles quantités d'or et de métaux de base dans ces roches. Néanmoins, nous signalons trois indices d'intérêt. Le premier, localisé à quelque 800 mètres au NNE du gîte Explo-Zinc (voir

carte 1), comprend plusieurs concentrations de pyrite à grain fin disséminée dans la rhyolite ainsi que dans un petit niveau chertueux de 5 cm d'épaisseur au contact de la rhyolite et d'un tuf polygénique à lapilli mafiques faiblement cisailés. Ce chert, de couleur gris pâle, contient 3% de pyrite à grain très fin et le tuf contient de la pyrite (1%; 6 ppb Au). L'analyse du chert montre les valeurs suivantes: As: 33 ppm, Au: 110 ppb, Ag: 11 ppm, Cu: 62 ppm et Zn: 286 ppm.

Une zone d'altération caractérisée par la chloritisation, la séricitisation et la silicification des rhyolites situées à quelque 800 mètres au sud de la mine Joutel-Copper est exposée sur plusieurs affleurements. Un échantillon choisi comprenant de la pyrite disséminée (3%) dans la rhyolite chloritisée et fracturée a donné des teneurs de 7 ppb Au et de 1,10% Cu.

Enfin, une lentille (20 x 2 mètres) de sulfures semi-massifs probablement d'origine volcanogène contenue dans une brèche de coulée est exposée à quelque 3 kilomètres à l'ouest de la mine Agnico-Eagle (carte 1). L'andésite encaissante n'est pas altérée et la schistosité y est peu développée. Un échantillon choisi a montré les valeurs suivantes: Au: 9 ppb, Ag: <0,5 ppm, Cu: 162 ppm et Zn: 124 ppm.

#### 6.3.4 Le Complexe lité de Valrennes

Les gabbros et hornblendites de ce complexe lité contiennent typiquement de l'ilméno-magnétite en concentrations variables (<10%).

Plusieurs échantillons ont été dosés pour les métaux de base, l'or et les platinoïdes et aucune valeur anormale n'a été révélée. Dans le cas du Bushveld en Afrique du Sud, les teneurs moyennes en or sont de l'ordre de 1 à 5 ppb (Davies et Tredoux, 1985). Néanmoins, des teneurs anormales en vanadium (jusqu'à 0,16%: analyses 88-5342, 5348 et 5349, annexe 3; analyses 88-5395 et 5413, annexe 1) et nickel (420 ppm, analyse 88-5348, annexe 3) sont présentes par endroits et sont comparables aux roches du Complexe du Lac Doré dans la région de Chibougamau (tableau 6.1). Également, les analyses suggèrent deux très faibles anomalies en platinoïdes soit 11 ppb Rh (88-5320) et 13 ppb Pd (88-5323). Il y a également de faibles anomalies en cobalt dans ces gabbros (jusqu'à 77 ppm Co, analyses 88-5395, 5406 et 5413, annexe 1). Il est particulièrement intéressant d'observer par endroits des lits d'ilméno-magnétites. Ils sont bien exposés le long de la route Joutel-Authier où ils sont interlités dans des hornblendites et ont une épaisseur de l'ordre de 5-10 cm (figure 4.3, affleurement 3).

#### 6.4 Sommaire

Le camp minier de Joutel est caractérisé par trois gisements de sulfures massifs volcanogènes (les gisements de Poirier, de Joutel-Copper et de Explo-Zinc) et un gisement d'or (la mine Agnico-Eagle) formé de lentilles de pyrite disposées dans des sédiments argileux. Les mines de Poirier et Joutel-Copper (1966-1975) ont produit quelque 5,5 Mt de minerai de Cu-Zn-Ag alors que la mine Agnico-Eagle (1974- ) a produit à ce jour plus de 5,3 Mt de minerai d'or à 5,8 g/t Au et les réserves

Tableau 6.1: Comparaison des teneurs en V et Ni pour les Complexes  
du Lac Doré et de Valrennes.

	<u>V</u> (ppm)	<u>Ni</u> (ppm)
A) Complexe lité de Valrennes:		
Hornblendite	27-600	5-420
Gabbro à olivine	216	296
Gabbro anorthositique	92-1 600	40-358
Tonalite à biotite	78-157	30-45
Granophyre	6-12	<1
B) Complexe du Lac Doré (données tirées de Caty, 1970):		
Anorthosite (A1)	233-435	8-29
Anorthosite (A2)	16-282	6-11
Pyroxénite (P2)	714-1 615	21-55
Pyroxénite (P3)	252-310	2-10
Granophyre (1 et 2)	94	0

(1989) sont évaluées à 2,0 Mt à 6,0 g/t Au.

L'étude sommaire des gisements de métaux de base de Joutel montre qu'ils sont disposés dans des pyroclastites felsiques et que leurs épontes sont chloritisées. Les lentilles de sulfures montrent une zonalité typique formée par l'accroissement du rapport Zn/Cu vers le sommet de ces dépôts exhalatifs.

Les tonalites de la partie est du Pluton de Joutel sont particulièrement favorables pour la minéralisation aurifère. Trois indices aurifères y sont connus et la minéralisation est formée de pyrite disséminée dans la tonalite fortement altérée et modérément déformée.

Le Complexe lité de Valrennes apparaît également comme une cible intéressante pour la prospection. Les gabbros contiennent typiquement un peu d'ilméno-magnétite et aucune anomalie en Cu, en Au ou en EGP n'est connue à ce jour. En revanche, plusieurs anomalies en V et en Ni ont été identifiées dans les gabbros et hornblendites. Ils montrent des teneurs comparables et, dans certains cas, supérieures à celles des gabbros du Complexe lité du Lac Doré.

## Chapitre 7

### Conclusions

La lithostratigraphie de la région de Joutel est constituée de trois ensembles de roches volcano-sédimentaires appartenant au sillon Harricana-Turgeon (SHT) dans la partie centre-nord de la sous-province géologique de l'Abitibi. Ce sont, d'est en ouest, le Complexe volcanique de Joutel (CVJ), le bassin sédimentaire de la rivière Harricana et les volcanites mafiques-ultramafiques de la région des collines Cartwright, formant possiblement une séquence homoclinale à polarité vers le nord-est. La région est bordée par deux masses intrusives de dimensions batholitiques représentées par le Pluton de Mistouac, à l'ouest, et le granite de Marest à l'est. Une troisième masse intrusive est exposée au centre-ouest du CVJ et constituée du Complexe intrusif de Rainboth (CIR). La région au sud de Joutel est représentée par l'empilement de volcanites mafiques de la région de Poirier-Dalet vraisemblablement séparée du SHT par une discordance orientée est-ouest. La région étudiée, d'une superficie de 120 km<sup>2</sup>, est représentée surtout par le CVJ et le CIR alors que des basaltes appartenant au SHT, possiblement en discordance avec le CVJ, sont exposés dans l'angle nord-ouest de la région. Deux dykes de diabase protérozoïque recourent les roches archéennes de la région, selon une orientation NE-SW.

Le CVJ est constitué des zones de volcanites felsiques principale, d'une puissance de plus de 1,5 km, et d'Agnico-Eagle, d'une puissance de 1,2 km, formant respectivement la base et le sommet du CVJ. Elles sont séparées par la zone mafique médiane d'une puissance voisinant 1,5 km. Les felsites du CVJ sont majoritairement (90%) composées de pyroclastites rhyolitiques à rhyodacitiques. Elles sont caractérisées par des tufs à lapilli (75%) contenant généralement de 5% à 20% de lapilli de compositions felsique, intermédiaire et mafique. Ces dépôts ont rarement des structures syngénétiques et forment typiquement des bancs massifs d'une épaisseur sub-métrique à déca-métrique. Des tufs, tufs laminés, tufs à blocs ou à bombes et des brèches pyroclastiques sont exposés par endroits. Les fragments felsiques sont surtout massifs et d'aspect chertoux et des fragments ponceux sont exposés par endroits. En revanche, les fragments mafiques et intermédiaires sont typiquement ponceux et montrent des formes allongées, tubulaires et contortionnées aux terminaisons effilochées. Typiquement, la taille des fragments est de l'ordre de 2 à 4 cm et, localement, des fragments plus grossiers atteignant 1,20 mètre sont rencontrés. Les volcanites mafiques, concentrées dans la zone médiane, sont représentées surtout par des basaltes comprenant quelques séquences d'andésites et de basaltes magnésiens. Ce sont surtout des coulées massives intercalées de quelques séquences coussinées, bréchiques et pyroclastiques. L'épaisseur des coulées est indéterminée et les pyroclastites sont des tufs à lapilli comprenant moins de 20% de lapilli mafiques et ponceux.

Le CIR est constitué du Pluton de Joutel et du Complexe lité de Valrennes (CLV). Le Pluton de Joutel, d'une superficie de moins de 15 km<sup>2</sup>, est une intrusion polyphasée constituée de gabbros mésogrenus et mésocrates, injectés de leucotonalite mésogrenue composant la majorité de cette masse intrusive. Des roches hybrides constituées de fragments centimétriques de gabbro dans la tonalite et des xénolithes de volcanites felsiques sont exposés par endroits. Le Complexe lité de Valrennes est une intrusion gabbroïque différenciée et litée, d'une superficie voisinant 30 km<sup>2</sup>. Elle est dominée par des gabbros anorthositiques, communément foliés, et constitués de plagioclases labradorite et de pyroxènes (augite et pigeonite). Des troctolites, norites, gabbronorites à olivine et hornblendites sont exposés par endroits. Le plagioclase y atteint An<sub>77</sub> et est accompagné d'orthopyroxène, de clinopyroxène et d'olivine jusqu'à Fo<sub>60</sub>. Les amphiboles des hornblendites sont surtout des actinolites. Les termes plus felsiques du CLV sont représentés par une tonalite à biotite et des granophyres. La tonalite à biotite est mésocrate à mélanocrate, mésogrenue, et constituée de plagioclase oligoclase à andésine accompagné d'amphibole et de biotite riche en FeO, MgO et TiO<sub>2</sub>. Les granophyres sont composés de plagioclase oligoclase accompagné d'amphibole (ferro-pargasite) au pléochroïsme bleuté formée soit en aiguilles monocristallines ou en nodules gloméroporphyriques. Typiquement, la texture granophyrique est bien formée.

Ces roches contiennent communément jusqu'à 7% d'ilménomagnétite et des traces jusqu'à 2% de pyrrhotite et de pyrite. Localement, des concentrations atteignant 50% de ces minéraux métalliques ont été

observées dans des petits lits centimétriques à décimétriques parallèles au litage magmatique.

La région est caractérisée par un grain tectonique  $S_1$  d'orientation moyenne 310/75 souligné par une schistosité et, par endroits, par un clivage anastomosé ou parallèle. Cette schistosité forme la surface axiale de l'anticlinal de McClure-Plamondon (AMP) présumé affectant les volcanites du CVJ. Dans l'ensemble de la région, le litage est subparallélisé à la schistosité  $S_1$ , alors que des plis métriques sont rarement observés. L'AMP consiste en un anticlinal synforme plongeant abruptement au NW tel que le suggère l'analyse structurale. La schistosité  $S_2$ , orientée N 015° et à pendage subvertical, est un clivage de crénulation extensionnelle surtout développé dans les zones de déformation. Sur l'affleurement, les indicateurs sur le sens du mouvement dans ces zones apparaissent variables. Par contre, l'attitude de la linéation d'intersection des fabriques C et S ( $L_{C-S}$ ), à faible plongée, suggère nettement un mouvement senestre. Ce mouvement implique un chevauchement du bloc de la région des collines Cartwright sur le CVJ, comportant une légère composante de coulissage vers le NW.

La schistosité  $S_3$  forme des fractures montrant un faible déplacement sub-métrique et senestre. Elle est orientée N150° en moyenne et forme un clivage d'espacement métrique à décamétrique. Une relation entre  $S_2$  et  $S_3$  n'est pas observée.

La schistosité  $S_1$  est communément affectée de trois linéations. La linéation d'étirement est formée par l'allongement des cristaux de quartz et de plagioclase et plonge abruptement vers le NE. La linéation d'intersection des fabriques C et S est communément observée dans les zones de déformation et plonge faiblement vers le NW, suggérant un mouvement senestre dans ces zones. La linéation de crénulation  $L_2^1$  est communément développée subparallèlement à la linéation d'étirement. La linéation  $L_1^0$  est rarement mesurée et a été construite à partir des surfaces  $S_0$  et  $S_1$  mesurées. Elle plonge abruptement vers le NW surtout, ce qui suggère que l'AMP est un anticlinal synforme.

La lithogéochimie des roches du CVJ et du CIR montre que celles-ci sont d'affinité tholéiitique et de caractère subalcalin. Les volcanites du CVJ forment un édifice bimodal dont les felsites sont dominées par des rhyodacites et des rhyolites et les mafites par des basaltes. Les rhyolites du CVJ sont toutes altérées et caractérisées par un métasomatisme ferro-magnésien, d'intensité variable, affectant la totalité des roches. Aussi, la majorité de ces felsites sont fortement altérées et caractérisées par un apport important en  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$  et  $SiO_2$ . Les basaltes du CVJ sont peu altérés et sont d'affinité tholéiitique. Certains sont riches en  $MgO$  et constituent des basaltes magnésiens. Les diagrammes des terres rares pour ces volcanites montrent des patrons plats d'affinité tholéiitique. En effet, les rapports  $La/Yb$  et  $La/Sm$  pour les rhyolites sont de l'ordre de 3,2 à 6,2 et de 2,3 à 2,8 respectivement. Pour les basaltes, les rapports  $La/Yb$  et  $La/Sm$  sont de l'ordre de 1,3 à 1,5. Le diagramme  $Ti/100-Zr-Sr/2$  pour les basaltes du

CVJ suggère un environnement de fond océanique et nous proposons que le CVJ constitue un centre volcanique immergé.

Le Pluton de Joutel est dominé par des leucotonalites cisailées et altérées. Les analyses lithogéochimiques des tonalites et gabbros du pluton montrent également une affinité tholéitique et des rapports La/Yb et La/Sm de l'ordre de 1,5 à 4,0. Le Complexe lité de Valrennes est caractérisé par des hornblendites, des gabbros et des tonalites riches en FeO et en TiO<sub>2</sub> d'affinité tholéitique. Les diagrammes des terres rares pour ces roches montrent des patrons plats où les rapports La/Yb sont de l'ordre de 0,6 à 2,4 pour les gabbros, 1,2 à 1,9 pour les hornblendites et 0,5 à 2,8 pour les tonalites (incluant les granophyres). Les rapports La/Sm sont de l'ordre de 0,7 à 2,0 pour les gabbros, 1,0 à 1,8 pour les hornblendites et 0,4 à 2,1 pour les tonalites et granophyres. Par ailleurs, les diagrammes binaires CaO-SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>, AN(normatif)-SiO<sub>2</sub>, FeO-SiO<sub>2</sub> et MgO-SiO<sub>2</sub> ne permettent pas de distinguer clairement deux suites magmatiques pour le Pluton de Joutel et le Complexe lité de Valrennes.

Le camp minier de Joutel a été développé à la fin des années 1950 dans la même lancée que celui de Matagami et suite à Normetal. Les compagnies Rio Tinto Inc et Prospector Airways Ltd y ont découvert deux gisements de sulfures massifs volcanogènes. Ces deux gisements ont été exploités pour les métaux de base Cu-Zn-Ag de 1966 à 1975 et la production totale voisine 5,5 Mt de minerai. Un troisième gisement, non exploité, a été développé par Kelly Desmond Mining Ltd et est constitué

de sulfures massifs volcanogènes dont les réserves géologiques sont évaluées à près de 1,0 Mt.

Depuis 1974, la région est active par l'exploitation de la mine d'or Agnico-Eagle où de la pyrite aurifère disposée dans des sédiments est exploitée. De plus, le Pluton de Joutel comprend trois indices aurifères encaissés dans la leucotonalite faiblement pyritisée et altérée. Enfin, le Complexe lité de Valrennes contient des teneurs anormales en nickel et vanadium contenues dans des gabbros anorthositiques.

## Références

ALLARD, G.O., 1970. The Doré Lake Complex, Chibougamau, Québec- A metamorphosed Bushveld Type layered intrusion. *Dans* Symposium on the Bushveld Igneous Complex and Other Layered Intrusions, The J. Willemse Commemorative Volume, D.J.L. Visser et G. Von Gruenewaldt, éditeurs. Geological Society of South Africa, Special Publication No 1, pp. 477-491.

ALLARD, G.O., 1976. The Doré Lake Complex and its importance to Chibougamau geology and metallogeny. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Rapport final, DP 368, 446 pages.

ALLEN, R.L., 1988. False pyroclastic textures in altered silicic lavas, with implications for volcanic-associated mineralization. *Economic Geology*, vol. 83, pp. 1424-1446.

ASSAD, R., 1962. Rapport sur les documents en filières au Ministère des Richesses Naturelles. Ministère de l'Énergie et des Ressources, GM-12562, 4 pages.

AVRAMTCHEV, L. et LEBEL-DROLET, S., 1979. Gîtes minéraux du Québec, région de l'Abitibi; feuille rivière Harricana supérieure. Ministère de l'Énergie et des Ressources, 1 carte (échelle 1: 250 000).

BARNETT, E.S., HUTCHINSON, R.W., ADAMCIK, A. et BARNETT, R., 1982. Geology of the Agnico-Eagle gold deposit, Québec. *Dans* Precambrian Sulphide Deposits, H.S. Robinson Memorial Volume, R.W. Hutchinson, C.D. Spence et J.M. Franklin, éditeurs. Association Géologique du Canada, Special Volume No 25, pp. 403-426.

BERTHE, D., CHOUKROUNE, P. et GAPAIS, D., 1979. Orientations préférentielles du quartz et orthogneissification progressive en régime cisailant: L'exemple du cisaillement sud-armoricain. *Bulletin Minéralogique*, vol. 102, pp. 265-272.

BONIWELL, J.B. et DUJARDIN, R.A., 1964. Discovery and exploration of the Poirier ore deposit. *Canadian Institute of Mining and Metallurgy*, vol. 57, no. 629, pp. 945-952.

BOUCHARD, M., 1978. Les Rhyolites du Secteur Oriental du Complexe de Don, Région de Rouyn-Noranda, Québec. Thèse de maîtrise, Université de Montréal, 45 pages.

BURSNALL, J.T., 1989. Review of mechanical principles, deformation mechanics and shear zone rocks. *Dans* Mineralization and Shear Zones, J.T. Bursnall éditeur. Geological Association of Canada, Short Course Notes, vol. 6, pp. 1-28.

CAS, R.A.F. et WRIGHT, J.V., 1987. Volcanic Successions, Modern and Ancient. Allen & Unwin, London, 528 pages.

CATY, J.L., 1970. Pétrographie et Pétrologie du Flanc Sud-Est du Complexe du Lac Doré. Thèse de maîtrise, Université de Montréal, 227 pages.

DAIGNEAULT, R. et ALLARD, G.O., 1987. Les cisaillements E-W et leur importance stratigraphique et métallogénique, région de Chibougamau. *Dans* Exploration au Québec: Etudes Géoscientifiques Récentes, B. Desjardins et C. Dubé éditeurs. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 87-25, pp. 57-73.

DAVIES, G., et TREDoux, M., 1985. The platinum-group element and gold contents of the marginal rocks and sills of the Bushveld Complex. *Economic Geology*, vol. 80, pp. 838-848.

DIGIM, 1988. Intégration des Données de Télédétection, Géophysiques et Géochimiques, Région de Joutel, Abitibi. Ministère de l'Énergie et des Ressources, sous presse.

DIMROTH, E. et DEMARCKE, J., 1978. Petrography and mechanism of eruption of the archaean Dalembert tuff, Rouyn-Noranda, Québec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 15, pp. 1712-1723.

DIMROTH, E., IMREH, L., GOULET, N. et ROCHELEAU, M., 1983. Evolution of the south-central part of the archaean Abitibi Belt, Québec. Part 2: tectonic evolution and geomechanical model. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 20, pp. 1355-1373.

DION, D.J., CHURCH, H. et LACROIX, S., 1987. Levé de sismique réfraction dans la région de Harricana-Grasset. Ministère de l'Énergie et des Ressources, DP 87-18, 24 pages, 3 cartes.

DUBE, L.M., 1989. Géologie du Complexe Volcanique de Joutel et du Complexe Intrusif de Rainboth. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 89-10, carte annotée.

DUBE, L.M., 1990. Géologie du Complexe Volcanique de Joutel et du Complexe Intrusif de Rainboth. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Rapport final (en préparation).

DUKE, J.M., 1983. Ore deposit models 7: magmatic segregation, deposits of chromite. Geoscience Canada, vol. 10, no. 1, pp. 15-23.

EVANS, E.L., 1964. Rapport interne sur la géologie de la mine de Poirier. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, GM-15352, 6 pages.

FISHER, R.V., 1979. Models for pyroclastic surges and pyroclastic flows. Journal of Volcanology and Geothermal Research, vol. 6, pp. 305-318.

FISHER, R.V. et SCHMINCKE, H.U., 1984. Pyroclastic Rocks. Springer-Verlag, Berlin, 480 pages.

FLOYD, P.A. et WINCHESTER, J.A., 1978. Identification and discrimination of altered and metamorphosed volcanic rocks using immobile elements. *Chemical Geology*, vol. 21, pp. 291-306.

FRANKLIN, J.M., LYDON, J.W. et SANGSTER, D.F., 1981. Volcanic-associated massive sulphide deposits. *Dans Seventy-Fifth Anniversary Volume of the Economic Geology*, B. J. Skinner éditeur. Economic Geology Publishing Company, pp. 485-627.

FURNES, H., FRIDLEIFSSON, I.B. et ATKINS, F.B., 1980. Subglacial volcanics - On the formation of acid hyaloclastites. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 8, pp. 95-110.

GAUTHIER, J., 1978. Carte géologique du secteur sud-ouest du canton de Joutel (rang 1) et nord-ouest du canton de Poirier (rangs 9 et 10, lots 13 à 40), échelle 1: 5 000. SEREM Québec Ltée, Rapport interne.

GELINAS, L., 1980. Secteur Nord du Complexe Rhyolitique de Don. Ministère de l'Énergie et des Ressources, DPV 747.

GELINAS, L., BROOKS, C., PERRAULT, G., CARIGNAN, J., TRUDEL, P. et GRASSO, F., 1977. Chemostratigraphic divisions within the Abitibi volcanic belt, Rouyn-Noranda district, Québec. *Dans Volcanic Regimes in Canada*, W.R.A Baragar, L.C. Coleman et J.M Hall éditeurs. Geological Association of Canada, Special Paper No 16, pp. 265-295.

GELINAS, L., LAJOIE, J., BOUCHARD, M., SIMARD, A., VERPAELST, P., SANSFACON, R., 1978. Les Complexes Rhyolitiques de la Région de Rouyn-Noranda; Rapport Préliminaire. Ministère de l'Energie et des Ressources, DPV 583.

GELINAS, L., TRUDEL, P. et HUBERT, C., 1984. Chemostratigraphic division of the Blake River Group, Rouyn-Noranda, Abitibi, Québec. *Journal Canadien des Sciences de la Terre*, vol. 21, pp. 220-231.

GOODWIN, A.M. et RIDLER, R.H., 1970. The Abitibi orogenic belt. *Dans* Symposium on Basins and Geosynclines of the Canadian Shield, A.J. Baer éditeur. Commission géologique du Canada, Paper 70-40, pp.1-30.

GROENEVELD, D., 1970. The structural features and petrography of the Bushveld Complex in the vicinity of Stoffberg, eastern Transvaal. *Dans* Symposium on the Bushveld Igneous Complex and Other Layered Intrusions, The J. Willemse Commemorative Volume, D.J.L. Visser et G. Von Gruenewaldt éditeurs. Geological Society of South Africa, Special Publication No. 1, pp. 36-45.

GUERARD, R., 1989. Pétrographie et Géochimie de l'Intrusion Gabbroïque litée du Complexe Intrusif de Rainboth, Région de Joutel, Abitibi. Projet de fin d'études, Département de géologie, Université de Montréal, 101 pages.

HARRIS, L.B. et COBBOLD, P.R., 1984. Development of conjugate shear bands during bulk simple shearing. *Journal of Structural Geology*, vol. 7, pp. 37-44.

HAY, R.L., HILDRETH, W. et LAMBE, R.N., 1979. Globule ignimbrite of Mount Suswa, Kenya. *Dans Ash Flow Tuffs*, C.E. Chapin et W.E. Elston éditeurs. Geological Society of America, Special Paper 180, pp. 167-175.

HOCQ, M., 1983. Projet Quévillon-Joutel. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DP 83-25, 1 carte.

HUBERT, C., TRUDEL, P. et GELINAS, L., 1984. Archean wrench fault tectonics and structural evolution of the Blake River Group, Abitibi belt, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 21, pp. 1024-1032.

HUPPERT, H.E. et SPARKS, R.S.J., 1984. Double diffusive convection due to crystallisation in magmas. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 12, pp. 11-37.

INFO-EXPLO, 1987. Onyx et Kerr-Addison annoncent une découverte sur la propriété de Joutel. Edition du 15 juin 1987.

IRVINE, T.N., 1977. Origin of chromitite layers of the Muskox intrusion and other stratiform intrusions: a new interpretation. *Geology*, vol. 5, pp. 273-277.

IRVINE, T.N., 1980a. A liquid density controlled model chromitite formation in the Muskox intrusion. *Dans* Annual Report of the Director, Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution, pp. 317-324.

IRVINE, T.N., 1980b. Magmatic density currents and cumulus processes. *American Journal of Sciences*, vol. 280, pp. 1-58.

IRVINE, T.N., 1982. Terminology for layered intrusions. *Journal of Petrology*, vol. 23, part 2, pp.127-162.

IRVINE, T.N. et BARAGAR, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, Vol. 8, pp. 523-548.

IRVINE, T.N., KEITH, D.W. et TODD, S.G., 1983. The J-M platinum-palladium reef of the Stillwater Complex, Montana: II. Origin by double-diffusive convective magma mixing and implications for the Bushveld Complex. *Economic Geology*, Vol. 78, pp. 1287-1334.

JOHNSON, R.W., 1968. Volcanic globule rock from Mount Suswa, Kenya. *Geological Society of America Bulletin*, vol.79, pp. 647-652.

KELLY, J. et MACINTOSH, J.A., 1965. Cartes préliminaires des quarts sud-ouest du canton de Joutel et nord-ouest du canton de Poirier. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, DP-129, 2 cartes.

LACROIX, S., 1986a. Géologie de la Région Harricana-Grasset. Ministère de l'Énergie et des Ressources, DP 86-11.

LACROIX, S., 1986b. Le district de Casa-Berardi: Cycles Volcaniques et/ou une Autre Faille de Cadillac. Ministère de l'Énergie et des Ressources, MB 86-63.

LACROIX, S., PILOTE, P., SIMARD, A. et DUBE, L.M., 1990. Evolution tectono-stratigraphique et métallogénique de la bande archéenne Matagami-Joutel-Casa-Bérardi. Canadian Institute of Mining and Metallurgy (en préparation).

LAFLECHE, M. et LUDDEN, J.N., 1990. The petrogenesis of archean felsic magmas: implications from rhyolitic volcanics of the Superior province of Canada. *Journal of Petrology*, 37 pages, en révision.

LAJOIE, J., 1984. Volcaniclastic rocks. *Dans Faciès Models, Second Edition*, R. G. Walker éditeur, Geological Association of Canada, pp. 39-52.

LEAKE, B.E., 1978. Nomenclature of amphiboles. *Canadian Mineralogist*, vol. 16, pp. 501-520.

LISTER, G.S. et SNOKE, A.W., 1984. S-C mylonites. *Journal of Structural Geology*, vol. 6, no. 6, pp. 617-638.

LUDDEN, J., HUBERT, C. et GARIEPY, C., 1986. The tectonic evolution of the Abitibi greenstone belt of Canada. *Geological Magazine*, vol. 123, pp. 153-166.

MACGEEHAN, P.J., 1978. The geochemistry of altered rocks at Matagami, Québec: A geothermal model for massive sulphide genesis. *Journal Canadien des Sciences de la Terre*, vol. 15, pp. 551-570.

MACINTOSH, J.A., 1969. Rapport de visite de la mine de Poirier par le géologue régional, Ministère des Richesses Naturelles. Ministère de l'Énergie et des Ressources, GM-29599, 3 pages.

McBIRNEY, A.R. et NOYES, R.M., 1979. Crystallization and layering of the Skaergaard intrusion. *Journal of Petrology*, vol. 12, part 3, pp. 487-554.

McCRAE, C., 1969. Rapport interne de Rio Tinto. Ministère de l'Énergie et des Ressources, GM-25540, 7 pages, incluant une section longitudinale des travaux miniers.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1986. Code Stratigraphique Nord-Américain; North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. M.E.R.Q., DV 86-02, 58 pages.

MORSE, S.A., 1968. Layered intrusions and anorthosite genesis. *Dans* Origin of Anorthosite and Related Rocks, Y.W. Isachsen éditeur. University of State of New-York, Memoir 18, pp. 175-188.

MORSE, S.A., 1980. Basalts and Phase Diagrams. Springer Verlag, Berlin.

MORSE, S.A., 1986. Convection in aid of adcumulus growth. *Journal of Petrology*, vol. 27, part 5, pp. 1183-1214.

MURPHY, J.B., 1989. Tectonic Environment and Metamorphic characteristics of Shear Zones. *Dans* Mineralization and Shear Zones, J.T. Bursnell éditeur. Geological Association of Canada, Short Course Notes, volume 6, pp. 29-50.

NAKAMURA, N., 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et cosmochimica acta*, vol. 38, pp. 757-775.

NORTHERN MINER, 1964. Northern Exploration Going Right Ahead With Shaft Job. Edition du 26 mars 1964.

PEARCE, J.A. et CANN, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth and Planetary Sciences Letters*, vol. 19, pp. 290-300.

PETERSON, D.W., 1970. Ash flow deposits - their character, origin and significance. *Journal of Geological Education*, no. 2, vol. 18, pp. 66-76.

PILOTE, P., GUHA, J., DIMROTH, E., TREMBLAY, A. et GOBEIL, A., 1984. Stratigraphic positions of mineralized occurrences in the Mount Bourbeau and Lac Berrigan regions and their significance. *Dans Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization*, J. Guha et E.H. Chown éditeurs. Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie, Volume Spécial 34, pp. 288-299.

PLATT, J.P. et VISSERS, R.L.M., 1980. Extensional structures in anisotropic rocks. *Journal of Structural Geology*, vol.2, pp. 397-410.

POITRAS, A., 1984. The Cummings complex in the Barlow Lake stratigraphic section, Chibougamau, Québec. *Dans Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization*, J. Guha et E.H. Chown éditeurs. Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie, Volume Spécial 34, pp. 163-177.

PRECOURT, S., 1989. *Pétrographie et Géochimie du Pluton de Joutel*. Projet de fin d'études, Université de Montréal, 56 pages.

RAMSAY, J.G., 1967. *Folding and Fracturing of Rocks*. McGraw-Hill Book Company, 568 pages.

REMICK, J.H., 1969. Géologie de la Région d'Harricana-Turgeon, comtés d'Abitibi-est et d'Abitibi-ouest. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Rapport préliminaire no. 564, 255 pages, 6 cartes.

RIO-TINTO, 1968. Carte géologique du sud du canton de Joutel (rang 1; demie ouest) et du nord du canton de Poirier (rang 10, demie ouest). Document en filière au Ministère de l'Énergie et des Ressources, bureau de Rouyn, échelle 1'' = 400'.

ROBERTS, R.G., 1975. The geological setting of the Mattagami Lake Mine, Québec: a volcanogenic massive sulphide deposit. *Economic Geology*, vol. 90, pp. 115-129.

ROBERTS, R.G., 1987. Ore deposit model No 11: Archean lode gold deposits. *Geoscience Canada*, vol. 14, no. 1, pp. 37-52.

ROBERTSON, D.S., 1981. Evaluation of the Explo-Zinc Project of SEREM Québec Ltée. Rapport interne de SEREM Québec Ltée, 34 pages, 4 cartes.

ROSS, C.S. et SMITH, R.L., 1961. Ash Flow Tuffs: Their Origin, Geologic Relations and Identification. U.S. Geological Survey, Professional Paper 366, 81 pages.

SCHMID, R., 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. *Geology*, vol. 9, pp. 41-43.

SCOTT, S.D., 1987. Seafloor sulphides: Lessons to ancient massive sulphide deposits. *Dans* Recent Hydrothermal Mineralization at Seafloor Spreading Centres: Tectonic, Petrologic and Geochemical Constraints, J.S. Fox, T.J. Barrett et G.K. Gillis éditeurs. Program and abstracts, IREM-MERI publication 87-1.

SHARPE, J.I., 1968. Geology and Sulfide Deposits of the Matagami Area, Abitibi East County. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Rapport géologique 137, 112 pages.

SHERIDAN, M.F., 1979. Emplacement of pyroclastic flows: A review. *Dans* Ash Flow Tuffs, C.E. Chapin et W.E. Lowell éditeurs. Geological Society of America, Special Paper 180, pp. 125-136.

SIMARD, A., 1978. Les Rhyolites du Secteur Occidental du Complexe de Don, Région de Rouyn-Noranda, Québec. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, 49 pages.

SKEMPTON, A.W., 1966. Some observations on the tectonic shear zones. First Congress of the International Society of Rock Mechanics, Lisbon, Proceedings volume 1, International Society of Rock Mechanics, pp. 329-335.

SMITH, R.L., 1960. Zones and Zonal Variations in Welded Ash Flows. U.S. Geological Survey, Professional Paper 354-F, pp. 148-158.

SMITH, R.L., 1979. Ash Flow Magmatism. *Dans Ash Flow Tuffs*, C.E. Chapin et W.E. Lowell éditeurs. Geological Society of America, Special Paper 180, pp. 5-27.

SPARKS, R.S.J., 1976. Grain size variations in ignimbrites and implications for the transport of pyroclastic flows. *Sedimentology*, vol. 23, pp. 147-188.

SPARKS, R.S.J., SIGURDSSON, H. et WILSON, L., 1977. Magma mixing: A mechanism for triggering acid explosive eruptions. *Nature*, vol. 267, pp. 315-318.

STEARNS, C.W., CARROLL, R.L. et CLARK, T.H., 1979. *Geological Evolution of North America*, Third edition. John Wiley and Sons, New York, 566 pages.

STRECKEISEN, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, vol. 12, pp. 1-33.

TASSE, N., 1976. *Sédimentologie d'une bande de roches pyroclastiques Archéennes de la région de Rouyn-Noranda, Québec*. Thèse de maîtrise, Département de géologie, Université de Montréal, 82 pages.

TASSE, N., LAJOIE, J. et DIMROTH, E., 1978. The anatomy and interpretation of an archean volcanoclastic sequence, Noranda Region, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 15, pp. 874-888.

TASSE, N., GAUTHIER, N., LAJOIE, J. et GELINAS, L., 1982. Les volcanoclastites du complexe rhyolitique du Cap d'Ours, Québec: Exemples des mécanismes de fragmentation et de mise en place dans le volcanisme felsique. Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 19, pp. 1337-1349

TODD, S.G., KEITH, D.W., LEROY, L.W., SCHISSEL, D.J., MANN, E.L. et IRVINE, T.N., 1982. The J-M platinum-palladium reef of the Stillwater Complex, Montana: I. stratigraphy and petrology. Economic Geology, Vol. 77, pp. 1454-1480.

TRUDEL, P., 1979. Le Volcanisme Archéen et la Géologie Structurale de la Région de Cléricy, Abitibi, Québec. Thèse de doctorat, Département de génie géologique, Ecole Polytechnique de Montréal, 307 pages.

VERHOOGEN, J., 1951. Mechanics of ash formation. American Journal of Sciences, vol. 249, pp. 729-737.

VERPAELST, P., 1980. Rhyolites et Roches Associées du Complexe Volcanique de Duprat. Ministère de l'Énergie et des Ressources, DPV 752.

VERPAELST, P., 1985. Géologie de la Séquence Volcanique Archéenne du Complexe de Duprat, Abitibi, Québec. Thèse de doctorat, Département de géologie, Université de Montréal, 260 pages.

WAGER, L.R., BROWN, G.M. et WADSWORTH, W.S., 1960. Types of igneous cumulates. Journal of Petrology, vol. 1, part 1, pp. 73-85.

WESTERN MINER, 1966. Mines de Poirier Reaches Planned Production Scale. Edition de mai 1966, vol. 39, no. 5, pp. 34-37.

WHITE, S.H., BURROWS, S.E., CARRERAS, J., SHAW, N.B. et HUMPHRYS, F.J., 1980. On mylonites in ductile shear zones. *Journal of Structural Geology*, vol. 2, pp. 175-187.

WYMAN, D.A., KERRICH, R. et FRYER, B.J., 1986. Gold mineralization overprinting iron formation at the Agnico-Eagle Deposit, Québec, Canada: mineralogical, microstructural and geochemical evidence. *Dans Proceedings of Gold '86, an International symposium on the Geology of Gold*, MacDonald, A.J. éditeur. Toronto, 1986, pp. 108-123.

## Annexe 1

### Analyses lithogéochimiques pour les éléments majeurs, en traces et les terres rares.

#### Seuils de détections:

\* Eléments majeurs, par fluorescence X, précision de  $\pm 2\%$  sur le total:

SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tot), MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et PAF.

\* Eléments en traces, par SEAP:

Ba: 1 ppm Be: 1 ppm Cd: 2 ppm Co: 2 ppm Cu: 1 ppm Dy: 1 ppm

Li: 1 ppm Mo: 4 ppm Ni: 1 ppm Pb: 12 ppm Pr: 10 ppm V: 2 ppm

Zn: 2 ppm.

\* Eléments en traces, par SRX:

Ga: 3 ppm Nb: 3 ppm Rb: 3 ppm Sn: 10 ppm Sr: 3 ppm Te: 10 ppm

Y: 3 ppm Zr: 3 ppm

\* Eléments en traces et terres rares, par activation neutronique:

Ce: 2 ppm Cs: 0.2 ppm Eu: 0.1 ppm Hf: 0.2 ppm Ho: 0.5 ppm La: 0.5 ppm

Lu: 0.05 ppm Nd: 2 ppm Sc: 0.05 ppm Sm: 0.05 ppm Ta: 0.1 ppm

Tb: 0.1 ppm Th: 0.2 ppm Tm: 0.2 ppm U: 0.5 ppm Yb: 0.2 ppm

Codes pour les lithologies: Roches volcaniques: V1: felsique

V1B: rhyolite V2: intermédiaire V3: mafique V4: ultramafique

Roches intrusives: I1: felsique I1D: tonalite I1H: granophyre

I3: mafique I3B: gabbro I3I: gabbro à olivine I4A: hornblendite

M8: amphibolite M19: roche hybride

Codes pour les morphofaciès: BR: brèche C: coussiné LI: lapilli

LP: lamination parallèle M: massif SC: schisteux T: tuf

Codes pour les altérations: CB+: carbonatation Cl+: chloritisation

## Annexe 1 : Analyse lithogéochimique; éléments majeurs ( % ) et en traces ( ppm )

No d'analyse	875139	875140	875141	875142	875143	875144	875145	875146	875147	875148	875149	875150
No d'échantillon	AG1.05	T27.03	EZ. 04	PO.01	JO.01	1070.A	1014	2100.A	1084	1068.A	1000.	2050.
Lithologie	V3B	V3B	V1	V1\CL+	V1\CL+	V3B	V3B	V2J	V4	I3B	V1B	V1B
Morphofaciès	H.	H.	-	-	-	G.	T.	H.	H	H.	T.,LP	T.
SiO2	51.6	53.6	75.0	25.8	26.3	53.8	54.5	59.8	54.4	48.4	76.4	76.4
Al2O3	15.0	15.6	6.48	18.2	23.7	15.6	16.8	13.4	10.3	11.3	9.90	11.1
Fe2O3vrai	11.4	4.58	8.21	4.00	2.20	1.89	1.55	3.84	1.18	9.26	0.49	1.22
FeO	*	7.04	*	24.5	11.6	6.06	6.22	6.35	7.01	9.84	0.92	1.52
MgO	3.96	4.51	3.49	14.9	20.7	6.17	6.51	2.82	11.0	4.39	0.72	2.56
CaO	5.76	6.70	0.84	<0.02	1.25	7.57	2.92	6.79	6.82	7.04	1.76	0.61
Na2O	4.61	2.72	<0.10	<0.10	<0.10	3.68	5.11	3.57	3.65	1.77	4.45	0.83
K2O	0.05	0.02	0.10	<0.01	0.43	0.79	0.46	0.08	0.04	0.47	0.64	1.92
TiO2	1.40	1.46	0.46	1.43	0.50	0.61	0.85	0.56	0.59	2.00	0.08	0.21
MnO	0.15	0.17	0.43	0.09	0.11	0.15	0.11	0.22	0.14	0.27	0.06	0.14
P2O5	0.18	0.18	0.12	0.01	0.02	0.07	0.09	0.11	0.04	0.11	<0.01	0.01
S	0.23	<0.01	0.25	0.02	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	0.15	0.04	<0.01
Ct;CO2	3.02	0.36	0.62	<0.05	2.23	<0.05	1.41	0.40	0.29	<0.05	2.90	1.08
H2O+	3.33	3.63	3.02	10.8	11.1	2.72	4.12	2.32	3.11	4.12	0.42	2.44
TOTAL	100.69	100.58	99.12	99.43	100.07	99.17	100.66	100.27	98.66	99.17	98.79	100.05

No d'analyse	875151	875152	875153	875154	875155	875156	875157	875158	875159	875160	875161	875162
No d'échantillon	2059.A	1041.B	1028.A	2033.A	1006	1016.A	3016	1034.A	1044.A	2073	1047.A	1067.B
Lithologie	V1	V1B	V1B	M8	V1B							
Morphofaciès	H.	T.	T.Li.	-	SC.	H.	T.Li.	T.	T.	H.?	T.	T.
SiO2	73.7	80.0	81.7	48.2	84.5	72.3	75.8	76.9	76.5	70.1	73.5	70.2
Al2O3	9.61	10.7	10.8	14.9	8.50	12.5	10.9	10.6	10.1	11.3	11.1	12.9
Fe2O3vrai	0.36	0.43	1.22	2.26	0.80	1.38	0.59	0.95	0.73	0.85	0.71	5.19
FeO	2.13	0.32	<0.02	9.12	0.09	1.19	2.65	2.97	2.88	3.89	5.38	*
MgO	1.30	0.56	0.09	7.66	0.10	0.50	2.96	3.14	1.41	3.53	0.79	1.35
CaO	3.97	1.03	<0.02	11.4	<0.02	1.94	0.67	0.44	2.05	1.53	0.38	2.05
Na2O	2.65	3.45	1.85	1.74	0.13	3.10	1.36	0.89	2.74	2.51	2.70	3.49
K2O	0.73	1.21	1.95	0.91	2.03	2.16	1.54	1.45	0.70	0.96	0.60	1.23
TiO2	0.28	0.09	0.12	0.83	0.08	0.37	0.23	0.21	0.25	0.40	0.29	0.43
MnO	0.15	0.03	0.02	0.21	<0.01	0.04	0.07	0.11	0.09	0.14	0.13	0.14
P2O5	0.05	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.05	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	0.07
S	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.87
Ct;CO2	3.46	1.92	<0.05	<0.05	<0.05	2.95	0.47	0.62	1.69	2.16	0.16	1.57
H2O+	1.27	0.76	1.28	2.51	1.15	1.10	2.44	2.45	1.63	2.26	1.99	2.01
TOTAL	99.67	100.52	99.14	99.90	97.48	99.59	99.70	100.77	100.80	99.71	97.80	101.50

\* : lorsque la teneur en soufre est supérieur à 0,20 % la teneur en Fe2O3 Total est exprimée et la teneur en FeO est indéterminée

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	875163	875164	875165	875166	875167	875168	875169	875170	875171	875172	875173	875174
No d'échantillon	1061.A	1074.A	1079.A	1071.A	2097.A	1020	2122.A	2121.A	2131	2026	2027	2130.A
Lithologie	V3	V3	V3	V2	V3	V1D	I3B	I3B	M19	I1H	I1H	I3B
Morphofaciès	M.	M.	C.	T.Li	T.Li.	T.?	-	-	-	-	-	-
SiO2	56.3	54.0	55.3	64.9	46.8	78.0	52.4	51.5	57.7	77.4	73.8	51.0
Al2O3	15.1	15.8	17.4	9.28	15.3	9.92	17.1	16.6	13.6	11.4	11.3	14.8
Fe2O3vrai	0.92	2.58	2.06	1.26	1.85	0.91	2.48	2.34	3.05	0.70	2.05	3.60
FeO	5.35	5.97	4.54	5.10	4.86	0.81	8.75	9.05	8.95	1.12	3.48	11.0
HgO	7.25	4.73	5.29	4.75	4.41	1.32	2.72	2.71	1.73	0.27	0.06	2.88
CaO	2.78	6.99	5.31	3.38	8.85	2.03	7.43	9.15	6.24	2.45	2.55	7.98
Na2O	4.29	4.16	3.65	2.56	4.44	<0.10	3.37	2.56	4.29	4.18	4.33	3.84
K2O	0.11	0.06	0.63	0.13	0.39	2.47	1.23	0.75	0.72	0.27	0.29	0.43
TiO2	0.75	0.91	0.69	0.56	0.78	0.10	1.30	1.35	1.48	0.30	0.32	1.99
MnO	0.07	0.20	0.09	0.25	0.12	0.08	0.16	0.21	0.18	0.04	0.06	0.21
P2O5	0.14	0.16	0.08	0.05	0.13	0.01	0.16	0.13	0.57	<0.01	0.01	0.16
S	<0.01	<0.01	<0.01	0.20	<0.01	<0.05	0.05	0.09	0.02	<0.01	<0.01	0.06
Ct;CO2	2.25	1.83	1.16	5.17	7.00	3.16	<0.05	0.10	<0.05	0.10	<0.05	<0.05
H2O+	4.15	3.23	3.57	2.52	3.20	1.48	3.12	2.70	1.54	0.69	0.70	1.01
TOTAL	99.47	100.63	99.69	100.11	98.14	100.44	100.32	99.24	100.12	98.94	99.01	99.01

