

THÈSE PRÉSENTÉE À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTI
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN RESSOURCES MINÉRALES

PAR
MARJORIE SIMARD
M.Sc

MULTI ÉVÉNEMENTS DE DÉFORMATION, DE MÉTAMORPHISME
D'HYDROTHERMALISME À L'ORIGINE DU GISEMENT LAPA

SEPTEMBRE 2011

RÉSUMÉ

Ce projet de doctorat, issu d'une collaboration entre le CERM de l'UQAC et Mines Agnico-Eagle Ltée, porte sur le dépôt aurifère de la mine Lapa (2,82 Mt @ 7,43 g/t Au). L'objectif principal du projet est l'établissement des processus responsables de la mise en place de minéralisations aurifères directement localisées au sein de la Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake (ZFCLL), ceci en définissant les relations et la chronologie entre les événements de déformation, de métamorphisme et d'hydrothermalisme. Les zones minéralisées du gisement Lapa sont encaissées principalement par les roches volcaniques mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché, une unité spatialement associée à la ZFCLL. Les valeurs aurifères sont associées à: 1) de fines disséminations d'arsénopyrite-pyrrhotite ± pyrite; et 2) de l'or libre disséminé à l'intérieur et aux épontes de veinules de quartz ± dolomite, calcite. La signature métallique de la minéralisation montre une forte corrélation entre les teneurs en or, en arsenic et en antimoine.

Le gisement Lapa possède plusieurs caractéristiques compatibles avec les gisements aurifères orogéniques, incluant: 1) son association avec une zone de faille; 2) une faible quantité de sulfures; 3) une abondance de veinules de quartz; et 4) sa forte étendue verticale. Toutefois, le gisement Lapa diffère des gîtes orogéniques conventionnels par le fait qu'il est directement encaissé par une zone de faille majeure ou de premier ordre. De plus, la relation spatiale entre les roches volcaniques mafiques-ultramafiques, les intrusions felsiques et les zones aurifères apporte des questionnements sur le contrôle exercé par ces lithologies sur la minéralisation. Les roches hôtes des zones minéralisées sont fortement déformées et métamorphisées à la transition des faciès schistes verts et amphibolites. La zone principale, nommée zone Contact, est localisée au contact entre les grauwackes du Groupe de Cadillac et les schistes ultramafiques du Groupe de Piché. Ce contact est caractérisé par la présence de plis d'entraînement décimétriques en «Z». La zone Contact montre une géométrie particulière de forme hélicoïdale se caractérisant par un panneau supérieur de direction ESE passant progressivement par torsion à un panneau inférieur ENE. Les zones aurifères les plus riches se retrouvent au centre de l'hélicoïde.

Les analyses réalisées à l'aide d'un spectromètre de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) couplé à un laser (LA) ont démontrées la présence d'or submicroscopique dans la structure cristalline des arsénopyrites. Les observations en images d'électrons rétrodiffusés (images BSE) et les analyses à la microsonde électronique montrent que plusieurs arsénopyrites sont zonées et caractérisées par un halo enrichi en arsenic. Ceci démontre que les arsénopyrites ont été déstabilisées au cours d'un épisode tardif de nature métamorphique et/ou hydrothermale. Cet événement est interprété comme étant responsable de la mobilisation de l'or contenu dans l'arsénopyrite pour former l'or libre localisé à l'intérieur et aux épontes des veinules de quartz ± dolomite, calcite.

Plusieurs changements quant à la géométrie et la composition du dépôt apparaissent avec la profondeur. Ceux-ci incluent: 1) changement de la relation angulaire entre S_0 et S_1 ; 2) atténuation des plis d'entraînement le long du contact Cadillac-Piché; 3) changement dans la plongée des zones minéralisées; 4) changement de direction de la zone Contact; 5)

atténuation progressive de l'association Au-Sb, et 6) apparition des amphiboles (hornblendes rétrogradées en actinote).

Les différentes relations texturales et minéralogiques définies par l'observation des roches hôtes des zones aurifères révèlent l'interaction entre plusieurs événements: i) trois incréments de déformation (D_1 , D_2 et D_3); ii) trois épisodes métamorphiques (M_1 , M_2 et M_3), et iii) deux épisodes de minéralisation aurifère. Les relations de chronologie relative démontrent que le premier épisode aurifère correspondant à des arsénopyrites disséminées contenant de l'or submicroscopique, est syn- à tardi- D_1 et pré-pic de métamorphisme prograde M_2 . Le deuxième épisode aurifère consiste en la remobilisation et la précipitation de l'or libre avec la pyrrhotite et/ou les minéraux riches en Sb. Cet épisode de remobilisation est progressif s'amorçant pendant le pic du métamorphisme M_2 et continuant pendant l'événement de métamorphisme rétrograde M_3 .

L'altération hydrothermale au gisement Lapa est surtout dominée par des apports en potassium et en silice. L'altération potassique consiste en une intense biotitisation aux épontes des veinules de quartz \pm dolomite, calcite. La biotitisation est associée spatialement aux fines disséminations d'arsénopyrites aurifères. Les relations minéralogiques et les calculs de bilan de masse démontrent que la biotite associée à l'altération potassique a été oblitérée par la formation de porphyroblastes de hornblende reliés au pic métamorphique M_2 , dans la partie inférieure du gisement (≤ 1 km de profondeur). L'assemblage métamorphique M_2 à hornblende-oligoclase est remplacé par l'assemblage métamorphique rétrograde M_3 à actinote-albite. L'effet du métamorphisme rétrograde M_3 est également appuyé par le remplacement des feldspaths par la muscovite dans les intrusions felsiques et la présence de biotite chloritisée. Les relations de déséquilibre minéralogique associées au métamorphisme rétrograde M_3 sont surtout observées au sein des roches encaissantes proximales à la minéralisation.

La mise en place de minéralisations aurifères au sein d'une zone de faille majeure semble avoir été favorisée par la formation de conduits hydrothermaux préférentiels permettant une focalisation optimale des fluides hydrothermaux. Ces conduits ont été formés par le contraste de compétence entre des lambeaux plus compétents et le schiste ultramafique moins compétent, et les zones de dilatation reliées aux plis d'entraînement le long du contact Cadillac-Piché. De plus, le développement de la forme hélicoïde pendant le décrochement D_2 semble avoir été propice à la remobilisation de l'or en réactivant les conduits pour les fluides hydrothermaux.

L'étude du gisement Lapa démontre que la ZFCLL peut contenir des minéralisations économiques dans le camp de Cadillac. Les différents événements de déformation et de métamorphisme sont responsables de la remobilisation qui rend économique le gisement. Les signes de réactivation le long de la faille, tels que les plis d'entraînement, l'association Au-Sb se superposant à une association Au-As et les évidences de métamorphisme rétrograde le long de possibles conduits hydrothermaux, sont des éléments jugés significatifs pour l'exploration de ce type de gisement aurifère.

REMERCIEMENTS

Je consacre ces quelques lignes pour souligner le précieux apport de personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette étude doctorale. En premier lieu, j'aimerais remercier mes co-directeurs Réal Daigneault et Damien Gaboury. Merci pour votre confiance, votre patience, vos nombreux conseils et pour m'avoir encadrée au cours des processus reliés à l'apprentissage de la recherche. Je voudrais également souligner l'appui et l'intérêt constant de Patrick Mercier-Langevin envers cette étude. Ses commentaires et suggestions ont été particulièrement constructifs au cours des étapes du projet de doctorat. Je vous remercie sincèrement pour tous vos encouragements qui ont contribué à l'aboutissement de ce projet.

La réalisation de mon projet de doctorat n'aurait pu être possible sans la contribution financière et matérielle de la compagnie Mines Agnico-Eagle Ltée et du CRSNG. Je remercie, tout d'abord, Guy Gosselin et Patrick Mercier-Langevin d'avoir eu l'idée de monter une étude sur le gisement Lapa et qui m'ont accordé toute leur confiance pour la mise en oeuvre du projet. J'aimerais également exprimer ma reconnaissance envers Normand Bédard et Jocelyn Côté qui m'ont soutenue et accueillie au tout début du développement de la mine. Les multiples discussions partagées ont été très gratifiantes et ont nettement aidé à ma compréhension de tous les aspects liés à l'étude.

Les étapes menant à l'aboutissement d'un projet de doctorat sont souvent rigoureuses et ardues. Le passage à travers ces différentes étapes n'aurait pas été le même sans la présence et le soutien de plusieurs personnes importantes dans ma vie. Je pense, tout d'abord, à mon conjoint Sébastien pour sa patience et son soutien inconditionnel. Je remercie profondément ma famille qui a su comprendre et respecter tout le temps que j'ai pu passer à travailler sur ce projet. Je tiens également à remercier mes ami(e)s proches qui m'ont toujours comprise et avec qui j'ai partagé plusieurs bons moments pour me changer les idées. Merci, enfin, aux étudiants du RÉDIST, pour les nombreuses discussions géologiques ou simplement de la vie courante, autour de verres de bière ou tasses à café.

RÉSUMÉ	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES ANNEXES	xv
LISTE DES ABBRÉVIATIONS.....	xvi

CHAPITRE 1

INTRODUCTION	1
1.1 Problématique	1
1.1.1 Caractéristiques géologiques des gisements aurifères orogéniques	3
1.1.2 Différents contrôles sur la mise en place de l'or	6
1.1.2.1 Migration des fluides minéralisateurs.....	6
1.1.2.2 Facteurs de précipitation de l'or	8
1.1.3 Chronologie relative entre l'or et le métamorphisme	10
1.1.4 Problématique spécifique: le gisement aurifère de la mine Lapa	12
1.2 Objectifs et hypothèses de travail	15
1.3 Méthodologie	15
1.3.1 Levé géologique.....	16
1.3.1.1 Levé structural en surface	16
1.3.1.2 Descriptions des unités géologiques en forages	16
1.3.1.3 Levé géologique sous-terre.....	17
1.3.2 Étude pétrographique.....	17
1.3.3 Analyses géochimiques.....	17
1.3.4 Calculs de changements de masse	18
1.3.5 Chimie minérale.....	18
1.3.5.1 Microsonde	18
1.3.5.2 LA-ICP-MS	19
1.3.6 Organisation de la thèse	19
1.4 Contexte géologique régional	19
1.4.1 Sous-province de l'Abitibi.....	19
1.4.2 Région de Cadillac.....	24
1.4.2.1 Unités lithostratigraphique.....	24
1.4.2.2 Géologie structurale.....	26
1.4.2.3 Métamorphisme	28
1.4.2.4 Géologie économique	29
FIGURES DU CHAPITRE 1	32
TABLEAUX DU CHAPITRE 1.....	41

CHAPITRE 2

GÉOLOGIE DU GISEMENT LAPA.....	44
2.1 Introduction.....	44
2.2 Groupes de Cadillac et de Pontiac	47
2.2.1 Pétrographie	48

2.2.1.1 Le grauwacke du Groupe de Cadillac	48
2.2.1.2 Le conglomérat du Groupe de Cadillac	49
2.2.2 Géochimie	50
2.3. Groupe de Piché	52
2.3.1 Roches mafiques du Groupe de Piché	52
2.3.1.1 Pétrographie	53
2.3.1.2 Géochimie	54
2.3.2 Roches ultramafiques du Groupe de Piché	56
2.3.2.1 Pétrographie	57
2.3.2.2 Géochimie	58
2.4 Intrusions intermédiaires à felsiques	59
2.4.1 Pétrographie	59
2.4.2 Géochimie	60
2.5 Synthèse et discussion préliminaires	61
2.6.1 Signature des unités sédimentaires du Groupe de Cadillac	62
2.6.2 Signatures des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché	62
2.6.2.1. Unités ultramafiques	62
2.6.2.2 Unités mafiques	64
FIGURES DU CHAPITRE 2	66
TABLEAUX DU CHAPITRE 2	98

CHAPITRE 3

CONTEXTE STRUCTURAL ET HISTOIRE DE LA DÉFORMATION	103
3.1 Introduction	103
3.2 Contexte structural du secteur de la mine Lapa	103
3.2.1 Structures planaires et linéaires	104
3.2.1.1 Domaines A, B et C	104
3.2.1.2 Domaine ZFCLL	106
3.2.2 Plissement et transposition	109
3.2.2.2 Domaine ZFCLL	109
3.2.3 Veines et veinules	110
3.2.3.1 Domaines A, B et C	110
3.2.3.2 Domaine ZFCLL	111
3.3 Synthèse et discussion préliminaire	112
3.3.1 Interprétation des éléments structuraux	112
3.3.1.1 Événement de déformation D ₁	113
3.3.1.2 Événement de déformation D ₂	115
FIGURES DU CHAPITRE 3	117
TABLEAU DU CHAPITRE 3	134

CHAPITRE 4

MINÉRALISATION	135
4.1 Introduction	135
4.2 Géométrie et styles des zones minéralisées	135

4.2.1 Distribution des zones minéralisées en plan et en coupe.....	137
4.2.2 Distribution en coupe longitudinale de la zone Contact.....	138
4.3 Assemblage métallique et or.....	138
4.3.1 Zonalité géochimique spatiale.....	139
4.3.1.1 Distribution métallique sur la longitudinale.....	139
4.3.2 Signature géochimique de la minéralisation.....	140
4.3.2.1 Corrélation entre l'or et les métaux.....	141
4.3.2.2 Corrélation entre l'or et les éléments majeurs.....	141
4.4 Typologie de la minéralisation.....	142
4.4.1 Pétrographie.....	142
4.4.1.1 Arsénopyrite.....	142
4.4.1.2 Pyrrhotite, chromite, chalcopryrite et pentlandite.....	143
4.4.1.3 Or natif.....	144
4.4.1.4 Pyrite, sphalérite et galène.....	145
4.4.1.5 Stibnite, gudmundite et aurostibite.....	145
4.4.3 Aspect textural des arsénopyrites.....	146
4.5 Signature géochimique des minéraux sulfurés.....	147
4.5.1 Contenu en éléments majeurs.....	147
4.5.1.1 Sélection des échantillons et des cristaux d'arsénopyrite à analyser.....	147
4.5.1.2 Résultats et interprétations.....	147
4.5.2 Contenu en éléments traces.....	148
4.5.2.1 Sélection des échantillons et des cristaux d'arsénopyrite à analyser.....	148
4.5.2.2 Contrôle de la qualité des analyses.....	149
4.5.2.3 Résultats et interprétations.....	149
4.6 Synthèse et discussion préliminaires.....	151
4.6.1 Chronologie relative de la minéralogie métallique.....	152
FIGURES DU CHAPITRE 4.....	154
TABLEAUX DU CHAPITRE 4.....	186

CHAPITRE 5

MÉTAMORPHISME ET ALTÉRATIONS HYDROTHERMALES.....	191
5.1 Introduction.....	191
5.2 Pétrographie des minéraux métamorphiques et d'altération.....	192
5.2.1 Assemblages minéralogiques proximaux.....	193
5.2.1.1 Assemblage à biotite-quartz-carbonates ± tourmaline, albite.....	193
5.2.1.2 Assemblage à muscovite-biotite-quartz ± albite.....	193
5.2.1.3 Assemblage à actinote-biotite-quartz ± feldspath plagioclase.....	194
5.2.2 Assemblage minéralogique distal.....	194
5.2.2.1 Assemblage à chlorite-carbonates-talc ± épidote, grenat.....	194
5.3 Signature chimique des minéraux d'altération et métamorphiques.....	195
5.3.1 Amphiboles.....	196
5.3.2 Biotite.....	197
5.3.3 Carbonates.....	197
5.3.4 Chlorite.....	198

5.3.5 Feldspath	198
5.3.6 Grenat	199
5.3.7 Tourmaline	199
5.4 Conditions pression et température	199
5.4.1 Géothermomètre amphibole-plagioclase	200
5.4.2 Géothermomètre grenat-biotite	201
5.5 Lithogéochimie	202
5.5.1 Méthodologie	202
5.5.2 Bilan de masse des roches ultramafiques	204
5.5.3 Bilan de masse des roches mafiques	206
5.5.3.1 Type 1	206
5.5.3.2 Type 2	207
5.5.4 Bilan de masse des grauwackes	207
5.5.5 Bilan de masse des roches felsiques	208
5.6 Résultats et discussion préliminaire	209
5.6.1 Interprétation des assemblages d'altération et de métamorphisme	209
5.6.1.1 Assemblage distal à chlorite ± biotite	210
5.6.1.2 Assemblage proximal à biotite-quartz ± tourmaline	211
5.6.1.3 Assemblage distal à hornblende ± grenat	212
5.6.1.4 Assemblage proximal à actinote-chlorite ± muscovite	214
FIGURES DU CHAPITRE 5	216
TABLEAUX DU CHAPITRE 5	240
CHAPITRE 6	
SYNTHÈSE ET DISCUSSION	248
6.1 Introduction	248
6.2 Synthèse des observations	248
6.2.1 Contexte géologique	248
6.2.2 Déformation	251
6.2.2.1 Intégration au modèle structural abitibien	252
6.2.3 Activité hydrothermale	254
6.2.4 Métamorphisme	256
6.2.4.1 Métamorphisme prograde	256
6.2.4.2 Métamorphisme rétrograde	258
6.3 Chronologie relative	260
6.3.1 Relations chronologiques entre la déformation et le métamorphisme	261
6.3.2 Relations chronologiques entre l'activité hydrothermale et la déformation	262
6.3.3 Relations chronologiques entre l'activité hydrothermale et le métamorphisme	263
6.3.4 Synthèse de la chronologie relative des événements	265
6.4 Discussion	266
6.4.1 Géométrie des zones minéralisées	266
6.4.2 Relations entre les unités mafiques et ultramafiques	270
6.4.2.1 Contrôle structural	270

6.4.2.2 Contrôle chimique.....	273
6.4.3 Facteur(s) de précipitation de l'or.....	275
6.4.3.1 Coprécipitation arsénopyrite-or submicroscopique	276
6.4.3.2 Mobilisation de l'or	277
6.4.3.3 Précipitation de l'or visible.....	279
6.4.4 Gradient métamorphique vertical à l'échelle du gisement	283
6.4.4.1 Interprétation de la zonalité minéralogique	284
6.4.4.2 Interprétation de la zonalité métallique	286
6.4.5 Modèle global de mise en place du gisement aurifère de la mine Lapa	287
6.4.5.1 Étape 1 (pré-D ₁ , pré- à syn-M1): Formation de l'assemblage volcanique mafique-ultramafique.....	288
6.4.5.2 Étape 2 (syn- à tardi-D ₁ ; tardi-M1): Raccourcissement associé à l'épisode de minéralisation orogénique.....	289
6.4.5.3 Étape 3 (tardi-D ₁ ; syn-M2): Enfouissement des couches relié à un métamorphisme prograde	290
6.4.5.4 Étape 4 (syn- à tardi-D ₂ , syn-M3): Décrochement le long de ZFCLL et métamorphisme rétrograde	292
6.4.6 Apport pour le modèle des gisements aurifères orogéniques	294
6.4.7 Guides d'exploration.....	297
6.4.7.1 Métallotecte régional, à l'échelle de la ZFCLL	297
6.4.7.2 Métallotecte locale, à l'échelle de la mine Lapa.....	298
FIGURES DU CHAPITRE 6	301
TABLEAUX DU CHAPITRE 6.....	315
CHAPITRE 7	
CONCLUSIONS	320
RÉFÉRENCES	324

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 1

Figure 1.1: Géologie simplifiée du craton du Supérieur.....	32
Figure 1.2: Modèle du continuum de Groves et al. (1998).....	33
Figure 1.3: Schéma illustrant la relation entre une faille majeure et des failles secondaires	34
Figure 1.4: Schéma illustrant la chronologie relative de la mise en place de l'or	35
Figure 1.5: Comparaison des niveaux d'emplacement dans la croûte de différents gisements aurifères orogéniques de l'Abitibi et de la Baie-James	36
Figure 1.6: Triangle illustrant l'interrelation entre les événements de déformation, de métamorphique et de minéralisation.....	37
Figure 1.7: Localisation des échantillons analysés à la microsonde électronique et au LA-ICP-MS	38
Figure 1.8: Géologie et sous-divisions de la Sous-province de l'Abitibi.	39
Figure 1.9: Géologie du camp minier de Cadillac	40

CHAPITRE 2

Figure 2.1: Géologie du secteur de la mine Lapa	66
Figure 2.2: Photographies des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et du Groupe de Pontiac	67
Figure 2.3: Variations minéralogiques des roches sédimentaires.....	68
Figure 2.4: Photographies des assemblages minéralogiques des roches sédimentaires. ..	69
Figure 2.5: Microphotographies des roches sédimentaires.....	70
Figure 2.6: Microphotographies des grenats dans les unités conglomératiques.....	71
Figure 2.7: Diagramme de variations chimiques de Harker des roches sédimentaires	72
Figure 2.8: Signature géochimique des roches sédimentaires	73
Figure 2.9: Distribution des éléments traces des roches sédimentaires.....	74
Figure 2.10: Cartographie géologique des zones minéralisées du niveau 77, mine Lapa	75
Figure 2.11: Photographies des affleurements des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché.....	76
Figure 2.12: Photographies des unités mafiques	77
Figure 2.13: Variations minéralogiques des roches mafiques	78
Figure 2.14: Microphotographies des unités mafiques.....	79
Figure 2.15: Signature géochimique des roches mafiques et ultramafiques	80
Figure 2.16: Diagramme de variations chimiques des éléments majeurs en fonction de Zr pour les roches mafiques.....	81
Figure 2.17: Distribution des éléments traces des unités mafiques de Type 1	82

Figure 2.18: Distribution des éléments traces des unités mafiques de Type 2a	83
Figure 2.19: Distribution des éléments traces des unités mafiques de Type 2b	84
Figure 2.20: Photographies des unités ultramafiques	85
Figure 2.21: Variations minéralogiques des roches ultramafiques.....	86
Figure 2.22: Microphotographies de la minéralogie des unités ultramafiques.....	87
Figure 2.23: Diagramme de variations chimiques des éléments majeurs en fonction de Zr pour les roches ultramafiques	88
Figure 2.24: Distribution des éléments traces des roches ultramafiques	89
Figure 2.25: Photographies des intrusions felsiques.....	90
Figure 2.26: Variations minéralogiques des intrusions felsiques	91
Figure 2.27: Microphotographies des intrusions felsiques.....	92
Figure 2.28: Affinité géochimique des intrusions felsiques	93
Figure 2.29: Diagramme de variations chimiques des éléments majeurs en fonction de Zr pour les roches felsiques	94
Figure 2.30: Distribution des éléments traces des roches felsiques.....	95
Figure 2.31: Distribution des éléments traces dans les unités ultramafiques du Groupe de Piché versus les assemblages du Kidd-Munro, du Tisdale et Stoughton-Roquemaure.....	96
Figure 2.32: Distribution des éléments incompatibles dans les roches mafiques du Groupe de Piché en comparaison avec les unités des groupes de Malartic, Tisdale et du Kidd-Creek	97

CHAPITRE 3

Figure 3.1: Trajectoire de la fabrique principale S_p , secteur de la mine Lapa.....	117
Figure 3.2: Photographies de relations structurales en affleurement.....	118
Figure 3.3: Photographies de relations structurales en affleurement.....	119
Figure 3.4: Projections stéréographiques des linéations.....	120
Figure 3.5: Projections stéréographiques des fabriques S_{p+1}	121
Figure 3.6: Variation de l'intensité de l'imprégnation de la fabrique principale	122
Figure 3.7: Distribution des lithologies en relation avec l'intensité de la déformation, niveau 80, mine Lapa.....	123
Figure 3.8: Photographies des éléments structuraux observés dans le domaine de la ZFCLL	124
Figure 3.9: Projections stéréographiques des données de la schistosité S_p , domaine de la ZFCLL	125
Figure 3.10: Vue en coupe de la Zone Contact, mine Lapa	126
Figure 3.11: Photographies et microphotographie d'éléments structuraux, du secteur Lapa	127
Figure 3.12: Géologie du niveau 69	128
Figure 3.13: Vue en plan de la trace du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché.....	129
Figure 3.14: Photographies des veines et veinules en affleurement.....	130
Figure 3.15: Stéréogramme contenant les données des fractures, veines et veinules tardives	131

Figure 3.16: Photographies des veines et veinules, du secteur Lapa.....	132
Figure 3.17: Schéma illustrant la progression de la déformation au gisement Lapa.....	133

CHAPITRE 4

Figure 4.1: Projection en plan des zones minéralisées	154
Figure 4.2: Photographies des zones minéralisées recoupées en forages.	155
Figure 4.3: Photographies de la minéralisation.	156
Figure 4.4: Géologie générale du niveau 69	157
Figure 4.5: Zones minéralisées illustrées dans des vues en plan et en coupe.....	158
Figure 4.6: Coupe longitudinale de la Zone Contact.....	159
Figure 4.7: Distribution métallique sur la coupe longitudinale de la zone Contact	160
Figure 4.8: Comparaison du contenu métallique de la Zone Contact avec la profondeur.....	161
Figure 4.9: Vue en plan de la distribution métallique de l'or.....	162
Figure 4.10: Vue en plan de la distribution métallique de l'arsenic.....	163
Figure 4.11: Vue en plan de la distribution métallique de l'antimoine	164
Figure 4.12: Diagrammes binaires des métaux en fonction de l'or des unités sédimentaires	165
Figure 4.13: Diagrammes binaires des oxydes en fonction de l'or des unités mafiques.....	166
Figure 4.14: Diagrammes binaires des oxydes en fonction de l'or des unités ultramafiques	167
Figure 4.15: Diagrammes binaires des oxydes en fonction de l'or des unités sédimentaires	168
Figure 4.16: Diagrammes binaires des métaux en fonction de l'or des unités mafiques.....	169
Figure 4.17: Diagrammes binaires des métaux en fonction de l'or des unités ultramafiques	170
Figure 4.18: Photographies de la minéralisation dans les échantillons de forage	171
Figure 4.19: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation	172
Figure 4.20: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation	173
Figure 4.21: Photographies de l'or dans les échantillons de forage	174
Figure 4.22: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation	175
Figure 4.23: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation	176
Figure 4.24: Microphotographies de la minéralogie métallique du gisement Lapa	177
Figure 4.25: Photographie des images en BSE.....	178
Figure 4.26: Série d'analyses ponctuelles dans un grain d'arsénopyrite zoné	179
Figure 4.27: Diagrammes binaires des éléments majeurs dans les arsénopyrites	180
Figure 4.28: Diagrammes binaires des éléments métalliques en fonction de l'or pour les arsénopyrites	181
Figure 4.29: Concentration en éléments traces dans les arsénopyrites par rapport à leur degré de cristallisation	182
Figure 4.30: Concentration en éléments traces par rapport à la composition de la roche hôte.	183
Figure 4.31: Analyse linéaire traversant un grain d'arsénopyrite.....	184
Figure 4.32: Séquence paragénétique interprétative des minéraux métalliques.....	185

CHAPITRE 5

Figure 5.1: Coupe longitudinale de la zone Contact de la mine Lapa	216
Figure 5.2: Photographie et microphotographies de la minéralogie des assemblages dominés par la biotite et la muscovite	217
Figure 5.3: Photographie et microphotographies de la minéralogie d'altération et métamorphique proximale	218
Figure 5.4: Photographie et microphotographies de la minéralogie d'altération et métamorphique distale	219
Figure 5.5: Composition chimique des amphiboles	220
Figure 5.6: Composition chimique des biotites	221
Figure 5.7: Composition chimique des carbonates	222
Figure 5.8: Diagramme de classification des chlorites	223
Figure 5.9: Diagramme ternaire Ab(Na)-Or(K)-An(Ca) illustrant les différentes compositions des feldspath/plagioclase	224
Figure 5.10: Composition chimique des grenats	225
Figure 5.11: Diagramme de classification des tourmalines	226
Figure 5.12: Géothermobaromètre amphibole-plagioclase	227
Figure 5.13: Diagrammes binaires d'éléments immobiles pour tester l'immobilité des éléments	228
Figure 5.14: Graphique de Grant pour les roches ultramafiques	229
Figure 5.15: Histogrammes générés par le calcul du bilan de masse des roches ultramafiques	230
Figure 5.16: Graphique de Grant pour les roches mafiques de Type 1	231
Figure 5.17: Histogrammes générés par le calcul du bilan de masse des roches mafiques	232
Figure 5.18: Graphique de Grant pour les roches mafiques de Type 2	233
Figure 5.19: Graphique de Grant pour les grauwackes et les roches felsiques	234
Figure 5.20: Histogrammes générés par le calcul du bilan de masse dans les grauwackes et les intrusions felsiques	235
Figure 5.21: Séquence paragénétique interprétative dans les roches mafiques-ultramafiques	246
Figure 5.22: Séquence paragénétique interprétative dans les roches sédimentaires et les intrusions felsiques	247
Figure 5.23: Changements minéralogiques reliés à chacun des épisodes d'altération et de métamorphisme	248
Figure 5.24: Signature des biotites selon l'épisode de formation	249

CHAPITRE 6

Figure 6.1: Signature des unités mafiques et ultramafiques du gisement Lapa comparée à celle d'unités mafiques et ultramafiques sélectionnées de la Sous-province de l'Abitibi301	
Figure 6.2: Modèle schématique de l'évolution métamorphique	302

Figure 6.3: Distribution des faciès métamorphiques en fonction de la température et de la pression	303
Figure 6.4: Séquence paragénétique globale	304
Figure 6.5: Grauwacke proximal fortement altéré en muscovite-biotite et recoupé par plusieurs veinules de quartz ± dolomite, calcite	305
Figure 6.6: Représentation schématique en 3D de la formation du pli en torsion.....	306
Figure 6.7: Représentation schématique du développement de zones de dilatation en relation avec les plis d'entraînement	307
Figure 6.8: Système Fe-As-S illustrant le changement de conditions de température et de fugacité de soufre pour les arsénopyrites.....	308
Figure 6.9: Conditions de mise en place de l'or	309
Figure 6.10: Étapes de concentration de l'or au gisement de la mine Lapa	310
Figure 6.11: Étape 1a de formation du gisement de la mine Lapa.	311
Figure 6.12: Étape 2 de formation du gisement de la mine Lapa.	312
Figure 6.13: Étape 3 de formation du gisement de la mine Lapa	313
Figure 6.14: Étape 4 de formation du gisement de la mine Lapa.	314

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE 1

Tableau 1.1: Historique et travaux antérieurs du secteur de la mine Lapa.....	41
Tableau 1.2: Liste des objectifs du projet de doctorat.....	42
Tableau 1.3: Incréments de déformation affectant les unités du camp de Cadillac	42
Tableau 1.4: Caractéristiques principales des gisements et indices du camp minier de Cadillac	43

CHAPITRE 2

Tableau 2.1: Analyses représentatives des échantillons les moins altérés	98
Tableau 2.2: Analyses représentatives des unités sédimentaires.....	99
Tableau 2.3: Analyses représentatives des unités mafiques	100
Tableau 2.4: Analyses représentatives des unités ultramafiques.....	101
Tableau 2.5: Analyses représentatives des intrusions felsiques	102

CHAPITRE 3

Tableau 3.1: Synthèse des événements de déformation du secteur Lapa.....	134
---	-----

CHAPITRE 4

Tableau 4.1: Caractéristiques des principales zones minéralisées de la mine Lapa.....	186
Tableau 4.2: Matrice de corrélation des roches sédimentaires.....	186
Tableau 4.3: Matrice de corrélation des roches mafiques	187
Tableau 4.4: Matrice de corrélation des roches ultramafiques.....	187
Tableau 4.5: Principales caractéristiques texturales et pétrographiques des minéraux métalliques	188
Tableau 4.6: Analyses représentatives dans divers grains d'arsénopyrite	189
Tableau 4.7: Analyses représentatives des grains d'arsénopyrite au LA-ICP-MS	190

CHAPITRE 5

Tableau 5.1: Analyses représentatives des amphiboles.....	240
Tableau 5.2: Analyses représentatives des biotites	241
Tableau 5.3: Analyses représentatives des carbonates	242
Tableau 5.4: Analyses représentatives des chlorites	243
Tableau 5.5: Analyses représentatives des feldspaths	244

Tableau 5.6: Analyses représentatives des grenats.....	245
Tableau 5.7: Analyses représentatives des tourmalines	246
Tableau 5.8: Résultats de calculs du géothermomètre grenat-biotite.....	247

CHAPITRE 6

Tableau 6.1: Comparaison des événements de déformation de divers secteurs de la ZVS avec ceux de la mine Lapa.....	315
Tableau 6.2: Assemblage minéralogique typique pour chacun des faciès métamorphiques dans les roches mafiques.....	316
Tableau 6.3: Mécanisme de précipitation possible pour chacun des types d'or	317
Tableau 6.4: Comparaison du dépôt de la mine Lapa avec divers types de gisements aurifères orogéniques	318
Tableau 6.5: Principaux métallotectes régionaux et locaux	319

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A: Description des affleurements et des échantillons	343
ANNEXE B: Compilation des cartographies réalisées sous-terre.....	361
ANNEXE C: Analyses de roche totale	375
ANNEXE D: Compilation des analyses et images réalisées sur les sulfures, à la microsonde électronique.....	419
ANNEXE E: Compilation des analyses réalisées au LA-ICP-MS	440
ANNEXE F: Compilation des analyses réalisées sur les silicates, à la microsonde électronique.....	447
ANNEXE G: Compilation des analyses utilisées pour la distribution métallique	471

LISTE DES ABBRÉVIATIONS

Minéraux

<i>Ac</i>	Actinote
<i>Am</i>	Amphibole
<i>Apy</i>	Arsénopyrite
<i>Bt</i>	Biotite
<i>Cb</i>	Carbonate
<i>Cl</i>	Chlorite
<i>Cpy</i>	Chalcopyrite
<i>Fd</i>	Feldspath
<i>Gt</i>	Grenat
<i>Hb</i>	Hornblende
<i>Il</i>	Ilménite
<i>Ms</i>	Muscovite
<i>Pn</i>	Pentlandite
<i>Po</i>	Pyrrhotite
<i>Py</i>	Pyrite
<i>Qtz</i>	Quartz
<i>Sp</i>	Sphalérite
<i>To</i>	Tourmaline

Fabriques et éléments structuraux

D_x	Déformation de x^e génération
L_ϵ	Linéation d'étirement
L^0_1	Linéation d'intersection
P_m	Plan moyen
P_x	Pli de x^e génération
S_0	Stratification primaire
S_x	Schistosité de x^e génération

Organisme

<i>CERM</i>	Centre d'étude sur les
-------------	------------------------

Unités de mesure

$^{\circ}C$	Degrés Celsius
<i>cm</i>	Centimètre
<i>Ga</i>	Milliard d'années
<i>g/t</i>	Gramme par tonne
<i>km</i>	Kilomètre
<i>m</i>	Mètre
<i>Ma</i>	Million d'années
<i>mm</i>	Millimètre
<i>Moz</i>	Million d'onces
<i>Mt</i>	Million de tonnes
<i>ppb</i>	Partie par milliard
<i>ppm</i>	Partie par million
<i>T</i>	Température
<i>t</i>	Tonne métrique
μm	Micromètre

Méthode analytique

<i>BSE</i>	Électrons rétrodiffusés
<i>ICP-MS</i>	Spectromètre de masse à couplage inductif

Autres

<i>ETR</i>	Éléments des terres rares
<i>MORB</i>	Basalte de ride médio-océanique
<i>PAF</i>	Perte au feu
<i>QFP</i>	Porphyre à quartz-feldspath
<i>ZFCLL</i>	Zone de faille de Cadillac-Larder Lake
<i>ZFDPM</i>	Zone de faille de Destor-Porcupine Manneville
<i>ZVN</i>	Zone volcanique nord
<i>ZVS</i>	Zone volcanique sud

<i>CRSNG</i>	ressources minérales Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie
<i>RÉDIST</i>	Regroupement des étudiants diplômés en sciences de la terre
<i>UQAC</i>	Université du Québec à Chicoutimi

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 Problématique

La Sous-province de l'Abitibi, qui fait partie du craton du Supérieur, est la plus grande ceinture de roches vertes archéennes au monde (figure 1.1; Card, 1990). Il s'agit d'une des régions les plus fertiles en or et en métaux de base. Effectivement, plus de 200 mines ont produit surtout du cuivre (> 5 Mt) et de l'or (2000 t), mais aussi du zinc, de l'argent, du fer, du molybdène, du nickel, de l'étain, du bismuth, du lithium et de l'amiante (Jébrak & Marcoux, 2008). La Sous-province de l'Abitibi est donc caractérisée par une multitude de gisements métalliques syn-volcaniques à post-tectoniques (Kerrich & Ludden, 2000). Les gisements syn- à post-tectoniques sont surtout représentés par les gisements d'or se distribuant le long des grands couloirs de déformation d'échelle crustale (figure 1.1). Ces dépôts consistent majoritairement en des minéralisations filoniennes et représentent la source principale des ressources canadiennes en or (81%; Dubé & Gosselin 2007). Les dépôts aurifères filoniens sont largement répandus au sein des ceintures de roches vertes archéennes (p.ex., Craton du Supérieur, Canada; Craton de Dharwar, Inde; Craton du Yilgarn, Australie, etc) et comptent pour 20% de la production cumulative d'or mondiale (Roberts, 1987; Hagemann & Cassidy, 2000).

Les minéralisations aurifères de type filonien sont associées aux appellations suivantes: orogénique, mésothermal, or filonien, or relié à des zones de cisaillement à quartz-carbonates (« *shear-zone-related quartz-carbonate* ») ou simplement dépôt aurifère (« *gold-only deposits* »; Hodgson & MacGeehan, 1982; Roberts, 1987; Colvine 1989; Kerrich & Wyman, 1990; Robert, 1989; Kerrich & Feng 1992; Hodgson 1993; Kerrich & Cassidy, 1994; Robert, 1995; Groves et al. 1998; Hagemann & Cassidy 2000; Kerrich et al. 2000; Poulsen et al. 2000; Goldfarb et al. 2001; Robert & Poulsen, 2001; Groves et al. 2003;

Goldfarb et al. 2005; Robert et al. 2005; Dubé & Gosselin 2007). Le terme « gisement aurifère orogénique » est utilisé dans le présent document, pour caractériser les minéralisations d'or filoniennes encaissées dans les ceintures de roches vertes archéennes. La section suivante décrit les principales caractéristiques des gisements aurifères orogéniques.

1.1.1 Caractéristiques géologiques des gisements aurifères orogéniques

Les gisements aurifères orogéniques sont associés à des contextes tectoniques en compression et en transpression (Kerrich & Wyman, 1990; Goldfarb et al. 2005; Bierlein et al. 2009). Le terme « orogénique » souligne leur association intime avec les processus de formation des chaînes de montagne. Barley & Groves (1992) et Goldfarb et al. (2001) ont identifié des périodes spécifiques dans l'évolution de la Terre particulièrement favorables à leur formation. Par conséquent, la seconde moitié de l'Archéen tardif (2,8 Ga - 2,55 Ga), est définie comme une période prolifique pour la formation de ce type de dépôts (Goldfarb et al. 2001; 2010).

Les systèmes orogéniques (e.g. tectonique en collision) sont à l'origine d'un réchauffement crustal nécessaire pour la formation de fluides hydrothermaux à partir de la dévolatilisation de l'empilement volcanique. Par la suite, des mouvements le long des failles majeures permettent l'advection de ces fluides (Goldfarb et al. 1997; McCuaig & Kerrich, 1998; Kerrich, 1999; Manikyamba et al. 2004), vers le secteur où l'or précipite et s'accumule pour former le gisement. Ce type de dépôt est le produit intégral des processus de collision ou d'accrétion associés à la subduction et peut se développer dans des environnements d'arc, d'arrière-arc ou de prisme d'accrétion (Groves et al. 2003). Enfin, étant donné que ce type de dépôt est situé dans les terrains polydéformés, leur compréhension est souvent limitée par des complications structurales obscurcissant leurs caractéristiques géologiques clés.

Les gisements aurifères orogéniques sont caractérisés par un large éventail de propriétés clés (âge, géométrie, type de roche encaissante, assemblages d'altération) reflétant une interaction complexe entre les processus physiques (e.g. l'architecture du

conduit des fluides, rhéologie des roches hôtes, pression et température) et chimiques (compositions du fluide et de la roche, capacité de transport des métaux des fluides hydrothermaux, état d'oxydo-réduction, acidité, etc.) responsables de la formation du gisement, à un endroit précis (Hagemann & Cassidy, 2000). Toutefois, plusieurs caractéristiques communes ont été révélées par les nombreuses études faites sur les minéralisations orogéniques de tous âges (Groves & Phillips, 1987; Kerrich, 1987; Colvine et al. 1988; Böhlke, 1989; Colvine, 1989; Goldfarb et al. 1989; Kerrich & Cassidy, 1994; McCuaig & Kerrich, 1998; Robert & Poulsen, 1997; Groves et al. 1998; Hagemann & Cassidy, 2000; Ridley et al. 2000; Groves et al. 2003; Dubé & Gosselin, 2007). Voici quelques-unes de ces caractéristiques communes:

1. localisation à proximité d'une zone de faille crustale (e.g. faille majeure) marquant la limite entre deux domaines lithologiques contrastants des ceintures de roches vertes. Toutefois, ils sont majoritairement dans des failles subsidiaires de 2^e et 3^e ordre par rapport à la faille crustale considérée de 1^{er} ordre, et ne sont que rarement situés dans la faille majeure ou de premier ordre;
2. extension verticale importante (> 2 km) associée à une absence de zonalité reflétant une chimie de fluide constante ainsi qu'une absence de contraste de température marqué entre le fluide et la roche encaissante;
3. formation principalement dans des conditions métamorphiques au faciès des schistes verts mais peuvent être associés, localement, à des lithologies atteignant le faciès métamorphique des amphibolites;
4. association avec des quantités appréciables en autres métaux tels que : Ag, As, B, Bi, Cu, Pb, Sb, Te, W et Zn, et
5. apport variable de K, As, Sb, CO₂ et S.

Physiquement, les gisements aurifères orogéniques sont composés de veines de quartz-carbonates contenant une quantité variable de sulfures aux épontes. Le style de minéralisation varie de simples veines à un réseau de veines et veinules communément localisées le long de ou au sein de zones de cisaillement fragiles-ductiles à ductiles, dépendamment de leur profondeur de formation (Hodgson, 1993; Robert & Poulsen, 2001).

En effet, dans les zones de cisaillement ductiles à plus grande profondeur (>10 km), les veines de quartz sont généralement subparallèles à parallèles par rapport à la fabrique principale et aux contacts de la zone. Ces veines de quartz sont plus rarement observées dans les zones de cisaillement ductiles (Witt & Vanderhor, 1998) et la minéralisation aurifère est plutôt associée à la dissémination de sulfures.

Plusieurs modèles génétiques ont été proposés pour expliquer la formation et la distribution des minéralisations orogéniques. Depuis la fin des années 1980, un de ceux-ci s'est imposé lors de l'interprétation de ce type de minéralisation. Il s'agit du modèle du Continuum (e.g. Colvine, 1989; Powell et al. 1991; Groves, 1993; Ridley & Diamond 2000) qui implique la migration d'un fluide hydrothermal, formé profondément par dévolatilisation métamorphique, et qui dépose l'or en remontant le long d'un conduit, soit la zone de faille majeure (figure 1.2). Ce modèle implique une absence de contraste de température important entre le fluide et la roche encaissante ainsi qu'un dépôt de l'or à des conditions P-T variables passant du faciès métamorphique pumpellyite-préhnite jusqu'au faciès des granulites (Groves et al. 1998; Goldfarb et al. 2005). Ce modèle relie chacune des profondeurs de formation à une signature métallique typique. En effet, l'association Au-Sb est dénotée dans les minéralisations orogéniques formées à faible profondeur (< 5 km) tandis que l'association Au-As-Te est plutôt observée dans les gisements de plus grande profondeur (> 5 km; figure 1.2).

Récemment, Phillips & Powell (2009, 2010) ont introduit le modèle de dévolatilisation métamorphique s'appliquant aux gisements aurifères orogéniques. Ce modèle implique une formation des fluides et de l'or en profondeur lors des processus métamorphiques liés au passage du faciès métamorphique des schistes verts vers le faciès des amphibolites ($T = 440-520^{\circ}\text{C}$). Ce passage implique une dévolatilisation des unités mafiques en profondeur et génère des fluides de faible salinité riches en H_2O , CO_2 et H_2S , et qui transportent l'or sous forme de complexes sulfurés. Contrairement au modèle du Continuum, le modèle de dévolatilisation suggère que les gisements aurifères ne peuvent se former au-delà du faciès schistes verts. Les gisements aurifères orogéniques présents dans des roches au faciès supérieur des amphibolites et au faciès des granulites, sont interprétés comme s'étant

formés avant le pic de métamorphisme (Phillips & Powell, 2009; 2010). Conséquemment, les minéralisations ont été modifiées lors de l'atteinte du pic métamorphique. D'après Phillips & Powell (2009, 2010), le modèle du Continuum ne tient pas compte des évidences de fusion partielle dans les gisements de haut grade métamorphique. Le H₂O contenu dans le fluide serait plutôt consommé par la fusion partielle aux températures impliquées.

1.1.2 Différents contrôles sur la mise en place de l'or

Les sections suivantes présentent différents concepts à considérer lors de l'étude d'un gisement aurifère orogénique, soit le conduit des fluides minéralisateurs et le piège ayant permis la précipitation et/ou concentration de l'or, à un endroit donné. Par conséquent, la section 1.1.2.1 traite de la migration des fluides hydrothermaux, et plus précisément de la relation entre les dépôts et la zone de faille majeure. La section 1.1.2.2 énonce les facteurs de précipitation de l'or en mettant l'emphase sur le lien possible entre la signature chimique des roches encaissantes et la précipitation de l'or.

1.1.2.1 Migration des fluides minéralisateurs

La migration des fluides hydrothermaux dans le cas des minéralisations orogéniques implique le transport, sur de grandes distances, d'un grand volume de fluide de composition relativement uniforme. Théoriquement, dans les gisements aurifères de type orogénique, la zone de faille majeure joue le rôle de conduit principal le long duquel les fluides circulent tandis que les failles de 2^e et 3^e ordre représentent le site de précipitation (Eisenlohr et al. 1989; figure 1.3). Ce processus est appuyé notamment par des compositions de fluides similaires entre les zones de cisaillement crustales et les dépôts aurifères adjacents, tel que documenté dans le camp de Val-d'Or (Neumayr et al. 2000; Neumayr & Hagemann, 2002). Les modèles métamorphiques suggèrent que la migration des fluides débute aux alentours de 500-520°C, probablement, sous régime aséismique, en dessous de la limite fragile-ductile. Le dépôt de l'or est caractérisé par des températures autour de 200-350°C impliquant un transport vertical probable sur une distance de 3 à 10 km (Wilkinson, 2001; Phillips & Powell, 2010).

Les zones de failles majeures sont des éléments déterminants par rapport à l'évolution tectonique et hydrothermale d'un terrain, puisqu'elles:

1. accommodent les contraintes et facilitent la déformation pendant une longue période de temps (e.g. Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake; Thompson, 1948; Robert, 1989; Kerrich & Cassidy, 1994; Neumayr et al. 2000; Neumayr et al. 2007);
2. pénètrent la croûte inférieure et, possiblement, le manteau lithosphérique (e.g. Faille de San Andreas; Kennedy et al. 1997; Teyssier & Tikoff, 1998), et
3. concentrent la circulation des fluides hydrothermaux à différentes profondeurs de la croûte (e.g. Kerrich & Cassidy, 1994).

Les failles majeures sont localisées communément le long ou aux bordures des ceintures de roches vertes, marquant ainsi la limite entre les sous-provinces volcano-plutoniques et méta-sédimentaires (Card & Ciesielski, 1986). Les gisements aurifères orogéniques se distribuent le long de zones de faille majeure (figure 1.1; e.g. Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake et Zone de Faille de Destor-Porcupine Manneville, Canada; Boulder-Lefroy-Bardoc, Australie). La plupart de ces structures régionales sont des failles inverses avec des évidences de mouvements de transtension tardifs (Hodgson, 1989; Robert, 1989; McCuaig & Kerrich, 1998; Daigneault et al. 2002; 2004). La géométrie et les vecteurs de déplacement dans ces structures, indiquent des mouvements épisodiques prolongés et des réactivations continues (McCuaig & Kerrich, 1998).

Les gisements aurifères orogéniques ne se retrouvent que très rarement directement encaissés par les zones de faille majeure (Goldfarb et al. 2001). Deux hypothèses ont été proposées pour expliquer ce phénomène: (1) ces zones de cisaillement sont caractérisées par une déformation aséismique limitant l'écoulement des fluides, et (2) les roches environnantes à la faille majeure possèdent une meilleure perméabilité, étant donné que les contraintes sont moins fortes dans ces zones subsidiaires (Ridley, 1993; McCuaig & Kerrich, 1998; Kolb et al. 2004a). Les zones caractérisées par une perméabilité élevée sont interprétées par Ridley (1993) comme des zones à faible pression de fluide. La focalisation des fluides résulte d'une variation de la perméabilité. Par conséquent, les zones à fort débit d'écoulement, comme les zones de faille majeure, sont généralement caractérisées par une

plus faible pression de fluide. Pour que les failles majeures soient des réceptacles favorables au dépôt de l'or, il faudrait qu'il y ait des variations au niveau de leur perméabilité et des zones où les contraintes sont moins accentuées, permettant une focalisation plus optimale des fluides.

Les minéralisations aurifères localisées dans les zones de faille majeure sont reconnues comme étant très limitées et généralement non économiques. Toutefois, de rares gisements d'or orogénique se situent au sein de la zone de faille majeure (e.g. le gisement Paddington, Australie et le gisement Ajjanahalli, Inde). Ceux-ci sont interprétés comme étant reliés à un épisode de déformation tardif (Witt & Vanderhor, 1998) ou se localisent préférentiellement au sein de zones où les contraintes sont moins intenses, le long de la faille principale (Kolb et al. 2004a). Par exemple, le gisement d'or d'Ajjanahalli en Inde, est directement encaissé par la faille de Chitradurga, interprétée comme une zone de faille d'envergure crustale. La mise en place de la minéralisation aurifère dans la faille majeure de Chitradurga, est interprétée par Kolb et al. (2004a) comme résultant de la formation de zones affectées par de plus faibles contraintes, le long de la faille, soit des ombres de pressions développées aux pourtours de blocs plus compétents, que l'encaissant général de la faille.

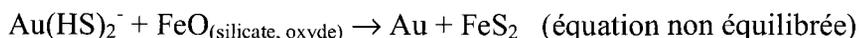
Les gisements aurifères localisés le long de structures régionales se retrouvent communément associés à des discontinuités visibles à grande échelle comme par exemple les joints de dilatation ou d'antidilatation comme dans les secteurs de Kirkland Lake (Kishida & Kerrich, 1987), ou les virgations de failles créées par un changement dans leur attitude (ex: district aurifère de Jackson-Plymouth en Californie; McCuaig & Kerrich, 1998). Ces virgations peuvent créer des zones marquées par de plus faibles contraintes (e.g. *low-mean stress*) dans lesquelles les fluides hydrothermaux seront drainés préférentiellement.

1.1.2.2 Facteurs de précipitation de l'or

Pour extraire l'or d'un fluide, il est nécessaire d'induire un changement au niveau de la chimie du fluide en déstabilisant le complexe aurifère. La déstabilisation du complexe

peut s'accomplir par de nombreux processus : (1) refroidissement du fluide; (2) changement de l'état d'oxydo-réduction du fluide; (3) augmentation du pH (or transporté par complexe chloré), ou (4) diminution du contenu en soufre du fluide (or transporté en complexe sulfuré). Ces changements peuvent être obtenus par: (1) gradients de pression et de température à grande échelle; (2) la réaction du fluide avec les roches environnantes au conduit; (3) fluctuations de pression locales causant l'immiscibilité des phases dans le fluide, ou (4) mélange de fluides. La suite de cette section se concentre sur le processus de sulfurisation et la précipitation de l'or par séparation de phases dans les veines de quartz.

L'or se situant essentiellement dans les épontes altérées de veines de quartz est généralement interprété comme le résultat direct d'une interaction entre le fluide et la roche encaissante. Le processus de sulfurisation est un type d'interaction fluide-roche considéré très efficace pour le dépôt de l'or lorsque que celui-ci montre une forte association spatiale avec un sulfure de fer (e.g. Neall & Phillips, 1987; McCuaig & Kerrich, 1998; Williams-Jones et al. 2009). Au cours de la sulfurisation, le H₂S et le S dans le complexe Au-S (e.g. Au[HS₂]⁻) du fluide, réagissent avec des silicates ou les oxydes de fer, de la roche encaissante, pour les transformer en sulfures de fer, aux épontes du conduit hydrothermal. La diminution du soufre dans le fluide déstabilise donc le complexe Au-S causant la précipitation de l'or:



Au faciès des schistes verts, la sulfurisation favorise la précipitation de la pyrite tandis qu'à des faciès plus élevés, la pyrrhotite et l'arsénopyrite précipitent aux dépens de celle-ci. Lors de cette réaction, les silicates ferromagnésiens composant les épontes des veines, deviennent plus riches en Mg que ceux localisés dans les zones distales. Ce mécanisme est particulièrement efficace en présence d'unités encaissantes riches en fer, telles des roches ultramafiques, mafiques ou des formations de fer.

La séparation de phases est un mécanisme efficace pour la précipitation de l'or à l'intérieur des veines de quartz (Guha et al. 1991; Bouillier & Robert, 1992). Celle-ci peut être induite par des chûtes de pression passagères, notamment pendant des événements séismiques (McCuaig & Kerrich, 1998). Ces chûtes de pression cycliques provoquent

l'immiscibilité des phases et la formation de veines de quartz. Par conséquent, ce mécanisme de dépôt de l'or est contrôlé par des processus prenant place strictement dans le conduit du fluide, expliquant la présence d'or libre directement à l'intérieur des veines de quartz (Sibson et al. 1988).

1.1.3 Chronologie relative entre l'or et le métamorphisme

Afin de mieux comprendre les modifications qui peuvent affecter les minéralisations orogéniques, il est important de situer la chronologie de l'emplacement de la minéralisation par rapport à la déformation et au métamorphisme. D'après le modèle du Continuum, la mise en place de l'or dans les gisements de type orogénique est tardive au cours de l'histoire tectono-métamorphique d'une région (figure 1.4; Groves et al. 2000; Robert et al. 2005; Dubé & Gosselin, 2007). Effectivement, la minéralisation est interprétée comme syn- à tardi- déformation et typiquement post-pic de métamorphisme dans les roches métamorphisées au faciès des schistes verts (figure 1.4; Kerrich & Cassidy, 1994; Hagemann & Cassidy, 2000). La chronologie relative des gisements encaissés dans des roches métamorphisées aux faciès amphibolites à granulites est plus controversée. Selon différentes études sur des gisements de haut grade, la minéralisation peut être interprétée comme:

1. syn-pic de métamorphisme dans les gisements encaissés dans des roches au faciès des amphibolites et des granulites (Barnicoat et al. 1991; Witt, 1993; Knight et al. 1993; Neumayr et al. 1993; Smith, 1996; Ridley et al. 2000);
2. pré-pic de métamorphisme en considérant un métamorphisme prograde où la minéralisation encaissée dans des unités métamorphisées au faciès des amphibolites, aurait été formée au faciès des schistes verts (Phillips, 1985; Penczak & Mason, 1999; Phillips & Powell, 2009; 2010), et
3. post-pic de métamorphisme, soit pendant la phase rétrograde de l'histoire métamorphique (Tabart, 1987; Wilkins, 1993; Kolb et al. 2005).

Ces relations chronologiques s'appliquent communément aux gisements aurifères s'étant formés au cours d'un seul événement minéralisateur et caractérisé par une chimie constante de fluide. D'après la figure 1.5, les gisements aurifères orogéniques localisés dans la Sous-province de l'Abitibi sont surtout encaissés dans des roches métamorphisées au faciès des schistes verts.

Une minéralisation pré-pic métamorphique implique que la minéralisation aurifère puisse être superposée par des épisodes métamorphiques et/ou hydrothermaux subséquents. Cette relation chronologique amène notamment à plusieurs interprétations contradictoires quant à l'origine et la formation de ces gisements. Le métamorphisme de l'enveloppe d'altération hydrothermale associée à la minéralisation peut notamment générer des comportements rhéologiques différents au niveau de la roche encaissante. Spécifiquement, un halo d'altération riche en muscovite peut être subséquentement métamorphisé en feldspath-K. Ainsi, le feldspath-K est caractérisé par des propriétés mécaniques très différentes par rapport à la muscovite, et ne possède pas la même capacité de focalisation des fluides (e.g. dépôt Renco, Zimbabwe; Phillips & Powell, 2010).

Lorsqu'un gisement aurifère, formé au faciès des schistes verts, est sujet à des conditions de températures plus élevées, il subit de la déshydratation, de la décarbonatation et de la désulfuration (Phillips & Powell, 2010). Ainsi, la superposition du métamorphisme sur une minéralisation pré-existante implique que l'or ait pu se déposer et être remobilisé lors d'événements métamorphiques postérieurs impliquant ou non la présence de fluides (e.g. Tomkins et al. 2004; Tomkins & Mavrogenes, 2001; Phillips & Powell, 2010). Dans l'exemple du gisement de Hemlo, Tomkins et al. (2004) ont proposé que l'or est concentré par:

1. mobilisation à l'état solide;
2. dissolution et/ou reprécipitation associée à un fluide hydrothermal, ou
3. par migration d'un produit de fusion polymétallique.

Ces mécanismes de mobilisation et remobilisation ont pour effets d'enrichir les dépôts métalliques. En effet, dans certains dépôts, la remobilisation a permis de transformer une minéralisation non économique en minéralisation économique (Tomkins, 2007).

1.1.4 Problématique spécifique: le gisement aurifère de la mine Lapa

Le dépôt aurifère de la mine Lapa est situé au sein du camp minier de Cadillac, dans la Sous- province de l'Abitibi et contient des réserves probables de 1 Moz Au (2,82 Mt @ 7,43 g/t Au; Agnico-Eagle Mines Ltd. Février 2011). Globalement, ce gisement est qualifié comme un dépôt de forte teneur et faible tonnage. Les ressources indiquées ont été estimées à 1,77 Mt @ 4,10 g/t Au (Mines Agnico-Eagle Ltée; Février 2011), pour un budget géologique total d'environ 1,2 Moz d'or, faisant de la mine Lapa le plus gros gisement d'or du camp minier de Cadillac. Effectivement, ce camp minier est composé de plusieurs gisements et indices aurifères mais peu possèdent les caractéristiques nécessaires pour une mise en production. L'historique des travaux exécutés dans ce secteur est présenté au tableau 1.1. Le gisement de Lapa est présentement la seule mine en opération dans le camp de Cadillac. Il constitue donc une fenêtre unique sur la Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake (ZFCLL) et sur une unité mafique-ultramafique spatialement associée à la zone de faille soit le Groupe de Piché.

Spécifiquement, le secteur du gisement Lapa est composé, du nord vers le sud des groupes de Cadillac, de Piché et de Pontiac. Les groupes de Cadillac et de Pontiac sont constitués principalement de roches méta-sédimentaires tandis que le Groupe de Piché se compose de roches méta-volcaniques fortement déformées. Le Groupe de Piché est spatialement étroitement relié à la ZFCLL et se situe entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Pontiac. De plus, le gisement Lapa est localisé près d'un important changement de direction au niveau de la ZFCLL (E-O à NO-SE). Cette virgation de la trajectoire structurale est visible à l'échelle de la Province du Supérieur (figures 1.8 et 1.9).

Les zones minéralisées sont associées spatialement avec la ZFCLL. Le gisement est caractérisé par la présence d'au moins quatre zones de déformation parallèles et minéralisées. La zone principale est la zone Contact où la minéralisation en or longe le contact entre les roches méta-sédimentaires du Groupe de Cadillac et les roches mafiques-ultramafiques du Groupe de Piché. Les roches hôtes de la minéralisation sont fortement déformées, altérées et métamorphisées au faciès métamorphique des schistes verts supérieurs. Le dépôt de forme tabulaire est caractérisé par une élongation verticale

kilométrique et une étendue horizontale maximale de 400 m. De plus, les zones sont minces avec des épaisseurs variant entre 3 et 6 mètres. Les valeurs aurifères sont associées à des disséminations ($\leq 10\%$) d'arsénopyrite-pyrrhotite \pm pyrite aux épontes de veinules à quartz \pm dolomite, calcite. De l'or libre est également disséminé localement à l'intérieur et aux épontes des veinules. Ces épontes sont fortement démembrées, transposées et plissées. Leur minéralogie est dominée par la présence de biotite et/ou de muscovite en bordures des veines et veinules de quartz. La signature métallique de la minéralisation illustre une forte corrélation entre les teneurs en or, en arsenic ($<3,5\%$ As) et en antimoine ($<1,5\%$ Sb).

Le gisement Lapa possède plusieurs caractéristiques compatibles avec les gisements aurifères orogéniques, incluant: 1) son association avec une zone de faille; 2) une faible quantité de sulfures; 3) une abondance de veinules de quartz, et 4) sa forte extension verticale. Cependant, les premières observations effectuées au gisement Lapa ont fait ressortir plusieurs caractéristiques atypiques par rapport à ce type de gisement, soulevant ainsi plusieurs questions énumérées ci-dessous.

1. La localisation du gisement directement au sein de la ZFCLL amène 2 sous-questions: a) pourquoi dans une faille majeure, 2) pourquoi à cet endroit précis de la zone de faille?
2. Quel est le rôle des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché sur la localisation des zones aurifères?
3. Quelle est la relation entre les différents événements ou incréments de déformation, le métamorphisme et la minéralisation?
4. Les roches intrusives felsiques sont-elles plus nombreuses que ce qui est connu en surface, si oui, quelle est l'importance de celles-ci sur la mise en place de la minéralisation?

La ZFCLL est associée spatialement à plusieurs gisements aurifères de la Sous-province de l'Abitibi, mais ceux-ci se localisent dans les failles de 2^e et 3^e ordres. La chronologie de formation de cette virgation par rapport au gisement Lapa est importante à résoudre et peut contraindre l'implication de celle-ci sur la mise en place de la minéralisation. D'autre part, les gisements aurifères orogéniques observés, par exemple,

dans le camp de Val-d'Or (638,9 t Au; Dubé & Gosselin, 2007) sont généralement associés à de larges veines de quartz-tourmaline tandis qu'au gisement Lapa seules de rares veines décimétriques contenant peu de tourmaline sont présentes.

Dans un autre ordre d'idées, les minéralisations aurifères dans le camp de Malartic sont surtout associées spatialement à des intrusions syn-tectoniques felsiques à mafiques localisées à proximité de la ZFCLL (Trudel & Sauvé, 1992). Les intrusions felsiques sont notamment plus abondantes dans la région de Malartic que dans la région de Val-d'Or (Sansfaçon & Hubert, 1990; Desrochers et al. 1996). Les teneurs aurifères dans les roches intrusives de le secteur de Malartic sont associées à de la pyrite finement disséminée. Selon les interprétations de Trudel & Sauvé (1992), les intrusions agissent essentiellement comme lithologie compétente favorable à la fracturation. L'intensité de la fracturation d'une roche intrusive serait directement reliée à la quantité de minéralisation présente. Plus récemment, Beaulieu (2010) a interprété génétiquement les minéralisations aurifères du gisement de Canadian Malartic, spatialement associées à une intrusion felsique porphyrique, comme s'apparentant à un dépôt de type porphyrique.

Le dépôt de la mine Lapa est donc un excellent exemple pour étudier les processus contrôlant la mise en place de minéralisation aurifère au sein d'une zone de faille majeure. Les failles majeures comme la ZFCLL sont caractérisées notamment par une histoire prolongée marquée par plusieurs événements de déformation, d'hydrothermalisme et de métamorphisme. Par conséquent, l'association spatiale des zones minéralisées avec la ZFCLL nécessite une compréhension des différents événements enregistrés au sein de cette structure majeure. L'identification de ces relations est déterminante pour la définition des processus ayant permis la formation de la minéralisation aurifère. Cette étude apportera donc des précisions quant aux événements géologiques de la ZFCLL dans le secteur Lapa-Cadillac ayant permis la concentration d'or à cet endroit. Une meilleure compréhension du rôle de la ZFCLL aidera à la définition de nouvelles cibles d'exploration dans le camp minier de Cadillac.

1.2 Objectifs et hypothèses de travail

Ce projet de doctorat vise à établir les différents processus ayant contrôlé la mise en place de minéralisation aurifère à l'intérieur d'une zone de faille majeure. Pour y parvenir, il est primordial d'établir les chronologies relatives entre le(s) épisode(s) de minéralisation et les événements de déformation, de métamorphisme et d'hydrothermalisme (figure 1.6). Il est également important de définir quel(s) rôle(s) chacun de ces événements géologiques ont pu jouer sur la formation d'un dépôt d'envergure. Le tableau 1.2 liste les objectifs du présent projet de doctorat. L'hypothèse de départ de ce travail est la suivante:

la minéralisation économique du gisement Lapa résulte de la combinaison d'une suite d'événements d'hydrothermalisme, de déformation et de métamorphisme localisés au sein de la Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake.

Les observations et interprétations présentées dans cette thèse auront pour but de vérifier cette hypothèse tout en définissant la chronologie relative des événements. Par conséquent, la chronologie des événements géologiques est la première étape qui servira à valider ou rejeter l'hypothèse proposée. Cette démarche est privilégiée afin de pouvoir répondre le plus adéquatement possible aux objectifs fixés (tableau 1.2).

Cette étude doctorale est donc susceptible d'apporter des pistes quant à la compréhension de dépôts aurifères très déformés et encaissés dans des roches métamorphisées. Une reconstruction complète du gisement, lors de chacune de ces étapes de formation, est donc présentée dans la section du modèle de formation du chapitre 6.

1.3 Méthodologie

Cette étude doctorale combine une approche classique de terrain basée sur les caractérisations des différents phénomènes de leurs relations de recoupement ainsi que l'utilisation de méthodes analytiques.

1.3.1 Levé géologique

1.3.1.1 Levé structural en surface

Une cartographie géologique a été effectuée en surface sur l'ensemble de la propriété de la mine Lapa en mettant l'emphase sur la géologie structurale. En effet, étant donné que la minéralisation n'affleure pas à la surface, le levé géologique de surface a été concentré sur la relation entre les divers éléments géométriques (schistosité, linéation, plissement, etc.). La description des affleurements ainsi que des données structurales sont présentées à l'annexe A. Une grande partie des affleurements a été étudiée dans le but de construire une carte du tracé de la fabrique planaire principale à l'échelle de la propriété. Les diverses relations structurales ont été observées en affleurements disponibles afin de définir la chronologie des événements de déformation ayant affecté le secteur. Enfin, des échantillons ont été prélevés pour analyse géochimique et pour la fabrication de lames minces.

1.3.1.2 Descriptions des unités géologiques en forages

Les lithologies encaissantes de la minéralisation ont en premier lieu été décrites dans les trous de forages. Plusieurs milliers de mètres de forages d'exploration, de développement et de production recourent le gisement Lapa. La majorité des échantillons ($n = 333$) pour analyses géochimiques et pour la fabrication de lames-minces a été recueillie dans les forages. La description des unités lithologiques en forage a permis de définir plus précisément, la minéralogie et la séquence stratigraphique des différentes roches encaissantes.

À la mine Lapa, les trous de forages sont utilisés pour localiser les zones minéralisées et par conséquent, pour définir l'emplacement des galeries souterraines. Ainsi, l'observation des trous de forage permet d'étudier de façon plus détaillée les unités lithologiques formant les galeries souterraines. Par la suite, ces galeries sont cartographiées

sous-terre afin d'étudier la distribution spatiale des différentes unités déjà décrites en forages.

1.3.1.3 Levé géologique sous-terre

Des cartographies des galeries souterraines ont été réalisées aux niveaux 69, 77, 80, 101, 104, 125 et 128 de la mine Lapa (figure 1.7). Quelques-unes se retrouvent comme figure dans le texte et la totalité des cartographies est regroupée à l'annexe B. La cartographie a été concentrée aux toits et sur les faces des galeries à l'échelle 1:100 et 1:50, respectivement. Celles-ci ont permis de mieux cerner la distribution spatiale des unités encaissantes du gisement en relation avec la distribution des zones minéralisées. Quelques échantillons ont également été recueillis sous-terre pour analyse géochimique et pour fabriquer les lames-minces ($n=8$).

1.3.2 Étude pétrographique

En premier lieu, l'étude pétrographique a été effectuée macroscopiquement lors de la cueillette des échantillons afin de décrire et de distinguer les différentes lithologies. Ensuite, ces observations ont été confirmées et approfondies par l'observation de lames-minces au microscope optique. Un total de 200 lames minces polies ou avec couvre-objet a été observé, dans le but de décrire les paragenèses minéralogiques primaires, d'altération, de métamorphisme et métalliques. L'observation des relations entre les différents assemblages minéralogiques procure des indices quant à la chronologie relative de mise en place des événements hydrothermaux, métamorphique et de minéralisation.

1.3.3 Analyses géochimiques

La plupart des échantillons ont été sélectionnés dans les carottes de forage ($n=333$). Quelques échantillons proviennent également des affleurements ($n=29$) et des galeries souterraines ($n=8$; niveaux 69 et 77). Ceux-ci ont été analysés pour les éléments majeurs et les éléments traces par le Laboratoire SGS de Lakefield en Ontario. Les spécifications techniques des méthodes analytiques et les résultats d'analyse sont présentés à l'annexe C.

Étant donné que les unités encaissantes de la minéralisation à la mine Lapa sont fortement déformées, métamorphisées et altérées, aucune texture primaire n'est préservée. Comme seuls les assemblages métamorphiques et d'altération sont présents, la composition du protolithe a donc été établie ou estimée à l'aide d'analyses géochimiques, surtout à partir des éléments traces dans les échantillons les « moins altérés » ou plus distaux par rapport aux zones minéralisées.

1.3.4 Calculs de changements de masse

Les analyses géochimiques ont été utilisées pour caractériser la nature et l'intensité de l'altération hydrothermale en association avec la minéralisation aurifère. Pour ce faire, des calculs de bilan de masse ont été effectués. Cet outil traduit l'altération hydrothermale en terme de perte et de gain en éléments majeurs et traces indépendants les uns des autres. Les détails des calculs et des méthodes employées (Gresens, 1967; Grant 1986a; MacLean & Barrett, 1993), sont décrits à la section 5.5.1 du chapitre 5.

1.3.5 Chimie minérale

1.3.5.1 Microsonde

La localisation des échantillons analysés à la microsonde électronique est présentée sur la coupe longitudinale à la figure 1.7. Les phases minéralogiques suivantes ont été analysées avec la microsonde électronique de l'Université Laval: amphibole ($n=63$), arsénopyrite ($n=163$), biotite ($n=76$), carbonate ($n=27$), chlorite ($n=39$), feldspath ($n=27$), grenat ($n=10$) et tourmaline ($n=23$). Les spécifications techniques de cette méthode d'analyse ainsi que les résultats des analyses sont présentés aux annexes D (sulfures) et F (silicates). Ces analyses ont été exécutées dans le but de circonscrire les conditions primaires de précipitation, de métamorphisme et d'hydrothermalisme en lien avec la formation de ces phases minéralogiques. La microsonde a également servi lors de l'observation des relations entre les assemblages métalliques et plus précisément, pour la

détermination de zonalité au sein des arsénopyrites. La totalité des images BSE recueillies est présentée à l'annexe D.

1.3.5.2 LA-ICP-MS

La localisation des échantillons analysés au LA-ICP-MS est présentée à la figure 1.7. Le contenu en éléments traces dans les sulfures (arsénopyrite, pyrite et pyrrhotite) a été mesuré à l'aide d'un spectromètre de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) combinée à un laser (LA: New Wave UP213) du laboratoire des matériaux terrestres de l'Université du Québec à Chicoutimi. La combinaison de ces deux appareils permet d'analyser des échantillons solides car le laser pulvérise le matériel pour son introduction au spectromètre. Les spécifications techniques de cette méthode d'analyse ainsi que les résultats d'analyse sont présentés à l'annexe G. Cette méthode est utilisée pour quantifier le contenu en éléments traces des sulfures.

1.3.6 Organisation de la thèse

Suite à l'introduction présentée au cours du présent chapitre, le chapitre 2 traite de la géologie de la mine Lapa. Les chapitres 3, 4 et 5 exposent, respectivement, la géologie structurale, la minéralisation et, le métamorphisme et l'hydrothermalisme, caractérisant le gisement. Une discussion générale incorporant les observations exécutées dans les précédents chapitres est ensuite présentée dans le chapitre 6. Le chapitre 7 est consacré aux principales conclusions de cette recherche. Enfin, la géologie régionale est introduite dans la section 1.4 ci-bas.

1.4 Contexte géologique régional

1.4.1 Sous-province de l'Abitibi

La Sous-province de l'Abitibi a initialement été divisée en zones Nord et Sud (Goodwin & Ridler, 1970; Dimroth et al. 1982; Ludden et al. 1986). Par la suite, elle fut reconsidérée par Chown et al. (1992) comme un collage de deux arcs et divisée en 2 sous-

zones: 1) Zone Volcanique Nord (ZVN) comprenant des unités volcaniques datées entre 2735 et 2705 Ma, et 2) Zone Volcanique Sud (ZVS) qui englobe des unités volcaniques entre 2715 et 2697 Ma. Ces deux zones sont délimitées par la Zone de Faille Destor-Porcupine Manneville (ZFDPM; Mueller et al. 1996). Elle est séparée de la Sous-province de Pontiac, au sud par la Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake (ZFCLL; figure 1.8). La Sous-province de l'Abitibi représente un exemple archéen comportant les caractéristiques d'évolution tectonique et temporelle pouvant être intégrées dans un modèle de tectonique de plaques (Daigneault et al. 2002).

D'autres études (e.g. Thurston, 2002; Thurston et al. 2008; Ayer et al. 2008) proposent plutôt un modèle autochtone pour l'évolution de la Sous-province de l'Abitibi. Ce modèle implique le dépôt discontinu de sept épisodes volcaniques intercalés avec de minces interfaces sédimentaires représentant des arrêts de volcanisme.

La ZVS du côté québécois inclue :

1. le Groupe de Blake River à l'ouest (2704-2695 Ma; Goutier et al., 2009; Mercier-Langevin et al., 2011), composé de coulées de basaltes tholéitiques recouvertes par une séquence volcanique calco-alkaline bimodale insulaire, et
2. le Groupe de Malartic (2714-2701 Ma; Pilote et al. 1998; 2009) à l'est, composé d'un mélange de lithologies s'étant formées dans des environnements de plaines sous-marines et d'arcs volcaniques.

Le Groupe de Malartic est constitué, entre autres, par les Formations d'Héva, de Val-d'Or et de Jacola (Sauvé et al. 1991). La Formation d'Héva est constituée de volcanites schisteuses, généralement bréchiques ou coussinées, et d'unités concordantes de diorite et de gabbro beaucoup moins foliées que les laves (Trudel & Sauvé, 1992). La Formation de Val-d'Or contient des coulées et des brèches de coulées basaltiques ainsi que des pyroclastites andésitiques. Enfin, la Formation de Jacola est composée d'une séquence bimodale où alterne des laves ultramafiques et des basaltes magnésiens (Trudel & Sauvé, 1992; Sauvé et al. 1991).

Le Groupe de Blake River est considéré, entre autres, comme un arc océanique insulaire (Dimroth et al. 1982; Pearson & Daigneault, 2009) tandis que le Groupe de

Malartic a été interprété comme une succession homoclinale océanique (Dimroth et al. 1982) ou une agglomération complexe de domaines tectoniques distincts appelée «Bloc composite de Malartic» (Desrochers et al. 1996). Les relations de terrains ainsi que les données géochronologiques dans ce secteur, supportent l'interaction d'un volcanisme de plume avec un contexte en subduction (Mueller et al. 1996; Daigneault et al. 2004).

Les données géochronologiques (Mortensen 1993; Davis, 1992) supportent un modèle de développement d'arcs de façon séquentiel, débutant avec la formation à 2730-2705 Ma de la ZVN suivie par la ZVS à 2705-2695 Ma. La collision arc-arc de la ZVN-ZVS est marquée par de la transpression et du chevauchement de 2700 à 2690 Ma, suivie par la dominance d'une tectonique en décrochement de 2690-2640 (Mueller et al. 1996; Daigneault et al. 2002; 2004).

La ZFCLL est caractérisée par plusieurs épisodes de déformation et d'hydrothermalisme. Cette zone de faille est globalement orientée E-O, sur une longueur d'environ 300 km, et montre une épaisseur variant de 30 à 200 m (Goulet, 1978; Dimroth et al. 1983a, b). La ZFCLL forme un corridor structural caractérisé par une déformation hétérogène exprimée par une forte foliation mylonitique, une forte linéation d'étirement, du plissement serré et le développement de cisaillements subsidiaires (Tourigny et al. 1988; Robert, 1989). Dans les secteurs où la ZFCLL recoupe le Groupe de Piché, elle est marquée par des schistes à talc et à chlorite-carbonates (Sansfaçon, 1983). Celle-ci se caractérise par une intensification de la schistosité principale et par une forte transposition des lithologies parallèlement à sa direction générale.

Plusieurs éléments indiquent que la ZFCLL est une structure majeure, incluant:

1. sa localisation au contact entre des terrains différents dominés par des séquences sédimentaires de type flysh au sud et des terrains à dominance volcanique au nord;
2. la juxtaposition avec des bassins sédimentaires de type Timiskaming (Formation de Granada) caractérisés par des faciès de type molasse;
3. le contraste de métamorphisme entre les assemblages sédimentaires du sud (amphibolites) et ceux volcaniques du nord (schistes verts), et

4. selon les profils sismiques la ZFCLL montre un profil listrique vers le nord, de nature lithologique et structurale observé jusqu'à 15 km de profondeur (Ludden et al. 1988).

D'après Powell et al. (1995b), la ZFCLL fut active pendant une longue période. Celle-ci a enregistré le chevauchement de la ZVS sur la Sous-province de Pontiac (Dimroth et al. 1982; Ludden & Hubert, 1986), suivi par un épisode en extension tardif et un dernier événement de décrochement (Daigneault et al. 2002). Elle présente une schistosité à pendage abrupt caractérisée par des linéations d'étirement et minérales dans le sens du pendage. Daigneault et al. (2002) ont démontré que les linéations en composante pendage, sont particulièrement communes à la ZFCLL et sont superposées par d'autres linéations d'étirement en composante direction. Ces fabriques structurales formées le long de la ZFCLL sont compatibles avec le développement d'une faille active dans un contexte de transpression ayant évolué vers un décrochement dextre tardif (Robert, 1989; Daigneault et al. 2002). En ce sens, Robert (1989) propose que la transpression dextre le long de la ZFCLL, soit le résultat de deux incréments d'une même déformation progressive, évoluant d'un événement de raccourcissement D_1 à un cisaillement D_2 . Cette interprétation se base sur:

1. une légère obliquité de la schistosité S_1 par rapport à l'orientation des bordures de la ZFCLL;
2. l'orientation des plis intrafoliaux, et
3. une plongée subverticale à légèrement plongeante vers l'est des linéations d'étirement contenues dans le plan S_1 (impliquant des composantes dextres et verticales sur le mouvement pendant D_1).

Enfin, D_2 est caractérisé par des plis asymétriques en « Z » qui résultent d'un fort cisaillement dextre relié à une compression NO-SE (Robert, 1989).

Le métamorphisme de la ceinture abitibienne varie du faciès pumpellyite-préhnite au faciès inférieur des amphibolites (Jolly, 1978; Dimroth et al. 1983b; Powell et al. 1995a). L'âge du métamorphisme régional s'inscrit entre 2677 et 2643 Ma (Powell et al. 1995a). Le gradient géothermique pendant l'épisode de métamorphisme régional a été interprété

approximativement à 30°C/km. Deux zones de haut grade métamorphique sont présentes dans la Sous-province de l'Abitibi: 1) la Sous-province de Pontiac près du contact avec la ZVS marqué par un assemblage à staurolite-grenat-hornblende-biotite (Jolly, 1978; Benn et al. 1994), et 2) la Formation du Lac Caste à l'interface ZVS-ZVN composée de roches sédimentaires métamorphisées en schistes à biotite contenant du grenat et de la staurolite (Daigneault et al. 2002). Selon Feng & Kerrich (1992), la juxtaposition du métamorphisme de haut-grade affectant la Sous-province de Pontiac avec la Sous-province de l'Abitibi, métamorphisée au grade des schistes verts, résulterait d'un épisode d'exhumation. La remontée différentielle des couches aurait été causée par la mise en place de plutons granitiques (Feng & Kerrich, 1992).

Des évidences de métamorphisme rétrograde sont aussi dénotées dans la ceinture abitibienne. Le métamorphisme rétrograde a été reconnu avec les relations suivantes:

1. la présence d'andalousite et de porphyroblastes de kyanite tardifs, remplacés par pyrophyllite, diaspore et kaolinite;
2. des porphyroblastes de biotite chloritisés;
3. du plagioclase métamorphique prograde remplacés par un assemblage rétrograde à albite-muscovite (Trudel et al. 1992; Powell et al. 1995b).

De plus, des roches mafiques à amphiboles localisées dans le secteur de Rouyn-Noranda (e.g. gisements McWatters, Astoria, etc.), montrent des grains d'albite avec des cœurs d'oligoclase, des cristaux de hornblende avec des couronnes d'actinote, et des biotites chloritisées (Morin et al. 1993; Powell et al. 1995b). La présence de hornblende et d'albite dans la même roche peut seulement être expliquée par la superposition rétrograde d'un assemblage à actinote-albite sur des assemblages illustrant le pic de métamorphisme à hornblende-oligoclase (Powell et al. 1995a). Ces amphibolites rétrogradées sont situées près de la ZFCLL. Les assemblages rétrogrades sont communs le long de la ZFCLL. D'après les données géochronologiques $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de Powell et al. (1995b), la longue période de métamorphisme rétrograde s'étend de 2645 à 2415 Ma.

1.4.2 Région de Cadillac

Le gisement aurifère Lapa est situé dans le camp minier de Cadillac, centré sur la ZFCLL, la limite sud entre les Sous-provinces de l'Abitibi et de Pontiac (figure 1.8). Les nombreux gisements et indices formant le camp minier de Cadillac se concentrent de part et d'autres de la ZFCLL (Figure 1.9).

1.4.2.1 Unités lithostratigraphique

Trois groupes lithostratigraphiques sont reconnus dans le secteur de la mine Lapa: Le Groupe de Cadillac, le Groupe de Pontiac et le Groupe de Piché. Ces unités volcano-sédimentaires sont recoupées par un grand nombre d'intrusions d'âge archéen et par des dykes mafiques d'âge protérozoïque (figure 1.9). Les minéralisations aurifères du camp de Cadillac se localisent surtout au sein du Groupe de Piché, avec une plus faible proportion dans les Groupes de Cadillac et de Pontiac. Les caractéristiques pétrographiques des différents groupes lithostratigraphiques de la région ont été décrites en détail dans les publications de Beaudoin & Trudel (1989), Sauvé & Trudel (1991) et Trudel et al. (1992).

Le Groupe de Cadillac est composé principalement de grauwackes interstratifiés avec des schistes pélitiques, et localement avec des conglomérats et des formations de fer (figure 1.9; Trudel et al. 1992). Le terme grauwacke fait référence à la composition d'une wacke lithique. Le grauwacke est constitué de quartz et d'albite dans une matrice composée de muscovite, chlorite et biotite (Trudel & Sauvé, 1992). Une bande de conglomérat polymictique affleure sporadiquement entre Cadillac et Malartic (Bouchard, 1980). Ce conglomérat contient une dominance de clastes de porphyres feldspathiques ainsi que de roches volcaniques mafiques dispersés dans une matrice gréseuse à quartz et feldspath. Les fragments de roches porphyriques étant plus résistants à la déformation, ils se présentent sous une forme subarrondie alors que les fragments de roches volcaniques sont beaucoup plus aplatis et étirés. De plus, des fragments de fuschite et de chert noir sont localement reportés (Bouchard, 1979; Trudel et al. 1992). L'abondance relative des lentilles de conglomérat caractérise le Groupe de Cadillac par rapport au Groupe de Pontiac qui en

renferme une quantité moindre. Les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac sont interprétées comme des assemblages sédimentaires de type flysch syn-orogénique (Mueller et al. 1996; Daigneault et al. 2002).

Le Groupe de Pontiac est formé par une succession de assemblages turbiditiques riches en quartz (e.g. grauwackes et mudstones) alternant avec de minces unités de basaltes komatiitiques (Dimroth et al. 1982; Lajoie & Ludden, 1984; Ludden et al. 1986). Les grauwackes sont constitués de grains anguleux et aplatis de quartz et de plagioclase, dispersés dans une matrice riche en biotite et en muscovite (Sansfaçon, 1986; Trudel & Sauvé, 1992). Les roches sédimentaires du Groupe de Pontiac sont également interprétées comme des assemblages sédimentaires de type flysch syn-orogénique (Mueller et al. 1996; Daigneault et al. 2002). Le Groupe de Pontiac a été défini comme étant un assemblage de ceinture d'avant-pays (Dimroth et al. 1982) et interprété comme un prisme d'accrétion (Ludden et al. 1986; Mueller et al. 1996).

Le Groupe de Piché, une mince bande volcanique (< 2 km) associée spatialement à la ZFCLL, est composé de roches méta volcaniques (basaltes tholéiitiques, andésites porphyriques, tufs calco-alcalins et komatiites) recoupées par des roches intrusives felsiques à mafiques (Gunning, 1937; Latulippe, 1976; Dimroth et al. 1982; Imreh, 1984; Landry, 1989; Beaudoin & Trudel 1989). Les seuls sommets identifiés indiquent une polarité vers le nord (Landry, 1989). La nature du Groupe de Piché a toujours été controversée. Gunning & Ambrose (1940) et Gunning (1941) ont tenté d'associer cette bande de roches volcaniques au Groupe de Blake River. Par la suite, Latulippe (1976) lui a assigné le nom de Groupe de Piché, tout en suggérant une relation possible avec le Groupe de Malartic. Imreh (1984) ne reconnaît pas le Groupe de Piché comme une entité lithostratigraphique. Il le réduit plutôt à l'expression de « Zone tectonique de Cadillac » représentant un axe anticlinal majeur (Landry, 1989). Enfin, Landry (1989), dans son mémoire de maîtrise conclut que le Groupe de Piché est une entité stratigraphique distincte puisqu'il présente un contact concordant avec le Groupe de Cadillac. Malgré la controverse au niveau de la nature du Groupe de Piché, le terme «Groupe», bien qu'il réfère à une unité

stratigraphique concordante, est utilisé dans la thèse afin de demeurer conforme aux études antérieures.

Selon Trudel et al. (1992), les roches intrusives de la région comprennent:

1. des filons-couches mafiques syn-volcaniques;
2. des intrusions intermédiaires à felsiques syn-tectoniques;
3. des batholites post-tectoniques, et
4. des dykes de diabase protérozoïques.

Les filons-couches mafiques consistent en des gabbros et des diorites retrouvés en association directe avec des roches volcaniques de composition apparentée au Groupe de Piché. Les intrusions syn-tectoniques comprennent plusieurs petites intrusions à proximité de la ZFCLL, communément associées aux gisements aurifères de la région. Il s'agit principalement d'aprites, communément appelées albitites, et de porphyres feldspathiques. Les intrusions post-tectoniques sont représentées par le batholite de Preissac qui affleure dans la partie nord du camp de Cadillac (figure 1.8; Trudel et al. 1992). Il s'agit principalement de granitoïdes à grenat-muscovite-biotite, datées à 2660 et 2642 Ma (Feng & Kerrich, 1991; Ducharme et al. 1997). La mise en place des granitoïdes post-tectoniques est interprétée comme étant contemporain à l'épisode d'exhumation et d'extension crustale le long de la ZFCLL (Daigneault et al. 2002). Enfin, les dykes de diabase sont orientés N-S à NE-SO et possèdent des épaisseurs variant de 30 à 80 cm (Trudel et al. 1992).

1.4.2.2 Géologie structurale

Les études de Bouchard (1980) et Trudel et al. (1992) contiennent les interprétations des éléments structuraux observés dans le secteur de Cadillac. Le tableau 1.3 liste les principaux événements de déformation enregistrés dans le district minier de Cadillac. Ce secteur a été affecté par deux principaux épisodes de déformation ductile (D_1 et D_2) qui sont le résultat d'une déformation progressive et polyphasée (Robert 1989; Trudel et al. 1992; Daigneault et al. 2002). Toutefois, Hubert et al. (1984) et Hubert (1990) proposent qu'un premier épisode de déformation antérieur à celui décrit par les auteurs ci-dessus, correspondrait à un décrochement senestre. Pour cette étude, seulement les événements de

compression et de coulissage sont considérés. Cette déformation polyphasée progressive a aussi été identifiée, lors d'une étude sur la structure interne de la ZFCLL, dans le secteur de l'indice Orenada à Val-d'Or par Robert (1989). Certains auteurs ont décrit la ZFCLL (ou Zone tectonique de Cadillac) comme une zone de 200 à 1000 m de largeur constituée d'un enchevêtrement de plusieurs failles convergentes et divergentes les unes par rapport aux autres et qui isolent des blocs lithologiques distincts moins déformés (e.g. Sansfaçon, 1986; Robert, 1989; Sansfaçon & Hubert, 1990; Gauthier et al. 1990; Desrochers et al. 1996). Des éléments structuraux fragiles reliés à un épisode de déformation tardif (D_3), sont également observés localement.

Les éléments structuraux associés à la première phase de déformation D_1 sont:

1. la schistosité principale S_1 ;
2. les linéations d'étirement L_ϵ et d'intersection L^0_1 , et
3. les plis de génération P_1 (Tableau 1.3).

La stratification S_0 et la schistosité principale S_1 sont généralement subparallèles. La surface S_0 est plus facilement identifiable dans les roches sédimentaires des Groupes de Cadillac et de Pontiac, étant donné qu'elle se confond à la schistosité principale, en bordure des grandes zones de cisaillement (e.g. ZFCLL; Sauvé & Trudel, 1991). Localement, la stratification primaire est plissée formant des plis isoclinaux nommés P_1 (Tableau 1.3). De plus, les évidences de terrain illustrent que la stratification primaire a subi une transposition par rapport à S_1 . Effectivement, l'effet global de la schistosité S_1 sur la stratification S_0 se traduit par une transposition dextre ou senestre dénotée surtout à proximité de la ZFCLL où la déformation ductile est plus intense (Trudel et al. 1992). Le phénomène de transposition résulte notamment en l'isolement de lambeaux discontinus de pélites à l'intérieur des grès ou par celui des volcanites felsiques à l'intérieur des laves mafiques (Bouchard, 1980; Sansfaçon, 1983; Tourigny et al. 1988; Trudel et al. 1992).

La schistosité S_1 varie texturalement selon la lithologie affectée passant de schistosité de flux dans les unités sédimentaires à une schistosité mylonitique anastomosée, à l'intérieur des zones de cisaillement mineures et de la ZFCLL (Tourigny et al. 1988). Les linéations L^0_1 (Tableau 1.3) coïncident avec les axes des plis P_1 ayant S_1 comme schistosité

de plan axial (tableau 1.3). L'angle de plongée des linéations est généralement supérieur à 70° (Trudel et al. 1992). Enfin, les linéations d'étirement L_{ϵ} sont interprétées comme plongeant essentiellement à 80-85° vers le sud-ouest et, localement à 80° vers l'est.

Les plis de première génération P_1 ont surtout été identifiés à l'intérieur des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et de Pontiac (Tableau 1.3; Trudel et al. 1992). Cette génération de plissement est caractérisée par les grandes flexures régionales P_1 accompagnées par les plis parasites P_{1a} , localisés sur leurs flancs. Ces plis affectant S_0 sont serrés à isoclinaux (Tourigny et al. 1988). Les plis P_{1a} , aussi nommés plis d'entraînement, se développent au contact de lithologies à caractères rhéologiques contrastés (Trudel et al. 1992). La plupart de ceux-ci forment un plissement asymétrique en «Z» et plus localement, en forme de «S». Enfin, les secteurs où la déformation est plus intense se caractérisent par une multitude de plis non-cylindriques en fourreau P_{1b} dont les charnières sont le siège d'une forte transposition de S_0 dans le plan de la schistosité S_1 (Tableau 1.3; Sansfaçon, 1983).

L'événement de déformation D_2 est exprimé par les éléments structuraux suivants:

1. un clivage de crénulation S_2 ;
2. des linéations d'intersection L_2^0 et L_2^1 , et
3. des plis P_2 (tableau 1.3).

La schistosité secondaire (S_2) est de plan axial avec les plis P_2 . La ZFCLL est également plissée près de la mine Lapa et illustre un important changement de direction (figure 1.9; E-O à NO-SE). Ces deux générations de plissement sont interprétées par Daigneault et al. (2002), comme étant le résultat d'un développement séquentiel d'un cisaillement dextre progressif.

1.4.2.3 Métamorphisme

Les conditions métamorphiques caractérisant le secteur de Cadillac ont été évaluées en comparant essentiellement la minéralogie au sein des différentes laves mafiques. Par conséquent, les assemblages minéralogiques indiquent que les roches du secteur ont subi un métamorphisme à la transition entre le faciès des schistes verts (albite-épidote-chlorite-

actinote) et celui des amphibolites (oligoclase-hornblende; Trudel et al. 1992). Les hornblendes sont communes au sein des laves mafiques du Groupe de Piché, mais plus localement observées au-delà de celui-ci. Les minéraux indicateurs de conditions métamorphiques plus élevées sont la biotite, la hornblende et l'oligoclase. La biotite métamorphique est plus répandue dans les roches sédimentaires. Le grenat peut également être présent au sein des grauwackes mais seulement dans les roches ayant subies de l'altération hydrothermale (Trudel et al. 1992).

Dans le camp minier de Cadillac, l'observation de minéraux et de textures rétrogrades est commune en s'approchant de la ZFCLL (Powell et al. 1995b). Selon Trudel et al. (1992), l'altération rétrograde est surtout marquée par la chloritisation de la biotite, et se distribue de façon sporadique le long de la ZFCLL. L'effet d'un métamorphisme rétrograde est aussi appuyé par le remplacement partiel de l'oligoclase par l'albite et par la reconnaissance de deux types de chlorite (hydrothermale et métamorphique) au sein de la même unité. Les évidences de métamorphisme rétrograde ont notamment été dénotées à la mine O'Brien par le remplacement de la biotite en chlorite dans les unités sédimentaires (Sauvé & Trudel, 1991). Cette distribution irrégulière des minéraux typiquement rétrogrades est interprétée, par Powell et al. (1995b), comme étant le résultat d'une réactivation locale et segmentée le long de la ZFCLL.

1.4.2.4 Géologie économique

Le segment de la ZFCLL qui se trouve dans le camp minier de Cadillac comprend d'est en ouest, les anciennes mines Pandora, Wood Cadillac, Central Cadillac, Kewagama, O'Brien, Thompson Cadillac (New Alger) et Bouscadillac (figure 1.9). Les principales caractéristiques de ces gisements sont décrites au tableau 1.4. Ceux-ci ne sont plus en production de nos jours. À l'exception des mines Lapa et O'Brien, ces gisements n'ont produit que quelques centaines de milliers de tonnes de minerai (Doucet & Lafrance, 2005). Les minéralisations les plus importantes du camp de Cadillac se concentrent dans le Groupe de Piché.

Les minéralisations aurifères du camp minier de Cadillac sont subdivisées en deux types : 1) veine/veinules de quartz contenant de l'or libre et, 2) disséminations de sulfures dans les épontes altérées (Tableau 1.4; Beaudoin & Trudel, 1989; Trudel et al. 1992). Les veines aurifères sont généralement parallèles à la schistosité principale S_1 ou montrent un léger angle (10-15°) avec celles-ci. Ces veines renferment peu de sulfures (< 5 %), se concentrant faiblement aux épontes (< 10 %). L'arsénopyrite et la pyrite sont les sulfures dominants dans les gisements le long de la ZFCLL. Cependant des quantités plus faibles de pyrrhotite et de chalcopyrite sont également présentes. De plus, selon Beaudoin & Trudel (1989), la quantité d'arsénopyrite augmente d'ouest en est, soit de la mine Thompson Cadillac à la mine Lapa Cadillac. Les gisements de ce district contiennent des quantités appréciables d'arsenic, formant un couloir riche en arsenic le long de la ZFCLL (e.g. < 1,7 % As, Central Cadillac; Trudel et al. 1992). Les teneurs en arsenic n'illustrent toutefois pas de relation constante avec les valeurs aurifères. En effet, plusieurs zones riches en arsenic, dans le secteur de Lapa Cadillac, ne sont pas associées directement à de la minéralisation aurifère (Trudel et al. 1992).

La nature des roches encaissantes de la minéralisation est très variable (intrusions felsiques, schistes ultramafiques, grauwackes, conglomérat, etc.) et les principaux contrôles observés sur la minéralisation ont été interprétés comme étant structuraux. En effet, à l'échelle d'un même gisement, il est commun que la roche localement la plus compétente renferme la minéralisation aurifère. À la mine O'Brien par exemple, les filons aurifères montrent une association avec les unités les plus compétentes du secteur soit l'andésite porphyrique et l'horizon de conglomérat (Sauvé & Trudel 1991; Trudel et al. 1992). De plus, les zones aurifères sont, dans plusieurs cas, localisées, au contact entre une unité compétente (e.g. grauwacke, aplites) et le schiste ultramafique du Groupe de Piché, qui est moins compétent (Tableau 1.4). Un lien étroit entre les zones minéralisées et des plis asymétriques en « Z » est également dénoté au sein de plusieurs gisements. Par exemple, à la mine Central Cadillac, la présence de plis d'entraînement en « Z » a pour effet d'enrichir localement la minéralisation (Beaudoin & Trudel, 1989). Enfin, des enrichissements en or

sont reconnus, par endroits, le long de failles tardives et cassantes, orientées NO et/ou NE (Tableau 1.4; Beaudoin & Trudel 1989).

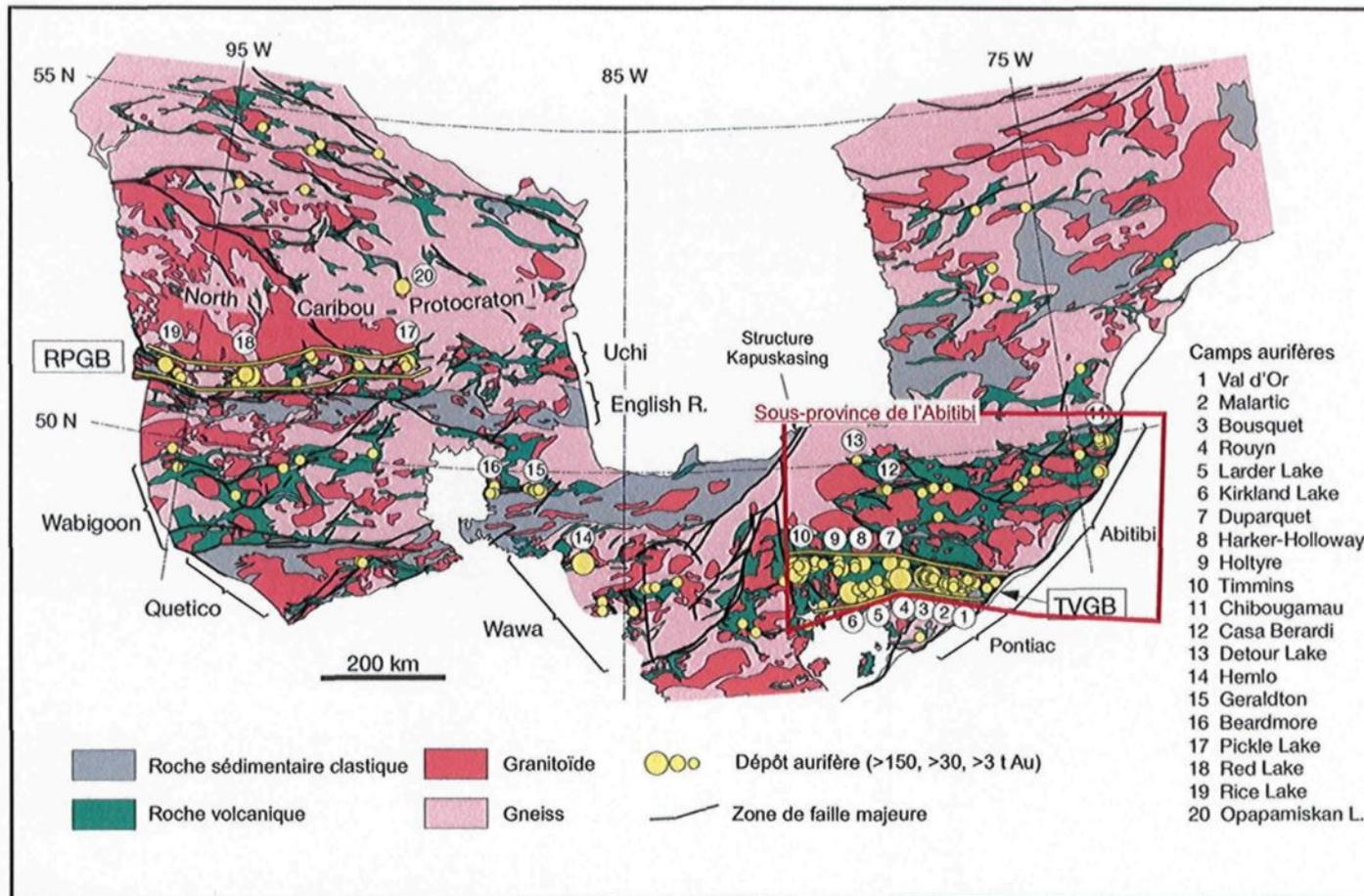


Figure 1.1: Géologie simplifiée du craton du Supérieur avec la localisation de la Sous-Province de l'Abitibi et de dépôts aurifères d'importance. Tirée de Robert et al. (2005)

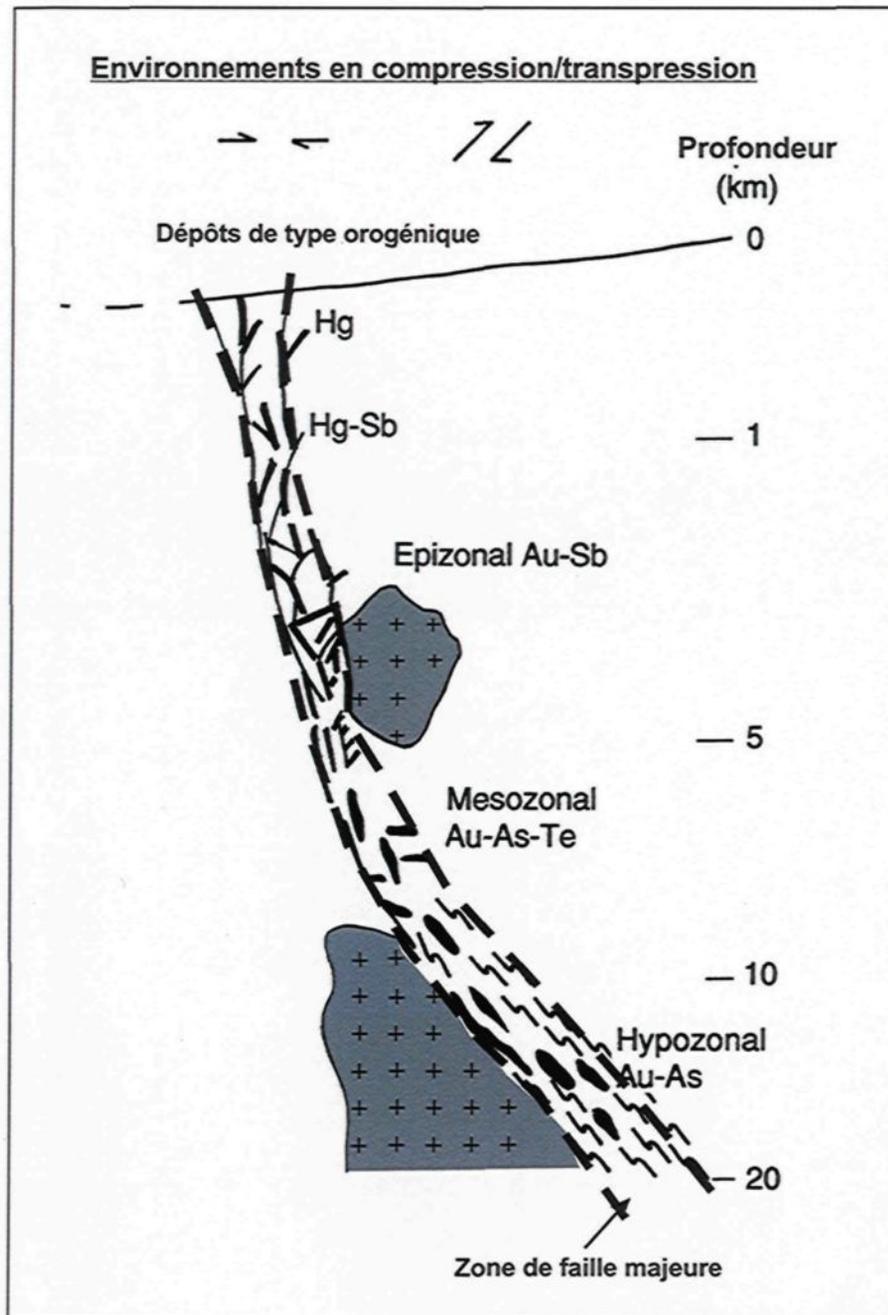


Figure 1.2: Modèle du Continuum tiré de Groves et al. (1998) montrant que les dépôts aurifères peuvent se former à différentes profondeurs. La zone de faille majeure correspond au conduit principal des fluides hydrothermaux et l'association métallique diffère selon la profondeur de formation.

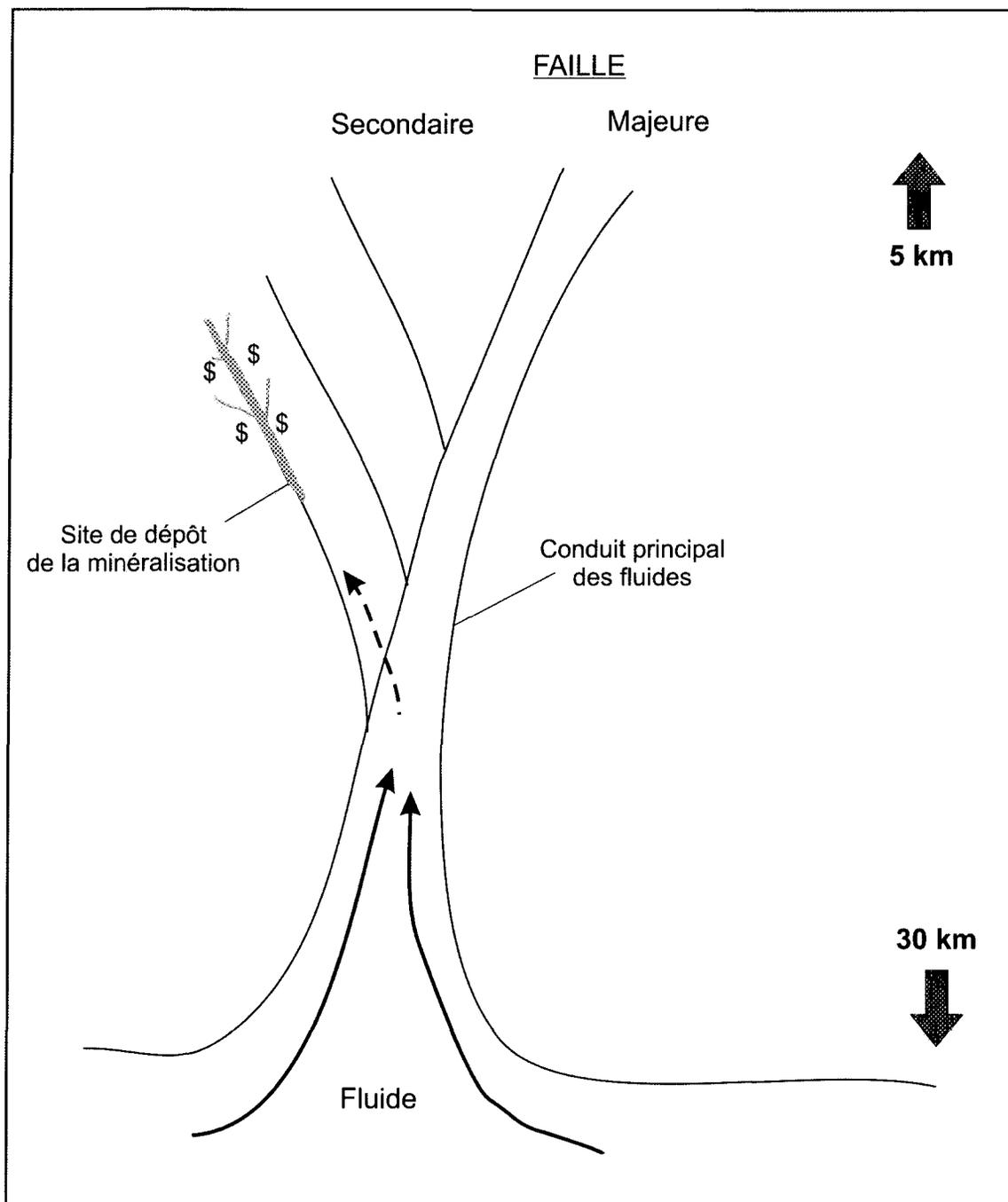


Figure 1.3: Schéma illustrant la relation entre une faille majeure de 1^{er} ordre et des failles secondaires de 2^e et 3^e ordre.

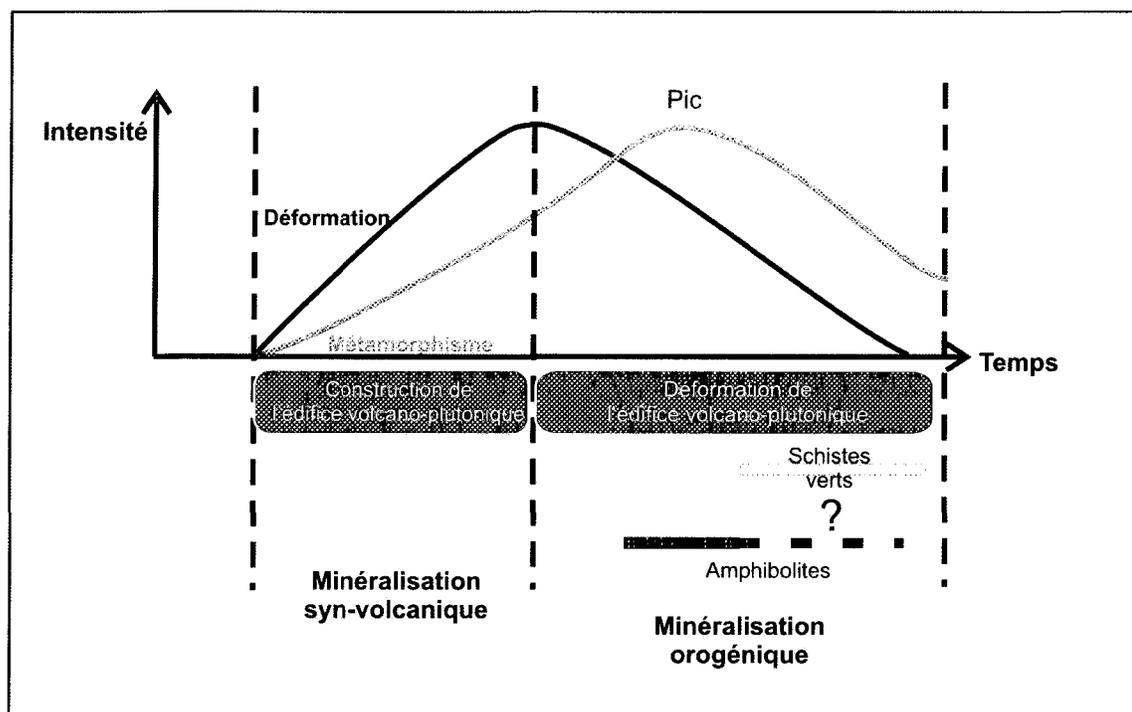


Figure 1.4: Schéma illustrant la chronologie relative de la mise en place de l'or par rapport à l'évolution de l'intensité de la déformation et du métamorphisme. D'après les conclusions de Hagemann et Cassidy (2000); Robert & Poulsen (1997) et Dubé & Gosselin (2007).

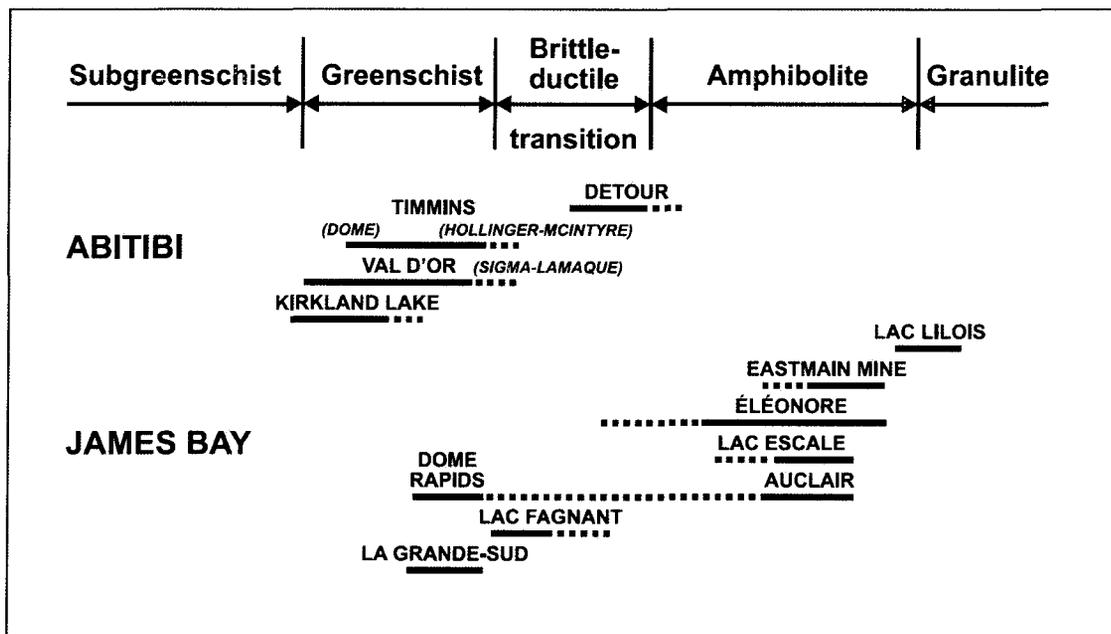


Figure 1.5: Comparaison des niveaux d'emplacement dans la croûte de différents gisements aurifères orogéniques de l'Abitibi et de la Baie-James. Tirée de Gauthier et al. (2007).

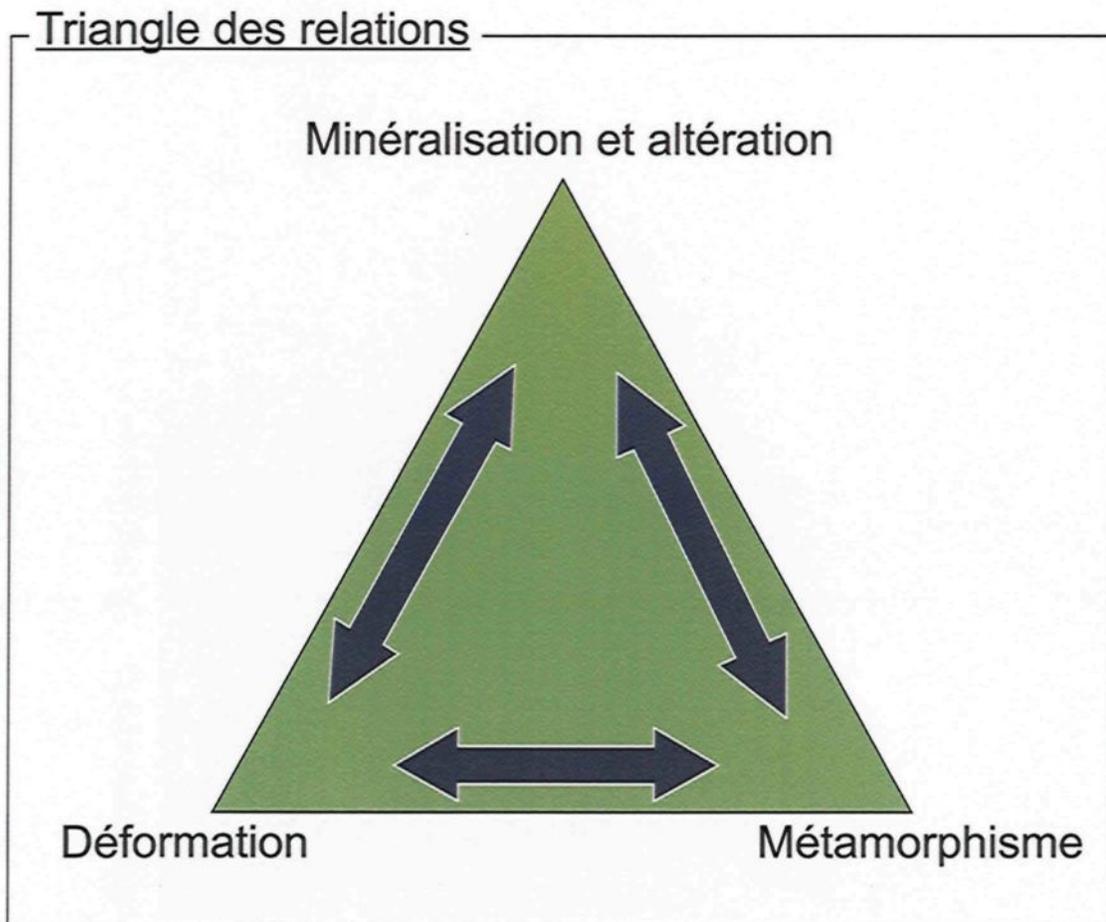


Figure 1.6: Triangle illustrant l'interrelation entre les événements de déformation, de métamorphisme et de minéralisation.

