

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

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

Par
JULIE LAROUCHE

CARACTÉRISATION DE LA MINÉRALISATION
DE LA FOSSE J4 À LA MINE TROILUS, CHIBOUGAMAU

AOÛT 2005

Résumé

Le gisement de la Mine Troilus au nord de Chibougamau est encaissé dans des roches archéennes au sein de la ceinture de roches vertes Frotet-Evans. Il s'agit d'une mine à ciel ouvert à haut volume, basses teneurs (0,95 g/t d'Au et 0,10 % de Cu) où deux fosses sont présentement exploitées : la fosse 87 et la fosse J4.

La fosse J4 présente des unités lithologiques similaires à la fosse 87 malgré quelques différences. Une diorite porphyrique, une microdiorite, des dykes felsiques et une unité bréchique avec des faciès très hétérogènes sont les encaissants d'une minéralisation disséminée. Le degré de déformation est élevé dans la fosse J4. Les dykes, dont les épaisseurs varient entre 1 et 15 m, sont transposés et leur orientation primaire est sécante à la foliation principale. La minéralisation se traduit par la présence de sulfures (pyrite, chalcopryrite et pyrrhotite) qui forment des amas interstitiels, des agrégats lenticulaires ou sont associés à de petites veinules déformées, boudinées et transposées. Une zonalité métallique est présente et se caractérise par une enveloppe aurifère et une enveloppe cuprifère. En effet, la minéralisation aurifère est nettement décalée par rapport à celle cuprifère. Mais dans les deux cas, la minéralisation suit les dykes felsiques et forment un arrangement sécant à la schistosité principale. Il y a une abondance de veinules dans la fosse J4 qui ont été classifiées en trois familles: 1) veinules de quartz, 2) veinules de quartz+sulfures \pm biotite \pm hornblende et 3) veinules d'épidote+carbonates \pm chlorite. Seules les veinules de la famille 2 sont associées à la minéralisation cuprifère.

L'altération potassique est significative et se traduit par des agrégats lenticulaires de biotite et /ou de hornblende accompagnées de magnétite, de titanite et des veinules 1 et 2. Cette zone est étroite au centre de la fosse et est associée à la minéralisation aurifère.

Elle a été superposée par une altération propylitique qui se traduit par la formation d'épidote et des veinules 3. Enfin, la dernière zone d'altération affecte les dykes seulement. Il s'agit d'une altération phyllique intense. Les plagioclases y sont complètement altérés en séricite.

L'association de la minéralisation avec les dykes felsiques, le recoupement de la schistosité sur les veinules de quartz-sulfures ainsi que l'association de l'altération potassique intense avec la minéralisation aurifère sont des critères qui permettent de privilégier un gisement anté-déformation et d'origine porphyrique.

Table des matières

Résumé.....	ii
Table des matières.....	iv
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux.....	xii
Remerciements.....	xiii
Introduction.....	1
Chapitre 1 : Problématique et cadre général de l'étude.....	2
1.1 Problématique générale.....	2
1.1.1 Les minéralisations aurifères.....	2
1.1.1.1. Dépôts aurifères orogéniques.....	3
1.1.1.2. Dépôts aurifères reliés à des intrusions.....	7
a) Les gisements porphyriques.....	7
b) Les gisements porphyriques riches en Au.....	8
1.2 La problématique de la Mine Troilus et de la fosse J4.....	13
1.2.1 Travaux antérieurs.....	15
1.2.2 La fosse J4.....	17
1.3 Objectifs.....	18
1.4 Méthodologie du projet.....	19
1.4.1. Travaux sur les forages.....	19
1.4.2. Travaux sur le terrain.....	20
1.4.3. Travaux de laboratoire.....	21
1.5 Géologie régionale et locale.....	22
1.5.1. Géologie régionale.....	22
1.5.1.1. Ceinture Frotet-Evans.....	22
1.5.1.2. Domaine Frotet-Troilus.....	23
1.6 Géologie du gisement de la Mine Troilus.....	25
Chapitre 2 : Géologie de la fosse J4.....	29
2.1 Lithologie.....	29
2.1.1 Diorite.....	34

2.1.2 Dykes felsiques.....	37
2.1.3 Dykes mafiques.....	39
2.1.4 Unité fragmentaire.....	41
2.1.5. Pegmatite.....	45
2.2 Lithogéochimie.....	46
2.2.1 Lithogéochimie de la fosse J4.....	46
2.2.1.1. Diagrammes de Harker.....	48
2.2.1.2. Diagramme Y/Zr.....	50
2.2.1.3. Diagramme des Terres Rares.....	52
2.2.2 Les dykes felsiques de Troilus.....	52
Chapitre 3 : Minéralisation et altération.....	56
3.1 Forme et paragenèse de la minéralisation.....	56
3.1.1 Minéralogie.....	56
3.1.1.1 Minérigraphie.....	56
3.1.1.2 Formes de la minéralisation.....	61
3.1.2 Distribution de la minéralisation	67
3.2 Veines et veinules.....	71
3.2.1 Types de veinules	73
3.2.2 Distribution et densité des veinules.....	78
3.3 Analyse de l'altération.....	80
3.3.1 Caractérisation de l'altération.....	80
3.3.1.1 Diagrammes ternaires.....	84
3.3.2 Zonalité de l'altération.....	86
Chapitre 4 Déformation.....	91
4.1 Les fabriques.....	91
4.1.1. Schistosité principale.....	91
4.1.2. La linéation d'étirement.....	93
4.1.3. Clivages de crénulation.....	93
4.2 Comportement des unités lithologiques.....	95
4.2.1. Déformation dans la diorite.....	95
4.2.2. Déformation dans les unités fragmentaires.....	97
4.2.3. Déformation dans les dykes felsiques.....	99
4.3 Distribution de la déformation.....	103
Chapitre 5. Intégration des données lithogéochimiques de la Mine Troilus.....	106
5.1 Étude lithogéochimique.....	106
5.1.1. Distribution des oxydes.....	106
5.1.2. Changement de masse.....	111

5.1.3. Analyse prédictive.....	119
5.1.4. Altération.....	121
Chapitre 6 : Interprétation et discussion.....	123
6.1 Mise en place et l'origine des lithologies de la fosse J4.....	123
6.2 Brèche de la fosse J4.....	124
6.3 Dykes felsiques et leur relation avec la minéralisation.....	124
6.4 Zonalité métallique.....	126
6.5 Veinules.....	127
6.5.1. Association entre les veinules et les dykes.....	127
6.5.1. Association entre les veinules et la minéralisation.....	127
6.6 Zones d'altération.....	128
6.7 Association de l'altération potassique et de la minéralisation.....	129
6.8 Déformation et le métamorphisme.....	130
6.9 Comparaison de deux modèles.....	131
6.9.1. Le modèle orogénique.....	131
6.9.2. Le modèle porphyrique riche en Au.....	133
6.10 Chronologie des événements.....	137
6.11 Guides d'exploration et d'exploitation.....	141
Conclusion.....	142
Références.....	143
Annexes.....	149

Liste des figures

Fig. 1. Environnements tectoniques de différents dépôts riches en Au épigénétiques..	p.4
Fig. 2. Représentation schématique de l'environnement crustal de dépôts d'or hydrothermaux.....	p.4
Fig. 3. Section schématique montrant la continuité crustale de dépôts d'or archéens avec des variations des composantes de pression-température.....	p.6
Fig. 4. Développement des filons de quartz aurifères dans un système orogénique avec le développement de veinules précoces, de veines d'extension et de veines parallèles au plan de glissement	p.6
Fig. 5. Gisement porphyrique de type volcanique.....	p.9
Fig. 6. Contenu en or et en cuivre accompagné de la production approximative et des réserves de principaux dépôts porphyriques de Cu riches en Au.....	p.9
Fig. 7. Modèle présentant la zonalité de l'altération à l'intérieur et autour d'un porphyre riche en Au.....	p.11
Fig. 8. Géologie régionale de la ceinture de roches vertes Frotet-Evans.....	p.24
Fig. 9. Géologie du gisement de Troilus.....	p.27
Fig. 10. Cartographie d'un affleurement au nord de la fosse J4.....	p.30
Fig. 11. Cartographie d'affleurements au NE de la fosse J4.....	p.31
Fig. 12. Cartographie d'un affleurement au centre de la fosse J4.....	p.32
Fig. 13. Diorite porphyrique typique de la fosse J4 avec agrégats lenticulaires de biotite et veinule de quartz recoupée par la schistosité.....	p.35
Fig. 14. Enclave de diorite à granulométrie grossière dans une diorite à granulométrie plus fine.....	p.35

Fig. 15. Diorite porphyrique avec agrégats de hornblende verte et matrice de quartz et plagioclase recristallisée.....	p.38
Fig. 16. Dyke porphyrique avec phénocristaux de quartz et de plagioclase.....	p.38
Fig. 17. Photomicrographie d'un dyke felsique porphyrique avec phénocristaux de plagioclase et de quartz.....	p.40
Fig. 18. Dyke mafique tardif recoupant un dyke felsique porphyrique.....	p.40
Fig. 19. Photomicrographie d'un dyke mafique porphyrique avec phénocristaux de plagioclase et matrice de quartz et de biotite chloritisée.....	p.42
Fig. 20. Unité fragmentaire de la fosse J4 avec fragments felsiques porphyriques....	p.42
Fig. 21. Lambeaux de matrice mafique transposés et boudinés dans l'unité bréchique partie est de la fosse J4.....	p.44
Fig. 22. Brèche avec fragments porphyriques et matrice lépidoblastique.....	p.44
Fig. 23. Position en plan (a) et en section (b-e) des échantillons de géochimie dans la fosse J4.....	p.47
Fig. 24. Diagrammes de Harker des éléments majeurs pour les unités lithologiques de la propriété de Troilus.....	p.49
Fig. 25. Diagrammes de Harker des éléments traces pour les unités lithologiques de la propriété de Troilus.....	p.51
Fig. 26. Diagramme Y/Zr des unités lithologiques du gisement de Troilus.....	p.51
Fig. 27. Patron des terres rares des dykes felsiques et de la diorite de la fosse J4.....	p.54
Fig. 28. Diagramme Y/Zr des dykes felsiques du gisement de Troilus.....	p.54
Fig. 29. Diagrammes de Harker pour les dykes felsiques du gisement de Troilus.....	p.55

Fig. 30. Grain d'or en inclusion dans la chalcoppyrite infiltrée dans un phénocrystal de plagioclase.....	p.60
Fig. 31. Minéralisation disséminée dans la schistosité principale.....	p.63
Fig. 32. Minéralisation associée aux veinules.....	p.65
Fig. 33. Minéralisation en amas interstitiels.....	p.66
Fig. 34. Texture interstitielle de la pyrite tardive à travers la matrice recristallisée...	p.68
Fig. 35. Maille de la distribution de l'or dans la fosse J4.....	p.79
Fig. 36. Distribution de l'or et du cuivre dans le premier secteur exploité de la fosse J4.....	p.70
Fig. 37. Distribution de la minéralisation Au-Cu en section.....	p.72
Fig. 38. Veinule de quartz de la famille 1 recoupée par une veinule de quartz-sulfure-hornblende de la famille 2.....	p.75
Fig. 39. Veinule de quartz-hornblende-sulfure de la famille 2 avec amphibolitisation en bordure.....	p.75
Fig. 40. Veinule d'épidote-carbonate de la famille 3 recoupée par la schistosité.....	p.77
Fig. 41. Section 14 270 mN montrant la distribution et la densité des différentes familles de veinules et l'intensité de la minéralisation Au-Cu le long de deux forages.....	p.79
Fig. 42. Diagrammes des éléments majeurs en fonction du Zr pour une série d'échantillons sélectionnés selon leur degré d'altération.....	p.83
Fig. 43. Diagramme $K_2O/FeO+MgO/Na_2O+CaO$ avec les pôles des minéraux d'altération pour les diorites des fosses J4 et 87 et à l'extérieur de ces dernières.....	p.85

Fig. 44. Diagramme ternaire multiple avec direction de l'altération pour les fosses J4 et 87 ainsi que pour les roches dioritiques situées à l'extérieur de ces dernières.....	p.85
Fig. 45. Zones d'altération de la fosse J4.....	p.87
Fig. 46. Diorite avec altération potassique : biotite-magnétite-quartz.....	p.89
Fig. 47. Altération propylitique avec remplacement total des plagioclases par de la pistachite.....	p.89
Fig. 48. Altération séricitique avec remplacement total des phénocristaux de plagioclase par de la séricite.....	p.90
Fig. 49. Localisation des mesures structurales et stéréogrammes de la foliation et de la linéation d'étirement a) Plan de la fosse et localisation des sites de mesures b)- e) Cartographie détaillée des affleurements avec localisation des mesures structurales f) Stéréogrammes des mesures structurales mesurées.....	p.92
Fig. 50. Obliquité entre schistosité principale et la fabrique secondaire.....	p.94
Fig. 51. Clivages de crénulation développés par les agrégats lenticulaires de biotite chloritisée.....	p.94
Fig. 52. Évolution de la déformation et développement d'agrégats lenticulaires dans la diorite de la fosse J4.....	p.98
Fig. 53. Bandes linéaires de matrice très riche en biotite présentes dans l'unité fragmentaire.....	p.100
Fig. 54. Dykes felsiques vus en coupe sur a) le mur ouest et b) le mur est de la fosse J4.....	p.102
Fig. 55. Dykes felsiques interprétés à partir de contacts arpentés au début de l'exploitation de la fosse J4.....	p.104

Fig. 56. Interprétation géologique de la fosse J4.....	p.105
Fig. 57. Maille du $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MgO}$	p.108
Fig. 58. Maille de la distribution des alcalins.....	p.108
Fig. 59. Maille de la distribution du K_2O	p.109
Fig. 60. Maille de la distribution de la perte au feu.....	p.109
Fig. 61. Maille de l'Indice d'Ishikawa.....	p.110
Fig. 62. Échantillons répondant aux critères pour la conception du profil de fractionnement.....	p.113
Fig. 63. Maille du changement de masse du K_2O	p.114
Fig. 64. Maille du changement de masse du Na_2O	p.115
Fig. 65. Maille du changement de masse du Fe_2O_3	p.116
Fig. 66. Maille du changement de masse du MgO	p.116
Fig. 67. Maille du changement de masse du CaO	p.117
Fig. 68. Graphique des changements de masse des différents oxydes en fonction du SiO_2	p.118
Fig. 69. Secteurs potentiels qui présentent les mêmes caractéristiques géochimiques que les deux fosses à Troilus.....	p.120
Fig. 70. Zones d'altération résultant d'isocontours de bilan de masse.....	p.122
Fig. 71. Chronologie des événements entourant le processus de minéralisation du gisement de la fosse J4 à la mine Troilus.....	p.138
Fig. 72. Modèle de mise en place de la minéralisation du gisement de la fosse J4 à la Mine Troilus.....	p.140

Liste des tableaux

Tableau 1. Synthèse des observations pétrographiques pour les différentes unités lithologiques du secteur de la fosse J4.....	p.33
Tableau 2. Observations microscopiques faites sur les lames minces polies.....	p.57
Tableau 3. Synthèse des formes de minéralisation rencontrées dans la fosse J4 à Troilus.....	p.62
Tableau 4. Caractéristiques des différents types de veinules.....	p.74
Tableau 5. Caractéristiques de l'évolution des échantillons peu altérés à très altérés.....	p.81
Tableau 6. Principaux changements texturaux et minéralogiques des lithologies de la fosse J4 lors de la déformation.....	p.96

Remerciement

Je dois des remerciements sincères à plusieurs intervenants dont la Corporation minière Inmet qui inclus M. Éric Lamontagne et M. Bruno Perron qui m'ont permis de travailler à la Mine Troilus. Je tiens aussi à remercier M. Bernard Boily et M. Michel Jébrak pour l'intérêt qu'ils ont démontré tout au long de mon terrain ainsi que pour les commentaires pertinents et constructifs.

Mais ma maîtrise n'aurait pu être réalisé sans l'efficace collaboration de mon directeur M. Réal Daigneault qui m'a appris l'autonomie et de M. Jayanta Guha et M. Damien Gaboury, deux membres de mon comité avec qui j'ai découvert la créativité de la géologie et discuté philosophie.

Le plaisir que j'ai eu à faire ma maîtrise est directement lié à mes amis (es) du département des sciences de la Terre avec qui les discussions géologiques sont toujours très accessibles, enrichissantes et... divertissantes!

Enfin, le moral n'étant pas toujours très bon durant ces trois dernières années, je dois à ma famille, à Eric, et tout particulièrement à ma mère qui s'est éteinte au cours de ce projet, toute ma reconnaissance. Ces personnes, sans même qu'elles ne le sachent, sont au cœur de ma réussite.

Introduction

Cette étude concerne le gisement d'Au et de Cu de Troilus situé à l'est de la ceinture de roches vertes archéennes de Frotet-Evans. Les faibles concentrations d'Au, qui excède à peine 1,5 g/t d'Au et 0,2 % de Cu et le grand volume (32 Mt) expliquent le type d'exploitation qui est à ciel ouvert. À ce jour, deux fosses sont exploitées dans cette mine: la fosse 87 et la fosse J4 qui est l'objet principal de cette étude.

La problématique, les objectifs et la méthodologie sont expliqués dans le premier chapitre. Une revue des types de minéralisation aurifères ainsi que les caractéristiques spécifiques aux deux fosses de la mine Troilus y sont traités. Par la suite, dans ce même chapitre, la géologie régionale et la géologie locale sont exposées dans le but de bien situer la fosse J4 dans son cadre géologique. Le chapitre 2 concerne la description des unités lithologiques de la fosse J4 à différentes échelles et sous différents aspects : minéralogique, texturale et géochimique. Le troisième chapitre intègre les observations faites sur la minéralisation et sur les zones d'altération par le biais de la minéragraphie et de la géochimie. La déformation de la fosse J4 et ses effets sur les lithologies sont abordés au chapitre 4. Les résultats obtenus suite à une étude lithogéochimique réalisée sur la propriété de Troilus sont intégrés au chapitre 5. L'interprétation des observations est réalisée dans le chapitre 6 où différentes caractéristiques observées sont mises en association. Afin d'établir un processus de mise en place de la minéralisation, des modèles génétiques tels que les modèles orogéniques et porphyriques riches en Au seront comparés.

Chapitre 1

Problématique et cadre général de l'étude

1.1. Problématique générale

1.1.1. Les minéralisations aurifères

La formation de gisements d'or nécessite certaines conditions spécifiques telles qu'un flux thermique anormal permettant la mise en mouvement d'un fluide hydrothermal, un système de conduit permettant la circulation de ce fluide minéralisé et finalement un piège et une préparation de terrain qui permettent la mise en place de la minéralisation. Les environnements géologiques susceptibles de répondre à ces exigences font généralement partie d'un régime en compression/transpression retrouvé en marge des plaques en convergence et généralement en association avec les zones de subduction (Groves et al., 1998). Cependant, il existe quelques exceptions bien connues comme les dépôts de sulfures massifs volcanogènes riches en or qui se sont développés le long des rides océaniques ou encore ceux associés à des points chauds.

La minéralisation, les altérations, la nature des roches encaissantes, la profondeur de mise en place, l'âge et l'environnement tectonique sont tous des aspects distinctifs utilisés pour caractériser les gisements aurifères (Poulsen, 1996). Toutefois, trois aspects se démarquent considérablement. D'abord le régime tectonique actif lors de la mise en place, la profondeur de formation du gisement ainsi que la chronologie relative de la mise en place de la minéralisation par rapport à l'évènement orogénique. Ce dernier critère s'avère primordial lorsque le gisement est

déformé. La figure 1 présente les principaux types de gisements aurifères classés en fonction de l'environnement tectonique et de la profondeur crustale de formation.

Les types de dépôts aurifères appelés « orogéniques » et « pré-orogéniques » ont été classifiés par Groves et al. (1998) et suggérés par Bohlke (1982). Ils représentent tous les types de gisements d'or d'origine orogénique associés aux ceintures collisionnelles et accréionnaires. Ainsi, la figure 2 illustre les modèles de gisements aurifères hydrothermaux associés à ces deux types et montre aussi les types de gisements pré-orogéniques reliés à des régimes en extension tels que les gisements épithermaux et ceux porphyriques avec des stockworks.

Il faut tenir compte de plusieurs aspects en ce qui a trait à la classification des gisements aurifères. Les zones de subduction ainsi que les régimes en extension secondaires souvent associés à ces dernières constituent l'environnement tectonique idéal pour la mise en place de minéralisations aurifères. La profondeur et par le fait même, le métamorphisme associé à ces dépôts ainsi que le cadre chronologique par rapport à l'orogénie sont les aspects qui permettent une meilleure compréhension des processus de minéralisation. Toutefois, d'autres facteurs tels que la roche encaissante, la forme de la minéralisation ainsi que les altérations sont grandement utilisés pour préciser certaines classes.

1.1.1.1. Dépôts aurifères « orogéniques »

Les dépôts orogéniques classiques sont communément associés à des zones de déformation majeures, dans les environnements de déformation fragile, fragile-ductile et ductile (Eilu et Groves, 2001). Le type de roche encaissante est très variable ainsi que les degrés de métamorphisme qui y sont associés. De ce fait, une subdivision des

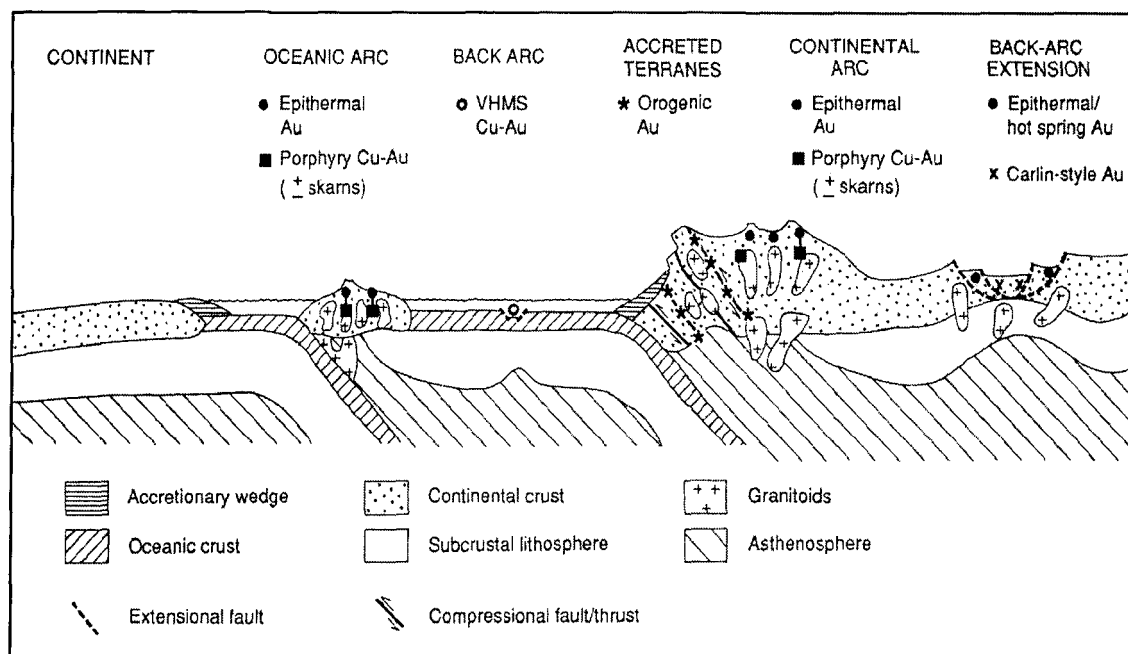


Fig. 1. Environnements tectoniques de différents dépôts riches en or épigénétique (tirée de Groves et al., 1998)

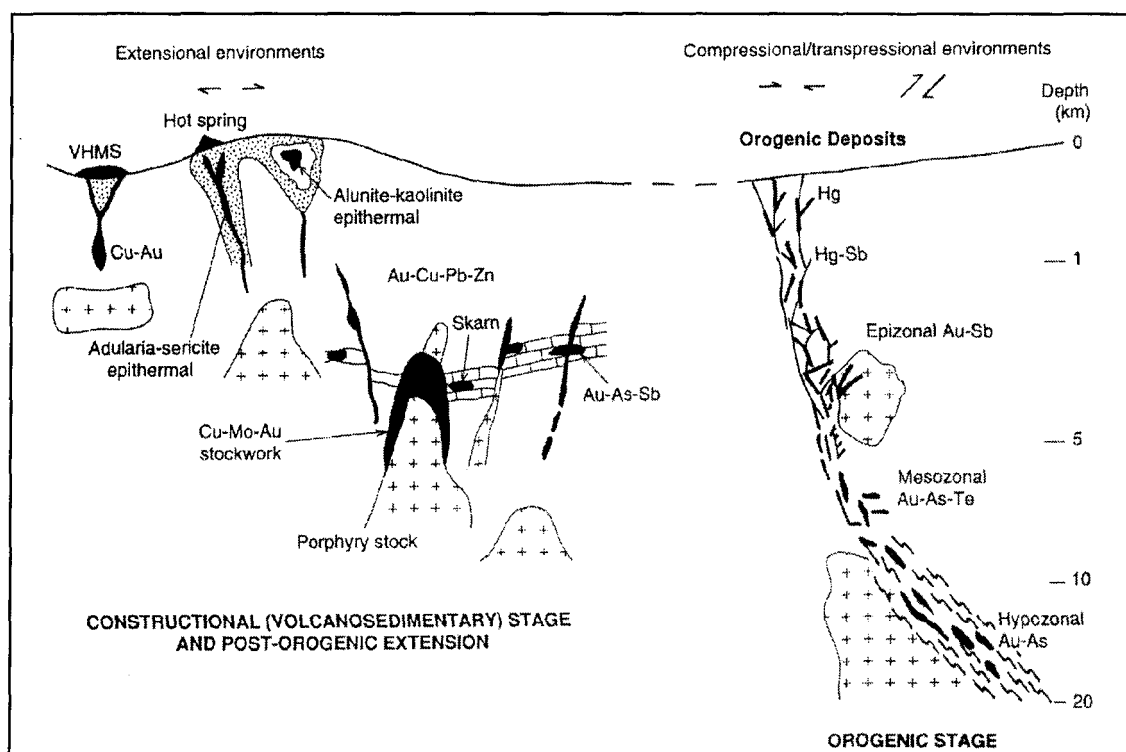


Fig. 2. Représentation schématique de l'environnement crustal de dépôts d'or hydrothermaux en termes de profondeur de formation et de structures en marge d'une plaque en convergence (tirée de Groves et al., 1998)

types de gisements orogéniques est fondée sur la profondeur des zones de métamorphisme ou celle de la mise en place de l'intrusion dans le cas échéant (Gebre-Mariam et al., 1995). Ainsi, les dépôts d'or peu profonds (< 6 km), c'est-à-dire ceux formés dans des conditions de métamorphisme du faciès prehnite-pumpellyite à début schiste vert (150-300° C), sont appelés épizonaux. Les dépôts développés à des profondeurs moyennes (6-12 km) ainsi qu'à des températures variant entre 300 et 475° C sont mésozonaux et enfin, ceux qui sont très profonds (> 12 km et températures supérieures à 475° C) sont hypozonaux. Ces derniers correspondront à un faciès amphibolitique à début granulitique (Fig. 3).

Les gisements orogéniques sont enveloppés d'une altération zonée. Dans les dépôts développés sous des conditions de schiste vert, trois zones d'altération se suivent de distale à proximale : calcite-chlorite, calcite-ankérite et sericite. Dans les conditions amphibolitiques, seulement deux zones d'altération se succèdent : une zone à biotite distale et une zone proximal calco-silicatée (Eilu et Groves, 2001).

La minéralisation associée à ces types de dépôts est de nature filonienne ou disséminée (Fig. 4). Les filons de quartz occupent soit le plan de cisaillement ou encore sont des veines d'extension (Robert et Brown, 1986). Le style de minéralisation peut être influencé par la rhéologie de la roche encaissante, la configuration des unités lithologiques à petite et à grande échelle, les variations de pression des fluides et le type d'écoulement de ceux-ci (Eilu et Groves, 2001).

Ces types de dépôts sont communs dans les cratons archéens comme le Yilgarn en Australie et le Supérieur au Canada. Il représente une source majeure d'or dans le monde et sont fréquemment de classe mondiale.

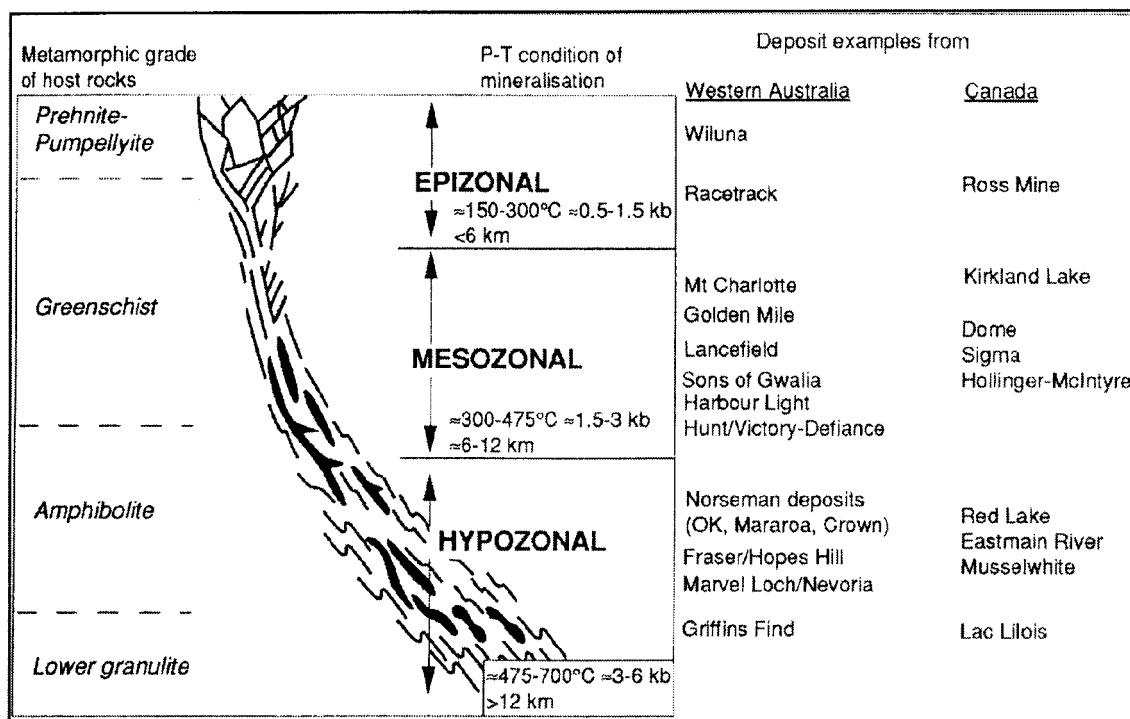


Fig. 3. Section schématique montrant la continuité crustale de dépôts d'or archéens avec des variations des composantes de pression-température (tirée Gebre-Mariam et al., 1995)

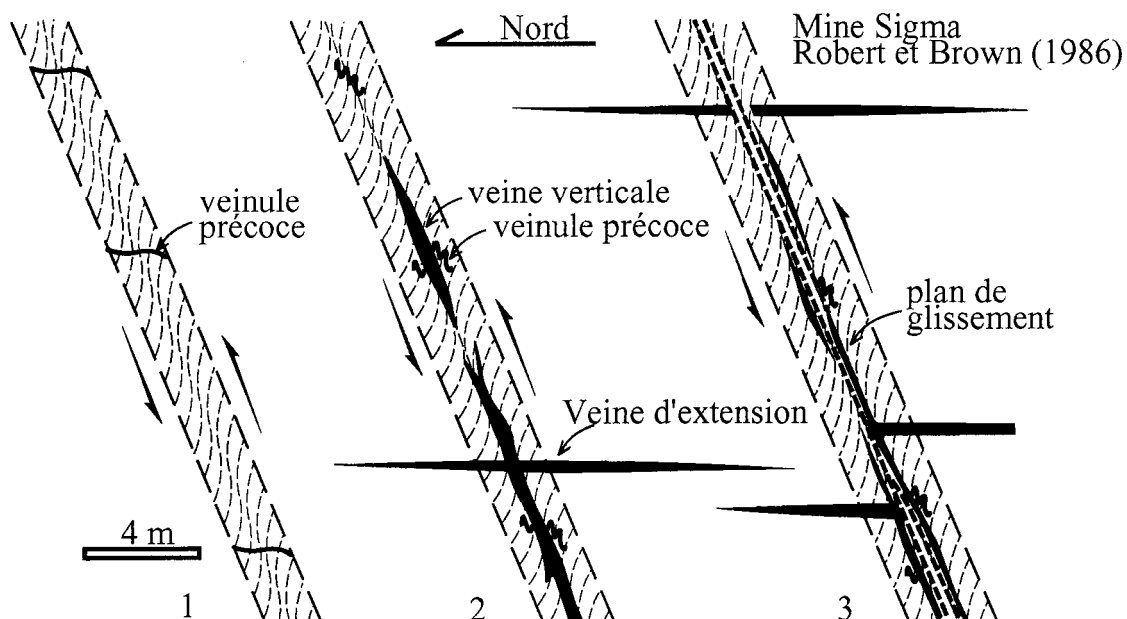


Fig. 4. Développement des filons de quartz aurifères dans un système orogénique avec le développement de veinules précoces, de veines d'extension et de veines parallèles au plan de glissement (tirée de Robert et Brown, 1986)

1.1.1.2. Dépôts aurifères reliés à des intrusions

Une classification, établie par Sillitoe (1991), subdivise les gisements aurifères reliés aux intrusions en 7 classes. La forme de la minéralisation ainsi que la nature de l'encaissant sont les qualificatifs utilisés. Ainsi, on retrouve les porphyres et les intrusions non-porphyriques dans lesquelles la minéralisation est disséminée ou dans les stockworks. Ensuite, il y a les dépôts associés aux roches carbonatées, telles que les skarns et les dépôts résultant du remplacement des carbonates. Il peut y avoir aussi les dépôts dont la minéralisation, en plus d'être disséminée et dans les stockworks, se retrouve en remplacement et ce, dans les roches non-carbonatées. Enfin, il y a les dépôts associés aux brèches et ceux associés aux veines de quartz. Pour des raisons de pertinence, seul les gisements d'or de type porphyrique seront traités dans ce présent chapitre.

a) Les gisements porphyriques

Ce type de gisement se traduit, la plupart du temps, par des teneurs en Cu et/ou en Mo élevé. Il peut arriver aussi que des teneurs en Au soient intéressantes. Ils se développent essentiellement dans les ceintures orogéniques à 2 endroits : dans les systèmes d'îles en arc ou dans les marges continentales. La plupart sont d'âge Cénozoïque et Mésoïque. Très rares sont ceux datant du Paléozoïque et du Précambrien. Les dépôts porphyriques sont classifiés en trois types : plutonique, volcanique et « classique » (Sutherland Brown, 1976). Le premier type se réfère aux gisements formés dans un environnement de batholites avec une minéralisation encaissée dans une ou plusieurs phases plutoniques. Le second correspond aux gisements mis en place dans les racines des volcans et qui sont encaissés dans les

roches volcaniques et/ou dans le pluton comagmatique relié au volcanisme (Fig. 5). Enfin, le dernier est associé à des « stocks » post-orogéniques qui recoupent la roche-mère. La minéralisation se retrouve dans ces stocks et/ou dans la roche encaissante.

Les zones d'altération reliées aux porphyres de Cu-Mo-Au sont les altérations proximales potassiques (biotite, feldspaths potassiques), phylliques (quartz, séricite) et distale propylitiques (chlorite, épidote, plagioclase sodique et carbonates). Il peut y avoir une zonalité de la minéralisation avec un cœur riche en bornite, une zone minéralisée riche en chalcopirite et une zone plus distale et stérile riche en pyrite (Sutherland Brown, 1976).

b) Les gisements porphyriques riches en Au

Le rapport entre le cuivre et le molybdène ou celui entre l'or et le molybdène est une caractéristique qui permet de distinguer les gisements porphyriques riches en Au de ceux riches en Cu-Mo (McMillan et al., 1995). Dans certains cas, les teneurs en or surpassent celles en cuivre et en molybdène et il s'agit ainsi d'un dépôt appelé « porphyrique riche en or, pauvre en Cu ». Les porphyres riches en or se situent principalement le long de la ceinture de feu du Pacifique (Sillitoe, 1997) comme le dépôt porphyrique du district de Refugio au Chili (Muntean et Einaudi, 2000), ceux de la Ceinture de Maricunga (Vila et Sillitoe, 1991) ou encore dans le nord-ouest du Canada dans les Cordillères tels que Fort Knox (Bakke, 1995). Certains de ces gisements n'exploitent que de l'or alors que d'autres contiennent des quantités de cuivre suffisantes pour en faire une « co-production » (Sillitoe, 1997).

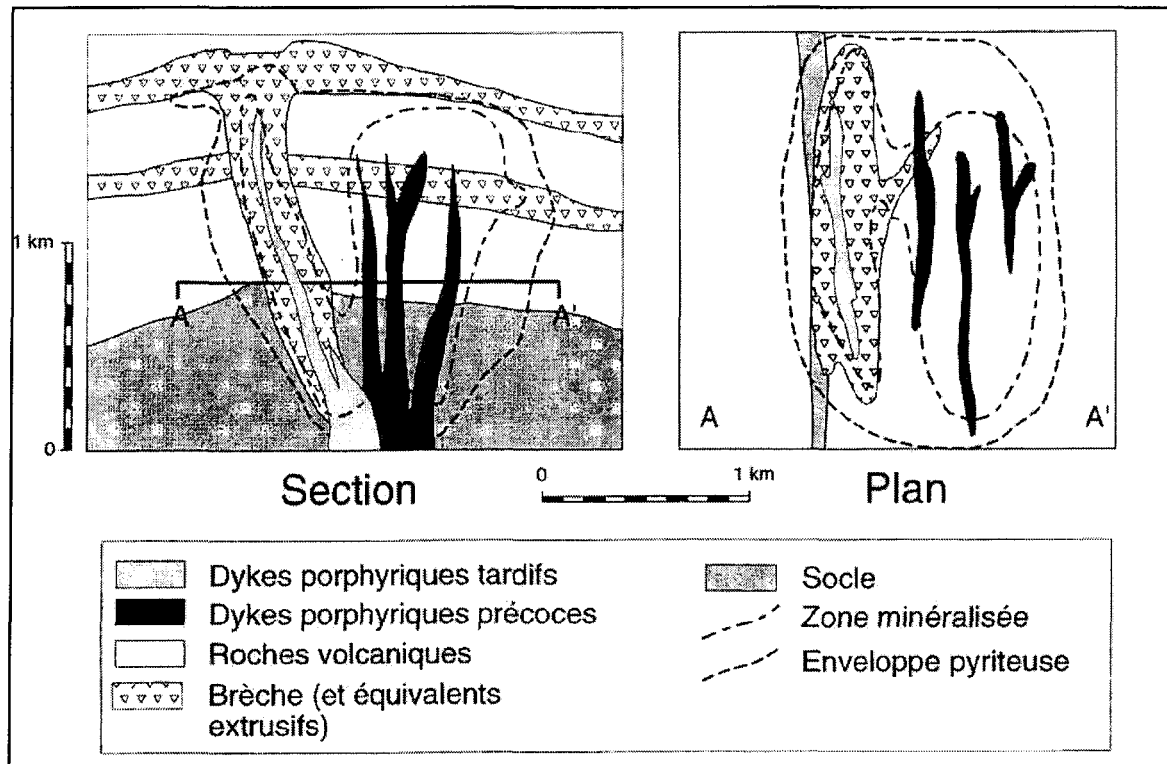


Fig. 5. Gisement porphyrique de type volcanique (tiré de Sutherland Brown, 1976; McMillan et Panteleyev, 1987)

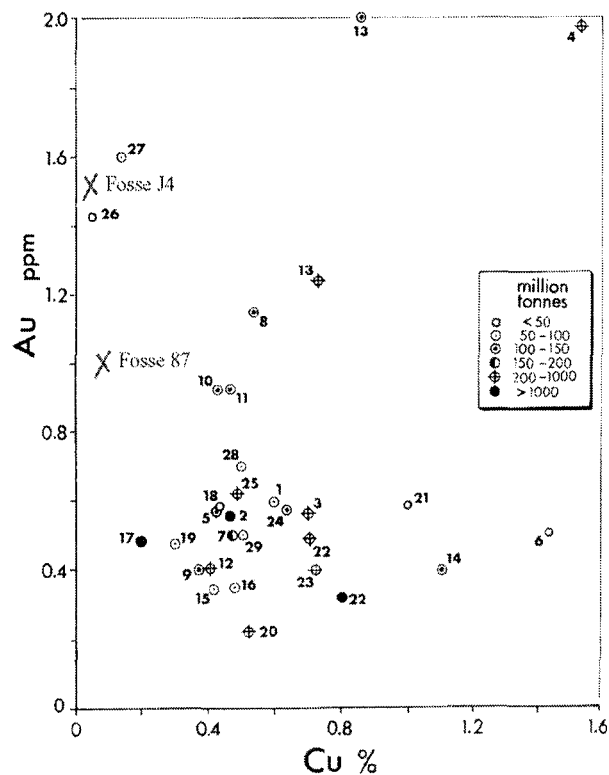


Fig. 6. Contenu en or et en cuivre accompagné de la production approximative et des réserves de principaux dépôts porphyriques de Cu riches en or (tiré de Sillitoe, 1993). Les fosses 87 et J4 de la mine Troilus ont été positionnées selon leur teneur de l'année 1996 pour la fosse 87 et de 2003 pour la fosse J4

La plupart des gisements porphyriques d'or contiennent plusieurs dizaines de tonnes d'or et certains peuvent contenir jusqu'à 900 tonnes d'or (Sillitoe, 1993) avec des valeurs variant entre 0,4 et 2 ppm comme le montre la figure 6. Ces types de gisement présentent aussi habituellement un appauvrissement en molybdène contrairement aux porphyres de Cu (Sillitoe, 1993).

Ils se mettent en place dans les arcs plutono-volcaniques et sont générés durant, ou même immédiatement après, la subduction de lithosphère océanique (Sillitoe, 1993). Les régimes tectoniques varient de la compression comme le gisement de Marte et de Lobo au Chili à un régime en extension comme les gisements de Philippines (Panguna, Cabang Kiri, etc.). Les gisements porphyriques riches en Au datent souvent du Tertiaire quoique que certains sont du Miocène ou plus jeunes. Ceux du Canada datent du Miocène précoce. Quant aux porphyres riches en or archéen, ils sont présents dans les ceintures de roches vertes (Sinclair, 1982; Symons et al., 1988).

La figure 7 illustre un modèle géométrique présentant la relation intrusion-altération à l'intérieur et autour d'un dépôt porphyrique de Cu riche en Au. Les rapports (K_2O/SiO_2) peuvent varier grandement. Trois grands champs principaux sont reconnus : 1) diorite calc-alkaline pauvre en potassium, diorite à quartz et granodiorite, 2) monzonite à quartz calc-alkaline riche en potassium et 3) syénite et monzonite alcaline (Sillitoe, 1993).

Des brèches hydrothermales sont communément associées à ce type de dépôt. Le contenu en minéralisation de ces brèches varie selon leur chronologie par rapport à l'événement de minéralisation. Les brèches développées tôt dans le système ou d'origine magmatique-hydrothermal ont une altération potassique marquée et un

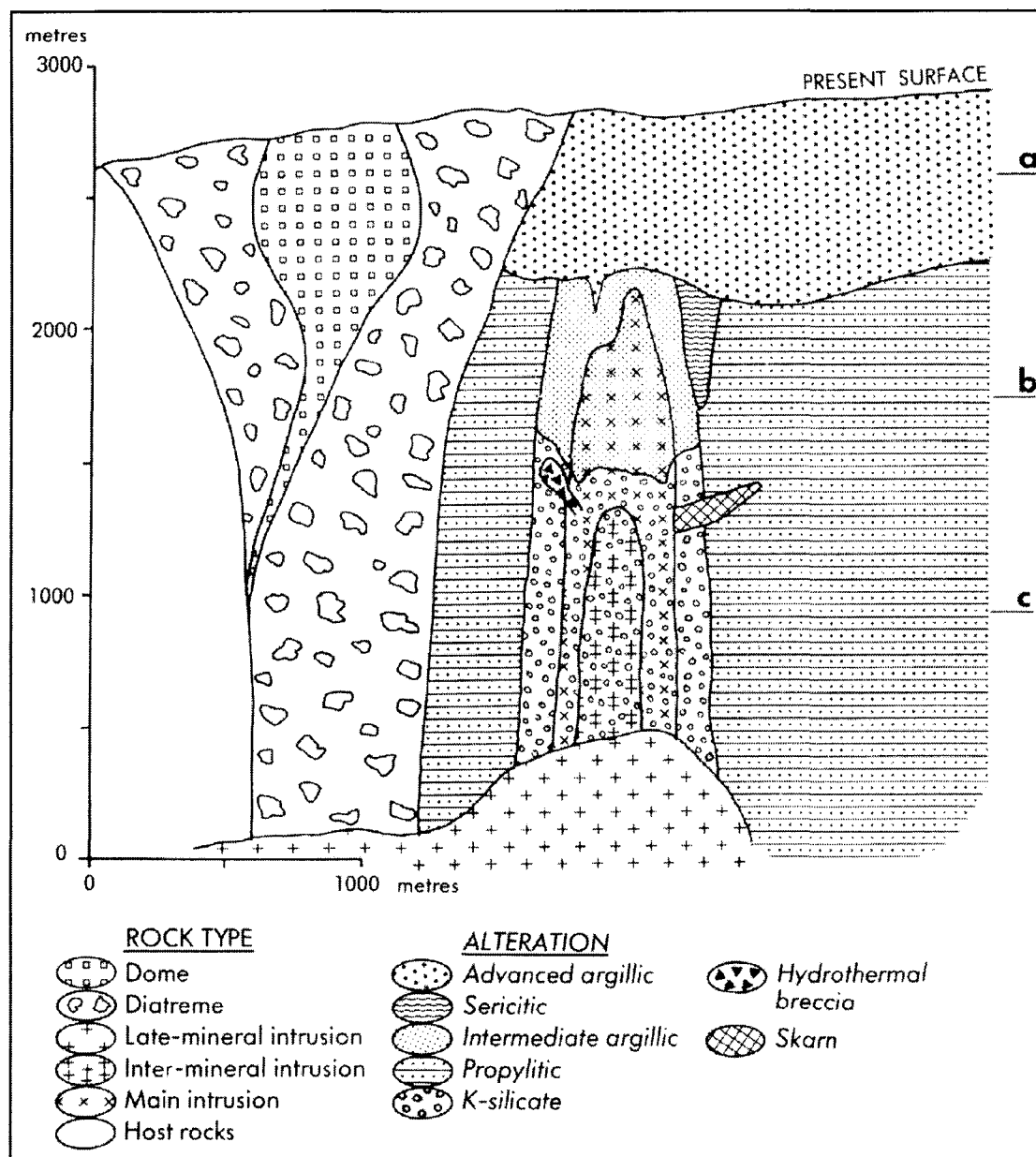


Fig. 7. Modèle présentant la zonation de l'altération à l'intérieur et autour d'un porphyre riche en or (tirée de Sillitoe, 1993)

contenu en Cu et en Au plus élevé qu'autour des stockworks et dans les zones disséminées (Clark, 1990; Jones, 1985). Une brèche qui se développe en même temps que la minéralisation ou un peu plus tardivement est aussi bien minéralisée (Garcia, 1991) quoiqu'elles présentent souvent des teneurs sous la moyenne. Toutefois, une brèche tardive est généralement pauvre en minéralisation (Sillitoe, 1985). Les brèches d'intrusion sont possibles et se produisent suite à l'injection de plusieurs pulsions de magmas comme dans le cas du gisement de Lobo au Chili où une microdiorite s'est introduite dans une diorite (Sillitoe, 1991).

La minéralisation en Au et en Cu, souvent associée, se met en place durant l'évènement de l'altération potassique. Généralement, l'or natif est associé aux sulfures de fer et de cuivre. De plus, plusieurs gisements porphyriques riches en or présentent un déficit en molybdène (Barr et al., 1976; Sillitoe et Gappe, 1984). La forme de la minéralisation varie essentiellement entre disséminée, associée aux brèches ou aux stockworks (Sillitoe, 1997). Quant à l'argent, il tend à s'associer avec l'or spatialement mais généralement les teneurs sont sub-économiques (Sillitoe, 1993).

En ce qui concerne les fluides associés aux gisements porphyriques aurifères, ils sont hypersalins, riches en CO₂ (supérieure à 5 mol%) (Groves et al., 1998) et probablement issus de l'immiscibilité d'un magma (Cline et Bodnar, 1991).

Il existe réellement des caractéristiques qui distinguent les porphyres de Cu-Mo de ceux riches en Au. Les travaux faits sur ceux de la ceinture de Maricunga par Vila et Sillitoe (1991) révèlent toutefois qu'au niveau de l'environnement crustal, il n'y a pas de différences significatives. Les distinctions se font surtout au niveau de l'environnement volcanique où les dépôts porphyriques riches en or sont souvent

rattachés à des stratovolcans composites de composition andésitiques. Cette composition se démarque aussi en ce qui a trait à la nature de l'intrusion qui semble plus felsique et potassique pour les porphyres de Cu-Mo. Les intrusions sont davantage dioritiques, pour les porphyres riches en or de la ceinture de Maricunga du moins (Vila et Sillitoe, 1991). Il arrive souvent aussi qu'il y ait beaucoup de magnétites d'origine hydrothermale associée à l'altération potassique (Sillitoe, 1993). Cette présence de magnétite peut aller à l'encontre du modèle de système réducteur de Rowins (2000) qui suggère que les porphyres en milieu réducteur sont plus riches en Au, que la minéralisation est plus distale et que le fluide contient du CO₂ mais qu'il y a des lacunes en magnétites. Il est donc certain que plusieurs caractéristiques sont propres aux porphyres riches en Au.

1.2. Problématique de la Mine Troilus et de la fosse J4

La Mine Troilus se situe à environ 125 km au nord de la ville de Chibougamau dans la partie est de la ceinture archéenne de roches vertes appelées Frotet-Evans. En 1987, la découverte d'une traînée de blocs erratiques minéralisés en Cu et Au faite par la compagnie Kerr Addison conduit à celle de la zone 87 (Boily, 1998) dont l'exploitation débutera en 1996. Depuis ce jour, 135 Mt ont été minées dans la fosse 87 dont 32 Mt ont été usinées et ce, à une teneur moyenne de 0.95 g/t Au, 0.10% Cu. Les unités lithologiques de la fosse 87 ont été définies par Carles (2000) : diorite¹, amphibolite, brèche à fragments dioritiques et matrice amphibolitique recoupés par un essaim de dykes felsiques, à leur tour recoupés par

¹ Le préfixe méta est omis car toutes les roches sont métamorphisées au faciès amphibolitique

des dykes mafiques. Les dykes felsiques présentent des joints colonnaires dans la fosse 87. À l'échelle du gisement, les roches sont métamorphisées au degré amphibolitique. Magnan (1993) a obtenu des températures de métamorphisme variant entre 430°C et 600°C pour la fosse 87. Il attribue le 600°C au pic de métamorphisme alors que les températures plus basses reflètent un événement rétrograde. Toutes les unités lithologiques de la fosse 87 présentent une foliation pénétrative qui pend abruptement vers le nord-ouest.

La minéralisation est encaissée dans l'unité bréchique, l'amphibolite et dans les dykes felsiques. La métadiorite et les dykes mafiques ne sont que localement minéralisés. L'éponte inférieure et l'éponte supérieure de la fosse sont marquées par la présence de dykes felsiques d'où leur nom : dyke felsique du « footwall » et dykes felsique du « hangingwall ». Magnan (1993) note que les dykes dans la fosse 87 occupent l'axe central du gisement et se raréfient en s'y éloignant. Il constate aussi que ces dykes sont localement bréchifiés.

L'origine de l'unité bréchique à Troilus est débattue. Carles (2000) présente la brèche comme étant magmatique alors que Magnan (1993) parle plutôt d'une brèche hydrothermale. En fait, le nombre exact de faciès bréchique différents est indéterminé et cette diversité rend les interprétations difficiles. La possibilité de plusieurs variétés de brèche n'est pas écartée.

L'or est associé aux sulfures tel que la pyrite, la pyrrothite et la chalcopyrite. Ces derniers se retrouvent en grains disséminés et alignés dans la foliation. Ils sont aussi présents dans des veinules discordantes, le long de contacts lithologiques, dans les zones de déformation et dans les joints plus tardifs (Carles, 2000).

Comme la plupart des gisements aurifères d'âge archéen, le mécanisme de mise en place du dépôt de Troilus est également sujet à débat. Il pourrait s'agir d'un dépôt porphyrique syn-volcanique avec une minéralisation encaissée dans la diorite et dans la brèche. Des événements de métamorphisme et de déformation majeure auraient par la suite affecté ces unités. Dans une autre optique, le modèle orogénique pourrait être l'explication avec une mise en place de la minéralisation syn ou post-tectonique dans une importante zone de déformation à une profondeur équivalente au degré de métamorphisme amphibolitique. La prochaine section expose les nombreuses possibilités de la genèse du dépôt de Troilus.

1.2.1. Travaux antérieurs

Les premières publications concernant le gisement de Troilus ont été faites par Fraser (1993) qui proposa à ce moment un modèle porphyrique comparable aux porphyres de Cu-Au. Il s'est basé sur les caractéristiques du gisement telles que la dimension, les zones d'altération et de minéralisation, les teneurs et les roches encaissantes.

Dans la même année, Magnan (1993) suggère deux possibilités en comparant la zone 87 à un système porphyrique volcanique en premier lieu et à un système mésothermal filonien amphibolitique en second lieu. Certaines caractéristiques de cette zone favorisent le type porphyrique volcanique telles que la présence de dykes felsiques métriques, la zone de brèche altérée, l'altération potassique associé à la minéralisation et superposée par une altération propylitique ainsi que la nature porphyrique du protolithe. À l'inverse, certains points viennent remettre en question l'adoption de ce modèle et ce, surtout au niveau de la composition chimique des

biotites (Fe et Cl). Pour ce qui est de l'autre alternative, soit le modèle de système mésothermal filonien amphibolitique, les caractéristiques de la zone 87 impliquent des profondeurs importantes (faciès amphibolitique). Ce modèle pourrait expliquer l'absence de veines de quartz (forte pression). Toutefois, la relation entre la minéralisation et la déformation n'est pas claire puisque le gisement et son environnement sont complètement encaissés dans une séquence de roches fortement déformées.

Boily (1998) soutient que les caractéristiques du gisement de Troilus s'apparentent beaucoup au modèle génétique porphyrique de type volcanique, comme Magnan, émis entre autre en 1976 par Sutherland Brown et en 1987 par McMillan et Panteleyev. L'association spatiale du gisement avec l'essaim de dykes felsiques minéralisés, les brèches dites hydrothermales, le zonage typique de la minéralisation et de l'altération, le gros tonnage ainsi que l'étendue et la continuité de la minéralisation Au-Cu sont des caractéristiques de ce type de gisement.

Carles (2000) suggère plutôt un dépôt d'or orogénique classique décrit dans le modèle continu de Groves (1993) avec deux événements de minéralisation : pré et post métamorphiques. Le premier stade correspond à une minéralisation confinée dans un corridor et associé à une altération biotitique. Le second stade est une minéralisation contrôlée par la structure et qui se retrouve dans des veinules de quartz riches en Au. Ce modèle est basé sur les zones d'altération et de minéralisation, la brèche ainsi que sur les dykes felsiques.

1.2.2. La fosse J4

La fosse J4 se situe à quelques centaines de mètres au nord de la fosse 87. Son exploitation a débuté en décembre 2002. En fait, plusieurs éléments de la fosse J4 diffèrent de la fosse 87 dont l'exploitation est déjà fort avancée.

La fosse J4 est située en marge de l'intrusion dioritique mais contient une plus grande variété texturale et lithologique difficile à différencier à cause de l'intensité de la déformation. Le métamorphisme qui a affecté ce dépôt est au faciès des schistes verts supérieurs à amphibolitique inférieur. En addition avec le métamorphisme régionale, un métamorphisme de contact s'est développé dû à la mise en place du pluton de Parker (Fraser, 1993). Les paragénèses minérales se résument à du quartz, des plagioclases, de la biotite, de la hornblende, de l'épidote, des sulfures et des grenats. La distribution de la biotite n'est pas homogène dans le gisement de la fosse J4. Les types d'altérations sont semblables pour les deux fosses : biotitisation, silicification et séricitisation.

D'autres éléments qui concernent davantage la minéralisation peuvent être discutés. En effet, la fosse J4 se caractérise par une teneur moyenne en or de 0,92 g/t comparativement à une teneur moyenne de 0,95 g/t dans la fosse 87. Localement, des teneurs supérieures à 6 g/t ont été obtenues dans la fosse J4. Le contenu en cuivre est définitivement inférieur à celui de la fosse 87. La paragénèse métallique est simple : pyrite, chalcoppyrite, pyrrothite, magnétite avec des traces de molybdénite et d'or argentifère. Les quantités de chalcoppyrite sont plus faibles que dans la fosse 87. De plus, la minéralisation se concentre dans des bandes de plusieurs dizaines de mètres qui alternent avec des bandes stériles. La forme de la minéralisation est évidemment disséminée mais il existe d'innombrables petites veinules déformées dont la fertilité

en métaux demeure inconnue. Quant à la forme de l'enveloppe minéralisée, elle décrit un motif plutôt anastomosé qui suit, d'une façon générale, la foliation. L'association spatiale Au/Cu est un autre aspect particulier de J4 puisqu'elle n'est pas aussi systématique que dans la fosse 87. Enfin, il reste à établir l'association de plusieurs dykes felsiques porphyriques avec la minéralisation. Dans certaines sections, la minéralisation est spatialement associée à ces dykes alors qu'ailleurs, elle s'en dissocie.

Les nombreuses veinules, la zonalité de la minéralisation, celle des altérations ainsi que les dykes felsiques de J4, dont le comportement est beaucoup plus discontinu que dans la fosse 87, sont des aspects sur lesquels une attention particulière a été portée.

1.3. Objectifs

Le but principal de ce projet est d'établir les contrôles de la minéralisation Au-Cu de la fosse J4 du gisement de Troilus en établissant une modélisation de cette minéralisation. Ainsi, il faut premièrement comprendre la relation qui existe entre les dykes felsiques et la minéralisation. L'importance des veinules dans la mise en place du dépôt doit aussi être qualifiée. Par la suite, l'identification de un ou plusieurs types d'altération ainsi que leur association avec la minéralisation doivent être définis. Le modèle de minéralisation, une fois proposé, permet de situer la minéralisation par rapport à la déformation et au métamorphisme. Il permet aussi l'élaboration de guides d'exploration et d'exploitation.

1.4. Méthodologie du projet

Pour atteindre les objectifs, trois étapes ont été effectuées tout au long de l'étude: 1) travaux sur les forages, 2) travaux sur le terrain de la fosse J4 et 3) travaux en laboratoire.

1.4.1 Travaux sur les forages

Plusieurs forages d'exploration et de définition ont été faits à Troilus. Premièrement, l'observation de forages qui proviennent du centre de l'intrusion dioritique a permis de faire des comparaisons entre la diorite peu ou pas déformée et les lithologies observées dans les forages de la fosse J4. Par la suite, un bon nombre de trous de forages disposés de façon régulière dans la fosse J4 ont été observés et décrits. Pour ces forages, des éléments tels que la lithologie, le degré de développement de l'anisotropie planaire (schistosité), le pourcentage et la forme des altérations et de la minéralisation, les veinules, etc. ont été notés. Ainsi, pour chaque échantillon témoin, la lithologie a été décrite avec la granulométrie, la texture et l'indice d'anisotropie planaire basée sur une échelle de 1 à 5. Dans le cas des textures bréchiques, le pourcentage de matrice et de fragments a été noté. Quant aux textures porphyriques, la nature des phénocristaux a été prise en compte (% , diamètre). La minéralisation a été décrite selon trois aspects : en terme d'abondance de granulométrie et de forme. La description des altérations est semblable : pourcentage de biotite, de hornblende et de séricite avec leur forme respective. Enfin, les veinules ont été traitées avec une attention particulière. Chaque veinule présente sur un témoin a une forme, une épaisseur, une composition minéralogique, une relation avec la schistosité principale, des bordures d'altération et un angle avec l'axe de la carotte qui

ont été observés et notés. Souvent, les témoins présentaient des particularités telles que des variations de granulométrie ou de couleur qui ont été considérées. Ainsi, les prises de données sur ces carottes de forage ont permis de créer une base de données assez considérable à partir de laquelle des analyses statistiques et structurales ont été réalisées.