No d'analyse	875175	875176	875177	875178	875179	875180	875181	875182	875183	875184	875185	875186
No d'échantillon	2026.A	2112.A	2058.A	2081.A	1063.A	1031.A	2084.A	1039	1080.A	1011	2068	1023.B
Lithologie	I3B	I1	V1B	V1B	V1	V1B	V1B	V1B	V2	V1B	V1B	V1B
Morphofaciès	-	-	T.	T.	M.?	T.	T.	T.?	T.	T.	T.	T.
SiO2	69.9	76.9	75.2	78.7	64.7	76.3	70.1	77.7	47.7	80.3	71.4	67.1
Al2O3	10.8	11.5	9.86	7.67	16.0	10.7	11.3	8.91	5.74	10.8	9.00	9.73
Fe2O3vrai	2.19	0.62	1.85	1.13	1.44	0.62	1.10	0.91	1.60	2.14	3.78	0.50
FeO	5.55	2.71	2.89	3.91	5.10	3.47	6.71	3.83	18.2	0.43	1.91	6.79
HgO	0.83	0.29	1.27	4.44	1.00	2.20	2.26	2.82	3.01	0.52	1.55	3.64
CaO	4.20	0.43	0.14	<0.02	1.40	0.71	1.25	0.05	6.14	0.22	2.21	1.38
Na2O	3.62	4.04	0.79	<0.10	4.97	1.89	0.98	<0.10	<0.10	0.35	2.76	0.59
K2O	0.35	0.86	2.66	0.53	0.87	1.30	1.12	1.28	0.12	2.40	1.19	1.25
TiO2	0.79	0.22	0.25	0.21	0.68	0.28	0.58	0.19	0.19	0.09	0.19	0.40
MnO	0.11	0.03	0.32	0.05	0.14	0.12	0.14	0.06	0.71	0.11	0.07	0.17
P2O5	0.25	0.01	0.03	0.02	0.15	0.03	0.10	0.03	0.03	<0.01	<0.01	0.07
S	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.01	<0.01	<0.01	0.02
Ct;CO2	0.15	0.11	3.26	<0.05	<0.05	0.53	0.99	<0.05	13.8	0.35	4.84	7.22
H2O+	1.01	1.17	1.33	3.03	2.33	2.23	3.16	2.68	2.56	1.94	1.10	1.76
TOTAL	99.76	98.9	99.9	99.87	98.84	100.39	99.8	98.66	99.91	99.67	100.02	100.62

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	875187	875188	885381	885382	885383	885384	885385	885386	885387	885388	885389
No d'échantillon	1066.B	2047.A	2365	2026.S1	2030.S7	2030.S6	2030.S2	2030.S1	1231	1216	2228.A
Lithologie	V1B	V1D	I3	I1H	I3	I3	I4A	I3	I3	I1H	V1B
Morphofaciès	T.	T.	-	-	-	-	-	-	-	-	T.
SiO2	70.7	76.1	43.6	77.3	43.5	51.8	44.0	39.2	43.4	74.9	75.5
Al2O3	12.3	9.91	14.0	11.9	15.3	23.3	9.39	6.37	15.8	11.9	11.6
Fe2O3vrai	5.64	1.13	18.9	1.01	3.00	1.34	3.70	33.5	4.72	1.22	0.40
FeO	*	5.16	*	1.07	14.7	3.92	19.3	*	12.4	3.17	2.48
MgO	3.08	2.64	5.72	0.27	4.33	1.45	6.71	7.72	6.23	0.31	2.53
CaO	0.16	0.03	10.3	2.49	9.00	8.55	8.22	6.18	9.47	2.74	0.33
Na2O	1.85	<0.10	2.14	4.15	2.53	4.24	1.47	0.84	2.25	4.09	2.22
K2O	1.49	1.36	0.33	0.33	0.57	1.68	0.48	0.27	0.05	0.33	1.41
TiO2	0.50	0.23	3.18	0.30	2.84	0.47	2.97	2.92	2.53	0.29	0.22
MnO	0.08	0.06	0.24	0.03	0.28	0.09	0.40	0.47	0.20	0.08	0.08
P2O5	0.06	0.03	0.01	<0.01	0.30	0.11	0.09	0.40	<0.01	0.04	0.02
S	0.40	<0.01	0.30	<0.01	0.08	<0.01	0.19	0.47	0.08	<0.01	<0.01
Ct;CO2	<0.05	<0.05	<0.02	0.62	<0.02	<0.02	0.10	<0.02	<0.02	0.62	0.10
H2O+	2.82	3.00	2.00	0.91	2.62	2.62	2.44	2.84	0.55	0.72	2.17
TOTAL	99.13	99.81	100.74	100.4	99.07	99.6	99.46	100.33	97.71	100.42	99.07
Cr				52			44			44	28
Ba				92			85			259	253
Be				1			<1			<1	<1
Cd				<2			<2			<2	<2
Co				<2			55			6	<2
Cu				6			94			5	2
Dy				23			12			16	9
Li				7			12			4	7
Mo				<4			<4			<4	<4
Ni				<1			5			<1	<1
Pb				<12			<12			<12	<12
Pr				<2			<2			<2	<2
V				12			27			6	<2
Zn				21			160			58	87
Ga				24			11			18	15
Nb				12			7			16	15
Rb				7			11			3	19
Sn				<10			<10			<10	<10
Sr				100			110			100	24
Te				<10			<10			<10	<10
Y				130			9			94	45
Zr				440			36			340	290

## Annexe 1 (suite)

## Éléments traces et terres rares, activation neutronique.

	Limite								
		85382	85383	85384	85385	85386	85387	85388	85389
Ce	2	23	62	6.8	4.7	61	<2	75	46
Cs	0.2	<0.2	2.4	0.6	<0.2	2.8	<0.2	<0.2	0.21
Eu	0.1	2.2	1.4	1.4	0.85	1.3	0.46	1.7	1.4
Hf	0.2	15	3.4	1.1	0.87	3.3	0.33	11	8.42
Ho	0.5	4.3	0.82	<0.5	0.99	0.89	<0.5	3.5	1.8
La	0.5	5.8	27	2.8	2.1	27	<0.5	24	19
Lu	0.05	1.6	0.31	0.14	0.28	0.29	0.072	1.5	0.89
Nd	2	28	33	4.2	3.3	30	<2	54	28
Sc	0.05	6.8	18	15	95	18	38	8.2	6.7
Sm	0.05	13	5.1	1.2	2	5.2	0.4	12	6.4
Ta	0.1	5.1	0.49	1.1	1.15	0.36	1.4	5.2	1.7
Tb	0.1	3.9	0.63	0.29	0.48	0.67	<0.1	3.1	1.4
Th	0.2	3.3	5.4	0.24	<0.2	5.4	<0.2	5.7	2.5
Tm	0.2	2	0.77	0.71	0.63	0.68	0.39	2.7	1.4
U	0.5	<0.5	1.8	<0.5	0.72	1.6	<0.5	1.4	1.2
Yb	0.2	13	1.9	0.95	1.7	2	0.56	10	6.2

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	885390	885391	885392	885393	885394	885395	885396	885397	885398	885399	885400	885401
No d'échantillon	1147.A	1206	2377	2030.W2	1236.A	2340	2351.C	2324.E	1221	1232.A	TEST	2208.D
Lithologie	V1	I1	I1	I4A	I3	I3	I3	I1	I3	I3	-	V1B
Morphofaciès	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T.
SiO2	71.3	59.0	74.6	40.5	49.0	41.1	50.0	75.3	50.4	48.7	48.4	73.2
Al2O3	10.0	13.2	11.1	12.8	13.3	13.7	4.90	11.1	14.3	12.0	14.5	11.1
Fe2O3vrai	1.43	1.95	1.50	7.43	2.29	8.20	16.0	1.89	2.46	2.44	1.85	1.09
FeO	7.08	8.50	1.50	15.9	10.0	12.6	*	2.65	9.48	11.3	7.51	5.22
HgO	4.42	2.42	0.21	4.14	6.45	5.15	10.4	0.05	6.46	6.91	7.88	3.03
CaO	0.24	5.57	2.11	9.68	13.1	9.66	14.8	1.60	10.4	10.8	11.6	0.05
Na2O	<0.10	3.49	5.40	1.88	2.07	2.02	0.88	5.024	2.43	1.92	2.04	0.14
K2O	0.70	0.81	0.13	0.22	0.34	0.23	0.12	0.41	0.24	0.28	0.26	1.59
TiO2	0.39	1.15	0.22	4.82	0.31	3.76	0.80	0.25	0.91	1.17	0.81	0.25
MnO	0.11	0.18	0.06	0.29	0.25	0.22	0.31	0.04	0.23	0.24	0.17	0.14
P2O5	0.04	0.25	<0.01	0.11	0.03	0.06	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.02
S	<0.01	0.02	0.01	0.19	0.19	0.12	0.26	<0.01	0.05	0.10	0.08	0.01
Ct;CO2	0.41	0.22	1.83	0.15	0.11	0.07	0.07	0.15	0.15	0.29	0.07	0.11
H2O+	2.38	1.56	0.73	1.40	1.78	1.36	1.07	0.54	1.15	2.24	2.82	3.20
TOTAL	98.61	98.32	99.41	99.51	99.22	98.25	99.65	99.06	98.72	98.43	99.03	99.15
Cr	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	218	174	96	59	63	44	49	113	44	47	60	480
Be	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1
Cd	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Co	17	23	<2	47	34	77	50	<2	48	59	43	7
Cu	4	30	48	82	86	94	93	7	39	81	88	7
Dy	5	11	7	10	7	7	12	13	7	9	7	6
Li	21	26	5	10	29	6	11	1	10	16	20	11
Mo	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ni	21	45	<1	11	169	110	358	3	17	57	103	6
Pb	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12
Pr	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	56	78	<2	104	92	0.15%	207	3	314	263	215	12
Zn	54	136	23	139	62	151	176	26	94	111	98	101
Ga	14	21	21	29	14	23	6	27	15	11	17	18
Nb	12	10	21	<3	4	<3	5	20	5	3	5	14
Rb	9	20	<3	5	14	3	3	4	9	6	7	24
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	10	<10	13	<10	<10
Sr	100	150	51	160	170	120	41	90	160	110	120	5
Te	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Y	31	47	120	4	10	3	30	110	16	17	13	55
Zr	190	210	390	18	15	20	49	400	36	35	40	320

## Annexe 1 (suite)

## Eléments traces et terres rares, activation neutronique.

No d'analyse	85390	85391	85392	85393	85394	85395	85396	85397	85398	85399	85400	85401
Ce	33	39	77	10	<2	2.3	7.7	57	5.4	6.2	-	53
Cs	0.29	0.73	<0.2	0.22	0.57	0.5	<0.2	<0.2	0.27	0.42	-	0.27
Eu	0.51	1.8	2.8	1.2	0.85	0.59	1	2.6	0.8	1	-	1.2
Hf	5.5	6.1	14	0.7	0.21	0.5	1.3	12	0.98	1.2	-	8.2
Ho	1.5	2.2	4.7	0.79	0.82	<0.5	1.4	4	0.87	0.57	-	2.5
La	13	15	28	3.1	<0.5	1.1	2.2	21	2	2.3	-	22
Lu	0.71	0.85	2.1	0.22	0.09	0.12	0.45	1.9	0.26	0.33	-	1
Nd	20	27	56	5.8	<2	<2	6.6	41	3.2	5.3	-	34
Sc	12	23	1.9	66	83	55	107	2.7	59	77	-	6
Sm	5	7.2	16	2.2	0.85	0.77	2.9	12	1.6	2.2	-	8.3
Ta	1	5.1	8.3	2.4	1.7	1.9	1.4	8.1	3.4	2.4	-	2.1
Tb	1.2	1.4	3.7	0.49	0.25	0.32	0.88	2.9	0.53	0.49	-	1.7
Th	1.6	1.5	3.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2.7	<0.2	0.22	-	2.2
Tm	1.1	1.4	2.8	0.7	0.41	0.48	1.2	2.6	0.9	0.55	-	1.2
U	0.67	0.54	0.74	<0.5	<0.5	<0.5	0.65	0.68	<0.5	<0.5	-	0.53
Yb	4.7	5.5	15	1.7	0.46	0.65	3.2	12	2	1.9	-	6.8

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	885402	885403	885404	885405	885406	885407	885408	885409	885410	885411	885412	885413
No d'échantillon	2130.A	1208.B	2245.A	1205	2367.A	1239	1132.A	2372.A	2126.A	1217.A	1218.B	1235
Lithologie	I1D	I3A	I1D	I3	I3	V3B	V3D	I1D	I1D	I1D	I1H	I3I
Morphofaciès	-	-	-	-	-	HA	KA	-	-	-	-	-
SiO2	56,8	48,4	75,6	53,9	46,1	49,9	51,3	75,1	76,5	61,6	77,1	46,4
Al2O3	14,2	12,6	11,7	13,6	14,8	14,2	14,3	11,6	11,6	15,1	11,4	11,3
Fe2O3vrai	3,30	3,38	0,73	2,86	1,65	1,92	3,35	2,87	3,14	1,33	1,43	3,95
FeO	7,83	14,6	1,31	10,2	10,3	8,89	10,3	1,90	0,25	5,02	1,43	12,1
HgO	1,70	3,58	0,64	2,79	11,3	7,84	3,19	<0,05	<0,05	2,52	<0,05	8,08
CaO	6,69	7,96	1,03	6,84	10,6	12,3	10,1	0,19	0,31	5,75	0,99	11,0
Na2O	4,28	2,71	5,86	3,46	1,51	1,43	2,53	4,69	4,70	3,37	5,53	1,74
TiO2	1,01	2,26	0,24	1,72	0,47	0,76	1,43	0,20	0,21	0,74	0,21	1,60
MnO	0,14	0,31	0,04	0,21	0,20	0,19	0,36	0,03	0,05	0,11	0,04	0,26
P2O5	0,29	0,29	0,02	0,28	<0,01	0,07	0,12	0,01	0,03	0,13	0,05	<0,01
S	0,01	0,16	0,02	0,10	0,09	0,04	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,19
Ct;CO2	0,29	0,22	0,22	0,11	0,15	0,22	0,07	0,40	0,18	0,18	0,11	0,07
H2O+	1,76	1,68	0,60	1,58	1,42	2,50	1,37	1,22	0,93	1,75	0,68	1,46
TOTAL:	98.29	98.15	98.01	97.65	98.6	100.26	98.43	98.27	97.96	97.61	99.03	98.16
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	93	99	109	196	20	24	65	215	577	277	55	30
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1
Cd	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Co	17	38	4	31	75	48	41	5	<2	19	<2	68
Cu	13	65	13	81	141	108	17	<1	<1	2	<1	112
Dy	15	15	14	15	6	8	14	2	5	6	12	10
Li	9	22	4	19	8	19	9	8	2	21	10	11
Mo	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ni	11	30	2	31	296	138	73	2	<1	32	<1	40
Pb	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12
Pr	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	67	113	4	157	216	274	370	<2	<2	118	<2	753
Zn	84	184	35	175	105	81	139	24	26	71	5	109
Ga	26	21	17	24	14	13	16	22	19	20	23	14
Nb	9	6	13	13	3	6	6	15	15	9	16	3
Rb	13	18	<3	19	3	5	3	16	12	27	<3	8
Sn	<10	<10	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	18
Sr	200	180	73	190	87	85	140	53	100	210	77	99
Te	<10	<10	<10	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Y	58	33	87	56	9	13	24	88	75	14	66	3
Zr	150	54	300	87	12	41	77	370	320	140	330	9

## Annexe 1 (suite)

## Eléments en traces et terres rares, activation neutronique.

No d'analyse	85402	85403	85404	85405	85406	85407	85408	85409	85410	85411	85412	85413
Ce	51	23	60	44	2.4	5.8	13	41	57	29	17	2.3
Cs	0.46	0.42	<0.2	0.31	0.57	0.48	<0.2	0.32	0.27	0.62	<0.2	<0.2
Eu	2.9	2.1	1.3	2.2	0.46	0.66	1.1	1.3	1.7	0.87	1.6	0.62
Hf	5.1	2.5	9.4	2.6	0.25	1.2	2.5	13	10	3.6	11	0.67
Ho	2.6	2.3	3.3	2.4	<0.5	0.98	1.8	2.7	3.7	<0.5	2.7	<0.5
La	18	7.6	34	17	0.9	2.3	5	16	22	14	5.9	0.99
Lu	1.1	0.63	1.3	0.95	0.13	0.25	0.53	1.6	1.3	0.23	1.1	0.23
Nd	40	18	43	32	<2	7	11	24	39	16	15	<2
Sc	16	48	5.4	34	35	44	48	1.9	2.9	14	2.6	77
Sm	11	5.6	11	9.2	0.74	1.7	3.4	7.2	11	3.3	6.3	1.1
Ta	3.4	2	5.5	2	0.98	0.74	1.5	4.1	3.5	1.6	2.8	0.84
Tb	2.1	1.3	2.1	1.7	0.16	0.44	0.82	2.2	2.2	0.46	1.5	0.36
Th	0.98	0.55	3.7	1.2	<0.2	<0.2	0.46	2.3	3.6	1.5	2.4	<0.2
Tm	1.7	1.3	1.7	1.6	0.51	0.67	1.1	2	1.7	0.61	1.5	0.61
U	0.82	<0.5	0.84	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	1.3	0.51	1.1	0.7
Yb	7.4	4.3	8.5	6.3	0.98	1.7	3.3	11	9.1	1.5	7.1	1.2

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	885414	885415	885416	885417	885418	885419	885420	885421	885422	885423	885424	885425
No d'échantillon	1150-d	1160-b	1162	1157	1154	1101-a	1227-a	1067-a	2220-a	2333-c	2231-a	TEST
Lithologie	IIN	V1-V2	V1B	V1D	V1	V1	V1	V1B	V1B	V1D	V1B	-
Morphofaciès	-	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	-
SiO2	71.0	54.2	74.2	67.2	53.4	67.7	70.6	69.6	69.4	78.5	77.9	46.5
Al2O3	11.6	13.3	10.9	10.6	12.9	12.0	9.59	13.1	10.6	6.71	9.16	14.2
Fe2O3vrai	1.02	0.80	0.36	1.10	1.50	0.64	1.01	0.54	0.95	0.48	0.22	2.00
FeO	1.83	9.22	2.88	10.1	15.3	4.58	5.80	2.74	6.76	1.19	2.12	9.60
MgO	0.89	6.80	1.97	3.68	6.88	2.75	7.01	1.46	4.82	2.92	1.19	9.75
CaO	5.08	3.94	0.76	0.18	0.21	1.53	0.07	2.31	0.19	1.07	1.98	9.81
Na2O	4.82	1.40	3.56	<0.10	<0.10	3.21	<0.10	3.35	<0.10	1.20	2.65	2.31
K2O	0.14	0.66	0.85	0.65	0.02	0.97	0.41	1.82	1.08	0.51	0.96	0.17
TiO2	0.60	0.95	0.26	0.74	0.95	0.49	0.37	0.48	0.61	0.21	0.18	0.92
MnO	0.05	0.26	0.08	0.12	0.14	0.11	0.08	0.10	0.08	0.08	0.07	0.21
P2O5	0.18	0.08	0.03	0.12	0.09	0.05	0.02	0.11	0.16	0.06	0.02	0.09
S	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.20	<0.01	0.04
Ct;CO2	1.17	3.23	0.84	0.07	0.15	1.80	0.15	1.80	0.07	1.61	1.39	0.22
H2O+	0.95	5.15	1.68	3.96	6.30	2.45	4.78	1.89	4.20	2.03	1.32	3.72
TOTAL:	99.34	99.70	98.38	98.63	97.95	98.29	100.0	99.35	98.73	98.77	99.17	99.54
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	24	128	140	227	7	187	58	426	149	95	282	50
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cd	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Co	5	32	3	17	38	16	8	4	7	5	<2	44
Cu	12	83	11	7	21	40	11	31	18	54	3	181
Dy	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	4	<1
Li	8	28	5	12	21	12	29	7	21	39	3	28
Mo	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ni	6	80	2	6	76	34	24	<1	4	4	<1	92
Pb	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	235	<12	<12
Pr	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	37	226	4	27	212	93	64	18	18	8	<2	228
Zn	3	384	143	72	96	118	137	124	220	413	45	118
Ga	16	18	16	20	22	20	18	18	21	9	12	18
Nb	15	8	11	11	6	13	12	9	12	8	10	4
Rb	<3	14	16	14	<3	19	8	34	21	11	16	6
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sr	110	46	35	5	<3	31	<3	57	5	33	66	66
Te	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Y	51	36	48	57	45	52	60	32	61	39	48	25
Zr	310	150	270	270	150	300	280	250	290	190	250	60

## Annexe 1 (suite)

## Eléments en traces et terres rares, activation neutronique.

No d'analyse	85414	85415	85416	85417	85418	85419	85420	85421	85422	85423	85424	85425
Ce	18	23	43	27	28	-	40	42	37	-	36	-
Cs	<0.2	<0.2	<0.2	0.35	<0.2	-	<0.2	0.29	0.29	-	<0.2	-
Bu	1.6	1.1	1.3	0.44	0.47	-	1.2	1.3	1.2	-	1.3	-
Gd	-	10	10	10	5.5	-	9.6	5.3	5.7	-	6.4	-
Wf	9.1	4	6.7	6	3.5	-	6.2	6	6.8	-	6	-
Ho	2.6	1.1	1.5	2.1	1.2	-	2.1	0.91	2.5	-	2	-
La	6.7	9	17	12	12	-	17	19	16	-	16	-
Lu	0.77	0.55	0.73	0.83	0.54	-	0.86	0.49	0.87	-	0.68	-
Nd	17	17	27	19	20	-	27	25	25	-	22	-
Sc	17	31	7	13	29	-	9.4	7.4	12	-	4.6	-
Sm	5.6	4.2	6	5.6	5	-	7.4	5.5	6.8	-	5.7	-
Ta	3	0.99	3	1.6	0.77	-	2.1	2	1.8	-	2.6	-
Tb	1.4	1.1	1.4	1.4	0.95	-	1.6	0.83	1.6	-	1.2	-
Th	4.7	1.1	2.3	2	1.4	-	2.1	3.3	2.3	-	2.3	-
Tm	1.3	1.1	0.98	1.1	0.84	-	1.3	0.91	1.3	-	1.1	-
U	1.9	<0.5	<0.5	0.89	<0.5	-	<0.5	0.92	0.84	-	1	-
Yb	5.5	3.7	5.1	5.6	3.7	-	6	3.1	6.1	-	4.9	-

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	885426	885427	885428	885429	885430	885431	885432	885433	885434	885435	885436	885437
No d'échantillon	2364-a	2265	1237-a	1238	1141	1170	2301-b	2207-b	1108-a	2204	1228-a	1124
Lithologie	V1B	V1D	V3B	V3B	V3B	V1B	V2	V1B	V1B	V1B	V1B	V1B
Morphofaciès	T.LI	?	MA	MA	BR	T.LI	?	T.LP	T.LI.	T.	T.	T.
SiO2	75.1	68.2	48.0	46.5	50.2	70.5	50.0	77.9	68.3	73.5	73.7	71.6
Al2O3	10.3	11.9	14.4	13.3	13.0	11.2	13.7	8.01	10.5	11.4	10.1	11.8
Fe2O3vrai	0.83	0.90	1.61	3.50	2.78	0.82	8.46	0.82	0.05	0.44	0.69	0.99
FeO	5.08	6.76	8.36	7.92	8.75	4.08	*	5.98	5.63	3.65	4.85	7.16
MgO	2.76	5.45	8.91	10.3	9.12	3.16	6.86	2.85	1.67	3.32	5.52	2.35
CaO	0.03	0.14	9.80	10.3	11.1	1.46	5.35	0.07	3.51	0.15	0.09	<0.02
Na2O	0.13	<0.10	2.95	2.28	1.86	2.77	2.50	<0.10	2.35	1.80	0.11	<0.10
K2O	1.55	1.27	0.02	0.02	0.12	0.85	1.09	0.63	1.09	1.45	0.96	1.66
TiO2	0.22	0.61	0.81	0.68	0.68	0.44	0.78	0.27	0.34	0.27	0.32	0.25
MnO	0.05	0.09	0.18	0.18	0.21	0.11	0.11	0.17	0.14	0.08	0.09	0.08
P2O5	0.03	0.12	0.06	0.05	0.03	0.04	0.07	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02
S	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.18	0.30	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cl;CO2	0.04	0.15	0.15	0.04	0.04	1.54	8.29	0.04	4.33	0.11	0.15	0.04
H2O+	3.18	4.44	3.59	3.70	2.00	2.36	3.56	3.00	2.13	2.41	3.85	2.49
TOTAL:	99.31	100.14	98.85	95.78	99.9	99.51	100.07	99.90	100.08	98.63	100.47	98.57
Ba	465	189	31	28	32	105	185	205	166	238	92	656
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cd	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Co	9	10	40	56	47	13	38	8	7	4	7	4
Cu	7	20	59	140	41	9	76	20	10	23	19	8
Dy	1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
Li	11	24	17	11	5	13	85	12	13	9	23	15
Mo	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ni	3	5	114	160	111	30	63	11	22	5	14	2
Pb	<12	<12	<12	<12	<12	<12	16	<12	<12	<12	<12	28
Pr	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	5	22	283	278	259	75	248	23	58	13	39	4
Zn	85	219	85	68	90	145	78	100	191	135	226	76
Ga	19	22	16	16	13	16	15	12	19	17	18	21
Nb	12	12	3	7	3	11	4	8	11	12	12	12
Rb	27	23	3	<3	<3	15	24	11	24	25	14	28
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sr	4	4	80	96	110	35	130	<3	42	18	<3	8
Te	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Y	53	62	17	18	12	57	16	33	63	61	60	57
Zr	320	330	53	50	46	290	66	190	310	320	290	310

## Annexe 1 (suite)

## Eléments en traces et terres rares; activation neutronique

No d'analyse	85427	85428	85433	85434	85436
Ce	45	6.9	16	39	44
Cs	0.44	<0.2	<0.2	0.4	0.36
Eu	1	0.63	0.54	1.3	1.3
Gd	9.9	5.6	5.8	6.8	8.4
Hf	8	1.1	4.5	7.3	6.8
Ho	2.2	<0.5	1.2	2.2	1.8
La	20	2.6	7.1	16	19
Lu	0.99	0.27	0.56	0.91	0.88
Nd	30	6.4	10	25	29
Sc	13	44	5.7	9.9	7.5
Sm	8.1	1.7	2.8	6.6	7.9
Ta	1.2	1.1	2	2.8	1.3
Tb	1.7	0.47	0.84	1.3	1.5
Th	2.6	0.58	1.7	2.3	2.3
Tm	1.2	0.57	0.81	1.3	1.2
U	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.54
Yb	6.8	1.9	3.5	6	6.1

## Annexe 1 (suite)

No d'analyse	885438	885439	885440	885441	885442	885443	885444	885445	885446	885447	885448	885449
No d'échantillon	1152	1115-a	1186-a	1188-a	1045	1224	2218-g	1150-b	1040	2070	1192	1210-a
Lithologie	V1B	V1B	V1B	V3D	V1D	V1B	V1B	T3*	V1D	V1B	V1B	S
Morphofaciès	T	MA	MA	MA	T	T	T.LP		T	T	T.CB+	
SiO2	75.3	64.5	73.5	46.7	70.4	73.9	76.4	51.3	69.6	69.2	66.1	50.5
Al2O3	9.56	11.7	10.1	14.6	13.0	10.8	8.50	17.1	10.6	8.89	10.9	13.4
Fe2O3vrai	0.40	0.99	<0.05	0.90	0.83	0.51	0.95	2.94	0.41	1.50	1.73	8.65
FeO	4.28	6.01	2.92	8.82	4.36	4.17	6.07	8.60	8.28	7.83	3.96	*
MgO	3.91	6.39	2.23	6.30	1.29	4.60	3.35	2.39	3.74	4.71	2.75	3.72
CaO	0.37	0.08	1.55	7.25	1.53	0.02	0.06	8.37	0.21	0.05	1.42	8.83
Na2O	2.35	2.07	4.10	3.72	3.83	<0.10	<0.10	3.25	0.12	<0.10	3.08	2.76
K2O	0.18	0.80	0.53	0.08	0.57	1.57	0.73	0.86	0.93	0.49	1.67	0.97
TiO2	0.35	0.57	0.23	0.85	0.40	0.28	0.22	1.29	0.54	0.19	0.47	0.68
MnO	0.12	0.07	0.08	0.15	0.13	0.05	0.06	0.20	0.15	0.09	0.07	0.24
P2O5	0.05	0.05	0.03	0.07	0.09	0.03	0.05	0.15	0.13	0.03	0.05	0.10
S	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	0.14	<0.01	<0.01	0.08	<0.01	<0.01	0.05	0.42
Cl;CO2	0.22	3.56	3.52	5.46	1.10	<0.04	0.04	0.18	0.29	2.35	6.09	7.19
H2O+	2.52	3.20	1.00	4.38	2.03	3.60	3.01	2.10	3.85	3.49	1.07	3.14
TOTAL	99.52	100.0	98.89	99.29	97.7	99.68	99.55	98.81	98.86	99.03	99.41	100.6
Na	59	290	86	48	132	161	207	147	247	86	326	356
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cd	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Co	7	21	6	40	8	<2	9	33	11	15	17	29
Cu	47	36	24	66	88	5	5	141	7	77	51	50
Dy	<1	1	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	2	<1	<1
Li	10	103	19	28	9	19	10	24	17	85	2	26
Mo	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ni	15	45	10	105	8	5	6	21	7	4	33	65
Pb	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12
Pr	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	35	121	34	210	34	13	10	283	21	4	89	141
Zn	550	133	150	98	236	73	52	163	149	358	141	81
Ga	13	18	15	16	18	17	16	19	19	17	18	16
Nb	9	10	12	5	11	15	10	8	11	11	11	5
Rb	6	17	11	4	14	24	14	27	17	12	32	30
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sr	15	12	41	80	92	<3	<3	180	6	8	60	190
Te	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Y	39	54	61	19	51	82	49	33	61	67	60	18
Zr	210	260	260	74	270	390	210	110	290	290	270	110

Annexe 1 (suite)

## Eléments en traces et terres rares; activation neutronique

No d'analyse	85448
Ce	41
Cs	1.1
Eu	1.4
Gd	5.6
Hf	6.2
Ho	2.2
La	18
Lu	0.81
Nd	26
Sc	15
Sm	6.8
Ta	1.6
Tb	1.4
Th	1.9
Tm	1.2
U	0.61
Yb	5.8

## Annexe 1 (suite et fin)

No d'analyse	885450	885454	885455
No d'échantillon	TEST	2255-a	2213
Lithologie	-	V1D	V1B
Morphofaciès	-	T	T
SiO2	48.6	73.6	75.2
Al2O3	13.3	11.6	9.72
Fe2O3vrai	1.40	0.44	0.19
FeO	9.38	2.64	5.12
HgO	9.41	1.87	3.22
CaO	9.24	1.17	0.03
Na2O	2.78	2.49	<0.10
K2O	0.24	1.37	1.28
TiO2	0.84	0.25	0.22
MnO	0.19	0.10	0.15
P2O5	0.10	0.03	0.04
S	0.03	<0.01	<0.01
Ct;CO2	0.07	0.81	<0.04
H2O+	3.09	1.90	3.06
TOTAL	98.67	98.28	98.38
Ba	51	420	329
Be	<1	<1	<1
Cd	<2	<2	<2
Co	44	<2	7
Cu	177	4	7
Dy	<1	4	<1
Li	26	4	12
Mo	<4	<4	<4
Ni	88	<1	3
Pb	<12	<12	<12
Pr	<2	<2	<2
V	225	<2	7
Zn	183	89	106
Ga	13	18	15
Nb	6	12	12
Rb	8	24	20
Sn	<10	<10	<10
Sr	55	33	4
Te	<10	<10	<10
Y	25	64	55
Zr	59	320	300

## Annexe 2

### Norme C.I.P.W. des analyses (1988) du Complexe volcanique de Joutel et Complexe intrusif de Rainboth

#### Code des lithologies:

##### a) Complexe volcanique de Joutel

- 1: volcanites felsiques
- 2: volcanites mafiques
- 3: diabase protérozoïque
- 4: sédiment

##### b) Complexe intrusif de Rainboth

- 1: gabbro anorthositique (CLV)
- 2: hornblendite (CLV)
- 3: tonalite à biotite (CLV)
- 4: granophyre (CLV)
- 5: leuco-tonalite (Pluton de Joutel)
- 6: gabbro (Pluton de Joutel)

## Annexe 2: Analyses du Complexe volcanique de Joutel

Sample Group #	85389	85390	85401	85407	85408	85415	85416	85417	85418	85419	85420	85421	85422	85423	85424
SiO <sub>2</sub>	78.04	74.53	76.47	51.22	52.93	59.22	77.44	71.13	58.46	72.05	74.35	72.84	73.31	82.73	80.79
TiO <sub>2</sub>	0.23	0.41	0.26	0.78	1.48	1.04	0.27	0.78	1.04	0.52	0.39	0.50	0.64	0.22	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.99	10.45	11.60	14.57	14.75	14.53	11.38	11.22	14.12	12.77	10.10	13.71	11.20	7.07	9.50
FeO	2.94	8.75	6.48	10.90	13.74	10.86	3.34	11.74	18.23	5.49	7.06	3.38	8.04	3.82	2.40
MnO	0.08	0.11	0.15	0.20	0.37	0.28	0.08	0.13	0.15	0.12	0.08	0.10	0.09	0.08	0.07
MgO	2.61	4.62	3.17	8.05	3.29	7.43	2.06	3.90	7.53	2.93	7.38	1.53	5.09	3.08	1.23
CaO	0.34	0.25	0.05	12.62	10.42	4.30	0.79	0.19	0.23	1.63	0.07	2.42	0.20	1.13	2.05
Na <sub>2</sub> O	2.29	0.10	0.15	1.47	2.61	1.53	3.72	0.11	0.11	3.42	0.11	3.51	0.11	1.26	2.75
K <sub>2</sub> O	1.46	0.73	1.66	0.12	0.29	0.72	0.89	0.69	0.02	1.03	0.43	1.90	1.14	0.54	1.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.04	0.02	0.07	0.12	0.09	0.03	0.13	0.10	0.05	0.02	0.12	0.17	0.06	0.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> T	3.27	9.73	7.20	12.11	15.27	12.02	3.72	13.02	20.25	6.09	7.85	3.70	8.94	4.25	2.68
Zr	299.74	198.61	334.31	42.08	79.44	163.88	281.80	285.78	164.22	319.26	294.86	261.63	306.35	200.25	259.26
SR	24.81	4.18	5.22	87.24	144.44	50.26	36.53	5.29	3.28	32.99	3.16	59.65	5.28	34.78	68.44
Y	46.51	32.40	57.46	13.34	24.76	39.33	50.10	60.33	49.27	55.34	63.19	33.49	64.44	41.10	49.78
AN	7.07	54.36	9.40	74.47	57.40	67.74	11.48	11.64	38.32	22.35	21.06	28.26	2.11	34.78	31.11
Q	52.71	59.57	60.75	3.54	8.07	19.95	45.52	54.00	34.02	37.00	56.93	36.13	55.80	68.60	53.14
or	8.61	4.33	9.82	0.73	1.70	4.26	5.24	4.06	0.13	6.10	2.55	11.26	6.74	3.17	5.88
ab	19.42	0.89	1.23	12.42	22.09	12.95	31.44	0.90	0.93	28.90	0.90	29.67	0.90	10.70	23.25
an	1.43	0.97	0.13	32.81	27.69	20.78	3.73	0.12	0.54	7.73	0.23	11.24	0.58	5.54	10.05
C	6.12	10.13	9.78	0.00	0.00	3.62	2.93	10.26	13.74	3.20	9.37	1.76	9.82	2.51	0.22
di	0.00	0.00	0.00	24.01	19.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
hw	10.66	23.40	16.80	22.49	13.21	35.09	10.04	27.31	46.73	15.04	28.23	7.96	24.07	13.22	6.75
ml	0.60	2.16	1.65	2.85	5.01	1.27	0.54	1.68	2.38	0.99	1.54	0.82	1.46	0.74	0.33
il	0.43	0.77	0.49	1.48	2.81	1.97	0.51	1.49	1.97	0.99	0.74	0.95	1.23	0.42	0.35
ap	0.05	0.09	0.05	0.16	0.29	0.21	0.07	0.30	0.23	0.13	0.05	0.26	0.39	0.15	0.05
FeO*	2.94	8.75	6.48	10.90	13.74	10.86	3.34	11.74	18.23	5.49	7.06	3.38	8.04	3.82	2.40
Mg#	61.4	48.5	46.5	56.8	29.9	54.9	52.3	37.2	42.4	48.7	65.1	44.6	53.0	59.0	47.8
V/V+M	0.536	0.657	0.677	0.580	0.811	0.600	0.625	0.753	0.709	0.657	0.492	0.695	0.615	0.559	0.667
den	2.36	2.47	2.42	2.71	2.69	2.61	2.37	2.52	2.70	2.42	2.47	2.39	2.47	2.37	2.35

Annexe 2: Analyses du Complexe volcanique de Joutel  
(suite)

Sample Group #	85426	85427	85428	85429	85430	85431	85432	85433	85434	85435	85436	85437	85438	85439	85440
SiO <sub>2</sub>	78.23	71.45	50.56	49.11	51.45	73.94	56.77	80.50	72.97	76.52	76.46	74.64	77.77	69.26	77.11
TiO <sub>2</sub>	0.23	0.64	0.85	0.72	0.70	0.46	0.89	0.28	0.36	0.28	0.33	0.26	0.36	0.61	0.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.73	12.47	15.17	14.05	13.32	11.75	15.55	8.28	11.22	11.87	10.48	12.30	9.87	12.56	10.60
FeO	6.07	7.93	10.33	11.69	11.53	5.05	8.65	6.94	6.06	4.21	5.68	8.39	4.79	7.41	3.11
MnO	0.05	0.09	0.19	0.19	0.22	0.12	0.12	0.18	0.15	0.08	0.09	0.08	0.12	0.08	0.08
MgO	2.88	5.71	9.39	10.88	9.35	3.31	7.79	2.95	1.78	3.46	5.73	2.45	4.04	6.86	2.34
CaO	0.03	0.15	10.32	10.88	11.38	1.53	6.07	0.07	3.75	0.16	0.09	0.02	0.38	0.09	1.63
Na <sub>2</sub> O	0.14	0.10	3.11	2.41	1.91	2.91	2.84	0.10	2.51	1.87	0.11	0.10	2.43	2.22	4.30
K <sub>2</sub> O	1.61	1.33	0.02	0.02	0.12	0.89	1.24	0.65	1.16	1.51	1.00	1.73	0.19	0.86	0.56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.13	0.06	0.05	0.03	0.04	0.08	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.03
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> T	6.75	8.81	11.48	12.99	12.81	5.61	9.60	7.71	6.74	4.67	6.31	9.33	5.33	8.24	3.13
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZE	333.34	345.73	55.83	52.81	47.14	304.15	74.93	196.35	331.18	333.14	300.86	323.15	216.88	279.18	272.78
SR	4.17	4.19	84.26	101.39	112.74	36.71	147.59	3.10	44.87	18.74	3.11	8.34	15.49	12.89	43.02
Y	55.21	64.96	17.91	19.01	12.30	59.78	18.16	34.10	67.30	63.50	62.25	59.42	40.28	57.98	64.00
AM	0.00	0.00	53.73	60.63	64.54	24.12	59.07	39.09	45.94	3.12	21.79	0.00	7.23	0.00	18.88
Q	63.14	52.11	0.00	0.00	1.80	46.93	11.89	68.34	38.97	51.92	59.57	58.04	52.88	38.18	40.64
or	9.54	7.87	0.13	0.13	0.73	5.26	7.31	3.84	6.88	8.92	5.88	10.23	1.09	5.08	3.28
ab	1.15	0.89	26.29	20.37	16.13	24.58	24.01	0.88	21.25	15.86	0.96	0.89	20.54	18.81	36.40
an	0.00	0.00	27.38	27.46	27.44	7.32	26.04	0.24	15.90	0.50	0.26	0.00	1.56	0.08	7.86
C	8.88	10.89	0.00	0.00	0.00	3.31	0.00	7.49	0.00	6.96	9.12	10.36	5.11	7.95	0.04
di	0.00	0.00	19.05	20.88	23.41	0.00	0.79	0.00	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
bv	15.89	25.56	10.53	14.27	25.36	14.85	19.03	17.85	14.04	14.90	22.53	18.68	17.46	27.19	11.16
ol	0.00	0.00	12.57	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	1.25	1.36	2.45	5.35	4.13	1.25	0.00	1.23	0.07	0.67	1.04	1.50	0.60	1.55	0.07
il	0.44	1.22	1.62	1.36	1.32	0.88	0.30	0.53	0.69	0.53	0.63	0.49	0.68	1.16	0.46
hem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
li	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.07	0.29	0.15	0.13	0.07	0.09	0.18	0.12	0.07	0.09	0.07	0.05	0.12	0.13	0.07
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO <sub>4</sub>	6.07	7.93	10.33	11.69	11.53	5.05	8.65	6.94	6.06	4.21	5.68	8.39	4.79	7.41	3.11
Mg <sub>2</sub>	45.8	56.2	61.8	62.4	59.1	53.9	61.6	43.1	34.4	59.4	64.3	34.2	60.0	62.3	57.3
F/F+M	0.680	0.584	0.529	0.522	0.557	0.609	0.530	0.707	0.777	0.554	0.502	0.776	0.549	0.522	0.577
den	2.40	2.48	2.69	2.73	2.71	2.41	2.59	2.41	2.43	2.39	2.43	2.44	2.40	2.48	2.37

Annexe 2: Analyses du Complexe volcanique de Joutel  
(suite et fin)

Sample	85441	85442	85443	85444	85445	85446	85447	85448	85449	85454	85455
Group #	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.00
SiO <sub>2</sub>	52.27	73.07	77.00	79.26	53.35	73.52	74.46	71.83	56.75	77.06	78.95
TiO <sub>2</sub>	0.95	0.42	0.29	0.23	1.34	0.57	0.20	0.51	0.76	0.26	0.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.34	13.49	11.25	8.82	17.78	11.20	9.57	11.84	15.06	12.14	10.20
FeO	10.78	5.30	4.82	7.18	11.70	9.14	9.88	5.99	8.76	3.18	5.55
MnO	0.17	0.13	0.05	0.06	0.21	0.16	0.10	0.08	0.27	0.10	0.16
MgO	7.05	1.34	4.79	3.48	2.49	3.95	5.07	2.99	4.18	1.96	3.38
CaO	8.11	1.59	0.02	0.06	8.70	0.22	0.05	1.54	9.92	1.22	0.03
Na <sub>2</sub> O	4.16	3.98	0.10	0.10	3.38	0.13	0.11	3.35	3.10	2.61	0.10
K <sub>2</sub> O	0.09	0.59	1.64	0.76	0.89	0.98	0.53	1.81	1.09	1.43	1.34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.08	0.09	0.03	0.05	0.16	0.14	0.03	0.05	0.11	0.03	0.04
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FeO <sub>T</sub>	11.98	5.88	5.36	7.99	13.00	10.15	10.98	6.66	9.72	3.87	5.91
ZR	82.82	280.24	406.34	217.85	114.40	306.33	312.06	293.39	123.60	335.02	314.96
SR	89.54	95.49	3.13	3.11	187.20	6.34	8.61	65.20	213.50	34.55	4.20
Y	21.26	52.93	85.44	50.83	34.32	64.44	72.10	65.20	20.23	67.00	57.74
AN	47.01	18.68	0.00	0.00	53.85	16.90	6.46	21.73	53.61	2.37	0.00
Q	0.00	39.29	59.77	65.93	5.32	56.19	57.87	35.24	12.66	48.91	63.83
or	0.53	3.50	9.67	4.47	5.28	5.81	3.12	10.73	6.44	8.48	7.94
ab	35.23	33.64	0.89	0.88	28.60	1.08	0.91	28.32	26.24	22.06	0.89
an	25.64	7.27	0.00	0.00	30.71	0.20	0.05	7.30	23.95	5.87	0.00
C	0.00	3.65	9.35	7.94	0.00	9.86	8.80	1.70	0.00	4.16	8.71
di	11.64	0.00	0.00	0.00	9.69	0.00	0.00	0.00	17.89	0.00	0.00
hy	11.91	10.49	19.09	19.14	13.35	24.90	26.60	13.09	2.11	9.33	18.04
ol	11.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wt	1.45	1.25	0.77	1.43	4.43	0.62	2.34	2.73	0.00	0.67	0.29
il	1.80	0.79	0.55	0.44	2.55	1.09	0.39	0.97	0.60	0.49	0.44
hem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.72	0.00	0.00
ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00
ap	0.18	0.22	0.07	0.12	0.36	0.32	0.08	0.13	0.26	0.07	0.09
FeO*	10.78	5.30	4.82	7.18	11.70	9.14	9.88	5.99	8.76	3.18	5.55
Md	53.8	31.0	63.9	46.3	27.5	43.5	47.8	47.0	46.0	52.3	52.0
E/F+H	0.608	0.802	0.504	0.676	0.827	0.702	0.663	0.670	0.683	0.626	0.628
den	2.65	2.41	2.41	2.42	2.63	2.48	2.49	2.43	2.59	2.37	2.40

## Annexe 2: Analyses du Complexe intrusif de Rainboth

Sample Group #	85381	85383	85384	85386	85387	85382	85385	85388	85411	85412	85413	85414	85396	85397	85398
SiO <sub>2</sub>	45.16	45.29	53.50	41.47	44.93	78.27	45.66	75.69	63.79	78.48	48.23	73.11	51.73	76.70	51.89
TiO <sub>2</sub>	3.29	2.96	0.49	3.09	2.62	0.30	3.08	0.29	0.77	0.21	1.66	0.62	0.83	0.25	0.95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.50	15.93	24.07	6.74	16.36	12.05	9.74	12.03	15.64	11.60	11.75	11.95	5.07	11.31	14.72
FeO	17.63	18.12	5.29	31.90	17.24	2.00	23.48	4.31	6.44	2.77	16.27	2.83	14.91	4.43	12.04
MnO	0.25	0.29	0.09	0.50	0.21	0.03	0.42	0.09	0.11	0.04	0.27	0.05	0.32	0.04	0.24
MgO	5.93	4.51	1.50	8.17	6.45	0.27	6.96	0.31	2.61	0.05	8.40	0.92	10.76	0.05	6.65
CaO	10.67	9.37	8.83	6.54	9.80	2.52	8.53	2.77	5.95	1.01	11.43	5.23	15.31	1.63	10.71
Na <sub>2</sub> O	2.22	2.63	4.38	0.89	2.33	4.20	1.53	4.13	3.49	5.63	1.81	4.96	0.91	5.12	2.50
K <sub>2</sub> O	0.34	0.59	1.74	0.29	0.05	0.33	0.50	0.33	1.07	0.15	0.17	0.14	0.12	0.42	0.25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.31	0.11	0.42	0.01	0.01	0.09	0.04	0.13	0.05	0.01	0.19	0.04	0.05	0.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
PK <sub>2</sub> O <sub>5</sub> V	0.01	20.09	5.89	0.01	19.15	2.23	26.05	4.79	7.16	3.07	18.09	3.14	0.01	4.92	13.38
ZR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	445.53	37.36	343.58	144.98	335.92	9.36	319.23	50.69	407.44	37.06
SR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.26	114.16	101.05	217.47	78.38	102.91	113.28	42.42	91.67	164.72
Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.63	9.34	94.99	14.50	67.18	3.12	52.52	31.04	112.05	16.47
Al	62.57	59.64	53.71	68.05	65.56	26.33	60.81	28.29	46.27	9.16	62.89	19.63	56.80	13.56	58.82
Q	4.54	0.00	0.00	13.70	0.00	48.17	0.00	42.34	21.08	42.83	0.00	35.73	11.55	40.98	2.51
or	2.02	3.51	10.26	1.69	0.31	1.97	2.95	1.97	6.31	0.91	0.99	0.85	0.73	2.46	1.46
ab	18.76	22.29	37.06	7.52	19.71	35.56	12.91	34.97	29.53	47.63	15.30	42.00	7.71	43.30	21.17
an	28.61	29.89	40.89	13.55	34.03	12.44	18.28	12.70	23.85	4.66	23.44	9.89	9.38	6.65	28.21
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.21	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
di	10.74	12.19	1.83	5.72	11.92	0.00	19.19	0.17	4.00	0.00	26.94	8.06	50.38	0.96	19.39
hy	9.78	7.64	2.40	17.69	13.10	1.38	30.47	5.33	12.35	1.32	22.32	1.05	3.43	3.09	21.70
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	0.00	0.00	0.00
ol	0.00	13.91	4.52	0.00	9.32	0.00	4.84	0.00	0.00	0.00	3.16	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	0.00	4.53	2.00	0.00	7.08	1.48	5.56	1.79	2.00	2.11	5.96	1.52	0.00	2.79	3.68
il	0.55	5.61	0.92	1.09	4.98	0.58	5.85	0.56	1.46	0.41	3.16	1.17	0.70	0.48	1.80
hem	19.58	0.00	0.00	35.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.55	0.00	0.00
ti	7.37	0.00	0.00	6.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00
ap	0.02	0.73	0.26	0.98	0.02	0.02	0.22	0.09	0.31	0.12	0.02	0.43	0.09	0.12	0.14
cc	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO <sub>4</sub>	17.63	18.12	5.29	31.90	17.24	2.00	23.48	4.31	6.44	2.77	16.27	2.83	14.91	4.43	12.04
Mg#	37.5	30.7	33.5	31.3	40.0	19.6	34.6	11.5	41.9	3.2	47.9	36.6	56.3	2.0	49.6
F/(F+M)	0.751	0.803	0.782	0.799	0.730	0.882	0.774	0.934	0.715	0.982	0.663	0.759	0.586	0.989	0.649
den	2.83	2.81	2.53	3.10	2.82	2.35	2.92	2.38	2.49	2.34	2.80	2.39	2.81	2.37	2.69