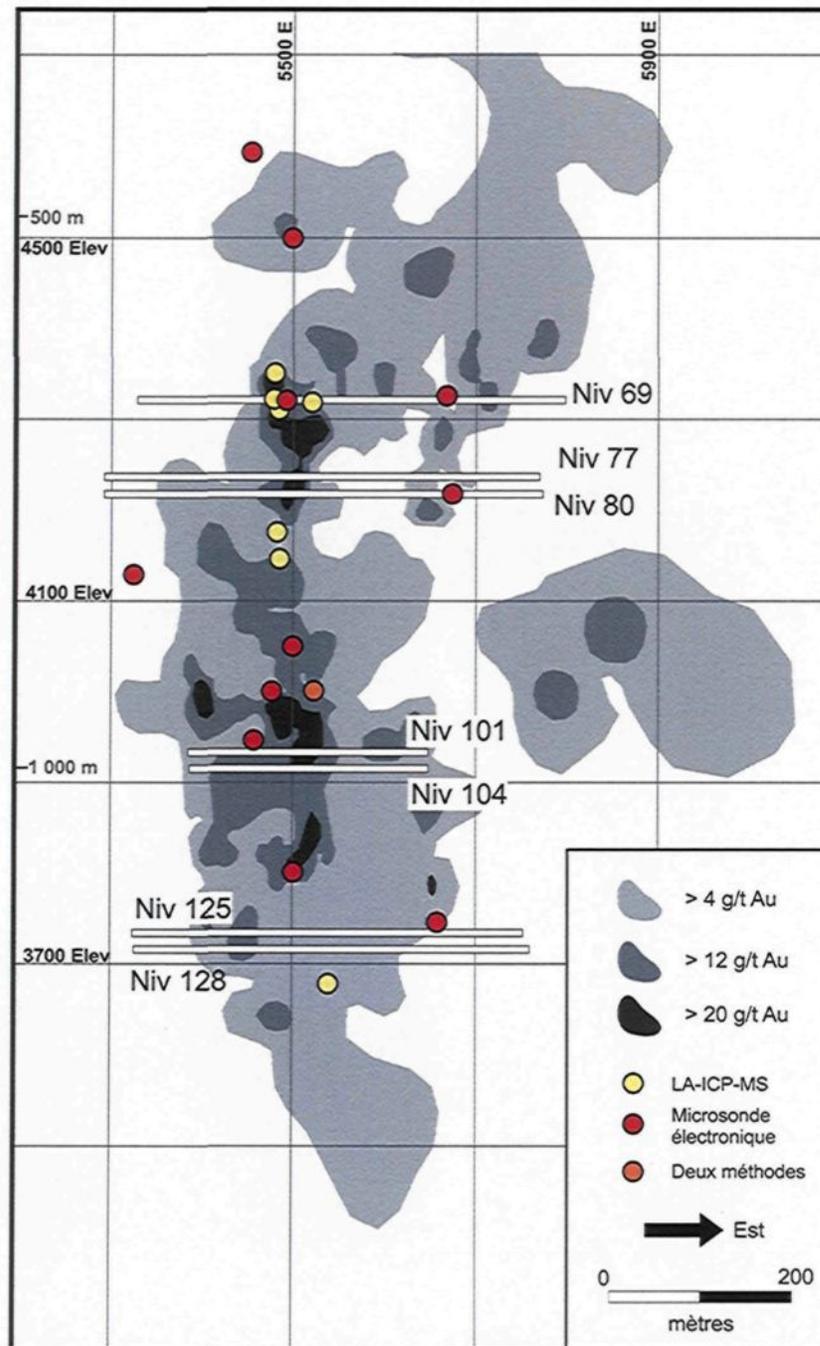


Figure 1.7: Localisation des échantillons analysés à la microsonde électronique et au LA-ICP-MS sur la coupe longitudinale du gisement de la mine Lapa. Les niveaux qui ont été cartographiés sont également situés.

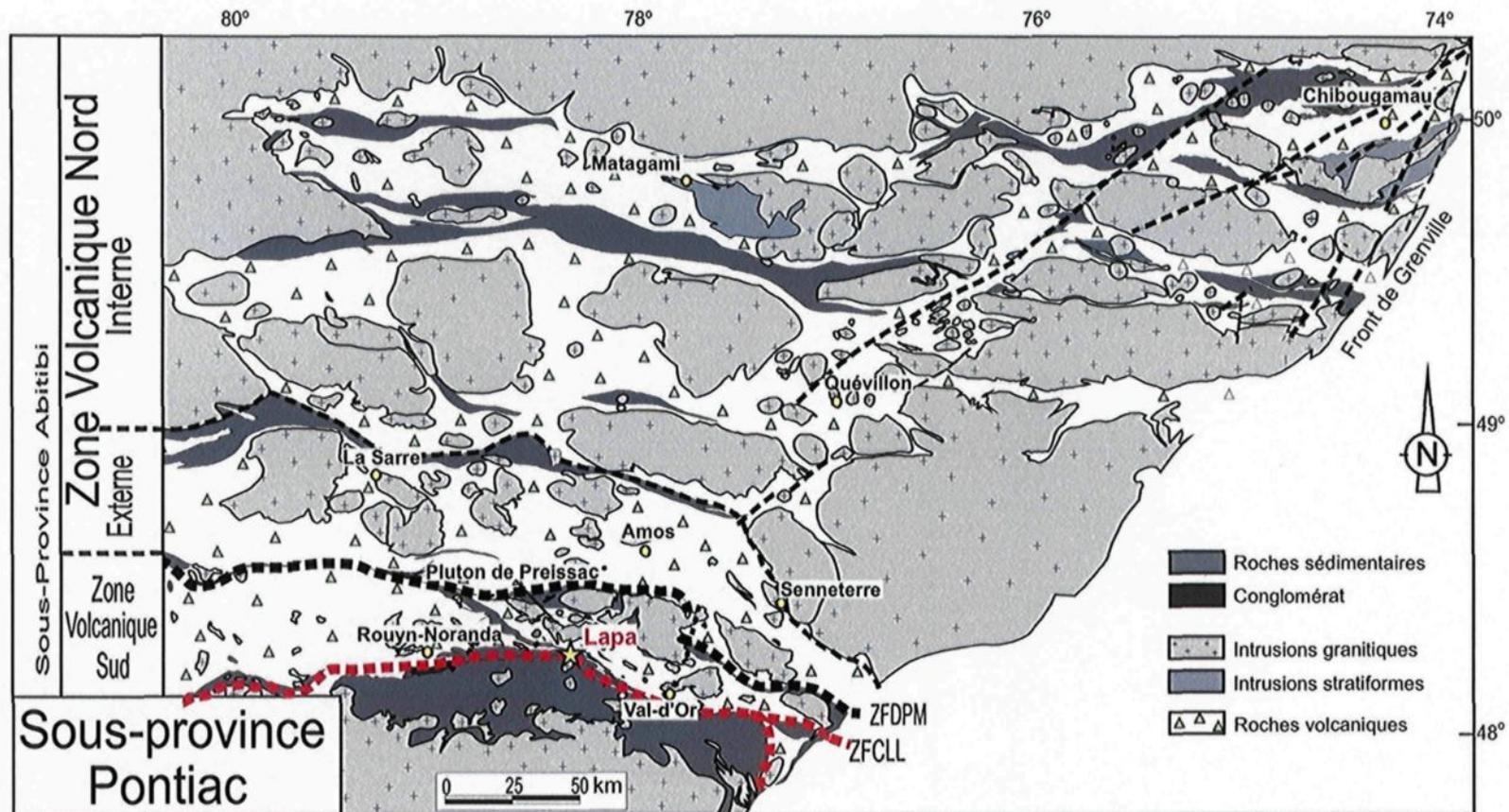


Figure 1.8: Géologie et sous-divisions de la Sous-province de l'Abitibi. Modifiée de Daigneault et al. (2002).

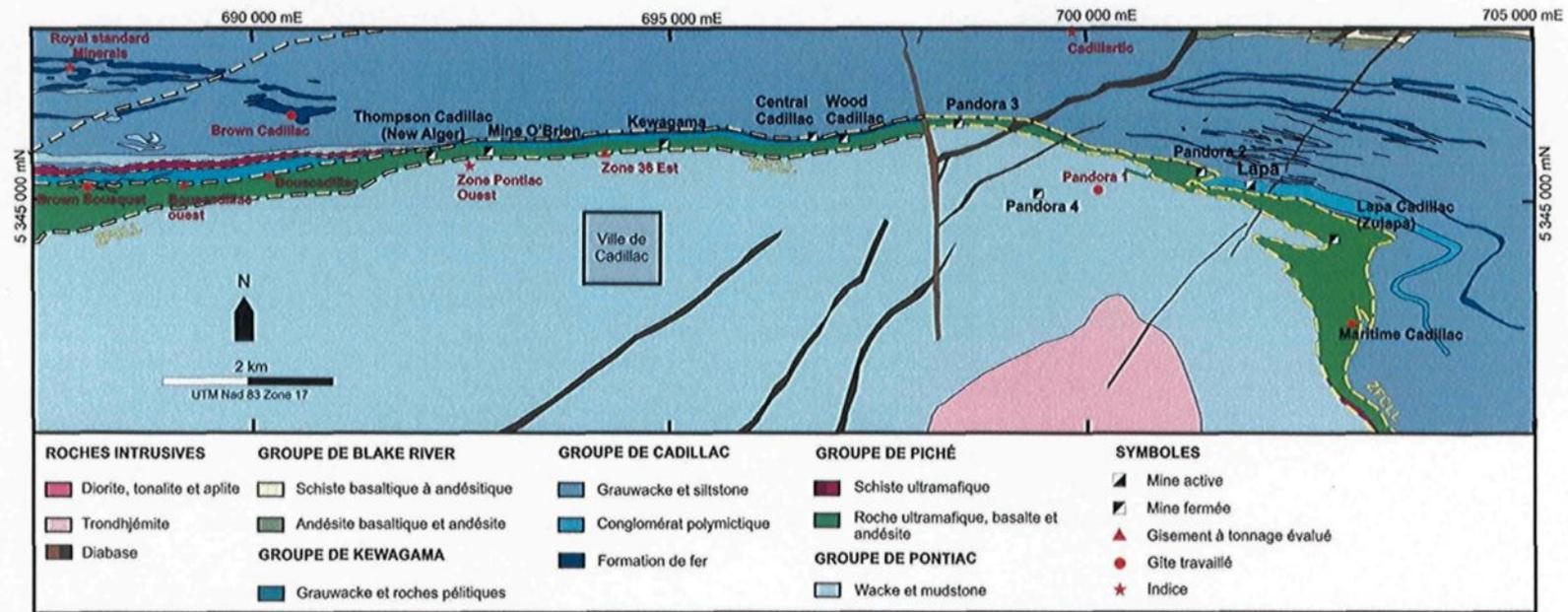


Figure 1.9: Géologie du camp minier de Cadillac comprenant la localisation des gisements. Les limites de la Zone de Faille de Cadillac-Larder Lake (ZFCLL) sont surlignées en jaune (modifiée de Doucet & Lafrance 2005)

TABLEAUX DU CHAPITRE 1

Tableau 1.1: Historique et travaux antérieurs du secteur de la mine Lapa. Résumé des historiques contenus dans les rapports de Couture (2000) et Lombardi (2006).

Années	Compagnie détentrice	Descriptions
Début des années '30	N/D	Premières découvertes d'or dans le secteur
1938-1943	Lapa-Cadillac	Mine d'or Lapa-Cadillac (Zulapa) mine 345 844 t à 4,3 g/t Au
1955	Canadian Malartic	Reconnaissance de la présence d'or dans le Groupe de Piché, en forages
Années '80	Breakwater Resources	Exécution de travaux intensifs d'exploration
1987-1988		Excavation d'une rampe d'exploration
1999	Cambior	Test de la continuité des zones aurifères identifiées par Breakwater et identification de la Zone Contact
2002-2003	Mines Agnico-Eagle Ltée	Acquisition du projet et définition de la Zone Contact
2004-2008		Développement et pré-production de la mine Lapa
Mai 2009		Mise en production officielle de la mine Lapa

Tableau 1.2: Liste des objectifs du projet de doctorat.

Objectif principal de l'étude
Établir les processus responsables de la mise en place de minéralisations aurifères au sein d'une zone de faille majeure en définissant les relations et la chronologie entre les événements de déformation et de minéralisation au sein du gisement aurifère Lapa, Abitibi.
Objectifs spécifiques
Établir la distribution spatiale des zones aurifères
Établir la signature géochimique des unités volcaniques encaissantes du Groupe de Piché
Définir la typologie des minéralisations (minéralogie et géochimie)
Caractériser les altérations hydrothermales
Établir une zonalité métallique et/ou géochimique
Définir les événements de déformation subis par la minéralisation et la roche encaissante et préciser la chronologie des événements
Proposer un modèle de mise en place de la minéralisation
Proposer des guides d'exploration.

Tableau 1.3: Incréments de déformation affectant les unités du camp de Cadillac, compilés selon les observations de Bouchard (1980) et Trudel et al. (1992)

Événements de déformation	Surfaces planaires et éléments linéaires	et Plissement
D ₁	S ₀ S ₁ L _é , L ₁ ⁰	P ₁ ; P _{1a} ; P _{1b}
D ₂	S ₂ L ₂ ⁰ , L ₂ ¹	P ₂
D ₃	« <i>Kink bands</i> » Failles tardives	

Tableau 1.4: Caractéristiques principales des gisements et indices du camp minier de Cadillac.

Nom du gisement	Période productive	Production cumulée (t Au)	Roches encaissantes	Sulfures dominants	Contrôles de minéralisation
Mine O'Brien	1932-1957; 1978-1980	18,57	Conglomérat Andésite porphyrique	Or libre Arsénopyrite Pyrite Pyrrhotite	Veines conjuguées dans unité compétente
Mine Thompson Cadillac (Propriété New Alger)	1936-1939	0,51	Andésite porphyrique Schiste mafique	Or libre Arsénopyrite Pyrite ± Pyrrhotite	Zones de cisaillement parallèles à la ZFCLL Relation minéral à haute teneur et failles tardives
Mine Consolidated Central Cadillac (Wood Cadillac et Central Cadillac)	W. Cadillac: 1939-1942 C. Cadillac: 1939-1943 1947-1949	0,85 1,96	Grauwacke Intrusion felsique Formation de fer Schiste ultramafique	Pyrite Or libre Arsénopyrite	Contact grauwacke et formation de fer Pli asymétriques en Z Failles tardives NO (± NE) associées à un enrichissement
Mine Pandora	1939-1942	0,84	Schiste ultramafique Grauwacke Intrusion felsique ± Formation de fer	Arsénopyrite Pyrite Pyrrhotite Chalcopyrite ± Or libre	Dykes felsiques Important pli asymétrique en Z Contact grauwacke et formation de fer Veines transversales NE associées à un enrichissement Cisaillements E-O
Mine Lapa Cadillac (Zulapa)	1938-1943	1,47	Schiste ultramafique Intrusion felsique Grauwacke	Arsénopyrite Pyrite Pyrrhotite Chalcopyrite Or libre	Contact unité compétente avec schiste

D'après Gunning et Ambrose (1940); Beaudoin et Trudel (1989); Sauvé et Trudel (1991); Trudel et al. (1992)

CHAPITRE 2

GÉOLOGIE DU GISEMENT LAPA

2.1 Introduction

Ce chapitre décrit les caractéristiques stratigraphiques, pétrographiques et géochimiques des unités lithologiques observées dans le secteur de la mine Lapa. La section 2.2 est consacrée aux roches sédimentaires des groupes de Cadillac et de Pontiac, la section 2.3 aux roches mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché, et la section 2.4 aux intrusions intermédiaires à felsiques. Chacune des sections est divisées en sous-sections décrivant tout d'abord, la pétrographie (macroscopiquement et microscopiquement) des lithologies, pour ensuite présenter la signature géochimique (éléments majeurs et traces) de chacun des types de roche.

Les unités étant communément fortement altérées et foliées, il est impossible de les décrire simplement en fonction de leurs caractéristiques primaires. Le traitement lithogéochimique exécuté dans ce chapitre devient donc un moyen efficace pour les identifier. Par conséquent, le terme «moins altéré» est utilisé pour définir les unités lithologiques se rapprochant le plus d'une signature primaire. Les observations décrites ci-dessous comprennent, entre autres, des assemblages minéralogiques et des textures secondaires formées lors des événements de déformation, d'altération et de métamorphisme. Celles-ci seront plus amplement caractérisées dans les chapitres 3 (déformation) et 5 (altération et métamorphisme).

La figure 1.9 présente la carte géologique résultant de l'intégration de travaux ministériels (Beaudoin & Trudel, 1989; Trudel et al. 1992; Doucet & Lafrance 2005) et conçue à l'aide de la géologie dans les trous de forages effectués par Agnico-Eagle Ltée (2002 à aujourd'hui), Cambior (1999-2002) et Breakwater Resources (1981-1989). Le secteur de la mine Lapa est centré sur la ZFCLL. Le Groupe de Cadillac se retrouve au nord et à l'est de la ZFCLL, tandis que le Groupe de Pontiac est localisé dans la partie sud-ouest. Le Groupe de Piché encaisse en grande partie le gisement et est spatialement associé avec la ZFCLL (figure 1.10). De plus, la mine Lapa se situe à proximité de l'endroit où la ZFCLL effectue un changement de direction important de E-O à NO-SE. Ces groupes stratigraphiques sont recoupés par un réseau de dykes de diabase d'âge protérozoïque et orientés NE-SO (figure 2.1).

Une grande variété lithologique est reconnue dans le secteur de la mine Lapa allant d'intrusions felsiques à coulées et/ou intrusions mafiques à ultramafiques. L'assemblage lithologique le plus varié est observé à proximité de la minéralisation, soit au sein du Groupe de Piché. Dans le secteur du gisement, la géologie de surface est constituée essentiellement des groupes sédimentaires de Cadillac et de Pontiac. En effet, seulement de rares affleurements permettent d'observer les roches du Groupe de Piché. La suite de cette section décrit les divers types de roches présents dans le secteur de la mine. Un accent particulier est porté sur les roches du Groupe de Cadillac et du Groupe de Piché car elles constituent les roches hôtes de la minéralisation aurifère. Ces unités, sont communément fortement altérées et foliées, faisant en sorte qu'aucune texture primaire ne peut être identifiée. Par conséquent, les assemblages minéralogiques décrits dans la prochaine section représentent davantage le résultat d'une superposition d'épisodes d'altération hydrothermale, de métamorphisme et de déformation qui seront décortiqués aux chapitres 3 à 5.

La minéralogie de chacun des types de roches observés (i.e. grauwacke/conglomérat; unités mafiques; unités ultramafiques et intrusion felsique) est décrite selon leur proximité par rapport aux zones minéralisées. En effet, les unités sont qualifiées de la manière suivante:

1. les lithologies les moins altérées représentent surtout les unités étudiées dans les affleurements de surface;
2. l'altération distale représente l'altération affectant les unités à l'extérieur des zones minéralisées observées au sein de la mine;
3. l'altération proximale représente l'altération affectant les unités qui encaissent la minéralisation.

De plus, étant donné les nombreuses modifications chimiques affectant les roches hôtes, les unités lithologiques ont surtout été nommées et identifiées grâce à une étude géochimique. La signature géochimique des unités encaissantes a tout d'abord été utilisée afin de différencier les unités les unes des autres. Par exemple, le grauwacke du Groupe de Cadillac localisé dans les zones minéralisées est indissociable visuellement de l'unité mafique proximale du Groupe de Piché. Conséquemment, les roches sédimentaires ont été traitées géochimiquement de la même façon que les roches volcaniques et intrusives.

La composition géochimique des roches du secteur a été établie à l'aide d'un total de 332 analyses de roche totale (114 échantillons de cette étude et 218 provenant de Mercier-Langevin, 2007). Les résultats détaillés de ces analyses sont présentés dans les tableaux de l'annexe C. La composition géochimique de chacun des types de roches est décrite ci-dessous dans les différentes sous-sections. Les échantillons localisés à l'extérieur des zones minéralisées, présentant une perte au feu égale ou inférieure à 10 %, un contenu en or inférieur ou égal à 100 ppb et un contenu en K_2O inférieur à 5 %, sont considérés comme les moins-altérés. La valeur en perte au feu des échantillons moins altérés est relativement élevée. La variation de la perte au feu dans les roches ultramafiques est très variable passant de 1,6 à 21,5 %. La valeur médiane étant de 13,4%, une perte au feu de 10% reste en-dessous de la médiane. Le tableau 2.1 présente les valeurs moyennes des échantillons les moins-altérés pour chacun des types de roches décrits dans les prochaines sections tandis que le tableau C2 de l'annexe C contient la totalité des données. Pour chacun des types de lithologies, les graphiques des éléments traces ont été construits seulement à partir des échantillons les moins altérés.

2.2 Groupes de Cadillac et de Pontiac

La présente section décrit les roches sédimentaires étudiées en surface, en forage et sous-terre. La sous-section 2.2.1. décrit la minéralogie des unités sédimentaires observées en lames-minces. Le Groupe de Cadillac au voisinage du gisement est caractérisé par une intercalation de grauwacke, de conglomérat et de minces horizons de formations de fer (figure 2.1). L'unité de grauwacke est la seule unité du Groupe de Cadillac hôte de minéralisations.

Le grauwacke est localisé dans les parties nord et est de la propriété Lapa (figure 2.1). Il se présente comme une alternance de lits millimétriques à décimétriques, communément séparés par des bandes de siltstones (figure 2.2a). Cette unité possède une schistosité de faible à moyenne intensité. Dans les affleurements, le grauwacke contient (ou est recoupé par) de nombreuses veines et veinules de quartz, localement plissées et boudinées. Le quartz de ces veinules est soit de couleur gris bleuté ou blanc laiteux. Dans plusieurs veines, le quartz blanc se retrouve au centre tandis que le quartz gris est surtout observé en bordure de celles-ci. De plus, des veines de quartz tardives d'épaisseur décimétrique recoupent localement le grauwacke, et sont orientées à angle avec la schistosité principale. De rares sommets vers le nord, ont été identifiés en utilisant des structures de granoclassement (figure 2.2b).

Au nord de la mine, le grauwacke s'intercale avec des horizons de formation de fer (figure 2.1). Ces formations de fer sont généralement discontinues avec des épaisseurs millimétriques à métriques. Elles sont essentiellement composées de lits riches en magnétite alternant, par endroits, avec des lits, plus rougeâtres, composés d'hématite (figure 2.2c), des lits silicatés et/ou des veines de quartz. Ces unités contiennent également des quantités appréciables de chlorite et de carbonates aux épontes des veines de quartz.

Le principal horizon de conglomérat du secteur Lapa se situe à une distance latérale variant de 75 à 100 m des zones minéralisées. En surface, il est caractérisé par une épaisseur relativement constante d'approximativement 200 m et montre une bonne continuité à l'échelle de la propriété (figure 2.1). Le conglomérat se situe au nord et à l'est du gisement (figure 2.1). Il est polymicte et comporte 5 à 15% de fragments felsiques et

mafiques fortement étirés et aplatis (figure 2.2d). Le contact entre le conglomérat et le grauwacke est graduel, marqué par l'apparition progressive de fragments dans le grauwacke.

Le Groupe de Pontiac, occupant une faible proportion du secteur, se localise dans la partie sud de la propriété. Les roches du Groupe de Pontiac sont observées en surface ainsi qu'en forage (figure 2.1). Ces roches se composent de grauwacke finement grenu (p.ex., siltstone) alternant avec de minces niveaux plus argileux (figure 2.2f). Ces roches sédimentaires sont affectées par une schistosité d'intensité faible à élevée. Dans les affleurements de surface, le grauwacke est faiblement à moyennement chloritisé et contient des concentrations de biotite longéant, localement, les plans de schistosité principale. Cette unité contient également plusieurs veines et veinules de quartz blanc et de quartz gris bleuté, d'épaisseur millimétrique à décimétrique.

2.2.1 Pétrographie

La figure 2.3 liste les variations minéralogiques à l'intérieur des grauwackes et des conglomérats, des moins altérés jusqu'à ceux observés proximement aux zones aurifères. Pour ce qui est du conglomérat, il est reconnu seulement au niveau des unités moins altérées, donc de façon distale à la minéralisation.

2.2.1.1 Le grauwacke du Groupe de Cadillac

Le grauwacke moins altéré est de couleur brun foncé à noir et finement grenu (20-50 μm). Le grauwacke frais montre un aspect homogène marqué par une fabrique pénétrante (figure 2.4a). Les unités les moins-altérées sont composées de 5-7% de clastes aplatis de feldspaths et de quartz disséminés dans une matrice formée essentiellement de biotite, quartz et chlorite. Les minéraux formant la matrice sont alignés suivant une fabrique pénétrante. La quantité de biotite augmente graduellement en s'approchant des zones minéralisées et est associée à l'apparition de muscovite et de carbonates. Enfin, le grauwacke distal contient moins de 2 vol.% de pyrrhotite-pyrite-chalcopryrite finement disséminées. L'assemblage de minéraux sulfurés augmente jusqu'à 15 vol.% dans les roches proximales et est essentiellement formé d'arsénopyrite, de pyrrhotite et de pyrite.

Le grauwacke contient plusieurs veines et veinules de quartz \pm carbonates et pyrrhotite. Dans les zones distales, ces veines présentent des halos décimétriques d'altération en chlorite (figure 2.4b). En s'approchant des zones minéralisées, la forte concentration de veinules de quartz \pm carbonates accentue l'aspect rubané des roches sédimentaires (figure 2.4c). Les veinules de quartz sont généralement orientées parallèlement à la fabrique et sont caractérisées par des épontes altérées en biotite-muscovite (figure 2.4d). L'alternance entre les veinules de quartz et les épontes fortement altérées donne un aspect rubané au grauwacke proximal.

Sous le microscope, les clastes de quartz et feldspath se présentent sous forme subarrondie à arrondie (0,1-0,25 mm) et montrent un aplatissement définissant une fabrique (figure 2.5a). Des textures de recristallisation comme des extinctions ondulantes, la formation de sous-grains et de jonctions triples sont reconnues dans le quartz se retrouvant dans les clastes, les veinules et la matrice (figure 2.5b). La biotite et localement la chlorite sont observées selon 2 habitus cristallins: 1) en amas idiomorphes alignés selon la fabrique dominante ($\leq 50 \mu\text{m}$), et 2) en cristaux subidiomorphes à hypidiomorphes plus grossiers (75 à 100 μm) présentant des orientations aléatoires (figure 2.5c). La muscovite se concentre en rubans aux épontes des veinules minéralisées et alternant avec des rubans riches en biotite (figure 2.5d). Les carbonates se retrouvent dans les veinules de quartz ou disséminés dans la matrice. Les sulfures présents sont disséminés parmi les minéraux formant la matrice dans les zones distales. La pyrrhotite se retrouve dans les veines de quartz-carbonates tandis que l'arsénopyrite se concentre dans les épontes altérées.

2.2.1.2 Le conglomérat du Groupe de Cadillac

Les unités conglomératiques contiennent des fragments de compositions felsiques et mafiques, disposés dans une matrice dominée par la biotite, la chlorite et le quartz. Les clastes felsiques dans le conglomérat sont plus facilement reconnus puisqu'ils sont beaucoup moins aplatis que les clastes mafiques. Dans les affleurements en surface, quelques fragments de quartz gris sont observés dans ces unités (figure 2.2e). Le conglomérat contient localement jusqu'à 5 vol.% de grenats de couleur rose pâle qui

montrent une association spatiale avec les fragments plus mafiques. Les fragments et les minéraux formant la matrice sont alignés selon une fabrique et sont fortement étirés verticalement.

Au microscope, le conglomérat est composé des phases minéralogiques similaires au grauwacke distal, à l'exception de la présence des grenats. Les grenats forment des porphyroblastes subdiomorphes à hypidiomorphes et possèdent un diamètre d'environ 1-2 mm. Ils sont fortement fracturés et fragmentés par endroits. Les grenats contiennent une multitude d'inclusions illustrant un alignement linéaire (figure 2.6a). Ces inclusions possèdent des quantités variables de quartz, ilménite, chromite, pyrrhotite, chalcopryrite et arsénopyrite (figure 2.6b). De plus, les cristaux de grenat induisent, localement, de légères ombres de pression remplies de biotite, chlorite, quartz et carbonates (figure 2.6c). Enfin, ils se localisent dans des niveaux plus riches en chlorite et en biotite (figure 2.6d).

2.2.2 Géochimie

La composition géochimique des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac a été analysée par le biais de 77 analyses de roche totale. La répartition des échantillons est comme suit:

- 11 analyses de roches sédimentaires recueillies sur les affleurements de surface;
- 30 analyses d'échantillons recueillis en forage, et
- 36 analyses d'échantillons provenant de l'étude lithogéochimique de Mercier-Langevin (2007).

Quelques analyses représentatives des unités sédimentaires sont listées au tableau 2.2 tandis que les résultats détaillés des 77 analyses sont présentés au tableau C3 de l'annexe C. Les unités sédimentaires ont été traitées de la même façon que les autres unités encaissantes volcaniques et intrusives afin de pouvoir les différencier. Il faut toutefois garder à l'esprit que la chimie des roches sédimentaires est contrôlée par plusieurs paramètres dont 1) la composition de la source, 2) la météorisation chimique et le tri hydraulique, et 3) la diagenèse, le métamorphisme et l'altération hydrothermale (Fralick &

Kronberg, 1997). De plus, étant donné la forte hétérogénéité des conglomérats et l'absence de minéralisation dans ceux-ci, seulement les grauwackes sont considérés ici.

D'après les diagrammes de variation de Harker (figure 2.7), les grauwackes les moins altérés possèdent des compositions en éléments majeurs relativement constantes. Les grauwackes se regroupent dans la plupart des diagrammes en des amas restreints, à l'exception des diagrammes des figures 2.7d et 2.7g, illustrant de légères dispersions linéaires des valeurs de K_2O et Na_2O . D'après Davies & Whitehead (1994), ces éléments montrent généralement de grandes variations car ils sont très mobiles lors du métamorphisme de roches sédimentaires. La nature de ces dispersions est discutée au chapitre 5.

La géochimie des éléments traces permet de distinguer facilement les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac par rapport aux unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché. Les échantillons moins altérés ont des ratios Zr/Y relativement élevés, variant de 6 à 13 (figure 2.8a), et sont concentrés dans le champ d'affinité calco-alkaline. De plus, la figure 2.8b montre que ces roches sédimentaires s'apparentent à un contexte d'arc insulaire océanique où ceux-ci se seraient déposés dans un bassin avant-arc ou arrière-arc (Bhatia & Cook, 1986) par analogie avec aux environnements modernes.

Afin de pouvoir les comparer aux roches volcaniques et intrusives, les éléments des terres rares (ETR) des grauwackes ont été normalisés par rapport aux chondrites (McDonough & Sun, 1995) tandis que les profils multiéléments sont normalisés par rapport au manteau primitif (McDonough & Sun, 1995; figure 2.9). Les grauwackes analysés sont caractérisés par des profils de terres rares fractionnés où $(La/Yb)_n = 9,1-15,5$, soulignés par un enrichissement en terres rares légères avec des valeurs de $(La/Sm)_n$ variant entre 2,8 et 4,3 (figure 2.9a). Le contenu en terres rares lourdes est moins élevé, exprimé par des valeurs de $(Gd/Yb)_n$ variant de 1,8 et 2,7 (figure 2.9a). Le profil multiélément moyen des grauwackes est fractionné et caractérisé par des anomalies négatives prononcées en Nb et moins prononcées en Sr et P (figure 2.9b).

2.3. Groupe de Piché

Les lithologies formant le Groupe de Piché consistent en un assemblage complexe de roches de compositions ultramafique, mafique à intermédiaire et felsique (figure 2.10). Le Groupe de Piché, dans le secteur de la mine, est composé principalement de lambeaux compétents de roches sédimentaires, mafiques et felsiques, distribués dans une unité ultramafique moins compétente. Les lambeaux possèdent des épaisseurs décimétriques à métriques, et sont fortement étirés et boudinés latéralement et verticalement (figure 2.10).

2.3.1 Roches mafiques du Groupe de Piché

Les affleurements composés de roches mafiques du Groupe de Piché sont présents seulement à l'extérieur du secteur Lapa, soit à environ 12 km à l'ouest de la mine. Les rares roches mafiques observées en affleurements (moins altérées) sont des laves en coussins aphyriques et porphyriques. Les bordures de trempe de ces laves en coussins contiennent localement des aiguilles de tourmaline (figure 2.11a). Des brèches de coussins sont également présentes au nord des laves en coussins, permettant d'identifier une polarité vers le nord (figure 2.11b). L'analyse stratigraphique de ces affleurements a été réalisée et interprétée dans le mémoire de maîtrise de Landry (1989).

Les roches mafiques du Groupe de Piché ont donc surtout été décrites en forage et dans les galeries souterraines. Ces unités sont d'une couleur vert foncé et présentent une structure variant de massive (figure 2.12a) à fortement rubanée (figure 2.12b). À proximité des zones minéralisées, les roches mafiques consistent essentiellement en des lambeaux discontinus dispersés dans le schiste ultramafique (≤ 4 m; figure 2.10). Par contre, en s'éloignant des zones minéralisées, elles forment des coulées continues et plus épaisses (20-50 m; figure 2.10). Les roches mafiques massives se retrouvent essentiellement dans les zones distales à la minéralisation tandis que celles fortement foliées sont surtout proximales. Certaines unités massives à légèrement foliées sont porphyriques et contiennent jusqu'à 40 vol.% de phénocristaux d'amphiboles non orientés (figure 2.12c). Les unités foliées contiennent ≤ 25 % de veinules et des veines à quantité variable de quartz, carbonates et

actinote, orientées de façon parallèle à légèrement oblique avec la foliation (figure 2.12d). Ces veines sont à plusieurs endroits boudinées et plissées.

2.3.1.1 Pétrographie

La figure 2.13 liste les variations minéralogiques des roches mafiques les moins altérées jusqu'à celles observées proximale aux zones aurifères. Les unités les moins altérées contiennent 15-20 % de cristaux de feldspath dans une matrice à quantité variable de feldspath plagioclase, chlorite, carbonates et pyrite (figure 2.14a). Les phénocristaux sont localement altérés par l'épidote.

Les roches mafiques situées dans la zone distale sont généralement composées d'un assemblage de chlorite, quartz, biotite et carbonates. La chlorite et le quartz forment la matrice affectée par une fabrique pénétrante. Le quartz possède des textures de recristallisation soit des jonctions triples et des sous-grains. Localement, 10-30 % de porphyroblastes d'amphiboles (≤ 1 cm) et de biotite (≤ 250 μm) sans orientation préférentielle sont dispersés dans la matrice (figure 2.14b). La biotite se retrouve sous deux habitus différents: 1) plages idiomorphes dans la matrice, alignées selon l'anisotropie principale, et 2) cristaux non orientés. Les cristaux d'amphiboles et de biotite possèdent des traînées d'inclusions de quartz, rectilignes, enregistrant la fabrique principale (Figure 2.14c). Les cristaux grossiers de biotite montrent également des ombres de pression au pourtour des grains. Les unités distales à la minéralisation contiennent jusqu'à 2% de pyrrhotite (avec pentlandite), pyrite et chalcopyrite.

Les roches mafiques proximales aux zones minéralisées sont composées essentiellement de chlorite, biotite, amphibole, quartz, tourmaline, feldspath et carbonates. Certaines unités contiennent des rubans minéralogiques formés de biotite et tourmaline alignées selon la fabrique, ou d'amphiboles en rosettes. Dans les roches proximales, les amphiboles se retrouvent directement associées aux veinules. Ces roches sont également recoupées par plusieurs veinules plissées, transposées et boudinées. Les veinules sont surtout composées de quantité variable de quartz, biotite, carbonates, feldspath, tourmaline

et actinote (figure 2.14d). Les roches mafiques proximales contiennent jusqu'à 15% de pyrrhotite, arsénopyrite, chalcopyrite et pyrite.

2.3.1.2 Géochimie

La composition géochimique des roches volcaniques mafiques du Groupe de Piché a été analysée par le biais de 110 analyses de roche totale. La répartition est comme suit:

- 12 analyses de laves recueillies sur les affleurements de surface;
- 22 analyses d'échantillons recueillis en forage, et
- 76 analyses d'échantillons provenant de l'étude lithogéochimique de Mercier-Langevin (2007).

Les résultats détaillés d'analyses représentatives sont présentés au tableau 2.3 tandis que la totalité des analyses sur les roches mafiques est listée au tableau C4 de l'annexe C.

La géochimie des éléments majeurs et traces des roches mafiques a permis d'identifier, principalement deux types d'unités mafiques: Le Type 1 correspond à des roches intermédiaires à mafiques d'affinité calco-alkaline (p.ex., andésite) alors que le Type 2 est composé de roches mafiques d'affinité tholéitique (p.ex., basalte). Les basaltes de Type 2 sont également séparés en deux sous-types 2a et 2b tel que discuté plus loin. Les unités de Type 1 sont majoritairement localisées dans les affleurements de surface à l'extérieur du secteur Lapa. Seulement 2 échantillons de ce type sont reconnus en forage à Lapa.

La figure 2.15 présente l'affinité magmatique des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché. Les roches mafiques de Type 1 présentent une valeur moyenne de Zr/Y égale à 8, tandis que les échantillons moins altérés de Type 2 sont caractérisés par une valeur moyenne de Zr/Y égale à 2. Le diagramme cationique de Jensen (Jensen 1976; Rickwood, 1989) de la figure 2.15b confirme également l'affinité tholéitique des unités mafiques du Groupe de Piché. Les roches de Type 1 sont légèrement plus riches en Al, se dirigeant vers le champ calco-alkalin tandis que quelques échantillons du Type 2 tendent vers le champ des basaltes komatiitiques (figure 2.15b).

La figure 2.16 illustre la distribution des éléments majeurs par rapport au Zr, considéré comme relativement immobile lors de l'altération hydrothermale des roches mafiques. Sur ces graphiques, les unités mafiques de Type 1 et de Type 2 sont clairement différenciées selon les trois critères ci-dessous.

1. Les roches mafiques les moins altérées de Type 1 sont plus riches en Zr (181-193 ppm) que celles de Type 2 (41-69 ppm).
2. Les roches mafiques les moins altérées de Type 1 contiennent moins de Fe_2O_3 (6-9 % poids) que celles de Type 2 (12-16 % poids).
3. Les roches mafiques les moins altérées de Type 1 sont légèrement plus riches en TiO_2 (1,1-1,2 % poids) que celles de Type 2 (0,6-1,3 % poids).

Enfin, les distributions de K_2O et de la perte au feu (PAF) illustrent une dispersion aléatoire par rapport au Zr suggérant la présence d'altération hydrothermale. Ce point sera approfondi au Chapitre 5.

La distribution des éléments traces et terres rares dans les unités mafiques est présentée dans les figures 2.17 à 2.19. Les roches calco-alkalines de Type 1 possèdent un profil de ETR plus fractionné (Figure 2.17a; $[\text{La}/\text{Yb}]_n = 7,4-8,2$) que les roches tholéitiques de Type 2 (Figures 2.18a et 2.19a; $[\text{La}/\text{Yb}]_n = 0,4-1,4$). Les roches de Type 1 sont enrichies en ETR légères avec des valeurs de $(\text{La}/\text{Sm})_n$ autour de 2. Celles du Type 2b montrent une pente négative en ETR lourdes avec des valeurs de $(\text{Gd}/\text{Yb})_n$ autour de 0,6 (figure 2.19a). Le profil de ETR des échantillons de Type 2a est très plat ($[\text{La}/\text{Yb}]_n = 0,9-1,4$) et s'apparente au profil des roches basaltiques tholéitiques de type MORB. Les profils des éléments incompatibles sont également plus enrichis en éléments mobiles dans le cas des roches de Type 1 (figure 2.17b) par rapport au Type 2 (figures 2.18b et 2.19b). Le profil multiélément des unités mafiques de Type 1 montre une forte anomalie négative en Nb (figure 2.17b). Les basaltes de Type 2 sont caractérisés par une forte anomalie positive en Ti (figures 2.18b et 2.19b). Le profil des échantillons de Type 2b illustre par endroits des anomalies positives en U et K ainsi que des anomalies variant entre positives et négatives en Sr (figure 2.19b).

2.3.2 Roches ultramafiques du Groupe de Piché

Les unités ultramafiques du Groupe de Piché ont été observées surtout dans les forages et lors des cartographies effectuées sous-terre. De rares affleurements montrent que les roches ultramafiques possèdent des textures fragmentaires et très schisteuses (figure 2.11c et d). Ces unités sont fortement altérées et foliées. Par conséquent, ces roches peuvent également être désignées, sur une base descriptive, comme des « schistes ultramafiques ». Un horizon continu formé de roches ultramafiques massives se situant au nord du contact entre les groupes de Cadillac et Piché, a été, sur une base descriptive, nommé l'« Écaille de Piché ».

Le schiste ultramafique est l'unité encaissante principale de la minéralisation à la mine Lapa, et par conséquent, la plus observée dans les galeries sous-terraines. La roche ultramafique distale est massive à fortement schisteuse. Les unités plus massives sont localisées à environ 20-25 m au nord du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché et font partie de « l'Écaille du Piché ». Celles-ci sont composées de ≤ 20 % de phénocristaux de tourmaline et amphiboles répartis dans une matrice riche en talc. Le schiste ultramafique distal est retrouvé dans des zones de cisaillement anastomosées. Cette unité schisteuse est caractérisée par le développement d'une intense fabrique mylonitique (figure 2.20a). Elle est essentiellement définie par une alternance de bandes riches en chlorite avec des bandes riches en talc et en carbonates (figure 2.20b). Cette unité contient jusqu'à 70 vol.% de veinules riches en carbonates fortement plissées et démembrées (figure 2.20c).

L'unité proximale à la minéralisation est également très schisteuse. Toutefois, elle est composée d'une alternance de bandes riches en biotite avec de multiples veinules de quartz-carbonates. En effet, les schistes proximaux contiennent jusqu'à 45 vol.% de veinules de quartz gris bleuté à blanc \pm carbonates fortement plissées, transposées et boudinées (figure 2.20d). Localement, des veines de quartz blanc centimétriques à décimétriques sont également observées dans les zones minéralisées.

2.3.2.1 Pétrographie

La figure 2.21 liste les changements minéralogiques dans les roches ultramafiques d'après leur distance par rapport aux zones minéralisées. Les roches ultramafiques massives de l' « Écaille de Piché » contiennent 15 % de cristaux subidiomorphes à hypidiomorphes de tourmaline (≤ 5 mm; figure 2.22a) et/ou d'amphiboles aux orientations aléatoires. Ceux-ci sont disséminés dans une matrice à quantité variable de talc, chlorite, carbonates et de biotite. Les minéraux de la matrice sont affectés par une fabrique pénétrante.

Les unités ultramafiques distales schisteuses sont formées d'une alternance de rubans millimétriques à centimétriques de chlorite \pm biotite et de talc-carbonates \pm quartz (figure 2.22b). Les niveaux riches en chlorite et biotite montrent une texture lépidoblastique où les phyllosilicates sont orientés selon la fabrique principale. Les zones à chlorite sont, par endroits, fortement boudinées et étirées (figure 2.22c). Ils contiennent jusqu'à 5 % de chromite, d'ilménite, de pyrite, de pyrrhotite et localement d'arsénopyrite. Enfin, les niveaux plus pâles sont surtout composés de talc, de carbonates (dolomite et calcite) et, plus localement, de quartz.

Les unités ultramafiques proximales sont surtout composées d'une alternance de rubans de biotite et chlorite avec des rubans (ou veinules) riche en quartz \pm carbonates (figure 2.22d). Localement, de 5 % à 15 % de phénocristaux d'amphiboles (≤ 2 mm) aux orientations aléatoires sont présents (figure 2.22e). Le quartz montre plusieurs textures de recristallisation: jonctions triples, présence de sous-grains et limites suturées entre les grains. Les rubans riches en biotite contiennent jusqu'à 15% d'arsénopyrite-pyrrhotite \pm pyrite et or libre. Ceux-ci constituent notamment les épontes des multiples veinules de quartz gris retrouvées dans le schiste. Certaines de ces veinules de quartz contiennent jusqu'à 5-7 % d'amphiboles formant des rosettes (figure 2.22f).

2.3.2.2 Géochimie

La composition géochimique des roches volcaniques ultramafiques du Groupe de Piché a été analysée par le biais de 127 analyses de roche totale. La répartition est comme suit:

- 27 analyses d'échantillons recueillis en forage, et
- 100 analyses d'échantillons provenant de l'étude lithogéochimique de Mercier-Langevin (2007).

La signature géochimique des unités ultramafiques est illustrée à l'aide de quelques échantillons représentatifs (Tableau 2.4). Elle est également comparée à celle de lithologies similaires localisées dans la Sous-province de l'Abitibi (Barnes, 1985; Xie et al. 1993) ainsi que dans la Sous-province de Pontiac (Camiré et al. 1993). Les résultats détaillés des analyses sont présentés au tableau C5 de l'annexe C.

D'après les diagrammes de la figure 2.15, les roches ultramafiques sont d'affinité tholéitique. Les valeurs du ratio Zr/Y varient pour les échantillons ultramafiques moins altérés de 1,7 à 3. De plus, le diagramme ternaire de Jensen (figure 2.15b), indique que ces roches sont caractérisées par des compositions komatiitiques mais concentrées dans le champ des basaltes komatiitiques. En effet, ces roches sont plus riches en Mg (18,4-23,4 % poids MgO) que les roches mafiques (5-8,4 % poids) discutées précédemment.

La figure 2.23 montre la distribution des éléments majeurs par rapport au contenu en Zr et ce, en fonction du degré visuel de l'altération. Des dispersions aléatoires des échantillons considérés altérés en K₂O, Na₂O, SiO₂ et en perte au feu sont observées. L'influence de l'altération hydrothermale sera plus amplement discutée au Chapitre 5. De plus, une diminution progressive en Fe₂O₃ et en MgO est dénotée dans les échantillons altérés (figure 2.23c et e).

Les profils en ETR et en multiélément sont présentés à la figure 2.24. Les roches ultramafiques sont caractérisées par un faible contenu général en ETR. Le profil général en ETR illustre une plus faible quantité d'ETR légères avec un ratio (La/Sm)_n de 0,4 à 0,7 que d'ETR lourdes caractérisées par un ratio (Gd/Lu)_n de 1 à 1,5 (figure 2.24a). Quelques échantillons ultramafiques montrent des anomalies positives en Eu. La distribution des

éléments incompatibles est marquée notamment par de fortes anomalies positives en Sr. Le contenu en éléments mobiles est plus varié que le contenu en éléments moins mobiles et incompatibles (figure 2.24b).

2.4 Intrusions intermédiaires à felsiques

Les unités intermédiaires à felsiques observées au gisement Lapa sont considérées comme intrusives étant donné la nature nette de leurs contacts. De plus, ceux-ci sont minéralogiquement similaires aux intrusions felsiques observées dans le camp de Cadillac. Ces intrusions intermédiaires à felsiques ont été observées seulement en forages et sous-terre. Les intrusions forment des niveaux plus compétents dans le schiste ultramafique, au sud du contact entre le Groupe de Cadillac et le Piché. Celles-ci sont faiblement à moyennement foliées, boudinées et transposées, selon la schistosité principale (figure 2.10). Elles forment des lentilles très altérées dans le schiste ultramafique, discontinues latéralement et verticalement. Deux types d'intrusions felsiques sont présentes dans le secteur de la mine Lapa: 1) les intrusions porphyriques à quartz et feldspath (QFP; figure 2.25a), et 2) les intrusions massives et aphanitiques (i.e. aplite; figure 2.25b). Les intrusions felsiques peuvent localement encaisser la minéralisation aurifère, surtout lorsqu'elles se retrouvent près du contact entre les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et les unités ultramafiques du Groupe de Piché. Lorsqu'elles ont subi une forte altération, notamment à proximité des zones minéralisées, elles sont plus difficiles à distinguer car les phénocristaux sont beaucoup moins apparents (figures 2.25c et d). Par conséquent, il est difficile de les différencier des autres unités et il est possible qu'elles existent en plus grand nombre.

2.4.1 Pétrographie

La figure 2.26 illustre les changements minéralogiques des intrusions felsiques en s'approchant des zones minéralisées. Les intrusions les moins altérées sont composées d'environ 20% de phénocristaux de feldspath plagioclase (0.2-0.4 mm) et de quartz (0.4-1 mm), contenus dans une matrice formée de quartz, chlorite, carbonates et biotite. Ces

phénocristaux montrent une forme anguleuse à subarrondie tandis que le quartz et le feldspath, dans la matrice, sont cryptocristallins (figure 2.27a). Une faible foliation est matérialisée par les minéraux formant la mésostase dans les intrusions distales.

Les unités felsiques situées au sein des zones minéralisées contiennent jusqu'à 40% de phénocristaux de feldspath plagioclase et de quartz ayant une forme subanguleuse à subarrondie. Les phénocristaux sont aplatis et alignés dans la fabrique principale de la roche (figure 2.27b). Les cristaux de feldspath illustrent, par endroits, des textures cassantes en « domino ». Ils sont disséminés dans une mésostase formée d'une alternance de bandes quartzieuses et de bandes riches en muscovite (figure 2.27c). Le quartz est recristallisé et la muscovite est orientée selon la foliation principale de la roche. Des quantités mineures de biotite sont observées dans les intrusions, surtout concentrées en bordures des phénocristaux allongés. Les cristaux de biotite ne montrent généralement pas d'orientation préférentielle (figure 2.27d). Enfin, des veinules de quartz-albite fragmentées, boudinées et plissées recourent les unités felsiques. Le quartz montre des textures de recristallisation dans les veines.

2.4.2 Géochimie

La composition géochimique des intrusions intermédiaires à felsiques au sein du Groupe de Piché a été analysée par le biais de 15 analyses de roche totale. La répartition est comme suit:

- 10 analyses d'échantillons recueillis en forage, et
- 5 analyses d'échantillons provenant de l'étude lithogéochimique de Mercier-Langevin (2007).

Les analyses représentatives des intrusions felsiques sont listées au tableau 2.5 tandis que les résultats détaillés des analyses sont présentés au tableau C6 de l'annexe C.

Le graphique de la figure 2.28 montre l'affinité magmatique des roches felsiques. Malgré la vaste étendue des valeurs de Zr (47-236 ppm), les échantillons felsiques se distribuent dans le champ calco-alcalin avec des valeurs du ratio Zr/Y variant de 10 à 28 (tableaux 2.5 et C5). La distribution des éléments majeurs en fonction du contenu en Zr

(figure 2.29) illustre également la forte dispersion des valeurs en Zr dans les intrusions felsiques. Ces graphiques illustrent également une augmentation du contenu en Fe_2O_3 et en K_2O dans les échantillons altérés, qui sera discuté dans le Chapitre 5.

Les profils des ETR des intrusions felsiques moins-altérées, présentés à la figure 2.30, montrent un spectre très fractionné ($[\text{La}/\text{Yb}]_n = 37$). Les ETR légères et les ETR lourdes forment une pente relativement uniforme caractérisée par une valeur moyenne de $(\text{La}/\text{Sm})_n = 4$ et de $(\text{Gd}/\text{Yb})_n = 5$. Le profil multiélément est également plus fractionné par rapport aux autres lithologies décrites ci-haut (figure 2.30b). De fortes anomalies négatives en Nb, P et Ti caractérisent le spectre multiélément des intrusions felsiques (figure 2.30b). La signature géochimique des intrusions felsiques est très disparates au gisement Lapa et pourrait refléter la présence d'une variété compositionnelle de celles-ci.

2.5 Synthèse et discussion préliminaires

Les descriptions des unités environnantes et hôtes de la minéralisation du gisement Lapa permettent d'apporter certaines précisions concernant l'environnement géologique. La minéralisation aurifère étant localisée dans la ZFCLL, les textures et les assemblages minéralogiques primaires ont été fortement oblitérés par les événements de déformation, métamorphisme et hydrothermalisme. Par conséquent, il est impératif de préciser les possibles compositions chimiques et minéralogiques primaires des roches encaissantes altérées afin de définir la nature des modifications physico-chimiques qu'elles ont subies lors des événements hydrothermaux et métamorphiques.

À cette fin, le contexte tectonique de formation des unités du secteur Lapa est discuté dans cette section, en mettant l'emphase sur la signature des éléments traces immobiles et en les comparant chimiquement avec d'autres lithologies similaires de la Sous-province de l'Abitibi. L'origine des unités sédimentaires du Groupe de Cadillac (section 2.6.1) ainsi que des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché (section 2.6.2) est discutée ci-dessous.

2.6.1 Signature des unités sédimentaires du Groupe de Cadillac

La figure 2.8b a permis de proposer que les grauwackes se sont déposés dans un bassin avant-arc dans un contexte d'arc insulaire océanique grâce à une signature géochimique compatible avec la signature des sédiments d'avant-arc modernes. Ceci appuie l'hypothèse que le Groupe de Cadillac représente un bassin composé de volcanoclastites typiques d'un delta en éventail, soit des assemblages sédimentaires de type flysch (Mueller et al. 1996; Daigneault et al. 2002). Ces assemblages sédimentaires de type flysch, formés lors de la construction de l'arc volcanique sont associés dans la ceinture abitibienne aux structures en chevauchement (Daigneault et al. 1992) et peuvent être comparés aux bassins en « *piggy-back* » cénozoïques et archéens (Sinclair, 1992; Jackson et al. 1987).

D'autre part, la proximité de l'unité de conglomérat par rapport à la ZFCLL, pourrait laisser supposer que ce conglomérat soit de type Timiskaming. Ce genre de conglomérat est généralement réparti le long d'importantes zones de failles crustales et posséderait un lien empirique et temporel avec les gisements aurifères orogéniques (Dubé & Gosselin 2007). Les conglomérats de type Timiskaming, identifiés le long de la ZFCLL dans le secteur de Rouyn-Noranda sont interprétés comme ayant été déposés dans un bassin en décrochement (Mueller et al. 1996). Ils sont accompagnés localement par du volcanisme alcalin contemporain à leur dépôt (Robert et al. 2005). Les bassins contenant ce type de conglomérat sont caractérisés par des contacts cisailés. La nature graduelle du contact et l'interdigitation entre les grauwackes et l'horizon de conglomérat à Lapa suggère que celui-ci ne s'apparente pas au type Timiskaming et correspondrait probablement à un conglomérat de chenaux classique (Mueller et al. 1996).

2.6.2 Signatures des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché

2.6.2.1. Unités ultramafiques

Les unités ultramafiques contiennent des concentrations élevées en MgO (moyenne = 23 % poids MgO), en Ni (moyenne = 1130 ppm Ni) et en Cr (moyenne = 1740 ppm Cr;

Tableau 2.4). Aucune texture primaire représentative des coulées komatiitiques, comme des textures de spinifex n'a cependant été observée. Toutefois, des textures à spinifex ont été identifiées dans des unités ultramafiques déformées localisées en bordure de la ZFCLL dans les secteurs de Rouyn et de Kirkland Lake à plusieurs dizaines de kilomètres à l'ouest de la propriété Lapa (Gauthier, 1986; Kishida & Kerrich, 1987; Gauthier et al. 1990). Spécifiquement, les données du secteur Lapa ont été comparées aux assemblages komatiitiques ontariens, compilés par Xie et al. (1993) et par Sproule et al. (2002).

La figure 2.31a présente les profils de terres rares (ÉTR) des unités ultramafiques du secteur Lapa, de komatiites des assemblages ontariens du Kidd-Munro (2717-2711 Ma; Xie et al. 1993; Thurston et al., 2008) et du Tisdale (2710-2704 Ma; Xie et al. 1993; Sproule et al. 2002; Thurston et al., 2008) et de basalte komatiitique et komatiite de l'assemblage de Stoughton-Roquemaure (SR; 2723-2720 Ma; Sproule et al. 2002; Thurston et al., 2008). Le profil moyen des unités ultramafiques peu altérées s'apparente au profil des komatiites à texture aphanitique du SR (figure 2.31a). Une des principales différences entre ces deux types de roches est que les roches ultramafiques de Lapa montrent généralement une anomalie positive en Eu tandis que les komatiites du SR possèdent plutôt une anomalie négative en Eu. Ce phénomène pourrait être causé par un métasomatisme ayant affecté les unités du Groupe de Piché. De plus, le spectre ETR des unités ultramafiques s'apparente à celui des komatiites du Tisdale et du Kidd-Munro mais avec un contenu total en ETR différent (figure 2.31a).

La figure 2.31b permet de différencier les types de komatiite selon leurs ratios Al_2O_3/TiO_2 respectifs. Le ratio Al_2O_3/TiO_2 des roches ultramafiques à Lapa (Al_2O_3/TiO_2 moyen de 15,4) est comparable surtout aux komatiites archéennes non appauvries en Al, communément retrouvées dans les assemblages ontariens du Kidd-Munro et de Tisdale (figure 2.31b). Quelques autres échantillons sont situés dans le champ des komatiites enrichies en Ti - appauvries en Al, similairement à l'assemblage du SR (figure 2.31b). Génétiquement, Sproule et al. (2002) ont interprétés que les magmas à l'origine des assemblages du Kidd-Munro et du Tisdale comme ont subi localement de la contamination crustale près de la surface ou durant leur emplacement. Les komatiites de SR résultent

quant à elles de la fusion d'un manteau plus appauvri (Dostal & Mueller, 1997; Wyman & Kerrich, 2010). Les unités komatiitiques non appauvries en Al, dérivant d'un plume mantellique, sont les plus communes de la Sous-province de l'Abitibi. L'association spatiale de ces komatiites avec les gisements aurifères orogéniques comme dans les secteurs de Kerr-Addison (Kishida & Kerrich, 1987) et de Timmins (Bateman et al. 2008) a déjà été soulignée.

De plus, elles sont également répandues dans la province archéenne du Yilgarn, en Australie et plus spécifiquement, en association avec les gisements aurifères du camp minier de Kalgoorlie (Bateman & Bierlein, 2006; Bateman et al. 2008). Enfin, il faut souligner que l'assemblage ultramafique du Tisdale matérialise la zone de faille de Destor-Porcupine-Manneville (ZFDPM; Bateman et al. 2008) dans le secteur de Timmins, tout comme les unités ultramafiques du Groupe de Piché matérialise la ZFCLL dans le secteur Lapa.

Il est donc possible d'affirmer que les unités ultramafiques du Groupe de Piché, dans le secteur de la mine Lapa, sont dérivées d'un protolite similaire aux komatiites archéennes moins-altérées de la Sous-province de l'Abitibi, soient les assemblages de Kidd-Munro, Tisdale et Stroughton-Roquemaure. De plus, l'association avec une zone de faille majeure est comparable à l'association entre le Tisdale et la ZFDPM, aussi reliée à plusieurs gisements aurifères orogéniques archéens. Les roches ultramafiques du Groupe de Piché sont interprétées comme ayant été formées lors d'un épisode de plume mantellique.

2.6.2.2 Unités mafiques

Les unités mafiques de Type 1 montrent une affinité calco-alcaline typique d'un environnement d'arc volcanique par analogie avec les environnements modernes (figure 2.15a). Les unités mafiques de Type 2a montrent plutôt une affinité tholéitique caractérisée par un profil ETR plat typique des basaltes non contaminés de type MORB.

La présente sous-section est consacrée à l'interprétation de la signature chimique particulière des unités mafiques de Type 2b. En effet, ces unités sont d'affinité tholéitique mais se distinguent par:

1. des éléments des ETR lourdes fractionnés;
2. un contenu en $\text{TiO}_2 < 1\%$, et
3. une concentration faible en éléments incompatibles comparativement aux ETR lourdes.

Par conséquent, les unités de Type 2b ont été comparées à des assemblages d'affinité tholéitique caractérisés par des signatures géochimiques différentes des MORB et qui démontrent une association spatiale avec des laves komatiitiques de la Sous-province de l'Abitibi. La figure 2.32 présente la comparaison entre les signatures chimiques des unités mafiques Type 2b, les tholéites évoluées du Groupe de Malartic (Wyman, 1999), du Groupe de Tisdale (Fan & Kerrich, 1997) et les tholéites appauvries en Ti du centre volcanique de Kidd-Creek (CVK; Brown & Jenner, 1989; Wyman et al. 1999). La différence de signature entre les types 2a et 2b pourrait également être causé par une forte altération en carbonates. Par contre, étant donné qu'ici seulement les unités les moins altérées sont traitées, la signature géochimique particulière du Type 2b est considérée comme étant d'origine primaire.

Le profil des éléments incompatibles (figure 2.32) montre que les unités mafiques de Type 2b ($[\text{Gd}/\text{Lu}]_n = 0,59$) comportent des profils similaires aux tholéites évoluées du Groupe de Malartic ($[\text{Gd}/\text{Lu}]_n = 0,54$). De plus, la pente de fractionnement des ETR lourdes s'apparente à celle observée dans les tholéites de Tisdale ($[\text{Gd}/\text{Lu}]_n \sim 0,57$); figure 2.32). Les unités de Type 2b sont plus enrichies en éléments incompatibles que les tholéites appauvries en Ti du CVK, caractérisées par un profil très appauvri (figure 2.32). Les roches mafiques tholéitiques de Type 2b s'apparentent donc aux basaltes d'arc évolué du Groupe de Malartic et du Groupe de Tisdale.

FIGURES DU CHAPITRE 2

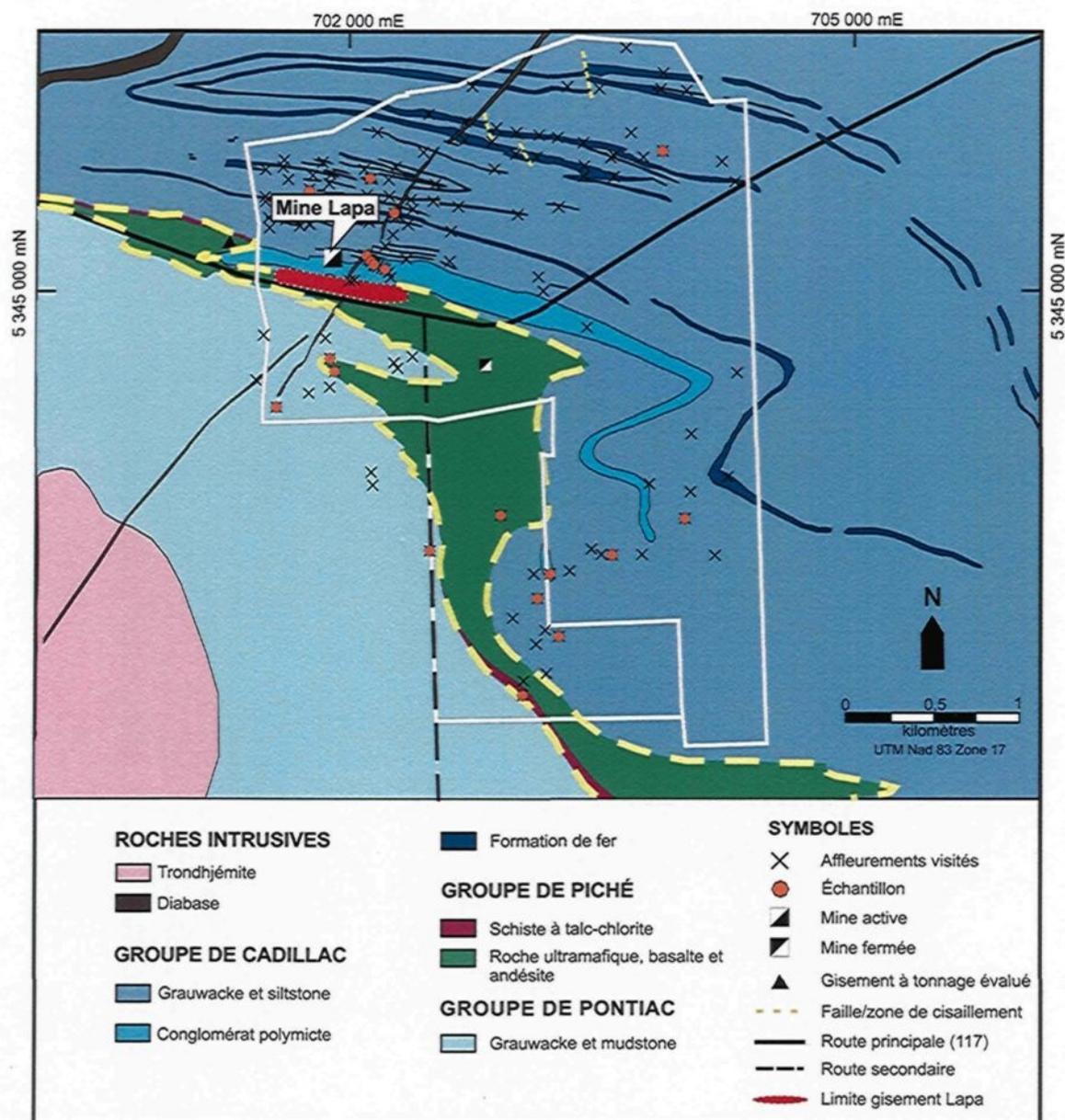


Figure 2.1: Géologie du secteur de la mine Lapa. Le trait blanc représente les limites de la propriété Lapa et la propriété Maritime Cadillac de la compagnie Mines Agnico-Eagle Ltée. La localisation des affleurements visités ainsi que des échantillons recueillis est également présentée. Modifiée d'après Doucet et Lafrance (2005).

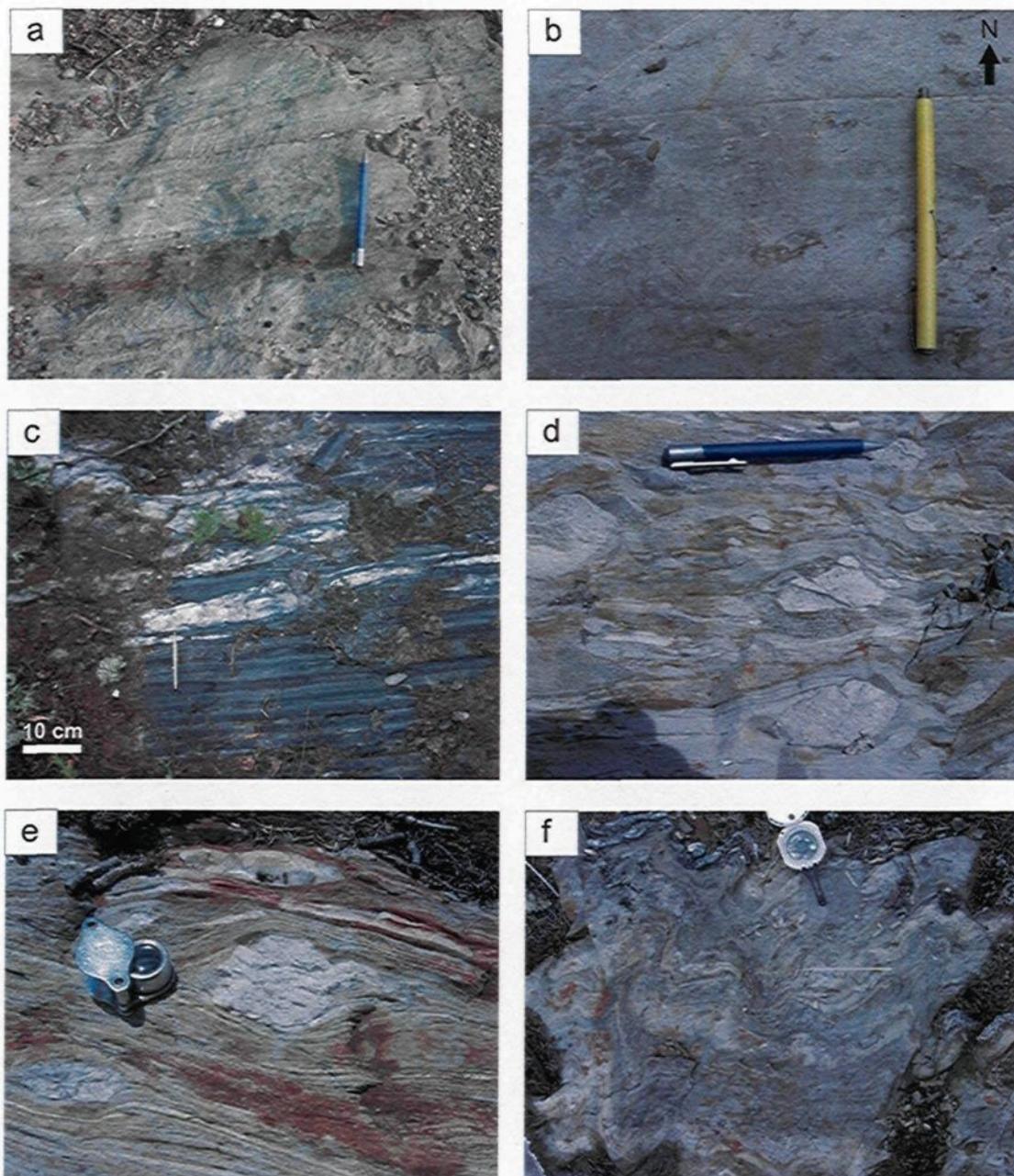


Figure 2.2: Photographies des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et du Groupe de Pontiac (a) grauwaacke alternant avec minces bandes de siltstones dans le Groupe de Cadillac; (b) granoclassement dans le Cadillac montrant une polarité vers le nord; (c) formation de fer composée d'une alternance de rubans de magnétite et d'hématite; (d) conglomérat avec fragments felsiques et mafiques fortement aplatis dans le Groupe de Cadillac; (e) conglomérat contenant des fragments de quartz gris et (f) grauwaacke du Groupe de Pontiac contenant de minces niveaux argileux.

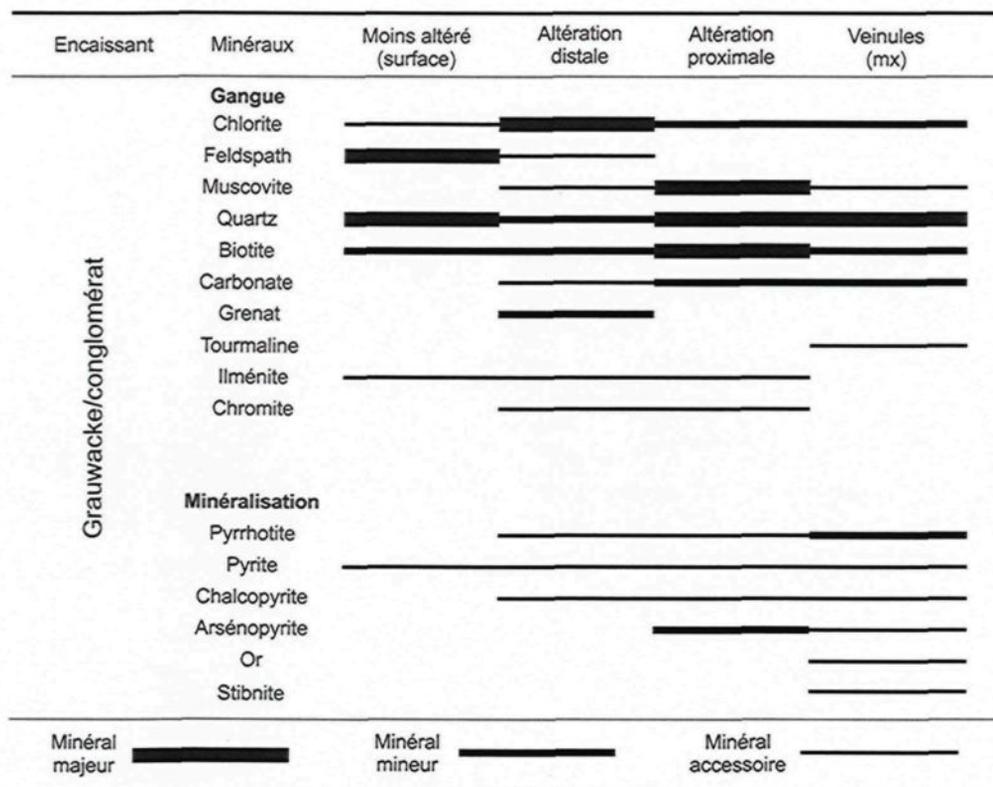


Figure 2.3: Variations minéralogiques des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac en fonction de la proximité de la minéralisation. La dimension du trait fait référence à l'abondance relative du minéral soit majeur, mineur et accessoire.

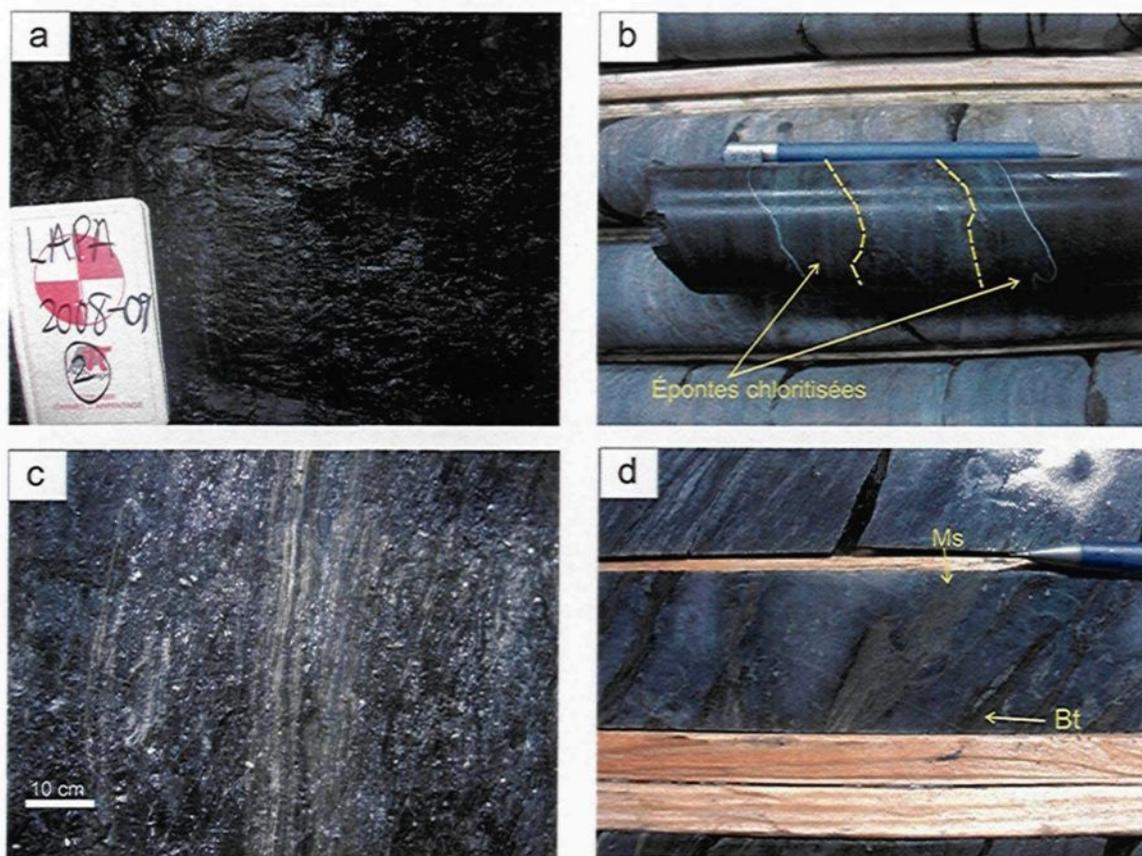


Figure 2.4: Photographies des assemblages minéralogiques des roches sédimentaires. (a) aspect homogène du grauwacke, niveau 128 de la mine Lapa; (b) halo d'altération chloriteuse en bordures des veines de quartz-carbonates, forage LA07-125-01; (c) aspect rubané des roches sédimentaires, niveau 69 de la mine Lapa; (d) altération en biotite-muscovite, forage LA06-49-11.

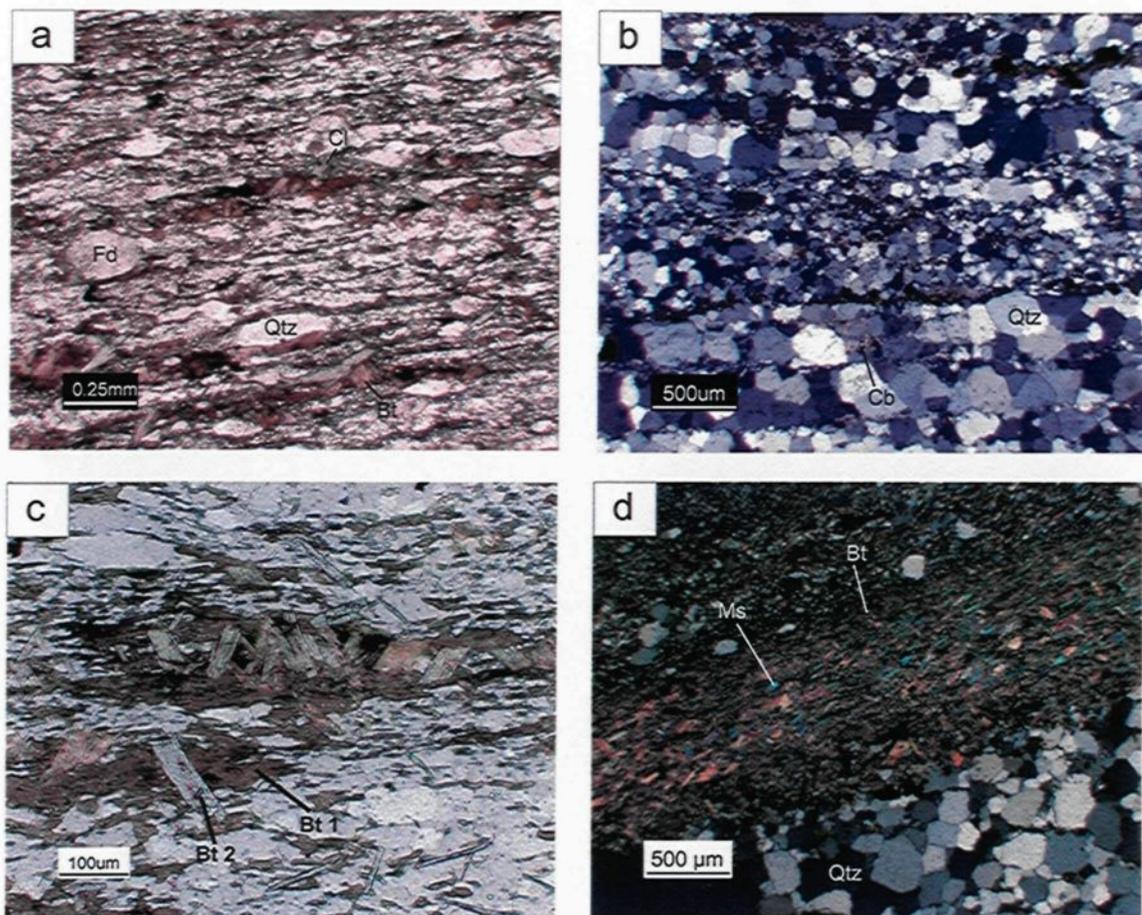


Figure 2.5: Microphotographies des roches sédimentaires. (a) clastes de quartz et feldspaths subarrondis à arrondis, lame MS06-415; (b) textures de recristallisation dans le quartz; (c) deux générations de biotite comprenant, lame MS07-512 (1) plages de biotite orientées selon la fabrique principale et (2) porphyroblastes de biotite sans orientation préférentielle, lame MS06-433B; (d) concentration de muscovite en bordure d'une veinule de quartz recristallisé, lame MS06-6A.

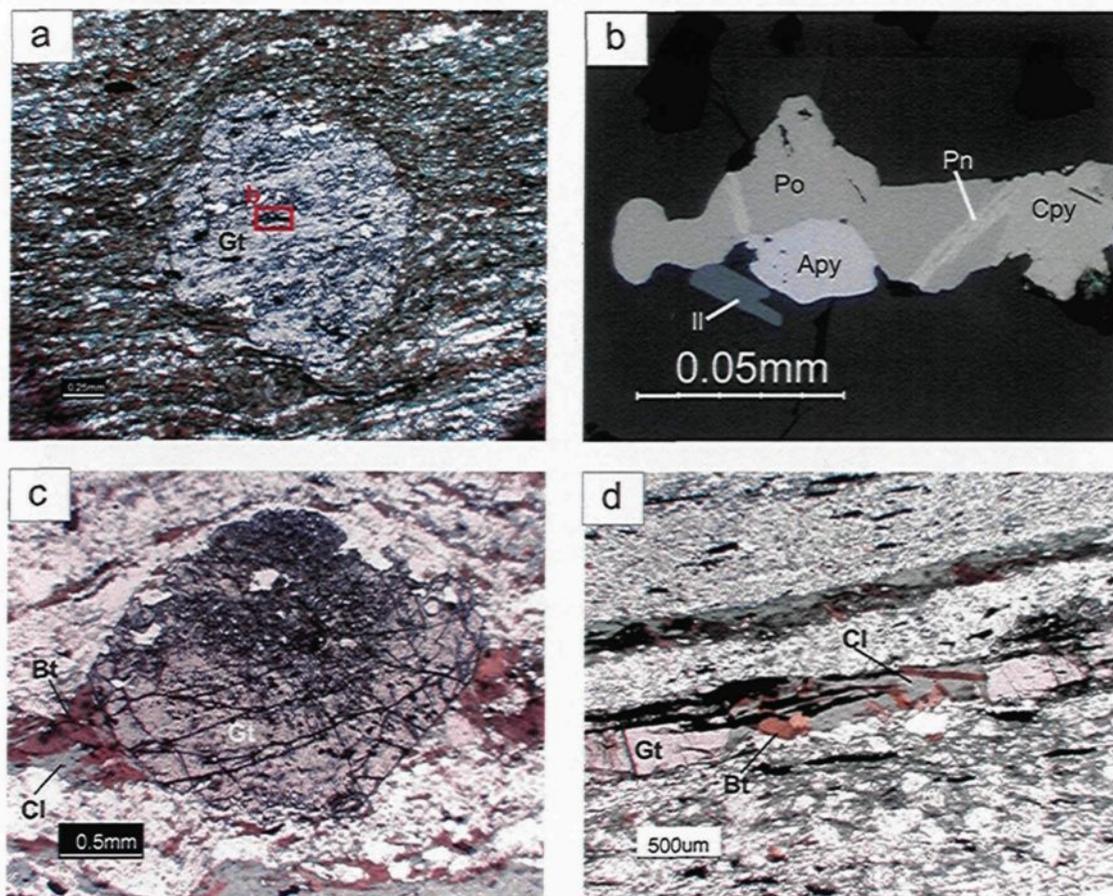


Figure 2.6: Microphotographies des grenats dans les unités conglomératiques. (a) porphyroblaste de grenat comportant des inclusions silicatées et sulfurées, lame MS06-404. Le rectangle rouge représente l'emplacement de la figure 2.6b; (b) inclusion avec assemblage de minéraux sulfurés (pyrrhotite, arsénopyrite, pentlandite et chalcopyrite) et ilménite; (c) porphyroblaste de grenat avec une ombre de pression remplie de biotite et chlorite, lame MS07-01; (d) association entre rubans de biotite-chlorite et grenats, dans une lame mince orientée parallèlement à L_c , lame MS08-10.

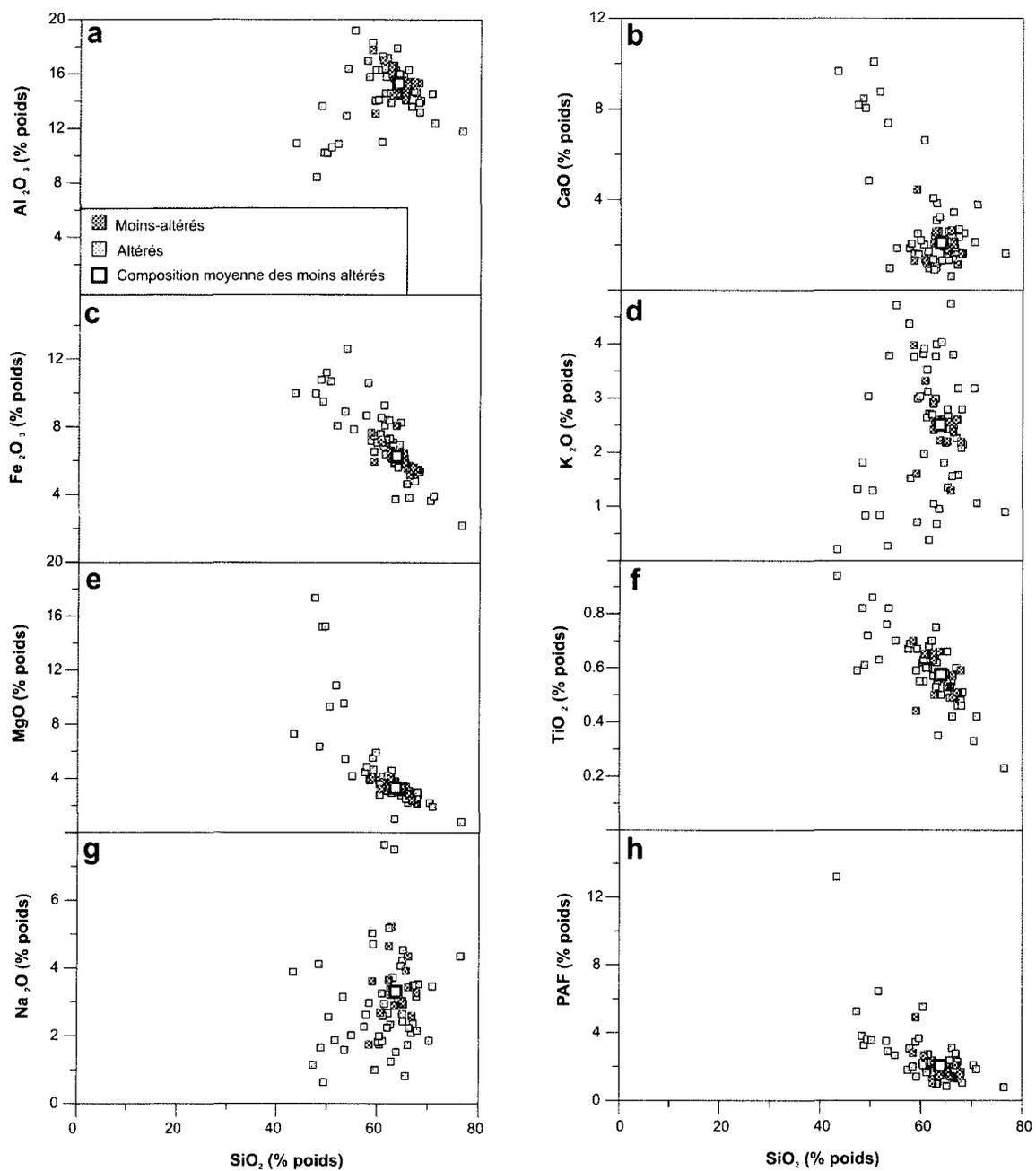


Figure 2.7: Diagramme de variations chimiques de Harker des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac.

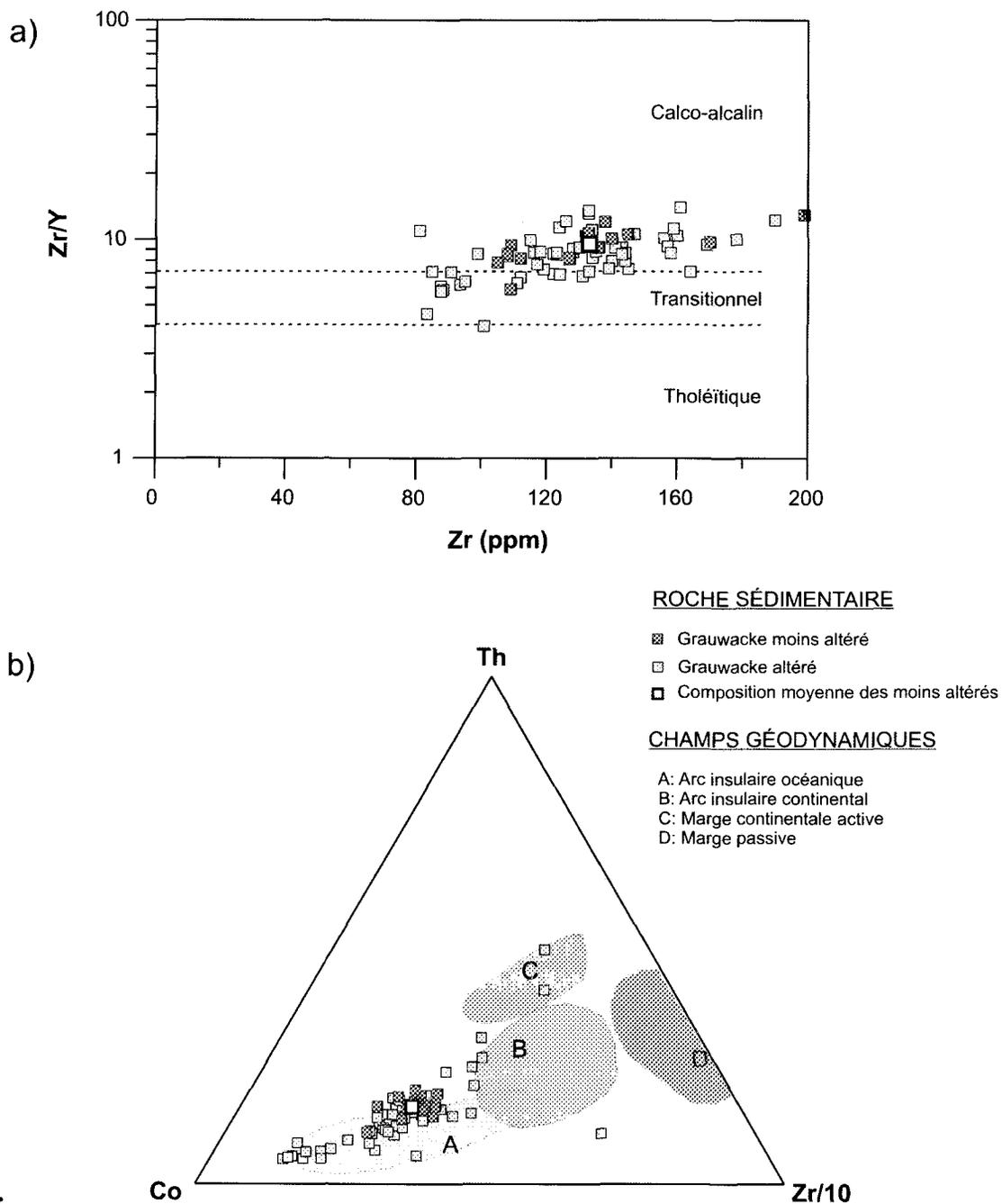


Figure 2.8: Signature géochimique des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac. (a) Diagramme d'affinité magmatique du ratio Zr/Y vs Zr (Pearce & Norry, 1979). (b) Diagramme du contexte tectonique pour roches sédimentaires modifié de Bhatia & Cook (1986).

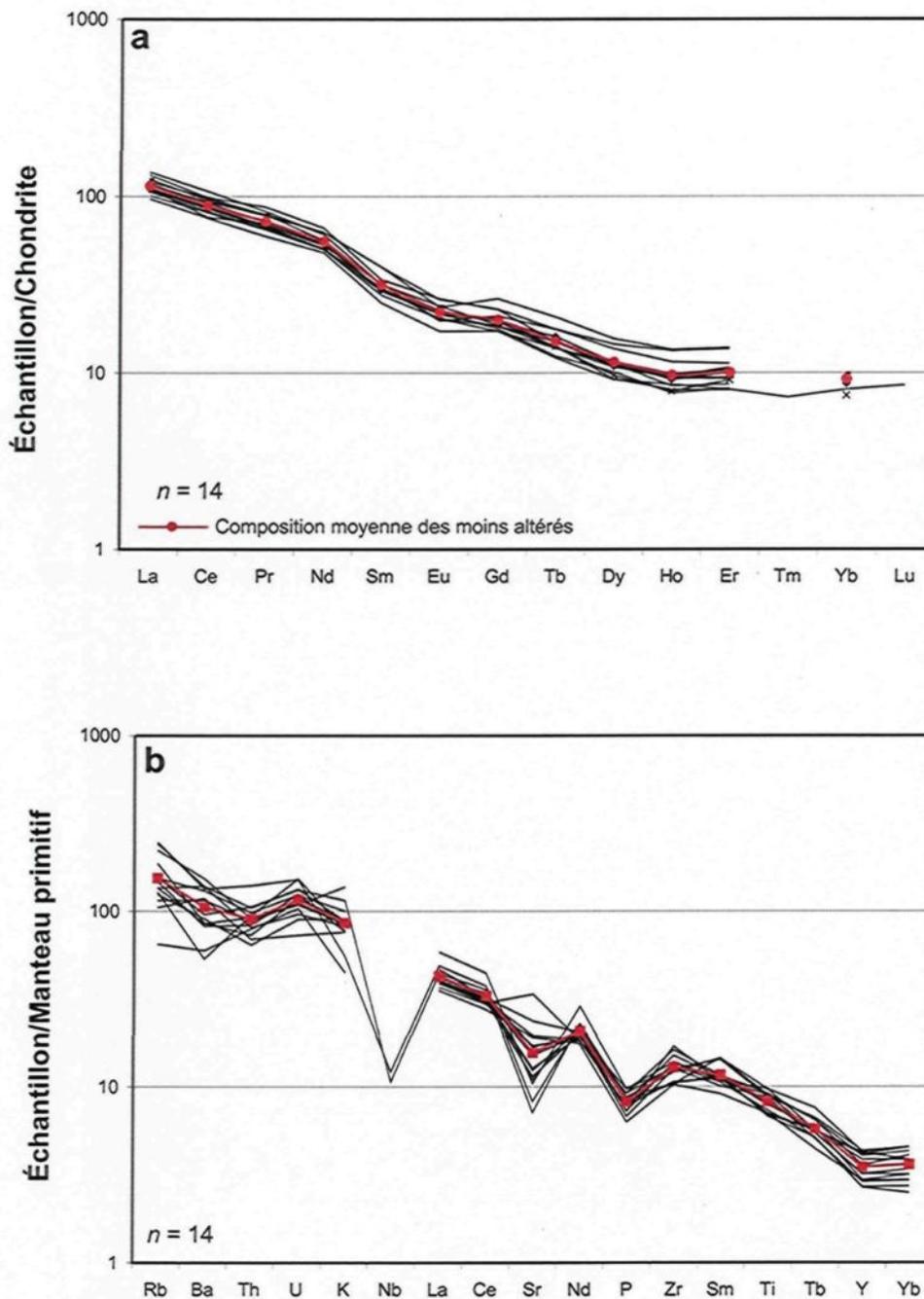


Figure 2.9: Distribution des éléments traces normalisés par rapport aux données de McDonough & Sun (1995) des roches sédimentaires du Groupe de Cadillac. (a) Profils de terres rares normalisés par rapport aux chondrites. (b) Profils multiéléments normalisés par rapport au manteau primitif. Les lignes de couleur rouge correspondent aux valeurs moyennes des roches sédimentaires les moins altérées.

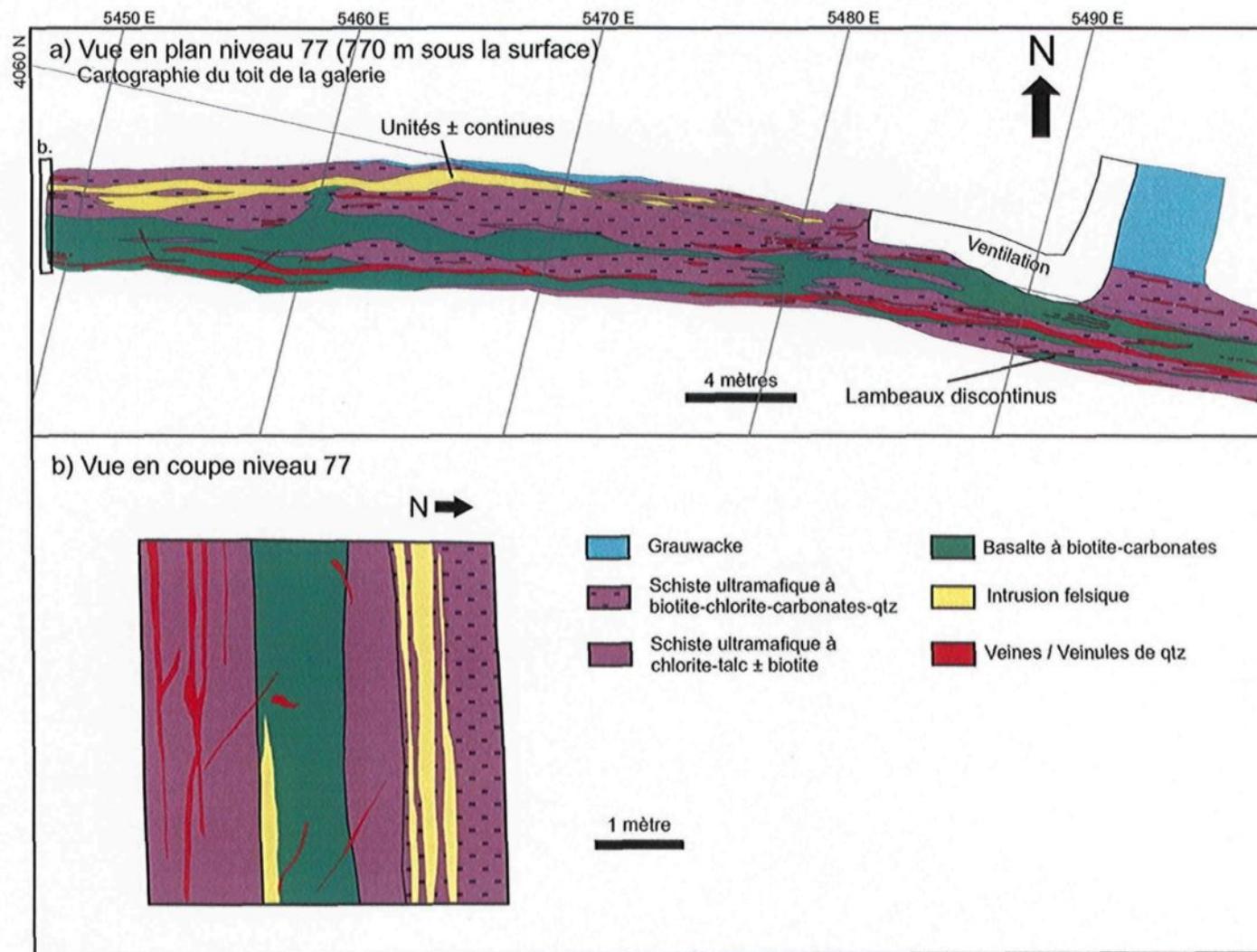


Figure 2.10: Cartographie géologique des zones minéralisées du niveau 77, mine Lapa. a) vue en plan de la cartographie au toit de la galerie. b) vue en coupe de la face localisé à l'ouest de la galerie de a).

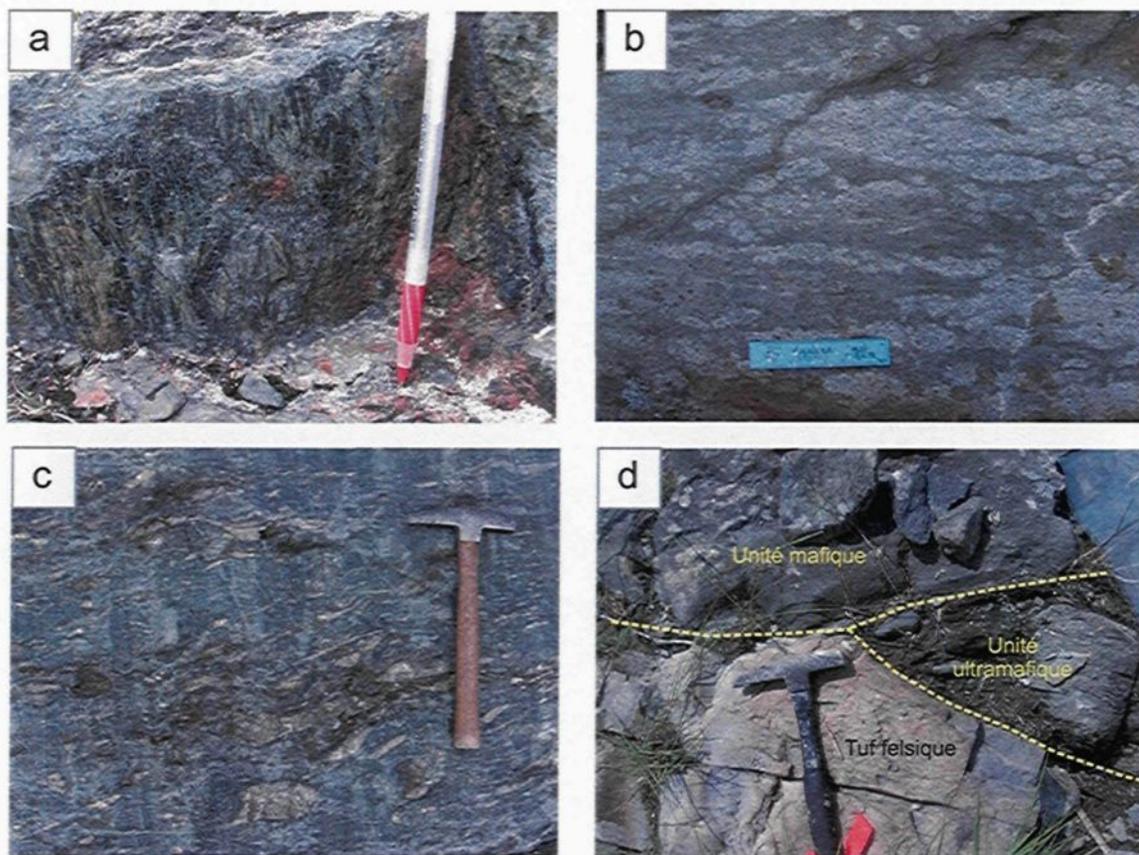


Figure 2.11: Photographies des affleurements des unités mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché. (a) aiguilles de tourmaline dans les bordures de trempe des coussins. (b) brèches de coussins à l'avant des coulées. (c) unité ultramafique avec fragments de quartz et carbonates, en affleurement. (d) assemblage du Groupe de Piché, aux contacts irréguliers. Unité mafique schisteuse au contact avec lambeau d'unité ultramafique et tuf felsique.

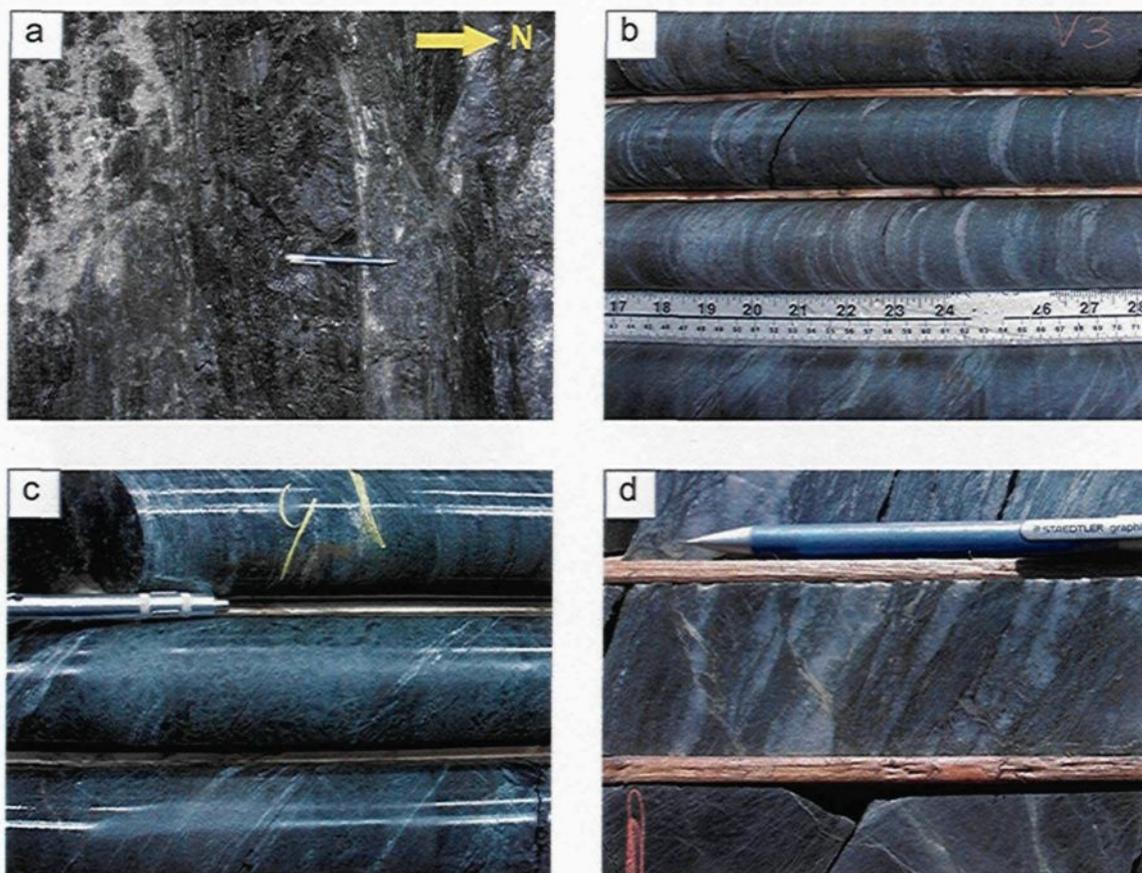


Figure 2.12: Photographies des unités mafiques. (a) lambeau d'unité mafique avec aspect massif, niveau 80 de la mine Lapa. (b) unité mafique avec aspect rubané, forage LA07-101-15. (c) cristaux d'amphiboles aux orientations aléatoires, forage LA07-101-05. (d) veinules de quartz-carbonates donnant un aspect rubané, forage LA06-49-5.

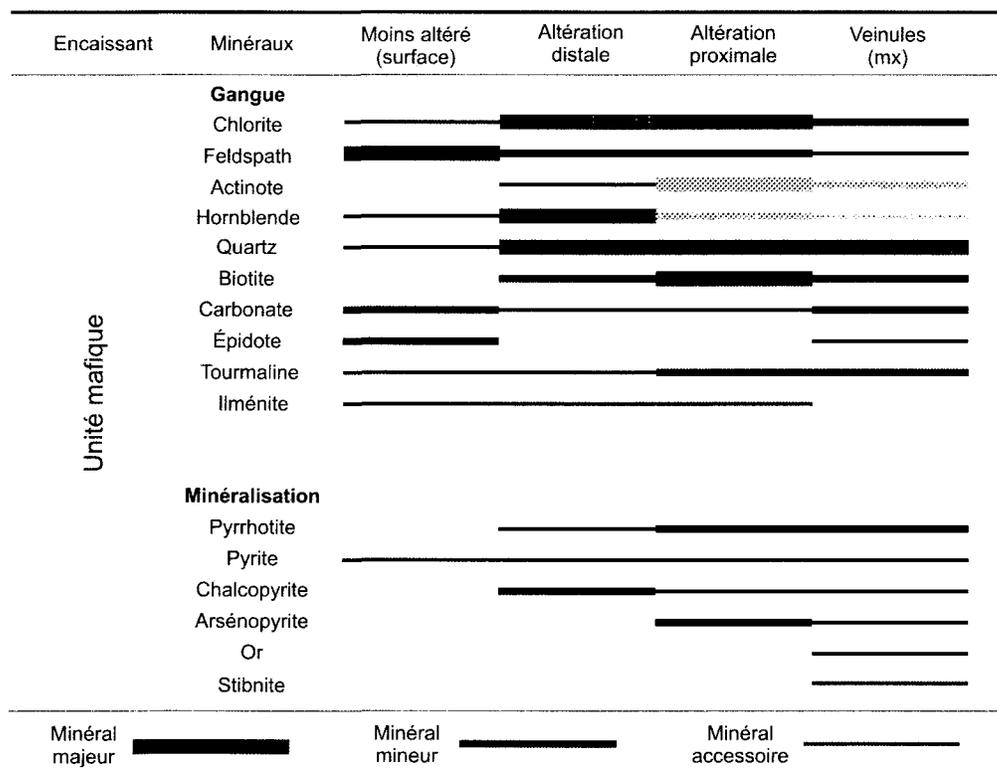


Figure 2.13: Variations minéralogiques des roches mafiques du Groupe de Piché en fonction de la proximité de la minéralisation. Les barres de couleur grise indiquent les minéraux présents seulement à une profondeur > 1 km. La dimension du trait fait référence à l'abondance relative du minéral soit majeur, mineur et accessoire.

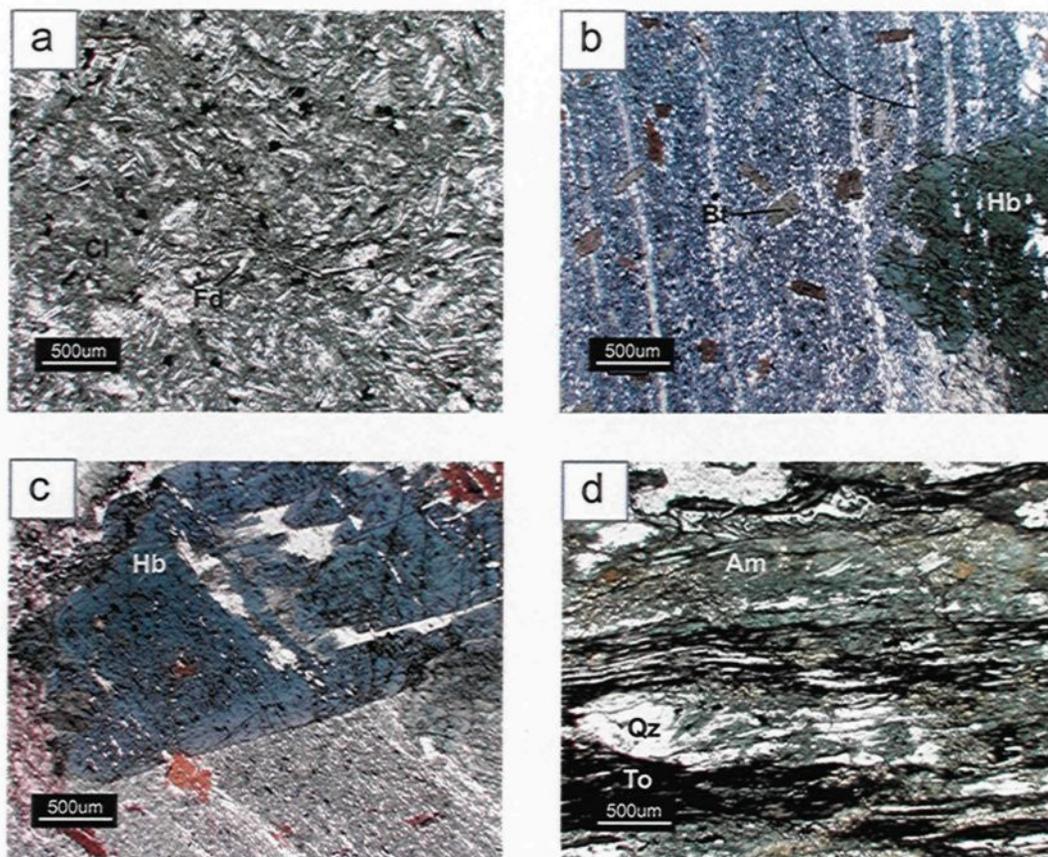


Figure 2.14: Microphotographies des unités mafiques du Groupe de Piché. (a) minéralogie des unités moins altérées, lame MS07-627. (b) porphyroblastes d'amphiboles et biotite dispersés dans la matrice, lame MS07-613. (c) trainées d'inclusion rectilignes dans les porphyroblastes d'amphiboles, lame MS07-613. (d) rubans composés de biotite et tourmaline alignés selon la fabrique principale, lame MS08-757.

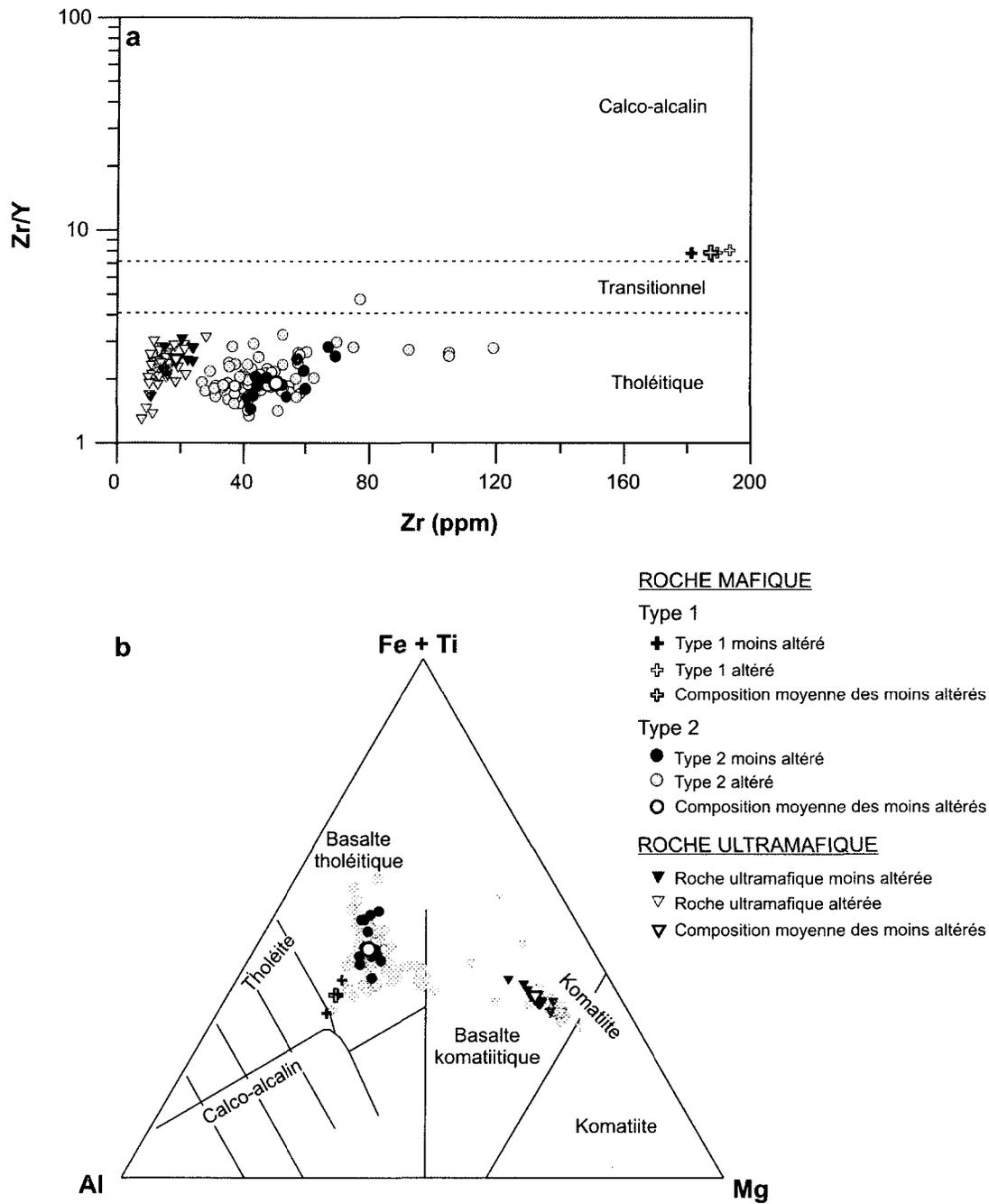


Figure 2.15. Signature géochimique des roches mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché. (a) diagramme d'affinité magmatique du ratio Zr/Y vs Zr (Pearce & Norry, 1979). (b) diagramme de classification cationique de Jensen (Jensen, 1976; Rickwood, 1989).