De trois à quatre sections situées à des endroits stratégiques ont été retenues. Chaque section compte environ 7 trous de forage. Pour chacune de ces sections, les forages les plus récents ont été échantillonnés afin de faire des lames minces et des analyses lithogéochimiques. En tout, une cinquantaine de trous de forage ont été analysés et incorporés dans la base de données.

1.4.2. Travaux sur le terrain de J4

Des travaux de terrain ont été effectués à plusieurs reprises entre l'été 2002 et l'été 2003. Une cartographie détaillée en bordure et à l'intérieur de la fosse J4 a été effectuée tout au long de l'avancement des travaux d'exploitation de la fosse.

Lors de ces travaux de terrain, la lithologie (sa composition et ses textures) a été décrite. De plus, les directions des fabriques linéaires et planaires, des dykes et des veines ont été mesurées et l'observation des relations de recoupement a été faite minutieusement. Les relations entre les altérations, les structures et la minéralisation ont été considérées avec beaucoup d'attention. Un échantillonnage des faciès les plus pertinents a été réalisé. Toutes ces observations ont été reportées dans des croquis ou ont été photographiées.

1.4.3. Travaux de laboratoire

Les échantillons recueillis lors des descriptions de forages et lors des travaux de cartographie ont été sélectionnés afin d'en faire des lames minces et des analyses lithogéochimiques par fluorescence-X. Une étude pétrographique et minéralogique des lames minces a permis de préciser celles mégascopique faite sur le terrain et sur les échantillons prélevés. Au microscope en lumière polarisée, il a été possible de confirmer la composition minéralogique et de déterminer des textures et des indices structuraux. De plus, certaines associations entre les veinules, l'encaissant, les structures et la minéralisation ont été observées sur les lames minces polies au microscope en lumière réfléchie. Ensuite, les résultats des analyses lithogéochimiques ont été traités afin de caractériser les différents types d'altération du gisement et aussi pour distinguer et classer les diverses unités lithologiques et ce, à l'aide de diagrammes discriminants binaires et ternaires.

Les différents résultats ont été mis en carte telle que l'information structurale, les faciès reconnus et la minéralisation. Des vues en plan et en section ont été créées avec la localisation des trous de forage et/ou des affleurements. Des mailles par interpolation ont été faites à partir des teneurs en or, en cuivre et en argent pour analyser la distribution de ces différentes substances et ce, pour plusieurs sections de la fosse J4. Ces modèles et ces cartes ont été créés à partir de logiciels tels que Access, MapInfo, Excel et Illustrator. D'autres supports visuels comme des graphiques (diagrammes binaires et ternaires) sont venus confirmer ou infirmer certaines associations avec la minéralisation.

Enfin, la synthèse de toutes ces observations a conduit l'établissement d'un modèle de mise en place de la minéralisation.

1.5. Géologie régionale et locale

1.5.1. Géologie régionale

1.5.1.1 Ceinture Frotet-Evans

Le gisement de Troilus est situé dans le membre est de la ceinture de roches vertes de Frotet-Evans. Cette ceinture se retrouve au cœur de la Sous-Province Opatika qui est interprétée par Sawyer et Benn (1993) comme étant une ceinture de chevauchement et de décrochement résultant de la collision avec la Sous-Province d'Abitibi au sud.

La ceinture de Frotet-Evans est localisée à plus de 150 km au nord de Chibougamau et mesure près de 250 km de longueur (Fig. 8). Quatre segments constituent cette ceinture : 1) Evans-Ouagama, 2) Storm-Evans, 3) Assinica et 4) Frotet-Troilus. Ce dernier segment est celui qui a attiré le plus l'attention pour son potentiel économique. Son âge évaluée entre 2793 Ma et 2755 Ma fait de cette ceinture la plus vieille connue de la Province du Supérieur (Pilote et al., 1997). Elle se compose principalement de formations tholéitiques (laves mafiques à intermédiaires) et calco-alcalines (laves felsiques à intermédiaires, roches pyroclastiques surmontées par des roches sédimentaires). Toutes ces unités sont métamorphisées au faciès schiste vert supérieur à amphibolitique inférieur près du contact avec les gneiss d'Opatika. La ceinture est recoupée de suites intrusives syn à tardi-tectonique de composition gabbroïque à monzogranitique.

L'orientation de la ceinture est est-ouest et plusieurs événements de déformation sont survenues entre 2700 et 2685 Ma. Entre autre, deux zones de cisaillement majeures sub-verticales et orientées NW-SE recoupent la ceinture (Lucky Strike et Nottaway). Ces cisaillements sont associés à une déformation appelée D_3 et sont post-métamorphiques (Boily et Dion, 2002).

1.5.1.2. Domaine Frotet-Troilus

Ce domaine est aussi appelé la ceinture Frotet-Troilus et constitue la partie est de la ceinture Frotet-Evans. Gosselin (1996) le divise en 4 cycles volcaniques qui ont conduit au développement de diverses formations et membres (Fig. 8). Le premier cycle regroupe les formations De Maurès, de La Fourche et de Dompierre qui proviennent d'une série volcanique tholéiitique différenciée. Les compositions des laves varient de basaltiques à andésitiques. Quelques minéralisations volcanogènes sont associées aux roches sédimentaires et/ou pyroclastiques de cette séquence volcanique.

Le second cycle volcanique n'est représenté que par les unités pyroclastiques de nature calco-alcalines de la formation de Frotet. Des laves felsiques à andésitiques, des tufs à blocs et à cristaux ainsi que quelques unités sédimentaires y sont présentes. Il y a très peu de minéralisations associées à ce cycle volcanique si ce n'est que le contact entre le cycle 1 et le cycle 2.

Le troisième cycle se traduit par une période complexe de volcanisme surtout d'affinité transitionnelle. Les formations de Châtillon, de Parker, de Domergue sud et de Domergue nord forme la séquence volcanique. Des laves, des basaltes komatiitiques, des dépôts pyroclastiques, des roches sédimentaires sont les unités qui

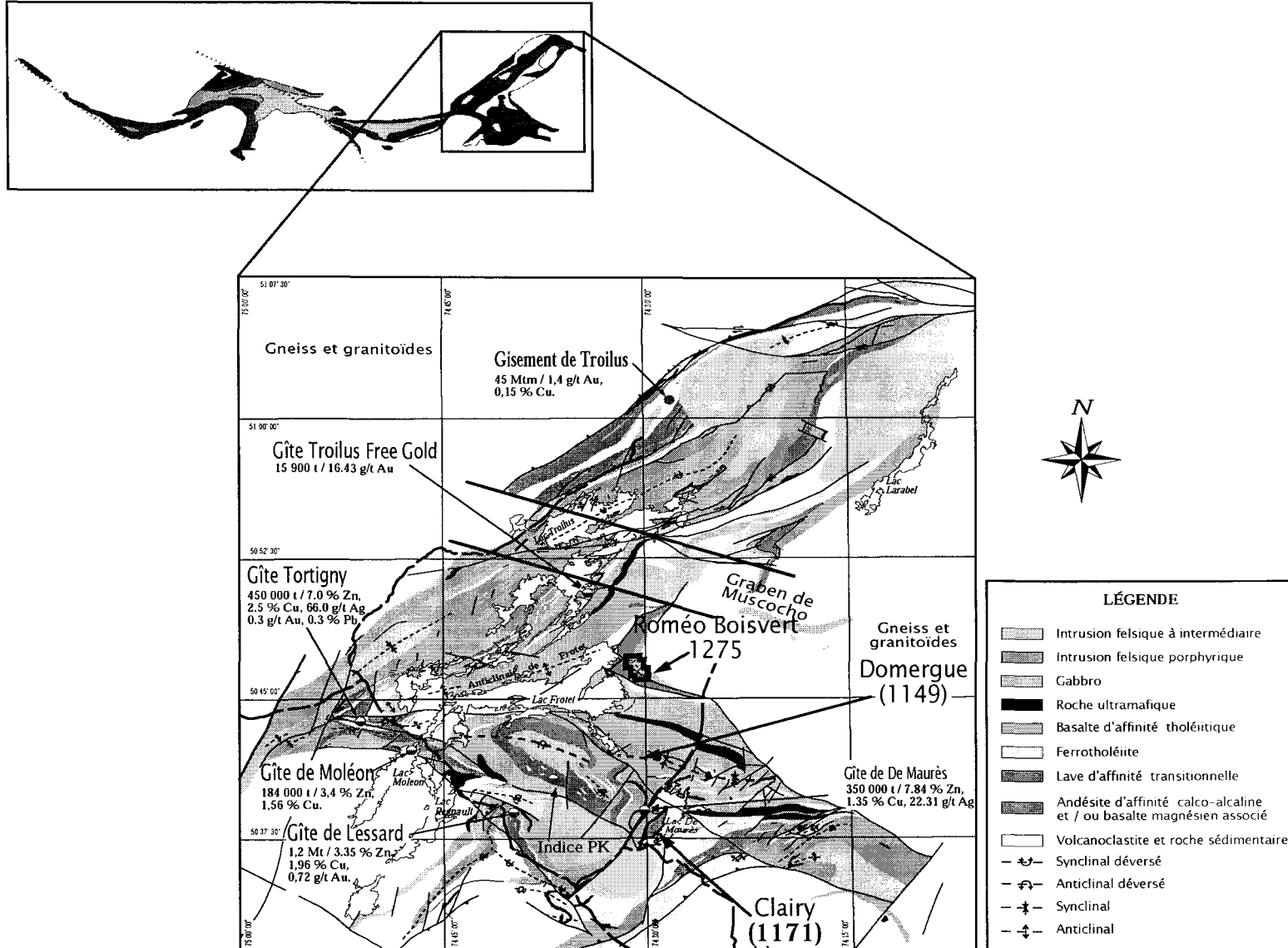


Fig. 8. Géologie régionale de la ceinture de roches vertes Frotet-Evans (tirée de Boily et Dion, 2002) et géologie plus détaillée de la partie Frotet-Troilus (Soquem)

y sont rencontrées. Les minéralisations de sulfures massifs les plus importantes se retrouvent dans ce cycle et se situent stratigraphiquement entre la Formation de Frotet et celle de Mésière ou d'Oudiette.

Enfin, le dernier cycle, le cycle 4, est constitué de deux formations soit de Mésière et d'Oudiette qui sont des unités basaltiques d'affinité tholéitique. Il n'y a pas de dépôts intéressants connus dans cette séquence si ce n'est que dans le Membre d'Habitation où un dépôt de sulfures massifs volcanogènes a donné des teneurs anormales.

Au niveau structural, le domaine de Frotet-Troilus est délimité au sud par une faille EW qui longe le Lac Frotet et par des batholites granitiques partout ailleurs (Fraser, 1993). Un plissement majeur synclinal affecte la partie nord du domaine. La fabrique planaire régionale est orientée NE-SW et est modérément pentée vers le NW. Il y a plusieurs linéaments topographiques orientés NE qui sont parallèles ou sub-parallèles au litage primaire. Ces linéaments peuvent avoir contrôlé la mise en place de plusieurs filons-couches gabbroïques à felsiques ou de dykes felsiques. Enfin, des levés magnétiques ont décelé la présence de failles NS avec des mouvements dextres et senestres (Fraser, 1993).

1.6. Géologie du gisement de la mine Troilus

Le gisement Au-Cu de la Mine Troilus, exploitée par Corporation minière Inmet, est un dépôt de basses teneurs mais de haut volume. Le gisement se compose de deux zones exploitées: la zone 87 et la zone J4. Une troisième zone appelée « 87 sud » sera exploitée éventuellement.

Le gisement de la mine Troilus est encaissé dans les unités lithologiques du Groupe de Troilus. L'interprétation stratigraphique de ce groupe a été faite d'abord par Simard (1987) puis par Gosselin (1996) qui a fait des travaux de lithogéochimie ainsi qu'une cartographie détaillée du secteur. Ce groupe est constitué des formations de La Fourche, de Frotet, de Parker et de Mésièrè. Les types de roches retrouvées dans le domaine Troilus sont au niveau stratigraphique de la Formation de Parker (Gosselin, 1996).

Les deux fosses du gisement de Troilus sont distancées d'environ 500 m et se retrouvent dans une séquence de roches d'affinités calco-alcalines intrusives. Au sud-est, le gisement est délimité par des roches volcaniques coussinées tholéitiques et au nord-ouest, par des roches intrusives de compositions mafique à ultramafique (Fig. 9). Il s'agit de métadiorite, d'amphibolites, et d'une brèche de fragments métadioritiques dans une matrice amphibolitique (Carles, 2000). Ces unités sont recoupées par des dykes felsiques porphyriques. Deux dykes felsiques d'épaisseur plurimétrique sont plus importants au sein de la fosse 87. Il s'agit du dyke du « hangingwall » et celui du « footwall » qui délimitent respectivement le toit et le mur de la zone minéralisée. Ces dykes sont, dans certains cas, massifs, et dans d'autres, très foliés tout dépendamment du pourcentage de séricite (Carles, 2000). Leur texture est porphyrique : la mésostase est grisâtre et vitreuse et il est fréquent d'y observer plus de 15% de phénocristaux de plagioclase de 1 mm de diamètre. L'épaisseur des dykes peut atteindre une dizaine de mètre et leur extension peut dépasser plusieurs centaines de mètre parallèlement à la schistosité. Une série de dykes mafiques tardifs et de dykes pegmatitiques recoupent toutes ces roches.



Fig.9. Géologie du gisement de Troilus avec contours des fosses et zones (Source: Inmet Division Troilus)

Les unités bréchiques, les dykes felsiques et l'amphibolite sont minéralisés, quant à la métadiorite et aux dykes mafiques, ils sont localement minéralisés (Carles, 2000). L'enveloppe de minéralisation en Au et en Cu correspond avec une altération potassique représentée par le développement exclusif de biotite avec absence de feldspath potassique (Boily, 1998). La pyrite, la pyrrhotite et la chalcoppyrite sont les trois sulfures les plus abondants et, en s'éloignant de la zone minéralisée, la pyrite demeure seule. La zone à pyrite correspond à une altération sodique plutôt que potassique.

Boily (1998) note une déformation intense dans le secteur du gisement caractérisée par un fort étirement des fragments de la brèche, par la transposition des dykes felsiques parallèlement à la foliation régionale et par le boudinage des dykes mafiques tardifs et des veines de quartz.

Chapitre 2

Géologie de la fosse J4

2.1 Lithologie

Les unités lithologiques de la fosse J4 ont été identifiées à l'aide d'observation mégascopiques et microscopiques. La minéralisation de cette fosse s'est mise en place au sein d'une intrusion dioritique qui est recoupée par des dykes felsiques et mafiques. Le contact entre les roches volcaniques et la diorite au niveau de la fosse J4 est incertain et une zone bréchifiée vient compliquer la tâche. De plus, le degré de déformation des roches dans la fosse J4 est très élevé. La description des unités dans ce chapitre concerne les échantillons plus frais qui sont les moins déformés. Les figures 10, 11 et 12 montrent les affleurements sur lesquels différentes lithologies ont été identifiées et cartographiées dans la fosse J4 au tout début de son exploitation.

Chaque unité lithologique observée en mégascopie a également été observée au microscope dans le but de bien distinguer les principales caractéristiques de ces unités qui sont résumées au tableau 1. Dans certains cas, les lames sont orientées parallèlement à la linéation pour tenter d'observer des indicateurs de cisaillement. La majorité des lames minces sont orientées perpendiculairement à la linéation afin de mieux identifier les protolithes.



Fig. 10. Cartographie d'affleurements au nord de la fosse J4

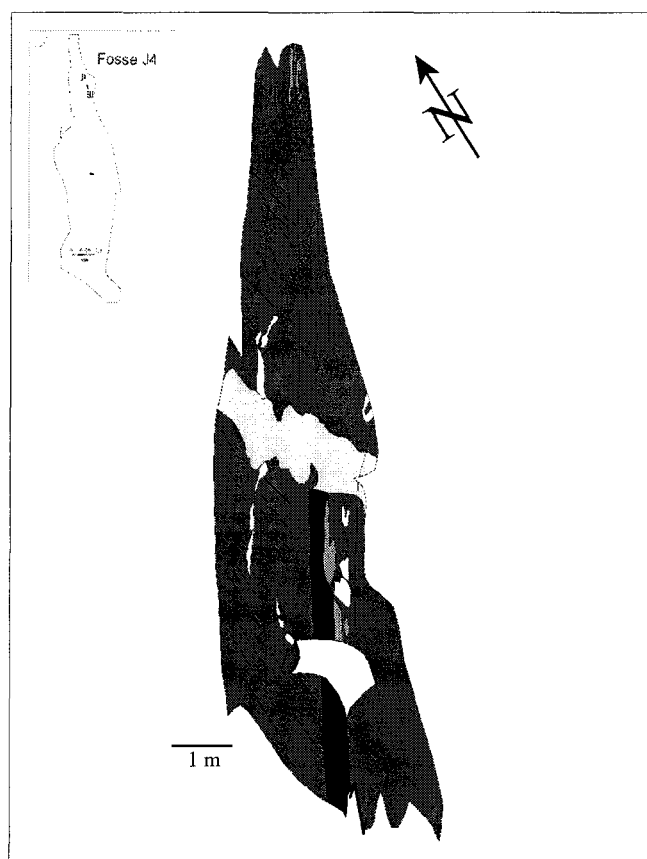
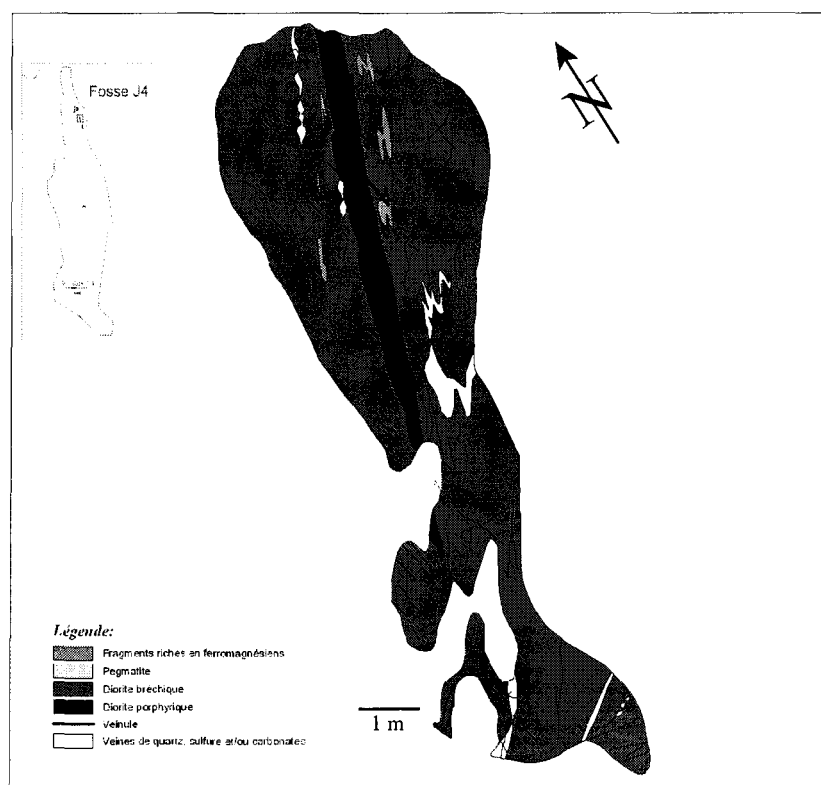


Fig. 11. Cartographie d'affleurements au NE de la fosse J4

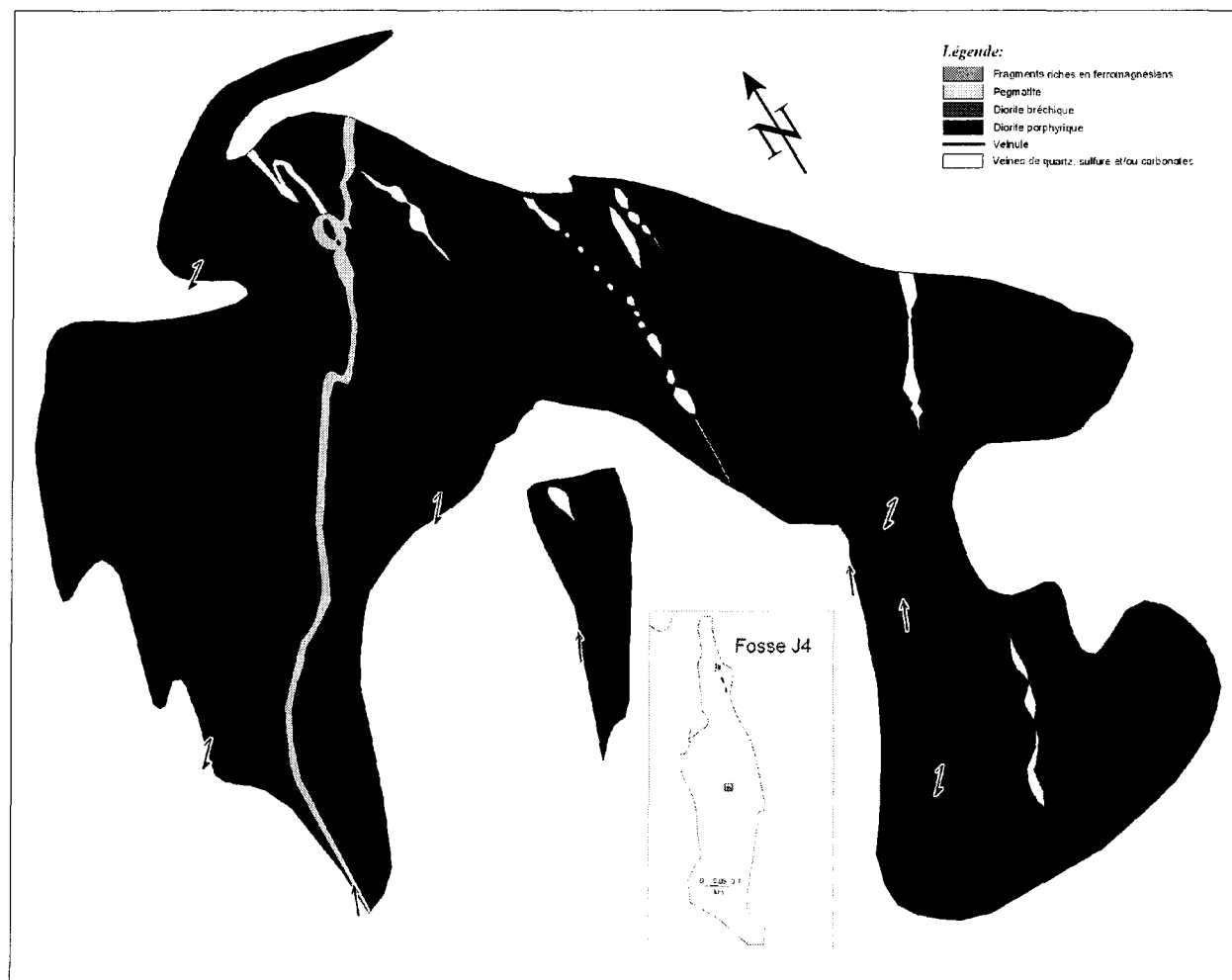


Fig. 12. Cartographie d'un affleurement au centre de la fosse J4

Tableau 1. Synthèse des observations pétrographiques pour les différentes unités lithologiques du secteur de la fosse J4

Lithologies	Minéralogie	Texture
Diorite	40 à 70% de quartz recristallisé 5 à 25% de biotite aciculaire 10 à 15% de plagioclase 0 à 20% de hornblende Tr à 5% de minéralisation Tr à 10% de séricite, carbonates, chlorite, épidote, grenat, diopside, zircon et titanite	Texture primaire porphyrique avec 20% de phénocristaux de plagioclases ou de reliques Texture secondaire lépidoblastique et poëciloblastique Lentilles de biotite et/ou hornblende courbées ou linéaires de 0,3 à 1 mm Granulométrie de la matrice très fine (0,01 mm) avec phénocristaux de 0,5 à 1 mm et des grains de biotite et/ou d'amphibole de 0,1 à 0,5 mm
Dykes felsiques	65 à 80% de quartz recristallisé 0 à 7% de biotite aciculaire 0 à 5% de hornblende 0 à 30% de plagioclases 0 à 30% de séricite 0 à 5% de carbonates Tr de chlorite, épidote et de minéralisation	Texture primaire porphyrique avec 10 à 25% de phénocristaux de quartz, plagioclase et/ou reliques Texture secondaire grano-blastique et grano-lépidoblastique Granulométrie de la matrice très fine (0,01 mm) avec des phénocristaux de 1 à 2 mm
Dyke mafique	45% de quartz recristallisé 25% de biotite altérée Tr de hornblende 20% de plagioclases Tr de carbonates 10% de chlorite Tr de pyrite	Texture primaire porphyrique avec 10% de phénocristaux de plagioclase et de hornblende Texture secondaire grano-lépidoblastique et poëciloblastique Lentilles de biotite/chlorite de 0,5 à 7 mm Granulométrie de la matrice très fine (0,01 mm) et des phénocristaux de 1 mm et des grains de biotite de 0,1 à 0,5 mm
Brèche	45 à 55% de quartz recristallisé 15 à 25% de biotite aciculaire 0 à 20% de hornblende 0 à 20% de plagioclases 0 à 15% de séricite Tr de carbonates, de chlorite, d'épidote, de grenat, de diopside et de minéralisation	Matrice: Texture primaire porphyrique à l'occasion Texture secondaire lépidoblastique avec lentilles de quartz/plagioclases grano-blastiques Lentilles de biotite et/ou amphibole linéaires ou légèrement courbées de 0,3 à 5 mm Fragments felsiques: Texture primaire porphyrique avec 10 à 20% de phénocristaux de plagioclase Texture secondaire lépidoblastique Lentilles de biotite et/ou amphibole courbées et linéaires de 0,3 à 3 mm Fragments mafiques: Texture primaire porphyrique avec 10 à 20% de phénocristaux de plagioclases Lentilles de biotite et/ou de hornblende épaisses et courbées de 0,3 à 5 mm

2.1.1 Diorite

La diorite est l'unité qui englobe presque entièrement la fosse J4. Elle est plutôt homogène et sa couleur varie de gris pâle rosé à gris verdâtre en passant par gris bleuté. Les échantillons frais ont une texture porphyrique bien visible et présentent environ 20% de phénocristaux sub-angulaires de plagioclases blanchâtres ainsi que des agrégats de biotite courbés et grossiers (Fig 13). Les phénocristaux sont plus visibles lorsqu'ils sont moins altérés. Dans le cas contraire, les phénocristaux ne sont devinés que par la texture porphyrique visible de l'échantillon. Plusieurs échantillons présentent des microphénocristaux et de petits agrégats de biotite xénomorphes. Quelques échantillons de carottes de forage montrent des enclaves ou un contact net entre la diorite porphyrique et une microdiorite (Fig. 14). Cette microdiorite est caractérisée par une texture davantage interstitielle et homogène ainsi qu'une granulométrie constante inférieure à 0,5 mm. Sa minéralogie est très similaire à la diorite porphyrique : très petits phénocristaux ($\pm 0,5$ mm) de plagioclases et agrégats de biotite et/ou de hornblende dans une matrice quartzo-feldspathique.

Une foliation est observée dans tous les échantillons de diorite même ceux moins déformés. Cette foliation est caractérisée par des lentilles de biotites et/ou de hornblendes vertes qui s'alignent les unes avec les autres. La description de la foliation ainsi que l'effet de la déformation sur la minéralogie et la texture de la diorite est traitée dans un chapitre subséquent.

Au microscope, tous les échantillons de diorite se ressemblent considérablement. La diorite présente en moyenne 20% de phénocristaux de plagioclase ou des reliques qui mesurent entre 0,5 et 1 mm. Ces phénocristaux sont hypidiomorphes et altérés en série à divers degrés. Outre les phénocristaux et les reliques, il y a les lentilles ou les



Fig. 13. Diorite porphyrique typique de la fosse J4 avec agrégats lenticulaires de biotite et veinule de quartz recoupée par la schistosité (Forage KN-556)



Fig. 14. Enclave de diorite à granulométrie plus grossière dans une diorite à granulométrie plus fine interprétée comme étant une microdiorite (Forage KN-556)

agrégats de biotite et/ou de hornblende qui les contournent (Fig. 15). Ces lentilles sont constituées de cristaux de biotite tabulaires ou de cristaux de hornblende hypidioblastiques de 0,1 à 0,5 mm qui sont localement sécants à la direction des lentilles. Dans certains échantillons, les lentilles ne sont constituées que de biotite, dans d'autres, que de hornblende et dans certains cas, les deux phases sont présentes. La quantité de biotite et de hornblende dans la diorite est assez constante et varie entre 15 et 40%. Lorsque les deux phases sont présentes, certaines textures indiquent qu'elles ont été en équilibre : des inclusions de biotites se retrouvent dans les cristaux de hornblende ou le contraire et les contacts entre les deux phases sont régulièrement très nettes. Toutefois, il arrive que les contacts soient plutôt graduels et que la biotite se retrouve en bordure de la hornblende comme si elle était tardive à cette dernière.

D'autres phases comme de la pistachite, la titanite, des sulfures et des oxydes sont souvent associés aux agrégats de minéraux ferromagnésiens. Les lames minces hors des zones minéralisées présentent des biotites plutôt verdâtres et foncées qui sont plus riches en fer. Quant à la biotite observée au centre de l'enveloppe minéralisée, elle est davantage brunâtre. La présence de rutile aciculaire dans la biotite suggère aussi qu'elle est hydrothermale (Lang, 1996).

Une mésostase composée de quartz, de plagioclase, de biotite et/ou de hornblende enveloppe les phénocristaux de plagioclases et les lentilles. La texture est issue de la recristallisation et se traduit par une mosaïque de petits cristaux polygonaux d'environ 0,01 mm de diamètre. La biotite et la hornblende se retrouvent plutôt sous la forme de petits « germes aciculaires ». La proportion de quartz et de plagioclase est difficile à estimer étant donné la petitesse des grains qui constituent la mésostase.

Le quartz, les plagioclases, la biotite et la hornblende sont les constituants majeurs de la diorite de Troilus. Il arrive que de la séricite soit observée dans les échantillons de diorite. Dans ce cas, elle est la plupart du temps associée aux veinules ou à l'altération des cristaux de plagioclases. Sa proportion excède rarement 10%.

D'autres minéraux peuvent se retrouver dans des proportions variables comme la chlorite, les carbonates, l'épidote (pistachite) et le grenat. Ces phases sont généralement en trace mais on peut les retrouver également en composantes majeures ($\leq 10\%$).

2.1.2 Dykes felsiques

Les dykes felsiques se concentrent davantage au nord de la fosse et sont orientés globalement nord-est. Leurs épaisseurs varient entre 1 à 15 m. Ils ne sont pas nécessairement parallèles les uns par aux autres aux niveaux de la direction et du pendage puisqu'ils définissent un motif plutôt anastomosé. Ces dykes ont un aspect homogène: les échantillons frais sont gris foncés, localement légèrement verdâtres. Ils présentent une texture porphyrique bien visible macroscopiquement avec environ 15 à 20% de phénocristaux de quartz et de plagioclases (Fig. 16), le dernier étant, dans tous les cas, le plus abondant et constitue plus de 10% des phénocristaux. La matrice est plutôt aphanitique et quelques agrégats xénomorphes de biotite sont visibles. Leur aspect est massif lorsqu'ils sont frais et la foliation est difficilement visible. Les contacts entre les dykes et la diorite peu déformée sont nets.

Au microscope, les dykes felsiques ont entre 10 et 25% de phénocristaux sub-arrondis à sub-idiomorphes de quartz et de plagioclase. Le quartz constitue la principale composante de la mésostase recristallisée qui présente une texture granoblastique à lépidoblastique dans le cas où l'abondance de séricite est élevée. Lorsqu'il se retrouve

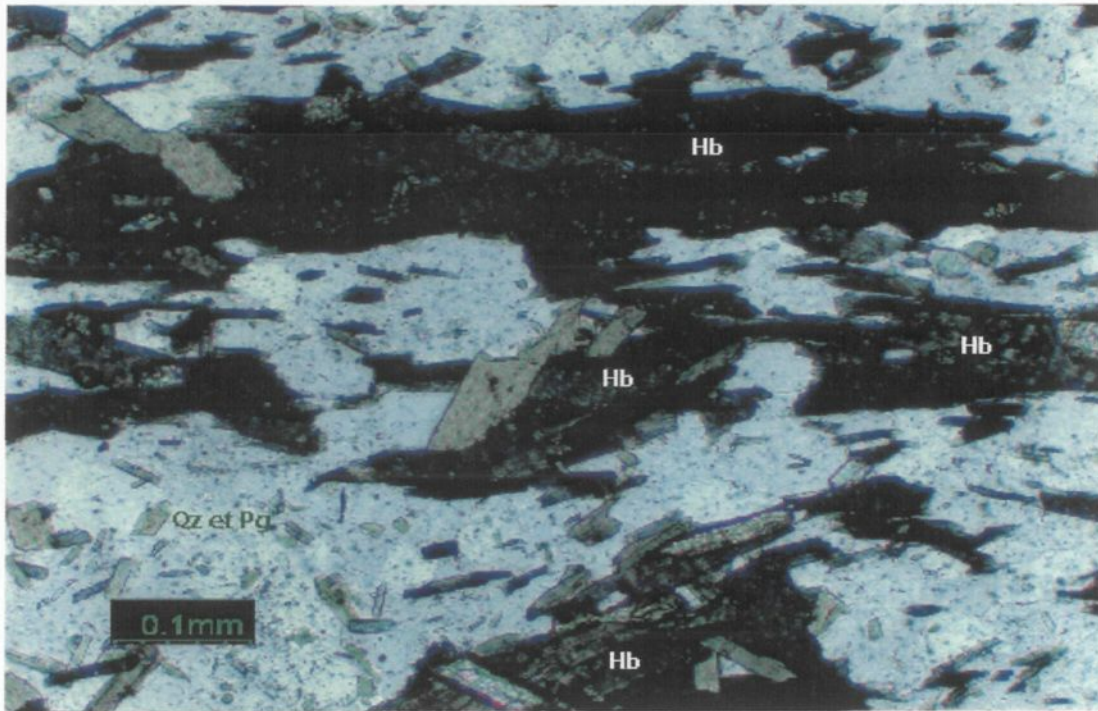


Fig. 15. Diorite porphyrique avec agrégats de hornblende verte et matrice de quartz et plagioclase recristallisée (lumière naturelle)

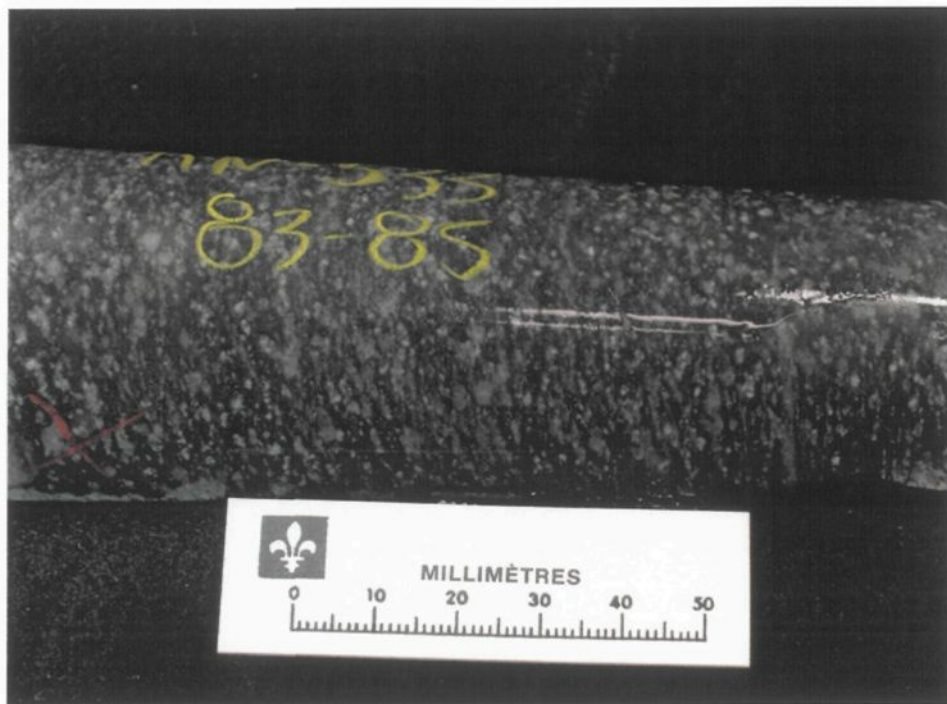


Fig. 16. Dyke porphyrique avec phénocristaux de quartz et de plagioclase

sous la forme de phénocristaux, le quartz est communément sub-arrondi et mesure entre 1 et 1,5 mm de diamètre. Il arrive dans certains cas que la forme des phénocristaux de quartz soit sub-idiomorphe. Dans ce cas-ci, la biréfringence des phénocristaux est anormalement élevée.

La quantité de plagioclase est plutôt difficile à évaluer dans la matrice puisque les grains sont très fins (0,01 mm). Toutefois, les phénocristaux de plagioclase mesurent environ 1 mm et sont hypidioblastiques. Ils sont généralement altérés en séricite et en carbonates et présentent alors des textures poeciloblastiques.

Les dykes moins déformés contiennent, en petite quantité, de la biotite en germes aciculaires, des carbonates, de la chlorite et de l'épidote (Fig. 17). Leur quantité de séricite varie de 0 à 15% et dépend du degré d'altération des phénocristaux de plagioclase.

2.1.3 Dyke mafique

Ce type de dyke est rare et a été observé au centre-est de la fosse J4. D'une épaisseur d'environ 30 cm, il recoupe les dykes felsiques, plus spécifiquement un des dykes à phénocristaux de quartz et de plagioclases (Fig. 18) et présente une forte schistosité. Sa couleur est verdâtre foncée et des phénocristaux de plagioclases forment une texture microporphyrrique. Des cubes de pyrite idiomorphes sont bousculés dans une matrice mafique très schisteuse. Ces dykes mafiques sont rares et semblent tardifs dans l'histoire magmatique de la fosse J4.

Le dyke mafique observé sur le terrain présente une minéralogie assez simple constituée de quartz, de plagioclase, de biotite et de chlorite. Sa texture porphyrique est formée par environ 10% de phénocristaux de plagioclases de 1 mm de diamètre environ

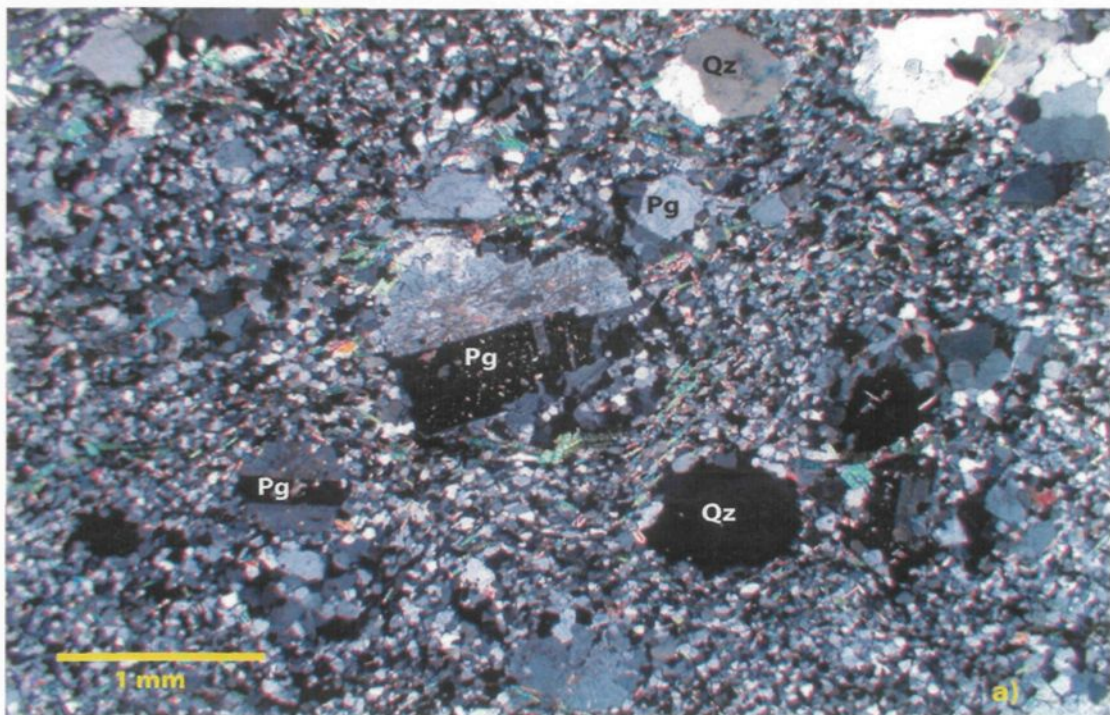


Fig. 17. Dyke felsique porphyrique avec phénocristaux de plagioclase et de quartz (lumière polarisée)

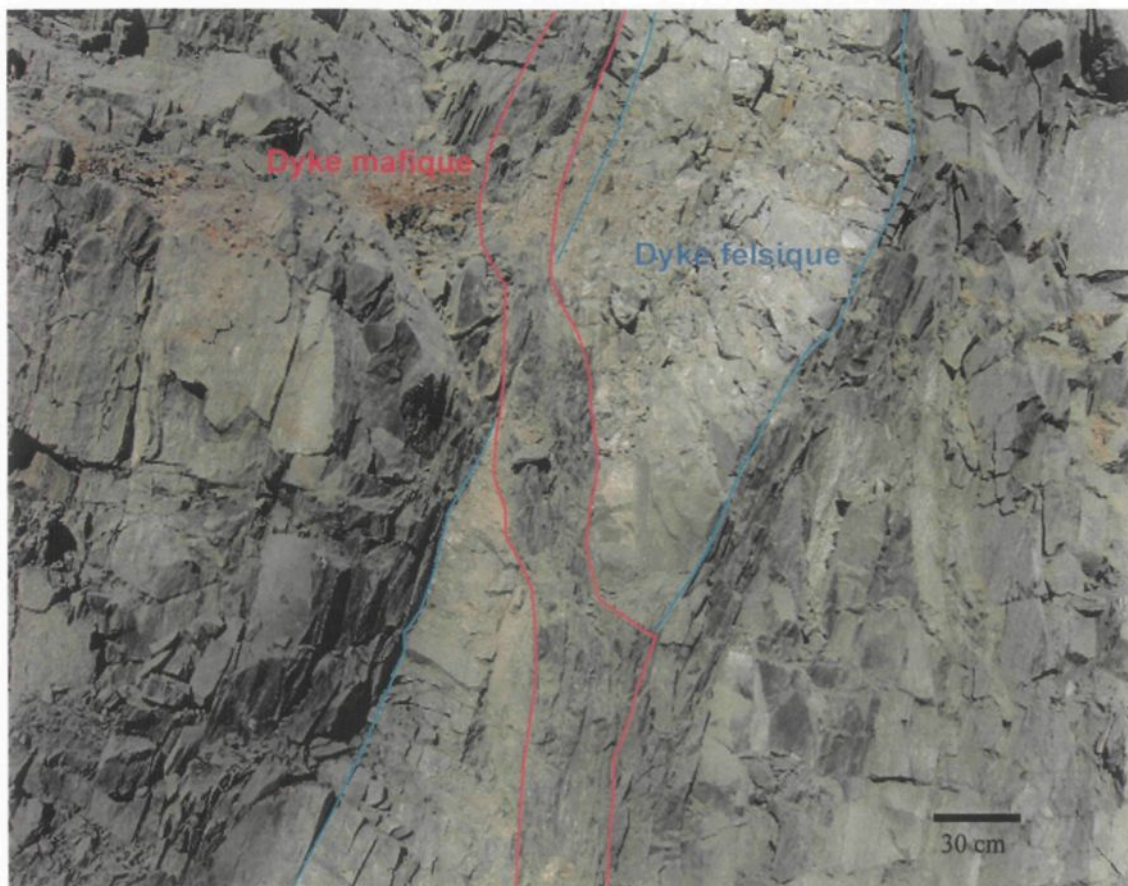


Fig. 18. Dyke mafique tardif recoupant un dyke felsique porphyrique de la fosse J4

et qui ont des textures poéciloblastiques (Fig. 19). Ces phénocristaux se retrouvent dans une matrice de quartz et de biotite fortement altérée en chlorite. La biotite forme des lentilles de 1 mm à 3 mm de diamètre qui alternent avec des lentilles de quartz et biotite. Les ombres de pression sont remplies de quartz et de biotite. Il est fort possible que le nombre de phénocristaux ait été réduit avec la déformation et que ces lentilles plus riches en quartz représentent en fait des reliques de phénocristaux.

2.1.4 Unité fragmentaire

Lors de la description de forages, la brèche a été observée un peu partout dans la fosse J4 et principalement là où la concentration de dykes est forte. La bréchification n'affecte que la diorite. Aucune observation de dyke felsique bréchifié n'a été faite. Plusieurs variétés de faciès fragmentaires sont observées dans la fosse J4. Les faciès bréchiques sont omniprésents mais en proportion plus grande dans la partie est de celle-ci. En forage, les unités fragmentaires se caractérisent par un aspect rubané et très hétérogène qui se traduit par un amalgame de fragments centimétriques de couleur noire ou verdâtre et de fragments blanchâtres. Il est difficile de discerner la matrice des fragments. Des échantillons observés sur les affleurements montrent clairement des fragments blanchâtres tachetés dans une matrice grise foncée. Ces fragments sont plus petits que ceux de la brèche de la fosse 87 (Fig. 20). La texture de ces fragments felsiques est porphyrique.

Un autre faciès, observé en forage, se traduit par des fragments noirs et discontinus et pourraient représenter des lambeaux d'une unité lithologique plus mafique (Fig. 21). Ces morceaux riches en minéraux mafiques sont dispersés dans cette unité fragmentaire et, de par leur composition riche en biotite et leur dureté inférieure à

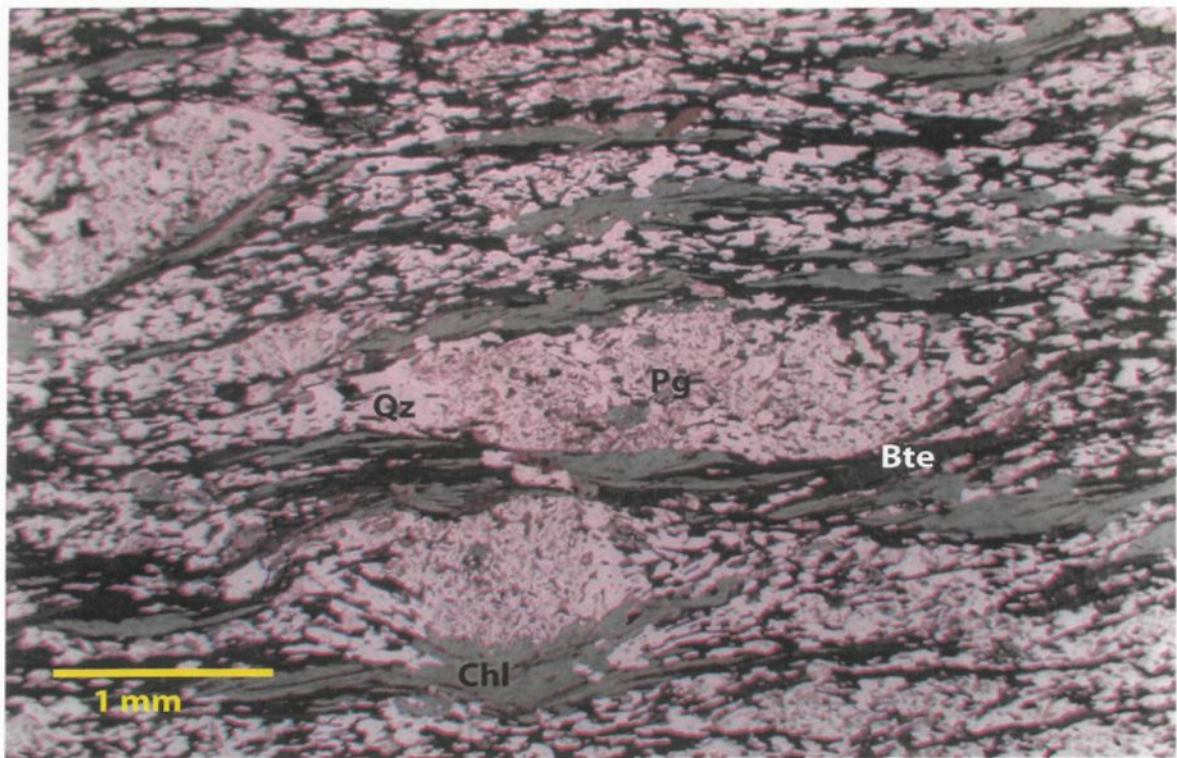


Fig. 19. Dyke mafique porphyrique avec phénocristaux de plagioclase et matrice de quartz et biotite chloritisée (lumière naturelle)

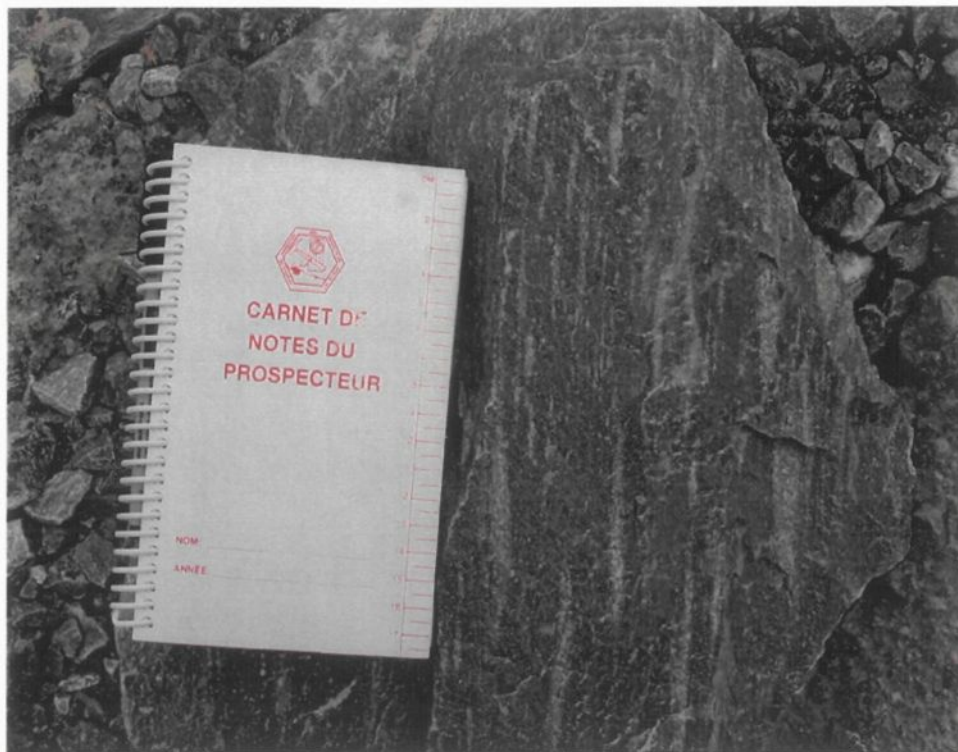


Fig. 20. Unité fragmentaire de la fosse J4 avec fragments felsiques porphyriques

l'encaissant, crée un relief négatif en affleurement. La grosseur de ces lambeaux est très variable, de 1 cm à 1 m, et leur forme est plutôt étroite et allongée. Sur les affleurements, la présence de ces deux faciès fragmentaires est observée. Des observations faites au microscope permettent de constater que la matrice de l'unité fragmentaire est généralement plus mafique que la diorite. La proportion de biotite et de hornblende oscille entre 20 et 55%. Le quartz, le plagioclase, la biotite, la hornblende et l'épidote sont les constituants dominants de cette unité. La texture de la matrice est davantage lépidoblastique alors que les fragments sont porphyriques avec une granulométrie plus grossière que la matrice (Fig. 22). Les fragments blanchâtres et les lambeaux riches en minéraux mafiques sont traités séparément ci-dessous et la matrice et/ou l'encaissant est la même dans les deux cas.

a) Matrice

L'aspect de la matrice est aphanitique. La biotite et la hornblende s'y retrouvent en grains très fins et aciculaires de 0,01 à 0,3 mm de diamètre ou encore en lentilles de 0,5 à 5 mm généralement très minces. Dans les lentilles, il se retrouve aussi de la hornblende, de l'épidote et des carbonates. La proportion de biotite et de hornblende varie entre 10 et 25% dans la matrice. Le reste est constitué de quartz et de plagioclase dont les proportions ne peuvent être définies étant donné la dimension des grains. Ces deux phases forment une mosaïque de petits cristaux polygonaux dans laquelle quelques « germes aciculaires » de biotite ou de hornblende se retrouvent. Le tout est recoupé par de très minces agrégats de biotite et/ou de hornblende tantôt de forme irrégulière tantôt plus linéaires.



Fig. 21. Lambeaux de matrice mafique transposés et boudinés dans l'unité bréchique, partie est de la fosse J4

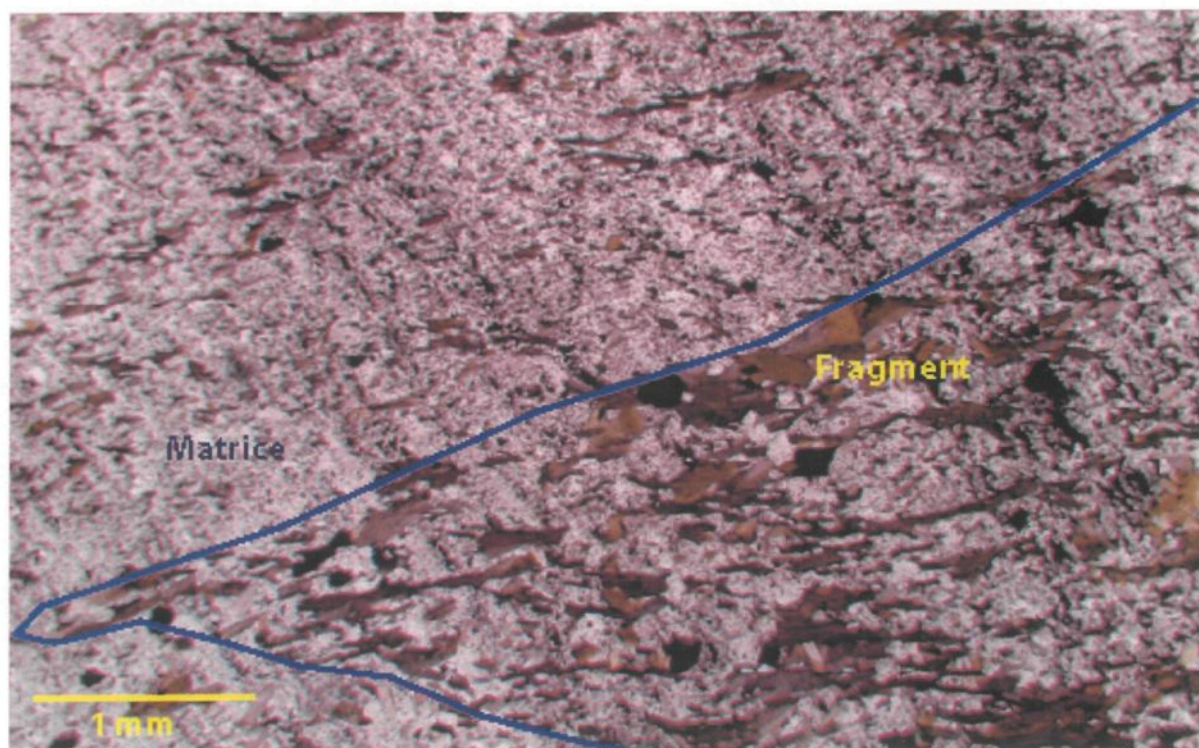


Fig. 22. Brèche avec fragments porphyriques et matrice lépidoblastique (lumière naturelle)

b) Fragments blanchâtres

Ces fragments apparaissent sous forme de bandes gris-blanchâtres en carotte de forages. Le contact est graduel entre les fragments et la matrice. Le pourcentage de minéraux mafiques à l'intérieur de ces fragments varie de 5 à 25%. La biotite domine toujours et certains échantillons présentent un ratio hornblende / biotite de 1 : 3. La granulométrie de la biotite et de la hornblende est supérieure dans les fragments et la forme des cristaux est davantage tabulaire et sub-idiomorphe dans les lentilles. Dans la matrice de ces fragments, de fins cristaux de biotite accompagnent les cristaux de quartz et plagioclase qui présentent des textures de recristallisation. Il y a aussi des plages d'épidote allotriomorphes dans certains échantillons. La texture porphyrique est créée par les phénocristaux de plagioclase parfois en quantité considérable (20% en moyenne). Ces phénocristaux mesurent entre 1 et 2 mm et les lentilles de biotite sont plus grossières et courbées.

c) « Lambeaux » mafiques

Les lambeaux de roches mafiques dans l'unité fragmentaire ont une texture porphyrique et se caractérisent par une quantité de biotite et de hornblende supérieure aux autres lithologies rencontrées. L'abondance de ces minéraux se situe entre 50 et 60%. Ils se présentent sous la forme d'agrégats proéminents de 4 mm de long en moyenne entre lesquelles on observe en moyenne 20% de phénocristaux de plagioclase altérés ou des reliques de phénocristaux de 1 à 2 mm de diamètre. La granulométrie de ces lambeaux est plus grossière que celle de la matrice. Le pourcentage de petits cristaux polygonaux de quartz et de plagioclases est faible et varie entre 20 et 30%.

2.1.5. Pegmatite

Les pegmatites observées sur le terrain présentent en dyke ayant des épaisseurs d'environ 50 cm et recourent systématiquement les dykes felsiques. Elles sont composées de quartz et feldspath en cristaux grossiers.

2.2 Lithogéochimie

Cette section présente d'abord les résultats obtenus suite à des analyses faites uniquement sur des échantillons de la fosse J4 expressément pour le projet de maîtrise. Par la suite, ces analyses sont comparées avec d'autres analyses exécutées sur la propriété de la mine par le même laboratoire. Le laboratoire GeoLab en Ontario est celui où les analyses ont été réalisées et ce, par la méthode de fluorescence X (XRF). Une seconde partie porte sur une intégration de ces données lithogéochimiques de la mine Troilus. Cette intégration concerne des travaux exécutés par l'auteur pour le département de l'exploration à la mine durant l'année 2003. Des calculs de bilans de masse ainsi que des études statistiques ont été réalisées dans le but de définir les zones d'altération et de guider l'exploration.