Annexe 2: Analyses du Complexe intrusif de Rainboth  
(suite et fin)

Sample Group #	85399	85402	85403	85404	85405	85391	85392	85393	85394	85395	85406	85409	85410
SiO <sub>2</sub>	50.97	59.02	50.30	77.58	55.90	61.25	77.15	41.74	50.56	42.87	47.60	77.42	78.60
TiO <sub>2</sub>	1.22	1.05	2.35	0.25	1.78	1.19	0.23	4.97	0.32	3.92	0.49	0.21	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.56	14.75	13.09	12.01	14.10	13.70	11.48	13.19	13.72	14.29	15.28	11.96	11.92
FeO	14.12	11.22	18.33	2.02	13.25	10.65	2.95	23.28	12.45	20.84	12.17	4.62	3.16
MnO	0.25	0.15	0.32	0.04	0.22	0.19	0.06	0.30	0.26	0.23	0.21	0.03	0.05
MgO	7.23	1.77	3.72	0.66	2.89	2.51	0.22	4.27	6.66	5.37	11.67	0.05	0.05
CaO	11.30	6.95	8.27	1.06	7.09	5.78	2.18	9.98	13.52	10.08	10.95	0.20	0.32
Na <sub>2</sub> O	2.01	4.45	2.82	6.01	3.59	3.62	5.58	1.94	2.14	2.11	1.56	4.83	4.83
K <sub>2</sub> O	0.29	0.34	0.50	0.36	0.88	0.84	0.13	0.23	0.35	0.24	0.07	0.67	0.82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.30	0.30	0.02	0.29	0.26	0.01	0.11	0.03	0.06	0.01	0.01	0.03
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
PK <sub>2</sub> O <sub>5</sub> V	15.70	12.47	20.37	2.25	14.73	11.83	3.28	25.87	13.83	23.15	13.53	5.13	3.49
ZR	36.63	155.86	56.11	307.86	90.23	218.01	403.35	18.55	15.48	20.86	12.39	381.43	328.79
SR	115.12	207.82	187.05	74.91	197.05	155.72	52.75	164.91	175.42	125.16	89.83	54.64	102.75
Y	17.79	60.27	34.29	89.28	58.08	48.79	124.11	4.12	10.32	3.13	9.29	90.72	77.08
AN	61.66	35.20	49.42	8.21	40.90	39.26	11.38	63.79	61.64	64.45	74.69	4.47	0.52
Q	2.25	13.58	3.79	37.97	9.46	17.79	40.34	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00	47.20
or	1.73	2.03	2.95	2.12	5.21	4.97	0.80	1.34	2.07	1.42	0.42	3.96	4.86
ab	17.01	37.64	23.83	50.89	30.37	30.66	47.25	16.40	18.08	17.82	13.20	40.92	40.86
an	24.38	19.29	21.61	4.71	19.78	18.65	5.86	26.63	26.83	28.83	34.49	1.70	1.38
C	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	3.91	3.01
di	26.00	11.27	13.62	0.33	11.45	7.07	3.62	18.56	33.15	17.06	16.08	0.00	0.00
bv	23.97	10.12	24.00	3.15	16.15	16.20	0.00	17.17	13.88	15.57	16.73	1.00	0.12
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	3.01	0.72	17.01	0.00	0.00
mt	3.70	4.97	5.09	1.09	4.30	2.94	2.24	11.10	3.43	12.40	2.47	4.29	0.37
il	2.32	2.00	4.46	0.47	3.39	2.26	0.43	9.43	0.61	7.45	0.92	0.39	0.41
hem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97
ap	0.09	0.70	0.70	0.05	0.67	0.60	0.02	0.26	0.07	0.15	0.02	0.02	0.07
FeO*	14.12	11.22	18.33	2.02	13.25	10.65	2.95	23.28	12.45	20.84	12.17	4.62	3.16
Mg#	47.7	21.9	26.6	36.7	28.0	29.6	11.6	24.6	48.8	31.5	63.1	1.9	2.8
F/F+M	0.685	0.865	0.834	0.758	0.823	0.812	0.933	0.847	0.656	0.797	0.515	0.989	0.984
den	2.74	2.58	2.77	2.34	2.64	2.56	2.35	2.95	2.72	2.89	2.76	2.36	2.34

### Annexe 3

#### Analyses pour les métaux et des éléments traceurs

##### Limites de détections:

\* Groupe de l'or par activation neutronique:

As: 1 ppm Au: 5 ppb Br: 1 ppm Cs: 1 ppm Sb: 0,1 ppm Se: 10 ppm

Tl: 500 ppm Tm: 2 ppm U: 0,2 ppm W: 1 ppm

\* Groupe des métaux de base par SAA:

Ag: 0,5 ppm Cu: 1 ppm Pb: 1 ppm Zn: 1 ppm

\* Groupe des platinoïdes par SEAP après une préconcentration  
par pyroanalyse:

Pd: 5 ppb Pt: 5 ppb Rh: 5 ppb

DESIGN: #05101-87 Géol. #05105-87 Géol. #05107-87 Géol. #05112-87 Géol. #05115-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020331 87 020332 87 020333 87 020334 87 020335

As	4 ppm	4 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	4 ppm
Au	7 ppb	6 ppb	9 ppb	< 5 ppb	16 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	2 ppm	1 ppm
Cs	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Sb	,1 ppm	,2 ppm	< ,1 ppm	,1 ppm	,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	< 2 ppm	3 ppm	5 ppm	< 2 ppm	5 ppm
U	,6 ppm	,3 ppm	,8 ppm	< ,2 ppm	,6 ppm
W	< 1 ppm	1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	3 ppm

DESIGN: #05118-87 Géol. #05119-87 Géol. #05128-87 Géol. #05129-87 Géol. #05102-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020336 87 020337 87 020338 87 020339 87 020340

As	22 ppm	< 1 ppm	1 ppm	15 ppm	3 ppm
Au	31 ppb	< 5 ppb	15 ppb	8.5 ppb	8 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	9 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	1,5 ppm	< ,1 ppm	,3 ppm	,1 ppm	,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	< 2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	10 ppm	3 ppm
U	,4 ppm	< ,2 ppm	,5 ppm	1,4 ppm	,3 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	16 ppm	1 ppm

Ag					< 0,5 ppm
Cu					109 ppm
Pb					< 1 ppm
Zn					0,27 %

DESIGN: #05103-87 Géol. #05104-87 Géol. #05106-87 Géol. #05108-87 Géol. #05109-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020341 87 020342 87 020343 87 020344 87 020345

As	32 ppm	,012 %	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Au	10 ppb	,11 ppm	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	2 ppm	1 ppm
Sb	1,5 ppm	1,2 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	,008 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	2 ppm	4 ppm
U	,4 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,9 ppm	,7 ppm
W	< 1 ppm	5 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm

Ag	1,2 ppm	8,39 ppm	< 0,5 ppm	< 0,5 ppm	< 0,5 ppm
Cu	30 ppm	501 ppm	23 ppm	12 ppm	28 ppm
Pb	13 ppm	20 ppm	1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Zn	104 ppm	462 ppm	40 ppm	32 ppm	47 ppm

DESIGN: #05110-87 Géol. #05111-87 Géol. #05113-87 Géol. #05114-87 Géol. #05116-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020346 87 020347 87 020348 87 020349 87 020350

As	9 ppm	2 ppm	23 ppm	< 1 ppm	6 ppm
Au	11 ppb	7 ppb	8 ppb	6 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Sb	,9 ppm	< ,1 ppm	,4 ppm	,1 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	4 ppm	3 ppm	4 ppm	2 ppm	< 2 ppm
U	,3 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,3 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Ag	< 0,5 ppm	,5 ppm	,7 ppm	1 ppm	1 ppm
Cu	14 ppm	1,10 %	9 ppm	35 ppm	92 ppm
Pb	5 ppm	< 1 ppm	17 ppm	10 ppm	< 1 ppm
Zn	11 ppm	62 ppm	48 ppm	335 ppm	75 ppm

DESIGN: #05117-87 Géol. #05120-87 Géol. #05121-87 Géol. #05122-87 Géol. #05123-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020351 87 020352 87 020353 87 020354 87 020355

As	33 ppm	4 ppm	5 ppm	3 ppm	< 1 ppm
Au	,11 ppm	< 5 ppb	7 ppb	< 5 ppb	11 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,6 ppm	,2 ppm	,2 ppm	,1 ppm	,4 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	,020 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	< 2 ppm	3 ppm	7 ppm	2 ppm
U	,3 ppm	,3 ppm	,5 ppm	,5 ppm	,8 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	4 ppm
Ag	11 ppm	< 0,5 ppm	< 0,5 ppm	< 0,5 ppm	2,5 ppm
Cu	62 ppm	33 ppm	37 ppm	21 ppm	493 ppm
Pb	20 ppm	6 ppm	4 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Zn	264 ppm	104 ppm	125 ppm	61 ppm	203 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05124-87 Géol. #05125-87 Géol. #05126-87 Géol. #05127-87 Géol. #05129-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020356 87 020357 87 020358 87 020359 87 020360

As	< 1 ppm	< 1 ppm	48 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	6 ppb	< 5 ppb	8 ppb	6 ppb	9 ppb
Br	< 1 ppm				
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm
Sb	< ,1 ppm	< ,1 ppm	,5 ppm	,1 ppm	< ,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	3 ppm	< 2 ppm
U	,5 ppm	2,2 ppm	,4 ppm	,9 ppm	< ,3 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	<0,5 ppm				
Cu	33 ppm	10 ppm	106 ppm	11 ppm	162 ppm
Pb	<1 ppm	7 ppm	19 ppm	<1 ppm	<1 ppm
Zn	265 ppm	70 ppm	0.12 %	44 ppm	124 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05130-87 Géol. #05131-87 Géol. #05133-87 Géol. #05134-87 Géol. #05135-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 020361 87 020362 87 020363 87 020364 87 020365

As	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	16 ppm	39 ppm
Au	7 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	17 ppb	,16 ppm
Br	< 1 ppm				
Cs	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Sb	,2 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm	,5 ppm	1,5 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	< 2 ppm	2 ppm	2 ppm	4 ppm	< 2 ppm
U	,3 ppm	,4 ppm	,5 ppm	,6 ppm	< ,2 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	<0,5 ppm				
Cu	50 ppm	20 ppm	21 ppm	26 ppm	14 ppm
Pb	<1 ppm	<1 ppm	<1 ppm	18 ppm	<1 ppm
Zn	98 ppm	349 ppm	44 ppm	119 ppm	74 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05138-87 Géol. #05189-87 Géol. #05190-87 Géol. #05191-87 Géol. #05192-87 Géol.  
 ND.LAB: 87 031105 87 031106 87 031107 87 031108 87 031109

As	< 1 ppm	7 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm				
Cs	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,3 ppm	,2 ppm	,2 ppm	,2 ppm	,3 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	< 2 ppm	< 2 ppm	3 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm
U	< ,2 ppm	,3 ppm	,8 ppm	,4 ppm	,8 ppm
W	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm

DESIGN: #05193-87 Géol. #05194-87 Géol. #05195-87 Géol. #05196-87 Géol. #05197-87 Géol.  
 ND.LAB: 87 031110 87 031111 87 031112 87 031113 87 031114

As	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	7 ppm	2 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Sb	,1 ppm	,2 ppm	,2 ppm	,3 ppm	1,0 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	2 ppm	< 2 ppm	2 ppm	< 2 ppm	4 ppm
U	,4 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,7 ppm	,6 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05136-87 Géol.  
 ND.LAB: 87 020366

As	34 ppm
Au	< 5 ppb
Br	< 1 ppm
Cs	2 ppm
Sb	,6 ppm
Se	< ,001 %
Tl	< ,05 %
Tm	2 ppm
U	,6 ppm
W	< 1 ppm

Ag	< 0,5 ppm
Cu	48 ppm
Pb	5 ppm
Zn	107 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05198-87 Géol. #05199-87 Géol. #05200-87 Géol. #05201-87 Géol. #05202-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031115 87 031116 87 031117 87 031118 87 031119

As	< 1 ppm				
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm	3 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	1 ppm	1 ppm	8 ppm	< 1 ppm
Sb	,1 ppm	,4 ppm	,3 ppm	,1 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	< 2 ppm	5 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	2 ppm
U	,4 ppm	,2 ppm	1,1 ppm	< ,2 ppm	,7 ppm
W	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	2 ppm	1 ppm

DESIGN: #05203-87 Géol. #05204-87 Géol. #05205-87 Géol. #05206-87 Géol. #05207-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031120 87 031121 87 031122 87 031123 87 031124

As	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	36 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Sb	,1 ppm	,2 ppm	,3 ppm	,7 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	4 ppm	4 ppm	3 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm
U	,7 ppm	,4 ppm	,9 ppm	,6 ppm	,4 ppm
W	< 1 ppm				

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05208-87 Géol. #05209-87 Géol. #05210-87 Géol. #05211-87 Géol. #05212-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031125 87 031126 87 031127 87 031128 87 031129

As	< 1 ppm				
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Sb	,2 ppm	,1 ppm	,3 ppm	,3 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	2 ppm	2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm
U	,4 ppm	< ,2 ppm	,8 ppm	,3 ppm	,6 ppm
W	< 1 ppm				

DESIGN: #05213-87 Géol. #05214-87 Géol. #05215-87 Géol. #05216-87 Géol. #05217-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031130 87 031131 87 031132 87 031133 87 031134

As	4 ppm	1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	7 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Cs	2 ppm	2 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,3 ppm	,3 ppm	,3 ppm	,4 ppm	,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	2 ppm	< 2 ppm	3 ppm	< 2 ppm
U	,6 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,4 ppm
W	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05218-87 Géol. #05219-87 Géol. #05220-87 Géol. #05221-87 Géol. #05222-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031135 87 031136 87 031137 87 031138 87 031139

As	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	4	ppm	< 1	ppm
Au	< 5	ppb								
Br	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	1	ppm	< 1	ppm
Cs	1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm
Sb	,2	ppm	,3	ppm	< ,1	ppm	,4	ppm	,2	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
TL	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	< 2	ppm	3	ppm	< 2	ppm	< 2	ppm	< 2	ppm
U	,4	ppm	,4	ppm	< ,2	ppm	,5	ppm	,6	ppm
W	< 1	ppm								

DESIGN: #05223-87 Géol. #05224-87 Géol. #05225-87 Géol. #05226-87 Géol. #05227-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031140 87 031141 87 031142 87 031143 87 031144

As	< 1	ppm								
Au	< 5	ppb								
Br	< 1	ppm	2	ppm						
Cs	< 1	ppm								
Sb	,3	ppm	,3	ppm	,3	ppm	,2	ppm	,2	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
TL	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	4	ppm	< 2	ppm	< 2	ppm	3	ppm	2	ppm
U	,7	ppm	,2	ppm	< ,2	ppm	,6	ppm	,2	ppm
W	< 1	ppm								

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05228-87 Géol. #05229-87 Géol. #05230-87 Géol. #09511-87 Géol. #09512-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031145 87 031146 87 031147 87 031148 87 031149

As	< 1	ppm	13	ppm	16	ppm	5	ppm	1	ppm
Au	< 5	ppb	5,7	ppm	6	ppb	< 5	ppb	< 5	ppb
Br	< 1	ppm	2	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm
Cs	< 1	ppm	2	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	1	ppm
Sb	,2	ppm	,1	ppm	,4	ppm	,3	ppm	,2	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
TL	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	3	ppm	9	ppm	4	ppm	4	ppm	< 2	ppm
U	,5	ppm	1,5	ppm	,8	ppm	,5	ppm	,9	ppm
W	1	ppm	13	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm

DESIGN: #09513-87 Géol. #09514-87 Géol. #09515-87 Géol. #09516-87 Géol. #09517-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031150 87 031151 87 031152 87 031153 87 031154

As	9	ppm	3	ppm	2	ppm	2	ppm	< 1	ppm
Au	6	ppb	< 5	ppb	< 5	ppb	7	ppb	7	ppb
Br	< 1	ppm	< 1	ppm	4	ppm	< 1	ppm	3	ppm
Cs	1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	1	ppm	1	ppm
Sb	,5	ppm	,2	ppm	,3	ppm	,3	ppm	,3	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
TL	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	2	ppm	3	ppm	< 2	ppm	2	ppm	3	ppm
U	,6	ppm	,4	ppm	,7	ppm	,6	ppm	,9	ppm
W	< 1	ppm								

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #09518-87 Géol. #09519-87 Géol. #09520-87 Géol. #09521-87 Géol. #09522-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031155 87 031156 87 031157 87 031158 87 031159

As	3 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	6 ppb	< 5 ppb	8 ppb	9 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Cs	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Sb	,5 ppm	,2 ppm	,3 ppm	,1 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	3 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	3 ppm
U	,6 ppm	,6 ppm	,6 ppm	,5 ppm	,7 ppm
W	< 1 ppm				

DESIGN: #09523-87 Géol. #09524-87 Géol. #09525-87 Géol. #09526-87 Géol. #09527-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031160 87 031161 87 031162 87 031163 87 031164

As	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	3 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	0,2 ppm	0,1 ppm	0,2 ppm	0,2 ppm	0,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	4 ppm	2 ppm	4 ppm	2 ppm	2 ppm
U	,5 ppm	,6 ppm	< 0,2 ppm	0,2 ppm	,6 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #09528-87 Géol. #09529-87 Géol. #09530-87 Géol. #09531-87 Géol. #09532-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031165 87 031166 87 031167 87 031168 87 031169

As	< 1 ppm	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	2 ppm	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	3 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	< 0,1 ppm	0,2 ppm	0,1 ppm	< 0,1 ppm	0,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	7 ppm	3 ppm	< 2 ppm	3 ppm	< 2 ppm
U	,9 ppm	,7 ppm	,2 ppm	,8 ppm	,8 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm

DESIGN: #09533-87 Géol. #09534-87 Géol. #09535-87 Géol. #09536-87 Géol. #09537-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031170 87 031171 87 031172 87 031173 87 031174

As	2 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	0,2 ppm	< 0,1 ppm	,2 ppm	0,1 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	5 ppm	3 ppm	< 2 ppm	3 ppm	5 ppm
U	,5 ppm	,8 ppm	1,1 ppm	,7 ppm	,6 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	3 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #09538-87 Géol. #09539-87 Géol. #09540-87 Géol. #09541-87 Géol. #09542-87 Géol.  
NO.LAB: 87 031175 87 031176 87 031177 87 031178 87 031179

As	<1	ppm	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Au	<5	ppb								
Br	<1	ppm								
Cs	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	2	ppm	<1	ppm
Sb	0,2	ppm	0,4	ppm	2	ppm	0,1	ppm	<0,1	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TI	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	<2	ppm	4	ppm	<2	ppm	2	ppm	2	ppm
U	,7	ppm	< ,2	ppm	,8	ppm	1,2	ppm	,3	ppm
W	2	ppm	2	ppm	2	ppm	4	ppm	3	ppm

DESIGN: #09543-87 Géol. #09544-87 Géol. #09545-87 Géol. #09546-87 Géol. #09547-87 Géol.  
NO.LAB: 87 031180 87 031181 87 031182 87 031183 87 031184

As	4	ppm	6	ppm	9	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Au	<5	ppb								
Br	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm	<1	ppm
Cs	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Sb	0,2	ppm	0,2	ppm	0,2	ppm	0,2	ppm	1,8	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TI	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	3	ppm	4	ppm	4	ppm	6	ppm	<2	ppm
U	,4	ppm	,5	ppm	,6	ppm	,7	ppm	< ,2	ppm
W	3	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm	1	ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #09548-87 Géol. #09549-87 Géol. #09550-87 Géol. #09551-87 Géol. #09552-87 Géol.  
NO.LAB: 87 031185 87 031186 87 031187 87 031188 87 031189

As	3	ppm	1	ppm	1	ppm	10	ppm	4	ppm
Au	<5	ppb								
Br	<1	ppm	1	ppm	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Cs	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm
Sb	0,3	ppm	0,1	ppm	0,2	ppm	0,4	ppm	0,2	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TI	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	3	ppm	3	ppm	4	ppm	3	ppm	3	ppm
U	,6	ppm	< ,2	ppm	,6	ppm	,5	ppm	,5	ppm
W	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm	2	ppm

DESIGN: #09553-87 Géol. #09554-87 Géol. #09555-87 Géol. #09556-87 Géol. #09557-87 Géol.  
NO.LAB: 87 031190 87 031191 87 031192 87 031193 87 031194

As	<1	ppm	14	ppm	6	ppm	1	ppm	<1	ppm
Au	<5	ppb	6	ppb	<5	ppb	<5	ppb	<5	ppb
Br	<1	ppm								
Cs	<1	ppm								
Sb	0,1	ppm	0,5	ppm	0,3	ppm	0,2	ppm	0,2	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TI	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	4	ppm	3	ppm	2	ppm	<2	ppm	5	ppm
U	,8	ppm	,3	ppm	,6	ppm	,8	ppm	0,9	ppm
W	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm	1	ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #09558-87 Géol. #09559-87 Géol. #09560-87 Géol. #09561-87 Géol. #09562-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031195 87 031196 87 031197 87 031198 87 031199

As	13	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm
Au	<5	ppb								
Br	<1	ppm								
Cs	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm	1	ppm
Sb	0,5	ppm	0,2	ppm	<0,1	ppm	0,3	ppm	0,3	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TL	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	2	ppm	4	ppm	2	ppm	3	ppm	3	ppm
U	,6	ppm	,9	ppm	< ,2	ppm	,8	ppm	,4	ppm
W	<1	ppm	1	ppm	<1	ppm	1	ppm	2	ppm

DESIGN: #09563-87 Géol. #09564-87 Géol. #09565-87 Géol. #09566-87 Géol. #09567-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031200 87 031201 87 031202 87 031203 87 031204

As	1	ppm	9	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Au	<5	ppb								
Br	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm	<1	ppm
Cs	1	ppm	<1	ppm	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Sb	0,2	ppm	0,5	ppm	,2	ppm	0,1	ppm	0,2	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TL	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	2	ppm	6	ppm	4	ppm	4	ppm	3	ppm
U	,6	ppm	,6	ppm	1,1	ppm	< ,2	ppm	,3	ppm
W	2	ppm	2	ppm	2	ppm	2	ppm	1	ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #09568-87 Géol. #09569-87 Géol. #09570-87 Géol. #09571-87 Géol. #09572-87 Géol.  
 NO.LAB: 87 031205 87 031206 87 031207 87 031208 87 031209

As	<1	ppm								
Au	<5	ppb								
Br	3	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm
Cs	<1	ppm	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Sb	0,1	ppm	0,1	ppm	0,1	ppm	0,3	ppm	0,2	ppm
Se	< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %		< ,001 %	
TL	< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %		< ,05 %	
Tm	<2	ppm	4	ppm	3	ppm	3	ppm	3	ppm
U	,3	ppm	1,0	ppm	1,0	ppm	< ,2	ppm	,5	ppm
W	2	ppm	2	ppm	2	ppm	3	ppm	2	ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \* \* \* \* \*

DESIGN: #05300-BB Géol. #05301-BB Géol. #05302-BB Géol. #05303-BB Géol. #05304-BB Géol.  
 NO.LAB: BB 010269 BB 010270 BB 010271 BB 010272 BB 010273

As	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	1 ppm
Au	< 5 ppb	6 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm				
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	< ,1 ppm				
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	4 ppm	2 ppm	4 ppm	5 ppm
J	< ,2 ppm	,2 ppm	,6 ppm	2,3 ppm	1,9 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	<0,5 ppm				
Cu	48 ppm	163 ppm	115 ppm	108 ppm	127 ppm
Pb	<1 ppm	<1 ppm	1 ppm	2 ppm	<1 ppm
Zn	87 ppm	146 ppm	58 ppm	559 ppm	619 ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \* \* \* \* \*

DESIGN: #09573-B7 Géol. #09574-B7 Géol. #09575-B7 Géol.  
 NO.LAB: B7 031210 B7 031211 B7 031212

As	<1 ppm	2 ppm	<1 ppm
Au	<5 ppb	<5 ppb	<5 ppb
Br	<1 ppm	<1 ppm	2 ppm
Cs	1 ppm	<1 ppm	<1 ppm
Sb	0,2 ppm	0,1 ppm	0,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TL	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	6 ppm	4 ppm	3 ppm
U	,4 ppm	,6 ppm	< ,2 ppm
W	3 ppm	2 ppm	2 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05305-88 Géol. #05306-88 Géol. #05307-88 Géol. #05308-88 Géol. #05309-88 Géol  
 NO.LAB: 88 010274 88 010275 88 010276 88 010277 88 010278

As	1 ppm	< 1 ppm	3 ppm	1 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	17 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm				
Cs	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,2 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	< 2 ppm	3 ppm	2 ppm	6 ppm	3 ppm
U	,8 ppm	,3 ppm	,7 ppm	,6 ppm	< ,2 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	<0,5 ppm				
Cu	77 ppm	398 ppm	217 ppm	14 ppm	105 ppm
Pb	<1 ppm				
Zn	47 ppm	229 ppm	641 ppm	297 ppm	92 ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05310-88 Géol. #05311-88 Géol. #05312-88 Géol. #05313-88 Géol. #05314-88 Géol  
 NO.LAB: 88 010279 88 010280 88 010281 88 010282 88 010283

As	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm				
Cs	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	< ,1 ppm				
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	2 ppm	< 2 ppm	3 ppm	4 ppm
U	,7 ppm	< ,2 ppm	< ,2 ppm	,7 ppm	,5 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	1,8 ppm	<0,5 ppm	<0,5 ppm	<0,5 ppm	<0,5 ppm
Cu	113 ppm	75 ppm	13 ppm	4 ppm	3 ppm
Pb	6 ppm	<1 ppm	<1 ppm	2 ppm	<1 ppm
Zn	111 ppm	147 ppm	124 ppm	35 ppm	57 ppm

\*\*\*\*\* RESULTAT \*\*\*\*\*

DESIGN: #05315-88 Géol. #05316-88 Géol. #05317-88 Géol. #05318-88 Géol. #05319-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 010284 88 010285 88 010286 88 010287 88 010288

As	10	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	3	ppm
Au	< 5	ppb								
Br	< 1	ppm								
Cs	< 1	ppm								
Sb	< ,1	ppm								
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
TI	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	< 2	ppm	4	ppm	4	ppm	< 2	ppm	4	ppm
U	< ,2	ppm	,7	ppm	,5	ppm	< ,2	ppm	,6	ppm
W	< 1	ppm	1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm

Ag	<0,5	ppm	<0,5	ppm	1,7	ppm	<0,5	ppm	<0,5	ppm
Cu	4	ppm	12	ppm	8	ppm	229	ppm	19	ppm
Pb	3	ppm	1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm
Zn	44	ppm	318	ppm	82	ppm	105	ppm	177	ppm

\*\*\*\*\* RESULTAT \*\*\*\*\*

DESIGN: #05320-88 Géol. #05323-88 Géol. #05324-88 Géol. #05325-88 Géol. #05326-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 010299 88 010300 88 010301 88 010302 88 010303

As	2	ppm	< 1	ppm						
Au	13	ppb	< 5	ppb						
Br	< 1	ppm	2	ppm	3	ppm	< 1	ppm	2	ppm
Cs	< 1	ppm								
Sb	< ,1	ppm	< ,1	ppm	< ,1	ppm	,2	ppm	< ,1	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
TI	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	< 2	ppm	< 2	ppm	6	ppm	3	ppm	4	ppm
U	,4	ppm	,2	ppm	,4	ppm	< ,2	ppm	< ,2	ppm
W	< 1	ppm								

Ag	0,5	ppm	<0,5	ppm	<0,5	ppm	<0,5	ppm	<0,5	ppm
Cu	326	ppm	111	ppm	31	ppm	93	ppm	31	ppm
Pb	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	<1	ppm	1	ppm
Zn	33	ppm	105	ppm	78	ppm	77	ppm	88	ppm

Pd	10	ppb	13	ppb	<6	ppb	<6	ppb	<6	ppb
Pt	<6	ppb	6	ppb	<6	ppb	<6	ppb	<6	ppb
Rh	11	ppb	<6	ppb	<6	ppb	<6	ppb	<6	ppb

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05321-88 Géol. #05322-88 Géol. #05329-88 Géol. #05330-88 Géol. #05331-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 010289 88 010290 88 010291 88 010292 88 010293

As	< 1 ppm	< 1 ppm	23 ppm	21 ppm	1 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	< ,1 ppm	< ,1 ppm	,9 ppm	,4 ppm	< ,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	4 ppm	4 ppm	4 ppm	4 ppm
U	,3 ppm	,8 ppm	,4 ppm	,6 ppm	,6 ppm
W	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Ag	<0,5 ppm	<0,5 ppm	<0,5 ppm	<0,5 ppm	1,5 ppm
Cu	3 ppm	24 ppm	20 ppm	10 ppm	0,17 %
Pb	<1 ppm	<1 ppm	12 ppm	8 ppm	<1 ppm
Zn	55 ppm	53 ppm	88 ppm	94 ppm	66 ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05327-88 Géol. #05328-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 010304 88 010305

As	2 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	2 ppm	1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,8 ppm	< ,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %
Tm	6 ppm	4 ppm
U	,3 ppm	< ,2 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm
Ag	<0,5 ppm	<0,5 ppm
Cu	50 ppm	44 ppm
Pb	<1 ppm	<1 ppm
Zn	51 ppm	65 ppm
Pd	7 ppb	<6 ppb
Pt	<6 ppb	<6 ppb
Rh	<6 ppb	<6 ppb

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05332-88 Géol. #05333-88 Géol. #05334-88 Géol. #05335-88 Géol. #05336-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 010294 88 010295 88 010296 88 010297 88 010298

As	< 1 ppm	5 ppm	3 ppm	4 ppm	23 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	10 ppb
Br	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm
Sb	< ,1 ppm	,3 ppm	,3 ppm	,2 ppm	,7 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	2 ppm	6 ppm	5 ppm	6 ppm	6 ppm
U	,3 ppm	,5 ppm	,5 ppm	1,1 ppm	,7 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	<0,5 ppm				
Cu	14 ppm	25 ppm	22 ppm	20 ppm	22 ppm
Pb	<1 ppm	8 ppm	5 ppm	15 ppm	4 ppm
Zn	19 ppm	42 ppm	121 ppm	136 ppm	77 ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05338-88 Géol. #05344-88 Géol. #05345-88 Géol. #05337-88 Géol. #05339-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 016693 88 016694 88 016695 88 016696 88 016697

As	22 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	< 1 ppm	3 ppm	1 ppm	2 ppm	2 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Sb	,4 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm	< ,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	5 ppm	4 ppm	2 ppm	4 ppm	4 ppm
U	,4 ppm	,4 ppm	< ,2 ppm	< ,2 ppm	< ,2 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Ag	< ,5 ppm				
Cu	11 ppm	252 ppm	47 ppm	389 ppm	95 ppm
Pb	9 ppm	6 ppm	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Zn	102 ppm	125 ppm	83 ppm	91 ppm	178 ppm
Pd				<6 ppb	<6 ppb
Pt				<6 ppb	<6 ppb
Rh				<6 ppb	<6 ppb

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05355-88 Géol., #05342-88 Géol., #05348-88 Géol., #05349-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 016708 88 016709 88 016710 88 016711

As	< 1 ppm	< 1 ppm	,029 %	< 1 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	11 ppb	8 ppb
Br	3 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	3 ppm
Cs	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,2 ppm	< ,1 ppm	2,2 ppm	< ,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	,002 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	2 ppm	< 2 ppm	4 ppm	< 2 ppm
U	< ,2 ppm	< ,2 ppm	,4 ppm	< ,2 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	3 ppm

Ag	<0,5 ppm	<0,5 ppm	2,5 ppm	<0,5 ppm
Cu	7 ppm	87 ppm	<1 ppm	51 ppm
Pb	<1 ppm	<1 ppm	44 ppm	<1 ppm
Zn	49 ppm	151 ppm	73 ppm	128 ppm

Pd	<6 ppb	<6 ppb	<6 ppb	<6 ppb
Pt	<6 ppb	<6 ppb	<6 ppb	<6 ppb
Rh	<6 ppb	<6 ppb	<6 ppb	<6 ppb

Cr		30 ppm	30 ppm	230 ppm
Ni		30 ppm	420 ppm	27 ppm
V		0,06 %	0,05 %	0,16 %

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05340-88 Géol., #05341-88 Géol., #05343-88 Géol., #05346-88 Géol., #05347-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 016698 88 016699 88 016700 88 016701 88 016702

As	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Au	< 5 ppb				
Br	2 ppm	< 1 ppm	2 ppm	2 ppm	1 ppm
Cs	< 1 ppm				
Sb	< ,1 ppm				
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
Tl	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	< 2 ppm	3 ppm	9 ppm	2 ppm
U	< ,2 ppm	< ,2 ppm	< ,2 ppm	,5 ppm	< ,2 ppm
W	< 1 ppm				

Ag	< ,5 ppm				
Cu	18 ppm	44 ppm	83 ppm	13 ppm	34 ppm
Pb	< 1 ppm				
Zn	88 ppm	131 ppm	96 ppm	61 ppm	122 ppm

Pd	<6 ppb				
Pt	<6 ppb				
Rh	<6 ppb				

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05350-88 Géol. #05351-88 Géol. #05352-88 Géol. #05353-88 Géol. #05354-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 016703 88 016704 88 016705 88 016706 88 016707

As	< 1 ppm	5 ppm	27 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Au	7 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb
Br	< 1 ppm	2 ppm	3 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	3 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Sb	,2 ppm	,1 ppm	,2 ppm	< ,1 ppm	,2 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	2 ppm	2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	5 ppm
U	< ,2 ppm	< ,2 ppm	< ,2 ppm	< ,2 ppm	1,5 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm	1 ppm	< 1 ppm

Ag	< ,5 ppm				
Cu	52 ppm	89 ppm	126 ppm	48 ppm	9 ppm
Fb	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Zn	73 ppm	146 ppm	153 ppm	89 ppm	52 ppm

Pd	< 6 ppb				
Pt	< 6 ppb				
Rh	< 6 ppb				

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05357-88 Géol. #05358-88 Géol. #05359-88 Géol. #05360-88 Géol. #05361-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 022917 88 022918 88 022919 88 022920 88 022921

As	< 1 ppm	1 ppm	2 ppm	< 1 ppm	51 ppm
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	< 5 ppb	12 ppb
Br	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm	< 1 ppm
Cs	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm
Sb	,1 ppm	< ,1 ppm	,1 ppm	< ,1 ppm	1,0 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	6 ppm	3 ppm	4 ppm	4 ppm	4 ppm
U	,6 ppm	,7 ppm	,6 ppm	1,3 ppm	,8 ppm
W	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	2 ppm

Ag	1,0 ppm	1,0 ppm	1,0 ppm	0,7 ppm	1,5 ppm
Cu	8 ppm	71 ppm	31 ppm	291 ppm	39 ppm
Pb	< 1 ppm	3 ppm	< 1 ppm	8 ppm	103 ppm
Zn	194 ppm	241 ppm	176 ppm	28 ppm	208 ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \* \* \* \* \*

DESIGN: #05362-88 Géol. #05363-88 Géol. #05364-88 Géol. #05365-88 Géol. #05366-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 022922 88 022923 88 022924 88 022925 88 022926

As	5	ppm	3	ppm	17	ppm	< 1	ppm	1	ppm
Au	< 5	ppb	< 5	ppb	6	ppb	< 5	ppb	< 20	ppm
Br	< 1	ppm	2	ppm						
Cs	< 1	ppm	< 1	ppm	1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm
Sb	,1	ppm	,2	ppm	,3	ppm	< ,1	ppm	< ,1	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
Tl	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	4	ppm	5	ppm	3	ppm	3	ppm	7	ppm
U	,6	ppm	1,0	ppm	,7	ppm	< ,2	ppm	1,4	ppm
W	< 1	ppm								
Ag	1,2	ppm	1,2	ppm	1,2	ppm	2,4	ppm	1,2	ppm
Cu	9	ppm	37	ppm	16	ppm	235	ppm	27	ppm
Pb	6	ppm	< 1	ppm	7	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm
Zn	26	ppm	310	ppm	87	ppm	106	ppm	38	ppm

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \* \* \* \* \*

DESIGN: #05367-88 Géol. #05368-88 Géol. #05369-88 Géol. #05370-88 Géol. #05371-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 022927 88 022928 88 022929 88 022930 88 022931

As	2	ppm	< 1	ppm	22	ppm	< 1	ppm	4	ppm
Au	< 5	ppb								
Br	< 1	ppm								
Cs	< 1	ppm	< 1	ppm	2	ppm	< 1	ppm	2	ppm
Sb	,1	ppm	< ,1	ppm	,3	ppm	< ,2	ppm	< ,1	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
Tl	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	2	ppm	3	ppm	4	ppm	2	ppm	3	ppm
U	,5	ppm	,7	ppm	,5	ppm	,6	ppm	,4	ppm
W	< 1	ppm								
Ag	1,0	ppm	2,5	ppm	1,0	ppm	1,2	ppm	1,2	ppm
Cu	63	ppm	17	ppm	29	ppm	10	ppm	25	ppm
Pb	118	ppm	< 1	ppm						
Zn	319	ppm	102	ppm	84	ppm	86	ppm	111	ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05372-88 Géol. #05373-88 Géol. #05374-88 Géol. #05375-88 Géol. #05376-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 022932 88 022933 88 022934 88 022935 88 022936

As	3	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	9	ppm	6	ppm
Au	< 5	ppb								
Br	< 1	ppm								
Cs	< 1	ppm	< 1	ppm	1	ppm	< 1	ppm	2	ppm
Sb	,2	ppm	< ,1	ppm	,1	ppm	,1	ppm	,8	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%	< ,001	%
Tl	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%	< ,05	%
Tm	3	ppm	3	ppm	5	ppm	2	ppm	3	ppm
U	,7	ppm	,5	ppm	,8	ppm	< ,2	ppm	,5	ppm
W	< 1	ppm	2	ppm	3	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm

Ag	0,7	ppm	0,7	ppm	< ,5	ppm	2,5	ppm	0,7	ppm
Cu	10	ppm	12	ppm	34	ppm	176	ppm	31	ppm
Pb	24	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	< 1	ppm	40	ppm
Zn	100	ppm	43	ppm	39	ppm	137	ppm	76	ppm

\*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

DESIGN: #05377-88 Géol. #05378-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 022942 88 022943

As	< 1	ppm	< 1	ppm
Au	< 5	ppb	< 5	ppb
Br	< 1	ppm	< 1	ppm
Cs	< 1	ppm	4	ppm
Sb	,2	ppm	< ,1	ppm
Se	< ,001	%	< ,001	%
Tl	< ,05	%	< ,05	%
Tm	2	ppm	3	ppm
U	< ,2	ppm	< ,2	ppm
W	< 1	ppm	< 1	ppm

Ag	1,5	ppm	1,7	ppm
Cu	121	ppm	97	ppm
Pb	< 1	ppm	< 1	ppm
Zn	73	ppm	163	ppm

Pd	15	ppb	< 6	ppb
Pt	16	ppb	< 6	ppb
Rh	< 6	ppb	< 6	ppb

Cr	493	ppm	30	ppm
Ni	248	ppm	107	ppm
V	268	ppm	258	ppm

\*\*\*\*\* RESULTAT \*\*\*\*\*

DESIGN: #05379-88 Géol. #05380-88 Géol. #05451-88 Géol. #05452-88 Géol. #05453-88 Géol.  
 NO.LAB: 88 022937 88 022938 88 022939 88 022940 88 022941

As	3 ppm	8 ppm	< 1 ppm	3 ppm	4 ppm
Au	< 5 ppb				
Er	< 1 ppm				
Cs	< 1 ppm	1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	1 ppm
Sb	< ,1 ppm	,1 ppm	< ,1 ppm	,2 ppm	,1 ppm
Se	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %	< ,001 %
TI	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %	< ,05 %
Tm	3 ppm	3 ppm	< 2 ppm	3 ppm	4 ppm
U	,9 ppm	,4 ppm	< ,2 ppm	,6 ppm	,7 ppm
W	< 1 ppm				
Ag	< ,5 ppm	1,0 ppm	1,9 ppm	< ,5 ppm	0,7 ppm
Cu	24 ppm	63 ppm	14 ppm	54 ppm	95 ppm
Pb	2 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm	< 1 ppm
Zn	84 ppm	345 ppm	175 ppm	107 ppm	194 ppm

## Annexe 4

### Localisation et description des échantillons analysés

#### Liste des codes:

V1: volcanite felsique	I1: roche intrusive felsique
V1B: rhyolite	I1D: tonalite
V2: volcanite intermédiaire	I1H: granophyre
V2J: andésite	I2: roche intrusive intermédiaire
V3: volcanite mafique	I3: roche intrusive mafique
V3B: basalte	I3A: gabbro
V4: volcanite ultramafique	I3B: diabase
M8: amphibolite	I3G: anorthosite gabbroïque
M19: roche hybride	I3H: gabbro anorthositique
Cp: chalcopryrite	I3I: gabbro à olivine
Po: pyrrhotite	I3K: gabbronorite
Py: pyrite	I4A: hornblendite
I1: ilménite	
Mg: magnétite	

Analyses (1987) pour les éléments majeurs

<u>No d'analyse</u>	<u>No d'échan- tillon</u>	<u>Description</u>
87-5139	AG-1-005	V3B, cisailé, trou de forage Agnico-Eagle AG-1. MTM: 387 000 E, 5 484 000 N, APPROX.
87-5140	T-27-003	V3B, cisailé, trou de forage Telbel T-27. MTM: 387 000 E, 5 484 000 N, APPROX.
87-5141	Explo-Zinc	V1 ?. volcanite felsique chloritisée, haldes du gisement Explo-Zinc.
87-5142	Mine Poirier	Chloritite, haldes de la mine de Poirier.
87-5143	Joutel- Copper	V1, volcanite felsique chloritisée, haldes de la mine Joutel-Copper.
87-5144	87-1070-a	V3B, coussiné, non cisailée. MTM: 390 220 E, 5 476 830 N
87-5145	87-1014	V3, tuf, faiblement cisailé. MTM: 392 510 E, 5 478 060 N
87-5146	87-2100-a	V2, massif, phénocristaux de plagioclases, faiblement épidotisé. MTM: 384 000 E, 5 484 560 N
87-5147	87-1084	V4, spinifex, faiblement cisailée, faiblement serpentinisée. MTM: 389 350 E, 5 483 600 N
87-5148	1068-a	I3, gabbro à stilpnomélane. MTM: 384 980 E, 5 484 380 N
87-5149	87-1000	V1B, tuf, fortement cisailé et altéré. MTM: 389 550 E, 5 480 150 N
87-5150	87-2050	V1B, modérément cisailée, peu altérée. MTM: 390 300 E, 5 478 850 N
87-5151	87-2059-a	V1B, peu cisailée, peu altérée. MTM: 390 590 E, 5 479 455 N
87-5152	87-1041-b	V1B, tuf, fortement cisailé et altéré. MTM: 390 020 E, 5 480 460 N
87-5153	87-1028-a	V1B, tuf à lapilli, peu cisailé, fortement altéré. MTM: 388 980 E, 5 480 620 N
87-5154	87-2033	M8, massif. MTM: 378 965 E, 5 474 560 N
87-5155	87-1006	V1B, tuf, fortement altéré et cisailé. MTM: 389 240 E, 5 480 070 N
87-5156	87-1016-a	V1B, peu cisailée, fortement altérée. MTM: 392 340 E, 5 478 070 N
87-5157	87-3016	V1B, tuf à lapilli. MTM: 385 150 E, 5 478 280 N
87-5158	87-1034-a	V1B, tuf, peu cisailé, peu altéré. MTM: 388 300 E, 5 478 600 N

## Annexe 4 (suite)

87-5159	87-1044-a	V1B, tuf, fortement cisailé et altéré. MTM: 389 850 E, 5 480 460 N
87-5160	87-2073	V1B, tuf, peu cisailé, peu altéré. MTM: 390 700 E, 5 478 840 N
87-5161	87-1047-a	V1B, massif, non cisailé, non altéré. MTM: 387 200 E, 5 478 750 N
87-5162	87-1067-b	V1B, tuf, non cisailé, non altéré. MTM: 386 675 E, 5 478 450 N
87-5163	87-1061-a	V2, tuf, peu cisailé, peu altéré. MTM: 391 880 E, 5 480 820 N
87-5164	87-1074	V2, massif, peu cisailée, peu altérée. MTM: 392 320 E, 5 477 620 N
87-5165	87-1079	V2, coussinée, peu cisailée, peu altérée. MTM: 393 870 E, 5 479 060 N
87-5166	87-1071	V2, tuf polygénique, peu cisailé, peu altéré. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5167	87-2097-a	V2, tuf, peu cisailé, peu altéré. MTM: 391 555 E, 5 478 740 N
87-5168	87-1020	V1B, tuf, cisailé, modérément altéré. MTM: 388 910 E, 5 480 420 N
87-5169	87-2122-a	I3, grain moyen. MTM: 384 460 E, 5 479 830 N
87-5170	87-2121	I3, diabase protérozoïque. MTM: 384 330 E, 5 479 720 N
87-5171	87-2131	M19, grain moyen, légèrement altéré. MTM: 383 490 E, 5 487 690 N
87-5172	87-2026-c	I1, grain moyen, texture granophyrique. MTM: 380 900 E, 5 476 440 N
87-5173	87-2027	I1H, grain fin. MTM: 380 550 E, 5 476 070 N
87-5174	87-2130	I3, grain moyen, légèrement altéré. MTM: 383 520 E, 5 487 710 N
87-5175	87-2026	I1, texture granophyrique. MTM: 380 900 E, 5 476 440 N
87-5176	87-2112-a	I1, grain moyen, légèrement altéré. MTM: 384 290 E, 5 481 790 N
87-5177	87-2058-a	V1B, tuf. MTM: 390 450 E, 5 479 000 N
87-5178	87-2081-a	V1B, massif, peu cisailé. MTM: 387 875 E, 5 478 165 N
87-5179	87-1063-a	V1, très cisailé, mylonite ?. MTM: 387 360 E, 5 484 480 N
87-5180	87-1031-a	V1B, peu altéré. MTM: 387 975 E, 5 479 325 N
87-5181	87-2084-a	V1B, massif, légère chloritisation. MTM: 387 500 E, 5 478 550 N
87-5182	87-1039	V1B, chloritisé, pyritisé, peu cisailé. MTM: 387 480 E, 5 478 350 N
87-5183	87-1080-a	V2, tuf?, carbonatisé, peu chloritisé. MTM: 391 950 E, 5 480 690 N