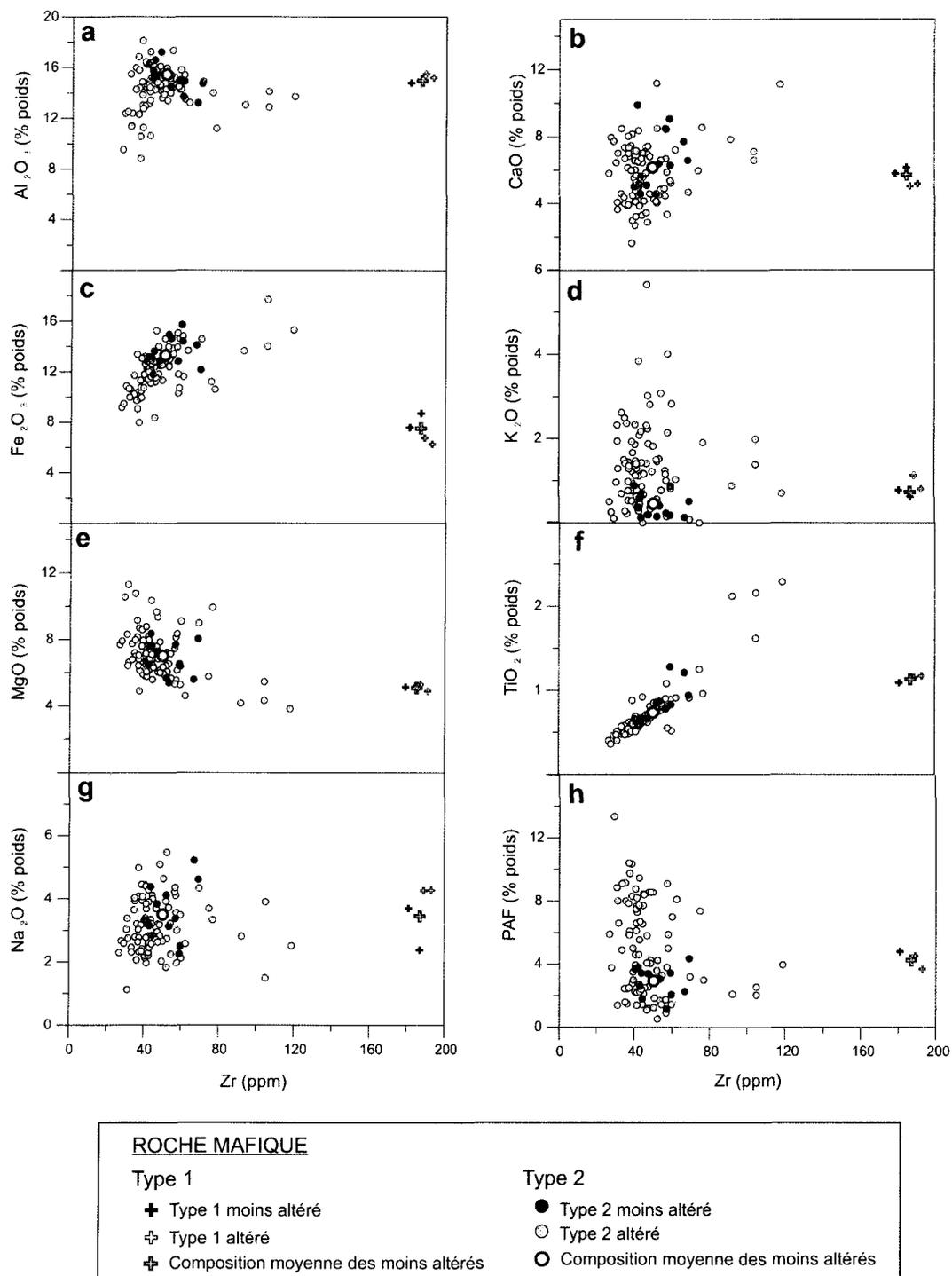


Figure 2.16: Diagramme de variations chimiques des éléments majeurs en fonction de Zr pour les roches mafiques du Groupe de Piché.

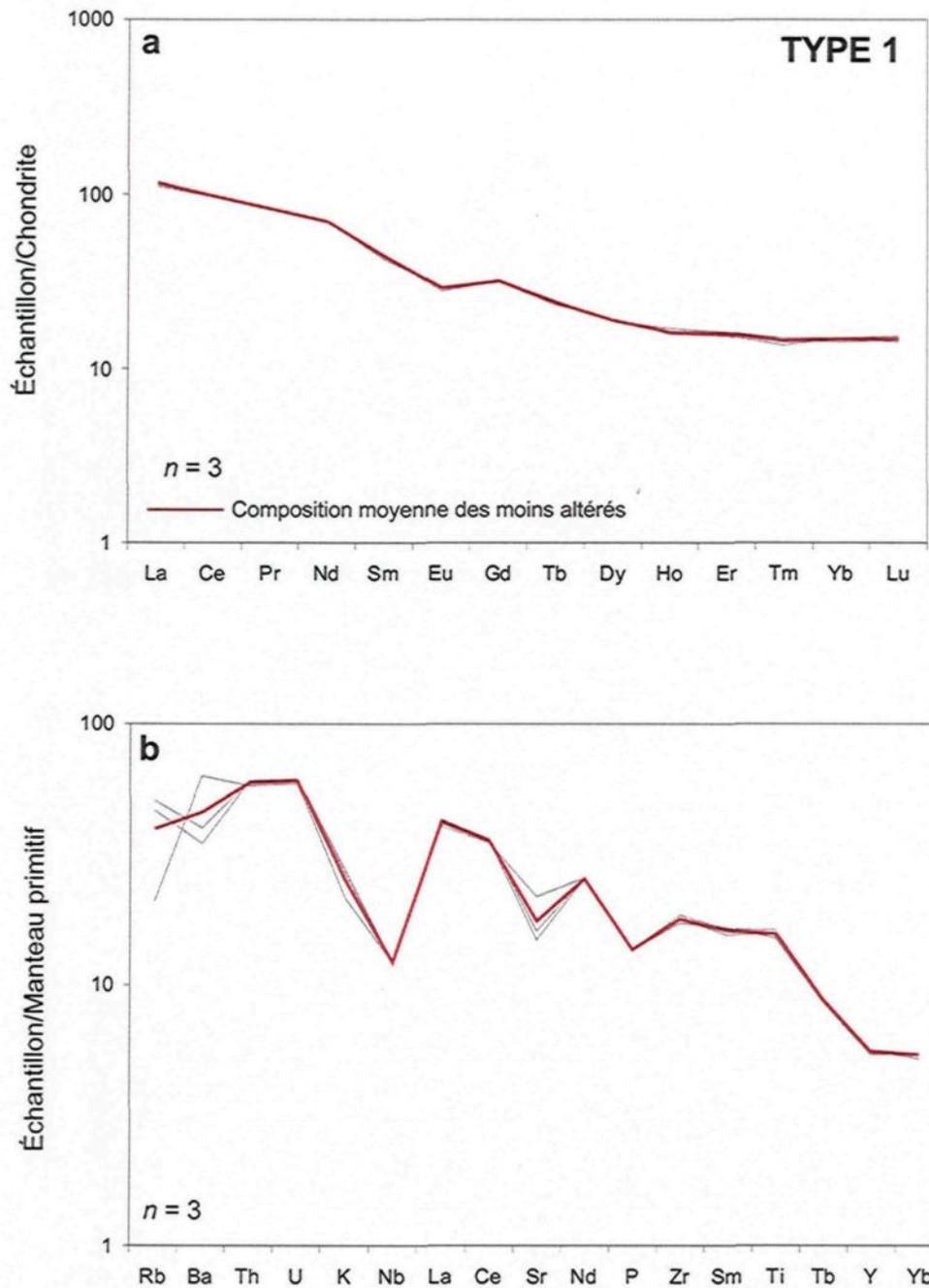


Figure 2.17: Distribution des éléments traces normalisés par rapport aux données de McDonough & Sun (1995), des roches mafiques de Type 1 du Groupe de Piché. (a) Profils de terres rares normalisés par rapport aux chondrites. (b) Profils multiéléments normalisés par rapport au manteau primitif. Les lignes de couleur rouge correspondent aux valeurs moyennes des roches mafiques de Type 1, les moins altérées.

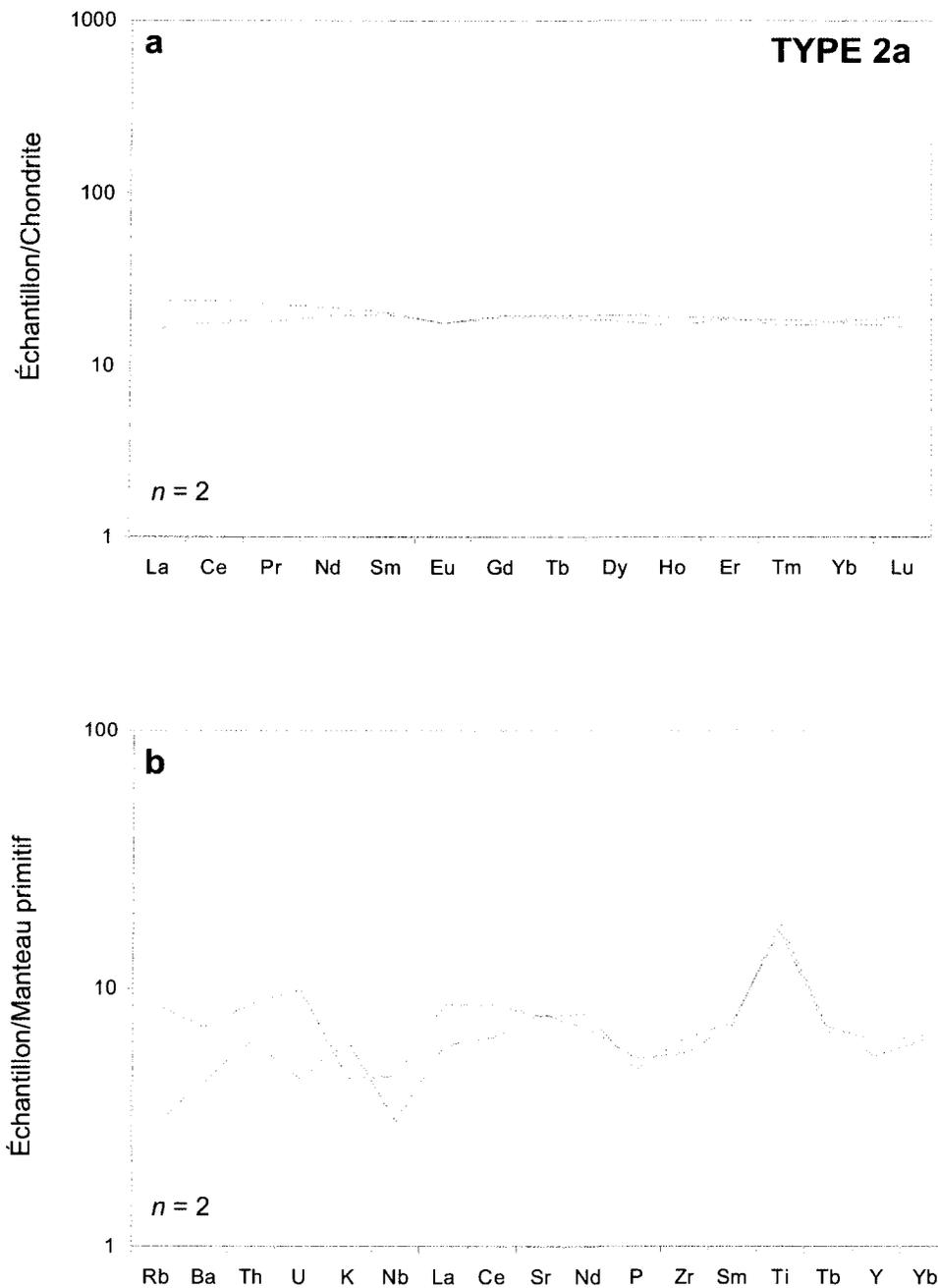


Figure 2.18: Distribution des éléments traces normalisés par rapport aux données de McDonough & Sun (1995) des roches mafiques de Type 2a du Groupe de Piché. (a) Profils de terres rares normalisés par rapport aux chondrites. (b) Profils multiéléments normalisés par rapport au manteau primitif.

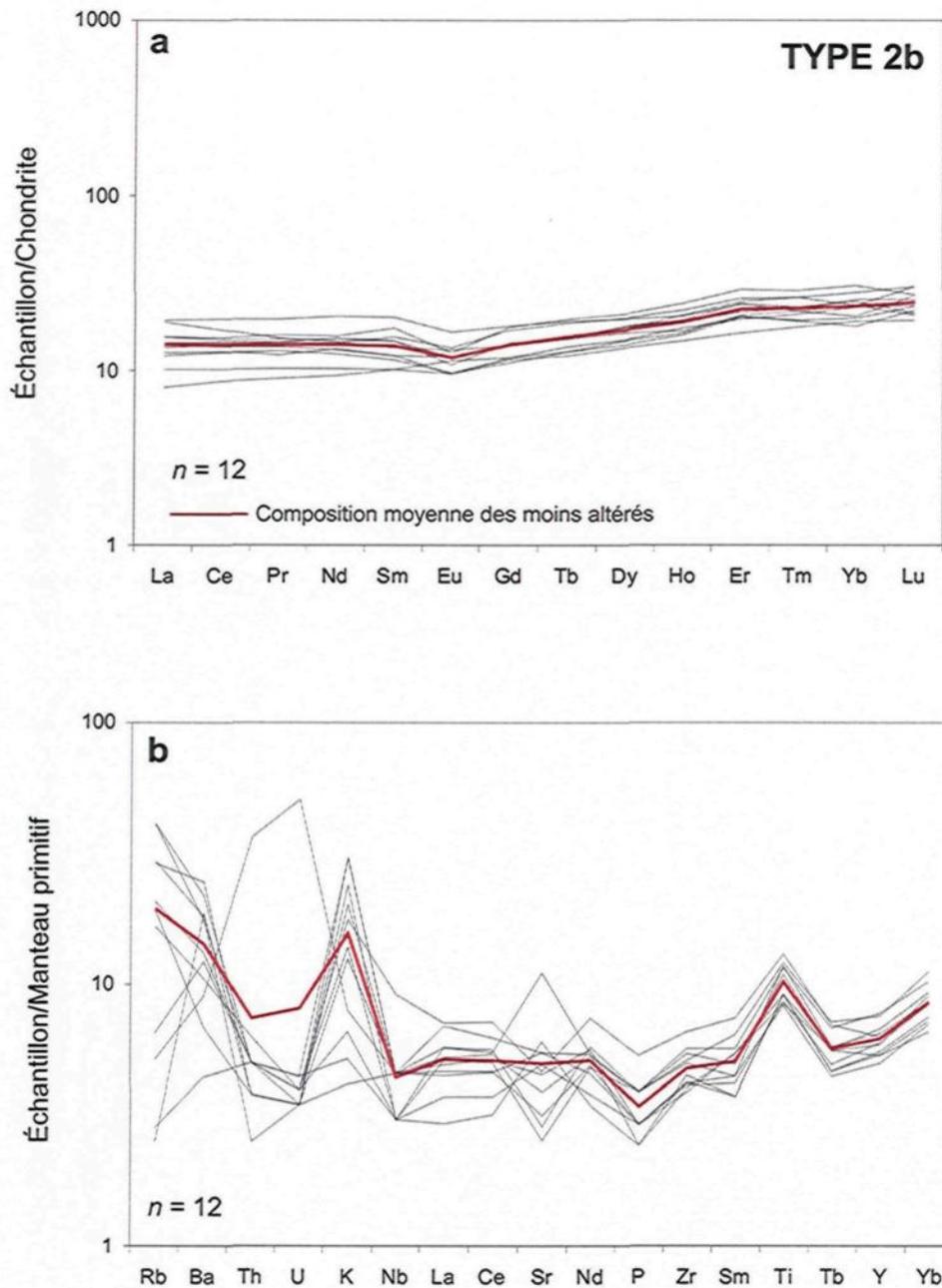


Figure 2.19: Distribution des éléments traces normalisés par rapport aux données de McDonough & Sun (1995), des roches mafiques de Type 2b du Groupe de Piché. (a) Profils de terres rares normalisés par rapport aux chondrites. (b) Profils multiéléments normalisés par rapport au manteau primitif. Les lignes de couleur rouge correspondent aux valeurs moyennes des roches mafiques de Type 2b, les moins altérées.

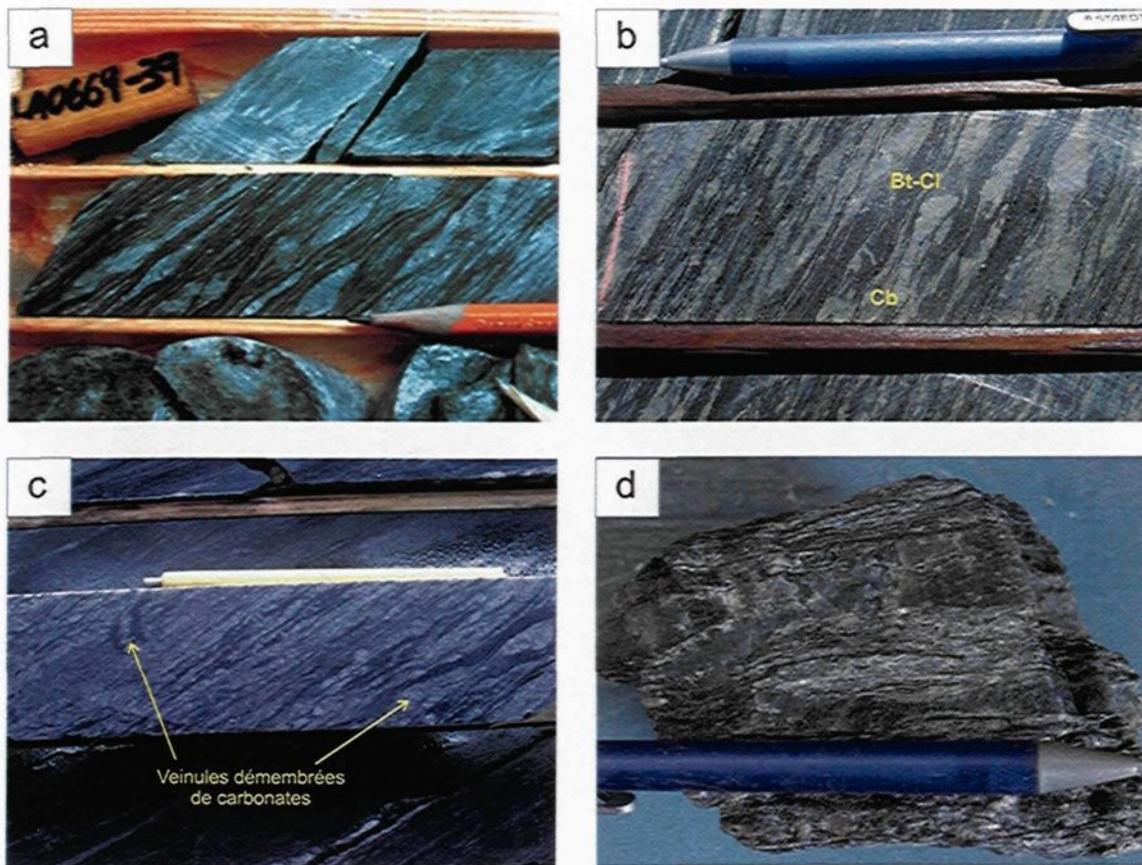


Figure 2.20: Photographies des unités ultramafiques. (a) fabrique mylonitique dans une unité ultramafique, forage LA06-69-39. (b) minéralogie des unités ultramafiques, forage LA06-49-05. (c) veinules de carbonates démembrées, forage LA06-49-08. (d) veinules de quartz-carbonates démembrées dans l'unité ultramafique proximale, échantillon provenant du niveau 77 de la mine Lapa.

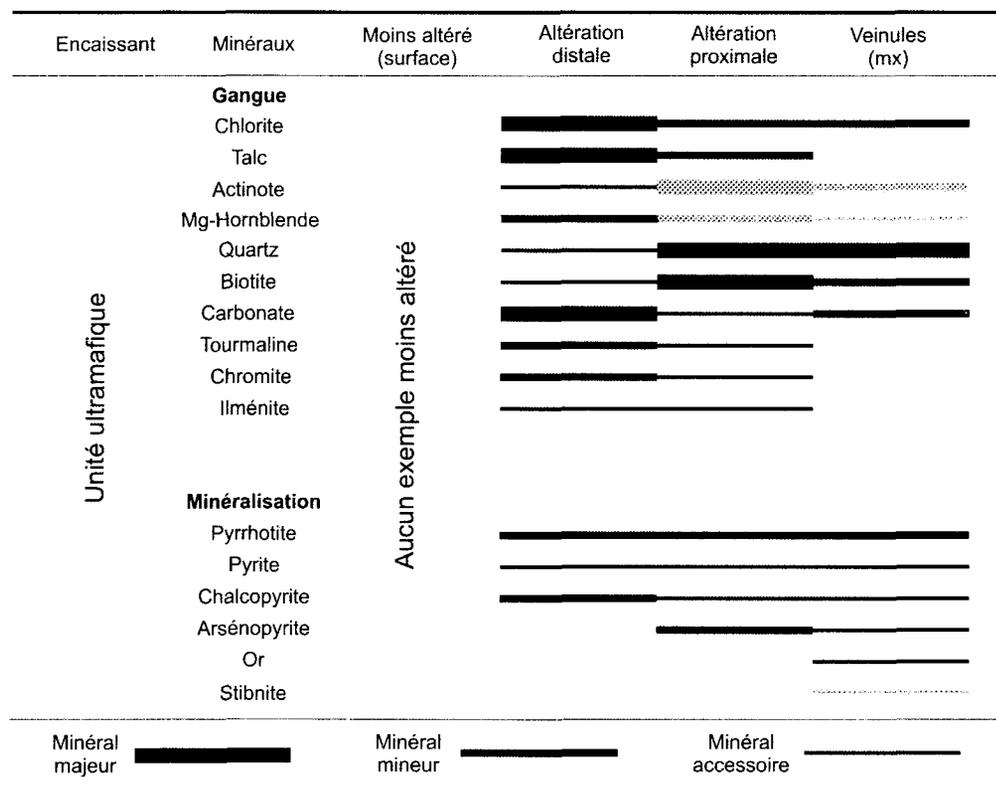


Figure 2.21: Variations minéralogiques des roches ultramafiques du Groupe de Piché en fonction de la proximité de la minéralisation. Les barres de couleur grise indiquent les minéraux présents seulement à une profondeur > 1 km.

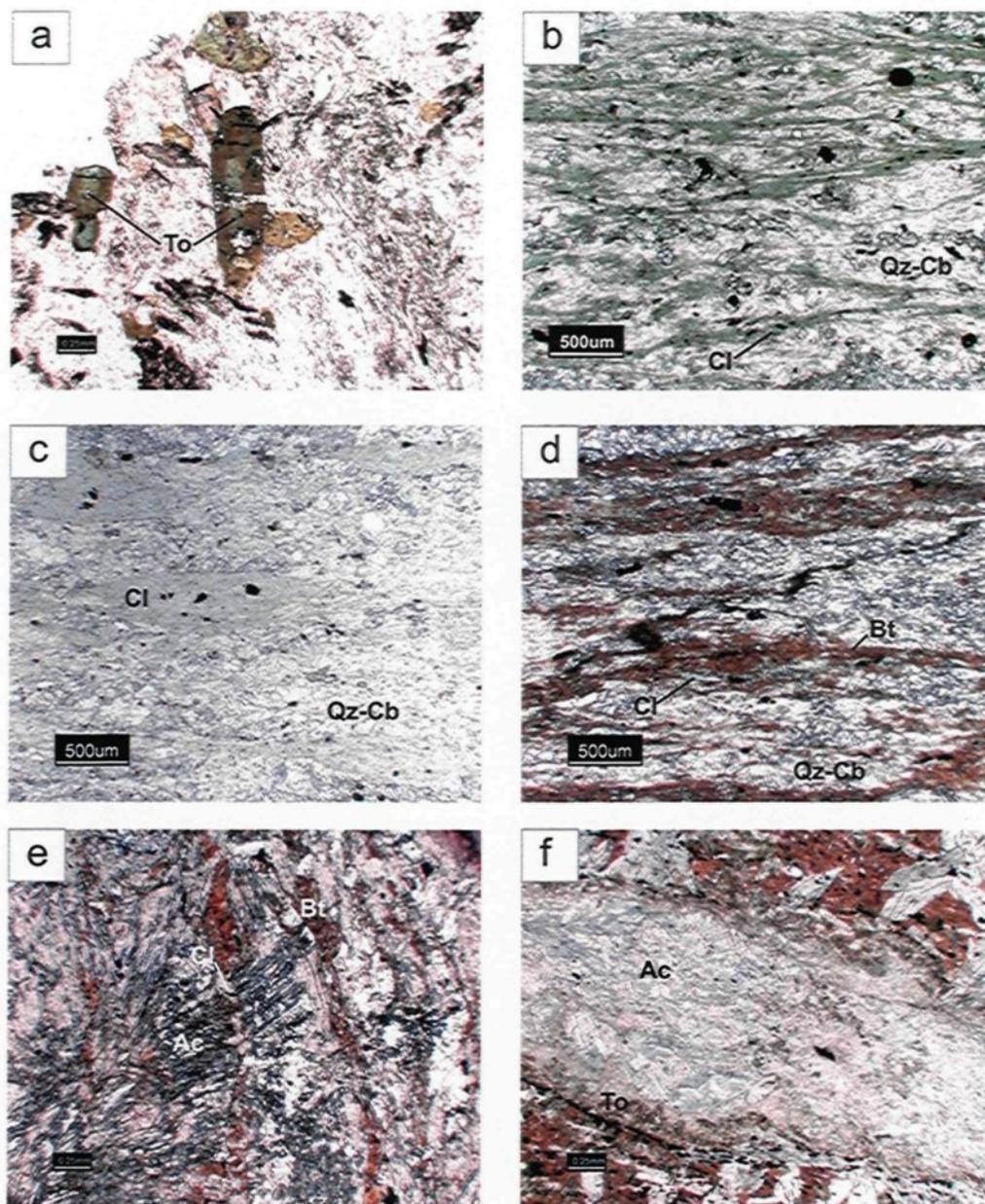


Figure 2.22: Microphotographies de la minéralogie des unités ultramafiques du Groupe de Piché. (a) cristaux de tourmaline disséminés, lame MS07-608. (b) alternance de rubans riches en chlorite-biotite et talc-carbonates, lame 61213. (c) rubans à chlorite boudinés, MS07-519. (d) alternance de rubans riches en biotite et de rubans riches en quartz et carbonates dans les zones proximales, lame MS07-525. (e) cristaux d'amphiboles dans l'unité ultramafique proximale, lame MS07-639. (f) veinules d'amphiboles en rosettes et tourmaline, lame MS07-002.

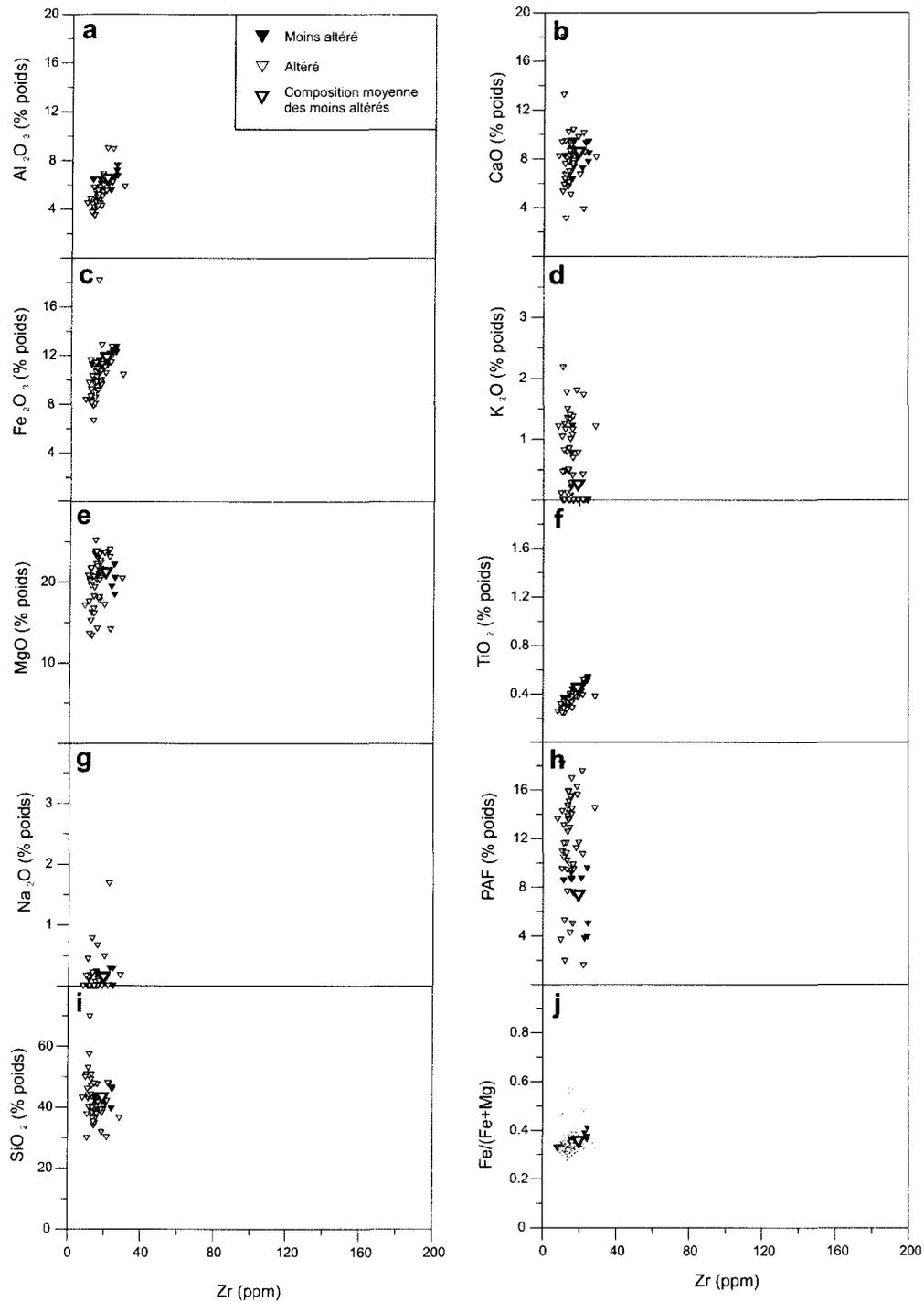


Figure 2.23: Diagramme de variations chimiques des éléments majeurs en fonction de Zr pour les roches ultramafiques du Groupe de Piché. L'échelle du Zr n'est pas optimisée afin de permettre une comparaison avec les autres diagrammes.

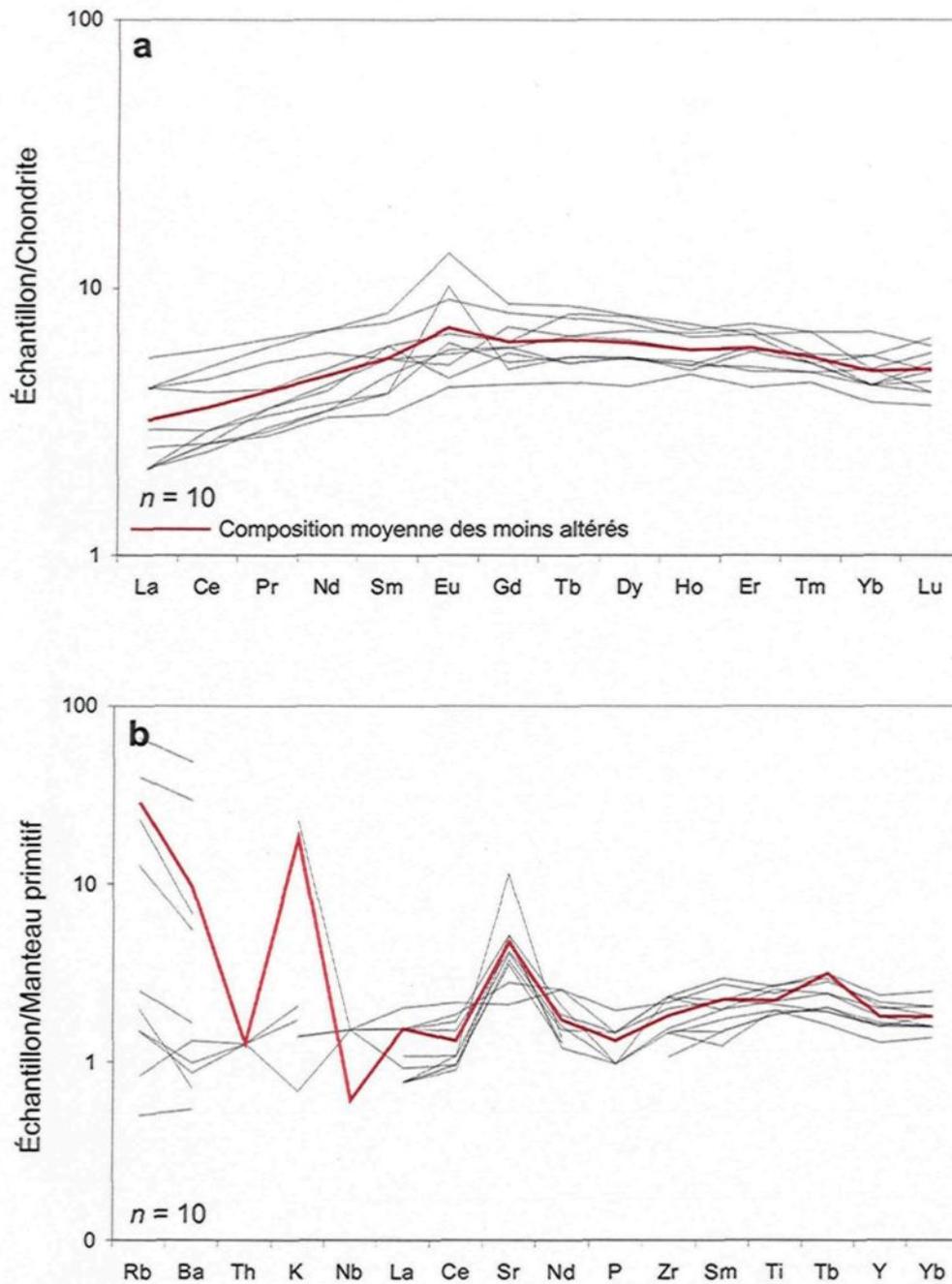


Figure 2.24: Distribution des éléments traces normalisés par rapport aux données de McDonough & Sun (1995) des roches ultramafiques du Groupe de Piché. (a) Profils de terres rares normalisés par rapport aux chondrites. (b) Profils multiéléments normalisés par rapport au manteau primitif. Les lignes de couleur rouge correspondent aux valeurs moyennes des roches ultramafiques les moins altérées.

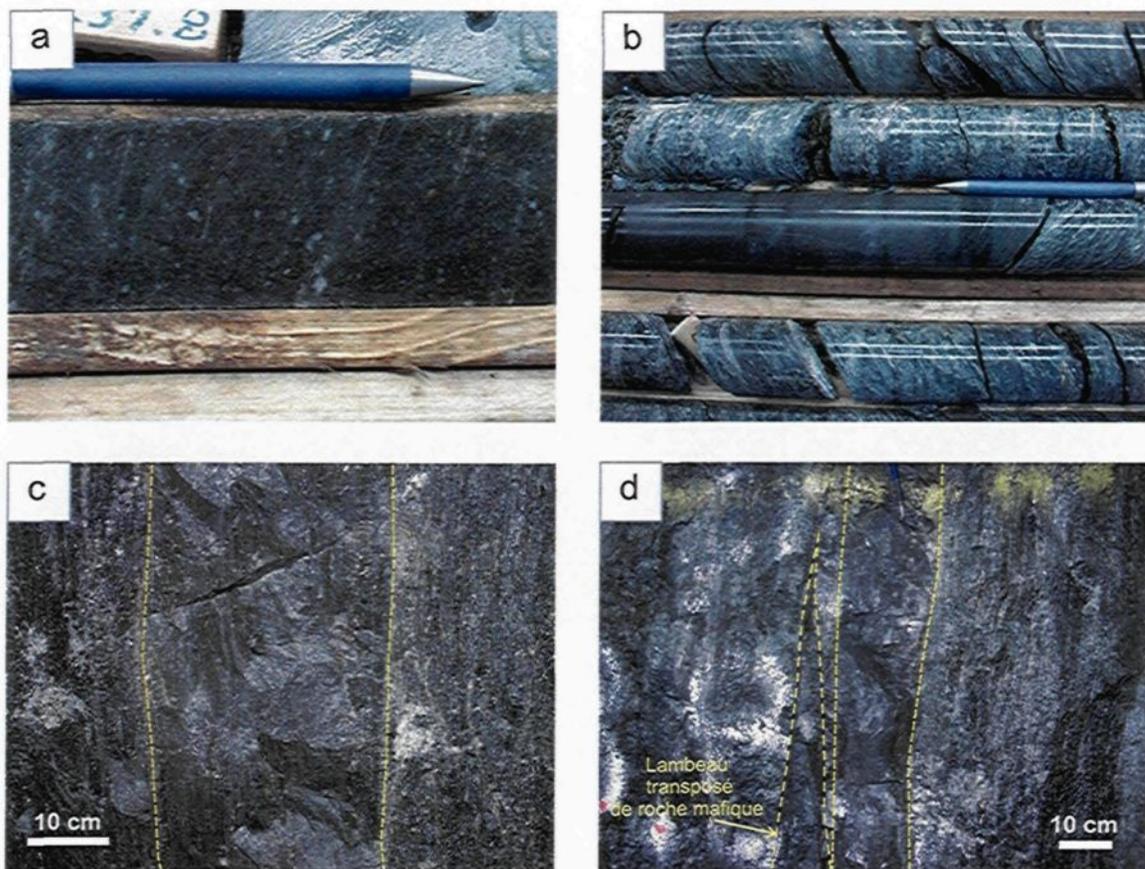


Figure 2.25: Photographies des intrusions felsiques. (a) intrusion à phénocristaux de quartz et feldspaths (QFP), forage LA06-77-8. (b) intrusion massive et aphanitique, forage LA06-77-8. (c) intrusion felsique altérée dans la zone minéralisée du niveau 69. (d) intrusion felsique altérée dans la zone minéralisée du niveau 101. La photo montre également l'effet de la transposition sur un lambeau de roche mafique.

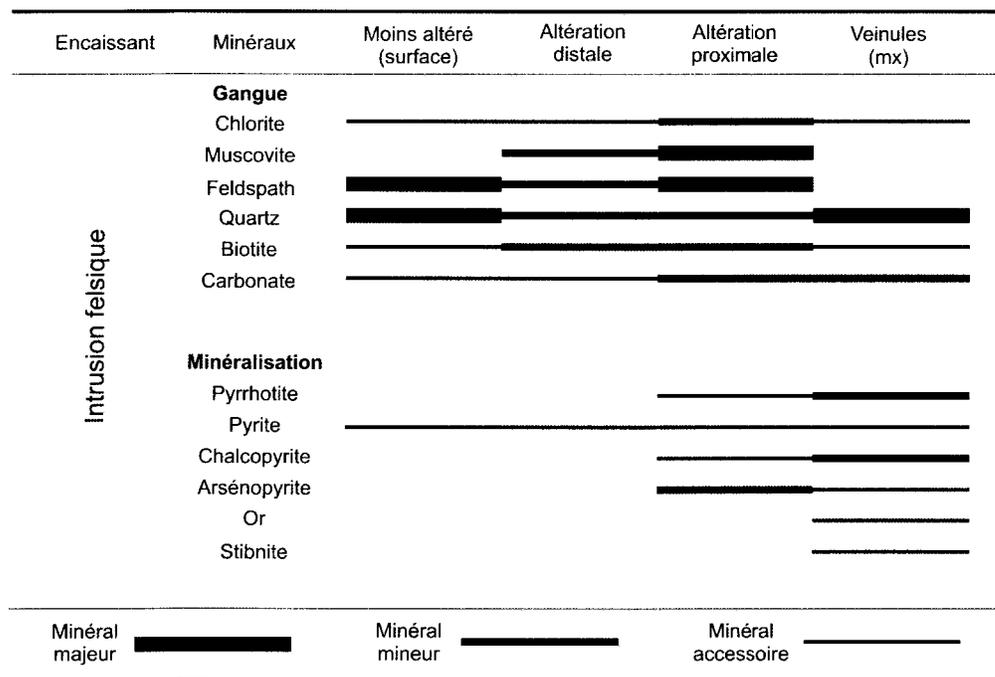


Figure 2.26: Variations minéralogiques des intrusions felsiques en fonction de la proximité de la minéralisation.

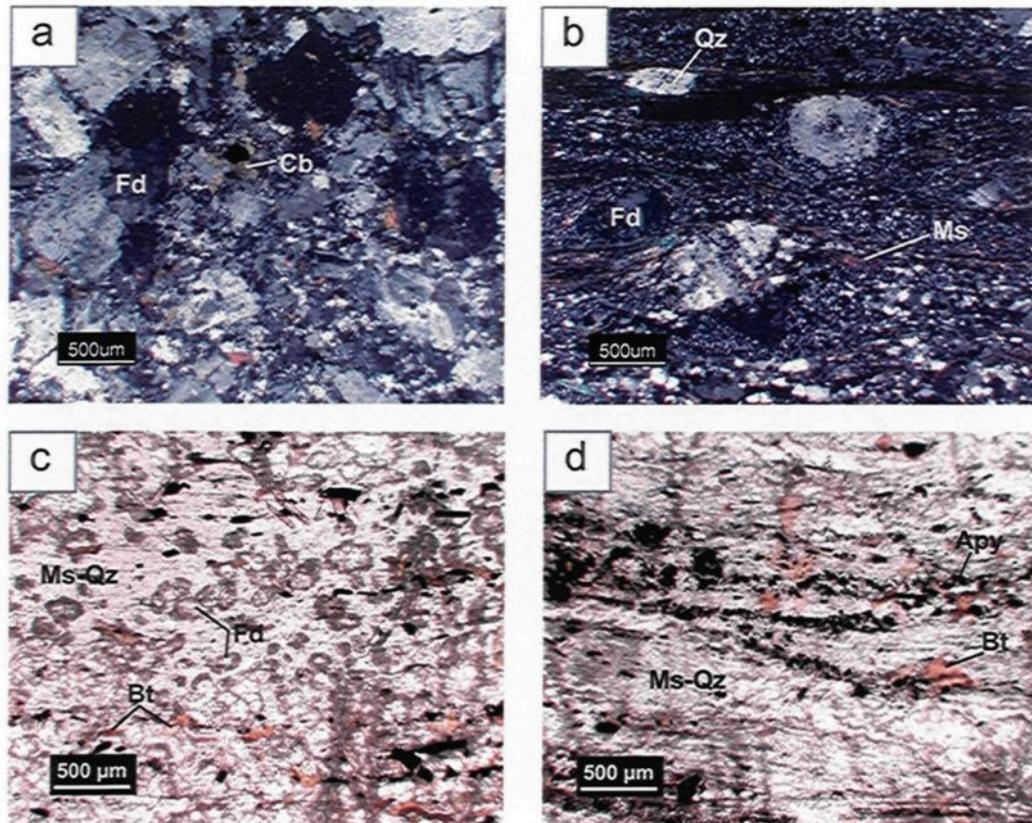


Figure 2.27: Microphotographies des intrusions felsiques. (a) aspect général d'une intrusion felsique peu altérée. (b) phénocristaux de quartz et feldspaths arrondis et déformés selon la fabrique principale. (c) intrusion altérée composée de phénocristaux de feldspaths altérés disséminés dans une matrice de muscovite et quartz. (d) biotite grossière disséminée dans l'intrusion altérée.

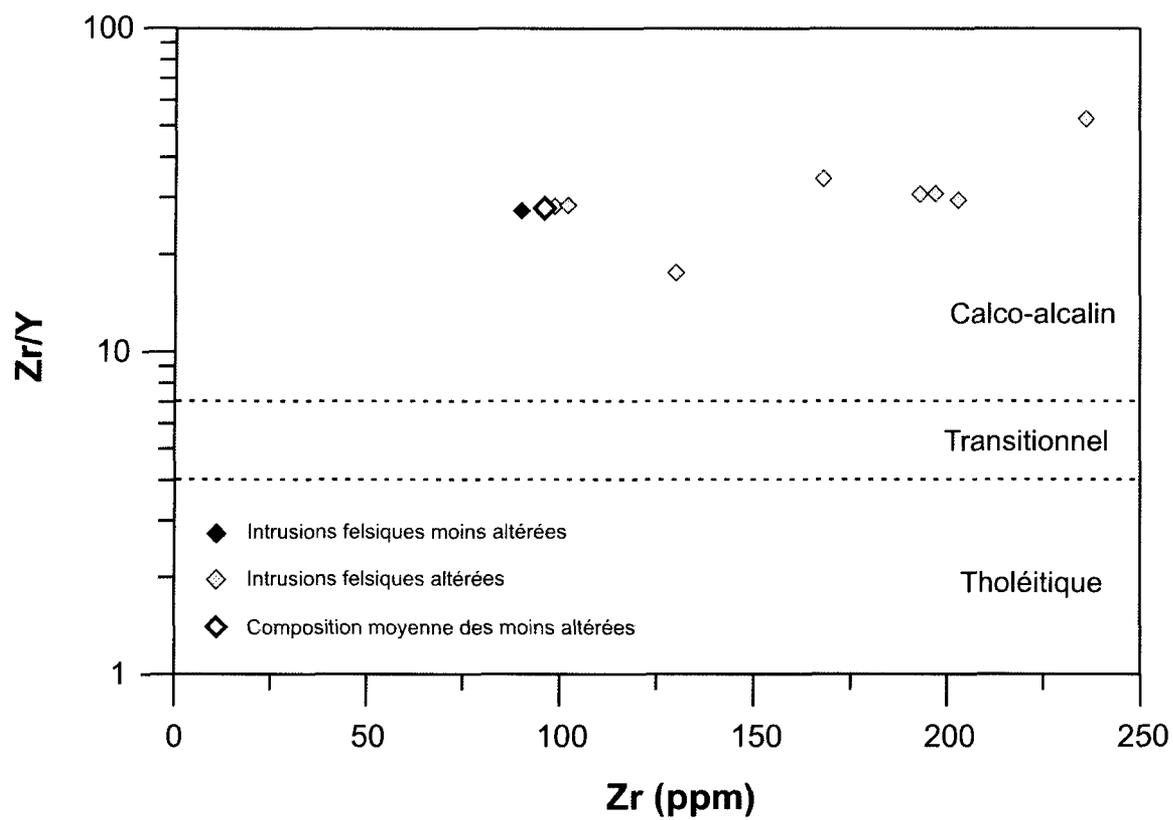


Figure 2.28: Affinité géochimique des intrusions felsiques (Pearce & Norry, 1979).

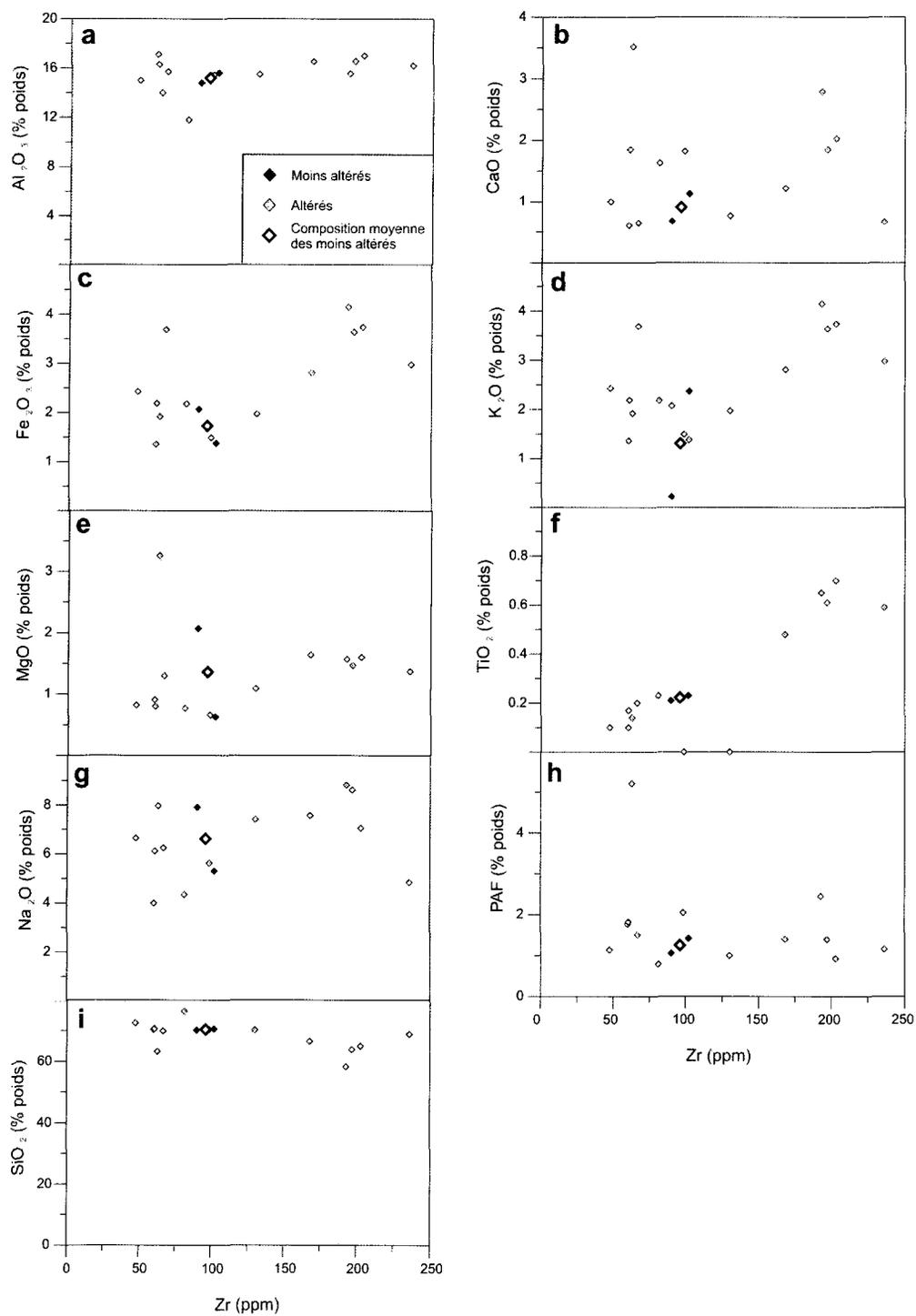


Figure 2.29: Diagramme de variations chimiques des éléments majeurs en fonction de Zr pour les roches felsiques.

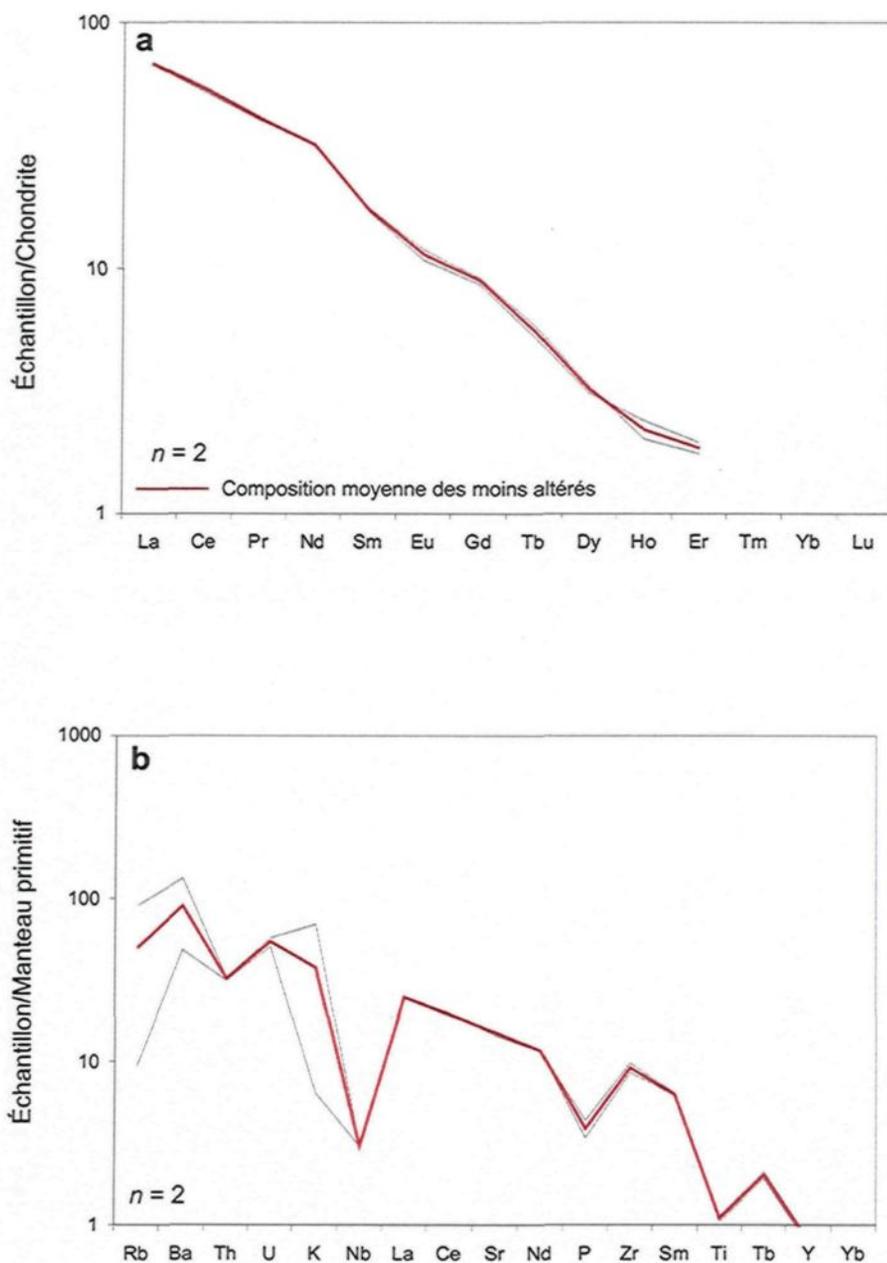


Figure 2.30: Distribution des éléments traces normalisés par rapport aux données de McDonough & Sun (1995) des roches felsiques. (a) Profils de terres rares normalisés par rapport aux chondrites. (b) Profils multiéléments normalisés par rapport au manteau primitif. Les lignes de couleur rouge correspondent aux valeurs moyennes des roches felsiques, les moins altérées.

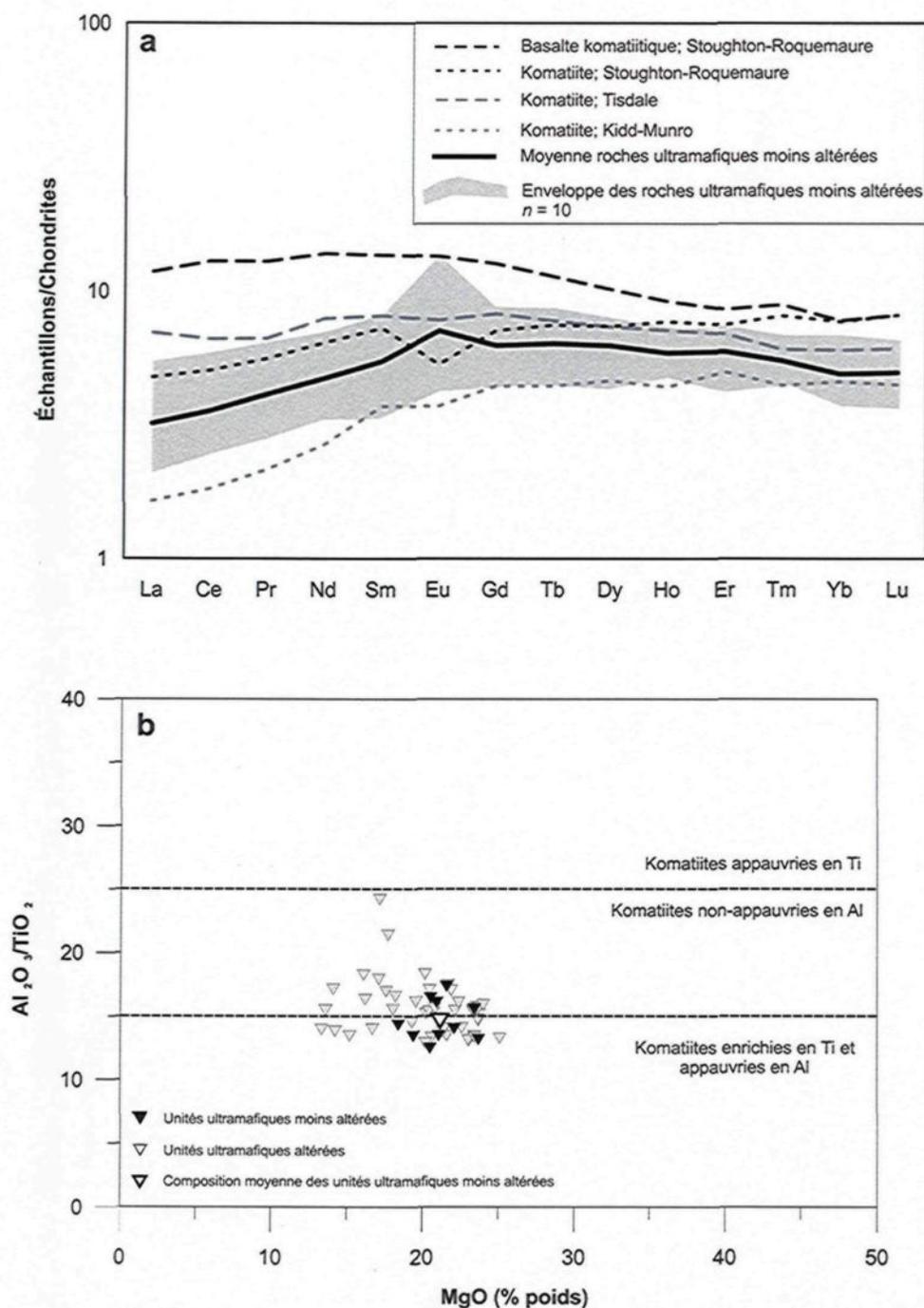


Figure 2.31: Distribution des éléments traces dans les unités ultramafiques du Groupe de Piché versus les assemblages ultramafiques de Kidd-Munro, de Tisdale (Xie et al. 1993) et de Stoughton-Roquemaure (Sproule et al. 2002). (a) profil des terres rares. (b) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ versus MgO modifiée de Sproule et al. (2002). Les données sont normalisées par rapport aux chondrites de McDonough & Sun (1995).

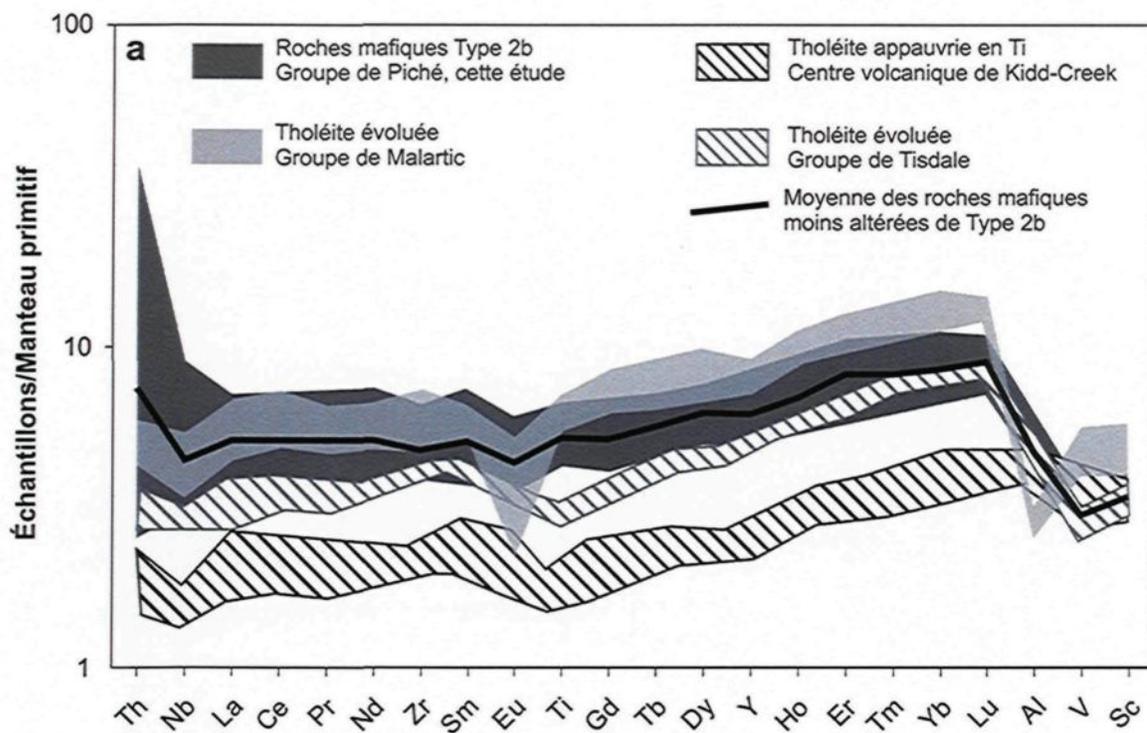


Figure 2.32: Distribution des éléments incompatibles dans les roches mafiques tholéïtiques du Groupe de Piché en comparaison avec les unités des groupes de Malartic (Wyman, 1999), Tisdale (Fan & Kerrich, 1997) et du Centre volcanique de Kidd-Creek (Brown & Jenner, 1989; Wyman et al. 1999). Les données sont normalisées par rapport au manteau primitif de McDonough & Sun (1995)

TABLEAUX DU CHAPITRE 2

Tableau 2.1: Analyses représentatives des échantillons les moins altérés pour chacun des types de roche.

	Grauwacke	Unité mafique			Unité ultramafique	Intrusion felsique
		Type 1	Type 2a	Type 2b		
Au (ppb)	4,07	< DL	< DL	17,45	37,10	< DL
SiO ₂ (% poids)	63,68	55,67	49,40	50,04	43,26	70,40
Al ₂ O ₃	15,31	14,97	13,45	15,44	6,43	15,20
CaO	2,10	5,73	8,40	6,16	8,49	0,91
MgO	3,27	5,09	6,05	7,02	21,17	1,35
Na ₂ O	3,29	3,45	3,73	3,50	0,13	6,61
K ₂ O	2,47	0,73	0,16	0,45	0,25	1,30
Fe ₂ O ₃	6,26	7,53	14,90	13,30	11,79	1,73
MnO	0,08	0,10	0,23	0,22	0,20	< DL
TiO ₂	0,57	1,13	1,25	0,73	0,45	0,22
P ₂ O ₅	0,17	0,28	0,11	0,03	< DL	0,08
Cr ₂ O ₃	0,02	< DL	< DL	< DL	0,33	< DL
PAF	1,98	4,24	2,86	2,94	7,37	1,24
Ba (ppm)	666,00	302,33	37,55	93,86	63,01	597,50
Cr	342,36	173,33	45,00	104,36	2087,00	< DL
Cu	50,43	63,67	74,00	78,45	32,60	< DL
Li	52,64	< DL	< DL	55,18	6,40	< DL
Ni	113,50	111,00	25,50	92,00	1012,70	< DL
Sc	< DL	< DL	43,00	55,27	< DL	< DL
Sr	352,21	348,67	157,50	98,63	93,02	296,50
V	114,86	161,33	292,00	245,45	147,20	< DL
Zn	82,36	89,00	99,00	85,45	50,30	43,00
Zr	133,07	187,00	63,05	50,25	19,02	95,95
As	52,12	< DL	< DL	38,17	843,10	< DL
Co	25,44	28,13	45,00	46,76	89,45	2,25
Cs	6,62	1,30	0,55	2,81	4,45	1,80
Nb	0,50	8,00	< DL	< DL	< DL	< DL
Pb	2,29	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Rb	80,58	23,63	3,50	11,64	8,63	29,80
Th	6,94	4,73	0,35	0,26	< DL	2,55
U	2,24	1,23	< DL	0,09	< DL	1,10
W	1,00	< DL	< DL	5,18	< DL	5,50
Y	14,07	23,80	25,30	26,51	7,77	3,45
Sb	9,18	< DL	< DL	3,56	5,65	< DL
La	27,10	27,27	4,75	3,33	0,50	16,15
Ce	54,37	59,73	12,65	8,55	2,19	32,60
Pr	6,69	7,65	1,87	1,30	0,30	3,78
Nd	25,37	31,80	9,30	6,40	2,16	14,55
Sm	4,69	6,53	2,95	2,05	0,64	2,55
Eu	1,24	1,63	0,99	0,67	0,32	0,64
Gd	3,99	6,34	3,83	2,81	1,25	1,77
Tb	0,55	0,87	0,69	0,56	0,03	< DL
Dy	2,83	4,66	4,61	4,19	1,54	0,79
Ho	0,53	0,89	0,99	1,03	0,15	0,00
Er	1,61	2,54	2,97	3,58	0,95	0,16
Tm	< DL	0,36	0,44	0,56	< DL	< DL
Yb	1,49	2,37	2,85	3,75	0,73	< DL
Lu	< DL	0,36	0,44	0,60	< DL	< DL
ETR	130,44	153,00	49,31	39,38	10,76	72,99
Mg/(Mg+Fe)	0,34	0,41	0,29	0,35	0,64	0,44

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau 2.2: Analyses représentatives des unités sédimentaires proximales et distales.

	Grauwacke distal		Grauwacke proximal	
	LA-100641	LA-101414	LA-101431	A-61128
Au (ppb)	< DL	31,00	18700,00	7220,00
SiO ₂ (% poids)	66,90	63,10	66,30	58,98
Al ₂ O ₃	14,60	15,30	13,60	14,05
CaO	1,51	2,21	1,87	2,50
MgO	2,62	3,50	3,06	5,50
Na ₂ O	4,08	3,72	2,23	5,03
K ₂ O	1,27	2,59	2,50	0,71
Fe ₂ O ₃	5,42	5,92	5,67	6,54
MnO	0,07	0,08	0,07	0,08
TiO ₂	0,55	0,55	0,49	0,59
P ₂ O ₅	0,16	0,20	0,12	0,15
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	2,09	0,98	1,34	3,45
Total	99,30	98,30	97,40	97,63
Ba (ppm)	408	728	437	482
Cr	160	280	340	363
Cu	< DL	70	75	42
Li	< DL	90	70	70
Ni	36	116	89	159
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	370	445	250	251
V	84	106	111	121
Zn	53	87	70	55
Zr	151	117	143	118
As	< DL	< DL	6710	500
Co	9,00	30,10	28,60	29,40
Cs	4,40	7,50	13,00	3,60
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL
Rb	44,70	92,80	101,00	17,60
Th	8,10	6,30	6,40	5,60
U	2,55	2,55	2,06	1,91
W	< DL	< DL	9,00	14,00
Y	9,50	15,20	16,70	13,40
Sb	< DL	5,90	1000	226
La	12,50	33,20	28,20	21,70
Ce	27,40	58,00	53,20	44,00
Pr	3,21	7,78	6,63	5,17
Nd	11,50	29,50	25,60	20,00
Sm	2,30	5,10	4,20	3,80
Eu	0,67	1,23	1,11	1,07
Gd	1,84	4,32	3,79	3,32
Tb	< DL	0,53	0,50	0,48
Dy	1,68	2,65	2,85	2,63
Ho	0,33	0,48	0,49	0,53
Er	1,10	1,54	1,61	1,58
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	1,10	1,40	1,60	1,40
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL
ETR	63,63	145,73	129,78	105,68
Mg/(Mg+Fe)	0,33	0,37	0,35	0,46

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau 2.3: Analyses représentatives des unités mafiques proximales et distales.

	Type 1	Type 2a	Type 2b	
	Distal LA-100624	Distal A-61006	Distal LA-100613	Proximal A-61166
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	60600
SiO ₂ (% poids)	55,70	48,58	50,20	60,18
Al ₂ O ₃	15,50	12,89	15,20	8,84
CaO	5,06	7,14	7,44	3,96
MgO	5,30	5,46	6,84	8,15
Na ₂ O	4,26	1,49	2,63	3,21
K ₂ O	1,13	1,39	0,19	0,22
Fe ₂ O ₃	6,78	17,71	12,90	7,97
MnO	0,11	0,24	0,21	0,12
TiO ₂	1,15	2,16	0,71	0,53
P ₂ O ₅	0,28	0,19	< DL	< DL
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	0,08
PAF	4,51	2,05	3,38	2,45
Total	99,80	99,31	99,70	95,74
Ba (ppm)	288	206	96	47,20
Cr	160	71	140	464
Cu	63	0	91	77
Li	< DL	< DL	< DL	< DL
Ni	89	44	133	202
Sc	< DL	42	52	< DL
Sr	430	160	51	98,30
V	150	493	235	132
Zn	91	127	96	32
Zr	189	105	48	36,40
As	< DL	< DL	< DL	13170
Co	27	48	46	35,60
Cs	4	8	1	2
Nb	7	< DL	< DL	< DL
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL
Rb	40	37	4	6,10
Th	5	1	< DL	< DL
U	1	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	30
Y	24	40	26	12,80
Sb	< DL	< DL	6	17,20
La	26,5	7,4	3,3	1,60
Ce	58,5	19,9	8,2	4,30
Pr	7,7	3,0	1,2	0,65
Nd	31,8	14,9	6,4	3,40
Sm	6,3	5,3	1,9	1,00
Eu	1,6	1,7	0,6	0,34
Gd	6,1	6,6	2,9	1,50
Tb	0,9	1,2	0,5	0,32
Dy	4,6	7,8	4,0	2,10
Ho	0,9	1,7	0,9	0,52
Er	2,5	5,5	3,1	1,77
Tm	0,4	0,7	0,5	< DL
Yb	2,3	4,8	3,5	1,50
Lu	0,4	0,6	0,6	< DL
ETR	150,4	81,0	37,7	19,00
Mg/(Mg+Fe)	0,44	0,24	0,35	0,51

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau 2.4: Analyses représentatives des unités ultramafiques du secteur Lapa, en comparaison avec d'autres unités ultramafiques des sous-provinces de l'Abitibi et du Pontiac.

	Secteur Lapa		Canton Munro <i>Xie et al. (1993)</i>	Komatiite Abitibi <i>Barnes (1985)</i>	Amphibolite Groupe 1 <i>Camiré et al. (1993)</i>
	distal LA-100506	proximale LA-101426			
Au (ppb)	< DL	1790			
SiO ₂ (% poids)	36,70	38,90	43,80	46,00	48,50
Al ₂ O ₃	5,03	5,99	5,75	6,52	6,58
CaO	7,56	8,63	5,84	5,89	7,54
MgO	23,00	17,70	28,30	29,70	24,88
Na ₂ O	< DL	< DL	0,24	0,11	0,06
K ₂ O	0,64	1,37	0,10	0,09	0,05
Fe ₂ O ₃	10,60	9,51	10,40	11,79	12,10
MnO	0,19	0,18	0,17	0,18	0,16
TiO ₂	0,36	0,28	0,33	0,34	0,40
P ₂ O ₅	< DL	< DL	0,03	0,03	0,04
Cr ₂ O ₃	0,31	0,30			
PAF	15,20	15,50	5,30		5,19
Total	99,80	98,40			
Ba (ppm)	126	165			21,00
Cr	1740	1780		2809	2863
Cu	< DL	62,00			
Li	< DL	70,00			
Ni	1130	856		1703	1156
Sc	< DL	< DL	22,69		26,00
Sr	158,00	259,00		21,00	44,00
V	111,00	145,00			
Zn	56,00	74,00			
Zr	17,40	16,00	13,13	14,00	19,00
As	< DL	860			
Co	88,80	80,80			
Cs	14,70	15,70			
Nb	< DL	< DL	0,47		2,00
Pb	< DL	< DL			
Rb	24,30	48,00		4,00	3,00
Th	< DL	< DL	0,17		0,20
U	< DL	< DL			
W	< DL	7,00			
Y	7,00	7,90	6,26	8,00	10,00
Sb	< DL	44,60			
La	0,80	0,80	0,33	0,70	0,30
Ce	2,30	1,90	1,02	2,00	0,80
Pr	0,38	0,34	0,19		
Nd	2,00	1,70	1,08		0,90
Sm	0,80	0,70	0,47	0,70	0,60
Eu	0,32	< DL	0,20	0,27	0,26
Gd	1,07	0,98	1,12		
Tb	< DL	0,00	0,15	0,19	0,16
Dy	1,23	1,29	1,11		
Ho	< DL	< DL	0,24		0,27
Er	0,73	0,82	0,74		
Tm	< DL	< DL	0,11		
Yb	< DL	0,80	0,72	0,90	0,73
Lu	< DL	< DL	0,10	0,15	0,11
ETR	9,63	9,33	7,58	4,91	4,13
Mg/(Mg+Fe)	0,68	0,65	0,73	0,72	0,67

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau 2.5: Analyses représentatives des intrusions felsiques.

	Distal		Proximale	
	LA-100527	LA-100604	A-61011	A-61059
Au (ppb)	< DL	< DL	4450	954
SiO ₂ (% poids)	70,60	72,50	63,91	66,58
Al ₂ O ₃	15,60	15,00	16,56	16,53
CaO	1,13	1,00	1,85	1,22
MgO	0,63	0,82	1,47	1,64
Na ₂ O	5,31	6,65	8,62	7,57
K ₂ O	2,37	0,49	0,69	0,89
Fe ₂ O ₃	1,38	2,43	3,64	2,81
MnO	< DL	< DL	< DL	< DL
TiO ₂	0,23	0,10	0,61	0,48
P ₂ O ₅	0,09	< DL	0,24	< DL
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	1,42	1,14	1,40	1,40
Total	98,90	100,20	99,05	99,21
Ba (ppm)	876	108	387	899
Cr	< DL	< DL	120	146
Cu	< DL	< DL	< DL	< DL
Li	< DL	< DL	< DL	< DL
Ni	< DL	< DL	< DL	46,00
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	286	409	272	312
V	< DL	< DL	48,00	54,00
Zn	44,00	42,00	94,00	< DL
Zr	102,00	47,30	197	168
As	< DL	< DL	934	176
Co	< DL	3,90	7,80	6,30
Cs	1,70	0,70	3,60	2,20
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL
Pb	< DL	38,00	< DL	< DL
Rb	54,00	15,20	13,10	18,70
Th	2,60	1,90	8,10	6,30
U	1,16	0,33	2,04	1,81
W	11,00	< DL	17,00	26,00
Y	3,60	3,60	6,40	4,90
Sb	< DL	< DL	< DL	< DL
La	16,30	8,50	57,30	45,50
Ce	33,40	14,00	120,00	94,20
Pr	3,85	1,56	15,10	11,80
Nd	14,50	5,50	58,40	44,10
Sm	2,60	0,80	10,00	7,50
Eu	0,67	< DL	2,24	1,83
Gd	1,82	0,83	6,57	5,00
Tb	< DL	< DL	0,71	0,50
Dy	0,82	0,60	2,08	1,49
Ho	< DL	< DL	< DL	0,00
Er	< DL	0,33	0,48	0,36
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	< DL	< DL	< DL	< DL
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL
ETR	73,96	32,12	272,88	212,28
Mg/(Mg+Fe)	0,31	0,25	0,29	0,37

< DL = en-dessous de la limite de détection

CHAPITRE 3

CONTEXTE STRUCTURAL ET HISTOIRE DE LA DÉFORMATION

3.1 Introduction

Comme le gisement Lapa est situé au sein de la ZFCLL, c'est-à-dire une zone ayant subi plusieurs épisodes de déformation, l'étude des événements structuraux est révélateur quant à leur contrôle sur la mise en place de la minéralisation aurifère. Cette démarche est essentielle afin de déterminer les régimes de contraintes ayant affecté les roches encaissantes. Ces régimes de contraintes seront corrélés ultérieurement avec les différents régimes tectoniques reconnus le long de la ZFCLL, incluant la tectonique en compression, la formation de zones de cisaillement ductile et la tectonique de décrochement.

Le présent chapitre est consacré à la définition des éléments structuraux observés dans le secteur de la mine Lapa (section 3.2) en séparant les éléments exposés sur les affleurements en surface de ceux présents en forage et dans la mine. Les éléments sont, par la suite, comparés et intégrés dans un modèle global de déformation du gisement Lapa (section 3.3). Enfin, les relations chronologiques entre les éléments structuraux, l'altération, le métamorphisme et la minéralisation seront discutées à la section 6.3 du Chapitre 6.

3.2 Contexte structural du secteur de la mine Lapa

La figure 3.1 présente le secteur cartographié pendant l'étude structurale. Afin de mieux représenter les données structurales, le secteur a été subdivisé en 4 domaines structuraux dont les limites correspondent à un changement d'attitude et/ou d'intensité de la fabrique planaire principale (figure 3.1). En effet, la déformation, dans ce secteur est

hétérogène et se manifeste par des couloirs plus déformés, dépendamment de la nature de l'encaissant. Cette démarche permet de faciliter la description des différents éléments structuraux. Les domaines structuraux sont les suivants:

1. **Domaine A:** roches du Groupe de Cadillac situées au nord de la ZFCLL.
2. **Domaine B:** roches du Groupe de Cadillac situées à l'est de la ZFCLL.
3. **Domaine C:** roches du Groupe de Pontiac situées dans la partie sud-ouest du secteur à l'étude.
4. **Domaine ZFCLL:** roches matérialisant la ZFCLL, comprenant les unités hôtes des zones minéralisées, soit le Groupe de Piché.

Le domaine ZFCLL représente un couloir d'intense déformation ductile. La caractérisation de la déformation dans ce domaine a été effectuée à partir de données structurales recueillies majoritairement dans la partie ouest du gisement. Au moment de la cueillette des données, le développement minier sous-terrain était concentré dans cette partie de la mine. Le domaine ZFCLL comprend les structures observées dans la mine et dans les carottes de forage. Les domaines A, B et C sont traités ensemble puisque les structures ont été étudiées surtout sur les affleurements de surface. De plus, malgré les variations d'orientation, les structures présentes dans les trois domaines sont similaires.

La nomenclature des éléments structuraux, soulignant leur chronologie relative, est désignée comme S_p , S_{p+1} , P_p , etc. La comparaison et les liens entre les différents domaines étudiés sont discutés dans la section 3.3.1.

3.2.1 Structures planaires et linéaires

3.2.1.1 Domaines A, B et C

Trois principales structures planaires sont observées dans les affleurements de ces domaines structuraux, soit S_0 , S_p et S_{p+1} . Tout d'abord, les indicateurs de stratification primaire, dans le secteur de la mine Lapa, se résument à la présence de litage dans les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac. Les évidences de polarité stratigraphique proviennent donc essentiellement d'empreintes de charge (figure 3.2a) et de structures de

granoclasement normal (figure 3.2b) tel qu'observé ailleurs dans le camp de Cadillac par Trudel et al. (1992). De plus, la stratification est identifiée à l'aide des niveaux de formations de fer et/ou de conglomérats du Groupe de Cadillac qui peuvent être utilisés comme des horizons repères. La surface stratigraphique S_0 , à plusieurs endroits sur le terrain, s'exprime par des contacts lithologiques se parallélisant à la fabrique planaire principale S_p .

La fabrique planaire dominante en affleurement est la schistosité pénétrante S_p (figure 3.2c) montrant un pendage subvertical à dominance vers le nord. Cette fabrique correspond à une schistosité de flux dont l'attitude varie de manière notable selon le domaine d'observation. Sur le terrain, elle se matérialise par:

1. un plan de débit millimétrique donné par l'alignement préférentiel des phyllosilicates (biotite, chlorite, muscovite);
2. un plan d'aplatissement apparent des clastes mafiques et felsiques dans les conglomérats (figure 3.2d);
3. la présence d'indicateurs de cisaillement (inclusions rigides asymétriques, porphyroblastes) enregistrant une texture mylonitique dans les conglomérats;
4. l'aplatissement des fragments de quartz et feldspath dans les grauwackes, et
5. la présence de clastes felsiques illustrant des formes asymétriques dextres dans le conglomérat (figure 3.3a).

La figure 3.1 illustre la distribution stéréographique des données S_p amassées sur le terrain et séparées selon leur domaine d'appartenance. Dans le domaine A, le plan moyen de S_p est orienté E-O ($P_m = 084/89$). Dans le domaine B, il est orienté NO-SE ($P_m = 314/88$). Dans le domaine C, il s'oriente ONO-ESE ($P_m = 111/90$). Ces variations dans l'orientation des plans moyens sont similaires au changement d'orientation de la ZFCLL. Les variations sont également illustrées par la carte de trajectoire de la schistosité principale de la figure 3.1.

Une linéation d'étirement plongeant abruptement (~ 82 degrés) essentiellement vers le nord-ouest et, par endroits vers le nord-est est contenue dans le plan S_p (figure 3.4a). De plus, une linéation subhorizontale a été mesurée aux épontes de veines de quartz orientées

E-O et NE-SO (figure 3.4a). Les linéations subhorizontales présentent une plongée vers le sud-est et le sud (figure 3.4a). L'étirement très prononcé des clastes du conglomérat matérialise bien la linéation subverticale (figure 3.3b).

La fabrique planaire S_{p+1} est non pénétrante affectant seulement quelques parties des roches encaissantes. Par conséquent, cette fabrique est définie comme un clivage de crénulation se superposant à la schistosité de flux S_p . Le clivage s'observe de façon oblique par rapport aux surfaces parallèles S_0 et S_p (10° - 20°) et est représenté surtout par un alignement de fragments de veinules de quartz (figure 3.3c) dans les grauwackes et les conglomérats.

La surface S_{p+1} est reconnue majoritairement au sein du domaine A tandis que seulement quelques mesures ont été prises dans les domaines B et C. Son orientation passe de NE-SO ($P_m = 248/89$) dans le domaine A, à NO-SE ($P_m = 108/88$) dans le domaine B et revenant à NE-SO ($P_m = 238/85$) dans le domaine C (figure 3.5). Les données recueillies dans le domaine B sont très disparates et irrégulières. Cette fabrique montre un pendage subvertical à vertical orienté vers le nord-ouest dans les domaines A et C, contrairement au domaine B où il pente vers le sud-ouest (figure 3.5). Enfin, des linéations d'intersection formées par le recoupement entre les fabriques S_p et S_{p+1} plongent abruptement vers l'est (77 - 90° ; figures 3.3d et 3.4b). Ces linéations sont très rarement observées sur le terrain. La majorité a été calculée à l'aide d'un stéréonet en utilisant les attitudes de S_p et S_{p+1} mesurées sur un même affleurement.

3.2.1.2 Domaine ZFCLL

Deux structures planaires ont été identifiées au sein du domaine ZFCLL: S_p et S_{p+1} . Étant donné l'intensité de la déformation dans le domaine ZFCLL, le litage primaire se confond avec la schistosité principale S_p . La zone de faille se caractérise par une intensification de la schistosité principale et par une forte transposition des lithologies parallèlement à sa direction générale. La figure 3.6 présente la variation de l'intensité de la schistosité principale (S_p) dans les diverses unités du secteur de la mine Lapa, soit les grauwackes du Groupe de Cadillac ainsi que les roches mafiques et ultramafiques du

Groupe de Piché. Les zones où la déformation est plus intense sont caractérisées par l'isolement de « lambeaux » moins déformés et donc plus compétents et discontinus de roches mafiques et d'intrusions felsiques à l'intérieur des unités ultramafiques peu compétentes fortement altérées (figure 3.7). À l'échelle microscopique, l'isolement de lithons ou « lambeaux » est également dénoté (figure 3.6). Ceux-ci s'orientent parallèlement à la schistosité dominante S_p (figure 3.7). Au sein des roches ultramafiques, cette schistosité définit des couloirs de déformation intenses et anastomosés, englobant ces lambeaux légèrement moins cisailés de laves mafiques, de grauwackes et d'intrusions felsiques (figure 3.7).

La schistosité principale S_p varie texturalement selon la lithologie affectée, à savoir:

1. un plan d'aplatissement à l'intérieur des laves mafiques;
2. un rubanement compositionnel notamment marqué par des bandes de chlorite et/ou biotite alternant avec des bandes de carbonates-talc-quartz dans les schistes ultramafiques (figure 3.8a);
3. la présence d'indicateurs de cisaillement associés à une texture mylonitique dans les schistes ultramafiques (e.g. bandes de cisaillement; figure 3.8b), et
4. un aplatissement des phénocristaux de quartz et feldspath dans les intrusions felsiques.

Les contacts lithologiques sont généralement nets, mais il est commun d'observer des zones de répétition lithologique dans les carottes de forage plutôt qu'un seul contact. Par exemple, une répétition des grauwackes et des schistes ultramafiques à biotite-chlorite-quartz est développée le long du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché et se matérialise comme des niveaux décimétriques de grauwackes dans le schiste ultramafique (figure 3.8c). Le contact Cadillac-Piché est soit parallèle à la schistosité S_p ou légèrement oblique par rapport à celle-ci (figure 3.7). Les fragments de roches plus compétentes dispersés dans le schiste s'orientent selon la fabrique S_p (figure 3.7). Un clivage S_{p+1} est également observé de façon oblique à la fabrique S_p . La préservation de quelques secteurs moins cisailés dans la ZFCLL est caractéristique d'une déformation hétérogène et anastomosée.

La figure 3.9 illustre la distribution stéréographique des données structurales amassées dans la mine et divisées en deux secteurs où les mesures structurales ont été recueillies, soit: 1) les niveaux supérieurs du niveau 69 (690 m de profondeur) au niveau 80 (800 m de profondeur; figure 3.9a), et 2) les niveaux inférieurs du niveau 101 (1 010 m de profondeur) au niveau 128 (1 280 m de profondeur; figure 3.9b). Cette figure montre également la représentation du contact entre le Groupe de Cadillac et du Piché par rapport à la profondeur. Des changements dans l'orientation du contact et dans la relation angulaire entre le contact (S_0) et la schistosité principale S_p sont observés avec la profondeur (figure 3.9). En effet, les niveaux supérieurs montrent un S_p orienté principalement E-O ($P_m = 271/83$) et à pendage principalement vers le nord. Les niveaux inférieurs sont caractérisés par un S_p moyen NE-SO à pendage vers le SE ($P_m = 069/88$; figure 3.9). Le contact S_0 est à angle avec S_p dans les niveaux supérieurs tandis que ces deux structures sont parallèles dans les niveaux inférieurs.

Des linéations d'étirement, surtout subverticales et quelques-unes subhorizontales, ont été dénotées au sein des unités encaissantes de la minéralisation. Les lambeaux de veines de quartz en forme de cigare (figure 3.8d) et la fermeture en « flammes » des fragments de lithologies plus compétentes (basaltes, grauwackes, intrusions felsiques; figure 3.7) dans les schistes ultramafiques, indiquent un étirement vertical prononcé. Enfin, une vue en coupe du gisement appuie l'effet d'un fort étirement avec des zones minéralisées et des unités lithologiques en forme de cigare marquées par un fort allongement vertical (figure 3.10).

Dans la mine, l'intensité de la déformation, laquelle est marquée par une forte transposition selon la fabrique principale S_p , rend très difficile l'observation d'autres éléments structuraux. Dans ce domaine, un clivage S_{p+1} est observé avec un angle d'environ 15-20° avec S_p (figure 3.7). Ces structures sont matérialisées, entre autres, par des fragments de veinules de quartz orientées parallèlement à celles-ci (figures 3.7). D'autres structures à angle avec S_p semblent produire de la crénulation sur la S_p et possiblement sur S_{p+1} . Ce clivage tardif est interprété comme étant des bandes de cisaillement (Type C') ou des ECC (figure 3.8b; « *Extensional crenulation cleavage* » : Platt & Vissers, 1980). Le

terme « bandes de cisaillement » est favorisé puisqu'il s'agit d'un terme non génétique (Passchier & Trouw, 1998). Cet élément structural est désigné C_{p+2} . Ces bandes de cisaillement C_{p+2} sont orientées grossièrement NO-SE et sont caractérisées par une relation horaire avec S_p contrairement à S_{p+1} qui montre une relation anti-horaire avec S_p .

3.2.2 *Plissement et transposition*

3.2.2.1 Domaines A, B et C

Les types de pli observés en affleurement dans les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et de Pontiac ont été nommés: P_p et P_{p+1} . En surface, les horizons repères que sont les formations de fer et les conglomérats permettent de tracer les plis de type P_p affectant la stratification S_0 . La génération de plissement P_p forme des plis serrés et isoclinaux qui possèdent des plans axiaux parallèle à S_p (figure 3.11a). Ces plis sont caractérisés par un axe plongeant à la verticale.

La schistosité S_p est également plissée par des plis asymétriques P_{p+1} (figure 3.5). En effet, d'après la figure 3.1 qui illustre la trajectoire de la schistosité principale, la S_p est affectée par un plissement de type P_{p+1} . De plus, le plan de schistosité S_p est également affecté par des plis asymétriques métriques et décimétriques en forme « Z » (figure 3.11b) et de « M » (figure 3.11c). Les plis en forme de « M » sont observés seulement dans le domaine structural B.

3.2.2.2 Domaine ZFCLL

Le contact entre les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et les roches du Groupe du Piché est affecté par une intense transposition formant des plis asymétriques en forme de « Z » (figure 3.12) et, localement, en « S » le long du contact. Ils ont surtout été observés à des profondeurs inférieures à 1 km. En effet, il est possible à l'aide des cartographies souterraines de relier une charnière de pli reconnue aux niveaux 69, 77 et 80 (figure 3.13). Une plongée d'environ 60 degrés vers le nord-ouest a été estimée. Ces plis non cylindriques d'envergure décimétrique à métrique sont définis comme des plis P_p

puisque, généralement, leur plan axial est coplanaire avec la schistosité S_p et avec l'orientation des lambeaux d'unités compétentes dans le schiste ultramafique (figures 3.7 et 3.12). Par ailleurs, aucune schistosité plissée n'a été observée en association avec les plis P_p . Cependant, aucune évidence de litage primaire n'a été observée dans ce domaine. La stratification primaire à proximité de la ZFCLL, est supposée comme étant parallèle à la fabrique dominante S_p à partir des observations sur le terrain. Enfin, ces plis sont développés à l'échelle des galeries souterraines (figures 3.7 et 3.12), des carottes de forage (figure 3.11d) et à l'échelle microscopique (figure 3.11e).

3.2.3 Veines et veinules

3.2.3.1 Domaines A, B et C.

Les veines et veinules du secteur Lapa représentent d'importants marqueurs de déformation. Les unités sédimentaires des domaines étudiés contiennent une multitude de veines et veinules surtout composées de quartz. Aucune de ces veines et des veinules observées sur les affleurements de surface ne sont associées à la minéralisation. Trois principaux types de veines et veinules sont observés en affleurement, et désignés: V_{ased} , V_{bsed} et V_{csed} . Les deux premiers types s'orientent parallèlement à la fabrique principale S_p (V_{ased} ; figure 3.14a) et au clivage de crénulation S_{p+1} (V_{bsed} ; figure 3.14b), respectivement. Les veines V_{ased} sont boudinées localement (figure 3.14c) et affectées par le plissement P_{p+1} . Celles-ci forment, par endroits, des plis asymétriques en « Z » et en « M » (figure 3.14d). Les veines V_{bsed} montrent également des évidences de plissement.

Enfin, le troisième type de veines et veinules consiste en des veines de quartz décimétriques et en des veinules de calcite tardives recoupant les unités sédimentaires. Ces dernières ne sont pas affectées par une déformation subséquente. Celles-ci créent, par endroits de légers décalages à rejet centimétrique à décimétrique (figure 3.14e). Les veinules de calcite montrent des épaisseurs millimétriques ainsi qu'un pendage généralement abrupt (70-90°). Le stéréogramme de la figure 3.15 présente les fractures et

les veines relevées sur le terrain, où deux familles de fractures ont été identifiées. De plus, celles-ci ont été observées de façon conjuguée sur les affleurements (figure 3.14f). Les dykes de diabase d'âge protérozoïque, comme celui recoupant la propriété Lapa, matérialisent également ce système de fractures, avec une orientation NE-SO (figure 3.1).

3.2.3.2 Domaine ZFCLL

Les veines et les veinules observées dans ce domaine structural sont surtout concentrées le long et à proximité du contact entre les lithologies à compétence contrastée. Il s'agit par exemple du contact entre les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et les schistes ultramafiques du Groupe de Piché, ou entre les lithons mafiques et les schistes ultramafiques du Groupe de Piché. Les veines sont toutes déformées et généralement transposées selon les différentes structures planaires observées dans ce domaine. Un effort de distinction a été effectué afin de circonscrire les veines directement reliées à la minéralisation aurifère.

Les veinules observées dans ce domaine sont généralement aurifères. Au moins, quatre types de veinules ont été dénotés au niveau de la ZFCLL: V_{avolc} , V_{bvolc} , V_{evolc} et V_{dvolc} . Le premier type consiste en des veinules, d'épaisseur millimétrique à centimétrique, composées surtout de quartz de couleur gris bleuté et de carbonates (p.ex., dolomite et calcite). Ces veinules sont fortement démembrées et plissées (V_{avolc} ; figure 3.16a) et généralement orientées parallèlement à S_p . De plus, des charnières de plis isolées matérialisées par les veinules V_{avolc} , sont également présentes. Elles comportent des épontes fortement altérées en biotite \pm muscovite et sont associées à des disséminations d'arsénopyrite \pm pyrrhotite aurifères. Les veinules de quartz forment des plis asymétriques en « Z », par endroits, possédant une trace axiale parallèle à l'orientation du clivage S_{p+1} (ex: niveau 80; figures 3.7 et 3.8d).

Le second type de veine (V_{bvolc}) présente une épaisseur centimétrique à décimétrique et est orienté généralement à angle avec la fabrique S_p ($\sim 15-20^\circ$) et, par conséquent, parallèle au clivage S_{p+1} (figure 3.16b).

Le troisième type de veine V_{volc} recoupe les veines et veinules V_{avolc} et V_{bvolc} . Celles-ci sont composées de quartz blanc à gris bleuté et contiennent localement des grains d'or visibles et de la stibnite disséminée. Ces veines sont moins déformées et plus continues latéralement que les veines décrites précédemment.

Enfin, le quatrième type de veine s'apparente à des fractures tardives remplies de calcite (V_{dvolc}). Une famille de ces fractures est orientée NE-SO tandis qu'une deuxième famille est plutôt orientée NO-SE, similairement à celles mesurées en surface. D'autres structures tardives à plus faible pendage (15-50°) ont été observées au sein de la mine (figure 3.16c). Ces deux types de structure créent de légers décalages centimétriques à décimétriques (figure 3.16d).

3.3 Synthèse et discussion préliminaire

Des éléments structuraux ont été relevés en affleurement et sous-terre dans l'environnement du gisement Lapa. Bien que dans l'ensemble les observations faites en surface sont compatibles avec celles faites sous terre, certaines différences ont été notées, ce qui suggère que la déformation se matérialise de façon différente selon les secteurs. Le but de la présente section est de présenter une synthèse des principales phases de déformation ayant conduit à la géométrie actuelle du secteur Lapa, ceci en reliant les structures observées en surface et sous-terre (section 3.2).

3.3.1 Interprétation des éléments structuraux

D'après les observations décrites précédemment, les roches volcaniques (e.g. mafiques et ultramafiques) et sédimentaires du secteur Lapa exhibent des évidences d'une déformation progressive polyphasée. En effet, au moins trois incréments de déformation peuvent être reliés aux événements structuraux du secteur de Lapa: deux événements de déformation ductile (D_1 , D_2) et un événement de déformation fragile (D_3). Le tableau 3.1 incorpore les éléments structuraux, observés en surface (p.ex., domaines A, B et C) et dans la mine (p.ex., domaine ZFCLL), dans le but de définir une nomenclature propre à chacun des incréments de déformation. Les différentes fabriques structurales sont désignées

globalement, S_1 , S_2 , L_1 , etc., selon les relations chronologiques établies précédemment (tableau 3.1). Cette nomenclature sera utilisée dans le reste de la thèse pour désigner les fabriques planaires et les linéations.

3.3.1.1 Événement de déformation D_1

L'incrément de déformation D_1 est caractérisé par le développement d'une intense foliation pénétrative S_1 (figure 3.17). En s'approchant de la ZFCLL, cette foliation devient mylonitique lorsqu'elle se développe à l'intérieur des roches ultramafiques. L'intensité de la déformation permet également une parallélisation et une transposition des lithologies du Groupe de Piché selon S_1 , à l'intérieur de la ZFCLL (figures 3.7 et 3.12). La transposition des lithologies du Groupe de Piché indique que celles-ci étaient, à l'origine, possiblement orientées à angle avec les unités de Groupe de Cadillac. Une linéation d'étirement subverticale L_ϵ se développe dans le plan de la fabrique S_1 , exprimant la dominance de la composante verticale sur le mouvement (figures 3.3b, 3.6, 3.10).

Les plis asymétriques P_p retrouvés le long du contact Cadillac-Piché, sont interprétés comme étant formés par glissement, impliquant une composante en cisaillement (Nicolas, 1984; Daigneault, 1991). Ces plis sont donc interprétés comme des plis d'entraînement due à l'effet de S_1 , le long d'un plan de glissement. Spécifiquement, les zones de cisaillement matérialisées par les schistes ultramafiques à chlorite-talc pourraient agir comme des plans de glissement favorables à la formation de ces plis. L'observation selon laquelle S_1 soit une schistosité de plan axial aux plis d'entraînement implique que les plans de stratification des grauwackes du Groupe de Cadillac et des unités mafiques-ultramafiques du Groupe de Piché étaient à angle par rapport à S_1 . Par conséquent, ces plis d'entraînement ont été générés par une composante de cisaillement sur S_1 . Ceux-ci s'apparentent aux plis mineurs P_{1a} reconnus dans le camp de Cadillac (tableau 1.3; Trudel et al. 1992) et formés au contact entre des lithologies à caractères rhéologiques contrastés (voir section 1.4.2.2).

Les veines V_1 et V_{1a} sont interprétées comme s'étant mises en place tardivement dans la chronologie de l'événement D_1 (tableau 3.1). Les veines V_1 , abondamment

concentrées dans le Groupe de Cadillac, ne sont pas minéralisées. Cependant, les veines V_{1a} , localisées dans la ZFCLL, sont directement associées à de la minéralisation aurifère. Ces veines parallèles à S_1 , sont interprétées comme étant affectées par S_1 et/ou comme s'étant injectées dans la schistosité S_1 , possiblement lors d'une délamination de la fabrique. En effet, la présence des veines V_1 et V_{1a} à faible angle avec S_1 suggère qu'au moins une partie de ces veines étaient initialement obliques à S_1 . Ce phénomène peut être expliqué par le fait que pendant la déformation D_1 , celles-ci ont subi une rotation afin d'atteindre un parallélisme avec S_1 et ont par la suite été progressivement boudinées (figures 3.7, 3.8c, 3.12 et 3.13c). Les charnières de pli de veines isolées observées dans la ZFCLL sont définies comme étant des veines de type V_{1a} .

La schistosité à pendage subvertical S_1 et sa linéation d'étirement L_ϵ plongeant abruptement représentent les effets d'un raccourcissement ainsi qu'un allongement subvertical. Cependant, l'obliquité entre la schistosité principale S_1 orientée, dans le domaine A, 084N et la ZFCLL orientée, dans à la limite sud de ce domaine, à peu près 100N (figure 3.1) pourrait matérialiser les relations entre un plan S et un plan C pouvant s'interpréter comme une évidence de décrochement dextre. La présence des plis asymétriques, essentiellement en «Z», le long du contact Cadillac-Piché est également compatible avec un décrochement dextre s'étant probablement amorcé pendant D_1 (figures 3.7 et 3.12) et poursuivi progressivement pendant D_2 . Enfin, la forme sigmoïde asymétrique en «S» de certains clastes felsiques dans les conglomérats (figure 3.3a) est interprétée comme des objets rigides ayant moins subi la rotation que la matrice ductile. Ce type de rotation de S_1 , est interprété par Robert (1989), comme représentant un incrément de cisaillement coulissant dextre.

En résumé, pendant l'événement de déformation D_1 , les unités du secteur Lapa, localisées à proximité et à l'intérieur de la ZFCLL ont probablement été affectées par un raccourcissement accompagné par une élongation subverticale et associé localement à l'amorce de mouvements en décrochement dextre.

3.3.1.2 Événement de déformation D₂

L'événement de déformation D₂ est marqué par le développement des plis asymétriques en « Z » d'envergure kilométrique, P₂, accompagnés par un clivage de crénulation S₂ (tableau 3.1). La génération de plis P₂ est reconnue dans le secteur Lapa par la déviation de la schistosité S₁ à l'échelle de la propriété (figure 3.1). Celle-ci est interprétée comme un plissement affectant la schistosité dominante S₁. Ce pli est relié à la génération de plis P₂ du camp de Cadillac (tableau 1.3; Trudel et al. 1992), interprétée comme étant le résultat d'un cisaillement dextre progressif (voir section 1.4.2.2). La déviation de l'orientation de la ZFCLL observée dans le secteur de la mine Lapa est donc interprétée comme reliée à l'événement D₂.

Les bandes de cisaillement C₂ sont présentes dans des parties marquées par une déformation intense (figure 3.8b). Ces structures sont produites après le développement de S₁. Les bandes de cisaillement de type C' dans les roches anisotropes sont produites lors d'un raccourcissement normal par rapport à, ou une extension parallèle à, une foliation pré-existante (Platt & Vissers, 1980). Les veines V₂ et V_{2b} sont reliées à l'événement de déformation D₂. Les veines V₂ sont injectées dans les plans du clivage S₂ en affleurement. Ces veines, généralement stériles, pourraient être le produit d'une l'exsudation de quartz provenant des roches sédimentaires (e.g. Pecher, 1979; Jessel et al. 1994; Jolivet, 1998; Wangen & Munz, 2004) plutôt que de l'activité hydrothermale à laquelle les veines minéralisées sont associées. De plus, l'absence de sulfures au sein de ces veines et d'altération aux épontes appuie l'hypothèse d'une origine métamorphique. Les veines aurifères V_{2b} ont été reliées à l'événement D₂ mais semblent s'être mise en place tardivement par rapport à cet épisode puisqu'elles recoupent les autres veines. Étant donné que la phase de déformation D₂ est dominée par la formation d'un important pli régional asymétrique en « Z », les lithologies ont probablement été affectées par une composante coulissante dextre dominante reliée à un mouvement le long de la ZFCLL.

Enfin, l'événement de déformation fragile D₃ n'a qu'une faible influence sur la géométrie interne des assemblages encaissants et sur les contrôles structuraux, des zones

minéralisées. Cependant, les structures caractérisant cet épisode (tableau 3.1) sont reliées à de légers décalages mineurs.

FIGURES DU CHAPITRE 3

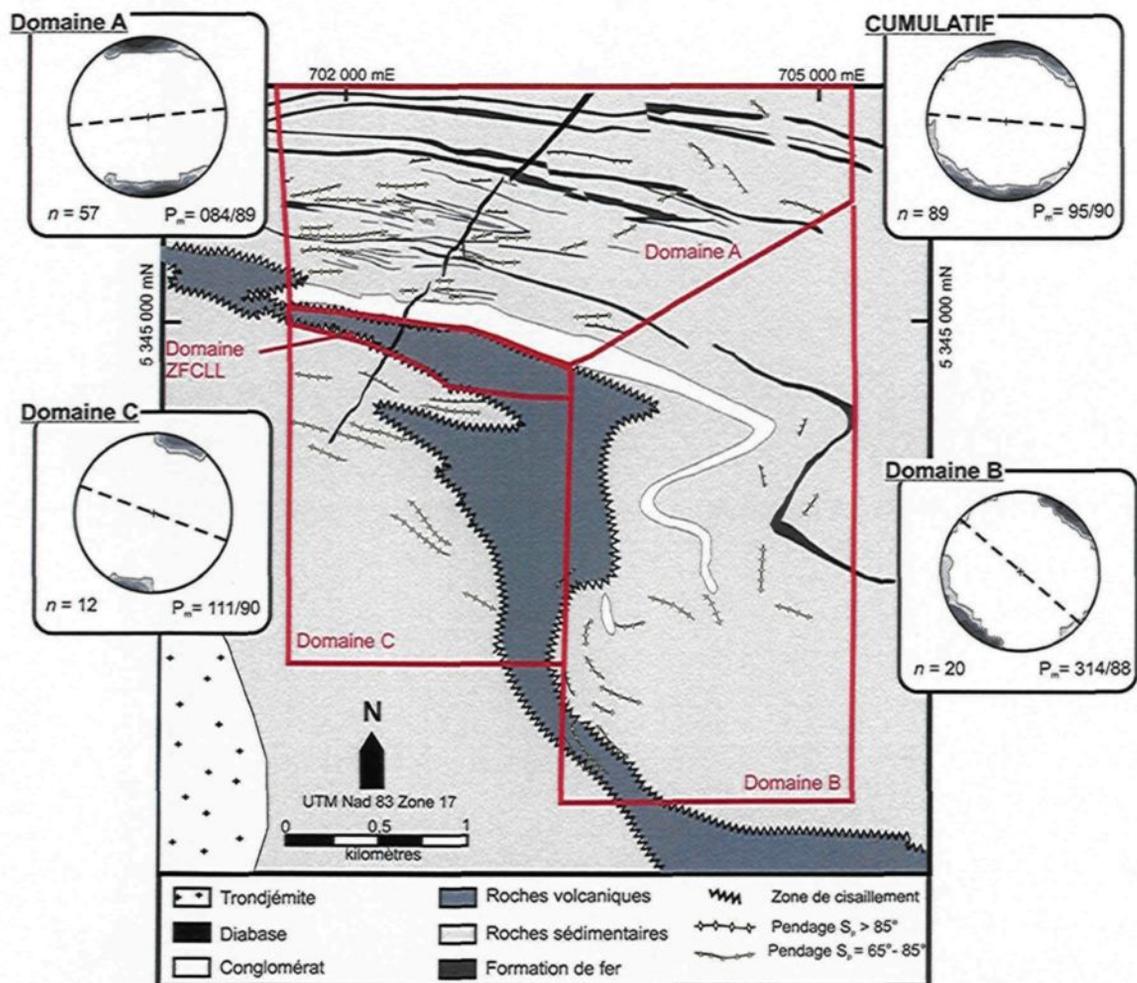


Figure 3.1 : Trajectoire de la fabrique principale S_p, secteur de la mine Lapa, accompagnée par la délimitation des domaines structuraux. Les projections stéréographiques (Type Schmidt) des mesures de S_p selon les domaines A, B et C sont également présentées.

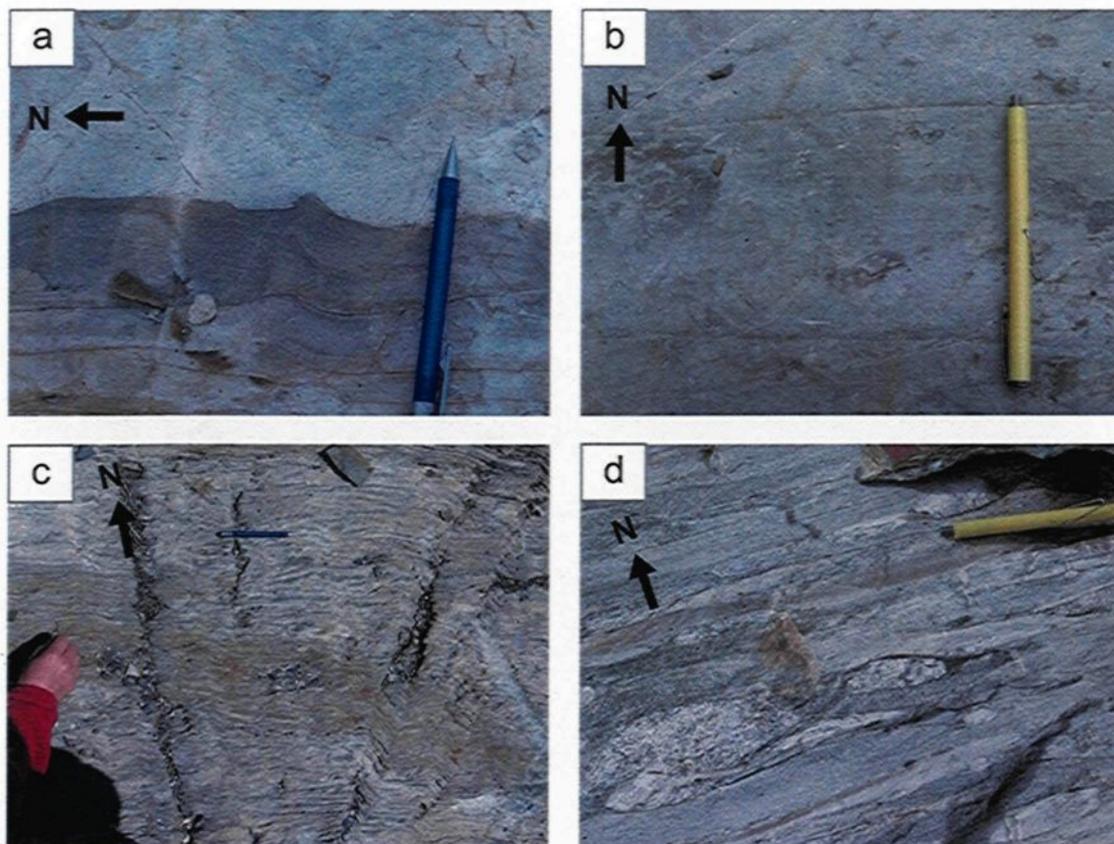


Figure 3.2: Photographies de relations structurales sur affleurement. (a) empreinte de charge dans unité sédimentaire, Domaine B. (b) granoclassement dans un grauwaacke du Groupe de Cadillac, Domaine A. (c) fabrique principale pénétrative en affleurement, Domaine A. (d) clastes mafiques et felsiques aplatis dans le conglomérat, Domaine A.

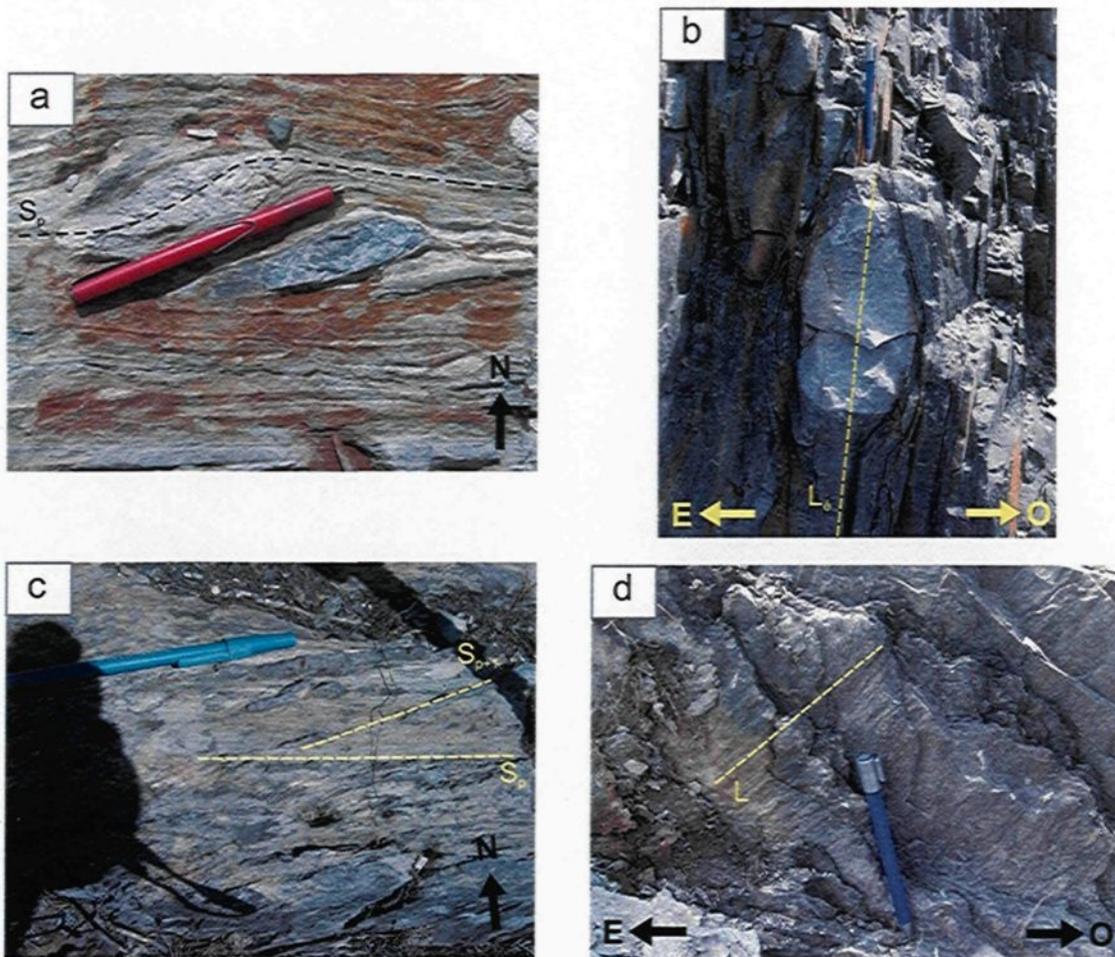


Figure 3.3: Photographies de relations structurales en affleurement. (a) clastes felsiques asymétriques et allongées dans le conglomérat, Domaine A. Plan XY. (b) claste felsique de conglomérat étiré verticalement, matérialisant la linéation d'étirement, domaine A. Plan XZ. (c) fragments de veinules de quartz alignés selon S_{p+1} . Plan XY. (d) linéation d'intersection entre S_p et S_{p+1} dans les unités sédimentaires, Domaine B. Plan XZ.

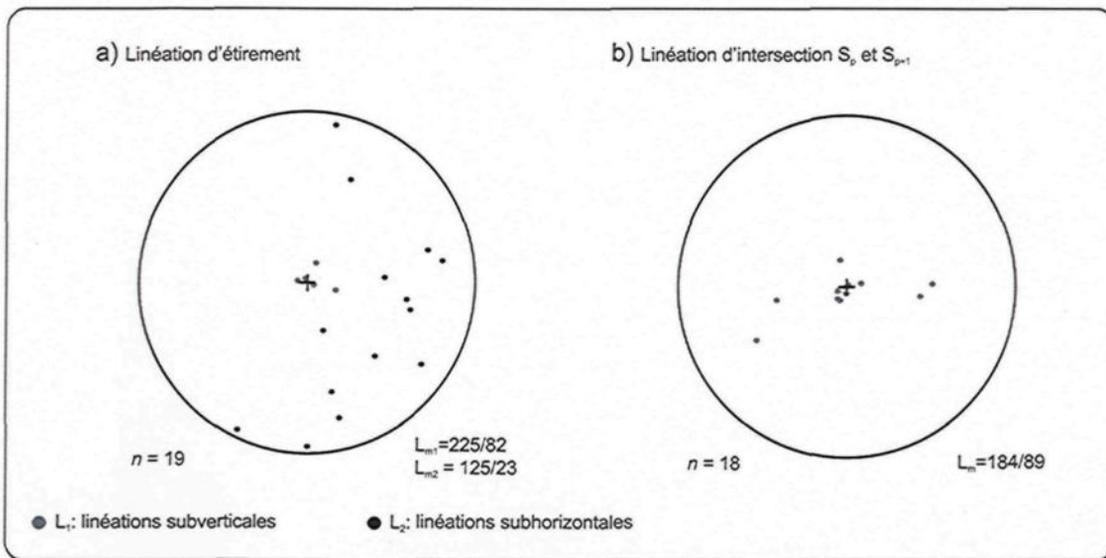


Figure 3.4: Projections stéréographiques des linéations des domaines structuraux A, B et C. (a) projection des linéations d'étirement subverticales mesurées dans le plan S_p (L_1) et des linéations d'étirement subhorizontales mesurées aux épontes des veines de quartz orientées E-O et NE-SO (L_2). (b) projection des linéations d'intersection entre S_p et S_{p+1} .

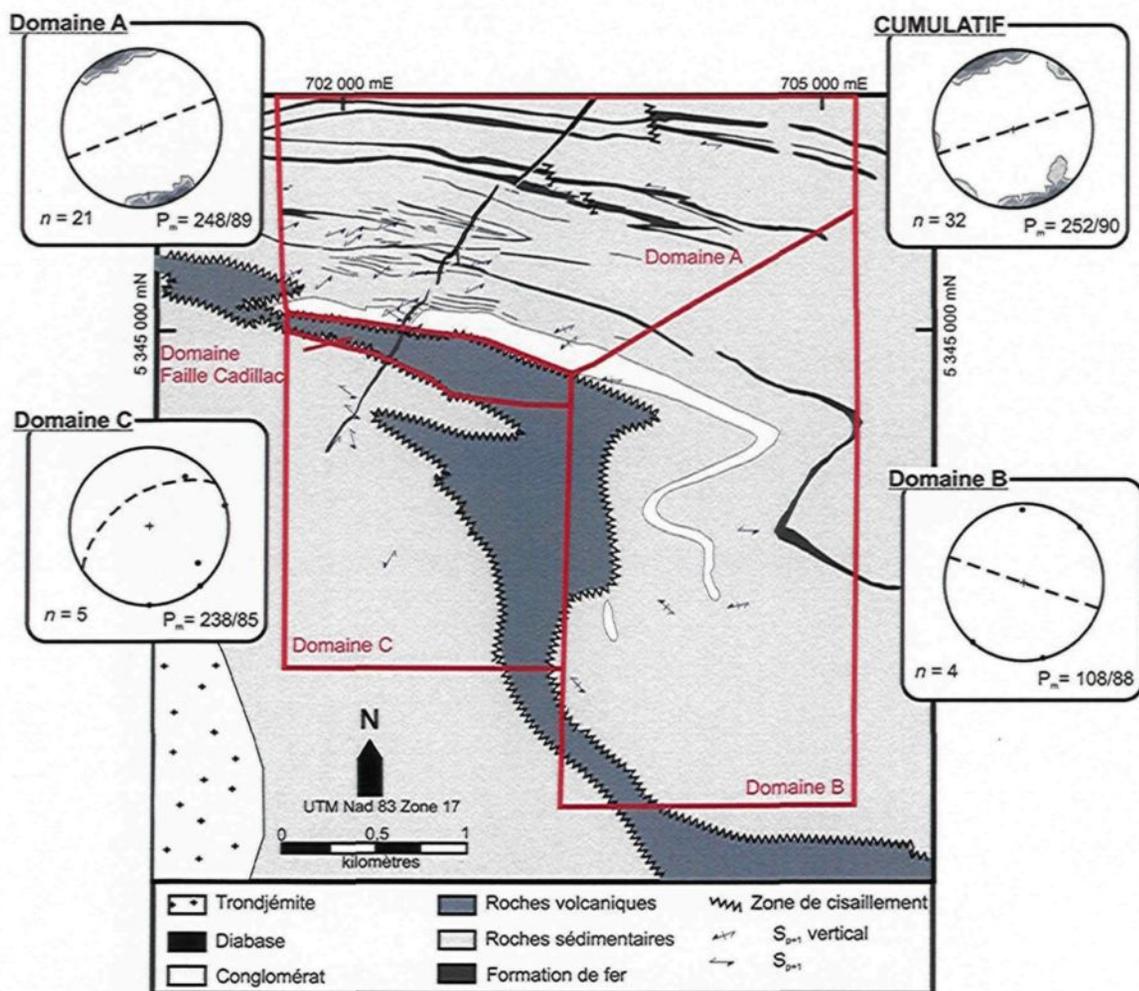


Figure 3.5 : Projections stéréographiques de S_{p+1} dans les domaines A, B et C.