2.2.1 Caractérisation des unités lithologiques de la fosse J4

Les échantillons sélectionnés pour analyses lithogéochimiques sont localisés en section à la figure 23. En tout, trois trous de forage ont été échantillonnés systématiquement aux 20 m et un autre trou de forage a été échantillonné seulement au niveau des dykes felsiques. Le nombre d'analyses totales est de 36 dont 10 représentants de dykes felsiques et 26 de la diorite. Les éléments majeurs ont été analysés ainsi que 4 éléments traces : Zr, Y, Nb et Sr. D'autres éléments traces et quelques éléments du groupe des terres rares ont aussi été analysés au laboratoire de

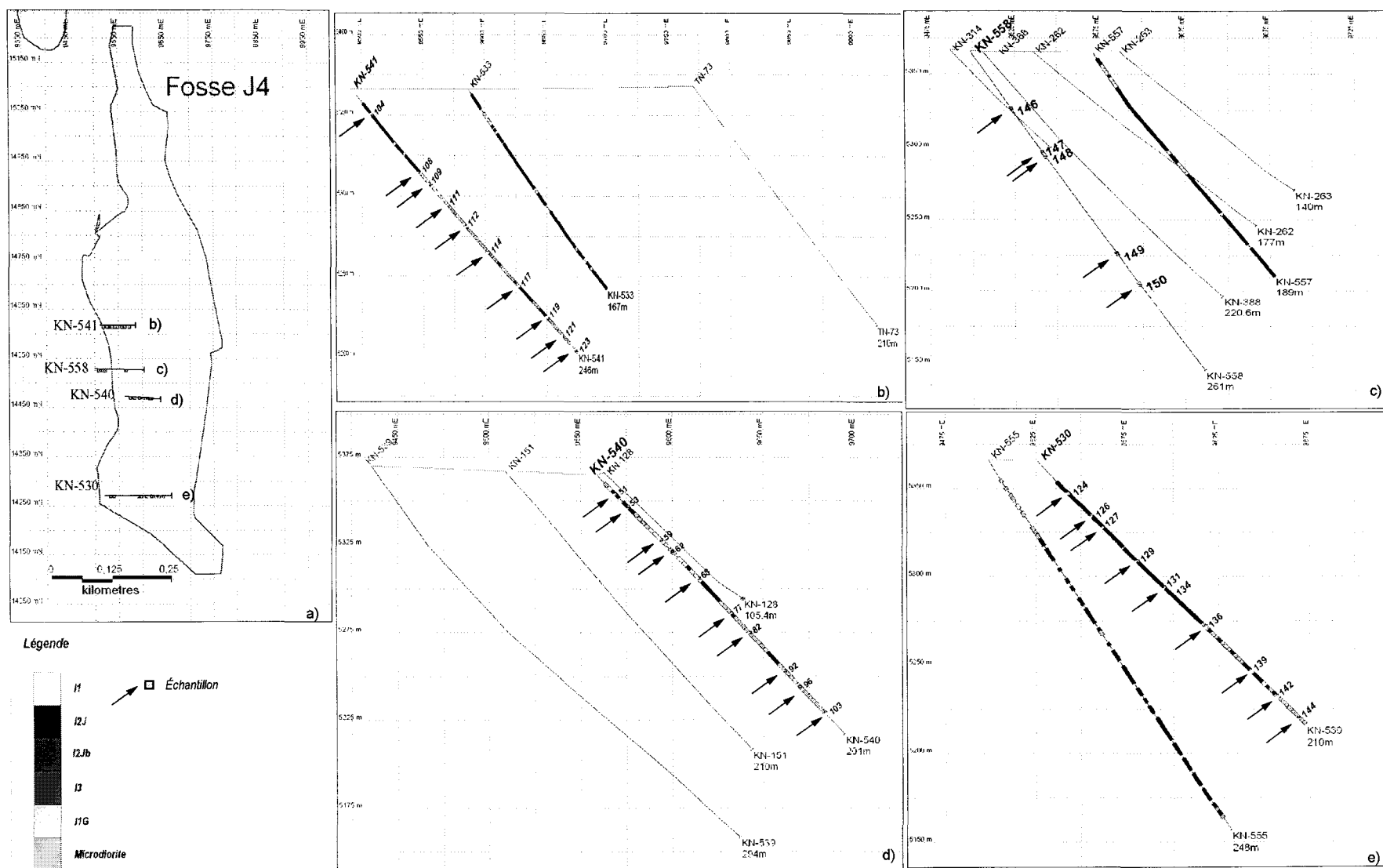


Fig. 23. Position en plan (a) et en section (b-e) des échantillons de géochimie dans la fosse J4

l'UQAC par la méthode d'activation neutronique: Th, Ta, La, Ce, Nd, Zr, Hf, Sm, Eu, Tb, Ho, Yb, Lu. Les résultats sont présentés dans l'annexe 1. Afin de comparer les échantillons de la fosse J4 avec ceux des autres secteurs de la mine, les analyses faites sur la diorite et les dykes felsiques ailleurs sur la propriété lors de la campagne de lithogéochimie 2003¹ ont été ajoutés dans les diagrammes.

2.2.1.1 Diagrammes de Harker

Les diagrammes de Harker permettent de montrer le comportement des différents éléments par rapport à l'abondance du SiO₂ et peuvent aider à définir les tendances générales. Seuls les échantillons provenant de l'intrusion dioritique et des dykes sont représentés dans les diagrammes (Fig. 24).

La plupart des échantillons de diorite de la fosse J4 se situent entre 56 et 65% de SiO₂ alors que les dykes ont entre 73 et 80% de SiO₂ (Fig. 24). Les comportements des oxydes permettent de suggérer que ces deux unités sont co-magmatiques puisque les dykes se situent dans le prolongement de la droite de fractionnement de la diorite.

D'un point de vue général, une diminution attendue du fer et du magnésium accompagne une augmentation en silice. Cette diminution est constante de la diorite aux dykes. Certains échantillons présentent toutefois des teneurs en magnésium assez élevées. Ces derniers sont situés principalement dans les fosses J4 et 87.

Les teneurs en K et en Na des échantillons montrent une distribution très erratique et il est difficile de définir une droite de distribution claire. Leur distribution pourrait résulter d'un processus hydrothermal, plus particulièrement de l'altération

¹ La campagne de lithogéochimie 2003 a été réalisée sous la supervision de Julie Larouche et a consisté en l'échantillonnage d'environ 230 échantillons provenant de trous de forage faits sur la totalité de la propriété de Troilus. Les résultats ont permis de faire une analyse lithogéochimique et de cibler des secteurs favorables à l'exploration. Ils sont présentés et discutés au chapitre 5.

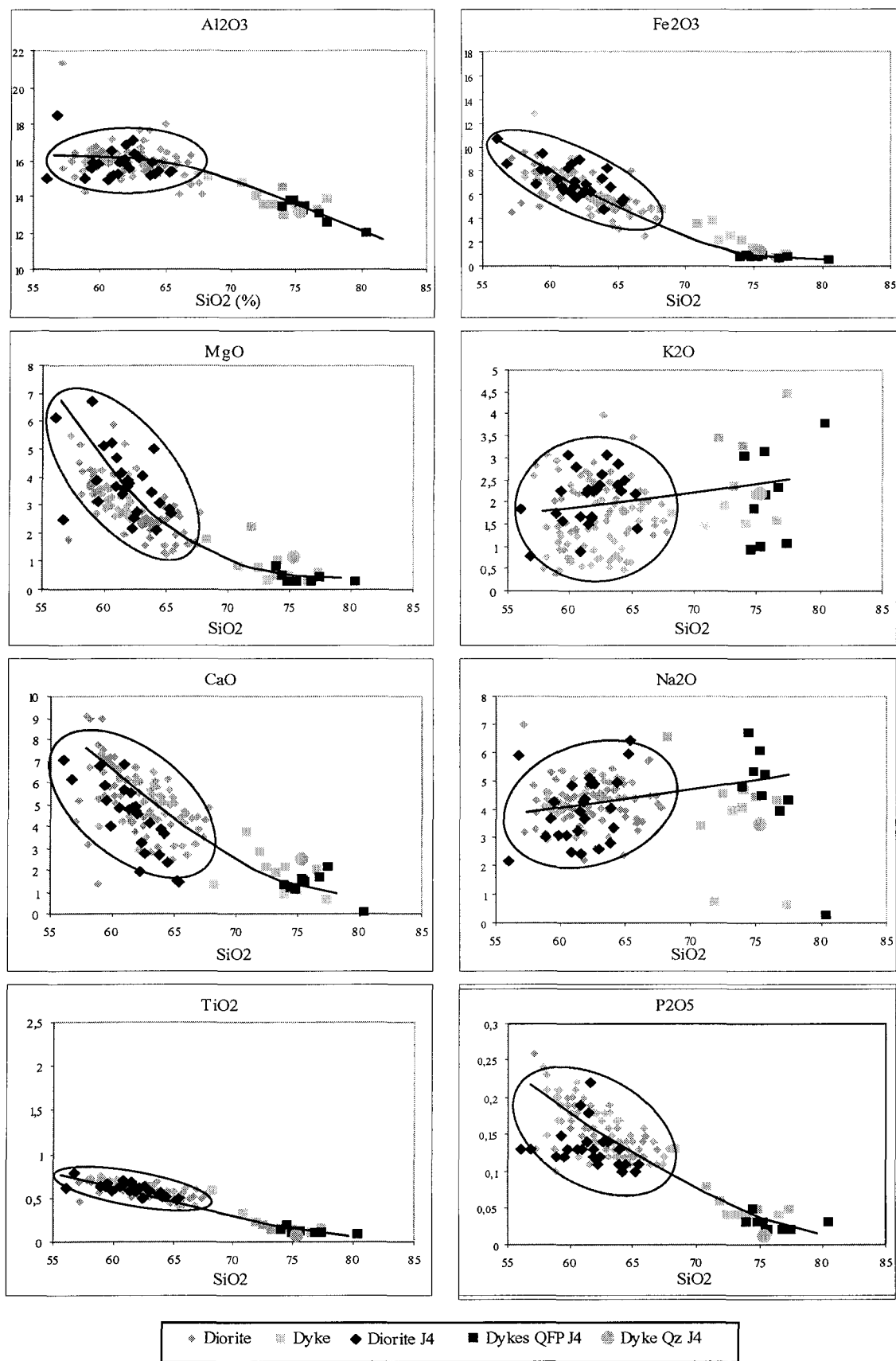


Fig. 24. Diagrammes de Harker pour les différentes unités lithologiques de la propriété de Troilus

potassique. Le potassium est une des constituantes importantes des phases de l'altération du gisement, c'est-à-dire de la biotite et de la séricite.

Les diagrammes binaires des éléments traces ont été faits aussi pour les échantillons provenant de la diorite et des dykes felsiques et sont présentés à la figure 25. Leur courbe de tendance linéaire suggère encore une fois une même affinité magmatique. Dans les diagrammes du Zr et de l'Y, les deux familles de dykes se démarquent encore une fois.

2.2.1.2 Diagramme Y vs Zr

Le graphique Y en fonction de Zr a été réalisé afin de corréliser les différentes unités lithologiques de Troilus et de distinguer les différents groupes magmatiques tholéitiques, transitionnels et calco-alcalins. Les roches ayant une affinité tholéitique possèdent un rapport Zr/Y entre 2 et 4.5, les transitionnelles sont caractérisées par un rapport Zr/Y situé entre 4.5 et 7 et enfin, les roches calco-alcalines possèdent un rapport Zr/Y supérieur à 7 (Fig. 26). Le graphique démontre que les roches volcaniques ultramafiques, mafiques et intermédiaires entourant la diorite et le gisement de Troilus sont d'affinité principalement tholéitique. La grande majorité des échantillons de roches intrusives porphyriques se retrouvent dans le champ des roches calco-alcalines à la limite des roches transitionnelles.

L'alignement des échantillons de dykes felsiques et de la diorite suggère que ces deux unités soient co-magmatiques et l'absence d'alignement entre les roches volcaniques et les roches intrusives suggère qu'il s'agisse d'événements magmatiques distincts.

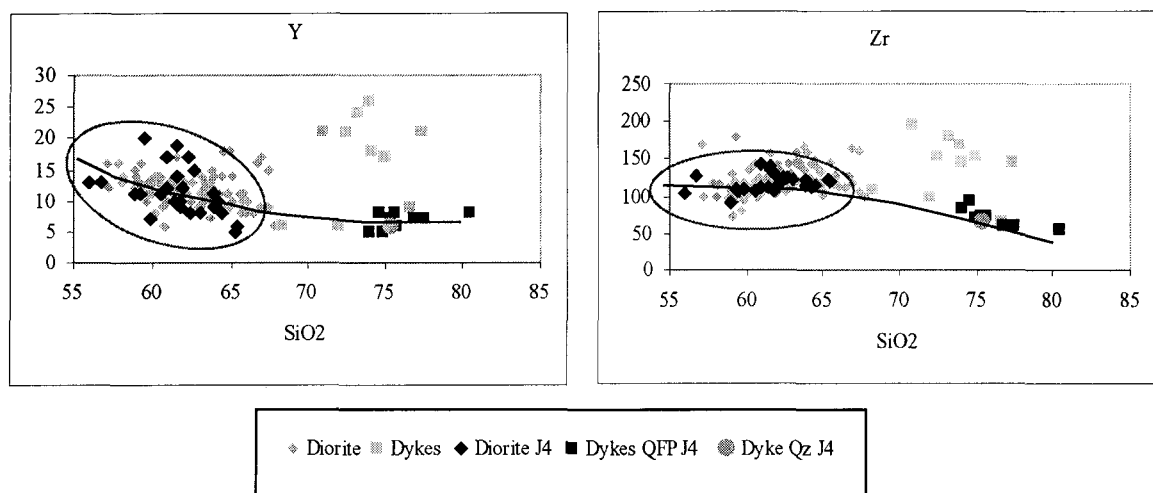


Fig. 25. Diagrammes binaires des éléments traces pour les unités lithologiques de la propriété de Troilus

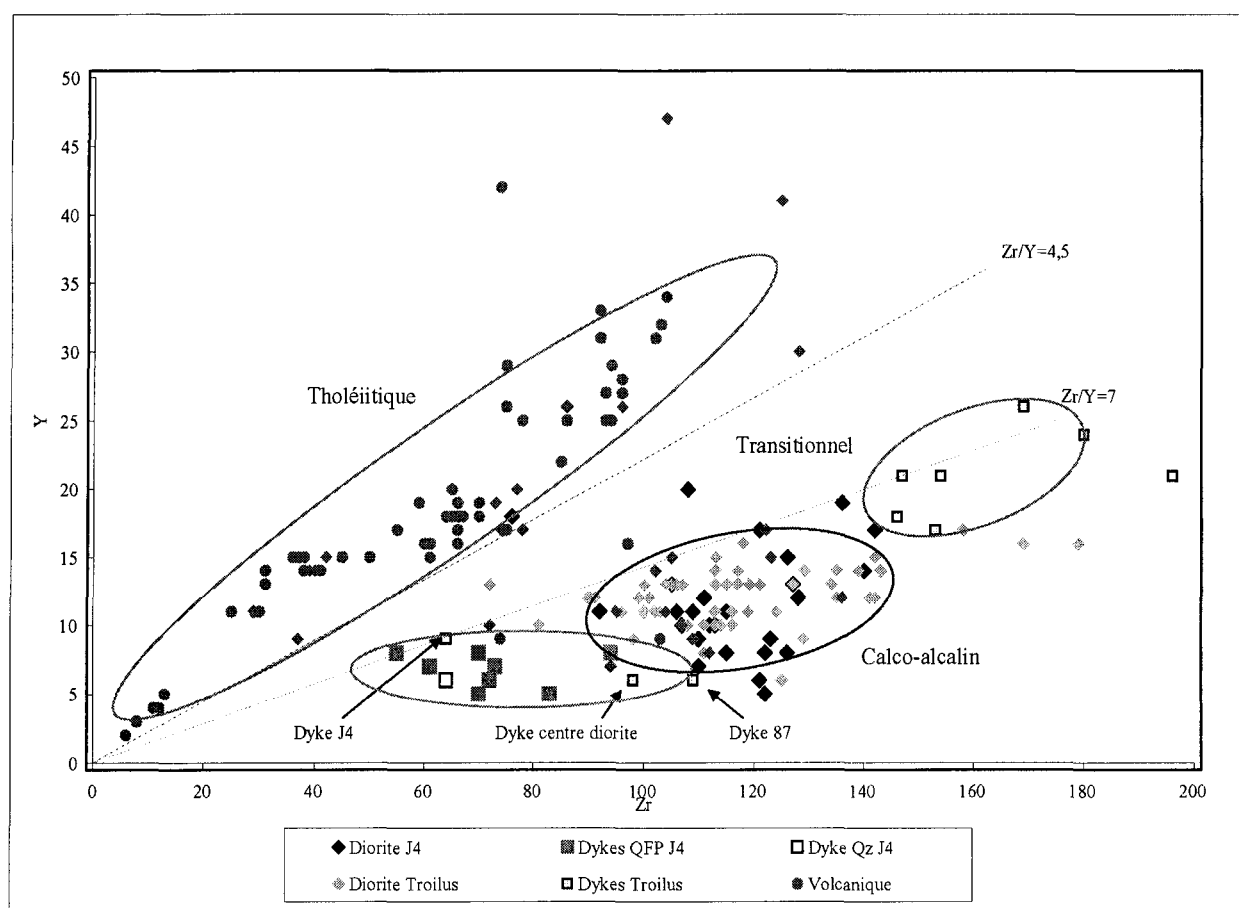


Fig. 26. Diagramme Y/Zr des unités lithologiques du gisement de Troilus

2.2.1.3 Diagramme des terres rares

Le spectre des ETR des roches intrusives de Troilus correspond à celui des roches calco-alcalines avec une pente assez abrupte (Fig. 27). Les dykes et la diorite se retrouvent au même endroit dans le diagramme et leur spectre se ressemble considérablement, ce qui démontre leur affinité magmatique. Les dykes sont plus riches en ETR légères que la diorite alors que leurs teneurs en ETR lourdes sont inférieures à celles de la diorite. En effet, le rapport La/Yb des dykes est supérieur à celui de la diorite. Les dykes ne présentent aucune anomalie significative en Eu. Pour la diorite, il y a quelques légères anomalies positives en Eu qui peuvent être attribuables à la cristallisation des plagioclases.

2.2.2 Les dykes felsiques de Troilus

Le diagramme Zr vs Y démontre clairement qu'il existe deux types de dykes felsiques à la mine Troilus (Fig. 28). Les dykes de la fosse J4 sont différents de ceux de la fosse 87 étant donné qu'ils sont globalement moins riches en éléments incompatibles. Cette différence est aussi remarquée dans les diagrammes de Harker (Fig. 29) où les dykes de J4 présentent un contenu supérieur en SiO_2 et inférieur en Al_2O_3 .

Les dykes de J4 contiennent une proportion de SiO_2 semblable à celle observée pour le dyke du « Hangingwall ». Les échantillons de ce dyke présentent aussi des particularités différentes de ceux provenant du dyke du « Footwall ». Ils sont plus felsiques, moins riches en fer et magnésium et plus riches en calcium. Le « Hangingwall » présente des teneurs en Na inférieures à celles du « Footwall » et des concentrations en K_2O supérieures. Ces deux dykes proviennent probablement de la

même famille de dykes étant donné leur même position dans le diagramme Zr-Y. Toutefois, le « Hangingwall » peut représenter une phase plus altérée et silicifiée, ce qui explique leur distinction au niveau de leur composition chimique.

Les faibles teneurs en éléments immobiles des dykes de J4 plus riches en silice demeure toutefois un aspect anormal. On se serait attendu à ce que les dykes plus felsiques soient plus riches en éléments incompatibles s'ils proviennent d'une évolution normale au sein d'une même chambre magmatique (Simmons et al., 1987). Rasmussen (1999) a rencontré le même problème dans le secteur de la ceinture Swayze (Ontario) où les dykes les plus felsiques sont les plus pauvres en éléments incompatibles. Une explication plausible provient de Hildreth (1981) qui propose une vaste chambre magmatique qui permettrait la mise en place de magmas se situant à différentes étapes de différenciation. Une seconde hypothèse provient de Scheepers et Smit (1995) qui soutiennent qu'après un certain stade de différenciation ($> 70\%$ de SiO_2), la composition du magma est suffisante pour cristalliser des phases accessoires comme le titanite ou encore l'apatite dans lesquelles seront absorbés les éléments incompatibles y compris les terres rares lourdes qui sont accommodées dans le titanite tout particulièrement. Le magma résultant de cette différenciation est très évolué donc riche en silice par contre, ses teneurs en éléments incompatibles sont faibles. Cette situation est très similaire aux résultats obtenus pour les dykes de la fosse J4. Une autre possibilité est que cette inversion s'explique simplement par l'altération hydrothermale. L'addition de SiO_2 lors du processus de silicification produit une dilution des éléments incompatibles.

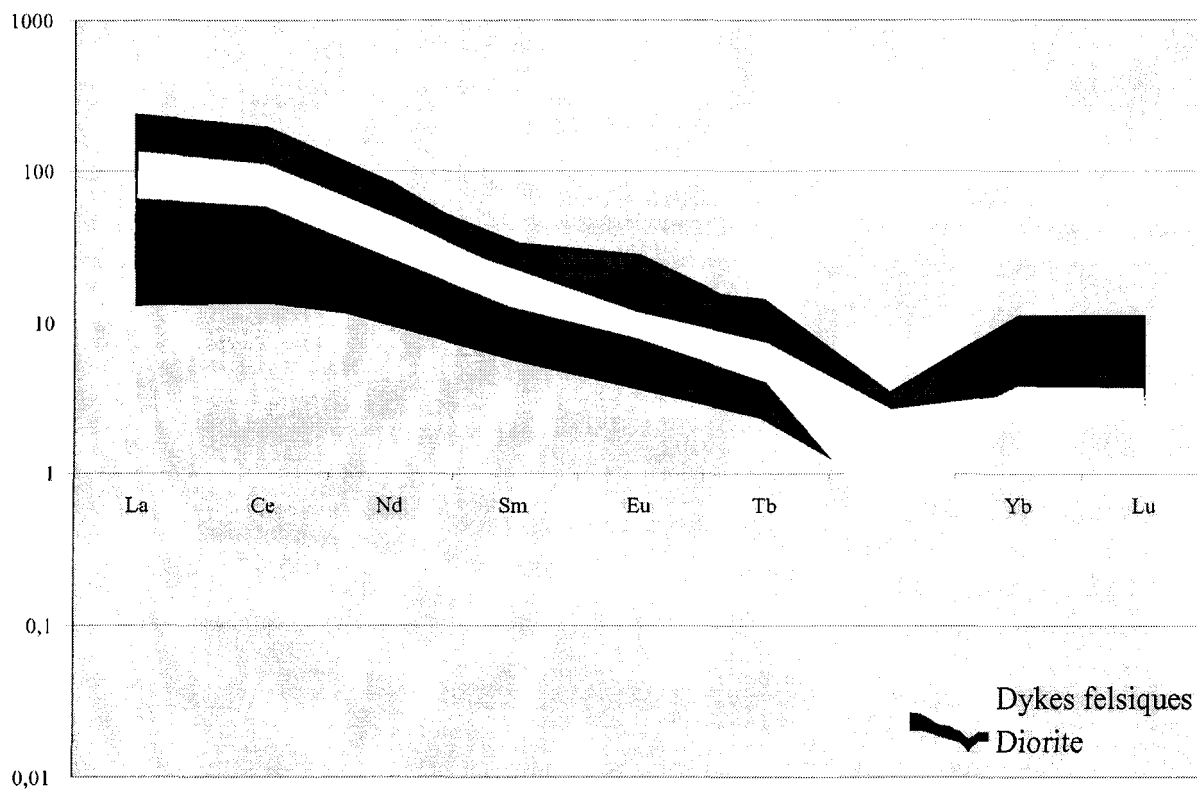


Fig. 27. Patron des terres rares des dykes felsiques et de la diorite du gisement de Troilus

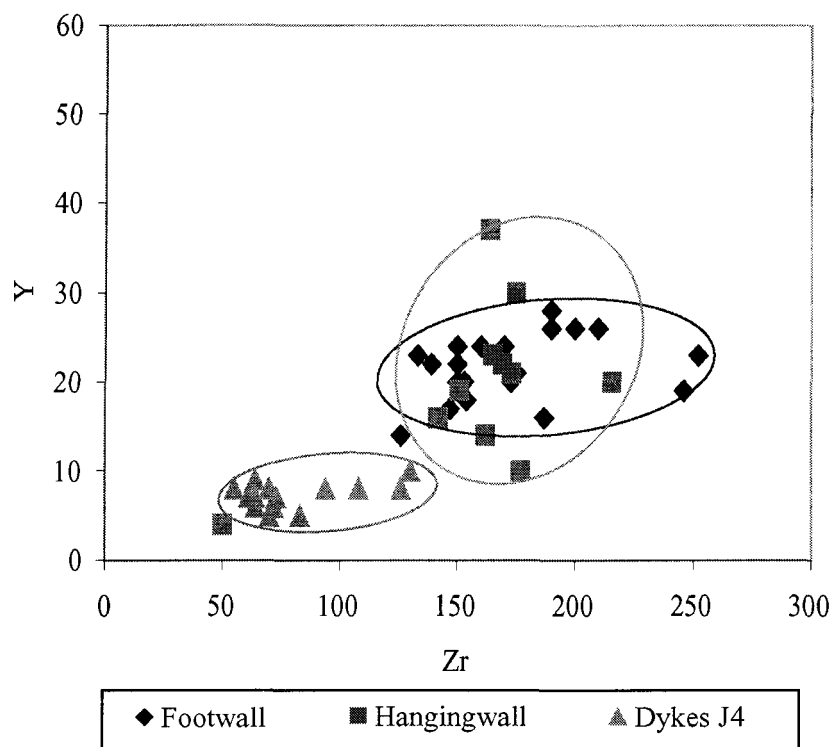


Fig. 28. Diagramme Y/Zr des dykes felsiques du gisement de Troilus

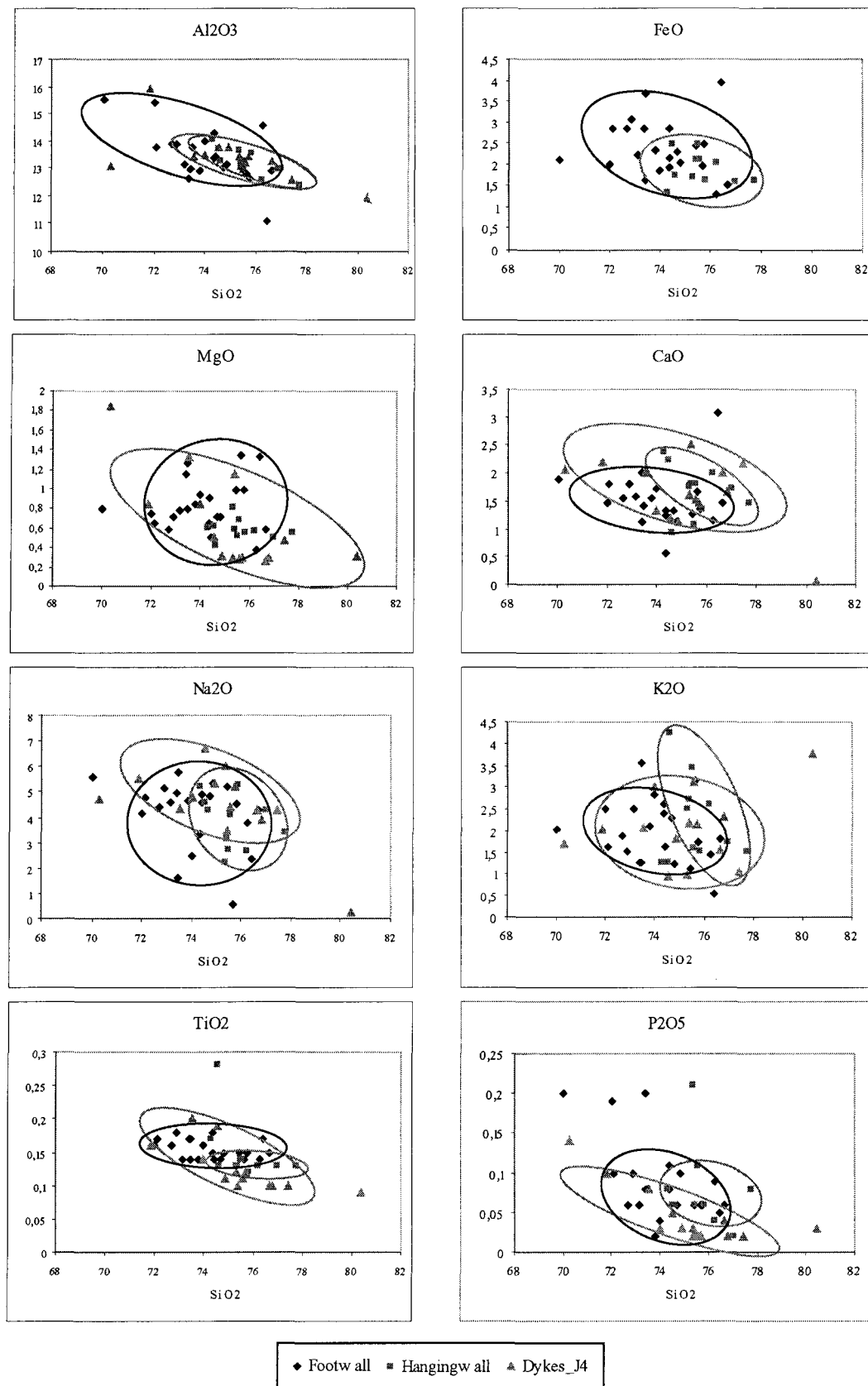


Fig. 29. Diagrammes de Harker pour les dykes felsiques du gisement de Troilus

Chapitre 3

Minéralisation et altération

Ce chapitre présente les observations faites sur les paragenèses métalliques ainsi que les formes de la minéralisation de la fosse J4. De plus, les minéraux d'altération et les textures générées par les processus hydrothermaux sont abordés et conduisent à l'interprétation de certaines associations.

3.1 Forme et paragenèse de la minéralisation

3.1.1 Minéralogie

3.1.1.1. Minéragraphie

La paragenèse métallique de la fosse J4 est assez simple et se résume à ceci : pyrite-pyrrhotite-chalcopyrite-magnétite avec des traces de bornite, molybdénite et d'or argentifère. Une dizaine de lames minces polies ont été observées et leur description est résumée dans le tableau 2. Les dykes felsiques, les dykes mafiques, la diorite et la brèche contiennent généralement entre 0 et 15% de sulfures qui se présentent sous différentes formes et textures mais toujours l'aspect disséminé. Il arrive que la pyrite domine avec plus de 80% des phases métalliques dans certains échantillons. Cette paragenèse métallique est toutefois peu commun. Dans la plupart des cas, la pyrrhotite et la pyrite sont les phases les plus importantes avec des quantités variables de chalcopyrite et de magnétite. Elles forment des cristaux assez grossiers et xénoblastiques qui contiennent communément des inclusions de chalcopyrite. Lorsque ces grains sont gros, la pyrite est plutôt hypidiomorphe à sub-

Tableau 2. Observations microscopiques faites sur les lames minces polies

No_échantillon	Roche	Qz	Bte	Hb	Pg	Ser	Cb	Cl	Ep	Autre
35	dyke qz pg	50	5	0	30	5	2	3	0	
39	diorite	40	20	0	30	tr	0	5	0	
116	diorite	40	15	5	20	2	0	3	tr	
131	diorite	45	20	10	20	0	0	0	0	titanite
2310	diorite	45	20	0	30	0	0	tr	tr	
2312	diorite	45	0	0	50	0	0	tr	0	
2315	diorite	35	10	0	0	20	10	20	0	
2324	diorite	45	10	0	5	tr	0	tr	tr	
2326	diorite	70	20	0	0	tr	tr	0	0	
J10	diorite	60	20	0	10	0	0	5	tr	

No_échantillon	%_min_opaque	Py	Cpy	Po	Mg	Autres	Forme de la minéralisation
35	5	25	50	25	tr		Agrégats lenticulaires de ferromagnésiens et amas interstitiels
39	5	50	10	40	tr	Mo	Agrégats lenticulaires de ferromagnésiens, veinules avec sulfures et amas interstitiels
116	15	20	40	40	tr		Veinules avec sulfures
131	5	90	5	5	0		Agrégats lenticulaires de ferromagnésiens
2310	5	65	5	30	0		Veinules avec sulfures
2312	5	20	20	60	tr		Amas interstitiels
2315	5	70	30	0	0		Amas interstitiels
2324	40	35	25	tr	40		Agrégats lenticulaires de ferromagnésiens et veinules de sulfures
2326	10	80	10	5	5		Agrégats lenticulaires de ferromagnésiens et veinules de sulfures
J10	5	60	20	tr	20	Mo, Au	Veinules de sulfures

idiomorphe et ne présentent aucune inclusion n'y de bordure de remobilisation. Dans les échantillons où les proportions de pyrrhotite et de chalcopryrite sont plus abondantes, la pyrite se retrouve en inclusions sub-idiomorphes dans ces deux phases.

Il arrive aussi que des quantités importantes de magnétite soient observées, pouvant constituer plus de 15% des minéraux métalliques. Cette phase se présente systématiquement en bordure des petits cristaux de pyrite xénoblastiques et contient des inclusions de chalcopryrite et de pyrrhotite. Les textures de remplacement de la pyrite par la magnétite suggèrent un phénomène légèrement tardif à la formation des sulfures et cela implique une magnétite hydrothermale. Elle peut aussi se retrouver sous forme d'inclusions sphériques parsemées de petites inclusions de pyrrhotite dans les grains de pyrite. Lorsqu'elle est plus abondante, elle forme des petites agglomérations allongées dans le sens de la schistosité. Dans ce cas, elle est directement associée à des concentrations de titanite dans les lentilles de minéraux ferromagnésiens.

Les formes de la pyrrhotite sont diverses. Elle se retrouve, entre autre, sous la forme d'inclusions sphériques ou de masses xénomorphes orientées dans la schistosité. Il arrive aussi que la pyrrhotite présente des textures de remobilisation tout comme la chalcopryrite : elle forme des intercroissances avec les minéraux d'altération (biotite) et elle remplace les minéraux silicatés primaires. Des exolutions de pentlandite dans la pyrrhotite ont été observée à plusieurs reprises dans des cristaux xénomorphes de chalcopryrite.

Dans les dykes mafiques, la pyrite sub-idiomorphe domine totalement alors que dans les dykes felsiques, la chalcopryrite xénoblastique est plus abondante que la

pyrite et la pyrrhotite. Cette chalcopryrite, autant dans les dykes que dans la diorite, se retrouve la plupart du temps en bordure de la pyrite ou en petites inclusions dans celle-ci. Elle contient localement des inclusions de pyrrhotite. Dans la plupart des cas, la chalcopryrite et la pyrrhotite sont associées et partagent les mêmes bordures. La pyrite et la pyrrhotite forment généralement des masses xénoblastiques assez grossières alors que la chalcopryrite est souvent très fine au même titre que la magnétite qui semble y être associée. En effet, dans plusieurs échantillons, la chalcopryrite et la magnétite se retrouvent en grains très fins de moins 0,05 mm dissimulés entre les silicates. Les cristaux de magnétite sont soit des masses xénomorphes en bordure des cristaux de pyrite ou des agglomérations de petits cristaux idiomorphes.

Le rutile a été observé à plusieurs reprises. Il forme des petits bâtonnets ou des aiguilles et remplit les clivages de la biotite ou les micro-fractures de la hornblende. Cette association suggère que la biotite est hydrothermale (Lang, 1996).

La molybdénite est une phase qui se retrouve en trace dans les roches de la fosse J4. Elle est associée à la chalcopryrite et se retrouve entre autre à l'intérieur de reliques de phénocristaux chloritisés. La bornite a été observée dans quelques lames minces et est associée avec la pyrite, chalcopryrite, la pyrrhotite et la magnétite. De l'or a été observé aussi en inclusion dans la chalcopryrite. Cette dernière se retrouve au sein d'un important phénocristal de plagioclase quelque peu altéré dans une diorite déformée. Les phases métalliques situées dans ce phénocristal ont emprunté des micro-fractures pour s'y déposer (Fig. 30).

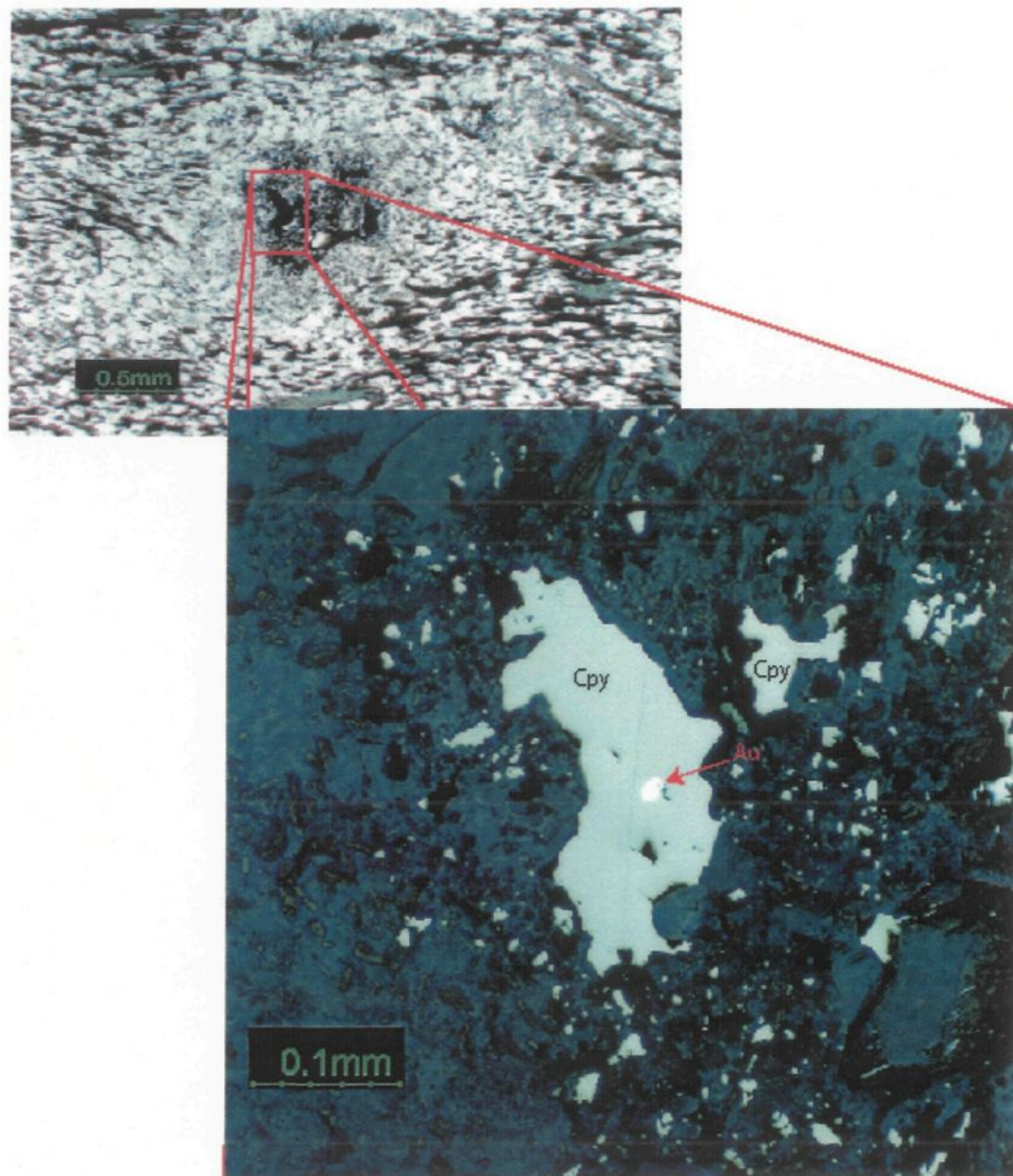


Fig. 30. Grain d'or en inclusion dans la chalcoppyrite infiltrée dans un gros phénocrystal de plagioclase

3.1.1.2. Forme de la minéralisation

La minéralisation de la fosse J4 se retrouve sous trois formes résumées dans le tableau 3 qui synthétise les caractéristiques de ces dernières. Les paragenèses métalliques varient d'une forme à l'autre. Elles sont aussi énumérées dans l'ordre de mise en place.

La première forme de minéralisation représente la forme la plus communément observée. Elle se traduit par la dissémination de petits agrégats lenticulaires de sulfures qui suivent la schistosité. Les agrégats lenticulaires de biotite et/ou de hornblende, décrits précédemment sont couramment associés à cette forme de minéralisation. De fins cristaux de biotite sont également dissimulés dans la schistosité. Par exemple, de petits grains idiomorphes de magnétite sont régulièrement dispersés dans les agrégats riches en titanite. Il y a aussi des agglomérations plus importantes de sulfures qui s'alignent dans la schistosité (Fig. 31). La pyrite, la magnétite, la chalcoppyrite et la pyrrhotite sont observées dans ces agrégats.

Ces agrégats lenticulaires peuvent mesurer entre 0,05 et 3 mm et généralement tous les sulfures sont présents dans une même lentille. La pyrite hypidiomorphe est systématiquement enveloppée de magnétite dans laquelle se retrouve des inclusions de chalcoppyrite avec des exolutions de pyrrhotite. Cela suggère une oxydation tardive à la mise en place de ces cristaux de pyrite. Ces agrégats de sulfures présentent quelques fois des ombres de pressions dans lesquelles des cristaux de quartz se sont développés.

La deuxième forme de minéralisation correspond aux petites veinules de sulfures et de quartz. Ces veinules présentent un large spectre de directions,

Tableau 3. Synthèse des formes de minéralisation rencontrées dans la fosse J4 à Troilus

Forme	Paragénèse métallique	Textures
Disséminée dans la schistosité	Pyrite, Pyrrhothite, chalcopyrite et magnétite Trace de molybdénite et d'or	Fait parties des lentilles de bte et/ou d'amphiboles ou simplement dispersés dans la schistosité en grains très fins. Petits grains de pyrite partiellement remplacés par magnétite dans lequel des inclusions de cpy et Po se sont formées. Or observée associé à chalcopyrite infiltrée dans les craques de phénocristaux de plagioclase.
Veinules de quartz-sulfures	Pyrite, chalcopyrite et pyrrhothite	Veinules discordantes et concordantes, parfois plissées, déformées, transposées et reoupées par la schistosité; avec 50% ou plus de sulfures xénomorphes et sub-idioblastiques. Pour les plus grosses veinules, les bordures sont davantage minéralisée (Py-Cpy) que le centre. Pour les plus petites veinules, la pyrite sub-idiomorphe domine.
Amas interstitiels	Chalcopyrite, pyrrhothite, pyrite	Déposés dans les interstices des grains de la diorite fraîche. Pyrite infiltrée entre les grains de quartz et de plagioclases de la matrice recristallisés Texture de remobilisation de la pyrrhothite: intercroissance, remplacement des silicates

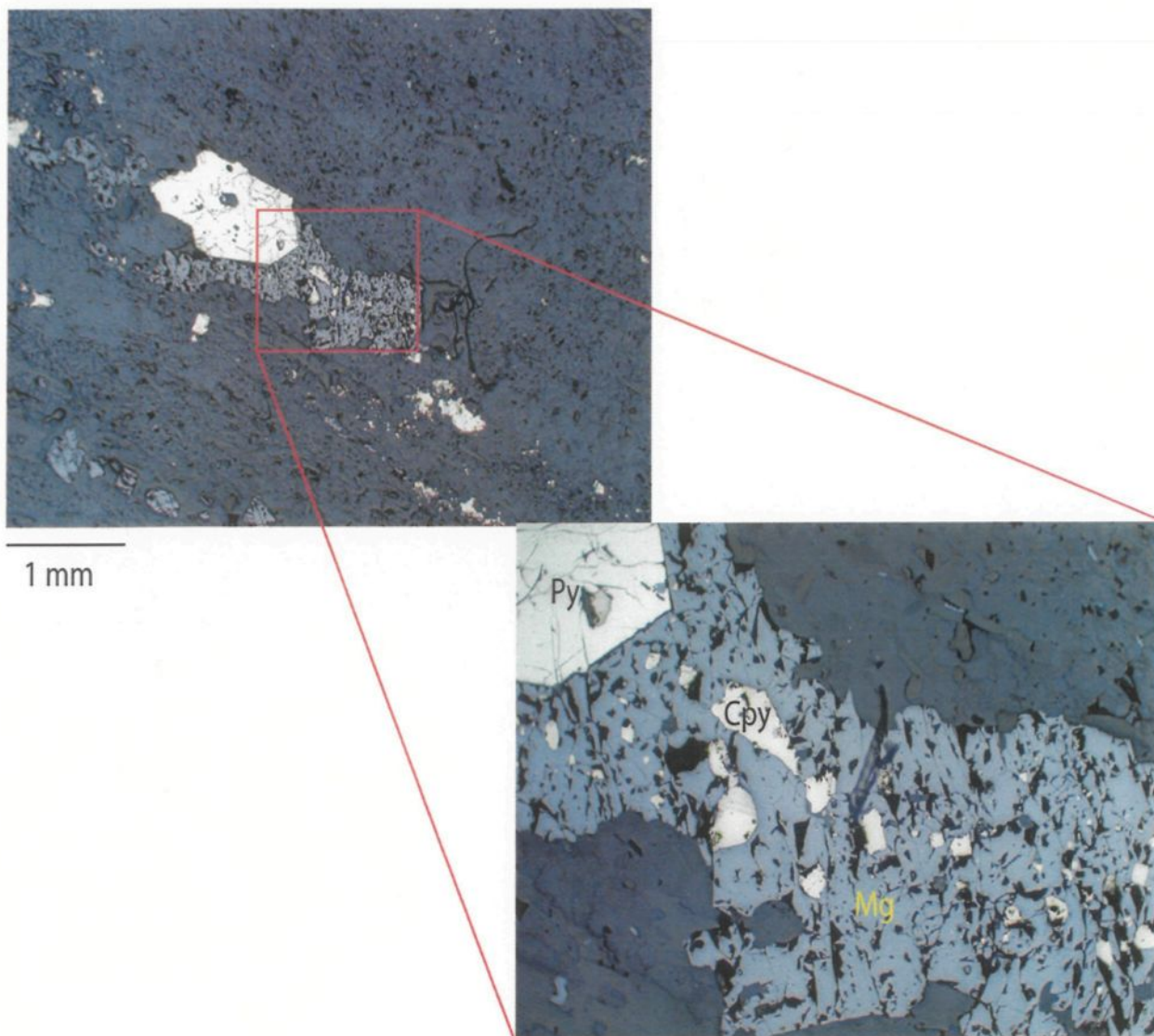


Fig. 31. Minéralisation de type disséminée dans la schistosité principale

d'épaisseurs, de compositions et de degrés de déformation. La principale phase observée dans ces veinules est la pyrite, qui est, dans la plupart des cas, la seule constituante avec le quartz. L'alignement des gros cristaux de pyrite permet de déceler une veinule plissée (Fig. 32 a). Toutefois, la chalcopryrite peut devenir assez importante surtout en bordure des veinules plus épaisses (Fig. 32 b). Dans ce cas, cette chalcopryrite se retrouve en bordure de la pyrite et contient des inclusions sub-idiotblastiques de celle-ci. Les veinules sont déformées et recoupées par la schistosité. Localement, elles ne sont constituées que de pyrrhotite et de chalcopryrite.

La troisième forme de minéralisation se retrouve en amas interstitiels et comprend les sulfures tels que la chalcopryrite et la pyrrhotite. Les textures suggèrent une recristallisation et une remobilisation des sulfures entre les phases silicatées. La pyrrhotite et la chalcopryrite remplacent localement des silicates primaires : elles prennent la forme de minéraux tabulaires idiomorphes. Elles présentent aussi des textures d'intercroissance appelées « wedge shaped » entre les minéraux d'altération, soit la biotite (Fig. 33). Ces textures se développent lors de processus métamorphiques et suggèrent une remobilisation de la pyrrhotite et de la chalcopryrite (Guha et Darling, 1972). La chalcopryrite et la pyrrhotite sont les minéraux métalliques les plus abondants dans ce style de minéralisation. La forme des grains est xénoblastique dans le cas des textures d'intercroissance et sub-idiotmorphe pour les textures de remplacement des minéraux silicatés. Leur dimension varie de 0,1 à 0,5 mm de diamètre.

Ce troisième type de minéralisation comprend aussi de la pyrite très fine qui a cristallisé dans les interstices des cristaux d'amphiboles, de plagioclases et de quartz

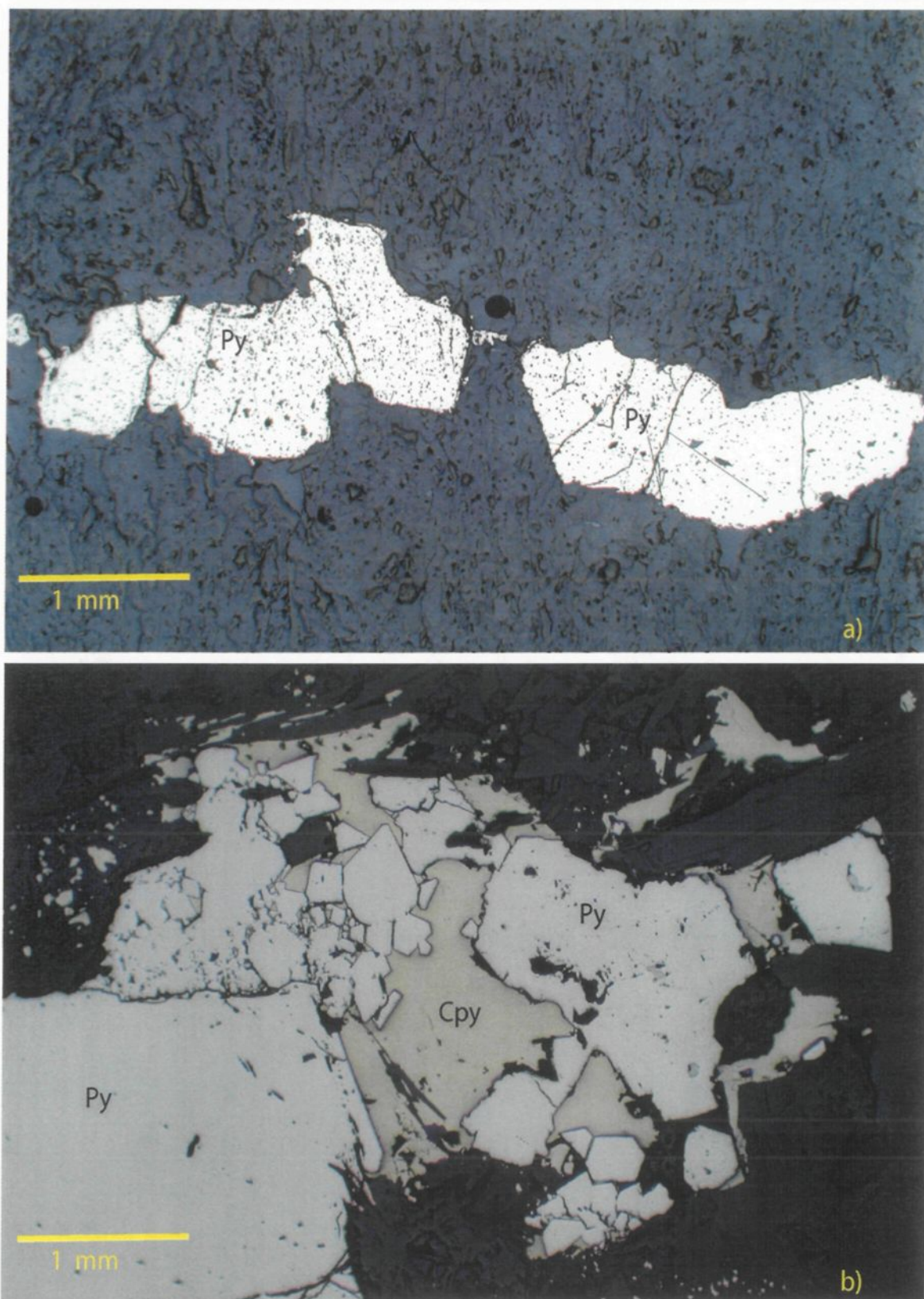


Fig. 32. Minéralisation associées aux veinules: a) veinule de pyrite plissée et recoupée par la schistosité et b) petite veine de quartz et de sulfure avec une bordure riche en py et en cpy

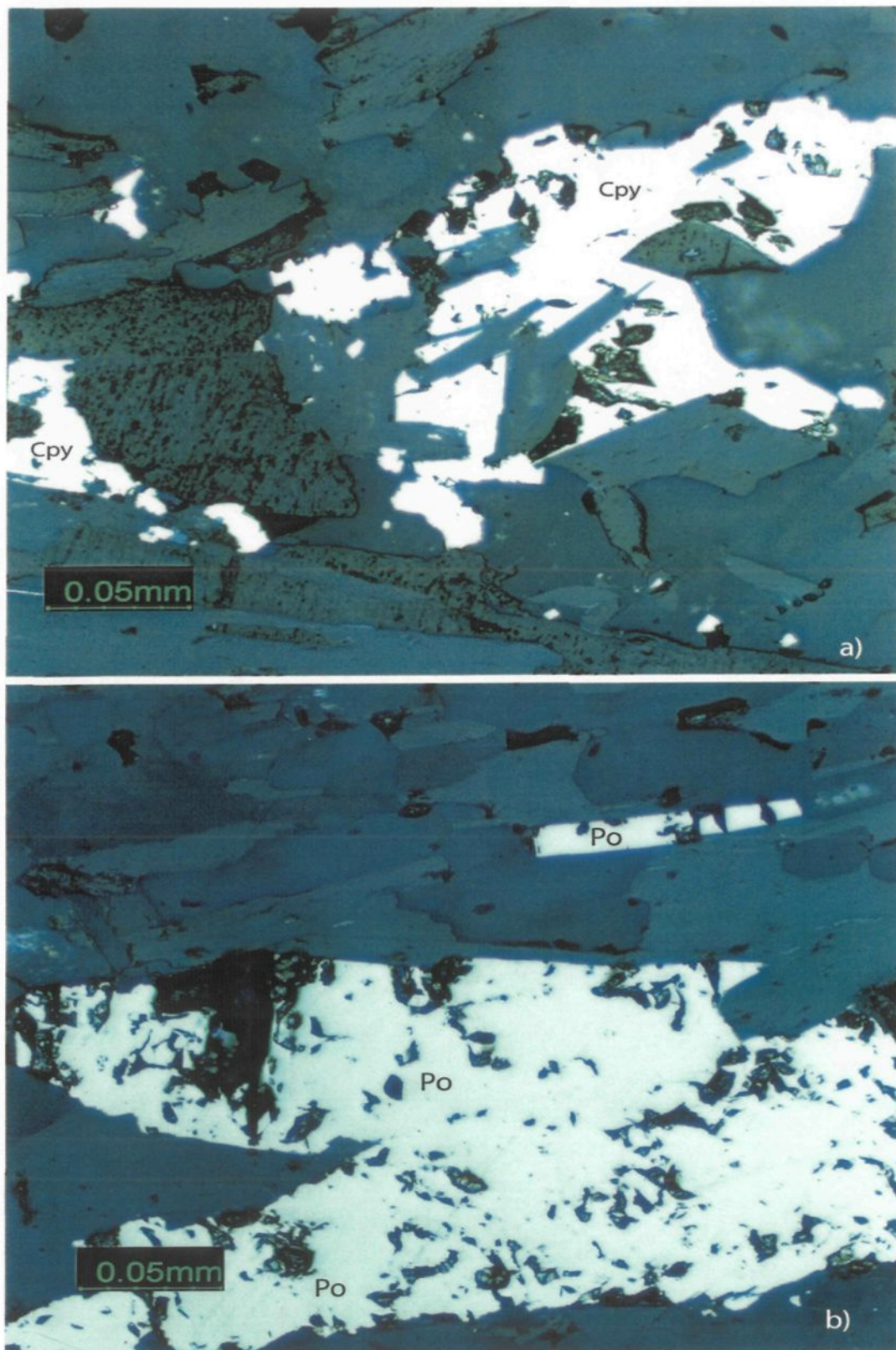


Fig. 33. Minéralisation en amas interstitiels: a) Chalcopyrite avec des textures appelées "Wedge shape " ou d'intercroissance et b) Pyrrhotite avec texture de remplacement des minéraux silicatés

recristallisé. En effet, de fins chapelets de pyrite sont observés dans les contacts entre les petits grains de la matrice recristallisée (Fig. 34). Cette forme de minéralisation est moins commune et implique un phénomène de mise en place tardive ou postérieure à la recristallisation puisque la pyrite s'est infiltrée dans les clivages des biotites ou entre les cristaux polygonaux de la matrice. Les gros cristaux hypidioblastiques à sub-idioblastiques de pyrite plus tardifs accompagnent cette pyrite interstitielle puisque que ce phénomène est souvent observé en bordure de ces derniers.

3.1.2 Distribution et zonalité de la minéralisation

L'enveloppe minéralisée de la fosse J4 est orientée à environs 33°. La forme de la fosse J4 représente celle de l'enveloppe où les bombements correspondent à de petites zones de minéralisation à l'ouest, voisines de l'enveloppe principale (Fig. 35). Des mailles ont été réalisées avec les analyses métalliques faites à partir des forages de production. Celles-ci sont beaucoup plus précises et significatives puisqu'elles sont faites à partir d'une base de données qui contient près de 7000 points et ce, à différentes profondeurs. Toutefois, les analyses disponibles ne recouvrent qu'une partie de la fosse J4, c'est-à-dire le secteur exploité de J4 au moment de la prise de données. L'enveloppe minéralisée qui en résulte est plus irrégulière. En plus de l'allongement dominant parallèle à la fosse, il est possible de voir une deuxième orientation à 30° de la dominante. Cette orientation est claire pour l'or et est plus subtile pour le cuivre (Fig. 36).