## Annexe 4 (suite)

87-5184	87-1011	V1B, tuf, très cisailé et altéré. MTM: 389 400 E, 5 480 170 N
87-5185	87-2068	V1B, tuf, cisailé et altéré. MTM: 390 950 E, 5 478 640 N
87-5186	87-1023-b	V1B, tuf, cisailé et altéré. MTM: 388 780 E, 5 480 720 N
87-5187	87-1066-b	V1B, tuf. MTM: 386 675 E, 5 478 450 N
87-5188	87-2047-a	V1B, tuf. MTM: 387 800 E, 5 478 405 N

Analyses (1987) pour les métaux et des éléments traceurs

<u>No d'analyse</u>	<u>No d'échan- tillon</u>	<u>Description</u>
87-5101	87-1008	V1B, tuf, fortement cisailé et altéré. MTM: 389 250 E, 5 480 250 N
87-5102	87-2009	V1B, tuf à lapilli schisteux. MTM: 390 320 E, 5 480 260 N
87-5103	87-2050	V1B, indice minéralisé, Py < 10%. MTM: 390 300 E, 5 478 850 N
87-5104	Mine Joutel	V1B, très chloritisée avec sulfures. MTM:
87-5105	87-2022	I19, Py < 1%. MTM: 381 900 E, 5 477 500 N
87-5106	87-1003	V1B, modérément cisailée et altérée. MTM: 390 300 E, 5 480 250 N.
87-5107	87-2022	I1, Py< 5% dans veinule de quartz. MTM: 381 900 E, 5 477 500 N
87-5108	87-1015	V1B, fortement cisailée. MTM: 392 470 E, 5 478 040 N
87-5109	87-2058	V1B, tuf, Py <2%. MTM: 390 450 E, 5 479 000 N
87-5110	87-2058	V1B, fortement carbonatisée. MTM: 389 450 E, 5 479 000 N
87-5111	87-1032	V1B, chloritisée, Py= 3%. MTM: 387 960 E, 5 479 270 N
87-5112	87-1052	Veine de quartz et carbonate (65%). MTM: 388 950 E, 5 480 630 N
87-5113	87-2017	V1B, petit horizon d'exhalite ?, Py= 8% à grain très fin. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5114	87-1000	V1B, tuf, fortement cisailé et altéré. MTM: 389 550 E, 5 480 150 N
87-5115	87-2006	I1, altéré, 10% Py dans veinule de Quartz et carbonate. MTM: 382 230 E, 5 477 640 N
87-5116	87-2010	V1B, tuf, schisteux. MTM: 390 340 E, 5 480 270 N
87-5117	87-2017	V1B, tuf, horizon d'exhalite (?) avec Py = 3% à grain très fin. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5118	87-2033	Gneiss felsique, Py= 30% dans un filonnet. MTM: 378 965 E, 5 474 560 N
87-5119	87-1068	I3, gabbro à stilpnomélane. MTM: 384 980 E, 5 484 380 N
87-5120	87-2089	V1B, tuf, Py≈ 3%. MTM: 388 570 E, 5 478 200 N
87-5121	87-2065	V1B, fortement cisailée et carbonatisée. MTM: 391 345 E, 5 478 210 N

## Annexe 4 (suite)

87-5122	87-2054	V1B, modérément cisailée, altérée. MTM: 390 555 E, 5 478 945 N
87-5123	Mine Poirier	V1B, chloritisée, Cp= 10%, Po= 5%. MTM:
87-5124	87-1058	V1B, fortement cisailée et altérée. MTM: 388 170 E, 5 480 940 N
87-5125	87-1041	V1B, tuf, fortement cisailé. MTM: 390 020 E, 5 480 460 N
87-5126	Mine Explo- Zinc	V1B, chloritisée, Py= 15%. MTM:
87-5127	87-1016	V1B, tuf, fortement altéré. MTM: 392 340 E, 5 478 070 N
87-5128	87-1063	V1B, modérément cisailée (site d'Agnico-Eagle), Py≈ 1%. MTM: 387 360 E, 5 484 480 N
87-5129	87-2100	Exhalite - V2, Po= 18%, Cp= 1%. MTM: 384 000 E, 5 484 560 N
87-5130	87-1025	V1B, tuf, fortement cisailé. MTM: 389 760 E, 5 480 510 N
87-5131	87-1057	V1B, tuf, fortement cisailé. MTM: 388 630 E, 5 480 560 N
87-5132	87-1026	V1, tuf, modérément cisailé. MTM: 389 720 E, 5 480 730 N
87-5133	87-1001	V1, tuf, fortement cisailé. MTM: 389 480 E, 5 480 190 N
87-5134	87-1034	V1B, tuf, modérément cisailé, Py= 2%. MTM: 388 300 E, 5 478 600 N
87-5135	87-1082	Roche métasomatique, cherteux, Py= 3%. MTM: 388 710 E, 5 483 990 N
87-5136	87-2041	V1, tuf, Py=3%. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5137	87-1084	V3-V4, spinifex, Po=2%. MTM: 389 350 E, 5 483 600 N
87-5138	87-2113	I3, épidotisé. MTM: 384 270 E, 5 478 190 N
87-5189	87-1081	Sédiment, fortement cisailé, Py= 2%. MTM: 388 620 E, 5 483 840 N
87-5190	87-1006	V1, fortement cisailée. MTM: 389 240 E, 5 480 070 N
87-5191	87-3011	V1, tuf, non cisailé. MTM: 388 260 E, 5 479 470 N
87-5192	87-1011	V1, tuf, fortement cisailé. MTM: 389 400 E, 5 480 170 N
87-5193	87-1052	V1, tuf, fortement cisailé. MTM: 388 950 E, 5 480 630 N
87-5194	87-2040	V1B, tuf, fortement cisailé. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5195	87-1031	V1B, tuf, veinules avec Py= 1%. MTM: 387 975 E, 5 479 325 N

## Annexe 4 (suite)

87-5196	87-1007	V1, tuf, fortement cisailé. MTM: 389 160 E, 5 480 220 N
87-5197	87-2063	V1, modérément cisailée. MTM: 390 800 E, 5 478 300 N
87-5198	87-2080	V1B, tuf. MTM: 387 220 E, 5 478 715 N
87-5199	87-2130	I3, épidotisé. MTM: 383 520 E, 5 481 710 N
87-5200	87-1024	V1B, tuf, fortement cisailée. MTM: 388 740 E, 5 480 760 N
87-5201	87-1068	I3, gabbro à stilpnomélane. MTM: 384 980 E, 5 484 380 N
87-5202	87-1047	V1B, Py= 1%. MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
87-5203	87-1048	V1. MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
87-5204	87-1049	V1. MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
87-5205	87-1020	V1B, tuf, fortement cisailée. MTM: 388 910 E, 5 480 420 N
87-5206	87-2041	V1, Py= 1%. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5207	87-2123	I3, gabbro magnétique. MTM: 384 490 E, 5 479 960 N
87-5208	87-2035	V1, tuf. MTM: 389 880 E, 5 478 900 N
87-5209	87-2033	Amphibolite. MTM: 378 965 E, 5 474 560 N
87-5210	87-2040	V1B, modérément cisailée. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-5211	87-2098	V1, fortement cisailée. MTM: 391 550 E, 5 478 550 N
87-5212	87-2015	V1, tuf, fortement cisailée. MTM: 390 460 E, 5 480 300 N
87-5213	87-2120	I3. MTM: 384 330 E, 5 479 630 N
87-5214	87-2056	V1, cisailée. MTM: 390 655 E, 5 479 160 N
87-5215	87-2061	V1, modérément cisailée. MTM: 390 630 E, 5 478 530 N
87-5216	87-2055	V1, altérée. MTM: 390 655 E, 5 479 110 N
87-5217	87-2061	V1, altérée. MTM: 390 630 E, 5 478 530 N
87-5218	87-2060	V1, modérément cisailée. MTM: 390 045 E, 5 479 320 N
87-5219	87-2042	V1, modérément cisailée. MTM: 386 655 E, 5 478 150 N
87-5220	87-2103	V2-V3. MTM: 384 230 E, 5 484 380 N

## Annexe 4 (suite)

87-5221	87-2076	V1, modérément cisaillée. MTM: 390 250 E, 5 478 715 N
87-5222	87-2057	V1, modérément cisaillée. MTM: 390 655 E, 5 479 190 N
87-5223	87-2069	V1, tuf. MTM: 390 950 E, 5 478 400 N
87-5224	87-2071	V1, tuf. MTM: 390 985 E, 5 478 025 N
87-5225	87-2106	I1. MTM:
87-5226	87-2047	V1, chloritisée. MTM: 387 800 E, 5 478 405 N
87-5227	87-2118	I3. MTM: 385 200 E, 5 480 850 N
87-5228	87-2084	V1, Py= traces. MTM: 387 500 E, 5 478 550 N
87-5229	87-2124	I1, fortement altérée, Py=2%, tourmaline: 1%. MTM: 383 890 E, 5 481 360 N
87-5230	87-2089	V1, Py= 2%. MTM: 388 570 E, 5 478 200 N
87-9511	87-3003	V1, tuf. MTM: 387 690 E, 5 478 240 N
87-9512	87-1023	V1, tuf, fortement cisaillé. MTM: 388 780 E, 5 480 720 N
87-9513	87-2036	V1. MTM: 389 980 E, 5 478 980 N
87-9514	87-2039	V1B, cisaillée. MTM: 390 065 E, 5 478 950 N
87-9515	87-2120	I3, épidotisée. MTM: 384 330 E, 5 479 630 N
87-9516	87-2093	V1B, tuf, modérément cisaillé. MTM: 388 605 E, 5 478 370 N
87-9517	87-2126	I1, grain fin. MTM: 384 080 E, 5 481 400 N
87-9518	87-2053	V1B, tuf, modérément cisaillé. MTM: 390 555 E, 5 478 845 N
87-9519	87-1064	V1, chloritisée. MTM: 385 603 E, 5 481 798 N
87-9520	87-2038	V1, tuf, fortement cisaillé. MTM: 390 085 E, 5 479 050 N
87-9521	87-2100	V2, massif. MTM: 384 000 E, 5 484 560 N
87-9522	87-1027	V1B, tuf, fortement cisaillé. MTM: 388 260 E, 5 481 020 N
87-9523	87-2035	V1, tuf, modérément cisaillé. MTM: 389 880 E, 5 478 900 N

## Annexe 4 (suite)

87-9524	87-1044	V1, fortement cisailée. MTM: 389 850 E, 5 480 460 N
87-9525	87-2131	Roche hybride. MTM: 383 490 E, 5 481 690 N
87-9526	87-2117	I3, épidotisée. MTM: 385 120 E, 5 480 910 N
87-9527	87-2052	V1, brèche pyroclastique, cisailée. MTM: 390 185 E, 5 479 120 N
87-9528	87-2116	I1, altérée. MTM: 384 330 E, 5 481 350 N
87-9529	87-2113	I1, altérée. MTM: 384 270 E, 5 478 190 N
87-9530	87-2110	I3, épidotisée. MTM: 384 150 E, 5 482 460 N
87-9531	87-2108	Roche hybride, altérée. MTM: 384 360 E, 5 482 670 N
87-9532	87-2126	I1, altérée. MTM: 384 080 E, 5 481 400 N
87-9533	87-1008	V1B, fortement cisailée, Py= 1%. MTM: 389 250 E, 5 480 250 N
87-9534	87-1004	V1B, fortement cisailée. MTM: 389 530 E, 5 480 260 N
87-9535	87-1062	V1B, silicifiée, Py= 1%. MTM: 391 880 E, 5 480 820 N
87-9536	87-1047	V1B, tuf, Py= 2%. MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
87-9537	87-1067	V1B, tuf, Py= 2%. MTM: 386 675 E, 5 478 450 N
87-9538	87-1059	V1B, tuf, cisailé, altéré. MTM: 388 100 E, 5 480 910 N
87-9539	87-1022	V2, fortement cisailée. MTM: 388 810 E, 5 480 820 N
87-9540	87-1009	V1B, tuf, fortement cisailé. MTM: 389 370 E, 5 480 200 N
87-9541	87-1036	V1B, fortement cisailée. MTM: 388 860 E, 5 480 780 N
87-9542	87-1039	V1B, chloritisée. MTM: 387 480 E, 5 478 350 N
87-9543	87-2064	V1B, carbonatisée. MTM: 391 050 E, 5 478 275 N
87-9544	87-2049	V1B, tuf, altérée. MTM: 387 950 E, 5 478 225 N
87-9545	87-2077	V1B, Py= 2%. MTM: 389 500 E, 5 478 840 N
87-9546	87-2128	I1, altérée et décolorée. MTM: 384 030 E, 5 481 640 N
87-9547	87-2025	I3, épidotisée. MTM: 381 200 E, 5 476 700 N
87-9548	87-2073	V1B, cisailée. MTM: 390 700 E, 5 478 840 N

## Annexe 4 (suite)

87-9549	87-2110	I3. MTM: 384 150 E, 5 482 460 N
87-9550	87-2090	V1B, tuf. MTM: 388 560 E, 5 478 300 N
87-9551	87-2039	V1B, fortement cisailée. MTM: 390 065 E, 5 478 950 N
87-9552	87-2013	Schiste à chlorite et séricite. MTM: 390 400 E, 5 480 290 N
87-9553	87-2008	V1B, tuf, fortement cisailé. MTM: 390 300 E, 5 480 250 N
87-9554	87-2017	V2, tuf. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-9555	87-2018	V1, massif, Py= 1% à grain fin. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-9556	87-2003	V1B, fortement cisailée. MTM: 389 370 E, 5 480 110 N
87-9557	87-2009	V1B, tuf, fortement cisailée. MTM: 390 320 E, 5 480 260 N
87-9558	87-2016	V1B, Py= traces. MTM: 390 055 E, 5 478 780 N
87-9559	87-2002	V1B, tuf, modérément cisailé. MTM: 389 460 E, 5 480 120 N
87-9560	87-2027	I3, laminé, légèrement épidotisé, Po= 2%. MTM: 380 550 E, 5 476 070 N
87-9561	87-1005	V1B, tuf laminé, modérément cisailé. MTM: 389 380 E, 5 480 300 N
87-9562	87-1079	V2, coussinée, peu cisailée. MTM: 393 870 E, 5 479 060 N
87-9563	87-1074	V2, coussinée, amygdalaire. MTM: 392 320 E, 5 477 620 N
87-9564	87-2034	V1B, modérément cisailée. MTM: 389 690 E, 5 478 860 N
87-9565	87-1072	V1, fortement cisailée. MTM: 392 500 E, 5 477 850 N
87-9566	87-1014	V2, tuf peu cisailée. MTM: 392 510 E, 5 478 060 N
87-9567	87-2007	I3, fracturée et carbonatisée, Py= 1%. MTM: 382 210 E, 5 477 560 N
87-9568	87-2028	I3, Po= 1%. MTM: 379 850 E, 5 475 400 N
87-9569	87-2107	I1, légèrement altérée. MTM: 384 610 E, 5 482 260 N
87-9570	87-1028	V1B, tuf à lapilli, modérément cisailé. MTM: 388 980 E, 5 480 620 N
87-9571	87-2096	V2, tuf à bloc. MTM: 391 555 E, 5 478 740 N
87-9572	87-1053	V1B, tuf, carbonatisé, cisailé. MTM: 388 900 E, 5 480 670 N
87-9573	87-2109	I2 ?, chloritisée. MTM: 384 310 E, 5 482 390 N

Analyses (1988) pour les éléments majeurs, en traces et terres rares

<u>No d'analyse</u>	<u>No d'échan- tillon</u>	<u>Description</u>
88-5381	88-2365	I3H, plagioclases noirs. MTM: 378 700 E, 5 477 150 N
88-5382	88-2026-sud- 1	Granophyre, amphibole en aiguille. MTM: 380 900 E, 5 476 440 N
88-5383	88-2030-sud- 7	I3H - I4A, laminé. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5384	88-2030-sud- 6	I3G, MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5385	88-2030-sud- 2	I4A, massif. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5386	88-2030-sud- 1	I4A, massif. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5387	88-1231	I3I, folié. MTM: 378 825 E, 5 477 250 N
88-5388	88-1216	I1H, texture granophyrique. MTM: 380 900 E, 5 475 575 N
88-5389	88-2228-a	V1B, tuf à lapilli, grain fin. MTM: 384 910 E, 5 478 390 N
88-5390	88-1147-a	V1B, tuf à lapilli. MTM: 387 425 E, 5 478 395 N
88-5391	88-1206	I3A, grain moyen. MTM: 382 500 E, 5 481 000 N
88-5392	88-2377	I1D, grain moyen, roseâtre. MTM: 384 390 E, 5 482 110 N
88-5393	88-2030- nord-2	I4A, folié, grain grossier. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5394	88-1236-a	I3H, grain moyen. MTM: 378 825 E, 5 477 250 N
88-5395	88-2340	I3H, folié, grain moyen. MTM: 379 400 E, 5 478 100 N
88-5396	88-2351-c	I3H, folié, grain moyen. MTM: 382 525 E, 5 481 725 N
88-5397	88-2324-e	I1D, grain grossier. MTM: 380 800 E, 5 476 900 N
88-5398	88-1221	I3H, grain moyen, folié. MTM: 380 000 E, 5 476 125 N
88-5399	88-1232-a	I3A, folié, grain moyen. MTM: 379 200 E, 5 478 000 N

## Annexe 4 (suite)

88-5400	TEST	
88-5401	88-2208.d-a	V1B, tuf. MTM: 386 650 E, 5 478 090 N
88-5402	87-2130-a	I1D, grain grossier. MTM: 383 520 E, 5 481 710 N
88-5403	88-1208-b	I1D, tonalite à biotite, grain fin. MTM: 382 450 E, 5 479 150 N
88-5404	88-2245-a	I1D, grain grossier. MTM: 383 430 E, 5 478 930 N
88-5405	88-1205	I1D, tonalite à biotite, grain moyen. MTM: 382 550 E, 5 480 950 N
88-5406	88-2367-a	I3I, grain grossier (troctolite et norite). MTM: 378 850 E, 5 476 900 N
88-5407	88-1239	V3B, massif, grain fin. MTM: 384 075 E, 5 485 400 N
88-5408	88-1132-a	V3B, massif, grain fin. MTM: 379 500 E, 5 481 700 N
88-5409	88-2372-a	I1D. MTM: 383 930 E, 5 481 780 N
88-5410	87-2126-a	I1D. MTM: 384 080 E, 5 481 400 N
88-5411	88-1217-a	I1D, grain fin. MTM: 380 750 E, 5 475 775 N
88-5412	88-1218-b	I1D-I1H, grain moyen. MTM: 380 400 E, 5 476 300 N
88-5413	88-1235	I3H, grain moyen. MTM: 378 975 E, 5 477 200 N
88-5414	88-1150-d	I1H, grain moyen. MTM: 381 700 E, 5 477 600 N
88-5415	88-1160-b	V1-V2, tuf polygénétique. MTM: 386 650 E, 5 478 450 N
88-5416	88-1162	V1B, pyroclastite, tuf fin, non cisailé. MTM: 386 550 E, 5 478 450 N
88-5417	88-1157	V1B, tuf, clivage anastomosé, MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
88-5418	88-1154	V1-V2, tuf polygénétique, lapilli chloriteux, non cisailé. MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
88-5419	88-1101-a	V1, tuf polygénétique, modérément cisailé. MTM: 388 400 E, 5 478 500 N
88-5420	88-1227-a	V1, tuf polygénétique, modérément cisailé. MTM: 388 900 E, 5 478 400 N
88-5421	88-1067-a	V1B, pyroclastite, tuf fin. MTM: 386 675 E, 5 478 450 N
88-5422	88-2220-a	V1B, tuf (?), peu cisailé. MTM: 387 400 E, 5 478 220 N
88-5423	88-2333-c	V1B, tuf polygénétique, 1% Py, peu cisailé. MTM: 391 300 E, 5 478 650 N

## Annexe 4 (suite)

88-5424	88-2231-a	V1B, rhyolite à grain fin, cherteuse, non cisailée. MTM: 385 150 E, 5 478 280 N
88-5426	88-2364-a	V1B, pyroclastite, tuf à lapilli, peu cisailé. MTM: 378 710 E, 5 477 220 N
88-5427	88-2265	V1B, non cisailée. MTM: 387 400 E, 5 478 310 N
88-5428	88-1237-a	V3B, massif, peu cisailé, altéré. MTM: 384 050 E, 5 485 075 N
88-5429	88-1238	V3B, massif, peu cisailé, altéré. MTM: 384 075 E, 5 485 350 E
88-5430	88-1141	V3B, hydroclastite, non cisailé. MTM: 378 025 E, 5 482 425 N
88-5431	88-1170	V1B, tuf à lapilli, peu cisailé. MTM: 388 400 E, 5 478 500 N
88-5432	88-2301-b	V2, cisailé, grain fin. MTM: 391 150 E, 5 478 760 N
88-5433	88-2207-b	V1B, tuf laminé, peu cisailé. MTM: 386 690 E, 5 478 090 N
88-5434	88-1108-a	V1B, tuf polygénétique, cisailé, altéré. MTM: 388 700 E, 5 478 250 N
88-5435	88-2204	V1B, pyroclastite, cisailée, peu altérée. MTM: 386 710 E, 5 478 200 N
88-5436	88-1228-a	V1B, rhyolite à grain fin, noir. MTM: 388 900 E, 5 478 400 N
88-5437	88-1124	V1B, pyroclastite, non cisailée. MTM: 384 350 E, 5 477 450 N
88-5438	88-1152	V1B, pyroclastite, non cisailée. MTM: 387 850 E, 5 478 550 N
88-5439	88-1115-a	V1B, rhyolite massive, légère carbonatisation. MTM: 390 350 E, 5 479 150 N
88-5440	88-1186-a	V1B, rhyolite cherteuse. MTM: 390 975 E, 5 477 325 N
88-5441	88-1188-a	V3B, massif. MTM: 387 775 E, 5 476 850 N
88-5442	88-1045	V1B, massif, non cisailée, peu altérée. MTM: 387 200 E, 5 478 750 N
88-5443	88-1224	V1B, pyroclastite, peu cisailée, peu altérée. MTM: 389 875 E, 5 478 350 N
88-5444	88-2218-g	V1B, tuf laminé, peu cisailé, non altéré. MTM: 387 700 E, 5 478 200 N
88-5445	88-1150-b	I3A, diabase protérozoïque, grain grossier. MTM: 381 700 E, 5 477 600 N
88-5446	88-1040	V1B, pyroclastite, grain fin, peu altérée. MTM: 387 480 E, 5 478 360 N
88-5447	88-2073	V1B, pyroclastite, modérément altérée. MTM: 390 700 E, 5 478 840 N
88-5448	88-1192-a	V1B, très altérée, carbonatisée et hématisée. MTM: 389 150 E, 5 478 300 N
88-5449	88-1210-a	Sédiment, grès lithique, peu cisailé, peu altéré. MTM: 392 050 E, 5 478 050 N

## Annexe 4 (suite)

88-5454	88-2255-a	V1B, massif, non altérée. MTM: 385 080 E, 5 478 420 N
88-5455	88-2213	V1B, tuf à lapilli, riche en quartz, peu altéré. MTM: 386 700 E, 5 478 080 N

Analyses (1988) pour les métaux et des éléments traceurs.

<u>No d'analyse</u>	<u>No d'échan- tillon</u>	<u>Description</u>
88-5301	88-2236-Z	Exhalite laminée cherteuse, environ 1% Py à grain très fin. MTM: 378 120 E, 5 483 250 N.
88-5302	88-2235-Z	Idem; MTM: 378 050 E, 5 483 210 N
88-5303	88-2234-Z	Idem; MTM: 378 000 E, 5 483 150 N
88-5304	88-2234-Z	Idem; MTM: 378 000 E, 5 483 150 N
88-5305	88-2234-Z	Idem; MTM: 378 000 E, 5 483 150 N
88-5306	88-1131-Z	Idem; 2% de Py à grain fin à moyen. MTM: 379 300 E, 5 481 600 N
88-5307	88-2234-Z	Idem; MTM: 378 000 E, 5 483 150 N
88-5308	88-2229-a	Tuf à lapilli, au sud de la mine de Poirier, Py en traces. MTM: 384 980 E, 5 478 370 N
88-5309	88-2232.B-d	I3, Py en trace. MTM: 383 920 E, 5 479 550 N
88-5310	88-2238-Z-1	Exhalite minéralisée, cherteuse. MTM: 378 310 E, 5 483 420 N.
88-5311	88-2234-b	V3 grenu (texture gabbroïque). MTM: 378 000 E, 5 483 150 N.
88-5312	88-1132-a	V3 à grain fin. MTM: 379 500 E, 5 481 700 N.
88-5313	88-1120-c	V1, modérément cisailée, Py;Tr. MTM: 390 750 E, 5 480 050 N.
88-5314	88-1147	V1B, pyroclastite, Py; Tr. MTM: 387 425 E, 5 478 375 N
88-5315	88-1120	Veine de quartz-carb-chlorite, Py;Tr. MTM: 390 750 E, 5 480 050 N.
88-5316	88-2225.b-a	V1B, pyroclastite, Py; Tr. MTM: 384 870 E, 5 478 420 N.
88-5317	88-2256-a	V1B, pyroclastite, Py; Tr. MTM: 385 000 E, 5 478 420 N
88-5318	88-1144-a	V3B, coulée massive, grain fin, légère chloritisation, Py;Tr; MTM: 378 475 E, 5 480 150 N
88-5319	88-2222-a	V1B, massive, légèrement cisailée, Py;Tr. MTM: 387 390 E, 5 478 260 N
88-5320	88-2246-b	V3B, coulée massive, 3% de Py framboïdale. MTM: 383 320 E, 5 478 880 N.

## Annexe 4 (suite)

88-5321	88-2247-b	V3B, coulée massive, Py;Tr. MTM: 383 410 E, 5 478 960 N
88-5322	88-2249-b	V3B, coulée massive, Py;Tr, Cp;Tr. MTM: 383 520 E, 5 479 000 N
88-5323	88-2250-a	I3A, grain moyen. MTM: 383 050 E, 5 478 610 N
88-5324	88-2252-b	I3A, grain grossier, Py; Tr. MTM: 383 060 E, 5 478 710 N
88-5326	88-2253-d	I3A, grain grossier, chloritisé, épidotisé, Py;Tr. MTM: 383 090 E, 5 478 650 N
88-5327	88-2264-b	I3A, grain grossier, très épidotisé, Po;Tr, Il;Tr. MTM: 382 340 E, 5 478 000 N
88-5328	88-2268-a	I3A, grain moyen, Po;Tr, Il;Tr. MTM: 382 750 E, 5 478 500 N
88-5329	88-2284-a	V1B, tuf silicifié, 5% Py très fine. MTM: 389 925 E, 5 478 775 N
88-5330	88-2285-a	V1B, tuf (exhalatif ?), 5% Py très fine. MTM: 389 900 E, 5 478 800 N
88-5331	88-2291-a	V1B, tuf silicieux, 3% de Py en amas. MTM: 389 430 E, 5 478 940 N
88-5332	88-2297-a	V1B, tuf silicieux. MTM: 391 560 E, 5 478 875 N
88-5333	88-2302-c	Exhalite (?), 3% de Py en amas. MTM: 391 120 E, 5 478 740 N
88-5334	88-2302-a	V1B, tuf à lapilli, 8% de Py très fine. MTM: 391 120 E, 5 478 740 N
88-5335	88-2301-a	V1B, tuf à lapilli, 1% Py. MTM: 391 150 E, 5 478 760 N
88-5336	88-1165-b	V1B, tuf à lapilli et à blocs pyriteux, 5-10% Py très fine; MTM: 388 750 E, 5 478 425 N.
88-5337	88-2253-d	I3A, grain fin, chloritisé, épidotisé, Py;Tr. MTM: 383 090 E, 5 478 690 N
88-5338	88-2285-a	V1B, tuf, faiblement cisailée, Py à grain fin (2%); MTM: 389 900 E, 5 478 800 N
88-5339	88-2352	I3I, grain moyen, 4% de Il + Mt, Py + Po: tr; MTM: 382 500 E, 5 481 650 N
88-5340	88-2030-nord-1	I3I, grain grossier, folié, 1% Py, 1% Il. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5341	88-2030-sud-4	I4A, grain moyen, 4% Il. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5342	88-2030-nord-3	I4A, grain fin, 8-10% Il + Mt. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N

## Annexe 4 (suite)

88-5343	88-2340-b	I3B, grain grossier, <1% Po, 2% I1. MTM: 379 400 E, 5 478 100 N
88-5344	88-2381-b	I3A, texture granophyrique, 1% Py, 2% I1. MTM: 384 970 E, 5 480 730 N
88-5345	88-2369	I3I. MTM: 379 230 E, 5 476 720 N
88-5346	88-2026-sud-1	I1H. MTM: 380 900 E, 5 476 440 N
88-5347	88-2030-sud-7	I4A, 1% Py + Po. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5348	88-2030-sud-5	I4A- zone minéralisée, > 25% Py + Po. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5349	88-2340	I3I, 12% I1, 2% Py. MTM: 379 400 E, 5 478 100 N
88-5351	88-2030-sud-2	I4A, 5% I1, 1% Po. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5352	88-2030-sud-1	I4A, 15% I1, 1% Po. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5353	88-1231	I3K, 5% I1. MTM: 378 825 E, 5 477 250 N
88-5354	88-1216	I1H, texture granophyrique. MTM: 380 900, 5 475 575 N
88-5355	88-2030-sud-6	I3G, 1% I1. MTM: 380 280 E, 5 475 800 N
88-5356	88-2322	V2, modérément cisailé, 1% Py, Cp:Tr. MTM: 391 650 E, 5 478 678 N
88-5357	88-1108-a	V2, tuf à lapilli, cisailé. MTM: 388 700 E, 5 478 250 N
88-5358	88-1067-a	V1B, tuf à cristaux, Py:tr. MTM: 386 675, 5 478 450 N
88-5359	88-1200-a	V1-V2, tuf à lapilli, modérément cisailé, Py:tr. MTM: 391 100 E, 5 478 200 N
88-5360	88-2330-a	I3, fortement altéré, hématisé et silicifié, Py: 1%. MTM: 379 900 E, 5 477 100 N
88-5361	88-2333-a	V2, tuf (?), Py: 3%. MTM: 391 300 E, 5 478 650 N
88-5362	88-1182-a	V1, tuf (?), modérément cisailé et altéré. MTM: 390 575, 5 478 400 N
88-5363	88-1166-z	V2- zone minéralisée, petite lentille de sulfures semi-massifs dans V1 cisailé. MTM: 388 700 E, 5 478 850 N

## Annexe 4 (suite)

88-5364	88-2285	V1 ou exhalite, roche très siliceuse, Py: 2%. MTM: 389 900 E, 5 478 800 N
88-5365	88-2320-a	V2, tuf (?), Sp= 6%. MTM: 391 550 E, 5 478 800 N
88-5366	88-2374-a	I1D, altérée et fracturée, hématisée et séricitisée, Py: 1%; MTM: 383 970 E, 5 481 870 N
88-5367	88-2333-c	V1B, tuf. MTM: 391 300 E, 5 478 650 N
88-5368	88-2215-a	V1B, tuf. MTM: 386 690 E, 5 478 060 N
88-5369	88-1197-a	V1, fortement cisailé, hématisé, séricitisé, carbonatisé, Py: 1%; MTM: 391 275 E, 5 478 075 N
88-5370	88-1041-e	V2, tuf, fortement cisailé, hématisé, séricitisé, carbonatisé; MTM: 390 020 E, 5 480 460 N
88-5371	88-1211-b	Sédiment conglomératique à galet de rhyolite, Py: 2% MTM: 392 050 E, 5 478 100 N
88-5372	88-2205-b	V1, tuf à cristaux, modérément cisailé, hématisé, séricitisé; MTM: 386 720 E, 5 478 210 N
88-5373	88-1154	V1B, tuf à lapilli. MTM: 387 325 E, 5 478 500 N
88-5374	88-2115	I1D, hématisée, cisailée MTM: 384 290 E, 5 481 510 N
88-5376	88-1194-a	V1, fortement cisailé, hématisé, séricitisé; MTM: 391 400 E, 5 478 225 N
88-5377	88-1238	V3; MTM: 384 075 E, 5 485 350 N
88-5378	88-1215	I3A ou I4A (?), grain fin, Py: 2%, N MTM: 380 650 E, 5 475 250
88-5379	88-1163	V1B, modérément cisailée, Py: 1% N MTM: 386 500 E, 5 478 475
88-5380	88-1186	V1B, tuf, modérément cisailée, hématisée MTM: 390 975 E, 5 477 323 N

## Annexe 5

### Analyses à la microsonde des plagioclases, pyroxènes, olivines, amphiboles et biotites du Complexe lité de Valrennes.

- 5.1: Hornblendite
- 5.2: Hornblendite minéralisée
- 5.3: Troctolite et norite
- 5.4: Gabbronorite
- 5.5: Gabbro anorthositique
- 5.6: Tonalite à biotite
- 5.7: Granophyre

## Annexe 5.I: Hornblendite

## Echantillon I232 B; pyroxènes

Spectrum: 1232BPX1

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		Augite %OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.947	.757	.708	Na2O1	1.021	.071
MgK : 5	.891	7.094	6.269	Mg1O1	11.763	.629
AlK : 9	.935	.349	.278	Al2O3	.660	.028
SiK : 8	1.013	25.721	19.673	Si1O2	55.023	1.975
CaK : 2	1.025	16.705	8.955	Ca1O1	23.374	.899
TiK : 2	.980	.057	.025	Ti1O2	.094	.003
CrK : 3	.906	.248	.103	Cr2O3	.363	.010
MnK : 1	.958	.138	.054	Mn1O1	.178	.005
FeK : 1	.982	10.835	4.168	Fe1O1	13.939	.418
O K : 0	.000	44.510	59.767			6.000
TOTAL		106.416	100.000		106.416	4.039

Spectrum: 1232BPX2

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		Augite %OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.948	1.155	1.080	Na2O1	1.557	.109
MgK : 5	.887	7.076	6.260	Mg1O1	11.736	.630
AlK : 9	.932	.235	.187	Al2O3	.444	.019
SiK : 8	1.012	25.555	19.562	Si1O2	54.668	1.970
CaK : 2	1.026	16.795	9.010	Ca1O1	23.499	.907
TiK : 2	.980	.002	.001	Ti1O2	.004	.000
CrK : 3	.906	.197	.081	Cr2O3	.288	.008
MnK : 1	.958	.162	.063	Mn1O1	.209	.006
FeK : 1	.982	10.849	4.177	Fe1O1	13.956	.421
O K : 0	.000	44.334	59.578			6.000
TOTAL		106.361	100.000		106.361	4.071

## 5.I

## Echantillon I232 B; hornblendes

Spectrum: 1232BHB1

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,017

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.881	7.907	7.355	Mg101	13.112	2.796
AlK : 9	.912	1.651	1.384	Al203	3.120	.526
SiK : 8	.978	25.151	20.245	Si102	53.802	7.696
K K : 1	1.026	.137	.079	K 201	.165	.030
CaK : 3	.997	8.099	4.569	Ca101	11.332	1.737
TiK : 3	1.005	.135	.064	Ti102	.226	.024
CrK : 1	.927	.173	.075	Cr203	.252	.029
MnK : 1	.968	.077	.032	Mn101	.099	.012
FeK : 1	.990	14.076	5.699	Fe101	18.109	2.167
O K : 0	.000	42.811	60.499			23.000
TOTAL		100.217	100.000		100.217	15.017

Spectrum: 1232BHB2

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,034

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.882	7.820	7.272	Mg101	12.968	2.766
AlK : 9	.913	1.874	1.570	Al203	3.541	.597
SiK : 8	.976	25.081	20.183	Si102	53.653	7.676
K K : 1	1.026	.158	.091	K 201	.190	.035
CaK : 3	.997	8.164	4.604	Ca101	11.423	1.751
TiK : 3	1.005	.020	.010	Ti102	.034	.004
CrK : 1	.927	.049	.021	Cr203	.072	.008
MnK : 1	.968	.213	.088	Mn101	.275	.033
FeK : 1	.991	14.059	5.690	Fe101	18.086	2.164
O K : 0	.000	42.804	60.471			23.000
TOTAL		100.242	100.000		100.242	15.035

Spectrum: 1232BHB3

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.884	8.129	7.461	Mg101	13.480	2.835
AlK : 9	.912	1.439	1.190	Al203	2.719	.452
SiK : 8	.981	25.675	20.393	Si102	54.923	7.750
K K : 1	1.026	.135	.077	K 201	.163	.029
CaK : 3	.997	8.251	4.593	Ca101	11.544	1.745
TiK : 3	1.004	.124	.058	Ti102	.208	.022
CrK : 1	.926	.191	.082	Cr203	.279	.031
MnK : 1	.967	.103	.042	Mn101	.134	.016
FeK : 1	.990	13.969	5.580	Fe101	17.971	2.121
O K : 0	.000	43.404	60.524			23.000
TOTAL		101.420	100.000		101.420	15.001

## 5.I

Spectrum: 1232BHB4

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,012

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.907	9.635	8.602	Mg101	15.976	3.270
AlK : 9	.910	.934	.752	Al203	1.766	.286
SiK : 8	.985	26.705	20.633	Si102	57.127	7.843
KK : 1	1.022	.094	.052	K 201	.113	.020
CaK : 3	.993	8.417	4.550	Ca101	11.778	1.733
TiK : 3	.999	.030	.014	Ti102	.050	.005
CrK : 1	.920	.090	.038	Cr203	.132	.014
MnK : 1	.964	.187	.074	Mn101	.242	.028
FeK : 1	.986	12.276	4.770	Fe101	15.792	1.813
OK : 0	.000	44.607	60.508			23.000
TOTAL		102.976	100.000		102.976	15.012

Spectrum: 1232BHB5

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.902	9.277	8.298	Mg101	15.383	3.152
AlK : 9	.912	1.030	.830	Al203	1.946	.315
SiK : 8	.985	26.607	20.658	Si102	57.088	7.846
KK : 1	1.023	.086	.048	K 201	.104	.018
CaK : 3	.994	8.336	4.523	Ca101	11.664	1.718
TiK : 3	1.001	.120	.054	Ti102	.200	.021
CrK : 1	.921	.069	.029	Cr203	.101	.011
MnK : 1	.965	.261	.103	Mn101	.337	.039
FeK : 1	.987	12.581	4.898	Fe101	16.185	1.860
OK : 0	.000	44.562	60.559			23.000
TOTAL		103.009	100.000		103.009	14.980

## 5.1

## Echantillon 2030 nord I; hornblendes

Spectrum: 23N1HB1

Last elmt by STOICHIOMETRY

Hornblende ferro-actinolitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	
NaK : 3	.873	1.196	1.207	Na2O1	1.612	.466	
MgK : 5	.032	5.745	5.486	Mg1O1	9.527	2.117	A= 0,374
AlK : 9	.903	2.536	2.182	Al2O3	4.791	.842	
SiK : 8	.962	22.856	18.887	Si1O2	48.894	7.288	
ClK : 1	1.018	.838	.549	Cl2O1	1.027	.212	
KK : 1	1.031	.281	.167	K 2O1	.338	.064	
CaK : 1	1.019	7.560	4.378	Ca1O1	10.578	1.689	
TiK : 1	.880	.392	.190	Ti1O2	.654	.073	
V K : 1	.834	.006	.003	V 2O5	.011	.001	
CrK : 3	.939	.008	.004	Cr2O3	.012	.001	
MnK : 1	.975	.282	.119	Mn1O1	.364	.046	
FeK : 1	.998	17.378	7.222	Fe1O1	22.356	2.787	
OK : 0	.000	41.086	59.606			23.000	
TOTAL		100.165	100.000		100.165	15.587	

Spectrum: 23N1HB2

Last elmt by STOICHIOMETRY

Ferro-hornblende

A= 0,44I

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	
NaK : 3	.863	1.451	1.446	Na2O1	1.957	.560	
MgK : 5	.823	4.995	4.706	Mg1O1	8.282	1.823	
AlK : 9	.907	3.497	2.969	Al2O3	6.608	1.150	
SiK : 8	.955	22.285	18.171	Si1O2	47.671	7.039	
ClK : 1	1.022	1.173	.758	Cl2O1	1.438	.294	
KK : 1	1.033	.348	.204	K 2O1	.420	.079	
CaK : 1	1.021	7.758	4.434	Ca1O1	10.855	1.717	
TiK : 1	.882	.462	.221	Ti1O2	.770	.085	
V K : 1	.836	.108	.048	V 2O5	.192	.019	
CrK : 3	.942	.041	.018	Cr2O3	.060	.007	
MnK : 1	.976	.309	.129	Mn1O1	.399	.050	
FeK : 1	1.000	18.332	7.518	Fe1O1	23.584	2.912	
OK : 0	.000	41.477	59.377			23.000	
TOTAL		102.237	100.000		102.237	15.736	

## 5.I

## Echantillon 2030 nord I; hornblendes

Spectrum: 23N1HB3

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-édenite A= 0,564

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.845	1.589	1.607	Na201	2.142	.624
MgK : 5	.807	4.643	4.440	Mg101	7.700	1.724
AlK : 9	.899	3.357	2.892	Al203	6.343	1.123
SiK : 8	.951	21.815	18.051	Si102	46.666	7.011
ClK : 1	1.024	1.005	.712	Cl201	1.330	.276
KK : 1	1.035	.453	.269	K 201	.546	.105
CaK : 1	1.023	7.259	4.209	Ca101	10.156	1.635
TiK : 1	.886	.406	.197	Ti102	.677	.077
V K : 1	.840	.018	.008	V 205	.032	.003
CrK : 3	.948	.096	.043	Cr203	.141	.017
MnK : 1	.979	.304	.128	Mn101	.392	.050
FeK : 1	1.002	19.767	8.227	Fe101	25.430	3.195
OK : 0	.000	40.763	59.217			23.000
TOTAL		101.554	100.000		101.554	15.840

Spectrum: 23N1HB4

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-actinolite A= 0,175

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.877	.714	.707	Na201	.963	.271
MgK : 5	.841	6.527	6.113	Mg101	10.823	2.339
AlK : 9	.902	1.196	1.010	Al203	2.261	.386
SiK : 8	.977	24.884	20.167	Si102	53.232	7.717
ClK : 1	1.012	.365	.234	Cl201	.447	.090
KK : 1	1.030	.121	.071	K 201	.146	.027
CaK : 1	1.018	7.751	4.402	Ca101	10.845	1.685
TiK : 1	.879	.018	.008	Ti102	.030	.003
V K : 1	.833	.063	.028	V 205	.113	.011
CrK : 3	.938	.016	.007	Cr203	.024	.003
MnK : 1	.974	.319	.132	Mn101	.411	.051
FeK : 1	.996	17.198	7.010	Fe101	22.125	2.682
OK : 0	.000	42.247	60.110			23.000
TOTAL		101.419	100.000		101.419	15.263

## 5.1

## Echantillon 2030 nord 3; hornblendes

Spectrum: 23N3HB1

Last elmt by STOICHIOMETRY						nul
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.783	6.577	7.127	Mg101	10.906	2.794
AlK : 9	.847	9.843	9.610	Al203	18.599	3.767
SiK : 8	.837	13.368	12.536	Si102	28.598	4.914
CaK : 1	1.032	.650	.427	Ca101	.910	.168
TiK : 3	1.061	.000	.000	Ti102	.000	.000
CrK : 3	.994	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.997	.144	.069	Mn101	.185	.027
FeK : 1	1.018	24.515	11.562	Fe101	31.538	4.533
O K : 0	.000	35.638	58.670			23.000
TOTAL		90.736	100.000		90.736	16.202

Spectrum: 23N3HB2

Last elmt by STOICHIOMETRY						Ferro-hornblende	A= 0,364
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA	
MgK : 5	.841	6.236	6.324	Mg101	10.339	2.426	
AlK : 9	.899	3.051	2.788	Al203	5.764	1.069	
SiK : 8	.951	21.009	18.440	Si102	44.942	7.074	
CaK : 1	1.023	8.012	4.928	Ca101	11.210	1.891	
TiK : 3	1.014	.120	.062	Ti102	.200	.024	
CrK : 3	.940	.029	.014	Cr203	.043	.005	
MnK : 1	.975	.209	.094	Mn101	.270	.036	
FeK : 1	.998	16.760	7.399	Fe101	21.562	2.839	
O K : 0	.000	38.905	59.951			23.000	
TOTAL		94.330	100.000		94.330	15.365	

Spectrum: 23N3HB3

Last elmt by STOICHIOMETRY						Actinolite	A= 0,034
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA	
MgK : 5	.861	6.943	6.575	Mg101	11.513	2.501	
AlK : 9	.909	1.929	1.646	Al203	3.644	.626	
SiK : 8	.973	24.493	20.072	Si102	52.394	7.634	
CaK : 1	1.017	7.964	4.574	Ca101	11.143	1.740	
TiK : 3	1.010	.050	.024	Ti102	.084	.009	
CrK : 3	.934	.131	.058	Cr203	.191	.022	
MnK : 1	.971	.180	.075	Mn101	.232	.029	
FeK : 1	.994	15.775	6.502	Fe101	20.294	2.473	
O K : 0	.000	42.032	60.474			23.000	
TOTAL		99.496	100.000		99.496	15.033	

## 5.I

Spectrum: 23N3HB4

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,016

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.869	7.251	6.933	Mg101	12.024	2.636
AlK : 9	.910	1.618	1.394	Al203	3.058	.530
SiK : 8	.977	24.517	20.287	Si102	52.447	7.712
CaK : 1	1.015	7.964	4.619	Ca101	11.144	1.756
TiK : 3	1.007	.000	.000	Ti102	.000	.000
CrK : 3	.931	.073	.032	Cr203	.106	.012
MnK : 1	.970	.139	.059	Mn101	.180	.022
FeK : 1	.992	14.038	6.175	Fe101	19.009	2.348
O K : 0	.000	41.646	60.500			23.000
TOTAL		98.047	100.000		98.047	15.016