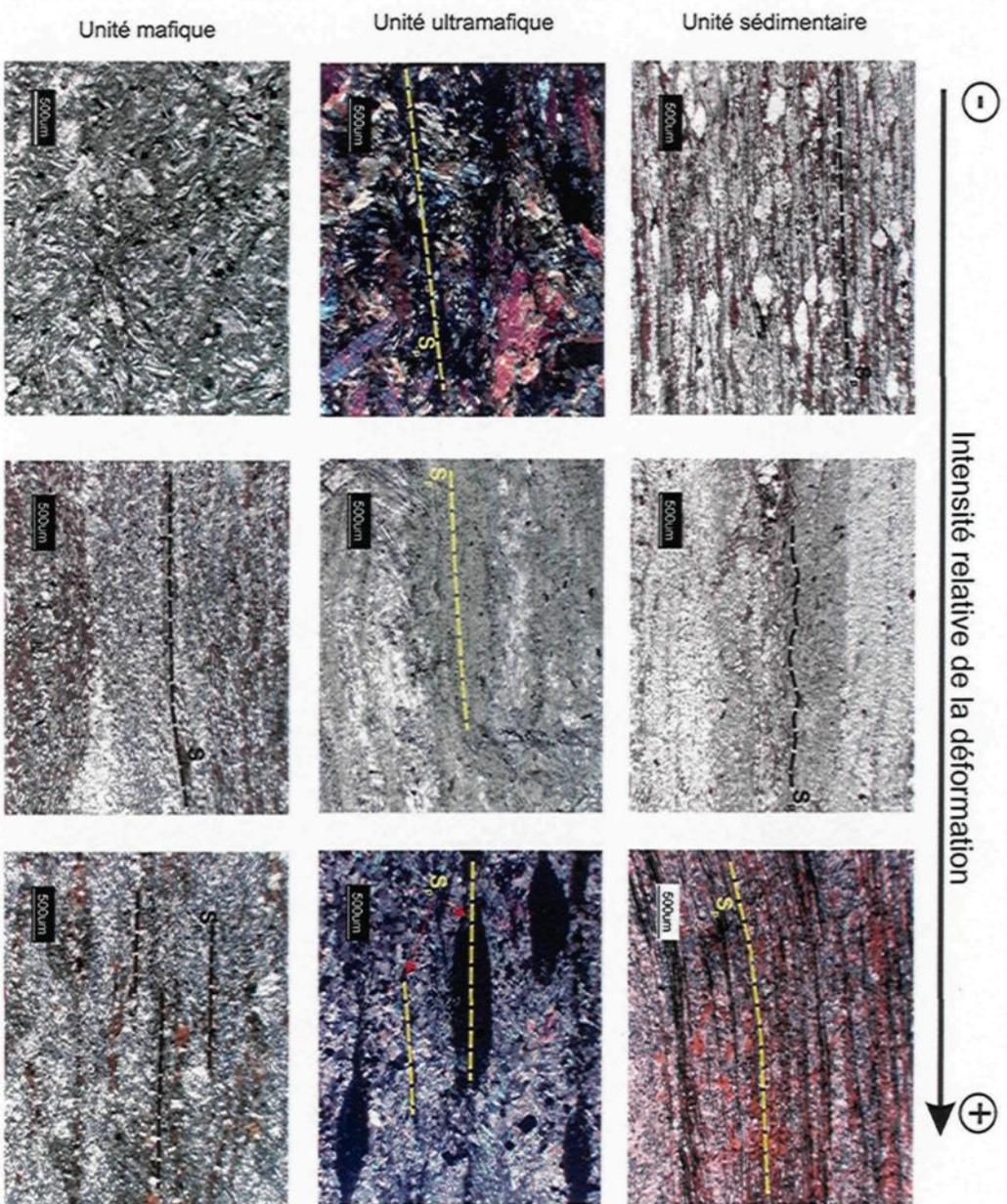


Figure 3.6: Variation de l'intensité de l'imprégnation de la fabrique principale selon le type de roche.

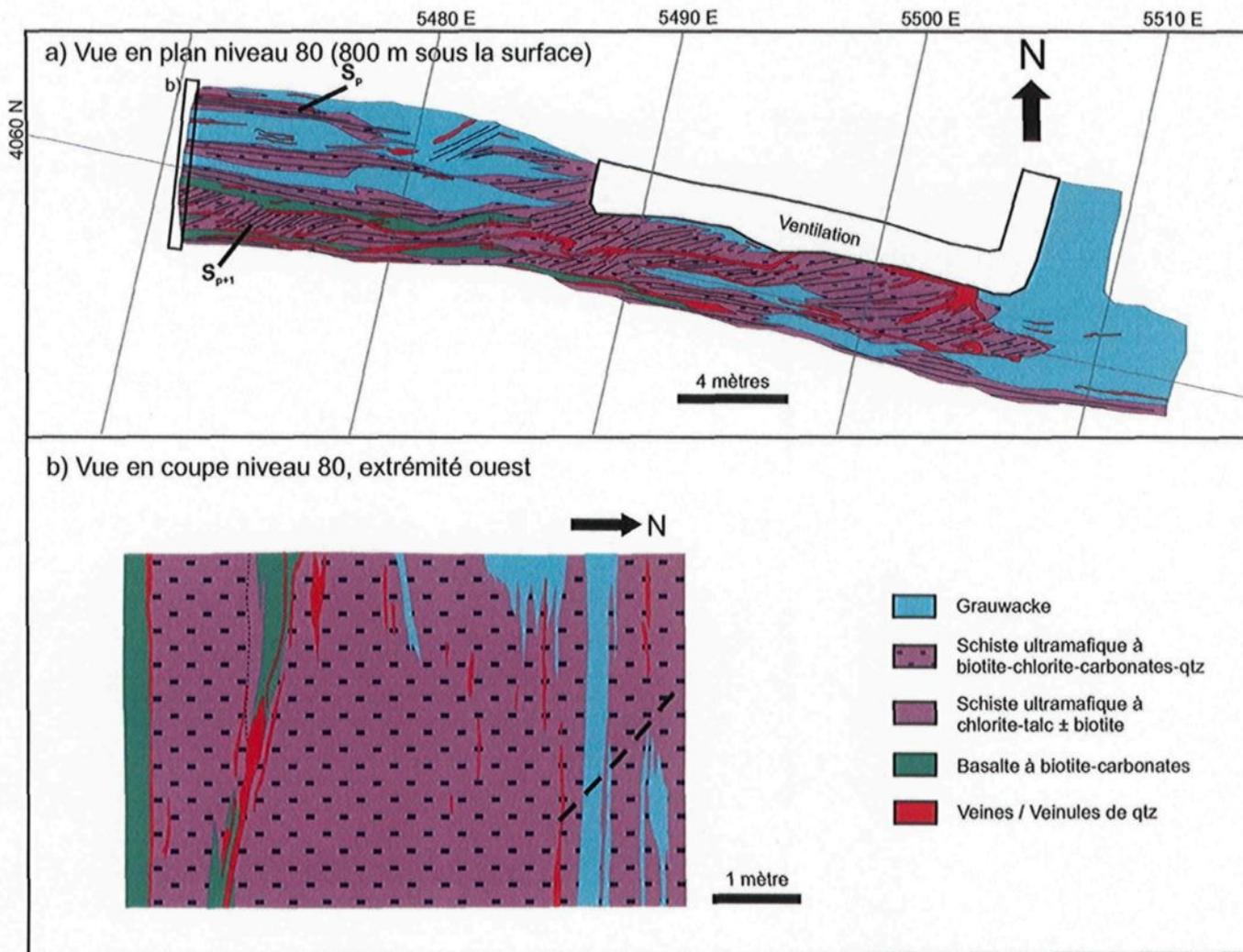


Figure 3.7: Distribution des lithologies en relation avec l'intensité de la déformation à l'échelle des galeries souterraines. (a) vue en plan de la galerie du niveau 80, mine Lapa. La localisation de la figure 3.7b est représentée par le rectangle noir. (b) vue en coupe de la face ouest de la galerie du niveau 80, mine Lapa.

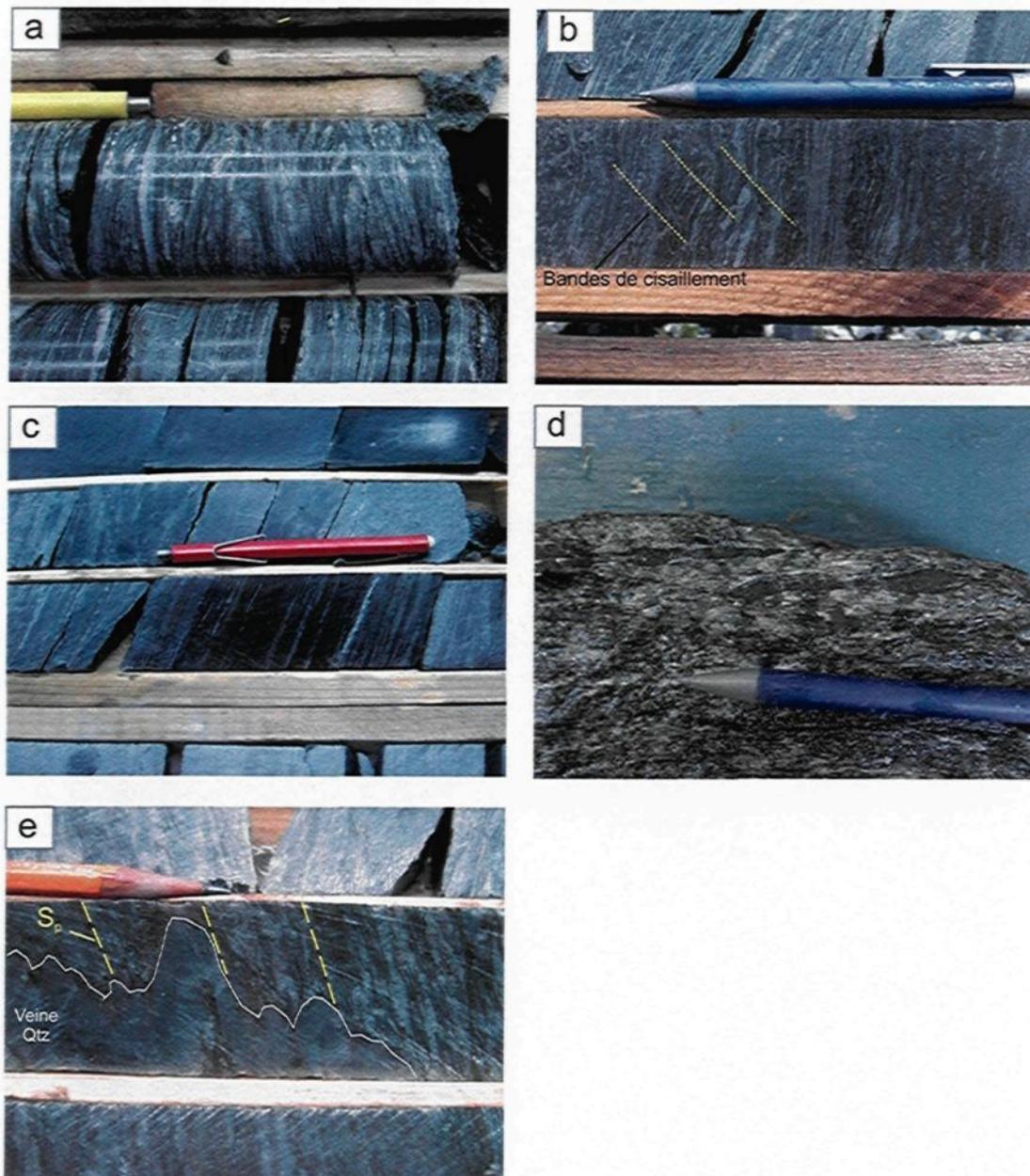


Figure 3.8: Photographies des éléments structuraux observés dans le domaine de la ZFCLL. (a) rubanement compositionnel marquant la fabrique S_p dans l'unité ultramafique, forage LA07-101-11. (b) bandes de cisaillement affectant le schiste ultramafique, forage LA06-49-006. (c) lithon décimétrique de grauwaque dans schiste ultramafique (d) veinules de quartz boudinées dans le schiste ultramafique provenant du niveau 77 de la mine Lapa. (e) plan axiaux de veinules plissées parallèles à S_p .

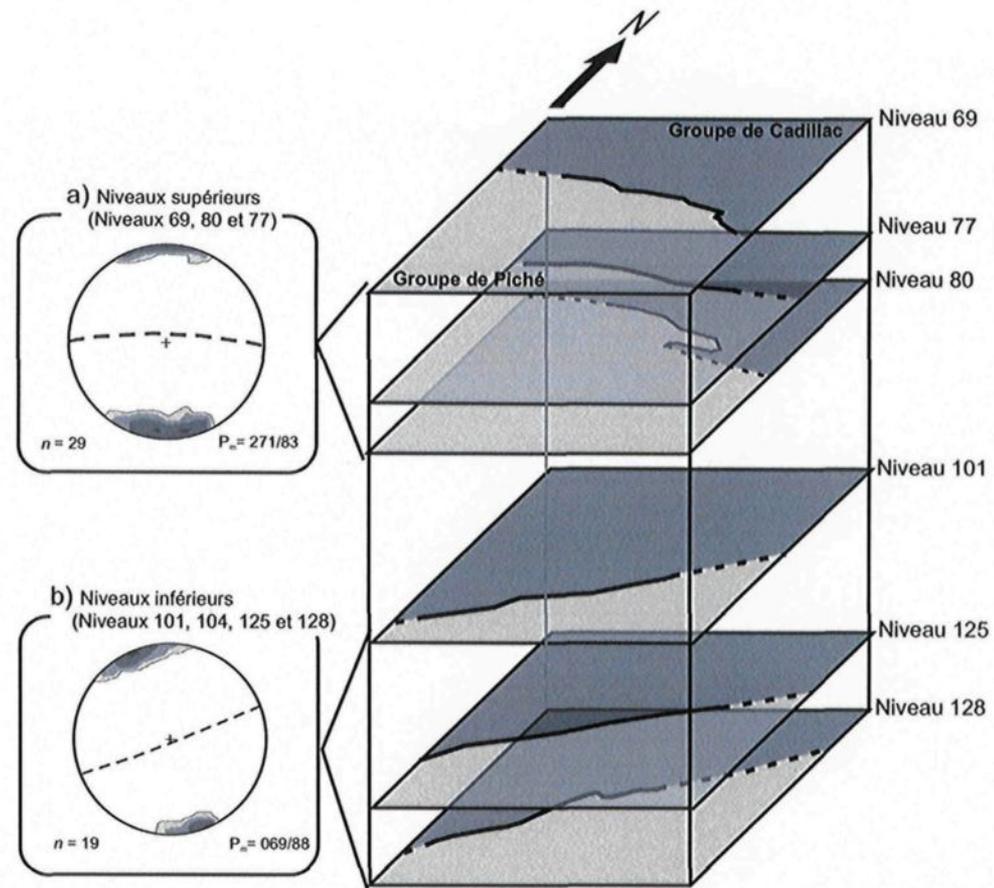


Figure 3.9: Projections stéréographiques des données de la schistosité S_p , accompagnées de la représentation du contact Cadillac-Piché, par rapport à la profondeur. (a) niveaux supérieurs (69 à 80). (b) niveaux inférieurs (101 à 128).

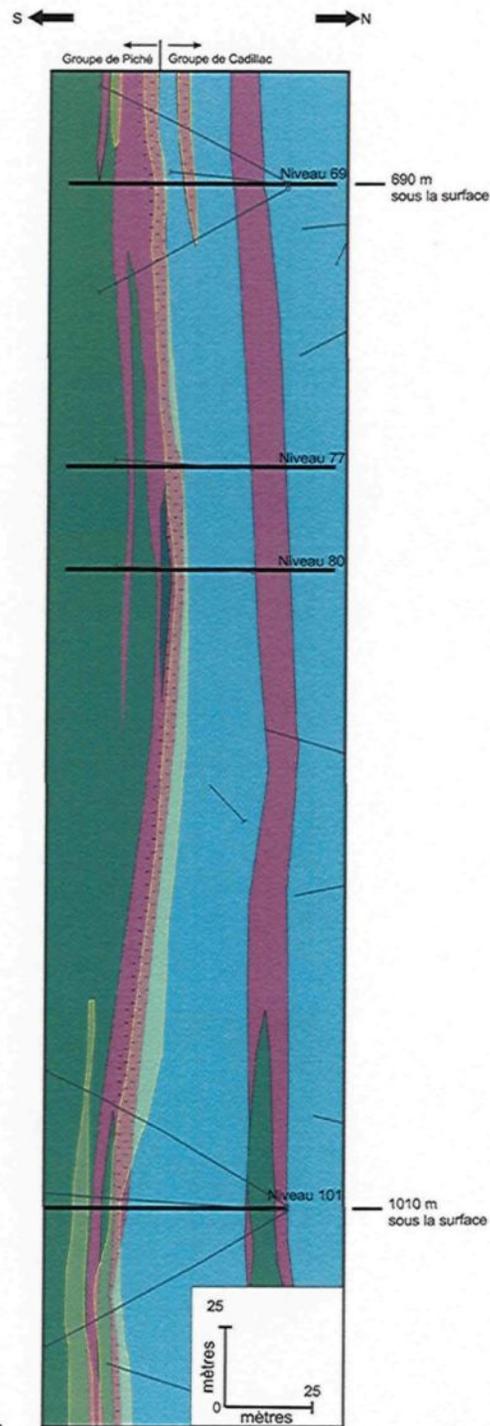


Figure 3.10: Vue en coupe de la zone Contact (section 5490) de la mine Lapa montrant la forte continuité verticale du contact favorable et de la minéralisation. La position schématique des zones minéralisées est représentée en jaune.

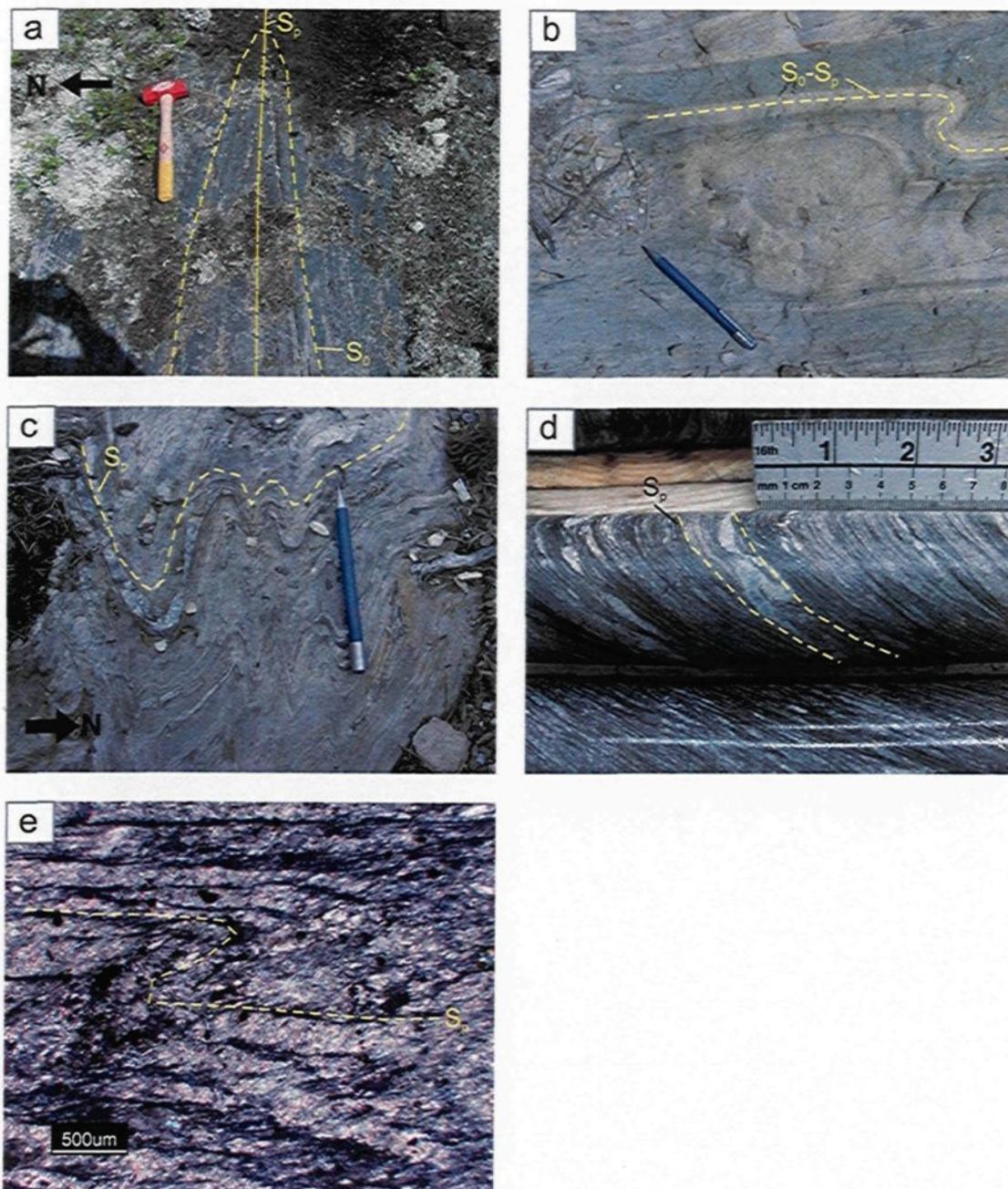


Figure 3.11: Photographies et microphotographie d'éléments structuraux, du secteur Lapa. (a) plissement de génération P_p affectant un horizon de formation de fer, Groupe de Cadillac, Domaine A. (b) plissement asymétrique P_p en «Z» dans les unités sédimentaires, Domaine C. La pointe du crayon indique le nord. (c) plissement en «M» dans les unités sédimentaires, Domaine B. (d) pli intrafolial P_p en «Z» dans un schiste ultramafique, en carotte de forage du trou LA07-101-06. (e) pli asymétrique P_p en «Z» dans le schiste, à l'échelle microscopique.

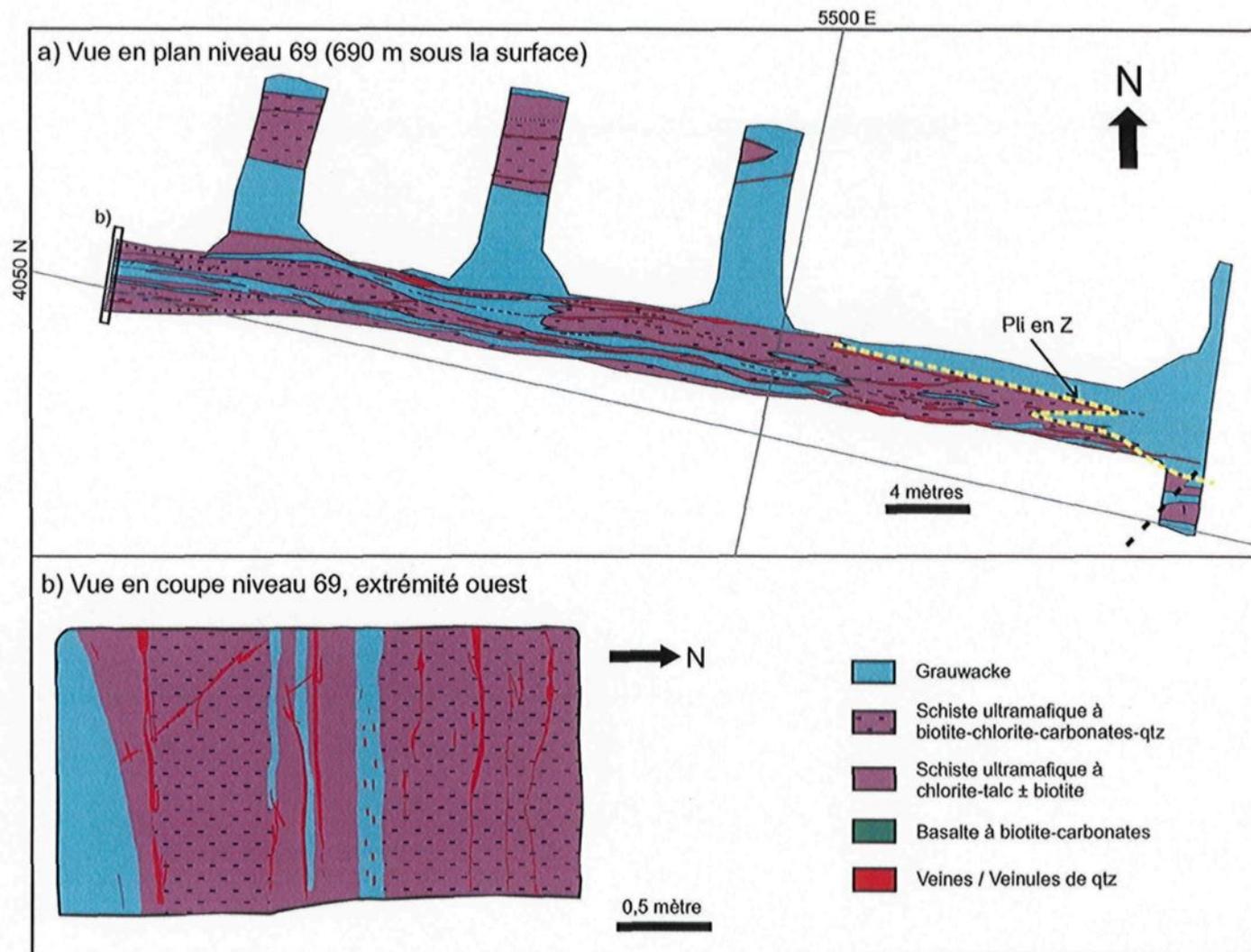


Figure 3.12: Géologie du niveau 69 montrant la présence de plis asymétriques en «Z» le long du contact entre le Groupe de Cadillac et du Piché. (a) vue en plan. (b) vue en coupe.

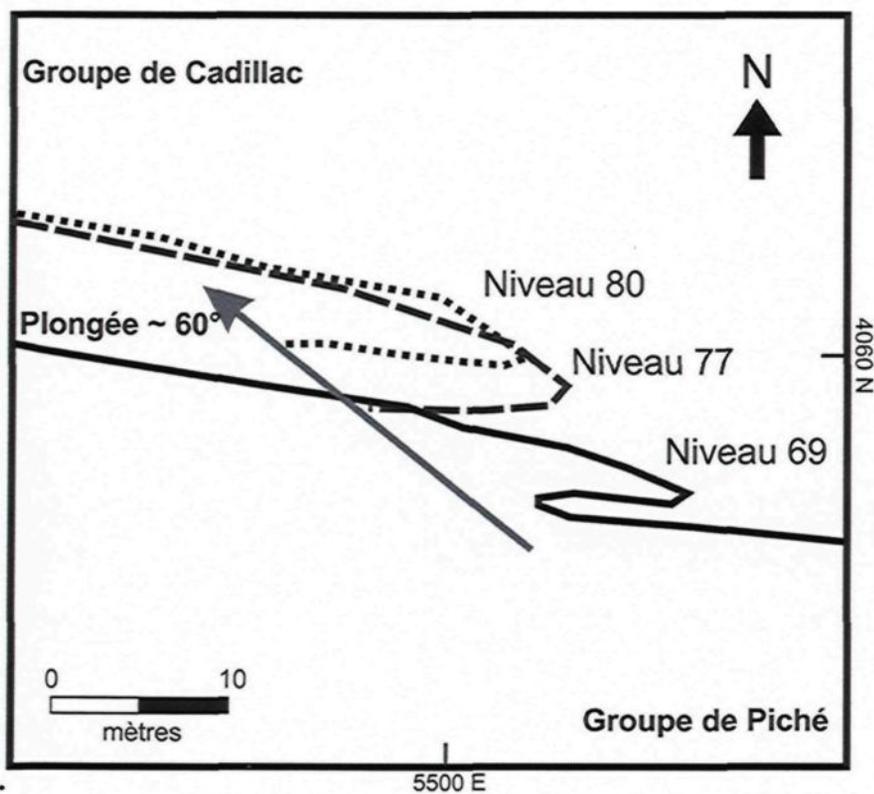


Figure 3.13: Vue en plan de la trace du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe du Piché telle que répertoriée dans les cartographies souterraines. Cette figure illustre que le contact est affecté par un pli d'entraînement identifié dans les trois niveaux cartographiés. L'axe du pli plonge à environ 60° vers le NO.

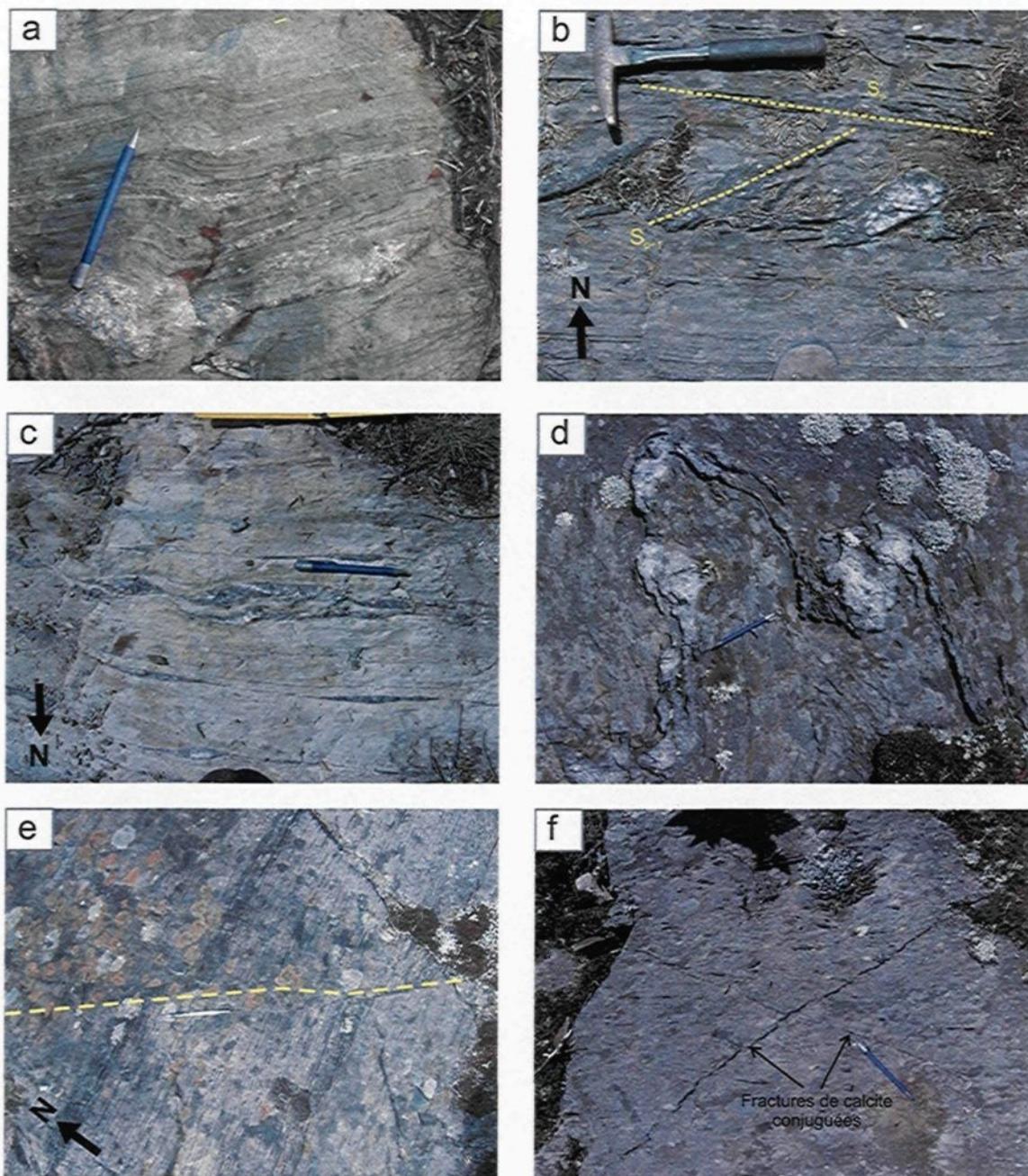


Figure 3.14: Photographies des veines et veinules en affleurement. (a) veines de quartz parallèles à S_p . La pointe du crayon indique le Nord. (b) veines de quartz parallèles à S_{p+1} , Domaine A. (c) veines de quartz boudinées selon S_p , Domaine C. (d) veine de quartz formant un pli en «M», Domaine B. La pointe du crayon indique le Nord. (e) fractures tardives créant un léger décalage, Domaine A. (f) réseau de fractures tardives conjugué, Domaine C. La pointe du crayon indique le Nord.

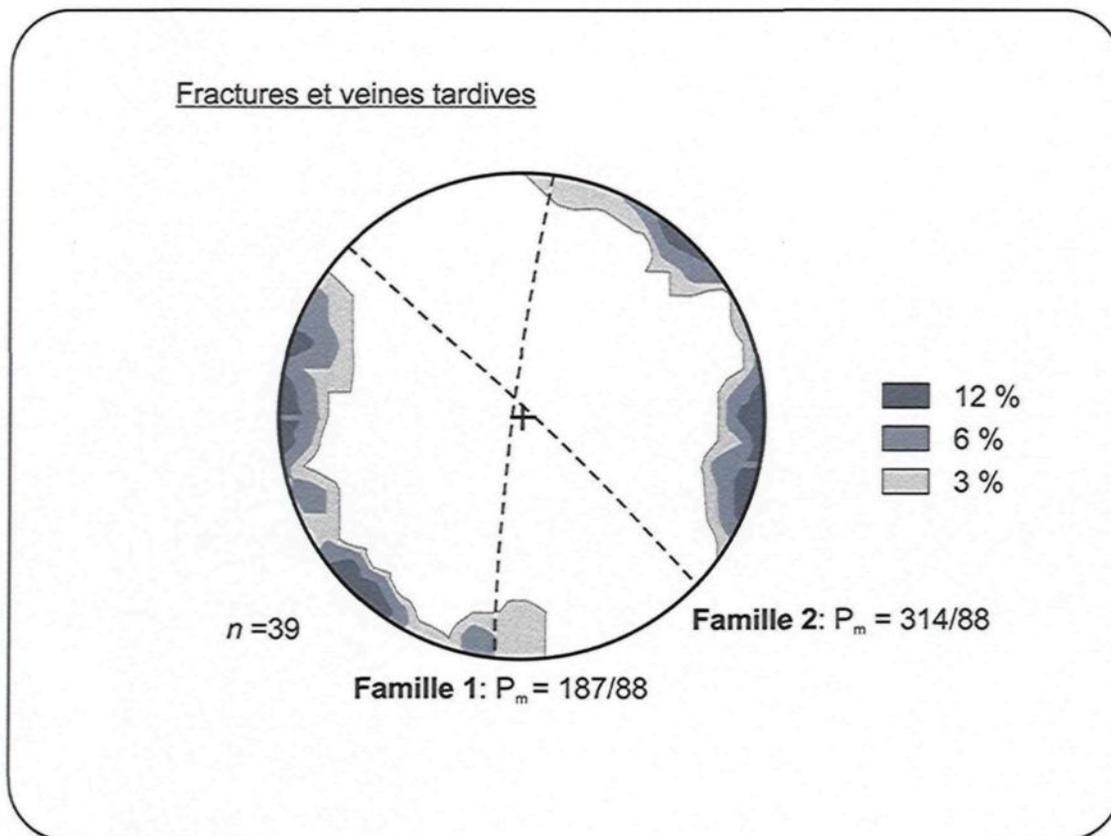


Figure 3.15: Stéréogramme contenant les données des fractures, veines et veinules tardives, faisant ressortir la présence de deux familles principales soit la famille 1 orientée NE-SO et la famille 2 orientée NO-SE.

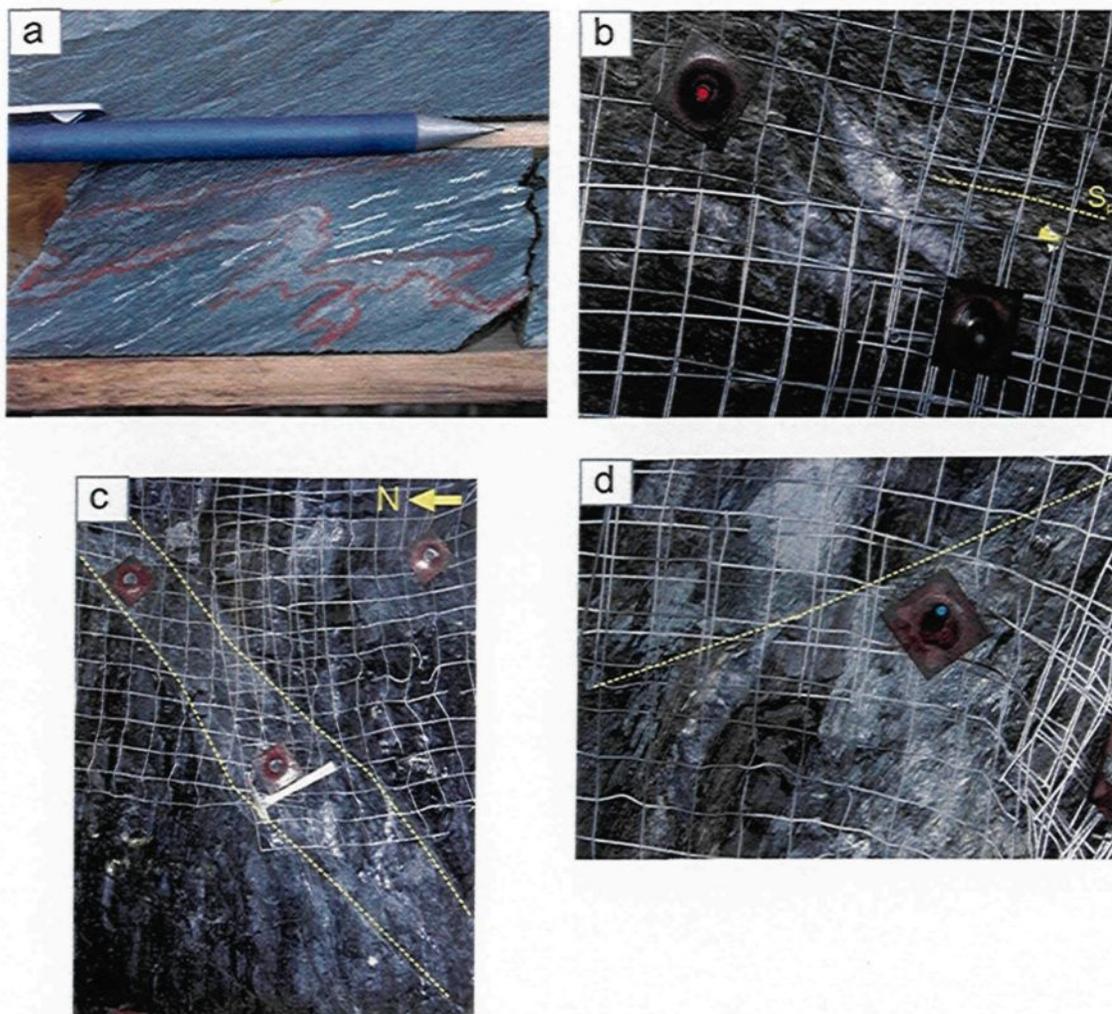


Figure 3.16: Photographies des veines et veinules, du secteur Lapa. (a) veinules de quartz-carbonates formant un pli asymétrique, forage LA07-125-6. (b) veines de quartz à angle avec S_p , au toit d'une galerie du niveau 80, mine Lapa. (c) structure tardive créant un décalage, avec un pendage faible vers le sud environ 50° . Mur de la galerie du niveau 128. (d) décalage décimétrique causés par fractures tardives orientées NO-SE au toit d'une galerie du niveau 125.

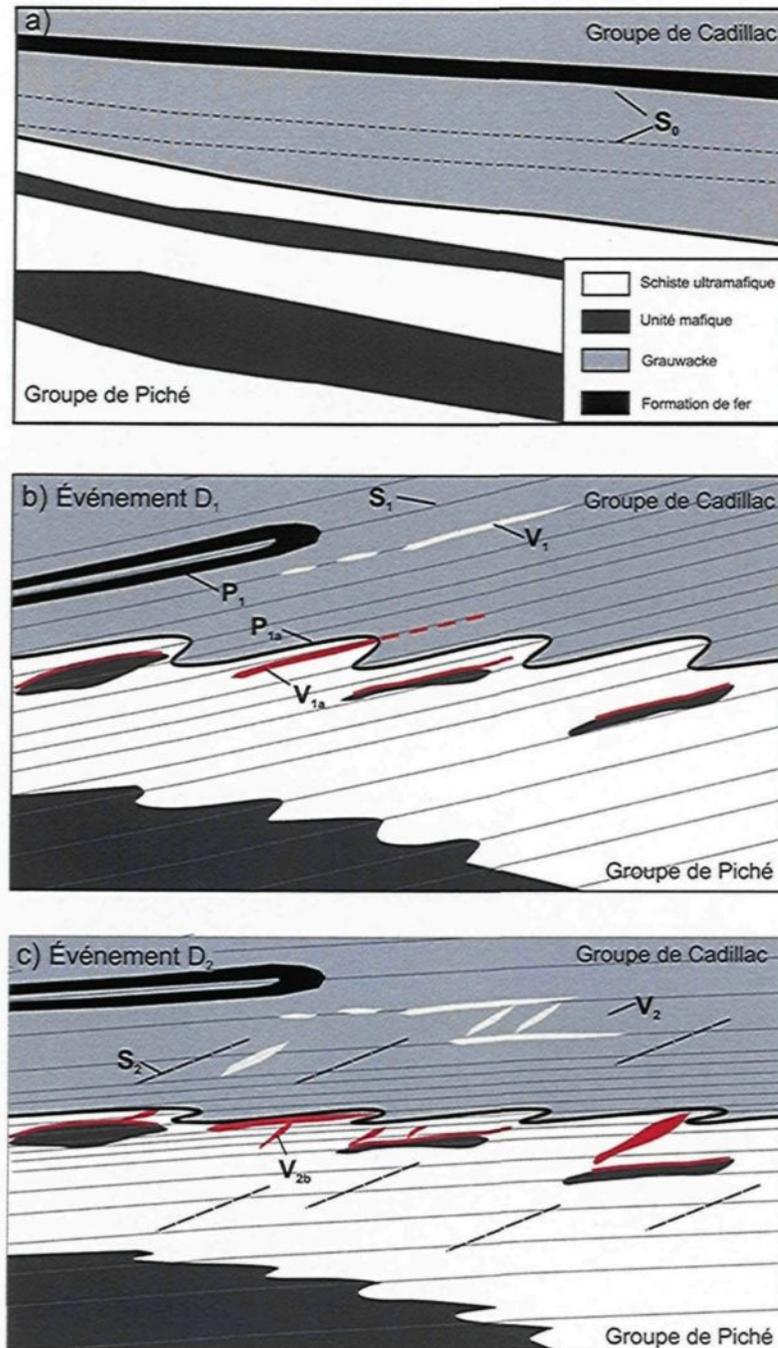


Figure 3.17: Schéma illustrant la progression de la déformation au gisement Lapa. (a) assemblage lithologique primaire supposée. Le contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché est supposé à angle avec le S_0 du Groupe de Cadillac. (b) événement D_1 caractérisé par des contraintes orientées NO-SE. (c) événement D_2 associé à un décrochement dextre.

TABLEAU DU CHAPITRE 3

Tableau 3.1: Synthèse des événements de déformation du secteur Lapa.

Événements de déformation (Trudel et al. 1992; Robert, 1989)		Secteur Lapa de cette étude	
Déformation ductile	D ₁	S ₀	S ₀
		S ₁	S _p
		L ₁	L _é
		P ₁	P _p
		P _{1a}	P _{1a}
		V ₁	V _{ased}
		V _{1a}	V _{avolc}
	D ₂	S ₂	S _{p+1}
		C ₂	C _{p+2}
		L ₂ ¹	L ₂ ¹
		L ₂	L ₂
		P ₂	P _{p+1}
		V ₂	V _{bsed} , V _{bvolc}
		V _{2b}	V _{cvolc}
Déformation fragile	D ₃	V ₃	V _{csed} , V _{dvole}

CHAPITRE 4

MINÉRALISATION

4.1 Introduction

La description détaillée des éléments caractéristiques de la minéralisation est une étape primordiale afin de contraindre les phénomènes contrôlant la formation d'un dépôt métallique. En effet, la signature métallique ainsi que les relations et la composition des phases métalliques sont utilisées pour préciser le ou les processus physico-chimique(s) responsable(s) de la formation de zones aurifères au sein de la ZFCLL. Par la suite, ces relations seront comparées à celles observées au niveau des assemblages minéralogiques d'altération et de métamorphisme au chapitre 6.

Le présent chapitre décrit donc l'attitude, la morphologie, la texture, la minéralogie et la composition (typologie) des zones minéralisées de la mine Lapa. Tout d'abord, la section 4.2 présente une description de la composition et l'aspect des zones minéralisées. L'assemblage métallique en fonction des valeurs aurifères est ensuite présenté à la section 4.3. La section 4.4 est consacrée aux caractéristiques pétrographiques et aux relations texturales entre les différentes phases de minéraux sulfurés. Enfin, la signature chimique des sulfures est détaillée à la section 4.5.

4.2 Géométrie et styles des zones minéralisées

Le gisement Lapa est composé d'une série de minces zones tabulaires à fort pendage, parallèles à subparallèles, localisées dans des zones de déformation intense. Le gisement se sépare principalement en quatre zones (figure 4.1), nommées selon leur position «géographique» respective. Il s'agit des zones 1) Contact Nord, 2) Contact, 3) Contact Centre, et 4) Contact Sud. Le tableau 4.1 décrit les principales caractéristiques de

ces zones tandis que la figure 4.1 illustre leur distribution spatiale en plan à différentes profondeurs. Enfin, la figure 4.2 présente l'aspect des roches encaissantes des différentes zones minéralisées tel que décrit dans le tableau 4.1.

La zone Contact Nord est surtout observée dans la partie supérieure de la mine (< 1 200 m de profondeur) tandis que la zone Contact Sud est très irrégulière et localisée dans les parties supérieures (< 1 000 m de profondeur) et ouest du gisement (figure 4.1). Le développement de la mine est présentement centré sur l'exploitation de la zone Contact, qui est plus continue et plus riche. Les caractéristiques de la minéralisation, dans cette section, sont établies essentiellement à partir de la zone Contact, étant donné qu'elle était la seule zone exposée dans les galeries souterraines au moment des travaux de cette thèse. Les zones subsidiaires sont décrites à partir des observations faites en forages.

À l'échelle des galeries souterraines, les lentilles minéralisés caractérisant la zone Contact longent le contact plissé Cadillac-Piché de manière erratique et sont associés, par endroits, à des dykes felsiques fortement altérés (ex. niveau 77; figure 2.10). Les valeurs aurifères sont principalement reliées aux roches riches en biotite et en veinules de quartz. En effet, les amas minéralisés sont composés de 10 à 25 % de fines veinules de quartz gris \pm carbonates boudinées, démembrées et plissées (figure 4.2a). Ces veinules sont orientées parallèlement à légèrement obliques par rapport à la fabrique principale S_1 . Deux styles de minéralisation sont observés:

1. fines disséminations ($\leq 15\%$) d'arsénopyrite-pyrrhotite \pm pyrite dans les encaissants altérés (figures 4.3a et b), et
2. or libre disséminé dans, ou aux épontes des veinules de quartz (figures 4.3c et d), plissées localement et associées avec de la pyrrhotite et/ou des minéraux d'antimoine.

Les différentes zones minéralisées sont séparées par des schistes ultramafiques stériles riches en chlorite, talc et carbonates (figure 4.4). Les zones subsidiaires (Contact Nord, Contact Centre et Contact Sud) forment également des « cheminées » discontinues latéralement mais montrent une plus forte continuité verticale. Spécifiquement, la zone Contact Nord consiste en des veinules de quartz gris \pm carbonates, transposées selon S_1 , et

dont les épontes sont riches en muscovite et biotite avec 10-15% d'arsénopyrite, pyrite et pyrrhotite finement disséminées (figure 4.2b). La zone Contact Centre est composée de veinules de quartz-carbonates transposées selon S_1 et encaissées dans un basalte riche en biotite et chlorite (figure 4.2c). Les veinules et leurs épontes contiennent jusqu'à 15 vol.% d'arsénopyrite et pyrrhotite disséminées. Enfin, la zone Contact Sud est caractérisée par une roche hôte plus massive et grenue avec des grains d'or libre finement disséminés (figure 4.2d).

4.2.1 Distribution des zones minéralisées en plan et en coupe

Les zones minéralisées sont essentiellement parallèles à subparallèles mais leur forme respective change avec la profondeur (figure 4.1). En effet, au niveau 69, les zones Contact et Contact Nord sont parfaitement parallèles et continues sur environ 400 m de longueur. Les zones Contact Centre et Contact Sud sont, quant à elles, discontinues et concentrées surtout dans la partie ouest du gisement (figure 4.1a). Plus bas au niveau 80 de la mine, la zone Contact Nord devient très irrégulière tandis que la zone Contact reste essentiellement continue montrant seulement une séparation entre les côtés ouest et est. La zone Contact Centre est légèrement plus continue qu'au niveau 69 tandis que la zone Contact Sud est segmentée (figure 4.1b). Au niveau 101, la zone Contact semble affectée par du plissement et du boudinage tandis que la zone Contact Centre est beaucoup plus continue (figure 4.1c). Enfin, au niveau 128, les zones sont continues et orientées majoritairement ENE-OSO à E-O.

La figure 4.5 présente l'aspect global de la zone Contact selon la profondeur à laquelle elle fut recoupée en forage. La zone Contact présente une forme géométrique en hélicoïde lorsqu'elle est observée dans une vue en plan. La partie est de la zone montre un pendage vers le nord tandis que la partie ouest est caractérisée par un pendage légèrement plus abrupt et vers le sud. Le développement actuel de la mine est surtout concentré au centre, soit à la jonction entre les deux sections de la zone Contact (Figure 4.5a). La distribution du contact établie à partir des cartographies exécutées dans les galeries souterraines de manière plus détaillée, est présentée à la figure 3.9. Cette figure montre

également le changement d'orientation du contact auquel est directement associée la zone Contact avec la profondeur. De plus, dans les parties supérieures, celui-ci est affecté par des plis d'entraînement P_{1a} tandis qu'il semble peu ou pas affecté dans les niveaux inférieurs (figures 3.9). Enfin la figure 4.6 montre que le plongement des zones minéralisées est d'environ 55 degrés vers l'ouest dans la partie supérieure du gisement tandis que la minéralisation dans la partie inférieure est caractérisée par une plongée subverticale vers l'est.

4.2.2 Distribution en coupe longitudinale de la zone Contact

La figure 4.6 présente la coupe longitudinale de la zone Contact accompagnée par la limite des zones aurifères et la position des niveaux qui ont été cartographiés. La minéralisation à la mine Lapa n'affleure pas à la surface se situant entre 400 et 1 300 m de profondeur. La zone Contact a une étendue verticale d'environ 1 100 m et reste ouverte en profondeur. L'étendue latérale de la zone est d'environ 400 m dans la partie supérieure du gisement (< 1 km de profond) tandis qu'elle rétrécit de moitié (~ 200 m) dans la partie inférieure (> 1 km de profond; figure 4.6a).

La figure 4.6b montre la distribution des principaux encaissants de la zone Contact superposée à la répartition des teneurs aurifères sur la longitudinale. Spécifiquement, la nature de la roche hôte est représentée par des diagrammes en «pointe de tarte» représentant la proportion de chacune des lithologies. La dimension des «pointes de tarte» est proportionnelle au facteur métal (épaisseur*teneur g/t Au) de la zone Contact. Cette figure permet d'illustrer que la roche encaissante principale de la zone Contact est effectivement l'unité ultramafique et que la partie ouest du gisement est plus riche en or, surtout entre 650 et 1 000 m de profondeur, ce qui correspond au centre de la structure en hélicoïde (figure 4.6).

4.3 Assemblage métallique et or

Les teneurs aurifères au gisement Lapa sont associées à des enrichissements en arsenic (As) et antimoine (Sb). La présence de zonalité a été évaluée spatialement en

comparant la distribution de l'or, de l'arsenic et de l'antimoine. Les valeurs aurifères ont été également comparées graphiquement avec le cuivre, le zinc, le nickel et le cobalt (matrices de corrélation, diagrammes binaires) présents dans les zones minéralisées, ainsi qu'avec les principaux éléments majeurs des différents types de roches encaissantes (diagrammes binaires).

4.3.1 Zonalité géochimique spatiale

Les distributions ont été évaluées à l'aide d'une interpolation par voisin naturel sur 736 analyses. Cette méthode d'interpolation permet de conserver fidèlement les valeurs individuelles dans la surface interpolée. La totalité des données utilisées est listée à l'annexe G. L'évaluation de la zonalité métallique a été effectuée en utilisant les analyses systématiques en Au, Ag, As, Sb et Cu, effectuées par la compagnie Mines Agnico-Eagle Ltée sur tous les échantillons recueillis en forage. Les zonalités de l'argent et du cuivre n'ont pu être étudiés puisque ces éléments sont rarement au-dessus de la limite de détection. De plus, seule la zone Contact sera discutée dans cette section.

4.3.1.1 Distribution métallique sur la longitudinale

La figure 4.7 illustre la distribution spatiale de l'Au, de l'As et du Sb sur la longitudinale de la Zone Contact. La distribution de l'Au sur la longitudinale (figure 4.7a) montre une extension latérale d'environ 400 m pour un intervalle de profondeur de 500 m (*grille de mine* $Z= 4550 \text{ m}$) à 750 m ($Z=4250 \text{ m}$). La zone Contact s'amincit en profondeur avec une extension latérale d'environ 250 m (figure 4.7a). La distribution en arsenic (figure 4.7b) associée à la zone Contact corréle spatialement avec les valeurs aurifères sur l'ensemble de la longitudinale (figure 4.7a). L'antimoine, contrairement à l'arsenic, montre une discontinuité dans la distribution des valeurs (figure 4.7c). En effet, sur un intervalle de 500 ($Z=4550 \text{ m}$) à 1000 m ($Z = 4000 \text{ m}$) de profondeur, les données montrent une association spatiale avec les valeurs en Au et en As, pour ensuite diminuer drastiquement dans les niveaux inférieurs, soit à plus de 1 000 m de profondeur (figure 4.7b). Les valeurs en Sb illustrent un plongement d'environ 50 degrés vers l'ouest (figure 4.7a) de manière

similaire aux valeurs en Au dans la partie supérieure du gisement (figure 4.7c). La diminution des valeurs en Sb est également appuyée par le graphique de la figure 4.8 qui illustre la concentration en Sb de la zone Contact selon la profondeur. Il est possible de constater sur ce graphique la diminution progressive de Sb à partir d'environ 1 000 m de profondeur.

4.3.1.2 Distribution métallique en plan

Les figures 4.9 à 4.11 présentent une vue en plan de la distribution de l'Au, l'As et du Sb respectivement, sur quatre niveaux de la mine Lapa. La localisation des zones minéralisées est placée sur chaque niveau comme point de repère. Premièrement, la distribution de l'Au, illustrée à la figure 4.9, corrèle bien avec le positionnement de la zone Contact. De plus, il est observé que la concentration en Au dans les autres zones est faible en comparaison de la zone Contact, à l'exception de la zone Contact Centre associée à des valeurs aurifères comparables (figure 4.9).

Les valeurs en As montrent une association spatiale quasi régulière dans les niveaux 69 et 80 (figures 4.10a et 4.10b). Cependant, en profondeur les valeurs sont plus ponctuelles mais restent assez élevées créant des artéfacts dans l'interpolation (figures 4.10c et 4.10d). Enfin, la figure 4.11 de la distribution du Sb en plan, appuie une diminution significative des valeurs en antimoine avec la profondeur. Au niveau 69, les plus fortes concentrations semblent associées à la zone Contact Nord (figure 4.11a). De plus, les valeurs élevées sont surtout situées dans la partie ouest du gisement, à l'exception du niveau 69. Ce phénomène s'observe également sur la longitudinale de la figure 4.7c.

4.3.2 Signature géochimique de la minéralisation

L'analyse corrélatrice entre les métaux et les éléments majeurs a été effectuée en fonction de la lithologie encaissante (ultramafique, mafique ou sédimentaire) afin de vérifier le rôle de la nature de l'encaissant sur le contenu en métaux. Les corrélations entre les différents métaux (As, Sb, Cu, Zn, Ni et Co) et l'or ont été vérifiées avec des matrices de corrélation construites avec le logiciel Excel et des graphiques binaires tandis que les

relations entre l'or et les éléments majeurs ont été évalués seulement graphiquement. Les matrices de corrélation ont été construites à partir des analyses de roches totales effectuées sur les échantillons recueillis pour la thèse afin d'avoir un meilleur contrôle sur la nature des lithologies analysées.

4.3.2.1 Corrélation entre l'or et les métaux

Les tableaux 4.2 à 4.4 présentent les matrices de corrélation entre les différents métaux pour les roches sédimentaires, mafiques et ultramafiques. Les graphiques binaires de la concentration des métaux par rapport aux valeurs aurifères pour chacun des types d'encaissant sont présentés aux figures 4.12 à 4.14. La minéralisation aurifère encaissée dans les roches sédimentaires montre une corrélation positive avec l'As ($r=0.58$) et Sb ($r=0.72$; tableau 4.2; figures 4.12a, b). D'après les graphiques binaires de la figure 4.14, les valeurs aurifères dans les roches mafiques montrent surtout une corrélation positive avec les valeurs en arsenic ($r=0.80$). Une faible relation linéaire positive avec le nickel ($r=0.20$; figure 4.14e), avec l'antimoine ($r=0.22$; figure 4.14b) ainsi qu'une faible corrélation négative avec le zinc ($r=-0.26$; figure 4.14d) est également développée.

Les valeurs aurifères dans les roches ultramafiques ne corrélaient pas très bien avec les autres métaux (figure 4.14). En effet, la plus forte corrélation ($r = 0.04$) est avec l'As. Dans les graphiques de la figure 4.14b, une faible corrélation est observée avec l'antimoine. De plus, de faibles corrélations négatives sont développées avec le nickel ($r=-0.15$) et le cobalt ($r=-0.26$; tableau 4.4; figures 4.14e et 4.14f).

4.3.2.2 Corrélation entre l'or et les éléments majeurs

Les relations entre les valeurs aurifères et les éléments majeurs en fonction de la roche encaissante sont présentées aux figures 4.15 à 4.17. Tout d'abord, les valeurs en or dans les roches sédimentaires (figure 4.15) ne montrent pas de corrélation significative avec aucun des éléments majeurs considérés. Pour ce qui est des roches mafiques, seulement une faible corrélation positive entre les concentrations en K_2O et l'or est présente, surtout à des teneurs inférieures à 1 g/t Au (figure 4.16). Enfin, les associations géochimiques entre les

éléments majeurs et l'or, les plus significatives sont observées dans l'encaissant principal de la minéralisation, soit les unités ultramafiques (figure 4.17). En effet, une corrélation positive est manifestée avec l'augmentation des concentrations en SiO_2 . L'augmentation en or est également associée à une baisse du contenu en MgO et en Fe_2O_3 (figure 4.17).

4.4 Typologie de la minéralisation

L'assemblage métallique est composé d'arsénopyrite, de pyrrhotite et de pyrite avec des quantités mineures de chalcopyrite, gudmundite, sphalérite, galène, pentlandite, stibnite et aurostibite. Des traces d'ilménite et de chromite sont observées dans les unités mafiques et ultramafiques respectivement. La minéralogie métallique possède une grande diversité et ainsi plusieurs relations d'équilibre et de déséquilibres minéralogiques entre les phases sont présentes. Ces relations permettront d'interpréter la chronologie relative des événements de minéralisation tel que discuté à la section 4.6.1.

4.4.1 Pétrographie

Le tableau 4.5 énumère les principales caractéristiques texturales et pétrographiques des minéraux métalliques du gisement.

4.4.1.1 Arsénopyrite

L'arsénopyrite est le minéral sulfuré dominant au sein des zones minéralisées et accompagne les bandes riches en minéraux d'altération (figure 4.18a; biotite, muscovite, actinote) orientées de façon parallèle aux épontes de veinules (figure 4.19a). Une partie des valeurs aurifères est directement reliée à l'arsénopyrite finement disséminées. Ce minéral est disséminé selon quatre habitus cristallins différents qui sont:

1. en cristaux finement grenus, subidiomorphes à hypidiomorphes (25 μm -0,25 mm), comportant quelques inclusions microscopiques (figure 4.19b);
2. en amas poreux (0,2-0,5 mm), contenant des inclusions de silicates et d'autres types de sulfures (figure 4.19c);

3. en grains hypidioblastiques en forme de losange et de bâtonnet (Tableau 4.5; figure 4.19d), et
4. en larges cristaux fracturés ($\leq 0,5$ mm) dépourvus d'inclusions.

Les trois premiers types d'arsénopyrite sont retrouvés au sein des zones minéralisées, plus précisément dans les épontes fortement altérées des veinules et veines de quartz \pm carbonates (figures 4.18a et 4.19a). Le dernier type, soit les cristaux plus grossiers d'arsénopyrite, est surtout localisé dans les zones plus distales à la minéralisation, n'étant pas directement associé aux valeurs aurifères. Localement, des grains d'arsénopyrite possédant un « cœur » de pyrrhotite ont localement été observés (figure 4.19e).

4.4.1.2 Pyrrhotite, chromite, chalcopyrite et pentlandite

La pyrrhotite est le minéral sulfuré dominant dans les roches distales par rapport à la minéralisation. Elle demeure toutefois présente dans les zones minéralisées mais dans une plus faible proportion. Ce minéral se distribue comme suit:

1. en plages allongées selon la schistosité principale et la linéation d'étirement (Po 1; figures 4.18b et 4.20a);
2. en cristaux isolés dans les veines et veinules de carbonates \pm quartz (Po 2; figures 4.18c et 4.20b), localement en équilibre textural avec de l'or libre;
3. en mince halo autour des amas poreux d'arsénopyrites (Po 2; figure 4.19c), à proximité de grains d'or libre, et
4. en inclusions dans des silicates tels que les grenats (grauwackes, conglomérats; figure 2.6b) et les amphiboles (basalte).

La pyrrhotite et des traces de chalcopyrite sont également observées localement, en excroissance entre les mailles de silicates riches en magnésium (biotites et amphiboles; figure 4.20c). Cette relation est observée essentiellement dans les unités distales à la minéralisation.

Les appellations Po 1 et Po 2 ont été établies à partir des relations de chronologie relative entre les minéraux métalliques qui seront décrites dans la section 4.4.2. Les plages de pyrrhotite contiennent localement des exolutions de pentlandite et/ou de chalcopyrite

(figure 4.20d) et plus rarement, des inclusions d'arsénopyrite (figure 4.20e). Par endroits, la pyrrhotite montre une association spatiale avec la chalcoppyrite et la sphalérite surtout dans les veinules de quartz-actinote (figure 4.18d)

La chalcoppyrite se présente de façon disséminée dans les unités basaltiques non minéralisées. Quelques cristaux de chalcoppyrite sont également observés dans les veinules de carbonates et celles riches en actinotes.

Des grains de chromite se distribuent essentiellement dans les roches ultramafiques non minéralisées, disséminés dans les parties riches en chlorite (figure 4.20f). Des clastes de chromites disséminés sont reconnus localement dans les unités sédimentaires.

4.4.1.3 Or natif

Les zones minéralisées les plus riches du gisement contiennent de l'or libre disséminé en trace. L'or se présente principalement comme suit:

1. dans les veines et veinules de quartz (figures 4.21a, b) localement transposées et boudinées et montrant des textures de recristallisation (figure 4.22a);
2. dans les épontes fortement altérées (figure 4.21c) et foliées de ces veinules;
3. en association spatiale avec l'arsénopyrite soit comme inclusions ou se distribuant le long des limites de grains ou à proximité de ceux-ci (figure 4.22b);
4. en inclusions dans des phases silicatées riches en magnésium (p.ex., biotite, amphiboles; figure 4.22c);
5. en association spatiale avec la pyrrhotite, soit en inclusions (figure 4.22d) ou en relation texturale d'équilibre minéralogique (figure 4.22a);
6. dans de minces fractures cassantes recoupant la schistosité S_1 (figure 4.21d), et
7. en lien chimique à un autre élément métallique soit par exemple de l'antimoine (aurostibite, $AuSb_2$).

L'or natif est localisé dans les roches hôtes de natures ultramafique, mafique, sédimentaire et felsique et ne semble pas être plus commun dans un type de roche en particulier.

4.4.1.4 Pyrite, sphalérite et galène

La pyrite est observée surtout dans les zones minéralisées mais en plus faibles proportions que l'arsénopyrite et la pyrrhotite. Elle se présente généralement en association spatiale avec la pyrrhotite et l'arsénopyrite (figure 4.20d). Elle peut se retrouver autant dans les veinules qu'aux épontes de celles-ci. La pyrite se distribue comme suit:

1. en plages alignées selon la fabrique principale dans les roches basaltiques schisteuses (figure 4.23a);
2. en amas de sulfures en association avec la pyrrhotite et/ou l'arsénopyrite;
3. en cristaux hypidiomorphes grossiers (cubiques), et
4. en grains grossiers, poreux et subarrondis dans les zones minéralisées (figure 4.23b).

Localement, la pyrite montre des relations de déséquilibre minéralogique avec l'arsénopyrite, la pyrrhotite et l'ilménite. Ainsi, la pyrrhotite se superpose à la pyrite tandis qu'à certains endroits, la pyrite remplace l'arsénopyrite (figure 4.23c). De plus, la pyrite se forme au profit des bâtonnets d'ilménite (figure 4.23d). Quelques grains de pyrite hypidiomorphes contiennent des inclusions de pyrrhotite et de pentlandite (figure 4.23e).

La sphalérite se distribue en association avec la pyrrhotite, la chalcopryrite et, localement, l'arsénopyrite. Par endroits, elle contient des inclusions de chalcopryrite (figure 4.24a) et forme des halos autour de la pyrrhotite (figure 4.24b). Elle est observée en trace dans les roches mafiques et ultramafiques altérées ou se retrouve en amas semi-massif dans des veinules de quartz-carbonates (figure 4.18d). La sphalérite n'a pas été observée, macroscopiquement et microscopiquement dans la partie supérieure du gisement soit à moins de 1000 m de profondeur. Enfin, des traces de galène sont retrouvées sous forme d'inclusions dans quelques grains d'arsénopyrite.

4.4.1.5 Stibnite, gudmundite et aurostibite

Les minéraux d'antimoine ont été identifiés seulement dans la partie supérieure du dépôt. La stibnite se présente en rosettes composées de minces aiguilles disséminées dans les veines de quartz recristallisé (figure 4.24c). La gudmundite (FeSbS) forme typiquement

un halo autour des grains et des plages de pyrrhotite (figure 4.25a). Ce sulfure d'antimoine a aussi été observé en inclusions dans une plage d'aurostibite (figure 4.24d). Enfin, l'aurostibite est principalement reconnue en association avec l'or, la pyrrhotite et la stibnite dans les veinules de quartz recristallisées (figure 4.22a).

4.4.3 Aspect textural des arsénopyrites

Les assemblages minéralogiques de sulfures et plus particulièrement les grains d'arsénopyrite ont été observés en images d'électrons rétrodiffusés (images BSE pour « *backscattered electrons* ») à la microsonde et au microscope électronique à balayage, afin de faire ressortir des textures et/ou phases minérales non visibles à l'œil nu et au microscope polarisant. Les électrons rétrodiffusés sont des électrons incidents qui rebondissent par interaction élastique sur les noyaux atomiques. Par conséquent, plus le noyau atomique est gros, plus la probabilité de collision est grande. Le contraste entre les tons de gris sur une image BSE est essentiellement associé aux variations de densité atomique sur la surface balayée. Les phases les plus denses (ex: l'or) apparaissent donc plus claires sur l'image étant donné leur signal BSE plus intense.

Diverses relations minéralogiques ont été définies avec l'imagerie BSE. Ces observations ont permis d'identifier:

1. les phases de gudmundite formant une couronne autour de quelques plages de pyrrhotite (figure 4.25a);
2. la présence d'aurostibite (AuSb_2);
3. la relation entre l'aurostibite, la stibnite, la gudmundite, l'or et la pyrrhotite, et
4. la présence de zonalité cristallographique et compositionnelle dans certains grains d'arsénopyrite.

Les arsénopyrites possèdent une zonalité essentiellement marquée par des variations de leur contenu en As et S. La présence de zonalité concentrique et oscillatoire est également développée au centre de ces sulfures (figure 4.25b). Les microphotographies révèlent des changements chimiques rythmiques au sein des cristaux semblables à ce qui a été proposés par Sharp et al. (1985). Par endroits, les cristaux d'arsénopyrite montrent une

zonalité cristallographique caractérisée par la présence de domaines centraux intragrains avec une densité atomique moins élevée. Les cristaux possèdent des limites de grains plus claires qui sont considérées dans le texte comme « halo d'altération » (figure 4.25c). D'autres arsénopyrites hypidiomorphes sont plutôt homogènes et uniformes (figure 4.25d). Les zonalités observées ont été analysées avec la microsonde électronique afin de mesurer leur contenu en éléments majeurs, ce qui est détaillé dans la prochaine section (section 4.5).

4.5 Signature géochimique des minéraux sulfurés

Une étude analytique portant sur la caractérisation des éléments majeurs et traces dans les arsénopyrites a été réalisée en utilisant la microsonde électronique et le spectromètre de masse laser (LA-ICP-MS). Cette étude a permis d'établir le lien entre l'or et l'arsénopyrite, à savoir s'il s'agit principalement d'or sous phase visible et/ou invisible. Les résultats de ces analyses permettent de mieux cerner la distribution des différents éléments majeurs et traces dans les arsénopyrites pour ultimement contraindre les processus à l'origine de la minéralisation.

4.5.1 Contenu en éléments majeurs

4.5.1.1 Sélection des échantillons et des cristaux d'arsénopyrite à analyser

Un total de 12 échantillons ($n = 216$) a été sélectionné de manière à obtenir une représentation des arsénopyrites proximales et distales aux zones minéralisées et cela en couvrant le plus fidèlement possible la coupe longitudinale du gisement (localisation à la figure 1.7). Chaque échantillon a également fait l'objet d'une étude pétrographique sur lames minces couvertes ou polies de 30 et 100 μm d'épaisseur.

4.5.1.2 Résultats et interprétations

Le tableau 4.6 énumère quelques analyses représentatives qui ont été effectuées à la microsonde sur des arsénopyrites tandis que le tableau D1 de l'annexe D contient la totalité des analyses ($n = 121$). Les éléments analysés sont surtout le Fe, l'As et le S. De plus, des

éléments traces tels que l’Au, Sb, Mn, Ni, Zn, Cu et Co ont également été analysés mais ils restent difficiles à quantifier étant donné que leur contenu est généralement sous la limite de détection. Des valeurs de Co, Ni et Au ont toutefois été détectées dans certains grains analysés (Tableau 4.6).

Tout d’abord, une série d’analyses ponctuelles a été réalisée dans un grain d’arsénopyrite montrant une zonalité (figure 4.26). Les analyses ont traversé des zones foncées représentant une partie du grain plus riche en éléments légers et des zones claires caractérisées par un contenu plus élevé en éléments lourds. La figure 4.26 montre que les parties plus sombres des grains sont caractérisées par un enrichissement en soufre et un appauvrissement en arsenic tandis que les zones claires montrent la relation inverse soit un enrichissement en arsenic. Cette corrélation antithétique entre le soufre et l’arsenic est aussi appuyée par la relation illustrée à la figure 4.27. Effectivement, celle-ci présente la relation entre les différents éléments majeurs mesurés. Dans les grains d’arsénopyrite zonés, le cœur est généralement enrichi en S (moyenne = 36,2 % at. S) relativement à l’As (moyenne = 29,8 % at. As) tandis que le halo d’altération est enrichi en As (moyenne = 31,4 at. % As; figure 4.27a; tableau 4.6). La concentration en Fe reste relativement uniforme sur toute la surface analysée du grain avec une moyenne de 33,8 % at. Fe dans le cœur et de 33,7 % at. Fe dans le halo d’altération (figure 4.27b; tableau 4.6). Des traces de Ni, Co et Sb ont été détectées dans quelques analyses ($n = 11$) des halos d’altération tandis que de rares valeurs ($n = 4$) en Ni et Co ont été signalées dans le cœur des arsénopyrites.

4.5.2 Contenu en éléments traces

4.5.2.1 Sélection des échantillons et des cristaux d’arsénopyrite à analyser

Un total de 8 échantillons ($n = 98$) a été sélectionné de manière à obtenir une représentation des arsénopyrites proximales et distales aux zones minéralisées et ce, en couvrant le plus fidèlement possible la coupe longitudinale du gisement (localisation à la figure 1.7). Chaque échantillon a fait l’objet d’une étude pétrographique sur lame mince polie de 100 μm d’épaisseur afin de déterminer la morphologie ainsi que la dimension des

grains d'arsénopyrites. Étant donné qu'au gisement Lapa, les grains de sulfures sont communément très petits, les cristaux analysés devaient avoir un diamètre d'au moins 50 μm pour que le faisceau laser utilisé (diamètre de 40 μm) n'échantillonne pas des minéraux de gangue.

4.5.2.2 Contrôle de la qualité des analyses

Le contrôle de la qualité a été assuré par l'analyse des étalons PS-1 et MASS-1, avant et après les analyses de sulfures selon la méthodologie décrite à l'annexe G. Les données analytiques ainsi que les limites de détection moyennes et la précision analytique obtenue sont présentées au tableau E1 de l'annexe E.

4.5.2.3 Résultats et interprétations

Le tableau 4.7 présente le contenu en éléments traces d'arsénopyrites représentatives tandis que la totalité des données est détaillée au tableau E1 de l'annexe E. La figure 4.28 présente le contenu et la distribution globale des éléments traces dans les grains et les amas de sulfures. L'arsénopyrite ($n = 98$) a été principalement analysée avec cette méthode avec quelques rares analyses sur la pyrrhotite ($n = 12$). Les éléments traces qui furent analysés par ablation laser et analyse ICP-MS sont: S, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Pd, Ag, Sb, Te, Ba, W, Pt, Au, Hg, Pb et Bi. D'après ces analyses, une tendance de corrélation est observée entre l'or et les éléments suivants: le cuivre (figure 4.28c), l'antimoine (figure 4.28f) et le zinc (figure 4.28k). La tendance corrélatrice la plus marquée est avec le plomb (figure 4.28e). De plus, l'association entre l'or et l'argent (figure 4.28a) est similaire à celle dénotée entre l'or et le tellure (figure 4.28i).

Étant donné la variété morphologique des grains d'arsénopyrite au sein des zones minéralisées, ceux-ci sont divisés en trois populations, établies selon le degré de cristallisation tout en répondant notamment aux critères microtexturaux de Wagner et al. (2007). Les caractéristiques des grains d'arsénopyrite des trois populations sont les suivantes:

1. finement grenus ($\leq 75 \mu\text{m}$ de diamètre; $n=26$), soit les grains d'arsénopyrite hypidiomorphes en forme de bâtonnet et de losange, constitués d'inclusions locales;
2. partiellement recristallisés ($n=33$), incluant les amas poreux et les grains subidiomorphes, et
3. formant de larges cristaux hypidiomorphes ($n=30$; 0,1-0,5 mm de diamètre; porphyroblastes) homogènes et ne contenant pas d'inclusions.

Ces trois populations permettent de distinguer texturalement les arsénopyrites et de vérifier leur distribution respective en or. La figure 4.29 présente la distribution des éléments traces selon les populations tandis que le tableau 4.7 liste les statistiques concernant leurs concentrations en éléments traces. Le contenu en éléments traces ne varie pas significativement en fonction de la texture des grains d'arsénopyrites. Cependant, le contenu en Sb, W, Au, Hg et Pb est plus élevé dans les grains finement grenus. Ces éléments illustrent une diminution progressive vers les porphyroblastes qui sont moins concentrés (figure 4.29).

La distribution des éléments traces a également été étudiée selon la nature de la roche porteuse de ces grains. La figure 4.30 présente le contenu en éléments traces des arsénopyrites analysées par rapport à la composition de la roche encaissante (grauwackes, intrusion felsique, roches mafiques et ultramafiques) afin de vérifier l'impact de la signature géochimique de ces roches sur la chimie des sulfures. Les résultats démontrent que la distribution des éléments traces dans les arsénopyrites est similaire d'un encaissant à l'autre. Toutefois, les arsénopyrites des roches sédimentaires sont légèrement plus enrichies pour la plupart des éléments (e.g. Cu, Zn, Ag, Sb, W, Au, Hg et Pb) que dans les autres types d'encaissant (figure 4.30). Globalement, les arsénopyrites provenant de l'ensemble des encaissants montrent des concentrations élevées en Co (≤ 4647 ppm), Ni (≤ 5562 ppm), Sb (≤ 3298 ppm) et en Au (≤ 1825 ppm; figure 4.30; Tableau 4.7). Par conséquent, la grosseur des grains d'arsénopyrite (figure 4.29) semble avoir une plus grande influence sur la distribution des éléments traces que la nature de la roche encaissante (figure 4.30).

Les variations spatiales et qualitatives en éléments traces à travers les grains d'arsénopyrite sont visualisées à l'aide d'analyses linéaires au LA-ICP-MS. La figure 4.31 présente une analyse linéaire traversant un grain d'arsénopyrite. Les contenus en Au, Sb et Co (figure 4.31) sont relativement enrichis dans la partie centrale des cristaux analysés. Un signal homogène au LA-ICP-MS indique que l'élément est distribué de façon uniforme dans la structure cristalline du minéral (e.g. solution solide). Par contre, par endroits, certains éléments montrent un enrichissement ponctuel et local matérialisé par la présence d'un mince pic. Ces pics sont interprétés comme des inclusions minérales réparties dans les grains de sulfures analysés.

Généralement, le signal aurifère dans les arsénopyrites analysées est relativement uniforme (figure 4.31). Cette relation indique que l'or est distribué de façon homogène, en nanoparticules (invisibles) dans l'arsénopyrite. De plus, les signaux de Sb, Ni et Co sont également uniformes suggérant que ces éléments sont également présents en solution solide dans les grains (figure 4.31). Une tendance corrélative positive entre l'Au et Sb et entre Co et Ni est observée dans les analyses linéaires. Enfin, de minces pics de Cu, Pb ou Ag sont présents représentant des inclusions de chalcopryrite, galène et de sulfosels divers (figure 4.31).

4.6 Synthèse et discussion préliminaires

Les observations et les données recueillies dans ce chapitre sont utilisées dans le but d'établir des liens entre les éléments caractérisant les zones minéralisées du gisement Lapa. La section 4.6.1 est consacrée à l'interprétation d'une chronologie relative entre les minéraux métalliques afin de faire ressortir quelles sont les phases associées à un événement de minéralisation aurifère. Ces événements seront mis en relation avec les événements de déformation, de métamorphisme et d'hydrothermalisme à la section 6.3 du Chapitre 6.

4.6.1 Chronologie relative de la minéralogie métallique

La figure 4.32 présente la chronologie relative entre les minéraux métalliques, établis selon les relations texturales entre ceux-ci. D'après les relations texturales, trois épisodes de sulfurisation ont été identifiés:

1. **pré-aurifère**: comprenant la pyrrhotite (Po 1), la chalcoppyrite (Cpy 1), la pentlandite, la chromite et l'ilménite;
2. **aurifère de faible teneur (≤ 4 g/t Au)**: comprenant l'arsénopyrite et la pyrite (Py 1), et
3. **aurifère à forte teneur (> 4 g/t Au)**: comprenant la pyrrhotite (Po 2), la pyrite (Py 2), la stibnite, la sphalérite, l'aurostibite et l'or natif.

L'épisode pré-aurifère est surtout caractérisé par de la pyrrhotite (Po 1) alignée selon la fabrique principale S_1 (figure 4.20a). La Po 1 contient communément des exsolutions de pentlandite et de chalcoppyrite (Cpy 1). Cet épisode est également relié aux phases oxydées de chromite et d'ilménite qui sont finement disséminées dans les roches proximales et distales.

L'épisode aurifère de faible teneur est principalement associé à la génération d'arsénopyrite (Apy 1) et pyrite (Py 1) disséminées dans les éponges altérées des roches hôtes (figure 4.32). Localement, les sulfures forment des rubans très riches orientés parallèlement à la fabrique principale, mais généralement peu affectés par les effets de la déformation (figure 4.19a). Cet épisode est dominé par l'Apy 1 très finement disséminée ($< 50 \mu\text{m}$). Localement, l'Apy 1 est sous la forme d'amas poreux se formant au profit de la Po 1 (figure 4.19c). Des cristaux subarrondis de pyrite ($> 150 \mu\text{m}$) sont également présents dans les éponges altérées des zones minéralisées. Les analyses au LA-ICP-MS ont permis de démontrer que l'or est dans la structure cristalline de l'arsénopyrite Apy 1 (or invisible). Par conséquent, les valeurs aurifères de cet épisode sont directement reliées à l'or contenu en solution solide dans les grains finement disséminés d'arsénopyrite.

L'épisode de forte teneur en or est relié à la cristallisation ou à la recristallisation de la pyrrhotite (Po 2), chalcoppyrite (Cpy 2), pyrite (Py 2), stibnite, sphalérite et or libre (figure 4.32). La Po 2 montre des relations de remplacement avec l'arsénopyrite et la pyrite

de la phase aurifère précédente (figure 4.20e). La chalcopyrite est surtout observée entre les grains de Po 2, remplaçant l'Apy 1, et est remplacée par la sphalérite (figure 4.24a). La sphalérite montre des relations d'équilibre avec la Po 2 et l'Apy 2. L'or natif est associé à cet épisode de minéralisation puisqu'il se localise, entre autres, dans des veines et veinules de quartz recoupant les rubans altérés riches en Apy 1. Sous le microscope, l'or, la Po 2 et la Cpy 2 sont situés, par endroits, dans des fractures recoupant l'Apy 1. Des assemblages d'équilibre composés d'or natif, Po 2 et aurostibite sont également observés dans les veinules de quartz recristallisé (figure 4.22a). Cette relation démontre que ces minéraux ont précipité relativement en même temps.

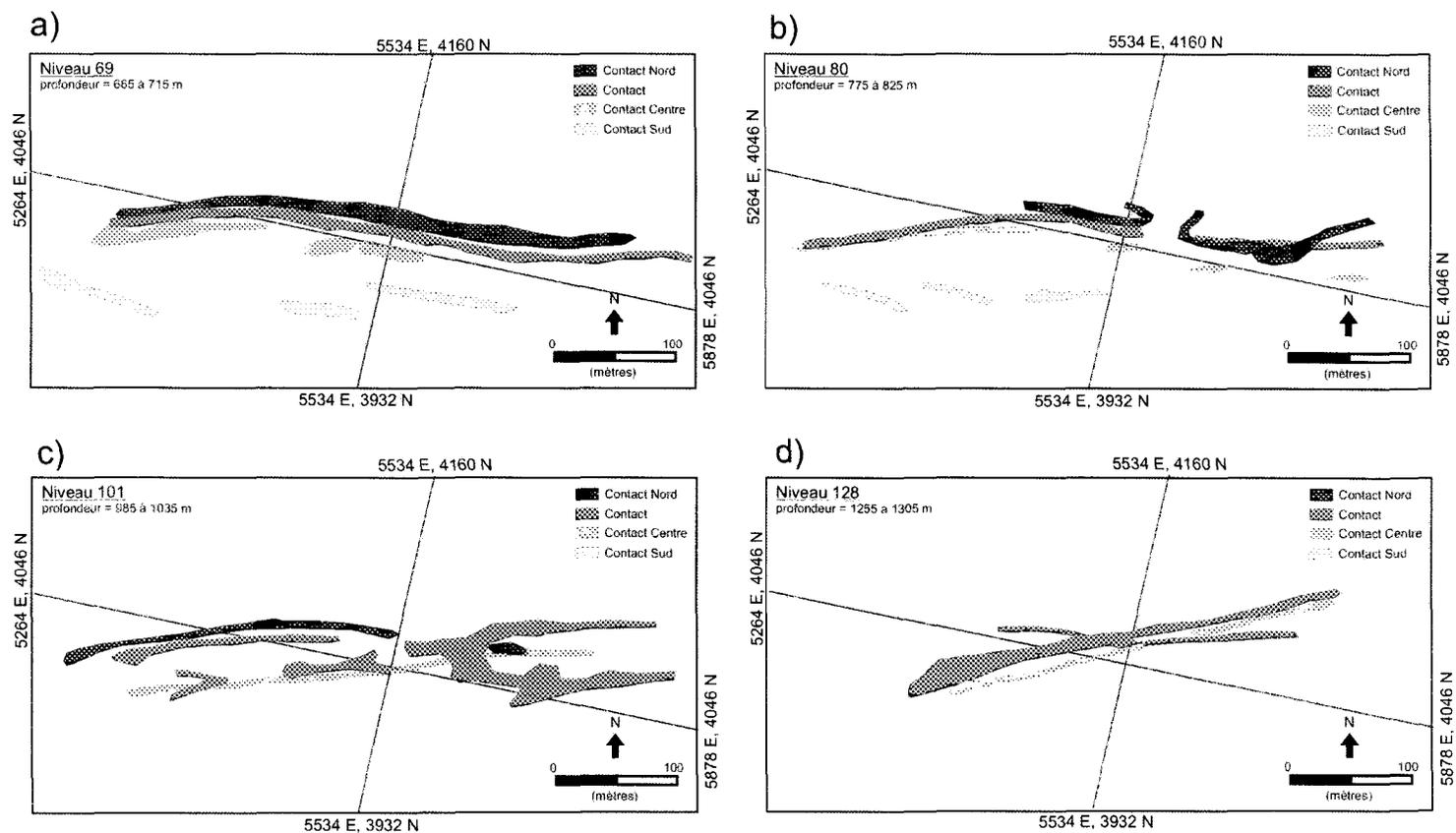


Figure 4.1: Projection en plan des zones minéralisées Contact, Contact Nord, Contact Centre et Contact Sud, à l'échelle de la mine Lapa. a) niveau 69. b) niveau 80. c) niveau 101. d) niveau 128.

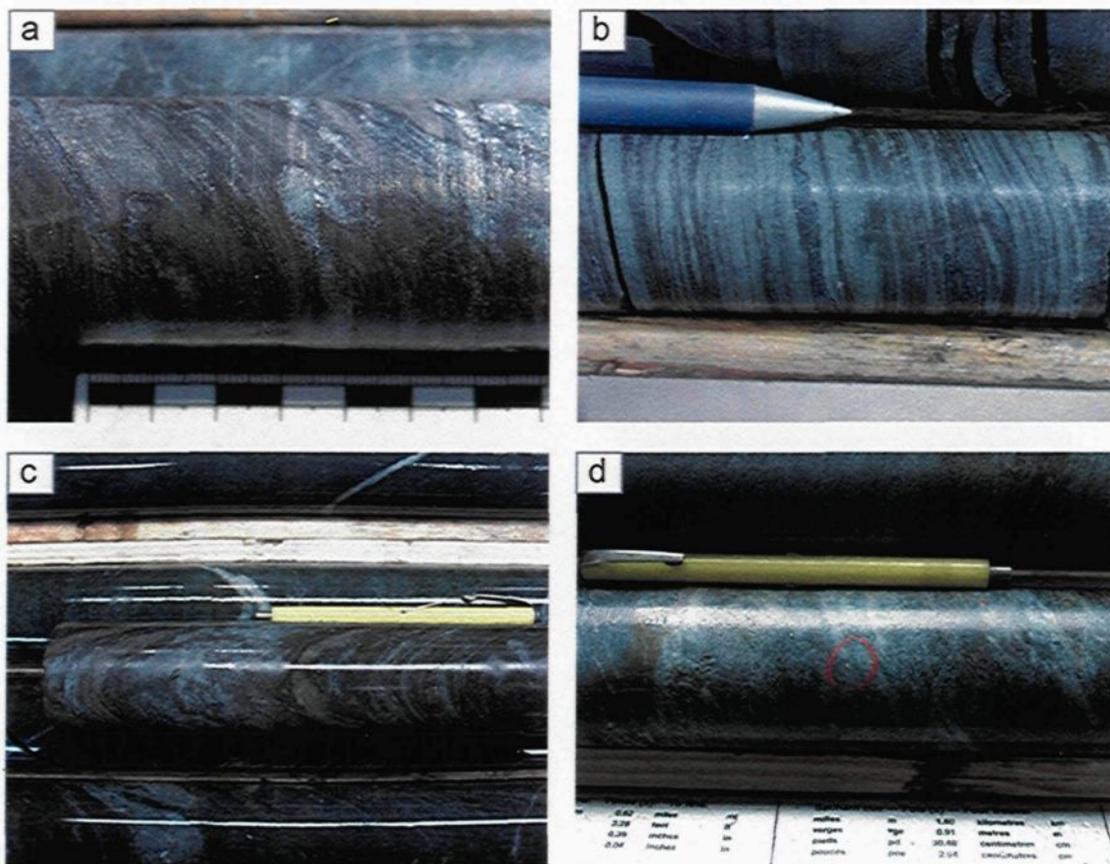


Figure 4.2: Photographies des zones minéralisées recoupées en forages. (a) schiste ultramafique fortement altéré en biotite représentant la zone Contact. (b) grauwacke altéré en muscovite et biotite caractéristique de la zone Contact Nord, forage D08-77-36. (c) unité mafique biotitisée recoupée de veinules de quartz, au niveau de la zone Contact Centre, forage LA07-101-9. (d) unité ultramafique plus massive et dominée par l'actinote recoupant des rubans de biotite, caractéristique de la zone Contact Sud, forage LA07-125-2. Le cercle rouge indique la présence d'or libre.

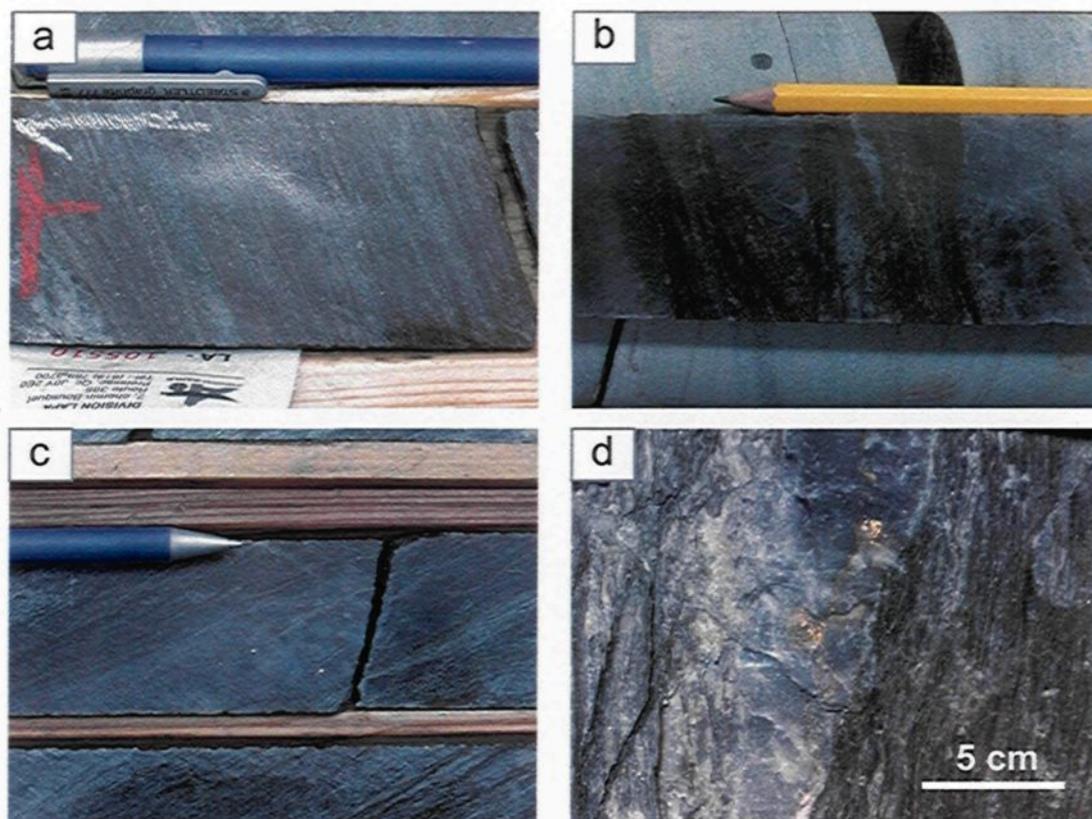


Figure 4.3: Photographies de la minéralisation. (a) arsénopyrites très finement disséminées en relations avec des épontes fortement biotitisées bordant de fines veinules de quartz gris, zone Contact du forage LA07-125-21. (b) arsénopyrites et pyrrhotites disséminées aux épontes biotitisées d'une veine de quartz, forage LA06-69-50. (c) grains d'or disséminés dans une veinule de quartz gris, forage LA07-125-4. (d) amas d'or libre disséminés dans des veinules de quartz contenues dans le schiste ultramafique, niveau 69 et tirée Mercier-Langevin (2007)

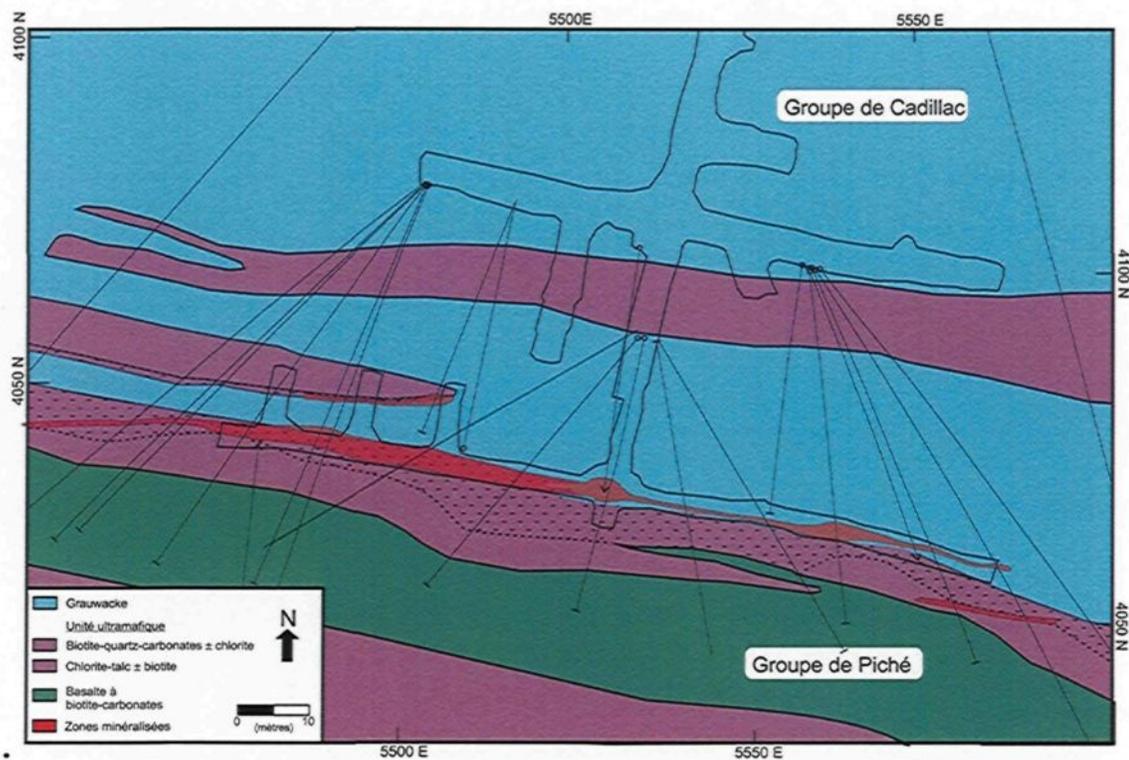


Figure 4.4: Géologie générale du niveau 69 et distribution des zones minéralisées à l'échelle des galeries souterraines. Les coordonnées représentent la grille de la mine Lapa.

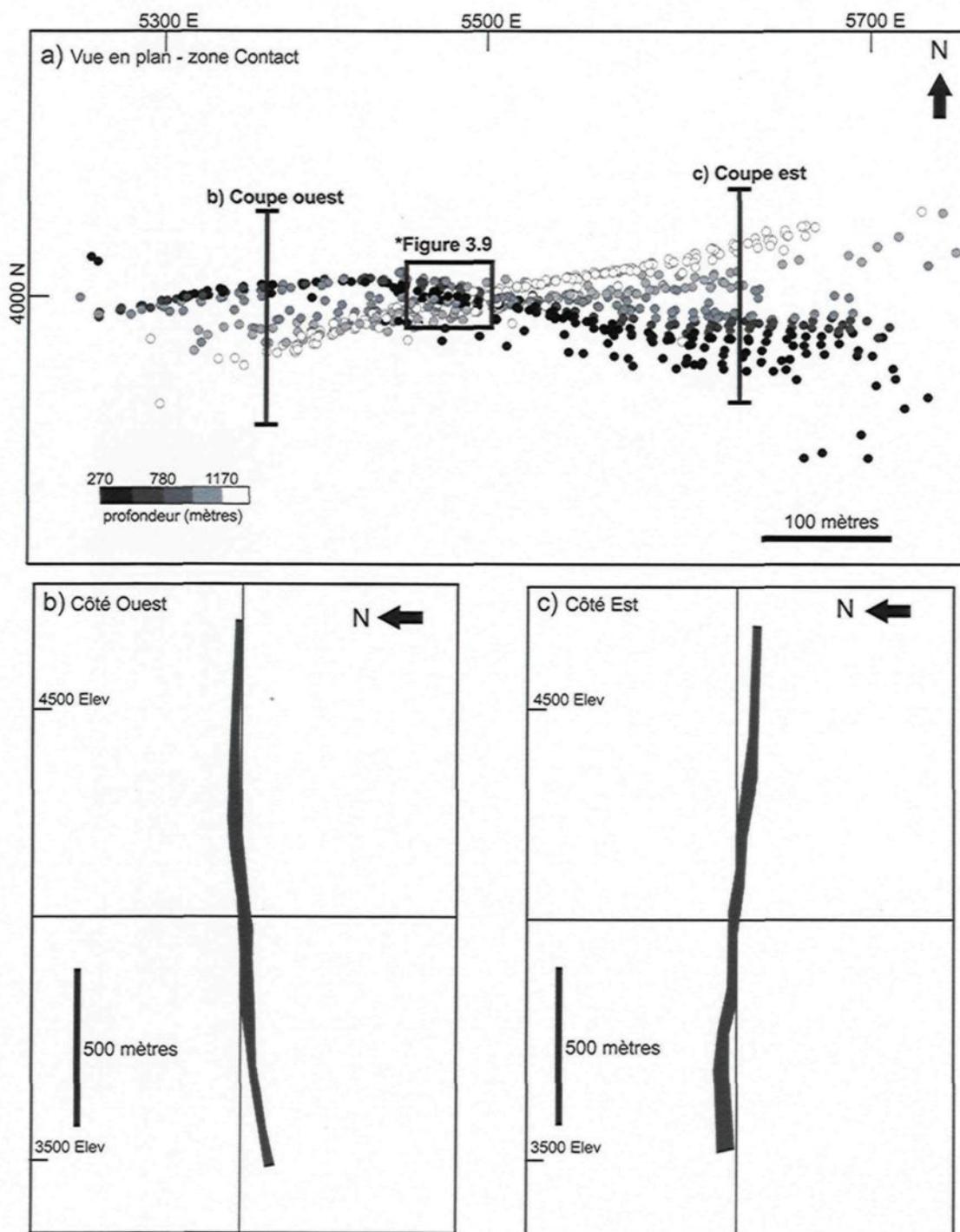


Figure 4.5: Géométrie de la zone Contact. (a) vue en plan. (b) vue en coupe du côté ouest. (c) vue en coupe du côté est

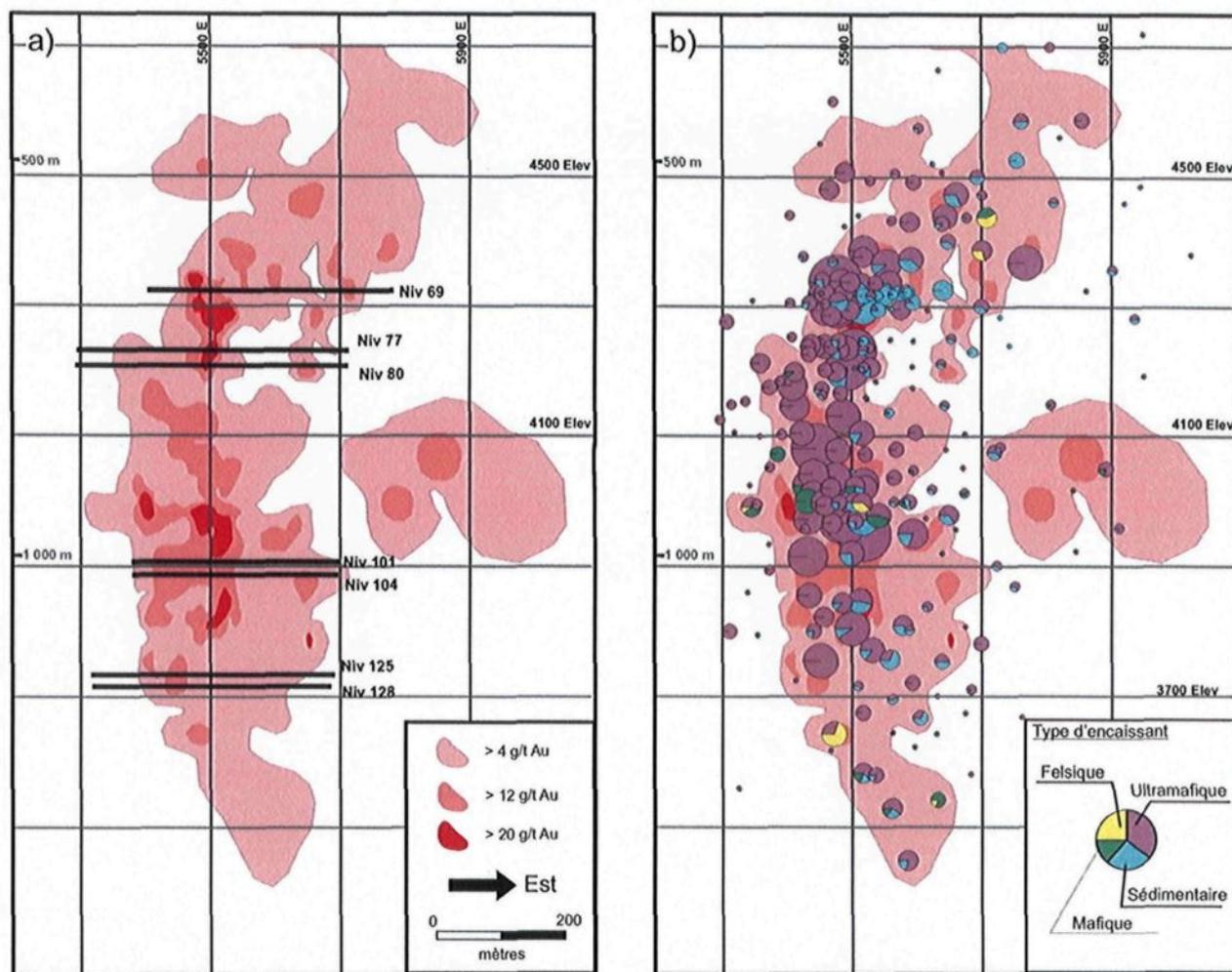


Figure 4.6: Coupe longitudinale de la zone Contact. (a) délimitation des zones aurifères de la mine Lapa en fonction des teneurs aurifères (b) répartition de la proportion du type d'encaissant. La taille de l'icône en pointe de tarte est proportionnelle à la valeur du facteur métal (épaisseur * teneur en or en g/t).

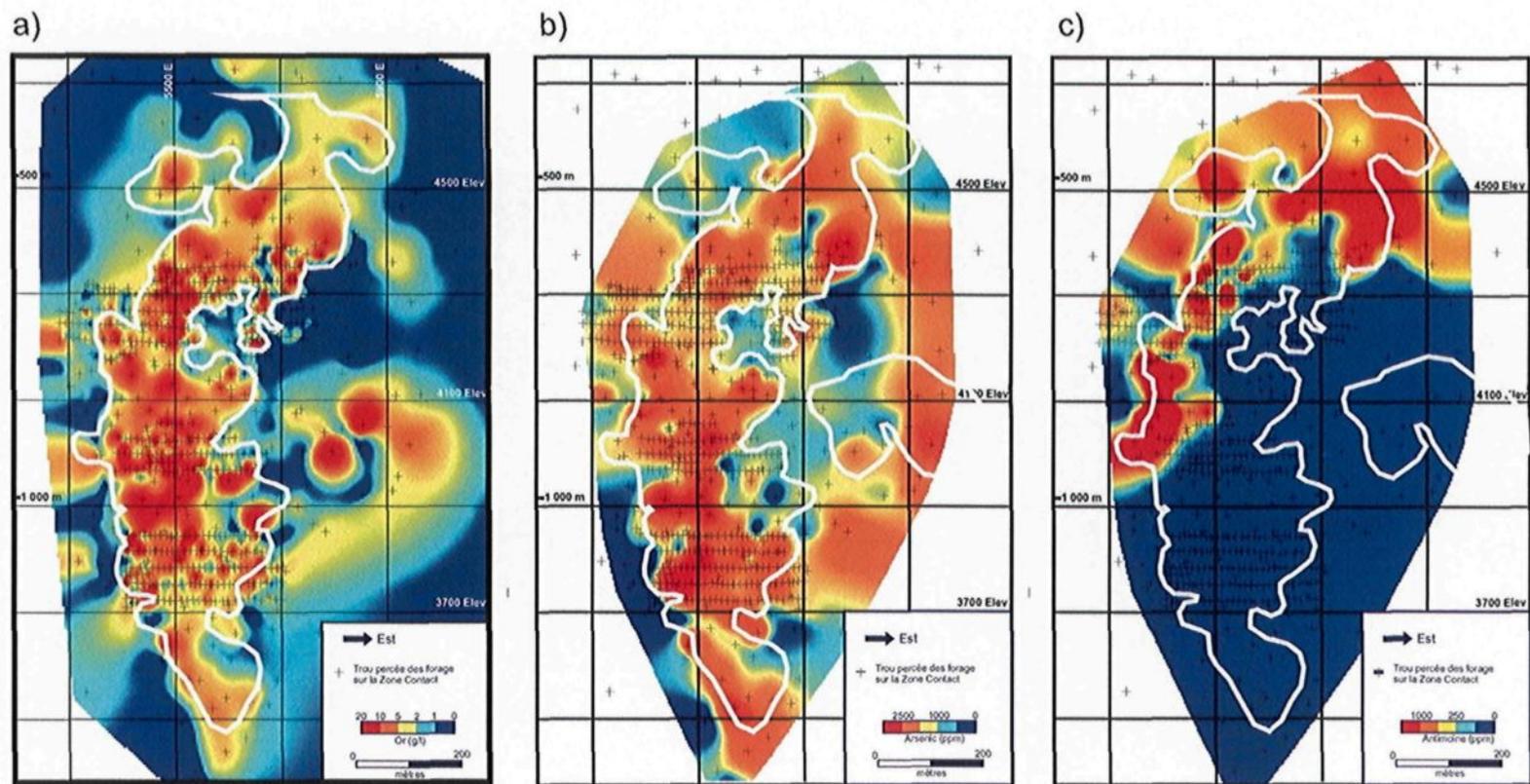


Figure 4.7: Distribution métallique sur la coupe longitudinale de la zone Contact. La méthode d'interpolation est par voisin naturel sur 736 analyses. (a) distribution de l'or (g/t). (b) distribution de l'arsenic (ppm). (c) distribution de l'antimoine (ppm). Les «+» représentent la projection des échantillons utilisés. Le tracé blanc représente la limite économique de la zone Contact.

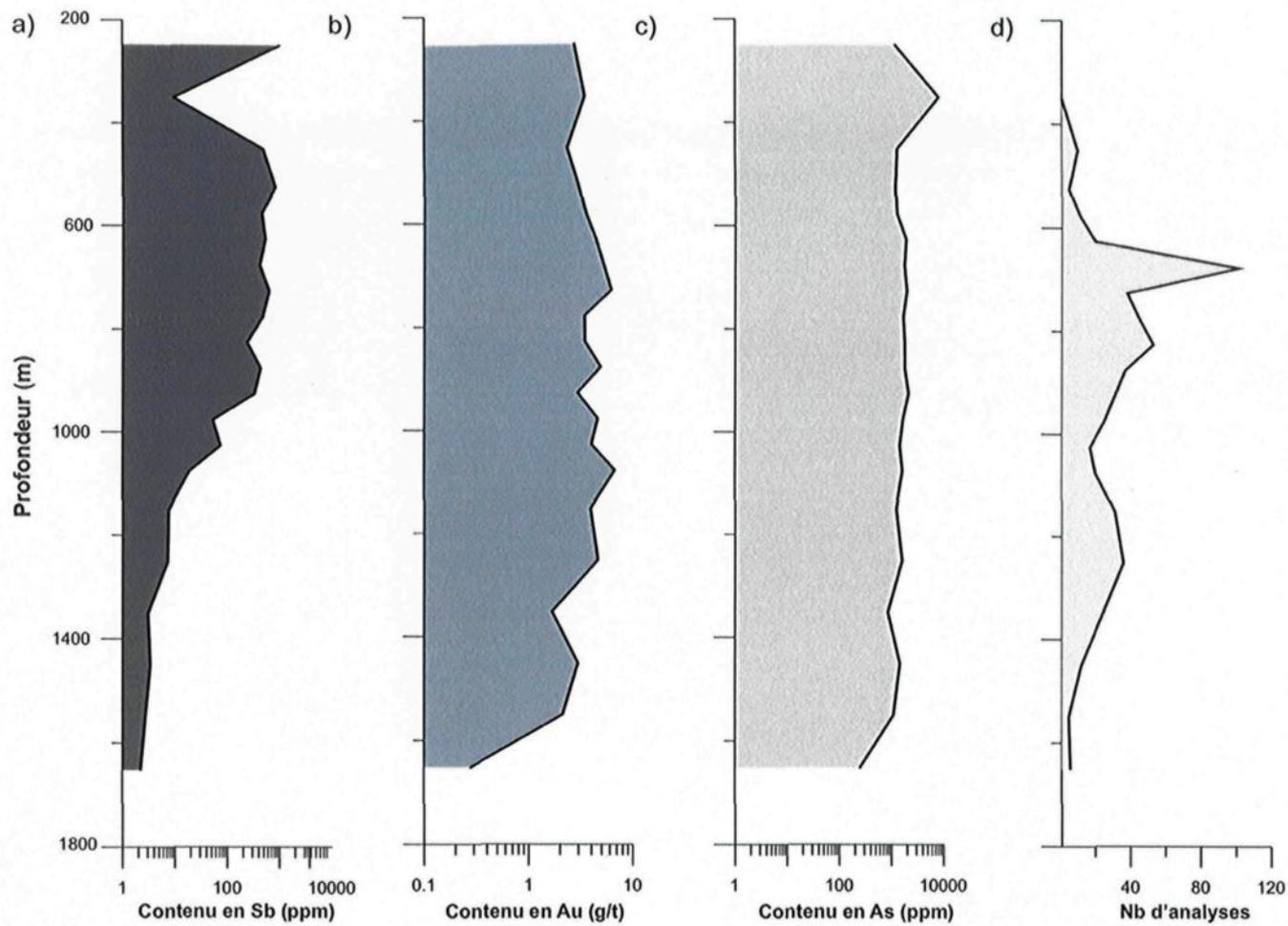


Figure 4.8: Comparaison du contenu métallique de la zone Contact selon la profondeur. La courbe est établie avec la valeur moyenne des analyses sur un intervalle de profondeur de 100 m. (a) Contenu en antimoine. (b) Contenu en or. (c) Contenu en arsenic. (d) Nombre d'analyses par rapport à la médiane de l'intervalle de profondeur

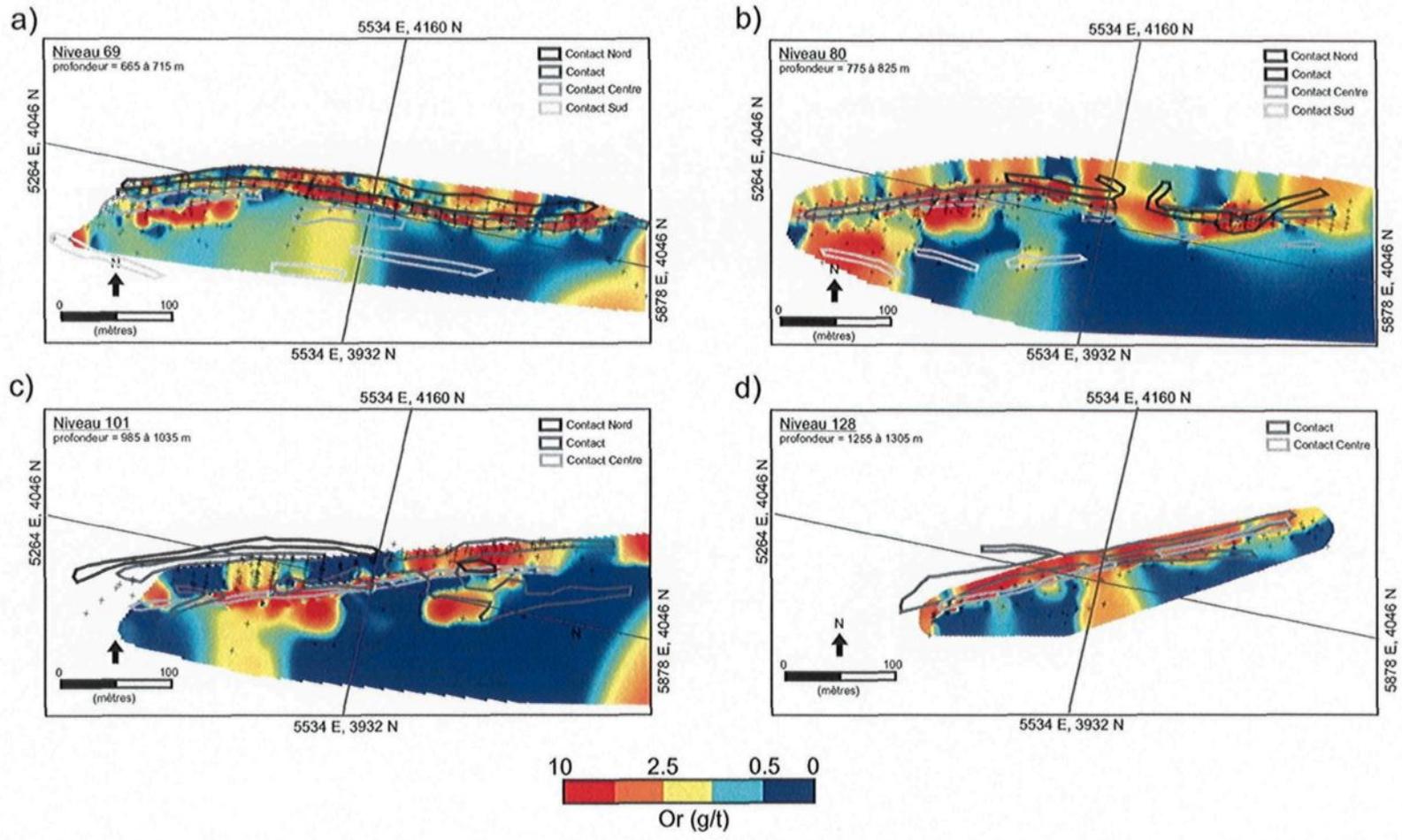


Figure 4.9: Vue en plan de la distribution métallique de l'or à différentes profondeurs. Les contours des zones minéralisées sont dessinés à titre de repère. (a) niveau 69 (690 ± 50 m). (b) niveau 80 (800 ± 50 m). (c) niveau 101 ($1\ 010 \pm 50$ m). (d) niveau 128 ($1\ 280 \pm 50$ m).