Le comportement et la distribution de l'or et du cuivre diffèrent quelque peu. Les teneurs en or sont élevées vers l'est alors que celles en cuivre sont élevées vers

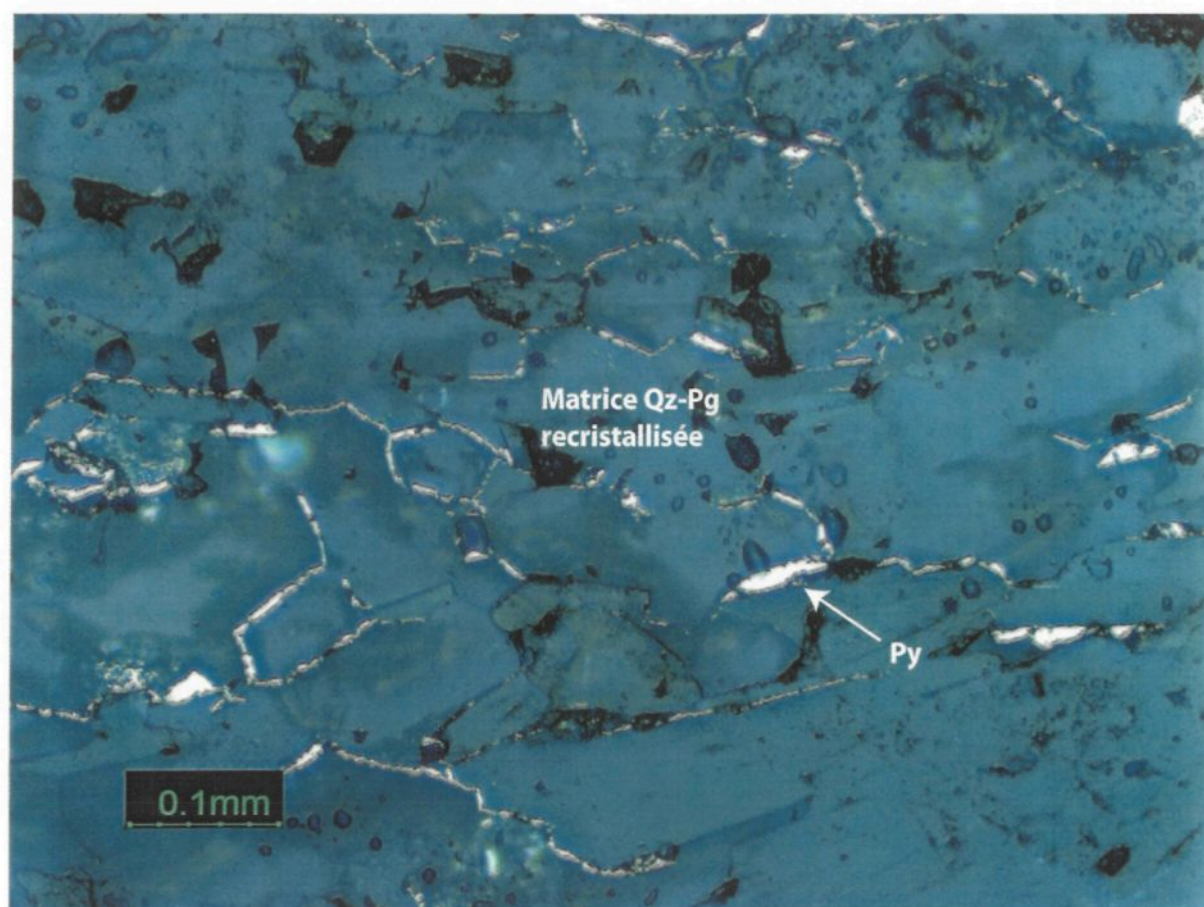


Fig. 34. Textures interstitielles de la pyrite tardive à travers la matrice recristallisée

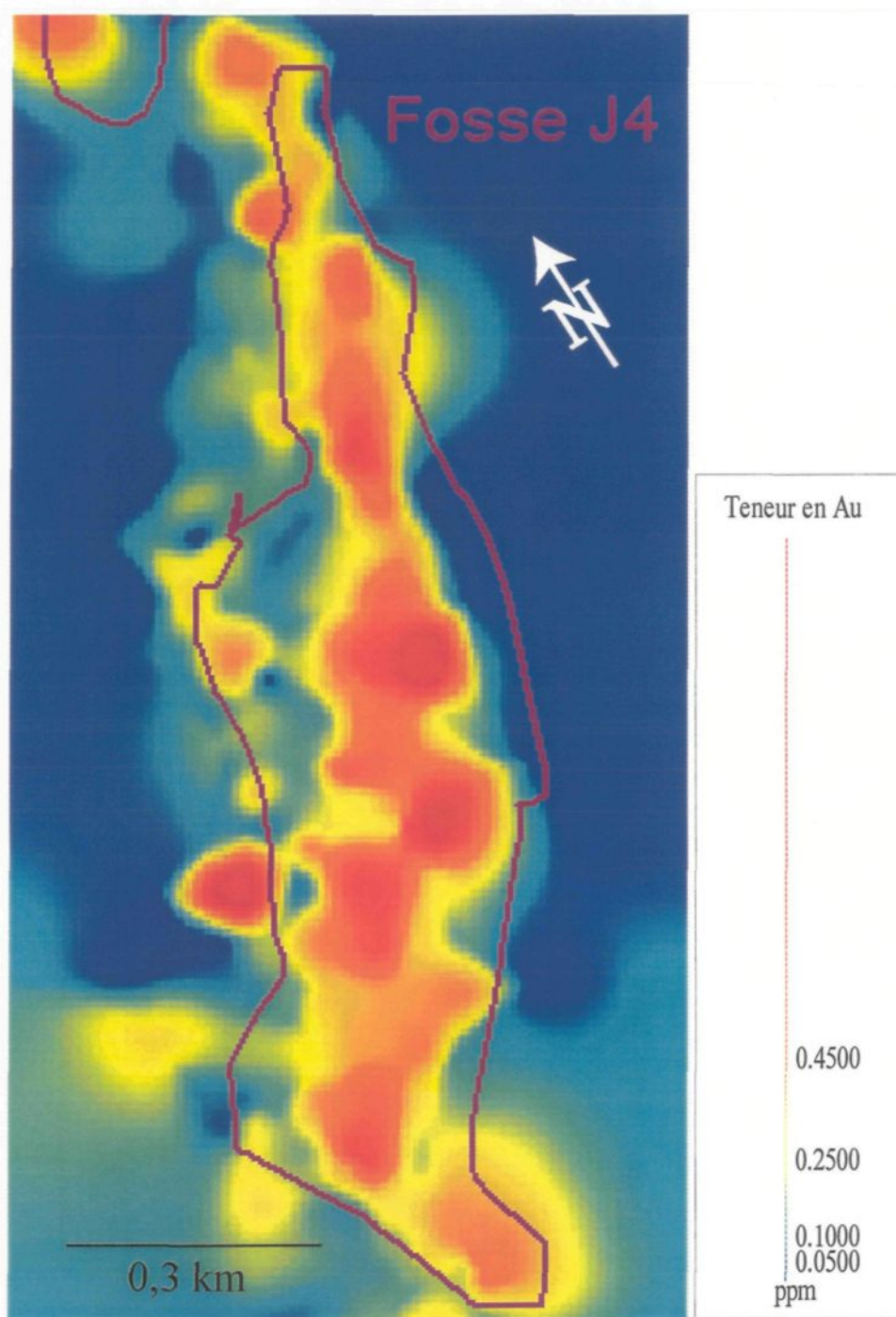


Fig. 35. Maille de la distribution de l'or de la fosse J4 (méthode des voisins naturels)

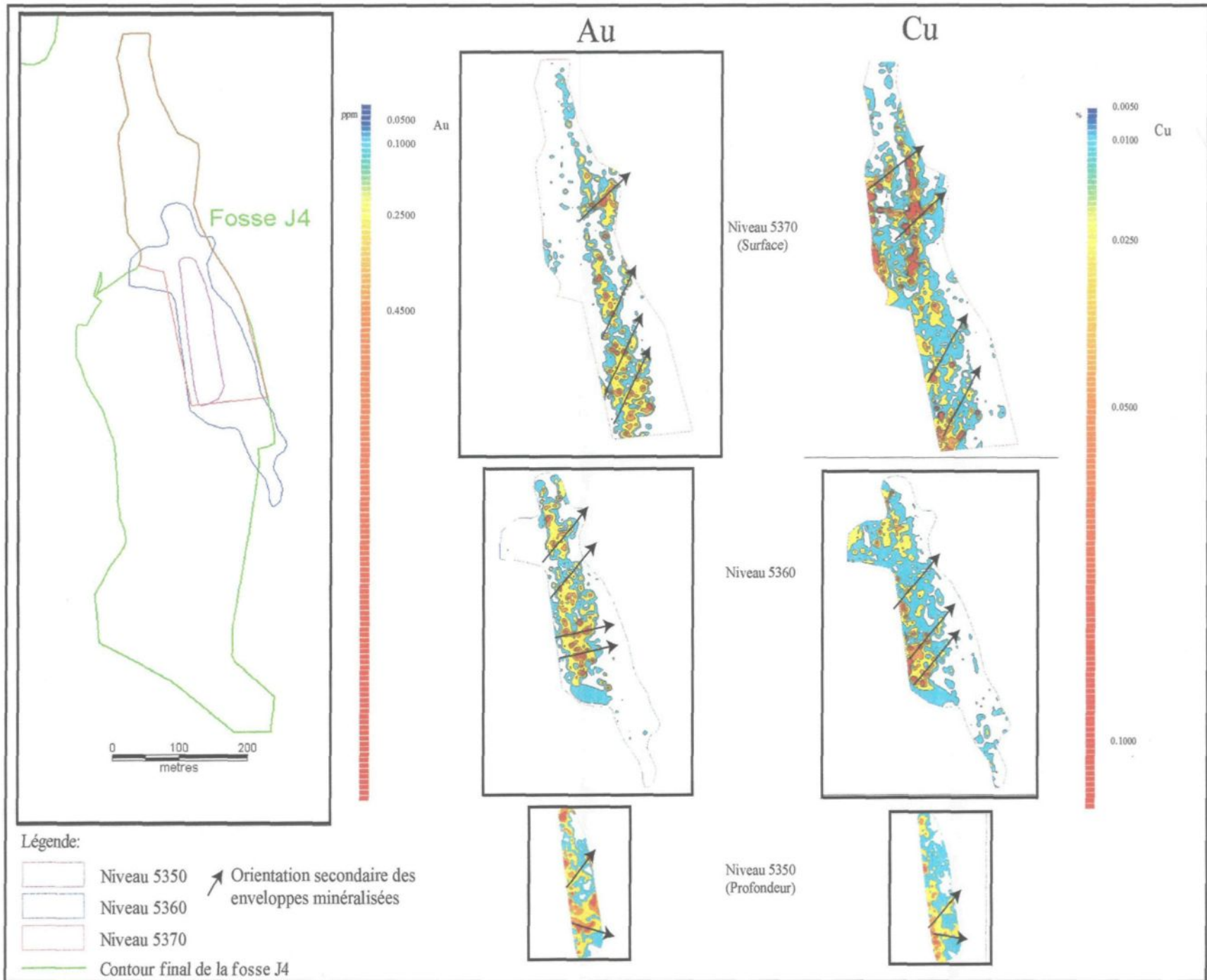


Fig. 36. Distribution de l'or et du cuivre dans le premier secteur exploité de la fosse J4

l'ouest. L'enveloppe de cuivre occupe un plus vaste territoire que celle Au-Cu qui se restreint dans un corridor plutôt étroit. La zonalité est également perceptible en section (Fig. 37). La section 14 600 mN montre une enveloppe minéralisée en Cu vers l'ouest. Les teneurs en Cu sont plus élevées de chaque côté d'épais dykes felsiques dans lesquels les teneurs en Au et en Cu sont très faibles. Les fortes teneurs en Au se retrouvent au sein de dykes felsiques très minces mais nombreux.

Les différentes paragenèses métalliques et les formes de la minéralisation diffèrent aussi du centre à l'extérieur de la fosse J4. Le cœur fortement minéralisé présente des quantités de chalcopryrite, pyrrhotite et de magnétite supérieures à la périphérie de la fosse. Les grains de pyrite sont présents mais de petites tailles et partiellement remplacés par la magnétite. C'est dans cette zone que la molybdénite est présente ainsi que l'or libre.

En s'éloignant de ce cœur, la pyrite augmente ainsi que sa granulométrie; elle devient millimétrique (1 à 3 mm) et davantage sub-idiomorphe. Les proportions de magnétite diminuent ainsi que sa granulométrie et elle devient beaucoup plus disséminée tout comme la chalcopryrite. La pyrrhotite diminue aussi quoique la grosseur des grains demeure constante. En périphérie, il ne reste que la pyrite sub-idiomorphe ainsi que quelques traces de pyrrhotite et de chalcopryrite.

3.2 Veines et veinules

Cette section présente les types de veinules qui ont été répertoriés (5800 veinules observées) ainsi que leur densité et leur distribution qui permettent d'établir des liens avec la minéralisation.

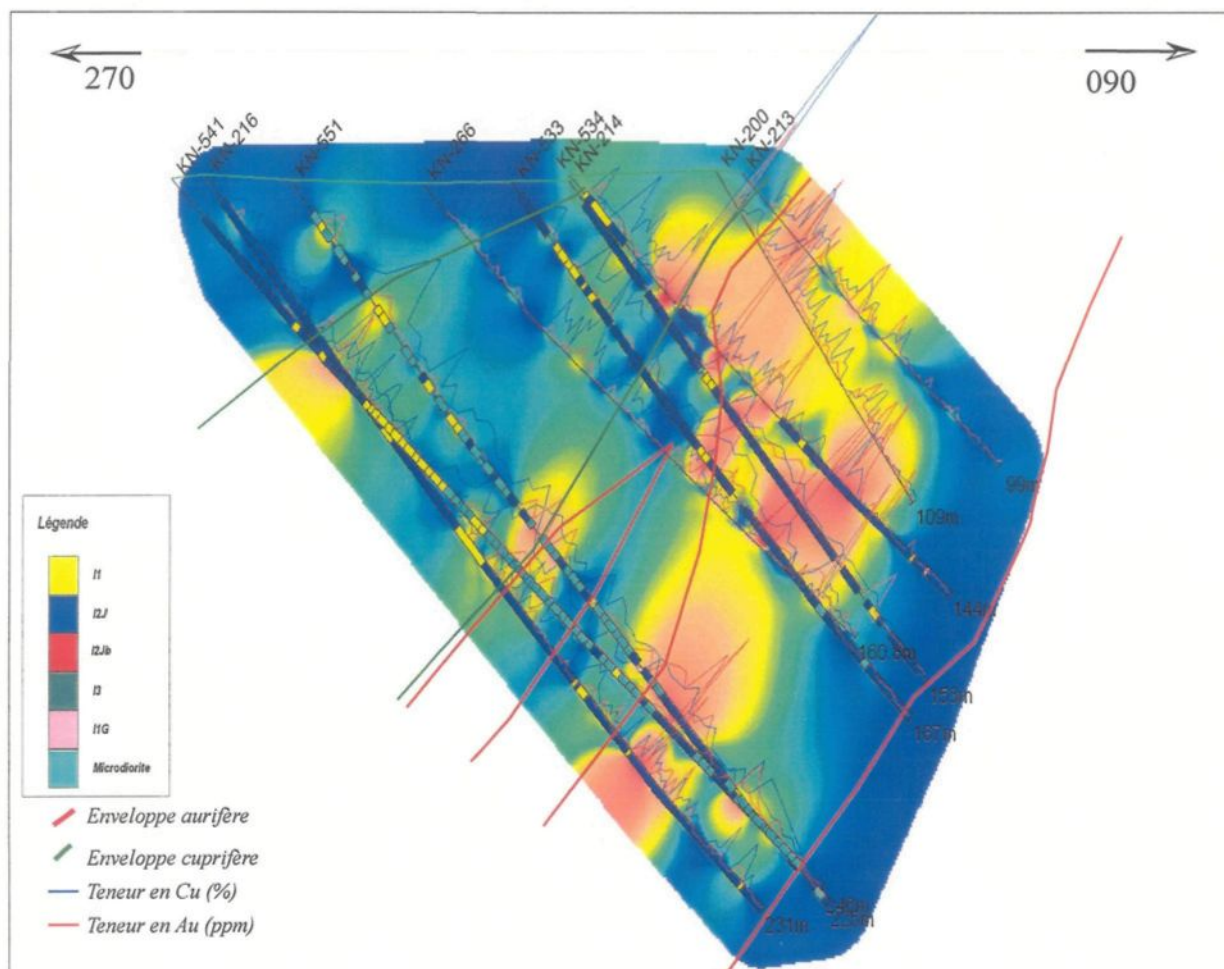


Fig. 37. Distribution de la minéralisation Au-Cu en section (section 14 600 mN) avec les lithologies le long des forages et le maillage de l'Au

3.2.1 Types de veinules

Une classification de ces veinules en fonction de la composition a été établie et est présentée au tableau 4. Les relations de recoupement entre les différentes familles de veinules ont rarement pu être observées en forage. Toutefois, quelques constatations ont été faites en affleurement et en lames minces et ont permis d'établir des relations chronologiques. Les premières veinules à s'être mises en place sont constituées uniquement de Qz (Fig. 38). Elles sont très fines (≤ 1 mm), localement sub-parallèles à la schistosité, dans certains cas courbées avec des microplissements et recoupées par la schistosité. Ces veinules sont communément très discontinues, brisées et difficiles à observer à l'œil nu. Elles n'ont pas de bordure d'altération apparente.

Cette famille de veinules est recoupée par d'autres veinules de quartz qui contiennent des quantités variables de sulfures (pyrite, chalcopyrite et pyrrhotite), de biotite, d'amphibole, de plagioclase, d'épidotes, de carbonate et de chlorite (Fig. 39). Ces veinules représentent la deuxième forme de minéralisation discutée précédemment. Elles constituent presque 80% de toutes les veinules observées. Elles sont tantôt sub-parallèles à la schistosité, tantôt discordantes mais toujours recoupées par la schistosité. Leur épaisseur peut varier entre 1 mm et 1,5 cm et certaines veines de quartz-sulfures d'épaisseur variant entre 10 et 15 cm ont été observées sur le terrain. Les veines et veinules de cette famille ont une orientation qui est, la plupart du temps, sécante à la schistosité avec un angle d'environ 25° quoique certaines veines démontrent un certain parallélisme avec la schistosité. La composition et la forme de ces veines et veinules sont modifiées lorsqu'elles recoupent les dykes felsiques et les fragments des unités bréchiques. En effet, les

Tableau 4. Caractéristiques des différents types de veinules

	Composition	Forme	Bordures	Autres caractéristiques
Précoce ↓ Tardive	1) Qz	Droite, courbée, microplissements	Aucune bordure	Veinules très fines (<1 mm) et souvent discontinues. Elles sont recoupées par la schistosité ainsi que par les veinules de la famille 2.
	2) Qz (avec quantité variable de Py-Po-Cpy-Bo-Amp-Pg-Ep-Cb-Ch)	Droite, plissée et parfois boudinées	Altération en bordure légère à importante: Silicification Amphibolitisation Épidotitisation Séricitisation Chloritisation	Les plus abondantes. Leur épaisseur est variable: entre 1 mm et 1,5 cm. Elles sont recoupées par la schistosité et transposées dans les dykes où un changement de composition est observé (même phénomène dans les fragments) au niveau de la bordure d'altération
	3) Cb ou épidote-chl	Droite	Aucune bordure, parfois un peu de silicification	Très fines et recoupées par la schistosité. Leur direction est variable.

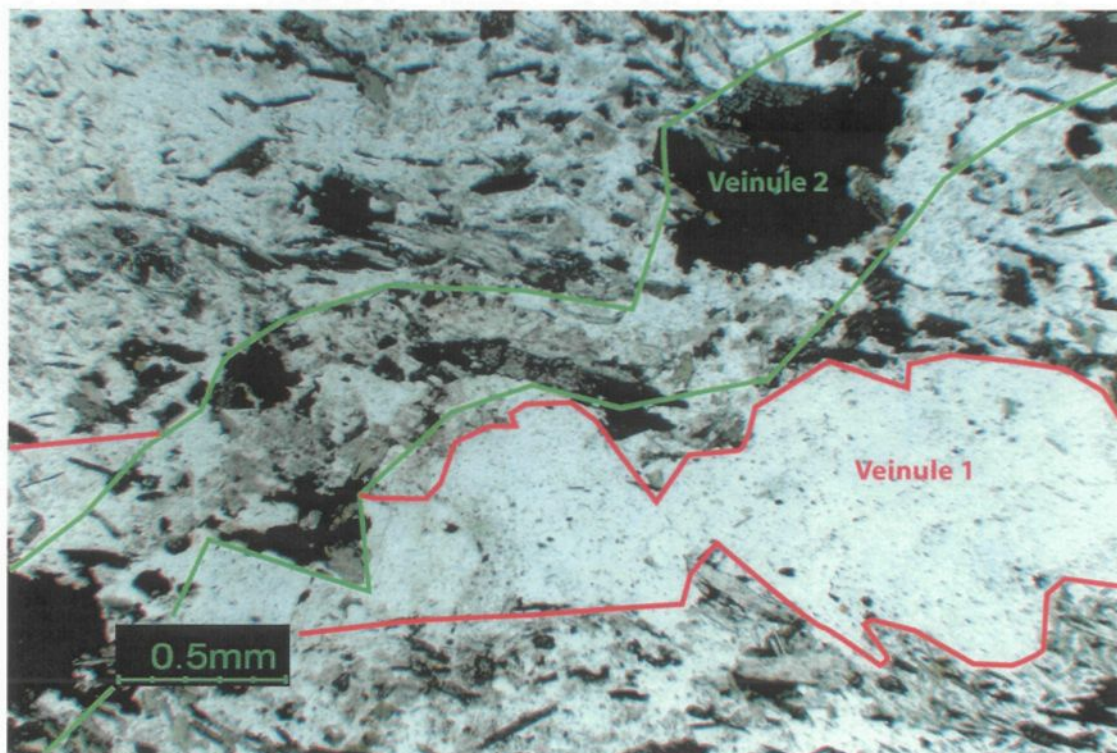


Fig. 38. Veinule de quartz de la famille 1 recoupée par une veinule de qz-sf-hb de la famille 2

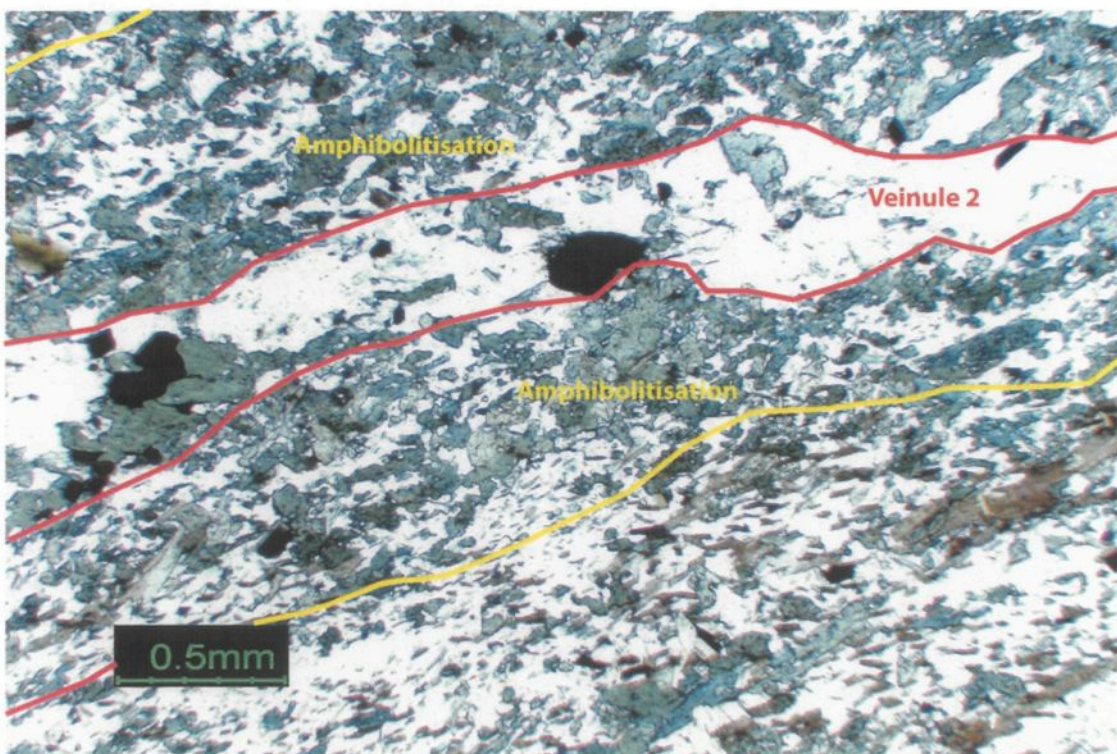


Fig. 39. Veinule de qz-hb-sf de la famille 2 avec amphibolitisation en bordure

veinules deviennent transposées dans les dykes et leur composition est dominée par le quartz, la biotite et de la pyrite idioblastique. Dans les fragments de la brèche, les bordures deviennent plus irrégulières et le pourcentage de sulfures et de minéraux mafiques (biotite et/ou amphibole) augmente. Ces veinules présentent des bordures d'altération qui se décrivent par des halos de silicification, d'amphibolitisation, de séricitisation ou d'épidotitisation qui sont davantage développés dans les fragments de la brèche. Lorsque les veines sont transposées, les halos d'altération voient leur épaisseur augmenter considérablement. Elles présentent régulièrement du boudinage et de la transposition. Des sulfures (py-cpy-po) se retrouvent particulièrement dans les étranglements des boudins des veines centimétriques.

Une dernière famille de veinules plus tardives recoupe à la fois les veinules 1 et 2. Il s'agit de veinules généralement assez droites et très fines constituées soit d'épidote, de carbonate, de chlorite et/ou de quartz (≤ 1 mm) (Fig. 40). Elles vont dans toutes les directions et sont, elles aussi, recoupées par la schistosité. Quelques veinules d'épidote-chlorite présentent un peu de silicification en bordure. Il peut arriver qu'elles présentent un décalage millimétrique engendré par des mouvements plus tardifs et elles sont dans plusieurs cas concordantes à la schistosité. Ce dernier type de veinules présente de petites ondulations en bordure qui témoignent de leur antériorité par rapport à la schistosité mais elles ne sont ni plissées ni transposées.

Dans les dykes felsiques, étant donné qu'une même veinule change de composition en passant de la diorite au dyke, il devient difficile de distinguer les groupes de veinules 2 et 3. Dans les dykes moins déformés, il peut arriver que des veinules avec des sulfures, de l'épidote et des carbonates soient présentes. Dans tous les cas, les veinules sont déformées, plissées, transposées et recoupées par la

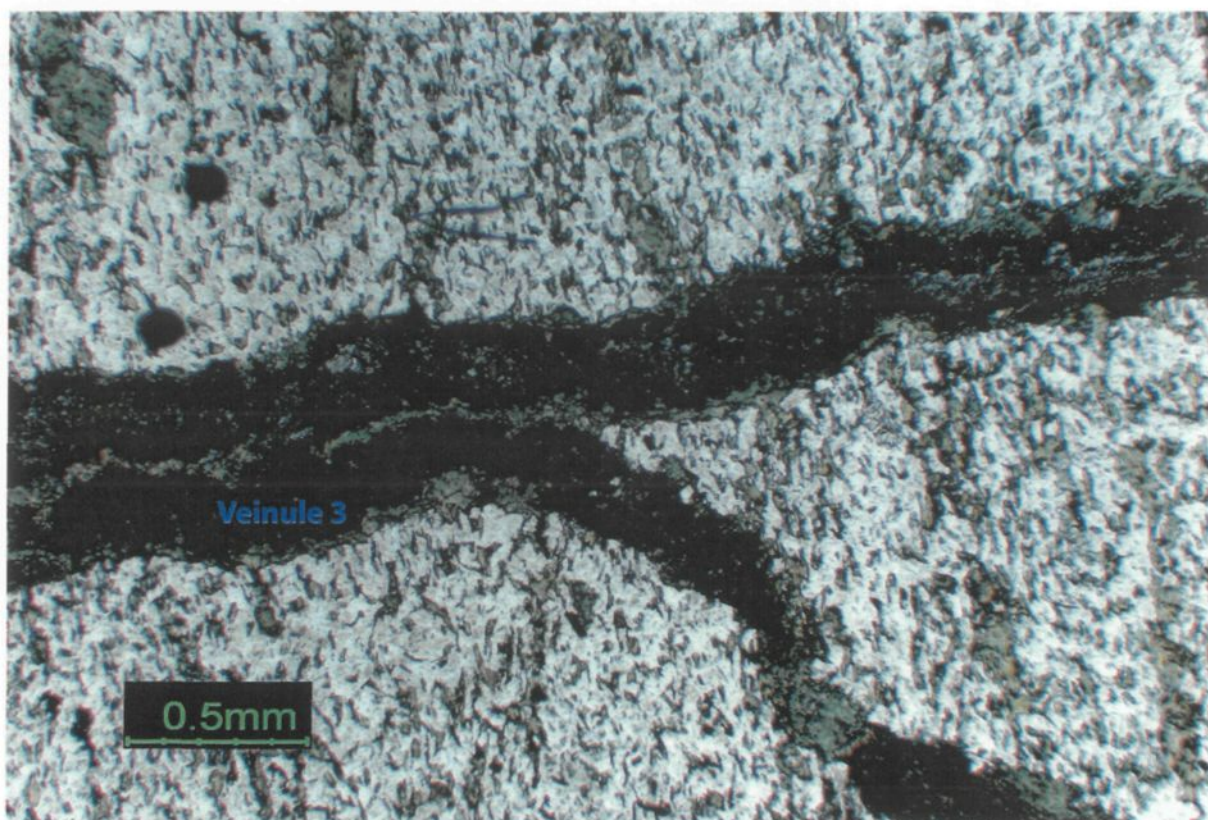


Fig. 40. Veinule d'épidote-carbonate de la famille 3 recoupée par la schistosité

schistosité. Des veinules de carbonates tardives de la famille 3 sont observées aussi dans les dykes très déformés. Ces veinules sont très droites, très fines (0,3 mm) et concordantes à la schistosité.

3.2.2 Distribution et densité des veinules

Afin de clarifier la relation entre la minéralisation et les familles de veinules et de vérifier la distribution de celles-ci, une étude statistique a été faite. Le calcul de densité de veinules est établi selon le nombre de veinules observées sur la longueur de chaque échantillon témoin utilisé. Ces résultats sont présentés à la figure 41. Afin de faciliter l'interprétation, les teneurs en Au, Cu et en Ag accompagnent ces diagrammes.

La densité de tous les types de veinules varie grandement le long d'un forage. Elle ne semble pas être systématiquement associée à la minéralisation en Au. Dans certains cas, le nombre de veinules tend à diminuer dans l'enveloppe riche en or. Alors que dans d'autres secteurs, les fortes densités de veinules élevées coïncident avec des anomalies en Au. Les types de veinules 1 et 2 sont tous deux présentes dans cette enveloppe aurifère, avec des proportions variant d'une section à l'autre. Les veinules 2 sont constamment dominantes. La section 14 270 mN est un bon exemple qui synthétise bien la relation spatiale qui existe entre les différents types de veinules et l'enveloppe minéralisée (Fig. 41). La densité de veinules augmente dans les deux enveloppes minéralisées. Cette relation est plus claire dans l'enveloppe de Cu.

De chaque côté de la zone minéralisée en or, il y a souvent des bordures avec des densités de veinules plus élevées. Celles-ci correspondent aux secteurs riches en

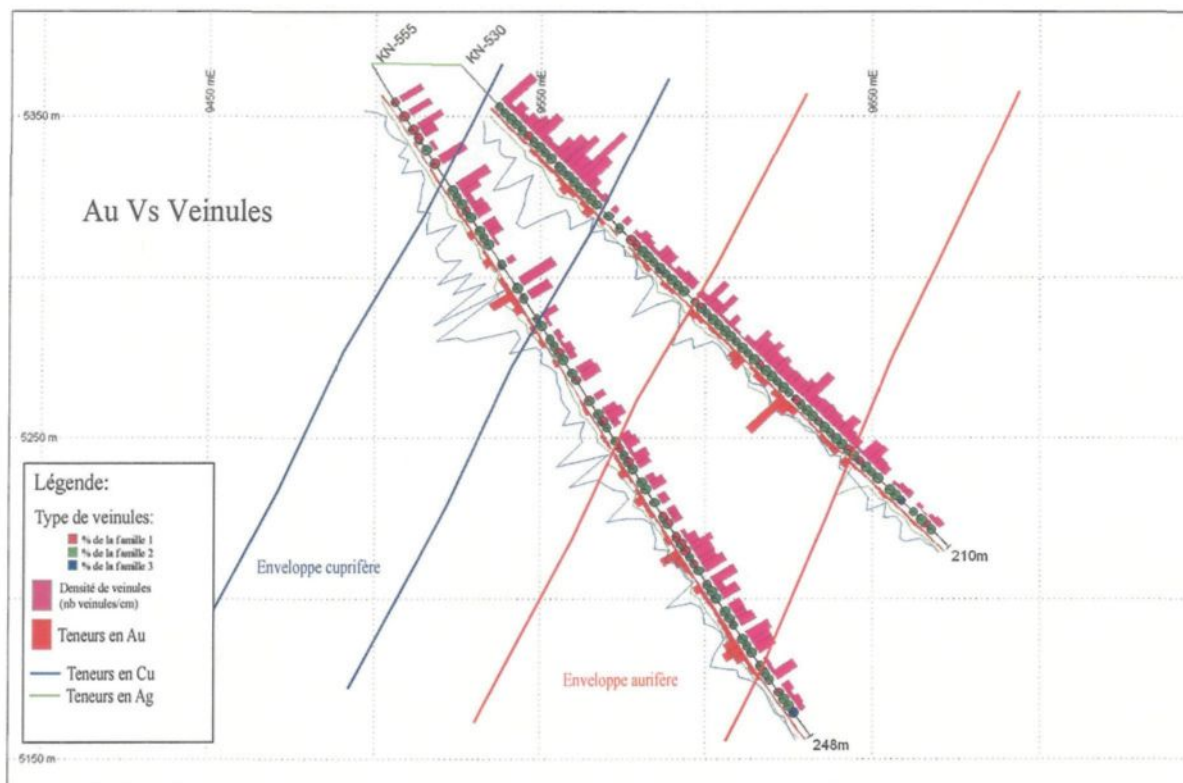


Fig. 41. Section 14 270mN montrant la distribution et la densité des différentes familles de veinules et l'intensité de la minéralisation Au-Cu le long de deux forages dans la fosse J4

Cu. Il existe d'autres de ces secteurs riches en Cu avec une densité de veinules élevée. Ils sont distribués à l'extérieur de l'enveloppe minéralisée en or et souvent, quelques teneurs en or élevées y sont associées. Les veinules de type 2, qui contiennent communément de la chalcopryrite, sont les plus abondantes dans ces secteurs. Les veinules de type 3 ne sont pas associées à la minéralisation. Elles sont distribuées aléatoirement dans la diorite, les dykes et la brèche.

3.3 Analyse de l'altération

3.3.1 Caractérisation de l'altération

Comme la diorite est l'unité lithologique dominante, elle peut servir à caractériser l'altération. Toutefois, dans la plupart des cas, la diorite présente un degré de déformation et d'altération déjà fort avancé. Afin de caractériser l'altération, 5 échantillons choisis comme étant les plus altérés sont comparés avec 5 échantillons choisis comme l'étant le moins. Les critères de sélection des échantillons sont énumérés au tableau 5.

Les échantillons moins altérés présentent une minéralogie constituée surtout de plagioclase, de hornblende, et de quartz. D'autres phases accessoires comme la biotite, la séricite, et l'épidote sont présentes. La texture de ces roches est porphyrique avec une abondance de phénocristaux de plagioclase et des amas de hornblende. Ils ont très peu d'agrégats lenticulaires de minéraux mafiques. La matrice est lépidoblastique et sa granulométrie est homogène et varie entre 0,1 et 0,3 mm. Certains de ces échantillons présentent une texture rubanée avec des bandes très riches en hornblende.

Tableau 5. Caractéristiques de l'évolution des échantillons peu altérés à très altérés

				→	
		Moins altérés			Très altérés
Minéralogie	Diorite	Phénocristaux de pg, fins cristaux de quartz, amas de hb avec ± bte ± ép ± sér			Qz, pg, bte, mg ± ép ± titanite ± sér ± chl ± cb Quelques phénocristaux de pg
	Dyke felsique	Phénocritaux de pg et de qz ± bte ± ser Matrice de qz et pg			Qz, pg et sér Phénocristaux de pg
Composition géochimique	Diorite	Forte proportion de MgO, FeO et CaO Appauvrissement en K ₂ O et SiO ₂			Forte proportion de K ₂ O et de SiO ₂ Appauvrissement en MgO, FeO et CaO
	Dyke felsique	Forte proportion de K ₂ O et de Na ₂ O Faibles teneurs en Fe ₂ O ₃ et en MgO			Enrichissement en Fe ₂ O ₃ , MgO et en CaO Appauvrissement en Na ₂ O
Texture	Diorite	Granulométrie homogène variant entre 0,1 et 0,3 mm Texture interstitielle Absence d'agrégats lenticulaires de ferromagnésiens			Grano-lépidoblastique Reliques de phénocristaux de pg altérés en sér -cb Agrégats lenticulaires de ferromagnésiens Granulométrie de la matrice très fine (< 0,1 mm) et recristallisée.
	Dyke felsique	Texture porphyrique Matrice felsique aphanitique			Texture lépidoblastiques Phénocristaux de Qz Reliques de phénocristaux de Pg altérés en ser-cb Agrégats lenticulaires de sér

Les diorites plus altérées sont celles dont la minéralogie se résume à des phénocristaux de plagioclase avec une matrice de quartz dans laquelle se retrouvent des agrégats lenticulaires, de la titanite, de la magnétite, de la chlorite ou encore de l'épidote. Ces échantillons présentent une texture porphyrique avec des phénocristaux de plagioclase moins abondants et une proportion importante d'agrégats lenticulaires de ferromagnésiens. Une texture lépidoblastique avec des reliques de phénocristaux communément altérées en séricite, en épidote ou en carbonates caractérise ces échantillons. La granulométrie de leur matrice est très fine ($< 0,1$ mm).

La composition géochimique des échantillons moins altérés présente de fortes proportions de MgO , Fe_2O_3 et de CaO qui contrastent avec les faibles teneurs en K_2O . Le pourcentage de SiO_2 est variable et se situe entre 50 et 65%. Les caractéristiques géochimiques des échantillons plus altérés sont plutôt marquées par un enrichissement en K_2O et en SiO_2 et des teneurs en MgO , Fe_2O_3 et en CaO plus faibles.

La figure 42 montre les différences géochimiques qui existent entre les échantillons de diorite moins altérés et ceux plus altérés. Ces diagrammes des éléments majeurs en fonction du Zr, un élément considéré comme immobile, montre qu'avec une augmentation de l'altération, la diorite s'enrichit en potassium et en silice. Le sodium demeure stable alors qu'il y a appauvrissement en fer, magnésium et en calcium.

Les échantillons de dykes felsiques peu altérés ont des textures porphyriques avec des phénocristaux de plagioclase et de quartz. La matrice est aphanitique, très riche en quartz avec quelques fins grains de biotite, de séricite et de carbonates. Les

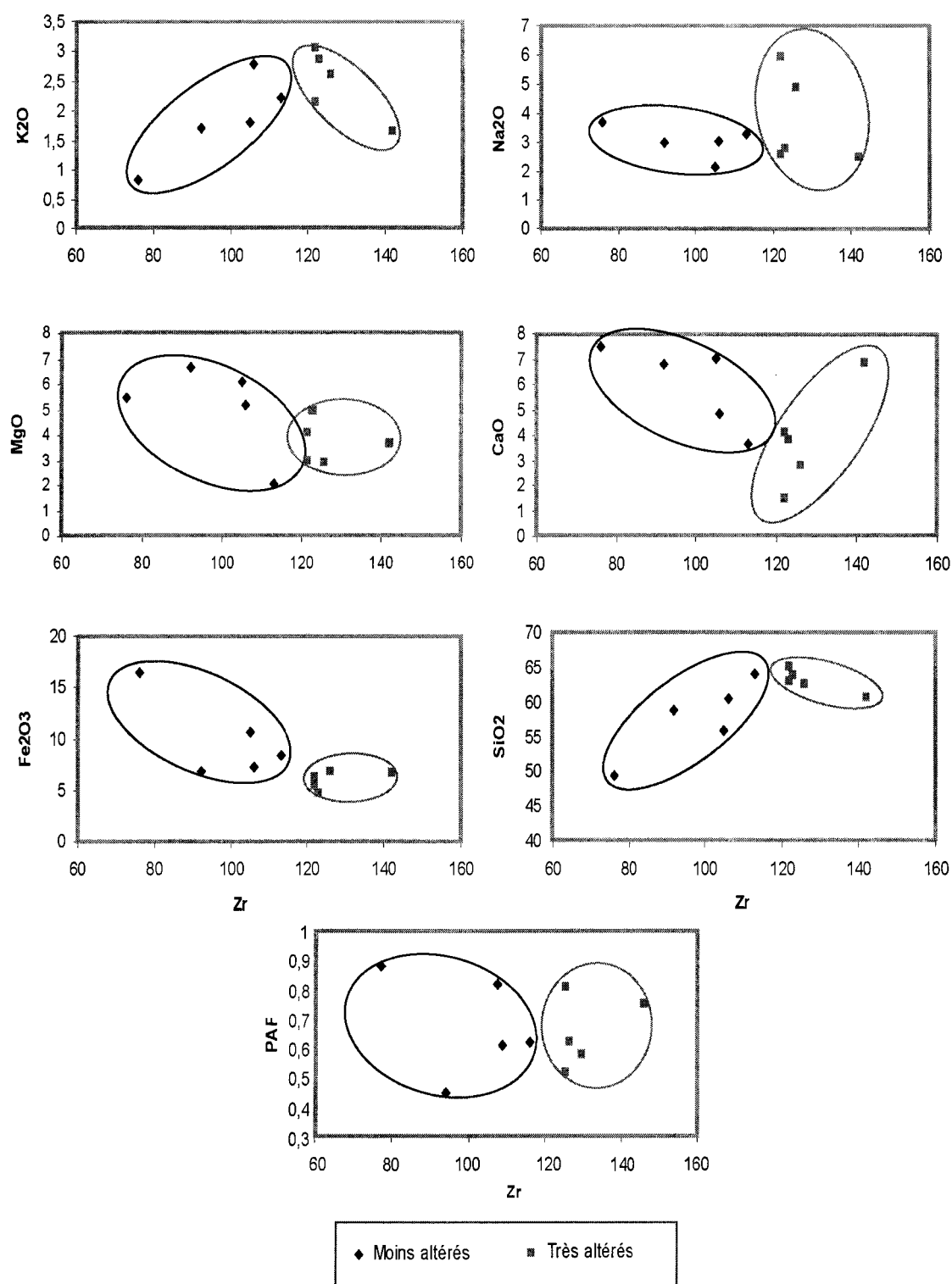


Fig. 42. Diagrammes des éléments majeurs en fonction du Zr pour une série d'échantillons de diorite sélectionnés selon des critères d'altération

dykes très altérés ont plutôt une matrice de quartz et d'agrégats lenticulaires de séricite dans laquelle se retrouvent des phénocristaux de quartz très arrondis et des reliques de phénocristaux de plagioclase.

3.3.1.1 Diagrammes ternaires

Un diagramme $\text{FeO}+\text{MgO}/\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO}$ a été réalisé (Fig. 43). Les trois pôles représentent un minéral d'altération : le $\text{FeO}+\text{MgO}$ pour la chlorite, le $\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO}$ pour les plagioclases et le K_2O pour la séricite. La diorite des fosses J4 et 87 est comparée avec la diorite sur l'ensemble de la propriété. Les échantillons de la fosse J4 et 87 ont des teneurs en potassium significativement plus élevées et ressortent généralement du reste des échantillons. La fosse J4 présente un faible étalement de ces échantillons qui montrent une altération en biotite et séricite. Par contre, les échantillons de la fosse 87, tout comme ceux situés à l'extérieur des fosses, présentent une dispersion plus grande avec une altération marquée en séricite et une seconde moins évidente en biotite.

Le même phénomène se produit pour le graphique ternaire multiple (Fig. 44) où les fosses J4 et 87 se démarquent considérablement du reste des échantillons particulièrement pour le K_2O et pour le CaO . Les vecteurs d'altération apparaissant dans les diagrammes ternaires partent des pôles associés aux plagioclases et s'orientent vers les pôles de la séricite ou vers le centre de l'axe opposé qui représente la biotite (altération potassique).

L'altération potassique est le type d'altération qui prime dans le secteur des deux fosses. Cette altération est particulièrement mise en évidence dans la fosse J4 où elle semble mieux développée que dans la fosse 87.

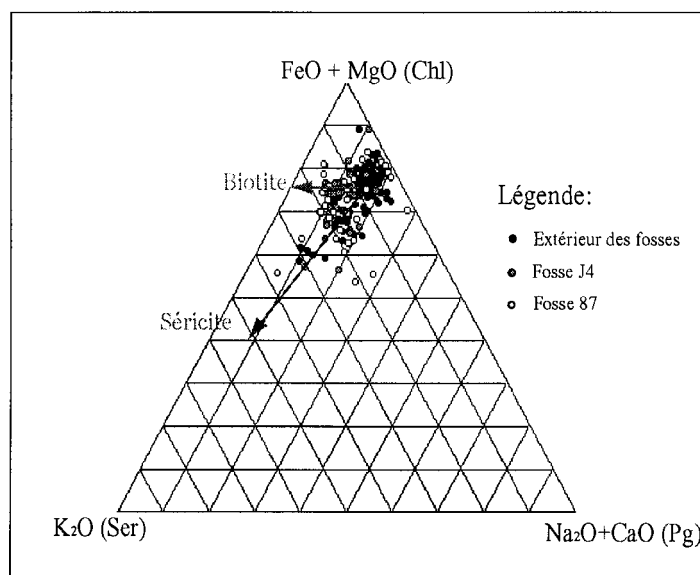


Fig. 43. Diagramme $\text{K}_2\text{O}/\text{FeO}+\text{MgO}/\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO}$ avec les pôles des minéraux d'altération pour les diorites des fosses J4 et 87 et à l'extérieur de ces dernières

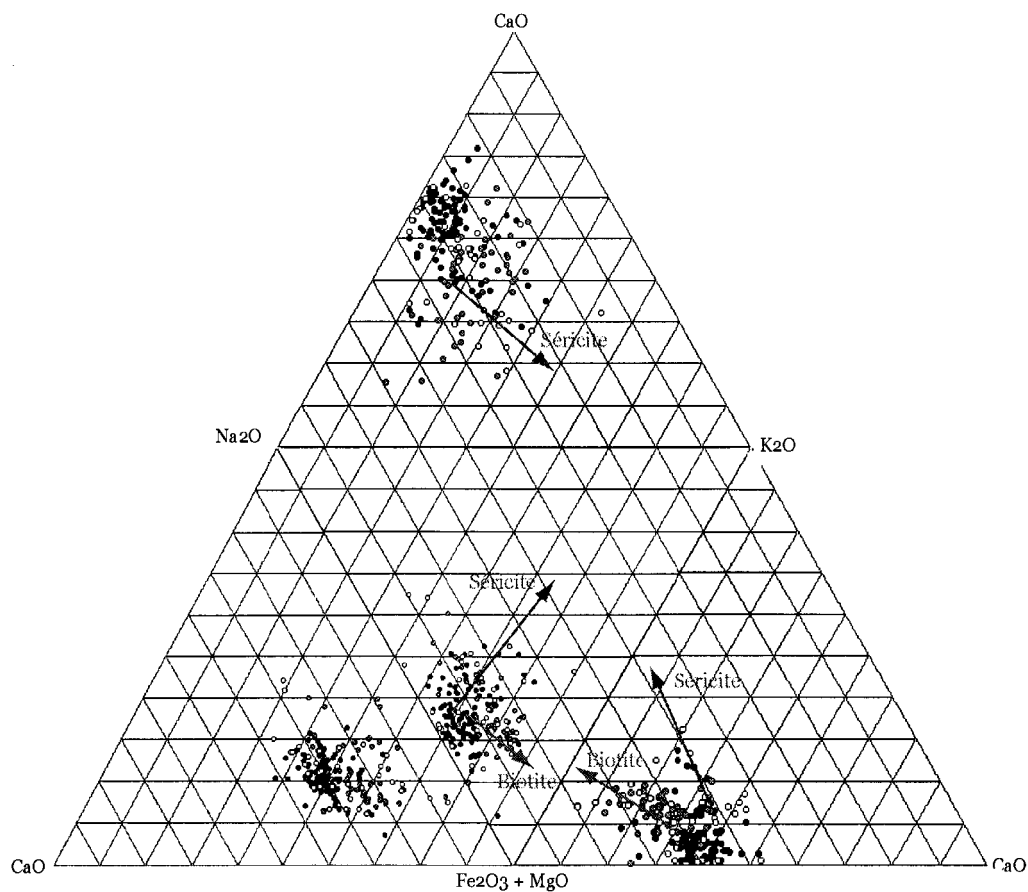


Fig. 44. Diagramme ternaire multiple avec direction de l'altération pour les fosses J4 et 87 ainsi que pour les roches

3.3.2. Zonalité de l'altération

Les observations minéralogiques faites au microscope ont permis de délimiter trois zones d'altération dans la fosse J4. La figure 45 illustre l'interprétation des zones d'altération. La première zone est potassique et est directement liée à la zone fortement minéralisée. La seconde est propylitique et la troisième est phyllique ou séricitique.

Au cœur de l'enveloppe minéralisée, l'altération est nettement potassique avec une forte présence de biotite brune (Fig. 46). En s'éloignant du cœur minéralisé, la pistachite, l'augmentation du titanite, l'apparition de carbonates ainsi que la présence marquée de pyrite sub-idiomorphe grossière suggère une altération propylitique (Fig. 47). La biotite devient de plus en plus riche en fer. Sa couleur verte foncée indique sa composition dominée par le fer. Le pourcentage de hornblende est supérieur à celui des roches dans la zone fortement minéralisée.

Une altération riche en séricite affecte principalement les dykes felsiques. Cette altération se superpose à l'altération potassique et un remplacement de la biotite et des phénocristaux de plagioclase par de la séricite a communément été observé dans les dykes felsiques (Fig. 48). Cette altération est tardive et a emprunté les couloirs de dykes pour se développer. La diorite présente quelques fois de la séricite mais ce phénomène est plutôt rare.

La zone d'altération potassique est assez étendue dans la fosse J4 compte tenu de l'omniprésence de biotite dans le secteur. Toutefois, l'apparition d'épidote puis de séricite se fait dans la zone potassique en s'approchant des limites de la fosse. Les cristaux d'épidote et de séricite recourent ou remplacent clairement les

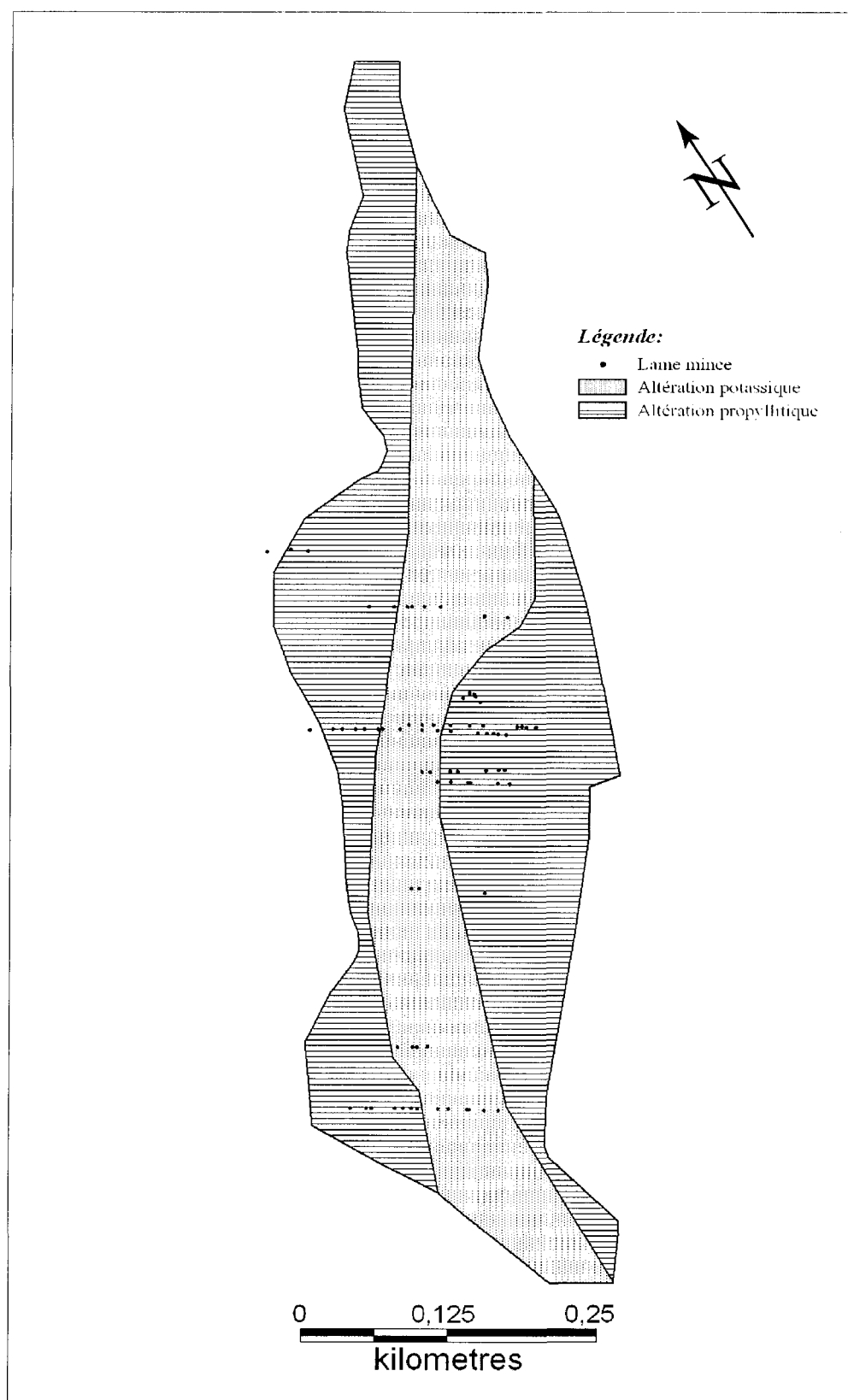


Fig. 45. Zones d'altération de la fosse J4 avec localisation des échantillons servant à délimiter ces zones

plagioclases de la diorite biotitisée. Enfin, vers l'extérieur, la biotite est appelée à disparaître et l'épidote et la séricite persistent.

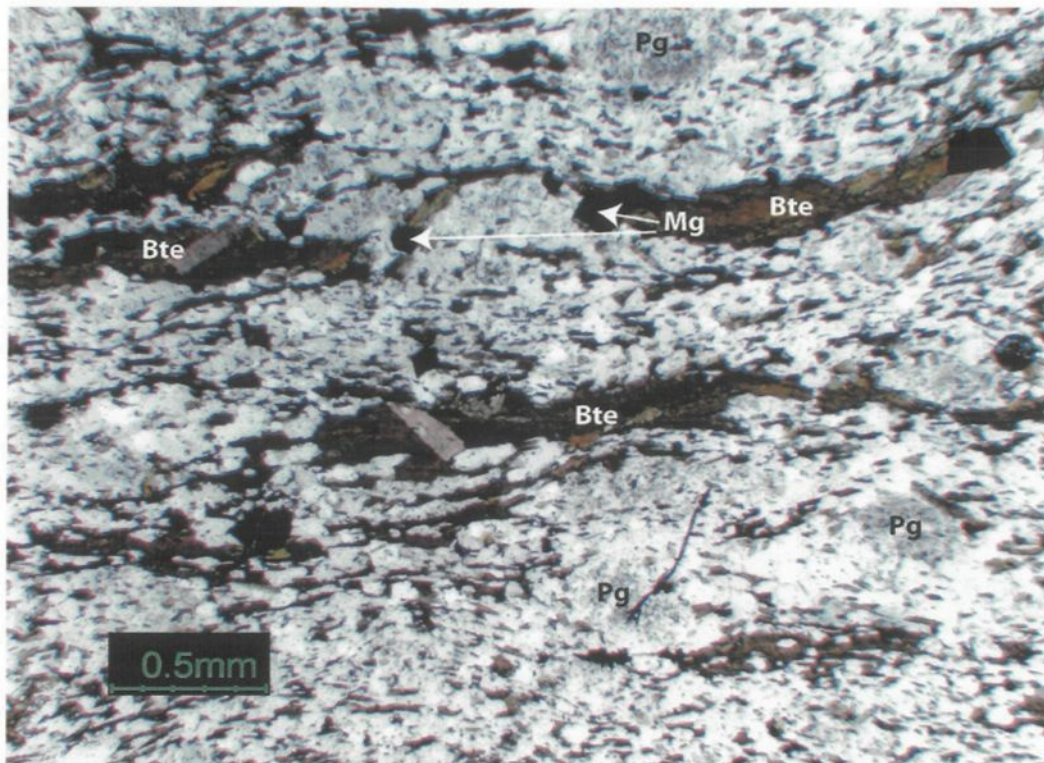


Fig. 46. Diorite porphyrique avec altération potassique: biotite, magnétite et quartz

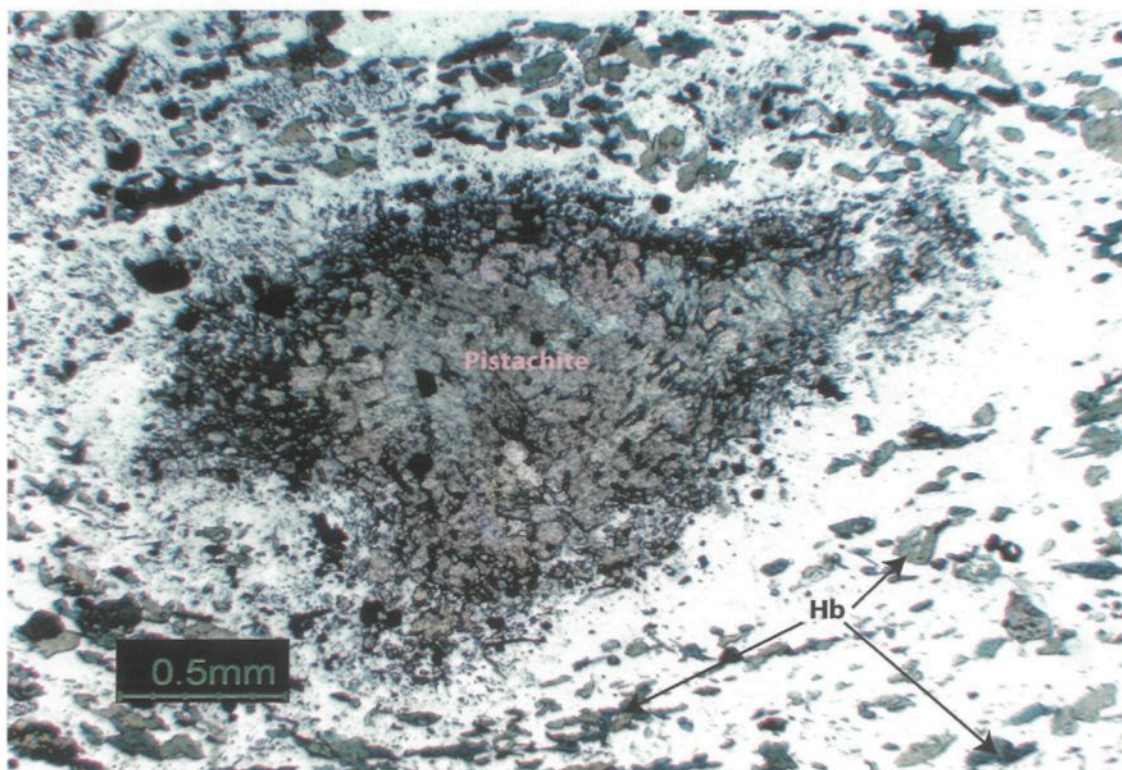


Fig. 47. Altération propylitique avec remplacement total des phénocristaux de plagioclase par de la pistachite

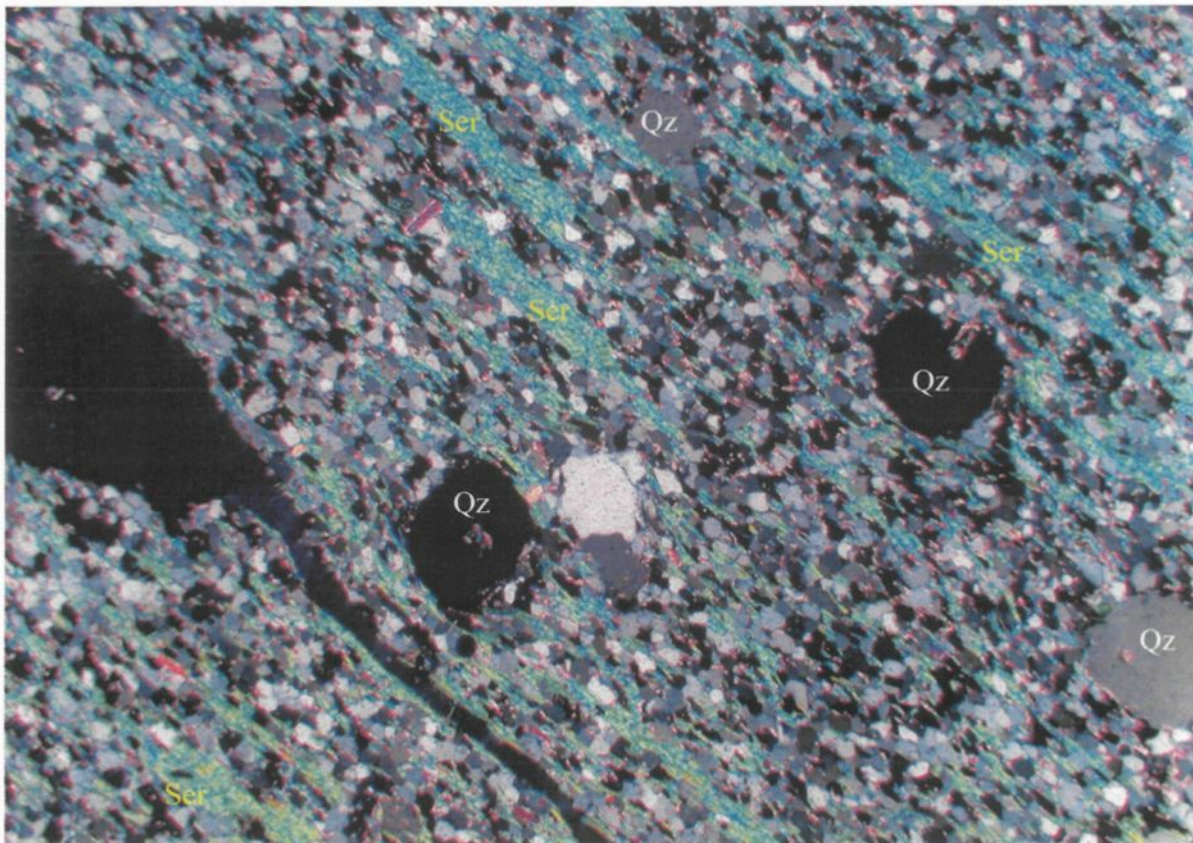


Fig. 48. Altération sérictique avec remplacement complet des phénocristaux de plagioclase par de la sérictite

Chapitre 4

Déformation

Plusieurs aspects de la déformation sont traités dans ce chapitre comme les fabriques : la schistosité principale, la linéation d'étirement et les clivages de crénulation. Les comportements des diverses unités lithologiques y sont aussi décrits avec une description texturale et minéralogique au cours de la déformation. Enfin, une évaluation de la déformation est faite et permet de faire ressortir l'hétérogénéité de la déformation.

4.1. Les fabriques

La figure 49 montre la position des affleurements cartographiés ainsi que celles des mesures structurales. La direction et le pendage de la schistosité de flux ainsi que des linéations d'étirement ont été mesurés et placés sur des stéréonets.