Spectrum: 23N3HB5

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,037

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.861	6.793	6.535	Mg101	11.264	2.486
AlK : 9	.910	2.013	1.745	Al203	3.804	.664
SiK : 8	.972	24.074	20.044	Si102	51.498	7.624
CaK : 1	1.017	7.881	4.599	Ca101	11.027	1.749
TiK : 3	1.010	.042	.020	Ti102	.069	.008
CrK : 3	.934	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.971	.123	.052	Mn101	.159	.020
FeK : 1	.994	15.607	6.536	Fe101	20.078	2.486
O K : 0	.000	41.367	60.468			23.000
TOTAL		97.900	100.000		97.900	15.036

Spectrum: 23N3HB6

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,042

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.867	7.385	7.166	Mg101	12.246	2.726
AlK : 9	.905	1.409	1.232	Al203	2.663	.469
SiK : 8	.975	24.158	20.205	Si102	51.679	7.717
CaK : 1	1.016	7.555	4.446	Ca101	10.571	1.691
TiK : 3	1.009	.000	.000	Ti102	.000	.000
CrK : 3	.933	.076	.034	Cr203	.111	.013
MnK : 1	.970	.124	.053	Mn101	.160	.020
FeK : 1	.993	14.976	6.325	Fe101	19.266	2.406
O K : 0	.000	41.012	60.459			23.000
TOTAL		96.695	100.000		96.695	15.042

## 5.1

Spectrum: 23N3HB7

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0,034

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.863	6.678	6.494	Mg101	11.073	2.470
AlK : 9	.912	2.096	1.037	Al203	3.961	.699
SiK : 8	.972	23.737	19.978	Si102	50.779	7.598
CaK : 1	1.017	7.888	4.653	Ca101	11.037	1.770
TiK : 3	1.009	.091	.045	Ti102	.153	.017
CrK : 3	.933	.021	.010	Cr203	.031	.004
MnK : 1	.971	.212	.091	Mn101	.273	.035
FeK : 1	.994	15.164	6.419	Fe101	19.508	2.441
O K : 0	.000	40.927	60.473			23.000
TOTAL		96.815	100.000		96.815	15.033

Spectrum: 23N3HB8

Last elmt by STOICHIOMETRY Actinolite A= 0

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.876	7.778	7.337	Mg101	12.897	2.788
AlK : 9	.909	1.006	.855	Al203	1.900	.325
SiK : 8	.983	25.214	20.584	Si102	53.938	7.821
CaK : 1	1.014	8.167	4.673	Ca101	11.428	1.776
TiK : 3	1.006	.043	.020	Ti102	.071	.008
CrK : 3	.929	.128	.056	Cr203	.187	.021
MnK : 1	.968	.162	.068	Mn101	.210	.026
FeK : 1	.991	14.314	5.877	Fe101	18.415	2.233
O K : 0	.000	42.234	60.530			23.000
TOTAL		99.046	100.000		99.046	14.998

## 5.I

## Echantillon 2030 sud I; plagioclases

Spectrum: 23S1PG1

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>44</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.954	4.834	4.307	Na2O1	6.516	.560
CaK : 1	.987	6.694	3.421	Ca1O1	9.566	.445
BaL : 1	.831	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
AlK : 8	.967	14.892	11.306	Al2O3	28.139	1.471
SiK : 7	1.035	26.710	19.477	Si1O2	57.138	2.534
OK : 0	.000	48.029	61.488			8.000
TOTAL		101.159	100.000		101.159	5.011

Spectrum: 23S1PG2

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>46</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.949	4.467	3.997	Na2O1	6.022	.520
AlK : 8	.969	15.353	11.706	Al2O3	29.009	1.524
SiK : 7	1.031	26.014	19.051	Si1O2	55.649	2.480
KK : 1	.999	.000	.042	K 2O1	.097	.006
CaK : 1	.988	7.319	3.757	Ca1O1	10.241	.489
BaL : 1	.830	.038	.006	Ba1O1	.042	.001
OK : 0	.000	47.789	61.442			8.000
TOTAL		101.061	100.000		101.061	5.020

Spectrum: 23S1PG3

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>52</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.946	4.175	3.721	Na2O1	5.628	.484
CaK : 1	.989	7.868	4.022	Ca1O1	11.009	.523
BaL : 1	.829	.021	.003	Ba1O1	.023	.000
AlK : 8	.971	15.593	11.842	Al2O3	29.463	1.541
SiK : 7	1.030	25.938	18.921	Si1O2	55.487	2.462
OK : 0	.000	48.015	61.491			8.000
TOTAL		101.610	100.000		101.610	5.010

Spectrum: 23S1PG4

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>42</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.954	5.077	4.486	Na2O1	6.843	.584
AlK : 8	.964	14.786	11.134	Al2O3	27.939	1.449
SiK : 7	1.036	27.146	19.634	Si1O2	58.071	2.555
KK : 1	.996	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.986	6.399	3.244	Ca1O1	8.954	.422
BaL : 1	.832	.154	.023	Ba1O1	.172	.003
OK : 0	.000	48.417	61.479			8.000
TOTAL		101.979	100.000		101.979	5.013

5.1

Spectrum: 23S1PG5

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>49</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.945	4.127	3.676	Na2O1	5.564	.478
AlK : 8	.972	15.623	11.057	Al2O3	29.520	1.542
SiK : 7	1.030	25.989	18.944	Si1O2	55.595	2.464
K K : 1	1.001	.084	.044	K 2O1	.102	.006
CaK : 1	.988	7.760	3.964	Ca1O1	10.857	.516
BaL : 1	.829	.052	.008	Ba1O1	.058	.001
O K : 0	.000	48.061	61.506			8.000
TOTAL		101.695	100.000		101.695	5.007

## 5.1

## Echantillon 2030 sud I; hornblendes

Spectrum: 23S1HB1

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-édénitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 0,816
NaK : 3	.870	2.311	2.244	Na2O1	3.116	.876	
MgK : 5	.818	5.073	4.658	Mg1O1	8.412	1.818	
AlK : 9	.903	4.913	4.065	Al2O3	9.284	1.587	
SiK : 8	.938	21.209	16.852	Si1O2	45.370	6.579	
ClK : 1	1.025	.916	.577	Cl2O1	1.122	.225	
K K : 1	1.036	.562	.321	K 2O1	.678	.125	
CaK : 1	1.022	7.866	4.380	Ca1O1	11.006	1.710	
TiK : 1	.883	1.053	.491	Ti1O2	1.757	.192	
V K : 1	.836	.000	.000	V 2O5	.000	.000	
CrK : 3	.940	.085	.037	Cr2O3	.124	.014	
MnK : 1	.976	.165	.067	Mn1O1	.213	.026	
FeK : 1	.999	18.514	7.399	Fe1O1	23.817	2.889	
O K : 0	.000	42.231	58.911			23.000	
TOTAL		104.899	100.000		104.899	16.042	

Spectrum: 23S1HB2

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-édénitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 0,661
NaK : 3	.873	2.036	1.982	Na2O1	2.744	.772	
MgK : 5	.823	5.263	4.844	Mg1O1	8.726	1.897	
AlK : 9	.905	4.491	3.725	Al2O3	8.486	1.451	
SiK : 8	.943	21.671	17.262	Si1O2	46.359	6.723	
ClK : 1	1.023	1.170	.739	Cl2O1	1.434	.288	
K K : 1	1.034	.476	.272	K 2O1	.573	.106	
CaK : 1	1.021	7.646	4.268	Ca1O1	10.698	1.662	
TiK : 1	.882	.915	.428	Ti1O2	1.527	.167	
V K : 1	.836	.058	.026	V 2O5	.104	.010	
CrK : 3	.940	.044	.019	Cr2O3	.064	.007	
MnK : 1	.976	.282	.115	Mn1O1	.365	.045	
FeK : 1	.999	18.145	7.270	Fe1O1	23.344	2.831	
O K : 0	.000	42.227	59.052			23.000	
TOTAL		104.425	100.000		104.425	15.949	

## 5.I

## Echantillon 2030 sud 2; hornblendes

Spectrum: 23S2HB1

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-édénitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA	A= 0,606
MgK : 5	.835	5.630	5.387	Mg101	9.336	2.092	
AlK : 9	.906	4.979	4.292	Al203	9.407	1.667	
SiK : 8	.936	20.546	17.013	Si102	43.952	6.608	
CaK : 1	1.021	7.611	4.417	Ca101	10.649	1.716	
TiK : 3	1.015	.817	.397	Ti102	1.362	.154	
CrK : 3	.938	.026	.011	Cr203	.037	.004	
MnK : 1	.974	.176	.074	Mn101	.227	.029	
FeK : 1	.997	16.644	6.932	Fe101	21.413	2.692	
NaK : 4	.685	1.638	1.657	Na201	2.200	.644	
ClK : 1	1.020	.920	.604	Cl201	1.127	.234	
O K : 0	.000	40.733	59.215			23.000	
TOTAL		99.720	100.000		99.720	15.841	

Spectrum: 23S2HB2

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-édénitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA	A= 0,664
MgK : 5	.829	5.655	5.448	Mg101	9.377	2.118	
AlK : 9	.901	4.654	4.040	Al203	8.794	1.571	
SiK : 8	.936	20.426	17.031	Si102	43.696	6.621	
CaK : 1	1.023	7.740	4.523	Ca101	10.829	1.758	
TiK : 3	1.017	.656	.321	Ti102	1.094	.125	
CrK : 3	.940	.043	.019	Cr203	.063	.007	
MnK : 1	.976	.245	.105	Mn101	.317	.041	
FeK : 1	.999	17.236	7.228	Fe101	22.174	2.810	
NaK : 4	.678	1.549	1.578	Na201	2.088	.613	
ClK : 1	1.021	.831	.549	Cl201	1.018	.213	
O K : 0	.000	40.415	59.159			23.000	
TOTAL		99.449	100.000		99.449	15.878	

Spectrum: 23S2HB3

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-édénitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA	A= 0,657
MgK : 5	.828	5.399	5.139	Mg101	8.953	1.999	
AlK : 9	.905	4.923	4.222	Al203	9.303	1.642	
SiK : 8	.936	20.605	16.972	Si102	44.078	6.601	
CaK : 1	1.022	7.564	4.367	Ca101	10.584	1.698	
TiK : 3	1.017	.922	.445	Ti102	1.538	.173	
CrK : 3	.939	.060	.027	Cr203	.087	.010	
MnK : 1	.975	.171	.072	Mn101	.220	.028	
FeK : 1	.998	17.080	7.076	Fe101	21.974	2.752	
NaK : 4	.682	1.926	1.938	Na201	2.596	.754	
ClK : 1	1.021	.928	.606	Cl201	1.138	.236	
O K : 0	.000	40.892	59.135			23.000	
TOTAL		100.471	100.000		100.471	15.894	

## 5.I

Spectrum: 2392HB4

Last elmt by STOICHIOMETRY **Hornblende ferro-édénitique**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 0,620
MgK : 5	.832	5.786	5.391	Mg101	9.595	2.096	
AlK : 9	.904	4.618	3.876	Al203	8.725	1.507	
SiK : 8	.940	21.331	17.199	Si102	45.632	6.600	
CaK : 1	1.021	7.691	4.346	Ca101	10.761	1.690	
TiK : 3	1.016	.895	.423	Ti102	1.492	.164	
CrK : 3	.938	.066	.029	Cr203	.096	.011	
MnK : 1	.975	.222	.092	Mn101	.287	.036	
FeK : 1	.998	17.116	6.941	Fe101	22.020	2.699	
NaK : 4	.685	1.902	1.874	Na201	2.564	.729	
ClK : 1	1.020	1.067	.682	Cl201	1.308	.265	
O K : 0	.000	41.786	59.148			23.000	
TOTAL		102.480	100.000		102.480	15.885	

Spectrum: 2392HB5

Last elmt by STOICHIOMETRY **Hornblende ferro-édénitique**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 0,599
MgK : 5	.834	5.700	5.336	Mg101	9.452	2.071	
AlK : 9	.906	4.963	4.186	Al203	9.378	1.625	
SiK : 8	.938	21.047	17.050	Si102	45.024	6.619	
CaK : 1	1.022	7.788	4.422	Ca101	10.897	1.716	
TiK : 3	1.016	1.023	.486	Ti102	1.706	.189	
CrK : 3	.937	.027	.012	Cr203	.040	.005	
MnK : 1	.974	.205	.085	Mn101	.264	.033	
FeK : 1	.997	16.946	6.904	Fe101	21.800	2.680	
NaK : 4	.685	1.721	1.704	Na201	2.320	.661	
ClK : 1	1.020	.882	.566	Cl201	1.081	.220	
O K : 0	.000	41.661	59.250			23.000	
TOTAL		101.964	100.000		101.964	15.819	

**Annexe 5.2: Hornblendite minéralisée**  
**Echantillon 2030 sud 5; hornblendes**  
 Spectrum: 23S5HB1

Last elmt by STOICHIOMETRY **Hornblende ferro-édentique**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A=0,664
NaK : 3	.882	1.744	1.694	Na201	2.351	.656	
MgK : 5	.833	4.703	4.321	Mg101	7.798	1.673	
AlK : 9	.919	6.448	5.338	Al203	12.183	2.067	
SiK : 8	.931	21.361	16.985	Si102	45.696	6.578	
ClK : 1	1.018	.264	.166	Cl201	.324	.064	
KK : 1	1.035	.500	.286	K 201	.602	.111	
CaK : 1	1.020	8.142	4.537	Ca101	11.392	1.757	
TiK : 1	.080	.377	.176	Ti102	.628	.068	
V K : 1	.833	.009	.004	V 205	.017	.002	
CrK : 3	.939	.056	.024	Cr203	.081	.009	
MnK : 1	.975	.075	.031	Mn101	.097	.012	
FeK : 1	.998	17.632	7.051	Fe101	22.683	2.731	
OK : 0	.000	42.542	59.387			23.000	
TOTAL		103.852	100.000		103.852	15.729	

Spectrum: 23S5HB2

Last elmt by STOICHIOMETRY **Ferro-édenite** **A= 0,555**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.889	1.595	1.561	Na201	2.149	.603
MgK : 5	.839	5.545	5.133	Mg101	9.195	1.982
AlK : 9	.912	4.713	3.931	Al203	8.906	1.518
SiK : 8	.945	22.500	18.026	Si102	48.131	6.959
ClK : 1	1.015	.214	.136	Cl201	.263	.053
KK : 1	1.032	.309	.178	K 201	.372	.069
CaK : 1	1.019	7.958	4.468	Ca101	11.135	1.725
TiK : 1	.878	.193	.091	Ti102	.322	.035
V K : 1	.832	.000	.000	V 205	.000	.000
CrK : 3	.937	.046	.020	Cr203	.068	.008
MnK : 1	.974	.313	.128	Mn101	.405	.050
FeK : 1	.996	16.749	6.749	Fe101	21.547	2.606
OK : 0	.000	42.357	59.578			23.000
TOTAL		102.492	100.000		102.492	15.605

Spectrum: 23S5HB3

Last elmt by STOICHIOMETRY **Ferro-édenite** **A= 0,523**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.885	1.458	1.410	Na201	1.965	.544
MgK : 5	.839	5.729	5.241	Mg101	9.500	2.022
AlK : 9	.911	4.677	3.855	Al203	8.838	1.487
SiK : 8	.944	22.796	18.047	Si102	48.766	6.963
ClK : 1	1.015	.235	.147	Cl201	.288	.057
KK : 1	1.032	.276	.157	K 201	.333	.061
CaK : 1	1.019	7.963	4.418	Ca101	11.141	1.704
TiK : 1	.879	.250	.116	Ti102	.417	.045
V K : 1	.833	.000	.000	V 205	.000	.000
CrK : 3	.938	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.974	.235	.095	Mn101	.303	.037
FeK : 1	.997	17.318	6.895	Fe101	22.279	2.660
OK : 0	.000	42.893	59.617			23.000
TOTAL		103.831	100.000		103.831	15.580

## 5.2

Spectrum: 23S5HB4

Last elmt by STOICHIOMETRY **Ferro-hornblende** A= 0,454

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.879	1.109	1.006	Na201	1.494	.418
MgK : 5	.838	5.823	5.396	Mg101	9.655	2.078
AlK : 9	.908	4.120	3.440	Al203	7.785	1.325
SiK : 8	.949	22.804	18.290	Si102	48.783	7.044
ClK : 1	1.016	.244	.155	Cl201	.299	.060
K K : 1	1.033	.319	.104	K 201	.384	.071
CaK : 1	1.020	7.921	4.452	Ca101	11.083	1.715
TiK : 1	.800	.172	.081	Ti102	.208	.031
V K : 1	.833	.084	.037	V 205	.150	.014
CrK : 3	.939	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.974	.349	.143	Mn101	.450	.055
FeK : 1	.997	17.376	7.017	Fe101	22.379	2.703
O K : 0	.000	42.410	59.717			23.000
TOTAL		102.750	100.000		102.750	15.515

Spectrum: 23S5HB5

Last elmt by STOICHIOMETRY **Hornblende ferro-actinolitique**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 343
NaK : 3	.848	1.021	.990	Na201	1.376	.380	
MgK : 5	.816	7.241	6.644	Mg101	12.007	2.550	
AlK : 9	.877	2.515	2.079	Al203	4.753	.798	
SiK : 8	.943	24.310	19.302	Si102	52.003	7.408	
ClK : 1	1.007	.159	.100	Cl201	.194	.038	
K K : 1	1.026	.126	.072	K 201	.152	.028	
CaK : 1	1.020	4.011	2.232	Ca101	5.613	.857	
TiK : 1	.895	.146	.068	Ti102	.244	.026	
V K : 1	.848	.015	.006	V 205	.026	.002	
CrK : 3	.957	.059	.025	Cr203	.086	.010	
MnK : 1	.982	.476	.193	Mn101	.614	.074	
FeK : 1	1.003	20.941	8.363	Fe101	26.941	3.210	
O K : 0	.000	42.989	59.926			23.000	
TOTAL		104.007	100.000		104.007	15.381	

## Annexe 5.3: Troctolite et norite

## Echantillon 2367 A; plagioclases

Spectrum: 2367APG1

T

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>67</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.932	2.758	2.522	Na201	3.718	.328
K K : 1	1.008	.090	.048	K 201	.108	.006
CaK : 1	.992	9.833	5.157	Ca101	13.758	.671
BaL : 1	.825	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.981	16.837	13.119	Al203	31.815	1.707
SiK : 7	1.018	23.622	17.678	Si 102	50.532	2.300
O K : 0	.000	46.791	61.476			8.000
TOTAL		99.931	100.000		99.931	5.013

Spectrum: 2367APG2

T

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>75</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.925	2.095	1.937	Na201	2.823	.252
K K : 1	1.012	.000	.000	K 201	.000	.000
CaK : 1	.994	10.902	5.784	Ca101	15.254	.753
BaL : 1	.823	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.985	17.375	13.694	Al203	32.830	1.782
SiK : 7	1.013	22.586	17.098	Si 102	48.316	2.225
O K : 0	.000	46.267	61.488			8.000
TOTAL		99.224	100.000		99.224	5.011

Spectrum: 2367APG3

T

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>70</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.929	2.441	2.268	Na201	3.291	.295
K K : 1	1.009	.091	.050	K 201	.110	.006
CaK : 1	.992	9.993	5.324	Ca101	13.982	.692
BaL : 1	.825	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.983	16.585	13.126	Al203	31.338	1.706
SiK : 7	1.020	23.267	17.687	Si 102	49.772	2.299
O K : 0	.000	46.116	61.546			8.000
TOTAL		98.493	100.000		98.493	4.999

Spectrum: 2367APG4

T

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>67</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.930	2.731	2.526	Na201	3.681	.329
K K : 1	1.009	.082	.044	K 201	.098	.006
CaK : 1	.992	9.962	5.285	Ca101	13.939	.688
BaL : 1	.825	.022	.003	Ba101	.025	.000
AlK : 8	.980	16.599	13.083	Al203	31.365	1.704
SiK : 7	1.019	23.276	17.620	Si 102	49.791	2.294
O K : 0	.000	46.228	61.438			8.000
TOTAL		98.899	100.000		98.899	5.021

## 5.3

Spectrum: 2367APG5

N

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>62</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.936	3.131	2.891	Na201	4.221	.376
K K : 1	1.005	.049	.027	K 201	.059	.003
CaK : 1	.991	8.995	4.763	Ca101	12.586	.619
BaL : 1	.826	.010	.002	Ba101	.012	.000
AlK : 8	.978	16.057	12.632	Al203	30.341	1.643
SiK : 7	1.023	24.048	18.171	Si 102	51.444	2.363
O K : 0	.000	46.371	61.514			8.000
TOTAL		98.663	100.000		98.663	5.005

Spectrum: 2367APG6

N

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>67</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.929	2.701	2.508	Na201	3.641	.326
K K : 1	1.008	.065	.036	K 201	.079	.005
CaK : 1	.992	9.701	5.167	Ca101	13.574	.672
BaL : 1	.825	.152	.024	Ba101	.170	.003
AlK : 8	.979	16.384	12.964	Al203	30.958	1.686
SiK : 7	1.020	23.418	17.798	Si 102	50.095	2.315
O K : 0	.000	46.095	61.504			8.000
TOTAL		98.516	100.000		98.516	5.007

Spectrum: 2367APG7

N

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>77</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.923	1.880	1.783	Na201	2.534	.232
K K : 1	1.012	.028	.016	K 201	.034	.002
CaK : 1	.994	10.758	5.854	Ca101	15.053	.761
BaL : 1	.823	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.986	16.814	13.591	Al203	31.770	1.766
SiK : 7	1.015	22.160	17.205	Si 102	47.405	2.236
O K : 0	.000	45.156	61.551			8.000
TOTAL		96.796	100.000		96.796	4.997

Spectrum: 2367APG8

N

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>73</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.924	2.186	2.044	Na201	2.947	.266
K K : 1	1.011	.044	.024	K 201	.053	.003
CaK : 1	.994	10.710	5.743	Ca101	14.985	.747
BaL : 1	.824	.077	.012	Ba101	.086	.002
AlK : 8	.983	16.914	13.473	Al203	31.959	1.753
SiK : 7	1.015	22.527	17.235	Si 102	48.190	2.243
O K : 0	.000	45.763	61.469			8.000
TOTAL		98.221	100.000		98.221	5.015

## 5.3

Spectrum: 2367APG9

N

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>63</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.935	2.937	2.760	Na2O1	3.959	.359
K K : 1	1.006	.015	.008	K 2O1	.018	.001
CaK : 1	.991	8.970	4.834	Ca1O1	12.551	.628
BaL : 1	.826	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
AlK : 8	.980	15.815	12.661	Al2O3	29.883	1.645
SiK : 7	1.024	23.637	18.176	Si1O2	50.565	2.362
O K : 0	.000	45.602	61.561			8.000
TOTAL		96.976	100.000		96.976	4.995

## Olivines

Spectrum: 2367AOL1

Last elmt by STOICHIOMETRY Fo<sub>60</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.789	18.182	17.243	Mg1O1	30.149	1.208
SiK : 8	.862	17.288	14.189	Si1O2	36.983	.994
MnK : 1	.994	.356	.149	Mn1O1	.459	.010
FeK : 1	1.015	27.433	11.324	Fe1O1	35.292	.793
O K : 0	.000	39.624	57.095			4.000
TOTAL		102.883	100.000		102.883	3.006

Spectrum: 2367AOL2

Last elmt by STOICHIOMETRY Fo<sub>59</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.785	17.870	17.031	Mg1O1	29.631	1.193
SiK : 8	.863	17.236	14.216	Si1O2	36.871	.996
MnK : 1	.995	.355	.150	Mn1O1	.458	.010
FeK : 1	1.015	27.710	11.495	Fe1O1	35.648	.805
O K : 0	.000	39.438	57.108			4.000
TOTAL		102.608	100.000		102.608	3.004

Spectrum: 2367AOL3

Last elmt by STOICHIOMETRY Fo<sub>56</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.768	16.847	16.119	Mg1O1	27.936	1.129
SiK : 8	.863	17.112	14.168	Si1O2	36.605	.993
MnK : 1	.998	.410	.174	Mn1O1	.530	.012
FeK : 1	1.019	29.908	12.455	Fe1O1	38.476	.873
O K : 0	.000	39.270	57.084			4.000
TOTAL		103.547	100.000		103.547	3.007

## 5.3

## Echantillon 2367 A: pyroxènes

Spectrum: 2367APX1

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.899	14.894	13.261	Mg101	24.697	1.329
AlK : 9	.842	.680	.545	Al203	1.284	.055
SiK : 8	.933	25.217	19.431	Si102	53.945	1.947
CaK : 2	1.011	1.421	.767	Ca101	1.988	.077
TiK : 2	1.024	.132	.060	Ti102	.220	.006
CrK : 3	.941	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.972	.416	.164	Mn101	.538	.016
FeK : 1	.993	15.201	5.891	Fe101	19.556	.590
O K : 0	.000	44.266	59.881			6.000
TOTAL		102.228	100.000		102.228	4.020

Spectrum: 2367APX2

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.899	14.578	13.051	Mg101	24.172	1.306
AlK : 9	.845	.699	.564	Al203	1.321	.056
SiK : 8	.935	25.282	19.588	Si102	54.082	1.960
CaK : 2	1.010	1.376	.747	Ca101	1.925	.075
TiK : 2	1.024	.166	.075	Ti102	.277	.008
CrK : 3	.941	.016	.007	Cr203	.023	.001
MnK : 1	.972	.286	.113	Mn101	.370	.011
FeK : 1	.993	15.090	5.880	Fe101	19.413	.588
O K : 0	.000	44.091	59.974			6.000
TOTAL		101.583	100.000		101.583	4.004

Spectrum: 2367APX3

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.899	14.821	13.076	Mg101	24.576	1.309
AlK : 9	.845	.821	.652	Al203	1.550	.065
SiK : 8	.933	25.503	19.472	Si102	54.555	1.949
CaK : 2	1.010	1.461	.782	Ca101	2.045	.078
TiK : 2	1.023	.172	.077	Ti102	.287	.008
CrK : 3	.941	.016	.007	Cr203	.023	.001
MnK : 1	.972	.254	.099	Mn101	.328	.010
FeK : 1	.993	15.352	5.895	Fe101	19.750	.590
O K : 0	.000	44.715	59.939			6.000
TOTAL		103.114	100.000		103.114	4.010

## 5.3

Spectrum: 2367APX4

Last elmt by STOICHIOMETRY **Pigeonite**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.896	14.737	13.253	Mg101	24.436	1.327
AlK : 9	.841	.586	.475	Al203	1.108	.048
SiK : 8	.933	25.038	19.487	Si102	53.560	1.951
CaK : 2	1.011	1.142	.623	Ca101	1.598	.062
TiK : 2	1.025	.227	.104	Ti102	.378	.010
CrK : 3	.943	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.973	.365	.145	Mn101	.472	.015
FeK : 1	.993	15.326	5.999	Fe101	19.717	.601
O K : 0	.000	43.848	59.914			6.000
TOTAL		101.269	100.000		101.269	4.014

Spectrum: 2367APX5

Last elmt by STOICHIOMETRY **Augite**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.931	9.367	8.591	Mg101	15.533	.859
AlK : 9	.927	1.080	.892	Al203	2.040	.089
SiK : 8	.996	24.420	19.383	Si102	52.239	1.938
CaK : 2	1.019	13.388	7.447	Ca101	18.732	.745
TiK : 2	.981	.313	.146	Ti102	.522	.015
CrK : 3	.903	.188	.081	Cr203	.275	.008
MnK : 1	.956	.225	.091	Mn101	.290	.009
FeK : 1	.980	8.420	3.361	Fe101	10.832	.336
O K : 0	.000	43.063	60.007			6.000
TOTAL		100.464	100.000		100.464	3.999

Spectrum: 2367APX6

Last elmt by STOICHIOMETRY **Augite**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.929	9.981	9.162	Mg101	16.551	.916
AlK : 9	.917	1.022	.845	Al203	1.931	.085
SiK : 8	.989	24.477	19.444	Si102	52.361	1.944
CaK : 2	1.017	11.997	6.679	Ca101	16.786	.668
TiK : 2	.985	.217	.101	Ti102	.362	.010
CrK : 3	.906	.169	.073	Cr203	.248	.007
MnK : 1	.958	.251	.102	Mn101	.324	.010
FeK : 1	.981	8.989	3.591	Fe101	11.564	.359
O K : 0	.000	43.023	60.002			6.000
TOTAL		100.125	100.000		100.125	4.000

Annexe 5.4: Gabbro norite à olivine  
Echantillon I23I; plagioclase zoné

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	7.404	.640		
Al2O3	25.865	1.359		
Si1O2	60.062	2.677		
K2O1	.214	.012		
Ca1O1	5.873	.281		
Fe1O1	.000	.000		
		8.000	An 31	bordure du grain

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	7.765	.658		
Al2O3	25.836	1.330		
Si1O2	60.864	2.660		
K2O1	.090	.005		
Ca1O1	7.488	.351		
Fe1O1	.155	.003		
		8.000	An 35	

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	6.638	.572		
Al2O3	26.834	1.407		
Si1O2	58.066	2.582		
K2O1	.099	.006		
Ca1O1	9.102	.434		
Fe1O1	.172	.003		
		8.000	An 43	

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	3.907	.369		
Al2O3	28.837	1.655		
Si1O2	50.867	2.476		
K2O1	.038	.002		
Ca1O1	7.292	.380		
Fe1O1	.019	.000		
		8.000	An 51	

## 5.4

	%OXIDE	FORMULA
Na2O1	5.110	.444
Al2O3	29.013	1.532
Si1O2	54.784	2.455
K 2O1	.161	.009
Ca1O1	11.759	.565
Ba1O1	.000	.000
		8.000

An 56

	%OXIDE	FORMULA
Na2O1	4.143	.422
Al2O3	24.843	1.540
Si1O2	46.251	2.432
K 2O1	.266	.018
Ca1O1	10.716	.604
Ba1O1	.132	.003
		8.000

An 59 centre du grain

## 5.4

## Echantillon 2352 A: plagioclases

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	6.024	.520		
Al2O3	29.014	1.521		
Si1O2	55.143	2.453		
K 2O1	.285	.016		
Ca1O1	11.350	.541		
Ba1O1	.126	.002		
		8.000	An 51	Labradorite

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	5.609	.471		
Al2O3	28.296	1.505		
Si1O2	55.345	2.497		
K 2O1	.000	.000		
Ca1O1	10.394	.502		
Ba1O1	.063	.001		
		6.000	An 51	Labradorite

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	5.861	.500		
Al2O3	28.438	1.475		
Si1O2	57.270	2.519		
K 2O1	.182	.010		
Ca1O1	10.488	.494		
Ba1O1	.000	.000		
		8.000	An 50	Labradorite

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	5.367	.467		
Al2O3	28.051	1.453		
Si1O2	56.070	2.515		
K 2O1	.510	.029		
Ca1O1	10.284	.494		
Ba1O1	.168	.003		
		8.000	An 51	Labradorite

## 5.4

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	5.512	.478		
Al2O3	28.729	1.513		
Si1O2	55.541	2.482		
K 2O1	.081	.005		
Ca1O1	10.959	.525		
Ba1O1	.000	.000		
		8.000	An 52	Labradorite

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	5.869	.505		
Al2O3	28.423	1.487		
Si1O2	56.588	2.512		
K 2O1	.105	.006		
Ca1O1	10.307	.490		
Ba1O1	.000	.000		
		8.000	An 51	Labradorite

## 5.4

## Echantillon 1231; olivines

	%OXYDE	FORMULA	
Mg101	20.755	0.875	
Si02	35.408	1.002	
Mn101	0.635	0.015	
Fe101	46.731	1.106	
		4.000	Fo 44

	%OXYDE	FORMULA	
Mg101	19.885	0.833	
Si102	35.457	0.996	
Mn101	0.600	0.014	
Fe101	49.366	1.060	
		4.000	Fo 42

	%OXYDE	FORMULA	
Mg101	22.734	0.961	
Si102	34.647	0.982	
Mn101	0.678	0.016	
Fe101	44.637	1.058	
		4.000	Fo 48

5.4

	%OXYDE	FORMULA	
Mg101	22.838	0.937	
Si102	35.724	0.993	
Mn101	0.626	0.015	
Fe101	46.986	1.082	
		4.000	Fo 46

	%OXYDE	FORMULA	
Mg101	21.540	0.921	
Si102	34.364	0.986	
Mn101	0.425	0.020	
Fe101	45.664	1.096	
		4.000	Fo 46

## 5.4

## Echantillon I23I; pyroxènes

	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	.439	.031		
Mg1O1	15.277	.818		
Al2O3	1.498	.063		
Si1O2	54.173	1.945		
Ca1O1	20.621	.793		
Mn1O1	.318	.018		
Fe1O1	11.589	.346	Ca-40	
Ti1O2	.547	.015	Mg-42	
		6.000	Fe-18	<b>Augite</b>
	%OXIDE	FORMULA		
Na2O1	.437	.030		
Mg1O1	22.037	1.147		
Al2O3	1.087	.045		
Si1O2	56.017	1.956		
Ca1O1	2.467	.092		
Mn1O1	.505	.015		
Fe1O1	25.437	.743	Ca- 5	
Ti1O2	.159	.004	Mg-58	
		6.000	Fe-37	<b>Pigeonite</b>

## Annexe 5.5: Gabbro anorthositique

## Echantillon I22I; plagioclases

Spectrum: 1221PG1

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>55</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.940	3.820	3.456	Na201	5.149	.450
AlK : 7	1.033	15.270	11.774	Al203	28.854	1.531
SiK : 6	.961	25.478	18.867	Si102	54.502	2.454
K K : 1	1.003	.085	.045	K 201	.103	.006
CaK : 1	.989	8.379	4.349	Ca101	11.723	.566
BaL : 1	.828	.047	.007	Ba101	.053	.001
O K : 0	.000	47.305	61.502			8.000
TOTAL		100.385	100.000		100.385	5.008

Spectrum: 1221PG2

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>55</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.939	3.758	3.404	Na201	5.066	.442
AlK : 7	1.032	14.974	11.558	Al203	28.295	1.501
SiK : 6	.964	25.847	19.162	Si102	55.292	2.488
K K : 1	1.002	.045	.024	K 201	.054	.003
CaK : 1	.989	8.110	4.214	Ca101	11.347	.547
BaL : 1	.828	.156	.024	Ba101	.174	.003
O K : 0	.000	47.338	61.614			8.000
TOTAL		100.228	100.000		100.228	4.984

Spectrum: 1221PG3

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>53</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.941	3.958	3.594	Na201	5.336	.467
AlK : 7	1.030	14.952	11.567	Al203	28.253	1.504
SiK : 6	.962	25.700	19.096	Si102	54.977	2.483
K K : 1	1.002	.082	.044	K 201	.099	.006
CaK : 1	.989	7.955	4.143	Ca101	11.130	.539
BaL : 1	.828	.175	.027	Ba101	.195	.003
O K : 0	.000	47.168	61.531			8.000
TOTAL		99.989	100.000		99.989	5.002

Spectrum: 1221PG4

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>43</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.953	4.838	4.340	Na201	6.522	.564
AlK : 7	1.026	14.242	10.886	Al203	26.911	1.415
SiK : 6	.969	27.001	19.824	Si102	57.761	2.577
K K : 1	.997	.097	.051	K 201	.117	.007
CaK : 1	.986	6.524	3.357	Ca101	9.128	.436
BaL : 1	.831	.042	.006	Ba101	.047	.001
O K : 0	.000	47.741	61.536			8.000
TOTAL		100.486	100.000		100.486	5.001

## 5.5

Spectrum: 1221PG5

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>54</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.942	3.964	3.558	Na201	5.343	.463
AlK : 7	1.032	15.222	11.642	Al203	28.764	1.514
SiK : 6	.962	25.887	19.016	Si102	55.377	2.473
K K : 1	1.002	.083	.044	K 201	.100	.006
CaK : 1	.989	8.183	4.213	Ca101	11.449	.548
BaL : 1	.828	.061	.009	Ba101	.068	.001
O K : 0	.000	47.701	61.518			8.000
TOTAL		101.100	100.000		101.100	5.004

Spectrum: 1221PG6

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>54</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.940	3.941	3.534	Na201	5.312	.460
AlK : 7	1.031	15.239	11.644	Al203	28.795	1.515
SiK : 6	.962	25.832	18.959	Si102	55.260	2.467
K K : 1	1.003	.161	.085	K 201	.194	.011
CaK : 1	.989	8.318	4.279	Ca101	11.639	.557
BaL : 1	.828	.093	.014	Ba101	.104	.002
O K : 0	.000	47.719	61.486			8.000
TOTAL		101.303	100.000		101.303	5.011

Spectrum: 1221PG7

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>54</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.942	3.989	3.572	Na201	5.377	.464
AlK : 7	1.033	15.132	11.546	Al203	28.592	1.501
SiK : 6	.964	26.076	19.110	Si102	55.781	2.484
K K : 1	1.002	.054	.029	K 201	.065	.004
CaK : 1	.989	8.184	4.203	Ca101	11.451	.546
BaL : 1	.828	.000	.000	Ba101	.000	.000
O K : 0	.000	47.832	61.541			8.000
TOTAL		101.266	100.000		101.266	4.999

Spectrum: 1221PG8

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>52</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.943	4.203	3.724	Na201	5.665	.484
AlK : 7	1.029	15.352	11.590	Al203	29.008	1.508
SiK : 6	.961	26.283	19.059	Si102	56.225	2.480
K K : 1	1.001	.082	.043	K 201	.099	.006
CaK : 1	.989	8.022	4.077	Ca101	11.225	.530
BaL : 1	.829	.152	.023	Ba101	.170	.003
O K : 0	.000	48.298	61.485			8.000
TOTAL		102.393	100.000		102.393	5.011

## 5.5

Spectrum: 1221PG7

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>53</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.942	3.923	3.565	Na201	5.288	.464
AlK : 7	1.032	15.256	11.812	Al203	28.826	1.537
SiK : 6	.959	25.399	18.888	Si102	54.334	2.458
KK : 1	1.002	.144	.077	K 201	.173	.010
CaK : 1	.989	7.974	4.156	Ca101	11.158	.541
BaL : 1	.828	.108	.016	Ba101	.121	.002
OK : 0	.000	47.096	61.486			8.000
TOTAL		99.900	100.000		99.900	5.011

Spectrum: 1221PG10

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>52</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.943	4.101	3.636	Na201	5.528	.473
AlK : 7	1.031	15.574	11.766	Al203	29.428	1.530
SiK : 6	.959	26.153	18.977	Si102	55.946	2.468
KK : 1	1.001	.087	.045	K 201	.105	.006
CaK : 1	.989	7.956	4.046	Ca101	11.132	.526
BaL : 1	.829	.137	.020	Ba101	.152	.003
OK : 0	.000	48.284	61.510			8.000
TOTAL		102.292	100.000		102.292	5.006

## 5.5

## Echantillon I22I; pyroxènes

Spectrum: 1221PX1

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.865	.506	.474	Na201	.682	.048
MgK : 5	.834	12.338	10.927	Mg101	20.458	1.098
AlK : 9	.836	.374	.298	Al203	.706	.030
SiK : 8	.932	25.445	19.502	Si102	54.431	1.959
CaK : 2	1.021	1.252	.672	Ca101	1.752	.068
TiK : 2	1.038	.092	.042	Ti102	.154	.004
CrK : 3	.961	.000	.000	Cr203	.000	.000
MnK : 1	.982	.501	.196	Mn101	.647	.020
FeK : 1	1.002	21.172	8.161	Fe101	27.237	.820
O K : 0	.000	44.388	59.720			6.000
TOTAL		106.067	100.000		106.067	4.046

Spectrum: 1221PX2

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.864	.766	.708	Na201	1.033	.071
MgK : 5	.831	12.364	10.802	Mg101	20.501	1.087
AlK : 9	.835	.437	.344	Al203	.826	.035
SiK : 8	.931	25.665	19.406	Si102	54.903	1.952
CaK : 2	1.021	1.186	.628	Ca101	1.659	.063
TiK : 2	1.039	.154	.068	Ti102	.257	.007
CrK : 3	.962	.024	.010	Cr203	.036	.001
MnK : 1	.982	.424	.164	Mn101	.547	.016
FeK : 1	1.003	21.616	8.220	Fe101	27.809	.827
O K : 0	.000	44.934	59.649			6.000
TOTAL		107.571	100.000		107.571	4.059

Spectrum: 1221PX3

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.844	.472	.444	Na201	.636	.045
MgK : 5	.819	11.492	10.232	Mg101	19.055	1.028
AlK : 9	.835	.409	.328	Al203	.774	.033
SiK : 8	.932	25.297	19.494	Si102	54.115	1.958
CaK : 2	1.024	1.251	.676	Ca101	1.750	.068
TiK : 2	1.042	.114	.051	Ti102	.189	.005
CrK : 3	.967	.016	.007	Cr203	.024	.001
MnK : 1	.984	.439	.173	Mn101	.567	.017
FeK : 1	1.005	22.833	8.850	Fe101	29.375	.889
O K : 0	.000	44.162	59.745			6.000
TOTAL		106.486	100.000		106.486	4.043

5.5

Spectrum: 1221PX4

Last elmt by STOICHIOMETRY Pigeonite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.850	.373	.352	Na2O1	.503	.035
MgK : 5	.825	11.944	10.672	Mg1O1	19.004	1.072
AlK : 9	.833	.361	.290	Al2O3	.681	.029
SiK : 8	.931	25.163	19.459	Si1O2	53.829	1.954
CaK : 2	1.023	1.038	.563	Ca1O1	1.452	.056
TiK : 2	1.042	.116	.052	Ti1O2	.193	.005
CrK : 3	.966	.117	.049	Cr2O3	.171	.005
MnK : 1	.984	.471	.186	Mn1O1	.609	.019
FeK : 1	1.004	22.175	8.625	Fe1O1	28.528	.866
O K : 0	.000	44.013	59.752			6.000
TOTAL		105.770	100.000		105.770	4.041

## 5.5

## Echantillon I232 D; plagioclases

Spectrum: 1232DPG1

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>44</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.953	4.794	4.291	Na201	6.462	.558
AlK : 7	1.028	14.612	11.144	Al203	27.609	1.449
SiK : 6	.965	26.756	19.601	Si102	57.237	2.549
K K : 1	.997	.037	.019	K 201	.045	.003
CaK : 1	.986	6.693	3.436	Ca101	9.365	.447
BaL : 1	.830	.000	.000	Ba101	.000	.000
O K : 0	.000	47.826	61.509			8.000
TOTAL		100.718	100.000		100.718	5.006

Spectrum: 1232DPG2

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>49</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.944	4.158	3.679	Na201	5.605	.479
AlK : 7	1.031	15.516	11.696	Al203	29.318	1.522
SiK : 6	.961	26.239	18.997	Si102	56.129	2.472
K K : 1	1.001	.097	.050	K 201	.116	.007
CaK : 1	.988	8.037	4.078	Ca101	11.246	.531
BaL : 1	.828	.060	.009	Ba101	.067	.001
O K : 0	.000	48.375	61.491			8.000
TOTAL		102.482	100.000		102.482	5.010

Spectrum: 1232DPG3

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>49</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.943	4.021	3.606	Na201	5.421	.469
AlK : 7	1.031	15.185	11.603	Al203	28.692	1.508
SiK : 6	.962	26.108	19.162	Si102	55.850	2.490
K K : 1	1.001	.059	.031	K 201	.071	.004
CaK : 1	.988	7.782	4.003	Ca101	10.888	.520
BaL : 1	.829	.144	.022	Ba101	.161	.003
O K : 0	.000	47.784	61.573			8.000
TOTAL		101.083	100.000		101.083	4.993

Spectrum: 1232DPG4

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>49</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.942	4.084	3.670	Na201	5.505	.477
AlK : 7	1.029	15.173	11.620	Al203	28.669	1.510
SiK : 6	.960	26.015	19.136	Si102	55.651	2.487
K K : 1	1.001	.000	.000	K 201	.000	.000
CaK : 1	.989	7.725	3.983	Ca101	10.809	.518
BaL : 1	.829	.236	.036	Ba101	.264	.005
O K : 0	.000	47.665	61.556			8.000
TOTAL		100.898	100.000		100.898	4.996

## 5.5

Spectrum: 1232DPG5

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>52</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.944	4.011	3.581	Na201	5.407	.465
AlK : 7	1.034	15.421	11.730	Al203	29.139	1.524
SiK : 6	.961	26.087	19.059	Si102	55.806	2.477
KK : 1	1.001	.044	.023	K 201	.053	.003
CaK : 1	.988	7.900	4.045	Ca101	11.053	.526
BaL : 1	.829	.007	.001	Ba101	.007	.000
OK : 0	.000	47.996	61.561			0.000
TOTAL		101.466	100.000		101.466	4.995

Spectrum: 1232DPG6

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>51</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.944	4.201	3.781	Na201	5.663	.492
AlK : 7	1.029	15.184	11.646	Al203	28.692	1.515
SiK : 6	.960	25.847	19.041	Si102	55.292	2.477
KK : 1	1.001	.000	.004	K 201	.009	.001
CaK : 1	.989	7.793	4.023	Ca101	10.904	.523
BaL : 1	.829	.122	.018	Ba101	.137	.002
OK : 0	.000	47.541	61.486			0.000
TOTAL		100.696	100.000		100.696	5.011

## 5.5

## Echantillon 1236 A; plagioclases

Spectrum: 1236APG1

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{6I}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.937	3.317	2.996	Na201	4.472	.389
K K : 1	1.005	.017	.009	K 201	.021	.001
CaK : 1	.991	8.924	4.622	Ca101	12.486	.601
BaL : 1	.827	.100	.015	Ba101	.111	.002
AlK : 8	.976	16.243	12.498	Al203	30.691	1.625
SiK : 7	1.024	24.796	18.325	Si102	53.043	2.382
O K : 0	.000	47.428	61.536			8.000
TOTAL		100.825	100.000		100.825	5.001

Spectrum: 1236APG2

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{6I}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.937	3.290	2.971	Na201	4.435	.386
K K : 1	1.005	.094	.050	K 201	.113	.006
CaK : 1	.990	9.081	4.703	Ca101	12.707	.612
BaL : 1	.826	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.978	16.344	12.575	Al203	30.883	1.636
SiK : 7	1.024	24.640	18.209	Si102	52.711	2.369
O K : 0	.000	47.399	61.493			8.000
TOTAL		100.848	100.000		100.848	5.010

Spectrum: 1236APG3

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{53}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.944	3.995	3.594	Na201	5.385	.468
K K : 1	1.002	.133	.070	K 201	.160	.009
CaK : 1	.988	7.970	4.113	Ca101	11.152	.535
BaL : 1	.828	.052	.008	Ba101	.058	.001
AlK : 8	.972	15.586	11.948	Al203	29.451	1.555
SiK : 7	1.029	25.531	18.798	Si102	54.617	2.446
O K : 0	.000	47.555	61.470			8.000
TOTAL		100.823	100.000		100.823	5.015

Spectrum: 1236APG4

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{54}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.944	3.920	3.527	Na201	5.283	.458
K K : 1	1.001	.046	.024	K 201	.055	.003
CaK : 1	.989	7.932	4.094	Ca101	11.098	.532
BaL : 1	.828	.032	.005	Ba101	.036	.001
AlK : 8	.973	15.525	11.904	Al203	29.335	1.547
SiK : 7	1.031	25.671	18.905	Si102	54.915	2.458
O K : 0	.000	47.598	61.541			8.000
TOTAL		100.723	100.000		100.723	4.999