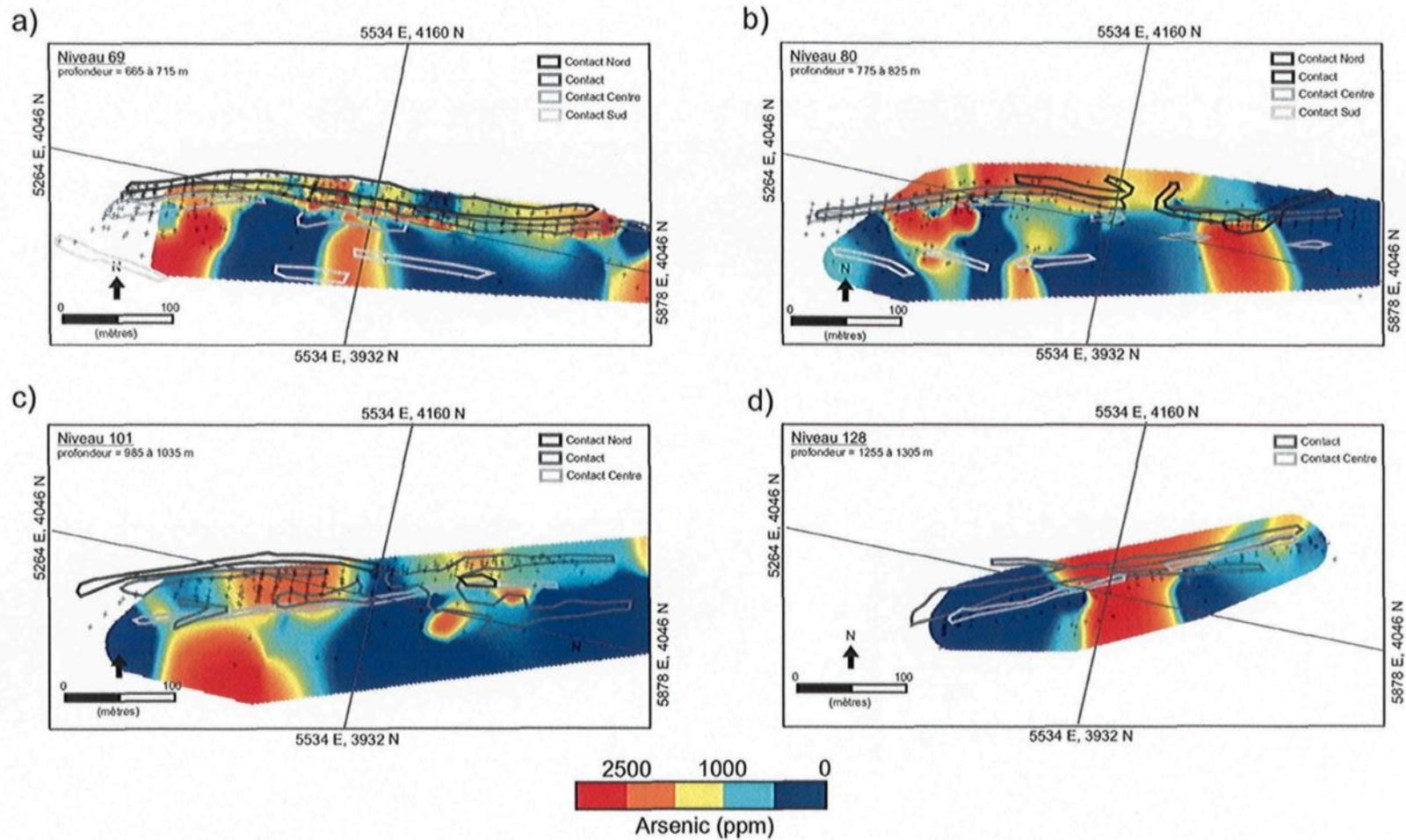


Figure 4.10: Vue en plan de la distribution métallique de l'arsenic à différentes profondeurs. Les contours des zones minéralisées sont dessinés à titre de repère. (a) niveau 69 (690 ± 50 m). (b) niveau 80 (800 ± 50 m). (c) niveau 101 (1010 ± 50 m). (d) niveau 128 (1280 ± 50 m)

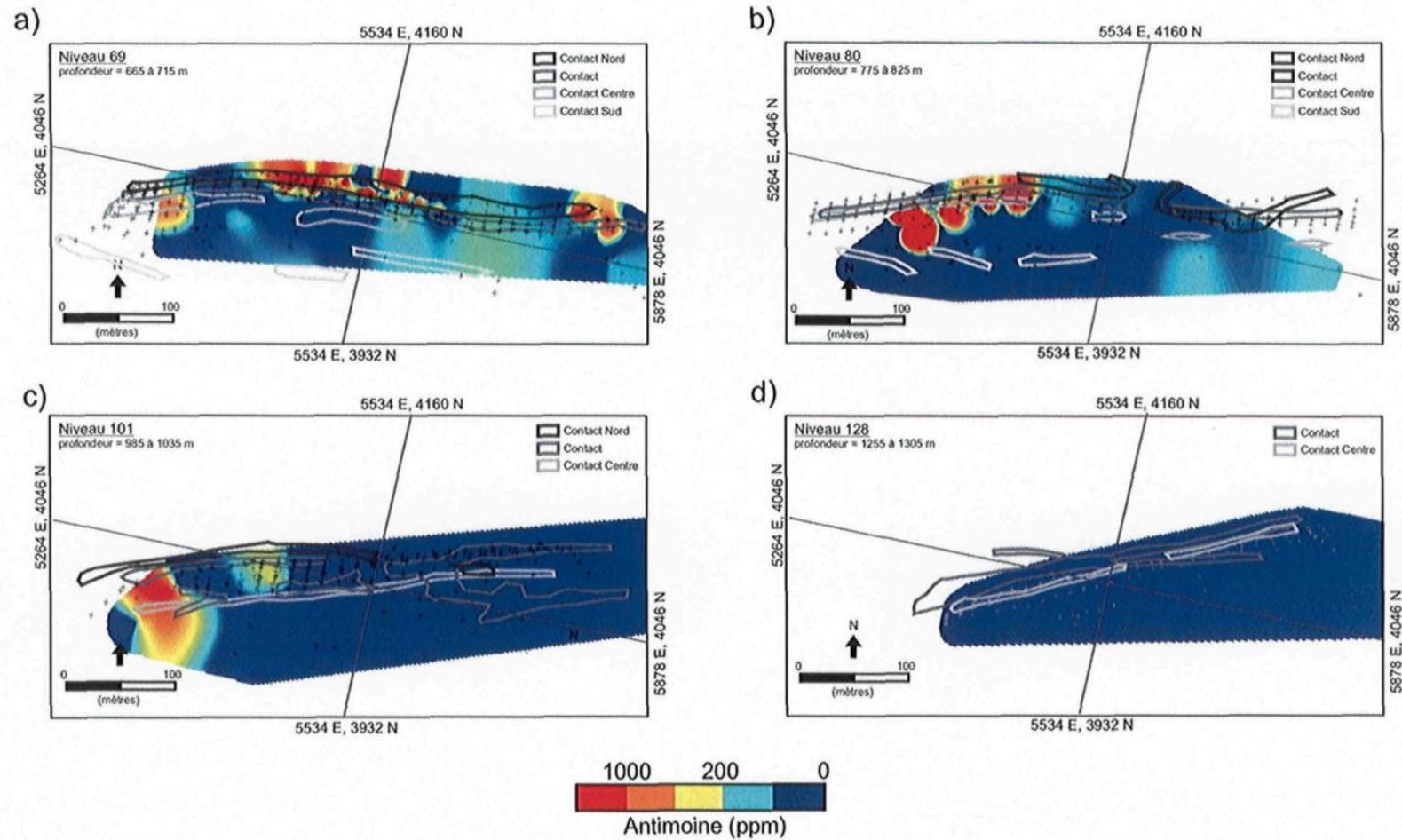


Figure 4.11: Vue en plan de la distribution métallique de l'antimoine à différentes profondeurs. Les contours des zones minéralisées sont dessinés à titre de repère. (a) niveau 69 (690 ± 50 m). (b) niveau 80 (800 ± 50 m). (c) niveau 101 ($1\ 010 \pm 50$ m). (d) niveau 128 ($1\ 280 \pm 50$ m)

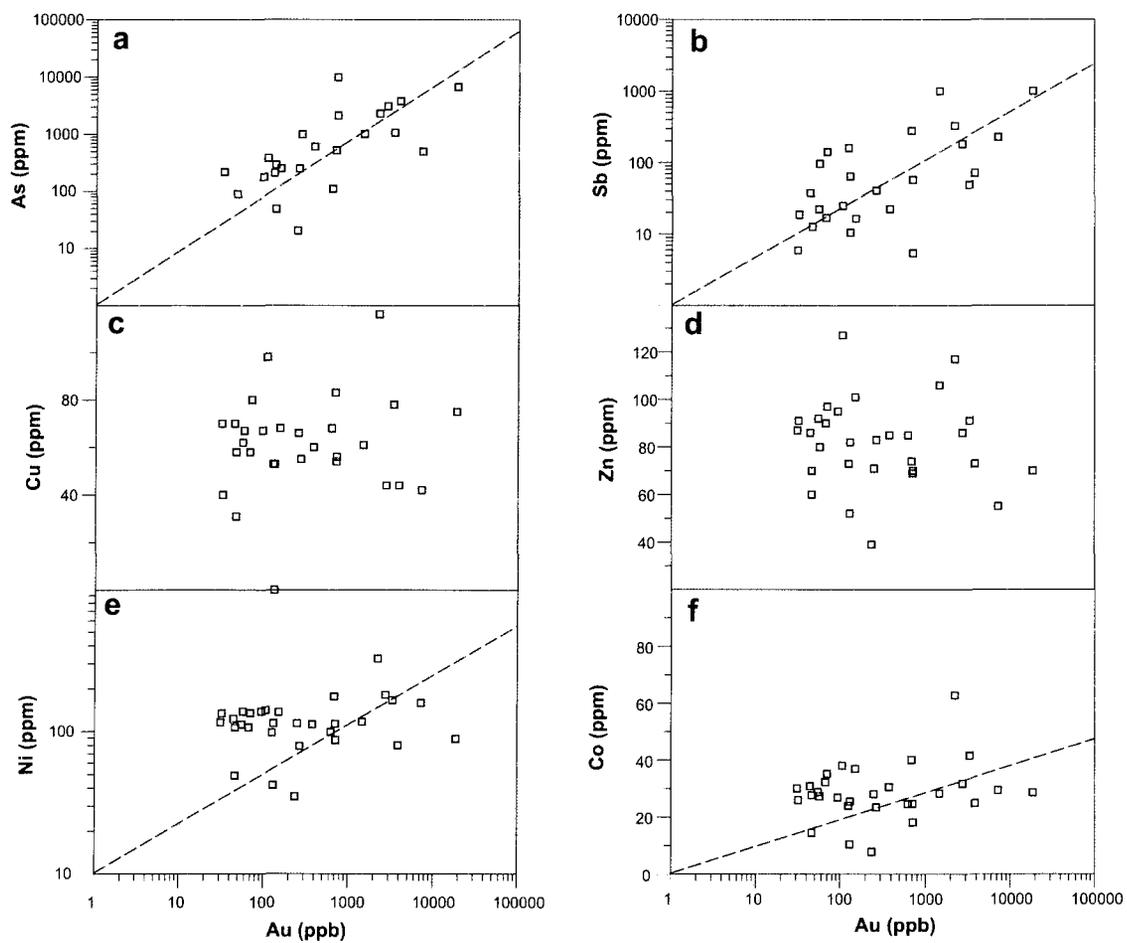


Figure 4.12: Diagrammes binaires des métaux en fonction de l'or des unités sédimentaires dans les analyses de roche totale ($n=23$). (a) As vs Au. (b) Sb vs Au. (c) Cu vs Au. (d) Zn vs Au. (e) Ni vs Au. (f) Co vs Au.

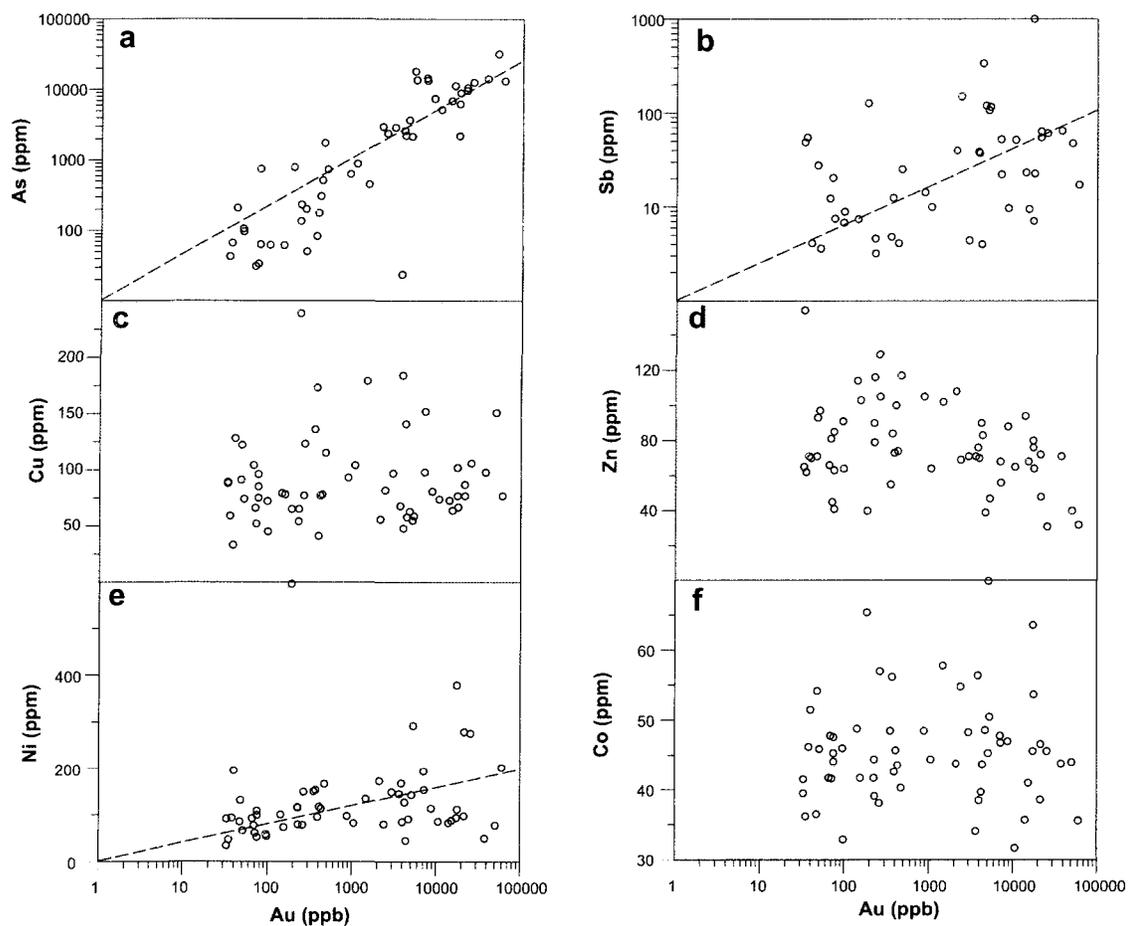


Figure 4.13: Diagrammes binaires des métaux en fonction de l'or des unités mafiques dans les analyses de roche totale ($n=61$). (a) As vs Au. (b) Sb vs Au. (c) Cu vs Au. (d) Zn vs Au. (e) Ni vs Au. (f) Co vs Au.

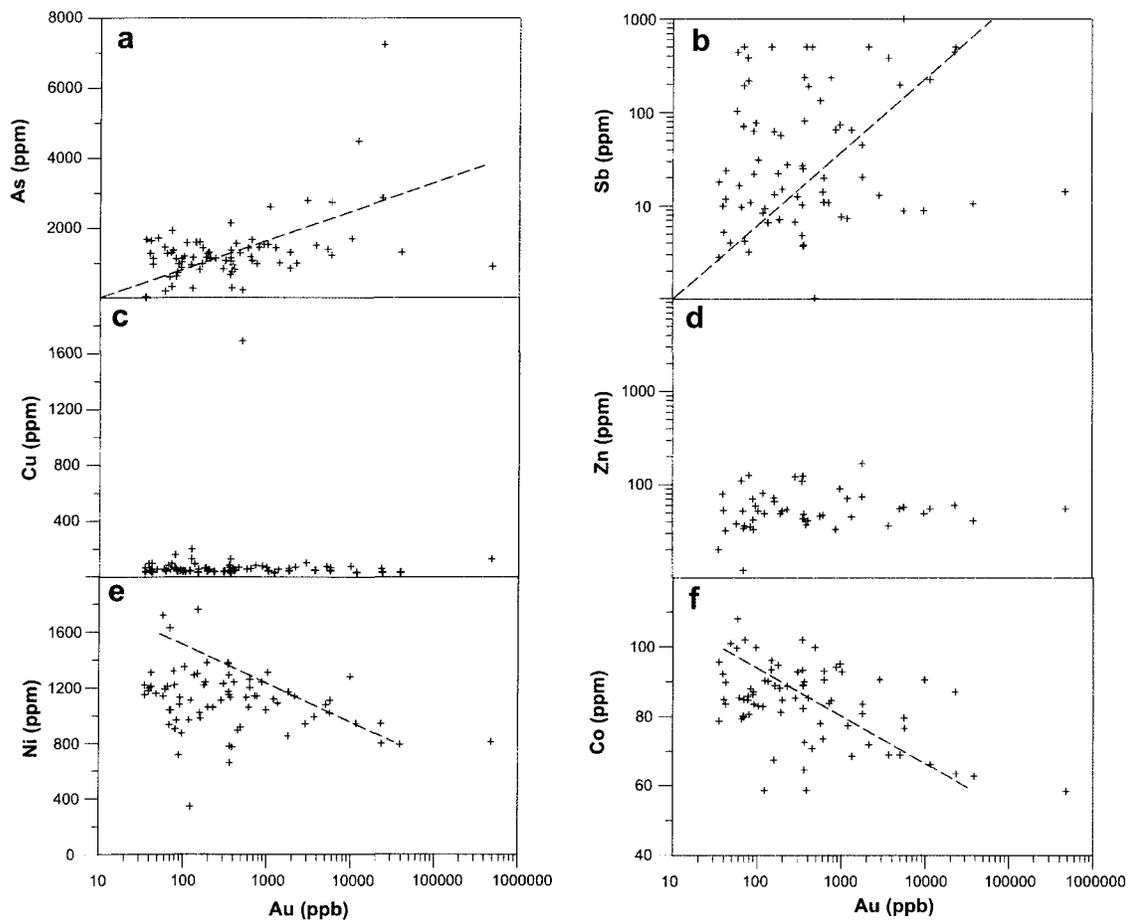


Figure 4.14: Diagrammes binaires des métaux en fonction de l'or des unités ultramafiques dans les analyses de roche totale ($n=80$). (a) As vs Au. (b) Sb vs Au. (c) Cu vs Au. (d) Zn vs Au. (e) Ni vs Au. (f) Co vs Au.

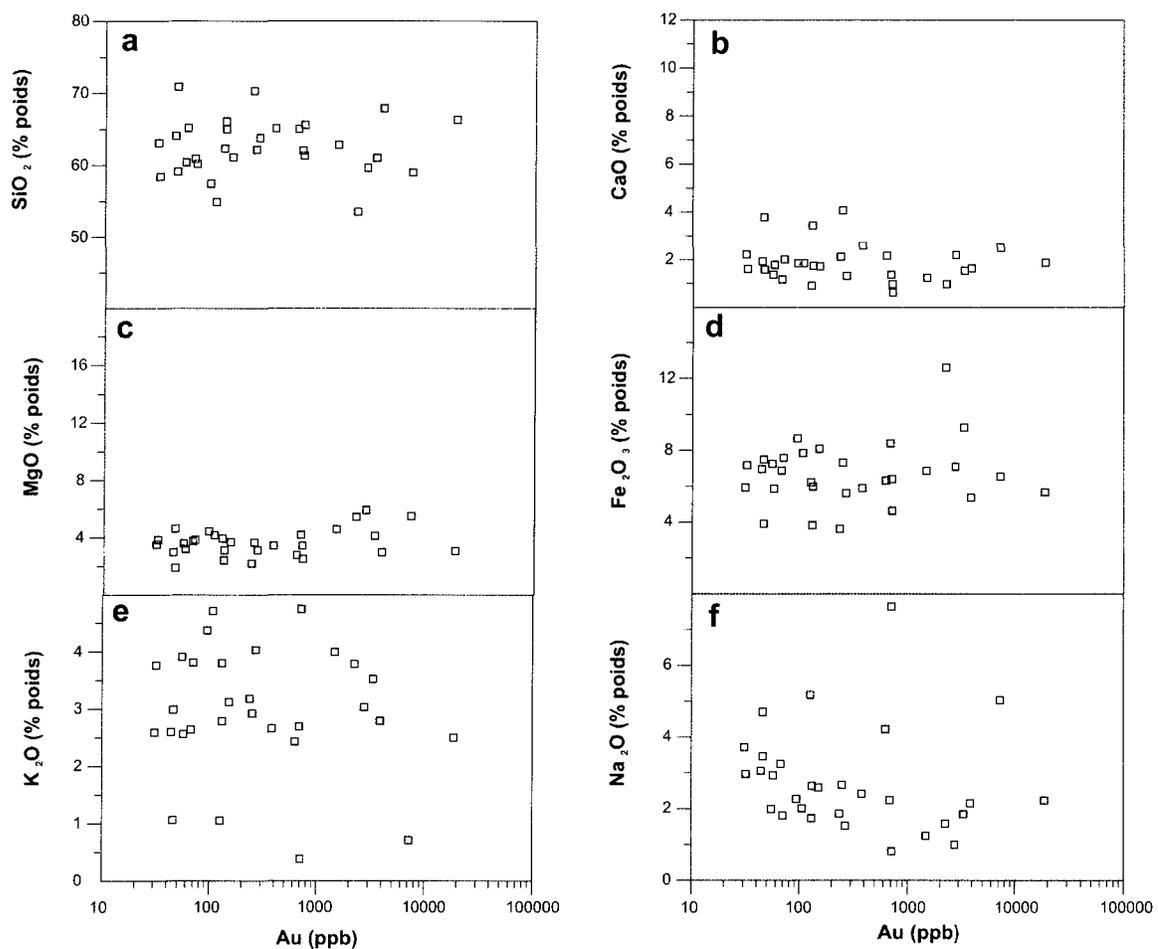


Figure 4.15: Diagrammes binaires des oxydes en fonction de l'or des unités sédimentaires dans les analyses de roche totale ($n=23$). (a) SiO₂ vs Au. (b) CaO vs Au. (c) MgO vs Au. (d) Fe₂O₃ vs Au. (e) K₂O vs Au. (f) Na₂O vs Au.

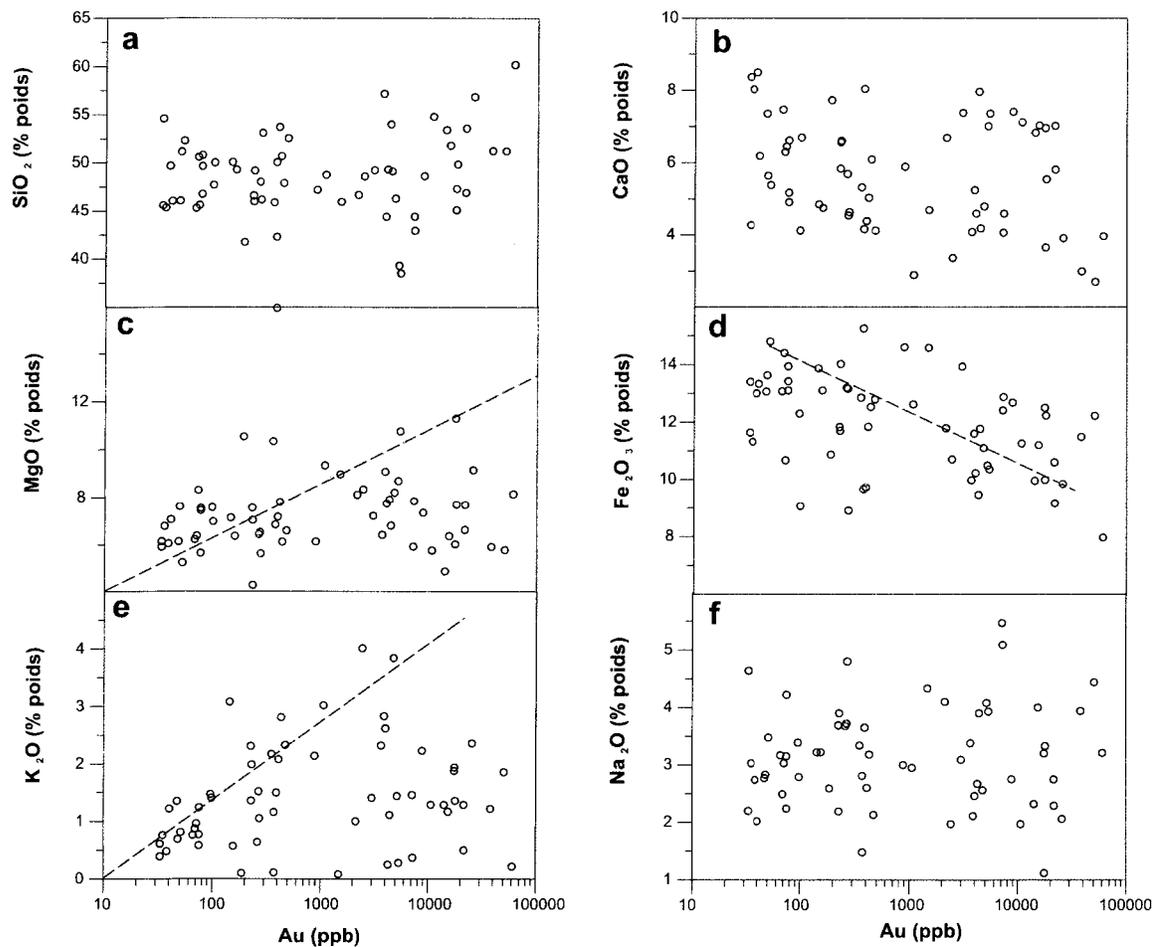


Figure 4.16: Diagrammes binaires des oxydes en fonction de l'or des unités mafiques dans les analyses de roche totale ($n=61$). (a) SiO₂ vs Au. (b) CaO vs Au. (c) MgO vs Au. (d) Fe₂O₃ vs Au. (e) K₂O vs Au. (f) Na₂O vs Au.

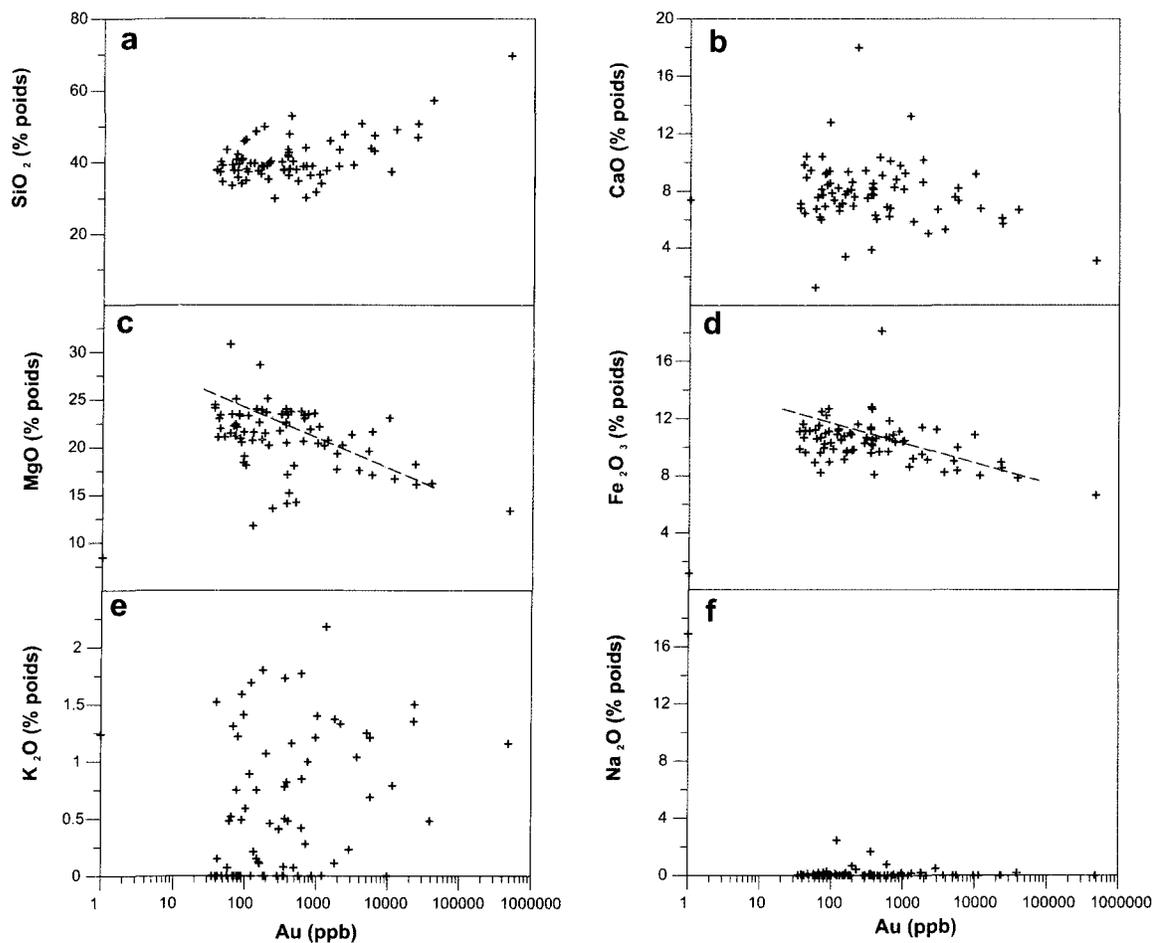


Figure 4.17: Diagrammes binaires des oxydes en fonction de l'or des unités ultramafiques dans les analyses de roche totale ($n=80$). (a) SiO_2 vs Au. (b) CaO vs Au. (c) MgO vs Au. (d) Fe_2O_3 vs Au. (e) K_2O vs Au. (f) Na_2O vs Au.

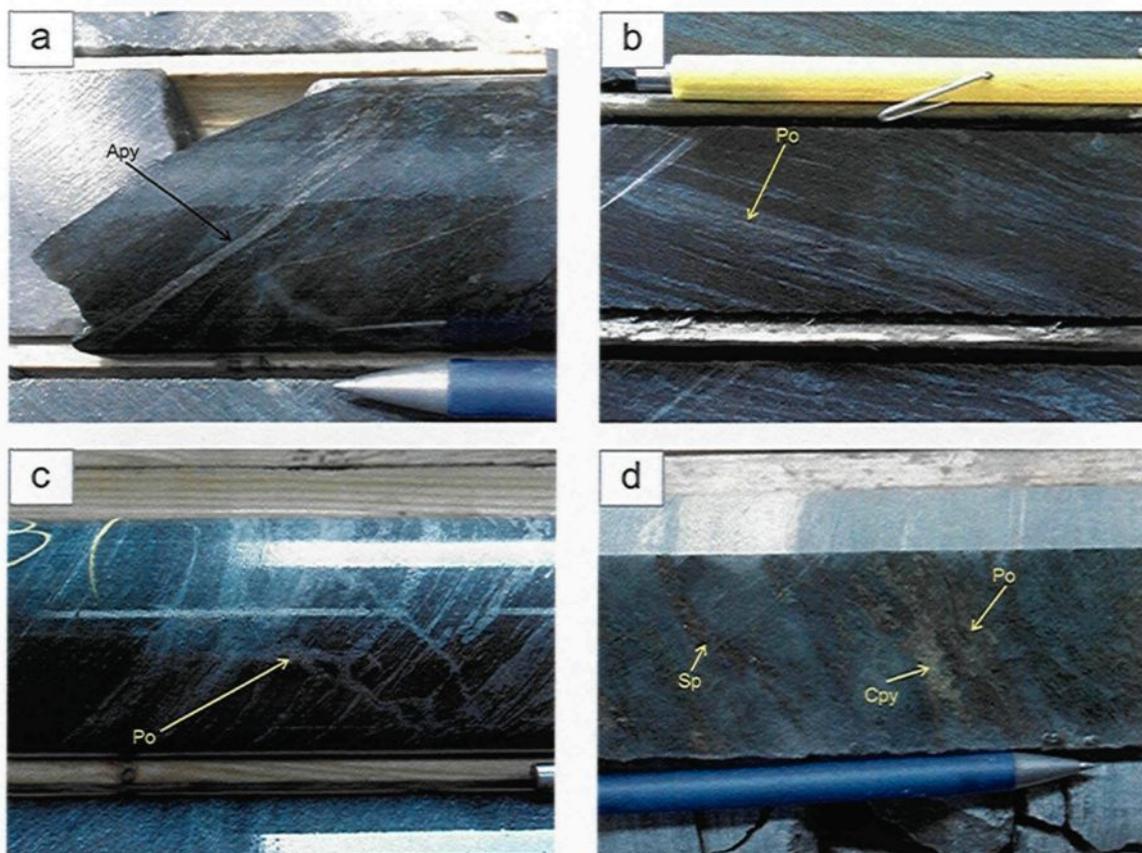


Figure 4.18: Photographies de la minéralisation dans les échantillons de forage. (a) rubans d'arsénopyrite massifs associés spatialement avec l'altération en biotite, forage LA07-125-24. (b) plages de pyrrhotite alignées parallèlement à la schistosité principale, forage LA06-89-2. (c) amas de pyrrhotite dans une veinule de carbonates recoupant la schistosité principale, forage LA07-101-5. (d) assemblage pyrrhotite-chalcopyrite-sphalérite dans une veine de quartz-actinote, forage LA07-89-10.

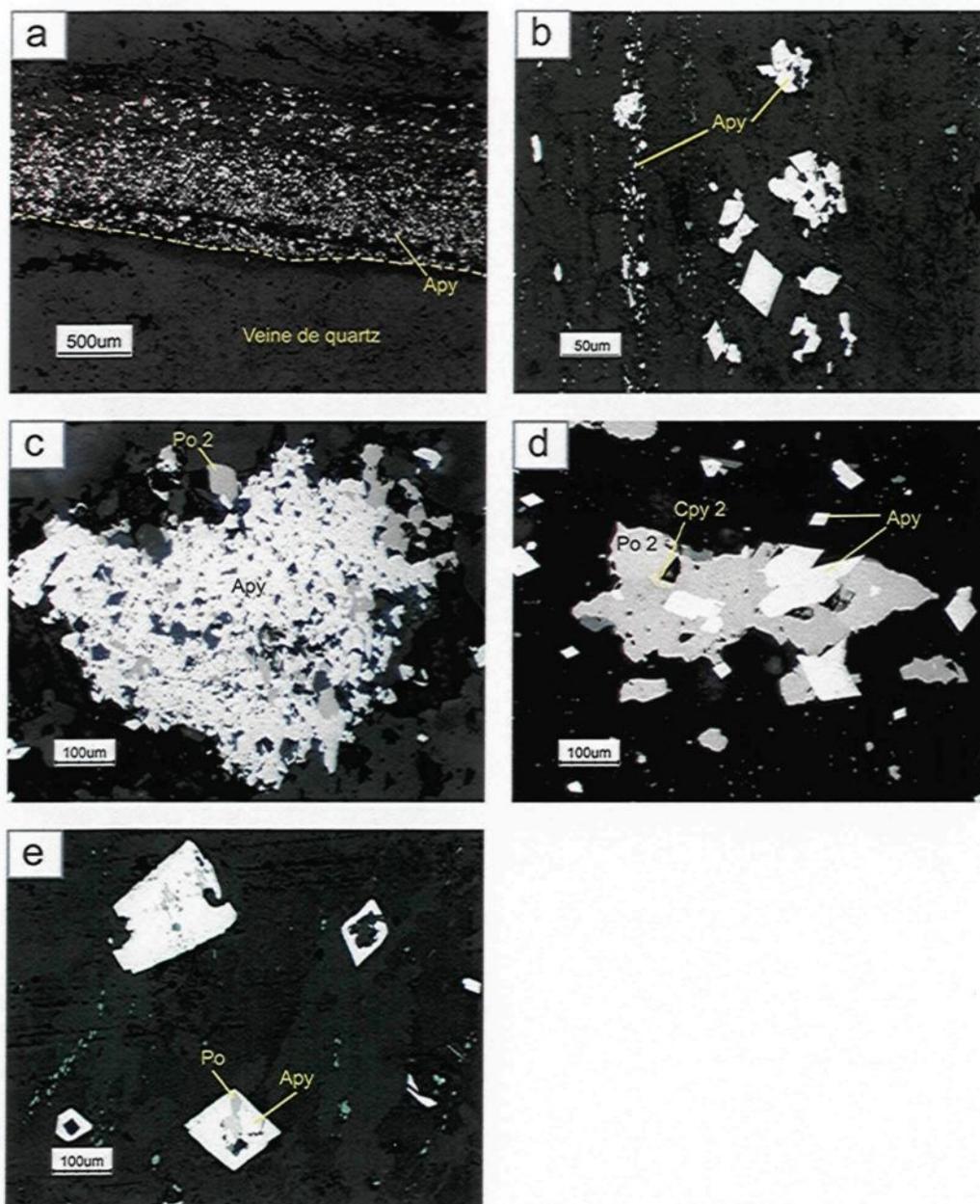


Figure 4.19: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation du gisement Lapa. (a) arsénopyrite finement disséminée dans les épontes fortement altérées. (b) diverses granulométries d'arsénopyrite disséminée. (c) amas poreux d'arsénopyrite avec pyrrhotite aux pourtours. (d) grains hypidiomorphes d'arsénopyrite en forme de losange associés spatialement avec de la pyrrhotite et de la chalcopyrite. (e) arsénopyrite avec un cœur de pyrrhotite.

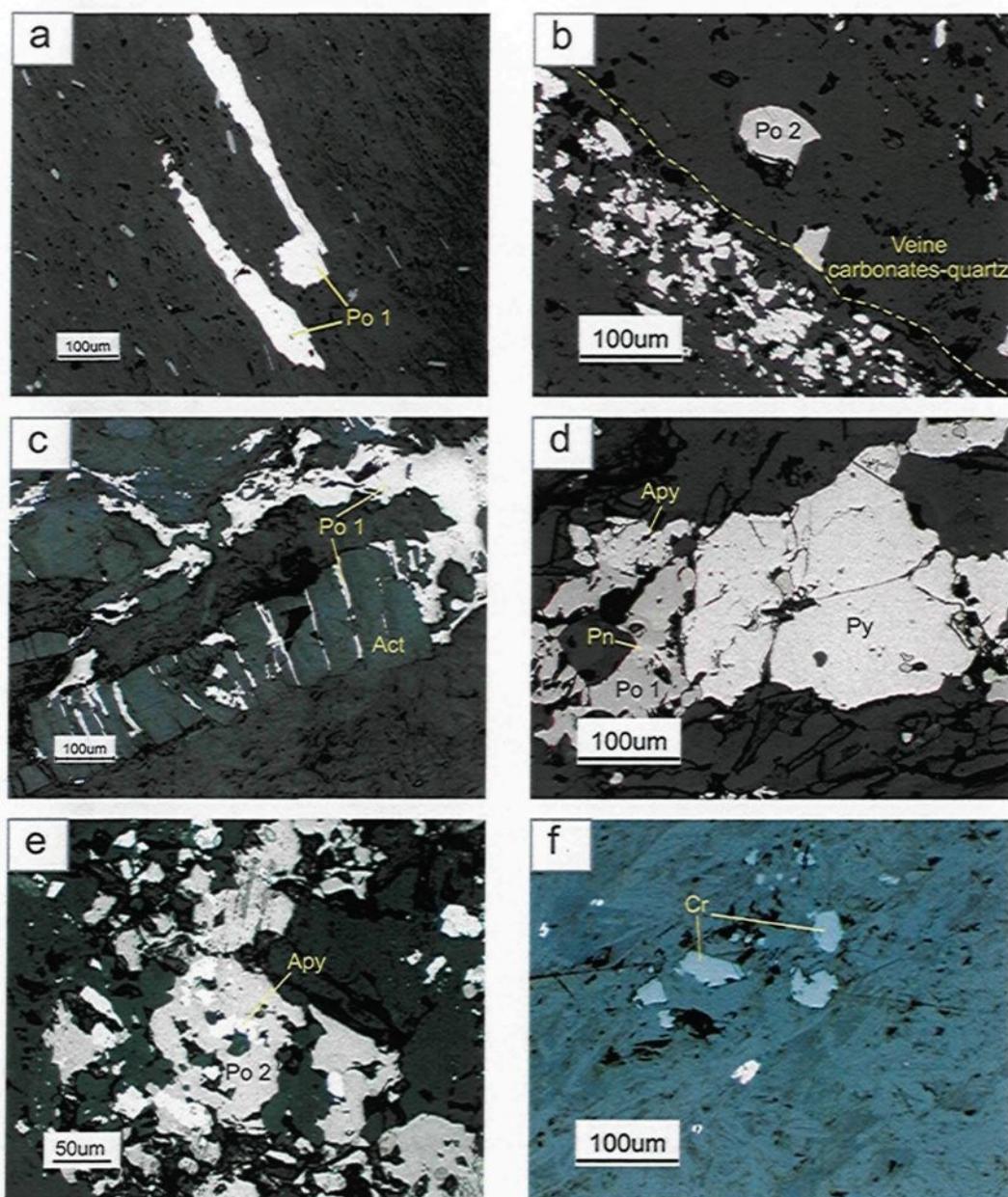


Figure 4.20: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation du gisement Lapa. (a) plages de pyrrhotite alignées dans la schistosité. (b) cristaux de pyrrhotite dans veinules de carbonates. (c) excroissance de pyrrhotite entre les mailles de cristaux d'amphiboles. (d) exsolutions de pentlandite et chalcopyrite dans la pyrrhotite (e) inclusion d'arsénopyrite dans un grain de pyrrhotite. (f) grains de chromite disséminés dans roches ultramafiques distales.

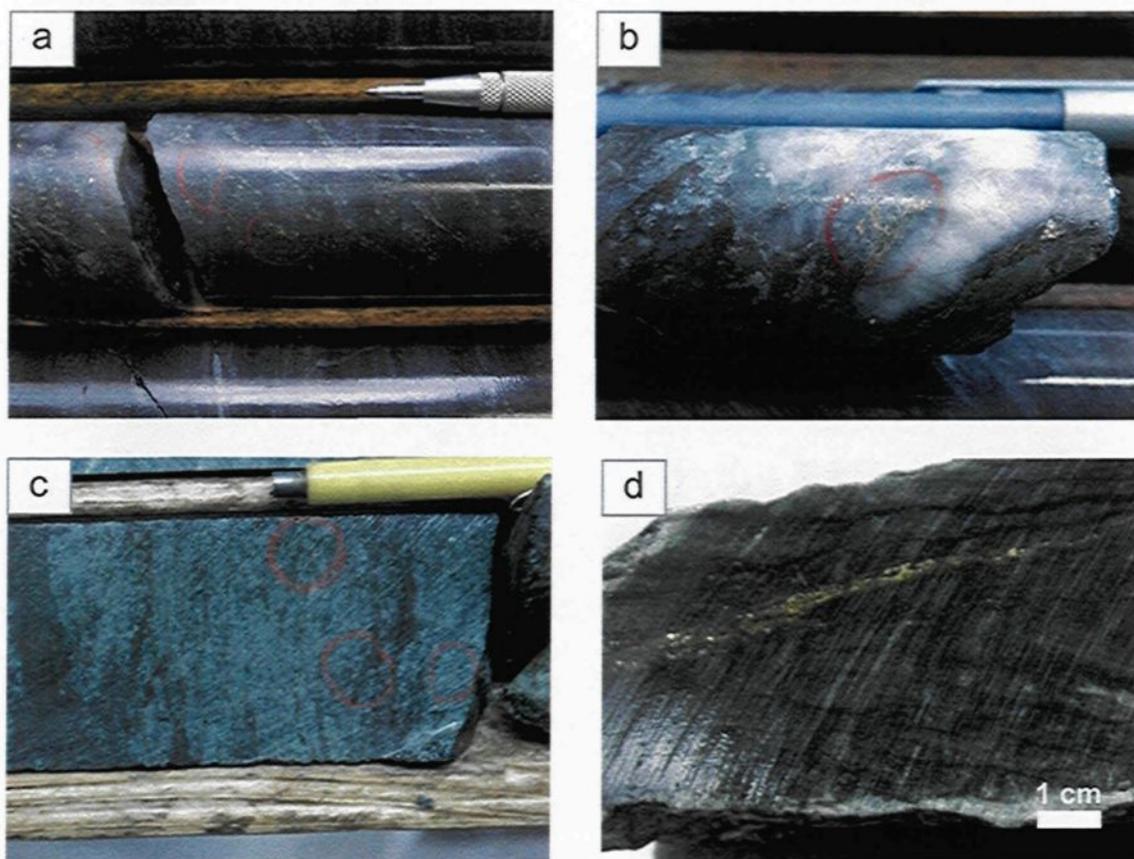


Figure 4.21: Photographies de l'or dans les échantillons de forages. (a) grains d'or finement disséminés dans une veines de quartz gris. (b) amas d'or libre dans une veine de quartz blanc plissée, forage D08-101-35. (c) grains d'or finement disséminés dans une unité ultramafique à actinote-biotite, forage LA07-101-13. (d) veinule d'or visible recoupant la schistosité principale.

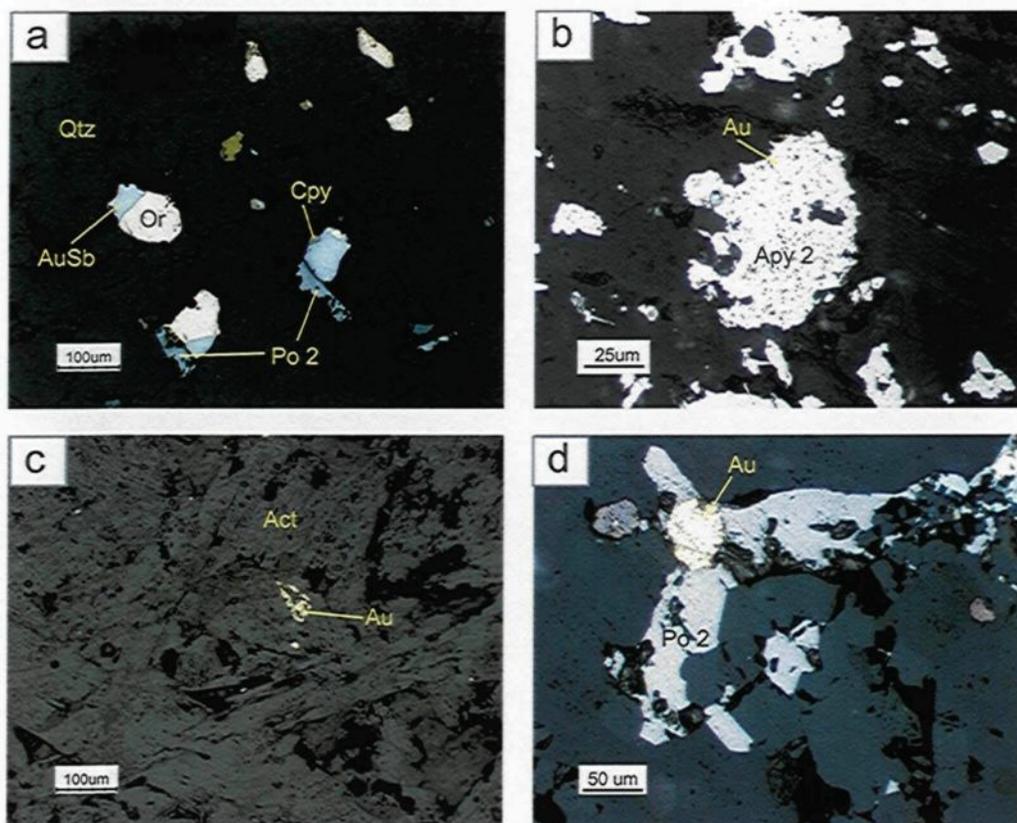


Figure 4.22: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation du gisement Lapa. (a) or natif dans veinules de quartz recristallisé. (b) or libre en association avec arsénopyrite. (c) inclusion d'or libre dans amphiboles. (d) or natif en relation d'équilibre avec la pyrrhotite et l'aurostibite.

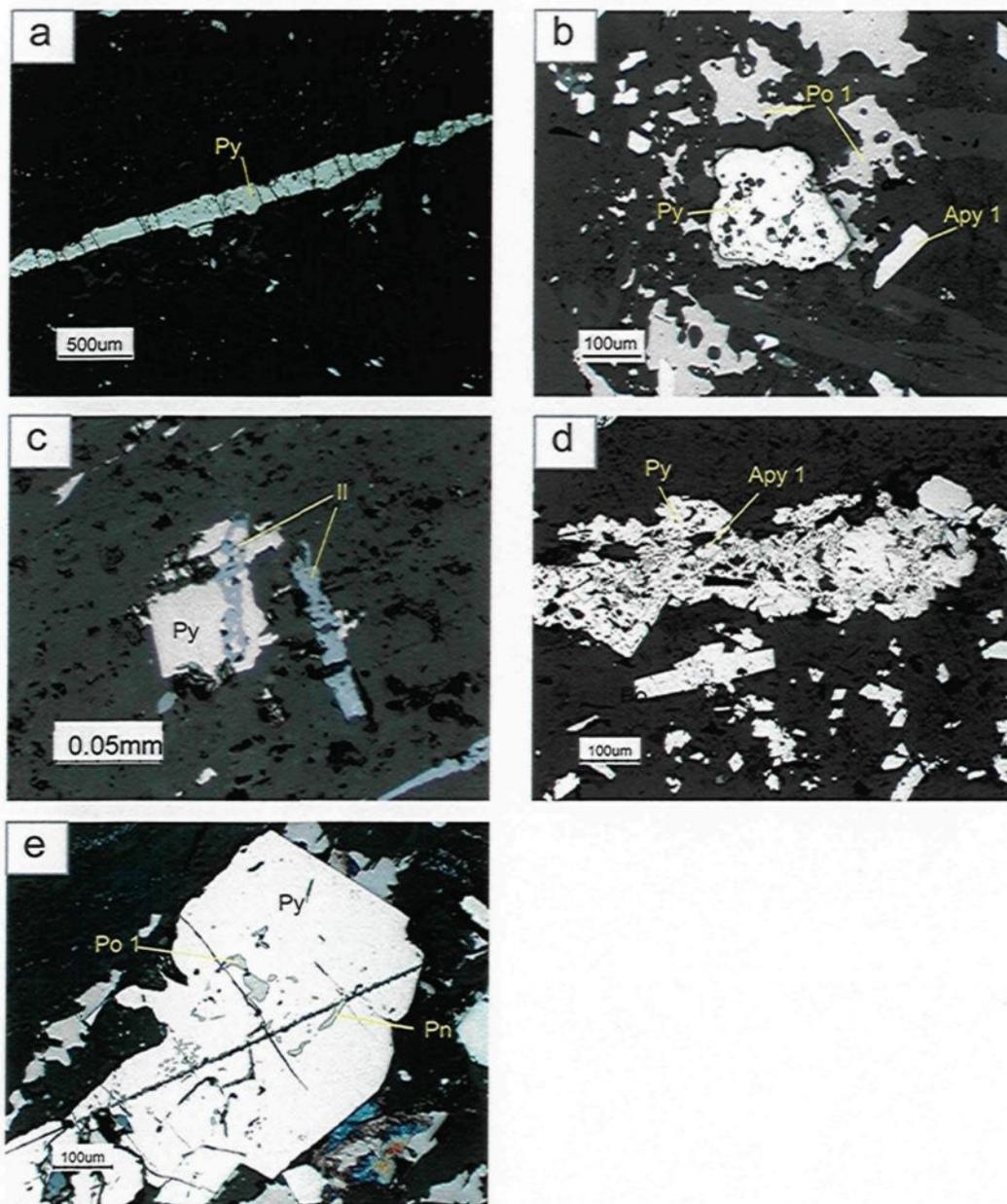


Figure 4.23: Microphotographies de la minéralogie de la minéralisation du gisement Lapa. (a) plages de pyrite alignées dans la fabrique principale. (b) grain grossier, poreux et subarrondi de pyrite. (c) cristaux de pyrite se formant sur les bâtonnets d'ilménite. (d) amas de pyrite se formant au profit de l'arsénopyrite. (e) grain de pyrite hypidiomorphe avec inclusions de pyrrhotite.

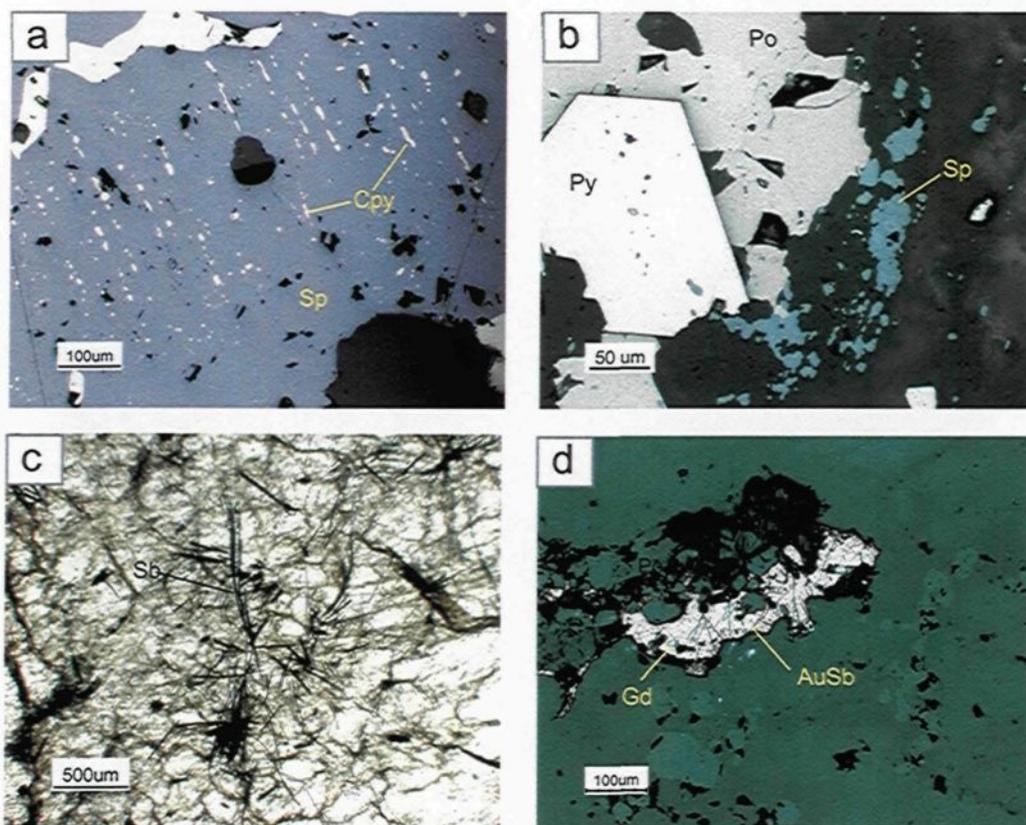


Figure 4.24: Microphotographies de la minéralogie métallique du gisement Lapa. (a) inclusions de chalcoppyrite dans plage de sphalérite. (b) sphalérite formant un halo autour de la pyrrhotite. (c) aiguilles de stibnite disséminées dans une veine de quartz recristallisé. (d) inclusion de gudmuntite dans plage d'aurostibite.

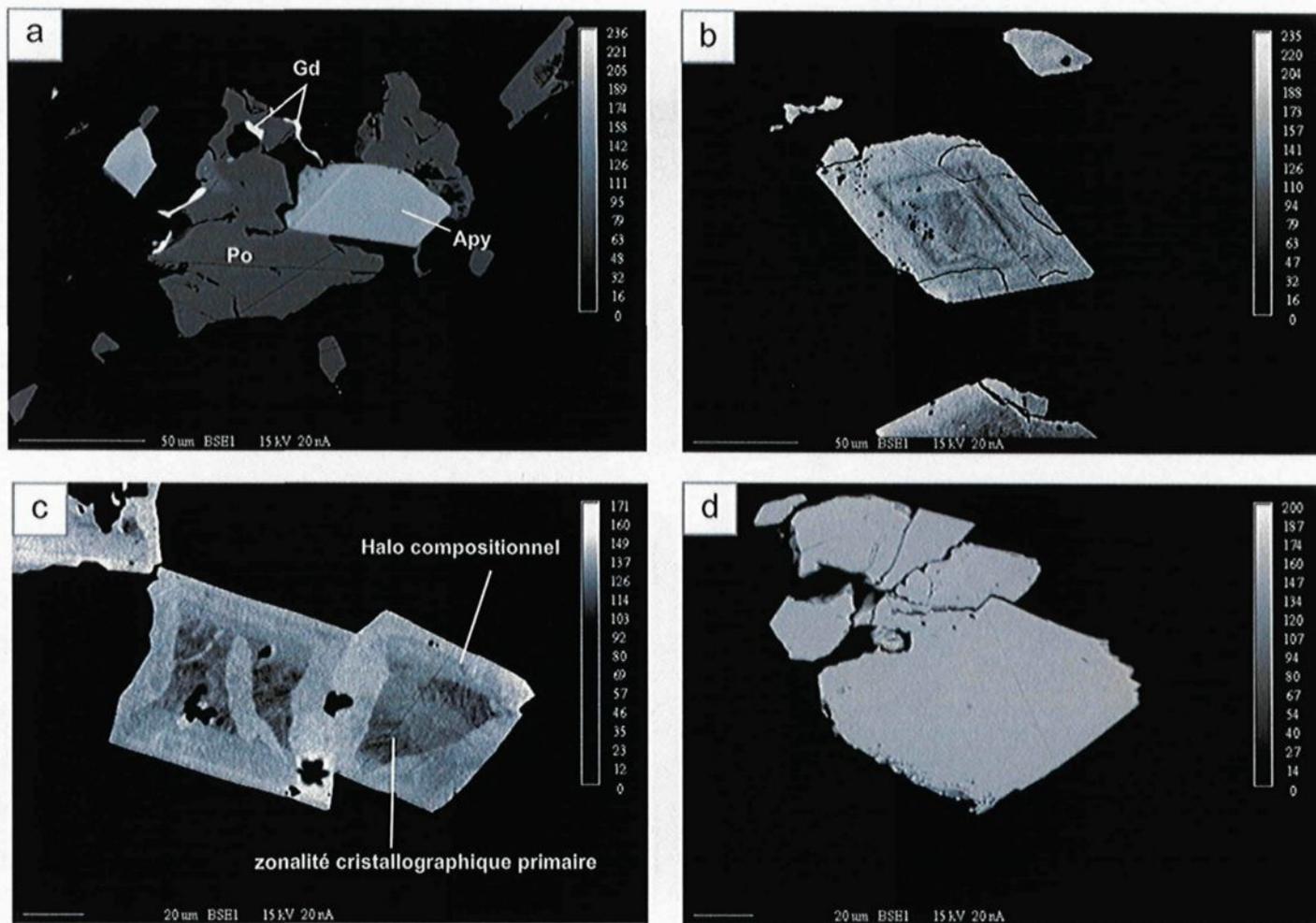


Figure 4.25: Photographie des images en BSE. (a) halo de gadmundite autour d'une plage de pyrrhotite. (b) grain d'arsénopyrite illustrant une zonalité cristallographique oscillatoire. (c) halo compositionnel dans les grains d'arsénopyrite. (d) arsénopyrite dépourvue de zonalité

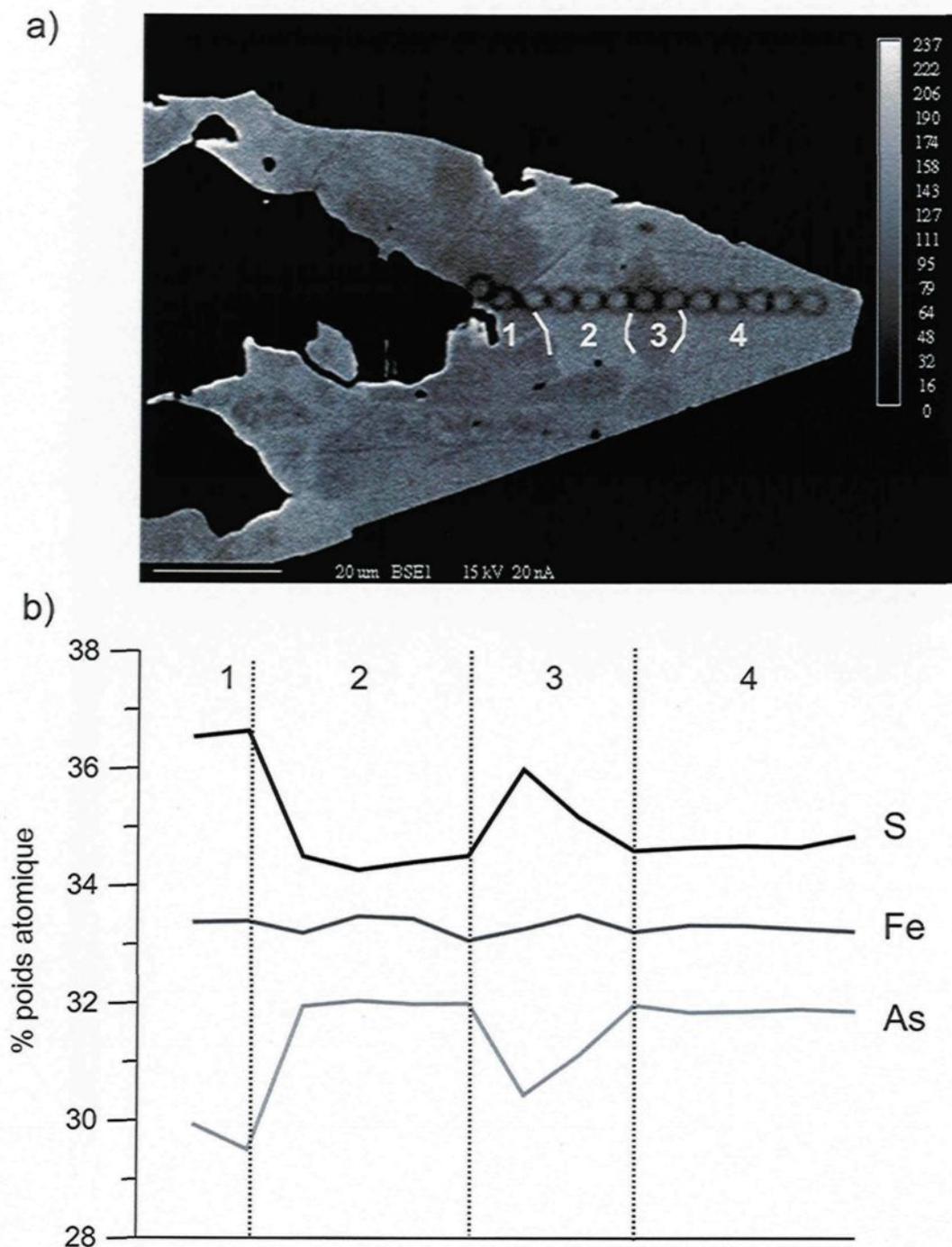


Figure 4.26: Série d'analyses ponctuelles dans un grain d'arsénopyrite zoné. L'image en BSE montre la localisation des analyses et la zonalité observée. Le graphique illustre la variation du contenu en As, Fe et S selon chacune des zones recoupées, numérotées 1 à 4.

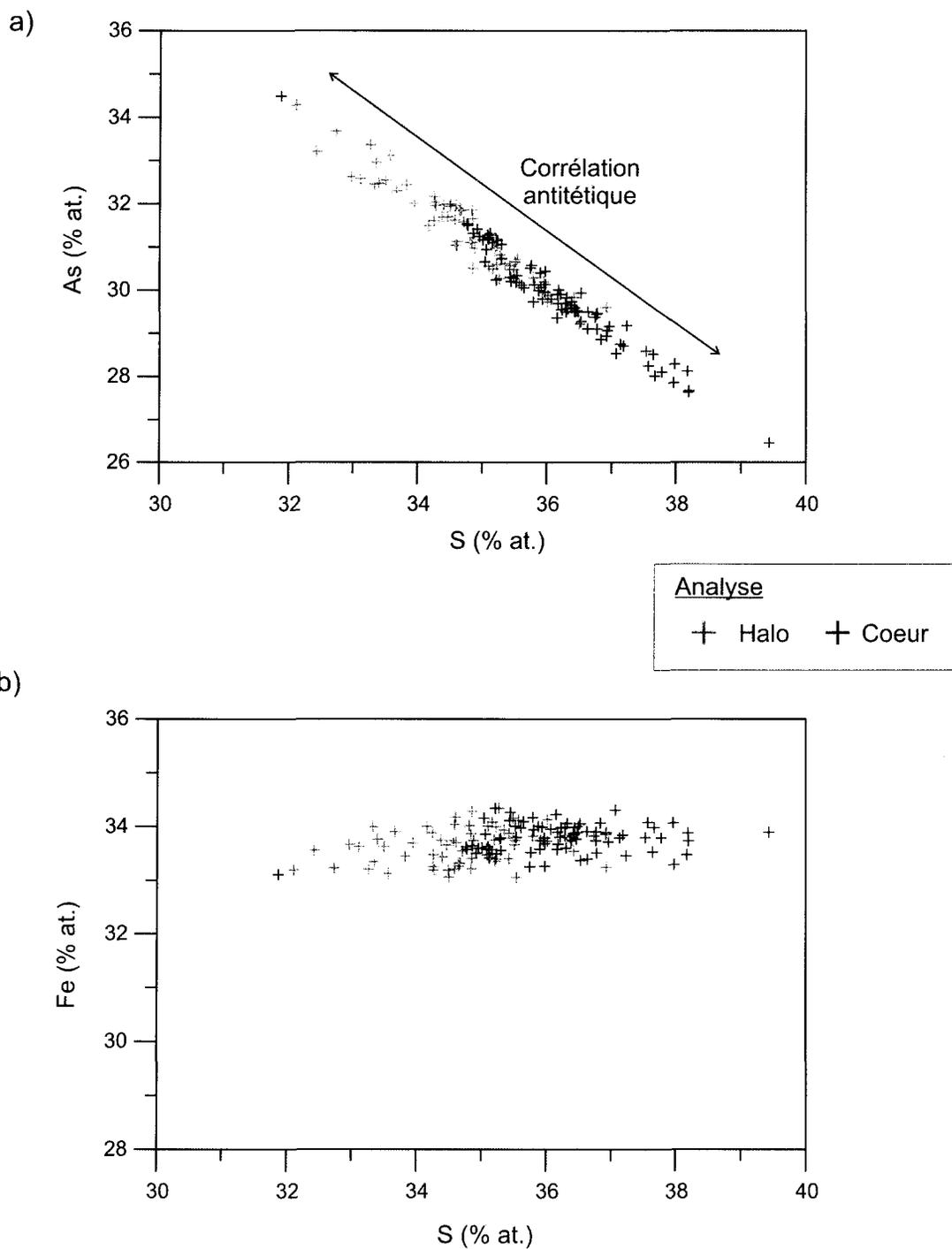


Figure 4.27: Diagrammes binaires des éléments majeurs dans les arsénopyrites analysées à la microsonde électronique. (a) As vs S. (b) Fe vs S.

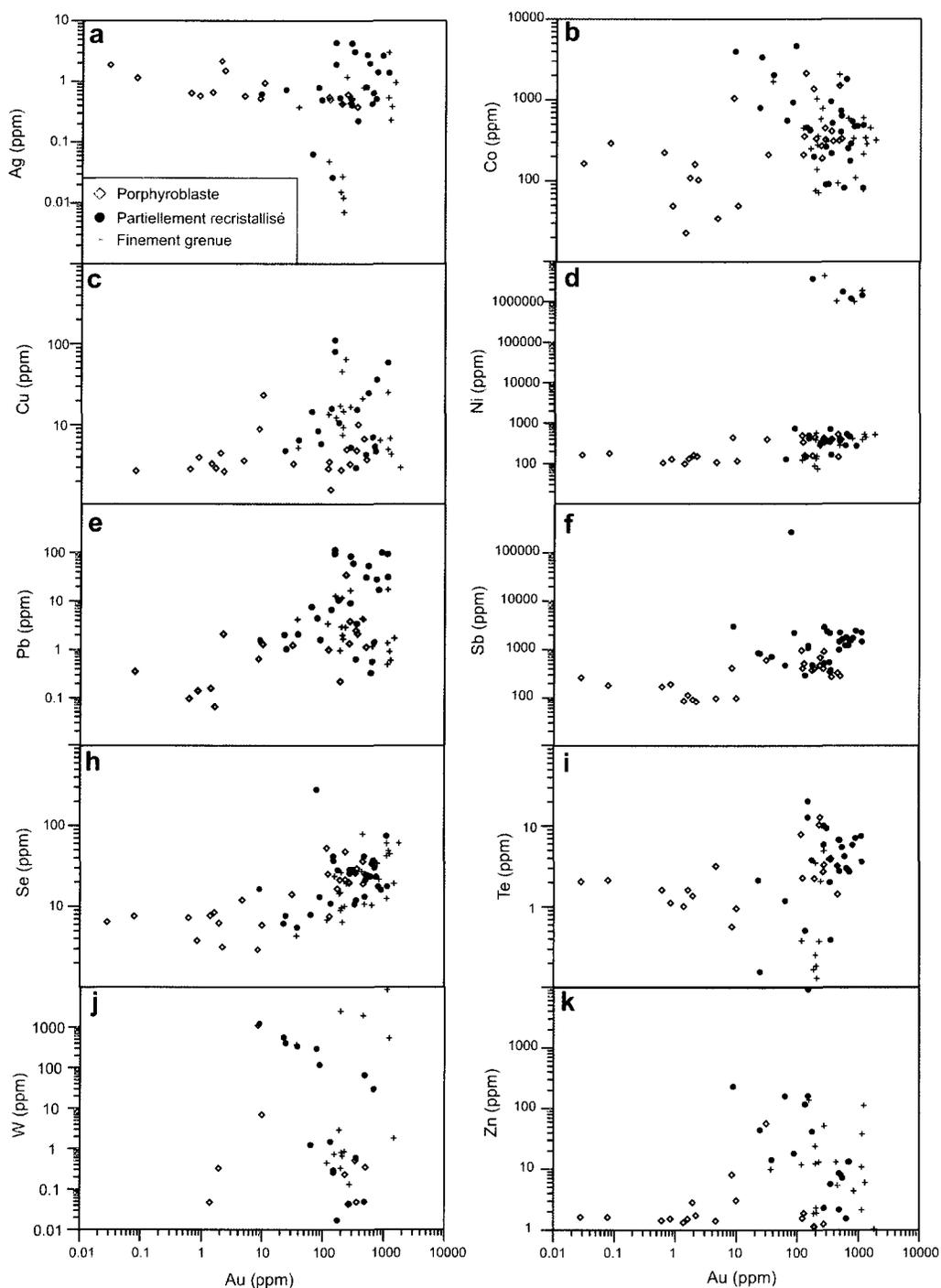


Figure 4.28: Diagrammes binaires des éléments métalliques en fonction de l'or pour les arsénopyrites. Analyses au LA-ICP-MS de grains selon leur texture. (a) Ag vs. (b) Co vs. (c) Cu vs. (d) Ni vs. (e) Pb vs. (f) Sb vs. Au. (h) Se vs. (i) Te vs. (j) W vs. (k) Zn vs. Au.

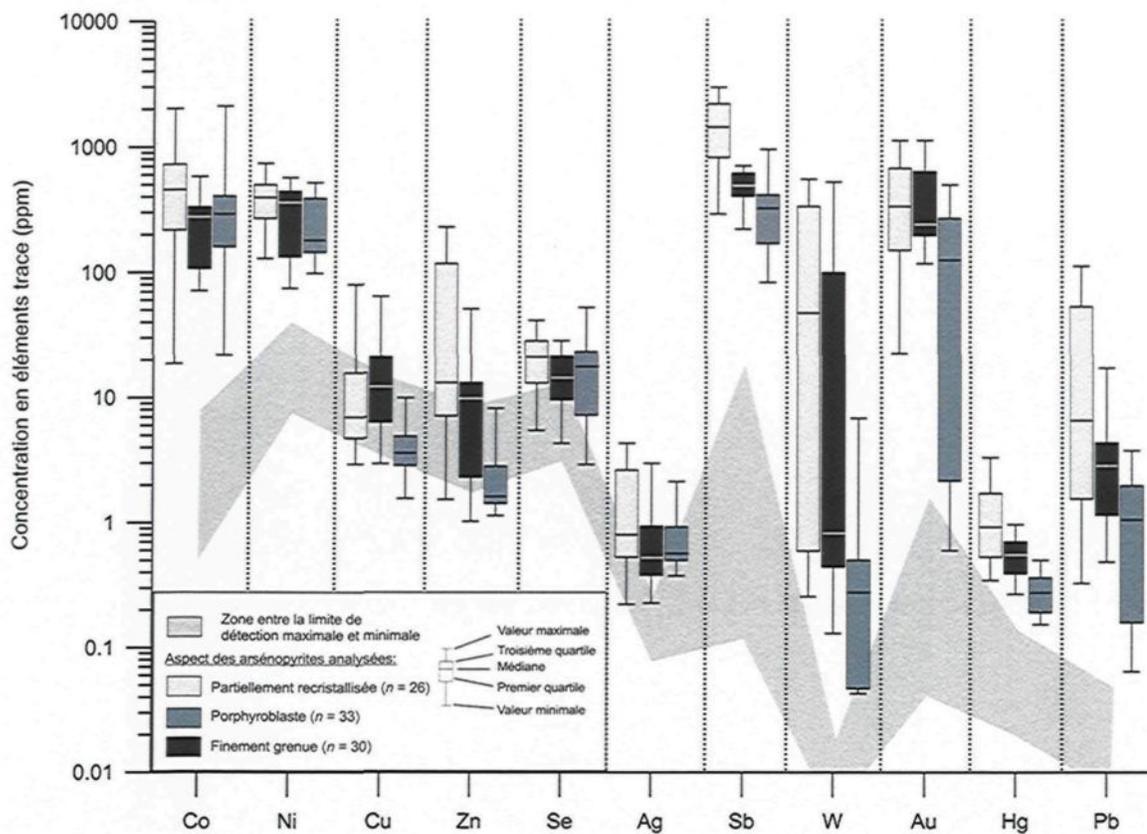


Figure 4.29: Concentration en éléments traces dans les arsénopyrites par rapport à leur degré de cristallisation.

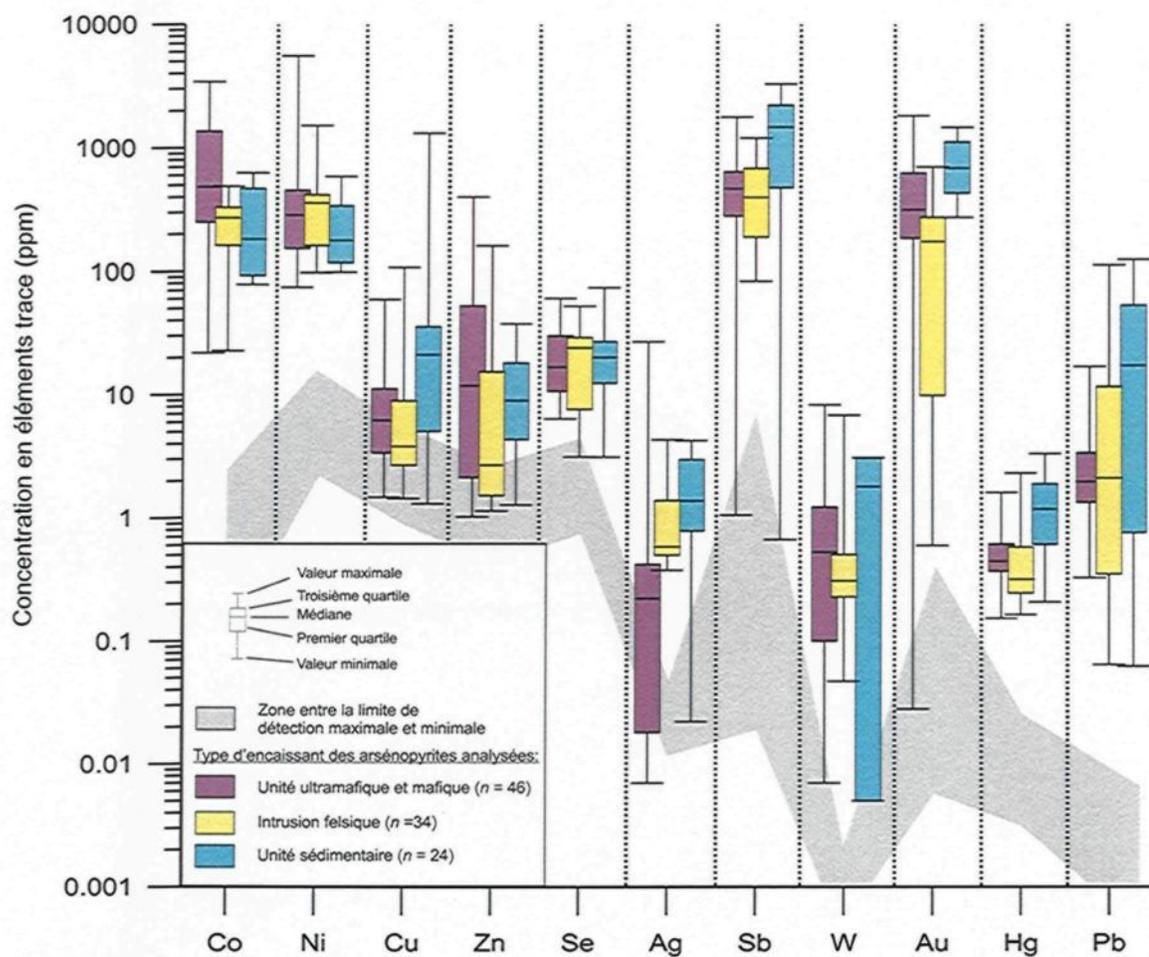


Figure 4.30: Concentration en éléments traces par rapport à la composition de la roche hôte.

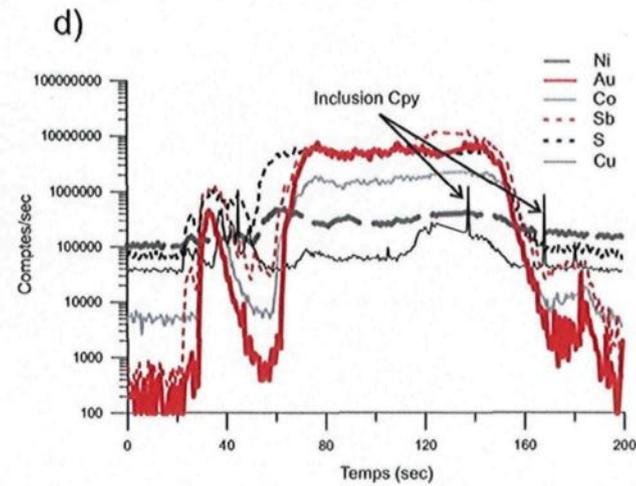
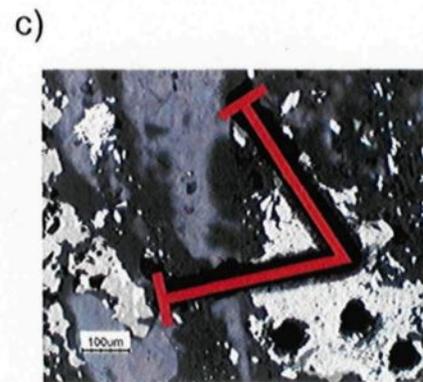
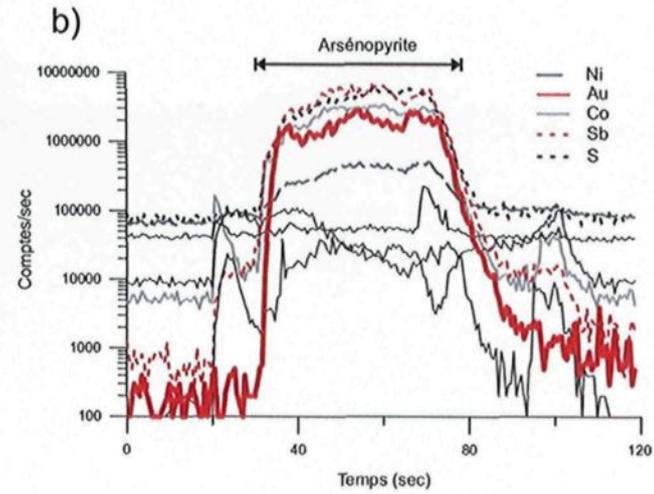
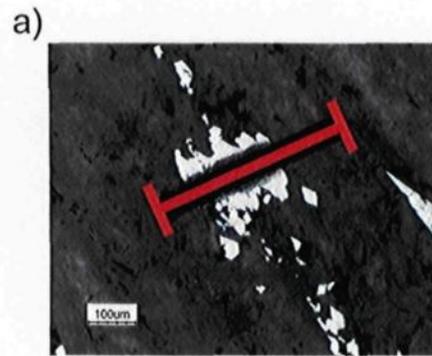


Figure 4.31: Analyse linéaire traversant un grain d'arsénopyrite. (a) tracé de l'analyse linéaire. (b) résultats d'analyse montrant la distribution homogène de l'Au dans l'arsénopyrite.

PHASE	Pré-aurifère	Aurifère à faible teneur	Aurifère à forte teneur
Arsénopyrite		Or invisible -	- - - -
Or natif			—————
Aurostibnite ¹			—————
Stibnite ¹			—————
Pyrrhotite	Po 1 ———	- -	Po 2 - - -
Gudmundite ¹			—————
Pyrite		————— -	- - - -
Chalcopyrite	—————		————— - - -
Sphalérite ²			- - ———
Pentlandite	—————		
Chromite	—————		
Ilménite	—————		

¹ Minéraux seulement dans la partie supérieure (< 1 km)

² Minéraux seulement dans la partie inférieure (> 1km)

————— Phase majeure

————— Phase mineure

Figure 4.32: Séquence paragénétique interprétative des minéraux métalliques.

Tableau 4.5: Principales caractéristiques texturales et pétrographiques des minéraux métalliques du gisement Lapa.

Phase minéralogique	Dimension des grains	Aspect textural	Relations de chronologie relative
<i>Épisode pré-aurifère</i>			
Pyrrhotite (Po 1)	> 100 µm	Disseminée Alignée le long de la schistosité S ₁	Recoupée par Apy
Chalcopyrite	< 25 µm	Exsolution dans la pyrrhotite	
Pentlandite	< 25 µm	Exsolution dans la pyrrhotite	
<i>Épisode aurifère de faible teneur (< 4 g/t Au)</i>			
Arsénopyrite (Apy)	< 50 µm 0,2 - 0,5 mm	Disseminée Amas poreux	Recoupe Po 1 Texture d'équilibre avec la pyrite
Pyrite	> 150 µm	Disseminée	Texture d'équilibre avec l'Apy
<i>Épisode aurifère à forte teneur (> 4 g/t Au)</i>			
Pyrrhotite (Po 2)	> 20 µm	Disseminée Texture d'intercroissance avec silicates-Mg	Remplace la pyrite et l'Apy Texture d'équilibre avec l'or natif
Stibnite	100 - 200 µm	Disséminée dans les veines de quartz recristallisé	
Sphalérite	> 20 µm		Texture d'équilibre avec Po 2 et Apy
Or natif	10 - 100 µm	Grain isolé, angulaire à arrondi Inclusions dans l'Apy Limite de grain entre Apy et Po 2 Disséminé dans les veines de quartz recristallisé Inclusions dans les grains d'actinote	Texture d'équilibre avec Po 2

Tableau 4.6: Analyses représentatives recueillies dans divers types de grains d'arsénopyrite.

Échantillon no.	Halo d'altération			Cœur			Non zonée
	MS07-512	MS07-14	MS08-1B	MS07-512	MS07-14	MS08-1B	MS06-405
Analyse no.	3c	1b	2a	3d	1a	2c	3a
Au (% poids)	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
S	20,53	18,80	22,70	21,65	20,80	23,56	21,73
Sb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Fe	34,72	33,86	36,14	35,12	35,04	35,99	35,16
Ni	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Co	< DL	< DL	< DL	0,25	< DL	< DL	< DL
As	45,06	46,92	43,62	43,18	44,10	40,56	42,94
As (% at.)	32,17	34,29	30,49	30,52	31,54	28,12	30,42

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau 4.7: Analyses représentatives des grains d'arsénopyrite au LA-ICP-MS.

Échantillon no. Analyse no.	Sédimentaire	Intrusion felsique		Mafique/ultramafique	
	MS06-409 11a	MS07-12 13	MS07-509 6a	MS06-402 11	MS08-4b 8
Co (ppm)	81,0	192,8	290,3	2017,0	513,5
Ni	< DL	360,0	177,9	< DL	163,0
Cu	< DL	3,4	2,7	6,4	13,1
Zn	< DL	15,4	1,6	14,2	5,6
Se	74,4	27,8	7,6	5,5	12,0
Ag	< DL	< DL	1,1	< DL	0,2
Sb	2232,0	194,1	180,1	713,6	370,5
W	< DL	< DL	< DL	337,4	0,6
Au	1120,0	701,4	< DL	37,8	349,3
Hg	1,8	< DL	0,2	< DL	0,6
Pb	92,5	4,0	0,4	2,1	3,4

< DL = en-dessous de la limite de détection

CHAPITRE 5

MÉTAMORPHISME ET ALTÉRATIONS HYDROTHERMALES

5.1 Introduction

Comme les unités hôtes de la minéralisation du gisement Lapa sont intensément affectées par l'altération et le métamorphisme, il est primordial de comprendre la chronologie relative et le rôle que ces événements ont pu avoir sur la minéralisation. Effectivement, dans le cas d'un système complexe comme celui du gisement Lapa, la distinction entre les altérations hydrothermales et les processus métamorphiques peut être compliquée puisque les modifications minéralogiques et texturales sont similaires. Les transformations associées au métamorphisme sont généralement d'envergure régionale tandis que celles causées par l'hydrothermalisme sont concentrés dans des secteurs précis et peuvent montrer des variations à plus petite échelle.

Dans le but de mieux circonscrire les assemblages d'altération et de métamorphisme, quelques définitions spécifiques ont été appliquées. L'altération hydrothermale (ou métagénèse) se définit comme l'altération d'une roche ou d'un minéral suite à la réaction entre un fluide hydrothermal et les phases solides existantes (Henley & Ellis, 1983; Gifkins et al. 2005). Ce type d'altération provoque généralement des changements significatifs au niveau de la texture, de la minéralogie et de la composition chimique de la roche. Les changements liés au métamorphisme sont, quant à eux, causés par des augmentations des conditions de pression et de température et par conséquent directement liés à la profondeur crustale et au gradient géothermique. Le métamorphisme implique donc principalement des changements minéralogiques et texturaux dans des conditions dites isochimiques. Le terme «métamorphisme prograde» réfère à une augmentation de la température tandis que «métamorphisme rétrograde» est associé à un refroidissement. Enfin,

le terme «pic de métamorphisme» fait référence à la température maximale enregistrée par les roches.

L'hydrothermalisme et le métamorphisme peuvent être reliés de façon génétique. En effet, le métamorphisme prograde ayant lieu à grande profondeur (≥ 15 km), il permet la génération d'un large volume de fluides riches en H_2O et CO_2 (e.g. fluides métamorphiques) produit par déshydratation et décarbonatation des roches pré-existantes (Rose & Burt, 1979; Cartwright & Oliver, 2000; Phillips & Powell, 2010). Ces fluides auront tendance à remonter vers la surface et ainsi réagir avec les unités moins profondes et plus froides pour créer des modifications liées à l'altération hydrothermale. Ces deux phénomènes sont généralement intimement liés aux processus permettant la formation d'un dépôt aurifère. Par conséquent, la caractérisation des phases minérales générées par ces phénomènes permet de circonscrire les événements chimiques ayant pu favoriser et contrôler la minéralisation aurifère.

Une étude pétrographique et lithogéochimique détaillée a été effectuée dans le but de caractériser et discriminer les assemblages minéralogiques d'altération et d'origine métamorphique. Pour ce faire, cette section décrit la pétrographie des minéraux formant les assemblages proximaux et distaux (section 5.2). Ensuite, la signature chimique de ces minéraux de métamorphisme et d'altération est présentée à la section 5.3. La section 5.4 expose les résultats de quelques géothermobaromètres qui ont servi à définir des conditions P-T. La section 5.5 est consacrée aux calculs de gains et pertes de masse. Enfin, les relations de chronologie relative entre les divers épisodes de métamorphisme et d'altération sont discutées à la section 5.6

5.2 Pétrographie des minéraux métamorphiques et d'altération

Dans le but de faciliter la description des relations entre les minéraux métamorphiques et d'altération, ils sont divisés ci-dessous en différents assemblages selon leur proximité par rapport aux zones minéralisées. Le terme « assemblage » est utilisé au sens large pour décrire les associations minéralogiques sans impliquer qu'ils coexistent en équilibre. En effet, les relations observées entre ces minéraux sont essentiellement des

relations de déséquilibre. Les assemblages sont donc décrits seulement dans le but de représenter un mélange de minéraux sans tenir compte d'une chronologie quelconque. La chronologie et la nature des assemblages seront discutées à la section 6.3 du chapitre 6.

5.2.1 Assemblages minéralogiques proximaux

Le minéral dominant l'assemblage minéralogique d'altération et/ou métamorphique proximal diffère selon la roche encaissante de la zone minéralisée. Pour tenir compte de cette particularité, les assemblages ont été divisés selon le minéral dominant (p.ex., biotite, muscovite et actinote). La répartition des assemblages, représentés par leur minéral dominant respectif, est illustrée sur la longitudinale de la Zone Contact à la figure 5.1.

5.2.1.1 Assemblage à biotite-quartz-carbonates ± tourmaline, albite

L'assemblage composé de biotite, quartz et carbonates (dolomite, calcite) est observé dans les unités mafiques et ultramafiques qui encaissent les zones minéralisées à moins de 1 km de profondeur (figure 5.1). Les roches ultramafiques étant schisteuses dans les zones proximales, elles contiennent une alternance de rubans riches en biotite-chlorite ± tourmaline et de rubans (ou veinules) à quartz-carbonates (figures 5.2a et b). La tourmaline est observée dans les roches mafiques proximales et dans les grauwackes distaux. Les lithologies comprenant cet assemblage sont composées généralement par les deux types de biotite soit la biotite 1 (Bt 1), en plages alignées selon S_1 , et la biotite 2 (Bt 2) formant des cristaux grossiers non orientés. La biotite se concentre essentiellement aux épontes des veinules de quartz-carbonates démembrées. Dans les roches mafiques, la biotite remplace les cristaux de feldspath plagioclases (figure 5.2c), formant ainsi des pseudomorphes. Localement dans les roches felsiques, la Bt 2 présente une texture d'équilibre avec des grains hypidiomorphes d'arsénopyrite (figure 5.2d).

5.2.1.2 Assemblage à muscovite-biotite-quartz ± albite

L'assemblage dominé par la muscovite est reconnu dans les roches sédimentaires et felsiques. Les relations observées sont sensiblement similaires à celles de l'assemblage

riche en biotite, mais en ajoutant la muscovite. La muscovite se développe au profit de la biotite préexistante, alignée dans S_1 (Bt 1; figure 5.2e). De plus, comme pour la biotite dans les roches mafiques et ultramafiques, elle se concentre essentiellement aux épontes des veines et veinules démembrées. Enfin, la muscovite forme la matrice des intrusions felsiques altérées où seulement quelques reliques de phénocristaux de feldspaths arrondis sont encore perceptibles (figure 5.2f).

5.2.1.3 Assemblage à actinote-biotite-quartz \pm feldspath plagioclase

Cet assemblage dominé par l'actinote est retrouvé dans les roches mafiques et ultramafiques à des profondeurs de plus de 1 km (figure 5.1). L'actinote se présente en cristaux sans orientation préférentielle et se superpose à la biotite 1, alignée dans la fabrique (figures 5.3a, b). Par conséquent, ces amphiboles s'associent à la biotite en bordure des veinules. Elles recoupent également les rubans riches en tourmaline-biotite. Les actinotes et les biotites sont toutefois recoupées par des injections de carbonates et de chlorite. Localement, ces minéraux montrent des textures d'équilibre avec la pyrrhotite tandis qu'ils contiennent des inclusions d'arsénopyrite par endroits (figure 5.3c). Des petits cristaux de hornblende sont aussi présents dans les roches mafiques proximales à intermédiaires (figure 5.3d).

5.2.2 Assemblage minéralogique distal

Les assemblages minéralogiques distaux se retrouvent notamment au sein des échantillons les moins altérés. Le minéral dominant diffère selon la profondeur de localisation sur la section longitudinale, soit chlorite ou hornblende (figure 5.1).

5.2.2.1 Assemblage à chlorite-carbonates-talc \pm épidote, grenat

La chlorite est observée dans tous les types d'assemblages mais en des quantités variables. Par conséquent, l'assemblage dominé par la chlorite est retrouvé dans tous les types de lithologies du secteur Lapa. Similairement à la biotite, la chlorite est observée selon deux habitus soit:

1. en plages alignées selon S_1 (Cl 1), et
2. en cristaux hypidiomorphes avec une orientation aléatoire (Cl 2).

La chlorite Cl 1 forme généralement la matrice des roches mafiques et ultramafiques (figures 5.4a et b) tandis que la chlorite Cl 2 se distribue selon un enchevêtrement de paillettes aux orientations aléatoires (figure 5.4c). Le talc et les carbonates dans les roches ultramafiques altérées recourent les rubans composés de chlorite (Cl 1) et de chromite (figure 5.4d). La Cl 2 se superpose aux sulfures comme la pyrrhotite (Po 1) et l'arsénopyrite (Apy 1; figure 5.4e). De plus, la chlorite Cl 2, recoupe les différents types d'amphiboles (figure 5.4f) et la biotite.

Cet assemblage est aussi marqué par la présence de porphyroblastes de grenat dans les conglomérats du Groupe de Cadillac. Les grenats se superposent aux rubans altérés en chlorite (Cl 1) et biotite (Bt 1). Dans les grauwackes, de l'épidote est également associé à l'assemblage dominé par la chlorite. L'épidote se superpose aux carbonates dans les veinules de quartz-carbonates.

5.2.2.2 Assemblage à hornblende-chlorite ± feldspath plagioclase

L'assemblage à hornblende-chlorite est observé dans les roches mafiques distales, à une profondeur de plus de 1 km (figure 5.1). En s'éloignant de la minéralisation, l'actinote laisse graduellement place à la hornblende. Effectivement, les amphiboles deviennent zonées et sont marquées par des couronnes d'actinote et un cœur de hornblende (figure 5.4f). Les porphyroblastes de hornblende, sans orientation préférentielle, contiennent des traînées d'inclusions rectilignes enregistrant la fabrique principale (figure 2.15c). Les cristaux de hornblende présentent une élongation le long de la linéation L_6 . Une association spatiale est observée entre les hornblendes et la pyrrhotite (Po 2). La chlorite (Cl 2), le talc et les carbonates se superposent à ces amphiboles.

5.3 Signature chimique des minéraux d'altération et métamorphiques

Au cours de l'étude pétrographique, 200 échantillons ont été observés en lames polies. De plus, un total de 264 analyses a été réalisé à la microsonde électronique afin de

compléter la caractérisation chimique de certains minéraux. Les analyses effectuées sur les différentes phases minérales ont été subdivisées selon la nature de leurs encaissants respectifs (sédimentaire, mafique, ultramafique ou felsique) et selon leur proximité par rapport aux zones minéralisées (distales et proximales).

5.3.1 Amphiboles

Un total de 63 analyses sur les amphiboles a été effectué à la microsonde électronique. Le tableau 5.1 présente quelques-unes des analyses caractéristiques tandis que le tableau F1 de l'annexe F renferme la totalité des analyses.

La figure 5.5a présente des diagrammes de classification des amphiboles. La composition des amphiboles varie de hornblende ferro-tschermakitique à actinote (figure 5.5a; tableau 5.1). Les amphiboles contenues dans les roches mafiques distales se distinguent par un rapport $Mg / (Mg + Fe)$ plus bas, variant entre 0,48 et 0,57. Dans les roches mafiques proximales et les roches ultramafiques, les compositions s'étalent de magnésio-hornblende à actinote (figure 5.5a). Les amphiboles analysées dans les roches proximales montrent un enrichissement en $Mg / (Mg+Fe)$ et en Si, par rapport à celles localisées dans les roches distales. Ce phénomène est interprété par Kolb et al. (2005), comme une zonalité rétrograde vers les zones minéralisées. Ceci est également appuyé par le graphique de la figure 5.5b où une augmentation proportionnelle aux valeurs de $Na+K$ et de Al^{IV} dans les amphiboles correspond à une augmentation de la température (Deer et al. 1966).

Étant donné la présence de zonalité en lames polies, des points d'analyse au cœur et à la bordure de certaines amphiboles ont également été réalisés. Le graphique de la figure 5.5c appuie sur une base chimique la présence de zonalité au sein d'un même cristal. En effet, la plupart des analyses comparant le cœur et la bordure des amphiboles illustrent un enrichissement en Mg et en Si du cœur vers la bordure (figure 5.5c). Cette tendance suit également la zonalité rétrograde reconnue à la figure 5.5a. Une relation inverse est toutefois développée dans une des amphiboles au sein d'unité mafique proximale. Néanmoins, la

différence de composition entre le cœur et la bordure est moins importante que celles observées dans les autres analyses (figure 5.5c).

5.3.2 Biotite

Un total de 76 analyses sur les biotites a été réalisé à la microsonde électronique. Le tableau 5.2 présente quelques-unes des analyses caractéristiques tandis que le tableau F2 de l'annexe F comprend la totalité des analyses.

La variation de la composition des biotites est présentée à la figure 5.6 sur un diagramme comparant leur contenu en Al au rapport $Mg / (Mg + Fe)$. Globalement, les biotites situées dans les zones minéralisées possèdent des rapport $Mg / (Mg + Fe)$ plus élevés que leurs équivalents distales, et ce, dans tous les types de roches hôtes. En effet, ce rapport varie de 0,22 à 0,51 dans les biotites distales, et de 0,31 à 0,83 dans les roches proximales (figure 5.6; tableau 5.2). Quelques-unes des biotites analysées dans les roches ultramafiques minéralisées contiennent une signature en MgO typique des phlogopites (Mg-biotite; $MgO \geq 17\%$ poids; tableau 5.2). De plus, le rapport $Mg / (Mg + Fe)$ des biotites a été comparé au rapport $Mg / (Mg + Fe)$ dans la roche. La figure 5.6 démontre que la dispersion des valeurs du ratio $Mg / (Mg + Fe)$ des biotites est plus importante dans les roches proximales aux zones minéralisées (variance moyenne = 0,0005) que dans celles distales (variance moyenne = 0,0001).

5.3.3 Carbonates

Un total de 27 analyses sur les carbonates a été effectué à la microsonde électronique. Le tableau 5.3 présente quelques-unes des analyses caractéristiques tandis que le tableau F3 de l'annexe F regroupe la totalité des analyses.

Les carbonates analysés ont été placés dans un diagramme discriminant Fe-Ca-Mg (figure 5.7). Les analyses se regroupent en deux amas distincts sans égard à la nature de la roche hôte des carbonates. Par conséquent, des calcites et des dolomites ferrifères sont présentes dans les roches de la mine Lapa. Aucune tendance chimique n'est observée quant à la proximité par rapport aux zones minéralisées.

5.3.4 Chlorite

Un total de 39 analyses sur les chlorites a été effectué, à la microsonde électronique. Le tableau 5.4 présente quelques-unes des analyses caractéristiques tandis que le tableau F4 de l'annexe F liste la totalité des analyses.

La figure 5.8 présente la signature des chlorites dans le graphique discriminant de Hey (1954). Les chlorites consistent surtout en des ripidolites caractérisées par des rapports $Fe/(Fe+Mg)$ variant entre 0,2 et 0,6. Quelques pycnochlorite sont présentes dans les roches sédimentaires et ultramafiques. Le graphique de la figure 5.8 montre également que les chlorites analysées dans les roches proximales à la minéralisation possèdent des rapports $Fe/(Fe + Mg)$ moins élevés (0,20-0,39) que leurs équivalents respectifs, localisés dans les zones distales (0,27-0,62; figure 5.8). Conséquemment, les chlorites s'enrichissent en Mg en s'approchant des zones minéralisées et ce, de façon similaire aux biotites.

5.3.5 Feldspath

Un total de 26 analyses sur les feldspaths a été effectué à la microsonde électronique. Le tableau 5.5 présente une sélection d'analyses caractéristiques tandis que le tableau F5 de l'annexe F regroupe la totalité des analyses.

La figure 5.9 présente le diagramme discriminant Ab-Or-An appliqué au feldspath plagioclase. La composition des feldspaths varie d'oligoclase à albite ($Ab_{55}-Ab_{99,5}$; tableau 5.5). Seule une analyse de feldspath encaissé dans le grauwacke distal a donné une composition de feldspath potassique (orthoclase; figure 5.9). Les feldspaths contenus dans les roches mafiques et ultramafiques sont de composition de plus en plus sodique en s'approchant des zones minéralisées. En effet, dans les unités distales le %Ab varie de 55 à 77,4 % alors que dans les zones proximales, il varie de 74 à 99,5%.

5.3.6 Grenat

Un total de 10 analyses sur les grenats a été effectué à la microsonde électronique. Le tableau 5.6 présente quelques-unes des analyses caractéristiques tandis que le tableau F6 de l'annexe F comprend la totalité des analyses.

La figure 5.10 présente la signature chimique des grenats analysés. Tous les grenats analysés proviennent d'encastres sédimentaires. Sur le diagramme ternaire Ca-Fe-Mn, les grenats forment un groupement serré de composition almandin (figure 5.10a). De plus, les points d'analyse ont été placés au cœur ou à la bordure des grains de grenats. Le graphique de la figure 5.10b permet de comparer les analyses des cœurs versus celles des bordures. Tous les grains montrent un léger appauvrissement en Fe du cœur vers la bordure.

5.3.7 Tourmaline

Un total de 23 analyses sur les tourmalines a été effectué à la microsonde électronique. Le tableau 5.7 présente quelques-unes des analyses caractéristiques tandis que le tableau F7 de l'annexe F liste la totalité des analyses.

Les tourmalines analysées ont été placées dans un diagramme comparant le rapport $Fe / (Fe + Mg)$ au rapport $Na / (Na + Ca)$ (figure 5.11). Les tourmalines sont encaissées dans des roches mafiques distales et proximales ainsi que dans des roches ultramafiques distales. La totalité des tourmalines analysées sont caractérisées par un rapport $Na / (Na + Ca)$ dispersé variant de 0,45 à 0,96 (figure 5.11). Les tourmalines des unités mafiques sont enrichies en Na par rapport à celles des roches ultramafiques. Enfin, les tourmalines sont légèrement appauvries en Fe dans les roches mafiques proximales (figure 5.11).

5.4 Conditions pression et température

Les conditions de pression et de température évoluent dans le temps lors d'une orogénie, contrôlant ainsi les cristallisations et recristallisations métamorphiques. Les conditions P-T peuvent être calculées quantitativement à l'aide de couples de minéraux métamorphiques considérés à l'équilibre et appelés géothermobaromètre. La

géothermobarométrie consiste à calculer des températures et des pressions d'équilibre à l'aide de la concentration en éléments mesurés entre des phases minéralogiques coexistantes ou dans une seule phase minérale (Winter, 2001). Par conséquent, il est supposé que la composition des minéraux impliqués dans ces réactions varie avec la température ou la pression.

Plusieurs types de géothermobaromètres ont été définis dans la littérature. Tout d'abord, la thermométrie peut utiliser les réactions d'échange entre deux atomes similaires dans différents sites d'un même minéral (échange intracristallin) ou un échange entre sites de deux minéraux différents (échange intercristallin; Essene, 1982). Par exemple, la coexistence des phases ferromagnésiennes, comme dans le géothermomètre grenat-biotite, est généralement caractérisée par une répartition inégale du Fe et du Mg entre celles-ci. Les atomes de Fe et Mg ayant des dimensions comparables, ils tendent à occuper les mêmes sites structuraux. Les variations des contenus en Fe et Mg dans les phases ferromagnésiennes entraînent des réactions divariantes, à la base de nombreuses méthodes de calcul des températures et des pressions de cristallisation (Kromprobst, 2001; Winter, 2001)

Les conditions métamorphiques du secteur ont été évaluées à l'aide de quelques géothermobaromètres. Les minéraux étant en majorité en déséquilibre, il est difficile d'affirmer que ces données représentent vraiment les conditions subies par les roches encaissantes du gisement. Il est toutefois intéressant de quantifier les phénomènes ayant transformé les roches de la ZFCLL.

5.4.1 Géothermomètre amphibole-plagioclase

Le géothermomètre amphibole-plagioclase est basé sur la variation du rapport Ca:Na des phases coexistantes (Plyusnina, 1982; Holland & Blundy, 1994). Spécifiquement, il a été documenté que le contenu en Al dans les amphiboles calciques augmente avec une augmentation du grade métamorphique (Leake, 1962; Hietanen, 1974; Graham, 1974; Plyusnina, 1982; Holland & Blundy, 1994). Dans cette étude, seulement trois couples d'amphibole-feldspath plagioclase analysés dans les roches mafiques ont pu être utilisés

afin d'évaluer les conditions pression-température. Un couple situé dans une roche mafique distale a été comparé à deux couples localisés dans une roche mafique proximale.

La figure 5.12a montre le géothermobaromètre graphique établi pour les paires amphibole-plagioclase de Plyusnina (1982). Ce diagramme démontre tout d'abord que le couple distal est situé dans le champ des conditions de température aux environs de 600 °C et dans le champ de pression entre 2 et 4 kbar (figure 5.12a). Les couples proximaux montrent plutôt des conditions de température < 500 °C et des conditions de pression < 2 kbar (figure 5.12a).

Le graphique de la figure 5.12b illustre également des conditions P-T différentes pour les couples provenant des roches proximales et distales. Ce géothermobaromètre compare les ratios Al/Si des plagioclases par rapport à ceux des amphiboles (Fershtater 1991). Le couple provenant de la roche distale est localisé à des conditions P-T de 4 kbar à 600-700 °C tandis que les couples de la roche proximale montrent plutôt des conditions de 1-2 kbar à 500-600°C (figure 5.12b).

Bien que peu de couples aient été évalués, ces deux géothermobaromètres produisent des résultats P-T cohérents. Ils démontrent que les conditions P-T étaient très différentes pour les roches proximales et distales. De plus, ils appuient la tendance rétrograde vers les zones minéralisées, déjà soulignée dans les analyses d'amphiboles, de biotites, de feldspaths et de chlorites (figures 5.5, 5.6, 5.8 et 5.9).

5.4.2 Géothermomètre grenat-biotite

Ce géothermomètre est basé sur l'échange Fe-Mg entre les phases de biotite et grenat coexistantes et a été calibré expérimentalement (Ferry & Spear, 1978; Perchuk & Lavrenteva, 1983; Dasgupta et al. 1991) et naturellement (Thompson, 1976; Goldman & Albee, 1977; Hodges & Spear, 1982). Le thermomètre grenat-biotite est surtout utilisé au grade métamorphique des amphibolites étant donné que ce couple minéralogique est commun à ce faciès métamorphique. Les calculs sur les couples grenat-biotite analysés dans cette étude sont basés sur la formule élaborée par Dasgupta et al. (1991).

Les résultats des calculs sont présentés au tableau 5.8. Un total de 5 couples, localisés uniquement dans les roches sédimentaires distales par rapport aux zones minéralisées a été analysé. Une pression de 3,5 kbar a été fixée pour les calculs de température. Une température moyenne de 453 °C a été déterminée pour ces calculs. Cette température est considérée comme étant dans le champ de température des roches pélitiques métamorphisées à la transition schistes verts-amphibolites.

5.5 Lithogéochimie

L'étude lithogéochimique consiste en la caractérisation chimique de l'effet de l'altération sur les unités hôtes de la minéralisation. Plusieurs méthodes pour qualifier et quantifier l'effet de l'altération hydrothermale ont été développées. La méthode des bilans de masse permet d'évaluer la quantité d'éléments individuellement ajoutés ou retirés d'une roche au cours des processus d'altération. Cette méthode consiste à comparer le contenu en éléments immobiles tels que Al, Ti, Zr, Y et ETR lourdes, généralement réfractaires à l'altération (Gresens, 1967; MacLean & Kranidiotis, 1987), par rapport aux éléments plus mobiles. En effet, les processus de gains et de pertes de masse feront respectivement diminuer et augmenter le pourcentage d'éléments immobiles (MacLean & Kranidiotis, 1987). Le calcul du bilan de masse vise donc à déterminer le facteur d'altération qui correspond à la variation du contenu en éléments immobiles dans une roche altérée versus son protolite moins altéré.

5.5.1 Méthodologie

La méthode des isocones de Grant (1986a) a tout d'abord été utilisée afin de visualiser l'effet de l'altération pour chacun des événements d'altération, et ce, pour chaque type de lithologies altérées. Cette méthode consiste à représenter graphiquement un échantillon altéré par rapport à un échantillon ou un groupe d'échantillons de même type, considérés comme moins altérés ou frais. Dans ce graphique, les éléments immobiles se concentrent le long d'une droite passant par l'origine tandis que les éléments mobiles se distribuent de part et d'autre de cette droite. La valeur de la pente des immobiles représente

le changement de masse global de la roche altérée. En effet, une pente > 1 indique une diminution de masse tandis qu'une pente < 1 indique une augmentation de masse globale dans l'échantillon altéré.

Les éléments immobiles ont été déterminés pour chacun des types d'encaissant à l'aide d'un test d'immobilité tel que suggéré dans Gifkins et al. (2005). Ce test consiste à représenter graphiquement, dans un diagramme bivariant avec les origines à zéro, les éléments potentiellement immobiles (ex: Al_2O_3 , Zr, TiO_2 , ETR, Cr, V) pour un groupe de roches données. Si les éléments sélectionnés s'avèrent immobiles, les points s'alignent selon un arrangement linéaire se projetant vers l'origine (ligne d'altération; figure 5.13). Si les deux éléments sont immobiles les coefficients de corrélation linéaire sur la ligne générée ne devraient pas excéder $\sim 0,85$ (Barrett & MacLean 1994; Gifkins, 2005).

La méthode des bilans de masse de Grant (1986a) implique le choix d'un échantillon représentatif de la composition primaire du type de roche analysé. Dans le secteur à l'étude, la plupart des roches analysées sont fortement altérées et étant donné que seulement de rares affleurements du Groupe de Piché sont observés à la surface, il est difficile de trouver un échantillon parfaitement frais. Par conséquent, la composition des échantillons altérés a été comparée à la composition moyenne des roches les moins altérées de chaque type d'encaissant. Cette composition moyenne, pour chacun des types de roche, est présentée au tableau 2.1.

Étant donné la complexité des événements métamorphiques et d'altération se superposant aux lithologies, les bilans de masses ont été réalisés en subdivisant les échantillons selon leur minéral dominant défini à la section 5.2 (biotite, muscovite, actinote et chlorite) et leur proximité par rapport aux zones minéralisées (proximale ou distale). Spécifiquement, ceux-ci ont été effectués selon les divisions suivantes:

1. zone à biotite, proximale à la minéralisation dans les roches mafiques et ultramafiques (≤ 1 km de profondeur);
2. zone à muscovite, proximale à la minéralisation dans les roches sédimentaires et les roches intrusives;

3. zone à actinote, proximale à la minéralisation dans les roches mafiques et ultramafiques (≥ 1 km de profondeur), et
4. zone à chlorite, distale à la minéralisation, dans tous les types de roches.

Une quantification relative des changements de masse a ensuite été réalisée en utilisant la pente des éléments immobiles selon la formule suivante:

$$\Delta^r = [1/m_i X (C^a/C^0)] - 1; \text{ où}$$

Δ^r = bilan de masse relative

m_i = pente des immobiles

C^a = proportion de l'élément dans roche altérée

C^0 = proportion de l'élément dans roche moins altérée.

Ces valeurs des changements de masse ont été représentées dans un histogramme pour chacun des types d'encaissants.

Des calculs de bilan de masse absolus ont également été effectués en appliquant la méthode de McLean & Barrett (1993). Les calculs de bilan de masse sont exécutés autant pour les éléments majeurs que traces. Les bilans de masse sur les éléments traces sont présentés à titre indicatif. En effet, ces calculs veulent généralement établir les échanges pour les éléments majeurs contribuant à la masse évaluée à 100%. Dans ce cas, les variations en éléments traces servent seulement à appuyer celles des éléments majeurs.

5.5.2 Bilan de masse des roches ultramafiques

Les roches ultramafiques dans le secteur Lapa sont généralement très altérées et aucune lithologie fraîche avec une texture primaire n'a été observée. Par conséquent, les unités choisies comme les moins altérées sont des unités déjà légèrement altérées en chlorite et carbonates. Les échantillons les moins altérés sont caractérisés par des concentrations de $\leq 47\%$ SiO₂, $\leq 10\%$ CaO, $\leq 1,5\%$ K₂O et $\leq 10\%$ perte au feu (PAF; tableau 2.1). D'après le test d'immobilité, les éléments Al et Ti ont été sélectionnés comme éléments immobiles dans les roches ultramafiques (figure 5.13a). Le coefficient de corrélation linéaire (r^2) entre ces éléments s'élève à 0,81.

La figure 5.14 contient les graphiques générés par la méthode de Grant (1986a). Un gain de masse variant entre 15 et 44% ($0,56 \geq m_i \leq 0,85$) par rapport à la moyenne des moins altérés est globalement observé dans les roches ultramafiques. Les gains de masse les plus importants impliquent les unités proximales dans la Zone à biotite et la Zone à actinote (figures 5.14a et 5.14b). Les éléments constituant les roches ultramafiques sont généralement très mobiles, les isocones ont été définis en reliant Al et le Ti. Les roches altérées encaissantes de la minéralisation (Zones à biotite et actinote) illustrent des bilans de masse similaires. En effet, des apports importants en K, Si, Rb, Ba, As et Sb sont observés tandis que seulement de légères pertes en Ca sont identifiées dans l'échantillon A-61073 (figure 5.14b). Les échantillons LA-101411 et LA-100639 montrent également des apports plus faibles en Na et PAF. L'altération distale de la Zone à chlorite est marquée par des apports minimes en Na, Ca, PAF, ETR légères et Si. Des pertes plus importantes en K, As, Ba et Rb caractérisent ces roches (figure 5.14c).

La figure 5.15 présente les histogrammes générés par le calcul du bilan de masse sur les éléments majeurs (figure 5.15a) et traces (figure 5.15b). Cette figure illustre la similarité des bilans de masse des roches proximales (Zones à biotite et actinotes). Ceux-ci varient seulement au niveau de l'intensité des ajouts et des pertes de masses. Au niveau de éléments majeurs, des apports en K jusqu'à 712% sont dénotés dans l'unité altérée en biotite tandis que dans l'unité dominée par les actinotes, l'apport en K est de 174 % (figure 5.15a). Des apports importants (97-194%) en Si sont aussi dénotés. Des pertes en Na sont observées dans ces roches. Dans les roches distales, les apports les plus significatifs sont en PAF (228%) accompagnés de pertes jusqu'à -100% en K.

Des gains marqués en Ba (45 et 265%), Cu (64 et 691%), As (187 et 144%), Rb (182 et 676%) et Sb (143 et 302 %) sont calculés dans les roches proximales (figure 5.15b). Les zones distales sont surtout caractérisées par des pertes en Ba (-66%), Cu (-100%), As (-100%) et Rb (-60%; figure 5.15b). Il est à noter que la valeur des moins altérés moyens des roches ultramafiques est enrichie en As, expliquant ainsi sa perte dans les roches distales.

5.5.3 Bilan de masse des roches mafiques

Les éléments définis comme immobiles dans les roches mafiques, sont le Ti et le Zr. Les figures 5.13a et b illustrent l'immobilité de ces éléments présentant des facteurs de corrélation $\sim 0,99$ dans les roches mafiques de Type 1 et $\sim 0,96$ celles de Type 2. Les changements de masse ont été évalués dans les unités mafiques d'affinité calco-alcaline de Type 1 et dans celles à l'affinité tholéitique de Type 2.

5.5.3.1 Type 1

La figure 5.16 contient les graphiques des isocones pour les roches mafiques de Type 1. L'altération au sein des unités proximales altérées en biotite et les unités distales altérées en chlorite, a été quantifiée. À l'instar des roches ultramafiques, les roches mafiques de Type 1 montrent des gains de masse globaux de 49 et 54% respectivement (figure 5.16). Spécifiquement, les unités proximales illustrent des gains dans presque tous les éléments analysés. Seulement de très faibles pertes en ETR sont observées (figures 5.16a et 5.16b). L'échantillon typique de l'altération distale montre notamment des enrichissements en Mg, PAF, Co, Sr et Ca et des pertes en K, Ba, Na, Rb (figure 5.16).

La figure 5.17 présente les histogrammes générés à l'aide des calculs de bilan de masse sur les éléments majeurs (figure 5.17a) et traces (figure 5.17b). Les roches proximales illustrent un gain dans tous les éléments majeurs analysés mais ceux-ci ne dépassent pas 200%. Elles montrent toutefois, des gains plus prononcés en Ba (461%) et en Rb (148%) dans l'histogramme des éléments traces (figure 5.17b).