4.1.1. Schistosité principale

La schistosité principale S1 est une schistosité de flux omniprésente dans les roches de la fosse J4. Elle est toutefois mieux développée dans les secteurs plus déformés où elle devient une foliation mylonitique. Les mesures de directions de la schistosité oscillent entre 157° et 207° . Le plan moyen de la schistosité est d'environ 185° avec un pendage de 68° (Fig. 49). Elle présente régulièrement des ondulations avec des variations de direction pouvant atteindre localement 25° de part et d'autre de la schistosité moyenne. Cette schistosité est créée par l'alignement des agrégats

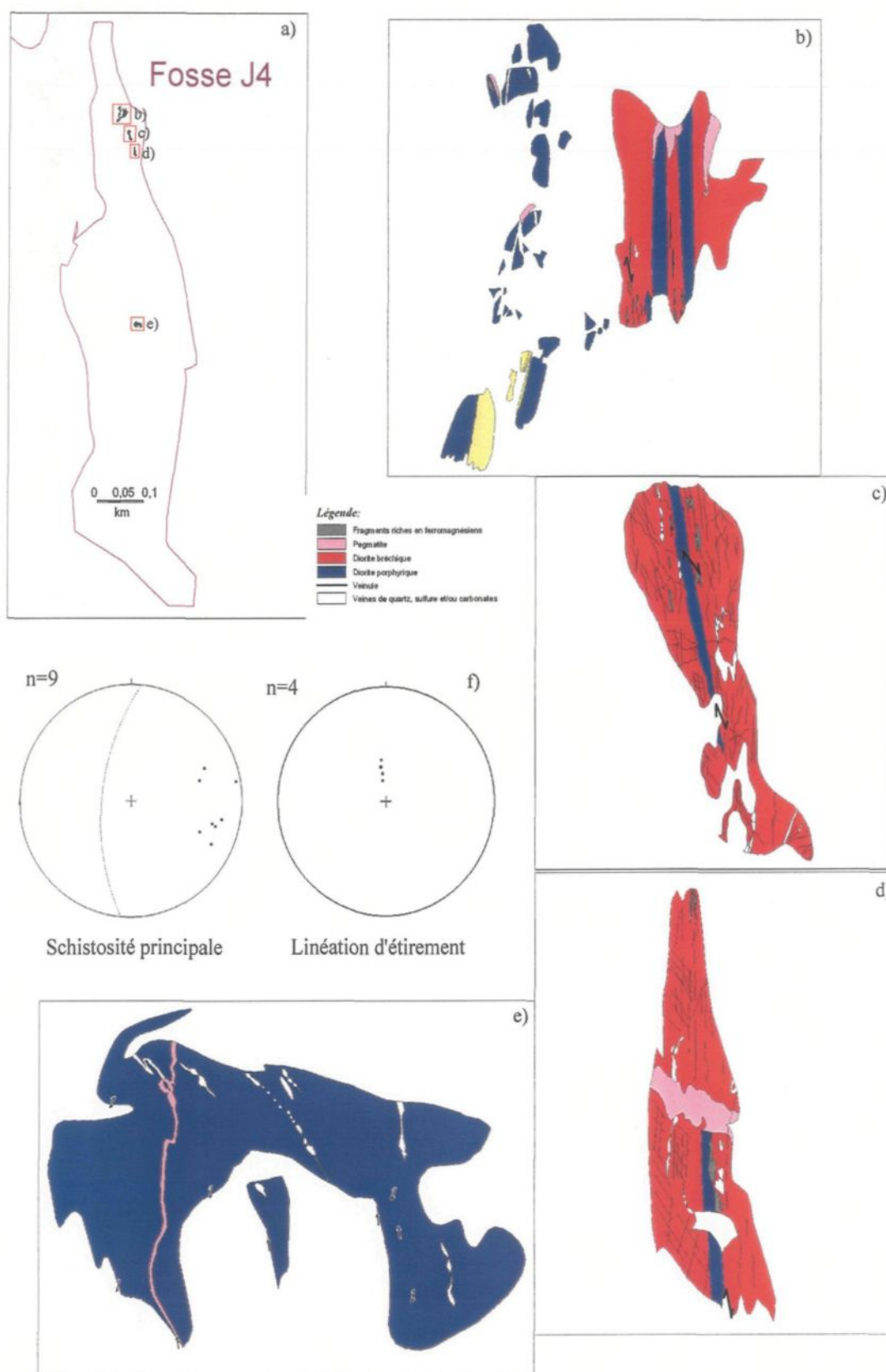


Fig. 49. Localisation des mesures structurales et stéréogrammes de la foliation et de la linéation d'étirement a) Plan de la fosse et localisation des sites de mesures b)-e) Cartographie détaillée des affleurements avec localisation des mesures structurales f) Stéréogrammes des mesures structurales mesurées

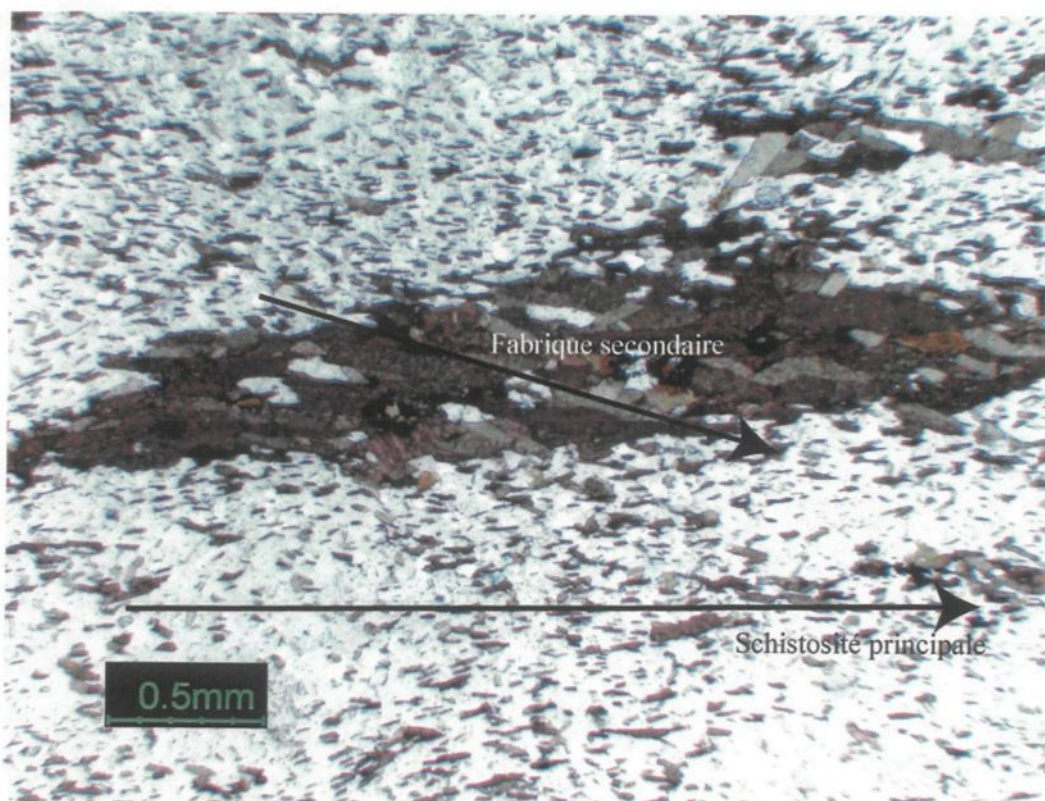


Fig. 50. Obliquité entre la schistosité principale et la fabrique secondaire (lumière naturelle)

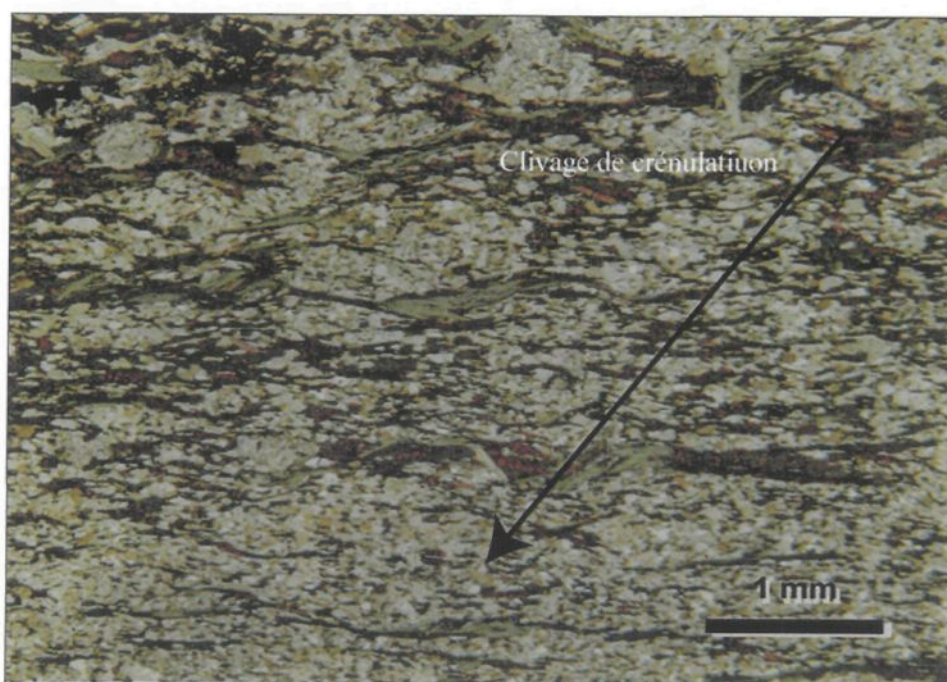


Fig. 51. Clivages de crénulation développés par les agrégats lenticulaires de biotite chloritisée (lumière naturelle)

4.2. Comportement des unités lithologiques

Le secteur de la fosse J4 présente des unités qui ont subi un degré de déformation intense qui a conduit à la destruction totale des textures primaires. Rares sont les échantillons intacts dans cette fosse. Une étude de l'évolution minéralogique et texturale a été faite sur la diorite et ce, à partir d'échantillons non déformés du pluton dioritique. La même chose a été réalisée pour les dykes felsiques et pour l'unité fragmentaire. Le tableau 6 présente les principaux changements observés sur les différentes unités lithologiques à divers degré de déformation.

4.2.1. Déformation dans la diorite

La diorite fraîche est constituée essentiellement de 50% de hornblende et de 50% de plagioclases qui forment une texture granulaire interstitielle. Les cristaux sont équigranulaires et mesurent entre 1 et 5 mm. Les échantillons de diorite non déformée sont absents dans la fosse J4. Ils ne sont observés qu'au centre du pluton dioritique dans les forages d'exploration.

Avec la déformation, les minéraux mafiques s'alignent dans la foliation et créent des agrégats lenticulaires. Ces agrégats enveloppent les phénocristaux de plagioclases dont la forme s'arrondie. Cette déformation est accompagnée par de la recrystallisation qui se caractérise par le développement d'une mésostase de fins cristaux polygonaux de 0,01 mm de diamètre de quartz et de plagioclase. Les échantillons plus déformés ont une couleur d'apparence plus foncée (gris-bleu foncé) et une texture davantage homogène voire même aphanitique dans certains cas. Plus la déformation augmente, plus le phénomène de la recrystallisation prend de l'importance, plus le pourcentage de matrice augmente et celui de phénocristaux diminue. Au microscope, lorsque les

Tableau 6. Principaux changements texturaux et minéralogiques des lithologies de la fosse J4 au cours de la déformation

Lithologie	Caractéristiques primaires	Changement texturaux	Changements minéralogiques
Diorite	Assemblage de 50% plagioclases et 50% de hornblende avec texture interstitielle.	Agrégats lenticulaires de 0,1 à 3 mm de minéraux mafiques dans une matrice à texture granoblastique à lépidoblastique formée par des minéraux felsiques polygonaux. La schistosité est accentuée et formée par les agrégats lenticulaires de biotite et/ou hornblende.	Les agrégats lenticulaires sont la plupart du temps constituées de biotite avec parfois, de l'amphibole, de la titanite, de l'épidote et des sulfures. La matrice est composée de quartz et de plagioclase et de germes de biotite et/ou de hornblende.
Dykes felsiques	70% de quartz, 20 à 25% de plagioclases et 5 à 10% de sericite, biotite et/ou amphibole qui forme une texture porphyrique (phénocristaux hypidiomorphes de pg et de qz) avec une matrice granoblastique à grano-lépidoblastique.	Des agrégats lenticulaires de séricite se développent. La texture porphyrique demeure mais les phénocristaux rapetissent et la texture de la matrice devient de plus en plus lépidoblastique. La schistosité est générée par l'alignement des cristaux de séricite.	La matrice de quartz polygonaux alterne avec des agrégats de séricite. Les phénocristaux de plagioclase disparaissent et il ne reste plus que des phénocristaux de quartz parfois sub-idiomorphes. La minéralogie tend à se restreindre à de la séricite et du quartz avec l'augmentation de la déformation.
Unité fragmentaire	Couloirs métriques avec 50% de fragments blanchâtres (cœur des fragments parfois verdâtres). La texture de ces fragments est porphyrique, ils ont des formes lobées et irrégulières. La matrice est foncée.	Les fragments sont étirés et ont une forme qui rappelle celle d'un cigare. Leur texture porphyrique est conservée Il y a développement d'agrégats lenticulaires de minéraux ferromagnésiens. Matrice avec texture de recristallisation. Formation de bandes irrégulières riches en bte et hb. La granulométrie des fragments est supérieure à celle de la matrice.	Grande concentration de minéraux ferromagnésiens (bte, hb) Agrégats lenticulaires de bte / hb dans les fragments avec phénocristaux de plagioclase. Matrice de qz-pg-bte homogène et à granulométrie très fine.

phénocristaux sont complètement détruits, des reliques se devinent par des lentilles de quartz et plagioclases recristallisés et plus grossiers que ceux de la matrice.

Les agrégats lenticulaires de minéraux mafiques subissent un étirement et un aplatissement avec l'augmentation de la déformation: leur épaisseur diminue et ils finissent par se désagréger. Johnson et al. (2004) ont étudié le développement d'une foliation dans un magma durcie avec le comportement des minéraux micacés qui constituent en partie cette roche. Ces minéraux sont vulnérables à la déformation et conduisent à la formation de « micro-fractures ». Celles-ci deviennent des sites d'écoulement ductile appelés à devenir des micros zones de cisaillement avec l'évolution de la déformation. Les biotites vont alors former des coalescences principalement par des mécanismes d'entraînements et ultimement vont conduire à la formation d'une texture mylonitique. La figure 52 montre des représentants de différents stades de la déformation de la diorite.

Les échantillons de diorite et de microdiorite très déformés sont méconnaissables puisque la recristallisation intense réduit grandement la granulométrie : les lentilles sont difficilement observables à l'œil nu, les phénocristaux sont complètement détruits et la matrice de fins grains de quartz et de plagioclase a un aspect aphanitique. Ces changements de texture impliquent aussi un changement de couleur accompagné de processus hydrothermaux qui accentuent la modification de l'allure de la diorite.

4.2.2. Déformation dans les unités fragmentaires

Les fragments de l'unité fragmentaire de la fosse J4 sont plus petits et plus étirés que ceux de la brèche de la fosse 87. Les seules observations faites sur cette unité

lenticulaires de biotite et de hornblende dans le cas de la diorite et par la séricite dans le cas des dykes felsiques. Les fragments de la brèche donnent aussi l'orientation de la schistosité. Selon la dureté des roches, la schistosité S1 peut créer un effet d'effritement. C'est le cas pour les dykes felsiques plus riches en séricite et pour les lambeaux mafiques de l'unité bréchique.

4.1.2. La linéation d'étirement

Il existe une linéation d'étirement dans les roches de la fosse J4 qui est bien visible en lame mince. L'étirement des agrégats lenticulaires de minéraux mafiques et de sulfures dessine cette linéation dont l'orientation varie très peu (350° à 353°) mais de plongée oscillant entre 60° et 75° (Fig. 50). Les fragments des unités fragmentaires sont aussi à l'origine d'une linéation d'étirement bien développée.

4.1.3. Les clivages de crénulation

Une fabrique secondaire est observée en lame mince dans les agrégats lenticulaires de minéraux ferromagnésiens. Cette fabrique se traduit par une obliquité entre des minéraux phyllosilicatés comme la biotite ou la hornblende avec l'alignement des agrégats lenticulaire qui forment la schistosité principale (Fig. 50). Elle est moins bien développée que la schistosité principale et est observée uniquement dans les unités riches en biotite. Cette fabrique secondaire se présente aussi sous la forme de clivages de crénulation qui sont observés dans les échantillons très déformés. Ces clivages sont formés par l'ondulation des agrégats lenticulaires de minéraux mafiques (Fig. 51). Ils sont visibles dans la diorite porphyrique mais sont amplifiés dans la diorite à texture mylonitique dont les phénocristaux sont détruits ou fantomatiques.

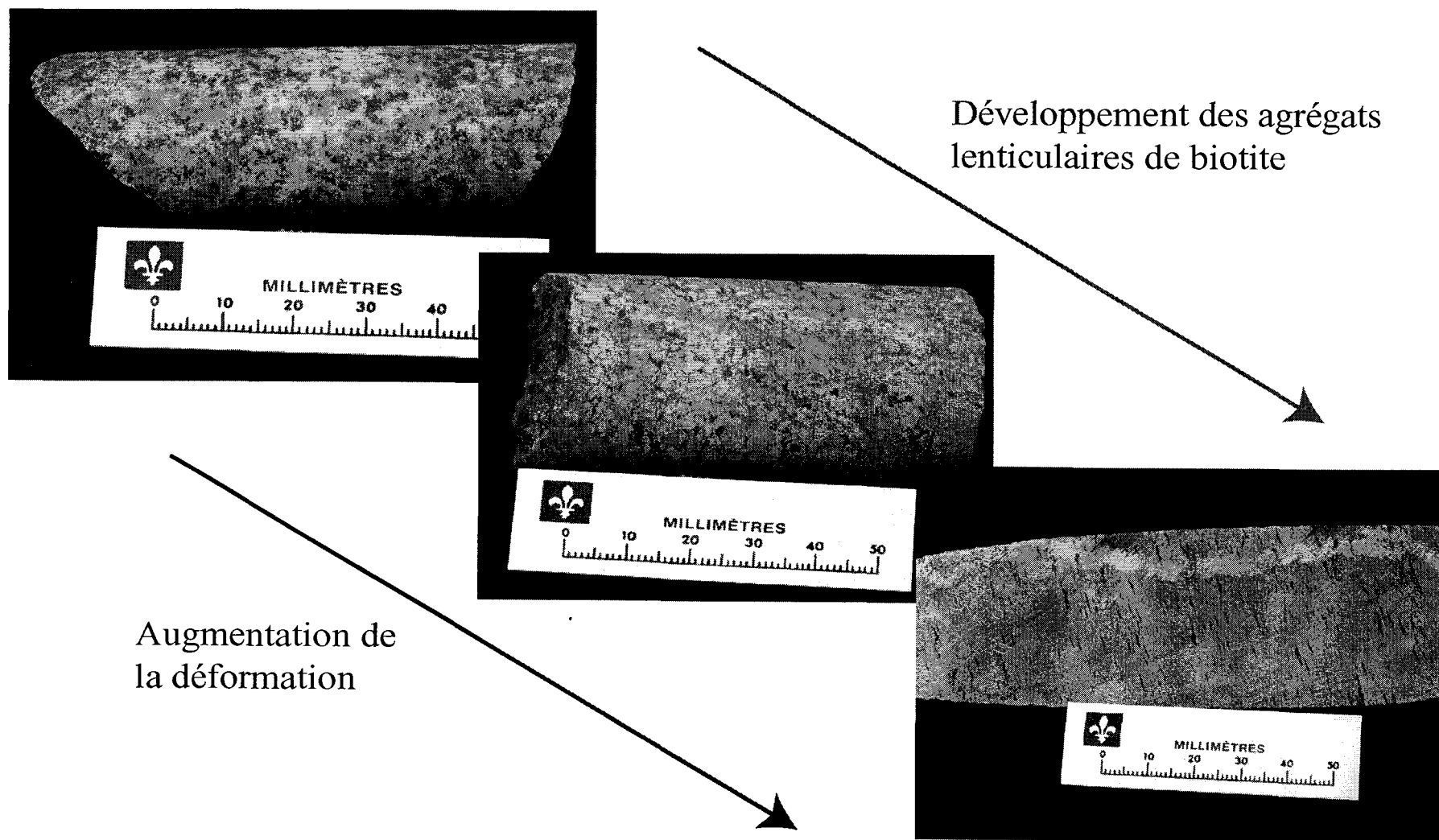


Fig. 52. Évolution de la déformation et développement d'agrégats lenticulaires dans la diorite de la fosse J4

moins déformée sont celles exposées sur un affleurement situé complètement au sud de la fosse 87. Les fragments de cet affleurement ont un diamètre variant entre 1 et 15 cm. Les contours y sont arrondis et la forme est très lobée et irrégulière.

Dans la fosse J4, les fragments mesurent 10 cm sur l'axe d'étirement « X », ils sont arrondis et leur sphéricité est variable. Leur forme suggère un aplatissement et rappelle un cigare. L'augmentation de la déformation vient changer aussi l'aspect des unités fragmentaires. Les lambeaux riches en biotite se transforment en bandes plus linéaires qui forment un rubanement (Fig. 53). Les fragments blanchâtres avec une granulométrie plus grossière aplatissent et les agrégats lenticulaires de biotite deviennent eux aussi plus linéaires et fins. La granulométrie de la matrice diminue avec la déformation. La recristallisation des cristaux de quartz et de plagioclase augmente: la couleur de la matrice de la brèche devient bleutée et l'aspect, plus vitreux. Les fragments deviennent alors localement fantomatiques et se devinent par des concentrations des agrégats lenticulaires de biotite et de phénocristaux qui ont résistés.

4.2.3. Déformation dans les dykes felsique

Dans les secteurs peu déformés, c'est-à-dire dans le centre du pluton de diorite, les dykes sont plutôt rares et aucun échantillon de dykes n'a pu y être sélectionnés. Les échantillons de dykes les moins déformés proviennent des secteurs des deux fosses. Ils sont constitués principalement de 65% de quartz, de 30% de plagioclase et de minéraux accessoires en quantité variable (environ 5%) comme de la biotite, de la séricite, des carbonates, de la chlorite, de l'épidote et des sulfures. La texture est porphyrique et le pourcentage de phénocristaux xénomorphes à hypidiomorphes varie de 10 à 25%. Les phénocristaux de plagioclase sont généralement plus abondants (10 à 15%). La



Fig. 53. Bandes linéaires de matrice très riches en biotite présentes dans l'unité fragmentaire

matrice est constituée de quartz et de plagioclase et, dans de rares cas, de germe de biotite.

La couleur des dykes change avec le niveau de déformation : la couleur passe de gris foncé à blanchâtre puis jaunâtre. Cette variation s'explique avec le changement de texture et de composition qui accompagne la déformation. Lorsque la déformation s'accroît, la recrystallisation augmente et les phénocristaux de plagioclase sont détruits et recrystallisés en quartz, séricite et en petits cristaux. Des lentilles de quartz plus grossières se développent ainsi que de la séricite. Ces lentilles remplacent respectivement les phénocristaux de quartz et de plagioclases qui ont été détruits. Avec un degré de déformation extrême, les phénocristaux de plagioclase disparaissent complètement et il ne reste plus que des lentilles de séricite très étirées (25%), quelques phénocristaux de quartz et une matrice de quartz polygonal (75%). Des microphénocristaux reliques de plagioclase au centre d'une lentille de séricite ont été observés dans quelques lames minces.

À plus grande échelle, plusieurs observations de terrain permettent de croire que les dykes felsiques de la fosse J4 ont subi de la transposition (Fig. 54). Ces dykes présentent des épaisseurs variables et semblent changer d'orientation et se pincer. En forage, des secteurs très rubanés montrent des alternances de bandes centimétriques jaunes-blanchâtre très séricitiques et grisâtres. Ces minces bandes pourraient représenter l'alternance de dykes séricitisés et de diorite recrystallisés, résultat de la transposition des dykes felsiques. Sur le terrain, ils ont une allure plissée malgré une schistosité constante de 185° environ. Cela implique un phénomène de transposition. La distribution des dykes et leur variation de formes et d'épaisseur rendent très difficile leur interprétation. Avec l'aide de photos, de contacts dykes/diorite arpentés sur le

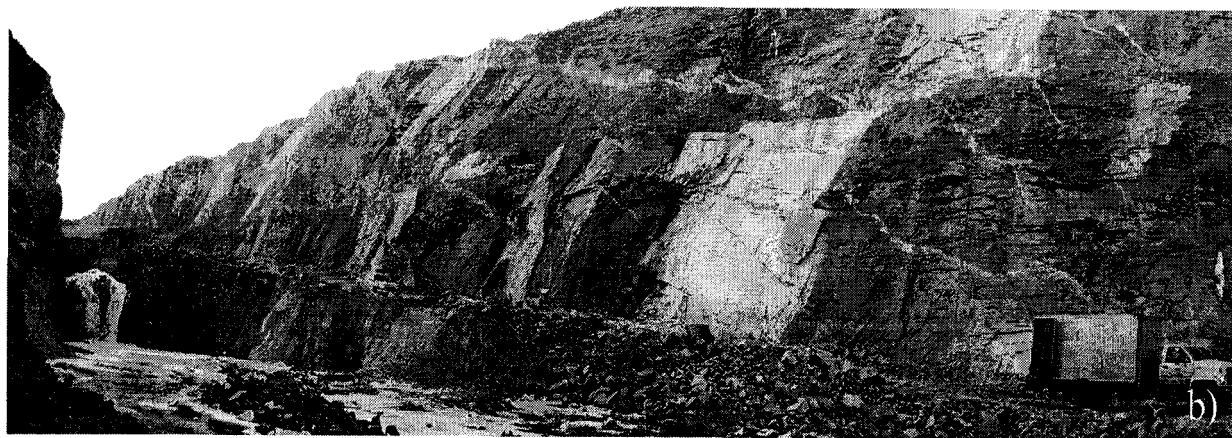


Fig. 54. Dykes felsiques vus en coupe sur a) le mur ouest et b) le mur est de la fosse J4

terrain et de description de forage, une interprétation de la distribution des dykes a été faite d'abord dans un secteur très local (Fig. 55). Par la suite, cette interprétation a été étendue sur l'ensemble de la fosse J4 (Fig. 56). Une relation d'obliquité entre la schistosité et l'orientation des dykes ressort de cette interprétation, l'enveloppe des dykes se situant à 30° de la schistosité. Les dykes sont interprétés comme étant transposés par la schistosité principale.

4.3. Distribution de la déformation

Les échantillons de diorite observés en forage montrent des variations au niveau de leur degré d'anisotropie planaire attribuable au développement de la schistosité. Ces observations ont été prises en considération lors de l'interprétation géologique et la diorite a été divisée en deux classes soit la diorite déformée et la diorite peu déformée. La figure 56 montre la répartition entre les diorites peu et très déformées. Les secteurs peu déformés sont surtout situés au sud de la fosse et forment des lentilles discontinues.

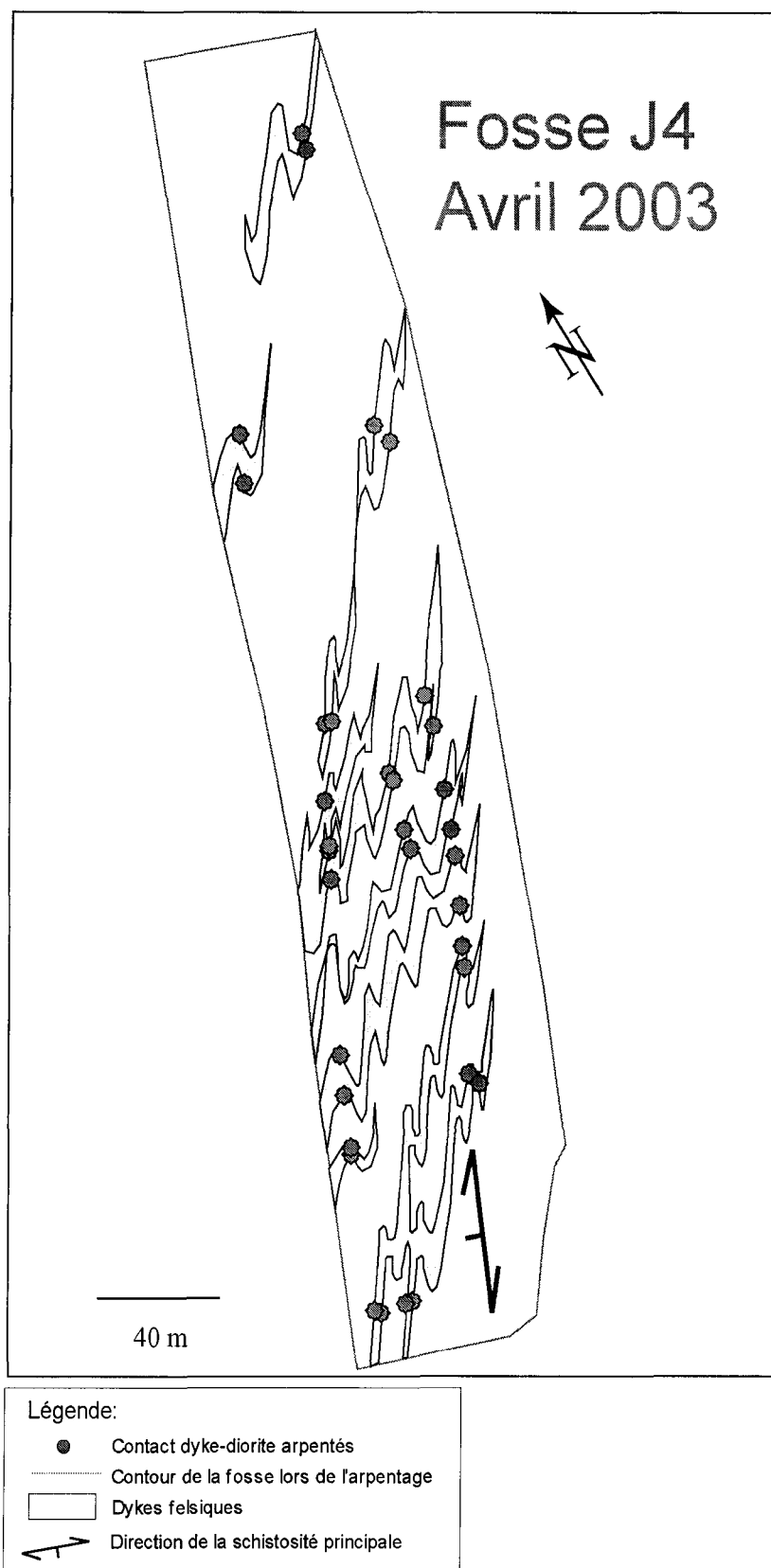


Fig. 55. Dykes felsiques interprétés à partir de contacts arpentés au début de l'exploitation de la fosse (Niveau 5370)

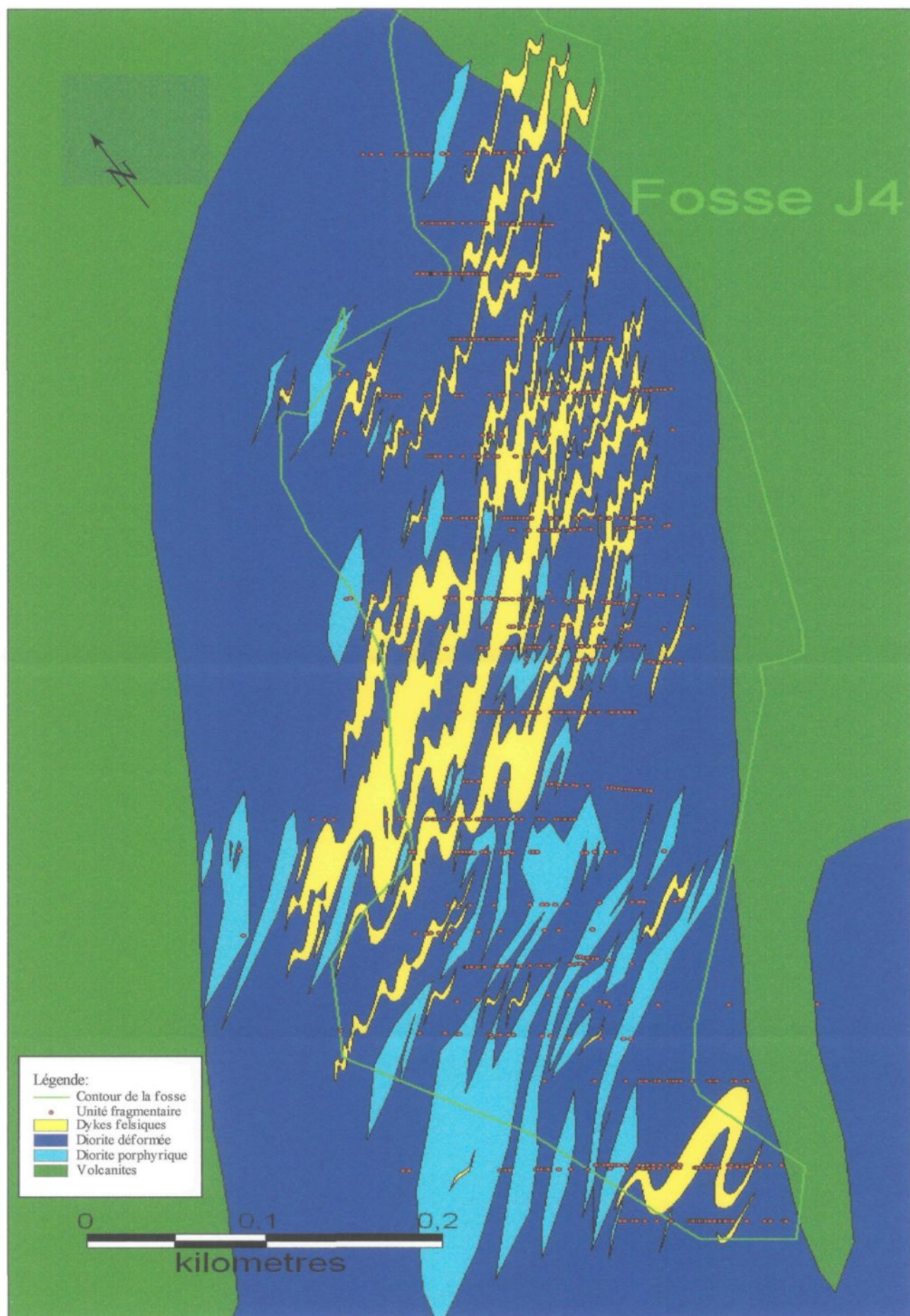


Fig. 56. Interprétation géologique de la fosse J4

Chapitre 5

Intégration des données lithogéochimiques de la mine Troilus

Une campagne de lithogéochimie a été réalisée en août 2003 sur le site de la mine Troilus dans le but de compléter les analyses antérieures et de couvrir tout le territoire de Troilus. Lors de cette campagne, 241 échantillons ont été sélectionnés dans diverses carottes de forage entreposées à Chapais et à Troilus. Les échantillons ont été analysés par GeoLabs en Ontario. Les éléments majeurs ainsi que 15 éléments traces ont été analysés par fluorescence-X. Les résultats se retrouvent en annexes.

Afin d'obtenir des résultats plus significatifs, une série de résultats d'analyses antérieurs ont été utilisés pour le traitement des données. Ces analyses se retrouvent principalement dans la fosse J4 et 87 et font partie d'une campagne de lithogéochimie réalisée en 1998 par le département d'exploration. En tout, 81 analyses ont été ajoutées en plus des 241 analyses faites en 2003.

5.1. Étude lithogéochimique

5.1.1. Distribution des oxydes dans la propriété de Troilus

Plusieurs mailles par interpolation ont été réalisées afin de définir les zones enrichies en Fe, Mg, Na, K et perte au feu (Figs. 57 à 61). L'utilisation de la méthode des voisins naturels a été préférée pour l'élaboration des mailles.

Les principales zones enrichies en fer sont situées à l'est des deux fosses de Troilus. Ces deux secteurs présentent des rapports $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ variant entre 2,5 et 6.

Le reste des deux fosses est moins riche en fer. Le rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ ne dépasse pas 1,5%. Deux autres secteurs, situés à l'extérieur des deux fosses, présentent des teneurs en Fe importante : au centre-est du pluton dioritique et au sud-est.

Le comportement des alcalins ($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$) (fig. 58) diffère quelque peu de celui du potassium dans les deux fosses. Les secteurs riches en alcalins de la fosse J4 se situent au sud-ouest et ceux de la fosse 87 sont davantage dans la partie nord-ouest.

La distribution du K_2O (fig. 59) est plutôt hétérogène dans le pluton de diorite. Tout d'abord, la fosse J4 est entièrement riche en potassium. Les teneurs oscillent entre 1,5 et 4% de K_2O . Quant à la fosse 87, la distribution du K_2O est plus irrégulière. Les fortes teneurs de K_2O (entre 1,5 et 4%) se restreignent à la partie est de la fosse et au nord-ouest. Une bande nette riche en K_2O délimite le périmètre est de la fosse et tourne vers le nord-ouest pour s'arrêter au centre-ouest. À l'extérieur des deux fosses, il y a deux zones riches en K_2O : une bande diagonale descendant du nord-ouest au sud-est au centre du pluton dioritique et une zone davantage régulière située au sud-ouest de ce dernier.

En ce qui concerne la perte au feu, ces teneurs sont généralement assez faibles: très peu d'échantillons en présentent plus de 2%. Le métamorphisme amphibolitique peut avoir modifié les concentrations initiales. Néanmoins, 4 secteurs présentent des teneurs en volatiles plus élevées : au nord et à l'est de la fosse J4, au centre et au nord de la fosse 87, au centre de la diorite et au sud de celle-ci. Ces zones accompagnent les secteurs bréchifiés.

Enfin, l'indice d'Ishikawa a été calculé afin de situer les sites où l'altération est maximale. La formule de cet indice est la suivante :

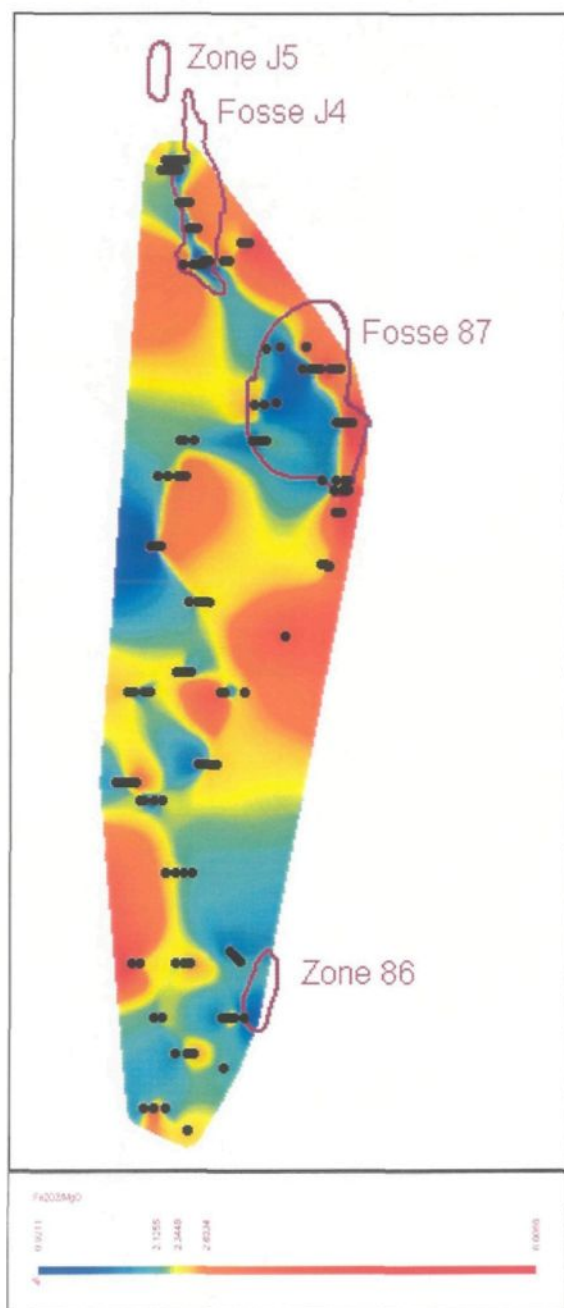


Fig. 57. Maille du $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{MgO}$ (méthode des voisins naturels)

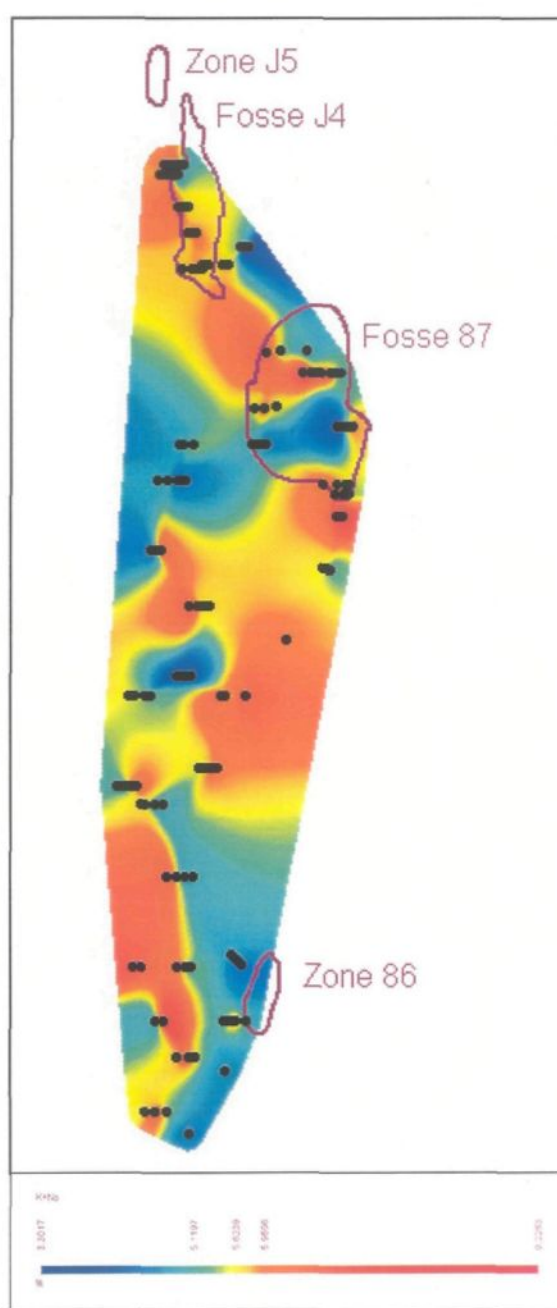


Fig. 58. Maille de la distribution des alcalins ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) (méthode des voisins naturels)

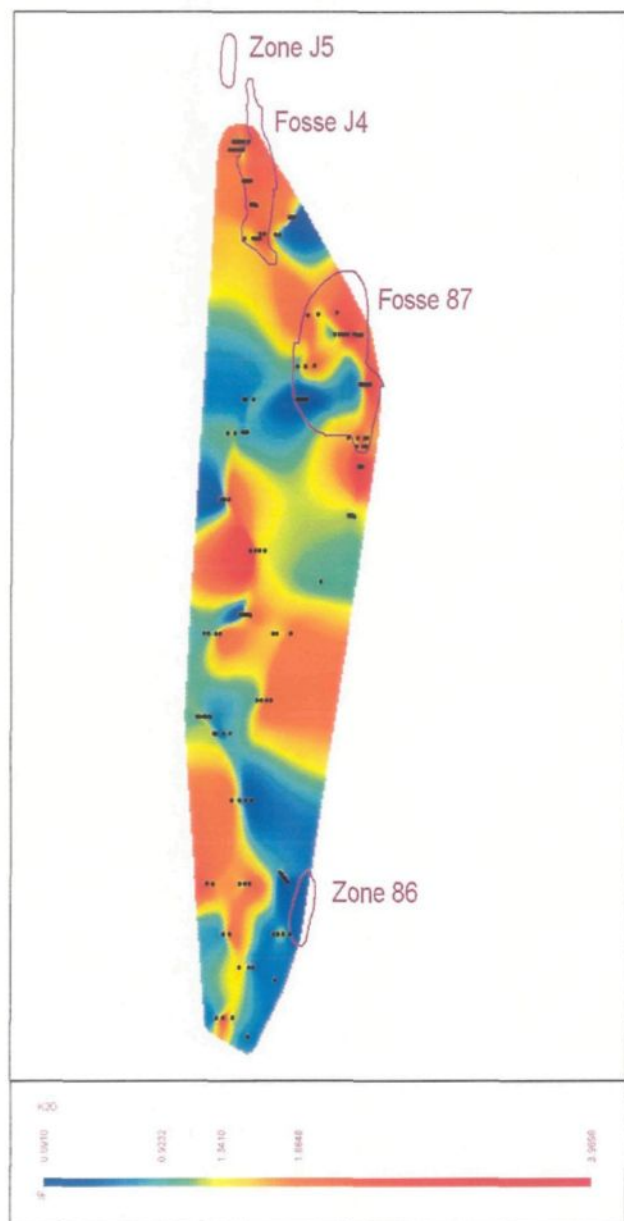


Fig. 59. Maille de la distribution du K_2O (méthode des voisins naturels)

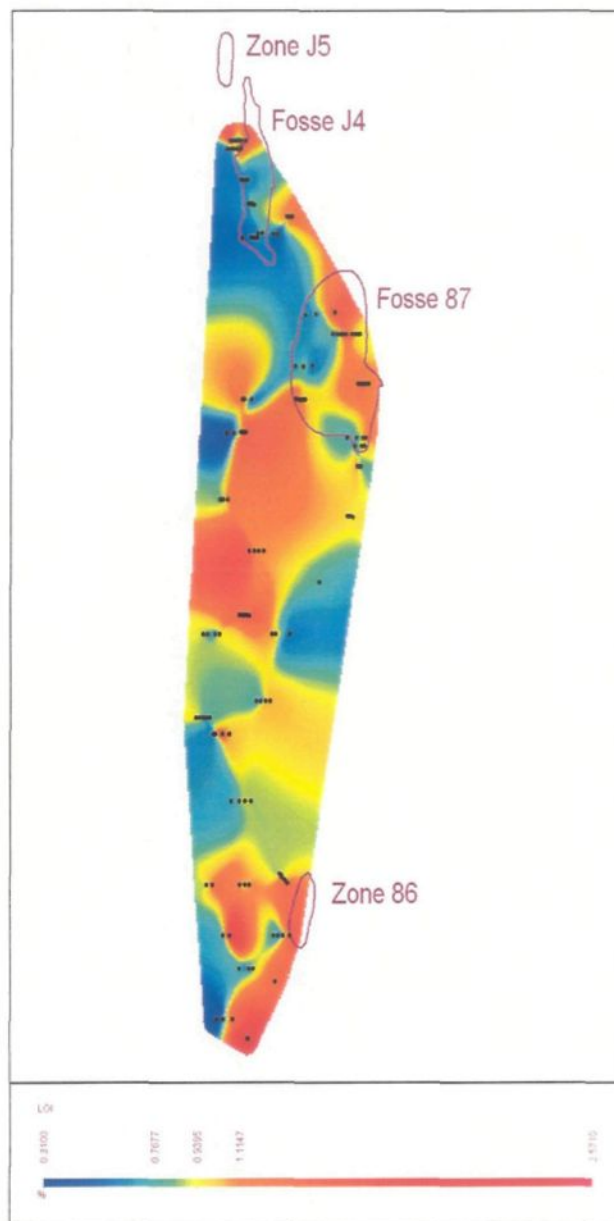


Fig. 60. Maille de la distribution de la perte au feu (méthode des voisins naturels)

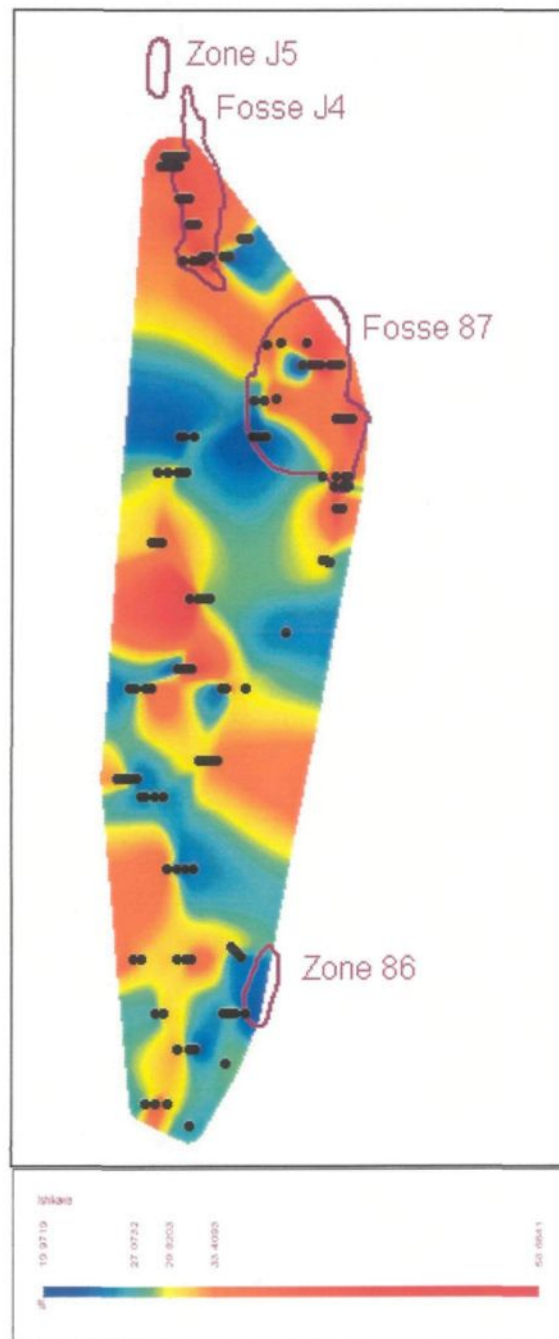


Fig. 61. Maille de l'Indice d'Ishikawa
(méthode des voisins naturels)

$$\text{Indice d'Ishikawa} = ((\text{MgO} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO})) * 100$$

Les zones intéressantes correspondent aux zones où l'indice excède 50%, c'est-à-dire là où l'altération est la plus prononcée. Toutefois, sur la propriété de Troilus, ces zones sont peu nombreuses. Elles sont plutôt ponctuelles et les fosses J4 et 87 représentent deux de ces zones. Les autres secteurs où l'indice d'Ishikawa est significatif sont situés au centre du pluton dioritique et forment la même bande diagonale qui traverse le pluton du nord-ouest au sud-est que celles des teneurs riches en K_2O ainsi que le secteur dans la partie sud-ouest du pluton.

Toutes ces mailles sont efficaces pour représenter la distribution d'un oxyde mais elles ne tiennent pas compte des différentes lithologies qui présentent, à l'origine, diverses compositions géochimiques. Dans la section sur les bilans de masse, seul l'ajout et la perte d'un oxyde pour chaque échantillon analysé est considéré afin de discerner les zones réelles d'apport ou de lessivage d'éléments majeurs mobiles.

5.1.2. Changement de masse

Le calcul du changement de masse a été fait pour les éléments majeurs avec la méthode des précurseurs multiples selon la méthode de Barrett et MacClean, 1994. Elle a été effectuée sur 187 échantillons provenant uniquement de la diorite de Troilus. Un profil de fractionnement est obtenu à partir des échantillons les moins altérés possibles. Cette sélection a été faite en tenant compte du contenu en potassium ($\text{K}_2\text{O} < 1,5\%$) et en volatils ($\text{PAF} < 0,8 \%$) et 20 échantillons ont répondu à ces critères localisés un peu partout dans le secteur de Troilus (Fig. 62). Le profil a été conçu en fonction des valeurs en Al_2O_3 et Zr étant donné que ces éléments sont considérés comme les moins

mobiles. En annexe, les calculs de changements de masse obtenus pour tous les oxydes de chaque échantillon sont montrés.

La maille du changement de masse du K_2O présente des résultats similaires à la distribution du K_2O (Fig. 63). Les gains en K_2O dans la fosse J4, dans la fosse 87, au centre du pluton dioritique ainsi qu'au sud-ouest de celui-ci sont significatifs. Dans certains de ces secteurs, les gains frôlent 3% d'apport. La totalité de la fosse J4 montre des apports en potassium. Ce n'est pas tout à fait le cas pour la fosse 87 qui présente davantage d'irrégularités. Sa partie sud-ouest montre un déficit considérable en potassium. Les secteurs au centre de la diorite, toujours sous la forme d'une bande diagonale, et au sud-ouest présentent des gains en potassium similaires à ceux des deux fosses variant entre 1 et 3%.

Contrairement au potassium, le changement de masse du Na_2O est généralement très subtil pour l'ensemble des échantillons (Fig. 64). De petits secteurs très ponctuels montrent des apports davantage significatifs en sodium (entre 0,5 et 1,6%). Ces secteurs correspondent à des zones de lessivage de K_2O . Les deux fosses et les deux secteurs enrichis en K_2O présentent une légère perte en Na_2O qui peut dépasser quelque peu les 2%. Il n'y a pas de changement de masse significatif pour le reste du pluton dioritique.

La maille du changement de masse du Fe_2O_3 montre des fluctuations significatives de gains et de pertes de fer (Fig. 65). Certaines zones présentent des gains dépassant 7% alors d'autres zones montrent des pertes de 4,5%. La fosse J4 est un secteur de gain de fer sur toute sa superficie. Cette caractéristique n'est pas observée dans la fosse 87 où les gains de fer ne se situent que dans la partie est de la fosse ainsi que dans la zone 87 sud. L'autre moitié est un secteur où il y a eu lessivage du fer. Le



Fig. 62. Échantillons répondant aux critères pour la conception du profil de fractionnement

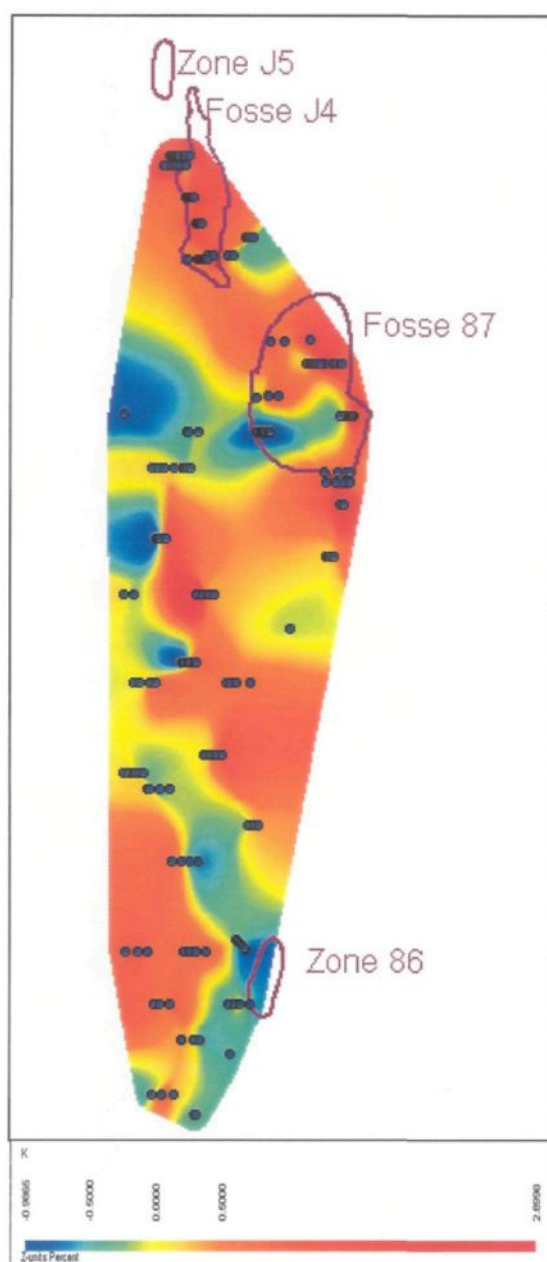


Fig. 63. Maille du changement de masse du K_2O (méthode des voisins naturels)

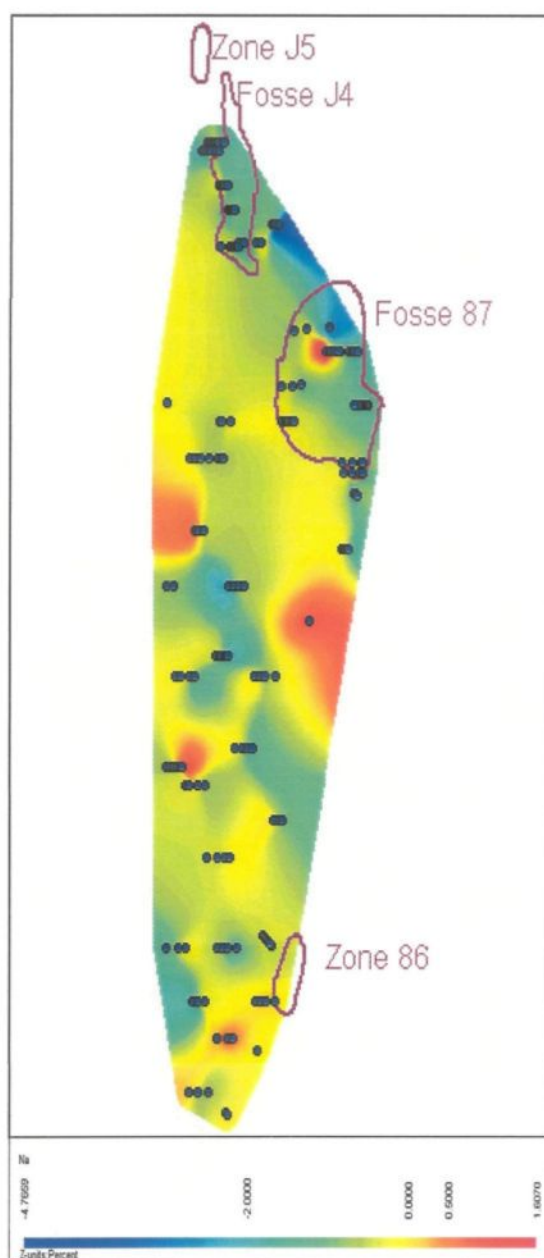


Fig. 64. Maille du changement de masse du Na_2O (méthode des voisins naturels)

sud du pluton dioritique montre un apport en fer considérable. D'autres secteurs moins importants en terme de superficie et éparpillés dans le pluton ont un gain en fer. La partie est du pluton est une importante zone de lessivage du fer. Le changement de masse du MgO est très similaire à celui du fer avec les mêmes zones de gains et de lessivage (Fig. 66). La seule différence est que les zones de gains du magnésium sont davantage étendues. De plus, les résultats du calcul du changement de masse du magnésium montrent des gains et des pertes significatives qui peuvent varier entre - 2,5% et 14,8%.

En ce qui concerne le calcium, les résultats rappellent ceux du Fe et du Mg avec toutefois certaines différences. La fosse J4 ne présente pas de variation en CaO importante (Fig. 67). Par contre, la partie sud-ouest de la fosse 87, là où le potassium a été lessivé, correspond à une zone d'apport en calcium qui s'étend plus loin vers l'ouest. De forts gains en calcium sont observés au sud du pluton dioritique. Cette zone montre des gains importants en Mg aussi. Il y a aussi des petits secteurs de gains de Ca qui correspondent à ceux du Fe et du Mg au centre de la diorite. Enfin, le secteur de lessivage du fer et du magnésium à l'est du pluton montre aussi un lessivage en calcium. La figure 68 montre les graphiques des changements de masse de tous les oxydes pertinents en fonction du changement de masse de la silice. Les échantillons ont été regroupés selon leur localisation : dans la fosse J4, dans la fosse 87 et à l'extérieur de ces deux fosses. Ces graphiques permettent de tirer les grandes lignes de ces calculs de changement de masse. Les fosses J4 et 87 ont généralement un apport plus important en silice, en fer, en potassium et en magnésium. Ces deux derniers présentent des apports encore plus importants dans la fosse J4 que 87. Par contre, les deux fosses présentent davantage de déficit en CaO et en Na₂O que le reste de la diorite.