5.5

Spectrum: 1236APG5

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>51</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.945	4.196	3.726	Na201	5.657	.485
K K : 1	1.001	.066	.034	K 201	.000	.004
CaK : 1	.988	7.772	3.959	Ca101	10.875	.515
BaL : 1	.829	.119	.018	Ba101	.133	.002
AlK : 8	.970	15.703	11.881	Al203	29.671	1.546
SiK : 7	1.029	26.009	18.901	Si102	55.639	2.459
O K : 0	.000	48.188	61.481			8.000
TOTAL		102.054	100.000		102.054	5.012

Spectrum: 1236APG6

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>53</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.943	4.065	3.592	Na201	5.480	.468
K K : 1	1.002	.119	.062	K 201	.143	.008
CaK : 1	.989	8.331	4.223	Ca101	11.657	.550
BaL : 1	.828	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.972	15.987	12.039	Al203	30.208	1.568
SiK : 7	1.028	25.796	18.658	Si102	55.183	2.430
O K : 0	.000	48.373	61.425			8.000
TOTAL		102.671	100.000		102.671	5.024

## 5.5

## Echantillon I236 A; pyroxènes

Spectrum: 1236APX1

Last elmt by STOICHIOMETRY Augite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.891	7.105	6.648	Mg101	11.781	.664
AlK : 9	.930	1.103	.930	Al203	2.084	.093
SiK : 8	1.000	24.043	19.470	Si102	51.433	1.945
CaK : 2	1.025	14.053	7.976	Ca101	19.663	.797
TiK : 2	.987	.216	.102	Ti102	.360	.010
CrK : 3	.912	.273	.119	Cr203	.398	.012
MnK : 1	.961	.137	.057	Mn101	.177	.006
FeK : 1	.985	11.413	4.649	Fe101	14.683	.464
O K : 0	.000	42.237	60.049			6.000
TOTAL		100.579	100.000		100.579	3.992

Spectrum: 1236APX2

Last elmt by STOICHIOMETRY Augite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.887	7.489	6.891	Mg101	12.418	.687
AlK : 9	.924	1.471	1.219	Al203	2.779	.122
SiK : 8	.990	24.636	19.619	Si102	52.701	1.956
CaK : 2	1.024	12.197	6.807	Ca101	17.067	.679
TiK : 2	.993	.191	.089	Ti102	.318	.009
CrK : 3	.917	.230	.099	Cr203	.336	.010
MnK : 1	.964	.186	.076	Mn101	.240	.008
FeK : 1	.987	12.526	5.017	Fe101	16.114	.500
O K : 0	.000	43.048	60.183			6.000
TOTAL		101.973	100.000		101.973	3.970

Spectrum: 1236APX3

Last elmt by STOICHIOMETRY Augite

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
MgK : 5	.888	6.552	5.994	Mg101	10.864	.599
AlK : 9	.937	.902	.744	Al203	1.705	.074
SiK : 8	1.008	24.728	19.577	Si102	52.899	1.955
CaK : 2	1.027	15.590	8.650	Ca101	21.814	.864
TiK : 2	.984	.330	.153	Ti102	.550	.015
CrK : 3	.910	.197	.084	Cr203	.288	.008
MnK : 1	.960	.395	.160	Mn101	.510	.016
FeK : 1	.985	11.464	4.565	Fe101	14.749	.456
O K : 0	.000	43.220	60.072			6.000
TOTAL		103.379	100.000		103.379	3.988

## 5.5

## Echantillon 2030 sud 4; plagioclases

Spectrum: 23S4PG1

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{55}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.942	3.756	3.381	Na2O1	5.117	.439
AlK : 8	.974	15.902	12.068	Al2O3	30.048	1.568
SiK : 7	1.020	25.836	18.832	Si1O2	55.260	2.446
K K : 1	1.001	.012	.006	K 2O1	.015	.001
CaK : 1	.989	8.045	4.110	Ca1O1	11.257	.534
BaL : 1	.829	.109	.016	Ba1O1	.122	.002
O K : 0	.000	48.126	61.586			8.000
TOTAL		101.027	100.000		101.827	4.990

Spectrum: 23S4PG2

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{52}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.946	4.261	3.774	Na2O1	5.743	.492
AlK : 8	.971	15.982	12.064	Al2O3	30.199	1.572
SiK : 7	1.027	25.722	18.648	Si1O2	55.025	2.430
K K : 1	1.002	.028	.015	K 2O1	.034	.002
CaK : 1	.989	8.083	4.107	Ca1O1	11.310	.535
BaL : 1	.829	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	48.235	61.393			8.000
TOTAL		102.311	100.000		102.311	5.031

Spectrum: 23S4PG3

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{54}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.942	4.003	3.560	Na2O1	5.396	.463
AlK : 8	.971	15.880	12.036	Al2O3	30.007	1.566
SiK : 7	1.027	25.716	18.720	Si1O2	55.011	2.436
K K : 1	1.002	.008	.004	K 2O1	.009	.001
CaK : 1	.989	8.194	4.180	Ca1O1	11.464	.544
BaL : 1	.829	.148	.022	Ba1O1	.165	.003
O K : 0	.000	48.105	61.478			8.000
TOTAL		102.053	100.000		102.053	5.013

Spectrum: 23S4PG4

Last elmt by STOICHIOMETRY  $An_{48}$ 

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.949	4.622	4.068	Na2O1	6.230	.529
AlK : 8	.967	15.395	11.546	Al2O3	29.089	1.502
SiK : 7	1.032	26.671	19.212	Si1O2	57.054	2.500
K K : 1	.999	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.988	7.292	3.681	Ca1O1	10.203	.479
BaL : 1	.830	.121	.018	Ba1O1	.136	.002
O K : 0	.000	48.611	61.475			8.000
TOTAL		102.712	100.000		102.712	5.013

## 5.5

Echantillon 2030 sud 4; hornblende

Spectrum: 23S4HB1

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-édénitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 0,660
NaK : 3	.894	1.842	1.782	Na201	2.463	.693	
MgK : 5	.840	5.623	5.147	Mg101	9.325	2.802	
AlK : 9	.913	5.497	4.533	Al203	10.387	1.763	
SiK : 8	.938	21.281	16.856	Si102	45.525	6.556	
ClK : 1	1.022	.964	.605	Cl201	1.181	.235	
K K : 1	1.033	.713	.406	K 201	.859	.158	
CaK : 1	1.018	7.829	4.346	Ca101	10.954	1.690	
TiK : 1	.878	1.074	.499	Ti102	1.791	.194	
V K : 1	.832	.050	.022	V 205	.089	.009	
CrK : 3	.934	.020	.009	Cr203	.029	.003	
MnK : 1	.973	.060	.024	Mn101	.078	.009	
FeK : 1	.996	16.672	6.641	Fe101	21.448	2.583	
O K : 0	.000	42.524	59.131			23.000	
TOTAL		104.150	100.000		104.150	15.897	

## 5.5

## Echantillon 2369; plagioclases

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>57</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.938	3.650	3.348	Na201	4.920	.436
K K : 1	1.004	.069	.037	K 201	.083	.005
CaK : 1	.990	8.359	4.399	Ca101	11.696	.573
BaL : 1	.828	.214	.033	Ba101	.239	.004
AlK : 8	.971	15.636	12.223	Al203	29.545	1.591
SiK : 7	1.025	24.638	18.500	Si 102	52.706	2.400
O K : 0	.000	46.623	61.459			8.000
TOTAL		99.190	100.000		99.190	5.017

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>53</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.944	3.956	3.593	Na201	5.333	.468
K K : 1	1.002	.087	.046	K 201	.104	.006
CaK : 1	.989	7.972	4.153	Ca101	11.154	.541
BaL : 1	.828	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.973	15.535	12.023	Al203	29.355	1.565
SiK : 7	1.028	25.193	18.726	Si 102	53.092	2.438
O K : 0	.000	47.096	61.459			8.000
TOTAL		99.839	100.000		99.839	5.017

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>57</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.940	3.532	3.267	Na201	4.761	.425
K K : 1	1.003	.123	.067	K 201	.148	.009
CaK : 1	.989	8.271	4.388	Ca101	11.573	.571
BaL : 1	.828	.075	.012	Ba101	.084	.002
AlK : 8	.974	15.605	12.298	Al203	29.486	1.600
SiK : 7	1.026	24.421	18.485	Si 102	52.242	2.405
O K : 0	.000	46.267	61.484			8.000
TOTAL		98.294	100.000		98.294	5.012

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>59</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.938	3.436	3.159	Na201	4.631	.411
K K : 1	1.004	.069	.037	K 201	.083	.005
CaK : 1	.990	8.629	4.551	Ca101	12.074	.592
BaL : 1	.827	.092	.014	Ba101	.102	.002
AlK : 8	.975	15.722	12.317	Al203	29.708	1.602
SiK : 7	1.026	24.490	18.428	Si 102	52.389	2.397
O K : 0	.000	46.550	61.494			8.000
TOTAL		98.988	100.000		98.988	5.009

## 5.5

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>53</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.943	3.949	3.626	Na201	5.323	.472
K K : 1	1.002	.000	.000	K 201	.000	.000
CaK : 1	.989	7.915	4.168	Ca101	11.074	.543
BaL : 1	.829	.134	.021	Ba101	.150	.003
AlK : 8	.970	15.369	12.023	Al203	29.041	1.565
SiK : 7	1.027	24.898	18.709	Si102	53.262	2.435
O K : 0	.000	46.585	61.454			8.000
TOTAL		98.850	100.000		98.850	5.018

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>54</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.943	3.811	3.490	Na201	5.137	.454
K K : 1	1.002	.009	.005	K 201	.010	.001
CaK : 1	.989	7.923	4.162	Ca101	11.086	.541
BaL : 1	.828	.067	.010	Ba101	.075	.001
AlK : 8	.973	15.336	11.966	Al203	28.977	1.556
SiK : 7	1.030	25.128	18.833	Si102	53.753	2.448
O K : 0	.000	46.766	61.534			8.000
TOTAL		99.039	100.000		99.039	5.001

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>58</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.940	3.490	3.192	Na201	4.705	.415
K K : 1	1.004	.051	.027	K 201	.061	.004
CaK : 1	.990	8.523	4.471	Ca101	11.925	.581
BaL : 1	.827	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.976	15.802	12.315	Al203	29.858	1.602
SiK : 7	1.027	24.689	18.481	Si102	52.815	2.403
O K : 0	.000	46.809	61.514			8.000
TOTAL		99.364	100.000		99.364	5.005

Spectrum: 2369 PG

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>53</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.945	3.921	3.621	Na201	5.286	.471
K K : 1	1.001	.055	.030	K 201	.067	.004
CaK : 1	.989	7.759	4.109	Ca101	10.857	.535
BaL : 1	.828	.000	.000	Ba101	.000	.000
AlK : 8	.972	15.139	11.910	Al203	28.607	1.550
SiK : 7	1.030	24.937	18.843	Si102	53.345	2.452
O K : 0	.000	46.349	61.487			8.000
TOTAL		98.161	100.000		98.161	5.011

## Annexe 5.6: Tonalite à biotite

## Echantillon I205; plagioclases

Spectrum: 1205PG1

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>26</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.034	6.207	5.494	Na201	8.367	.713
AlK : 3	.981	12.766	9.628	Al203	24.123	1.250
SiK : 3	1.027	29.244	21.182	Si102	62.558	2.750
K K : 1	.988	.099	.052	K 201	.120	.007
CaK : 2	.990	4.004	2.033	Ca101	5.602	.264
BaL : 1	.835	.000	.000	Ba101	.000	.000
O K : 0	.000	48.450	61.612			8.000
TOTAL		100.771	100.000		100.771	4.985

Spectrum: 1205PG4

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>31</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.022	5.141	4.580	Na201	6.930	.594
AlK : 3	.989	13.338	10.124	Al203	25.203	1.313
SiK : 3	1.025	28.559	20.821	Si102	61.093	2.701
K K : 1	.992	.905	.474	K 201	1.090	.061
CaK : 2	.988	4.510	2.304	Ca101	6.310	.299
BaL : 1	.833	.127	.019	Ba101	.142	.002
O K : 0	.000	48.188	61.678			8.000
TOTAL		100.768	100.000		100.768	4.971

Spectrum: 1205PG6

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>42</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.015	4.834	4.273	Na201	6.516	.555
AlK : 3	.990	14.569	10.974	Al203	27.529	1.426
SiK : 3	1.013	27.403	19.825	Si102	58.620	2.577
K K : 1	.996	.251	.131	K 201	.303	.017
CaK : 2	.994	6.370	3.230	Ca101	8.913	.420
BaL : 1	.831	.077	.011	Ba101	.086	.001
O K : 0	.000	48.462	61.555			8.000
TOTAL		101.967	100.000		101.967	4.996

Spectrum: 1205PG7

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>30</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.028	5.948	5.249	Na201	8.018	.682
AlK : 3	.981	13.268	9.976	Al203	25.071	1.296
SiK : 3	1.022	28.875	20.854	Si102	61.769	2.708
K K : 1	.990	.071	.037	K 201	.085	.005
CaK : 2	.992	4.466	2.260	Ca101	6.248	.294
BaL : 1	.835	.166	.025	Ba101	.185	.003
O K : 0	.000	48.583	61.600			8.000
TOTAL		101.377	100.000		101.377	4.987

## 5.6

Spectrum: 1205PG8

Last elmt by STOICHIOMETRY

				An <sub>38</sub>	
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%	%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.022	5.242	4.669	Na201 7.066	.606
AlK : 3	.988	13.836	10.501	Al203 26.143	1.363
SiK : 3	1.018	27.889	20.330	Si102 59.659	2.640
K K : 1	.993	.089	.046	K 201 .107	.006
CaK : 2	.993	5.558	2.840	Ca101 7.777	.369
BaL : 1	.832	.016	.002	Ba101 .018	.000
O K : 0	.000	48.141	61.611		8.000
TOTAL		100.771	100.000	100.771	4.985

Spectrum: 1205PG9

Last elmt by STOICHIOMETRY

				An <sub>32</sub>	
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%	%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.028	5.721	5.035	Na201 7.712	.654
AlK : 3	.985	13.552	10.164	Al203 25.606	1.320
SiK : 3	1.022	28.710	20.681	Si102 61.416	2.686
K K : 1	.991	.194	.101	K 201 .234	.013
CaK : 2	.991	4.796	2.421	Ca101 6.711	.314
BaL : 1	.833	.000	.000	Ba101 .000	.000
O K : 0	.000	48.706	61.598		8.000
TOTAL		101.679	100.000	101.679	4.988

Spectrum: 1205PG10

Last elmt by STOICHIOMETRY

				An <sub>28</sub>	
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%	%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.033	6.191	5.399	Na201 8.345	.702
AlK : 3	.982	13.577	10.089	Al203 25.654	1.311
SiK : 3	1.020	29.098	20.769	Si102 62.247	2.700
K K : 1	.989	.111	.057	K 201 .133	.007
CaK : 2	.991	4.285	2.143	Ca101 5.995	.279
BaL : 1	.835	.000	.000	Ba101 .000	.000
O K : 0	.000	49.113	61.543		8.000
TOTAL		102.375	100.000	102.375	4.999

Spectrum: 1205PG11

Last elmt by STOICHIOMETRY

				An <sub>26</sub>	
ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%	%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.034	6.277	5.582	Na201 8.461	.726
AlK : 3	.980	12.893	9.771	Al203 24.362	1.270
SiK : 3	1.024	28.848	20.998	Si102 61.711	2.730
K K : 1	.989	.147	.077	K 201 .177	.010
CaK : 2	.990	3.999	2.040	Ca101 5.595	.265
BaL : 1	.835	.028	.004	Ba101 .031	.001
O K : 0	.000	48.146	61.527		8.000
TOTAL		100.337	100.000	100.337	5.002

5.6

Spectrum: 1205PG12

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>41</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.017	5.047	4.462	Na201	6.803	.580
AlK : 3	.988	14.408	10.855	Al203	27.225	1.411
SiK : 3	1.013	27.535	19.925	Si102	58.904	2.590
KK : 1	.996	.098	.051	K 201	.118	.007
CaK : 2	.994	6.209	3.149	Ca101	8.687	.409
BaL : 1	.831	.072	.011	Ba101	.081	.001
OK : 0	.000	48.448	61.548			8.000
TOTAL		101.818	100.000		101.818	4.998

Spectrum: 1205PG13

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>36</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 2	1.023	5.396	4.769	Na201	7.274	.619
AlK : 3	.987	13.897	10.466	Al203	26.258	1.359
SiK : 3	1.018	28.144	20.358	Si102	60.206	2.644
KK : 1	.993	.104	.054	K 201	.126	.007
CaK : 2	.993	5.440	2.758	Ca101	7.612	.358
BaL : 1	.833	.036	.005	Ba101	.040	.001
OK : 0	.000	48.498	61.590			8.000
TOTAL		101.515	100.000		101.516	4.989

## 5.6

## Echantillon I205; hornblendes

Spectrum: 1205HB2

Last elmt by STOICHIOMETRY Hornblende ferro-actinolitique

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA	A= 0,385
NaK : 8	.805	.788	.828	Na2O1	1.062	.318	
MgK : 2	.905	5.133	5.101	Mg1O1	8.511	1.959	
AlK : 5	.959	1.919	1.719	Al2O3	3.627	.660	
SiK : 5	1.092	22.420	19.285	Si1O2	47.961	7.404	
ClK : 1	1.016	.034	.023	Cl2O1	.042	.009	
KK : 1	1.036	.129	.080	K 2O1	.156	.031	
CaK : 3	1.034	4.801	2.894	Ca1O1	6.718	1.111	
TiK : 2	1.037	.264	.133	Ti1O2	.440	.051	
MnK : 1	.967	.763	.336	Mn1O1	.985	.129	
FeK : 1	1.009	22.411	9.695	Fe1O1	28.831	3.722	
OK : 0	.000	39.670	59.906			23.000	
TOTAL		98.334	100.000		98.334	15.394	

Spectrum: 1205HB3

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-édenite A= 0,609

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.838	1.374	1.432	Na2O1	1.852	.555
MgK : 2	.925	4.088	4.029	Mg1O1	6.779	1.561
AlK : 5	.988	3.752	3.331	Al2O3	7.089	1.290
SiK : 5	1.092	20.900	17.823	Si1O2	44.709	6.904
ClK : 1	1.025	.492	.333	Cl2O1	.603	.129
KK : 1	1.040	.555	.340	K 2O1	.668	.132
CaK : 3	1.031	7.494	4.479	Ca1O1	10.486	1.735
TiK : 2	1.022	.622	.311	Ti1O2	1.037	.120
MnK : 1	.961	.448	.195	Mn1O1	.579	.076
FeK : 1	1.003	19.475	8.353	Fe1O1	25.054	3.236
OK : 0	.000	39.657	59.374			23.000
TOTAL		98.858	100.000		98.858	15.738

Spectrum: 1205HB4

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-actinolitique A= 0,147

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.766	.329	.350	Na2O1	.444	.134
MgK : 2	.876	6.082	6.120	Mg1O1	10.085	2.339
AlK : 5	.925	.352	.319	Al2O3	.665	.122
SiK : 5	1.085	23.357	20.341	Si1O2	49.965	7.774
ClK : 1	1.009	.055	.038	Cl2O1	.067	.014
KK : 1	1.031	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 3	1.036	.931	.568	Ca1O1	1.303	.217
TiK : 2	1.059	.108	.055	Ti1O2	.181	.021
MnK : 1	.976	.824	.367	Mn1O1	1.064	.140
FeK : 1	1.017	26.622	11.661	Fe1O1	34.249	4.457
OK : 0	.000	39.361	60.181			23.000
TOTAL		98.022	100.000		98.022	15.218

## 5.6

Spectrum: 1205H85

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-édenite A= 0,644

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.824	1.212	1.283	Na201	1.633	.498
MgK : 2	.915	3.918	3.923	Mg101	6.496	1.522
AlK : 5	.983	3.435	3.099	Al203	6.491	1.203
SiK : 5	1.092	20.411	17.687	Si102	43.664	6.864
ClK : 1	1.028	.618	.424	Cl201	.757	.165
KK : 1	1.042	.625	.389	K 201	.752	.151
CaK : 3	1.033	7.521	4.567	Ca101	10.523	1.773
TiK : 2	1.024	.677	.344	Ti102	1.129	.133
MnK : 1	.962	.321	.142	Mn101	.414	.055
FeK : 1	1.005	20.366	8.876	Fe101	26.201	3.445
OK : 0	.000	38.958	59.266			23.000
TOTAL		98.060	100.000		98.060	15.808

Spectrum: 1205H88

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-édenite A= 0,654

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.828	1.328	1.379	Na201	1.790	.535
MgK : 2	.917	4.288	4.213	Mg101	7.111	1.634
AlK : 5	.980	3.239	2.867	Al203	6.119	1.112
SiK : 5	1.093	20.938	17.803	Si102	44.791	6.906
ClK : 1	1.027	.524	.353	Cl201	.642	.137
KK : 1	1.042	.522	.319	K 201	.629	.124
CaK : 3	1.033	7.577	4.515	Ca101	10.602	1.751
TiK : 2	1.024	.743	.371	Ti102	1.240	.144
MnK : 1	.962	.412	.179	Mn101	.532	.069
FeK : 1	1.004	20.371	8.711	Fe101	26.207	3.379
OK : 0	.000	39.721	59.291			23.000
TOTAL		99.663	100.000		99.663	15.792

Spectrum: 1205H89

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-édenite A= 0,512

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.833	1.056	1.108	Na201	1.423	.428
MgK : 2	.925	4.166	4.135	Mg101	6.907	1.598
AlK : 5	.987	3.264	2.920	Al203	6.168	1.129
SiK : 5	1.097	21.077	18.108	Si102	45.088	6.999
ClK : 1	1.025	.530	.361	Cl201	.649	.139
KK : 1	1.040	.516	.319	K 201	.622	.123
CaK : 3	1.032	7.549	4.546	Ca101	10.563	1.757
TiK : 2	1.022	.663	.334	Ti102	1.106	.129
MnK : 1	.961	.417	.183	Mn101	.538	.071
FeK : 1	1.003	19.629	8.482	Fe101	25.252	3.278
OK : 0	.000	39.450	59.504			23.000
TOTAL		98.318	100.000		98.318	15.653

## 5.6

Spectrum: 1205HB10

Ferro-édenite

Last elmt by STOICHIOMETRY

A= 0,545

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.830	.973	1.017	Na201	1.312	.393
MgK : 2	.924	4.450	4.396	Mg101	7.378	1.699
AlK : 5	.982	3.020	2.688	Al203	5.706	1.039
SiK : 5	1.097	21.258	18.174	Si102	45.475	7.024
ClK : 1	1.025	.404	.274	Cl201	.495	.106
KK : 1	1.041	.435	.267	K 201	.523	.103
CaK : 3	1.033	7.721	4.626	Ca101	10.803	1.788
TiK : 2	1.023	.550	.276	Ti102	.918	.107
MnK : 1	.961	.382	.167	Mn101	.494	.065
FeK : 1	1.004	20.020	8.609	Fe101	25.756	3.327
OK : 0	.000	39.647	59.508			23.000
TOTAL		98.861	100.000		98.861	15.651

Spectrum: 1205HB11

Ferro-édenite

Last elmt by STOICHIOMETRY

A= 0,681

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.829	1.304	1.387	Na201	1.757	.539
MgK : 2	.918	3.966	3.989	Mg101	6.576	1.551
AlK : 5	.984	3.709	3.362	Al203	7.008	1.307
SiK : 5	1.089	19.992	17.403	Si102	42.766	6.765
ClK : 1	1.029	.711	.491	Cl201	.872	.191
KK : 1	1.041	.718	.449	K 201	.865	.175
CaK : 3	1.032	7.303	4.456	Ca101	10.219	1.732
TiK : 2	1.024	.830	.424	Ti102	1.384	.165
MnK : 1	.962	.347	.154	Mn101	.448	.060
FeK : 1	1.005	19.901	8.714	Fe101	25.603	3.387
OK : 0	.000	38.717	59.172			23.000
TOTAL		97.498	100.000		97.498	15.870

Spectrum: 1205HB12

Ferro-édenite

Last elmt by STOICHIOMETRY

A= 0,688

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.830	1.411	1.462	Na201	1.902	.568
MgK : 2	.918	4.164	4.079	Mg101	6.905	1.584
AlK : 5	.982	3.757	3.316	Al203	7.100	1.288
SiK : 5	1.088	20.555	17.425	Si102	43.971	6.768
ClK : 1	1.028	.587	.394	Cl201	.719	.153
KK : 1	1.042	.567	.346	K 201	.684	.134
CaK : 3	1.033	7.592	4.511	Ca101	10.623	1.752
TiK : 2	1.024	.901	.448	Ti102	1.502	.174
MnK : 1	.961	.317	.137	Mn101	.409	.053
FeK : 1	1.004	20.328	8.667	Fe101	26.152	3.367
OK : 0	.000	39.787	59.215			23.000
TOTAL		99.967	100.000		99.967	15.842

## 5.6

Spectrum: 1205HB13

Hornblende ferro-édénitique

Last elmt by STOICHIOMETRY A= 0,698

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.827	1.446	1.518	Na201	1.949	.590
MgK : 2	.915	3.719	3.691	Mg101	6.166	1.435
AlK : 5	.986	3.897	3.486	Al203	7.364	1.355
SiK : 5	1.089	20.163	17.321	Si102	43.133	6.734
ClK : 1	1.030	.680	.463	Cl201	.833	.180
K K : 1	1.043	.635	.392	K 201	.764	.152
CaK : 3	1.034	7.701	4.636	Ca101	10.775	1.803
TiK : 2	1.024	.872	.439	Ti102	1.454	.171
MnK : 1	.962	.393	.173	Mn101	.508	.067
FeK : 1	1.005	20.189	8.723	Fe101	25.972	3.391
O K : 0	.000	39.225	59.159			23.000
TOTAL		98.919	100.000		98.919	15.879

Spectrum: 1205HB14

Ferro-édénite

Last elmt by STOICHIOMETRY A= 0,677

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.834	1.350	1.395	Na201	1.820	.542
MgK : 2	.922	4.473	4.371	Mg101	7.416	1.697
AlK : 5	.981	3.459	3.046	Al203	6.536	1.183
SiK : 5	1.091	20.872	17.652	Si102	44.650	6.854
ClK : 1	1.027	.576	.386	Cl201	.705	.150
K K : 1	1.041	.555	.337	K 201	.668	.131
CaK : 3	1.032	7.647	4.533	Ca101	10.700	1.760
TiK : 2	1.023	.733	.363	Ti102	1.222	.141
MnK : 1	.961	.311	.134	Mn101	.401	.052
FeK : 1	1.004	20.084	8.543	Fe101	25.838	3.317
O K : 0	.000	39.898	59.240			23.000
TOTAL		99.956	100.000		99.956	15.825

Spectrum: 1205HB15

Ferro-édénite

Last elmt by STOICHIOMETRY A= 0,608

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.838	1.264	1.317	Na201	1.704	.510
MgK : 2	.926	4.440	4.376	Mg101	7.362	1.695
AlK : 5	.984	3.443	3.057	Al203	6.506	1.185
SiK : 5	1.093	20.859	17.790	Si102	44.622	6.893
ClK : 1	1.026	.529	.358	Cl201	.649	.139
K K : 1	1.040	.508	.311	K 201	.612	.121
CaK : 3	1.032	7.608	4.548	Ca101	10.646	1.762
TiK : 2	1.022	.788	.394	Ti102	1.315	.153
MnK : 1	.960	.282	.123	Mn101	.364	.048
FeK : 1	1.003	19.503	8.366	Fe101	25.090	3.241
O K : 0	.000	39.644	59.360			23.000
TOTAL		98.869	100.000		98.869	15.747

5.6

Spectrum: 1205HB6

Ferro-actinolite.

Last elmt by STOICHIOMETRY

A= 0,320

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.851	.451	.466	Na201	.608	.178
MgK : 2	.948	6.069	5.923	Mg101	10.063	2.268
AlK : 5	.979	.786	.691	Al203	1.485	.265
SiK : 5	1.123	23.713	20.031	Si102	50.726	7.668
ClK : 1	1.016	.061	.041	Cl201	.075	.016
KK : 1	1.036	.012	.007	K 201	.014	.003
CaK : 3	1.029	8.072	4.779	Ca101	11.295	1.830
TiK : 2	1.017	.078	.039	Ti102	.130	.015
MnK : 1	.957	.341	.147	Mn101	.440	.056
FeK : 1	.999	18.350	7.796	Fe101	23.607	2.985
OK : 0	.000	40.511	60.079			23.000
TOTAL		98.444	100.000		98.444	15.283

## 5.6

## Echantillon I205; biotites

Spectrum: 1205BT1

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.799	.195	.216	Na2O1	.263	.082
MgK : 2	.908	3.315	3.461	Mg1O1	5.497	1.309
AlK : 5	.985	7.040	6.622	Al2O3	13.302	2.504
SiK : 5	1.049	16.269	14.698	Si1O2	34.803	5.539
ClK : 1	1.041	.918	.657	Cl2O1	1.125	.248
KK : 1	1.043	7.125	4.624	K2O1	8.582	1.749
CaK : 2	1.011	.019	.012	Ca1O1	.027	.005
TiK : 2	1.041	2.026	1.073	Ti1O2	3.379	.406
MnK : 1	.971	.026	.012	Mn1O1	.034	.005
FeK : 1	1.014	23.014	10.458	Fe1O1	29.607	3.955
OK : 0	.000	36.672	58.167			22.000
TOTAL		96.619	100.000		96.619	15.822

Spectrum: 1205BT2

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.806	.606	.672	Na2O1	.816	.252
MgK : 2	.909	2.234	2.343	Mg1O1	3.705	.880
AlK : 5	1.000	7.185	6.791	Al2O3	13.577	2.550
SiK : 5	1.056	17.112	15.533	Si1O2	36.606	5.834
ClK : 1	1.037	.714	.514	Cl2O1	.876	.193
KK : 1	1.042	6.660	4.343	K2O1	8.023	1.631
CaK : 2	1.011	.159	.101	Ca1O1	.223	.038
TiK : 2	1.040	1.860	.990	Ti1O2	3.102	.372
MnK : 1	.970	.022	.010	Mn1O1	.028	.004
FeK : 1	1.013	22.181	10.127	Fe1O1	28.536	3.803
OK : 0	.000	36.758	58.577			22.000
TOTAL		95.492	100.000		95.492	15.558

Spectrum: 1205BT3

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.795	.286	.318	Na2O1	.385	.120
MgK : 2	.903	3.298	3.472	Mg1O1	5.469	1.313
AlK : 5	.981	7.553	7.163	Al2O3	14.271	2.709
SiK : 5	1.038	15.830	14.420	Si1O2	33.864	5.454
ClK : 1	1.039	.709	.512	Cl2O1	.869	.194
KK : 1	1.043	6.471	4.235	K2O1	7.796	1.602
CaK : 2	1.014	.090	.057	Ca1O1	.126	.022
TiK : 2	1.044	1.641	.877	Ti1O2	2.737	.332
MnK : 1	.972	.260	.121	Mn1O1	.336	.046
FeK : 1	1.015	23.250	10.652	Fe1O1	29.911	4.029
OK : 0	.000	36.375	58.173			22.000
TOTAL		95.763	100.000		95.763	15.818

## 5.6

Spectrum: 1205BT4

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.793	.169	.189	Na2O1	.228	.072
MgK : 2	.903	2.709	2.861	Mg1O1	4.491	1.081
AlK : 5	.989	7.488	7.126	Al2O3	14.149	2.694
SiK : 5	1.045	15.795	14.438	Si1O2	33.788	5.458
ClK : 1	1.043	.784	.568	Cl2O1	.961	.215
K K : 1	1.046	7.160	4.702	K 2O1	8.625	1.777
CaK : 2	1.013	.064	.041	Ca1O1	.089	.015
TiK : 2	1.043	2.109	1.131	Ti1O2	3.519	.427
MnK : 1	.972	.201	.094	Mn1O1	.260	.036
FeK : 1	1.015	23.161	10.648	Fe1O1	29.796	4.025
O K : 0	.000	36.266	58.201			22.000
TOTAL		95.907	100.000		95.907	15.800

Spectrum: 1205BT5

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.802	.247	.274	Na2O1	.332	.104
MgK : 2	.910	3.416	3.592	Mg1O1	5.664	1.357
AlK : 5	.985	6.955	6.591	Al2O3	13.142	2.490
SiK : 5	1.048	16.215	14.759	Si1O2	34.686	5.576
ClK : 1	1.040	.719	.518	Cl2O1	.881	.196
K K : 1	1.044	6.970	4.557	K 2O1	8.396	1.722
CaK : 2	1.012	.061	.039	Ca1O1	.085	.015
TiK : 2	1.041	2.034	1.086	Ti1O2	3.393	.410
MnK : 1	.970	.228	.106	Mn1O1	.295	.040
FeK : 1	1.013	22.380	10.245	Fe1O1	28.792	3.871
O K : 0	.000	36.441	58.232			22.000
TOTAL		95.664	100.000		95.664	15.780

Spectrum: 1205BT6

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.826	1.117	1.184	Na2O1	1.506	.439
MgK : 2	.918	4.431	4.438	Mg1O1	7.347	1.644
AlK : 5	.978	3.011	2.718	Al2O3	5.690	1.007
SiK : 5	1.093	20.721	17.962	Si1O2	44.327	6.656
ClK : 1	1.026	.482	.331	Cl2O1	.591	.123
K K : 1	1.041	.492	.307	K 2O1	.593	.114
CaK : 2	1.037	7.177	4.360	Ca1O1	10.041	1.616
TiK : 2	1.025	.659	.335	Ti1O2	1.100	.124
MnK : 1	.962	.417	.185	Mn1O1	.539	.069
FeK : 1	1.005	20.203	8.808	Fe1O1	25.991	3.264
O K : 0	.000	39.013	59.373			22.000
TOTAL		97.724	100.000		97.724	15.054

## 5.6

Spectrum: 1205BT7

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	1.058	6.013	5.664	Na2O1	8.105	2.065
MgK : 2	1.023	.812	.723	Mg1O1	1.346	.264
AlK : 5	1.114	9.749	7.826	Al2O3	18.421	2.854
SiK : 5	1.095	24.966	19.249	Si1O2	53.407	7.019
ClK : 1	.991	.201	.123	Cl2O1	.247	.045
K K : 1	1.008	1.593	.882	K 2O1	1.919	.322
CaK : 2	1.004	2.656	1.435	Ca1O1	3.716	.523
TiK : 2	1.005	1.855	.839	Ti1O2	3.094	.306
MnK : 1	.943	.000	.000	Mn1O1	.000	.000
FeK : 1	.984	7.547	2.927	Fe1O1	9.710	1.067
O K : 0	.000	44.572	60.333			22.000
TOTAL		99.964	100.000		99.964	14.464

Spectrum: 1205BT8

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.796	.107	.118	Na2O1	.144	.045
MgK : 2	.906	2.750	2.881	Mg1O1	4.561	1.089
AlK : 5	.992	7.466	7.046	Al2O3	14.107	2.663
SiK : 5	1.048	16.098	14.594	Si1O2	34.437	5.515
ClK : 1	1.042	.930	.668	Cl2O1	1.139	.252
K K : 1	1.045	7.263	4.730	K 2O1	8.749	1.787
CaK : 2	1.012	.055	.035	Ca1O1	.078	.013
TiK : 2	1.042	2.043	1.086	Ti1O2	3.407	.410
MnK : 1	.971	.180	.083	Mn1O1	.232	.032
FeK : 1	1.015	23.105	10.535	Fe1O1	29.725	3.981
O K : 0	.000	36.581	58.223			22.000
TOTAL		96.578	100.000		96.578	15.786

Spectrum: 1205BT9

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.786	.399	.451	Na2O1	.538	.171
MgK : 2	.894	2.025	2.165	Mg1O1	3.358	.819
AlK : 5	.992	7.374	7.102	Al2O3	13.933	2.686
SiK : 5	1.048	15.021	14.636	Si1O2	33.843	5.535
ClK : 1	1.043	.925	.678	Cl2O1	1.133	.256
K K : 1	1.046	7.026	4.670	K 2O1	8.463	1.766
CaK : 2	1.014	.036	.023	Ca1O1	.051	.009
TiK : 2	1.044	1.943	1.054	Ti1O2	3.241	.399
MnK : 1	.973	.104	.049	Mn1O1	.135	.019
FeK : 1	1.016	23.642	11.001	Fe1O1	30.416	4.160
O K : 0	.000	35.816	58.171			22.000
TOTAL		95.111	100.000		95.111	15.820

## 5.6

Spectrum: 1205BT10

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.806	.238	.269	Na2O1	.321	.101
MgK : 2	.913	2.028	2.166	Mg1O1	3.362	.817
AlK : 5	1.007	5.932	5.709	Al2O3	11.208	2.153
SiK : 5	1.078	15.797	14.602	Si1O2	33.794	5.508
ClK : 1	1.054	.493	.361	Cl2O1	.605	.136
K K : 1	1.060	4.395	2.918	K 2O1	5.294	1.101
CaK : 2	1.030	8.148	5.279	Ca1O1	11.401	1.991
TiK : 2	1.019	1.776	.963	Ti1O2	2.963	.363
MnK : 1	.963	.167	.079	Mn1O1	.215	.030
FeK : 1	1.007	20.072	9.332	Fe1O1	25.822	3.520
O K : 0	.000	35.939	58.323			22.000
TOTAL		94.985	100.000		94.985	15.721

Spectrum: 1205BT11

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.792	.278	.312	Na2O1	.375	.118
MgK : 2	.901	3.216	3.409	Mg1O1	5.333	1.287
AlK : 5	.980	7.364	7.033	Al2O3	13.914	2.655
SiK : 5	1.039	15.798	14.494	Si1O2	33.795	5.471
ClK : 1	1.039	.660	.480	Cl2O1	.809	.181
K K : 1	1.044	6.217	4.097	K 2O1	7.489	1.547
CaK : 2	1.016	.126	.081	Ca1O1	.177	.031
TiK : 2	1.045	1.867	1.005	Ti1O2	3.115	.379
MnK : 1	.972	.000	.000	Mn1O1	.000	.000
FeK : 1	1.015	23.414	10.804	Fe1O1	30.122	4.078
O K : 0	.000	36.187	58.285			22.000
TOTAL		95.128	100.000		95.128	15.745

Spectrum: 1205BT12

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.797	.451	.496	Na2O1	.608	.187
MgK : 2	.903	2.993	3.109	Mg1O1	4.962	1.176
AlK : 5	.986	7.132	6.676	Al2O3	13.477	2.525
SiK : 5	1.048	16.141	14.510	Si1O2	34.529	5.488
ClK : 1	1.043	.724	.516	Cl2O1	.887	.195
K K : 1	1.047	6.687	4.319	K 2O1	8.055	1.633
CaK : 2	1.016	.915	.577	Ca1O1	1.281	.218
TiK : 2	1.041	2.194	1.157	Ti1O2	3.661	.438
MnK : 1	.970	.166	.076	Mn1O1	.214	.029
FeK : 1	1.014	22.991	10.395	Fe1O1	29.577	3.931
O K : 0	.000	36.856	58.170			22.000
TOTAL		97.251	100.000		97.251	15.820

## 5.6

Spectrum: 1205BT13

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.802	.308	.336	Na2O1	.415	.127
MgK : 2	.909	3.097	3.195	Mg1O1	5.135	1.207
AlK : 5	.989	7.529	6.999	Al2O3	14.226	2.644
SiK : 5	1.046	16.308	14.562	Si1O2	34.886	5.502
ClK : 1	1.041	.750	.531	Cl2O1	.920	.201
KK : 1	1.044	6.923	4.441	K 2O1	8.340	1.678
CaK : 2	1.013	.501	.314	Ca1O1	.702	.119
TiK : 2	1.040	2.007	1.051	Ti1O2	3.348	.397
MnK : 1	.970	.047	.021	Mn1O1	.060	.008
FeK : 1	1.013	22.981	10.321	Fe1O1	29.565	3.899
OK : 0	.000	37.144	58.229			22.000
TOTAL		97.595	100.000		97.595	15.782

Spectrum: 1205BT14

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.799	.290	.317	Na2O1	.391	.120
MgK : 2	.907	3.030	3.131	Mg1O1	5.024	1.182
AlK : 5	.989	7.274	6.772	Al2O3	13.744	2.558
SiK : 5	1.049	16.253	14.533	Si1O2	34.769	5.489
ClK : 1	1.043	.838	.594	Cl2O1	1.027	.224
KK : 1	1.046	7.212	4.633	K 2O1	8.687	1.750
CaK : 2	1.013	.053	.033	Ca1O1	.075	.013
TiK : 2	1.042	2.578	1.352	Ti1O2	4.300	.511
MnK : 1	.970	.124	.057	Mn1O1	.160	.021
FeK : 1	1.014	22.968	10.329	Fe1O1	29.548	3.901
OK : 0	.000	37.105	58.250			22.000
TOTAL		97.726	100.000		97.726	15.769

Spectrum: 1205BT15

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.788	.144	.163	Na2O1	.194	.062
MgK : 2	.899	3.070	3.280	Mg1O1	5.091	1.242
AlK : 5	.981	7.177	6.909	Al2O3	13.561	2.615
SiK : 5	1.042	15.635	14.457	Si1O2	33.447	5.472
ClK : 1	1.041	.894	.655	Cl2O1	1.096	.248
KK : 1	1.044	6.630	4.404	K 2O1	7.987	1.667
CaK : 2	1.014	.053	.034	Ca1O1	.074	.013
TiK : 2	1.044	1.740	.943	Ti1O2	2.902	.357
MnK : 1	.973	.150	.071	Mn1O1	.194	.027
FeK : 1	1.016	23.570	10.961	Fe1O1	30.322	4.149
OK : 0	.000	35.805	58.122			22.000
TOTAL		94.868	100.000		94.868	15.852

## 5.6

Spectrum: 1205BT16

Last elmt by STOICHIOMETRY

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 8	.797	.333	.362	Na2O1	.449	.137
MgK : 2	.904	3.303	3.398	Mg1O1	5.476	1.288
AlK : 5	.983	7.393	6.853	Al2O3	13.969	2.598
SiK : 5	1.044	16.180	14.406	Si1O2	34.612	5.461
ClK : 1	1.042	.878	.620	Cl2O1	1.077	.235
KK : 1	1.044	7.206	4.609	K 2O1	8.681	1.747
CaK : 2	1.012	.042	.026	Ca1O1	.059	.010
TiK : 2	1.042	1.977	1.032	Ti1O2	3.297	.391
MnK : 1	.971	.233	.106	Mn1O1	.301	.040
FeK : 1	1.015	23.569	10.554	Fe1O1	30.321	4.001
OK : 0	.000	37.128	58.034			22.000
TOTAL		98.242	100.000		98.242	15.909

## Annexe 5.7

## Echantillon I2I6; plagioclases

Spectrum: 1216PG1

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>33</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.964	5.704	5.161	Na2O1	7.797	.671
AlK : 7	1.020	13.463	10.189	Al2O3	25.325	1.325
SiK : 6	.975	28.134	20.544	Si1O2	60.105	2.671
K K : 1	.992	.017	.009	K 2O1	.020	.001
CaK : 1	.984	5.023	2.570	Ca1O1	7.028	.334
BaL : 1	.033	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	47.994	61.527			8.000
TOTAL		100.354	100.000		100.354	5.002

Spectrum: 1216PG2

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>35</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.960	5.511	4.912	Na2O1	7.429	.638
AlK : 7	1.021	13.689	10.397	Al2O3	25.067	1.351
SiK : 6	.972	27.984	20.414	Si1O2	59.863	2.652
K K : 1	.993	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.984	5.236	2.677	Ca1O1	7.326	.348
BaL : 1	.033	.147	.022	Ba1O1	.164	.003
O K : 0	.000	40.002	61.579			0.000
TOTAL		100.649	100.000		100.649	4.992

Spectrum: 1216PG3  
Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>16</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.982	7.334	6.422	Na2O1	9.886	.935
AlK : 7	1.010	11.917	9.892	Al2O3	22.510	1.156
SiK : 6	.980	30.509	21.963	Si1O2	65.264	2.842
K K : 1	.984	.003	.001	K 2O1	.003	.000
CaK : 1	.979	2.535	1.273	Ca1O1	3.548	.166
BaL : 1	.030	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	40.721	61.549			8.000
TOTAL		101.219	100.000		101.219	4.978

Spectrum: 1216PG4

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>19</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM. %		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.979	6.988	6.164	Na2O1	9.420	.901
AlK : 7	1.013	12.166	9.144	Al2O3	22.988	1.188
SiK : 6	.985	29.972	21.638	Si1O2	64.116	2.812
K K : 1	.985	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.980	2.945	1.490	Ca1O1	4.120	.194
BaL : 1	.037	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	48.573	61.564			8.000
TOTAL		100.644	100.000		100.644	4.975

## 5.7

Spectrum: 1216P65

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>36</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.961	5.481	4.869	Na2O1	7.308	.633
AlK : 7	1.023	13.868	10.477	Al2O3	26.284	1.345
SiK : 6	.972	27.892	20.281	Si1O2	59.667	2.636
KK : 1	.973	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.904	5.499	2.802	Ca1O1	7.695	.364
BaL : 1	.833	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
OK : 0	.000	48.214	61.548			8.000
TOTAL		100.954	100.000		100.954	4.998

Spectrum: 1216P66

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>23</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.975	6.700	5.876	Na2O1	9.831	.766
AlK : 7	1.014	12.612	9.457	Al2O3	23.031	1.229
SiK : 6	.982	27.503	21.307	Si1O2	63.203	2.770
KK : 1	.987	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.981	3.552	1.793	Ca1O1	4.970	.233
BaL : 1	.836	.025	.004	Ba1O1	.028	.000
OK : 0	.000	48.672	61.544			8.000
TOTAL		101.143	100.000		101.143	4.997

Spectrum: 1216P67

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>15</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.992	7.324	6.394	Na2O1	9.873	.931
AlK : 7	1.010	12.002	8.928	Al2O3	22.678	1.188
SiK : 6	.987	30.642	21.895	Si1O2	65.549	2.844
KK : 1	.983	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.979	2.385	1.194	Ca1O1	3.337	.155
BaL : 1	.938	.050	.007	Ba1O1	.055	.001
OK : 0	.000	47.089	61.581			8.000
TOTAL		101.491	100.000		101.491	4.991

Spectrum: 1216P68

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>14</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.985	7.572	6.609	Na2O1	10.234	.859
AlK : 7	1.007	11.829	8.774	Al2O3	22.352	1.141
SiK : 6	.988	30.890	22.008	Si1O2	66.080	2.961
KK : 1	.982	.018	.009	K 2O1	.021	.001
CaK : 1	.978	2.115	1.056	Ca1O1	2.960	.137
BaL : 1	.838	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
OK : 0	.000	49.203	61.543			8.000
TOTAL		101.648	100.000		101.648	4.999

## 5.7

Spectrum: 1216PG9

Last elmt by STOICHIOMETRY nul

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.966	4.283	3.788	Na2O1	5.665	.462
AlK : 7	1.045	5.587	4.131	Al2O3	10.406	.516
SiK : 6	1.896	38.652	27.847	Si1O2	82.604	3.479
K K : 1	.972	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.971	.579	.292	Ca1O1	.010	.037
BaL : 1	.030	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	50.624	64.031			0.000
TOTAL		97.564	100.000		97.564	4.494