Les unités mafiques distales de Type 1 sont caractérisées par des ajouts relatifs de 579% Mg et de 618% PAF. D'autres apports moins importants en Si, Ca et Fe sont également dénotés. Du côté des éléments traces, des gains de 1400% Cr, 988% Ni et 214% Sr sont observés (figure 5.17b). Enfin, de légères pertes en Ba (-69%) et Rb (-53%) caractérisent ces unités distales.

5.5.3.2 Type 2

La figure 5.18 contient les graphiques des isocones pour les roches mafiques de Type 2. L'altération au sein des unités proximales dominées par la biotite et par les actinotes ainsi que les unités distales altérées en chlorite a été étudiée. Les isocones sont bien définis dans les roches mafiques de Type 2 par les éléments immobiles ETR, Zr et Ti (figure 5.18). Les pentes des immobiles varient de 0,68 à 0,87 et montrent des augmentations de masse globales de 13 à 32% par rapport à la roche originelle. Les pertes de masses sont moins significatives que celles observées dans les roches ultramafiques et les roches mafiques de Type 1.

Les unités proximales mafiques à biotite et celles à amphiboles sont surtout caractérisées par des apports en As, Sb, PAF, K, Ba, Rb, Sr et Ca, et une perte en Na (figures 5.18a et 5.18b). Les unités mafiques de Type 2, localisées au sein des zones à dominance de chlorite, montrent également des gains en Rb, Sr, PAF, K et Ba ainsi que des pertes en Na et Ca (figure 5.18c).

Les histogrammes contenant les valeurs calculées des bilans de masse sont présentés à la figure 5.17. Premièrement, pour ce qui est des éléments majeurs, les apports les plus significatifs sont en K (300-376%) et en PAF (155-230%), autant dans les zones proximales que distales (figure 5.17c). Une légère perte en Ca (-18%) est dénotée dans les roches altérées en chlorite. D'autre part, les éléments traces dans les roches mafiques de Type 2 proximales et distales, montrent aussi des gains marqués en Ba (230-516%) et Rb (334-456%; figure 5.17d). Les unités altérées en chlorite illustrent une perte en Cr.

5.5.4 Bilan de masse des grauwackes

Les bilans de masse dans les roches sédimentaires ne s'évaluent pas comme dans les roches volcaniques. Les roches sédimentaires sont généralement caractérisées par une importante variabilité compositionnelle. Conséquemment, les bilans de masse estimés dans les roches sédimentaires peuvent refléter davantage les variations de composition primaire que les modifications reliées à l'altération hydrothermale. Les bilans de masse dans les

grauwacke du gisement Lapa sont tout de même présentés ci-dessous en présumant une composition de départ relativement homogène.

Le test d'immobilité dans les grauwackes a permis de définir Dy et Ti, comme éléments les moins mobiles ($r^2 = 0,53$; figure 5.13d). Les changements de masse dans les roches sédimentaires ont été déterminés dans une unité proximale fortement altérée en muscovite ainsi que dans une unité distale riche en chlorite. Les échantillons interprétés comme « moins altérés » ont surtout été recueillis sur les affleurements de surface du Groupe de Cadillac.

La figure 5.19 présente les diagrammes des isocones pour les grauwackes. Dans l'ensemble, les changements de masse dans les grauwackes sont moins importants que ceux observés dans les roches mafiques et ultramafiques. Effectivement, un gain de masse de 14% est développé dans la roche proximale tandis qu'une légère perte de masse affecte l'équivalent distal (figure 5.19b). Des gains en As, Sb, Cu, Rb, Si et K ainsi que des pertes en Ba et Na, caractérisent les grauwackes altérés en muscovite (figure 5.19a). Les sédiments altérés en chlorite présentent plutôt des gains en Na, Ti et Ca et des pertes plus importantes en Ba, K, Rb, Sr et Si (figure 5.19b).

La figure 5.20 montre les résultats des calculs de bilan de masse relatif pour les grauwackes, représentés dans des histogrammes. Tout d'abord, les unités proximales altérées en muscovite illustrent essentiellement des pertes en Na de 32%, en PAF de 33%, en Ba de 35% et en Sr de 30% (figure 5.20a). De plus, un faible gain en Rb (24%) se démarque également (figure 5.20b). Le grauwacke distal altéré en chlorite est caractérisé par des gains de 87 % en Ca, de 62 % en Na, de 16 % en Fe et de 25% en V (figure 5.20b). Toutefois, de larges pertes de masses sont dénotées : 72% en K, 43% en perte au feu, 86% en Ba, 63% en Cr et 83% en Rb. Les gains de masse recensés dans les roches sédimentaires sont moins significatifs que ceux calculés dans les roches mafiques et ultramafiques.

5.5.5 Bilan de masse des roches felsiques

Peu d'analyses géochimiques ont été effectuées dans les intrusions felsiques proximales puisqu'elles sont difficiles à distinguer lorsqu'elles sont fortement altérées. Les

intrusions felsiques ont surtout été échantillonnées à l'extérieur des zones minéralisées et certaines peuvent être considérées comme peu altérées. Par conséquent, les bilans de masses sur les intrusions felsiques comparent les échantillons altérés à un échantillon felsique considéré comme frais (LA-100527) et collecté en forage.

Le test d'immobilité a permis d'identifier que le Dy et le Ti sont les éléments les moins mobiles dans les roches felsiques analysées ($r^2 = 0,64$; figure 5.13e). Seulement des échantillons proximaux ont été étudiés pour les changements de masse, soit un échantillon altéré en biotite ainsi qu'un échantillon altéré en muscovite \pm biotite.

La figure 5.19 expose les diagrammes des isocones effectués avec les intrusions felsiques tandis que la figure 5.20 présente les résultats des calculs de bilans de masse dans des histogrammes. Des pertes globales significatives sont dénotées dans les dykes felsiques proximaux. Il s'agit des pertes en Si (64%), Ca (35%), Na (36%), K (8 %), PAF (61%), Ba (83%), Rb (90%) et Sr (63%) dans l'intrusion felsique proximale altérée en biotite (figures 5.19c et 5.20). L'intrusion felsique altérée en muscovite présente également des pertes significatives en Si (48%), Ca (41%), Na (22%), K (79%), PAF (46%), Ba (44%), Sr (40%) et Rb (81%). Des gains en Mg et Fe sont observés dans les roches altérées en muscovite. Il est à noter que les variations de masses dans les intrusions felsiques pourraient être peu significatives étant donnée la variété compositionnelle observée à la section 2.4.2.

5.6 Résultats et discussion préliminaire

5.6.1 Interprétation des assemblages d'altération et de métamorphisme

Pour les fins de la présente étude, il est fondamental de distinguer l'empreinte des phénomènes d'hydrothermalisme et de métamorphisme. Cette distinction est basée sur la distribution, la chimie, la pétrographie et les relations de recoupement entre les minéraux. Les figures 5.21 et 5.22 affichent les séquences paragénetiques interprétées selon les relations chronologiques entre les minéraux d'altération et de métamorphisme et décrites à la section 5.2. Cette discussion préliminaire consiste en une tentative de reconstruction chronologique des événements d'hydrothermalisme et de métamorphisme en utilisant les

données décrites au cours du présent chapitre. Pour ce faire, les minéraux ont été regroupés en quatre assemblages distincts déterminés selon les relations paragenétiques (Figures 5.21 et 5.22):

1. Assemblage distal à chlorite \pm biotite.
2. Assemblage proximal à biotite-quartz \pm tourmaline.
3. Assemblage distal à hornblende \pm grenat.
4. Assemblage proximal à actinote-chlorite \pm muscovite.

Les assemblages proximaux à la minéralisation sont principalement restreints à la zone minéralisée formant des halos d'une envergure maximale de 3 mètres d'épaisseur. La distribution des minéraux associés à chacun des assemblages selon le type de roche hôte est présentée à la figure 5.23.

5.6.1.1 Assemblage distal à chlorite \pm biotite

Les minéraux composant cet assemblage sont alignés selon la schistosité S_1 et forment généralement la matrice des unités étudiées (e.g. chlorite dans mafiques-ultramafiques et biotite dans sédimentaires). Les minéraux suivants composent les roches distales:

1. biotite (Bt 1)-chlorite (Cl 1)-quartz; dans les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac (figure 5.22);
2. chlorite (Cl 1)-épidote-quartz \pm albite-actinote; dans les roches volcaniques basaltiques du Groupe de Piché (figure 5.21), et
3. chlorite (Cl 1)-carbonates-talc \pm trémolite; dans les roches volcaniques ultramafiques du Groupe de Piché (figure 5.21).

Selon l'étude lithogéochimique, les unités présentant ces assemblages minéralogiques sont dominées par de forts gains en PAF ($\geq 618\%$; figures 5.15a, 5.17a et c). L'augmentation de la perte au feu dans les échantillons distaux démontre qu'ils ont probablement subi une forte hydratation. Ces gains significatifs sont généralement reliés à d'autres gains minimes en MgO et en CaO, représentant possiblement la formation de la chlorite et de minéraux carbonatés.

Ces assemblages minéralogiques sont interprétés par Powell et al. (1995a) comme associés à un métamorphisme régional prograde de faciès schistes verts. Conséquemment, cet assemblage consiste en un premier épisode de métamorphisme prograde M1 ayant affecté la minéralogie primaire des lithologies. Le métamorphisme M1 est régional et correspond au métamorphisme documenté dans l'ensemble du camp de Cadillac par Jolly (1978), Dimroth et al. (1983b) et Powell et al. (1995a).

5.6.1.2 Assemblage proximal à biotite-quartz ± tourmaline

Cet assemblage minéralogique est surtout caractérisé par la biotite (Bt 1) se concentrant aux épontes des veinules minéralisées et alignées selon S_1 . La biotite s'accompagne localement de tourmaline dans les roches mafiques proximales (figure 5.23b). Ce type de minéralogie affecte les épontes des multiples veinules de quartz ± carbonates et montre une forte association spatiale avec les fines disséminations d'arsénopyrite (Apy 1)-pyrrhotite (Po 2) ± pyrite (figures 4.3a et b).

Les unités proximales composées de l'assemblage à biotite-quartz s'accompagnent de gains significatifs en K_2O ($\geq 712\%$) et en SiO_2 ($\geq 194\%$; figures 5.15 et 5.17). Ces apports dans la zone proximale en association avec les veinules minéralisées et leurs épontes indiquent que cet assemblage est probablement le résultat d'une altération potassique et d'une silicification. Effectivement, cet épisode d'altération est marqué par l'intense infiltration de biotite et de quartz au sein des unités sédimentaires, mafiques et ultramafiques proximales à la minéralisation (figure 5.2a). De plus, ce phénomène induit un aspect rubané à la roche altérée marquée généralement par des rubans riches en biotite alternant avec les injections de quartz ± carbonates (figure 2.20). La combinaison de ces deux types d'altération constitue un excellent repère visuel pour l'identification des zones minéralisées.

Cet événement forme la zone proximale d'altération. Celle-ci consiste en une mince enveloppe de 5 à 8 m d'épaisseur chevauchant le contact entre les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et les roches volcaniques mafiques à ultramafiques du Groupe de Piché (figure 5.23). L'intensité de l'altération potassique et de la silicification s'atténue

rapidement en s'éloignant des zones aurifères, formant une zone d'altération distale beaucoup plus vaste. L'association spatiale entre les veinules de quartz, la minéralisation aurifère et la biotite ainsi que la présence d'une zonalité d'altération, démontrent l'origine hydrothermale de cet assemblage tel que suggéré préalablement par Mercier-Langevin et al. (2008).

Une silicification a été reconnue dans tous les types de roches associées à la minéralisation. La forte silicification associée à la minéralisation aurifère se traduit essentiellement par les injections de quartz se matérialisant en veinules démembrées, boudinées, plissées et transposées (figures 3.8d, e). La silicification est également pénétrante étant donné la quantité élevée de quartz retrouvée dans la matrice des roches altérées. Le phénomène est surtout observé dans les intrusions felsiques présentes au sein des zones minéralisées où la silicification oblitère les phénocristaux de quartz et de feldspath.

5.6.1.3 Assemblage distal à hornblende ± grenat

Les lithologies distales de la mine Lapa, localisées à une profondeur de plus de 1 km, contiennent cet assemblage minéralogique. Ce phénomène génère la présence d'une zonalité minéralogique verticale qui sera discutée à la section 6.4.4. Ces unités sont caractérisées par le développement de porphyroblastes de hornblende ± oligoclase, surtout observé dans les roches mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché (figure 5.23c). La cristallisation de hornblende laisse un aspect plus massif aux unités retrouvées en profondeur. La formation de porphyroblastes de grenat est également observée dans les conglomérats distaux par rapport à la minéralisation. Les porphyroblastes de hornblende et de grenat renferment une série d'inclusions rectilignes correspondant à la schistosité S_1 . Cette relation souligne clairement la relation chronologique tardive de ce métamorphisme par rapport à S_1 .

L'étude des changements de masse (section 5.5) montre que les unités proximales riches à biotite sont caractérisées par les mêmes gains et pertes que les unités proximales riches à actinote (figures 5.15a et 5.17c). Il a déjà été noté précédemment que l'actinote

remplace la hornblende dans les zones minéralisées. Conséquemment, puisque les roches mafiques et ultramafiques sont marquées sensiblement par les mêmes changements de masse, l'assemblage distal à hornblende \pm grenat est interprété comme le produit d'un métamorphisme de la minéralogie de l'altération potassique. Cet épisode est donc dorénavant nommé métamorphisme prograde M2.

L'épisode de métamorphisme prograde M2 est caractérisé par des assemblages typiques du faciès supérieur des schistes verts jusqu'à la transition avec le faciès des schistes verts et amphibolites. Les modifications causées par le métamorphisme M2 diffèrent selon la nature de la roche encaissante, sa proximité avec les zones minéralisées et la profondeur à laquelle la lithologie a été étudiée (figure 5.23). Ces changements sont également associés à la recristallisation des biotites (Bt 2; figures 2.5c, 5.21 et 5.22) dans l'ensemble des roches encaissantes jusqu'à 1 km de profondeur.

La chimie des biotites appuie également la nature métamorphique de l'assemblage minéralogique hornblende \pm grenat. Spécifiquement, les biotites analysées ont été comparées selon leur épisode de formation interprétée (M1, Alt K ou M2; figure 5.24). Les graphiques de la figure 5.24 indiquent que les biotites formées lors de l'événement d'altération potassique et du métamorphisme prograde M2 comportent des rapports Mg/(Mg + Fe) plus élevés que les biotites de l'épisode métamorphique M1. La chimie des biotites de l'altération potassique et de l'épisode M2 forme une dispersion aléatoire en regard de leur rapport Mg/(Mg+Fe) (figure 5.24a). Ce phénomène appuie l'hypothèse que les biotites métamorphiques M2 sont le résultat d'une recristallisation isochimique des biotites hydrothermales. Enfin, la figure 5.24b illustre que les biotites hydrothermales et métamorphiques M2 présentent une plus forte dispersion des valeurs $Mg / (Mg + Fe)_{\text{biotite}}$ par rapport au $Mg / (Mg + Fe)_{\text{roche}}$, (variance moyenne = 0,0003) que celles formées lors du premier épisode métamorphique M1 (variance moyenne = 0,00005). La variance a été calculée pour estimer la dispersion des valeurs de Mg/(Mg+Fe) des biotites analysées dans un même échantillon, par rapport à la valeur calculée dans l'analyse de roche totale de celui-ci. D'autre part, une variance moyenne a été calculée pour vérifier la dispersion moyenne selon qu'il s'agit d'un échantillon distal ou proximal.

5.6.1.4 Assemblage proximal à actinote-chlorite \pm muscovite

L'assemblage proximal à actinote-chlorite se superpose à l'ensemble des assemblages minéralogiques décrits précédemment. La minéralogie varie selon la nature de la roche encaissante, sa proximité avec les zones minéralisées et la profondeur à laquelle la lithologie a été étudiée (figure 5.23d). Les minéraux caractéristiques de l'assemblage sont présents en déséquilibre minéralogique. Il s'agit spécifiquement:

1. de la coexistence de la hornblende et de l'actinote dans les roches mafiques;
2. de la coexistence de différents types de feldspath plagioclases dans la même lithologie (e.g. albite, andésine, oligoclase);
3. du remplacement des feldspaths par la muscovite dans les roches felsiques et sédimentaires;
4. de la présence de biotite chloritisée, et
5. de la présence de grains d'actinote remplacés par de la chlorite.

Spatialement, les roches sédimentaires dans la zone proximale sont fortement concentrées en muscovite et plus faiblement en carbonates. En s'éloignant des zones minéralisées, la muscovite et les carbonates deviennent moins abondants et la chlorite Cl 2 se superpose aux assemblages formés précédemment. Par conséquent, la muscovite, la chlorite et les carbonates sont tardifs par rapport aux autres.

À partir de 1 km de profondeur, la minéralogie des roches mafiques et ultramafiques est marquée par l'actinote \pm albite (figure 5.23d). La formation d'un halo d'actinote autour des hornblendes indique que l'actinote remplace les hornblendes. De plus, en s'approchant des zones minéralisées, l'actinote domine de plus en plus l'assemblage pour ne laisser seulement qu'une quantité minime de hornblende dans les zones proximales. Celles-ci représentent, selon la chronologie supposée, les reliquats de l'événement métamorphique prograde M2. Par conséquent, l'assemblage minéralogique proximal dominé par l'actinote serait lié à l'assemblage dominé par la hornblende puisque l'actinote remplace la hornblende. De plus, la présence de compositions intermédiaires entre l'actinote et la hornblende (figure 5.5a) indiquerait une solution solide ou un mélange entre les deux types d'amphiboles plutôt qu'un solvus (Morin et al. 1993). La zonalité rétrograde

identifiée surtout à l'aide des amphiboles (figure 5.5) et des feldspaths (figure 5.9) indique que les zones minéralisées ont particulièrement été affectées par cette hydratation lorsqu'elles sont comparées aux zones distales.

Conséquemment, cet assemblage minéralogique est associé à un fort déséquilibre minéralogique au niveau de l'ensemble des roches étudiées. Cet épisode est surtout caractérisé par une ré-hydratation des minéraux. Ces minéraux sont donc interprétés comme étant formés lors d'un métamorphisme rétrograde M3. D'autre part, le métamorphisme rétrograde M3 peut également être défini comme un épisode d'altération hydrothermale puisqu'il semble intimement relié à une intense circulation de fluide.

FIGURES DU CHAPITRE 5

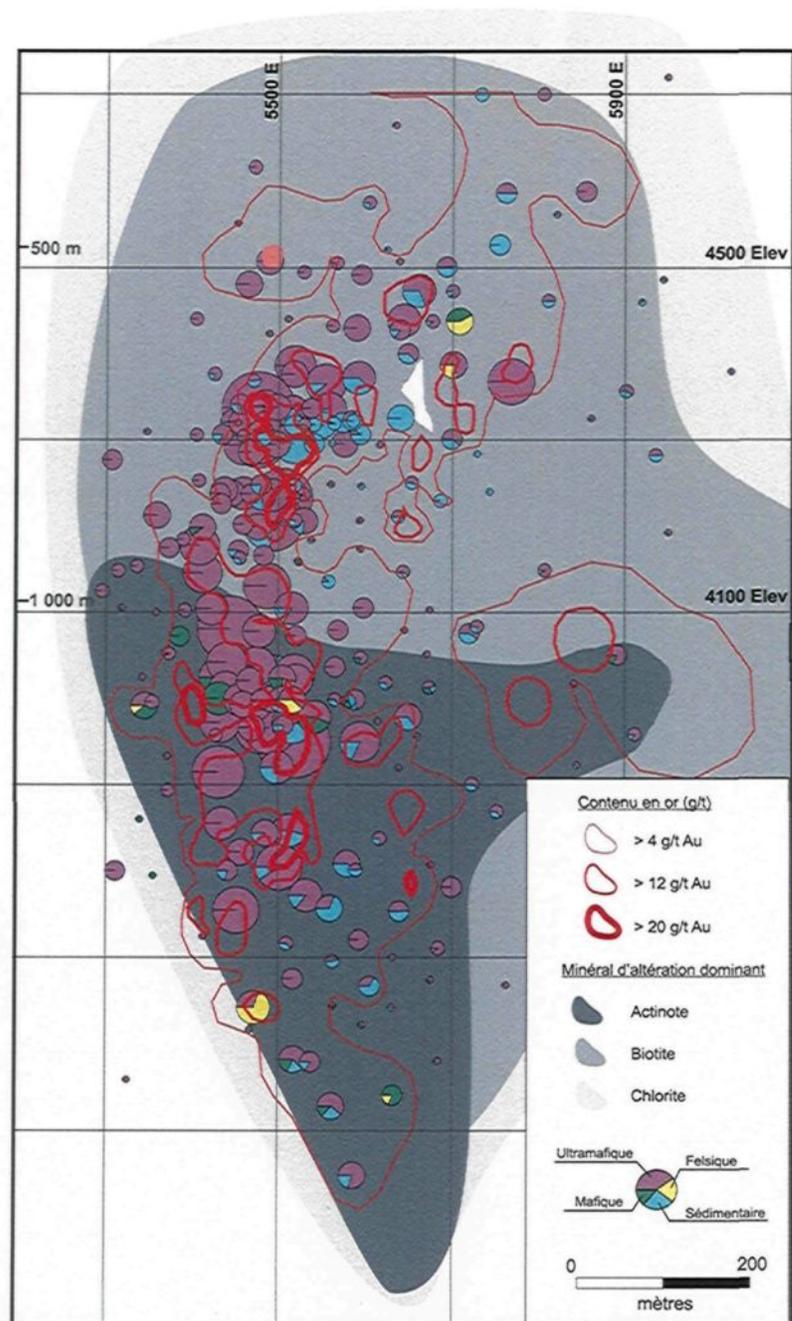


Figure 5.1: Coupe longitudinale de la zone Contact de la mine Lapa illustrant la distribution des minéraux d'altération/métamorphisme en fonction du type de roches hôtes. Les contours représentent le minéral dominant dans l'unité hôte.

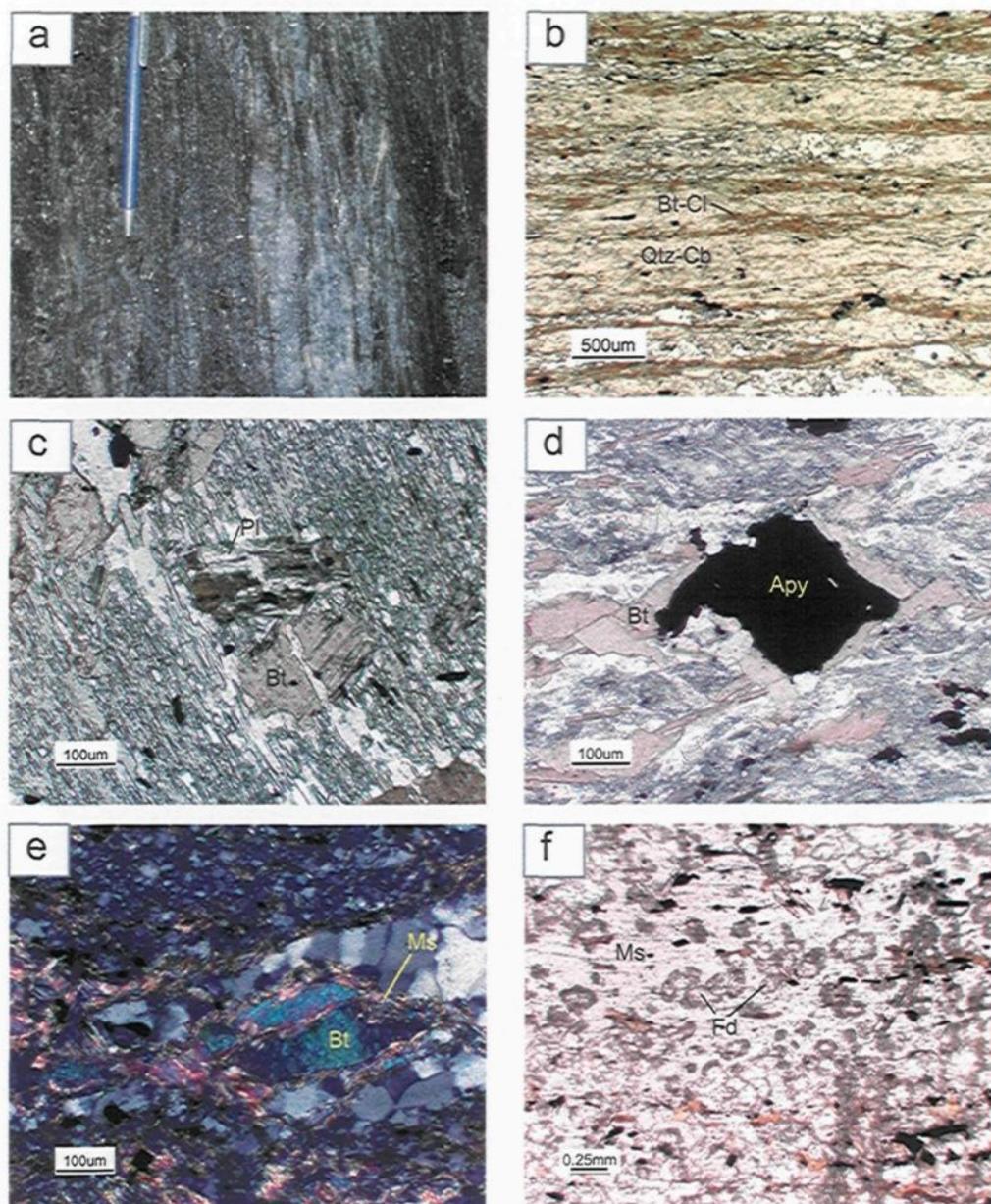


Figure 5.2: Photographie et microphotographies des assemblages minéralogiques dominés par la biotite et la muscovite. (a) aspect macroscopique de l'assemblage dominé par la biotite dans un schiste ultramafique, niveau 77 de la mine Lapa. (b) aspect microscopique de l'assemblage dominé par la biotite dans un schiste ultramafique. (c) biotite formant un pseudomorphe d'un grain de feldspath plagioclase. (d) porphyroblaste de biotite en texture d'équilibre avec un grain hypidiomorphe d'arsénopyrite. (e) cristaux de muscovite remplaçant un cristal de biotite. (f) aspect de l'assemblage dominé par la muscovite dans une intrusion felsique proximale.

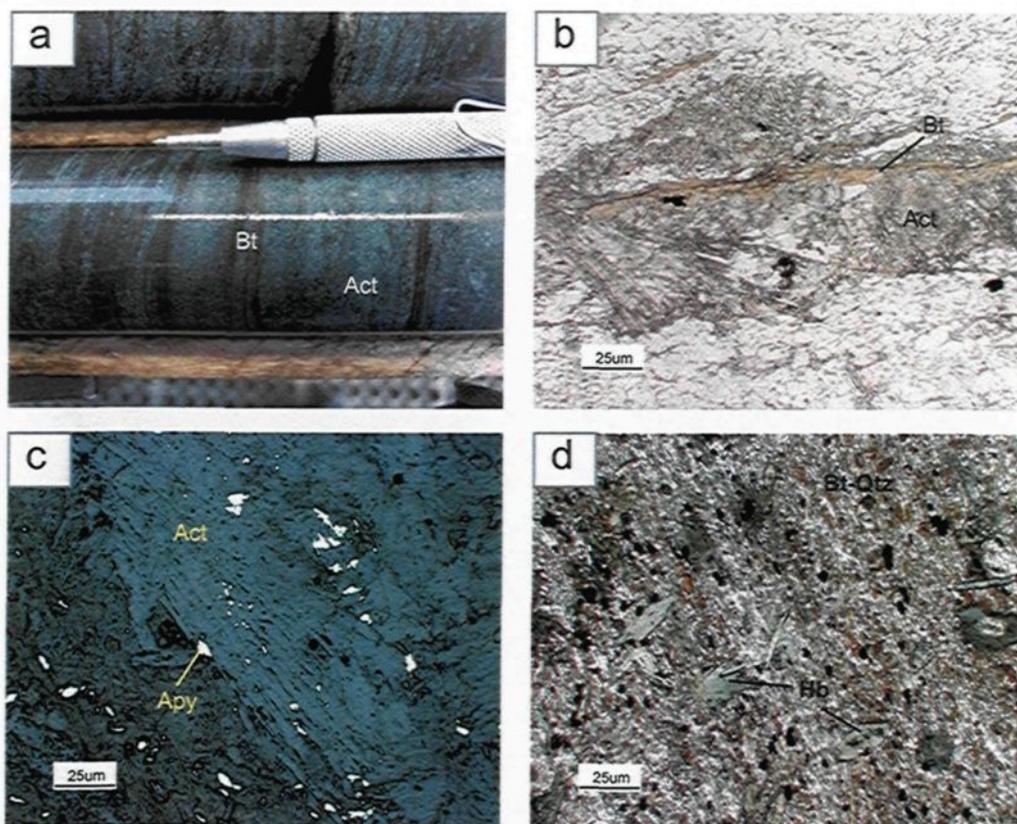


Figure 5.3: Photographie et microphotographies de la minéralogie d'altération et métamorphique proximale. (a) alternance de rubans minéralogiques à biotite et de rubans à actinote. (b) cristaux d'actinote non orientés remplaçant une plage de biotite Bt 1 alignée dans S_1 . (c) porphyroblastes d'actinote avec inclusions d'arsénopyrite. (d) reliquats de porphyroblastes de hornblende non orientés dans une matrice de biotite-quartz.

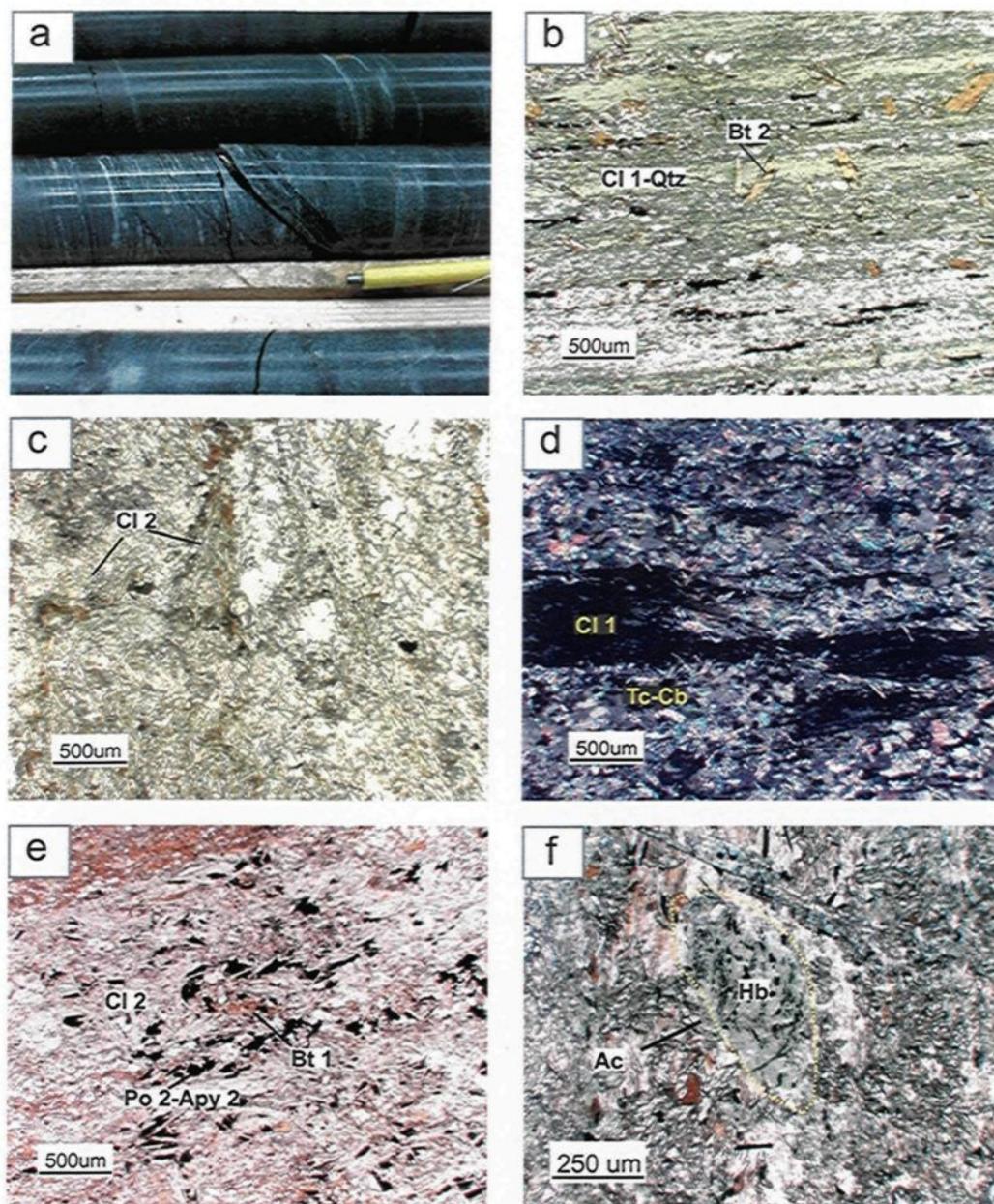
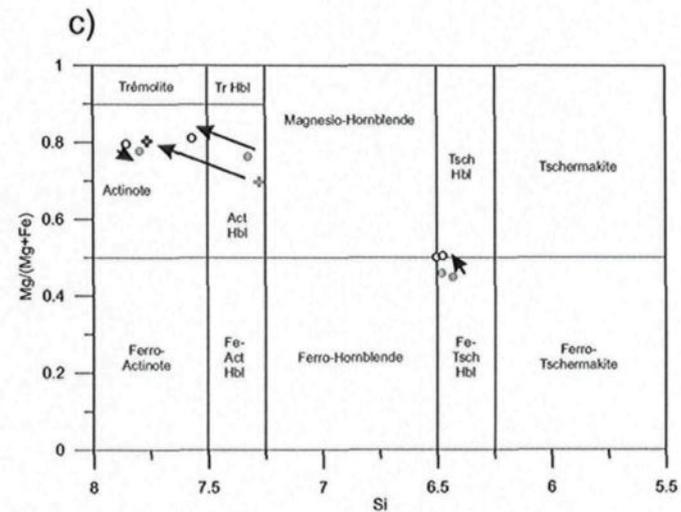
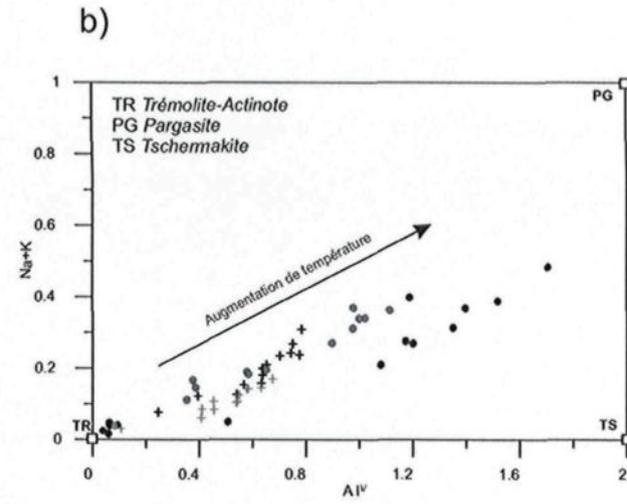
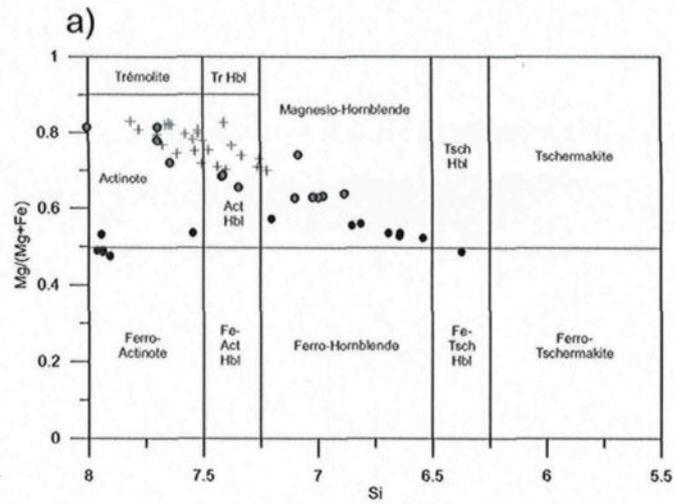


Figure 5.4: Photographie et microphotographies de la minéralogie d'altération et métamorphique distale. (a) aspect macroscopique de l'assemblage dominé par la chlorite dans une roche mafique. (b) assemblage de chlorite Cl 1-quartz dans la matrice des roches mafiques. (c) enchevêtrement de paillettes de chlorite Cl 2 non orientés, dans la matrice d'une roche mafique. (d) talc et carbonates recoupant les rubans de chlorite dans un schiste ultramafique. (e) chlorite Cl 2 se superposant à la pyrrhotite et l'arsénopyrite. (f) porphyroblaste de hornblende altéré par un halo d'actinote.



Légende

- Type d'encaissant des amphiboles analysées:
- Unité mafique distale
 - Unité mafique proximale
 - + Unité ultramafique distale
 - + Unité ultramafique proximale
- Localisation de l'analyse:
- Analyse au halo
 - Analyse au coeur

Figure 5.5: Composition chimique des amphiboles du gisement Lapa. (a) ratio Mg/(Mg+Fe) versus Si cationique. (b) Na+K versus Al^{IV}. (c) comparaison des analyses cœurs et bordures.

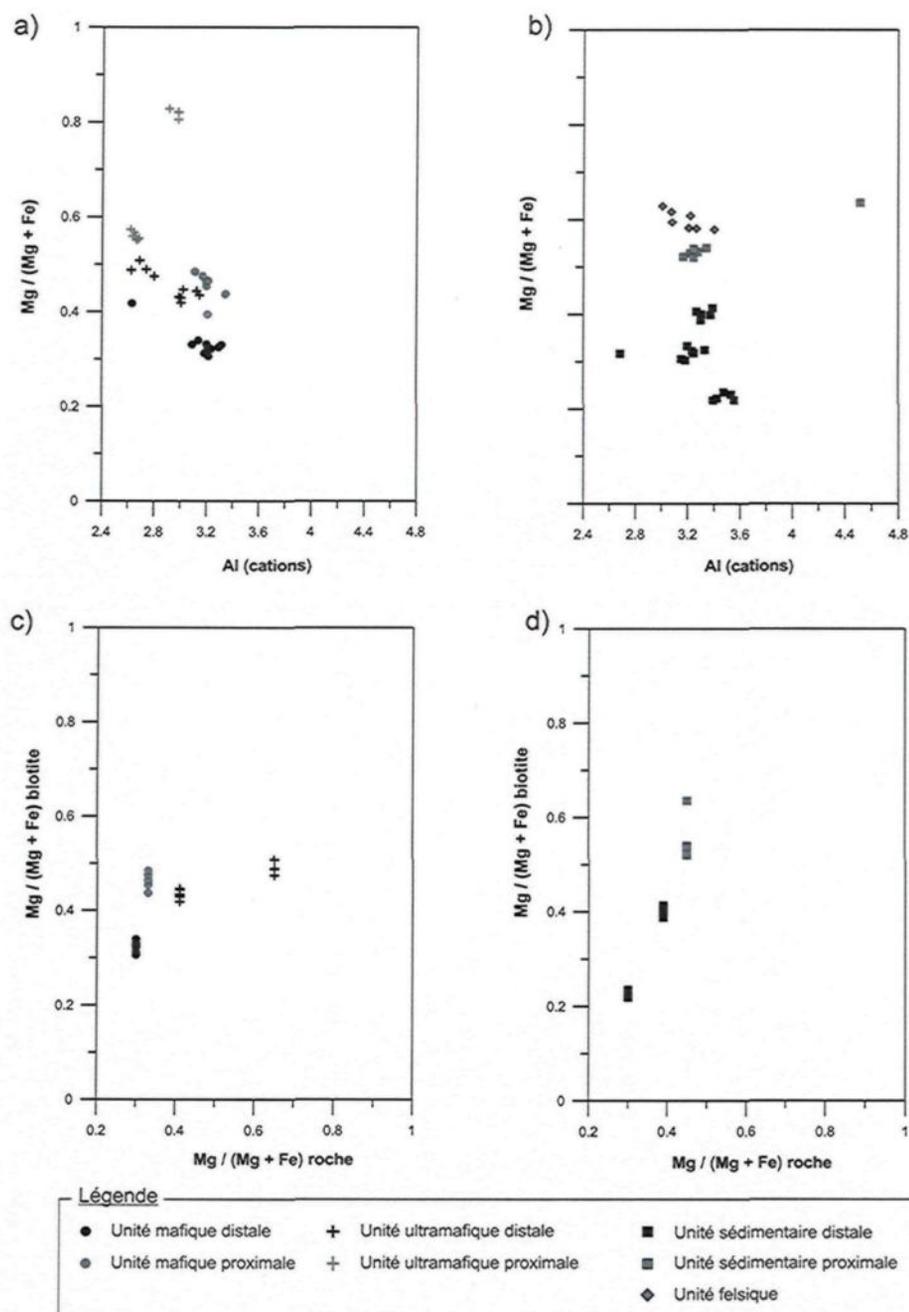


Figure 5.6: Composition chimique des biotites. (a) ratio $Mg/(Mg+Fe)$ vs Al cationique pour les roches mafiques et ultramafiques. (b) ratio $Mg/(Mg+Fe)$ vs Al cationique pour les roches sédimentaires et felsiques. (c) ratio $Mg/(Mg+Fe)$ dans les biotites vs ratio $Mg/(Mg+Fe)$ des encaissants mafiques et ultramafiques. (d) ratio $Mg/(Mg+Fe)$ dans les biotites vs ratio $Mg/(Mg+Fe)$ des encaissants sédimentaires et felsiques.

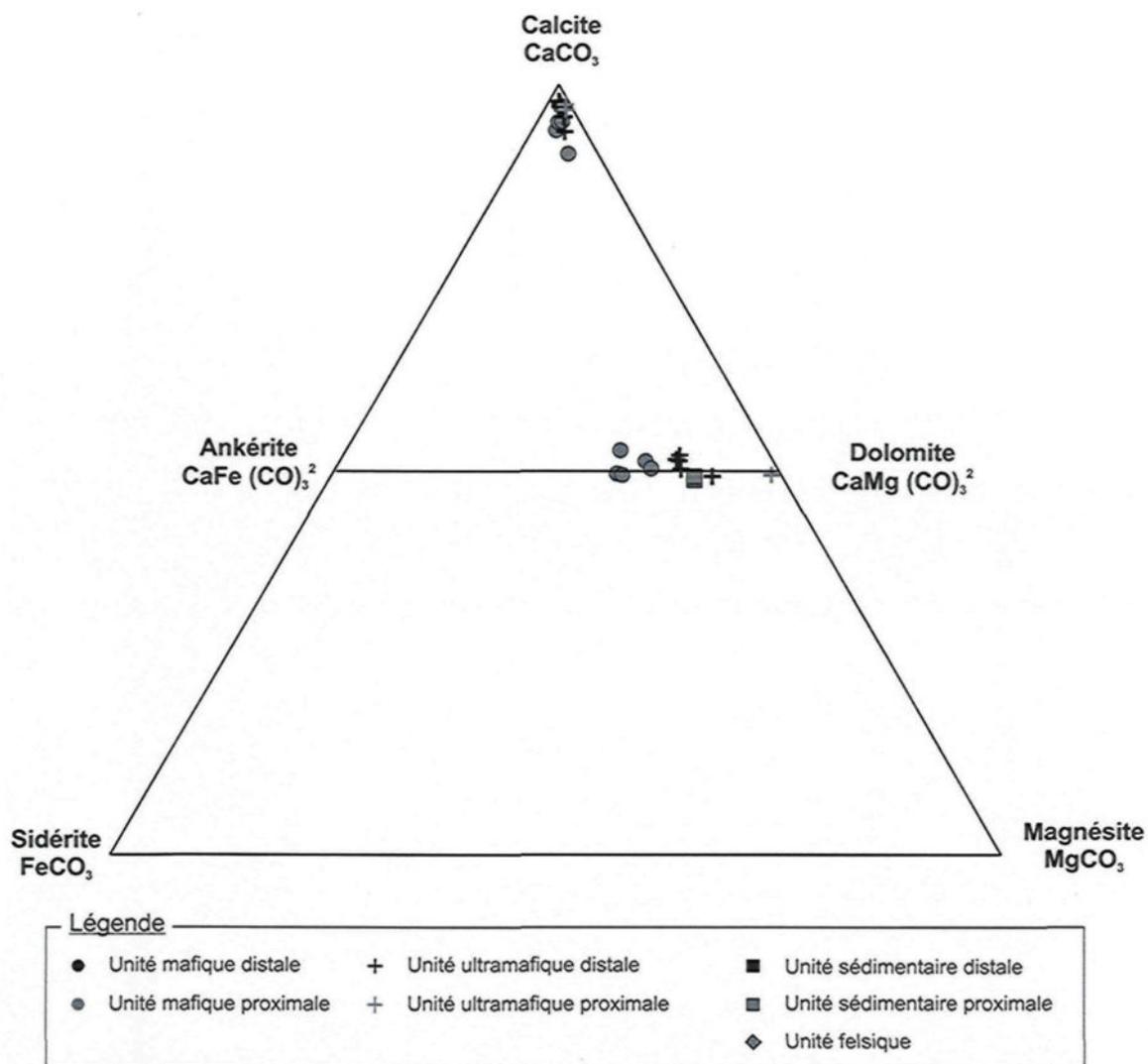
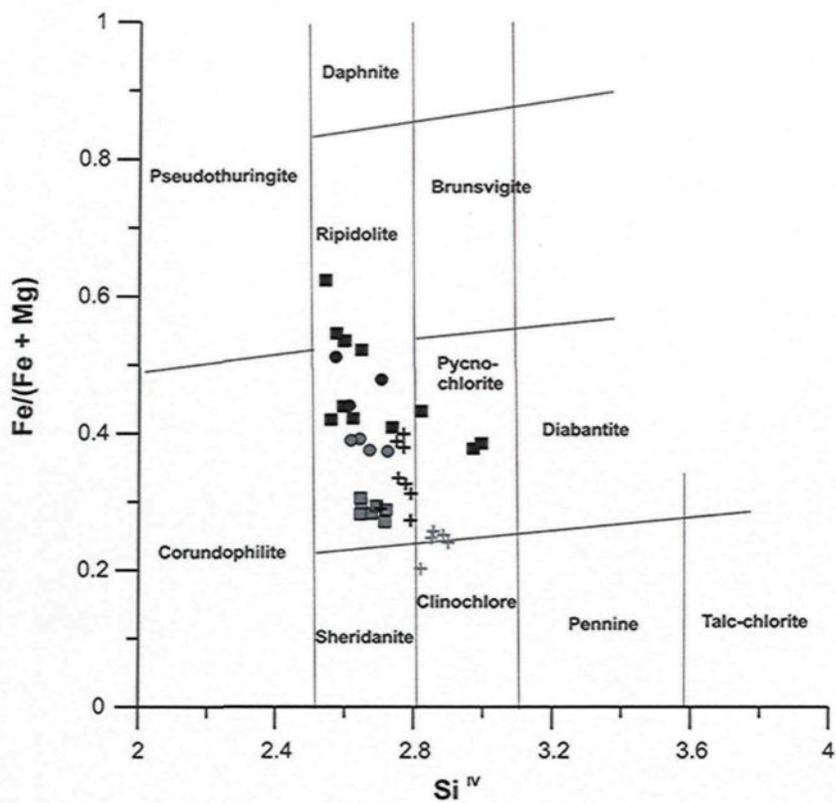


Figure 5.7: Composition chimique des carbonates démontrée par le diagramme ternaire Fe-Ca-Mg.



Légende

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ● Unité mafique distale | + Unité ultramafique distale | ■ Unité sédimentaire distale |
| ● Unité mafique proximale | + Unité ultramafique proximale | ■ Unité sédimentaire proximale |
| | | ◆ Unité felsique |

Figure 5.8: Diagramme de classification des chlorites en fonction du rapport $Fe/(Fe+Mg)$ versus Si^{IV} . Modifiée de Hey (1954).

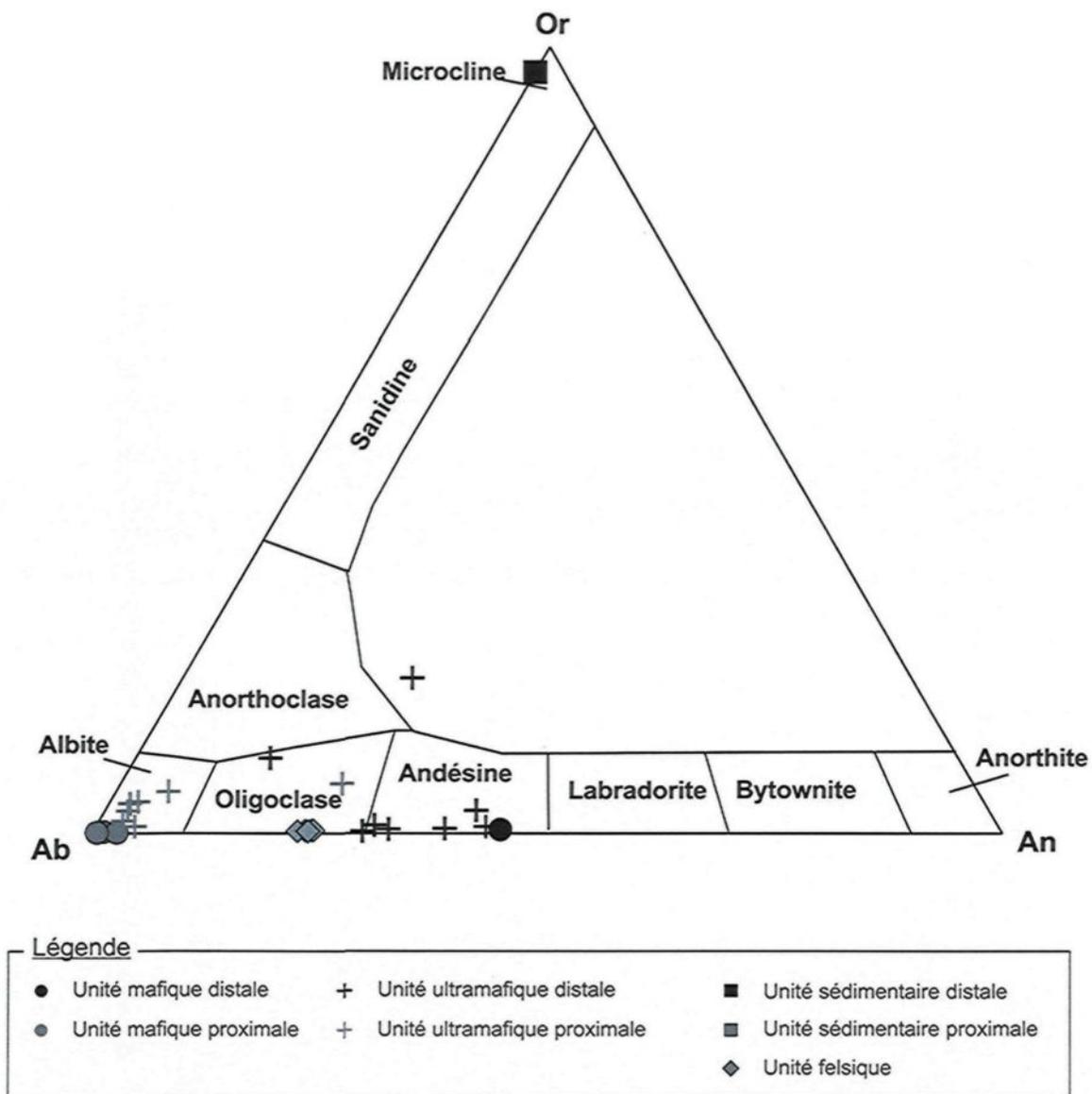
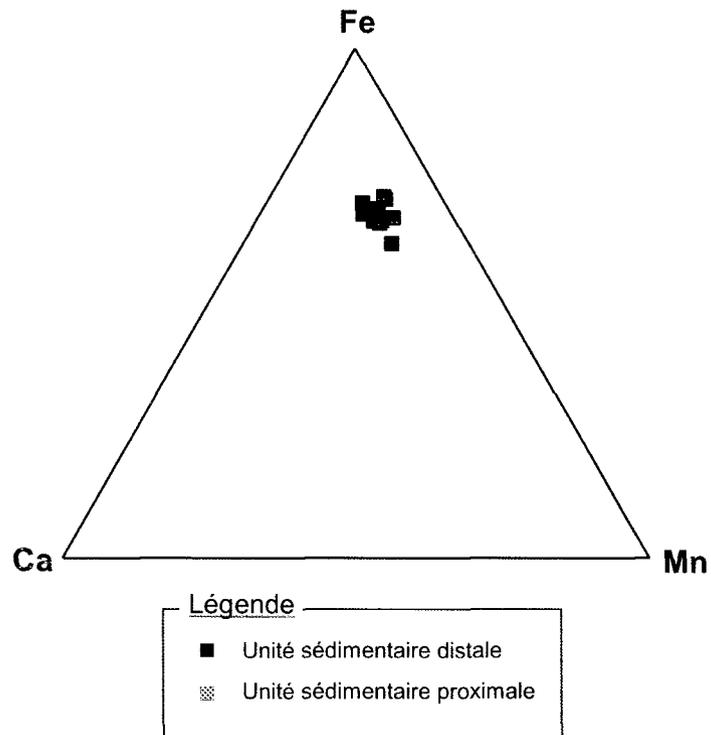


Figure 5.9: Diagramme ternaire Ab(Na)-Or(K)-An(Ca) illustrant les différentes compositions des feldspath/plagioclase.

a)



b)

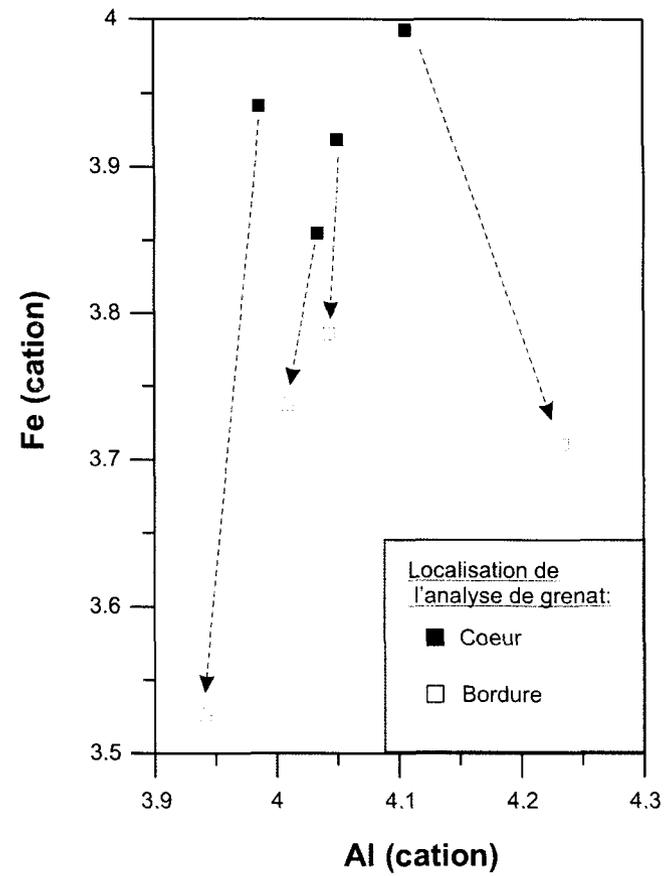


Figure 5.10: Composition chimique des grenats. (a) diagramme ternaire Ca-Fe-Mn. (b) comparaison des analyses des coeurs et des bordures dans un diagramme binaire Fe versus Al.

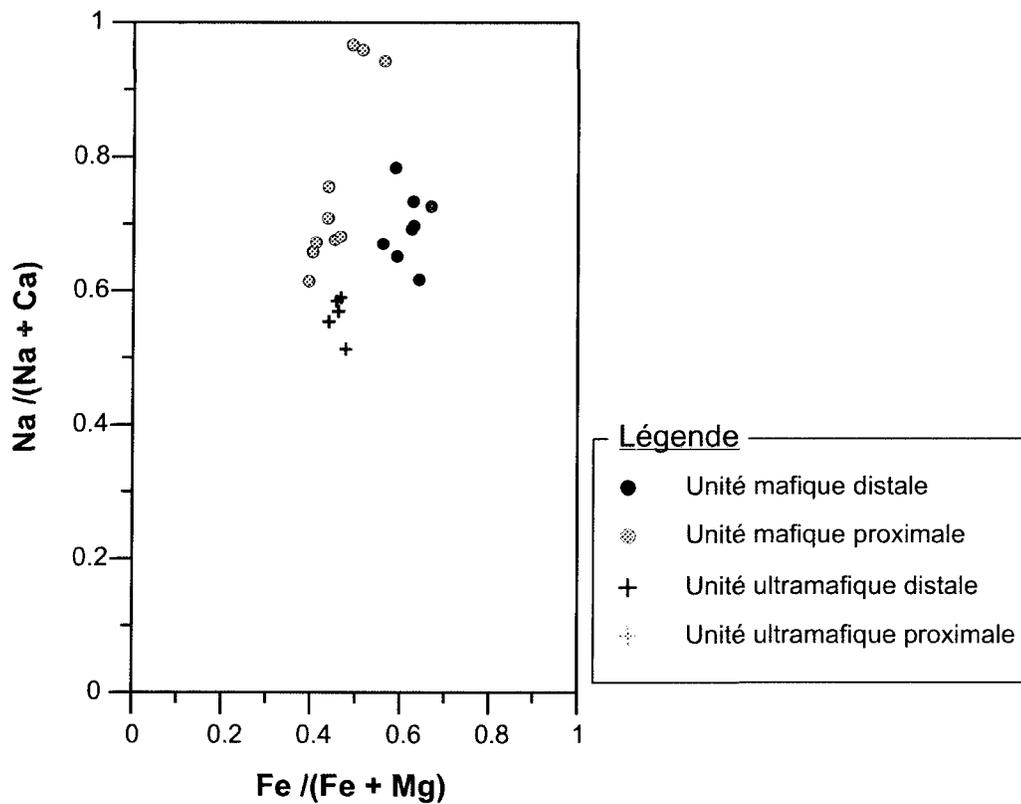


Figure 5.11: Diagramme de classification des tourmalines comparant le rapport $Fe/(Fe+Mg)$ au ratio $Na/(Na+Ca)$. Les données sont en % cationique.

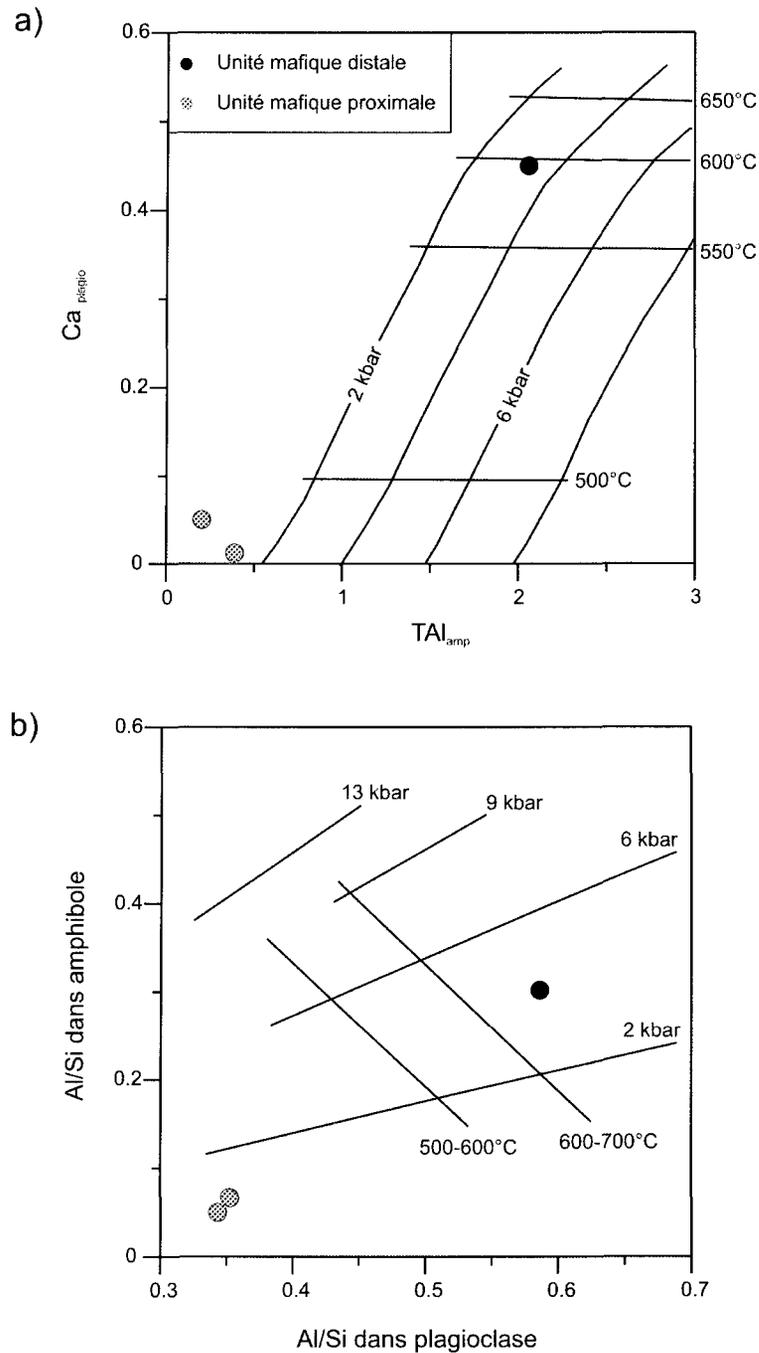


Figure 5.12: Géothermobaromètre amphibole-plagioclase. (a) géothermobaromètre graphique de Plyusnina (1982) comparant le contenu en Ca des plagioclases versus la concentration totale en Al des amphiboles ($Al^{VI}+Al^{IV}$). (b) géothermobaromètre de Fershtater (1991) comparant les ratios Al/Si des plagioclases par rapport à ceux des amphiboles.

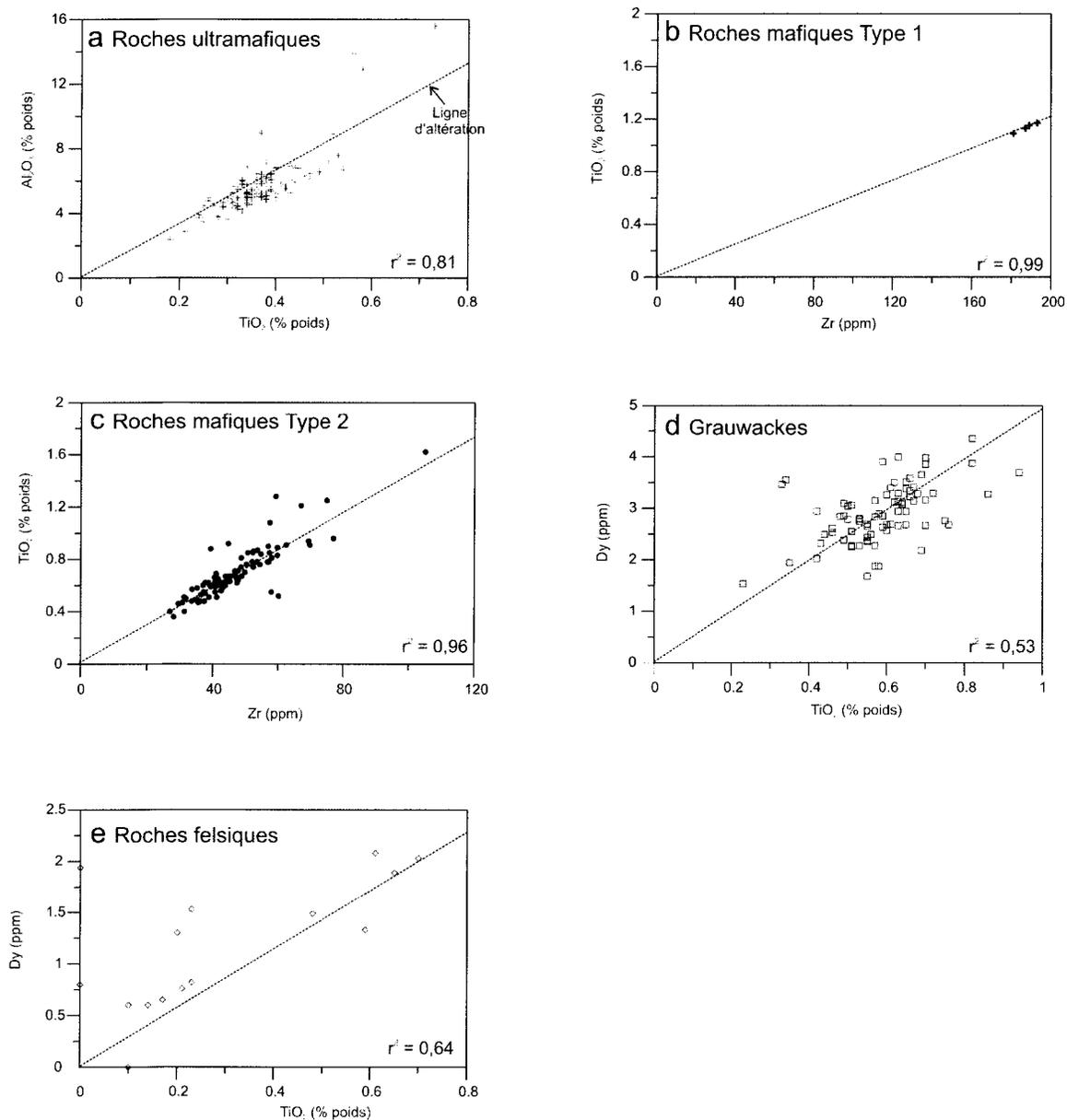


Figure 5.13: Diagrammes binaires d'éléments immobiles pour tester l'immobilité des éléments aux processus d'altération hydrothermale. (a) Al₂O₃ vs TiO₂ dans les unités ultramafiques. (b) TiO₂ vs Zr dans les roches mafiques de Type 1. (c) TiO₂ vs Zr dans les roches mafiques de Type 2. (d) Dy vs TiO₂ dans les grauwackes. (e) Dy vs TiO₂ dans les intrusions felsiques.

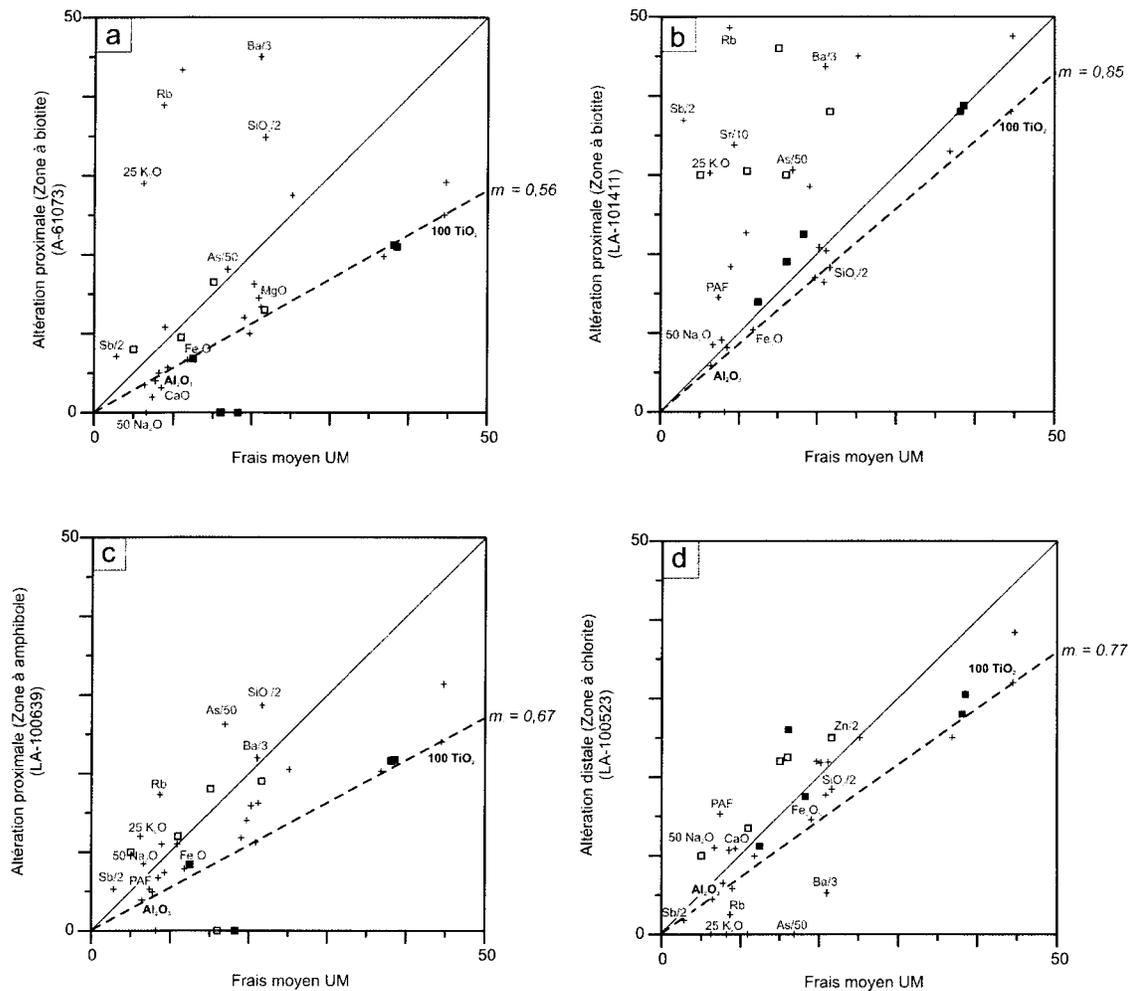


Figure 5.14: Graphique de Grant pour les roches ultramafiques. (a) zone proximale à biotite. (b) zone proximale à biotite. (c) zone proximale à actinote. (d) zone distale à chlorite.

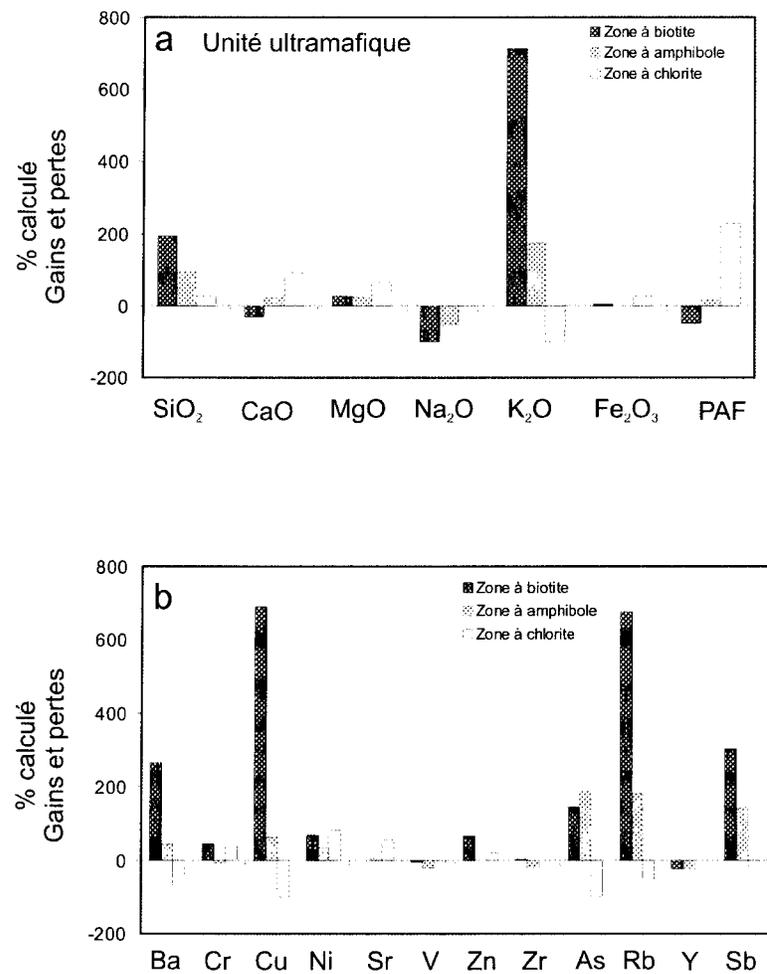


Figure 5.15: Histogrammes générés par le calcul du bilan de masse des roches ultramafiques sur (a) les éléments majeurs et (b) les éléments traces.

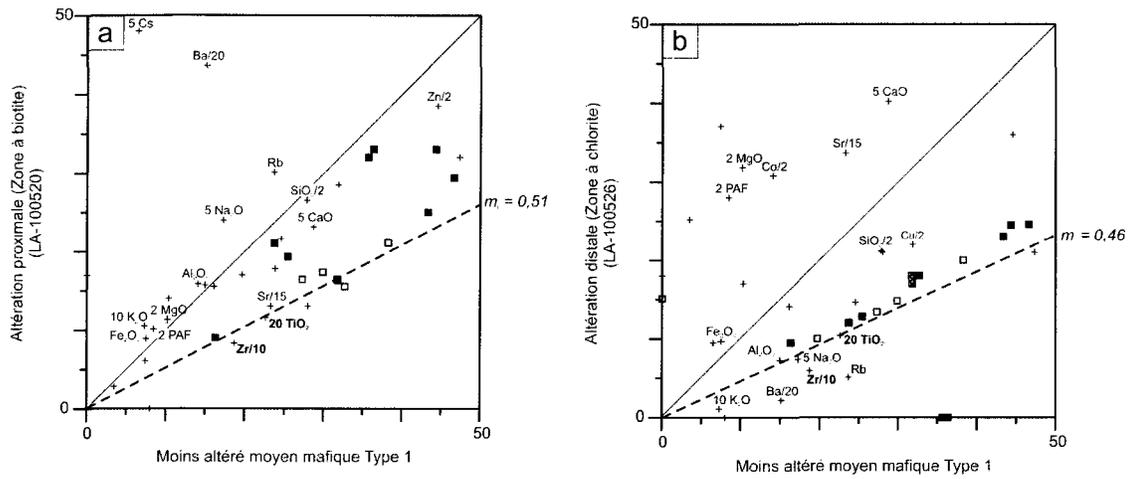


Figure 5.16: Graphique de Grant pour les roches mafiques de Type 1. (a) zone proximale à biotite. (b) zone distale à chlorite.

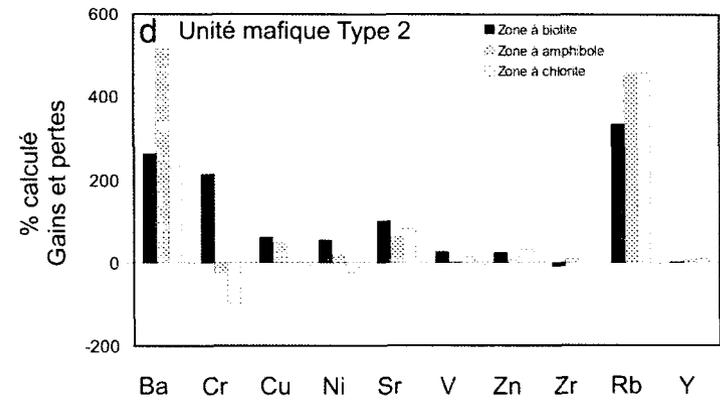
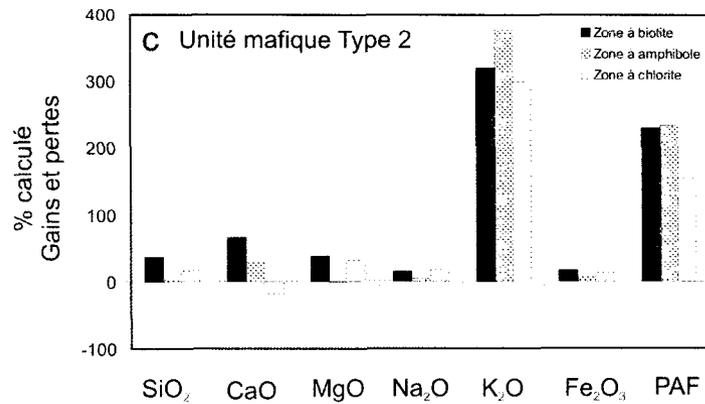
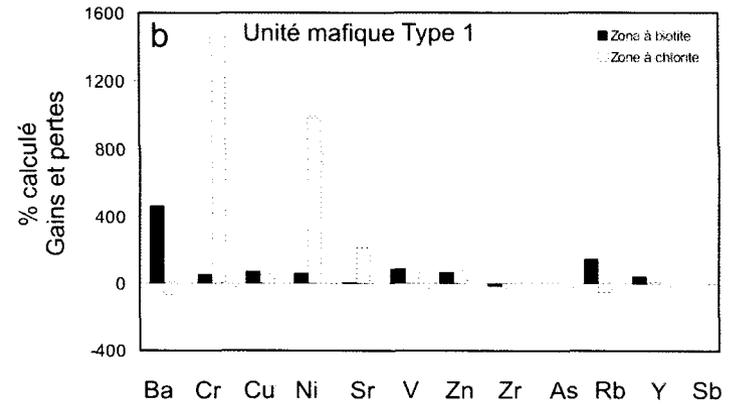
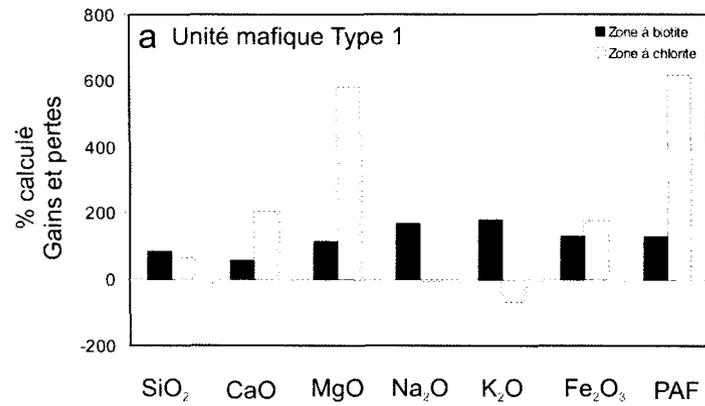


Figure 5.17: Histogrammes générés par le calcul du bilan de masse des roches mafiques. (a) bilan de masse pour les éléments majeurs des roches mafiques de Type 1. (b) bilan de masse pour les éléments traces des roches mafiques de Type 1. (c) bilan de masse pour les éléments majeurs des roches mafiques de Type 2. (d) bilan de masse pour les éléments traces des roches mafiques de Type 2.

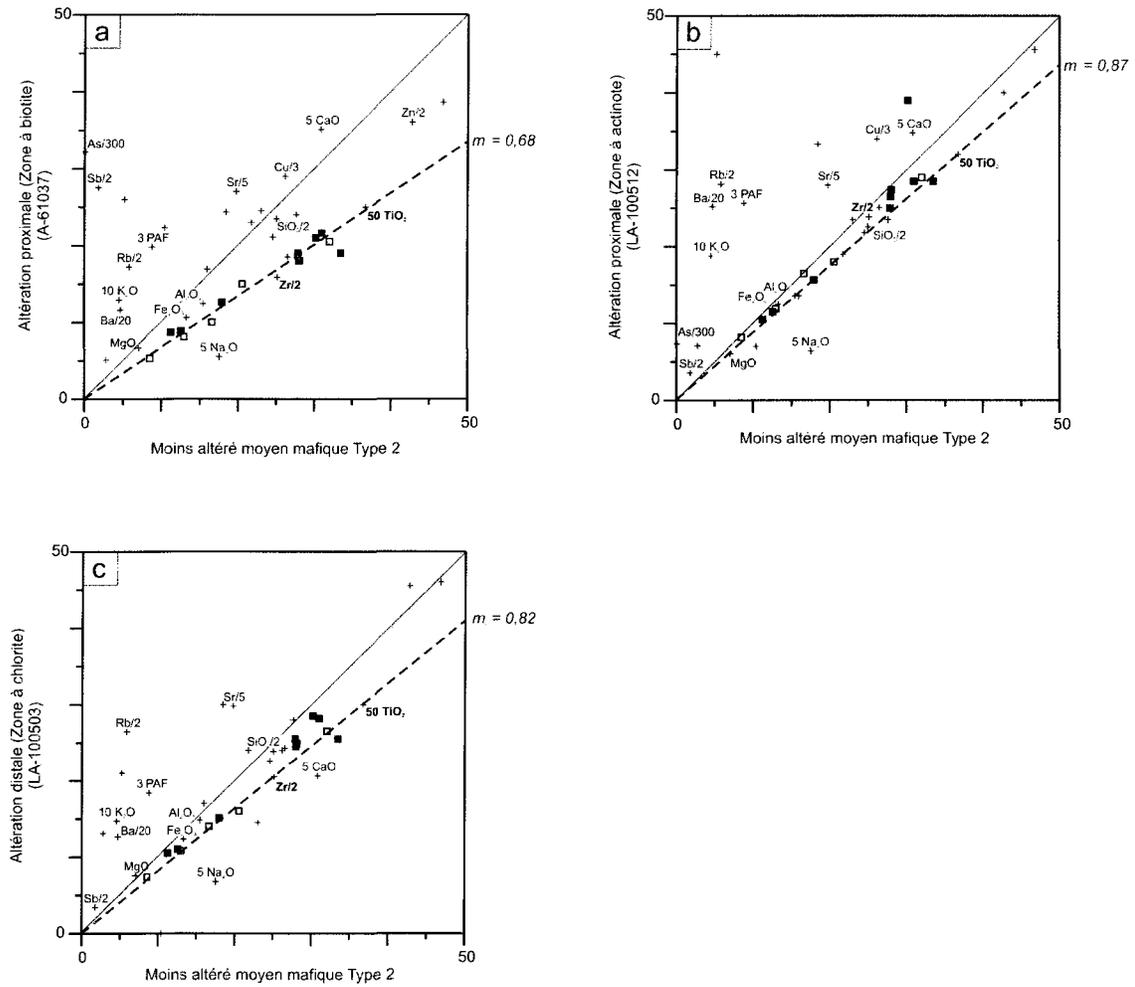


Figure 5.18: Graphique de Grant pour les roches mafiques de Type 2. (a) zone proximale à biotite. (b) zone proximale à actinote. (c) zone distale à chlorite.

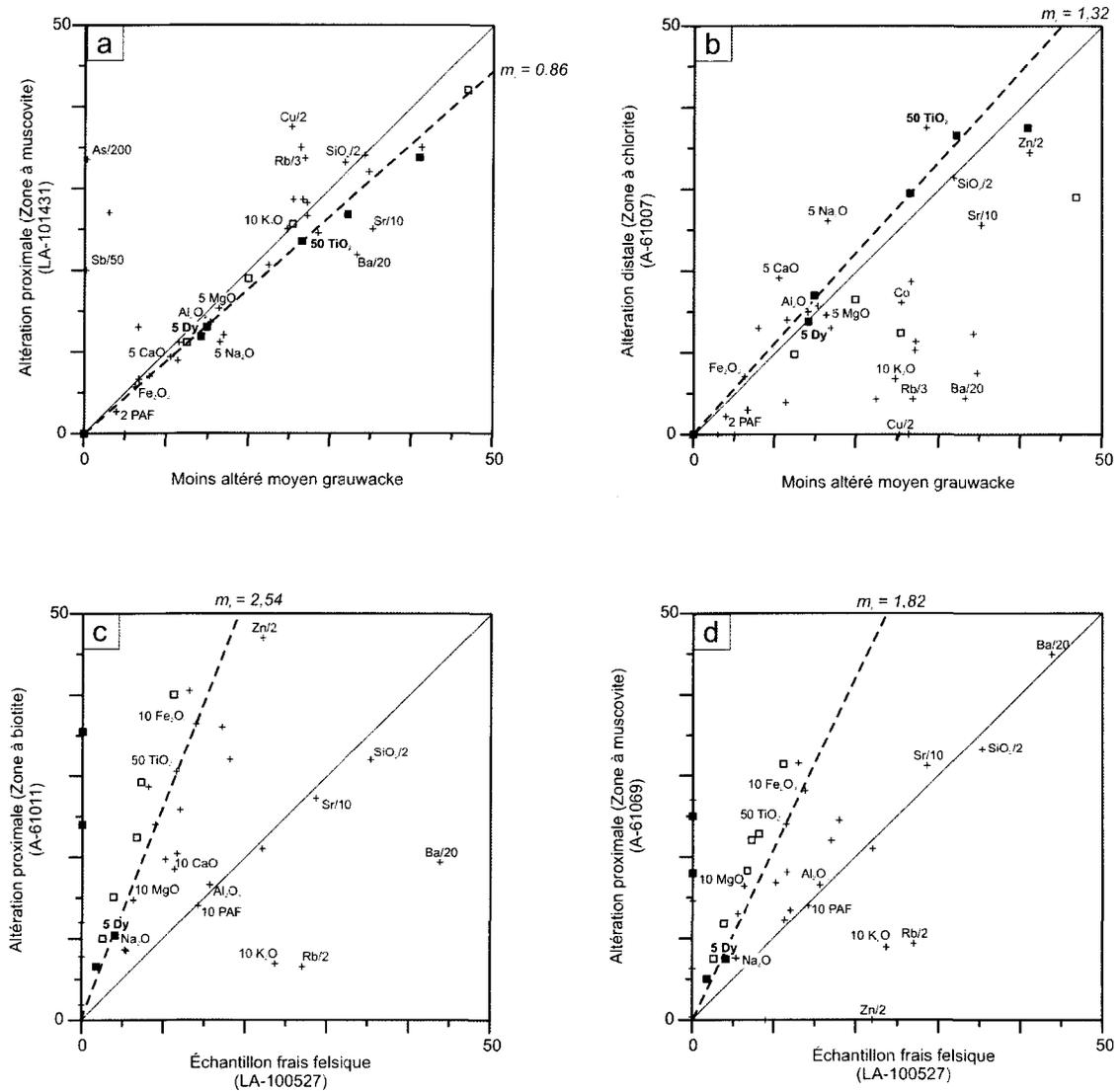


Figure 5.19: Graphique de Grant pour les grauwaques et les roches felsiques. (a) Zone proximale à muscovite dans les grauwaques. (b) zone distale à chlorite dans les grauwaques. (c) zone proximale à biotite dans les intrusions felsiques. (d) zone distale à muscovite dans les intrusions felsiques.

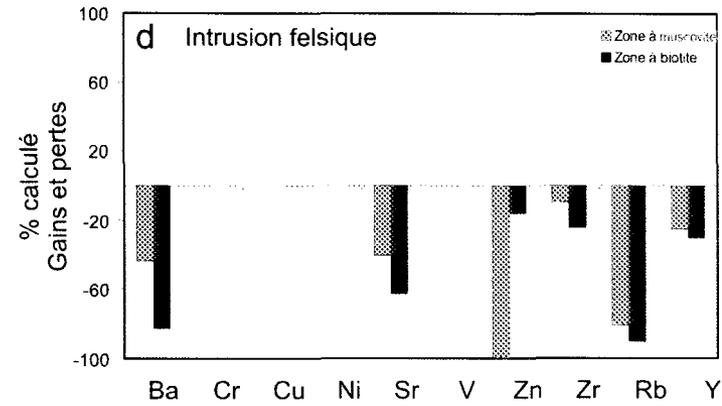
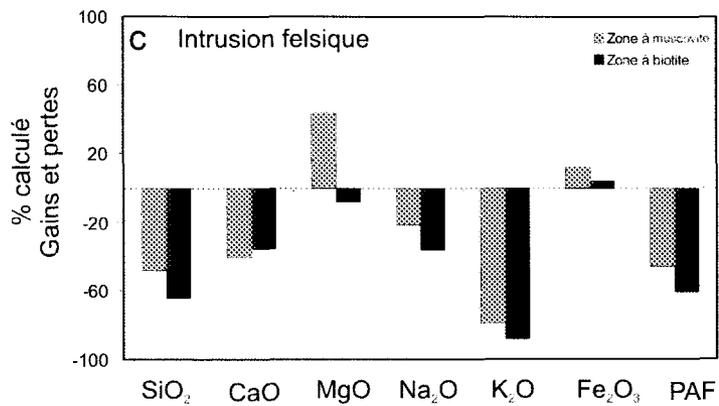
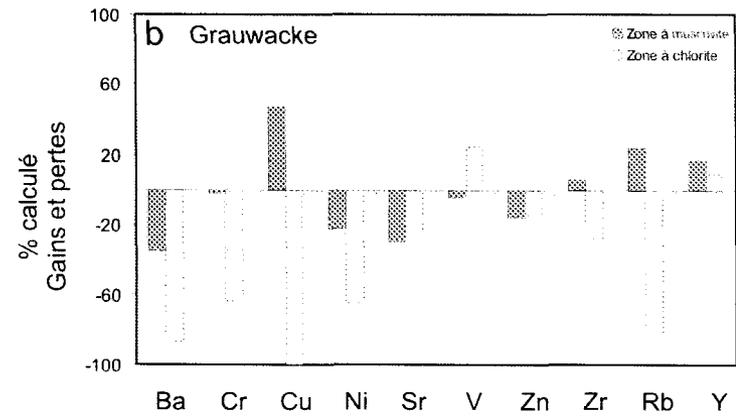
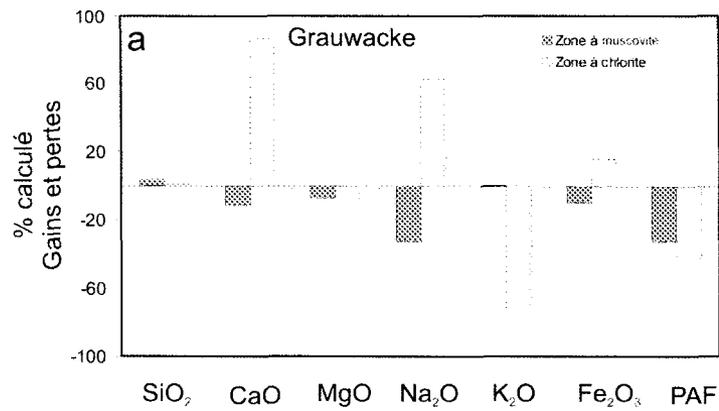


Figure 5.20: Histogrammes générés par le calcul du bilan de masse des roches sédimentaires et felsiques. (a) bilan de masse pour les éléments majeurs des grauwacke. (b) bilan de masse pour les éléments traces des grauwackes. (c) bilan de masse pour les éléments majeurs des intrusions felsiques. (d) bilan de masse pour les éléments traces des intrusions felsiques.

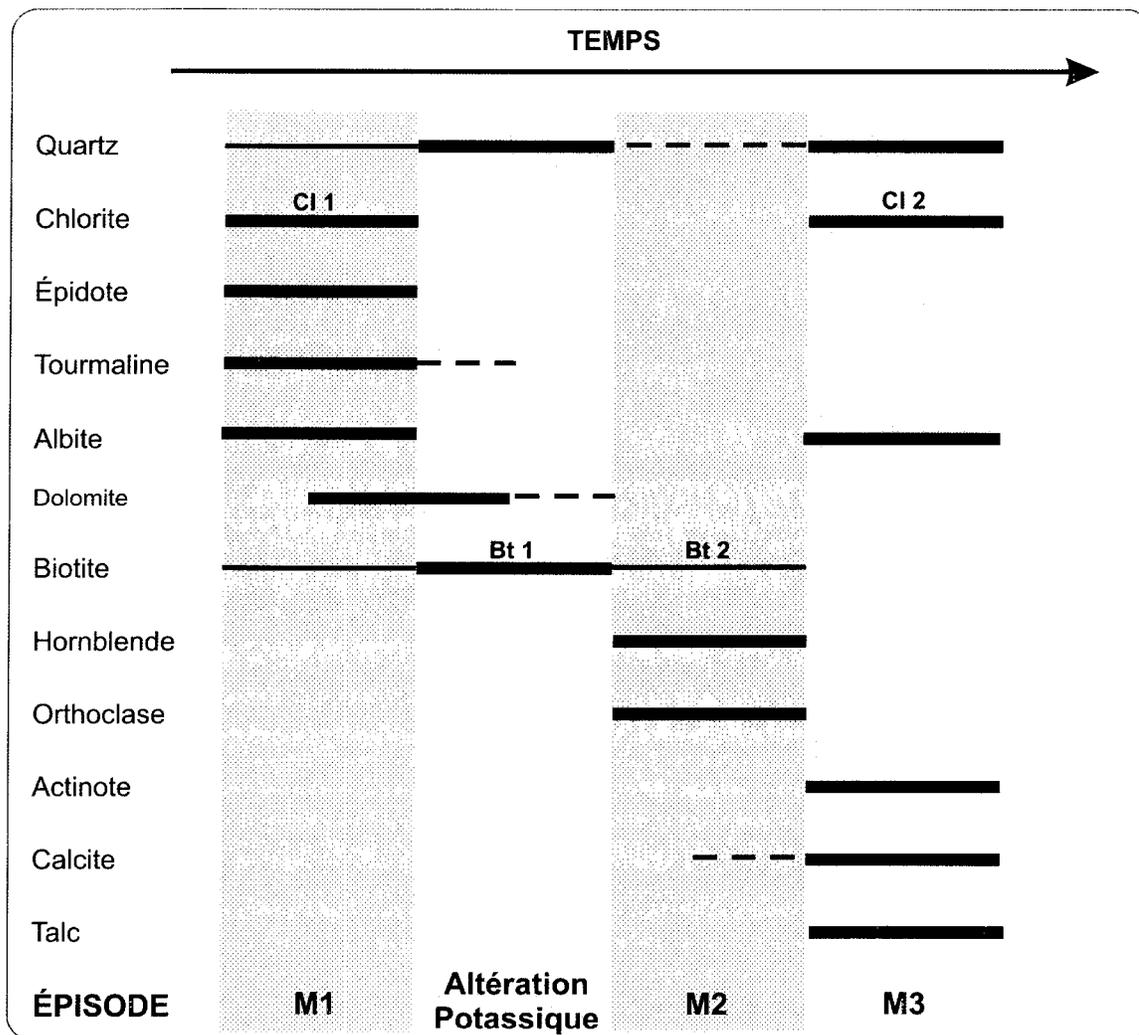


Figure 5.21: Séquence paragénétique interprétative dans les roches mafiques-ultramafiques.

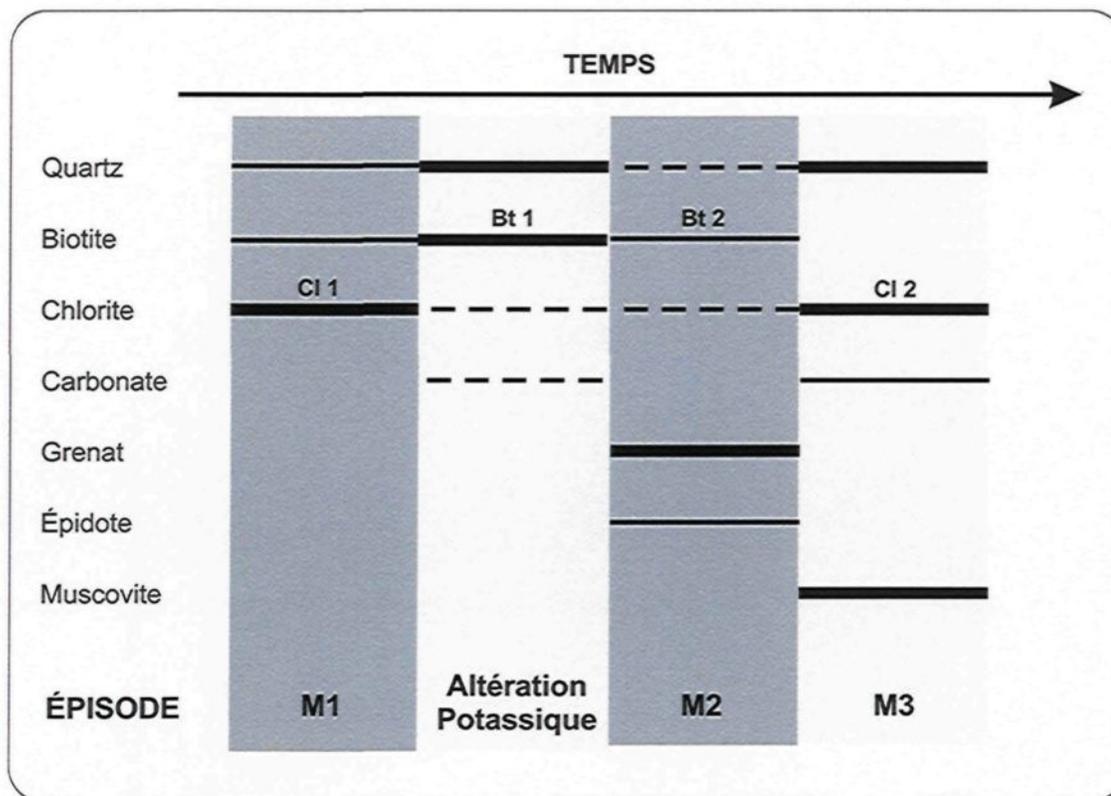


Figure 5.22: Séquence paragénétique interprétative dans les roches sédimentaires et les intrusions felsiques.

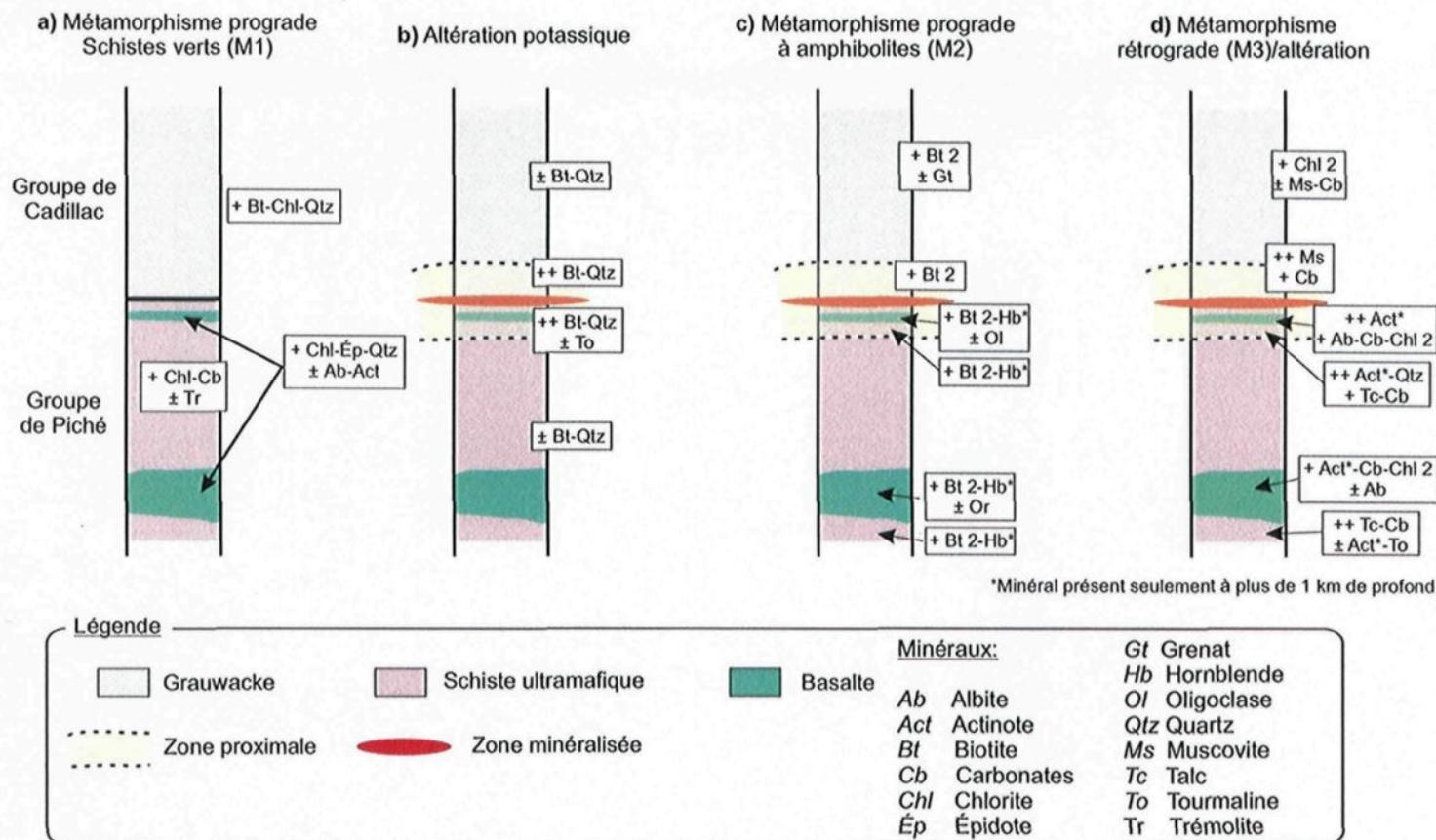


Figure 5.23: Changements minéralogiques reliés à chacun des épisodes d'altération et de métamorphisme, selon le type de roche et la proximité par rapport à la zone minéralisée.

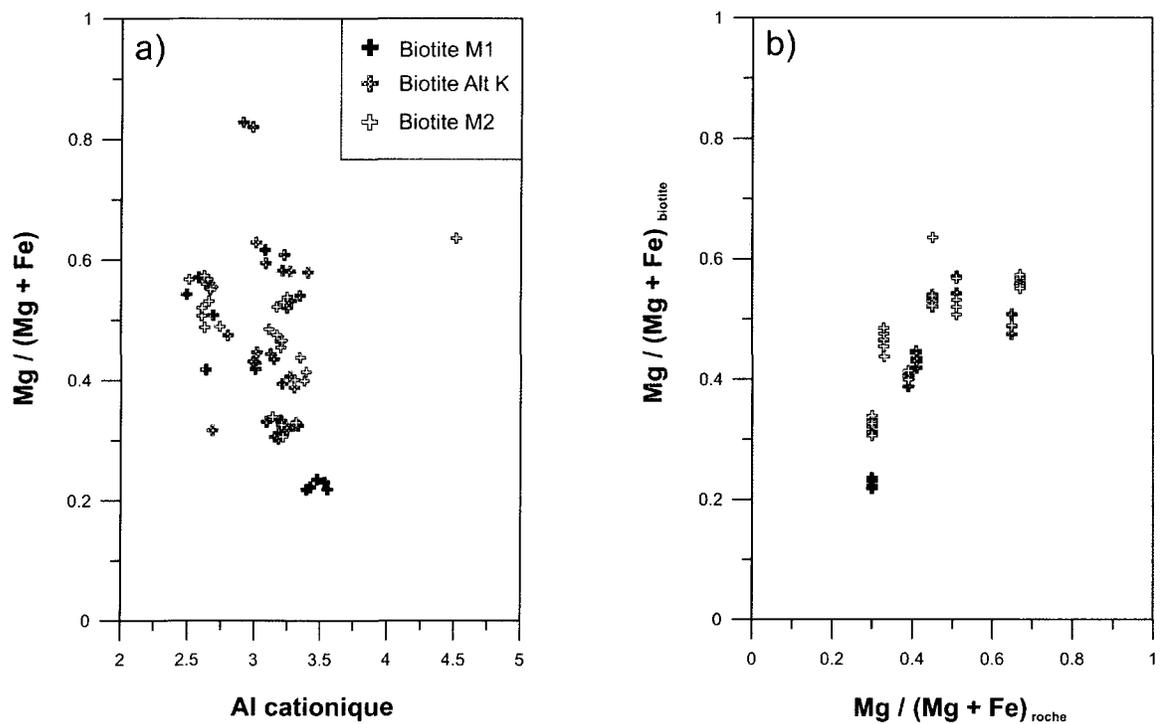


Figure 5.24: Signature des biotites selon l'épisode de foration. (a) ratio $Mg/(Mg+Fe)$ vs Al. (b) Ratio $Mg/(Mg+Fe)$ dans la biotite vs ratio $Mg/(Mg+Fe)$ de la roche.

TABLEAUX DU CHAPITRE 5

Tableau 5.1: Analyses représentatives des amphiboles réalisées à la microsonde électronique.

Type	Distal			Proximal		
	Mafique		Ultramafique	Mafique	Ultramafique	
No. échantillon	MS08-3a		MS07-510	A-61166	MS07-639	
No. analyse	am 2	am 11	am 7	am 11	am 3	am 10
SiO ₂ (% poids)	44,33	45,56	50,78	53,90	54,22	53,39
TiO ₂	0,19	0,36	0,07	0,25	0,08	0,20
Al ₂ O ₃	15,34	13,03	6,17	4,29	2,78	3,98
V ₂ O ₃	0,09	< DL	0,74	< DL	0,16	0,21
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	0,86	0,07	< DL	0,16
MgO	8,96	9,96	16,00	18,40	19,72	18,73
CaO	11,48	11,98	11,51	12,15	12,38	12,64
MnO	0,35	0,26	0,75	0,42	0,28	0,20
FeO ^a	15,95	15,33	10,50	7,65	7,65	8,01
NiO	0,03	0,05	0,07	< DL	0,04	< DL
Na ₂ O	1,20	0,93	0,82	0,73	0,28	0,36
K ₂ O	0,25	0,27	0,06	0,05	0,04	0,04
Total	100,26	99,80	100,57	100,13	99,77	100,17
Formule structurale calculée sur la base de 23 oxygènes						
Si (cation)	6,50	6,69	7,26	7,57	7,64	7,52
Ti	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	0,02
Al	2,65	2,26	1,04	0,71	0,46	0,66
V	< DL	< DL	0,09	< DL	0,02	0,02
Cr	< DL	< DL	0,10	0,01	< DL	0,02
Mg	1,96	2,18	3,41	3,85	4,14	3,93
Ca	1,81	1,89	1,76	1,83	1,87	1,91
Mn	0,04	0,03	0,09	0,05	0,03	0,02
Fe	1,96	1,88	1,25	0,90	0,90	0,94
Ni	< DL	0,01	0,01	< DL	< DL	< DL
Na	0,34	0,26	0,23	0,20	0,08	0,10
K	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg/(Mg+Fe)	0,50	0,54	0,73	0,81	0,82	0,81
Nom	Mg-hornblende	Mg-hornblende	Actinote-Hbl	Actinote	Actinote	Actinote

^a Fe Total représenté par FeO; < DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F1 de l'annexe F

Tableau 5.2: Analyses représentatives des biotites réalisées à la microsonde électronique.

No échantillon Type biotite	Grauwacke		Mafique		Ultramafique	
	MS06-404 M1	MS06-416 M2	MS07-517B AltK	MS07-512B AltK	MS07-510 AltK	MS07-639 M2
No. analyse	bt 2	bt 3	bt 5	bt 2	bt 2	bt 5
SiO ₂ (% poids)	34,61	36,74	34,73	35,69	37,25	38,15
TiO ₂	1,93	1,41	1,42	2,20	1,97	1,20
Al ₂ O ₃	19,46	18,62	17,14	17,89	14,78	15,18
Cr ₂ O ₃	0,11	0,17	< DL	< DL	1,62	0,88
MgO	6,46	11,20	10,80	12,98	14,52	16,80
CaO	< DL	< DL	0,03	0,04	< DL	0,06
MnO	0,10	0,17	0,06	0,07	0,12	0,09
FeO ^a	23,08	17,71	21,02	15,58	15,24	13,20
NiO	0,04	0,03	0,08	< DL	0,13	0,02
Na ₂ O	0,12	0,05	0,07	0,04	0,04	0,06
K ₂ O	9,60	9,28	9,21	9,73	9,22	9,18
Total	99,57	99,38	98,49	98,31	98,95	98,87
Formule structurale calculée sur la base de 22 oxygènes						
Si (cation)	5,36	5,52	5,39	5,41	5,61	5,67
Ti	0,23	0,16	0,17	0,25	0,22	0,13
Al	3,55	3,30	3,14	3,20	2,62	2,66
Cr	0,01	< DL	0,00	< DL	0,19	0,10
Mg	1,49	2,51	2,50	2,94	3,26	3,72
Ca	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	< DL	< DL	< DL	< DL	0,02	< DL
Fe	2,99	2,23	2,73	1,98	1,92	1,64
Ni	< DL	< DL	< DL	< DL	0,02	< DL
Na	0,04	0,02	0,02	< DL	< DL	0,02
K	1,90	1,78	1,82	1,88	1,77	1,74
Mg/(Fe+Mg) _{biotite}	0,22	0,39	0,34	0,45	0,49	0,56
Mg/(Fe+Mg) _{roche}	0,30	0,39	0,30	0,33	0,65	0,67

^a Fe Total représenté par FeO; < DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F2 de l'annexe F

Tableau 5.3: Analyses représentatives des carbonates réalisées à la microsonde électronique.

	<u>Grauwacke</u>	<u>Mafique</u>	<u>Ultramafique</u>
No échantillon	MS06-425	MS07-514	MS08-1
No. analyse	cb 7	cb 1	cb 2
Mg(CO ₃) (% poids)	35,38	2,30	43,73
Ca(CO ₃)	50,45	92,54	51,82
Mn(CO ₃)	0,98	1,36	0,79
Fe(CO ₃)	11,69	2,21	1,33
Zn(CO ₃)	0,05	0,07	< DL
Sr(CO ₃)	< DL	0,04	< DL
Ba(CO ₃)	0,19	< DL	0,10
Total	98,74	98,53	97,78
Formule structurale calculée sur la base de 6 oxygènes			
Mg (cation)	0,81	0,06	0,98
Ca	0,97	1,88	0,98
Mn	0,02	< DL	< DL
Fe	0,20	0,04	0,02
Zn	< DL	< DL	< DL
Sr	< DL	< DL	< DL
Ba	< DL	< DL	< DL
Mg _{norm}	40,96	2,79	49,50
Ca _{norm}	49,19	95,24	49,40
Fe _{norm}	9,85	1,98	1,11
Type	Dolomite	Calcite	Dolomite

^a Fe Total représenté par FeO; < DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F3 de l'annexe F

Tableau 5.4: Analyses représentatives des chlorites réalisées à la microsonde électronique.

No. échantillon Type chlorite	Grauwacke		Mafique		Ultramafique	
	MS06-416 M3	MS06-425 M3	MS07-517B M3	MS07-514 M3	MS07-11 M1	MS08-1 M3
No. analyse	ch 7	ch 10	ch 4	ch 2	ch 14	ch 6
SiO ₂ (% poids)	25,33	27,58	24,14	25,68	26,95	29,15
TiO ₂	0,05	0,11	0,07	0,06	0,04	< DL
Al ₂ O ₃	22,97	22,55	22,63	22,26	20,29	20,59
Cr ₂ O ₃	0,05	0,16	< DL	< DL	1,02	0,06
MgO	16,89	22,78	13,96	18,31	20,34	26,52
CaO	< DL	< DL	0,03	< DL	0,14	0,22
MnO	0,20	0,21	0,21	0,26	0,09	0,12
FeO ^a	21,99	15,05	26,05	21,03	18,24	11,98
NiO	0,04	< DL	0,04	0,03	0,14	< DL
ZnO	0,05	< DL	0,11	0,19	0,03	< DL
Na ₂ O	< DL	< DL	0,03	< DL	< DL	< DL
K ₂ O	0,04	0,07	< DL	< DL	< DL	< DL
Total	99,21	100,69	98,52	99,48	99,02	101,04
Formule structurale calculée sur la base de 28 oxygènes						
Si (cation)	5,24	5,43	5,15	5,28	5,51	5,64
Ti	< DL	0,02	< DL	< DL	< DL	< DL
Al	5,60	5,24	5,69	5,40	4,89	4,70
Cr	< DL	< DL	< DL	< DL	0,17	< DL
Mg	5,21	6,69	4,44	5,62	6,20	7,65
Ca	< DL	< DL	< DL	< DL	0,03	0,05
Mn	0,04	0,04	0,04	0,05	< DL	< DL
Fe	3,81	2,48	4,64	3,62	3,12	1,94
Ni	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	< DL	< DL	< DL	0,03	< DL	< DL
Na	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
K	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Fe/(Fe+Mg)	0,42	0,27	0,51	0,39	0,33	0,20
Mg/(Fe+Mg)	0,58	0,73	0,49	0,61	0,67	0,80

^a Fe Total représenté par FeO; < DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F4 l'annexe F

Tableau 5.5: Analyses représentatives des feldspaths réalisées à la microsonde électronique.

Type	Distal		Proximal		
	Mafique	Ultramafique	Mafique	Ultramafique	Felsique
No. échantillon	MS08-3a	MS07-11	A-61166	MS08-1	MS07-12
No. analyse	fd 13	fd 6	fd 16	fd 4	fd 6
SiO ₂ (% poids)	56,49	62,33	68,65	67,35	59,51
TiO ₂	< DL	0,08	< DL	< DL	< DL
Al ₂ O ₃	28,12	24,06	19,99	20,29	26,01
MgO	< DL	< DL	0,02	< DL	< DL
CaO	9,35	4,91	0,12	0,68	6,85
MnO	< DL	< DL	0,03	< DL	< DL
FeO ^a	0,03	0,07	0,10	0,07	< DL
SrO	0,06	0,02	< DL	0,03	0,05
BaO	< DL	0,04	< DL	0,05	0,05
Na ₂ O	6,34	8,89	11,72	11,35	7,84
K ₂ O	0,09	0,07	0,02	0,04	0,10
Total	100,49	100,45	100,65	99,85	100,41

Formule structurale calculée sur la base de 8 oxygènes

Si (cation)	2,53	2,75	2,98	2,95	2,64
Ti	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Al	1,48	1,25	1,02	1,05	1,36
Mg	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Ca	0,45	0,23	< DL	0,03	0,33
Mn	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Fe	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Ba	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Na	0,55	0,76	0,99	0,97	0,68
K	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
% Ab	55,07	76,61	99,50	96,79	67,43
% An	44,93	23,39	0,50	3,21	32,57
Nom	Andésine	Oligoclase	Albite	Albite	Andésine

^a Fe Total représenté par FeO; < DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F5 de l'annexe F

Tableau 5.6: Analyses représentatives des grenats réalisées à la microsonde électronique.

No. échantillon	Conglomérat		
	MS06-404		MS08-10
	Cœur	Bordure	Bordure
No. analyse	gt 4	gt 3	gt 8
SiO ₂ (% poids)	37,09	37,25	35,92
TiO ₂	0,24	0,09	0,06
ZrO ₂	< DL	< DL	< DL
Al ₂ O ₃	20,57	20,84	21,29
Cr ₂ O ₃	< DL	0,04	0,09
Fe ₂ O ₃	0,16	< DL	< DL
MgO	0,84	0,97	1,45
CaO	4,32	4,59	3,17
MnO	10,52	6,78	8,19
FeO	25,93	29,06	29,17
Na ₂ O	0,02	< DL	0,05
Total	99,68	99,63	99,40

Formule structurale calculée sur la base de 24 oxygènes

Si (cation)	6,03	6,04	5,88
Ti	0,03	< DL	< DL
Zr	< DL	< DL	< DL
Al	3,94	3,99	4,11
Cr	< DL	< DL	< DL
Fe ³⁺	0,02	< DL	< DL
Mg	0,20	0,24	0,35
Ca	0,75	0,80	0,56
Mn	1,45	0,93	1,14
Fe ²⁺	3,53	3,94	3,99
Na	< DL	< DL	0,02

< DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F6 de l'annexe F

Tableau 5.7: Analyses représentatives des tourmalines réalisées à la microsonde électronique.

No. échantillon	Distal		Proximal	
	Mafique	Ultramafique	Mafique	
	MS07-615	MS07-612	MS07-512B	MS07-514
No. analyse	to 4	to 2	to 4	to 3
FeO (% poids)	13,10	7,38	8,73	5,43
Cr ₂ O ₃	0,02	0,04	< DL	0,20
NiO	0,02	< DL	< DL	< DL
TiO ₂	0,17	1,11	1,23	0,89
MnO	< DL	0,04	< DL	< DL
K ₂ O	0,02	0,02	< DL	0,02
SiO ₂	35,02	35,44	36,24	37,20
MgO	6,52	8,08	6,78	7,80
Na ₂ O	2,32	1,80	2,49	2,11
Al ₂ O ₃	28,18	30,01	30,86	31,20
CaO	0,87	1,71	0,15	1,03
Br ₂ O ₃ *	13,76	14,40	13,49	14,11
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fe/(Fe+Mg)	0,67	0,48	0,56	0,41
Na/(Na+Ca)	0,73	0,51	0,94	0,67

* Br₂O₃ déduit par sommation à 100%; < DL = en-dessous de la limite de détection

Note: Totalité des analyses au tableau F7 de l'annexe F

Tableau 5.8: Résultats de calculs du géothermomètre grenat-biotite de Dasgupta et al. (1991)

Lame	No.	$X_{Mg_{Bt}}$	$X_{Mg_{Grt}}$	T (°C)
mince	Couple			
	C1	0.332	0.047.	475
MS06-404	C2	0.348	0.045	463
	C3	0.337	0.046	454
MS08-010	C4	0.440	0.065	445
	C5	0.462	0.065	458
<i>Moyenne</i>				<i>453 ± 18</i>

$X_{Mg_{Bt}}$ = concentration de Mg dans biotite; $X_{Mg_{Grt}}$ = concentration de Mg dans grenat

CHAPITRE 6

SYNTHÈSE ET DISCUSSION

6.1 Introduction

Ce chapitre vise à l'intégration des données présentées dans les cinq premiers chapitres dans le but ultime d'expliquer les principaux facteurs ayant permis la mise en place de la minéralisation en or dans le secteur à l'étude. Plus précisément, cette approche permet d'apporter des réponses quant à la nature des mécanismes responsables de la formation de minéralisation aurifère dans une zone de faille majeure ayant été affectée par une série d'événements complexes d'hydrothermalisme, de métamorphisme et de déformation.