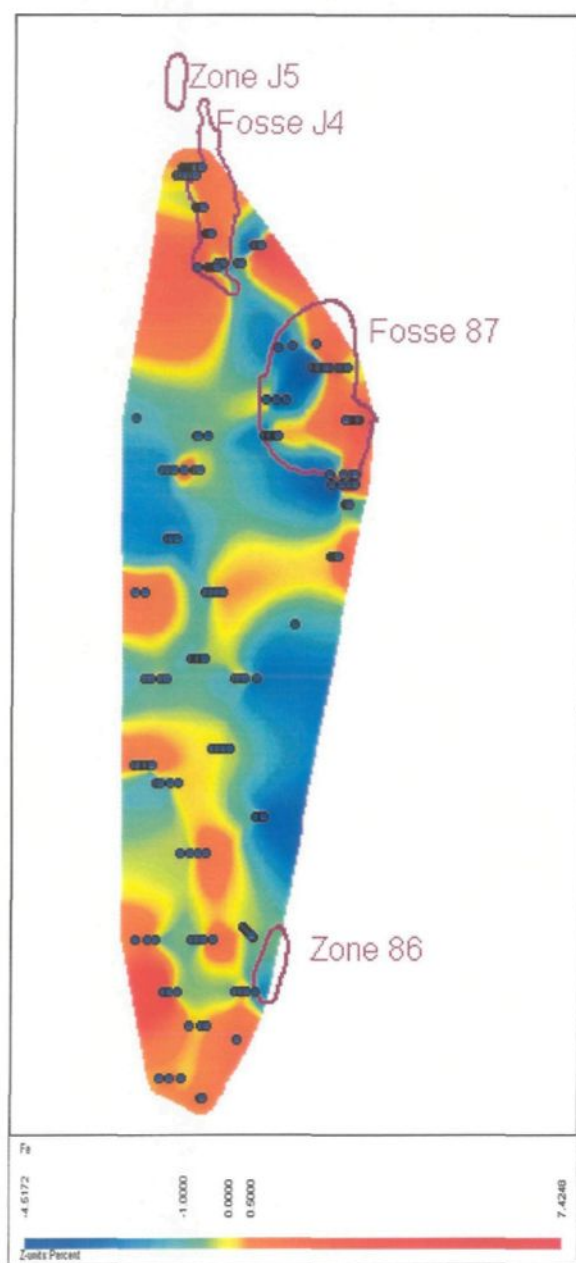


Fig. 65. Maille du changement de masse du Fe_2O_3 (méthode des voisins naturels)

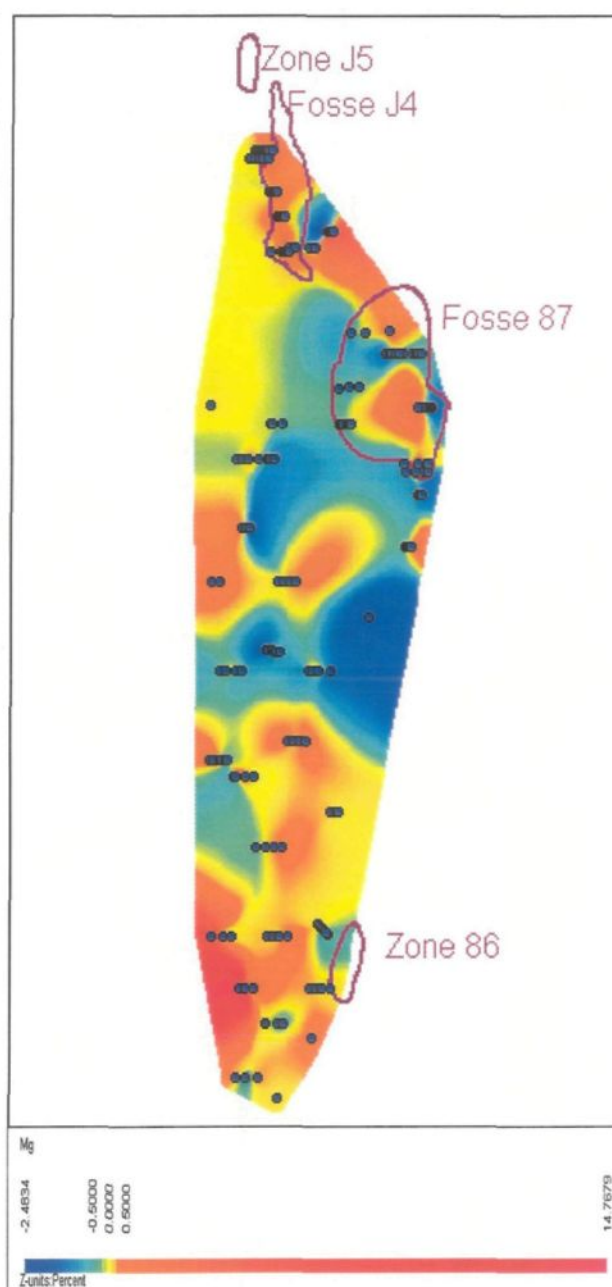


Fig. 66. Maille du changement de masse du MgO (méthode des voisins naturels)

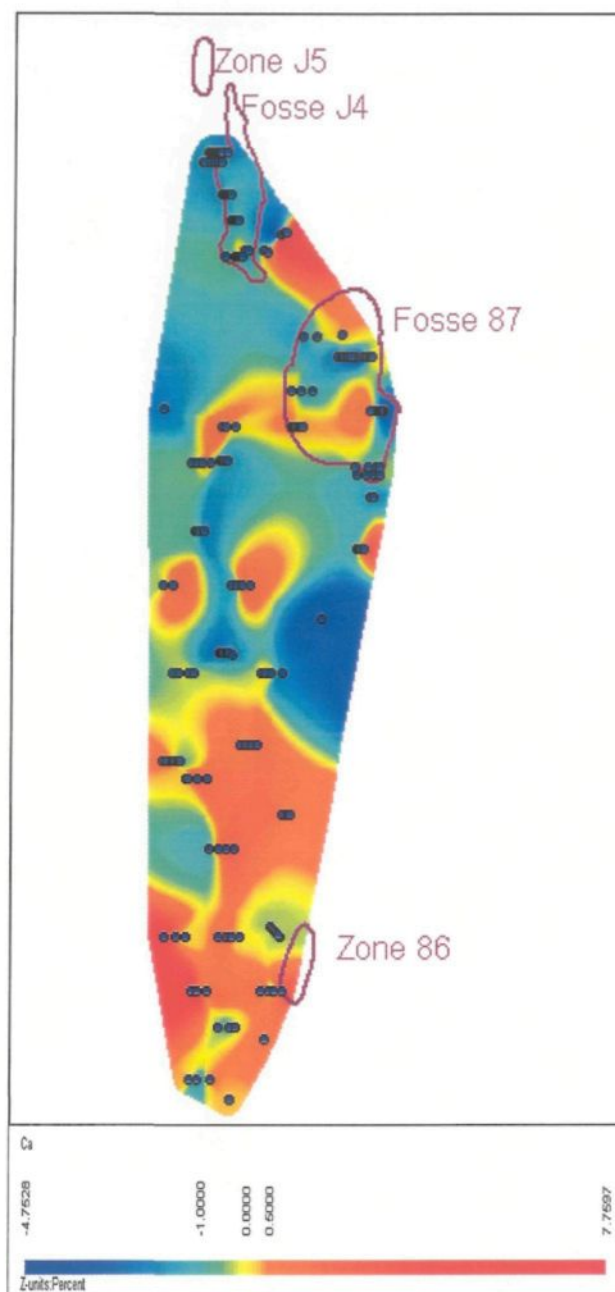


Fig. 67. Maille du changement de masse du CaO (méthode des voisins naturels)

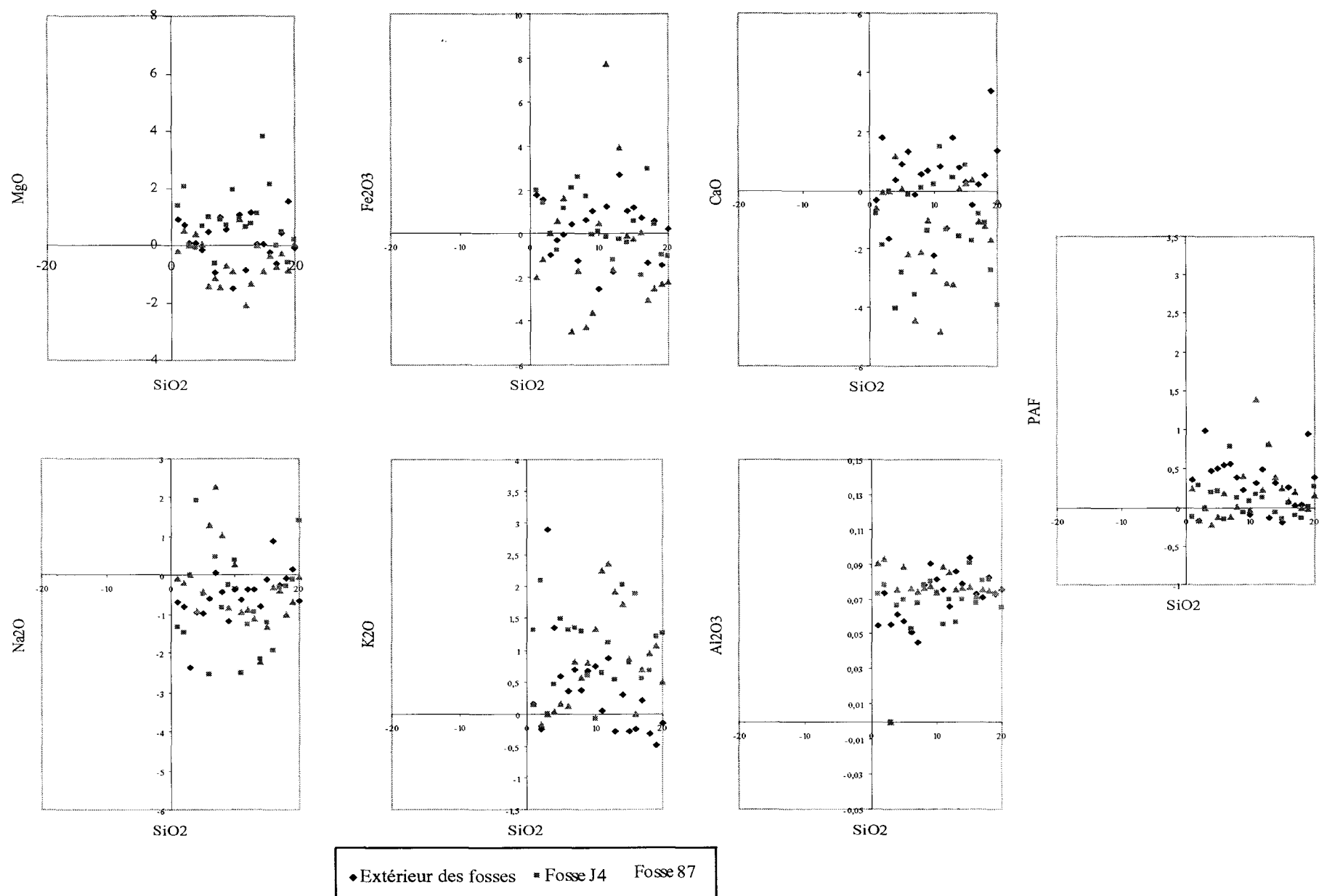


Fig. 68. Graphiques des changements de masse des différents oxydes en fonction de SiO_2

5.1.3. Analyse prédictive

L'analyse prédictive est un outil disponible dans le logiciel « Vertical Mapper », ajout au logiciel « MapInfo » qui constitue une méthode de classification basée sur le principe des réseaux neuronaux. Cet outil examine des critères de données multiples et, par la suite, localise d'autres secteurs qui présentent des caractéristiques similaires. Pour ce faire, il est nécessaire de créer une table d'enseignement ou « teaching table ». Cette table correspond à des polygones créés aux régions utilisées comme des « régions échantillons ». Il est préférable de créer deux classes dans cette table. Par exemple, les fosses J4 et 87 correspondent aux régions où les critères géochimiques sont favorables alors que d'autres secteurs ailleurs que dans les fosses correspondent à des régions où les critères sont défavorables. Il s'agit donc de donner une recette favorable à la mise en place de minéralisation et une seconde défavorable et le logiciel identifie tous les secteurs qui présentent les mêmes caractéristiques que les deux classes.

La figure 69 présente les secteurs de la propriété de Troilus qui répondent aux mêmes critères géochimiques que les fosses J4 et 87, c'est-à-dire les mêmes caractéristiques au niveau des bilans de masse, de la distribution des oxydes et des indices d'altération. Les secteurs potentiels pour la minéralisation identifiés les suivants :

- Fosse 87 sud
- Centre ouest et est du pluton dioritique
- Sud-ouest du pluton dioritique

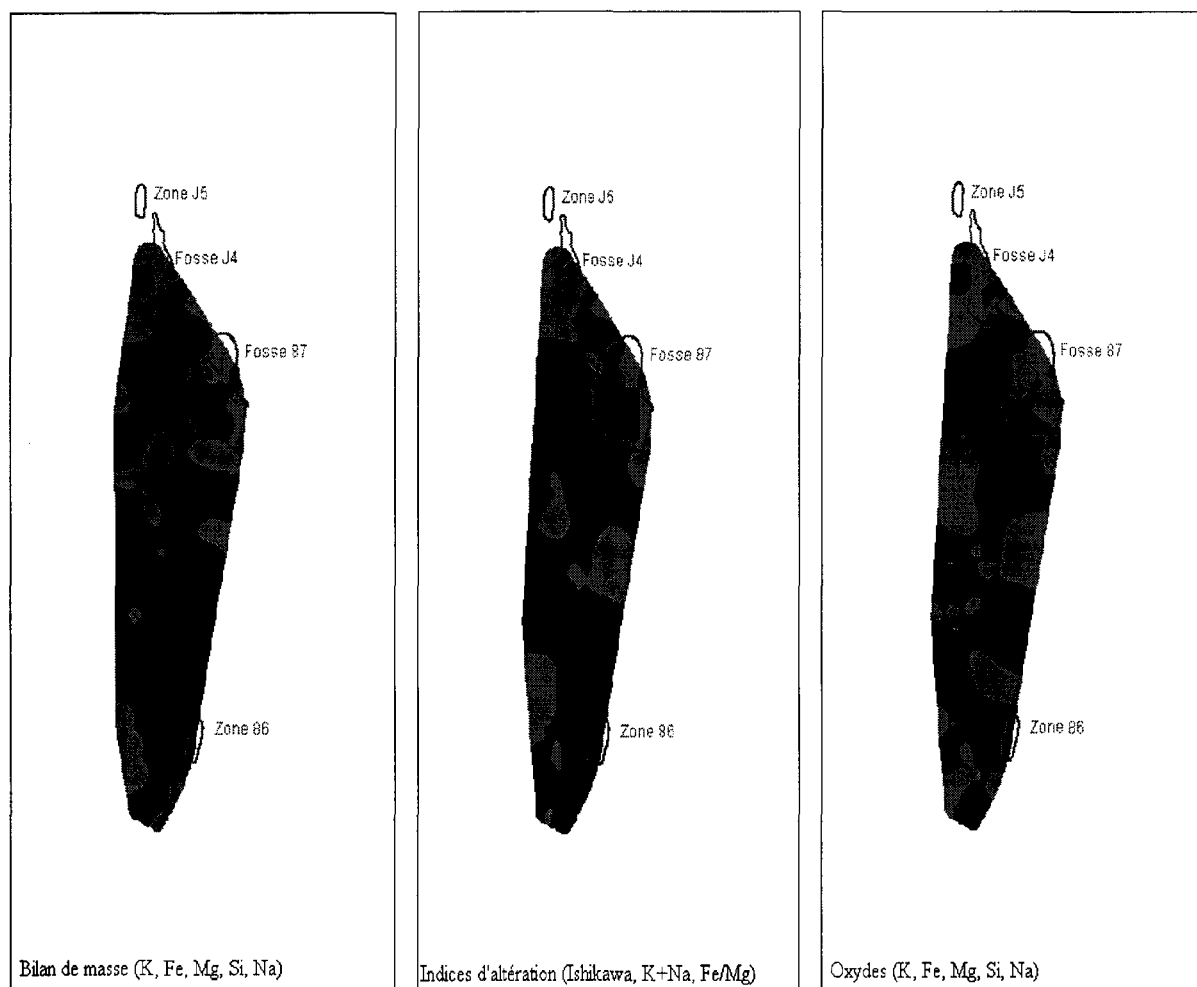


Fig. 69. Secteurs potentiels qui présentent les mêmes caractéristiques géochimiques que les deux fosses à Troilus

5.1.4. Altération

Des cartes d'isocontours ont été réalisées avec le bilan de masse de ces oxydes, ainsi, il est possible de délimiter les zones où il y a eu altération. La figure 70 montre les zones où il y a eu ajout de CaO, de MgO, de Fe₂O₃ et de K₂O. Ces zones ne représentent pas systématiquement les zones d'altération mais peuvent aider à la délimitation éventuelle de celles-ci. Les isocontours du CaO, de MgO et de Fe₂O₃ se ressemblent considérablement. Il y a une zone d'ajout de CaO seule à l'ouest de la fosse 87 qui coïncide avec la présence marquée d'épidote à cet endroit associée avec des zones de brèche in situ et tardive. Entre les deux fosses, il y a aussi d'importants gains de Fe₂O₃, de MgO et de CaO ainsi qu'au sud-ouest de la diorite. Quant au K₂O, la fosse J4 semble davantage touchée par un ajout de K₂O que la fosse 87. Le centre de la diorite présente aussi un fort bilan de masse positif en potassium qu'il serait intéressant d'investiguer.

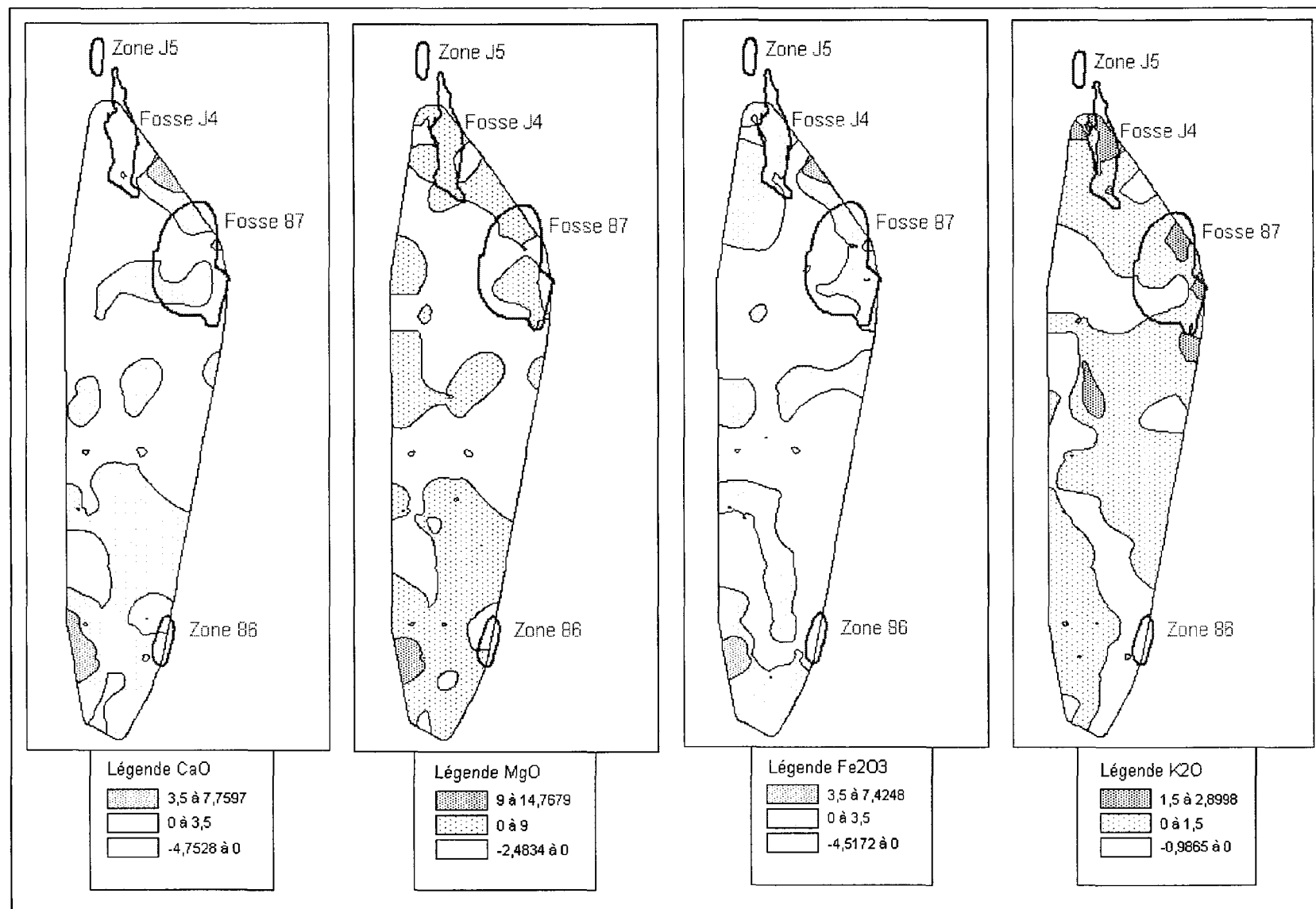


Fig. 70. Zones d'altération résultant d'isocontours de bilan de masse

Chapitre 6

Interprétation et discussion

Les différentes étapes du projet ont permis d'amasser des données principalement lithologiques, géochimiques et structurales. Ces données vont maintenant être mises en relation afin d'émettre certaines hypothèses.

6.1. Mise en place et origine des lithologies de la fosse J4

Les principales unités lithologiques présentes dans la fosse J4 la diorite, comprenant le faciès massif et bréchique ainsi que l'essaim de dykes felsiques porphyriques le tout encaissé dans les roches volcaniques du Groupe de Troilus. Le graphique de Zr vs Y suggère que ces deux unités font partie d'une même suite magmatique d'affinité calco-alkaline. Les nombreuses enclaves et les contacts observés entre au moins deux diorites de granulométries et de textures différentes suggèrent une intrusion multiphasée avec au moins trois pulsations de magmas. La première intrusion porphyrique présente des phénocristaux de plagioclase grossiers (1 à 5 mm de diamètre). Cette première intrusion est recoupée par la seconde qui est appelée « microdiorite » car les phénocristaux ont un diamètre égal ou inférieur à 1 mm. Dans les deux cas, la matrice présente une granulométrie très fine et complètement recristallisée. Les échantillons de diorite de la fosse J4 montrent une évolution de la composition et se situent dans les champs andésitiques à dacitiques suggérant la présence d'une diorite et d'une granodiorite. Les intrusions porphyriques polyphasées sont communes et l'emplacement des pulsations plus tardives se fait généralement dans la zone axiale des porphyres préexistant (Sillitoe, 1997). À Troilus, l'intensité de la

déformation complique l'identification de plusieurs unités de textures et de compositions différentes qui pourraient représenter plusieurs événements intrusifs.

La présence de dykes felsiques avec des joints colonnaires dans la fosse 87 implique un phénomène de refroidissement rapide en bordure de ces dykes et suggère une faible profondeur de mise en place ne dépassant pas les 3 km (Mueller et Donaldson, 1992).

6.2. Brèche de la fosse J4

L'unité de brèche est présente en grande quantité dans la fosse J4 et semble présenter plusieurs faciès. Toutefois, le niveau élevé de déformation rend presque impossible la détermination de sa nature et de son origine. Magnan (1993) propose une brèche synchrone avec la fin de l'époque volcanique dans un niveau crustal moins profond que celui lors de l'événement de déformation et de métamorphisme. Il observe aussi une relation spatiale entre les dykes felsiques porphyriques et la brèche, association qui a également été observée dans la fosse J4. Sillitoe (1985) rapporte des exemples de petites intrusions felsiques qui sont associées au processus de bréchification. Cette bréchification est, dans certains cas, une extension de la partie supérieure d'un pluton et affecte les roches du toit de ce dernier. Dans cette extension, de petits volumes d'intrusions porphyriques spatialement et génétiquement liés au processus de bréchification se mettent en place sous la forme de dykes. Ce phénomène implique que le magma soit plastique durant la bréchification.

6.3. Dykes felsiques et leur relation avec la minéralisation

Les intrusions dioritiques et l'unité bréchique sont recoupées par les dykes felsiques porphyriques de composition rhyolitique qui résultent de la dernière pulsation magmatique. Ces dykes ont donné un âge synvolcanique (2792 ± 6 Ma) (Pilote et al., 1997). Ils présentent aussi un motif primaire anastomosé. La concentration de dykes felsiques dans la fosse J4 est élevée. Ils sont plus nombreux et plus étroits comparativement aux dykes felsiques de la fosse 87. Un même dyke se sépare en plusieurs dykes secondaires dans la fosse J4. Les différents paramètres étudiés par Gudmundsson (1984) pour la mise en place des dykes dans un environnement volcanique expliquent la discontinuité apparente des dykes en surface. En profondeur, les dykes sont moins nombreux et plus larges alors qu'en surface, ils sont abondants et ramifiés. Cette géométrie se présente en surface et reflète la diminution de pression du magma à mesure qu'il s'élève dans la croûte. Ces relations peuvent suggérer que la fosse J4 était située à un niveau plus superficiel que la fosse 87.

Les dykes de J4 sont plus pauvres en éléments incompatibles par rapport aux dykes de la fosse 87, ceci en dépit du fait qu'ils sont plus felsiques. Cet appauvrissement peut s'expliquer de trois façons. La première possibilité implique un processus de fractionnement hétérogène dans une vaste chambre magmatique (Hildreth, 1981). La deuxième explication plausible est celle de la cristallisation de phases accessoires comme le titanite ou l'apatite en réaction à une saturation de SiO₂ dans la chambre magmatique (>62%) et qui absorbent les éléments incompatibles (Scheepers et Smit, 1995). La troisième est reliée à l'altération hydrothermale qui peut produire une silicification des dykes amenant la dilution des éléments incompatibles.

La distribution de la minéralisation montre une corrélation avec la présence de dykes felsiques dans la fosse J4. Bien que l'orientation générale de l'enveloppe

minéralisée soit parallèle à la schistosité principale, dans le détail, une orientation secondaire se définit plutôt parallèle à celle des dykes felsiques. Cela suggère que la mise en place de ces dykes et de la minéralisation puisse être synchrone. Ces dykes, fortement altérés en quartz-séricite, pourraient être interprétés comme des conduits lors de l'ascension des fluides minéralisés comme proposé à la Mine Géant Dormant par Gaboury et Daigneault (1999).

6.4. La zonalité métallique

La minéralisation Au-Cu de la fosse J4 est principalement contenue dans la diorite. Les dykes et l'unité bréchique présentent des teneurs plus variables. La minéralisation se présente avec une zonalité métallique. Une enveloppe aurifère est reconnue au centre et à l'est au nord de la fosse sous la forme de bandes continues et minces alors qu'une enveloppe cuprifère se concentre au centre et continue vers l'ouest en bandes plus larges. L'enveloppe en cuivre qui se continue vers l'ouest de la fosse est associée à de gros dykes felsiques plus épais. Les teneurs élevées en cuivre se retrouvent de chaque côté de ces dykes. La diorite, plus mafique que les dykes felsiques, est plus favorable à la précipitation de chalcopryrite. Le Cu précipite dans les roches plus mafiques qui contiennent davantage de fer et qui sont considérées comme étant plus réactives (Jones, 1992). L'enveloppe minéralisée en Au est plutôt associée aux dykes felsiques plus minces et plus ramifiés. Le Cu y est moins important mais se distribue toujours de chaque côté de ces minces dykes et l'or se retrouve à l'intérieur de ceux-ci ainsi qu'en bordure.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer la zonalité métallique. La première est la redistribution de l'or suite à des baisses de température et à la superposition de fluide

de refroidissement comme ceux qui génère l'altération phyllique (Kesler et al., 2002). L'or est alors remobilisé et précipite dans des parties adjacentes de la croûte alors que le Cu n'est pas affecté. Cette hypothèse pourrait expliquer pourquoi certains dykes sont minéralisés alors que d'autres sont stériles étant donné que l'altération phyllique est locale. Une deuxième explication concerne davantage les conditions de pression, de température et d'oxydation. Jones (1992) explique que l'or, contrairement aux métaux de base comme le Cu, le Zn et le Pb, précipitera suite à un refroidissement du fluide hydrothermal ou à un changement de conditions de pH ou d'oxydo-réduction. Ces variations de conditions déstabilisent le complexe bisulfures et conduisent à la précipitation de l'Au.

6.5. Veinules

6.5.1. Association entre les veinules et les dykes

Les trois familles de veinules observées dans la fosse J4 sont recoupées par la schistosité principale. Les veinules de la famille 1 n'ont pas été observées dans les dykes felsiques. Les veinules 2 quant à elles, ont rarement été observées dans ces derniers. Au contact diorite-dyke, les veinules 2 recoupent les dykes et sont entraînées parallèlement à leurs bordures. Ces observations suggèrent que les veinules de type 1 sont antérieures aux dykes felsiques puisqu'elles sont pratiquement absentes dans les dykes alors que les veinules 2 sont synchrones ou postérieures à ces dykes.

6.5.2. Association entre les veinules et la minéralisation

Les secteurs qui présentent de fortes densités de veinules correspondent aux deux enveloppes minéralisées, Cu et Au-Cu. Les veinules 2 sont plus particulièrement impliquées dans cette association puisqu'elles contiennent de la chalcopyrite.

6.6. Zones d'altération

À la fosse J4, la diorite est plus altérée que celle à la fosse 87. Trois types d'altération ont été observés dans la fosse J4 : potassique, séricitique (ou phyllique) et propylitique. Les graphiques ternaires démontrent que l'altération potassique prime dans la fosse J4. Le centre de la fosse, là où l'altération potassique est fortement développée, est marqué par un gain net de Si, de K et de Mg. Le Ca, le Fe et le Na n'ont pas été significativement affecté par l'altération potassique. L'altération potassique se traduit par un remplacement des plagioclases par de la séricite et un remplacement de la hornblende par de la biotite magnésienne hydrothermale qui contient des aiguilles de rutile développées communément dans les clivages. La biotite, retrouvée sous forme d'agrégats lenticulaires, est accompagnée de magnétite et de titanite. Les veinules de type 1 et 2 sont associées à cette zone d'altération.

La zone de l'altération propylitique ne présente pas de gain ou de perte significative d'éléments majeurs. Ce type d'altération se manifeste dans un secteur plus étendu que l'altération potassique. Les cristaux d'épidote omniprésents dans la matrice de la diorite ainsi que le remplacement, parfois total, des phénocristaux de plagioclase en épidote et en carbonate sont les principales caractéristiques minéralogiques de cette zone d'altération. Les cristaux sub-idiomorphe d'épidote recoupent les agrégats lenticulaires de biotite. Cette relation suggère que cette altération soit postérieure à l'altération potassique. Étant donné cette superposition, des gains de silice, de K et de

Mg sont constatés dans cette zone mais ils sont toutefois plus subtils. Il y a aussi un gain en Fe qui explique une biotite davantage ferrière. Le Ca démontre très peu de variations de masse dans l'altération propylitique. Cela provient du fait que le calcium contenu dans les plagioclases constitue une des composantes principales des cristaux d'épidote qui les remplacent. Les veinules 3 d'épidote-carbonates sont associées à l'altération propylitique et recoupent les agrégats lenticulaires de biotite dans le secteur potassique. Ces observations appuient l'hypothèse de la superposition de l'altération propylitique sur l'altération potassique.

La zone d'altération phyllique se traduit par des pertes de masse de Fe, Mg, Ca et de Na alors qu'il y a des gains importants de Si et de K. Elle est confinée dans les dykes felsiques où les cristaux de plagioclase sont totalement remplacés par de la séricite qui prennent la forme d'agrégats lenticulaires. L'altération phyllique affecte les diorites voisines aux dykes où des cristaux sub-idiomorphes de muscovite recoupent les agrégats lenticulaires de biotite. Ce recoupement laisse croire que l'altération phyllique serait tardive par rapport à l'altération potassique.

6.7. Association entre l'altération potassique et la minéralisation

L'altération potassique est interprétée comme précoce dans le système hydrothermal étant donné le recoupement des cristaux d'épidote et de séricite sur les agrégats de biotite. Elle est particulièrement dominante dans la diorite puisqu'elle recouvre la presque totalité de la superficie de la fosse J4 et est associée à la minéralisation aurifère. Les zones très riches en Au sont pourvues d'une paragenèse assez simple : quartz, plagioclase, biotite, magnétite, pyrite, chalcopryrite, pyrrhotite avec traces de titanite, épidote, chlorite (altération de biotite). Les types de veinules 1

et 2 y sont observés aussi. La minéralisation en Au et en cuivre associée principalement avec la chalcopryrite, la pyrite et la pyrrhotite s'est mise en place avec cette altération précoce. Les ombres de pression en bordure des sulfures, les veinules de sulfures plissées et les textures d'intercroissance et de remplacement des silicates sont des observations qui témoignent d'une minéralisation antérieure ou précoce dans le processus de déformation.

6.8. Déformation et métamorphisme

La diorite de la fosse J4 est plus déformée que celle observée dans la fosse 87. Les textures porphyriques avec de gros phénocristaux sont moins communes et les textures mylonitiques avec des agrégats lenticulaires de biotite et/ou de hornblende sont omniprésentes. Les agrégats lenticulaires peuvent s'expliquer par un processus de déformation dans lequel les minéraux phyllosilicates comme la biotite sont plus vulnérables à la déformation et initie le cisaillement (Johnson et al., 2004).

La localisation des échantillons moins déformés permet de cibler certains secteurs moins affectés par la déformation. Les échantillons prélevés dans les secteurs plus déformés présentent des textures mylonitiques témoignant de la déformation intense. Cette zone de déformation présente un motif anastomosé avec des corridors mylonitiques entre lesquels se retrouvent des blocs lenticulaires moins déformés et ceux dont les phénocristaux ont été mieux conservés. Ce genre de motif explique aussi les variations d'attitude de la schistosité principale : entre 157° à 207° pour la direction et 57° à 85° pour le pendage.

L'épaisseur des dykes de la fosse J4 est très variable et pourrait en partie être expliqué par le processus de déformation. La transposition dans la fosse J4 se traduit par du plissement très serré, voire isoclinal, avec un angle d'ouverture d'environ 10° à 30° et un déversement vers le SE. Le plan axial de ces plis est parallèle à la schistosité dominante dans la fosse J4. Dans certains cas, la transposition a engendré le démembrement des dykes et le boudinage. L'orientation de départ des dykes devrait être différente de celle de la schistosité afin d'expliquer la transposition.

La brèche de J4 a également été affectée par la déformation. Les lambeaux mafiques contenus dans la brèche représentent probablement la matrice de cette dernière. Leur comportement durant le processus de déformation et leurs formes qui en découlent donnent l'impression de présences de fragments mafiques dans la brèche.

Le contact entre les volcanites et la diorite ne peut être établi avec certitude. En fait, il est possible que la transposition fasse alterner des lits de roches volcaniques avec des bandes de diorite bréchifiée dans la partie est de la fosse J4.

Le métamorphisme dans le secteur de Troilus a été interprété comme étant amphibolitique par Magnan (1993). La biotite et la hornblende présentent des évidences d'équilibre avec des contacts et des bordures nets. La biotite hydrothermale reste stable dans un métamorphisme amphibolitique. La biotite et la hornblende sont altérés par de la chlorite rétrograde.

6.9. Comparaison de deux modèles

6.9.1. Le modèle orogénique

Les caractéristiques d'un modèle orogénique sont synthétisées par Eilu et Groves (2001). D'abord, le type d'encaissant est très variable pour un gisement orogénique.

De plus, le métamorphisme et donc, la profondeur de mise en place de la minéralisation, varie entre schiste vert inférieur et granulitique inférieur. Ce type de gisement nécessite un contrôle structural dominant. Dans la fosse J4, une zone de déformation importante a été interprétée avec un motif anastomosé. Cette zone de déformation représente un évènement 1 de déformation. La déformation est ductile et coïncide avec le pic du métamorphisme. L'enveloppe minéralisée est alignée en partie dans la fabrique principale. Cette association est très bien perceptible avec les mailles de la distribution de la minéralisation et l'interprétation des dykes felsiques établis précédemment.

La minéralisation reliée aux gisements orogéniques est la plupart du temps contenue dans des veines de quartz qui sont habituellement très continues et étendues dans le système. Les veines de quartz dans la fosse J4 sont assez rares. Celles qui existent sont boudinées, recoupées par la schistosité et déformées. Les plus grosses veines atteignent 15 cm d'épaisseur. Eilu et Groves (2001) mentionnent que la minéralisation aurifère est plutôt tardive dans l'évènement de déformation dans les systèmes orogéniques. Il n'y a aucune évidence de recoupement de la schistosité par des veines ou de la minéralisation. Dans les gisements aurifères orogéniques, de fortes teneurs en Ag, B, Ba, As, CO₂, Rb, S, Si, Te et W accompagnent les teneurs en Au et les teneurs en Cu, Pb et Zn ne proviennent généralement que des teneurs primaires de la roche encaissante. Par contre, à Troilus, les teneurs en Cu sont suffisantes pour en faire l'exploitation et il constitue une seconde constituante économique pour la mine.

Les zones d'altération mentionnées par Eilu et Groves (2001) pour un faciès métamorphique sont une zone proximale calc-silicatée et une zone distale à biotite, sans zone intermédiaire. Il y a très peu de carbonates dans la fosse J4 et la zone à biotite, très bien développée, est proximale par rapport à l'enveloppe minéralisée.

L'association entre l'or et les minéraux métamorphiques, soit la hornblende verte, est plutôt inverse : les roches riches en Hb sont pauvres en Au. Toutefois, le remplacement de la hornblende par de la biotite pourrait être en faveur de cette interprétation.

6.9.2 Le modèle porphyrique riche en or

Les gisements porphyriques riches en Au sont associés à des intrusions porphyriques de préférence multiphasées. Ce genre d'intrusion a un effet cumulatif sur le degré de minéralisation (Bogie, 1995). À Troilus, la diorite présente au moins deux faciès différents en regard des textures et de la granulométrie. De plus, les variations des compositions reflètent la possibilité de plusieurs intrusions passant de la diorite typique vers des dykes felsiques.

Les intrusions peu profondes et de forme verticale sont favorables pour le développement de minéralisation aurifère. La mise en place des intrusions porphyriques riches en Au se fait dans un environnement où les taux d'isostasie et d'érosion sont élevés (Bogie, 1995). La présence de joints colonnaires dans les dykes felsiques qui sont associés à la minéralisation implique des profondeurs superficielles variant entre de 0 à 3 km. Cette profondeur constitue la profondeur critique pour la présence d'eau dans la roche et l'eau provoque un refroidissement rapide qui génère les joints colonnaires (Budkewitsch et Robin, 1994).

L'accumulation d'un liquide riche en volatils et en Au dans le toit de la chambre magmatique explique la mise en place d'une intrusion porphyrique (Bogie, 1995). La texture porphyrique est expliquée par la diminution de la pression qui accompagne l'élévation de l'apophyse dans la croûte. Les phénocristaux de plagioclases se développent à ce moment et un processus de « seconde ébullition » conduit à la

formation d'un mélange de deux phases (vapeur et fluide aurifère hypersalin). Ce mélange pourrait représenter l'altération potassique qui est fortement développée dans la fosse J4.

Les faibles teneurs en Mo du gisement de Troilus ne correspondent toutefois pas avec le modèle porphyrique habituel. Ce déficit peut être expliqué par la profondeur de mise en place de la chambre magmatique. Un gisement porphyrique riche en Au peut se retrouver à la même profondeur qu'un gisement porphyrique de Cu-Mo pauvre en Au. La différence entre les deux provient de la profondeur de la chambre magmatique. Les fortes concentrations en molybdène sont favorisées par l'exsolution de volatils qui proviennent d'une chambre magmatique plus profonde (Candela et Holland, 1986). La dominance de la biotite sur l'orthoclase ainsi que le développement de magnétite sont le résultat d'une solution oxydée, saline et plus acide (Bogie, 1995).

La minéralisation dans un système porphyrique peut être sous forme de stockworks, associés à des veines et veinules ou encore disséminée. Dans les cas de Troilus, la minéralisation aurifère et cuprifère est principalement disséminée et orientée dans la schistosité dominante issue de la déformation majeure. Cet alignement de l'enveloppe minéralisée avec la schistosité principale pourrait refléter la réorientation des sulfures lors de la déformation et du métamorphisme. D'une façon moins importante, la minéralisation est aussi associée aux veinules de la famille 2 de quartz et sulfures qui sont plus nombreuses dans l'enveloppe minéralisée.

Les brèches associées aux gisements porphyriques peuvent être magmatique ou hydrothermale (Sillitoe, 1985) et peuvent être fortement minéralisée, minéralisée, très peu minéralisée ou stérile (Sillitoe, 1993). La brèche de la fosse J4 est minéralisée autant que la diorite, parfois même davantage. Elle présente aussi une altération

potassique. La forme de la brèche est difficilement caractérisable dans la fosse J4 étant donnée l'intensité de la déformation. Par contre, au sud de la fosse 87, la brèche est peu déformée et présente une forme irrégulière verticale qui rappelle un dyke ou une « brèche de cheminée ». L'irrégularité de la brèche dans J4 suggère le même processus de bréchification que dans la fosse 87. L'origine de la bréchification pourrait provenir du relâchement de fluide hydrothermal-magmatique lors du refroidissement de l'intrusion. La libération des fluides lors de la « seconde ébullition » suivie de la décompression des fluides est une hypothèse efficace pour expliquer la grande variété de brèches dans un système porphyrique (Burnham, 1985). La nature minéralisée de la brèche à Troilus place cet événement antérieur ou simultané à la minéralisation aurifère et à l'altération potassique.

Les systèmes porphyriques riches en Au présentent généralement une zonalité assez bien définie de l'altération à l'intérieur et à l'extérieur du porphyre. Tout d'abord, une zone potassique précoce et plus profonde est représentée par un apport en potassium et en silice (Sillitoe, 1993). Cette zone peut contenir de la biotite, des feldspaths potassiques pour les roches plus alcalines ou des amphiboles riches en magnésium plus fréquents dans les roches dioritiques. La forme de l'altération correspond à des remplacements des minéraux primaires ou encore à la formation de veinules de quartz, biotite, feldspaths potassiques et/ou amphiboles. Il peut y avoir de la magnétite hydrothermale qui survient dans un événement synchrone ou tardif par rapport aux sulfures de fer et de cuivre. La pyrrhotite peut aussi accompagner la chalcopryrite dans cette altération. La zone potassique de la fosse J4 répond très bien à ce critère. Cette zone ne présente pas de feldspaths potassiques mais beaucoup de biotite, de hornblende, de magnétite, de pyrrhotite, de chalcopryrite et de pyrite. Les veinules de la famille 2

sont aussi fortement présentes (veinules de quartz \pm hornblende \pm biotite \pm sulfures). L'association minéralisation Au-Cu et zone potassique est expliquée par Phillips (1973) et reprise par Bogie (1995). Après une première chute de pression de la chambre magmatique, les volatiles forment un mélange de deux phases : vapeur et fluide hypersalin aurifère. L'expansion de la vapeur conduit à l'hydrofracturation et à sa projection vers la surface. La réaction entre la roche hôte et le fluide hypersalin résulte en une altération potassique et la chute de pression et de température ainsi que le changement chimique de la solution due aux réactions avec la roche hôte produit la précipitation de l'or.

Une zone d'altération propylitique entoure les zones potassiques dans les porphyres. Elle est caractérisée par la présence de chlorite, épidote, calcite et, localement, albite. La pyrite est associée à cette zone d'altération. La chlorite se développe au détriment de la biotite. À Troilus, la proportion d'épidote augmente en s'éloignant de la zone potassique. La chlorite observée altère la biotite et est expliquée par un métamorphisme rétrograde. La famille de veinules 3 constituée d'épidote, carbonate et/ou chlorite provient de cette altération.

Une altération argillique intermédiaire et avancée sont caractéristiques des gisements porphyriques riches en Au plus récent. Ce type d'altération est plus près de la surface. Le gisement de Troilus est Archéen et ce type d'altération, s'il s'est développé, est fort probablement érodé. Enfin, l'altération séricitique est observée dans certains gisements porphyriques. Les zones d'altération séricitiques plus localisée et peuvent être contrôlées structuralement. Elles sont plus fréquentes et se superposent à l'altération potassique. La pyrite, disséminée ou en veinule, est souvent le seul sulfure contenu dans cette altération. Il est possible d'y trouver de la minéralisation. Le fait

que les dykes présentent des teneurs en Au et en Cu souvent inférieures à celles de la diorite pourrait expliqué par la superposition de l'altération séricitique sur l'altération potassique qui peut causer une réduction de la teneur en or (Akçay et Gündüz, 2004). Ce type d'altération tardive et qualifiée de basse température par Kesler et al. (2002) peut conduire au relâchement de plus de 75% de l'or contenu dans les sulfures de Fe-Cu. Gammons et Williams-Jones (1997) ont suggéré aussi que l'or est remobilisé d'un dépôt porphyrique contrairement au Cu par le refroidissement et la superposition de l'altération phyllique. Les dykes felsiques de la fosse J4 fortement séricitisés pourraient très bien représenter cette zone d'altération. Ils contiennent principalement de la pyrite comme sulfures et leurs teneurs en Au et en Cu sont très hétérogènes.

6.10. Chronologie des évènements

La chronologie des évènements est illustrée à la figure 71. Le recoupement des dykes felsiques sur la diorite ainsi que sur l'unité bréchique place ces intrusions porphyriques tardives dans l'histoire magmatique. Les veinules de la famille 2 auxquelles est associée une minéralisation surtout cuprifère sont synchrones et postérieures aux dykes et impliquent une minéralisation cuprifère synchrone à la bréchification et à la mise en place des dykes. L'association spatiale des dykes felsiques et de l'enveloppe aurifère suggère une minéralisation aurifère plus tardive qui succède la bréchification et la mise en place de veinules. Cette minéralisation de type disséminée a emprunté les couloirs de dykes felsiques qui ont servi de conduits et s'est installée en bordure des dykes dans la porosité de la diorite ainsi que dans les veinules de la famille 2. Cela suggère que l'altération séricitique soit synchrone à la minéralisation en Au.

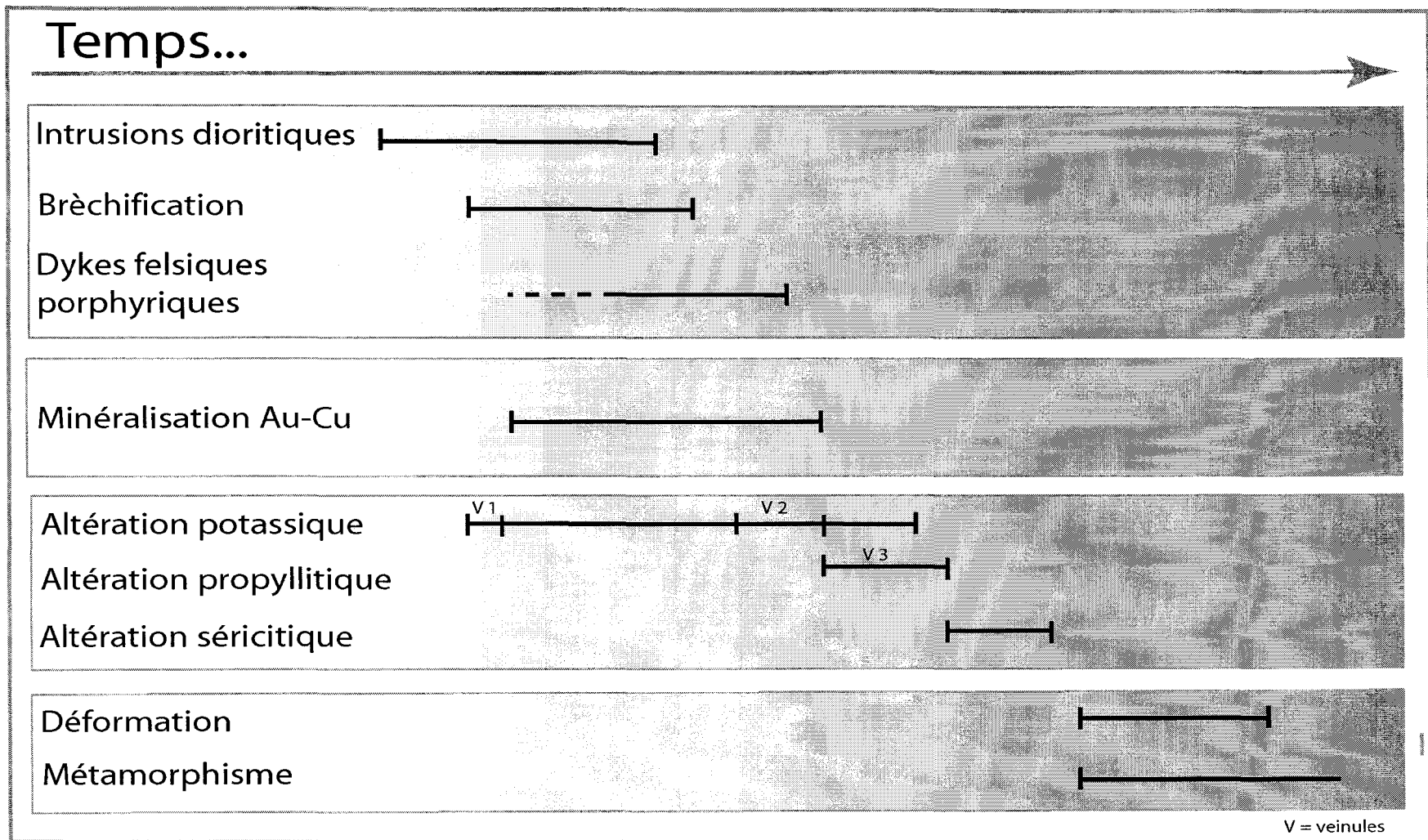


Fig. 71. Chronologie des évènements entourant le processus de minéralisation du gisement de la mine Troilus

L'altération potassique a débuté avec la bréchification et s'est poursuivi avec la mise en place des dykes felsiques et justifie l'association entre la biotite et la minéralisation. La zone potassique et la minéralisation ont, par la suite, été superposées par l'altération propylitique qui a altéré les plagioclases en pistachite et qui a enrichie les biotites en Fe. À ce type de minéralisation est associé les veinules d'épidote-carbonate-quartz de la famille 3 et à laquelle aucun évènement de minéralisation n'est associée. Enfin, un dernier évènement hydrothermal a relâchement des fluides via les dykes felsiques qui sont à l'origine de l'altération séricitique.

La déformation qui a suivie est simultanée au métamorphisme régional et vient transposer les roches de la fosse J4 qui, étant donné son degré d'altération, sera favorable à la déformation. Le corridor de déformation intense ainsi formé transposera l'enveloppe minéralisée et les dykes et donnera l'impression que ces derniers sont parallèles à la schistosité alors qu'au départ, ils étaient sécants d'environ 35°. Cette déformation peut remobiliser localement les sulfures et l'or.

La figure 72 illustre le modèle de mise en place de la minéralisation à la fosse J4 de la mine Troilus qui a été établie suite aux observations et aux interprétations faites lors de cette étude.

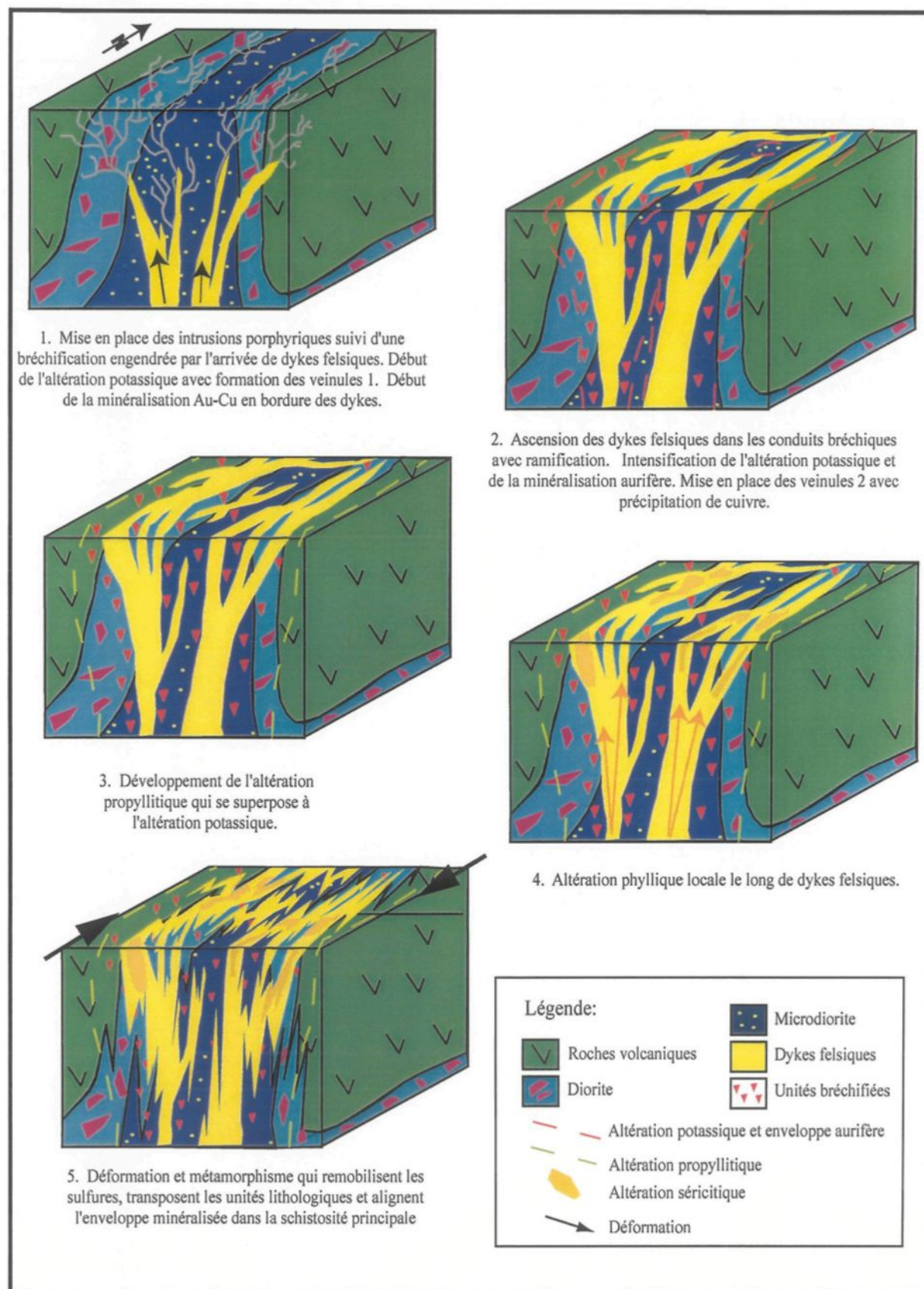


Fig. 72. Modèle de mise en place de la minéralisation du gisement de la fosse J4 à la mine Troilus

6.11. Guides d'exploration et d'exploitation

Les différents guides d'exploration proposés sont basés d'abord sur l'étude faite à Troilus avec la campagne de géochimie 2003. L'outil d'analyse prédictive (logiciel « Vertical Mapper ») basé sur une méthode dérivée des réseaux neuronaux a permis de cibler des zones présentant les mêmes caractéristiques géochimiques que les deux fosses. Les secteurs avec une altération potassique considérable, c'est-à-dire ceux qui présentent un gain significatif en potassium et en silice sont des secteurs intéressants pour l'exploration. La zone 87 sud ressort dans cette étude et confirme l'efficacité de cette analyse. Les autres zones qui ressortent sont situées dans l'intrusion dioritique, plus précisément au centre ouest, centre est et au sud-ouest de celle-ci.

Une campagne de forage intensive permettrait de détecter la présence éventuelle de dykes felsiques qui, selon cette étude, présente une association spatiale avec la minéralisation aurifère. Ces dykes sont orientés à 68°. Les dykes qui sont plus épais présentent des teneurs en Cu élevées et les essaims de dykes plus minces et plus nombreux sont associés à une minéralisation aurifère principalement. Ils sont associés spatialement à des zones de brèche qui ont précédé la mise en place des dykes felsiques. Les corridors de déformation intense orientés à 33 degrés ont eu un impact de réorientation dans la direction de la schistosité de la minéralisation. Les essaims de dykes felsiques sont donc un critère prépondérant et ceux affectés par des zones de cisaillement sont encore plus favorables pour des minéralisations concentrées. Pour ce qui est de la minéralisation cuprifère, elle semble être, en partie, associée aux veinules de la famille 2. L'abondance de veinules pourrait indiquer une minéralisation plus riche en Cu.

Conclusion

Les principaux aspects observés tout au long de cette étude concernent la pétrographie des unités géologiques de la fosse J4, la géochimie de ces roches, la minéralogie ainsi que les structures telles que les veines, les veinules et les fabriques. Les observations et le traitement de données permettent d'établir des relations chronologiques et d'émettre certaines hypothèses sur les caractéristiques du système hydrothermal de Troilus.

Les conclusions tirées de cette étude sont les suivantes :

- Quatre différentes lithologies sont observées dans la fosse J4: diorite porphyrique massive et bréchique, microdiorite, dykes felsiques porphyriques et dykes mafiques.
- Les dykes felsiques présentent une distribution et une géométrie particulière: les dykes sont épais et peu nombreux vers l'ouest et ils sont plus minces et plus abondants à l'est de la fosse.
- Les dykes de la fosse J4 sont différents de ceux de la fosse 87 au point de vue géochimiques : ils se distinguent par des teneurs en éléments incompatibles plus faibles malgré leur fort pourcentage de SiO₂.

- La distribution de la minéralisation Au-Cu montre clairement une association avec les dykes felsiques. Le Cu longe les bordures des dykes plus épais et l'or se retrouve à l'intérieur et autour des dykes plus minces.
- Trois familles de veinules ont été identifiées : 1) veinules de quartz, 2) veinules de quartz+sulfures \pm biotite \pm hornblende et 3) veinules d'épidote+carbonates \pm chlorite. Seules les veinules de la famille 2 sont associées à la minéralisation cuprifère.
- L'altération potassique est dominante dans la fosse J4 et fortement associée à la minéralisation Au-Cu. Elle est superposée par l'altération propylitique et, enfin, par l'altération phyllique qui se restreint aux dykes felsiques.
- La déformation a grandement affecté le secteur de la fosse J4. Les dykes ont été transposés et la minéralisation, localement remobilisée et concentrée dans un couloir parallèle à la schistosité principale.
- Un modèle porphyrique riche en Au est privilégié à partir de l'ensemble de ces observations.

Références bibliographiques

- Akçay, M. and Gündüz, Ö., 2004. Porphyry Cu-Au mineralization associated with a multi-phase intrusion, and related replacement fronts in limestones in an island arc setting near the Gümüşhane village (Artvin) in the eastern Black Sea Province (Turkey). *Chemie Der Erde*, v. 64, p. 359-383.
- Bakke, A.A., 1995. The Fort Knox "porphyry" gold deposit- structurally controlled stockwork and shear quartz veins, sulphide poor mineralization hosted by a Late Cretaceous pluton, east-central Alaska. *Porphyry Deposits of the Northwestern Cordillera of North America*. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum. Special Volume 46, pp.795-810.
- Barr, D.A., Fox, P.E., Northcote, K.E. and Preto, V.A., 1976. The alkaline suite porphyry deposits- A summary. *Porphyry Deposits of the Canadian Cordillera*. Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Special Volume 15, pp.359-367.
- Barrett, T.J. and Mclean, W.H., 1994. Gisements de sulfures massifs de la région de Rouyn-Noranda. *Ministère des ressources naturelles*, 93-01, 115 p.
- Bogie, I., 1995, Geological controls on the formation of gold rich porphyry-type deposits: *Proceedings of the 1995 PACRIM congress Exploring the rim*, v. 9/95, p. 59-63.
- Bohlke, J., 1982, Orogenic (metamorphic-hosted) gold-quartz veins: Characteristics of mineral deposit occurrences, p. 70-76.
- Boily, B., 1998. Le gisement Cu-Au de Troilus. *Géologie et métallogénie du district minier de Chapais-Chibougamau ; une nouvelle vision du potentiel de découverte*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, DV-98-03, p. 137-146.
- Boily, M. and Dion, C., 2002, Geochemistry of boninite-type volcanic rocks in the Frotet-Evans greenstone belt, Opatica Subprovince, Quebec implications for the evolution of Archean greenstone belts: Evolution of the Archean Abitibi greenstone belt and adjacent terranes insights from geochronology, geochemistry, structure and facies analysis, v. 115, p. 349-371.
- Budkewitsch, P. and Robin, P.-Y., 1994. Modelling the evolution of columnar joints. *Journal of volcanology and Geothermal Research*, Vol. 59, pp.219-239.
- Burnham, C., 1985, Energy release in subvolcanic environments implications for breccia formation: A special issue devoted to breccia-hosted ores, v. 80, p. 1515-1522.
- Butt, C., 1988, Gold mobility in the weathering environment: The second international conference on Prospecting in arid terrain excursion guidebook, Boddington and Eastern goldfields, Western Australia, v. 18, p. 2-5.