Spectrum: 1216PG10

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>13</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.982	6.959	6.198	Na2O1	9.388	.982
AlK : 7	1.013	10.952	8.236	Al2O3	20.586	1.065
SiK : 6	1.800	31.151	22.787	Si1O2	66.639	2.937
K K : 1	.981	.045	.024	K 2O1	.054	.063
CaK : 1	.977	1.986	.974	Ca1O1	2.667	.126
BaL : 1	.038	.034	.005	Ba1O1	.038	.001
O K : 0	.000	48.337	61.957			0.000
TOTAL		97.284	100.000		97.284	4.933

Spectrum: 1216PG11

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>25</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.972	6.422	5.739	Na2O1	8.657	.746
AlK : 7	1.015	12.537	9.547	Al2O3	23.689	1.261
SiK : 6	.981	29.019	21.225	Si1O2	62.877	2.758
K K : 1	.908	.004	.002	K 2O1	.005	.000
CaK : 1	.981	3.735	1.915	Ca1O1	5.226	.249
BaL : 1	.036	.057	.008	Ba1O1	.063	.001
O K : 0	.000	47.944	61.564			0.000
TOTAL		99.717	100.000		99.717	4.975

Spectrum: 1216PG12

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>27</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.968	5.536	5.037	Na2O1	7.463	.654
AlK : 7	1.024	13.172	10.212	Al2O3	24.888	1.326
SiK : 6	.976	27.933	20.881	Si1O2	59.755	2.701
K K : 1	.989	.594	.318	K 2O1	.715	.041
CaK : 1	.980	3.857	2.013	Ca1O1	5.397	.261
BaL : 1	.834	.030	.005	Ba1O1	.034	.001
O K : 0	.000	47.130	61.615			0.000
TOTAL		98.252	100.000		98.252	4.984

## 5.7

Spectrum: 1216P013

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>I5</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.982	7.137	6.365	Na2O1	9.621	.827
AlK : 7	1.011	11.842	9.000	Al2O3	22.574	1.170
SiK : 6	.986	29.986	21.830	Si1O2	63.975	2.837
KK : 1	.703	.110	.062	K 2O1	.142	.008
CaK : 1	.979	2.307	1.180	Ca1O1	3.228	.153
BaL : 1	.030	.033	.005	Ba1O1	.037	.001
OK : 0	.000	48.035	61.550			8.000
TOTAL		99.370	100.000		99.370	4.996

Spectrum: 1216P014

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>I7</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.982	7.147	6.352	Na2O1	9.634	.826
AlK : 7	1.011	11.974	9.069	Al2O3	22.626	1.179
SiK : 6	.985	29.846	21.711	Si1O2	63.846	2.823
KK : 1	.934	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.979	2.617	1.334	Ca1O1	3.662	.173
BaL : 1	.037	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
OK : 0	.000	48.104	61.534			8.000
TOTAL		99.767	100.000		99.767	5.001

Spectrum: 1216P015

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>I7</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.981	7.073	6.355	Na2O1	9.535	.827
AlK : 7	1.011	11.915	9.122	Al2O3	22.515	1.167
SiK : 6	.984	29.371	21.597	Si1O2	62.829	2.811
KK : 1	.985	.179	.095	K 2O1	.216	.012
CaK : 1	.979	2.648	1.345	Ca1O1	3.706	.178
BaL : 1	.037	.002	.000	Ba1O1	.003	.000
OK : 0	.000	47.614	61.466			8.000
TOTAL		98.804	100.000		98.804	5.015

Spectrum: 1216P016

Last elmt by STOICHIOMETRY

An<sub>24</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.974	6.412	5.744	Na2O1	8.644	.746
AlK : 7	1.017	12.424	9.483	Al2O3	23.475	1.231
SiK : 6	.982	29.140	21.364	Si1O2	62.335	2.774
KK : 1	.987	.001	.000	K 2O1	.001	.000
CaK : 1	.981	3.488	1.792	Ca1O1	4.880	.233
BaL : 1	.036	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
OK : 0	.000	47.871	61.617			8.000
TOTAL		99.336	100.000		99.336	4.984

## 5.7

Spectrum: 1216PG17

Last elmt by STOICHIOMETRY nul

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.966	4.474	3.903	Na2O1	6.031	.500
AlK : 7	1.040	6.186	4.594	Al2O3	11.607	.500
SiK : 6	1.061	37.176	27.092	Si1O2	79.526	3.401
KK : 1	.974	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.972	.979	.500	Ca1O1	1.370	.063
BaL : 1	.033	.053	.000	Ba1O1	.059	.001
O K : 0	.000	49.007	63.723			8.000
TOTAL		98.674	100.000		98.674	4.554

Spectrum: 1216PG18

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>36</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.962	5.479	4.949	Na2O1	7.306	.644
AlK : 7	1.022	13.530	10.420	Al2O3	25.580	1.355
SiK : 6	.973	27.491	20.324	Si1O2	58.009	2.643
KK : 1	.973	.030	.016	K 2O1	.036	.002
CaK : 1	.984	5.336	2.765	Ca1O1	7.466	.360
BaL : 1	.033	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	47.400	61.526			8.000
TOTAL		99.277	100.000		99.277	5.003

Spectrum: 1216PG19

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>36</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.961	5.543	4.999	Na2O1	7.472	.650
AlK : 7	1.021	13.410	10.364	Al2O3	25.336	1.340
SiK : 6	.974	27.613	20.380	Si1O2	59.069	2.651
KK : 1	.973	.053	.020	K 2O1	.064	.004
CaK : 1	.984	5.375	2.790	Ca1O1	7.521	.362
BaL : 1	.033	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	47.471	61.509			8.000
TOTAL		99.465	100.000		99.465	5.006

Spectrum: 1216PG20

Last elmt by STOICHIOMETRY An<sub>37</sub>

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.960	5.349	4.854	Na2O1	7.210	.631
AlK : 7	1.022	13.437	10.392	Al2O3	25.390	1.350
SiK : 6	.973	27.411	20.361	Si1O2	58.637	2.646
KK : 1	.973	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.984	5.421	2.822	Ca1O1	7.585	.367
BaL : 1	.033	.041	.006	Ba1O1	.046	.001
O K : 0	.000	47.209	61.565			8.000
TOTAL		98.068	100.000		98.068	4.994

## 5.7

Spectrum: 1216PG21

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>35</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.962	5.575	5.004	Na2O1	7.514	.651
AlK : 7	1.022	13.676	10.462	Al2O3	25.942	1.361
SiK : 6	.972	27.504	20.267	Si1O2	59.007	2.637
KK : 1	.003	.035	.019	K 2O1	.042	.002
CaK : 1	.904	5.351	2.755	Ca1O1	7.407	.350
BaL : 1	.033	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	47.672	61.493			0.000
TOTAL		99.893	100.000		99.893	5.010

Spectrum: 1216PG22

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>33</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.964	5.727	5.129	Na2O1	7.719	.667
AlK : 7	1.021	13.398	10.226	Al2O3	25.316	1.329
SiK : 6	.974	28.021	20.542	Si1O2	59.942	2.670
KK : 1	.002	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.904	4.975	2.556	Ca1O1	6.961	.332
BaL : 1	.033	.000	.001	Ba1O1	.011	.000
O K : 0	.000	47.819	61.545			0.000
TOTAL		99.949	100.000		99.949	4.799

Spectrum: 1216PG23

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>25</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.971	6.423	5.734	Na2O1	8.658	.745
AlK : 7	1.014	12.554	9.549	Al2O3	23.721	1.241
SiK : 6	.900	29.056	21.220	Si1O2	62.156	2.750
KK : 1	.000	.018	.009	K 2O1	.021	.001
CaK : 1	.982	3.696	1.892	Ca1O1	5.171	.246
BaL : 1	.036	.148	.022	Ba1O1	.165	.003
O K : 0	.000	47.999	61.565			0.000
TOTAL		99.892	100.000		99.893	4.994

Spectrum: 1216PG23

Last elmt by STOICHIOMETRY **An<sub>27</sub>**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 4	.970	6.195	5.505	Na2O1	8.350	.715
AlK : 7	1.010	12.621	9.558	Al2O3	23.848	1.241
SiK : 6	.983	29.176	21.221	Si1O2	62.413	2.755
KK : 1	.000	.000	.000	K 2O1	.000	.000
CaK : 1	.982	4.103	2.092	Ca1O1	5.741	.272
BaL : 1	.035	.000	.000	Ba1O1	.000	.000
O K : 0	.000	48.258	61.624			0.000
TOTAL		100.353	100.000		100.353	4.982

## 5.7

## Echantillon I2I6; hornblendes

Spectrum: 1216H81

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-pargasite A= 0,892

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.825	2.484	2.572	Na2O1	3.248	1.002
MgK : 5	.783	1.877	1.899	Mg1O1	1.786	.425
AlK : 8	.798	0.546	7.792	Al2O3	16.149	3.836
SiK : 7	.980	17.828	15.686	Si1O2	38.121	6.888
ClK : 1	1.025	.258	.179	Cl2O1	.317	.078
K K : 1	1.042	.375	.236	K 2O1	.451	.092
CaK : 1	1.038	6.685	4.854	Ca1O1	9.242	1.588
TiK : 2	1.038	.189	.056	Ti1O2	.182	.022
MnK : 1	.985	.548	.242	Mn1O1	.697	.094
FeK : 1	1.088	28.751	9.148	Fe1O1	26.696	3.561
O K : 8	.000	38.395	59.832			23.000
TOTAL		96.831	100.000		96.881	15.962

Spectrum: 1216H82

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-pargasite A= 0,761

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.831	1.968	2.021	Na2O1	2.643	.764
MgK : 5	.794	1.876	1.849	Mg1O1	1.783	.487
AlK : 8	.798	9.781	8.594	Al2O3	18.482	3.335
SiK : 7	.984	18.258	15.487	Si1O2	39.858	5.979
ClK : 1	1.024	.175	.117	Cl2O1	.215	.046
K K : 1	1.042	.384	.233	K 2O1	.462	.078
CaK : 1	1.029	7.146	4.226	Ca1O1	9.999	1.648
TiK : 2	1.028	.828	.814	Ti1O2	.846	.885
MnK : 1	.984	.513	.221	Mn1O1	.662	.086
FeK : 1	1.087	28.856	8.852	Fe1O1	26.838	3.435
O K : 8	.000	48.884	59.266			23.000
TOTAL		100.182	100.000		100.102	15.888

Spectrum: 1216H83

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-pargasite A= 0,831

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.833	2.258	2.361	Na2O1	3.043	.918
MgK : 5	.791	1.146	1.133	Mg1O1	1.988	.441
AlK : 8	.796	9.278	8.268	Al2O3	17.532	3.215
SiK : 7	.986	18.883	15.477	Si1O2	38.683	6.818
ClK : 1	1.024	.281	.136	Cl2O1	.246	.053
K K : 1	1.041	.338	.288	K 2O1	.487	.081
CaK : 1	1.029	7.818	4.285	Ca1O1	9.889	1.635
TiK : 2	1.028	.181	.051	Ti1O2	.168	.028
MnK : 1	.984	.491	.215	Mn1O1	.634	.084
FeK : 1	1.087	28.426	8.793	Fe1O1	26.278	3.419
O K : 8	.000	39.368	59.154			23.000
TOTAL		98.788	100.000		98.788	15.881

## 5.7

Spectrum: 1216HR4

Last elmt by STOICHIOMETRY **Ferro-pargasite** **A= 0,864**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.829	2.273	2.352	Na2O1	3.065	.916
MgK : 5	.780	1.030	1.015	Mg1O1	1.721	.395
AlK : 8	.795	9.418	8.304	Al2O3	17.797	3.233
SiK : 7	.905	10.157	15.375	Si1O2	30.041	5.987
ClK : 1	1.025	.205	.191	Cl2O1	.349	.074
K K : 1	1.042	.442	.269	K 2O1	.533	.105
CaK : 1	1.029	7.105	4.217	Ca1O1	9.942	1.642
TiK : 2	1.020	.030	.015	Ti1O2	.050	.006
MnK : 1	.904	.469	.203	Mn1O1	.606	.079
FeK : 1	1.007	21.111	8.991	Fe1O1	27.159	3.501
O K : 0	.000	39.733	59.060			23.000
TOTAL		100.062	100.000		100.062	15.938

Spectrum: 1216HD5

Last elmt by STOICHIOMETRY **Ferro-pargasite** **A= 0,871**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.833	2.250	2.324	Na2O1	3.043	.905
MgK : 5	.792	1.130	1.100	Mg1O1	1.874	.429
AlK : 8	.796	9.664	8.475	Al2O3	18.261	3.302
SiK : 7	.984	10.071	15.222	Si1O2	30.658	5.930
ClK : 1	1.025	.333	.222	Cl2O1	.400	.087
K K : 1	1.042	.493	.290	K 2O1	.594	.116
CaK : 1	1.020	7.100	4.237	Ca1O1	10.047	1.651
TiK : 2	1.027	.070	.030	Ti1O2	.130	.015
MnK : 1	.984	.572	.246	Mn1O1	.739	.096
FeK : 1	1.007	20.764	8.797	Fe1O1	26.712	3.427
O K : 0	.000	39.923	59.030			23.000
TOTAL		100.466	100.000		100.466	15.958

Spectrum: 1216HD6

Last elmt by STOICHIOMETRY **Ferro-pargasite** **A= 0,878**

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.831	2.255	2.390	Na2O1	3.040	.930
MgK : 5	.709	1.129	1.132	Mg1O1	1.873	.441
AlK : 8	.794	9.137	8.252	Al2O3	17.265	3.213
SiK : 7	.985	17.707	15.360	Si1O2	37.879	5.980
ClK : 1	1.025	.201	.130	Cl2O1	.246	.054
K K : 1	1.042	.395	.246	K 2O1	.475	.096
CaK : 1	1.029	6.987	4.240	Ca1O1	9.776	1.654
TiK : 2	1.020	.115	.050	Ti1O2	.192	.023
MnK : 1	.904	.459	.204	Mn1O1	.593	.079
FeK : 1	1.007	20.380	8.892	Fe1O1	26.219	3.462
O K : 0	.000	38.792	59.079			23.000
TOTAL		97.558	100.000		97.558	15.931

## 5.7

Spectrum: 1216H87

Last elmt by STOICHIOMETRY Ferro-pargasite a= 0,855

ELMT	ZAF	%ELMT	ATOM.%		%OXIDE	FORMULA
NaK : 3	.833	2.245	2.340	Na2O1	3.027	.914
MgK : 5	.791	1.198	1.185	Mg1O1	1.786	.461
AlK : 8	.795	9.219	0.214	Al2O3	17.419	3.197
SiK : 7	.986	18.045	15.443	Si1O2	30.682	6.011
ClK : 1	1.024	.252	.171	Cl2O1	.309	.066
K K : 1	1.041	.411	.253	K 2O1	.496	.098
CaK : 1	1.028	7.052	4.230	Ca1O1	9.868	1.646
TiK : 2	1.027	.043	.022	Ti1O2	.072	.008
MnK : 1	.784	.462	.202	Mn1O1	.596	.079
FeK : 1	1.007	20.537	0.040	Fe1O1	26.420	3.441
O K : 0	.000	39.530	59.093			23.000
TOTAL		98.794	100.000		98.794	15.922

CA2PP  
UP 8  
1990  
D814  
doc 1

378000m.E.

80

82

# ECOLE POLYTECHNIQUE BIBLIOTHEQUE

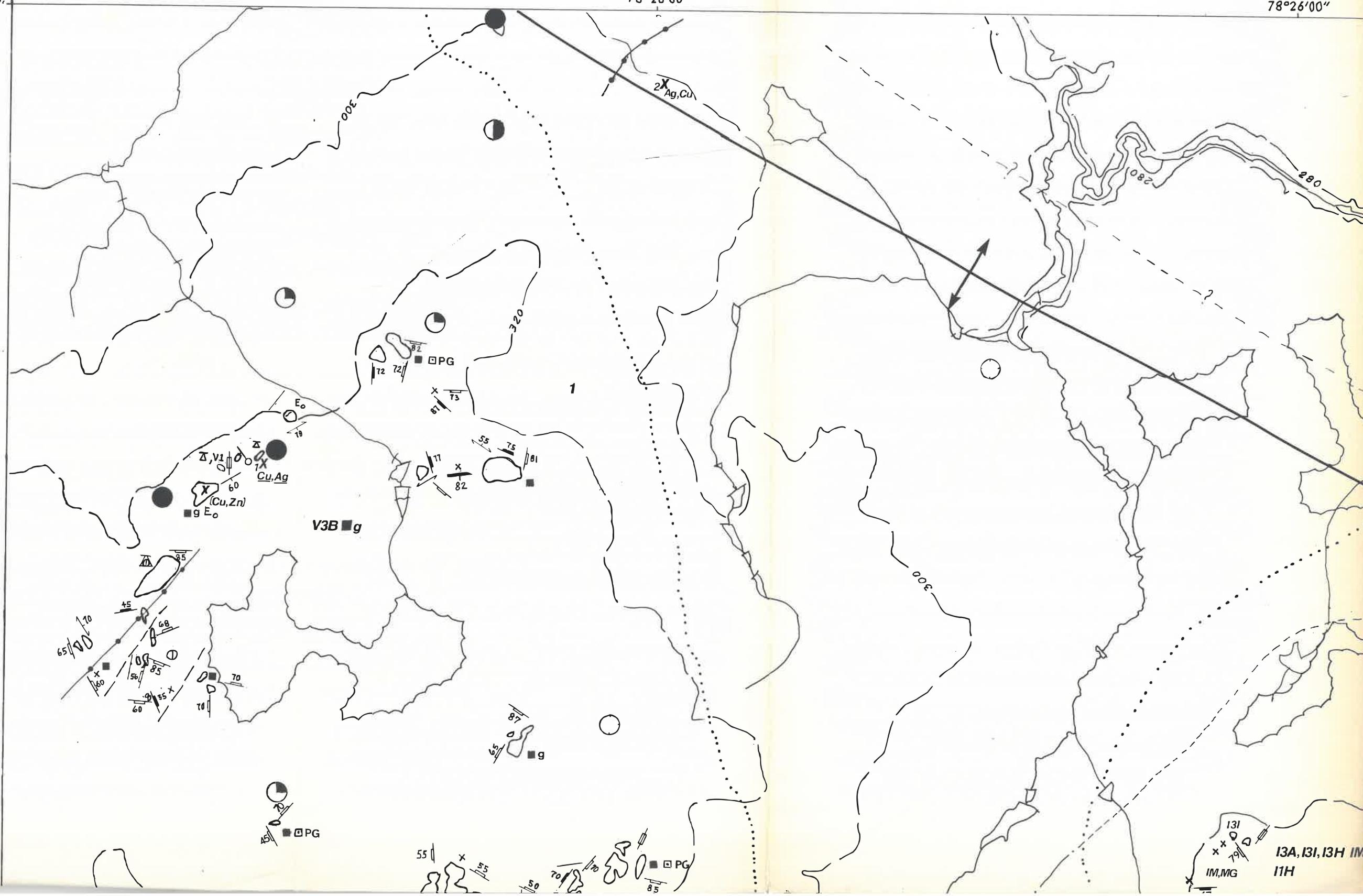
78°30'00"  
49°30'00"

78°28'00"

78°26'00"

5484000m.N.

1



82

131  
13A, 13I, 13H IM  
11H  
IM.MG





4  
78°18'00"

78°16'00"

78°15'00"

49°30'00"

STRATIGRAPHIE

## PROTEROZOIQUE

## ARCHEEN

7

Diabase à quartz

6

Complexe intrusif de Rainboth

Complexe lité de Valrennes

Gabbro, gabbro anorthositique, hornblendite, tonalite et granophyre

Pluton de Joutel

5

Tonalite, gabbro, gabbro injecté de tonalite enclave de volcanites

Collines Cartwright

4

Basalte, basalte komatiitique, komatiite et andésite

3

Bande sédimentaire de l'Harricana

Argillite, arénite lithique et formation de fer

2d

Complexe volcanique de Joutel

Dyke de gabbro

2c

Zone felsique d'Agnico-Eagle

Pyroclastites felsiques, volcanites felsiques

2b

Zone mafique méciane

Basalte et andésite massifs, coussinés et pyroclastites,

49°28'00"

5

80

78

E. (Cu, Zn)

1

6

320

000

65  
65  
35  
75

320

75  
60

SANS  
AFFLEUREMENT

300

61 EP  
13A

131, 13H  
IM, MG  
75

320

76

6

63

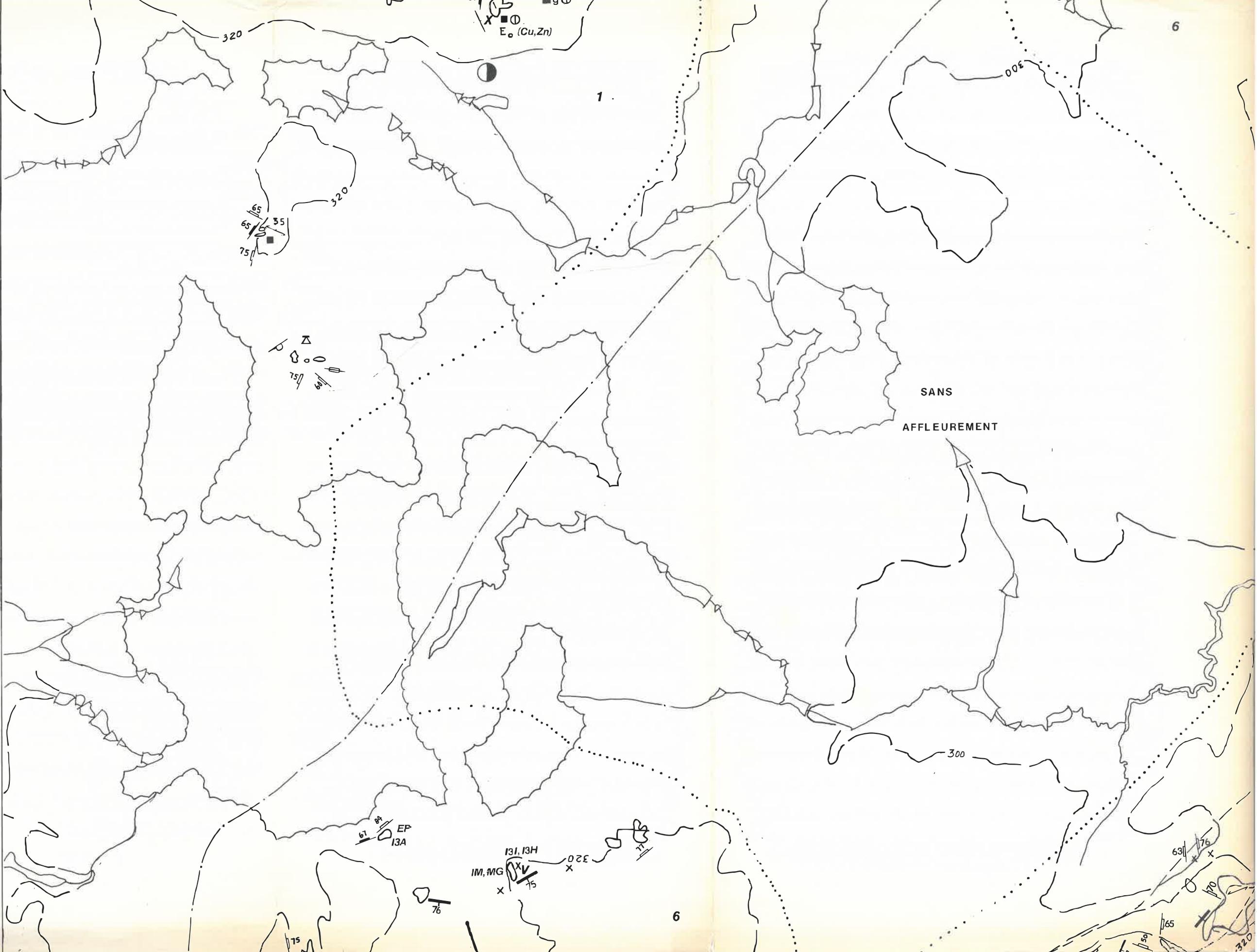
76

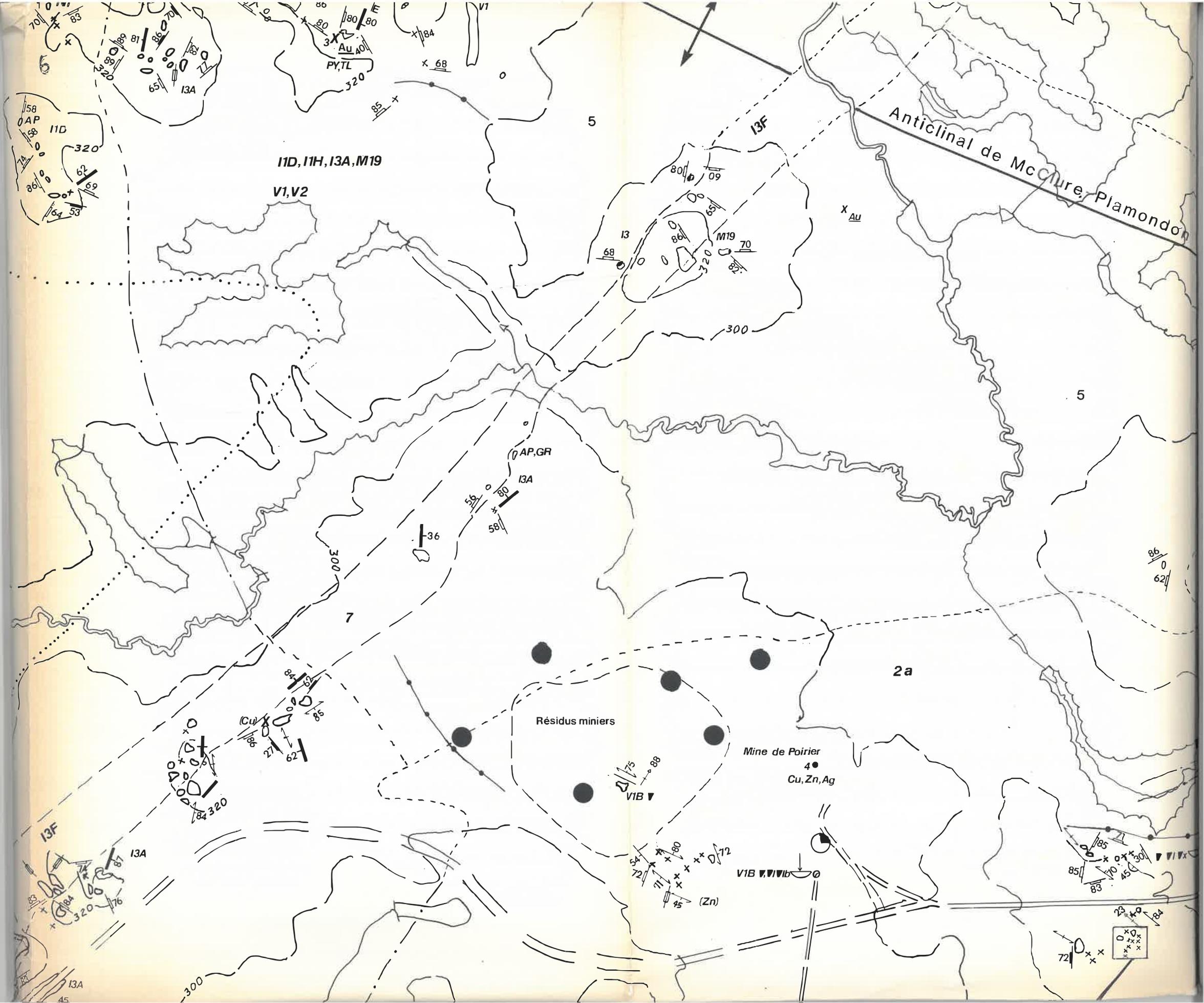
70

65

50

320





Anticlinal de McClure, Plamondon

I1D, I1H, I3A, M19

V1, V2

Résidus miniers

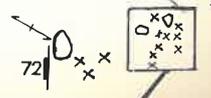
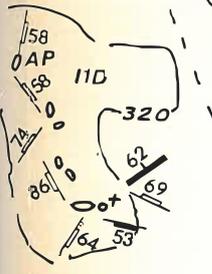
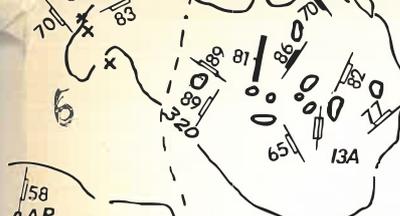
Mine de Poirier  
4 ●  
Cu, Zn, Ag

2a

VIB ▼

VIB ▼ VIB

(Zn)





arenite litique

Zone felsique principale

2a

Tufs felsiques, tufs, tufs à lapilli, tufs laminés

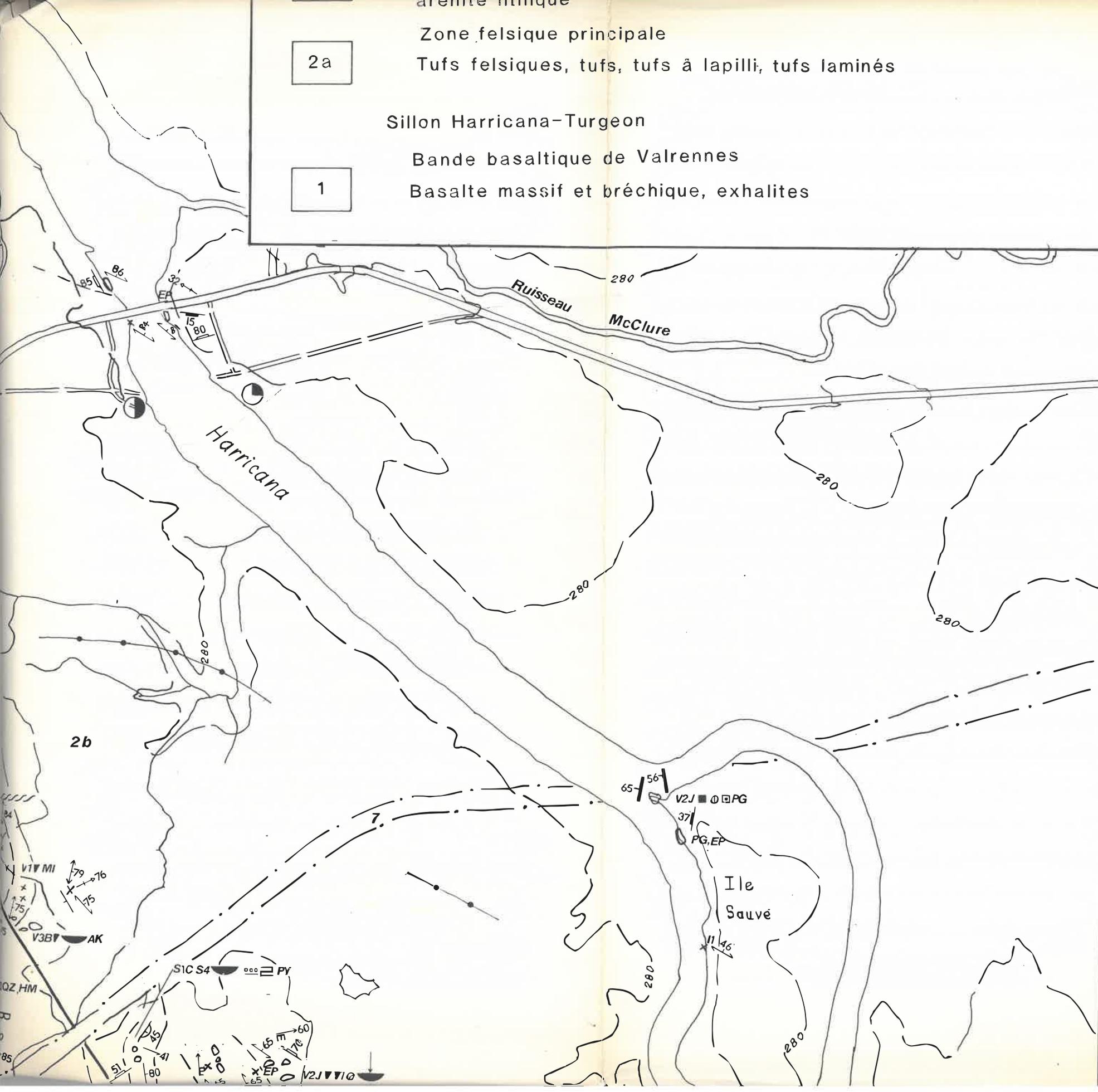
Sillon Harricana-Turgeon

Bande basaltique de Valrennes

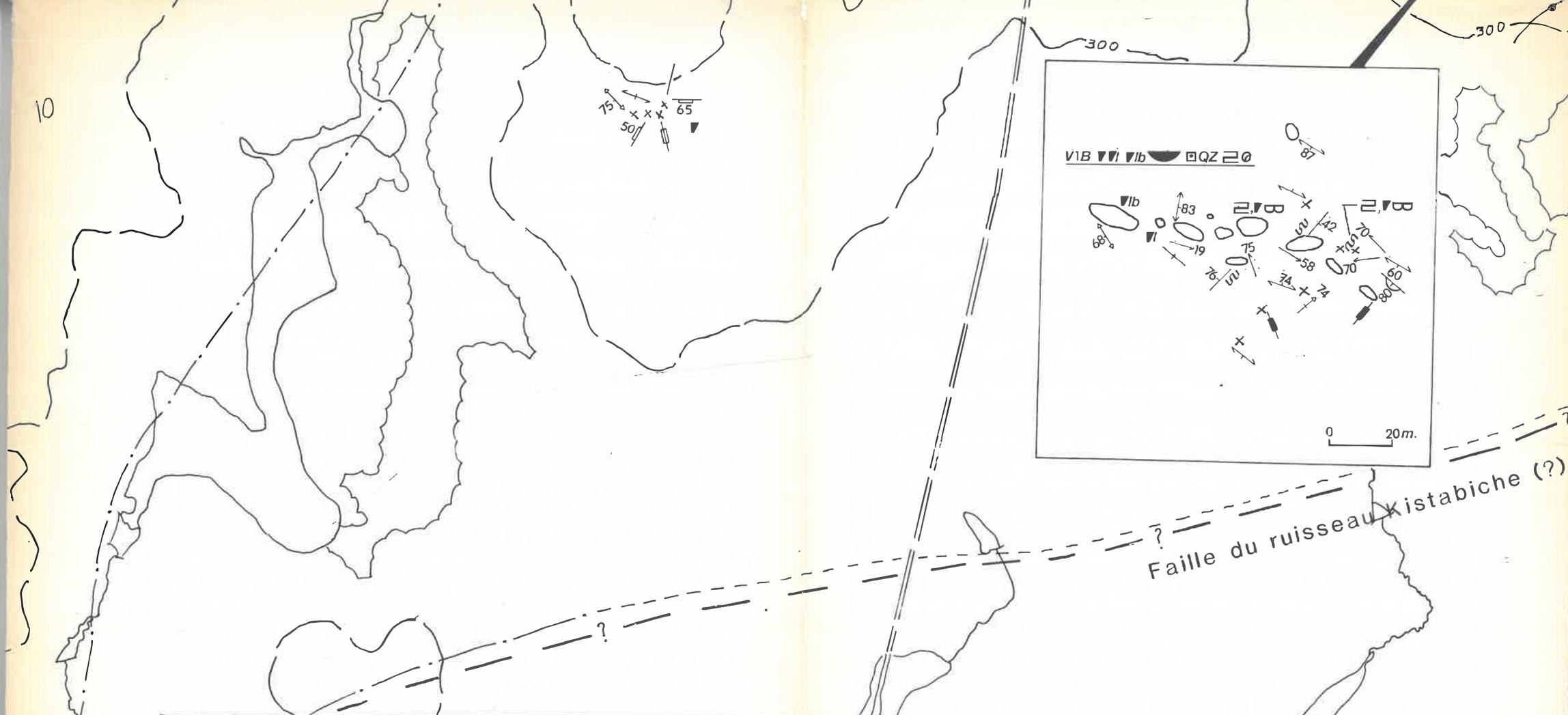
1

Basalte massif et bréchique, exhalites

49°28'00"







Carte 1: Géologie du Complexe volcanique de Joutel et du Complexe intrusif de R

SYMBOLES

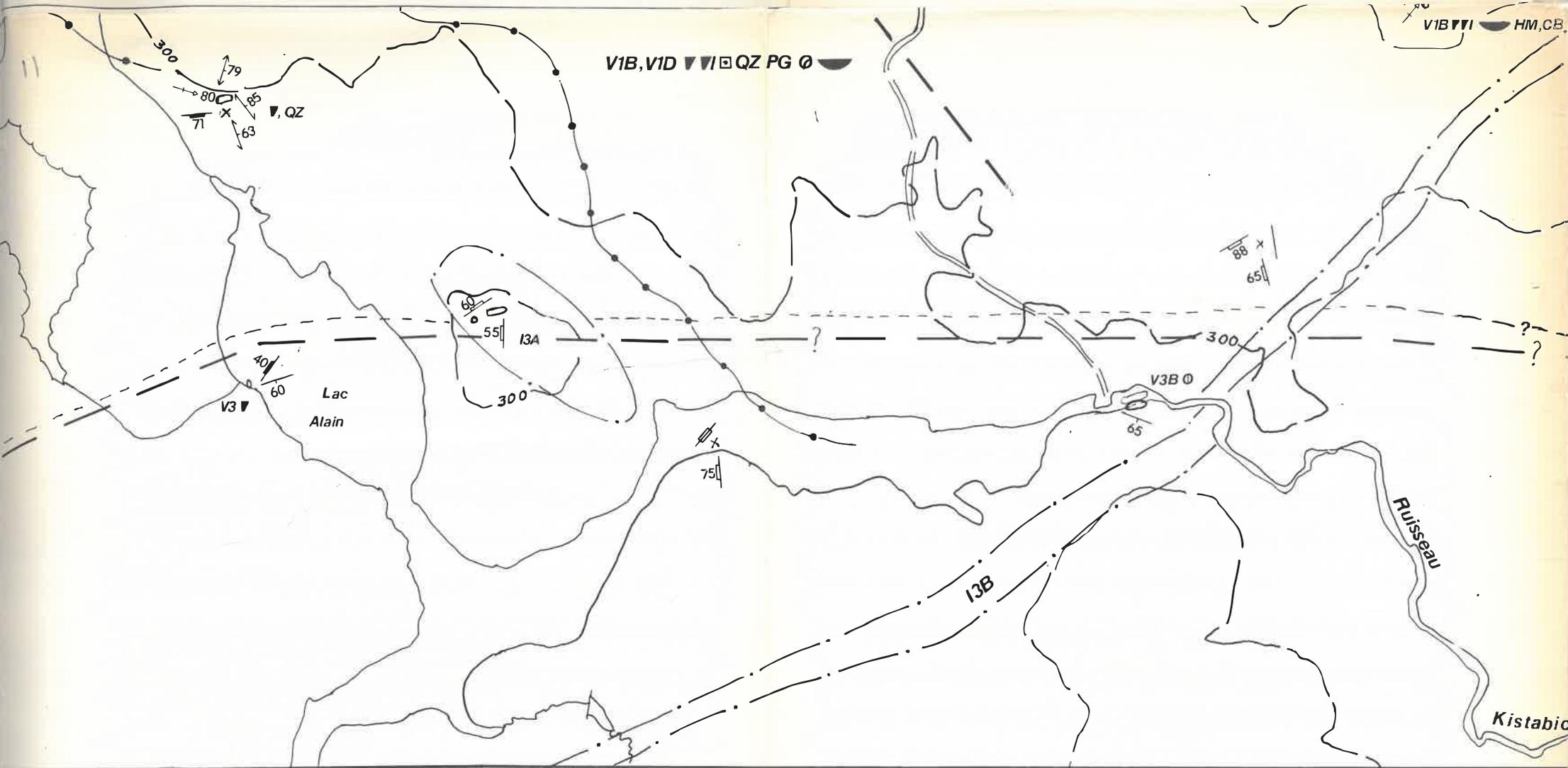
a) b)	Affleurements
x    o	a) petit b) aire d'affleurements
o (dotted)	Délimitation des aires sans affleurements
a) / b) / c) / d) /	Contacts géologiques
	a) certain b) incertain c) présumé d) déduit de levé géophysique
a) b)	Stratification
/    /	Sommet non déterminé
	a) inclinée b) pendage non mesuré

a) b) c)  
↑    ↑    /

↑

↑

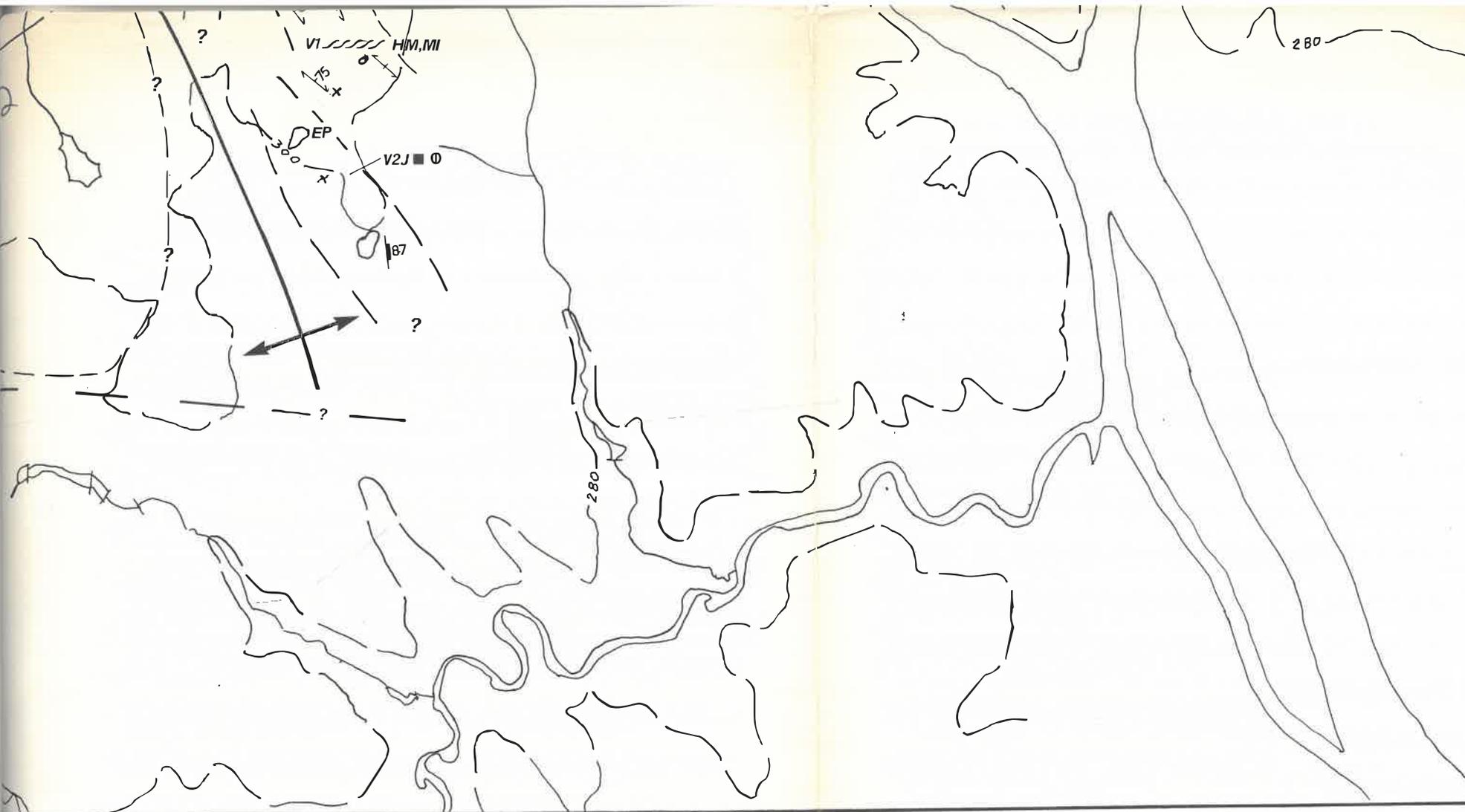
Li  
Li  
Li  
Pi



Joutel, région de Joutel, Abitibi.

LITH

	INTRUSIVES
	ROCHES FELSQUES
néations L <sub>1</sub>	I1
a) d'étirement b) minéralogique c) charnière de pli	I1D Tonalite
	I1H Granophyre
néations L <sub>2</sub>	ROCHES INTERMEDIAIRES I2
intersection des fabriques C et S	ROCHES MAFIQUES
néations L <sub>3</sub>	I3
intersection L <sub>2</sub> <sup>1</sup>	I3A Gabbro
is observés localement	I3B Diabase
	I3F Diabase à g



49°26'00"

78

76

**LOGIES**

**EFFUSIVES**

- V 1
- V1B Rhyolite
- V1D Dacite
- V 2
- V2J Andésite
- V 3
- V3B Basalte
- V3F Basalte magnésien

**SYMBOLES TEXTURAUX**

- |    |                         |                                   |                      |
|----|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|
|    | Chenalisation           |                                   | Lamination parallèle |
|    | Cisailée                |                                   | Ponce                |
|    | Granoclassement normal  |                                   | Porphyrique          |
|    | Joints polygonaux       |                                   | Schisteux            |
|    | Lamination lenticulaire |                                   | Spinifex             |
| a) | b)                      | Fragments monogéniques b) aplatis |                      |
| a) | b)                      | Fragments polygéniques b) aplatis |                      |

49°24'00"

13

13F

320

500

300

5472000m.N.