Les principales caractéristiques géologiques sont résumées à la section 6.2, suivie par un sommaire des relations chronologiques entre les divers événements géologiques définis précédemment (section 6.3). La section 6.4 présente une discussion faisant ressortir les concepts les plus importants qui seront utilisés pour l'élaboration du modèle de formation du gisement Lapa (section 6.5). La section 6.6 compare les caractéristiques du gisement Lapa à celles des gisements aurifères orogéniques. Finalement, la section 6.7 présente les guides d'exploration déduits à partir de la présente étude.

6.2 Synthèse des observations

6.2.1 Contexte géologique

Les roches hôtes du gisement Lapa sont particulièrement affectées par la déformation, l'hydrothermalisme et le métamorphisme. L'étude approfondie de leurs

caractéristiques physiques et chimiques a permis de démontrer que les roches encaissantes des zones minéralisées présentent une grande diversité.

Les roches sédimentaires formant le Groupe de Cadillac définissent une unité composée de lits présentant une différence de granulométrie, passant de siltstone à conglomérat. Les lithologies sédimentaires analysées sont caractérisées par des affinités géochimiques comparables à celles des environnements de type arc insulaire océanique moderne (figure 2.8). Ces interprétations confirment que ces roches sédimentaires sont possiblement dérivées de l'érosion de roches composant un arc volcanique océanique ou continental, déposés dans un delta à la base de l'édifice (e.g. Dimroth et al. 1982; Daigneault et al. 2002; Davis 2002). De plus, les unités formant le Groupe de Cadillac ont été interprétées par Mueller et al. (1996) comme représentant un assemblage sédimentaire de type flysch syn-orogénique. L'abondance des formations de fer est également une caractéristique du Groupe de Cadillac, dans le secteur Lapa (figure 2.1).

Le Groupe de Piché est d'abord et avant tout une unité lithodémique, c'est-à-dire une unité pour laquelle les relations stratigraphiques ne peuvent être déterminées puisque l'unité correspond spatialement à la position de la ZFCLL. Les roches mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché ont une similarité géochimique avec celles du Groupe de Malartic et de l'assemblage de Tisdale (e.g. Fan & Kerrich, 1997; Wyman, 1999). L'unité constituée par le Groupe de Piché pourrait représenter un copeau tectonique au sein de la zone de faille majeure. Le Groupe de Piché dans le secteur Lapa est marqué par une variabilité compositionnelle significative. Il comprend les éléments suivants:

1. *des roches mafiques de Type 1* d'affinité calco-alkaline comparable à celle d'un arc moderne (figure 2.15);
2. *des roches mafiques de Type 2a* d'affinité tholéitique, avec spectre des ETR plat typique des MORB (figure 2.18a);
3. *des roches mafiques de Type 2b* d'affinité tholéitique, avec géochimie caractéristique des tholéïtes d'arc évoluées (figure 2.32), et
4. *des roches ultramafiques* dérivées des komatiïtes non appauvries en Al, possiblement générées par un plume mantellique (figure 2.31).

Les intrusions felsiques présentes dans le secteur Lapa sont généralement très déformées et altérées. Ces unités forment des lambeaux continus à l'échelle des galeries souterraines mais discontinus à l'échelle de l'ensemble de la mine (figure 2.11). Les contacts des intrusions sont nets et légèrement à angle avec la schistosité S_1 des unités ultramafiques.

Une intercalation d'unités ultramafiques avec différents types de laves mafiques a également été documentée dans le Groupe de Malartic (Wyman, 1999), le Groupe de Tisdale (Kerrick et al. 1998), le complexe volcanique de la mine Hunter (Dostal & Mueller, 1997) et le centre volcanique de Kidd Creek (Kerrick et al. 1998; Wyman et al. 1999) dans la Sous-province de l'Abitibi. La coexistence stratigraphique de suites tholéitiques d'arc primitif à évolués, de basaltes de type MORB et de laves komatiitiques est interprétée comme étant le résultat de l'interaction entre un arc volcanique et un plume mantellique (Dostal & Mueller, 1997; Wyman et al. 1999; Ayer et al. 2005). De plus, la figure 6.1 démontre que les unités ultramafiques et mafiques du Groupe de Piché ont été formées à partir de suites ignées spécifiques et sont donc dérivées de sources mantelliques distinctes (Wyman, 1999). Par conséquent, la formation des unités mafiques ne peut être interprétée comme le résultat de l'évolution des laves ultramafiques vers des coulées plus mafiques, à partir de l'évolution d'une même chambre magmatique.

D'après ces évidences géochimiques, le Groupe de Piché pourrait avoir été formé selon des processus similaires à ceux proposés pour le Groupe de Malartic, à savoir par une interaction entre un plume mantellique et un arc (Wyman et al. 1999). Toutefois, ces associations se retrouvent ici comprimées au sein de la ZFCLL. L'intense déformation enregistrée par les unités du Piché et la quasi-absence de ses caractéristiques primaires limitent considérablement les possibilités d'interprétations génétiques rigoureuses. Par conséquent, l'hypothèse que le Groupe de Piché soit un empilement volcanique concordant reste difficile à établir hors de tout doute. La possibilité qu'il soit le résultat d'un mélange tectonique retrouvé, par exemple dans les prismes d'accrétion, ne peut être écartée à ce stade de l'étude. Il est donc proposé d'utiliser le terme «unité lithodémique» pour désigner le Groupe de Piché bien que par concordance, le terme Groupe sera encore utilisé dans cette thèse.

6.2.2 Déformation

La déformation dans le secteur Lapa est complexe et n'est pas représentée nécessairement par les mêmes éléments structuraux selon la position par rapport à la ZFCLL. Comme discuté dans la section précédente, la ZFCLL, matérialisée par les unités du Piché, est un contexte géologique hétérogène où se retrouvent plusieurs types de lithologies à rhéologies contrastées. Les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac sont affectées par une déformation homogène et d'intensité relativement constante. Les changements les plus marqués sont au niveau de l'orientation de la fabrique principale S_1 (e.g. E-O à N-S). Ce changement d'orientation de S_1 concorde avec l'importante déviation structurale le long de la ZFCLL.

La ZFCLL est marquée par une déformation hétérogène caractérisée par des zones de cisaillement mylonitiques et anastomosées développées dans les schistes ultramafiques qui délimitent des lithons d'unités plus compétentes (e.g. roches mafiques, sédimentaires ou felsiques). Les lithons sont particulièrement abondants à proximité du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché.

Les événements de déformation ductile (D_1 et D_2) du secteur Lapa ont été interprétés à la section 3.3.1 comme représentant une déformation progressive polyphasée. Effectivement, l'incrément de déformation D_1 a été formé lors d'un mouvement à dominance verticale avec possiblement une légère composante en décrochement, s'intégrant dans une déformation de type transpression. L'incrément D_2 est surtout défini par des éléments structuraux formés lors d'un décrochement dextre le long de la ZFCLL. Enfin, l'événement de déformation fragile D_3 s'exprime par de faibles décalages décimétriques de blocs délimités par un réseau de failles conjuguées orientées NO-SE et N-S (figure 3.16).

Trois types de plis ont également été identifiés dans le secteur de la mine Lapa (tableau 3.1):

1. *plis* P_1 : affectant l'assemblage lithostratigraphique S_0 , isoclinaux avec S_1 de plan axial; surtout reconnus dans les formations de fer du Groupe de Cadillac;

2. plis P_{1a} : seulement observés à proximité de la ZFCLL; S_1 est de plan axial et consiste en des plis d'entraînement décimétriques à métriques en forme de «Z» causés par la transposition du contact entre le Groupe de Cadillac et le Piché le long du plan S_1 ;
3. *plis* P_2 : seulement observés à l'échelle kilométrique, pli asymétrique en «Z» formé lors du décrochement dextre.

Les plis P_{1a} le long du contact Cadillac-Piché sont spatialement associés aux zones minéralisées ainsi qu'aux veinules de quartz V_{1a} se situant le long de ce contact. De plus, certaines veinules minéralisées de type V_{2b} sont également observées parallèlement à leur surface axiale et traversent le contact (figure 3.14). Étant donné leur proximité avec la minéralisation, les plis P_{1a} sont des éléments importants qui exercent un contrôle sur la minéralisation aurifère.

6.2.2.1 Intégration au modèle structural abitibien

Les études structurales antérieures dans la Sous-province de l'Abitibi ont, dans la plupart des cas, subdivisées la Zone Volcanique Sud en plusieurs secteurs dans le but d'obtenir une compréhension adéquate de son histoire structurale (Desrochers & Hubert, 1996; Daigneault et al. 2002; Neumayr et al. 2007). L'évolution de la Sous-province de l'Abitibi est ensuite interprétée à partir de l'intégration de ces secteurs.

De cette façon, la structure interne de la ZFCLL a été étudiée par Neumayr et al. (2007) qui résumant les incréments de déformation identifiés dans le bloc structural composite de Malartic (partie est) et le bloc structural du Blake River (partie ouest), considérés comme deux domaines tectono-stratigraphiques distincts. Les événements structuraux interprétés à partir de la structure interne de la ZFCLL dans la région de Val-d'Or (e.g. indice Orenada #2) et dans le bloc de Malartic, sont basés sur les conclusions de Robert (1989). Dans le bloc du Blake River, l'histoire structurale de la ZCFLL repose sur les observations effectuées sur le gisement Astoria (Neumayr et al. 2000; Neumayr et al. 2007).

Les caractéristiques structurales de la ZFCLL documentées dans le secteur Lapa, sont donc comparées à celles de l'indice Orenada #2 et du gisement Astoria dans le tableau 6.1. Une comparaison avec les éléments structuraux observés dans le secteur Cadillac-Malartic de Daigneault et al. (2002) est également présentée. Pour le dernier cas, il s'agit des événements de déformation reconnus dans le camp minier de Cadillac et décrits dans la section 1.4.2.

Les événements ductiles D_1 et D_2 du secteur Lapa sont interprétés (tableau 6.1) comme faisant partie d'une déformation progressive polyphasée le long de la ZFCLL, ce qui est typique d'une tectonique en tranpression (Trudel et al. 1992; Robert, 1989; Gauthier et al. 1990; Daigneault et al. 2002). Les évidences appuyant une tectonique en tranpression reliée à une convergence oblique ont déjà été documentées lors de l'étude de l'indice Orenada #2 (Robert, 1989) et du secteur Cadillac-Malartic (tableau 6.1; Daigneault et al. 2002). Il s'agit de la coexistence d'éléments structuraux verticaux (e.g. S_1 à pendage subvertical, linéation verticale, etc.) avec ceux typiques de composante en décrochement dextre (e.g. plis en «Z» P_{1a} , linéation oblique, etc.). Enfin, l'événement D_1 est caractérisé par des mouvements en raccourcissement accompagnés de décrochement dextre.

L'événement de déformation D_2 principalement caractérisé par la formation de plis asymétriques en «Z», P_2 , affectant S_1 , à l'échelle de la propriété Lapa, correspond à l'événement de décrochement dextre le long de la ZFCLL (tableau 6.1). Cet événement est marqué par un cisaillement dextre résultant en la formation de la Faille de Cadillac au sens strict dans la ZFCLL (Daigneault et al. 2002; Daigneault et al. 2004). De plus, l'importante déviation structurale de la ZFCLL est interprétée comme le résultat de l'événement de décrochement dextre D_2 . Effectivement, la trace de S_1 suit cette déviation en formant un large pli asymétrique en «Z» appelé P_2 (figure 3.1). Il est également proposé que cette importante discontinuité de la ZFCLL soit l'héritage d'une géométrie préliminaire à angle (p.ex., stratigraphie non-concordante) des différents «blocs» bordant la ZFCLL (Daigneault et al. 2002).

En résumé, les événements de déformation identifiés dans le secteur Lapa, s'intègrent relativement bien aux modèles tectoniques abitibiens. Cette intégration en événements

tectoniques permettra de préciser le cadre chronologique de la minéralisation, du métamorphisme et de l'altération, en association avec les différents éléments structuraux.

6.2.3 *Activité hydrothermale*

L'activité hydrothermale dans le secteur Lapa est enregistrée par deux épisodes de minéralisation aurifère ainsi que par les événements d'altération potassique et de silicification. L'altération hydrothermale consiste principalement en un métasomatisme potassique associé à une silicification. La silicification est interprétée comme étant active de façon continue pendant les différents processus minéralisateurs. Les modifications minéralogiques reliées au métamorphisme rétrograde M3 pourraient également être considérées comme de l'hydrothermalisme étant donné une hydratation significative des assemblages pré-existants. En effet, selon Vernon & Clarke (2008), l'addition de H₂O est fondamentale pour engendrer le métamorphisme rétrograde.

L'or au gisement Lapa est surtout associé à l'arsénopyrite qui se retrouve finement disséminée dans les épontes de veinules de quartz ± carbonates marquées par une intense altération potassique. L'arsénopyrite est accompagnée par la pyrrhotite, la pyrite, et localement par la stibnite (e.g. partie supérieure du gisement) et des traces de sphalérite et galène. Le profil en plateau du signal aurifère des arsénopyrites analysées au LA-ICP-MS a révélé qu'une partie de l'or est sous la forme de solution solide dans sa structure cristalline (figure 4.31). Ce phénomène indique une coprécipitation entre une partie de l'or et l'arsénopyrite. Cette relation explique la corrélation métallique de l'or avec l'arsenic (figure.4.14).

Les arsénopyrites ont également été observées en images BSE à la microsonde électronique. Celles-ci ont montré que l'arséniosulfure présente, à plusieurs endroits, un halo d'altération enrichi en arsenic et appauvri en soufre autour des grains (figure 4.25c). Cette hétérogénéité à l'échelle des grains de sulfures indique qu'ils ont été déstabilisés par des événements subséquents. De plus, les images BSE révèlent la présence de phases minéralogiques à antimoine, telles que l'aurostibite (AuSb₂) et la gudmundite (FeSbS), dans certains échantillons des niveaux supérieurs (≥ 1 km). L'aurostibite a été observé dans

les veinules de quartz recristallisé (figure 4.22a). La gudmundite forme généralement un mince halo autour des plages de pyrrhotite (figure 4.25a). La présence d'aurostibite dans le système minéralisé peut expliquer la corrélation entre l'or et l'antimoine observée essentiellement dans la partie supérieure du gisement (figure 4.7).

L'altération potassique est associée à la formation de biotite. Le métasomatisme potassique est caractérisé par un échange du K pour le Na et le Ca, causant le remplacement du plagioclase par un feldspath potassique \pm muscovite et le remplacement de minéraux mafiques par la biotite (Barton et al. 1991; Vernon & Clarke, 2008). L'addition de Si et de métaux peut également être associé à l'événement de biotitisation de par la circulation de fluides aqueux riches en K, Si et métaux (Vernon & Clarke, 2008). Ce phénomène est appuyé par les apports en K et en Si calculés lors de l'étude lithogéochimique pour les zones à biotite des unités ultramafiques (figure 5.15a) et les unités mafiques de Type 2 (figure 5.17c). De plus, les mêmes gains sont observés dans les zones proximales à actinote des roches ultramafiques (figure 5.15a) et mafiques de Type 2 (figure 5.17c), suggérant que le développement de l'altération riche en amphiboles (hornblende remplacée par l'actinote à divers degrés) est relié au métamorphisme de l'altération potassique.

La forte association spatiale entre les disséminations d'arsénopyrite et l'altération potassique suggère une mise en place concomitante. De plus, puisque l'arsénopyrite contient une partie de l'or dans sa structure cristalline, il est réaliste de supposer qu'une partie de l'or au gisement Lapa est directement reliée au métasomatisme potassique et à la silicification. Au chapitre 5 (section 5.6.1), il a été reconnu que cette altération potassique est remplacée par une minéralogie associée au métamorphisme prograde qui a ensuite évolué vers un métamorphisme rétrograde. Par conséquent, une relation spatiale entre l'actinote dans les roches mafiques et ultramafiques et les minéralisations en or a également été identifiée mais surtout dans la partie inférieure du gisement (figure 5.1).

L'interprétation des relations de chronologie relative entre les minéraux reliés à la minéralisation aurifère a permis de définir deux épisodes de minéralisation aurifères. En appui à ces relations chronologiques, plusieurs caractéristiques des zones minéralisées du gisement Lapa supportent un apport de l'or lié à des événements multiples, à savoir:

1. deux styles contrastants de minéralisation soient, l'or submicroscopique dans les cristaux d'arsénopyrites (Apy 1) et, l'or natif dans les veinules et leurs épontes altérées (figure 4.3);
2. la présence d'une zonalité verticale (Au-As et Au-Sb) identifiée par la distribution en section longitudinale (figure 4.7), et
3. la présence de zonalités chimiques dans les cristaux d'arsénopyrite reconnue grâce aux images BSE de la microsonde électronique (figure 4.25).

Ces observations suggèrent que la minéralisation aurifère résulte d'une histoire prolongée d'hydrothermalisme et/ou d'une série complexe d'événements de-remobilisation.

6.2.4 Métamorphisme

Les roches hôtes de la minéralisation à la mine Lapa ont été affectées par au moins trois épisodes métamorphiques: M1 schistes verts prograde, M2 transition schistes verts-amphibolites prograde (pic métamorphique) et M3 schistes verts rétrograde. Les données présentées au chapitre 5 ont permis de démontrer l'existence de conditions P-T contrastantes dans le secteur Lapa. En effet, les calculs géothermométriques ont établi des conditions métamorphiques quantitatives tandis que les relations entre les assemblages minéralogiques ont été utilisées pour interpréter ces conditions de manière qualitative. Le modèle d'évolution du métamorphisme (conditions P-T en relation avec le temps) est présenté à la figure 6.2. Les conditions métamorphiques, interprétées surtout à partir des roches mafiques distales, sont discutées en détail ci-dessous pour chacun des 3 épisodes.

6.2.4.1 Métamorphisme prograde

Les assemblages progrades (M1 et M2) caractérisant les lithologies du secteur Lapa, sont typiques d'un environnement prograde évoluant du faciès schistes verts (figure 5.23a) à la transition schistes verts-amphibolites (figure 5.23c). Le pic du métamorphisme prograde correspond essentiellement à la formation de l'assemblage hornblende-oligoclase dans les roches mafiques lors de l'évènement M2 (figure 5.23c).

Le faciès métamorphique des schistes verts (M1) dans les roches mafiques est caractérisé par un assemblage minéralogique comportant albite, actinote, chlorite et épidote, avec ou sans quartz et grenat (Tableau 6.2; Vernon et Clarke, 2008). Dans les grauwackes, cet épisode métamorphique correspond à la formation de la biotite \pm chlorite (figure 5.23a). Par conséquent, les assemblages minéralogiques interprétés à la section 5.6.1., comme appartenant à l'épisode M1, sont typiques du faciès schistes verts. Il est difficile d'appliquer des conditions de pressions et températures précises pour cet épisode étant donné qu'il est déstabilisé par les autres phases de métamorphisme et d'hydrothermalisme. Par contre, en se basant sur la figure 6.3, l'assemblage minéralogique des schistes verts est observé à des températures variant de 300-400°C et à des pressions de 1-2 Kbar (Laird, 1980; Moody et al. 1983; Morin et al. 1993; Winter, 2001).

La transition au faciès amphibolite est marquée par l'apparition de la hornblende au profit de l'actinote et de plagioclase calcique au profit de l'albite (Vernon & Clarke, 2008). La hornblende est observée essentiellement dans les roches mafiques du Groupe de Piché. Ce minéral métamorphique forme des porphyroblastes non orientés et cristallise aux dépens des minéraux associés à l'altération potassique dominée par la biotite. Les porphyroblastes de hornblende sont présents surtout dans la partie inférieure du gisement. Dans la partie supérieure, seule une recristallisation des biotites et chlorites peut être associée à cette augmentation des conditions de P-T (figure 6.4).

Les résultats expérimentaux ont démontré que les hornblendes croissent sous des conditions de température excédant 425°C et des pressions de 4 kbar (Liou et al. 1974; Moody et al. 1983). De plus, l'apparition du grenat almandin à des températures \geq 500°C et pressions de 4 kbar serait concomitant avec celle de la hornblende et ce, aux dépens de l'actinote dans les roches mafiques (Winkler, 1974). Les valeurs obtenues avec le géothermobaromètre amphibole-plagioclase de Plyusnina (1982) et Fershtater (1991) pour l'assemblage de hornblende-oligoclase sont d'environ 600°C à 2-4 kbar (figure 5.12). Ces valeurs concordent avec les données expérimentales de formation des hornblendes. Par conséquent, il est possible d'affirmer que le géothermomètre amphiboles-plagioclase donne des résultats probants. Le géothermomètre grenat-biotite révèle, quant à lui, des

températures de formation d'environ 450°C, ce qui est légèrement plus bas que les valeurs théoriques de cristallisation des porphyroblastes de grenat. Toutefois, le grenat cristallise généralement à des températures plus basses lorsqu'il se superpose à des minéraux d'altération (Zaleski et al. 1991; Heiligmann et al. 2008).

Les conditions progrades représentant le pic du métamorphisme (M2) sont donc estimées à un intervalle P-T de 2-4 kbar et 500 à 600°C. Ces conditions P-T sont typiques d'un faciès métamorphique à la transition entre schistes verts et amphibolites (figure 6.3). Ce métamorphisme de pression modérée (e.g. autour de 5 kbar) est compatible avec les unités de la Sous-province de Pontiac qui sont affectées par un métamorphisme de type Barrowien, indiqué par la présence de sillimanite et kyanite (Jolly, 1978; Morin et al. 1993). Il est à noter que ces conditions P-T sont caractéristiques seulement de la partie inférieure du gisement Lapa où les amphiboles dominent les assemblages minéralogiques (figure 6.4). La partie supérieure a probablement été également affectée par une augmentation des conditions P-T mais ne dépassant pas la limite du grade métamorphique des schistes verts, telle qu'illustré sur la figure 6.2.

Les modifications minéralogiques reliées au métamorphisme observé en bordure des zones minéralisées témoignent de la présence d'un isograde métamorphique à l'échelle du gisement (figure 5.1) et exprimé par la transition biotite-actinote. De plus, certaines observations dont la zonalité du Sb, démontrent que ces changements ont affecté une partie seulement des zones minéralisées.

6.2.4.2 Métamorphisme rétrograde

Les déséquilibres minéralogiques indiquent la présence de réactions rétrogrades où des minéraux se sont formés à des conditions P-T plus basses ou à une pression de fluide (P_f) plus élevée. De plus, les fluides impliqués dans ce type de métamorphisme peuvent solubiliser, dissoudre et re-précipiter les métaux et causer l'hydratation de minéraux silicatés (Tomkins, 2007).

L'assemblage minéralogique relié à l'épisode de métamorphisme M3 est similaire à celui de l'épisode M1. Chronologiquement, il se superpose clairement aux minéraux

métamorphiques caractérisant l'apogée du métamorphisme M2, indiquant qu'il s'agit d'un épisode distinct. De plus, les minéraux M3 se superposent aussi aux minéraux associés à l'altération potassique. La minéralogie, surtout marquée par le remplacement de la hornblende par l'actinote et par la chloritisation des biotites, est typique du faciès métamorphique des schistes verts. De plus, l'effet de cet épisode métamorphique est clairement accentué dans les roches proximales à la minéralisation, soient situées près des conduits hydrothermaux. Ceci est appuyé par la signature chimique des amphiboles illustrant la dominance de l'actinote dans les zones proximales (figure 5.5). Cette amphibole forme un halo d'altération autour des hornblendes dans les zones distales pour ne laisser seulement quelques reliquats de hornblendes dans les zones proximales où l'actinote domine. Ce phénomène démontre que l'épisode de métamorphisme M3 est probablement d'envergure locale et concentré le long des conduits hydrothermaux.

Les conditions P-T ont essentiellement été estimées à l'aide du géothermobaromètre amphibole-plagioclase de Plyusnina (1982) et Fershtater (1991). Les calculs démontrent que l'assemblage à actinote-albite est caractérisé par des conditions contrastantes par rapport à celles évaluées pour le couple hornblende-oligoclase associé à l'événement M2. En effet, des températures d'environ < 400 °C pour une pression de 1-2 kbar (figure 5.12) ont été estimées pour cet épisode de métamorphisme rétrograde M3.

En résumé, cet épisode est caractérisé par une hydratation progressive des assemblages minéralogiques formés lors du métamorphisme prograde et du métasomatisme potassique. De plus, il semble directement relié à la circulation des fluides dans les zones de cisaillement qui, pendant le refroidissement, ont permis la formation de minéraux hydratés rétrogrades. Spécifiquement, la variation de la quantité d'actinote par rapport à la hornblende selon la proximité à la zone minéralisée, traduit un effet de perméabilité structurale due à la proximité de la zone de cisaillement. Selon Powell et al. (1995b), la ZFCLL a été le lieu de plusieurs épisodes d'hydrothermalisme distincts et répétitifs interprétés comme responsables de la rétrogression des amphiboles. Ces épisodes sont reliés à des réactivations locales à l'échelle de la ZFCLL (Powell et al. 1995b) qui

pourraient avoir été générées lors d'événements de déformation subséquents caractérisés par une augmentation de la perméabilité.

6.3 Chronologie relative

L'établissement de la chronologie relative entre les événements de métamorphisme, d'hydrothermalisme, de minéralisation et de déformation est essentiel pour construire l'histoire d'un gisement aurifère archéen. La chronologie de mise en place de la minéralisation aurifère au gisement Lapa peut ainsi être comparée à celle des autres événements géologiques (figure 1.4). Cette étape est encore plus importante lorsque le dépôt se retrouve au sein d'une zone de faille majeure enregistrant plusieurs événements de déformation et où le passage répété de fluides hydrothermaux peut provoquer des changements minéralogiques marqués. Le but ultime de déterminer les relations texturales de superposition entre différentes phases minéralogiques est d'établir une séquence temporelle pour la formation des minéraux appelée séquence paragénétique.

La figure 6.4 présente la séquence paragénétique comparant les divers événements géologiques identifiés dans les chapitres précédents par rapport aux événements minéralisateurs. Cette figure a été élaborée en tenant compte du fait qu'un diachronisme entre le moment où la déformation est le plus intense et le pic de métamorphisme a été estimé pour la Sous-province de l'Abitibi (Feng et al. 1992; Kerrich & Cassidy, 1994). Ce diachronisme est intrinsèque à la trajectoire P-T lors des orogénies. Par conséquent, les textures minéralogiques préservées sont interprétées dans ce cas comme ayant été formées après l'apogée de la déformation principale (p.ex., post-déformation; Ridley, 1989). À l'inverse les textures déformées par l'incrément majeur de déformation sont interprétées comme pré- à syn-déformation. La séquence paragénétique ainsi construite est globale et incorpore chacun des événements (e.g. géologiques, hydrothermaux et métamorphiques) ayant affecté les unités encaissantes de la minéralisation aurifère du gisement Lapa.

Les sections suivantes décrivent les différentes relations chronologiques relatives entre la déformation et le métamorphisme (section 6.3.1), la déformation et l'activité hydrothermale (section 6.3.2), et l'activité hydrothermale et métamorphisme (section 6.3.3).

Enfin tous les événements identifiés à la mine Lapa sont incorporés dans une synthèse à la section 6.3.4.

6.3.1 Relations chronologiques entre la déformation et le métamorphisme

Les relations clés qui ont permis d'établir la chronologie relative entre les phases de déformation (figure 3.17; D_1 , D_2) et les épisodes de métamorphisme (figures 5.21 et 5.22; M_1 , M_2 , M_3) sont les suivantes:

1. un alignement préférentiel des phyllosilicates biotite Bt 1 (figure 2.5c; roches sédimentaires) et chlorite Cl 1 (roches mafiques), formés pendant l'épisode métamorphique prograde M_1 , selon la schistosité principale S_1 ;
2. une formation de porphyroblastes de hornblende (figure 2.12c), grenat et biotite Bt 2 (figure 2.5c) non orientés selon S_1 , pendant l'épisode métamorphique prograde M_2 (figure 6.4) contenant des traînées d'inclusions rectilignes correspondant à la fabrique S_1 (figure 2.14c),
3. des porphyroblastes de hornblende, grenat et biotite Bt 2 affectés par l'étirement $L_é$ le long du plan de la schistosité S_1 (figure 2.6d);
4. une fabrique S_2 affecte les minéraux liés au métamorphisme M_1 , à l'altération potassique et localement au métamorphisme M_3 , et
5. un assemblage minéralogique caractéristique de M_3 (e.g. actinote, chlorite, talc) n'est pas affecté par S_1 et est faiblement aligné selon S_2 .

Ces observations ont permis d'apporter les interprétations suivantes au sujet de la relation entre la déformation et le métamorphisme au gisement Lapa:

1. l'épisode métamorphique prograde M_1 a affecté les roches du secteur Lapa, avant ou à l'amorce de l'événement principal de déformation D_1 ;
2. l'épisode métamorphique M_2 , représentant le pic des conditions métamorphiques, a été atteint après le pic de déformation principale D_1 ;
3. l'étirement le long du plan S_1 était encore actif lors de la formation des porphyroblastes M_2 ;

4. l'épisode métamorphique rétrograde M3 est tardif dans l'histoire de la déformation ductile.

6.3.2 Relations chronologiques entre l'activité hydrothermale et la déformation

Les principales relations ayant permis d'établir la chronologie relative entre les phases de minéralisation (figure 4.32; pré-aurifère, aurifère à faible teneur et aurifère à forte teneur) et les épisodes de déformation (figure 3.17; D₁, D₂) sont les suivantes :

1. pyrrhotite Po 1 de l'épisode pré-aurifère alignée selon la schistosité S₁, démontre qu'elle s'est formée avant le pic de déformation D₁;
2. biotite associée spatialement avec les disséminations d'arsénopyrites, aux épontes des veinules de quartz, et alignée selon S₁;
3. veinules d'or libre dans le schiste ultramafique qui recoupe la schistosité S₁ (figure 4.21d), et
4. or libre et, localement, la stibnite qui sont présents dans les veines de quartz V_{1b}, recoupant le S₁ (figure 6.5).

L'activité hydrothermale est associée au métasomatisme potassique (e.g. biotitisation) et la silicification. La formation de biotite dans les roches mafiques et ultramafiques se concentre aux épontes des veinules minéralisées V_{1a}. Ce phyllosilicate montre une association spatiale directe avec les disséminations d'arsénopyrite ± pyrrhotite. La silicification représentée principalement par des veines et veinules de quartz semble avoir été active au cours des deux événements de déformation D₁ et D₂. Des pics plus importants liés à la silicification sont toutefois associés au développement des deux principaux types de veinules associées à la minéralisation V_{1a} et V_{2b} (figure 6.4).

Les zones minéralisées sont associées spatialement aux veinules démembrées V_{1a} interprétées comme boudinées et transposées lors de l'événement D₁ (tableau 3.1). Ces veinules de quartz ± dolomite, calcite se concentrent surtout à des contacts lithologiques favorables à rhéologie contrastée, par exemple le contact Cadillac-Piché, formant la zone Contact. Cependant, celles-ci se sont probablement mise en place plus tardivement dans l'histoire de l'événement D₁. Le développement de la foliation mylonitique S₁ à l'intérieur

des roches ultramafiques a probablement accentué le contraste de compétence entre celles-ci et le grauwacke permettant la formation et la mise en place de ces veinules. La composante coulissante s'est amorcée pendant D_1 pour devenir progressivement dominante pendant D_2 . L'amorce du coulissage pourrait avoir généré une délamination du contact débutant pendant D_1 , de manière concomitante avec le développement des plis d'entraînement P_{1a} . Les veinules aurifères V_{1a} sont donc interprétées comme syn- à tardi-déformation D_1 .

Les veinules de quartz \pm carbonates V_{2b} , interprétées à la section 3.3.1 comme étant formées pendant l'événement D_2 (tableau 3.1), contiennent localement de l'or libre et plus localement de la stibnite et l'aurostibite. Ces veinules sont communément observées à angle fort avec la schistosité S_1 . Les veinules montrent des évidences de plissement mais semblent toutefois plus continues à l'échelle des galeries souterraines que les veinules V_{1a} .

Ces relations chronologiques entre les éléments reliés à l'altération hydrothermale et la déformation démontrent que l'hydrothermalisme a probablement évolué progressivement dans le temps en lien avec la déformation progressive.

6.3.3 Relations chronologiques entre l'activité hydrothermale et le métamorphisme

L'activité hydrothermale et le métamorphisme sont des phénomènes qui interagissent au gisement Lapa. Considérant que l'altération hydrothermale est un processus causant des modifications minéralogiques en contexte de système ouvert, le métamorphisme rétrograde pourrait également s'apparenter à de l'altération hydrothermale car il implique des fluides aqueux. Les principales relations chronologiques entre les différents épisodes métamorphiques et les épisodes hydrothermaux sont les suivantes:

1. micro-inclusions d'assemblage sulfuré relié à l'épisode pré-aurifère dans les porphyroblastes de grenat;
2. grains d'or libre entre les cristaux ou en inclusions dans les actinotes;
3. grains d'or libre disséminés, localement en équilibre avec la pyrrhotite Po 2, dans les veines de quartz montrant des textures de recristallisation;

4. infiltration de pyrrhotite (Po 2) dans les mailles de minéraux ferromagnésiens comme la biotite et les amphiboles;
5. identification de cristaux d'arsénopyrite hypidiomorphes ne montrant pas de zonalité cristallographique, et
6. présence d'une zonalité rétrograde en s'approchant des zones minéralisées dans les amphiboles, les feldspaths et les biotites.

Les inclusions localisées dans les porphyroblastes de grenat peuvent être des reliquats hérités de plus faible grade métamorphique ou peuvent avoir été formées par les mêmes assemblages métamorphiques. Les inclusions peuvent être interprétées comme provenant d'un assemblage précoce s'il s'agit de reliquats stables ou métastables (e.g. quartz ou graphite) ou si les minéraux observés ne sont pas des phases communes en équilibre avec la matrice (Vernon et Clarke, 2008). Il est donc difficile d'établir, sans aucun doute, la chronologie exacte de la formation de ces inclusions par rapport aux porphyroblastes. Toutefois, il est possible de proposer que ces inclusions se soient formées pendant un intervalle de temps pré- à syn-pic de métamorphisme M2 (figure 6.4). De plus, l'or présent en intercroissance ou en inclusions dans les amphiboles peut s'expliquer par une introduction précoce au pic de métamorphisme; les relations actuelles étant le résultat des transformations M2-M3 subséquentes.

Plusieurs textures identifiées dans les roches du gisement Lapa suggèrent un équilibre minéralogique entre certains sulfures et minéraux silicatés formés ou recristallisés pendant le métamorphisme. La présence de pyrrhotite entre les clivages des minéraux ferromagnésiens est interprétée comme une texture d'équilibre. De plus, la texture des veines de quartz recristallisé comprenant des grains d'or disséminés est interprétée comme une texture d'équilibre granoblastique de haute température entre le quartz, l'or et la pyrrhotite (Ridley et al. 2000). Les cristaux hypidiomorphes de la biotite Bt 2 sont décussés, formant une fabrique de recristallisation dynamique dans certains échantillons. Enfin, les cristaux d'arsénopyrite hypidiomorphes et sans zonalité sont également le résultat d'une recristallisation métamorphique. Selon Lentz (2002), l'absence de zonalité complexe dans certaines arsénopyrites indique qu'elles ont été recristallisées et

homogénéisées possiblement pendant une recristallisation métamorphique. Ces textures d'équilibre se sont vraisemblablement développées pendant l'épisode métamorphique prograde M2.

L'existence d'une zonalité rétrograde indique que l'hydratation reliée au métamorphisme M3 a été plus intense dans les zones proximales et directement au sein des zones minéralisées, soit à proximité des conduits pour le fluide hydrothermal. Les zones minéralisées semblent, par conséquent, avoir été plus intensément hydratées que les zones distales. D'après Ridley et al. (2000), la présence d'actinote en rosettes dans les veines minéralisées suggère qu'elles se sont formées dans un milieu plus hydraté.

Les textures de remplacement des minéraux métamorphiques par les minéraux d'altération constituent l'évidence clé que la minéralisation dans les gisements aurifères orogéniques est formée tardivement dans l'histoire métamorphique (e.g Robert & Brown, 1986a, b). Les relations chronologiques entre les minéraux d'altération, de minéralisation et de métamorphisme, au gisement Lapa, démontrent une interaction hydrothermale-métamorphique plus complexe. D'après les observations, l'épisode de minéralisation aurifère à faible teneur se superpose à l'épisode métamorphique M1. Par contre, l'épisode de forte teneur aurifère montre des relations autant avec l'épisode de pic métamorphique M2 qu'avec l'événement rétrograde M3 (figure 6.4). La mise en place de la minéralisation aurifère de faible teneur est tardi-M1 et pré-M2 (figure 6.4).

6.3.4 Synthèse de la chronologie relative des événements

Les relations de chronologie relative entre les différents types d'événement ayant affectés les unités hôtes de la minéralisation ont permis de mieux cerner l'histoire tectono-métamorphique de ce dépôt (figure 6.4). Le cadre chronologique de la formation de ce gisement est résumé ci-dessous.

1. dépôt d'un assemblage volcanique mafique à ultramafique marquée par le développement d'assemblages minéralogiques au faciès des schistes verts (M1) et par la formation d'un assemblage sulfuré (épisode pré-aurifère);

2. épisode de raccourcissement défini par l'incrément de déformation principale D_1 . La minéralisation aurifère de faible teneur, l'altération potassique et la silicification se développent tardi- D_1 ;
3. événement de raccourcissement qui génère l'épaississement crustal associé à une augmentation des conditions P-T, atteignant ainsi l'apogée métamorphique M2, et l'initiation de la phase de remobilisation en or, et
4. événement de décrochement le long de la ZFCLL (e.g. événement de déformation D_2), permettent le relâchement de fluides hydratant l'assemblage métamorphique prograde M2. Le métamorphisme rétrograde M3 est ainsi généré et relié également à une silicification. La remobilisation en or a probablement connu son apogée lors de cette étape de l'histoire.

Les événements identifiés cadrent bien avec l'histoire tectono-métamorphique de la ZFCLL.

6.4 Discussion

6.4.1 Géométrie des zones minéralisées

Les zones minéralisées du gisement Lapa sont caractérisées par une géométrie particulière. Effectivement, sur une vue en plan, la zone Contact présente une forme hélicoïde (figure 4.5). L'axe central de l'hélicoïde correspond à une zone particulièrement enrichie en or sur la coupe longitudinale de la figure 4.6. La zone Contact montre un pendage vers le nord du côté est tandis que le pendage est plus abrupt et orienté essentiellement vers le sud du côté ouest.

Il a été suggéré par différents auteurs (Hodgson, 1989; Peters, 1993; Gaboury et al. 2001) que les segments courbés et les formes hélicoïdes dans les zones de cisaillement correspondent à un site de dilatation, de faible pression et de forte perméabilité. De plus, d'après Groves et al. (2000), l'interaction entre des structures en raccourcissement superposées et des structures en transpression, peuvent générer des blocs tectoniques de forme curviplanaire. Ce type de géométrie structural est notamment le siège d'un important

flux hydrothermal et peut être relié à la production de gisements aurifères géants (e.g. Kalgoorlie, Australie; Timmins, Canada).

La forme hélicoïde de la zone Contact est interprétée comme s'étant développée par une torsion reliée à un décrochement dextre. Effectivement, la composante coulissante dextre au gisement Lapa a été interprétée comme ayant été amorcée lors de l'événement D_1 et dominante pendant D_2 . L'épisode de minéralisation aurifère de faible teneur, associé à une intense biotitisation et silicification est interprété syn- à tardi- D_1 tandis que l'épisode aurifère à forte teneur est post- D_1 et syn- à tardi- D_2 (figure 6.4). La figure 6.6 montre l'interprétation du développement de la structure hélicoïde de la zone Contact. Il est proposé que cette structure soit causée par une composante différentielle de cisaillement entre la portion supérieure et inférieure du gisement. Par conséquent, le cisaillement n'aurait pas eu le même impact dans la partie supérieure qu'en profondeur. Ce phénomène est appuyé par diverses relations structurales dont les suivantes:

1. un changement de la relation angulaire entre S_0 et S_1 avec la profondeur. Dans la partie supérieure du gisement (≤ 1 km), la stratification S_0 est à angle avec S_1 tandis que dans la partie inférieure (≥ 1 km), les deux structures sont parallèles (figure 3.9);
2. une atténuation des plis d'entraînement asymétriques en «Z» le long du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché, dans la partie inférieure (figure 3.9);
3. le changement dans la plongée des zones minéralisées observé avec la profondeur passant de $\sim 55-60^\circ$ vers l'ouest à subverticale (figure 4.6), et
4. un changement prononcé de direction de la Zone Contact observé avec la profondeur, passant d'E-O à ENE-OSO en profondeur (figure 4.1).

De plus, l'atténuation des teneurs en Sb sur la coupe longitudinale (figure 4.7) ainsi que la localisation de l'isograde métamorphique (figure 5.1) correspondent spatialement aux changements structuraux listés ci-haut. Des teneurs aurifères plus élevées sont également présentes au centre de la structure en hélicoïde, soit coïncidant à l'axe de torsion (figures 4.5 et 4.6). Conséquemment, un lien empirique est reconnu entre la forme de la zone Contact, la zonalité métallique, la localisation de l'isograde métamorphique et la présence

de fortes valeurs aurifères. Ce lien apporte un questionnement sur le rôle cette géométrie particulière sur la mise en place de la minéralisation. En regard des événements de déformation interprétés précédemment, la forme hélicoïde de la zone Contact pourrait s'être formée:

1. pré- à syn- D_1 , où la formation de l'hélicoïde a favorisé le développement de conduit pour la circulation du fluide hydrothermale, ou
2. syn- à tardi- D_2 , où la formation de l'hélicoïde est responsable, en tout ou en partie, de la remobilisation en or.

Afin d'évaluer l'impact de la structure hélicoïde sur la mise en place de la minéralisation au gisement Lapa, les deux possibilités chronologiques sont discutées.

L'éventualité que la structure hélicoïde se soit formée avant ou pendant l'épisode de raccourcissement D_1 implique que celle-ci pourrait être concrètement reliée à la formation de l'ensemble de la minéralisation du gisement Lapa. La structure en torsion est interprétée comme formée par une composante en cisaillement. Si l'hélicoïde est syn- à tardi- D_1 , il faut considérer que la composante en cisaillement pendant D_1 est assez forte pour former une telle structure. Cette éventualité semble peu probable étant donné l'envergure de la structure et l'intensité des changements qui y sont associés. Dans un autre ordre d'idées, l'épisode de minéralisation de faible teneur (syn- à tardi- D_1) est associé à des textures et des assemblages minéralogiques à caractère uniforme ou peu changeant, le long de la coupe longitudinale. Spécifiquement, il s'agit de l'association Au-As (figure 4.7b), les disséminations de fines arsénopyrites aurifères et les biotites alignées selon S_1 aux épontes des veinules minéralisées. Ces observations contrastent avec les nombreuses variations observées avec la profondeur décrites ci-dessus. Les changements reconnus par rapport à la profondeur pourraient être interprétés comme post- D_1 et possiblement générés lors du décrochement D_2 . Conséquemment, la structure hélicoïde ne semble pas avoir affecté la mise place du premier épisode de minéralisation aurifère.

D'autre part, l'hypothèse que la structure hélicoïde de la zone Contact se soit formée syn- à tardi- D_2 concorde avec la composante dominante de cet événement de déformation. Spécifiquement, selon Groves et al. (2000), elle représenterait la superposition

d'un décrochement sur un évènement de raccourcissement. L'association Au-Sb représentant la signature métallique de la précipitation de l'or libre en relation avec les minéraux riches en antimoine est présente seulement dans la partie supérieure du gisement (figure 4.7). Cette étape de remobilisation de l'or a déjà été interprétée précédemment comme étant un évènement tardif dans l'histoire du gisement. Le plongement des zones minéralisées dans la partie supérieure coïncide avec le plongement de la distribution des valeurs en Sb (figure 4.7a, c). Le changement de l'attitude de la plongée des zones minéralisées est donc supposé comme étant associé à la formation de la structure hélicoïde lors d'un décrochement dextre D_2 .

La présence d'or libre reliée à l'épisode aurifère de forte teneur a été reconnue dans l'ensemble de gisement Lapa. Le développement de la structure hélicoïde pourrait donc être responsable de la remobilisation (ou reprécipitation???) en or associé à la précipitation des minéraux d'antimoine. Dans ce cas, l'axe de torsion de la structure, associé spatialement à de fortes valeurs en or, aurait servi à la circulation tardive des fluides hydrothermaux.

D'autre part, la partie inférieure du gisement a vraisemblablement enregistré une réponse différente au cisaillement par rapport à la partie supérieure. La variante ayant pu causer un tel différentiel de cisaillement avec la profondeur est toutefois plus difficile à circonscrire. La circulation de fluides hydrothermaux associée à l'évènement rétrograde M3 dans la partie supérieure aurait pu favoriser le cisaillement. Cependant, les relations texturales associées au métamorphisme rétrograde M3 sont observées tout au long de la coupe longitudinale. Il est proposé que la rétrogression des assemblages minéralogiques reliés à M2 soit le résultat de plusieurs évènements d'hydrothermalisme épisodiques le long de la ZFCLL, comme l'a proposé Powell et al. (1995b). Par conséquent, la précipitation de l'or libre et des minéraux d'antimoine pourrait être tardive par rapport à la précipitation d'or libre observée dans la partie inférieure du gisement et associée à un épisode d'hydratation favorisant le cisaillement spécifiquement dans la partie supérieure du gisement. Ce phénomène pourrait donc expliquer le différentiel de cisaillement ayant formé la structure en torsion.

6.4.2 Relations entre les unités mafiques et ultramafiques

Le rôle des unités mafiques et ultramafiques dans la formation du dépôt de la mine Lapa est discuté dans cette section. Les observations décrites au cours de cette étude démontrent qu'une combinaison de processus physiques et chimiques a contrôlé la mise en place de l'or, du moins en partie.

La formation d'un dépôt aurifère implique une source, un conduit dans lequel les fluides circulent, et un piège qui permet la concentration de l'or à un endroit donné. La focalisation de fluides hydrothermaux est dirigée vers les secteurs de plus grande perméabilité et de plus faible pression (Cox et al. 2001). Cette focalisation permet une interaction eau-roche optimale avec les unités localisées le long des conduits, favorisant la précipitation de l'or. Dans le cas de cette étude, il est important de comprendre les mécanismes permettant la formation de conduits favorables aux fluides hydrothermaux à l'intérieur de la zone de faille majeure. En effet, la ZFCLL est généralement interprétée comme le conduit régional des fluides (e.g. Neumayr et al. 2000; Beaudoin & Pitre, 2005; Neumayr et al. 2007). Cependant, malgré ce rôle, elle est peu minéralisée en termes de teneur et de volume économiques. Par contre, les unités mafiques et ultramafiques sont des encaissements communs pour les gisements aurifères orogéniques et agissent généralement comme des pièges chimiques pour la précipitation de l'or (McCuaig & Kerrich, 1998; Phillips et al. 1996; Robert et al. 2005; Dubé & Gosselin, 2007).

Mécaniquement, les unités ultramafiques peuvent être interprétées, au gisement Lapa, comme des lithologies susceptibles de créer des contrastes rhéologiques avec d'autres unités plus compétentes. Chimiquement, ces unités devraient également constituer des réceptacles favorables à la précipitation de l'or. Ces deux différents contrôles sur la mise en place des zones minéralisées sont discutés dans les prochaines sous-sections.

6.4.2.1 Contrôle structural

Le contrôle structural joue un rôle important dans la mise en place de la minéralisation dans les gisements formant le camp de Cadillac (tableau 1.3; Beaudoin &

Trudel, 1989; Trudel et al. 1992). Le contraste de compétence au contact entre deux types de lithologie ainsi que la présence de plis d'entraînement, documentés dans plusieurs de ces dépôts, sont interprétés comme des facteurs (Beaudoin & Trudel, 1989; Trudel et al. 1992) favorisant la formation de conduits préférentiels contrôlant la circulation des fluides et la précipitation de l'or.

La ZFCLL est caractérisée par une déformation hétérogène où les unités ultramafiques moins compétentes sont plus fortement déformées que les unités sédimentaires, mafiques et felsiques, plus compétentes. De plus, le métamorphisme prograde au faciès des schistes verts M1 est associé à une intense chloritisation des unités ultramafiques diminuant ainsi leur compétence. Le schiste ultramafique à chlorite-talc comprend une multitude de lambeaux décimétriques à métriques d'unités mafiques et felsiques, près du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché. Les schistes ultramafiques, alternant avec plusieurs niveaux plus compétents, forment une hétérogénéité rhéologique marquée. Pendant la transpression, la présence de lambeaux compétents dans le schiste ultramafique pourrait favoriser le développement de conduits préférentiels aux contacts entre ces deux unités ainsi que la délamination du contact (figure 6.7). Ce secteur de la ZFCLL est donc caractérisé par une perméabilité très variable où les fluides circulent possiblement vers le contact entre les schistes ultramafiques et les lambeaux. La génération de conduits préférentiels au contact des roches ultramafiques avec les roches sédimentaires, les unités mafiques et/ou les intrusions felsiques, est appuyée par le fait que toutes ces lithologies peuvent encaisser la minéralisation aurifère au gisement Lapa. Toutefois, les roches ultramafiques restent les roches hôtes principales du dépôt surtout au niveau de la zone Contact.

D'autre part, la présence de plis d'entraînement en « Z » le long du contact Cadillac-Piché a également pu favoriser la circulation des fluides hydrothermaux. Un fort contraste des compétences est dénoté le long de ce contact. La figure 6.7 illustre le développement de zones propices à la dilatation, lors de l'événement de transpression D_1 . Ces zones sont également interprétées comme des conduits préférentiels facilitant la

circulation des fluides syn- à tardi-D₁. Enfin, ces sites peuvent être réutilisés au cours d'autres épisodes hydrothermaux subséquents.

En combinant l'hétérogénéité rhéologique et la présence de plis d'entraînement au niveau de la zone Contact, il semble que plusieurs conduits favorables aient pu se former directement à l'intérieur de la ZFCLL. Ces relations ont notamment été observées dans la zone de faille majeure de Boulder-Lefroy en Australie, qui montre également une forte association spatiale avec plusieurs gisements aurifères orogéniques (Weinberg et al. 2005). L'étude de Weinberg et al. (2005) a démontré que la focalisation des fluides hydrothermaux le long de cette faille est largement contrôlée par de forts contrastes rhéologiques. Ces contrastes prennent la forme d'une abondance de roches intrusives compétentes dans des roches moins compétentes riches en phyllosilicates. Cet agencement aurait permis la formation de conduits préférentiels pour une focalisation optimale des fluides. Ces conduits sont notamment représentés par les zones minéralisées encaissées dans des contextes géologiques différents, à l'image des zones multiples à Lapa.

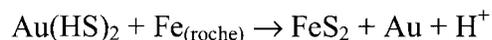
Au gisement Lapa, le fort contraste rhéologique ayant pu permettre une focalisation optimale des fluides à l'intérieur de la ZFCLL est interprété comme étant le contact entre le grauwaque du Groupe de Cadillac et le schiste ultramafique du Groupe de Piché. Spécifiquement, l'angle d'origine du Groupe de Piché avec le Groupe de Cadillac semble avoir été propice au développement de zones à faibles contraintes (e.g. plis d'entraînement en «Z») dans la ZFCLL (figure 3.17). De plus, les lambeaux de lithologies compétentes (e.g. grauwaque, intrusion felsique, basalte) dans le schiste ultramafique sont particulièrement abondants près du contact avec le Groupe de Cadillac. Le contact entre le Groupe de Piché et le Groupe de Pontiac dans le secteur de la mine Lapa semble beaucoup moins marqué par cette hétérogénéité rhéologique et lithologique. En effet, le schiste ultramafique près du contact Piché-Pontiac contient une quantité plus faible de lambeaux compétents créant probablement une plus faible perméabilité pour les fluides hydrothermaux. Ce phénomène pourrait être une piste de solution pour expliquer pourquoi peu ou pas de minéralisation n'est associée au contact Piché-Pontiac dans ce secteur.

6.4.2.2 Contrôle chimique

Plusieurs relations minéralogiques et géochimiques suggèrent que les unités mafiques et ultramafiques ont agi comme piège chimique pour la précipitation d'une partie de l'or: Il s'agit:

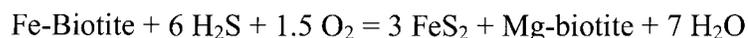
1. d'une association spatiale entre la minéralisation de disséminations de sulfures et les éponges altérées des veinules de quartz;
2. d'une affinité tholéitique (Fe/Fe+Mg élevé; figure 2.15b) des roches mafiques et ultramafiques encaissantes;
3. d'une augmentation du ratio Mg/Fe+Mg dans certains silicates (e.g. amphiboles, biotite, chlorite, tourmaline) localisés dans les zones proximales à la minéralisation, et
4. d'une augmentation du contenu en or dans les roches ultramafiques associée à une baisse du contenu en MgO.

Les processus physico-chimiques responsables de la précipitation de l'or ont lieu soit dans le conduit ou lors de l'interaction du fluide avec la roche localisée aux pourtours des conduits (e.g. réaction de sulfurisation; Skinner 1979; Neall & Phillips 1987). Plus précisément, l'interaction chimique entre le fluide et la roche hôte peut induire la précipitation de l'or dans le halo d'altération autour des conduits hydrothermaux (Neumayr et al. 1995). Phillips & Groves (1983) ont proposé que la sulfurisation des roches encaissantes riches en fer est l'un des processus physico-chimiques responsables de la génération de plusieurs gisements aurifères archéens. Selon leur modèle, l'or et certains métaux sont principalement transportés sous forme de complexe sulfuré aqueux (Loucks & Mavrogenes, 1999; Pokrovski et al. 2009; Tomkins, 2010). Lorsque la précipitation de l'or est contrôlée par la sulfurisation de la roche, le dépôt de l'or et des sulfures de fer est synchrone. La réaction suivante décrit le processus:



Dans les roches ultramafiques, la chlorite a été convertie en biotite par un apport de fluides riches en K, responsables du métamosatisme potassique. La minéralogie de l'altération potassique montre une forte relation spatiale avec les disséminations en

arsénopyrite contenant l'or invisible (figures 4.3a et b). Pal & Mishra (2002) proposent que la sulfurisation de la biotite résulte généralement en la formation de pyrite dans les épontes selon la réaction suivante :



Si l'arsenic est également transporté dans le fluide, sous forme de complexe sulfuré, il est également possible de former de l'arsénopyrite au cours de cette réaction. La transformation de la chlorite, formée lors de l'épisode métamorphique M1, en biotite est probablement responsable de la coprécipitation de l'arsénopyrite et de l'or lors de l'épisode aurifère à faible teneur.

En résumé, la minéralisation au gisement Lapa a vraisemblablement été mise en place grâce à une combinaison de contrôles structuraux et chimiques, favorisée par la nature de la roche encaissante. Plus spécifiquement, des facteurs reliés aux unités mafiques-ultramafiques sont considérés comme déterminants parmi lesquels:

1. les fluides minéralisateurs ont été focalisés le long des contacts lithologiques caractérisés par un contraste de compétence, entre deux unités;
2. les plis d'entraînement P_{1a} le long du contact Cadillac-Piché associés à la formation de zones à faibles contraintes, a permis une focalisation des fluides, et
3. la présence de lithologies avec des ratios $\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ élevés (e.g. unités ultramafiques et mafiques) a favorisé la précipitation d'au moins une partie de l'or au cours du processus de sulfurisation de la roche encaissante.

Les unités ultramafiques, qui sont les principales roches hôtes des zones minéralisées à Lapa, contrôlent la mise en place de l'or de façon rhéologique et chimique. De plus, la diversité lithologique retrouvée au sein même de la ZFCLL, près du contact avec le Groupe de Cadillac, permet de générer des différentiels de perméabilité dans la zone de faille majeure, formant des conduits isolés pour les fluides hydrothermaux. Le schiste ultramafique et les lambeaux compétents de basaltes tholéitiques sont également chimiquement favorables à la précipitation de l'or par sulfurisation. Il est donc proposé que la coprécipitation des éléments traces, dont l'or submicroscopique avec les arsénopyrites

résulte de la réaction entre un fluide riche en K^+ , H_2S , CO_2 , As, Au avec les roches encaissantes ultramafiques et mafiques.

L'étude des associations métalliques à la section 4.3 du chapitre 4, a démontré que la précipitation de l'or ne peut pas être seulement liée à la nature de l'encaissant. La majeure partie de l'or visible au gisement Lapa, a probablement précipité selon d'autres processus qui sont discutés dans la prochaine section.

6.4.3 Facteur(s) de précipitation de l'or

Cette section vise à démontrer que le dépôt de l'or dans le secteur Lapa est caractérisée par une histoire d'emplacement prolongée et polyphasée. Les différents événements de métamorphisme et d'hydrothermalisme enregistrés dans la ZFCLL ont contribué à la précipitation et la remobilisation de l'or du secteur Lapa. La mise en place de l'or à Lapa implique au moins une phase aurifère directement associée au développement des disséminations en arsénopyrite (e.g. épisode aurifère de faible teneur) suivie par une ou des phase(s) de remobilisation de l'or sous forme visible.

Les résultats des analyses en éléments traces du Chapitre 4 ont démontré que l'or se retrouve dans la structure cristalline de l'arsénopyrite au gisement Lapa. L'arsénopyrite est le minéral sulfuré pouvant contenir la plus grande quantité d'or dans sa structure cristalline, caractérisée par un contenu en or pouvant atteindre 2 000 ppm (Cathelineau et al. 1989). De plus, de nombreux gisements aurifères orogéniques renferment de l'or en association avec l'arsénopyrite par exemple: le district minier de Bogosu-Prestea de la ceinture aurifère Ashanti, Ghana (Mumin et al. 1994); le district Gadag, Karnataka, Inde (Ugarkar et al. 1994); les dépôts à Au-Sb de Hillgrove, New South Wales, Australie (Ashley et al. 2000); la mine Hutti, craton du Dharwar, Inde (Saha & Venkatesh, 2002); les systèmes de Boorara et Bardoc, craton du Yilgarn, Australie (Morey et al. 2008); le dépôt de Sunrise Dam, Eastern Goldfields Province, Australie (Sung et al. 2009). Dans ces gisements aurifères, l'or en relation avec l'arsénopyrite peut se présenter sous 2 formes:

1. *visibles*: inclusions microscopiques et de façon libre le long des grains d'arsénopyrite et,

2. *submicroscopiques ou invisibles*: en solution solide dans la structure cristalline de l'arsénoxyrite ou comme nanoparticules ($\leq 0,1 \mu\text{m}$).

La coexistence d'or libre et en solution solide indique communément une histoire complexifiée pour la génération de l'or. L'or submicroscopique est généralement interprété comme précipitant à partir d'un premier fluide minéralisateur permettant la coprécipitation de l'or et d'une phase sulfurée (arsénoxyrite, pyrite, pyrrotite ou sphalérite; Mumin et al. 1994). Dans ce même contexte, il a été noté que pendant ce processus, une partie de l'or visible peut précipiter en inclusions microscopiques ou en petits grains en même temps que l'or submicroscopique.

Dans les gisements aurifères orogéniques où les deux types d'or sont présents, il est généralement proposé que l'or libre résulte d'épisode tardif (Oberthür et al. 1997; Genkin et al. 1998; Morey et al. 2008). La phase d'or visible est alors interprétée comme étant concentrée, redistribuée ou remobilisée pendant des épisodes hydrothermaux ou métamorphiques subséquents (Neumayr et al. 1993; Oberthür et al. 1997; Genkin et al. 1998; Kolb et al. 2005).

Trois principales étapes de dépôt de l'or sont reconnues à Lapa. Il s'agit de:

1. la coprécipitation arsénoxyrite-or submicroscopique (aurifère de faible teneur);
2. la mobilisation de l'or (aurifère de forte teneur), et
3. la précipitation de l'or visible (aurifère de forte teneur).

Les étapes ont été associées avec les épisodes de minéralisation décrites à la section 4.6, soit l'épisode aurifère de faible teneur et l'épisode aurifère de forte teneur. Les sections suivantes discutent de ces mécanismes responsables de la mise en place des deux épisodes de minéralisation reconnus au gisement Lapa.

6.4.3.1 Coprécipitation arsénoxyrite-or submicroscopique

La coprécipitation de l'or submicroscopique et de l'arsénoxyrite à Lapa est expliquée par le mécanisme de sulfurisation décrit à la section précédente. Ce processus est responsable de la formation de l'épisode de minéralisation aurifère de faible teneur (e.g. figure 4.32). Étant donnée l'association spatiale entre les disséminations de sulfures et les

épontes biotitisées des veinules minéralisées de quartz \pm dolomite et calcite, la sulfurisation est interprétée comme étant concomitant avec l'altération potassique. L'association métallique Au-As, observée sur la coupe longitudinale de la zone Contact (figures 4.7a et b), est interprétée comme étant générée par la présence d'or submicroscopique dans la structure de l'arsénopyrite. Cet épisode de minéralisation est conséquemment reconnu de façon uniforme sur l'ensemble de la coupe longitudinale.

6.4.3.2 Mobilisation de l'or

La mobilisation de l'or peut être reliée à l'amorce de l'épisode aurifère de forte teneur (e.g. figure 4.32). Les assemblages minéralogiques progrades observés au gisement Lapa illustrent un système métamorphique évolutif représenté par les événements M1 et M2 (figure 6.2). Les relations chronologiques ont démontré que la première phase de minéralisation aurifère de faible teneur est tardive par rapport à D₁ et M1 tandis que l'épisode M2 se superpose à cette phase de minéralisation (figure 6.4). Les minéraux associés à la transition schistes verts-amphibolites sont seulement observés dans la partie inférieure du gisement tandis qu'une recristallisation des biotites et des chlorites est observée dans la partie supérieure (figure 6.2).

Il est bien documenté que le métamorphisme d'une minéralisation à des conditions de température et pression plus élevées que le faciès des schistes verts peut induire des réactions de déshydratation, de décarbonatation et de désulfurisation (Phillips & Powell, 2010). Dans le cas du gisement Lapa, il s'agit de l'épisode M2. Spécifiquement, l'unité affectée par le métamorphisme M2 est une roche enrichie en potassium, en silice et en soufre. Les effets de ce métamorphisme M2, surtout dans la partie inférieure, s'expriment par:

1. un assemblage formé par des hornblendes (rétrogradées en actinote) reflétant un plus haut grade métamorphique;
2. des veines de quartz recristallisé;
3. la présence d'un halo d'altération autour des arsénopyrites, enrichi en arsenic, représentant une augmentation de température, et

4. la présence d'amas poreux et de cristaux complètement recristallisés d'arsénopyrite. Les arsénopyrites sont particulièrement utiles pour préciser l'impact du métamorphisme M2. La reconnaissance d'un halo d'altération au sein des grains d'arsénopyrite permet de supposer qu'ils ont été affectés par des processus d'altération ou de recristallisation subséquents. Les amas poreux résultent également de l'altération de l'arsénopyrite. La corrélation antithétique de l'As et du S dans les grains d'arsénopyrite refléterait des conditions changeantes au sein du fluide minéralisateur au cours du temps (figure 6.8; Sharp et al. 1985). Par opposition, l'absence de zonalité complexe au sein d'un cristal d'arsénopyrite indique que celui-ci aurait subi une recristallisation et/ou une homogénéisation pendant une activité hydrothermale et/ou une recristallisation métamorphique de plus haute température (Lentz, 2002). Enfin, la conservation de zonalité cristallographique primaire au centre des grains d'arsénopyrite (figure 4.25c) suggère que ceux-ci n'ont probablement pas recristallisé complètement.

L'enrichissement en arsenic dans le halo d'altération des arsénopyrites indique un changement des conditions de température et du contenu en soufre dans le fluide hydrothermal (figure 6.8). En effet, le contenu en arsenic dans l'arsénopyrite est directement proportionnel à la température et au contenu en soufre (e.g. fugacité en soufre; Sharp et al. 1985). D'après le graphique de stabilité As-Fe-S (figure 6.8) et la composition chimique des arsénopyrites, l'augmentation de température pour former ces halos riches en arsenic est de l'ordre d'environ 75 °C. Les grains d'arsénopyrite sont ainsi déstabilisés par une hausse de la température et du contenu en soufre dans le système. Il est proposé que l'or submicroscopique soit expulsé de la structure cristalline de l'arsénopyrite pour former de l'or natif, lors de l'augmentation des conditions métamorphiques. Ce mécanisme est bien documenté; la majorité de l'or submicroscopique migre tout d'abord vers les fractures et les vides à l'intérieur des arsénopyrites. Ensuite, il migre vers les bordures de grains et ultimement à l'extérieur du grain d'arsénopyrite lui-même (Saha & Venkatesh, 2002; Morey et al. 2008).

Les mécanismes de remobilisation sont encore peu répertoriés pour les dépôts aurifères et ont longtemps été sous-estimés dans le cadre des études sur des gisements

aurifères polyphasés. Récemment, des études ont reconnu la présence d'un halo d'altération autour des arsénopyrites et généré par l'effet de l'activité hydrothermale (e.g. dépôts archéens de Boorara et Bardoc, Australie; Morey et al. 2008; Sunrise Eastern goldfields, Australie; Sung et al. 2009; Muruntau, Mongolie; Bierlein & Wilde, 2010). L'altération de l'arsénopyrite liée à une augmentation des conditions de température résulte, selon plusieurs auteurs (Wagner et al. 1986; Cathelineau et al. 1989; Aylemore & Graham, 1992), d'une diminution de la solubilité de l'or dans l'arsénopyrite. En effet, ceux-ci ont démontré que la solubilité de l'or invisible dans l'arsénopyrite décroît avec une augmentation de température. Conséquemment, l'or peut être expulsé de la structure cristalline pour former de l'or visible par des modifications subséquentes. La présence de minéralisation aurifère à forte teneur au gisement Lapa est donc interprété comme étant le résultat d'une remobilisation hydrothermale, similaire à celle documentée dans les gisements énumérés ci-dessus.

En résumé, la remobilisation en or est en partie causé par l'augmentation des conditions P-T et la présence concomitante d'un fluide hydrothermal capable de transporter cet or libéré. La mobilisation de l'or submicroscopique à Lapa implique donc une augmentation du contenu en soufre et de la température (~ 75°C) dans les fluides. Ces processus permettent essentiellement la migration de l'or submicroscopique à l'extérieur des grains d'arsénopyrite. L'augmentation du faciès métamorphique est confirmée par le développement des hornblendes, dans la partie inférieure du gisement, et par l'omniprésence des textures de recristallisation. La mobilisation de l'or est donc interprétée comme syn-pic de métamorphisme M2.

6.4.3.3 Précipitation de l'or visible

La précipitation de l'or visible correspond à l'aboutissement de l'épisode aurifère à forte teneur (e.g. figure 4.32). Significativement, cette étape consiste en la précipitation de l'or précédemment mobilisé par les processus de haute température sous forme visible. L'or visible montre des relations minéralogiques et des habitus variés au gisement Lapa. Le tableau 6.3 énumère les processus de précipitation possibles pour chacun des types d'or. La

précipitation de l'or mis en solution lors de la hausse des conditions métamorphiques peut avoir eu lieu pendant et après l'apogée du métamorphisme. Par conséquent, une revue de quelques processus responsables du dépôt de l'or est présentée afin de mieux situer chronologiquement cette étape de remobilisation aurifère.

La dissolution et le dépôt de l'or à des températures d'environ 350°C sont contrôlés par les réactions suivantes:



Selon cette réaction, il est possible de prédire que le dépôt de l'or est favorisé par une diminution de l'activité de HS^- et de la fugacité de l'oxygène ($f\text{O}_2$), et par une augmentation du pH (Williams-Jones et al. 2009). Ces processus ont pour effet de déstabiliser le complexe $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ et impliquent des modifications au niveau de la chimie du fluide minéralisateur, de pression ou de température, se traduisant par les éléments suivants (tableau 6.3):

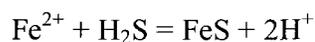
1. un refroidissement du fluide minéralisateur;
2. une interaction entre le fluide et les roches encaissantes, le long du conduit (sulfuration, acidification);
3. une ébullition, ou
4. un mélange de fluides.

La présence de CO_2 dans le fluide est également un élément déterminant pour la solubilité de l'or (Phillips & Powell, 2010). Le CO_2 agit comme tampon interne dans le fluide formant le composé H_2CO_3 qui est associé à un pH optimal pour la solubilité de l'or dans le fluide à une température $\geq 350^\circ\text{C}$ (Phillips & Evans, 2004). Cela implique que l'or peut rester plus longtemps en solution dans un fluide riche en CO_2 puisque les fluctuations de pH sont moins drastiques. Lors d'une carbonatation de la roche encaissante, le CO_2 contenu dans le fluide peut graduellement être retiré et ainsi réduire la solubilité de l'or (Neall & Phillips, 1987). La conversion du CO_2 en CH_4 lors d'un processus de changement de l'état d'oxydoréduction peut également diminuer significativement la solubilité de l'or (Phillips & Powell, 2010).

Ces mécanismes ont été invoqués pour la précipitation de l'or dans les gisements aurifères orogéniques (Mikucki, 1998; Williams-Jones et al. 2009). La figure 6.9a présente les possibles mécanismes de précipitation selon le degré de métamorphisme des gisements aurifères. Selon cette figure, le seul mécanisme exclu pour la précipitation de l'or lors de la remobilisation de l'or au gisement Lapa est le refroidissement du fluide. En effet, le refroidissement du système est efficace pour la précipitation de l'or seulement s'il est transporté sous la forme de complexe chloré (e.g. AuCl_2^-) comme dans les systèmes porphyriques à Cu-Au (Williams-Jones et al. 2009). Il est donc peu probable que l'or visible ait précipité seulement en réponse à une baisse de la température.

Étant donné l'association spatiale entre l'or visible, l'arsénopyrite, la pyrrhotite et les épontes altérées des veinules de quartz-carbonates, il est possible qu'une partie de l'or visible ait précipité pendant la sulfurisation de l'encaissant (diminution de l'activité HS^-), décrite ci-haut (tableau 6.3). Toutefois, l'or libre et la pyrrhotite ont été interprétés comme tardifs par rapport à la précipitation de l'arsénopyrite. Le développement de la pyrrhotite Po 2 au profit de l'arsénopyrite est associé à une augmentation de la température dans le système (figure 6.8). Par conséquent, il est supposé que ces minéraux ont précipité pendant l'événement prograde M2.

La précipitation de l'or libre peut également être contrainte par l'association spatiale entre les minéraux d'antimoine (e.g. stibnite, gudmundite et aurostibite) et les grains d'or libre dans les veinules de quartz dans la partie supérieure du gisement (figure 4.22a; tableau 6.3). En effet, selon les observations de Williams-Jones & Normand (1997) sur le système Fe-Sb-S, la copréciptation de l'or natif et de la stibnite peut seulement avoir lieu par acidification des fluides (diminution de pH). Une des méthodes les plus importantes, pour l'acidification des fluides est la précipitation de minéraux sulfurés. Au gisement Lapa, la précipitation de la pyrrhotite Po 2, lors de l'épisode de remobilisation en or pourrait avoir causé l'acidification nécessaire à la copréciptation de l'or et de la stibnite, selon la réaction suivante.



Cette diminution de pH est reflétée par la forte séricitisation se superposant à la biotitisation dans les unités sédimentaires aux épontes des zones minéralisées. Spécifiquement, la consommation de K^+ et de CO_2 dans le fluide associé avec une libération de H^+ a pour effet de diminuer le pH du fluide (Hammond et al. 2007). Toutefois, il ne faut pas négliger l'effet d'une baisse de température dans ce cas. Effectivement, même si la diminution de température n'a que peu d'effet sur la solubilité de l'or, la solubilité des minéraux d'antimoine elle, est largement influencée par la température. Par conséquent, la coprécipitation de l'or et des minéraux d'antimoine, dans la partie supérieure du gisement, implique des températures de fluide en dessous de 250 °C (Williams-Jones & Normand, 1997). L'abaissement de température cause la précipitation de la stibnite et par conséquent, la diminution de l'activité du H_2S dans le fluide. Les complexes sulfurés aurifères sont déstabilisés et l'or est précipité, expliquant ainsi l'intime association entre ces deux phases.

Le mécanisme de séparation de phases liée à l'ébullition pourrait être associé à la précipitation d'or libre dans des veinules (Tableau 6.3). Celles-ci se sont possiblement formées en régime fragile-ductile où des fluctuations de pression sont plus probables qu'en régime ductile. En effet, dans le régime fragile-ductile, de larges gradients locaux de pression de fluide sont occasionnés par les processus de rupture reliés aux failles (Sibson et al. 1988). Ces fluctuations rapides de pression sont suffisantes pour causer la séparation de phases résultant en la précipitation de l'or libre dans les veines de quartz (Mikucki, 1998). Toutefois, aucune évidence n'indique que les veinules ont été formées en extension comme c'est généralement le cas lors de ces processus. Le quartz formant les veinules est complètement recristallisé ne permettant pas d'observer les textures primaires. Étant donné la présence d'or libre dans les veinules de quartz, le dépôt de l'or natif par séparation de phases est quand même considéré. Ce processus prendrait place post-pic de métamorphisme M2 et serait associé à une diminution des conditions métamorphiques, lors du métamorphisme rétrograde M3 (figure 6.4).

En résumé, il est difficile de confirmer les processus exacts de précipitation de l'or sans des données spécifiques sur la composition du fluide hydrothermal comme des inclusions fluides. La variété des processus ayant permis la précipitation de l'or indique que

le dépôt aurifère de la mine Lapa a été favorisé autant par le métamorphisme prograde M2 que par le métamorphisme rétrograde M3. La réactivation épisodique des conduits générés lors de l'événement de déformation D₁ semble avoir favorisé cette remobilisation au lieu d'avoir oblitéré le gisement.

6.4.4 Gradient métamorphique vertical à l'échelle du gisement

À l'échelle du gisement Lapa, des zonalités métalliques et minéralogiques verticales ont été documentées le long de la coupe longitudinale (figures 4.7c et 5.1). La présence de ces deux types de zonalités selon la profondeur démontre une anomalie thermique importante dans un intervalle d'environ 1 km. En effet, la signature Au-Sb (e.g. zonalité métallique) dans la partie supérieure du gisement indique des températures inférieures à 250 °C tandis que le développement graduel des hornblendes (e.g. zonalité minéralogique), dans la partie inférieure est caractéristique de températures autour de 500 °C. Par conséquent, il faudrait impliquer un gradient géothermique anormalement élevé, i.e. $\approx 150^{\circ}\text{C}/\text{km}$, pour générer les deux types de zonalité de manière concomitante. Ce gradient est nettement supérieur aux conditions du métamorphisme régional (HT-MP) évaluées à 50-80 °C/km dans les contextes de formation des gisements orogéniques (Phillips & Powell, 2010). Toutefois, les assemblages à hornblende-oligoclase étant maintenant rétrogradés en actinote-albite dans les zones proximales ($T < 400^{\circ}\text{C}$), il est plus probable que l'événement métamorphique M3 soit relié chronologiquement avec la zonalité métallique Au-Sb qu'avec l'événement M2. Cette zonalité ne consiste pas en une zonalité d'altération puisque celle-ci aurait créée une zonalité latérale en s'éloignant des conduits minéralisés verticaux et non une zonalité verticale. La présence de ces deux types de zonalité résulte donc d'une série d'événements à conditions P-T contrastées. La zonalité minéralogique implique une augmentation des conditions P-T avec la profondeur tandis que la zonalité métallique est causée par une forte diminution des conditions P-T. Par conséquent, elles ont été interprétées de façon individuelle au cours des sections suivantes. La présence de ces zonalités confirme aussi les effets de plusieurs événements géologiques sur la minéralisation du gisement Lapa.

6.4.4.1 Interprétation de la zonalité minéralogique

La présence de zonalité minéralogique verticale est rarement observée au sein des gisements aurifères orogéniques. Toutefois, quelques études ont révélé la présence de zonalité au sein des dépôts de Sigma (1-2 km; Robert & Brown, 1986a, b; Grant, 1986b), Lancefield (1 km; Hronsky, 1993), Mont Charlotte (800 m; Mikucki & Henrich, 1993), Hill 50 (500 m; Kelly, 1994) et Golden Crown (600 m; Uemoto et al. 2002). La zonalité dans ces gisements aurifères est généralement interprétée comme le résultat d'une évolution de la chimie du fluide hydrothermal lors de sa réaction avec la roche encaissante, par exemple un changement de température (e.g. Golden Crown). À la mine Sigma, la zonalité minéralogique est représentée par le passage de deux isogrades métamorphiques horizontaux (e.g. zone à chlorite, zone à biotite et zone à hornblende; Grant, 1986b). Ces isogrades orientés perpendiculairement aux unités lithologiques, sont interprétés comme résultant d'un métamorphisme de contact plutôt que régional, et généré par la présence d'une possible intrusion en profondeur (Grant, 1986b; Morasse et al. 1995).

Le changement minéralogique observé dans les roches encaissantes du gisement Lapa semble refléter la présence d'un isograde métamorphique subhorizontal. L'interprétation de cette zonalité se base surtout sur la minéralogie des roches distales puisque dans les zones proximales, l'assemblage hornblende-oligoclase est nettement rétrogradé en actinote-albite par l'événement rétrograde M3. Dans les unités mafiques distales, cette zonalité est caractérisée par le passage graduel d'un assemblage à chlorite-albite \pm épidote, dans les niveaux supérieurs, à un assemblage à hornblende-oligoclase, dans la partie inférieure. Cette transition définit un isograde subhorizontal (figure 5.1) indiquant une augmentation du grade métamorphique du faciès des schistes verts près de la surface, à la transition entre le faciès schistes verts et amphibolites, dans les parties plus profondes. Ce gradient métamorphique est grossièrement perpendiculairement au contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché.

La présence d'un isograde métamorphique à l'échelle du gisement implique qu'au moment du pic métamorphique M2, le gisement était localisé à des niveaux crustaux juste assez élevés pour permettre le développement de la hornblende soit près de la transition

schistes verts-amphiboles. Généralement, la première apparition de la hornblende s'effectue autour de 500 °C (Winter, 2001). Les unités supérieures présentent également des textures de recristallisation métamorphique indiquant aussi une hausse des conditions métamorphiques. Les porphyroblastes générés pendant l'événement métamorphique M2, montrent un étirement selon la linéation L_{ϵ} . Cette relation indique que la déformation était encore active pendant la formation de ces minéraux, impliquant une formation à l'état dynamique.

La formation d'un assemblage minéralogique de plus haut grade métamorphique, implique la présence d'une source de chaleur en profondeur. Il est difficile, à cette étape, de déterminer avec précision la nature de la source de chaleur. L'augmentation des conditions P-T pourrait être générée lors de l'enfouissement tectonique relié à l'événement de raccourcissement D_1 (e.g. métamorphisme régional) ou causée par la présence d'un corps intrusif en profondeur (e.g. métamorphisme de contact). D'autre part, les modèles à considérer doivent prendre en compte l'aspect actuel du gisement Lapa où des unités affectées par du métamorphisme de haut grade juxtaposent des terrains de plus faible grade.

Une augmentation des conditions P-T, après la mise en place de la première phase aurifère, dans l'ensemble du gisement Lapa a été proposée dans les sections précédentes. Les informations géologiques indiquent que l'événement ayant permis l'atteinte du pic métamorphique M2 est caractérisé par:

1. une déformation encore active mais moins intense que le pic de déformation, permettant seulement un étirement vertical des minéraux métamorphiques;
2. une contribution en fluides de haute température faible à moyenne, puisque les arsénopyrites montrent par endroits, des reliques de leur formation en leur cœur, et
3. des conditions P-T aux alentours de 600°C à 3,5 kbar, typiques du faciès inférieur des amphibolites et d'un métamorphisme de pression moyenne (Type Barrowien; Winter, 2001).

Le métamorphisme de type Barrowien est caractéristique des ceintures orogéniques (Winter, 2001). Le métamorphisme de contact est plutôt de type faible P, typique de ceintures

orogéniques à flux de chaleur élevé et impliquant des séquences minéralogiques de faible pression (Winter, 2001).

Un régime tectonique en raccourcissement cause un important épaissement de la croûte. Au cours de celui-ci, le métamorphisme est alors amorcé par (1) l'enfouissement des unités lithologiques à des niveaux crustaux plus profonds, et (2) une augmentation de la température à l'intérieur de l'empilement (e.g. métamorphisme prograde; Stüwe, 1998). La croûte continentale ainsi épaissie est instable, à son sommet, résultant en un amincissement par érosion ou dénudation liée à de l'exhumation subséquente (e.g. métamorphisme rétrograde). Pendant ces processus, les effets du refroidissement par exhumation sont en compétition avec le réchauffement interne de l'empilement volcanique ou tectonique (Stüwe, 1998). L'épaississement crustal est un processus suffisant pour générer l'exhumation. Cette exhumation peut également être associée à une tectonique en extension, ce qui contribue à l'exposition à la surface ou près de celle-ci de corps minéralisés. Conséquemment, l'exhumation de couches géologiques est intimement liée à la production de chaleur interne de la croûte, l'épaississement crustal, la pression et le taux d'érosion (Phillips & Powell, 2010). Selon le modèle d'épaississement crustal, la chaleur générée par enfouissement aurait permis l'atteinte en profondeur du faciès métamorphique à la transition schistes verts - amphibolites. Le réchauffement de la partie supérieure du gisement aurait vraisemblablement été estompé par l'amorce de la remontée et/ou l'exhumation des unités (Stüwe, 1998; Phillips & Powell, 2010). La présence d'une zonalité minéralogique au gisement Lapa illustre donc la présence d'un important flux de chaleur en profondeur.

6.4.4.2 Interprétation de la zonalité métallique

Les gisements aurifères montrant l'association Au-Sb, présentent une séquence paragenétique complexe où les minéraux riches en antimoine sont généralement interprétés comme tardifs. C'est le cas dans le gisement de Wiluna (Australie; Hagemann et al. 1994; Hagemann & Cassidy 2000), de Hillgrove (Australie; Ashley et al. 1994) et du district de Kwekwe (Zimbabwe, Buchholz et al. 2007). Par exemple, à Wiluna, la phase de

minéralisation or-stibnite est interprétée comme le résultat d'une nouvelle génération de fluides profonds associés à une dilution mineure avec des fluides de surface (Hagemann et al. 1994; Hagemann & Cassidy, 2000).

Dans le gisement à l'étude, la minéralisation reliée à l'association Au-As est liée à des conditions P-T du faciès supérieur des schistes verts tandis que l'association Au-Sb plus tardive, est caractéristique de conditions P-T en dessous du grade schistes verts. Il est donc peu probable que la zonalité Au-Sb soit le résultat de l'évolution prolongée d'un fluide hydrothermal. L'histoire d'une zone de faille majeure comme la ZFCLL implique une longue période d'activité tectonique (Powell et al. 1995b), marquée par une circulation de fluide cyclique et ponctuelle en lien avec l'activité sismique. Ainsi, l'association Au-Sb est interprétée comme étant le résultat d'un influx de fluides hydrothermaux probablement en association avec le métamorphisme rétrograde M3 (figure 6.5). De plus, il a été estimé précédemment que le cisaillement ayant permis de générer la forme hélicoïde de la zone Contact, serait concomitant avec la mise en place de l'association Au-Sb et par conséquent, avec un des épisodes d'hydrothermalisme reliés au métamorphisme M3. Le décrochement aurait permis une réactivation des conduits hydrothermaux favorisant une circulation de fluides hydrothermaux.

6.4.5 Modèle global de mise en place du gisement aurifère de la mine Lapa

Le dépôt aurifère de la mine Lapa est caractérisé par un développement polyphasé s'échelonnant sur une longue période géologique, en relation avec l'évolution complexe de la ZFCLL (p.ex., Powell et al. 1995b). Effectivement, les processus orogéniques s'accompagnent de plusieurs modifications des conditions pression-température (P-T) d'un milieu donné. L'histoire de formation d'un système orogénique est caractérisée par différents événements tectono-métamorphiques incluant l'accrétion, l'enfouissement et l'exhumation. Ces événements géologiques enregistrés le long de la ZFCLL semblent avoir modelé et été favorables à la remobilisation de ce gisement aurifère. La concentration de l'or peut donc être associée à plusieurs événements tectoniques. Voici les principaux et leur rôle.

1. l'évènement de raccourcissement D_1 est associé à la mise en place de la première phase de minéralisation aurifère formée de disséminations d'arsénopyrite \pm pyrite contenant de l'or submicroscopique.
2. l'enfouissement tardi- D_1 est associé à la remobilisation de l'or submicroscopique (début de la phase de remobilisation) pour développer l'or visible.
3. le décrochement dextre D_2 a permis la précipitation de l'or libre \pm stibnite, aurostibite dans les veinules de quartz V_{2b} (apogée de la phase de remobilisation).

En appui aux relations chronologiques établies précédemment, le modèle évolutif de la mine Lapa est divisé en quatre étapes qui sont décrites au cours des sections suivantes. La figure 6.4 illustre ces étapes en relation avec les courbes d'intensité de la déformation et du métamorphisme qui varient avec le temps. La figure 6.10 est un schéma de la séquence des épisodes de minéralisation aurifère. Les figures 6.11 à 6.14 présentent les étapes de formation avec les caractéristiques qui leur sont propres.

6.4.5.1 Étape 1 (pré- D_1 , pré- à syn-M1): Formation de l'assemblage volcanique mafique-ultramafique

Le premier événement marquant du secteur Lapa correspond à la mise en place des unités volcaniques mafiques et ultramafiques du Groupe de Piché. Ces unités ont été interprétées comme étant formées lors de l'interaction entre la mise en place d'un arc volcanique et d'un plume mantellique. Les lithologies composant le Groupe de Cadillac résultent d'un bassin sédimentaire accumulé par l'érosion d'un arc volcanique. Les roches hôtes du gisement Lapa montrent des signatures chimiques typiques d'un empilement volcanique composé à la base d'unités tholéitiques mafiques-ultramafiques, surmontées par des roches sédimentaires.

Cette étape reliée à la mise en place des unités mafiques-ultramafiques est surtout caractérisée par l'épisode métamorphique M1 et par l'amorce de l'incrément principal de déformation D_1 (étape 1a; figure 6.11). La formation des assemblages minéralogiques dominés par la chlorite dans les roches mafiques et ultramafiques a donc débuté lors de cette étape. Le début du métamorphisme M1 est marqué par le développement de la biotite

dans les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac. Le début de la déformation au sein des unités du secteur Lapa a également permis la formation et l'infiltration des veines et veinules V_1 possiblement par exsudation de quartz des roches sédimentaires (e.g. Pecher, 1979; Jessel et al. 1994; Jolivet, 1998; Wangen & Munz, 2004).

6.4.5.2 Étape 2 (syn- à tardi- D_1 ; tardi-M1): Raccourcissement associé à l'épisode de minéralisation orogénique

L'incrément D_1 du secteur Lapa consiste à un événement de raccourcissement dans un régime de transpression dextre (figure 6.12). Lors de la transpression dextre le développement intensif de la foliation pénétrative S_1 a permis la formation des zones de cisaillement dans les schistes ultramafiques. Le contraste de compétence induit par l'hydratation des roches ultramafiques ainsi que la formation de plis d'entraînement en «Z» a permis une focalisation des fluides hydrothermaux à l'intérieur même de la ZFCLL. Selon les modèles déjà établis sur la formation de gisements aurifères lors d'une orogénie, la circulation des fluides minéralisateurs permettant la précipitation de l'or se fait tardivement par rapport au pic de déformation liée à l'accrétion (figure 1.4). Ces fluides, probablement d'origine métamorphique, sont notamment enrichis en H_2S , K, Au, As, CO_2 . L'interaction entre le fluide hydrothermal et les roches mafiques et ultramafiques, le long des conduits hydrothermaux, a permis la précipitation des disséminations d'arsénopyrite ± pyrite accompagnées d'une intense altération potassique (e.g. biotitisation) et d'une silicification (figure 6.12c). La silicification est notamment associée à la formation des minces veinules V_{1a} de quartz ± dolomite, calcite. La présence de minces veinules est notamment documentée dans certaines minéralisations orogéniques du craton du Yilgarn en Australie encaissées dans des zones de cisaillement fragile-ductile et ductile (Witt & Vanderhor, 1998).

Lors de la précipitation de l'arsénopyrite, cet arséniosulfure a incorporé une grande quantité d'or en solution solide, appelé «or submicroscopique», formant le premier épisode aurifère, soit l'épisode aurifère de faible teneur (figure 6.10a). De plus, une faible quantité d'or visible aurait également pu précipiter dans les épontes altérées des veinules, au cours

de cet épisode. La sulfurisation est le processus responsable de la précipitation des sulfures dans les éponges altérées et d'une partie de l'or visible. L'altération potassique matérialisée surtout par la biotite et la silicification forment un mince halo d'environ 2 mètres autour des conduits. Une percolation du fluide le long de petites zones de cisaillement, parallèles à S_1 et coplanaires avec le plan axial des plis d'entraînements, aurait également permis la formation de petites zones minéralisées dans les grauwackes du Groupe de Cadillac, au nord du contact avec le Groupe du Piché.

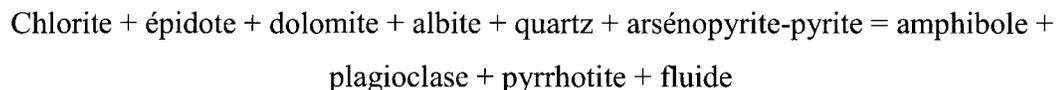
6.4.5.3 Étape 3 (tardi- D_1 ; syn-M2): Enfouissement des couches relié à un métamorphisme prograde

La période orogénique se poursuit par un enfouissement des unités lithologiques causé par un épaississement crustal (figure 6.13). L'épaississement de la croûte terrestre peut notamment inciter à la fusion partielle des roches crustales en profondeur (e.g. «*tectonic underplating*»; Winter, 2001). Cette chaleur ainsi générée a probablement favorisé la formation de l'assemblage minéralogique relié à l'épisode métamorphique M2 (figure 6.13c, d). Les unités situées à des profondeurs ≤ 1 km, ont également subi un réchauffement, mais pas assez important pour atteindre le faciès des amphibolites.

Les conditions métamorphiques progrades M2 impliquent des profondeurs d'enfouissement à plus de 10 km dans la croûte. À ces profondeurs, les zones de cisaillement sont dominées par un style de déformation ductile (e.g. McCuaig & Kerrich, 1998). La circulation des fluides dans les environnements ductiles n'est pas aussi simple que dans un environnement fragile ou fragile-ductile. D'après Kolb et al. (2004b), la circulation des fluides dans les environnements ductiles est dominée par un régime d'écoulement permanent (e.g. «*steady-state fluid flow*»), c'est-à-dire par la porosité à l'échelle des grains. Ce phénomène permet une circulation locale des fluides ce qui a pour effet de garder les fluides minéralisateurs captifs entre les limites de grains (figure 6.10b). De plus, le modèle de Cox (2005) évoque qu'en l'absence de déformation significative, la perméabilité est exceptionnellement faible dans les conditions métamorphiques où les réactions de dévolatilisation prennent place.

Une hausse des conditions métamorphiques, à l'échelle du gisement, a aussi permis la formation du halo d'altération riche en arsenic autour de certaines arsénopyrites (figure 6.10b), ainsi que la recristallisation complète d'autres arsénopyrites. Le halo d'altération autour des arsénopyrites a été interprété comme le résultat d'une altération hydrothermale par un fluide chaud et riche en soufre. Ces processus ont déstabilisé les arséniosulfures et permis la migration des éléments traces (e.g. Au, Sb, Co) contenus initialement dans les arsénopyrites. Ceci est appuyé par le contenu en éléments traces des porphyroblastes d'arsénopyrites qui est plus faible que les autres types d'arsénopyrite. Par conséquent, pendant cet épisode, l'or submicroscopique a été remobilisé. Une partie de l'or évacué des grains a vraisemblablement précipité aux pourtours de ceux-ci (figure 6.10b) alors qu'il semble qu'une autre partie de l'or et l'antimoine aient été mobilisés dans un fluide plus chaud, riche en soufre et sous-saturé en or.

L'atteinte de conditions métamorphiques plus élevées au gisement Lapa a donc permis de remobiliser l'or «emprisonné» dans la structure cristalline des grains d'arsénopyrite afin de former une partie de l'or visible. Il est également proposé que cette étape soit reliée à la formation de fluides métamorphiques à la transition entre le faciès schistes verts et amphibolites. Par exemple, le passage d'un assemblage à chlorite-carbonate à celui dominé par hornblende-plagioclase rend la roche mafique moins hydratée, en libérant les phases volatiles. Cette réaction est appelée dévolatilisation métamorphique par Phillips & Powell (2010).



Ce fluide est également propice à la solubilisation du soufre pour ainsi augmenter son contenu en H₂S (Phillips & Powell, 2010). Le fluide hydrothermal ainsi généré, possède une plus grande capacité à transporter les métaux (figure 6.9b). En effet, la solubilité de l'or à basse température varie de 1-100 ppb tandis qu'elle augmente à 10-10 000 ppb dans les fluides de haute température (figure 6.9b; Mikucki, 1998). Selon Morey et al. (2008), si un

fluide possède une température suffisamment haute et est assez enrichi en soufre, il sera sous-saturé en or et capable de soutirer l'or invisible des arsénopyrites. L'augmentation du faciès métamorphique et du contenu en soufre permet également la précipitation de la pyrrhotite au profit de la pyrite et/ou arsénopyrite.

L'étape 3 de la formation du gisement Lapa est donc associée à une augmentation globale de la température à l'échelle du gisement, mais quand même plus élevée dans la partie inférieure (≥ 1 km; figure 6.13). Cette augmentation des conditions P-T a permis la formation de fluides métamorphiques chauds et riches en soufre qui ont percolé dans les zones de cisaillement ductiles (figure 6.10b). En effet, à des profondeurs de plus de 10 km, les unités sont en milieu essentiellement aséismique ne permettant pas une circulation optimale des fluides. La percolation des fluides a altéré les arsénopyrites et mobilisé les éléments traces contenus dans celles-ci (figure 6.10b).

6.4.5.4 Étape 4 (syn- à tardi-D₂, syn-M3): Décrochement le long de ZFCLL et métamorphisme rétrograde

L'incrément de déformation D₂ a enregistré un ou plusieurs épisodes de décrochement dextre le long de la ZFCLL (figure 6.14). D'autre part, l'incrément D₃ représente un événement structural fragile associé au développement de fractures cassantes tardives (tableau 3.1). La relation entre la minéralisation aurifère et les événements associés à l'étape 4 implique qu'une partie de l'or visible à Lapa a été déposé syn- à post-métamorphisme rétrograde M3 (figure 6.10c, d). Il est proposé que l'événement de métamorphisme rétrograde M3 consiste en plusieurs influx épisodiques de fluides hydrothermaux causant une hydratation progressive des assemblages minéralogiques. De plus, le métamorphisme rétrograde M3 semble être de nature locale plutôt que régionale puisqu'il est concentré à proximité des zones minéralisées et son intensité diminue en s'éloignant de celles-ci.

Selon Cox (2005), la perméabilité d'un conduit hydrothermal peut continuellement être réduite par la fermeture du conduit (e.g. «*healing and sealing process*»). Le conduit peut être rouvert lors d'un événement de déformation subséquente, augmentant ainsi sa

perméabilité. Le changement de mouvement en raccourcissement (e.g. D_1) vers un mouvement coulissant (e.g. D_2) pourrait représenter l'influx de déformation nécessaire au relâchement de fluides métamorphiques aurifères. En effet, Goldfarb et al. (1991) note que la minéralisation aurifère documentée dans la partie sud-est de l'Alaska est contemporaine avec un changement de mouvement convergent vers un mouvement en décrochement, le long de la plaque d'Amérique du Nord. Par conséquent, le changement dans l'orientation des contraintes convergentes à coulissantes est proposé comme le mécanisme ayant causé le relâchement d'au moins une partie des fluides accumulés pendant l'étape 3 au gisement Lapa.

L'événement de décrochement a vraisemblablement permis de réactiver les différentes structures formées lors de l'événement D_1 . Les anisotropies comme les contacts entre deux lithologies à compétences contrastées et les zones de dilatation correspondant aux plis d'entraînement P_{1a} , agissent comme des conduits préférentiels. Il est donc suggéré que ces sites aient été réactivés permettant ainsi la remobilisation de l'or le long des conduits préférentiels préexistants. Le relâchement des fluides a également permis une hydratation de la minéralogie métamorphique prograde M2 lors de l'épisode de métamorphisme rétrograde M3, reconnue dans l'ensemble des zones minéralisées (figure 6.14c, d). En effet, il a été observé que le métamorphisme rétrograde, notamment par l'abondance des actinotes (figure 6.14d), est beaucoup plus intense dans les zones proximales aux minéralisations. Les minéraux formés lors de l'épisode M2 ont donc été progressivement hydratés par des circulations épisodiques de fluides de plus faible température circulant le long des conduits réactivés.

Par conséquent, un épisode de relâchement de fluides hydrothermaux affectant l'ensemble du gisement pourrait avoir permis la précipitation de l'or libre en association avec la pyrrhotite lorsque ceux-ci étaient suffisamment chaud (figure 6.10c). Spécifiquement, le remplacement de l'arsénopyrite par la pyrrhotite a pu causer la coprécipitation de l'or libre et de la pyrrhotite observée localement en bordure des grains d'arsénopyrite (figure 6.10c). Par la suite, un autre événement subséquent a pu permettre la précipitation de l'association Au-Sb (figure 6.10d). L'association Au-Sb est interprétée

comme étant tardive étant donné que le fluide doit atteindre une température d'environ 250°C pour précipiter ces phases minérales. De plus, cet épisode est directement associé au développement de la structure hélicoïde où plusieurs évidences structurales de la partie supérieure du gisement appuient un décrochement dextre. La distribution spatiale des assemblages minéralogiques liés à ces événements de décrochement et d'hydratation est contrôlée par la réactivation des conduits préexistants préalablement empruntés par les fluides minéralisateurs du premier épisode aurifère. Ce phénomène est appuyé par la formation de colonnes minéralisées matérialisant les conduits préférentiels le long de la longitudinale et plongeant au même angle que l'association Au-Sb. Une de ces colonnes minéralisées pourrait correspondre au pli en Z reconnu lors de la cartographie des niveaux 69 à 80 (figure 3.13). Les réactivations des conduits préférentiels sont également associées au développement de la minéralogie rétrograde directement dans les zones minéralisées.

Il est donc suggéré que le fluide hydrothermal ait été relâché progressivement permettant tout d'abord, la précipitation de l'or libre et de la pyrrhotite lorsque le fluide était suffisamment chaud. D'autre part, l'association entre l'Au et le Sb dans la partie supérieure du gisement indique une baisse de la température et une acidification du fluide pour la précipitation d'une partie de l'or libre à Lapa. La perte de soufre a été interprétée comme étant causée par la précipitation de la pyrrhotite dans les fluides. D'autre part, il n'est pas exclu qu'en réponse à l'événement de raccourcissement D_1 , une remontée graduelle ait été induite par l'érosion de la croûte épaissie.

6.4.6 Apport pour le modèle des gisements aurifères orogéniques

Le tableau 6.4 présente une comparaison entre les principales caractéristiques de l'épisode de minéralisation aurifère de faible teneur du dépôt de la mine Lapa avec des gisements aurifères orogéniques. D'après ce tableau, l'épisode de minéralisation orogénique du gisement Lapa partage la plupart de ses caractéristiques avec celles des gisements aurifères orogéniques hypozonaux, formés à des profondeurs > 12 km (Groves et al. 1998). De plus, selon Mikucki & Ridley (1993), l'arsénopyrite devient plus importante à plus haute température où la pyrrhotite domine sur la pyrite. Ce type de dépôt a été

interprété par Phillips & Powell (2009, 2010) comme ayant été superposé par le pic métamorphique et non formé à des températures représentant le pic métamorphique.

Le dépôt de la mine Lapa possède donc les caractéristiques des gisements aurifères orogéniques hypozonaux. Toutefois, il semble que ces caractéristiques ont été acquises plus tardivement dans l'histoire du dépôt soit par une superposition d'épisodes de métamorphisme, d'hydrothermalisme et de déformation, lors de la réactivation de la ZFCLL. Le modèle de formation de Phillips & Powell (2009, 2010) s'applique bien au modèle de formation du gisement Lapa. Les gisements de haute température sont observés notamment dans le craton du Supérieur, au Canada (e.g. Dubé et al. 2003), dans le craton du Yilgarn, en Australie (e.g. Ridley et al. 2000), dans le craton du Dharwar, en Inde (e.g. Kolb et al. 2005) et dans la ceinture de roches vertes de Barbeton, en Afrique du Sud (e.g. Otto et al. 2007).

D'autre part, l'association spatiale entre la minéralisation et les intrusions felsiques ainsi que la forte concentration en Sb, W, Hg et Pb décelée dans les analyses des arsénopyrites pourraient suggérer l'implication d'une source magmatique. En effet, cette signature métallique est typique de celle documentée dans les gisements de type «intrusion-related» (Hart, 2007). Toutefois, cette signature pourrait également dériver d'un lessivage d'intrusions felsiques par le fluide minéralisateur. La quantité d'intrusions felsiques au gisement Lapa est beaucoup plus importante que celle supposée au départ. La présence d'une forte silification rend difficile l'identification des intrusions felsiques dans les zones minéralisées. Il existe donc un lien empirique clair entre la minéralisation et les intrusions felsiques. Étant donné la reconnaissance d'associations génétiques entre la minéralisation aurifère et le magmatisme felsique dans le camp minier de Malartic (e.g. Beaulieu, 2010), un lien génétique ne peut être exclu à ce stade entre les intrusions felsiques et la minéralisation aurifère à la mine Lapa.

Cette étude visait entre autres à expliquer la concentration économique d'or dans une zone de faille majeure. La dilatation créée par la formation des plis asymétriques en «Z» a été interprétée comme des conduits préférentiels où les pressions sont plus faibles favorisent la focalisation des fluides à l'intérieur de la ZFCLL. De plus, la présence de

nombreux lambeaux d'unités compétentes particulièrement près du contact Cadillac-Piché permettrait également une meilleure focalisation des fluides. Les roches hôtes mafiques et ultramafiques localisées le long de ces conduits ont été propices à la précipitation de l'or. Par conséquent, la présence de conduits préférentiels et de lithologies chimiquement favorables permet la concentration de l'or au sein de la zone de faille majeure. La précipitation de l'or visible est une étape cruciale dans l'histoire de la formation de gisement Lapa. Cette étape est interprétée comme étant associée à l'événement de décrochement D₂ tardif, le long de la ZFCLL, ayant également généré la forme en hélicoïde actuelle de la zone Contact. Les minéralisations aurifères orogéniques d'envergure, auparavant documentées dans les zones de faille majeure sont notamment associées à des épisodes tardifs (Witt & Vanderhor, 1998) ou se localisent préférentiellement au sein de zones affectée par de plus faibles contraintes (Kolb et al. 2004a).

Il est possible de conclure que les zones de fortes teneurs aurifères, i.e. contenant de l'or visible, résultent surtout d'une remobilisation hydrothermale de l'or causée par plusieurs épisodes de métamorphismes prograde et rétrograde (e.g. hydratation) subséquents. D'après Hagemann & Cassidy (2000), le rôle du métamorphisme associé avec la remobilisation reste encore sous-estimé dans l'étude des gisements aurifères orogéniques. Par conséquent, ce projet illustre l'importance de s'attarder aux relations de chronologie relative entre les événements de déformation, de métamorphisme et de minéralisation afin de situer les contrôles sur le dépôt et la remobilisation de l'or.

En résumé, le gisement Lapa semble un dépôt atypique lorsqu'il est comparé aux gisements aurifères orogéniques interprétés selon le modèle du continuum de Groves et al. (1992) tandis que certains éléments liés à sa formation répondent mieux aux concepts introduits dans le modèle de dévolatilisation métamorphique de Phillips & Powell (2009, 2010). D'autres gisements aurifères encaissés dans des roches de haut grade métamorphique ont précédemment illustré cette problématique. Par exemple, le gisement aurifère Hemlo a été interprété comme une minéralisation syn-génétique pré-métamorphisme et pré-déformation (Valiant & Bradbrook, 1986), géothermale-épithermale (Goldie, 1985), de type porphyrique (Walford et al. 1986; Kuhns et al. 1994), et

remplacement polyphasé syn- à tardi-déformation (Pan & Fleet, 1992; Michibayashi 1995). Cet exemple démontre que la formation d'un gisement aurifère implique plusieurs étapes et que cela nécessite une compréhension de la chronologie relative des événements pour circonscrire les épisodes de minéralisation.

6.4.7 Guides d'exploration

Cette étude a permis de mieux établir la séquence paragénetique et les mécanismes ayant mené à la formation de minéralisation aurifère économique à l'intérieur d'une zone de faille majeure, soit la ZFCLL. Le développement de concentration économique d'or a été largement influencé par la présence de conduits préférentiels à l'intérieur même de la ZFCLL ainsi que par la nature des roches situées autour et dans les conduits minéralisateurs. Le tableau 6.5 liste les principaux métallotectes à l'échelle régionale et locale. Ceux-ci sont discutés dans la présente section.

6.4.7.1 Métallotecte régional, à l'échelle de la ZFCLL

Globalement, à l'échelle de la Sous-province de l'Abitibi, la ZFCLL est elle-même un métallotecte majeur pour l'exploration des gisements aurifères. Effectivement, les dépôts aurifères abitibiens montrent une forte relation spatiale avec ce couloir de déformation majeur. Dans cette étude, des liens peuvent être définis et/ou prouvés entre les minéralisations aurifères et certaines caractéristiques de la zone de faille (tableau 6.5). Beaudoin & Trudel (1989) soulignent que le schiste ultramafique à chlorite-talc matérialisant la ZFCLL dans le camp de Cadillac est seulement propice au développement de minéralisation subéconomique. La présence de discontinuités structurales telles que des plis et des failles, ainsi que de roches plus compétentes soient des grauwackes, des intrusions felsiques et des laves mafiques, ont pu permettre le développement de conduits hydrothermaux préférentiels. Les gisements aurifères du camp de Cadillac ainsi que ceux du camp de Malartic se localisent, dans la plupart des cas, au contact entre deux unités lithologiques à fort contraste de compétence (Beaudoin & Trudel, 1989; Sauvé & Trudel, 1991; Trudel & Sauvé, 1992; Trudel et al. 1992).

La présence de structures en décrochement tels que des plis asymétriques en «Z» a également été associée à la minéralisation aurifère le long de la ZFCLL (tableau 6.5; Robert, 1989). En effet, d'après Beaudoin & Trudel (1989), la présence de plis d'entraînement est déterminante pour la localisation des zones minéralisées à la mine Pandora. Le décrochement étant interprété comme tardif le long de la faille, celui-ci a permis une réactivation des conduits développés lors de l'événement D_1 , permettant, par endroits, une remobilisation tardive des zones aurifères (Robert, 1989; Olivo et al. 2007). La virgation structurale de la ZFCLL (e.g. figure 2.1) dans le secteur de la mine Lapa est interprétée comme s'étant formée surtout post- D_1 et syn- D_2 . Celle-ci pourrait être générée en même temps que la forme hélicoïde liée à la précipitation de l'association Au-Sb, donc directement associée à la remobilisation de l'or. La présence de telles structures suggère que la ZFCLL dans le secteur Lapa a particulièrement été affectée par le décrochement dextre. Par contre, aucune relation chronologique significative ne permet de circonscrire le rôle exact de cette virgation d'envergure et la minéralisation aurifère.

Les roches particulièrement riches en fer, telles que les roches mafiques tholéitiques et ultramafiques ont été reconnues le long de la ZFCLL comme montrant une intime association spatiale avec les minéralisations aurifères (tableau 6.5). Par exemple, les unités mafiques dans le secteur de Kerr-Addison, sont interprétées comme ayant agi comme piège chimique pour la précipitation de l'or et comme zones plus favorables à la fracturation permettant la circulation des fluides (Kishida & Kerrich, 1987; Smith et al. 1993). Les intrusions felsiques montrent également une association spatiale directe à la minéralisation. Par exemple, aux mines Lapa Cadillac (Zulapa) et Pandora, une partie de la minéralisation est associée aux intrusions felsiques «coincées» dans les schistes ultramafiques à chlorite-talc du Groupe de Piché (Beaudoin & Trudel, 1989).

6.4.7.2 Métallotecte locale, à l'échelle de la mine Lapa

À la mine Lapa, la minéralisation en or est surtout contrôlée par le contraste structural le long du contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe de Piché, et par la nature ultramafique de l'encaissant principal (tableau 6.5). La forte transposition au contact

Cadillac-Piché et une abondance de lambeaux compétents dans le schiste ultramafique ont favorisé la formation de conduits hydrothermaux préférentiels permettant une focalisation des fluides. En l'absence d'éléments structuraux permettant une focalisation, les fluides seront dilués dans l'ensemble de la faille. Conséquemment, il est suggéré que le contact Piché-Pontiac avec sa plus faible quantité de lambeaux compétents, fut trop perméable aux fluides dans le secteur de la mine Lapa. Il est également probable que l'orientation du contact Piché-Pontiac par rapport aux contraintes, lors du raccourcissement D_1 , était peu favorable à la formation de conduits propices à la focalisation des fluides, pendant la formation du gisement. Le gisement Lapa ne serait probablement pas économique s'il n'avait pas été affecté par des événements métamorphiques et hydrothermaux subséquents permettant le développement de l'or visible. Par conséquent, lors des prochaines campagnes d'exploration dans la ZFCLL, il sera également important de prendre en compte les évidences de réactivation des conduits des fluides hydrothermaux (e.g. système à histoire prolongée; tableau 6.5).

Un des métallotectes majeurs à l'échelle de la mine est la présence de zones à faibles contraintes associées aux plis d'entraînement en Z. Ces zones de dilatation ont vraisemblablement été des conduits préférentiels pour les fluides minéralisateurs du premier épisode aurifère et ont, par la suite été réactivées pour permettre une remobilisation de l'or dans ces secteurs. Ces plis sont toutefois difficiles à identifier en forage et ont surtout été documentés lors des cartographies sous-terres. Leur formation semble limitée le long du contact entre le Groupe de Cadillac et Piché, faisant de ce contact une cible d'exploration majeure. La présence de plis asymétriques semble être plus rare à des profondeurs > 1 km, démontrant que le décrochement D_2 n'a pas affecté de la même façon la partie inférieure du gisement. Enfin, le contact Cadillac-Piché est une structure d'importance puisqu'elle est d'une grande continuité verticale et latérale, permettant ainsi de former une zone minéralisée plus continue.

Les évidences de réactivation et de vie prolongée du système minéralisateur à Lapa, incluent notamment:

1. la minéralogie rétrograde s'intensifiant dans les zones proximales;

2. le recouplement des veinules de quartz, et
3. la présence de zonalités métalliques verticales.

Par exemple, l'association Au-Sb dans le secteur Lapa témoigne d'une réactivation tardive du système puisqu'elle implique des conditions de précipitation de faibles températures. Le camp de Cadillac est marqué par une association Au-As le long de la ZFCLL. Par conséquent, si une association Au-Sb se superpose à celle Au-As, dans des secteurs précis, cela peut être considéré comme une évidence de réactivation tardive du système hydrothermal. Enfin, l'association entre l'assemblage Au-Sb et une minéralogie caractéristique d'un métamorphisme rétrograde permet également de localiser un segment réactivé le long de la ZFCLL. Pour être reliés à la remobilisation de l'or, ces segments doivent évidemment contenir des disséminations d'arsénopyrite aurifères plus précoces.

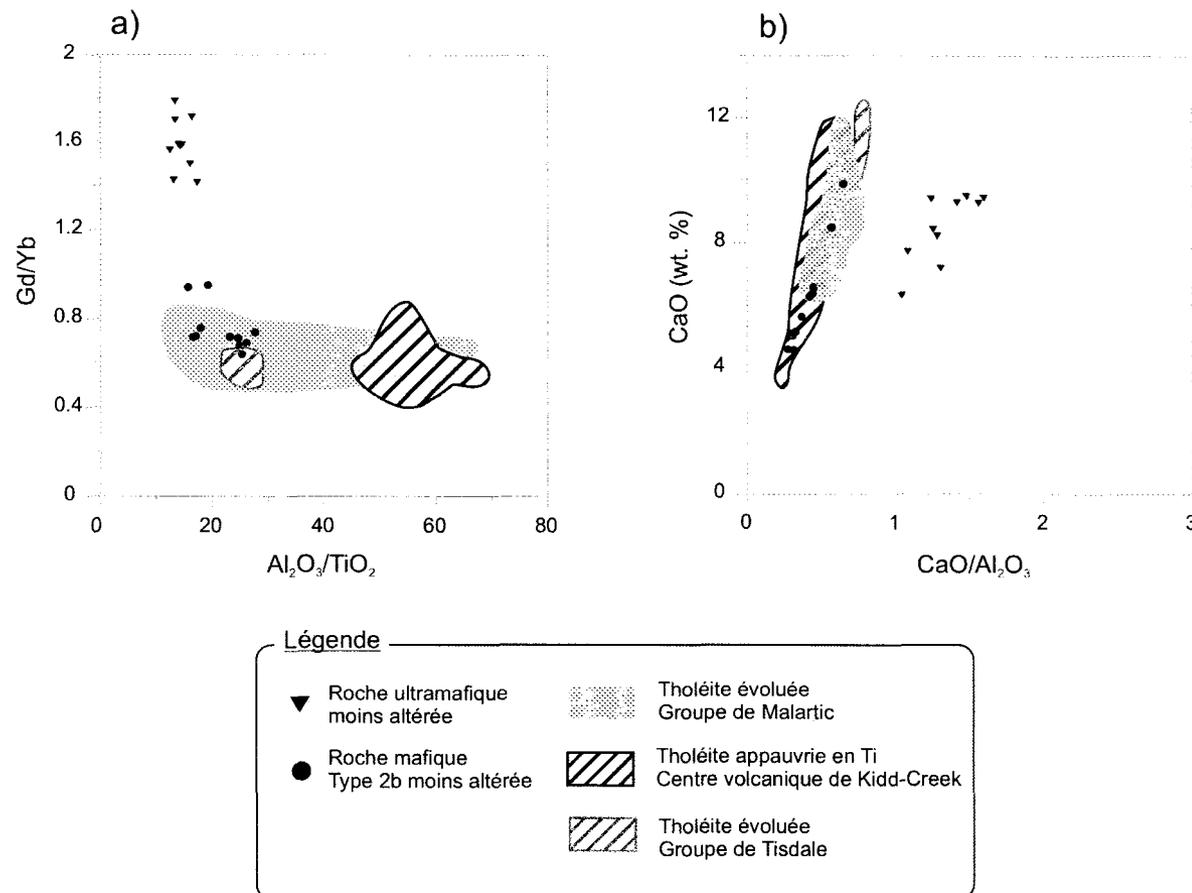


Figure 6.1: Signature des unités mafiques et ultramafiques du gisement Lapa comparée à des unités mafiques et ultramafiques sélectionnées de la Sous-province de l'Abitibi. (a) Rapport Gd/Yb versus Al₂O₃/TiO₂ démontrant le fractionnement. (b) CaO versus rapport CaO/Al₂O₃ montrant la superposition des roches mafiques du secteur Lapa avec celles du Groupe de Malartic, du Kidd-Creek et du Tisdale. Données provenant de Wyman et al. (1999) et Kerrich et al. (1998)

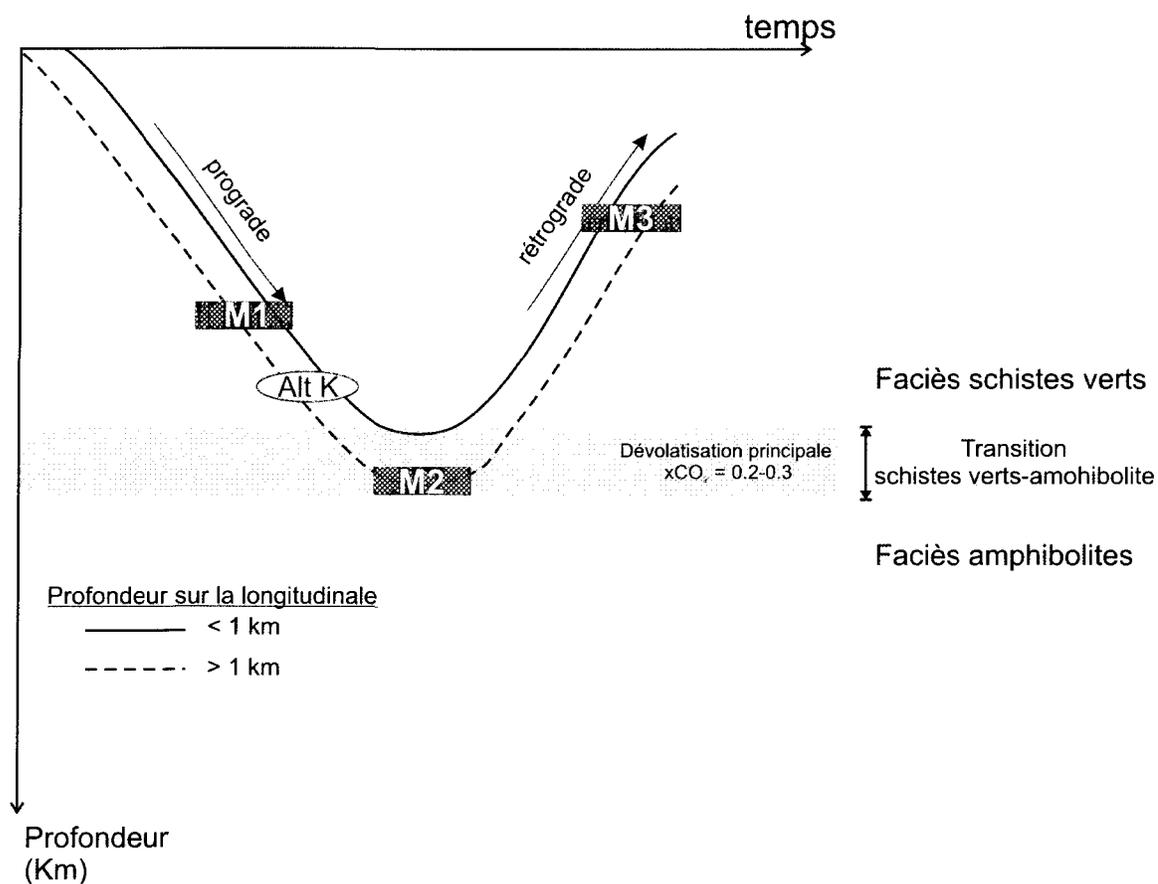


Figure 6.2: Modèle schématique de l'évolution métamorphique enregistrée par les roches de la mine Lapa. Selon Phillips & Powell (2009), le fluide généré à la transition schistes verts-amphibolites contient $XCO_2 \sim 0,2$ à $0,3$ (Elmer, 2004). Cette quantité de CO_2 serait idéale pour le transport de l'or (Phillips & Evans, 2004; Powell et al. 1991).