- Candela, P.A. and Holland, H.D., 1986, A mass transfer model for copper and molybdenum in magmatic hydrothermal systems the origin of porphyry-type ore deposits: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 81, p. 1-19.
- Carles, P., 2000. Constraints on the Genesis of the Archen Troilus Gold-copper Deposit, Quebec. MSc thesis, McGill University, 100 pp.
- Clark, G.H., 1990. Panguna copper-gold deposit. *Geology of the Mineral Deposits of Australia and Papua New Guinea*, vol. 2, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Monograph 14, pp. 1807-1816.
- Cline, J.S. and Bodnar, R.J., 1991. Genesis of porphyry copper deposits: the behaviour of water, chloride, and copper in crystallizing melts. In: Pierce, F.W. and Bolm, J.G., *Porphyry copper deposits of the American Cordillera*. Arizona Geological Society Digest, v. 20, pp.69-82.
- Eilu, P. and Groves, D., 2001, Primary alteration and geochemical dispersion haloes of Archaean orogenic gold deposits in the Yilgarn Craton the pre-weathering scenario: *Geochemical exploration for gold and nickel in the Yilgarn Craton, Western Australia*, v. 1, p. 183-200.
- Finlow-Bates, T. and Stumpfl, E.F., 1981, The behaviour of so-called immobile elements in hydrothermally altered rocks associated with volcanogenic submarine-exhalative ore deposits: *Mineralium Deposita*, v. 16, p. 319-328.
- Fraser, R.J., 1993. The Lac Troilus gold-copper deposit, northwestern Quebec: a possible archaean porphyry system. *Economic Geology*, v. 88, p.1685-1699.
- Gaál, G. and Isohanni, M., 1979, Characteristics of igneous intrusions and various wall rocks in some Precambrian porphyry copper-molybdenum deposits in Pohjanmaa, Finland: A special issue devoted to mineral deposits in Fennoscandia, v. 74, p. 1198-1210.
- Gaboury, D. and Daigneault, R., 1999, Evolution from sea floor-related to sulfide-rich quartz vein-type gold mineralization during deep submarine volcanic construction the Geant Dormant gold mine, Archean Abitibi Belt, Canada: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 94, p. 3-22.
- Gammons, C.H. and Williams-Jones, A.E., 1997, Chemical mobility of gold in the porphyry-epithermal environment: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 92, p. 45-59.
- Garcia, J.S. Jr., 1991. *Geology and mineralization characteristics of the Mankayan mineral district, Benguet, Philippines. High-temperature Acid Fluids and Associated*

- Alteration and Mineralization, 3rd Symposium on Deep-crust Fluids, Tsukuba, Japan, Report 277, pp.21-30.
- Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G. and Groves, D.I., 1995. A classification scheme for epigenetic Archean lode-gold deposits. *Mineralium Deposita*, v. 30, p.408-410.
- Goodman, S., Williams-Jones, A.E. et Carles, P., 2000. The Troilus gold-copper deposit, Quebec: a summary of research findings 1998-2000. McGill University.
- Gosselin, C., 1996. Synthèse géologique de la région de Frotet-Troilus. Géologie et métallogénie du district minier de Chapais-Chibougamau ; une nouvelle vision du potentiel de découverte. Ministère des Ressources naturelles du Québec, DV-98-03, p. 63-70.
- Groves, D.I., 1993. The crustal continuum model for late-Archean lode-gold deposits of the Yilgarn Block, Western Australia, *Mineralium Deposita*, v. 28, pp.366-374.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G. et Robert, F., 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposits types. *Ore Geology Reviews*, v. 13, p.7-27.
- Groves, D.I., 2003, Gold deposits in metamorphic belts overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 98, p. 1-29.
- Gudmundsson, A., 1984, Tectonic aspects of dykes in northwestern Iceland: Joekull, p. 81-96.
- Guha, J. and Darling, R., 1972, Ore Mineralogy of the Louvem Copper Deposit, Val d'Or, Quebec: *Canadian Journal of Earth Sciences = Journal Canadien des Sciences de la Terre*, v. 9, p. 1596-1611.
- Hildreth, W., 1981, Gradients in silicic magma chambers implications for lithospheric magmatism: *Granites and rhyolites*, v. 86, p. 10153-10192.
- Johnson, S.E., Vernon, R.H., et Upton, P., 2004. Foliation development and progressive strain-rate partitioning in the crystallising carapace of a tonalite pluton: microstructural evidence and numerical modeling. *Journal of structural geology*, v. 26, p. 1845-1865.
- Jones, G.J., 1985. The Goonumbla porphyry copper deposits, New South Wales. *Economic Geology*, vol. 80, pp.591-613.
- Jones, B.K., 1992. Application of metal zoning to gold exploration in porphyry copper systems: *Journal of Geochemical Exploration*, v. 43, p. 127-155.

- Jugo, P.S., Candela, P.A., and Piccoli, P.M., 1999. Magmatic sulfides and Au:Cu ratios in porphyry deposits: an experimental study of copper and gold partitioning at 850 degrees C, 100 MPa in a haplogranitic melt-pyrrhotite-intermediate solid solution-gold metal assemblage, at gas saturation: *Granites: crustal evolution and associated mineralization*, v. 46, p. 573-589.
- Juliani, C., Rye, R.O., Nunes, C.M.D., Snee, L.W., Silva, R.H.C., Monteiro, L.V.S., Bettencourt, J.S., Neumann, R., and Neto, A.A., 2004. Paleoproterozoic high-sulfidation mineralization in the Tapajós gold Province, Amazonian Craton, Brazil: geology, mineralogy, alunite argon age, and stable-isotope constraints. *Chemical Geology*, In Press.
- Kesler, S.E., Chrysosoulis, S.L., and Simon, G., 2002. Gold in porphyry deposits: its abundance and fate: *Ore Geology Reviews*, v. 21, p. 103-124.
- Lang, J.R., 1996. Atlas of alteration: a field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals. A.J.B. Thompson and J.F.H. Thompson, p.32.
- Lipman, P., 1997, Subsidence of ash-flow calderas: relation to caldera size and magma-chamber geometry: *Bulletin of Volcanology*, v. 59, p. 198-218.
- Magnan, M., 1993. La zone 87 du gisement d'or et de cuivre du Lac Troilus : pétrographie et géochimie. Mémoire de MSc, Université du Québec à Chicoutimi, 164 pp.
- McMillan, W.J. and Panteleyev, A., 1987. Porphyry copper deposits. *Ore deposit models*, Geoscience Canada, v. 3, p.45-58.
- McMillan, W.J., Thompson, J.F.H., Hart, C.J.R. and Johnston, S.T., 1995. Regional geological and tectonic setting of porphyry deposits in British Columbia and Yukon Territory. *Porphyry deposits of the Northwestern Cordillera of North America*. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum. Special Volume 46, p.40-57.
- Mueller, W. and Donaldson, J.A., 1992. A felsic dyke swarm formed under the sea: the Archean Hunter Mine Group, south-central Abitibi Belt, Quebec, Canada. *Bulletin of Volcanology*, Vol. 54, pp. 602-610.
- Muntean, J.L. and Einaudi, M.T., 2000. Porphyry gold deposits of the Refugio District, Maricunga belt, Northern Chile. *Economic Geology*. Vol. 95, pp.1445-1472.
- Phillips, W.J., 1973. Mechanical effects of retrograde boiling and its probable importance in the formation of some porphyry ore deposits. *Inst of Min and Met Trans*, B82, p. 90-98.
- Pilote, P., Dion, C., Joannis, A., David, J., Machado, N., Kirkham, R., et Robert, F., 1997. Géochronologie des minéralisations d'affiliation magmatique de l'Abitibi, secteurs Chibougamau et de Troilus-Frotet: implications géotectoniques: Vers de nouvelles découvertes: séminaire d'information sur la recherche géologique, DV 97-03, p. 47.

- Poulsen, K.H., 1996. Lode-Gold. In: Eckstrand, O.R., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I. (Eds), *Geology of Canadian Mineral Deposit Types. The Geology of North America*, Geological Society of America, vol. P-1, pp.323-328.
- Robert, F. and Brown, A.C., 1986. Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma Mine, Abitibi greenstone belt, Quebec; Part I, Geologic relations and formation of the vein system. *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, v. 81, p.578-592.
- Roth, E., Primary mineralization at the Boddington gold mine, Western Australia an Archean porphyry Cu-Au-Mo deposit, p. 1991.
- Roth, E., 1990, Boddington and Black Flag anomalous Archean gold deposits: Gold deposits of the Archean Yilgarn Block, Western Australia nature, genesis and exploration guides, v. 20, p. 189-194.
- Rowin, S., 2000. Reduced porphyry copper-gold deposits; a new variation on an old theme. *Geology (Boulder)*, v. 28, p.491-494.
- Sawyer, E.W., and Benn, K., 1993, Structure of the high-grade Opatika Belt and adjacent low-grade Abitibi Subprovince, Canada an Archean mountain front: *Journal of Structural Geology*, v. 15, p. 1443-1458.
- Scheepers, R. and Smit, C.M., 1995. Fractionation of the rare earths in a suite of highly evolved metaluminous granitoids and felsic dykes from the western Cape Province, South Africa: *Journal of African Earth Sciences*, v. 21, p. 71-90.
- Sillitoe, R.H. and Gappe, I.M.Jr, 1984. Philippine porphyry copper deposits: Geologic setting and characteristics. United Nations ESCAP, CCOP Technical Publication 14, pp.89.
- Sillitoe, R.H., 1985. Ore-related breccias in volcanoplutonic arcs: *Economic Geology*, v. 80, pp.1467-1514.
- Sillitoe, R.H., 1991, Gold metallogeny of Chile an introduction: A special issue devoted to gold deposits in the Chilean Andes, v. 86, p. 1187-1205.
- Sillitoe, R.H., 1993. Gold-rich porphyry copper deposits: geological model and exploration implications: Mineral deposit modeling. Geological Association of Canada, Special Paper, 40. pp. 465-478.
- Sillitoe, R.H., 1997, Characteristics and controls of the largest porphyry copper-gold and epithermal gold deposits in the circum-Pacific region: *World-class ore deposits*, v. 44, p. 373-388.

- Simard, A., 1987. Stratigraphie et volcanisme dans la partie orientale de la bande volcano-sedimentaire archeenne Frotet-Evans, Quebec, DV 87-24, p. 48-49.
- Sinclair, W.D., 1982. Gold deposits of the Matachewan area, Ontario. *Geology of Canadian Gold Deposits: Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Special Volume 24*, pp. 83-93.
- Sutherland Brown, A., 1976. Morphology and classification: *Canadian Institute Mining Metallurgy, Special Volume 15*, pp. 44-51.
- Symons, P.M., Anderson, G., Beard, T.J., Hamilton, L.M., Reynolds, G.D., Robinson, J.M. and Staley, R.W., 1988. The Boddington gold deposit. *Bicentennial Gold 88, Melbourne Symposium 1988: Geological Society of Australia, Abstracts*, v. 22, p.56-61.
- Vila, T. and Sillitoe, R.H., 1991, Gold-rich porphyry systems in the Maricunga Belt, northern Chile: A special issue devoted to gold deposits in the Chilean Andes, v. 86, p. 1238-1260.
- White, N.C., and Hedenquist, J.W., 1990. Epithermal environments and styles of mineralization variations and their causes, and guidelines for exploration: Epithermal gold mineralization of the Circum-Pacific geology, geochemistry, origin and exploration II, v. 36, p. 445-474.
- White, N.C., Leake, M.J., MaCaughey, S.N., and Parris, B.W., 1995. Epithermal gold deposits of the Southwest Pacific: *Journal of Geochemical Exploration*, v. 54, p. 87-136.

Annexes...

Résultats pour le géochimie des échantillons de la fosse J4 dans le cadre du projet de maîtrise

No_trou	De	À	Unité	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	LOI	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2	TOTAL	Nb	Sr	Y	Zr
KN-541	20	23	Diorite	15,88	4,92	7,1	1,68	0,48	3,63	0,06	4,26	0,12	61,8	0,58	100,5	2	372	10	107
KN-541	73	75	Diorite	17,08	3,26	6,07	2,37	0,66	2,55	0,03	4,89	0,12	62,42	0,49	99,94	3	268	8	126
KN-541	123	125	Diorite	15,32	1,5	5,37	2,16	0,82	2,87	0,02	5,93	0,1	65,27	0,48	99,85	2	171	5	122
KN-541	148	150	Diorite	15,35	2,35	6,57	2,47	0,59	3,04	0,03	4,93	0,11	64,43	0,52	100,39	3	208	8	115
KN-541	180	183	Diorite	16,36	2,79	6,86	2,62	0,59	2,76	0,03	4,88	0,14	62,6	0,63	100,25	3	154	15	126
KN-541	210	213	Diorite	14,93	4,85	7,29	2,78	0,62	5,2	0,06	3,06	0,13	60,54	0,64	100,09	2	311	11	106
KN-541	228	230	Diorite	15,01	7,03	10,7	1,82	0,83	6,11	0,16	2,16	0,13	56,03	0,61	100,59	3	170	13	105
KN-541	243	245	Diorite	15,25	3,68	8,3	2,23	0,63	2,08	0,12	3,32	0,1	64,16	0,52	100,4	3	183	10	113
KN-530	184	186	Diorite	15,85	5,2	9,56	1,55	0,51	3,14	0,04	4,24	0,12	59,48	0,66	100,37	3	228	20	108
KN-530	201	204	Diorite	18,49	6,14	8,58	0,79	0,3	2,47	0,04	5,88	0,13	56,77	0,79	100,38	7	464	13	127
KN-530	24	26	Diorite	16,07	4,67	6,69	1,63	0,55	3,87	0,04	4,34	0,13	61,82	0,6	100,42	3	281	9	110
KN-530	41	44	Diorite	15,15	5,68	6,41	0,89	0,65	4,69	0,05	4,8	0,13	60,93	0,66	100,04	2	320	12	111
KN-530	49	51	Diorite	16,54	6,83	6,65	1,67	0,76	3,64	0,06	2,5	0,19	60,86	0,71	100,39	4	358	17	142
KN-530	76	79	Diorite	16,86	4,53	5,8	2,24	0,76	3,74	0,03	3,65	0,13	61,91	0,59	100,24	3	445	12	128
KN-530	96	99	Diorite	15,86	5,54	6,28	1,49	1,36	3,36	0,04	3,94	0,18	61,47	0,67	100,18	5	331	19	136
KN-530	104	106	Diorite	16,15	4,11	6,3	3,05	0,53	4,05	0,04	2,58	0,14	62,99	0,59	100,52	3	243	8	122
KN-530	129	131	Diorite	14,98	6,79	6,86	1,72	0,46	6,7	0,06	3,02	0,12	58,89	0,63	100,22	2	330	11	92
KN-530	164	166	Diorite	15,91	3,83	4,72	2,87	0,63	4,98	0,04	2,81	0,11	63,91	0,56	100,37	3	220	9	123
KN-540	21	24	Diorite	15,25	4,73	8,26	2,21	0,45	4,15	0,09	3,21	0,14	61,34	0,58	100,41	2	298	10	112
KN-540	48	51	Diorite	15,67	7,51	16,39	0,82	0,89	5,51	0,13	3,69	0,12	49,43	0,69	100,86	3	390	18	76
KN-540	78	81	Diorite	15,77	4,02	8,01	3,06	0,88	5,08	0,05	3,09	0,13	59,84	0,59	100,52	2	256	7	110
KN-540	105	108	Diorite	15,35	1,44	5,64	1,4	0,76	2,66	0,03	6,42	0,11	65,42	0,49	99,73	2	207	6	121
KN-540	120	123	Diorite	15,17	2,69	7,42	2,37	0,77	3,41	0,04	4,02	0,13	63,86	0,54	100,41	3	176	11	115
KN-540	150	153	Diorite	15,98	4,84	8,65	2,28	0,4	3,53	0,03	2,43	0,22	61,57	0,68	100,6	4	304	14	140
KN-540	162	165	Diorite	15,56	1,96	9,01	2,28	1,34	2,17	0,05	5,09	0,11	62,23	0,61	100,4	4	166	17	121
KN-540	183	186	Diorite	15,53	5,85	8,18	2,24	0,72	3,89	0,1	3,66	0,15	59,3	0,63	100,25	2	194	11	109
KN-540	9	12	Dyke	13,08	2,51	1,2	2,18	0,47	1,13	0,01	3,47	0,02	75,39	0,1	99,56	5	174	6	64
KN-540	58	60	Dyke	13,78	1,19	0,89	0,93	0,6	0,49	0,01	6,68	0,05	74,53	0,19	99,35	6	164	8	94
KN-541	83	85	Dyke	13,44	1,46	0,84	2,15	0,43	0,28	0,01	5,21	0,02	75,7	0,12	99,65	6	257	6	72
KN-541	103	105	Dyke	13,18	1,52	0,93	3,13	0,71	0,26	0	4,43	0,02	75,56	0,11	99,85	6	197	8	70
KN-558	83	86	Dyke	13,75	1,13	0,79	1,82	0,9	0,29	0	5,31	0,03	74,89	0,11	99,02	6	288	5	70
KN-558	163	166	Dyke	11,95	0,05	0,54	3,78	1,61	0,29	0	0,24	0,03	80,42	0,09	99	7	24	8	55
KN-558	188	191	Dyke	13,01	1,66	0,63	2,31	0,99	0,27	0	3,93	0,02	76,82	0,1	99,76	5	164	7	61
KN-558	188	191	Dyke	12,55	2,16	0,76	1,05	1,05	0,45	0	4,3	0,02	77,45	0,1	99,9	5	164	7	61
KN-558	46	48	Dyke	13,46	1,33	0,74	3,03	0,61	0,82	0,01	4,78	0,03	74	0,14	98,95	5	384	5	83
KN-558	81	83	Dyke	13,42	1,61	0,79	0,99	0,77	0,27	0,01	6,02	0,03	75,33	0,12	99,36	7	352	7	73

Résultats des analyses lithogéochimiques pour les éléments majeurs (unités = %)

HOLE_ID	FROM	TO	Client_ID	ROCKCODE	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	LOI	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2	TOTAL
TN-34	48.77	48.92	1	I2J	16.28	4.61	7.46	1.9	0.83	4.4	0.06	4.34	0.3	59.38	0.77	100.32
TN-34	75.53	75.7	2	I2J	16.01	4.34	6.5	2.65	1.28	3.55	0.05	2.8	0.19	62.1	0.66	100.14
TN-34	125.5	125.78	3	I2J	16.28	4.84	8.48	1.16	0.94	3.55	0.06	4.33	0.21	59.8	0.83	100.48
TN-34	195	195.27	4	I2J	16.8	7.98	8.68	0.81	0.46	3.9	0.1	4.07	0.23	56.52	0.91	100.46
TN-37	48	48.32	5	I2J	16.34	3.53	5.71	3.97	1.61	2.72	0.07	2.62	0.18	62.71	0.66	100.12
TN-37	100.2	100.4	6	I2J	16.36	5.83	6.47	2.39	1.08	2.86	0.06	3.98	0.2	60.12	0.7	100.04
TN-37	147.8	148	7	I2J	15.92	6.06	6.54	1.55	1.07	2.45	0.06	3.91	0.18	62.08	0.6	100.41
TN-37	198.74	199	8	I2J	15.96	6.25	6.97	1.31	1.1	2.96	0.08	4.38	0.22	60.52	0.67	100.44
TN-44	13.48	13.79	9	I2JBR	15.33	4.38	5.05	1.58	1.07	1.33	0.06	4.95	0.13	65.5	0.41	99.78
TN-44	48.72	48.93	10	I2J	16.42	6.67	7.53	1.42	1.03	4.21	0.11	4.3	0.21	58.11	0.73	100.74
TN-44	98.15	98.39	11	I2J	16.7	7.41	8.17	1.78	0.91	4.11	0.14	3.41	0.28	56.93	0.71	100.55
TN-44	150.2	150.47	12	I1	13.85	0.6	1.02	4.46	1.81	0.58	0.03	0.65	0.05	77.39	0.15	100.6
TN-44	195.48	195.74	13	I2J	17.7	4.26	4.65	1.95	0.59	1.85	0.06	4.66	0.17	63.64	0.68	100.21
TN-46	50.35	50.57	14	V2B	16.14	6.73	7.99	1.08	0.93	4.14	0.12	4.06	0.2	58.38	0.81	100.58
TN-46	84.11	84.35	15	I2J	15.73	4.13	4.8	1.83	1.07	1.92	0.09	4.33	0.14	65.76	0.49	100.29
TN-46	125.2	125.45	16	I2JBR	15.85	7.97	9.37	0.75	0.48	4.4	0.16	4.1	0.13	57.07	0.75	101.04
TN-46	150	150.3	17	V2B	15.95	6.73	7.74	1.31	0.92	3.15	0.1	3.78	0.15	60.02	0.7	100.55
TN-46	175.13	175.4	18	I2JBR	15.99	6.81	8	0.78	0.45	3.51	0.12	4.28	0.14	59.84	0.72	100.63
TN-46	200.24	200.5	19	I2J	15.39	5.07	7.15	0.74	0.82	2.65	0.05	5.35	0.17	62.44	0.62	100.47
TN-47	24.47	24.74	20	V2B	16.12	5.93	5.36	1.23	0.63	2.33	0.07	4.5	0.15	63.26	0.57	100.14
TN-47	49.57	49.81	21	I2J	16.08	6.67	7.35	0.72	0.66	3.65	0.13	4.49	0.16	60.08	0.68	100.68
TN-47	75.53	75.72	22	I1	14.01	2.8	3.79	3.43	1.66	2.19	0.12	0.72	0.06	71.93	0.23	100.93
TN-47	125	125.2	23	I2B	15.94	9.08	5.21	0.52	1.55	4.52	0.1	4.83	0.24	57.84	0.7	100.52
TN-47	199.11	199.4	24	I2B	16.6	7.5	7.16	0.91	1.04	3.1	0.15	4.15	0.21	59.16	0.69	100.67
TN-53	39.08	39.32	25	I2J	16.27	4.42	6.47	2.04	0.7	2.57	0.06	4.49	0.17	62.5	0.63	100.33
TN-53	125.28	125.48	26	I2J	15.85	5.28	5.23	0.7	0.81	2.17	0.06	5.41	0.17	63.94	0.56	100.19
TN-53	188	188.23	27	I2J	16.28	8.95	7.87	0.76	0.98	3.38	0.09	3.28	0.23	58.15	0.69	100.66
TN-53	247.64	247.93	28	I2J	15.95	7.74	7.85	0.39	0.88	3.66	0.07	4.6	0.2	58.85	0.69	100.88
TN-49	49.55	49.82	29	I2J	16.3	7.28	6.94	1.09	0.79	4.03	0.1	4.48	0.21	59.04	0.74	100.98
TN-49	100.3	100.58	30	I2J	16.28	6.59	6.99	1.39	0.62	3.18	0.1	4.15	0.21	60.42	0.66	100.58
TN-49	150.78	151.06	31	I2J	16.42	5.5	6.34	1.97	0.9	2.52	0.08	4.1	0.18	62.07	0.6	100.69
TN-49	198.56	198.86	32	I2J	15.34	5.06	5.89	2.08	1.05	2.41	0.09	3.93	0.16	63.75	0.58	100.34
TN-41	25.38	25.72	33	V2B	16.05	5.1	5.76	0.96	0.92	2.29	0.09	4.64	0.14	64.11	0.53	100.58
TN-41	75.18	75.48	34	I2J	15.9	7.11	7.74	1.3	0.67	4.2	0.12	3.9	0.15	59.19	0.69	100.98
TN-41	150.35	150.59	35	I2JBR	16.79	7	5.85	0.93	0.77	3.57	0.11	5.01	0.13	59.62	0.61	100.41
TN-41	198.37	198.62	36	I2JBR	16.13	6.07	5.99	2.16	0.95	2.59	0.1	3.19	0.16	61.86	0.58	99.78
TN-74	23.9	24.18	37	I1	13.55	1.88	2.56	2.33	1.69	0.34	0.04	3.93	0.04	73.23	0.14	99.72
TN-74	74.6	74.9	38	I2JBR	11.77	7.66	8.65	1.54	1.67	12.81	0.14	2.24	0.16	51.47	0.54	98.65
TN-74	125.35	125.6	39	I2JBR	16.8	6.91	7.32	0.76	0.74	3.39	0.12	4.24	0.2	59.77	0.7	100.95
TN-74	199.35	199.62	40	I2JBR	16.45	5.37	6.17	2.07	1.88	2.7	0.1	5.3	0.19	59.3	0.69	100.21
TN-78	24.4	24.65	41	V2B	17.1	4.41	5.55	2.44	1.46	1.57	0.06	3.62	0.15	63.27	0.56	100.19
TN-78	75.57	76	42	V1B	14.61	3.84	3.13	0.98	1.57	0.95	0.04	4.9	0.09	69.9	0.32	100.33
TN-78	125.1	125.4	43	V1B	15.75	7	4.91	0.71	1.62	3.41	0.1	4.72	0.13	61.46	0.64	100.45
TN-78	200	200.32	44	V1B	16.09	5.78	9.67	1.21	0.33	1.65	0.07	4.09	0.16	58.49	2.28	99.81
TN-80	24.63	24.99	45	V1B	15.7	4.8	10.1	1.81	0.67	1.77	0.07	3.26	0.12	61.99	0.36	100.66
TN-80	74.66	74.93	46	V1B	16.96	5.48	8.06	1.96	0.74	1.29	0.05	4.26	0.21	58.55	2.33	99.9
TN-80	125.5	125.92	47	V1B	18.36	5.33	3.3	1.5	1.4	1.95	0.04	6.01	0.16	59.83	2.1	99.98
TN-80	195.4	195.74	48	I1	14.62	2.36	2.87	1.25	1.63	0.93	0.02	5.46	0.11	70.5	0.33	100.09

TN-80	248.6	248.86	49	V2B	15.91	2.72	8.86	1.88	1	2.58	0.05	4.27	0.19	62.5	0.65	100.6
TN-81	25.14	25.5	50	V2B	14.35	10.55	13.13	0.62	1.42	7.96	0.24	0.99	0.05	51.39	0.71	101.43
TN-81	72.14	72.48	51	V2B	14.62	8.25	12.9	1.04	1.37	8.15	0.22	2.24	0.09	51.31	1.02	101.21
TN-81	128.3	128.7	52	V2B	14.56	9.08	13.61	0.12	0.7	8.18	0.2	2.7	0.09	50.69	1.08	101.22
TN-81	198.2	198.5	53	V2B	13.29	10.07	13.61	0.09	0.7	9.77	0.19	2.2	0.08	49.89	0.98	100.87
KN-41	21.8	22.1	54	V2TF	15.12	5.39	5.88	2.16	0.55	5.84	0.08	3.76	0.19	60.72	0.67	100.37
KN-41	67.12	67.38	55	V2TF	16.4	4.4	7.65	2.69	0.84	3.29	0.05	3.03	0.16	61.27	0.88	100.45
KN-41	178.19	178.54	56	V2TF	14.75	4.27	4.69	1.56	0.85	1.63	0.05	4.16	0.11	67.47	0.51	99.84
KN-41	223	223.15	57	V2TF	15.73	5.43	5.99	0.69	0.44	2.47	0.04	5.17	0.18	63.21	0.65	100
TN-54	24.58	24.82	58	I2J	13.98	8.92	6.81	1.82	0.93	7.73	0.12	3.02	0.19	56.4	0.82	100.63
TN-54	75.5	75.77	59	I1	13.56	1.58	2.42	2.11	1.44	0.74	0.04	5.23	0.03	72.56	0.14	99.86
TN-54	132.1	132.41	60	I2J	14.87	4.19	9.18	2.52	0.91	1.95	0.06	4.47	0.11	61.58	0.51	100.34
TN-54	200	200.36	61	I2J	15.12	4.58	5.5	1.82	1.26	2.25	0.07	4.72	0.12	64.25	0.53	100.22
TN-56	25.05	25.35	62	I2J	15.35	5.15	5.8	1.81	1.16	2.51	0.09	4.44	0.14	63.27	0.56	100.29
TN-56	75.8	76	63	I2J	15.47	6.12	4.93	0.46	0.8	2.43	0.06	5.07	0.14	64.41	0.55	100.45
TN-56	125.1	125.36	64	I2J	15.53	5.39	5.79	2.3	1.11	2.24	0.08	3.02	0.14	63.75	0.54	99.89
TN-56	200.11	200.43	65	I2J	16.58	6.88	8.79	1.94	1.4	4.55	0.14	3.46	0.15	55.79	0.83	100.51
TN-59	59.67	54.27	66	I2JBR	15.8	6.07	7.27	1.42	0.75	3.88	0.06	4.32	0.17	59	0.75	100.31
TN-59	101.7	101.7	67	I2JBR	13.84	6.07	5.87	4.02	1.1	7.56	0.06	4.21	0.15	55.82	0.65	100.45
TN-59	166	166	68	I2JBR	12.51	6.07	6.59	1.1	0.82	3.17	0.06	5.33	0.17	60.07	0.69	100.32
TN-59	198.88	199.18	69	I2J	16.06	6.07	7.3	0.54	0.89	2.82	0.07	5.07	0.15	61	0.89	100.66
TN-68	25.76	26.08	70	I2J	15.47	6.67	6.02	0.57	0.81	3.29	0.08	4.56	0.18	61.83	0.64	100.13
TN-68	75.44	75.74	71	I2JBR	15.86	5.99	6.29	0.73	0.88	3.12	0.1	4.78	0.14	62.14	0.63	100.45
TN-68	124.5	124.8	72	I2JBR	15.85	2.93	9.1	1.43	0.81	2.57	0.06	5.23	0.18	62.06	0.64	100.67
TN-68	199.4	199.65	73	I2J	15.98	8.98	4.97	0.48	1.54	3.38	0.09	4.54	0.19	59.14	0.66	99.96
TN-63	57.76	57.98	74	V2B	14.14	2.17	4.98	3.71	2.17	1.91	0.03	1.86	0.1	68.65	0.49	100.2
TN-63	99.25	99.48	75	V2B	15.94	5.06	8.16	2.25	0.81	3.56	0.04	3.66	0.19	60.27	0.72	100.43
TN-63	174.45	174.68	76	I2J	21.34	4.19	4.56	2.6	0.55	1.76	0.15	7.01	0.26	57.12	0.47	100.01
TN-63	247.2	247.5	77	I2J	15.05	3.97	7.41	2.02	0.9	4.32	0.08	3.84	0.12	62.45	0.56	100.71
TN-63	324.8	325.2	78	I2J	15.04	3.17	9.62	3.06	1.26	5.14	0.04	3.88	0.15	58.08	0.71	100.15
TN-63	401.3	401.6	79	I2J	15.16	4.17	7.85	1.38	1.2	5.13	0.12	3.37	0.16	61.53	0.64	100.71
TN-69	25.1	25.4	80	V2B	15.73	5.15	6.42	2	0.86	3.22	0.08	3.67	0.13	62.59	0.55	100.38
TN-69	74.56	74.87	81	V2B	15.13	4.34	5.4	2.01	0.6	1.98	0.08	3.55	0.11	66.4	0.49	100.1
TN-69	129.1	129.3	82	V2B	14.82	3.43	3.68	1.37	0.75	1.22	0.03	4.75	0.11	69.39	0.48	100.03
TN-69	200	200.4	83	V2B	16.19	5.65	6.44	1.16	0.4	2.57	0.04	4.65	0.14	61.02	0.58	98.84
TN-71	25.3	25.6	84	V2B	16.99	6.19	5.06	1.27	0.95	3.4	0.06	4.63	0.13	60.96	0.69	100.34
TN-71	75.08	75.38	85	V2B	16.49	6.63	5.8	0.92	0.5	4.07	0.08	4.33	0.12	60.69	0.69	100.32
TN-71	123.3	123.63	86	V2B	16.35	7.19	7.43	1.07	0.38	3.53	0.09	3.82	0.19	59.77	0.7	100.53
TN-71	199.6	200	87	I2J	16.21	6.48	8.47	1.21	0.52	3.44	0.09	4.08	0.17	59.26	0.67	100.6
TN-61	19.8	20.13	88	V2B	16.89	6.8	7.54	0.65	0.31	3.89	0.16	4.99	0.16	58.49	0.72	100.59
TN-61	48	48.3	89	I1	14.74	3.74	3.54	1.43	0.97	0.81	0.07	3.38	0.08	70.88	0.32	99.97
TN-61	95.9	96.23	90	I2J	17.19	4.21	7.96	2.57	0.58	2.58	0.06	4.05	0.13	60.85	0.59	100.77
TN-61	195	195.3	91	I2J	15.79	6.14	6.79	1.24	1.43	3.3	0.11	4.09	0.18	60.57	0.63	100.28
TN-67	51	51.25	92	I2J	15.44	6.04	5.31	0.75	0.82	2.51	0.06	4.96	0.14	63.43	0.56	100.03
TN-67	99	99.25	93	I2J	15.71	5.77	5.26	1.13	0.82	2.37	0.06	4.68	0.13	63.58	0.56	100.08
TN-67	125.2	125.5	94	I2J	15.48	5.65	3.41	1.29	1.09	2.47	0.07	3.98	0.13	64.57	0.54	98.7
TN-67	150.07	150.35	95	I1	13.82	2.67	1.4	1.44	1.59	0.44	0.02	5.06	0.04	72.61	0.17	99.26
TN-67	200.62	200.81	96	I1	13.78	3.3	2.9	2.58	1.21	0.94	0.07	2.27	0.05	71.63	0.17	98.91
TN-22	22.5	22.9	97	V2B	17.14	7.31	11.97	1.41	1.41	3.5	0.23	2.07	0.09	53.63	1.22	99.98
TN-22	107.63	107.76	98	V2B	14.84	10.58	11.86	0.18	1.29	6.78	0.18	2.7	0.09	51.51	1.05	101.06

TN-22	200	200.2	99	V2B	13.74	10.29	18.47	0.34	4.65	5.73	0.44	1.37	0.08	45.19	1	101.29
TN-10	45	45.13	100	V2TF	16.03	5.11	4.6	1.38	2.02	1.54	0.08	4.41	0.15	64.84	0.45	100.62
TN-10	93.2	93.4	101	V2TF	16.24	4.71	4.36	2.02	1.61	1.57	0.11	3.48	0.16	65.82	0.42	100.5
TN-10	154.37	154.5	102	V2TF	16.73	7.52	6.46	0.77	1.18	2.08	0.15	2.94	0.21	61.51	0.98	100.52
TN-04	62.66	62.77	103	V2MS	13.33	9.18	12.1	0.91	1.35	10.23	0.18	2.09	0.15	50.61	0.88	101.02
TN-04	145.42	145.68	104	I2J	14.09	10.63	12.23	0.22	3.05	4.38	0.26	3.28	0.13	50.81	1.48	100.56
TN-04	179.83	180	105	I2J	15.63	7.12	5.64	2.6	2.93	3.03	0.08	1.98	0.12	61.09	0.54	100.76
TN-04	245.64	245.78	106	V2TF	15.26	5.71	6.54	0.93	0.48	4.1	0.1	4.42	0.13	62.2	0.57	100.34
TN-05	60.26	60.43	107	I2J	18.3	9.8	10.57	0.75	1.96	8.2	0.16	1.97	0.06	47.39	0.67	100.91
TN-05	144.36	144.52	108	V2MS	16.35	11.02	10.62	0.75	2.74	4.93	0.17	3	0.21	50.2	0.88	100.87
TN-05	218.42	218.65	109	I2J	13.45	13.16	9.62	1.11	5.81	6.43	0.17	1.87	0.23	48.04	0.84	100.72
TN-05	289.8	289.91	110	I2J	11.63	14.75	10.84	0.99	4.2	8.97	0.15	0.9	0.15	47.79	0.74	101.11
TN-06	15.68	15.82	111	I2J	10.24	15.7	10.96	1.56	8.53	6.13	0.15	1.61	0.14	43.06	0.69	98.78
TN-06	62.72	62.89	112	V2MS	13.13	7.65	13.99	0.46	2.74	11.47	0.22	2.44	0.14	45.69	1.08	98.6
TN-06	100.14	100.3	113	V2FP	16.76	7.05	6.88	2.98	2.11	5.21	0.11	3.79	0.14	54.86	0.68	100.56
TN-06	125.18	125.38	114	I2J	18.55	6.07	7.66	0.71	1.54	2.61	0.11	4.42	0.13	58.12	0.79	100.71
TN-06	155.6	155.8	115	V2MS	14.96	8.85	14.32	0.19	0.93	5.1	0.28	3.34	0.13	50.3	1.59	99.98
TN-06	187.5	187.74	116	V2TF	18.63	11.14	7	1.91	1.7	2.21	0.09	4.61	0.1	52.78	0.43	100.6
TN-06	245.64	245.82	117	V2TF	15.97	4.1	5.47	0.66	0.99	2.93	0.06	5.03	0.12	64.69	0.52	100.55
TN-07	42.33	42.48	118	I2J	11.16	7.58	8.98	0.34	3.69	16.43	0.18	1.58	0.02	49.15	0.17	99.29
TN-07	87	87.15	119	V2MS	15.86	4.76	6.55	0.4	0.92	4.09	0.1	5.23	0.13	62.12	0.6	100.76
TN-07	169.26	169.39	120	V2MS	15.3	5.89	6.36	0.88	0.84	3.74	0.1	4.74	0.13	62.66	0.56	100.69
TN-07	378	378.16	121	V2MS	16.69	4.72	5.6	1.58	0.84	2.74	0.08	4.56	0.12	63.01	0.52	100.45
TN-07	668.86	669	122	I2J	16.02	9.66	12.57	0.82	2.63	3.89	0.22	2.14	0.11	51.68	1.72	101.17
TN-65	12.9	13.13	123	I2J	15.68	4.01	9.34	2.71	2.02	3.64	0.05	2.91	0.2	59.01	0.69	100.25
TN-65	47.9	48.12	124	I2JBR	15.82	3.65	5.72	1.78	1.32	2.43	0.03	4.69	0.12	64.29	0.5	100.36
TN-65	82.9	83.11	125	V2B	15.92	5.16	9.09	2.82	1.24	5.5	0.08	3.2	0.13	57.21	0.68	100.63
TN-65	117	117.2	126	V2B	15.74	2.5	5.42	2.6	0.73	3.26	0.03	4.85	0.11	64.86	0.48	100.58
TN-65	151.5	151.69	127	V2B	15.42	3.7	7.91	2.44	0.98	4.08	0.07	3.79	0.12	61.86	0.54	100.91
TN-65	185.21	185.38	128	V2B	15.37	3.13	5.58	2.25	0.54	2.97	0.03	4.41	0.12	65.71	0.49	100.59
TN-65	220.24	220.45	129	V2B	15.38	3.84	10.13	3.33	1.59	5.51	0.05	3.36	0.17	56.94	0.7	101.09
TN-65	255.9	256.07	130	V2B	15.84	3.2	4.5	1.26	0.85	1.59	0.03	5.66	0.14	66.69	0.51	100.26
TN-65	289.75	290.07	131	I1	13.26	2.01	0.77	1.56	0.89	0.25	0.01	4.28	0.04	76.64	0.1	99.8
TN-65	326.9	327.14	132	V2B	14.8	1.26	9.11	2.81	3.64	6.74	0.15	3.33	0.14	56.71	0.66	99.35
TN-65	350.05	350.22	133	V2B	15.78	6.01	6.43	2.88	1.46	2.79	0.16	2.22	0.14	61.87	0.59	100.34
KN-32	15.88	16.12	134	V2FP	15.86	3.66	2.17	1.12	0.79	1.63	0.06	5.88	0.13	68	0.61	99.91
KN-32	56.86	57.08	135	V2FP	15.04	1.28	4.69	1.72	0.45	1.76	0.02	6.52	0.13	68.29	0.58	100.48
KN-32	84.22	84.43	136	V2FP	16.26	3.87	2.45	1.61	0.63	1.65	0.03	5.74	0.13	66.93	0.6	99.9
KN-32	134.87	135.1	137	V2FP	16.44	5.06	3.17	1.86	1.06	2.45	0.09	3.9	0.14	65	0.58	99.74
KN-32	168.28	168.63	138	V2TF	15.99	3.02	7.09	2.32	0.56	2.08	0.06	4.92	0.12	63.72	0.55	100.34
KN-32	209.21	209.39	139	I2J	14.23	1.35	12.83	2.92	1.83	3.78	0.07	3.14	0.1	58.85	0.57	99.68
KN-32	255	255.31	140	I1FP	13.54	1.05	1.55	2.13	1.11	0.5	0.1	4.38	0.05	74.94	0.14	99.48
KN-32	301.55	301.8	141	V2TF	16.41	3.12	5.25	3.47	0.89	1.23	0.05	3.7	0.12	65.04	0.49	99.78
KN-32	343.13	343.39	142	V2TF	15.78	2.61	10.47	2.89	1.41	1.67	0.07	3.48	0.14	61.23	0.59	100.35
KN-32	382.96	383.05	143	V2TF	16.01	5.93	6.62	2.73	0.99	3.05	0.13	2.42	0.14	62.13	0.64	100.8
KN-32	412.74	412.87	144	V2TF	15.99	6.1	6.41	1.85	0.85	2.17	0.39	3.28	0.14	62.43	0.6	100.11
KN-593	10	10.1	145	I2J	16.23	6.17	6.85	1.01	0.69	2.64	0.07	4.46	0.2	61.13	0.71	100.16
KN-593	135.15	135.25	146	I2JBR	16.65	4.99	3.81	1.78	0.84	2.41	0.04	4.42	0.13	64.54	0.58	100.18
KN-593	272.88	273	147	I2JBR	15.87	4.57	4.11	1.93	0.6	2.75	0.05	3.63	0.12	66.89	0.56	100.07
KN-593	428	430	148	I2JBR	13.02	4.26	20.2	5.75	1.06	8.66	0.09	1.15	0.07	46.2	0.58	101.04

KN-591	138.65	138.74	149	12JBR	17.67	4.52	4.84	2.29	0.65	2.37	0.05	4.39	0.13	62.92	0.61	100.43
KN-591	283.55	283.64	150	12JBR	14.05	4.86	3.96	1.32	0.68	2.74	0.05	4.03	0.13	67.8	0.54	100.16
KN-591	415	417	151	12JBR	12.98	2.48	25.74	7.79	1.15	9.69	0.11	0.16	0.08	40.31	0.55	101.04
KN-591	557	559	152	12JBR	15.73	4.71	7.97	2.61	1.5	2.76	0.19	2.39	0.19	61.55	0.63	100.23
KN-607	14	16	153	12JBR	16.45	5.63	4.21	1.69	0.76	2.26	0.04	4.45	0.16	63.06	0.65	99.36
KN-607	58	60	154	11	14.47	0.91	0.92	3.25	1.63	0.51	0	4.05	0.04	73.96	0.16	99.92
KN-607	120	122	155	12JBR	15.42	5.21	8.67	2.02	0.82	4.25	0.07	4.06	0.13	58.78	0.62	100.05
KN-607	190	192	156	V2B	14.06	2.66	8.05	2.21	0.87	2.6	0.05	3.25	0.15	66.03	0.61	100.53
KN-607	216	218	157	V2B	15.35	5.02	7.77	1.75	1.16	2.84	0.07	3.78	0.15	61.79	0.63	100.31
KN-604	10	12	158	11	13.53	2.15	2.1	1.9	2.01	0.73	0.03	4.49	0.04	72.49	0.18	99.65
KN-604	58	60	159	11	12.92	2.15	2.13	1.5	1.36	1.03	0.02	4.65	0.04	74.11	0.15	100.06
KN-604	98	100	160	12JBR	15.65	5.8	8.04	1.53	0.63	4.25	0.07	4.3	0.12	59.7	0.63	100.73
KN-604	162	164	161	12JBR	15.71	2.84	7.82	2.69	0.93	2.39	0.05	4.01	0.19	63.18	0.54	100.34
KN-604	198	200	162	12JBR	16.32	5.72	8.17	1.86	1	1.78	0.06	3.58	0.14	60.7	0.65	99.97
TN-84	49.73	49.9	163	12JBR	15.34	5.65	12.44	0.73	1.02	2.01	0.08	4.39	0.16	56.55	2.26	100.65
TN-84	98	98.12	164	V3B	17.47	4.79	8.39	2.04	0.53	1.84	0.07	3.86	0.15	59.49	1.74	100.37
TN-84	150.4	150.58	165	12J	15.1	3.07	4.86	1.88	0.58	1.52	0.04	3.98	0.11	68.48	0.4	100.03
TN-84	206.07	206.2	166	V3B	15.36	11.64	13.15	0.77	1.34	6.97	0.23	1.86	0.08	49.09	1.19	101.07
TN-84	248.85	248.97	167	V2B	13.96	14.55	11.35	0.27	2.72	6.81	0.24	0.55	0.05	49.33	0.67	100.49
KN-326	39.9	40	168	12J	14.35	9.32	13.02	0.1	0.32	8.01	0.2	2.77	0.08	51.42	1.07	100.66
KN-326	149.85	149.97	169	V2MS	14.2	8.24	12.82	1.4	1.74	4.85	0.19	2.85	0.13	53.39	1.18	100.98
KN-326	196.6	196.79	170	V2MS	14.73	9.27	9.43	1.18	0.37	6.24	0.18	2.05	0.04	56.13	0.72	100.34
KN-329	25.05	25.35	171	V2MS	15.43	10.55	16.46	0.4	0.31	4.23	0.34	2.24	0.12	49.29	1.64	101.01
KN-329	97.2	97.36	172	12J	17.87	1.61	25.03	0.77	0.72	3.93	0.55	0.97	0.13	48.08	2.01	101.66
KN-329	173.45	173.54	172B	V2MS	15.25	10.71	17.35	0.66	0.76	4.48	0.34	1.89	0.11	48.06	1.6	101.22
KN-329	242.55	242.64	173	12J	15.53	8.7	15.95	0.18	0.48	7.24	0.22	2.99	0.11	48.3	1.52	101.22
KN-325	12	12.09	174	12J	15.22	3.52	4.87	1.93	0.46	1.66	0.06	4.43	0.12	67.4	0.49	100.16
KN-325	68.15	68.27	175	V2MS	17.04	3.67	11.91	3.81	2.39	4.03	1.16	1.25	0.13	52.96	1.71	100.04
KN-325	196.6	196.73	176	V2MS	18.1	5.68	13.19	3.62	1.41	5	0.16	1.22	0.1	50.52	1.32	100.32
KN-323	25.35	25.51	177	V2MS	15.48	7.79	10.92	0.21	1.42	5.9	0.22	3.08	0.06	55.12	0.78	100.97
KN-323	74.2	74.32	178B	V2MS	14.64	8.69	14.24	0.27	0.65	4.93	0.26	2.64	0.11	53.08	1.56	101.06
KN-323	229.85	230.03	179	V2MS	15.39	10.52	13.12	0.3	0.4	6.08	0.2	2.25	0.08	51.38	1.04	100.75
KN-363	63	63.1	180	V2MS	16	8.71	12.16	0.87	0.85	5.6	0.35	1.22	0.05	54.06	0.77	100.64
KN-363	148.9	149	181	12J	16.06	6.15	10.98	1.07	0.97	3.67	0.16	3.36	0.09	56.85	1.21	100.58
KN-363	193.55	193.66	182	V2FP	15.84	7.86	11.28	1.08	1.05	3.68	0.2	3.61	0.09	54.34	1.18	100.21
KN-322	23.2	23.35	183	V2FP	14.4	12.5	11.76	0.18	0.5	6.23	0.22	2.01	0.06	51.58	0.71	100.13
KN-322	116.45	116.58	184	V2FP	15.98	8.95	12.42	1.03	0.59	4.97	0.22	1.74	0.08	53.83	0.97	100.77
KN-322	218.1	219	185	V2FP	15.02	12.78	11.58	0.58	0.81	6.06	0.25	1.68	0.09	50.66	1.11	100.62
KN-322	263.25	263.45	186	12J	14.62	4.73	5.13	0.71	0.97	1.82	0.11	2.25	0.12	69.42	0.42	100.3
KN-322	335	335.12	187	V2MS	15.29	10.39	10.9	0.66	0.66	6.13	0.22	1.34	0.05	54.15	0.75	100.53
KN-328	33	33.12	188	12J	14.48	9.46	12.25	0.13	1.05	8.87	0.17	2.4	0.06	50.81	0.73	100.41
KN-328	93.9	100.02	189	V2MS	17.03	6.61	10.66	0.37	1	2.94	0.2	3.89	0.09	56.89	1.17	100.84
KN-328	137.9	138.06	190	12J	14.62	4.44	4.64	1.45	1.23	1.63	0.08	4.46	0.11	66.87	0.41	99.93
KN-328	172.7	172.85	191	V2MS	15.53	7.18	10.12	0.58	0.85	3.93	0.2	3.46	0.08	57.3	1.17	100.4
KN-15	22.6	22.76	192	V2TF	14.89	5.78	6.98	0.56	0.59	4.8	0.12	3.74	0.11	62.47	0.59	100.62
KN-15	88	88.16	193	V2TF	15.84	4.96	5.95	0.82	0.65	3.51	0.08	4.33	0.12	63.74	0.55	100.56
KN-15	120.03	120.22	194	V2TF	15.44	8.8	8.11	0.7	0.8	6.74	0.17	3.04	0.1	55.96	0.57	100.43
KN-17	34.2	34.35	195	12J	16.24	7.16	6.72	0.63	1.35	2.96	0.11	4.2	0.17	60.09	0.64	100.26
KN-17	52.5	52.65	195B	12J	15.9	6.48	5.38	0.53	0.96	2.49	0.08	4.33	0.14	63.27	0.63	100.19
KN-17	129.6	129.81	195C	12J	16.17	6.31	6.26	0.93	0.6	2.96	0.09	4.41	0.15	61.9	0.6	100.38

KN-86-18	24.45	24.68	196	I3	15.32	6.75	7.07	1.19	1.48	5.89	0.1	4.37	0.21	57.59	0.64	100.62
KN-86-18	77.7	77.83	197	I3	14.73	6.08	5.78	1.52	1.34	4.58	0.08	4.39	0.2	61.28	0.6	100.56
KN-86-18	134.4	134.58	197B	V2MS	15.75	5.54	5.93	1.12	1.14	2.88	0.08	4.38	0.15	62.51	0.56	100.05
KN-86-19	28.05	28.19	198	V2MS	15.28	10.44	14.81	0.3	0.76	4.5	0.18	3.74	0.12	48.99	1.74	100.87
KN-86-19	162	162.13	199	I3	13.76	11.84	14.04	0.39	2.99	5.6	0.19	3.14	0.12	47.1	1.51	100.67
KN-86-20	68.45	68.63	200	V2MS	14.82	11.13	14.33	0.26	1.22	4.53	0.17	3.47	0.13	48.74	1.82	100.62
KN-86-14	25.6	25.74	201	V2TF	11.99	6.02	16.6	0.11	6.9	2.49	0.34	1.19	0.13	55.33	0.36	101.47
KN-86-14	50.6	50.73	202	V2FP	19	7.71	7.2	0.49	3.71	2.23	0.13	2.32	0.04	57.07	0.61	100.5
KN-86-14	68.35	68.51	203	V2TF	18.39	9.49	8.04	0.71	6.07	2.31	0.14	1.99	0.05	52.73	0.6	100.51
KN-86-14	144.35	144.47	204	V2MS	16.74	5.04	9.31	0.89	3.97	2.35	0.12	2.11	0.06	59.15	0.82	100.55
KN-86-15	23.55	23.67	205	V2TF	17	11.1	13.2	0.24	0.66	3.38	0.27	1.83	0.13	51.24	1.78	100.85
KN-86-15	62.25	62.39	206	V2TF	16.78	11.91	15.76	0.23	0.38	4.04	0.29	1.61	0.13	48.34	1.72	101.18
KN-86-15	79.9	80.01	207	I4	17.98	5.31	4.73	0.65	0.8	1.29	0.11	2.37	0.12	64.9	2	100.28
KN-86-15	177	177.13	208	I3	17.83	8.6	6.59	0.95	0.38	2.62	0.11	1.72	0.14	59.53	1.89	100.36
KN-86-16	45.25	45.36	209	V2MS	12.68	9.37	20.02	0.19	0.29	5.75	0.3	1.95	0.13	47.46	2.85	101
KN-86-16	121.5	121.66	210	V2MS	14.1	4.86	13.02	0.94	0.32	2.04	0.17	3.78	0.17	57.06	3.45	99.91
KN-86-16	22.25	22.4	211	V2TF	12.93	9.49	18.56	0.35	0.23	4.99	0.27	1.76	0.12	48.77	2.8	100.28
KN-86-1	42	42.3	212	I3	12.68	15.22	12.76	0.22	2.41	4.71	0.2	0.89	0.09	49.1	0.49	98.77
KN-86-1	82.8	82.9	213	I3	16.31	5.94	6.46	0.66	1.93	2.81	0.1	4.85	0.13	60.3	0.63	100.11
KN-86-1	145.45	145.59	214	I3	5.24	2.79	10.86	0	8.18	27.45	0.11	0.06	0.01	44.04	0.16	98.88
KN-86-2	33.45	33.59	215	V2TF	18.32	4.35	3.95	1.93	1.45	0.96	0.07	3.89	0.4	63.82	0.72	99.85
KN-86-2	86	86.16	216	V2MS	17.91	5.09	4.59	1.29	1.4	0.85	0.1	4.25	0.4	63.06	0.72	99.66
KN-86-2	109.35	109.46	217	V2MS	17.96	5.06	3.93	1.95	2.34	1.23	0.07	4.77	0.44	61.08	0.84	99.68
KN-86-2	297.45	297.6	218	V2MS	12.16	10.09	12.85	0.48	2.38	11.19	0.2	1.77	0.04	46.88	0.52	98.56
KN-86-3	43	43.1	219	V2MS	13.97	9.42	12.79	0.18	1.94	8.92	0.21	3.05	0.04	49.96	0.63	101.11
KN-86-3	63	63.17	220	V2MS	14.62	11.3	11.8	0.46	2.57	8.88	0.19	1.5	0.04	49.15	0.54	101.05
KN-86-3	82	82.16	221	V2MS	13.69	11.12	12.7	0.15	1.79	8.19	0.19	1.41	0.04	50.5	0.61	100.4
KN-86-4	62	62.1	222	I3	11.36	9.16	18.88	0.24	0.3	2.51	0.25	3.27	0.13	51.52	2.75	100.36
KN-86-4	82	82.13	223	V2TF	11.53	8.79	18.36	0.26	0.41	1.87	0.23	3.22	0.16	53.11	2.64	100.58
KN-86-4	101	101.14	224	V2MS	13.12	8.63	17.75	0.2	1.9	4.7	0.25	3.1	0.11	49.79	1.67	101.21
KN-86-5	85.55	85.67	225	V2MS	17.33	7.14	12.25	0.03	4.52	8.91	0.23	1.59	0.04	47.92	0.39	100.35
KN-86-5	126.05	126.17	226	V2TF	15.43	4.65	12.08	0.01	4.85	3.25	0.29	5.31	0.22	52.26	2.36	100.7
KN-86-5	185.7	185.81	227	V2TF	17.78	3.17	8.52	0.32	2.85	3.44	0.13	4.41	0.13	58.96	0.78	100.49
KN-86-6	39.65	39.78	228	I3	13.08	9.45	6.39	0.22	11.89	11.73	0.13	1.19	0	44.77	0.13	98.98
KN-86-6	92.85	92.97	229	V2TF	12.65	8.15	8.11	0.07	4.3	15.84	0.16	1.32	0.01	48.21	0.19	98.99
KN-86-6	130.3	130.42	230	V2FP	14.69	12.7	10.4	0.34	3.96	4.52	0.21	2.84	0.09	49.71	1.04	100.49
KN-86-7	33.35	33.46	231	V2MS	13.57	9.77	12.35	0.09	5.92	7.22	0.17	2.2	0.07	48.38	0.96	100.7
KN-86-7	72.8	72.95	232	V2TF	15.36	9.99	8.08	0.23	1.57	13.25	0.15	1.14	0.02	48.98	0.21	99
KN-86-7	148	148.11	233	V2TF	14.8	6.98	12.73	0.17	2.77	8.67	0.19	3.82	0.09	49.42	1.16	100.81
KN-86-8	66	66.13	234	V2TF	14.67	7.66	10.47	0.89	7.05	4.05	0.21	2.83	0.08	51.49	1.08	100.48
KN-86-8	139.75	139.88	235	V2TF	14.23	8.2	12.59	0.66	8.49	5.17	0.26	1.91	0.08	48.2	1.04	100.84
KN-86-8	217.2	217.34	236	V2TF	13.91	9.95	11.61	0.23	7.99	6.3	0.16	1.76	0.08	48.25	0.97	101.2

Résultats des analyses lithogéochimiques pour les éléments traces (unités = ppm)

HOLE_ID	FROM	TO	Client_ID	ROCKCODE	Ag	As	Ba	Bi	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	Rb	Sb	Sr	Y	Zn	Zr
TN-34	48.77	48.92	1	I2J	0	0	163	0	95	44	0	4	62	63	0	366	19	47	156
TN-34	75.53	75.7	2	I2J	0	0	337	0	108	10	0	4	47	89	0	121	13	37	146
TN-34	125.5	125.78	3	I2J	0	0	236	0	59	36	0	4	51	34	0	337	16	40	141
TN-34	195	195.27	4	I2J	0	0	351	0	51	51	0	4	50	18	0	507	17	48	122
TN-37	48	48.32	5	I2J	0	2	810	0	53	77	7	5	31	84	0	152	15	83	142
TN-37	100.2	100.4	6	I2J	0	3	679	0	36	46	0	4	35	49	0	433	14	59	135
TN-37	147.8	148	7	I2J	0	1	453	0	61	6	2	4	42	34	0	546	12	56	135
TN-37	198.74	199	8	I2J	0	1	407	0	45	7	0	4	40	25	0	629	14	54	143
TN-44	13.48	13.79	9	I2JBR	0	3	508	0	21	19	0	4	27	26	0	461	11	41	145
TN-44	48.72	48.93	10	I2J	0	1	385	0	89	5	0	3	63	29	0	620	13	72	115
TN-44	98.15	98.39	11	I2J	0	2	481	0	66	22	0	3	51	49	0	449	14	149	102
TN-44	150.2	150.47	12	I1	0	0	717	0	9	0	0	8	8	82	0	40	21	21	147
TN-44	195.48	195.74	13	I2J	0	0	514	0	50	17	0	3	27	51	0	361	13	56	120
TN-46	50.35	50.57	14	V2B	0	0	447	0	120	37	0	4	73	26	0	466	14	84	116
TN-46	84.11	84.35	15	I2J	0	0	401	0	41	45	0	3	28	45	0	357	10	125	124
TN-46	125.2	125.45	16	I2JBR	0	2	226	0	119	56	0	3	79	18	0	317	17	127	101
TN-46	150	150.3	17	V2B	0	2	319	0	46	37	0	4	41	44	0	356	14	114	111
TN-46	175.13	175.4	18	I2JBR	0	4	347	0	83	94	0	3	60	17	0	378	14	80	94
TN-46	200.24	200.5	19	I2J	0	3	257	0	60	122	0	4	47	11	0	471	10	55	113
TN-47	24.47	24.74	20	V2B	0	2	509	0	64	35	0	4	36	24	0	401	12	69	121
TN-47	49.57	49.81	21	I2J	0	1	225	0	88	11	0	3	50	15	0	752	13	82	107
TN-47	75.53	75.72	22	I1	0	2	478	0	24	13	11	4	17	65	0	144	6	60	98
TN-47	125	125.2	23	I2B	0	4	226	0	83	5	0	4	53	11	0	577	16	62	118
TN-47	199.11	199.4	24	I2B	0	4	486	0	104	28	0	4	56	22	0	435	13	109	119
TN-53	39.08	39.32	25	I2J	0	0	619	0	59	6	0	4	43	40	0	420	13	42	127
TN-53	125.28	125.48	26	I2J	0	3	475	0	53	11	0	4	35	10	5	808	14	52	159
TN-53	188	188.23	27	I2J	0	3	254	0	73	14	0	3	53	17	0	361	14	51	117
TN-53	247.64	247.93	28	I2J	0	3	292	0	111	6	0	3	58	8	0	763	15	37	113
TN-49	49.55	49.82	29	I2J	0	2	456	0	108	3	0	3	65	17	0	506	13	39	104
TN-49	100.3	100.58	30	I2J	0	1	435	0	72	17	0	4	43	34	0	543	13	58	113
TN-49	150.78	151.06	31	I2J	0	3	502	0	54	8	0	4	36	54	0	512	13	63	134
TN-49	198.56	198.86	32	I2J	0	1	740	0	60	28	0	5	41	67	0	364	15	69	167
TN-41	25.38	25.72	33	V2B	0	2	314	0	53	28	0	3	33	24	0	417	10	74	126
TN-41	75.18	75.48	34	I2J	0	2	390	0	129	14	0	3	77	23	0	485	12	89	90
TN-41	150.35	150.59	35	I2JBR	0	4	235	0	93	3	0	3	40	19	0	540	10	121	81
TN-41	198.37	198.62	36	I2JBR	6	0	343	0	50	289	0	3	30	52	0	362	11	94	103
TN-74	23.9	24.18	37	I1	0	12	553	0	18	11	0	8	12	58	0	98	24	28	180
TN-74	74.6	74.9	38	I2JBR	0	7	187	0	915	24	0	3	340	33	0	281	9	85	103
TN-74	125.35	125.6	39	I2JBR	0	7	329	0	73	37	0	3	54	19	0	561	11	79	95
TN-74	199.35	199.62	40	I2JBR	0	10	689	0	65	7	0	6	44	46	0	430	16	142	179
TN-78	24.4	24.65	41	V2B	0	0	609	0	56	7	0	4	33	80	0	215	13	81	142
TN-78	75.57	76	42	V1B	0	0	125	0	18	1	0	6	29	25	0	191	17	24	193
TN-78	125.1	125.4	43	V1B	0	17	93	0	164	19	0	2	64	21	0	282	10	86	113
TN-78	200	200.32	44	V1B	0	14	160	0	118	423	2	5	68	36	0	148	35	57	132
TN-80	24.63	24.99	45	V1B	0	2	184	0	17	189	2	3	57	51	0	124	20	275	138
TN-80	74.66	74.93	46	V1B	0	4	289	0	127	65	0	5	57	74	0	159	37	57	131
TN-80	125.5	125.92	47	V1B	0	0	103	0	281	3	0	4	69	65	0	188	21	27	109
TN-80	195.4	195.74	48	I1	0	9	136	0	24	39	3	7	18	46	11	137	25	20	190
TN-80	248.6	248.86	49	V2B	0	0	201	0	55	3	0	4	38	91	0	137	14	44	148
TN-81	25.14	25.5	50	V2B	0	5	191	0	850	97	0	0	218	23	0	48	15	159	38
TN-81	72.14	72.48	51	V2B	0	2	257	0	272	19	0	2	79	31	0	117	18	98	66
TN-81	128.3	128.7	52	V2B	0	2	40	0	301	94	0	0	87	0	0	199	19	93	66
TN-81	198.2	198.5	53	V2B	0	1	36	0	532	114	0	2	165	0	0	165	16	95	60
KN-41	21.8	22.1	54	V2TF	0	0	395	0	359	21	0	2	161	74	0	532	6	82	125