49°22'30"

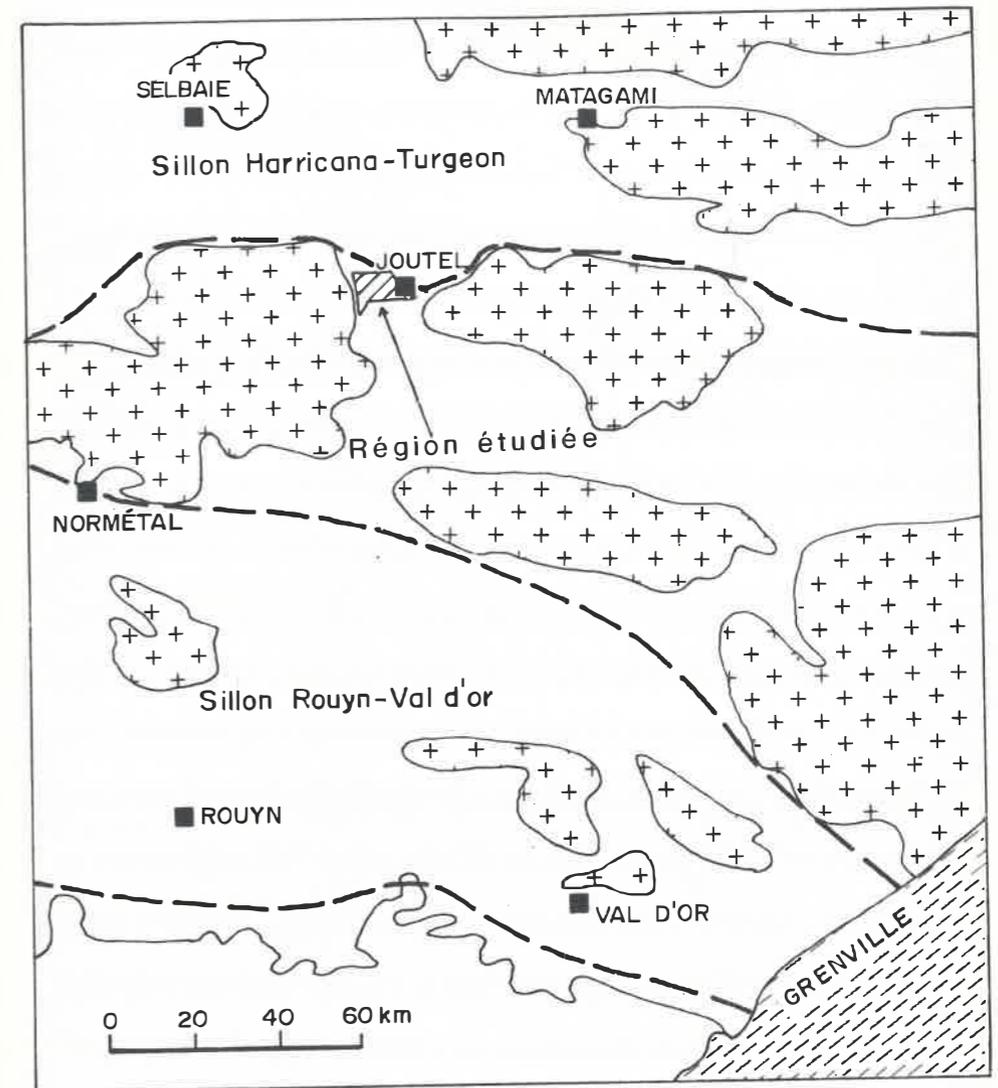
78°30'00"

378000m.E.

78°28'00"

80

### Carte de localisation

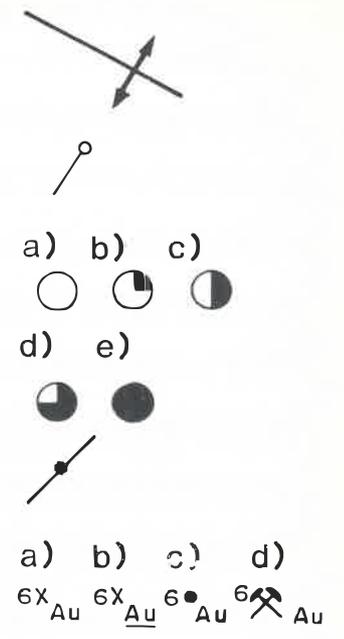


78°26'00"

82



- a) b) Sommet déterminé  
  - a) inclinée normale b) pendage non déterminé
- a) b) c) Surface S<sub>1</sub>  
  - a) inclinée b) verticale c) pendage non mesuré
- a) b) c) Surface S<sub>2</sub>  
  - a) inclinée b) verticale c) pendage non mesuré
- a) b) Surface S<sub>3</sub>  
  - a) inclinée b) pendage non mesuré
- a) b) Foliation métamorphique  
  - a) inclinée b) verticale
- a) b) Foliation magmatique  
  - a) inclinée b) verticale
- a) b) Joints et diaclases  
  - a) inclinés b) verticaux
- a) b) Veine  
  - a) inclinée b) verticale
- a) b) Dyke  
  - a) incliné b) pendage non mesuré
- Faïlle inclinée



78°24'00"

78°2

symétrique

15  
Plis régionaux

anticlinal

Forage

Anomalies électromagnétique

a) 2 canaux b) 3 canaux c) 4 canaux d) 5 canaux e) 6 canaux  
(reproduits à partir du Input de Joutel-Poirier, DP-430)

Conducteur électromagnétique (reproduit à partir de  
la compilation géoscientifique )

Minéralisations

a) indice b) prospect c) gisement d) gisement producteur  
(le chiffre indique la fiche de gîte)

Substance

Ag : Argent Au : Or Cu : Cuivre Zn : Zinc Ni : Nickel V : Vanadium

Failles régionales présumées

Zones de cisaillements

I3G Anorthosite

I3H Anorthosite

I3I Gabbro anor

I3K Gabbro à oli

I4A Hornbiendite

ROCHES ULTRAMAFIQUES

Roches sédimentaires

S1C Arénite lithique

S4 Siltite et argilite

EO Exhalites

MORPHOFACIES

Volcanites explosives

▼ Tuf

▼I Tuf à lapilli

▼Ib Tuf à lapilli et à blocs

▼x Tuf à cristaux

◆ Brèche pyroclastique

2'00"

78°20'00"

CODE DES MINERAUX

bbroïque

ositique

re

V4 Komatiite

Roches métamorphiques

M2 Orthogneiss

M4 Schiste

M8 Amphibolite

M15 Roche métasomatique

M17 Mylonite

M19 Roches hybrides

AK Ankérite	HM Hématite	PG Plagioclase
AP Apatite	IL Ilménite	PO Pyrrhotite
CB Carbonate	MG Magnétite	PY Pyrite
EP Epidote	MI Mica blanc	QZ Quartz
GR Grenat	OL Olivine	ST Serpentine
CL <sup>+</sup> Chloritisation	Si <sup>+</sup> Silicification	TL Tourmaline

Volcanites effusives

■ Coulée massive

■g Coulée massive grenue

⊙ A coussins ordinaires

△ Coulée fragmentée

△ Brèche de coussins brisés

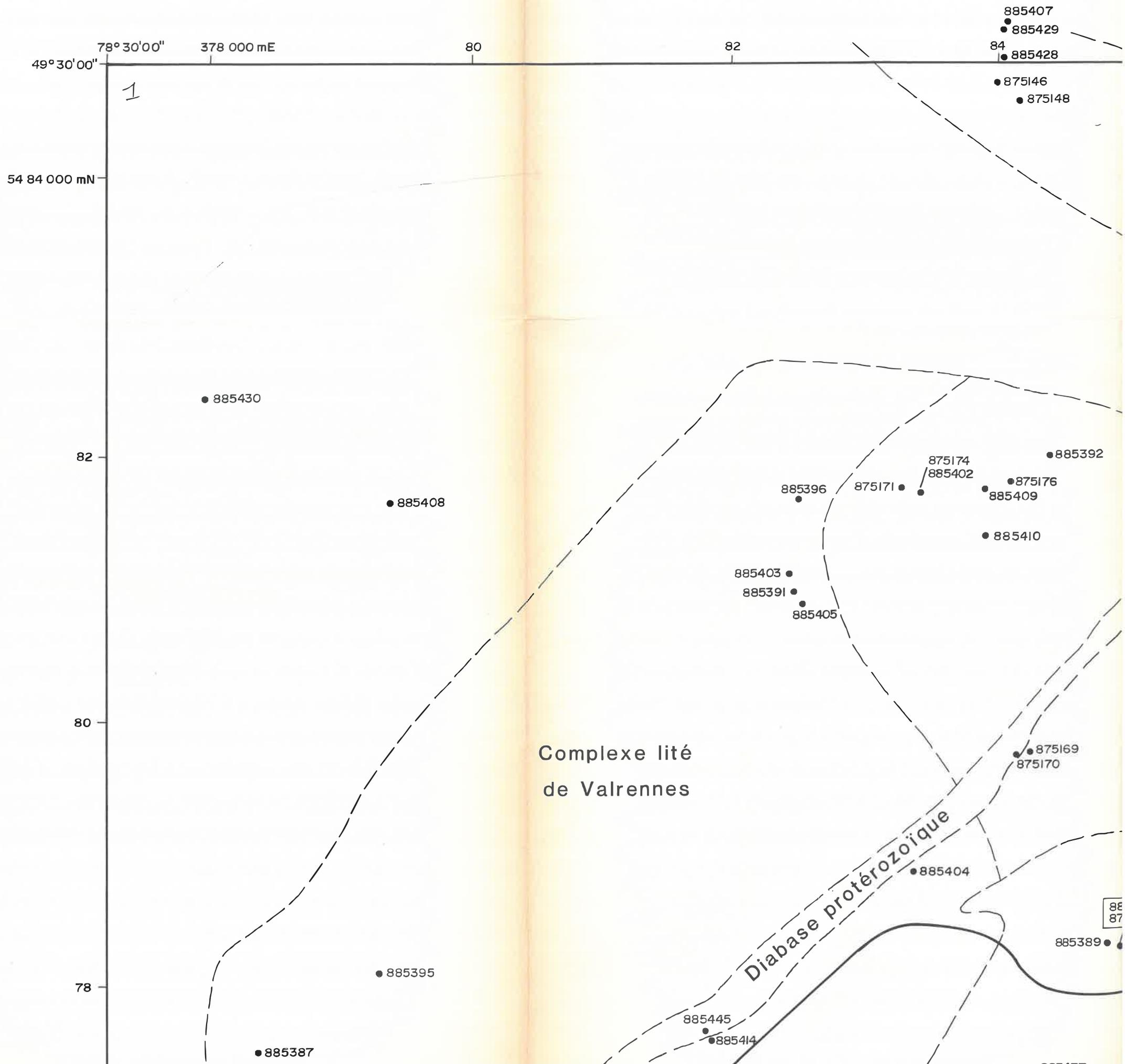
Echelle 1 : 15 000



Louis-Martin Dubé (1989)

CAAPQ  
UP 8  
1990  
D814  
d8c 2

ECOLE POLYTECHNIQUE BIBLIOTHEQUE



86 88 90 92 394 000 mE 78°15'00" 49°30'00"

2

54 84 000 mN

82

80

78

875139 X

875179

X 875140

875147

Zone felsique d'Agnico-Eagle

Zone mafique médiane

Zone felsique principale

JOUTEL

Pluton de Joutel

Rivière Harricana

875186

875153

875152

875159

875168

875184

875149

875155

875143

875180

875151

875150

875177

885439

885447

875160

875166

885432

885423

875185

875167

875165

885454

875142

885416

885421

875162

885442

875181

875161

885417

885418

885390

885446

875187

875182

885422

885426

885427

885444

875188

885431

885419

885434

875178

885420

885436

885443

875141

875166

875185

885440

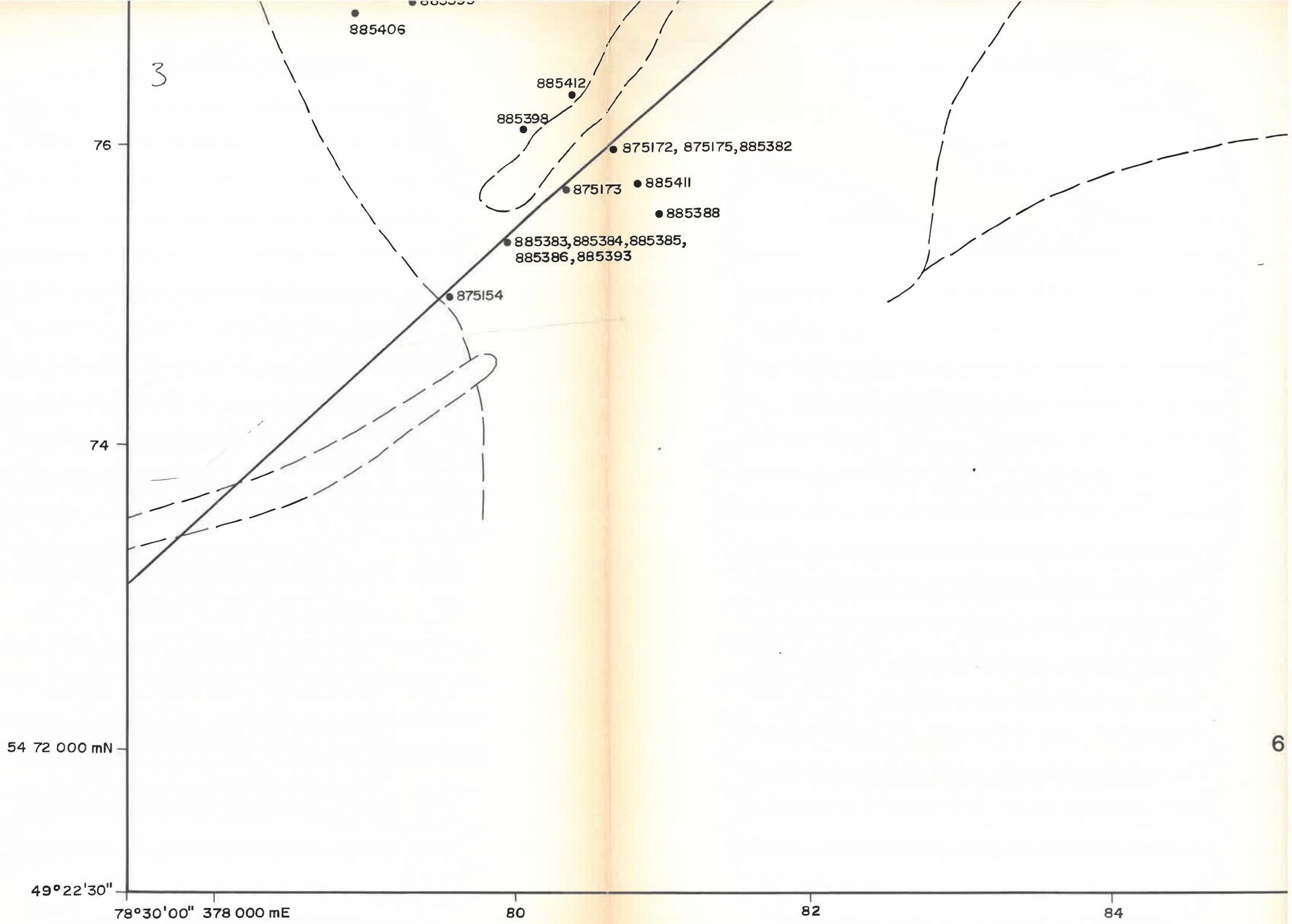
885448

885449

875156

875145

875164



Carte 2: Carte de localisation des analyses  
 ( coordonnées )

885433

● 885441

● 875144

Echelle 1: 30 000

00 0 600 1200 1800 m

86

88

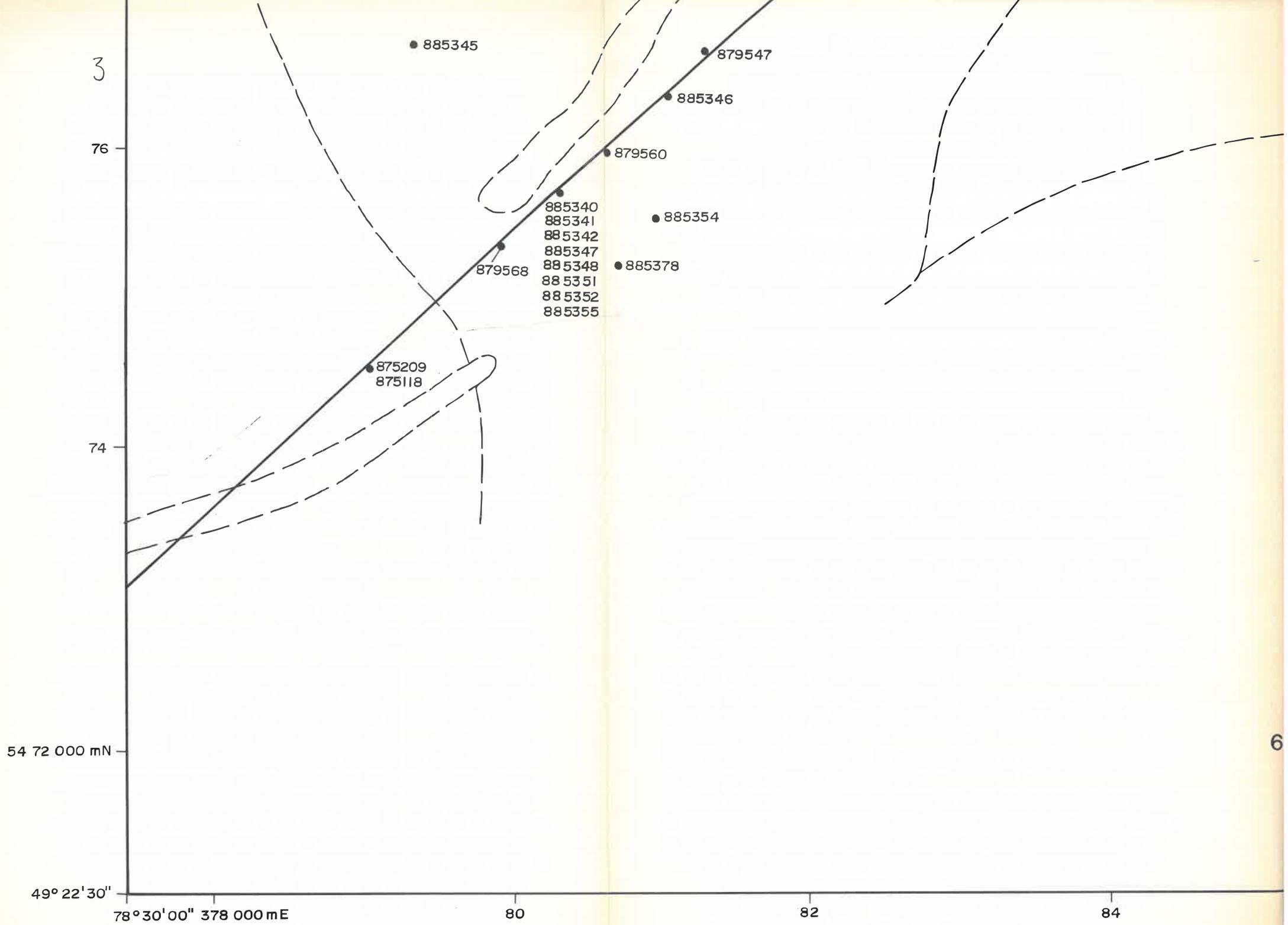
90

92

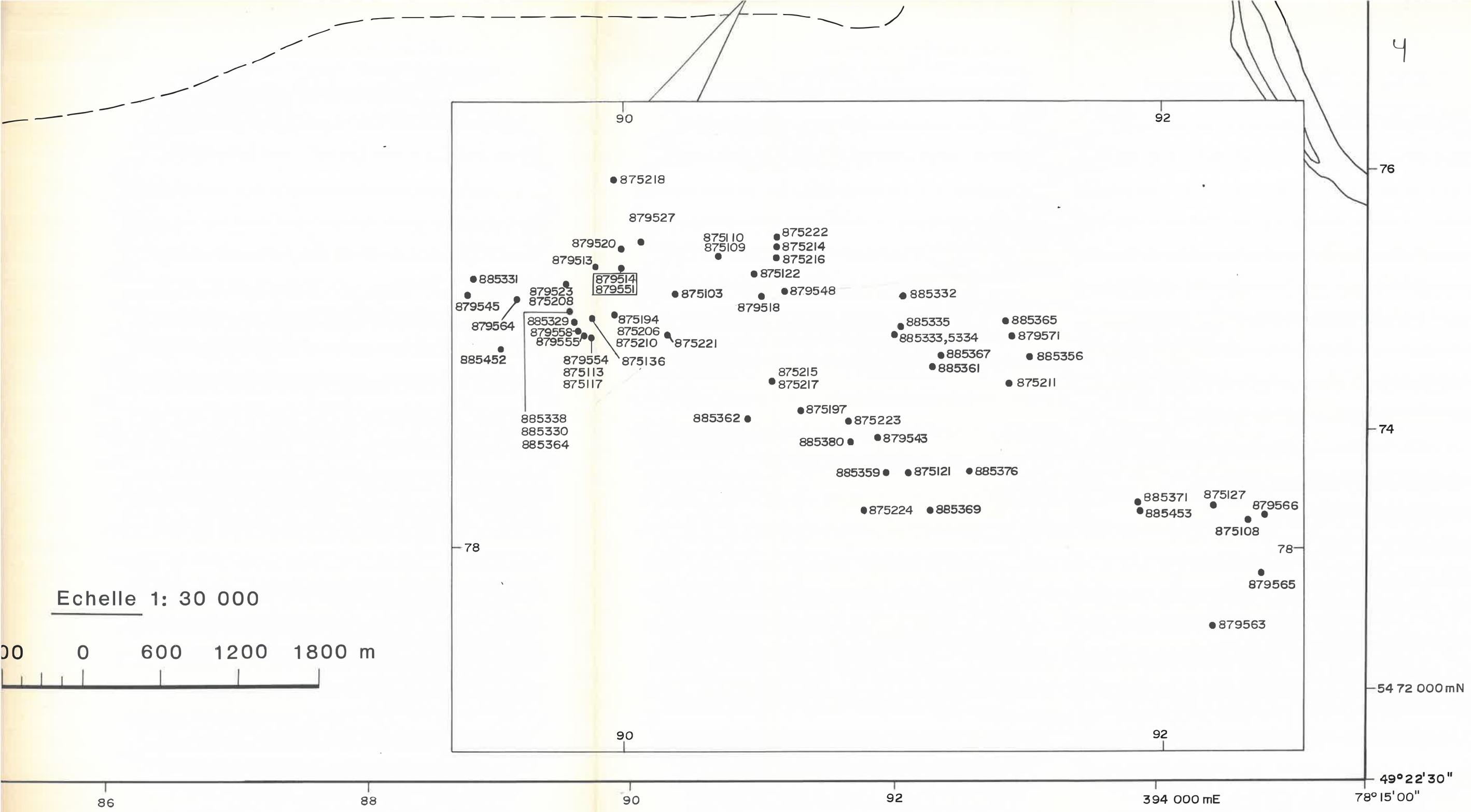
s lithogéochimiques pour les éléments majeurs et en traces.  
ées MTM, Fuseau 10 )







Carte 3: Carte de localisation  
 ( coordonnées MTM

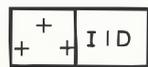


des analyses lithogéochimiques pour les métaux.  
 1, Fuseau 10, Echelle des encadrés 1: 15 000 )



— LEGENDE —

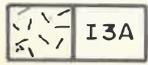
A) LITHOLOGIES



Tonalite



Granophyre



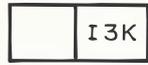
Gabbro



Gabbro à quartz



Gabbro anorthositique



Gabbro à olivine,  
norite et troctolite



Hornblendite



Mylonite

B) STRUCTURES



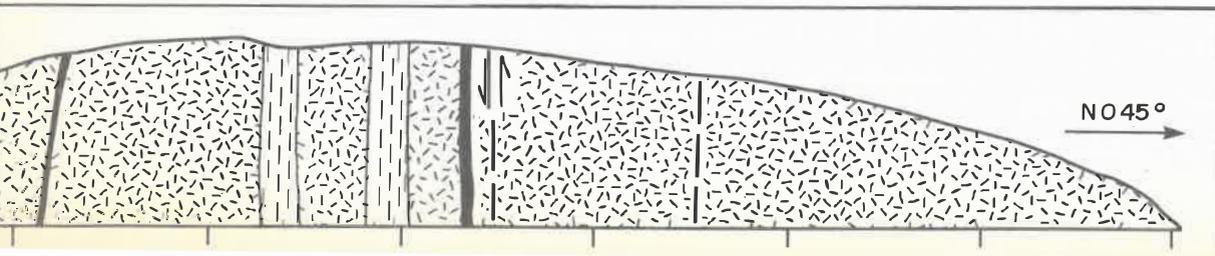
Litage



Faille



Localité type



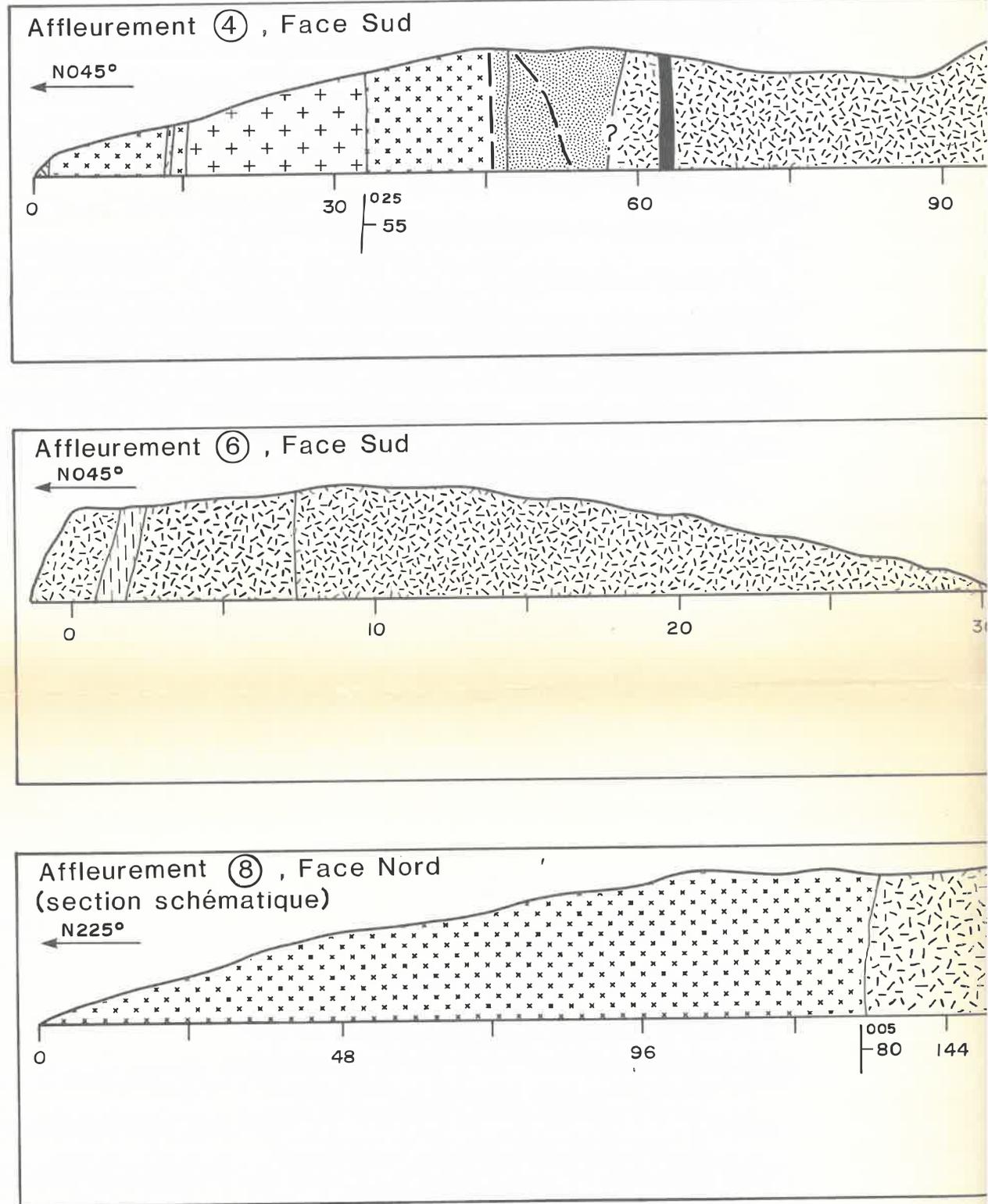
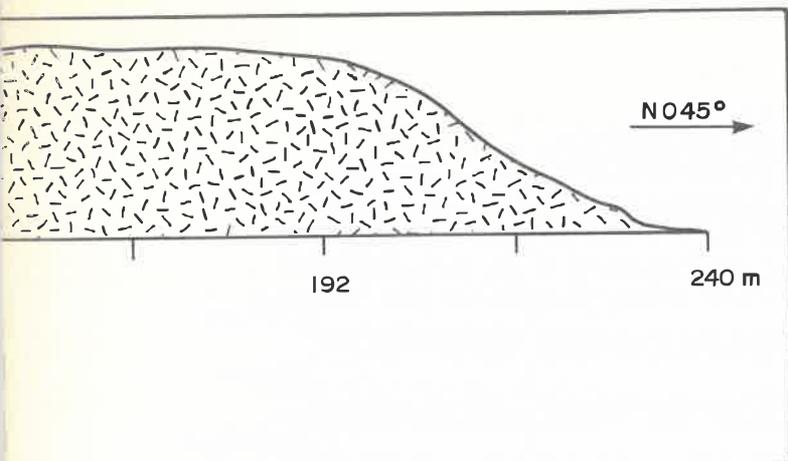
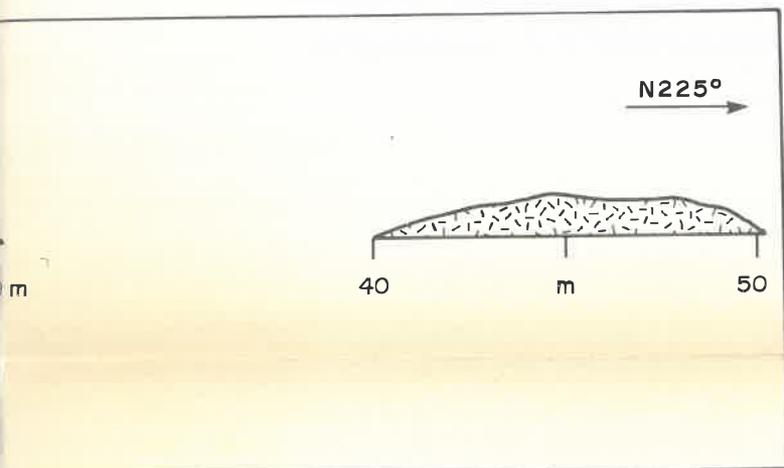
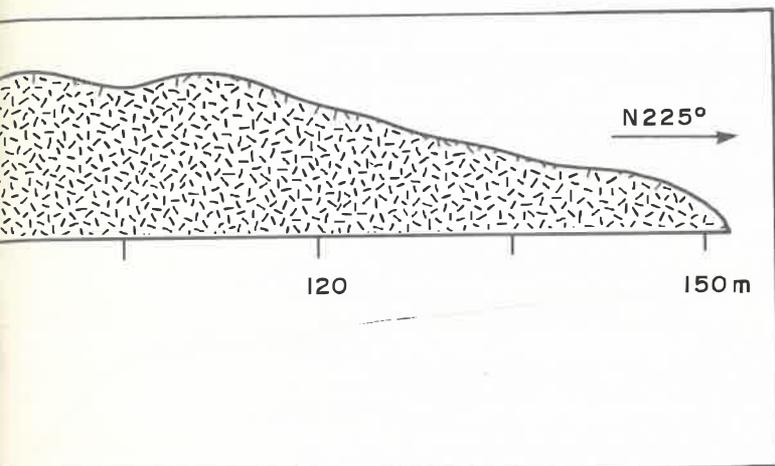


Figure 4.3 – Section du secteur sud du complexe lité du C

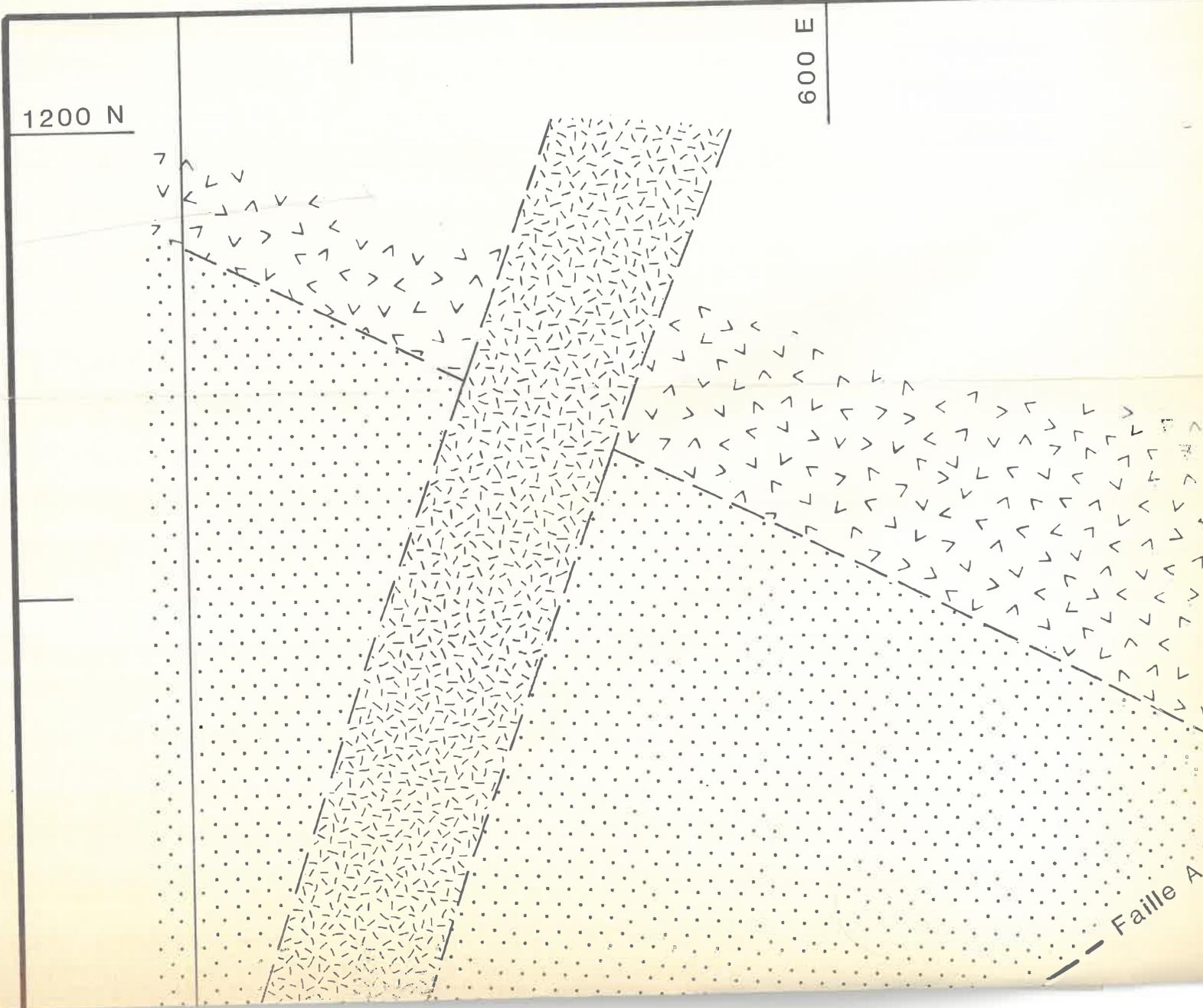


IR tel qu'exposé le long de la route Joutel-Authier.

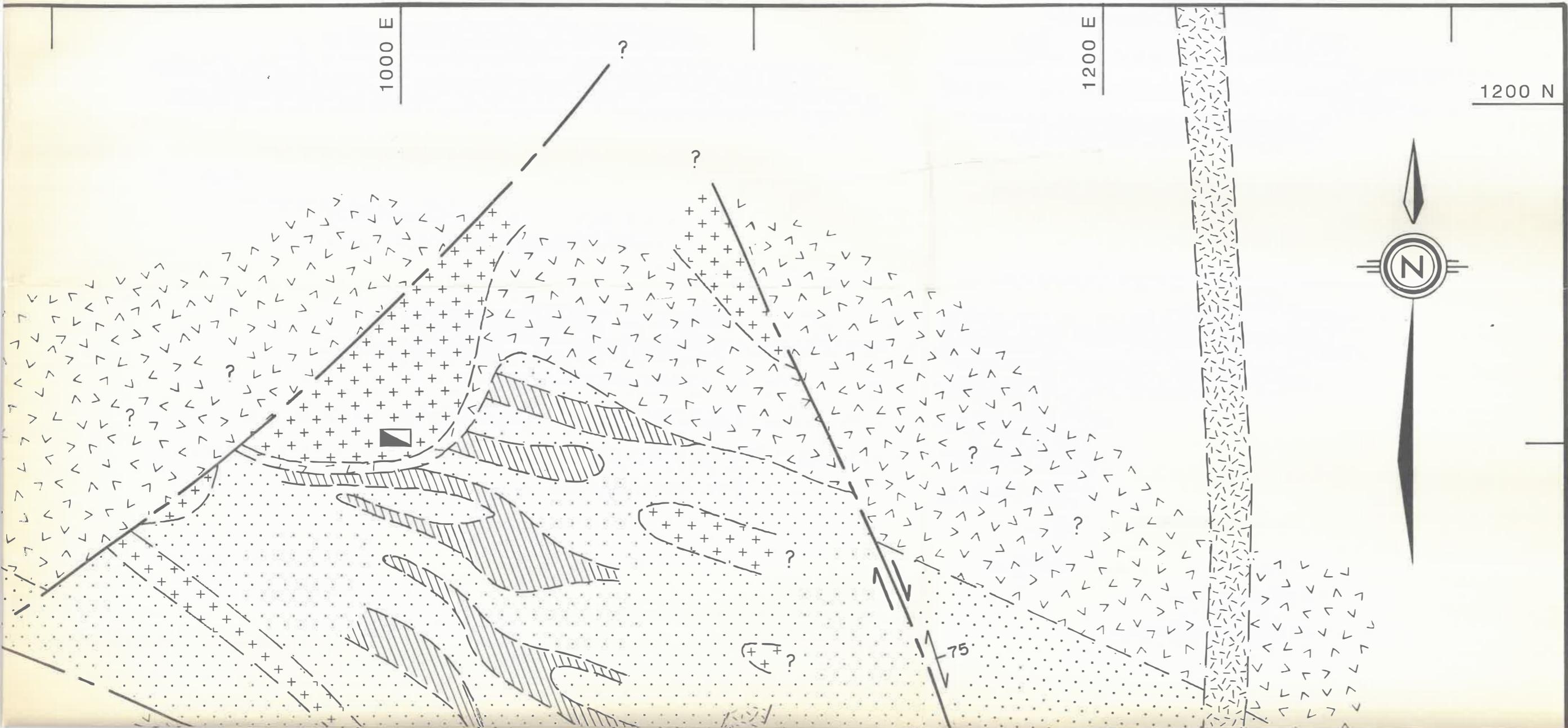
CA009  
UP 8  
1990  
D814  
CLOC 5

ECOLE POLYTECHNIQUE BIBLIOTHEQUE

1



2



3

800 N

400 N

LIMITE DE LA CONCESSION MINIERE

600 E

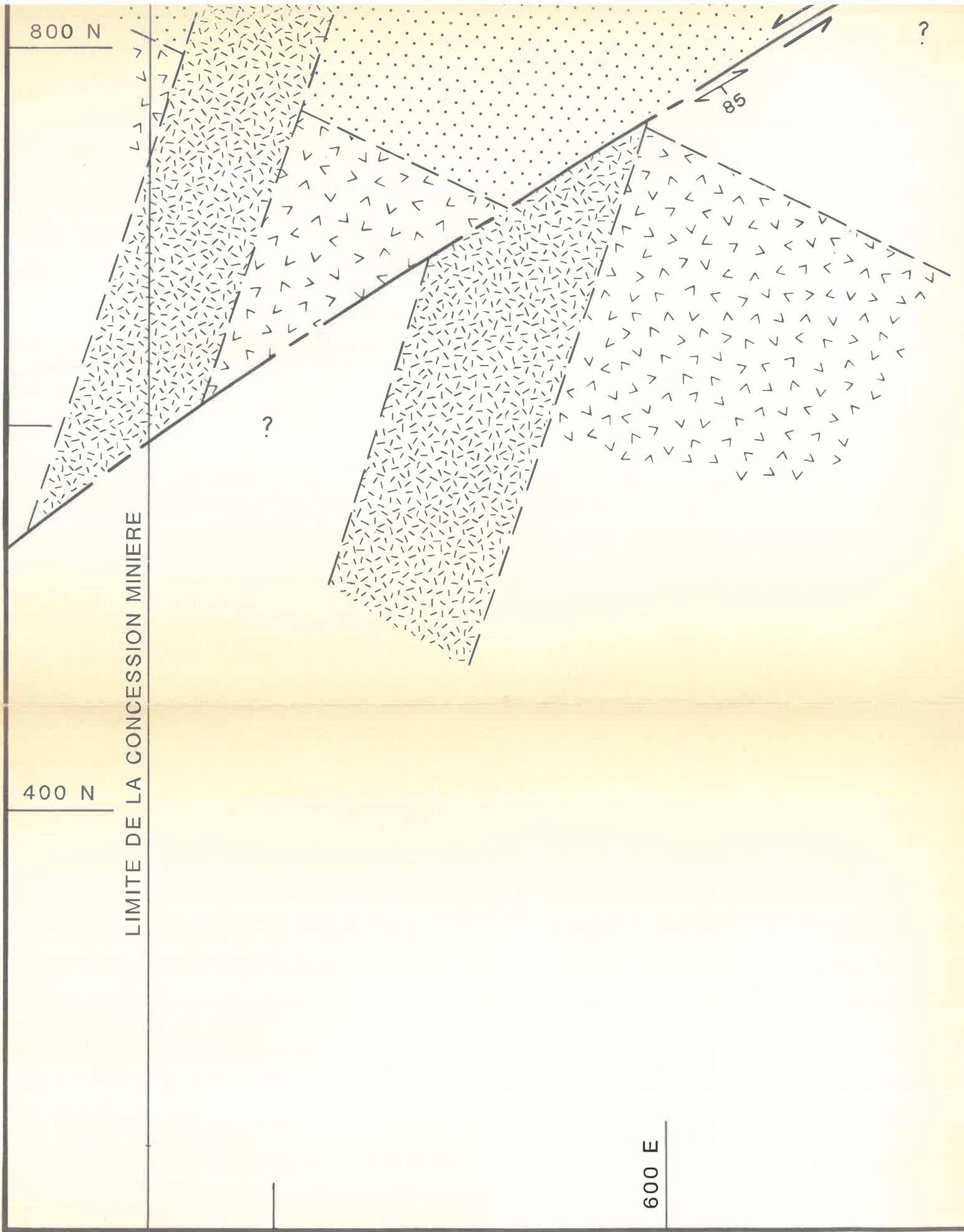
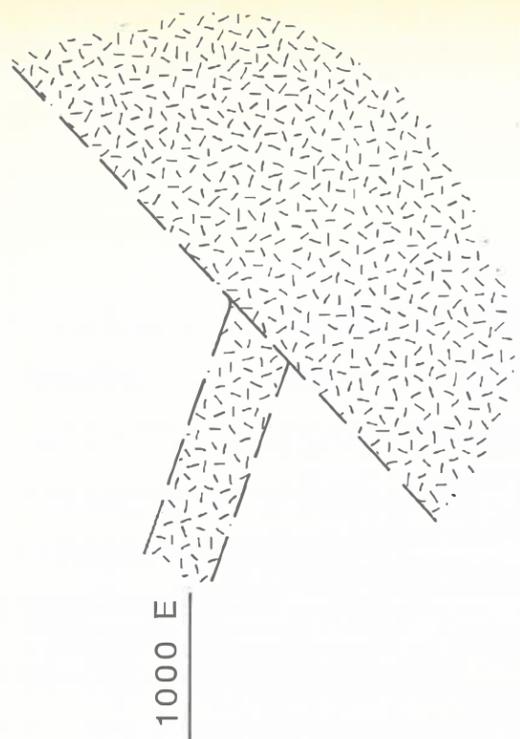
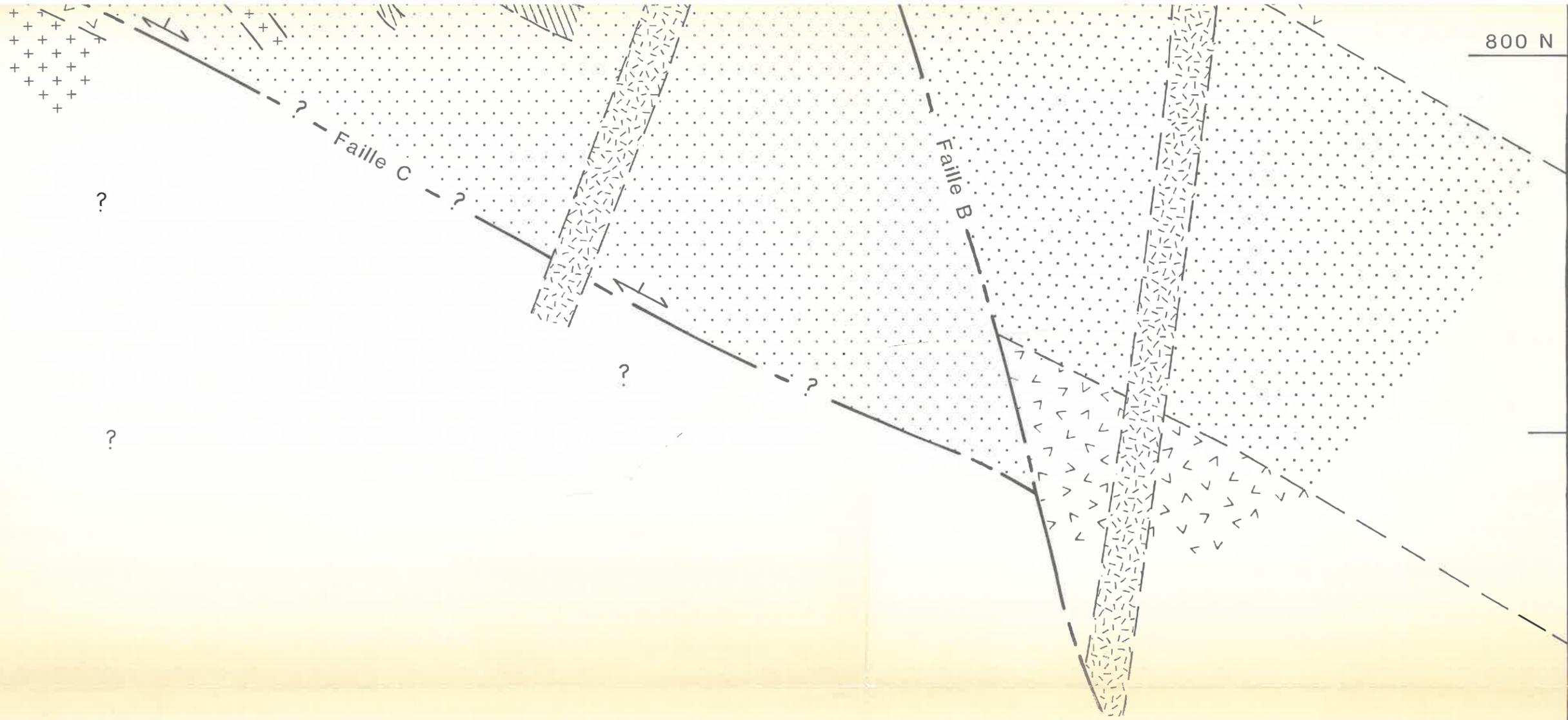


Figure 6.4 - Plan géologique



**— LEGENDE —**

	Gabbro		Zone de faille
	Diorite		Schistosité
	Tuf rhyolitique		Puits
	Zone minéralisée		(position UTM: 5 478 070 N; 389 150 E, approx.)
	Rhyolite porphyrique		

**Echelle**

100                      0                      100 mètres

que de surface schématique du gîte Explo-Zinc, région de Joutel.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL



3 9334 00290754 9