KN-41	6712	6738	55	V2TF	0	0	203	0	103	155	0	0	3	49	120	0	252	11	33	124
KN-41	178.19	178.54	56	V2TF	0	0	311	0	131	9	0	0	0	23	50	0	194	9	20	108
KN-41	223	223.15	57	V2TF	0	2	196	0	52	5	0	0	5	36	23	0	524	14	31	159
TN-54	24.58	24.82	58	I21	0	3	655	0	418	32	0	0	3	233	30	0	570	8	76	112
TN-54	75.5	75.77	59	I1	0	1	924	0	4	15	0	0	9	9	35	0	166	21	28	179
TN-54	132.1	132.41	60	I21	0	6	814	0	59	4	0	0	4	39	29	0	345	12	39	141
TN-54	200	200.36	61	I21	0	5	444	0	78	5	0	0	4	39	22	0	401	11	41	142
TN-56	25.06	25.35	62	I21	0	8	502	0	5	10	0	0	5	39	32	0	383	13	58	145
TN-56	75.8	76	63	I21	0	7	181	0	70	3	0	0	4	32	5	0	418	14	35	148
TN-56	125.1	125.36	64	I21	0	29	541	0	61	5	0	0	4	29	57	6	261	12	71	136
TN-56	200.11	200.43	65	I21	0	5	569	0	130	36	0	0	2	51	38	8	494	11	98	95
TN-59	53.85	54.27	66	I21BR	0	14	257	0	113	16	0	0	3	61	31	0	435	13	57	72
TN-59	101.07	101.42	67	I21	0	5	422	0	509	16	0	0	3	248	27	0	560	9	74	109
TN-59	150.2	150.47	68	I21	0	5	392	0	98	10	0	2	4	56	27	0	559	11	63	102
TN-59	198.86	199.18	69	I21	0	10	262	0	52	8	0	0	3	40	9	0	376	13	48	107
TN-68	25.76	26.08	70	I21	0	13	276	0	87	6	0	0	4	52	12	0	461	14	38	113
TN-68	75.44	75.74	71	I21BR	0	4	305	0	85	13	0	0	3	50	19	0	587	11	62	113
TN-68	124.5	124.8	72	I21BR	0	0	210	0	44	64	0	0	4	31	28	0	225	12	96	142
TN-68	199.4	199.65	73	I21	0	3	207	0	86	4	0	0	3	378	10	0	378	13	43	105
TN-63	57.76	57.98	74	V2B	0	0	573	0	145	75	15	0	4	42	122	0	92	6	22	98
TN-63	99.25	99.48	75	V2B	0	0	225	0	94	103	0	0	4	47	128	0	401	14	38	139
TN-63	174.45	174.68	76	I21	0	0	815	0	30	122	0	0	48	15	309	0	594	16	221	169
TN-63	247.2	247.5	77	I21	0	0	239	0	186	57	0	0	2	73	66	0	275	10	36	108
TN-63	324.8	325.2	78	I21	0	0	151	0	204	982	0	0	204	79	163	0	213	13	26	100
TN-63	401.3	401.6	79	I21	0	0	286	0	204	105	0	0	2	63	45	0	241	10	69	116
TN-69	25.1	25.4	80	V2B	0	0	169	0	109	8	0	0	2	41	54	0	257	9	50	114
TN-69	74.56	74.87	81	V2B	0	0	392	0	112	4	0	0	3	172	61	0	167	8	54	112
TN-69	129.1	129.3	82	V2B	0	0	237	0	139	4	0	0	3	29	39	0	201	7	20	108
TN-69	200	200.4	83	V2B	0	0	436	0	101	77	0	0	3	43	32	0	401	10	27	119
TN-71	25.3	25.6	84	V2B	0	0	351	0	215	17	0	0	2	131	28	0	402	10	34	104
TN-71	75.08	75.38	85	V2B	0	0	253	0	213	24	0	0	2	83	21	0	360	9	50	98
TN-71	123.3	123.63	86	V2B	0	0	435	0	76	18	0	0	4	53	26	0	512	13	62	117
TN-71	199.6	200	87	I21	0	1	369	0	81	31	0	0	4	43	26	0	354	12	44	101
TN-61	19.8	20.13	88	V2B	0	6	209	0	170	12	0	0	3	74	15	0	462	14	201	111
TN-61	48	48.3	89	I1	0	12	413	0	10	1	0	0	6	9	43	0	176	21	61	196
TN-61	95.9	96.23	90	I21	0	60	544	0	180	23	0	0	3	63	73	0	304	10	100	111
TN-61	195	195.3	91	I21	0	3	383	0	100	28	0	0	3	56	27	0	464	11	89	119
TN-67	51	51.25	92	I21	0	2	307	0	79	3	0	0	4	37	12	0	481	11	36	145
TN-67	99	99.25	93	I21	0	2	405	0	54	3	0	0	5	34	19	0	352	11	50	139
TN-67	125.2	125.5	94	I21	0	0	304	0	68	0	0	0	5	32	33	0	308	18	98	141
TN-67	150.07	150.35	95	I1	0	0	352	0	15	3	0	0	7	11	29	0	141	22	18	187
TN-67	200.52	200.81	96	I1	0	1	380	0	24	16	0	0	8	7	60	0	103	24	52	188
TN-22	22.5	22.9	97	V2B	0	0	55	0	289	122	0	0	3	86	3	0	188	19	76	73
TN-22	107.63	107.76	98	V2B	0	19	407	0	335	82	0	0	3	98	49	0	162	17	90	75
TN-22	200	200.2	99	V2B	0	7	276	0	219	41	0	0	2	81	15	0	226	20	124	65
TN-10	45	45.13	100	V2TF	0	0	526	0	39	4	0	0	4	18	33	0	379	11	58	132
TN-10	93.2	93.4	101	V2TF	0	0	744	0	31	2	0	0	4	20	49	0	281	11	77	128
TN-10	154.37	154.5	102	V2TF	0	0	283	0	116	41	2	0	4	64	24	0	216	18	93	161
TN-04	62.66	62.77	103	V2MS	0	0	287	0	524	93	0	0	0	158	27	0	303	16	93	60
TN-04	145.42	145.68	104	I21	0	0	203	0	110	140	0	0	0	79	5	0	65	29	413	94
TN-04	179.83	180	105	I21	0	0	201	0	136	14	0	0	2	58	47	0	143	9	73	113
TN-04	245.64	245.78	106	V2TF	0	0	233	0	190	38	0	0	2	74	16	0	327	10	70	118
TN-05	60.26	60.43	107	I21	0	0	321	0	417	53	0	0	0	135	54	0	148	15	70	36
TN-05	144.36	144.52	108	V2MS	0	0	398	0	254	79	0	0	2	106	24	0	757	16	93	97
TN-05	218.42	218.65	109	I21	0	0	352	0	426	68	0	0	0	86	35	0	363	18	86	65
TN-05	289.8	289.91	110	I21	0	0	295	0	465	56	0	0	0	141	36	0	248	15	77	61

TN-06	15.68	15.82	111	12J	0	0	0	656	0	510	89	0	0	0	160	39	0	217	15	75	50
TN-06	62.72	62.89	112	V2MS	0	0	0	176	0	369	129	0	0	0	113	13	0	329	19	99	59
TN-06	100.14	100.3	113	V2FP	0	0	0	643	0	243	14	0	0	2	124	62	0	300	11	66	104
TN-06	125.18	125.38	114	12J	0	0	0	236	0	22	39	0	0	3	37	14	0	313	14	76	116
TN-06	155.6	155.8	115	V2MS	0	0	0	98	0	109	167	0	0	4	83	3	0	137	32	148	103
TN-06	187.5	187.74	116	V2TF	0	0	0	262	0	113	10	0	0	2	62	31	0	1322	7	25	94
TN-06	245.64	245.82	117	V2TF	0	0	0	203	0	83	31	0	0	2	46	15	0	493	9	54	110
TN-07	42.33	42.48	118	12J	0	0	0	47	0	1576	5	0	0	0	320	12	0	55	4	56	12
TN-07	87	87.15	119	V2MS	0	0	0	188	0	152	31	0	0	2	66	9	0	376	9	63	109
TN-07	169.26	169.39	120	V2MS	0	0	0	164	0	164	130	0	0	2	71	12	0	349	9	63	100
TN-07	378	378.16	121	V2MS	0	0	0	257	0	118	15	0	0	0	58	25	0	355	9	66	112
TN-07	668.86	669	122	12J	0	0	0	221	0	25	98	0	0	3	125	15	0	192	25	122	94
TN-65	12.9	13.13	123	12J	0	0	0	423	0	106	543	6	0	4	64	139	0	278	14	53	129
TN-65	47.9	48.12	124	I2BR	0	0	0	303	0	117	241	3	0	2	53	70	0	228	8	26	114
TN-65	82.9	83.11	125	V2B	0	0	0	423	0	299	714	10	0	2	100	108	0	332	12	48	99
TN-65	117	117.2	126	V2B	0	0	0	368	0	113	431	36	0	2	47	127	0	187	9	22	117
TN-65	151.5	151.69	127	V2B	0	0	0	253	0	176	261	0	0	3	71	125	0	255	11	23	116
TN-65	185.21	185.38	128	V2B	0	0	0	206	0	117	87	0	0	0	47	92	0	177	8	19	118
TN-65	220.24	220.45	129	V2B	0	0	0	264	0	214	280	0	0	3	95	181	0	260	15	39	105
TN-65	255.9	256.07	130	V2B	0	0	0	176	0	59	190	0	0	4	30	57	0	281	16	16	128
TN-65	289.75	290.07	131	11	0	0	0	819	0	20	12	0	0	6	16	37	0	168	9	7	64
TN-65	326.9	327.14	132	V2B	0	5	0	350	0	262	93	12	0	2	78	85	0	156	10	110	107
TN-65	350.05	350.22	133	V2B	0	0	0	411	0	213	34	4	0	3	77	109	0	208	10	48	114
KN-32	15.88	16.12	134	V2FP	0	0	0	108	0	131	1	0	0	0	22	26	0	215	9	67	114
KN-32	56.86	57.08	135	V2FP	0	0	0	267	0	139	86	0	0	2	27	47	0	155	6	28	109
KN-32	84.22	84.43	136	V2FP	0	2	0	202	0	137	2	0	0	2	30	48	0	217	9	26	116
KN-32	134.87	135.1	137	V2FP	0	4	0	131	0	152	11	0	0	3	31	60	0	217	10	65	117
KN-32	168.28	168.53	138	V2TF	0	2	0	574	0	161	173	0	0	0	55	79	0	222	7	87	116
KN-32	209.21	209.39	139	12J	6	0	0	639	0	274	2905	3	0	2	83	95	0	115	12	86	91
KN-32	255	255.31	140	11FP	0	4	0	546	0	11	6	0	0	8	10	44	0	89	17	119	153
KN-32	301.55	301.8	141	V2TF	0	7	0	365	0	129	17	0	0	0	103	121	0	159	14	52	107
KN-32	343.13	343.39	142	V2TF	0	3	0	489	0	146	558	0	0	2	54	86	0	192	11	64	114
KN-32	362.96	363.05	143	V2TF	0	3	0	454	0	251	8	0	0	3	68	69	0	204	11	96	114
KN-32	412.74	412.87	144	V2TF	0	5	0	526	0	215	26	0	0	3	54	56	0	248	9	328	113
KN-593	10	10.1	145	12J	0	16	0	302	0	64	15	0	0	4	36	30	0	642	13	46	121
KN-593	135.15	135.25	146	I2BR	0	4	0	235	0	150	7	0	0	2	54	52	0	392	9	34	120
KN-593	272.88	273	147	I2BR	0	0	0	226	0	150	86	0	0	2	61	53	0	277	8	93	115
KN-593	428	430	148	I2BR	0	0	0	206	0	316	1030	0	0	0	202	394	0	78	15	76	50
KN-591	138.65	138.74	149	I2BR	0	1	0	590	0	159	16	0	0	2	41	63	0	394	9	41	129
KN-591	283.55	283.64	150	I2BR	0	0	0	150	0	143	131	0	0	0	43	51	0	214	6	85	100
KN-591	415	417	151	I2BR	0	18	0	322	0	466	116	0	0	0	156	555	0	21	15	114	45
KN-591	557	559	152	I2BR	0	5	0	423	0	73	80	2	0	5	39	94	0	270	17	309	158
KN-607	14	16	153	I2BR	0	0	0	353	0	188	45	0	0	3	91	57	0	355	11	29	125
KN-607	58	60	154	11	0	0	0	1019	0	25	2	0	0	9	9	52	0	80	26	16	169
KN-607	120	122	155	I2BR	0	0	0	324	0	223	233	0	0	3	88	79	0	223	11	36	96
KN-607	190	192	156	V2B	0	0	0	347	0	171	21	0	0	3	46	61	0	160	10	58	111
KN-607	216	218	157	V2B	0	1	0	358	0	210	5	0	0	3	70	54	0	313	10	30	118
KN-604	10	12	158	11	0	3	0	478	0	42	10	0	0	8	15	35	0	103	21	19	154
KN-604	58	60	159	11	0	2	0	342	0	20	16	0	0	7	23	44	0	155	18	12	146
KN-604	98	100	160	I2BR	0	0	0	154	0	217	3	0	0	2	81	69	0	251	11	37	100
KN-604	162	164	161	I2BR	0	4	0	321	0	70	150	0	0	4	27	74	0	228	11	46	146
KN-604	198	200	162	I2BR	0	200	0	399	0	215	63	0	0	2	92	49	0	294	17	28	114
TN-84	49.73	49.9	163	I2BR	0	2	0	83	0	82	129	0	0	6	69	30	0	206	30	69	128
TN-84	98	98.12	164	V2B	0	0	0	371	0	259	57	0	0	3	81	97	0	145	16	36	105
TN-84	150.4	150.58	165	12J	0	1	0	372	0	29	8	0	0	6	18	60	0	149	19	29	169
TN-84	206.07	206.2	166	V2B	0	1	0	50	0	506	32	0	0	2	122	3	0	227	17	90	55

KN-84	248.85	248.97	167	V2B	0	29	107	0	741	93	0	0	0	224	8	0	0	93	15	83	37
KN-326	39.9	40	168	V2	0	0	40	0	300	112	0	2	0	76	2	0	0	133	18	79	67
KN-326	149.85	149.97	169	V2MS	0	0	176	0	632	19	0	3	0	236	22	0	0	389	12	67	136
KN-326	196.6	196.79	170	V2MS	0	0	327	0	891	54	0	0	0	300	53	0	0	138	9	86	37
KN-329	25.05	25.35	171	V2MS	0	0	183	0	270	150	0	3	170	111	15	0	0	138	33	138	92
KN-329	97.2	97.36	172	V2	5	0	171	0	293	318	0	4	193	29	0	0	0	138	34	172*	104
KN-329	173.45	173.54	173	V2MS	0	0	367	0	219	14	0	3	130	19	0	0	0	165	31	146	92
KN-329	242.55	242.64	173	V2	0	0	58	0	270	87	0	2	114	5	0	0	0	144	26	114	75
KN-325	12	12.09	174	V2	0	0	455	0	44	3	0	5	27	60	0	0	0	178	15	49	161
KN-325	68.15	68.27	175	V2MS	0	78	368	0	229	99	0	3	104	137	9	0	0	114	26	432	96
KN-325	196.6	196.73	176	V2MS	0	0	753	0	321	100	0	3	88	113	0	0	0	203	22	183	85
KN-323	25.35	25.51	177	V2MS	0	0	57	0	852	98	0	0	852	16	0	0	0	106	14	84	39
KN-323	74.2	74.32	178	V2MS	0	0	176	0	179	97	0	3	93	10	0	0	0	152	26	110	86
KN-323	229.85	230.03	179	V2MS	0	1	85	0	436	109	0	0	86	9	0	0	0	129	18	106	65
KN-363	63	63.1	180	V2MS	0	17	264	0	1138	186	3	0	340	36	0	0	0	128	15	424	42
KN-363	148.9	149	181	V2	0	0	439	0	215	169	3	4	68	45	0	0	0	197	17	78	78
KN-363	193.55	193.66	182	V2P	0	0	589	0	201	109	0	3	75	42	0	0	0	183	20	68	77
KN-322	21.2	21.35	183	V2P	0	0	172	0	890	76	0	0	279	8	0	0	0	79	14	85	38
KN-322	116.58	116.58	184	V2P	0	0	302	0	393	95	0	2	116	36	0	0	0	151	19	102	66
KN-322	218.1	219	185	V2P	0	0	96	0	244	30	0	3	92	49	0	0	0	138	18	95	70
KN-322	263.25	263.45	186	V2	0	20	157	0	27	37	0	5	21	28	0	0	0	151	17	146	165
KN-322	335	335.12	187	V2MS	0	0	259	0	906	72	0	0	165	41	0	0	0	129	14	79	40
KN-328	33	33.12	188	V2	0	0	64	0	480	101	0	0	132	4	0	0	0	198	14	76	41
KN-328	91.9	100.02	189	V2MS	0	0	140	0	281	132	0	3	65	12	0	0	0	139	17	67	74
KN-328	137.9	138.06	190	V2	0	0	443	0	22	3	0	5	18	44	0	0	0	140	17	46	163
KN-328	172.7	172.85	191	V2MS	0	0	148	0	265	94	0	3	63	22	0	0	0	157	18	81	73
KN-15	22.6	22.76	192	V2P	0	0	205	0	243	69	0	0	82	11	0	0	0	206	8	119	104
KN-15	88	88.16	193	V2P	0	0	226	0	145	22	0	2	54	16	0	0	0	215	10	121	121
KN-15	120.03	120.22	194	V2TF	0	4	248	0	410	59	0	0	128	14	0	0	0	235	10	174	72
KN-17	34.2	34.35	195	V2	0	2	210	0	80	36	0	3	41	20	0	0	0	559	8	64	111
KN-17	52.5	52.65	195B	V2	0	0	195	0	56	19	0	3	513	10	0	0	0	513	10	54	146
KN-17	129.6	129.81	195C	V2	0	0	344	0	64	11	0	3	45	25	0	0	0	467	13	74	106
KN-86-18	24.45	24.68	196	V2	0	0	440	0	276	26	0	2	156	22	0	0	0	777	9	60	99
KN-86-18	77.7	77.83	197	V2	0	0	436	0	236	46	0	3	129	33	0	0	0	638	8	57	128
KN-86-18	134.4	134.58	197B	V2MS	0	2	322	0	109	6	0	4	52	26	0	0	0	455	11	45	130
KN-86-19	28.05	28.19	198	V2MS	0	0	58	0	213	102	0	3	85	3	0	0	0	248	27	61	96
KN-86-19	162	162.13	199	V2	0	0	69	0	195	26	0	4	83	7	0	0	0	217	25	67	86
KN-86-20	68.45	68.63	200	V2MS	0	0	56	0	199	77	0	3	56	3	0	0	0	222	25	60	93
KN-86-14	25.6	25.74	201	V2TF	0	0	71	0	75	3	0	3	94	4	0	0	0	156	15	123	123
KN-86-14	50.6	50.73	202	V2P	0	0	240	0	285	91	0	0	49	15	0	0	0	173	11	55	32
KN-86-14	68.53	68.51	203	V2TF	0	0	304	0	136	90	0	0	45	23	0	0	0	122	11	48	29
KN-86-14	144.35	144.47	204	V2MS	0	8	209	0	322	72	0	0	83	24	0	0	0	196	11	95	40
KN-86-15	23.55	23.67	205	V2TF	0	0	78	0	271	113	2	3	151	5	0	0	0	166	28	119	96
KN-86-15	62.25	62.39	206	V2TF	0	0	58	0	272	58	2	3	145	3	0	0	0	158	27	130	93
KN-86-15	79.9	80.01	207	V2	0	0	259	0	305	54	0	4	98	24	0	0	0	170	18	53	102
KN-86-15	177	177.13	208	V2	0	2	450	0	308	41	4	3	129	39	0	0	0	360	20	94	99
KN-86-16	45.25	45.36	209	V2MS	0	0	69	0	28	55	0	3	16	0	0	0	0	151	31	110	102
KN-86-16	121.3	121.66	210	V2MS	0	3	397	0	13	27	0	4	24	54	0	0	0	143	39	69	128
KN-86-16	22.25	22.4	211	V2TF	0	0	144	0	46	10	0	3	12	13	0	0	0	109	25	115	78
KN-86-1	42	42.3	212	V2	0	4	73	0	312	78	0	0	196	3	0	0	0	354	9	79	74
KN-86-1	82.8	82.9	213	V2	0	0	375	0	237	31	0	2	67	17	0	0	0	321	10	58	106
KN-86-1	145.45	145.59	214	V2	0	0	0	0	3029	2	0	0	840	2	0	0	0	23	3	49	8
KN-86-2	33.45	33.59	215	V2TF	0	0	641	0	13	54	0	5	13	39	0	0	0	402	20	53	175
KN-86-2	86	86.16	216	V2MS	0	0	312	0	12	81	0	5	12	33	0	0	0	395	17	218	163
KN-86-2	109.35	109.46	217	V2MS	0	0	426	0	11	14	0	4	26	64	0	0	0	793	18	39	150
KN-86-2	297.45	297.6	218	V2MS	0	0	90	0	687	97	0	0	212	20	0	0	0	112	11	73	25

KN-86-3	43	43.1	219	V2MS	0	0	0	56	0	380	67	0	0	0	102	3	0	110	14	71	31
KN-86-3	63	63.17	220	V2MS	0	0	0	90	0	596	88	0	0	0	129	13	0	100	11	67	25
KN-86-3	82	82.16	221	V2MS	0	0	0	38	0	311	84	0	0	0	89	4	0	103	13	65	31
KN-86-4	62	62.1	222	I3	0	0	0	39	0	21	7	0	0	3	14	3	0	71	42	65	74
KN-86-4	82	82.13	223	V2TF	0	0	0	0	0	12	6	0	0	4	14	3	0	55	47	55	104
KN-86-4	101	101.14	224	V2MS	0	0	0	134	0	41	8	0	0	2	40	3	0	77	29	71	75
KN-86-5	85.55	85.67	225	V2MS	0	14	26	0	148	58	0	0	0	0	117	0	0	91	11	86	30
KN-86-5	126.05	126.17	226	V2TF	0	7	0	0	90	89	0	0	5	77	0	0	0	188	41	39	125
KN-86-5	185.7	185.81	227	V2TF	0	1	193	0	382	4	0	0	2	46	9	0	0	316	12	51	110
KN-86-6	39.65	39.78	228	I3	0	2	0	0	0	753	11	0	0	0	162	4	0	51	2	31	6
KN-86-6	92.85	92.97	229	V2TF	0	0	0	0	0	1697	6	0	0	0	266	3	0	99	4	49	11
KN-86-6	130.3	130.42	230	V2FP	0	18	35	0	1075	9	0	0	0	0	221	8	0	110	5	45	13
KN-86-7	33.35	33.46	231	V2MS	0	5	187	0	336	111	0	0	3	73	10	0	0	107	18	70	64
KN-86-7	72.8	72.95	232	V2TF	0	2	51	0	317	93	0	3	2	96	0	0	0	186	16	85	61
KN-86-7	148	148.11	233	V2TF	0	5	74	0	333	65	0	0	2	82	3	0	0	123	19	88	70
KN-86-8	66	66.13	234	V2TF	0	3	230	0	303	90	0	0	2	64	21	0	0	161	16	76	66
KN-86-8	139.75	139.88	235	V2TF	0	12	173	0	223	43	0	0	3	57	23	0	0	112	17	103	68
KN-86-8	217.2	217.34	236	V2TF	0	1	75	0	241	104	0	0	2	62	7	0	0	144	16	96	60
KN-558	124	126	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	384	5	5	83
KN-558	126	129	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	352	7	7	73
KN-558	17	19	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	352	5	5	70
KN-558	27	29	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	24	8	8	55
KN-558	34	37	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	181	7	7	64
KN-558	44	47	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	184	7	7	61
KN-541	57	58	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	257	6	6	72
KN-541	59	61	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	197	8	8	70
KN-540	68	70	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	174	6	6	64
KN-540	80	83	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	164	8	8	94

Calculs de changement de masse pour chaque oxyde

HOLE ID	De	A	X	Y	ID	Unité	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	K2O	CaO	Na2O	TiO2	MnO	P2O5	PAF	Total
TN-34	125,5	125,78	9188,84	12400	3	I2J	-3,85	0,05	1,75	0,91	0,16	-0,33	-0,69	0,17	-0,02	0,03	0,36	-1,43
TN-34	195	195,27	9237,98	12400	4	I2J	-7,33	0,07	1,59	0,70	-0,24	1,81	-0,79	0,21	0,00	0,05	-0,16	-4,09
TN-37	48	48,32	9584,05	12400	5	I2J	-1,16	0,06	-0,99	0,07	2,91	-1,66	-2,36	0,00	-0,01	0,00	0,99	-2,15
TN-37	100,2	100,4	9620,92	12400	6	I2J	-3,33	0,06	-0,29	0,07	1,35	0,38	-0,96	0,04	-0,02	0,02	0,47	-2,21
TN-37	147,8	148	9654,58	12400	7	I2J	-0,02	0,06	-0,02	-0,18	0,58	0,90	-0,97	-0,04	-0,02	0,00	0,51	0,79
TN-37	198,74	199	9690,62	12400	8	I2J	-2,26	0,05	0,43	0,48	0,34	1,33	-0,61	0,03	0,01	0,04	0,55	0,39
TN-44	13,48	13,79	9759,64	11900	9	I2JBR	4,92	0,04	-1,25	-0,95	0,69	-0,13	0,08	-0,21	0,00	-0,05	0,57	3,71
TN-44	48,72	48,93	9784,52	11900	10	I2J	-4,22	0,08	0,63	1,00	0,36	0,56	-0,42	0,05	0,01	0,04	0,39	-1,52
TN-44	98,15	98,39	9819,49	11900	11	I2J	-5,34	0,09	1,06	0,54	0,66	0,69	-1,17	0,01	0,03	0,11	0,23	-3,08
TN-44	195,48	195,74	9888,32	11900	13	I2J	-3,06	0,08	-2,53	-1,51	0,74	-2,22	-0,35	-0,05	-0,04	-0,01	-0,09	-9,06
TN-46	50,35	50,57	9185,68	11400	14	V2B	-3,16	0,08	1,23	1,06	0,06	0,82	-0,62	0,15	0,03	0,03	0,32	-0,03
TN-46	84,11	84,35	9209,56	11400	15	I2J	5,14	0,07	-1,76	-0,88	0,86	-1,30	-0,36	-0,15	0,01	-0,03	0,50	2,07
TN-46	125,2	125,45	9238,62	11400	16	I2JBR	-2,60	0,09	2,72	1,16	-0,28	1,81	-0,36	0,09	0,06	-0,03	-0,14	2,51
TN-46	150	150,3	9256,17	11400	17	V2B	-0,57	0,08	1,06	0,04	0,29	0,78	-0,81	0,04	0,00	-0,02	0,31	1,21
TN-46	175,13	175,4	9273,93	11400	18	I2JBR	0,25	0,09	1,22	0,05	-0,27	0,30	-0,11	0,05	0,01	-0,02	-0,20	1,38
TN-46	200,24	200,5	9291,68	11400	19	I2J	3,73	0,07	0,75	-0,24	-0,24	-0,50	0,88	-0,01	-0,04	0,01	0,25	4,66
TN-47	24,47	24,74	9317,4	11300	20	V2B	1,43	0,07	-1,35	-0,64	0,21	0,20	-0,24	-0,09	-0,02	-0,02	0,03	-0,43
TN-47	49,57	49,81	9335,14	11300	21	I2J	-0,69	0,08	0,58	0,42	-0,31	0,52	-0,08	0,02	0,03	-0,01	0,04	0,60
TN-47	125	125,2	9388,46	11300	23	I2B	-3,16	0,07	-1,45	1,55	-0,49	3,36	0,17	0,05	0,01	0,07	0,94	1,11
TN-47	199,11	199,4	9440,89	11300	24	I2B	-4,00	0,08	0,21	-0,07	-0,14	1,37	-0,65	0,01	0,05	0,03	0,40	-2,70
TN-53	39,08	39,32	9452,72	10900	25	I2J	-0,24	0,07	-0,28	-0,32	1,01	-1,18	-0,36	-0,03	-0,03	-0,01	0,10	-1,27
TN-53	125,28	125,48	9513,66	10900	26	I2J	0,43	0,04	-1,19	0,05	-0,23	0,95	-0,43	-0,06	0,00	-0,02	0,30	0,51
TN-53	188	188,23	9558,02	10900	27	I2J	-3,89	0,08	1,05	0,27	-0,27	2,96	-1,43	0,02	0,00	0,06	0,36	-0,81
TN-53	247,64	247,93	9600,21	10900	28	I2J	-1,91	0,08	1,18	0,60	-0,63	1,88	-0,02	0,04	-0,02	0,03	0,28	1,50
TN-49	49,55	49,82	9635,13	11500	29	I2J	-2,24	0,09	0,06	0,66	0,03	0,90	-0,10	0,06	0,00	0,04	0,15	-0,35
TN-49	100,3	100,58	9671,02	11500	30	I2J	-1,41	0,08	0,16	0,00	0,35	0,51	-0,53	-0,01	0,00	0,04	0,00	-0,80
TN-49	150,78	151,06	9706,72	11500	31	I2J	-1,62	0,06	-0,44	-0,27	0,93	0,03	-0,85	-0,06	0,00	0,00	0,30	-1,93
TN-49	198,56	198,86	9740,51	11500	32	I2J	1,44	0,02	-0,26	0,65	1,24	1,34	-1,28	-0,02	0,04	-0,03	0,60	3,75
TN-41	25,38	25,72	9243,07	11900	33	V2B	2,16	0,07	-0,90	-0,55	-0,04	-0,42	-0,16	-0,12	0,00	-0,03	0,33	0,34
TN-41	75,18	75,48	9278,27	11900	34	I2J	0,16	0,10	0,99	0,70	0,25	0,53	-0,43	0,02	0,01	-0,01	0,02	2,36
TN-41	150,35	150,59	9331,4	11900	35	I2JBR	-1,65	0,11	-1,31	-0,41	-0,19	-0,42	0,61	-0,10	-0,02	-0,03	0,05	-3,37
TN-41	198,37	198,62	9365,36	11900	36	I2JBR	1,27	0,09	-0,82	-0,76	1,11	-0,28	-1,32	-0,09	0,00	0,00	0,29	-0,51
TN-74	74,6	74,9	9352,86	10100	38	I2JBR	7,47	0,06	5,16	14,77	1,11	5,25	-1,87	0,09	0,11	0,04	1,63	33,83
TN-74	125,35	125,6	9388,72	10100	39	I2JBR	-2,48	0,10	0,16	-0,31	-0,33	-0,05	-0,31	0,00	0,00	0,03	0,05	-3,14
TN-74	199,35	199,62	9441,06	10100	40	I2JBR	-7,18	0,03	-0,41	0,72	1,09	1,23	-0,21	0,05	0,05	-0,01	1,30	-3,36
TN-54	24,58	24,82	9192,47	10400	58	11	2,62	0,06	1,17	6,06	1,09	4,79	-1,56	0,06	0,05	0,04	0,48	15,08
TN-54	132,1	132,41	9268,52	10400	60	I2J	2,73	0,04	3,35	-0,21	1,75	-0,15	-0,30	-0,08	0,00	-0,07	0,44	7,50
TN-54	200	200,36	9316,55	10400	61	I2J	4,60	0,05	-0,70	0,02	0,96	0,12	-0,09	-0,07	0,01	-0,06	0,78	5,62
TN-56	25,05	25,35	9517,82	10400	62	I2J	2,49	0,04	-0,47	0,28	0,93	0,67	-0,46	-0,05	0,03	-0,04	0,66	4,08
TN-56	75,8	76	9553,67	10400	63	I2J	2,97	0,04	-1,40	0,23	-0,47	1,72	0,11	-0,06	0,00	-0,04	0,30	3,39
TN-56	125,1	125,36	9588,55	10400	64	I2J	3,01	0,05	-0,61	-0,26	1,39	0,48	-1,83	-0,09	0,01	-0,04	0,57	2,70
TN-56	200,11	200,43	9641,61	10400	65	I2J	-5,60	0,10	1,69	0,87	0,82	0,01	-1,02	0,13	0,02	-0,01	0,69	-2,30
TN-59	53,85	54,27	9513,23	9900	66	I2JBR	1,61	0,11	0,47	0,03	0,37	-0,29	0,26	0,08	-0,03	0,02	0,06	2,69
TN-59	150,2	150,47	9581,3	9900	68	I2J	-1,72	0,09	-0,05	-0,30	0,23	-1,14	0,72	-0,01	-0,03	0,01	-0,02	-2,22
TN-59	198,88	199,18	9615,74	9900	69	I2J	0,31	0,08	0,54	-0,41	-0,49	-0,07	0,51	0,03	-0,03	0,02	0,26	0,72
TN-68	25,76	26,08	9768,33	10100	70	I2J	2,83	0,07	-0,46	0,39	-0,42	1,10	0,05	0,01	-0,01	0,02	0,23	3,79

HOLE_ID	De	À	X	Y	ID	Unité	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	K2O	CaO	Na2O	TiO2	MnO	P2O5	PAF	Total
TN-68	75,44	75,74	9803,45	10100	71	I2JBR	1,72	0,08	-0,35	0,08	-0,28	0,17	0,19	-0,02	0,01	-0,03	0,08	1,64
TN-68	124,5	124,8	9838,14	10100	72	I2JBR	-0,36	0,05	2,63	0,13	0,48	-1,94	0,27	0,01	-0,01	0,00	0,07	1,32
TN-68	199,4	199,65	9891,09	10100	73	I2J	-1,06	0,09	-1,78	0,11	-0,56	2,79	0,04	0,00	-0,01	0,03	0,89	0,54
TN-61	19,8	20,13	9339,12	9600	88	V2B	-5,02	0,08	0,41	0,45	-0,42	0,29	0,20	0,02	0,05	-0,01	-0,33	-4,27
TN-61	95,9	96,23	9392,93	9600	90	I2J	-3,65	0,09	0,67	-0,88	1,36	-2,31	-0,74	-0,11	-0,05	-0,04	-0,09	-5,75
TN-61	195	195,3	9462,99	9600	91	I2J	0,03	0,07	0,21	0,39	0,25	0,52	-0,56	-0,02	0,02	0,01	0,84	1,77
TN-67	51	51,25	9886,15	11100	92	I2J	2,33	0,05	-1,02	0,25	-0,18	1,54	0,05	-0,05	-0,01	-0,04	0,31	3,22
TN-67	99	99,25	9920,09	11100	93	I2J	1,94	0,05	-1,21	-0,11	0,18	0,88	-0,21	-0,07	-0,01	-0,05	0,28	1,67
TN-67	125,2	125,5	9938,64	11100	94	I1	3,80	0,05	-3,03	0,07	0,36	0,90	-0,88	-0,08	0,00	-0,05	0,54	1,68
KN-55	66	67	9578,92	9485,43	92116	1989	5,80	0,10	1,90	0,68	0,05	0,61	-0,79	0,24	-0,04	0,43	0,92	9,90
KN-55	75	76	9584,19	9482,51	92126	1989	11,12	0,07	0,12	-0,47	-0,71	-0,09	0,49	0,03	-0,04	0,36	2,49	13,38
KN-56	8	9	9779,93	9827,16	92190	1989	3,44	0,09	1,66	0,63	-0,44	1,01	-0,02	0,07	-0,03	0,21	0,83	7,45
KN-57	26	27	9815,29	10467,71	92272	1989	-0,29	0,10	-0,19	0,09	-0,27	-0,36	-0,33	-0,05	-0,01	0,32	0,19	-0,80
KN-57	55	56	9828,75	10454,25	92292	1989	6,20	0,10	-0,21	0,15	-0,73	0,38	0,11	-0,02	-0,01	0,41	0,68	7,07
KN-57	75	76	9838,02	10444,98	92269	1989	2,84	0,11	-0,85	-0,20	-0,68	-0,11	0,38	-0,07	-0,03	0,15	1,28	2,82
KN-57	103	104	9851,01	10431,99	92306	1989	4,18	0,11	-0,60	-0,51	-0,96	-0,86	0,28	-0,04	-0,04	0,14	0,07	1,79
KN-57	126	127	9861,68	10421,32	92313	1989	0,85	0,11	-0,28	0,18	-0,83	0,22	-0,11	0,04	-0,03	0,41	0,36	0,93
KN-57	150	151	9872,82	10410,18	92326	1989	0,70	0,09	-0,51	-0,48	-0,76	-0,31	-0,39	-0,03	-0,02	0,12	0,70	-0,88
KN-61	93	94	10112,3	12208,86	92544	1989	6,25	0,12	-1,32	-2,48	-0,11	-4,61	0,83	-0,13	-0,10	-0,05	0,04	-1,56
KN-62	6	7	9510,34	12014,77	92640	1989	3,09	0,12	-0,30	-1,30	-0,87	-2,08	-0,54	0,02	-0,07	0,21	0,63	-1,11
KN-62	29	30	9525,71	12013,97	92654	1989	10,24	0,13	-1,74	-2,16	-1,02	-3,47	-0,13	-0,10	-0,09	0,04	0,66	2,38
KN-62	52	53	9541,08	12013,16	92661	1989	7,79	0,13	0,68	-1,77	1,11	-3,93	-2,02	0,04	0,00	0,23	1,92	4,17
KN-62	77	78	9557,79	12012,29	92671	1989	8,29	0,12	-1,61	-1,20	-0,48	-2,08	-0,09	-0,05	-0,07	0,20	0,42	3,46
KN-62	102	103	9574,49	12011,41	92697	1989	10,05	0,12	-0,35	-0,85	1,07	-2,46	-2,03	0,01	0,07	0,23	0,74	6,60
KN-62	123	124	9588,52	12010,68	92706	1989	8,50	0,10	-0,40	-0,67	0,86	-1,61	-2,03	0,05	0,00	0,09	0,92	5,82
KN-63	12	13	9364,2	12708	92713	1989	7,78	0,14	-2,64	0,48	-0,97	-0,87	0,71	0,15	-0,07	0,10	0,02	4,84
KN-63	27	28	9374,04	12708	92714	1989	5,47	0,14	-2,08	0,76	-0,99	-0,79	0,69	0,18	-0,08	0,08	0,20	3,58
KN-63	50	51	9389,13	12708	92723	1989	-2,38	0,15	-2,07	-0,12	-0,99	-2,74	0,35	0,00	-0,10	0,20	-0,25	-7,94
KN-63	100	101	9421,93	12708	92755	1989	12,27	0,08	-2,28	-1,55	1,57	-2,26	-0,41	-0,17	-0,07	0,00	0,58	7,77
KN-69	34	35	10393	12903,39	93267	1989	4,85	0,06	-0,59	-1,01	3,09	-2,13	-1,12	-0,04	-0,05	-0,05	0,34	3,35
KN-69	50	51	10403,7	12902,64	93274	1989	0,69	0,06	-0,26	-0,98	2,73	-1,06	-1,78	-0,06	-0,03	-0,13	0,67	-0,15
KN-69	74	75	10419,7	12901,52	93291	1989	-0,76	0,06	-0,80	-1,38	2,23	-1,79	-0,82	-0,14	-0,04	-0,12	0,23	-3,33
KN-70	33	34	10317,4	12606,44	93352	1989	0,69	0,11	-0,26	-0,45	-0,33	-1,40	0,61	-0,01	-0,09	-0,03	0,53	-0,62
KN-70	37	38	10320	12606,25	93356	1989	-1,98	0,10	0,89	0,08	-0,18	-0,81	0,12	0,02	-0,05	0,25	0,21	-1,36
KN-70	40	41	10322	12606,11	93359	1989	-0,96	0,11	1,19	0,14	-0,07	-0,09	-0,14	0,03	-0,03	0,12	0,67	0,99
KN-70	43	44	10324	12605,97	93362	1989	0,28	0,06	-0,93	-0,68	0,60	-0,92	-0,72	-0,08	-0,02	-0,17	0,15	-2,44
KN-70	49	50	10328	12605,69	93363	1989	5,51	0,15	1,00	-1,67	-0,40	-2,60	1,33	-0,02	-0,09	0,23	-0,13	3,30
KN-70	50	51	10328,7	12605,64	93365	1989	-2,91	0,10	1,87	-0,28	0,33	-2,19	0,54	0,04	-0,05	0,08	0,20	-2,27
KN-70	53	53	10330,4	12605,53	93368	1989	3,54	0,03	-0,47	0,13	1,55	-0,50	-1,85	-0,18	-0,01	0,15	1,36	3,76
KN-70	53	54	10330,7	12605,5	93369	1989	-4,75	0,11	-0,37	-0,88	0,10	-0,93	-0,21	-0,01	-0,07	0,50	0,21	-6,31
KN-70	54	55	10331,4	12605,46	93370	1989	-1,78	0,11	-0,68	-0,90	-0,27	-1,38	0,39	-0,01	-0,07	-0,02	-0,19	-4,82
KN-70	55	56	10332,1	12605,41	93371	1989	-1,22	0,10	0,19	-0,46	0,23	-0,37	-0,43	-0,02	-0,06	0,24	0,18	-1,62
KN-70	68	69	10340,7	12604,8	93375	1989	-2,25	0,12	2,51	-0,34	-0,69	-2,79	-2,74	0,02	-0,06	0,34	-0,75	-6,64
KN-70	76	77	10346,1	12604,43	93379	1989	-1,20	0,09	0,57	-1,32	0,36	-3,66	0,84	-0,06	-0,07	-0,01	0,10	-4,36
KN-70	99	100	10361,4	12603,36	93397	1989	-2,94	0,00	1,62	1,35	0,42	2,74	-1,64	0,09	0,02	0,18	0,60	2,44
KN-540	21	24	9573,34	14469,73	0	JL_J4	3,14	0,07	1,99	1,37	1,31	-0,79	-1,32	-0,05	0,00	-0,02	-0,13	5,57
KN-540	36	39	9583,57	14469,55	0	JL_J4	-0,08	0,08	1,42	2,04	2,09	-1,89	-1,48	-0,06	-0,05	-0,04	0,28	2,33

HOLE_ID	De	Å	X	Y	ID	Unité	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	K2O	CaO	Na2O	TiO2	MnO	P2O5	PAF	Total
KN-540	49	51	9592,09	14469,4	0	JL_J4	6,46	0,07	-0,76	-0,07	0,46	-4,02	1,92	-0,14	-0,05	-0,06	0,20	4,00
KN-540	59	61	9598,91	14469,29	0	JL_J4	5,91	0,07	1,17	0,68	1,50	-2,81	-0,49	-0,08	-0,05	-0,03	0,22	6,07
KN-540	74	76	9609,14	14469,11	0	JL_J4	-1,15	0,05	2,09	1,01	1,31	-0,15	-2,54	0,04	-0,04	0,04	-0,15	0,50
KN-540	83	85	9615,28	14469	0	JL_J4	2,37	0,07	2,62	-0,64	1,35	-3,55	0,48	-0,02	-0,04	-0,06	0,78	3,34
KN-540	85	88	9616,98	14468,97	0	JL_J4	0,26	0,08	1,73	0,91	1,29	0,09	-0,84	-0,01	0,01	-0,01	0,13	3,62
KN-530	90	93	9589,7	14269	0	JL_J4	0,88	0,08	-0,06	0,70	0,60	-1,38	-0,26	-0,06	-0,06	-0,04	-0,07	0,34
KN-530	100	103	9596,77	14269	0	JL_J4	3,20	0,07	0,09	1,95	-0,07	0,21	0,40	0,04	-0,04	-0,03	0,08	5,89
KN-530	115	118	9607,38	14269	0	JL_J4	-3,68	0,06	-0,15	0,92	0,64	1,49	-2,51	0,04	-0,02	0,00	0,17	-3,03
KN-530	130	133	9617,98	14269	0	JL_J4	-2,71	0,07	-1,16	0,63	1,12	-1,35	-1,27	-0,09	-0,06	-0,05	0,12	-4,74
KN-530	143	145	9626,82	14269	0	JL_J4	-0,46	0,06	-0,25	0,77	0,52	0,43	-0,94	0,03	-0,04	0,00	0,79	0,92
KN-530	148	150	9630,36	14269	0	JL_J4	0,95	0,07	-0,42	1,09	2,02	-1,57	-2,17	-0,07	-0,05	-0,03	-0,07	-0,26
KN-530	153	155	9633,89	14269	0	JL_J4	3,03	0,09	0,56	3,80	0,80	0,87	-1,22	0,01	-0,04	-0,03	-0,15	7,69
KN-530	165	167	9642,38	14269	0	JL_J4	2,64	0,07	-1,91	2,14	1,89	-1,71	-1,94	-0,09	-0,05	-0,06	0,04	1,04
KN-530	6	9	9530,3	14269	0	JL_J4	-0,59	0,08	2,94	0,01	0,54	-0,79	-0,30	0,01	-0,06	-0,05	-0,10	1,69
KN-541	36	39	9517,96	14613,94	0	JL_J4	1,71	0,08	0,43	0,47	0,67	-1,12	-0,27	-0,08	-0,04	-0,05	-0,14	1,68
KN-541	46	49	9525,15	14614,19	0	JL_J4	-2,74	0,07	-1,00	-0,61	1,21	-2,72	-0,10	-0,20	-0,06	-0,06	0,01	-6,18
KN-541	61	64	9535,93	14614,57	0	JL_J4	6,35	0,07	-1,03	0,18	1,26	-3,90	1,40	-0,15	-0,06	-0,07	0,26	4,31
KN-541	69	71	9541,32	14614,76	0	JL_J4	5,80	0,07	0,18	0,22	1,57	-3,24	0,43	-0,11	-0,06	-0,06	0,02	4,82
KN-541	76	79	9546,71	14614,95	0	JL_J4	-0,37	0,07	0,06	-0,18	1,56	-2,85	0,02	-0,04	-0,06	-0,04	-0,01	-1,84
KN-541	89	91	9555,7	14615,26	0	JL_J4	3,97	0,08	1,12	2,50	1,97	-0,71	-1,35	0,03	-0,03	-0,03	0,05	7,59
KN-541	109	111	9570,08	14615,76	0	JL_J4	6,05	0,07	2,04	-0,79	1,33	-1,87	-1,21	-0,11	0,04	-0,07	0,06	5,53
KN-41	21,8	22,1	9644,04	14296,44	54	V2TF	2,03	0,06	-0,39	3,48	1,30	0,43	-0,89	0,06	0,00	0,02	0,01	6,13
KN-41	67,12	67,38	9677,15	14295,28	55	V2TF	-1,66	0,07	0,80	0,28	1,62	-1,36	-1,77	0,01	-0,04	-0,02	0,22	-1,84
KN-41	178,19	178,54	9758,37	14292,45	56	V2TF	12,08	0,07	-1,60	-1,25	0,68	-1,17	-0,16	-0,10	-0,04	-0,05	0,09	8,56
KN-41	223	223,15	9791,05	14291,31	57	V2TF	0,08	0,03	-0,37	0,40	-0,23	1,19	0,02	0,03	-0,02	-0,01	-0,06	1,07
KN-68	13	14	9860,03	14393,32	93119	1989	2,59	0,10	-3,30	-1,90	0,30	-3,39	-0,26	-0,14	-0,09	0,02	0,06	-6,00
KN-68	26	27	9868,72	14393,62	93126	1989	6,02	0,11	-2,32	-2,10	1,15	-3,29	-1,43	-0,16	-0,07	0,40	0,71	-0,98
KN-68	49	50	9884,1	14394,16	93140	1989	8,33	0,11	-1,36	-2,62	0,37	-3,78	-0,37	-0,05	-0,08	0,40	1,05	2,01
KN-68	75	76	9901,49	14394,76	93164	1989	-17,11	-0,16	5,62	5,07	-0,41	7,77	-4,77	0,12	0,16	-0,14	1,22	-2,62
TN-63	57,76	57,98	9399,79	14800	74	V2B	17,12	0,08	-1,09	-1,01	3,18	-3,60	-2,48	-0,11	-0,06	-0,05	1,79	13,78
TN-63	99,25	99,48	9413,98	14800	75	V2B	-2,22	0,05	1,61	1,02	1,28	0,04	-1,28	0,08	-0,03	0,01	0,06	0,62
TN-63	174,45	174,68	9439,7	14800	76	I2J	-18,99	0,07	-3,22	-1,50	0,95	-2,33	0,46	-0,30	0,03	0,02	-0,17	-24,99
TN-63	247,2	247,5	9464,6	14800	77	I2J	5,34	0,08	1,18	1,54	1,13	-1,64	-0,57	-0,06	-0,01	-0,04	0,35	7,31
TN-63	324,8	325,2	9491,16	14800	78	I2J	1,41	0,08	3,51	2,24	2,23	-2,80	-0,40	0,09	-0,06	-0,01	0,70	7,01
TN-63	401,3	401,6	9517,3	14800	79	I2J	3,42	0,07	1,63	2,52	0,45	-1,21	-1,18	0,02	0,04	0,00	0,67	6,42
TN-65	12,9	13,13	9434,45	14850	123	I1FP	-1,82	0,06	2,91	0,96	1,77	-1,27	-1,86	0,06	-0,03	0,03	1,45	2,25
TN-65	47,9	48,12	9446,42	14850	124	I2JBR	4,03	0,08	-0,91	-0,60	0,79	-2,18	0,10	-0,15	-0,06	-0,05	0,72	1,76
TN-65	82,9	83,11	9458,39	14850	125	V2B	-1,15	0,09	2,63	2,37	1,88	-0,97	-1,19	0,04	-0,02	-0,03	0,64	4,28
TN-65	117	117,2	9470,05	14850	126	V2B	4,63	0,07	-1,16	0,35	1,64	-3,18	0,23	-0,17	-0,06	-0,06	0,15	2,43
TN-65	151,5	151,69	9481,85	14850	127	V2B	2,77	0,07	1,55	1,30	1,53	-1,83	-0,79	-0,09	-0,02	-0,05	0,43	4,87
TN-65	185,21	185,38	9493,37	14850	128	V2B	6,81	0,07	-0,84	0,21	1,34	-2,32	-0,16	-0,14	-0,06	-0,05	-0,02	4,84
TN-65	220,24	220,45	9505,36	14850	129	V2B	-1,39	0,08	3,83	2,57	2,45	-1,95	-1,08	0,07	-0,05	0,01	1,04	5,58
TN-65	255,9	256,07	9517,55	14850	130	V2B	5,38	0,06	-2,08	-1,16	0,28	-2,16	0,89	-0,13	-0,05	-0,03	0,28	1,28
TN-65	326,9	327,14	9541,85	14850	132	V2B	0,55	0,08	3,15	4,17	2,02	-4,63	-1,00	0,06	0,07	-0,02	3,16	7,60
TN-65	350,05	350,22	9549,75	14850	133	V2B	1,73	0,08	-0,17	-0,23	1,91	0,24	-2,40	-0,06	0,07	-0,03	0,86	1,99
TN-71	25,3	25,6	9338	13100	84	V2B	-2,45	0,09	-2,02	-0,20	0,15	-0,59	-0,07	-0,02	-0,05	-0,04	0,25	-4,95
TN-71	75,08	75,38	9373,2	13100	85	V2B	-0,80	0,09	-1,17	0,51	-0,16	-0,06	-0,20	0,00	-0,03	-0,04	-0,16	-2,02

HOLE_ID	De	A	X	Y	ID	Unité	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	K2O	CaO	Na2O	TiO2	MnO	P2O5	PAF	Total
TN-71	123,3	123,63	9407,3	13100	86	V2B	-2,55	0,08	0,58	0,41	0,03	1,19	-0,91	0,03	-0,01	0,02	-0,23	-1,37
TN-71	199,6	200	9461,28	13100	87	I2J	-1,53	0,09	1,61	0,05	0,15	0,06	-0,44	0,00	-0,02	0,00	-0,12	-0,14
KN-32	15,88	16,12	10206,2	13692	134	V2FP	7,64	0,08	-4,52	-1,42	0,11	-2,18	1,30	-0,04	-0,03	-0,04	0,18	1,07
KN-32	56,86	57,08	10227,3	13692	135	V2FP	11,55	0,07	-1,70	-1,15	0,82	-4,45	2,28	-0,04	-0,07	-0,03	-0,12	7,15
KN-32	84,22	84,43	10241,4	13692	136	V2FP	4,93	0,08	-4,30	-1,45	0,57	-2,09	1,02	-0,07	-0,07	-0,04	0,90	-1,41
KN-32	134,87	135,1	10267,5	13692	137	V2FP	2,39	0,08	-3,63	-0,71	0,79	-1,01	-0,83	-0,09	-0,01	-0,03	0,41	-2,64
KN-32	168,28	168,53	10284,7	13692	138	V2TF	3,01	0,07	0,46	-0,92	1,33	-2,75	0,28	-0,10	-0,03	-0,05	-0,04	1,26
KN-32	209,21	209,39	10305,8	13692	139	I1FP	6,17	0,09	7,71	0,91	2,26	-4,83	-0,94	-0,02	-0,03	-0,05	1,38	12,64
KN-32	301,55	301,8	10353,4	13692	141	V2TF	3,19	0,09	-1,64	-2,09	2,36	-3,20	-0,90	-0,19	-0,05	-0,05	0,23	-2,26
KN-32	343,13	343,39	10374,8	13692	142	V2TF	1,07	0,08	3,93	-1,36	1,92	-3,22	-1,12	-0,06	-0,02	-0,03	0,81	2,00
KN-32	382,96	383,05	10395,3	13692	143	V2TF	1,13	0,08	-0,08	-0,02	1,72	0,05	-2,22	-0,02	0,04	-0,03	0,38	1,02
KN-32	412,74	412,87	10410,6	13692	144	V2TF	1,95	0,08	-0,25	-0,90	0,85	0,24	-1,33	-0,05	0,30	-0,03	0,24	1,10
KN-593	10	10,1	9930,16	13500,31	145	I2J	-1,04	0,07	0,08	-0,36	-0,01	0,37	-0,30	0,05	-0,02	0,03	0,08	-1,08
KN-593	135,15	135,25	9988,84	13503,38	146	I2JBR	1,00	0,08	-3,04	-0,74	0,70	-1,06	-0,40	-0,10	-0,06	-0,04	0,20	-3,47
KN-593	272,88	273	10053,4	13506,77	147	I2JBR	5,37	0,07	-2,55	-0,26	0,93	-1,22	-1,00	-0,09	-0,04	-0,05	0,00	1,15
KN-591	138,65	138,74	10005,4	13809,41	149	I2JBR	-4,20	0,07	-2,31	-0,86	1,06	-1,70	-0,70	-0,10	-0,05	-0,05	-0,01	-8,84
KN-591	283,55	283,64	10082	13814,76	150	I2JBR	16,32	0,08	-2,20	0,05	0,49	-0,36	-0,04	-0,04	-0,04	-0,02	0,16	14,39
KN-591	557	559	10227,1	13824,91	152	I2JBR	-1,44	0,04	1,62	0,65	1,70	0,39	-2,76	0,01	0,13	0,00	0,99	1,33
KN-607	14	16	10310,3	13074,96	153	I2JBR	-0,06	0,07	-2,58	-0,74	0,64	-0,20	-0,39	-0,02	-0,05	-0,02	0,13	-3,21
KN-607	120	122	10385,3	13074,96	155	I2JBR	1,05	0,09	2,24	1,05	1,06	-0,96	-0,24	-0,02	-0,03	-0,03	0,20	4,41
KN-607	190	192	10434,8	13074,96	156	V2B	13,34	0,07	2,52	0,14	1,52	-2,45	-1,09	0,04	-0,03	0,00	0,41	14,47
KN-607	216	218	10453,1	13074,96	157	V2B	2,88	0,07	1,44	0,06	0,82	-0,38	-0,80	0,00	-0,01	-0,02	0,61	4,68
KN-604	10	12	10317,9	13024,99	158	I1	20,15	0,02	-3,86	-0,89	1,33	-1,22	-0,14	-0,40	-0,01	-0,15	1,83	16,66
KN-604	98	100	10380,1	13024,99	160	I2JBR	0,85	0,09	1,48	1,05	0,53	-0,32	-0,10	-0,02	-0,03	-0,04	0,02	3,50
KN-604	162	164	10425,4	13024,99	161	I2JBR	1,03	0,05	1,43	0,06	1,77	-1,86	-0,98	-0,09	-0,02	0,01	0,40	1,81
KN-604	198	200	10450,8	13024,99	162	I2JBR	-1,25	0,08	1,30	-1,39	0,80	-0,37	-1,09	-0,02	-0,04	-0,03	0,35	-1,65
KN-17	34,2	34,35	9528,87	13302	195	I2J	-1,39	0,08	-0,10	-0,26	-0,41	1,00	-0,43	-0,03	0,01	0,00	0,70	-0,84
KN-17	52,5	52,65	9542,68	13302	195B	I2J	0,50	0,05	-1,12	0,09	-0,43	1,69	-0,68	0,00	0,01	-0,04	0,42	0,47
KN-17	129,6	129,81	9600,89	13302	195C	I2J	0,91	0,08	-0,55	-0,32	-0,11	0,07	-0,16	-0,07	-0,01	-0,02	-0,03	-0,21
KN-64	15	16	9514,96	13104	92798	1989	1,37	0,13	0,51	-0,64	-0,76	-1,45	-0,97	0,02	-0,03	0,16	0,15	-1,50
KN-64	27	27	9522,36	13104	92801	1989	4,42	0,12	0,53	-0,63	-0,32	-1,41	-0,86	0,08	-0,04	0,30	0,39	2,59
KN-64	49	50	9536,82	13104	92804	1989	10,74	0,10	0,28	-0,66	-0,19	-1,87	-0,61	0,12	-0,05	0,25	0,44	8,54
KN-64	75	76	9553,53	13104	92820	1989	12,28	0,09	-0,19	-1,16	-0,13	-1,69	-0,53	-0,07	-0,06	0,21	0,98	9,73
KN-65	154	154	9183,8	13401,81	92935	1989	10,22	0,14	-1,09	0,07	-0,94	-2,49	-0,12	-0,12	-0,10	0,24	0,12	5,93
KN-72	25	26	9927,73	13301	93476	1989	-1,05	0,08	-3,58	-0,75	-0,91	0,09	0,59	-0,01	-0,07	0,09	0,80	-4,72
KN-72	49	50	9943,47	13301	93480	1989	-2,76	0,06	-0,67	0,03	-0,84	1,18	-0,65	0,04	-0,02	0,13	0,51	-2,99
KN-72	74	75	9959,88	13301	93481	1989	-1,75	0,08	0,39	-0,51	-0,84	-1,01	-0,04	0,02	-0,01	0,09	0,51	-3,09
KN-72	99	100	9976,28	13301	93485	1989	-3,78	0,06	-1,22	-0,22	-0,84	0,75	-0,55	0,03	-0,02	0,30	0,19	-5,31
KN-72	125	126	9993,34	13301	93486	1989	-1,82	0,08	0,25	-0,23	-0,85	0,44	-0,75	0,00	0,01	0,51	0,54	-1,82
KN-72	138	139	10001,9	13301	93488	1989	-3,32	0,08	0,13	0,02	-0,90	0,28	0,29	-0,02	-0,03	0,43	0,14	-2,86
KN-73	27	28	10478,2	13394	93601	1989	0,04	0,09	3,45	-1,47	1,67	-3,58	-1,36	-0,04	-0,01	-0,15	0,49	-0,89
KN-73	49	50	10465,6	13394	93609	1989	5,91	0,07	7,30	-0,19	2,32	-3,50	-1,11	-0,04	-0,02	0,19	0,97	11,90
KN-73	75	76	10450,7	13394	93635	1989	7,01	0,09	1,02	-1,74	1,70	-4,09	-0,45	-0,08	-0,04	-0,15	0,99	4,23
KN-73	100	101	10436,4	13394	93657	1989	5,77	0,07	-0,19	-1,78	2,34	-3,45	-1,96	0,03	-0,03	-0,15	0,81	1,46
KN-73	124	125	10422,6	13394	93681	1989	3,63	0,01	-0,87	-0,24	3,50	-0,52	-4,29	-0,26	0,10	0,11	1,72	2,89
KN-73	148	149	10408,8	13394	93687	1989	2,69	0,08	2,34	1,78	-0,08	1,19	-1,41	0,04	0,09	-0,16	0,83	7,40
KN-73	174	175	10393,9	13394	93701	1989	3,36	0,07	1,91	2,14	-0,42	0,78	-0,98	0,01	0,03	-0,14	0,67	7,45