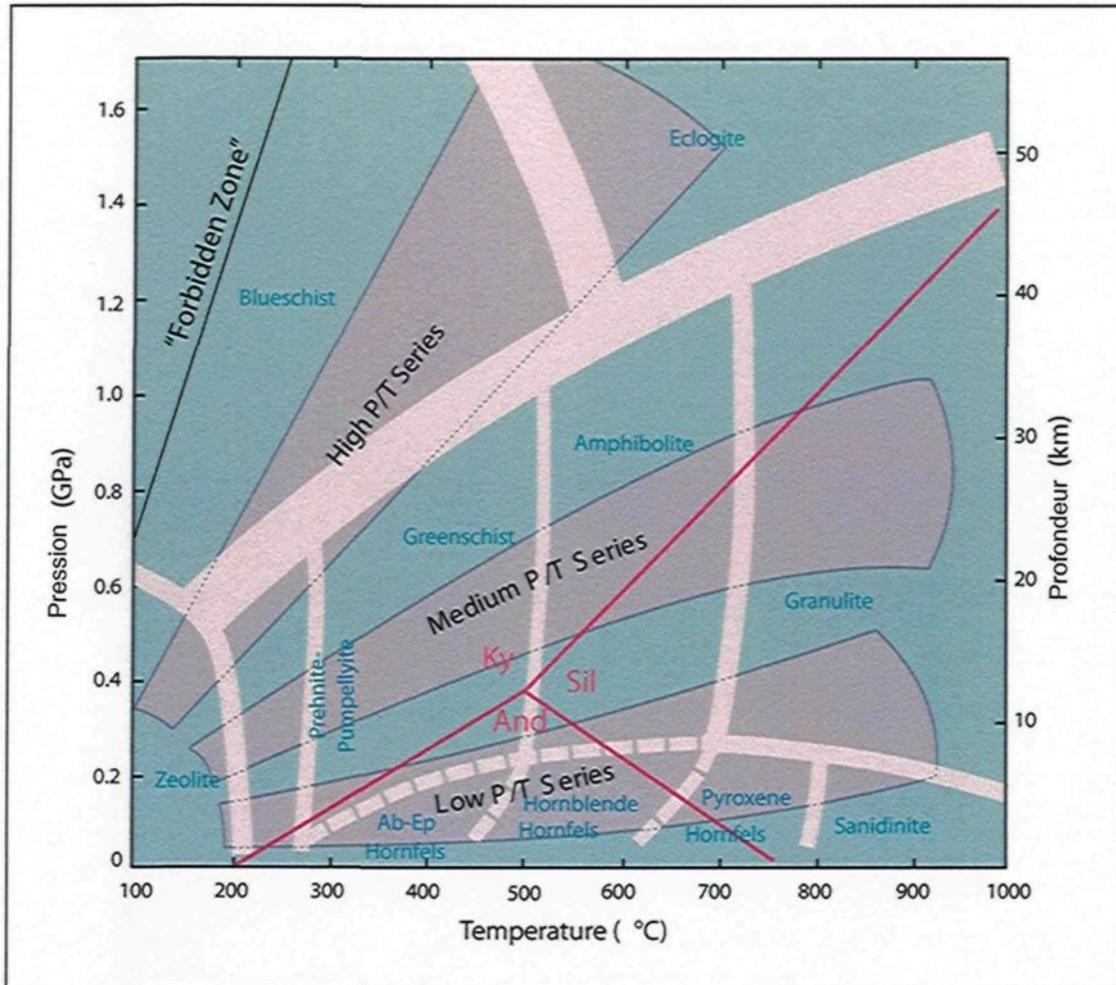


Figure 6.3: Distribution des faciès métamorphiques en fonction de la température et de la pression. Tirée de Winter (2001)

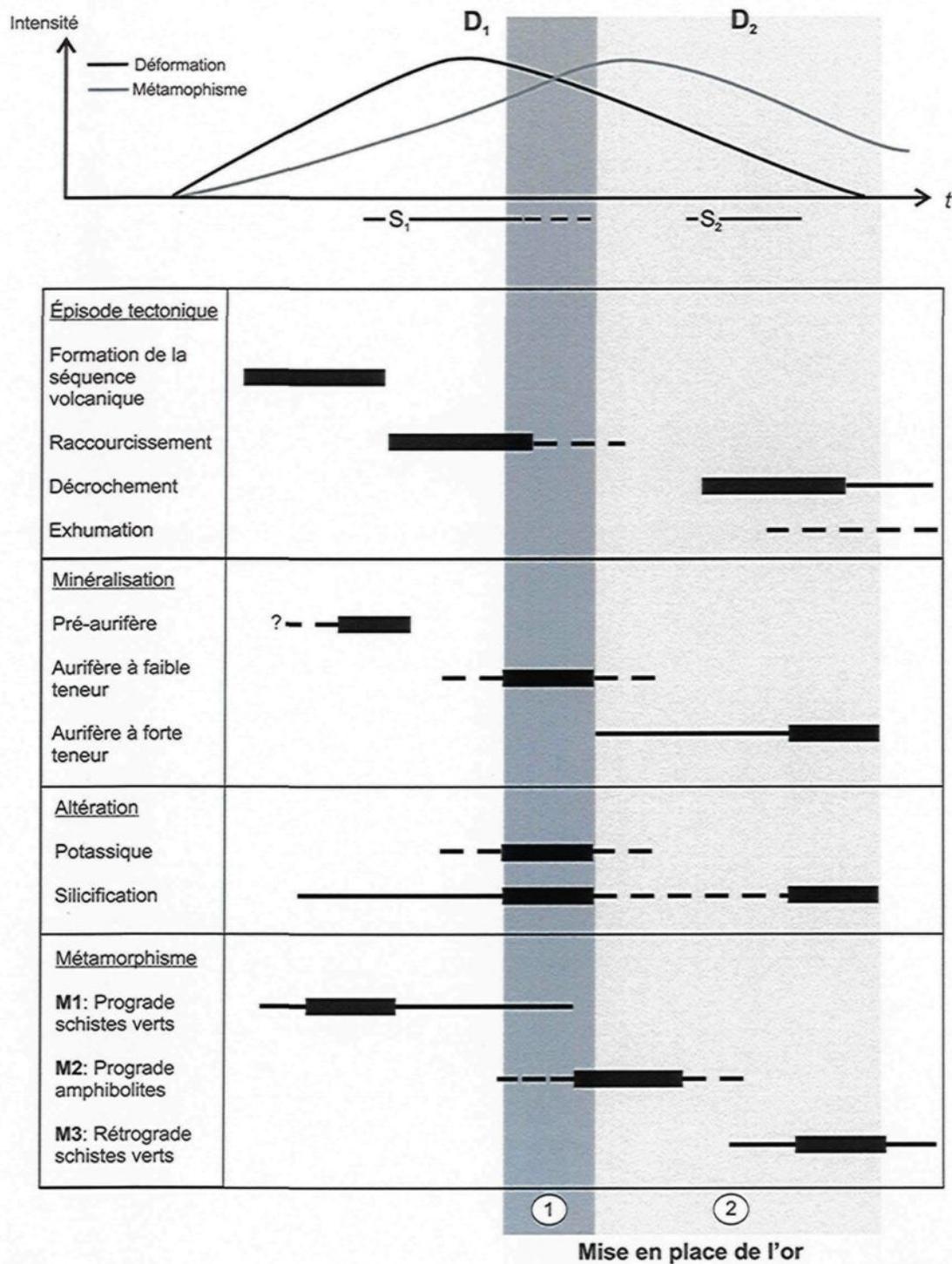


Figure 6.4: Séquence paragenétique globale comparant les divers événements géologiques identifiés au gisement Lapa.

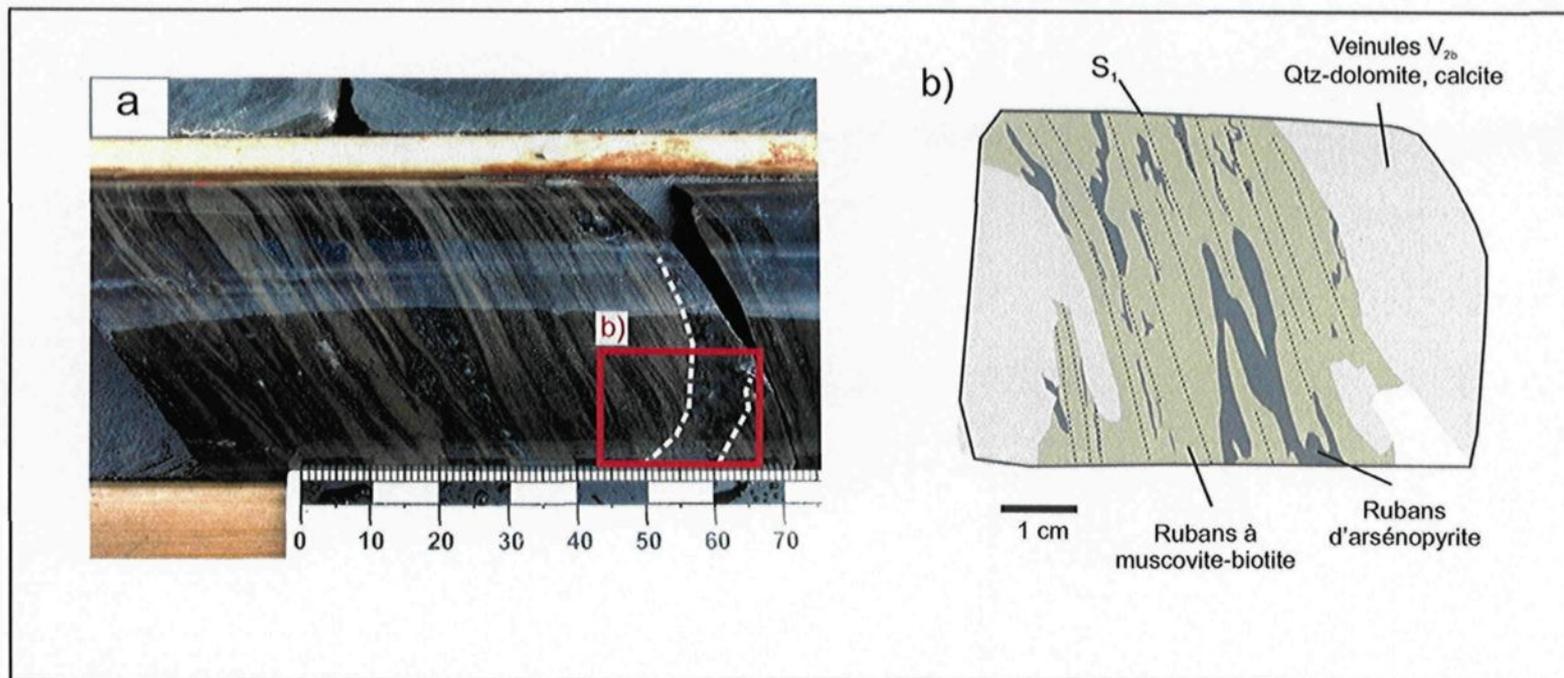


Figure 6.5: Grauwacke proximal fortement altéré en muscovite-biotite et recoupé par plusieurs veinules de quartz \pm dolomite, calcite. (a) échantillon macroscopique. Le carré rouge représente la localisation de la lame mince en b. (b) schéma de la lame mince orientée perpendiculairement à la linéation d'étirement. Des veinules V_{2b} recoupent la schistosité S_1 et les rubans d'arsénopyrites disséminés.

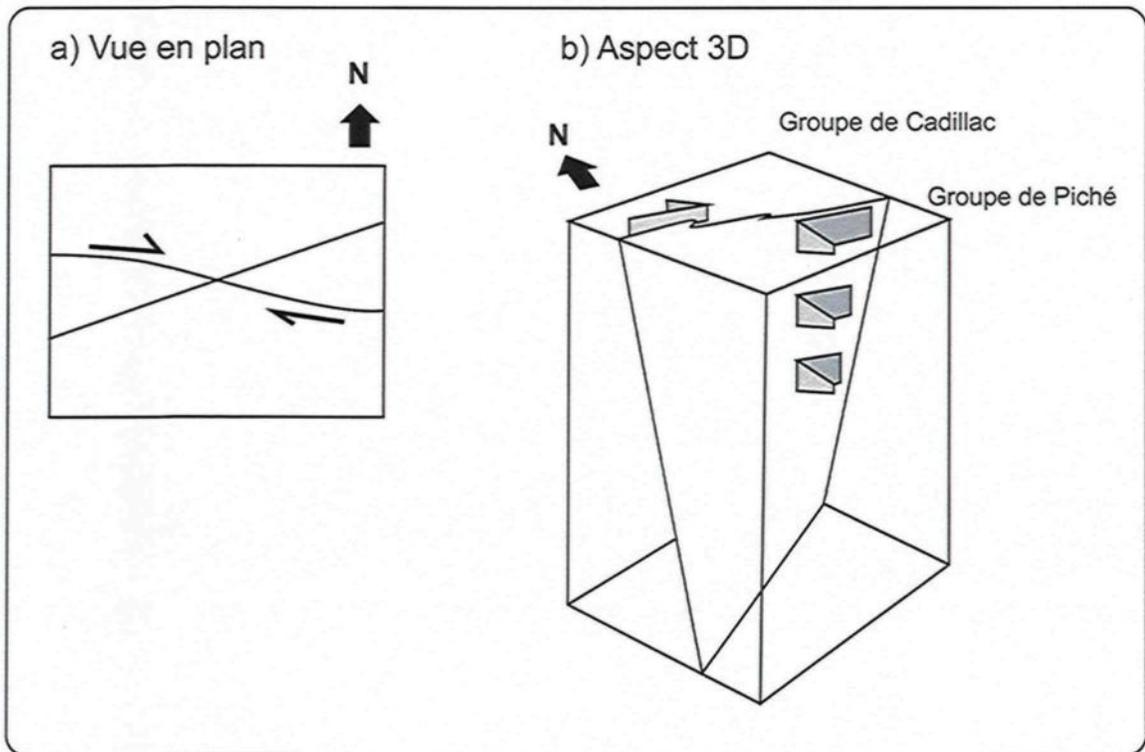


Figure 6.6: Représentation schématique du développement de la structure hélicoïde. (a) vue en plan schématique de l'hélicoïde. (b) vue en 3D de la structure.

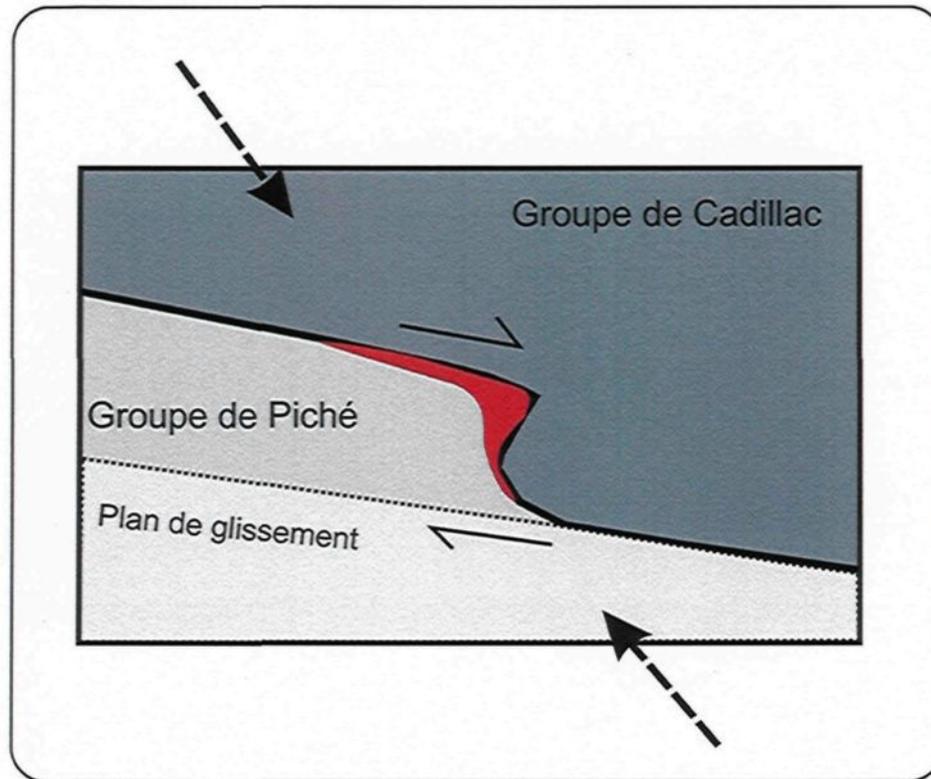


Figure 6.7: Représentation schématique du développement de zones de dilatation formant les conduits préférentiels en relation avec les plis d'entraînement, le long du contact entre des Groupes de Piché et Cadillac.

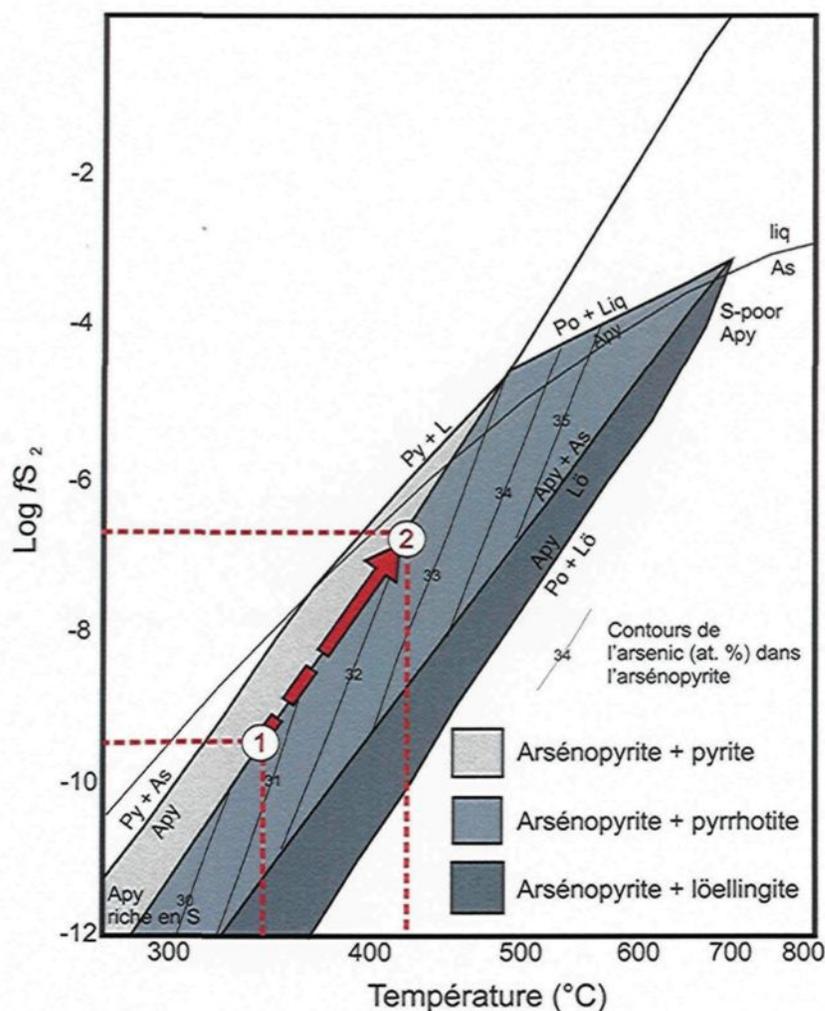


Figure 6.8: Système Fe-As-S modifié de Sharp et al. (1985) illustrant le changement de conditions de température et fugacité de soufre pour les arsénopyrites avec une couronne d'altération. L'analyse 1 est au centre tandis que l'analyse 2 est dans le halo d'altération. Une augmentation du contenu en arsenic s'associe à une augmentation de la température et de la fugacité en soufre.

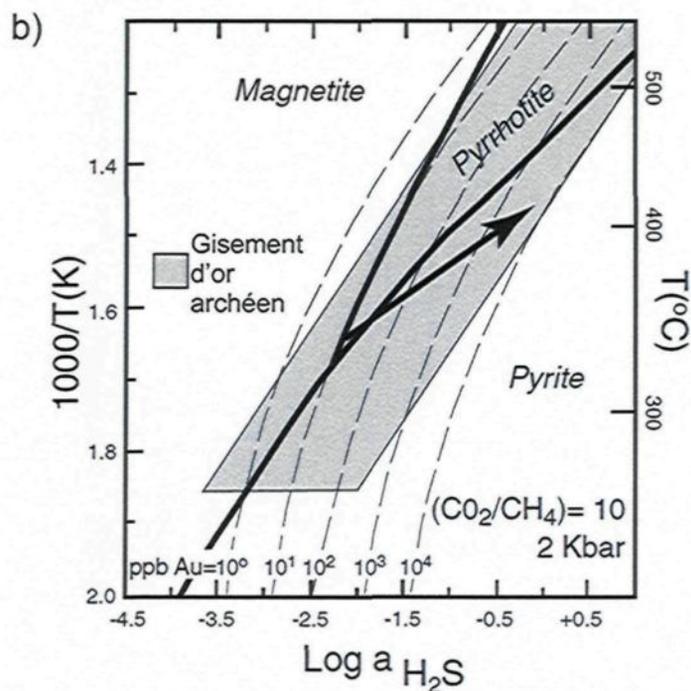
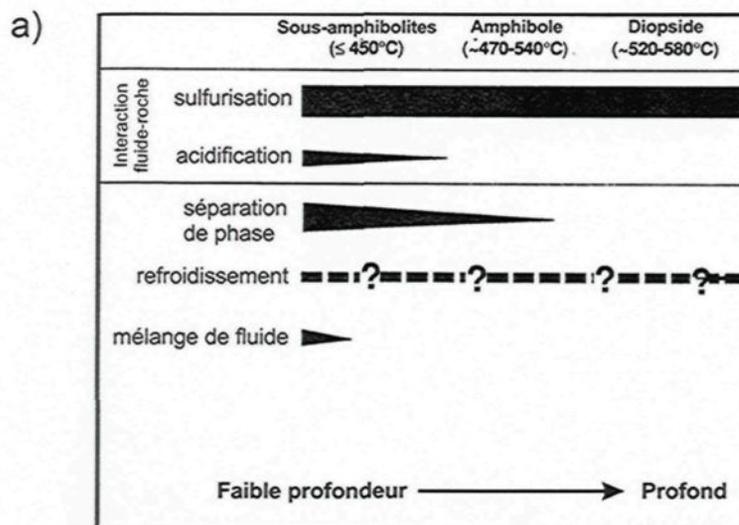


Figure 6.9: Conditions de mise en place de l'or. (a) importance relative des mécanismes de dépôt de l'or dans différentes classes de gisements aurifères orogéniques archéens. Les classes de dépôts sont basées sur Ridley et al. (1995). Tirée de Mikucki (1998) (b) diagramme de stabilité montrant l'effet de la température et du contenu en H_2S sur la solubilité de l'or. Tirée de Morey et al. (2008); Mikucki (1998).

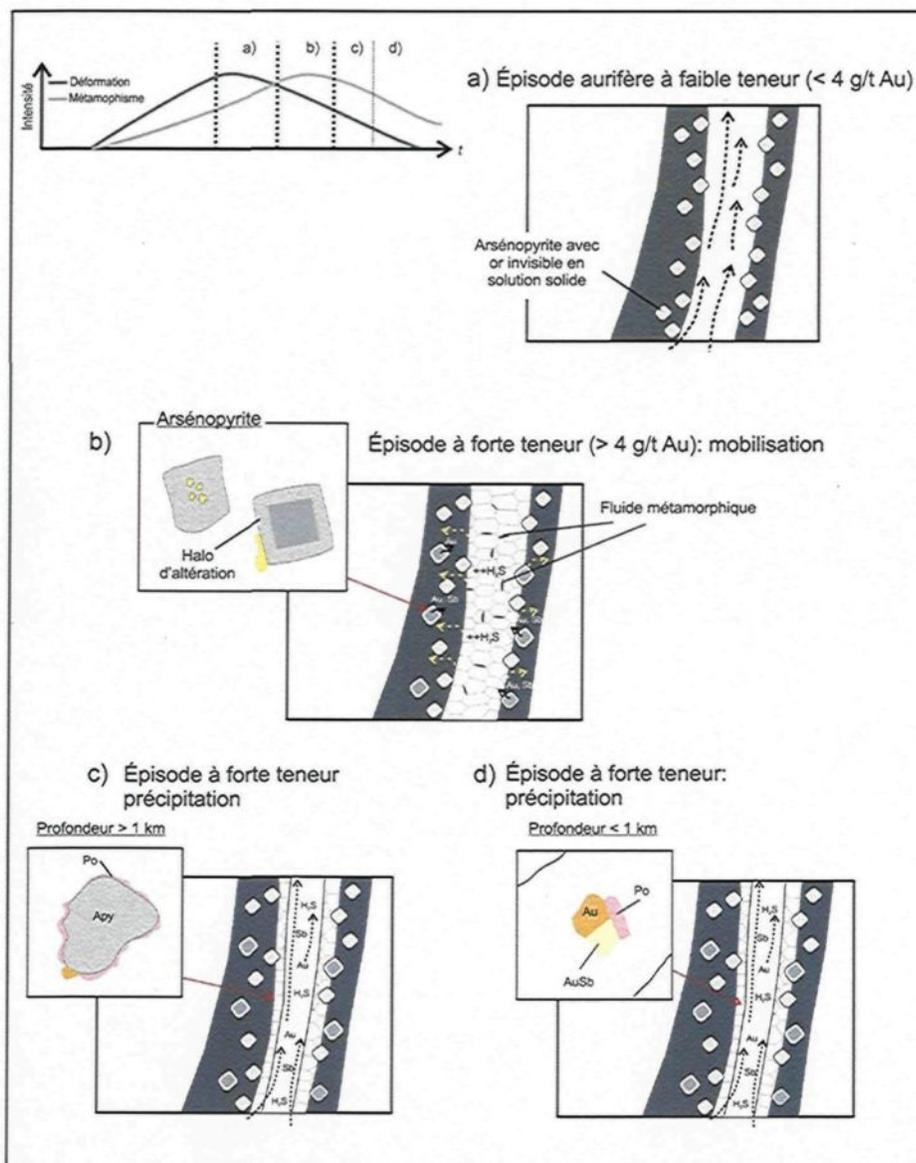


Figure 6.10: Étapes de dépôt de l'or au gisement Lapa. Le graphique situé dans le coin gauche indique la chronologie relative de chacune des étapes par rapport à l'intensité de la déformation et du métamorphisme (a) épisode aurifère de faible teneur marqué par la coprécipitation arsénopyrite et or submicroscopique. (b) première étape de la remobilisation en or permettant la migration de l'or à l'extérieur des grains d'arsénopyrite et la formation de fluide métamorphique riche en H₂S. (c) étape de précipitation lors de la remobilisation. L'or visible précipite en association avec le remplacement des arsénopyrites par la pyrrhotite. (d) étape de précipitation lors de la remobilisation. Coprécipitation entre l'or, l'aurostibite et la pyrrhotite.

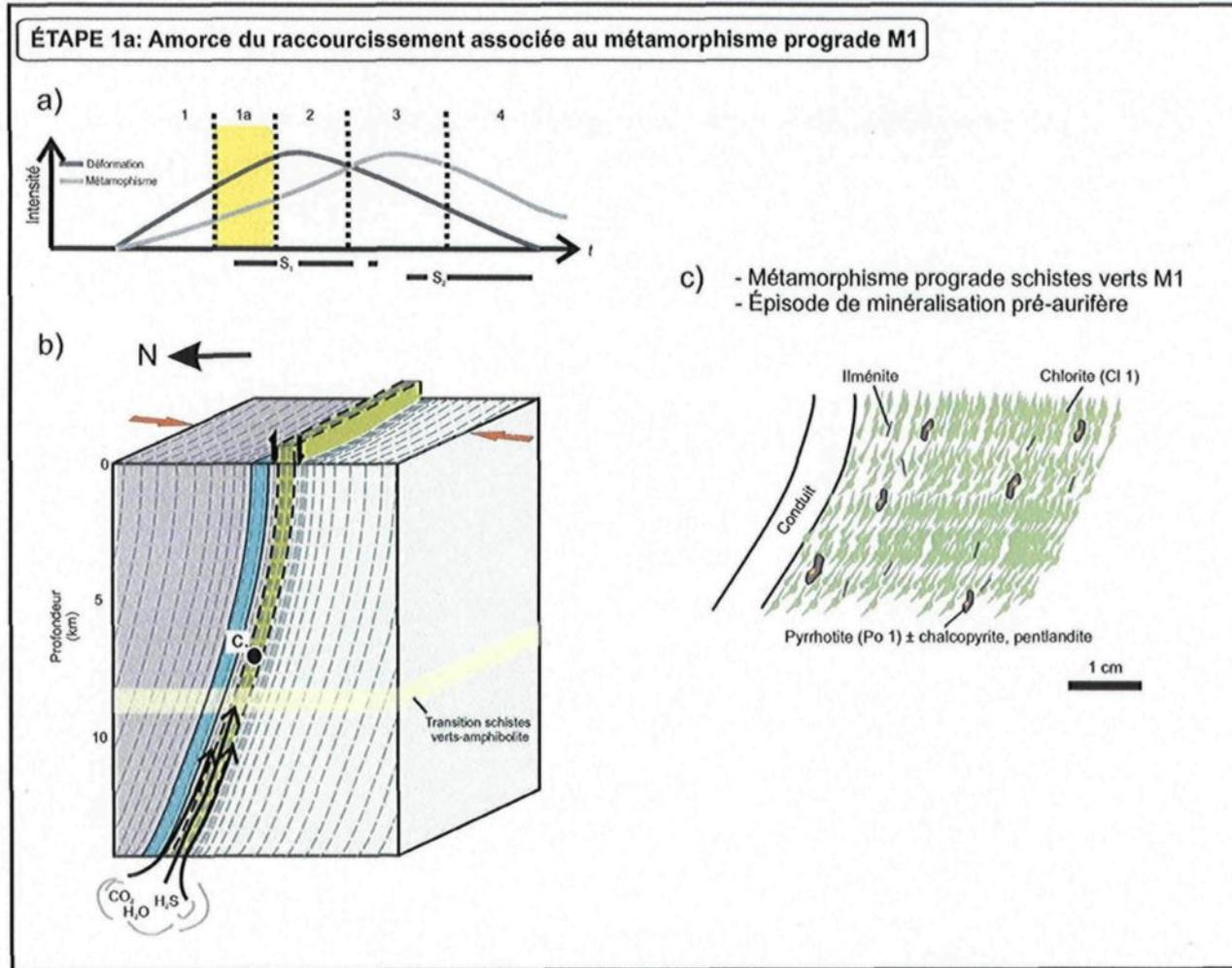


Figure 6.11: Étape 1a de formation du gisement Lapa. (a) chronologie relative de l'étape 1a par rapport à l'intensité de la déformation et du métamorphisme avec le temps. (b) bloc modèle illustrant l'amorce du raccourcissement. (c) représentation schématisée des relations texturales et minéralogiques: métamorphisme M1 et la minéralisation pré-aurifère.

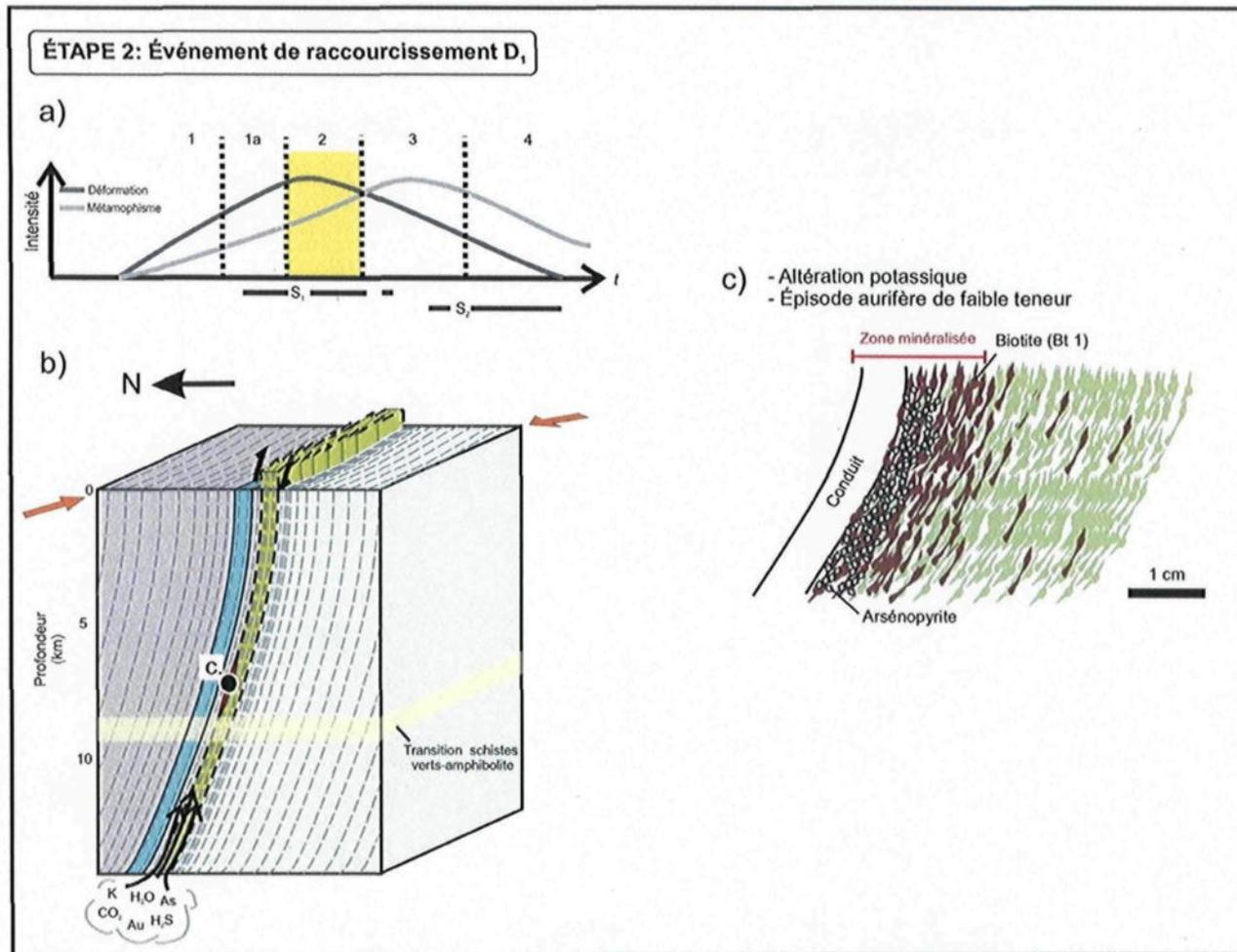


Figure 6.12: Étape 2 de formation du gisement de la mine Lapa. (a) chronologie relative de l'étape 2 par rapport à l'intensité de la déformation et du métamorphisme avec le temps. (b) bloc modèle illustrant la compression oblique. (c) représentation schématique des relations texturales et minéralogiques: altération potassique et la minéralisation aurifère de faible teneur.

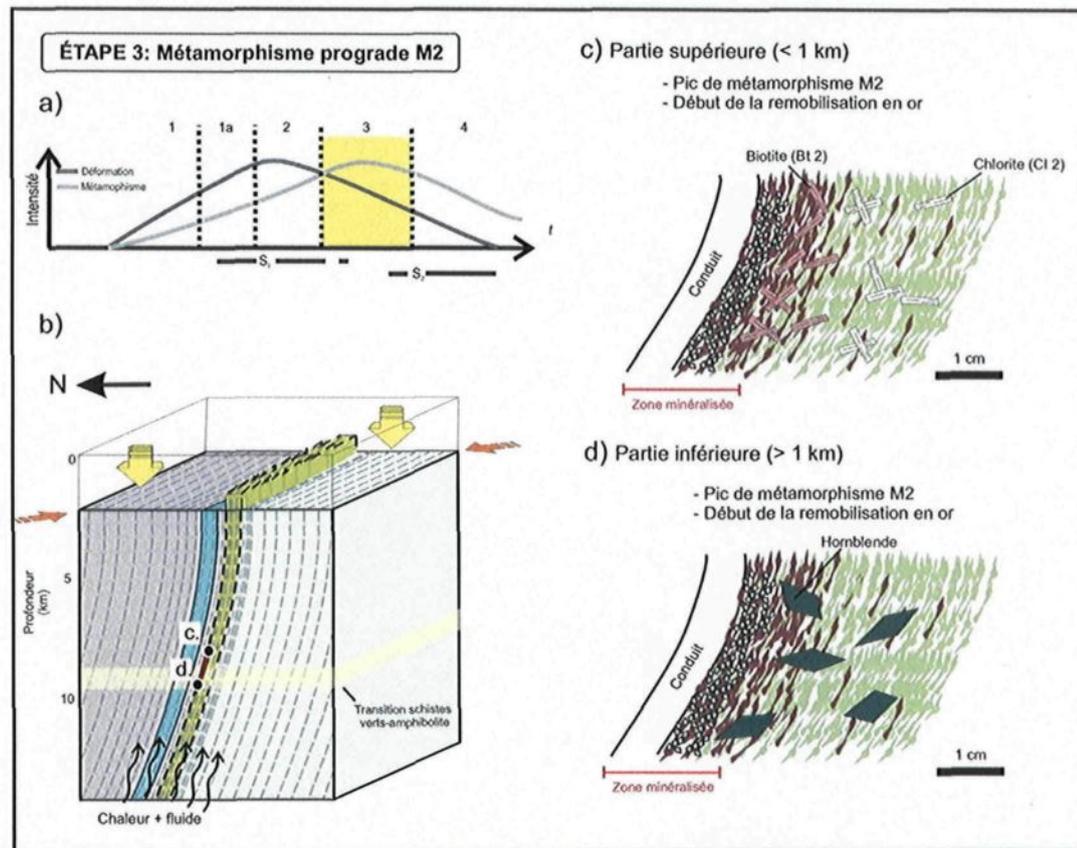


Figure 6.13: Étape 3 de formation du gisement Lapa. (a) chronologie relative de l'étape 3 par rapport à l'intensité de la déformation et du métamorphisme avec le temps. (b) bloc modèle illustrant l'enfouissement. (c) représentation schématique des relations texturales et minéralogiques: métamorphisme M2 dans la partie supérieure (< 1 km). (d) représentation schématique des relations texturales et minéralogiques: métamorphisme M2 dans la partie inférieure (> 1 km).

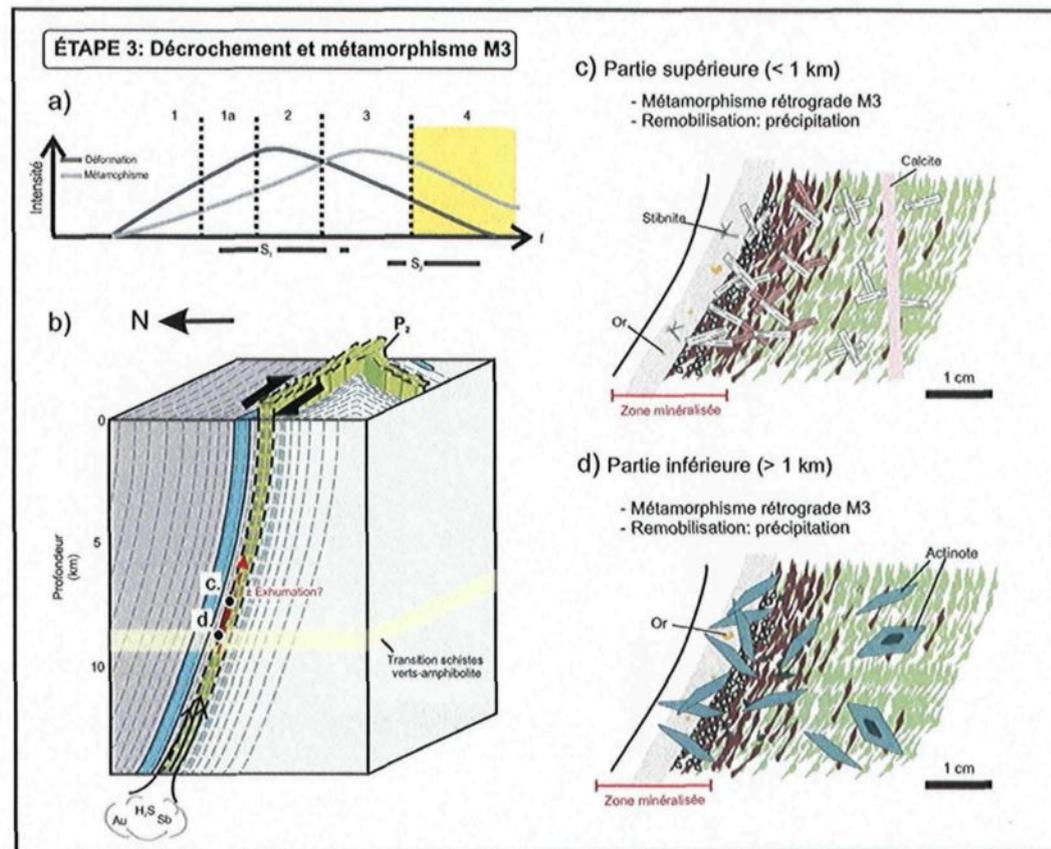


Figure 6.14: Étape 4 de formation du gisement Lapa. (a) chronologie relative de l'étape 4 par rapport à l'intensité de la déformation et du métamorphisme avec le temps. (b) bloc modèle illustrant le décrochement. (c) représentation schématique des relations texturales et minéralogiques: métamorphisme M3 (< 1 km). (d) représentation schématique des relations texturales et minéralogiques: métamorphisme M3 (> 1 km).

TABLEAUX DU CHAPITRE 6

Tableau 6.1: Comparaison des événements de déformation de divers secteurs de la ZVS avec ceux du secteur de la mine Lapa.

Événement tectonique	Indice Orenada #2 ¹ ZFCLL dans le secteur de Val-d'Or	Mine Astoria ² ZFCLL dans le secteur de Rouyn-Noranda	Secteur Cadillac-Malartic ³	Mine Lapa ⁴
Mise en place des lithologies (2700 ± 1 Ma ⁵)	D ₁ P ₁ : NE-SO, isoclinal (roches sédimentaires du Pontiac)			
Épisode de raccourcissement (<2686 Ma ⁶)	D ₂ S ₂ : NO-SE à E-O P ₂ : ± E-O, isoclinal L ₂ : plongée abrupte	D ₁ S ₁ : E-O P ₁ : isoclinal, S ₁ // PAX L ₁ : oblique à subV	D ₁ S _p : E-O P ₁ en «Z», S _p // PAX L _é : plonge E	D ₁ S ₁ : variable P ₁ : isoclinal; S ₁ // PAX P _{1a} : en «Z»; S ₁ // PAX L _é : plonge NE et NO, oblique à subV
Décrochement dextre le long de la ZFCLL (2689-2680 Ma ⁷)	D ₃ P ₃ : E-O, en «Z» S ₃ : E-O à ENE-OSO	D ₂ P ₂ : en «Z», dextre S ₂ : NE-SO à ENE-OSO L ₂ : plonge ESE	D ₂ P ₂ : en «Z», S ₂ // PAX S ₂	D ₂ S ₂ : NE-SO P ₂ : en «Z»; L ₂ : plonge SE, subH L ₂ ¹ : subV

D_x: événement; *P_x*: pli; *S_x*: schistosité; *L_x*: linéation; *PAX*: plan axial, *V*: vertical, *H*: horizontal; ¹ Robert (1989), Neumayr et al. (2007); ² Gauthier et al. (1990), Neumayr et al. (2007); ³ Trudel et al. (1992); Daigneault et al. (2002); ⁴ cette étude; ⁵ Machado et al. (1991); ⁶ Davis (1992); ⁷ Mueller et al. (1996)

Tableau 6.2: Assemblage minéralogique typique pour chacun des faciès métamorphiques dans les roches mafiques. Tirée de Winter (2001)

Faciès métamorphique	Assemblage minéralogique diagnostique dans les roches mafiques
Zéolite	zéolite, essentiellement laumontite, wairakite, analcime
Préhnite-Pumpellyite	préhnite-pumpellyite (- chlorite - albite)
Schistes verts	chlorite-albite-épidote-quartz \pm actinote
Amphibolites	hornblende-plagioclase (oligoclase-andésine) \pm grenat
Granulite	orthopyroxène-(clinopyroxène-plagioclase \pm grenat \pm hornblende)

Tableau 6.3: Mécanisme de précipitation possible pour chacun des types d'or du gisement Lapa

Relations/habitus de l'or visible	Interaction fluide-roche		Séparation de phase	Refroidissement	Mélange de fluide
	Sulfuration	Acidification			
Avec arsénopyrite	X				
Épontes altérées	X				
Avec pyrrhotite	X	X			
Veinules de quartz			X		X
Avec minéral-Sb		X	X		X

Tableau 6.4: Comparaison du dépôt de la mine Lapa avec divers types de gisements aurifères orogéniques.

Dépôt	Lapa	Mésozonal			Hypozoneal	
		Kerr-Addison	Sigma-Lamaque	Bronzewing	Hutti	Hemlo
Localisation	Sous-province Abitibi Craton du Supérieur	Sous-province Abitibi Craton du Supérieur	Sous-province Abitibi Craton du Supérieur	Norseman-Wiluna Craton du Yilgarn	Hutti-Maski Craton du Dharwar	Sous-province de Wawa Craton du Supérieur
Roches hôtes	Komatiite Basalte Grauwacke	Basalte Komatiite	Andésite Diorite porphyrique Volcanoclastite	Basalte Komatiite	Basalte	Basalte Silt mafique-ultramafique Grauwacke
Grade métamorphique	Schistes verts supérieur ¹	Schistes verts	Schistes verts	Schistes verts supérieur	Amphibolites	Amphibolites
Style structural	Ductile à fragile-ductile	Fragile-ductile	Fragile-ductile	Fragile-ductile	Ductile	Ductile ?
Style de minéralisation	Sulfures disséminés Veinules de qtz-cb	Stockwerk qtz-cb Sulfures disséminés	Veines de Qtz-tourmaline	Veines de qtz-cb	Sulfures disséminés Veines de qtz laminées	Sulfures disséminés Zone de stockwerk
Minéralogie sulfures	Apy, Po, Py ± Cpy, Sp, Sb	Py	Py	Py	Apy, Po, Py ± Cpy, Sp	Py, Mo ± Sb
Altération proximale	Biotite, muscovite Silicification	Carbonatisation	Carbonatisation Muscovite Albite	Carbonates Muscovite Albite	Biotite	Feldspath potassique Muscovite
Signature métallique	Au-As Au-As-Sb	Au, Ag, W	Au, Ag, B, W (Te)	Au, Bi, Te		Au, Mo, Ag, As, Sb
Références		Kishida et Kerrich (1987) Smith et al. (1993)	Daigneault et al. (1983) Robert & Brown (1986a, b)	Dugdale (1996)	Pal & Mishra (2002) Kolb et al. (2005)	Powell & Pattinson (1999) Muir (2002)

¹ Une partie du dépôt s'est formé au faciès supérieur des schistes verts et une autre au faciès amphibolites inférieur

Apy: arsénopyrite, Cb: carbonates, Cpy: chalcopyrite, Mo: molybdénite, Po: pyrrotite, Py: pyrite, Qtz: quartz, Sb: stibnite, Sp: sphalérite

Tableau 6.5: Principaux métallotectes régionaux et locaux définis lors de l'étude du gisement Lapa

Métallotecte	Structural	Géochimique
À l'échelle de la ZFCLL (régional)	<ul style="list-style-type: none"> - Contraste de compétence - Évidence de décrochement 	<ul style="list-style-type: none"> - Roches tholéitiques riches en fer - Intrusions felsiques - Altération potassique
À l'échelle de la mine Lapa (local)	<ul style="list-style-type: none"> - Plis asymétriques en Z - Contact entre le Groupe de Cadillac et le Groupe du Piché - Contraste de compétence - Évidence de réactivation/histoire prolongée 	<ul style="list-style-type: none"> - Roche ultramafique et mafique du Groupe de Piché - Diversité des lithologies - Anomalie métallique marquée en As et Sb - Abondance de biotite, muscovite et/ou actinote - Forte silicification - Évidence de remobilisation

D'après les conclusions Kishida & Kerrich (1987); Beaudoin & Trudel (1989); Robert (1989); Sauvé & Trudel (1989); Trudel et al. (1992); Smith et al. (1993)

CHAPITRE 7

CONCLUSIONS

Cette présente recherche a permis de caractériser et d'expliquer les processus pouvant mener à la formation d'un gisement aurifère au sein d'une zone de faille majeure. Spécifiquement, la mise en place de minéralisation aurifère est complexe et marquée par l'évolution prolongée du système hydrothermal. Dans le cas du gisement Lapa, cette évolution complexe a également été propice à la remobilisation de l'or.

Les objectifs listés au tableau 1.2 ont donc été atteints. Premièrement, la distribution spatiale des zones aurifères a été réalisée à environ 75% puisqu'au moment de l'étude seulement quelques galeries souterraines étaient disponibles pour la cartographie. La caractérisation des roches encaissantes par leur signature géochimique a été atteinte à 100% puisqu'il a été possible de différencier les unités à l'aide des éléments traces. La caractérisation de la typologie de la minéralisation, l'établissement de zonalité métallique ainsi que la proposition de guides d'exploration sont également des objectifs estimés comme atteints à 100%. Enfin, la caractérisation des altérations hydrothermales et la chronologie relative entre les événements ont été réalisées à 85%.

Le dépôt de la mine Lapa est considéré comme un gisement aurifère orogénique localisé au sein de la zone de faille majeure ZFCLL. L'étude de ce gisement, le seul en production présentement dans le camp de Cadillac, a permis de caractériser le Groupe de Piché et la ZFCLL. Ce gisement est atypique par rapport aux autres gisements aurifères orogéniques de la Sous-province de l'Abitibi. Voici les caractéristiques distinctes:

1. des zones minéralisées tabulaires localisées aux contacts roches sédimentaires-roches ultramafiques;
2. une minéralisation constituée de fines veinules démembrées, associées à des disséminations d'arsénopyrite et contenant localement de l'or visible;

3. des changements de style structural avec la profondeur, incluant la plongée et l'orientation des zones minéralisées ainsi que l'atténuation des plis d'entraînement en «Z»;
4. un faciès métamorphique élevé des roches encaissantes, soit schistes verts supérieur à transition schistes verts-amphibolites, et
5. la présence de zonalité métallique verticale Au-Sb, se superposant à un assemblage à Au-As.

La reconstruction des relations de chronologie relative entre les événements de déformation, de métamorphisme et d'hydrothermalisme a permis de suggérer une formation polyphasée pour la minéralisation aurifère. La formation des zones minéralisées a été favorisée par le développement de conduits préférentiels à l'intérieur de la ZFCLL ayant permis la focalisation des fluides. La localisation des conduits préférentiels au gisement Lapa est contrôlée par:

1. la présence de lambeaux de lithologies compétentes au sein de schistes ultramafiques moins compétents;
2. le développement de plis d'entraînement décimétriques, au contact entre les roches sédimentaires du Groupe de Cadillac et les schistes ultramafiques du Groupe de Piché, et
3. la présence d'une géométrie hélicoïde au sein des zones tabulaires.

De plus, la présence de roches chimiquement réactives, i.e. ultramafiques et mafiques, en bordure et dans ces conduits a favorisé la précipitation des sulfures et de l'or par un mécanisme de sulfurisation.

L'épisode de minéralisation orogénique à Lapa a permis la coprécipitation d'or submicroscopique dans des cristaux d'arsénopyrite. La présence d'or visible est interprétée comme résultant de processus de remobilisation métamorphiques et/ou hydrothermaux contrôlés par les divers événements tectoniques enregistrés le long de la ZFCLL. La reconcentration de l'or est contrôlée par une combinaison de processus physico-chimiques incluant des fluctuations de pression, de température et des variations distinctes de la chimie du fluide (e.g. acidification, activité du soufre). Le métamorphisme prograde a ainsi

permis une mobilisation de l'or dans le fluide. Les arsénopyrites montrent des évidences d'altération telles que:

1. la formation d'un halo d'altération enrichi en arsenic;
2. de la fracturation, et
3. des évidences de recristallisation et corrosion (e.g. amas poreux).

Le relâchement épisodique et progressif des fluides hydrothermaux enrichis en or pendant l'événement dominé par le décrochement a possiblement favorisé tout d'abord la précipitation de l'or libre et de la pyrrhotite lorsque les fluides étaient assez chauds. Par la suite, la coprécipitation de l'or visible et des minéraux d'antimoine a coïncidé avec un fort cisaillement affectant essentiellement la partie supérieure du gisement. Ce cisaillement préférentiel semble avoir été favorisé par la forte hydratation des minéraux et être à l'origine du développement de la structure en hélicoïde des zones minéralisées.

En résumé, les événements de déformation et de métamorphisme définissent une histoire de formation prolongée impliquant que le système hydrothermal est d'une grande longévité et/ou résulte de plusieurs influx de fluides pendant une période de temps considérable. Cette histoire s'accorde bien avec celle de la ZFCLL. Ainsi, les événements ayant affecté la faille ont été favorables au gisement plutôt que l'avoir complètement oblitéré. Cependant, la constante déformation encourue le long de la faille a quand même légèrement segmenté le gisement créant une forte discontinuité latérale.

L'étude du gisement Lapa a démontré que la ZFCLL peut contenir des minéralisations économiques dans le camp de Cadillac. Néanmoins, celles-ci doivent vraisemblablement être remobilisées par des événements subséquents pour en faire un gisement économique. En effet, l'or associé à l'épisode orogénique constitue une minéralisation aurifère de faible teneur ($< 4 \text{ g/t Au}$) dans les arsénopyrites qui également est difficile à récupérer. La présence d'or visible augmente la teneur moyenne du gisement et permet à une plus grande quantité d'or récupérable. Par conséquent, les signes de réactivation le long de la faille, tels que l'association Au-Sb en relation avec une association Au-As et les évidences de métamorphisme rétrograde le long de possibles

conduits hydrothermaux, sont des éléments critiques pour l'exploration de ce type de gisements aurifères.

Cet exemple de dépôt aurifère complexe encaissé dans une zone de faille majeure démontre l'importance d'une étude doctorale basée sur une approche classique mettant l'emphase sur les relations chronologiques déduites des observations de terrain.

Toutefois, malgré les réponses apportées quant aux relations entre les différents événements du gisement Lapa, quelques aspects demeurent mal compris pour l'instant. Ainsi, la chronologie absolue n'a pas été évaluée pendant ce projet. Des datations auraient certainement utiles pour appuyer les relations de chronologie relative. Parallèlement, les processus physico-chimiques suggérés pour la précipitation de l'or libre pourraient être éventuellement soutenus par des études d'inclusions fluides ou d'isotopes stables.

RÉFÉRENCES

- Ashley, P.M., Cook, N.D.J., Hill, R.L. & Kent, A.J.R. 1994. Shoshonitic lamprophyre dykes and their relation to mesothermal Au-Sb veins at Hillgrove, New South Wales, Australia. *Lithos* 32: 249-272.
- Ashley, P.M., Creagh, C.J. & Ryan, C.G. 2000. Invisible gold in ore and mineral concentrates from the Hillgrove gold-antimony deposits, NSW, Australia. *Mineralium Deposita* 35: 285-301.
- Ayer, J.A., Thurston, P.C., Bateman, R. Dubé, B., Gibson, H.L. & Hamilton, M.A. 2005. Overview of results from Greenstone architecture project: Discover Abitibi Initiative. Ontario Geological Survey, Open File Report 6154, 146 p.
- Ayer, J.A., Thurston, P.C. & Lafrance, B. 2008. A special issue devoted to base metal and gold metallogeny at regional camp, and deposit scales in the Abitibi greenstone belt: preface. *Economic Geology* 103 (6): 1091-1096.
- Aylemore, M.G. & Graham, J. 1992. Arsenopyrite as a host for refractory gold. *Dans: Proceedings ACEM-12 and ANZSCB-11: The 1992 Joint Conference on Electron Microscopy and Cell Biology. Éditeurs: Griffin, B.J., Johnson, A.W.S., Kuo, J. & Lincoln F.J. Electron microscopy in mining, exploration and metallurgy, Perth* 43.
- Barley, M.E. & Groves, D.I. 1992. Supercontinent cycles and the distribution of metal deposits through time. *Geology* 20: 291-294.
- Barnes, S.-J. 1985. The petrography and geochemistry of komatiite flows the Abitibi Greenstone Belt and a model for their formation. *Lithos* 18 (4): 241-270.
- Barnicoat, A.C., Fare, R.J., Groves, D.I. & McNaughton, N.J. 1991. Syn-metamorphic lode-gold deposits in high-grade Archean setting. *Geology* 19:921-924.
- Barrett, T.J. & MacLean, W.H. 1994. Mass changes in hydrothermal alteration zones associated with VMS deposits of the Noranda area. *Exploration and Mining Geology* 3: 131-160.
- Barton, M.D., Ilchik, R.P. & Marikos, M.A. 1991. Metasomatism. *Dans: Contact metamorphism. Éditeur: Kerrick, D.M. Reviews in Mineralogy* 26, pp. 321-349.
- Bateman, R., Ayer, J.A. & Dubé, B. 2008. The Timmins-Porcupine gold camp, Ontario: anatomy of an Archean greenstone belt and ontogeny of gold mineralization. *Economic Geology* 103: 1285-1308.
- Bateman, R. & Bierlein, F.P. 2006. On Kalgoorlie (Australia), Timmins-Porcupine (Canada), and factors in intense gold mineralisation. *Ore Geology Reviews* 32: 187-206.
- Beaudoin, A. & Trudel, P. 1989. Géologie des mines New Alger, Wood Cadillac, Central Cadillac, Pandora, Lapa Cadillac et Mic Mac. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MB 88-25.
- Beaudoin, G. & Pitre, D. 2005. Stable isotope geochemistry of the Archean Val-d'Or (Canada) orogenic gold vein field. *Mineralium Deposita* 40: 59-75.

- Beaulieu, C. 2010. Le gisement aurifère péri-granitique de Canadian Malartic (Québec): apport de la modélisation 3D à l'interprétation métallogénique. Mémoire de Maîtrise non-publié, Université du Québec à Montréal, 102 p.
- Benn, K., Miles W., Ghassemi M.R. & Gillet J. 1994. Crustal structure and kinematic framework of the north-western Pontiac Subprovince, Québec: an integrated structural and geophysical study. *Canadian Journal of Earth Sciences* 31: 271-281.
- Bhatia, M.R. & Cook, K.A.W. 1986. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to mineralogy and petrology* 92: 181-193.
- Bierlein, F.P. & Wilde, A.R. 2010. New constraints on the polychronous nature of the giant Muruntau gold deposit from wall-rock alteration and ore paragenetic studies. *Australian Journal of Earth Sciences* 57: 839-854.
- Bierlein, F.P., Groves, D.I. & Cawood, P.A. 2009. Metallogeny of accretionary orogens-the connection between lithospheric processes and endowment. *Ore Geology Reviews* 36: 282-292.
- Böhlke, J.K. 1989. Comparison of metasomatism reactions between a common CO₂-rich vein fluid and diverse wall rocks: intensive variables, mass transfers, and Au mineralization at Alleghany, California. *Economic Geology* 84: 291-327.
- Bouchard, M.F. 1979. Région de Cadillac-Malartic. Ministère des Richesses Naturelles du Québec; rapport intérimaire; DPV-683, 9 p.
- Bouchard, M.F. 1980. Région de Cadillac-Malartic. Ministère des Richesses Naturelles du Québec; DPV-791, 10 p.
- Boullier, A.-M. & Robert, F. 1992. Palaeoseismic events recorded in Abitibi gold-quartz vein networks, Val d'Or, Abitibi, Quebec, Canada. *Journal of Structural Geology* 14 (2): 161-179.
- Brown, A.V. & Jenner, G. A. 1989. Geological setting, petrology and chemistry of Cambrian boninite and low-Ti tholeiite lavas in western Tasmania. *Dans: Boninites and Related Rocks. Éditeur: Crawford, A.J. Unwin Hyman, London, p. 232-263.*
- Buchholz, P., Oberthür, T., Lüders, V. & Wilkinson, J. 2007. Multistage Au-As-Sb mineralization and crustal-scale fluid evolution in the Kwekwe district, Midlands Greenstone belt, Zimbabwe: combined geochemical, mineralogical, stable isotope, and fluid inclusion study. *Economic Geology* 102: 347-378.
- Camiré, G.E., Ludden, J.N., La Flèche, M.R. & Burg, J.-P. 1993. Mafic and ultramafic amphibolites from the northwestern Pontiac Subprovince: chemical characterization and implications for tectonic setting. *Canadian Journal of Earth Sciences* 30: 110-1122.
- Card, K.D. 1990. A review of the Superior Province of the Canadian Shield, a product of Archean accretion. *Precambrian Research* 48: 99-156.
- Card, K.D. & Ciesielski, A. 1986. Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. *Geoscience Canada* 13: 5-13.
- Cartwright, I. & Oliver, N.H.S. 2000. Metamorphic fluids and their relationship to the formation of metamorphosed and metamorphogenic ore deposits. *Dans: Metamorphosed and metamorphogenic ore deposits. Éditeurs: Spry, P.G., Marshall, B. & Vokes, F.M. Reviews in Economic Geology* 11, pp. 81-96.

- Cathelineau, M., Boiron, M.C., Holliger, P., Marion, P. & Denis M. 1989 Gold in arsenopyrite : crystal chemistry, location and state, physical and chemical conditions of deposition. *Dans: The Geology of gold deposits: the perspective in 1988. Éditeurs: Keays, R.R., Ramsay, R. & Groves, D.I. Economic Geology Monograph 6*, pp 328-341.
- Chown, E.H., Daigneault, R., Mueller, W. & Mortensen, J. 1992. Tectonic evolution of the Northern Volcanic Zone of the Abitibi Belt. *Canadian Journal of Earth Science*, 29: 2211-2225.
- Colvine, A.C. 1989. An empirical model for the formation of Archean gold deposits: products of final cratonization of the Superior Province, Canada. *Dans: The Geology of Gold deposits: The Perspective in 1988. Éditeurs: Keays, R.R., Ramsay, W.R.H. et Groves, D.I. Economic Geology Monograph 6*, pp. 37-53.
- Colvine, A.C., Fyon, J.A., Heather, K.B., Marmont, S., Smith, P.M. & Troop, D.G. 1988. Archean lode-gold deposits in Ontario. *Ontario Geological Survey Miscellaneous Paper 139*, 136 p.
- Couture, J.F. 2000. Rapport de travaux-1999 Propriété Lapa. Rapport interne de Cambior Exploration Canada, 27 p.
- Cox, S.F. 2005. Coupling between deformation, fluid pressures, and fluid flow in ore-producing hydrothermal systems at depth in the crust. *Economic Geology*, 100th Anniversary Volume, pp. 39-75.
- Cox, S.F., Knackstedt, M.A. & Braun, J. 2001. Principles of Structural control on permeability and fluid flow in hydrothermal systems. *Dans: Structural controls on ore genesis. Éditeurs: Richards, J.P. & Tosdal, R.M. Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology 14*, pp. 1-22.
- Daigneault, R. 1991. Déformation et cisaillement: concepts et applications. *Ministère des Ressources Naturelles du Québec, DV89-16*, 57 p.
- Daigneault, R., Perrault, G. & Bedard, P. 1983. Géologie et géochimie de la mine Lamaque, Val d'Or, Quebec. *CIM Bulletin 76 (851): 111-127*.
- Daigneault, R., Chown, E.H. & Mueller, W.U. 1992. Tectonic boundary between the Northern and the Southern Volcanic Zones, Abitibi Subprovince, Québec. *LITHOPROBE, Abitibi-Grenville Project, Workshop IV, Rep.*, 33:7-10.
- Daigneault, R., Mueller, W.U. & Chown, E.H. 2002. Oblique Archean subduction: accretion and exhumation of an oceanic arc during dextral transpression, Southern Volcanic Zone, Abitibi Subprovince Canada. *Precambrian Research*, 115: 261-290.
- Daigneault, R., Mueller, W.U. & Chown, E.H. 2004. Abitibi greenstone belt plate tectonics : The diachronous history of arc development, accretion and collision. *Dans: The Precambrian Earth: Tempos and Events. Éditeurs: Eriksson, P.G., Altermann, W., Nelson, D.R., Mueller, W.U. & Catuneau O. Elsevier*, pp. 88-103.
- Dasgupta, S., Sengupta, P., Guha, D. & Fukuoka, M. 1991. A refined garnet-biotite Fe-Mg exchange geothermometer and its application in amphibolites and granulites. *Contributions to mineralogy and petrology 109 (1): 130-137*.
- Davis, D.W. 1992. Ages constraints on deposition and provenance of Archean sediments in the southern Abitibi and Pontiac Subprovinces from U-Pb analysis of detrital zircons. *Lithoprobe Rep 25, UBC, Vancouver, Canada*, pp. 147-150.

- Davis, D.W. 2002. U-Pb geochronology of Archean metasedimentary rocks in the Pontiac and Abitibi subprovinces, Quebec, constraints on timing, provenance and regional tectonics. *Precambrian Research* 115: 97-117.
- Davies, J.F. & Whitehead, R.E. 1994. Molar ratios in the study of unaltered and hydrothermally altered greywackes and shales. *Chemical Geology* 111: 85-100.
- Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. 1966. An introduction to the rock-forming minerals. John Wiley and Sons, New York, 528 p.
- Desrochers, J.-P. & Hubert, C. 1996. Structural evolution and early accretion of the Archean Malartic Composite Block, southern Abitibi greenstone belt, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 33: 1556-1569.
- Desroches, J.-P., Hubert, C. & Pilote, P. 1996. Géologie de la région de Val-d'Or-Malartic (Abitibi-Est). Ministère des Ressources Naturelles du Québec, ET 96-01, 133 p.
- Dimroth, E., Imreh, L., Goulet, N. & Rocheleau M. 1983a. Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part II: Tectonic evolution and geomechanical model. *Canadian Journal of Earth Sciences* 20: 1355-1373.
- Dimroth, E., Imreh, L., Goulet, N. & Rocheleau, M. 1983b. Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part III: Plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model. *Canadian Journal of Earth Sciences* 20: 1374-1388.
- Dimroth, E., Imreh, L., Rocheleau, M. & Goulet, N. 1982. Evolution of the south-central part of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part I: Stratigraphic and paleogeographic model. *Canadian Journal of Earth Sciences* 19: 1729-1758.
- Dostal, J. & Mueller, W.U. 1997. Komatiite flooding of a rifted Archean rhyolite complex : geochemical signature and tectonic significance of the Stoughton-Roquemaure Group, Abitibi greenstone belt, Canada. *Journal of Geology* 105: 545-563.
- Doucet, P. & Lafrance, B. 2005. Le potentiel aurifère en profondeur du camp minier de Cadillac. Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune du Québec, PRO-2005-01, 14 p.
- Dubé, B. & Gosselin, P. 2007. Greenstone-hosted quartz-carbonate vein deposits. *Dans: Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods. Éditeur: Goodfellow W.D. Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication 5, pp. 49-73.*
- Dubé, B., Williamson, K. & Malo, M. 2003. Gold mineralization within the Red Lake mine trend: example from the Cochenour-Willans area, Red Lake, Ontario, with some new key information from the Red Lake mine and potential analogy with the Timmins camp. *Geological Survey of Canada Current Research 2003-C21*, 15 p.
- Ducharme, Y, Stevenson, R.K. & Machado, N. 1997. Sm-Nd geochemistry and U-Pb geochronology of the Preissac and Lamotte leucogranites, Abitibi Subprovince. *Canadian Journal of Earth Sciences* 34: 1059-1071.
- Dugdale, A.L. 1996. Multiple vein arrays and zoned alteration at Bronzewing gold deposits, W.A. *Geoscience for the community, 13th Australian geological convention*, pp. 120.

- Eisenlohr, B.N., Groves, D.I. & Partington, G.A. 1989. Crustal-scale shear zones and their significance to Archean gold mineralization in Western Australia. *Mineralium Deposita* 24 (1): 1-8.
- Elmer, F.L. 2004. Mineral equilibria in low-grade carbonate-bearing rocks. Thèse PhD non-publiée. The University of Melbourne, Melbourne.
- Essene, E.J. 1982. Geologic thermometry and barometry. *Reviews in mineralogy* 10: 153-206.
- Fan, J. & Kerrich, R. 1997. Geochemical characteristics of aluminium depleted and undepleted komatiites and HREE-enriched low-Ti tholeiites, western Abitibi greenstone belt; a heterogenous mantle plume-convergent margin environment. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61 (22): 4723-4744.
- Feng, R. & Kerrich, R. 1991. Single zircon age constraints on the tectonic juxtaposition of the Archean Abitibi greenstone belt and Pontiac subprovince, Quebec, Canada. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 55: 3437-3441.
- Feng, R. & Kerrich, R. 1992. Geodynamic evolution of the Southern Abitibi and Pontiac terranes: evidence from geochemistry of granitoid magma series (2700-2630). *Canadian Journal of Earth Sciences* 29: 2266-2286.
- Feng, R., Kerrich, R., McBride, S. & Farrar, E. 1992. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age constraints on the thermal history of the Archean Abitibi greenstone belt and the Pontiac Subprovince: implications for terrane collision, differential uplift, and overprinting of gold deposits. *Canadian Journal of Earth Sciences* 29: 1389-1411.
- Ferry, J.M. & Spear, F.S. 1978. Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. *Contributions to mineralogy and petrology* 66 : 113-117.
- Fershtater, G.B. 1991. An empirical plagioclase-hornblende barometer. *Geochemistry International* 27: 20-27.
- Fralick, P.W. & Kronberg, B.I. 1997. Geochemical discrimination of elastic sedimentary rock sources. *Sedimentary Geology* 113 (1-2): 111-124.
- Gaboury, D. 2004. Paramètres des altérations hydrothermales des gisements de type VMS et aurifères: comparaison de la performance d'indicateurs d'altération. Rapport CONSOREM 2000-2A.
- Gaboury, D., Carrier, A., Crevier, M., Pelletier, C. & Sketchley, D.A. 2001 Predictive distribution of fault-fill and extensional veins: example from the Sigma gold mine, Abitibi subprovince, Canada. *Economic Geology* 96: 1397-1405.
- Gauthier, M., Trépanier, S. & Gardoll, S. 2007. Metamorphic gradient: a regional-scale area selection criterion for gold in the northeastern Superior province, eastern canadian shield. *SEG Newsletter* 69: 10-15.
- Gauthier, N. 1986. Géologie du site minier Astoria. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DP 86-14.
- Gauthier, N., Rocheleau, M., Kelly, D. & Gagnon, Y. 1990. Controls on the distribution of gold mineralization within the Cadillac Tectonic Zone, Rouyn-Beauchastel segment, Abitibi belt, Quebec. *Dans*: The northwestern Quebec polymetallic belt; a summary of 60 years of mining exploration; proceedings of the Rouyn-Noranda 1990 symposium. *Éditeurs*: Rive, M., Verpaclst, P., Gagnon, Y, Lulin, J.-M., Riverin, G.

- & Simard, A. Special Volume – Canadian Institute of Mining and Metallurgy 43, pp. 185-198.
- Genkin, A.D., Bortnikov, N.S., Cabri, L.J., Wagner F.E., Stanley C.J., Safonov Y.G., McMahon G., Friedl J., Kerzin A.L. & Gamyranin G.N. 1998. A multidisciplinary study of invisible gold in arsenopyrite from four mesothermal gold deposits in Siberia, Russian Federation. *Economic Geology* 93: 463-487.
- Gifkins, C.C., Hermann, W. & Large, R. 2005. *Altered volcanic rocks: a guide to description and interpretation*. CODES – University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia.
- Goldfarb, R.J., Baker, T., Dubé, B., Groves, D.I., Hart, C.J.R., Robert, F. & Gosselin, P. 2005. World distribution, productivity, character, and genesis of gold deposits in metamorphic terrane. *Dans: Economic Geology One Hundredth Anniversary Volume: 1905-2005. Éditeurs: Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R.J. & Richards, J.P. Society of Economic Geologists*, pp. 407-450.
- Goldfarb, R.J., Bradley, D.C. & Leach, D.L. 2010. Secular variation in economic geology. *Economic Geology* 105 (3): 459-465.
- Goldfarb, R.J., Groves, D.I. & Gardoll, D. 2001. Orogenic gold and geologic time: A global synthesis. *Ore Geology Reviews* 18: 1-75.
- Goldfarb, R.J., Leach, D.L., Rose, S.C. & Landis, G.P. 1989. Fluid inclusion geochemistry of gold-bearing quartz veins of the Juneau gold belt, southeastern Alaska; implications for ore genesis. *Dans: The geology of gold deposits; the perspective in 1988. Éditeurs: Keays, R.R., Ramsay, W.R.H. et Groves, D.I. Economic Geology Monographs* 6, pp. 363-375.
- Goldfarb, R.J., Miller, L.D., Leach, D.L. & Snee, L.W. 1997. Gold deposits in metamorphic rocks of Alaska. *Economic Geology Monographs* 9, pp. 151-190.
- Goldfarb, R.J., Snee, L.W., Miller, L.D. & Newberry, R.J. 1991. Rapid dewatering of the crust deduced from ages of mesothermal gold deposits. *Nature* 354: 296-298.
- Goldie, R. 1985. The sinters of Ohaki and Champagne pools, New Zealand: possible modern analogues of the Hemlo gold deposit, northern Ontario. *Geoscience Canada* 12: 60-64.
- Goldman, D.S. & Albee, A.L. 1977. Correlation of Mg/Fe partitioning between garnet and biotite with O^{18}/O^{16} partitioning between quartz and magnetite. *American Journal of Sciences* 277: 750-767.
- Goodwin, R. & Ridler, R.H. 1970. The Abitibi Orogenic Belt. *Dans: Symposium on basins and geosynclines of the Canadian Shield. Éditeur: Baer, A.J. Geological Survey of Canada*, pp. 1-31.
- Goulet, N. 1978. Stratigraphy and structural relationships across the Cadillac-Larder lake fault, Rouyn-Beauchastel area, Quebec. *Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec*, DP 602, 141 p.
- Goutier, J., McNicoll, V., Dion, C., Ross, P.-S. & Mercier-Langevin, P. 2009. Portrait des grandes unités du Groupe de Blake River et leur relation avec les sulfures massifs volcanogènes. *Congrès Abitibi 2009-Abitibi Cuivre, Rouyn-Noranda, September 28th, 2009, Excursion Guidebook, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, GM 64196*, pp. 9-28.

- Graham, C.M. 1974. Metabasite amphiboles of the Scottish Dalradian. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 47: 165-185.
- Grant, J.A. 1986a. The isocon diagram: a simple solution to Gresen's equation for metasomatic alteration. *Economic Geology* 81: 1976-1982.
- Grant, M. 1986b. Étude du métamorphisme et de la distribution verticale des teneurs en Au, As et Sb à la mine Sigma, Val d'Or, Québec. Mémoire de maîtrise, École Polytechnique, Université de Montréal, 121 p.
- Gresens, R.L. 1967. Composition-volume relationships of metasomatism. *Chemical Geology* 2: 47-65.
- Groves, D.I. 1993. The crustal continuum model for late-Archean lode gold deposits of the Yilgarn block, Western Australia. *Mineralium Deposita* 28: 366-374.
- Groves, D.I. & Phillips, G.N. 1987. The genesis and tectonic control on Archean gold deposits of the Western Australian shield—a metamorphic replacement model. *Ore Geology Reviews* 2: 287-322.
- Groves, D.I., Barley, M.E., Barnicoat, A.C., Cassidy, K.F., Fare, R.J., Hagemann, S.G., Ho, S.E., Hronsky, J.M.A., Mikucki, E.J., Mueller, A.G., McNaughton, N.J., Perring, C.S., Ridley, J.R. et Vearncombe, J.R. 1992. Sub-greenschist- to granulite-hosted Archean lode-gold deposits of the Yilgarn Craton: a depositional continuum from deep-sourced hydrothermal fluids in crustal-scale plumbing systems. *Dans: The Archean: terrains, processes and metallogeny. Éditeurs: Glover, J.E. et Ho, S.E. Publication 22, Geology Department and Extension, University of Western Australia*, pp. 325-337.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G. & Robert, F. 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationships to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews* 13: 7-27.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Know-Robinson, C.M., Ojala, J., Gardoll, S., Yun, G. & Holyland, P. 2000. Late-kinematic timing of orogenic gold deposits and significance for computer-based exploration techniques with emphasis on the Yilgarn block, Western Australia. *Ore Geology Reviews* 17: 1-38.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Robert, F. & Hart, C.J.R. 2003. Gold deposits in metamorphic belts: Overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance. *Economic Geology* 98: 1-29.
- Guha, J., Lu, H.Z. & Dubé, B. 1991. Fluid characteristics of vein and altered wall rock in Archean mesothermal gold deposits. *Economic Geology* 86: 667-684.
- Gunning, H.C. 1937. Région de Cadillac (Québec). Geological Survey of Canada, Mémoire 206, 78 p.
- Gunning, H.C. 1941. Bousquet-Joannes, Quebec. Geological Survey of Canada, Mémoire 231.
- Gunning, H.C. & Ambrose, J.W. 1940. Malartic area, Quebec. Geological Survey of Canada, Mémoire 222.
- Hagemann, S.G. & Cassidy, K.F. 2000. Archean orogenic lode gold deposits. *Dans: Gold in 2000. Éditeurs: Hagemann, S.G. & Brown, P.E. Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology* 13, pp. 9-68.

- Hagemann, S.G., Gebre-Mariam, M. & Groves, D.I. 1994. Surface-water influx in shallow-level Archean lode-gold deposits in Western Australia. *Geology* 22 (12): 1067-1070.
- Hammond, N.Q., Moore, J.M. & Sheets, R.W. 2007. Physico-chemical conditions of ore-forming fluids associated with genesis of the Kalahari Goldridge deposit, Kraaipan Greenstone Belt, South Africa. *Ore Geology Reviews* 30: 106-134.
- Hart, C.J.R. 2007. Reduced intrusion-related gold systems. *Dans: Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit—types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods. Éditeur: Goodfellow W.D. Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication 5, pp. 95-112.*
- Heiligmann, M., Williams-Jones, A.E. & Clark, J.R. 2008. The role of sulfate-sulfide-oxide-silicate equilibria in the metamorphism of hydrothermal alteration at the Hemlo gold deposit, Ontario. *Economic Geology* 103 (2): 335-351.
- Henley, H.R. & Ellis, A.J. 1983. Geothermal systems ancient and modern- a geochemical review. *Earth Science Reviews* 19:1-50.
- Hey, M.H. 1954. A new review of the chlorites. *Mineralogical Magazine* 30: 277-292.
- Hietanen, A. 1974. Amphibole pairs, epidote minerals, chlorite, and plagioclase in metamorphic rocks, northern Sierra Nevada, California. *American Mineralogist* 59: 20-22.
- Hodges, K.V. & Spear, F.S. 1982. Geothermometry, geobarometry and the Al_2SiO_5 triple point at Mt Mooslanke, New Hampshire. *American Mineralogist* 67 : 1118-1134.
- Hodgson, C.J. 1989. The structure of shear-related, vein-type gold deposits: A review. *Ore Geology Reviews* 4: 635-678.
- Hodgson, C.J. 1993. Mesothermal lode-gold deposits. *Dans: Mineral Deposits Modelling. Éditeurs: Kirkham, R.V., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I. et Duke, J.M. Geological Association of Canada, Special Paper 40, pp. 635-678.*
- Hodgson, C.J. & MacGeehan, P.J. 1982. Geological characteristics of gold deposits in the Superior Province of the Canadian Shield. *Dans: Geology of Canadian Gold Deposits: Canadian. Éditeurs: Hodder, R.W. & Petruks, W. Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Special Volume 24, p. 211-229.*
- Holland, T. & Blundy, J. 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contributions to mineralogy and petrology* 116 : 433-447.
- Hronsky, J.M.A. 1993. The role of physical and chemical processes in the formation of gold ore-shoots at the Lancefield gold deposit, Western Australia. Thèse de doctorat, Crawley, Australia, University of Western Australia, 205 p.
- Hubert, C. 1990. Geologic framework, evolution and structural setting of gold and base metal deposits of the Abitibi greenstone belt, Canada. *Dans: Gold and base metal mineralization in the Abitibi Subprovince, Canada, with emphasis on the Quebec segment. Éditeurs: Ho, S.E., Robert, F. & Groves, D.I. The University of Western Australia Publication 24, pp. 53-62.*
- Hubert, C., Trudel, P. & Gélinas, L. 1984. Archean wrench-fault tectonics and structural evolution of the Blake River Group, Abitibi, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences* 21: 1024-1032.

- Imreh, L. 1984. Sillon de La Motte-Vassan et son avant-pays méridional: Synthèse volcanogénique, lithostratigraphique et géologique. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MM 82-04.
- Jackson, M.P.A., Eriksson, K.A. & Harris, C.W. 1987. Early Archean foredeep sedimentation related to crustal shortening: a reinterpretation of the Barbeton sequence, southern Africa. *Tectonophysics* 136: 197-221.
- Jébrak, M. & Marcoux, E. 2008. Géologie des ressources minérales. Géologie Québec, Québec, Canada, 667 p.
- Jensen, L.S. 1976. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ontario Division Mines, Miscellaneous Paper 66.
- Jessel, M.W., Willman, C.E. & Gray, D.R. 1994. Bedding parallel veins and their relationship to folding. *Journal of Structural Geology* 16 (6): 753-767.
- Jolivet, L. 1998. Géodynamique. Dunod Paris, France, 226 p.
- Jolly, W.T. 1978. Metamorphic history of the Archean Abitibi belt. *Dans: Metamorphism in the Canadian Shield*. Geological Survey of Canada, Paper 78-10, pp. 63-77.
- Kelly, P.J. 1994. Wallrock alteration and gold mineralization at the Archean Hill 50 deposit, Mount Magnet, Western Australia. Australian Mineral Foundation, Australian Research on Ore Genesis Symposium, Adelaide, Australia Proceedings, pp. 4.2-4.5
- Kennedy, B.M., Kharaka, Y.K., Evans, W.C., Ellwood, A., DePaolo, D.J., Thordsen, G., Ambats, G. & Mariner, R.H. 1997. Mantle fluids in the San Andreas Fault system, California. *Science* 278: 1278-1281.
- Kerrick, R. 1987. The stable isotope geochemistry of Au-Ag vein deposits in metamorphic rocks. *Mineralogical Association of Canada, Short Course* 13: 287-336.
- Kerrick, R. 1999. Nature's gold factory. *Science* 284: 2101-2102.
- Kerrick, R. & Cassidy, K.F. 1994. Temporal relationships of lode gold mineralization to accretion, magmatism, metamorphism and deformation-Archean to present: A review. *Ore Geology Reviews* 9: 263-310.
- Kerrick, R. & Feng, R. 1992. Archean geodynamics and the Abitibi-Pontiac collision: Implications for advection of fluids at transpressive collisional boundaries and the origin of giant quartz vein systems. *Earth Science Reviews* 32: 33-60.
- Kerrick, R. & Ludden, J. 2000. The role of fluids during formation and evolution of the southern Superior Province lithosphere: an overview. *Canadian Journal of Earth Sciences* 37: 135-164.
- Kerrick, R. & Wyman, D.A. 1990. Geodynamic setting of mesothermal gold deposits: An association with accretionary tectonic regimes. *Geology* 18: 882-885.
- Kerrick, R., Goldfarb, R.J., Groves, D.I. & Garwin, S. 2000. The geodynamics of world class gold deposits: Characteristics, space-time distribution, and origins. *Dans Gold in 2000. Éditeurs: S.G. Hagemann & P.E. Brown, P.E. Reviews in Economic Geology*, 13, pp. 501-544.
- Kerrick, R., Wyman, D.A., Fan, J. & Bleeker, W. 1998. Boninite series-Low Ti-tholeiite associations from the 2.7 Ga Abitibi greenstone belt. *Earth and Planetary Sciences Letters* 164: 303-316.

- Kishida, A. & Kerrich, R. 1987. Hydrothermal alteration zoning and gold concentration at the Kerr-Addison Archean lode gold deposit, Kirkland Lake, Ontario. *Economic Geology* 82: 649-690.
- Knight, J.T., Groves, D.I. & Ridley, J.R. 1993. District-scale structural and metamorphic controls on Archean lode-gold mineralization in the amphibolite facies Coolgarlie goldfield, Western Australia. *Mineralium Deposita* 28: 436-456.
- Kolb, J., Hellmann, A., Rogers, A., Sinderin, S., Vennemann, T., Böttcher, M.E. & Meyer, M.F. 2004a. The role a transcrustal shear zone in orogenic gold mineralization at the Ajjanahalli Mine, Dharwar Craton, South India. *Economic Geology* 99: 743-759.
- Kolb, J., Rogers, A., Meyer, M.F. & Venneman, T.W. 2004b. Development of fluid conduits in the auriferous shear zones of the Hutti gold mine, India: evidence for spatially and temporally heterogeneous fluid flow. *Tectonophysics* 378: 65-84.
- Kolb, J., Rogers, A. & Meyers, M. 2005. Relative timing of deformation and two-stage gold mineralization at the Hutti Mine, Dharwar Craton, India. *Mineralium Deposita* 40: 156-174.
- Kretschmar, U. & Scott, S.D. 1976. Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. *The Canadian Mineralogist* 14: 364-386.
- Kromprobst, J. 2001. *Métamorphisme et roches métamorphiques: Signification géodynamique*. Édition 3, Dunod, Paris.
- Kuhns, R.J., Sawkins, F.J. & Ito, E. 1994. Magmatism, metamorphism, and deformation at Hemlo, Ontario, and the timing of Au-Mo mineralization in the Golden Giant mine. *Economic Geology* 89: 720-756.
- Laird, J. 1980. Phase equilibria in mafic schist from Vermont. *Journal of Petrology* 21 : 1-37.
- Lajoie, J. & Ludden, J. 1984. Petrology of the Archean Pontiac and Kewagama sediments and implications for the stratigraphy of the southern Abitibi belt. *Canadian Journal of Earth Sciences* 21 (11): 1305-1314.
- Landry, J. 1989. *Volcanologie physique et sédimentologique du groupe volcanique de Piché et relations stratigraphiques avec les groupes sédimentaires encaissants de Pontiac et de Cadillac*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 115 p.
- Latulippe, M. 1976. *Excursion géologique Val d'Or-Malartic*. Ministère des Richesses Naturelles, Québec. DPV-367, 124 p.
- Leake, B.E. 1962. On the non-existence of a vacant area in the Hallimond calciferous amphibole diagram. *Japanese Journal of Geology and Geography* 33 (1):1-13.
- Lentz, D.R. 2002. Sphalerite and arsenopyrite at the Brunswick no.12 massive-sulfide deposit, Bathurst camp, New Brunswick: constraints on P-T evolution. *The Canadian Mineralogist* 40: 19-31.
- Liou, J.G., Kuniyoshi, S. & Ito, K. 1974. Experimental studies of the phase relations between greenschist and amphibolite in a basaltic system. *American Journal of Science* 274: 613-632.
- Lombardi, D. 2006. 2004 Drilling programme Lapa property, Cadillac Township, Abitibi, Quebec. Internal Report Agnico-Eagle Mines Ltd, 21p.

- Loucks, R.R. & Mavrogenes, J.A. 1999. Gold solubility in supercritical hydrothermal brines measured in synthetic fluid inclusions. *Science* 284: 2159-2163.
- Ludden, J. & Hubert, C. 1986. Geologic evolution of the late Archean Abitibi greenstone belt of Canada. *Geology* 14: 707-711.
- Ludden, J., Hubert, C., Green, A.G., Mayrand, L.J. & Mikereit, B. 1988. The third dimension of an Archean greenstone belt; initial results from the Abitibi Lithoprobe experiment in the Noranda mining camp. *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 69 (44): 1312.
- Ludden, J., Hubert, C. & Gariépy, C. 1986. The tectonic evolution of the Abitibi greenstone belt of Canada. *Geological Magazine* 123: 153-166.
- Machado, N., Philippe, S., David, J. & Gariépy, C. 1991. Géochronologie U-Pb du territoire québécois : Fosses du Labrador et de l'Ungava et Sous-Province de Pontiac, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, MB 91-07, 50 p.
- MacLean, W.H. & Barrett, T.J. 1993. Litho-geochemical techniques using immobile elements. *Journal of Geochemical Exploration* 48: 109-133.
- MacLean, W.H. & Kranidiotis, P. 1987. Immobile elements as monitors of mass transfer in hydrothermal alteration: Phelps Dodge massive sulfide deposit, Matagami, Quebec. *Economic Geology* 82: 951-962.
- Manikyamba, C., Naqvi, S.M., Ram Mohan, M. & Gnaneshwar, R. 2004. Gold mineralisation and alteration of Penakacherla schist belt, India, constraints on Archean subduction and fluid processes. *Ore Geology Reviews* 24: 199-227.
- McCuaig, C.T. & Kerrich, R. 1998. P-T-t-deformation-fluid characteristics of lode gold deposits: evidence from alteration systematics. *Ore Geology Reviews* 12: 381-453.
- McCuaig, C.T., Kerrich, R., Groves, D.I. & Archer, N. 1993. The nature and dimensions of regional and local gold-related hydrothermal alteration in tholeiitic metabasalts in the Norseman Goldfields; the missing link in a crustal continuum of gold deposits? *Mineralium Deposita* 28 (6): 420-435.
- McDonough, W.F. & Sun, S.-S. 1995. The composition of the Earth. *Chemical Geology* 120: 223-253.
- Mercier-Langevin, P. 2007. Lapa- Caractérisation géochimique (étude préliminaire). Rapport interne présenté à Agnico-Eagle Mines Ltée, 133 p.
- Mercier-Langevin, P., Goutier, J., Ross, P.-S., McNicoll, V., Monecke, T., Dion, C., Dubé, B., Thurston, P., Bécu, V., Gibson, H., Hannington, M. & Galley, A. 2011. The Blake River Group of the Abitibi greenstone belt and its unique VMS and gold-rich VMS endowment. Geological Survey of Canada Open File 6869, 72 p.
- Mercier-Langevin, P., Simard, M., Daigneault, R., Gaboury, D., Gosselin, G., Bédard, N., Lombardi, D. 2008. The Lapa Au deposit, Abitibi Greenstone Belt, Quebec; host units and hydrothermal alteration-preliminary study. Internal report to Agnico-Eagle Mines Ltd, Lapa and Exploration divisions, 33 p.
- Michibayashi, K. 1995. Two-phase syntectonic gold mineralization and barite remobilization within the main ore body of the Golden Giant mine, Hemlo, Ontario, Canada. *Ore Geology Reviews* 10: 31-50.
- Mikucki, E.J. 1998. Hydrothermal transport and depositional processes in Archean lode-gold systems: A review. *Ore Geology Reviews* 13: 307-321.

- Mikucki E.J. & Henrich, C.A. 1993. Vein- and mine-scale wall-rock alteration and gold mineralisation in the Archean Mount Charlotte deposit, Kalgoorlie, Western Australia. Australian Geological Survey Organisation Record 1993/54, pp. 135-140.
- Mikucki, E.J. & Ridley, J.R. 1993. The hydrothermal fluid of Archean lode-gold deposits at different metamorphic grades: compositional constraints from ore and wallrock alteration assemblages. *Mineralium Deposita* 28: 469-481.
- Moody, J.B., Meyer, D. & Jenkins, J.E. 1983. Experimental characterization of the greenschist/amphibolite boundary in mafic systems. *American Journal of Science* 283: 48-92.
- Morasse, S., Wasteneys, H.A., Cormier, M., Helmstaedt & Mason, R. 1995. A 2686 Ma intrusion-related gold deposit at the Kiena mine, Val d'Or, Québec, Southern Abitibi Subprovince. *Economic Geology* 90: 1310-1321.
- Morin, D., Jébrak, M., Beaufort D. & Meunier A. 1993. Metamorphic evolution of the late Archean Cadillac Tectonic Zone, McWatters, Abitibi belt, Quebec. *Journal of Metamorphic Geology* 11: 121-135.
- Morey, A.A., Tomkins, A.G., Bierlein, F.P., Weinberg, R.F. & Davidson, G.J. 2008. Bimodal distribution of gold in pyrite and arsenopyrite: Examples from the Archean Boorara and Bardoc Shear systems, Yilgarn Craton, Western Australia. *Economic Geology* 103: 599-614.
- Mortensen, J.K. 1993. U-Pb geochronology of the eastern Abitibi Subprovince: Part II: Noranda-Kirkland-Lake area. *Canadian Journal of Earth Sciences* 30: 29-41.
- Mueller, W.U., Daigneault, R., Mortensen, J. & Chown, E.H. 1996. Archean terrane docking: upper crust collision tectonics, Abitibi Greenstone Belt, Quebec, Canada. *Tectonophysics* 265: 127-150.
- Muir, T.L. 2002. The Hemlo gold deposit, Ontario, Canada: principal deposit characteristics and constraints on mineralization. *Ore Geology Reviews* 21: 1-66.
- Mumin, A.H., Fleet, M.E. & Chryssoulis, S.L. 1994. Gold mineralization in As-rich mesothermal gold ores of the Bogosu-Prestea mining district of the Ashanti gold belt, Ghana; remobilization of «invisible» gold. *Mineralium Deposita* 29: 445-460.
- Neall, F.B. & Phillips, G.W. 1987. Fluid-wallrock interaction in an Archean hydrothermal gold deposit: a thermodynamic model for the Hunt mine, Kambalda. *Economic Geology* 82: 1679-1694.
- Neumayr, P. & Hagemann, S.G. 2002. Hydrothermal fluid evolution within the Cadillac Tectonic Zone, Abitibi Greenstone belt, Canada: relationship to auriferous fluids in adjacent second- and third-order shear zones. *Economic Geology* 97: 1203-1225.
- Neumayr, P., Cabri, L.J., Groves, D.I., Mikucki, E.J. & Jackman, J.A. 1993. The mineralogical distribution of gold and relative timing of gold mineralization in two Archaean settings of high metamorphic grade in Australia. *The Canadian Mineralogist* 31: 711-725.
- Neumayr, P. Hagemann, S.G. & Couture, J.-F. 2000. Structural setting textures and timing of hydrothermal vein systems in the Val-d'Or camp, Abitibi, Canada: implications for the evolution of transcrustal, second- and higher-order fault zones and gold mineralization. *Canadian Journal of Earth Sciences* 37: 95-115.

- Neumayr, P., Hagemann, S.G., Banks, D.A., Yardley, B.W.D., Couture, J.-F., Landis, G.P. & Rye, R. 2007. Fluid chemistry and evolution of hydrothermal fluids in an Archean transcrustal fault zone network: the case of the Cadillac Tectonic Zone, Abitibi greenstone belt, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 44: 745-773.
- Neumayr, P., Ridley, J.R. & Groves, D.I. 1995. Physicochemical conditions of fluid-wallrock interaction at amphibolite-facies conditions in two Archean hydrothermal gold deposits in the Mt. York District, Pilbara Craton, Western Australia. *Canadian Journal of Earth Sciences* 32: 993-1016.
- Nicolas, A. 1984. *Principes de tectonique*. Masson, 196 p.
- Oberthür, T., Weiser, T., Amanor, J.A. & Chryssoulis, S.L. 1997. Mineralogical sitting and distribution of gold in quartz veins and sulphide ores of the Ashanti mine and other deposits in the Ashanti belt of Ghana: Genetic implications. *Mineralium Deposita* 32: 2-15.
- Olivo, G.R., Isnard, H., Williams-Jones, A.E. & Gariépy, C. 2007. Pb isotope compositions of pyrite from the C quartz-tourmaline vein of the Siscoe gold deposit, Val d'Or, Quebec: constraints on the origin and age of the gold mineralization. *Economic Geology* 102: 137-146.
- Otto, A., Dziggel, A., Kisters, A.F.M. & Meyer, F.M. 2007. The New Consort gold mine, Barbeton greenstone belt, South Africa; orogenic gold mineralization in a condensed metamorphic profile. *Mineralium Deposita* 42 (7): 715-735.
- Pal, N. & Mishra, B. 2002. Alteration geochemistry and fluid inclusion characteristics of the greenstone-hosted gold deposit of Hutti, eastern Dharwar Craton, India. *Mineralium Deposita* 37 (8): 722-736.
- Pan, Y. & Fleet, M.E. 1992. Calc-silicate alteration at Hemlo gold deposit, Ontario: mineral assemblages, P-T-X constraints and significance. *Economic Geology* 87: 1104-1120.
- Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J. 1998. *Microtectonics*. Springer-Verlag, Germany, 289 p.
- Pearce, J.A. & Norry, M.J. 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 69: 33-47.
- Pearson, V. & Daigneault, R. 2009. An archean megacaldera complex: the Blake River Group, Abitibi greenstone belt. *Precambrian Research*, 168: 66-82.
- Pecher, A. 1979. Composition and density of the fluid phase through a major crustal shear-zone – data on fluid inclusions of quartz from the Himalayan main central thrust zone, central Nepal. *Bulletin de mineralogy* 102 (5-6): 537-554.
- Penczak, R.S. & Mason, R. 1999. Characteristics and origin of Archean premetamorphic hydrothermal alteration at the Campbell gold mine, northwestern Ontario, Canada. *Economic Geology* 94 (4): 507-528.
- Perchuk, L.L. & Lavrenteva, I.V. 1983. Experimental investigation of exchange equilibria in the system cordierite-garnet-biotite. *Dans: Kinetics and equilibrium in mineral reactions. Éditeur: Saxena, S.K. Springer Berlin, Heidelberg, New York*, pp. 199-239.
- Peters, S.G. 1993. Nomenclature, concepts and classification of oreshoots in vein deposits. *Ore Geology Reviews* 8: 3-22.

- Phillips, G.N. 1985. Interpretation of Big Bell/Hemlo-type gold deposits: precursors, metamorphism, melting, and genetic constraints. *Geological Society of South Africa Transactions* 88: 159-173.
- Phillips G.N. & De Nooy, D. 1988. High-grade metamorphic processes which influence Archean gold deposits, with particular reference to Big Bell, Australia. *Journal of Metamorphic Geology* 6: 95-114.
- Phillips, G.N. & Evans, K.A. 2004. Role of CO₂ in the formation of gold deposits. *Nature* 429: 860-863.
- Phillips, G.N. & Groves, D.I. 1983. Fluid access and fluid-wallrock interaction in the genesis of the Archean gold-quartz vein deposit at Hunt Mine, Kambalda, Western Australia. *Dans: Proceedings of Gold '82: the geology, geochemistry and genesis of gold deposits. Éditeurs: Foster, R.P. & Balkema, A.A., Rotterdam, the Netherlands, p. 389-416.*
- Phillips, G.N. & Powell, R. 2009. Formation of gold deposits: Review and evaluation of the continuum model. *Earth Science Reviews* 94: 1-21.
- Phillips, G.N. & Powell, R. 2010. Formation of gold deposits: a metamorphic devolatilization model. *Journal of metamorphic geology* 28: 689-718.
- Phillips, G.N., Groves, D.I. & Kerrich, R. 1996. Factors in the formation of the giant Kalgoorlie gold deposit. *Ore Geology Reviews* 10: 295-317.
- Pilote, P., McNicoll, V., Daigneault, R. & Moorhead, J. 2009. Géologie et nouvelles corrélations dans la partie Ouest du Groupe de Malartic et dans le Groupe de Kinojévis, Québec. *Congrès Abitibi 2009-Abitibi Cuivre, Rouyn-Noranda, September 28th, 2009, Excursion Guidebook, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, GM 64196, pp. 83-90.*
- Pilote, P., Moorhead, J. & Mueller, W.U. 1998. Développement d'un arc volcanique, la région de Val d'Or ceinture de l'Abitibi-volcanologie physique et évolution métallogénique. *Guide d'excursion A2, AGC/GAC, Québec, Canada, 104 p.*
- Platt, J.P. & Vissers, R.L.M. 1980. Extensional structures in anisotropic rocks. *Journal of Structural Geology* 2: 397-410.
- Plyusnina, L.P. 1982. Geothermometry and geobarometry of plagioclase-hornblende bearing assemblage. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 80: 140-146.
- Pokrovski, G.S., Taigirov, B.R., Schott, J., Hazemann, J.-L. & Proux, O. 2009. A new view on gold speciation in sulphur-bearing hydrothermal fluids from in situ X-ray absorption spectroscopy and quantum-chemical modeling. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 73: 5406-5427.
- Poulsen, K.H., Robert, F. & Dubé, B. 2000. Geological classification of Canadian gold deposits. *Geological Survey of Canada, Bulletin, 540, 106 p.*
- Powell, R., Will, T.M. & Phillips, G.N. 1991. Metamorphism in Archean greenstone belts: calculated fluid compositions and implications for gold mineralization. *Journal of Metamorphic Geology* 9: 141-150.
- Powell, W.G., Carmichael, D.M. & Hodgson, C.J. 1995a. Conditions and timing of metamorphism in the southern Abitibi greenstone belt, Quebec. *Canadian Journal of Earth Science* 32: 787-805.

- Powell, W.G., Hodgson, C.J., Hanes, J.A., Carmichael, D.M., McBride, S. & Farrar, E. 1995b. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronological evidence for multiple postmetamorphic hydrothermal events focused along faults in the southern Abitibi greenstone belt. *Canadian Journal of Earth Science* 32: 768-786.
- Powell, W.G. & Pattinson, D.R.M. 1997. An exsolution origin for low-temperature sulfides at the Hemlo gold deposit, Ontario, Canada. *Economic Geology* 92: 569-577.
- Powell, W.G., Pattinson, D.R.M. & Johnston, P. 1999. Metamorphic history of the Hemlo deposit from Al_2SiO_5 mineral assemblages, with implications for the timing of mineralization. *Canadian Journal of Earth Sciences* 36: 33-46.
- Rickwood, P.C. 1989. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos* 22: 247-263.
- Ridley, J. 1989. Evolution of metamorphic belts. *Dans: Proceedings of the 1987 joint meeting of the Metamorphic Studies Group and IGCP project 235. Éditeurs: Daly, J.S., Cliff, R.A. & Yardley, B.W.D. Geological Society Special Publication 43*, pp. 103-115.
- Ridley, J.R. 1993. The relationship between mean rock stress and fluid flow in the crust: with reference to vein- and lode-style deposits. *Ore Geology Reviews* 8: 23-37.
- Ridley, J.R. & Diamond, L.W. 2000. Fluid chemistry of orogenic lode gold deposits and implications for genetic models. *Dans: Gold in 2000. Éditeurs: Hagemann, S.G. & Brown, P.E. Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology* 13, pp. 141-162.
- Ridley, J., Groves, D.I. & Hagemann, S.G. 1995. Exploration and deposit models for gold deposits in amphibolite/granulite facies terrains. *MERIWA Rep.* 142, 126 p.
- Ridley, J., Groves, D.I. & Knight, J.T. 2000. Gold deposits in amphibolite and granulite facies terranes of the Archean Yilgarn Craton, Western Australia: evidence and implications of synmetamorphic mineralization. *Dans: Metamorphosed and metamorphogenic ore deposits. Éditeurs: Spry, P.G., Marshall, B. & Vokes, F.M. Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology* 11, pp. 265-290.
- Robert, F. 1989. Internal structure of the Cadillac tectonic zone southeast of Val-d'Or, Abitibi greenstone belt, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences* 26: 2661-2675.
- Robert, F. 1995. Quartz-carbonate vein gold. *Dans: Geology of Canadian Mineral Deposit Types. Éditeurs: Eckstrand, O.R., Sinclair, W.D.T. et Thorpe, R.I. Geological Survey of Canada, Geology of Canada No.8*, p. 350-366.
- Robert, F. & Brown, A.C. 1986a. Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma mine, Abitibi greenstone belt, Quebec. Part I. *Economic Geologie* 81 (3): 578-592.
- Robert, F. & Brown, A.C. 1986b. Archean gold-bearing quartz veins at the Sigma mine, Abitibi greenstone belt, Quebec. Part II. *Economic Geologie* 81 (3): 593-616.
- Robert, F. & Poulsen, K.H. 1997. World-class Archean gold deposits in Canada: an overview. *Australian Journal of Earth Sciences* 44: 329-351.
- Robert, F. & Poulsen, K.H. 2001. Vein formation and deformation in greenstone gold deposits. *Dans: Structural controls on ore genesis. Éditeurs: Richards, J.P. & Tosdal, R.M. Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology* 14, pp. 111-155.

- Robert, F., Poulsen, K.H., Cassidy, K.F. & Hodgson, C.J. 2005. Gold metallogeny of the Yilgarn and Superior cratons. *Dans: Economic Geology One Hundredth Anniversary Volume. Éditeurs: Goldfarb, R.J. & Richards, J.P. Society of Economic Geologists*, pp. 1001-1033.
- Roberts, R.G. 1987. Archean lode gold deposits. *Geoscience Canada* 14: 1-19.
- Rose, A.W. & Burt, D.M. 1979. Hydrothermal alteration. *Dans: Geochemistry of hydrothermal ore deposits, 3^{re} edition. Éditeur: Barnes, H.L. New York, USA, John Wiley and Sons*, p. 173-235.
- Saha, I. & Venkatesh, A.S. 2002. Invisible gold within sulfides from the Archean Hutti-Maski schist belt, Southern India. *Journal of Asian Earth Sciences* 20: 449-457.
- Sansfaçon, R. 1983. Étude structurale, stratigraphique et économique des formations sédimentaires et volcaniques de la région du Lac Bousquet, comté Abitibi, Québec. Thèse de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 151 p.
- Sansfaçon, R. 1986. Le district de Malartic. *Dans: Structure et or, de Rouyn à Val-d'Or, Québec. Réunion annuelle conjointe de GAC-MAC, livret-guide de l'excursion 14*, pp. 28-43.
- Sansfaçon, R. & Hubert, C. 1990. The Malartic gold district, Abitibi belt, Québec: Geological setting, structure and timing of gold emplacement at Malartic Gold Fields, Barnat, East Malartic, Canadian Malartic and Sladen Mines. *Dans: La ceinture polymétallique du nord-ouest québécois. Éditeurs: Rive, M., Verpaelst, P., Gagnon, Y., Lulin, J-M., Riverin, G. & Simard, A. Institut canadien des mines et de la métallurgie, volume Spécial 43*, pp. 221-235.
- Sauvé, P. & Trudel, P. 1989. Géologie de la mine O'Brien (région de Cadillac). Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. ET 89-07.
- Sauvé, P., Imreh, L. & Trudel, P. 1991. Description des gîtes d'or de la région de Val-d'Or. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. MM 91-03, 198 p.
- Sharp, Z.D., Essene, E.J. & Kelly, W.C. 1985. A re-examination of the arsenopyrite geothermometer: Pressure considerations and applications to natural assemblages. *The Canadian Mineralogist* 23: 517-534.
- Sibson, R.H., Robert, F. & Poulsen, H. 1988. High angle faults, fluid pressure cycling and mesothermal gold-quartz deposits. *Geology* 16: 551-555.
- Sinclair, H.D. 1992. Turbidite sedimentation during Alpine thrusting: the Taveyanmaz sandstones of eastern Switzerland. *Sedimentology* 39: 837-856.
- Skinner, B.J. 1979. The many origins of hydrothermal mineral deposits. *Dans: Geochemistry of hydrothermal ore deposits. Éditeur: Barnes, H.L. New York, USA, Wiley Interscience*, p. 1-21.
- Smith, D.S. 1996. Hydrothermal alteration at the Mineral Hill mine, Jardine, Montana: a lower amphibolite facies Archean lode gold deposit of probable synmetamorphic origin. *Economic Geology* 91: 723-750.
- Smith, J.P., Spooner, E.T.C., Broughton, D.W. & Ploeger, F.R. 1993. Archean Au-Ag-(W) Quartz vein/disseminated mineralisation within the Larder Lake-Cadillac Break, Kerr Addison-Chesterville system. *Open File Report 5831*, 310 p.

- Sproule, R.A., Leshner, C.M., Ayer, J.A., Thurston, P.C. & Herzberg, C.T. 2002. Spatial and temporal variations in the geochemistry of komatiites and komatiitic basalts in the Abitibi greenstone belt. *Precambrian Research* 115 (1-4): 153-186.
- Stüwe, K. 1998. Tectonic constraints on the timing relationships of metamorphism, fluid production and gold-bearing quartz vein emplacement. *Ore Geology Reviews* 13: 219-228.
- Sung, Y.H., Brugger, J., Ciobanu, C.L., Pring, A., Skinner, W. & Nugus, M. 2009. Invisible gold in arsenian pyrite and arsenopyrite from a multistage Archaean gold deposit: Sunrise Dam, Eastern Goldfields Province, Western Australia. *Mineralium Deposita* 44: 765-791.
- Tabeart, C.F. 1987. Controls to deposition of gold, copper and bismuth at Renco mine, Zimbabwe. *Dans: African mining*. London, Institution of Mining and Metallurgy, pp. 347-363
- Taira, A., Pickering, K.T., Windley, B.F. et Soh, W. 1992. Accretion of Japanese island arcs and implications for origin of Archean Greenstone Belts. *Tectonics* 11: 1224-1244.
- Tarnocai, C.A., Hattori, K. & Cabri, L.J. 1997. "Invisible" gold in sulfides from the Campbell mine, Red Lake greenstone belt, Ontario: Evidence for mineralization during peak of metamorphism. *The Canadian Mineralogist* 35: 805-815.
- Teyssier, C. & Tikoff, B. 1998. Strike-slip partitioned transpression of the San Andreas fault system : a lithospheric-scale approach. *Dans: Continental transpressional and transtensional tectonics. Éditeurs: Holdworth, R.A., Strachan, R.A. & Dewey, J.F.* Geological Society (of London), Special Publication 135, pp. 143-158.
- Thompson, A.B. 1976. Mineral reactions in polytic rocks II. Calculation of some P-T-X (Fe-Mg) phase reactions. *American Journal of Sciences* 276: 425-454.
- Thompson, J.E. 1948. Regional structure of the Kirkland Lake-Larder Lake area. *Canadian Institute of Mineralogy Metallurgy, Special Volume 49*, pp. 627-632.
- Thompson, P.H., 2003. Toward a new metamorphic framework for gold exploration in the Red Lake greenstone belt. Open file Report, Ontario Geological Survey, 52 p.
- Thurston, P.C. 2002. Autochthonous development of Superior province greenstone belts. *Precambrian Research* 115: 11-36.
- Thurston, P.C., Ayer, J.A., Goutier, J. & Hamilton, M. 2008. Depositional gaps in Abitibi greenstone belt stratigraphy: a key to exploration for syngenetic mineralization. *Economic Geology* 103 (6): 1097-1134.
- Tomkins, A.G. 2007. Three mechanisms of ore re-mobilization during amphibolite facies metamorphism at the Montauban Zn-Pb-Au-Ag deposit. *Mineralium Deposita* 42 (6): 627-637.
- Tomkins, A.G. 2010 Windows of metamorphic sulphur liberation in the crust: implications for gold deposit genesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 74: 3246-3259.
- Tomkins, A.G. & Mavrogenes, J.A. 2001. Redistribution of gold within arsenopyrite and löllingite during pro- and retrograde metamorphism: application to timing of mineralization. *Economic Geology* 96: 525-534.
- Tomkins, A.G., Pattison, D.R.M. & Zaleski, E. 2004. The Hemlo gold deposit, Ontario : an example of melting and mobilization of a precious metal-sulfosalt assemblage

- during amphibolite facies metamorphism and deformation. *Economic Geology* 99: 1063-1084.
- Tourigny, G., Hubert, C., Brown, A.C. & Crépeau, R. 1988. Structural geology of the Blake River Group at the Bousquet mine, Abitibi, Quebec. *Canadian Journal of Earth Science* 25: 581-592.
- Trudel, P. & Sauvé, P. 1992. Synthèse des caractéristiques géologiques des gisements d'or du district de Malartic. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec MM 89-04, 114 p.
- Trudel, P., Sauvé, P., Tourigny, G., Hubert, C. & Hoy, L. 1992. Synthèse des caractéristiques géologiques des gisements d'or de la région de Cadillac (Abitibi). Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MM 91-01, 105 p.
- Uemoto, T., Ridley, J., Mikucki, E.D., Groves, D.I. & Kusakabe, M. 2002. Fluid chemical evolution as a factor in controlling the distribution of gold at the Archean Golden Crown lode gold deposit, Murchison Province, Western Australia. *Economic Geology* 97: 1227-1248.
- Ugarkar, A.G., Devaraju, T.C. & Halkoaho, T.A.A. 1994. Invisible gold in arsenopyrites of the auriferous zones of the Gadag gold field in Karnataka. *Current Sciences* 67: 605-606.
- Valiant, R.I. & Bradbrook, C.J. 1986. Relationship between stratigraphy, faults and gold deposits, Page-Williams mine, Hemlo, Ontario, Canada. Dans: *Proceedings of GOLD'86, an International Symposium on the Geology of Gold Deposits*. Éditeur: Macdonald, A.J. Toronto, pp. 355-361.
- Vernon, R.H. & Clarke, G.L. 2008. *Principles of metamorphic petrology*. Cambridge University Press, New York. 446 p.
- Wagner, F.E., Marion, P.H. & Regnard, J.R. 1986. Mossbauer study of the chemical state of gold in gold ores. *Gold 100: South African Institute of Mining and Metallurgy International Conference on Gold. Proceedings 2*, pp 435-443.
- Wagner, T., Klemd, R., Wenzel, T. & Mattsson, B. 2007. Gold upgrading in metamorphosed massive sulfide ore deposits: Direct evidence from laser-ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry analysis of invisible gold. *Geology* 35 (9): 775-778.
- Walford, P., Stephens, J., Skrecky, G. & Barnett, R. 1986. Geology of the 'A' Zone, Page-Williams mine, Hemlo, Ontario, Canada. Dans: *Proceedings of GOLD'86, an International Symposium on the Geology of Gold Deposits*. Éditeur: Macdonald, A.J., pp. 362-378.
- Wangen, M. & Munz, I.A. 2004. Formation of quartz veins by local dissolution and transport of silica. *Chemical Geology* 209: 179-192.
- Weinberg, R.F., Van der Borgh, P., Bateman, R.J. & Groves, D.I. 2005. Kinematic history of the Boulder-Lefroy shear zone system and controls on associated gold mineralization, Yilgarn Craton, Western Australia. *Economic Geology* 100 (7): 1407-1426.
- Wilkins, C. 1993. A post-deformational, post-peak metamorphic timing for mineralization at the Archean Big Bell gold deposit, Western Australia. *Ore Geology Reviews* 7: 439-483.

- Wilkinson, J.J. 2001. Fluid inclusions; phase relationships-methods-applications. *Lihos* 55 (1-4): 229-272.
- Williams-Jones, A.E. & Normand, C. 1997. Controls of mineral parageneses in the system Fe-Sb-S-O. *Economic Geology* 92: 308-324.
- Williams-Jones, A.E., Bowell, R.J. & Migdlov, A.A. 2009. Gold in solution. *Elements* 5: 281-287.
- Wilson, S.A., Ridley, W.I. & Koenig, A.E. 2002. Development of sulfide calibration standards for the laser ablation inductively-coupled plasma mass spectrometry technique. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 17: 406-409.
- Winkler, H.G.F. 1974. Petrogenesis of metamorphic rocks. Third Edition, Springer-Verlag, New York, 320 p.
- Winter, J.D. 2001. An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 697 p.
- Witt, W.K. 1993. Regional metamorphic controls on alteration associated with gold mineralization in the Eastern Goldfields province, Western Australia Australia: Implications for the timing and origin of Archean lode-gold deposits. *Geology* 19: 982-985.
- Witt, W.K. & Vanderhor, F. 1998. Diversity within a unified model for Archean gold mineralization in the Yilgarn Craton of Western Australia: an overview of the late-orogenic, structurally-controlled gold deposits. *Ore Geology Reviews* 13: 29-64.
- Wyman, D.A. 1999. A 2.7 Ga depleted tholeiite suite: evidence of plume-arc interaction in the Abitibi Greenstone Belt, Canada. *Precambrian Research* 97: 27-42.
- Wyman, D.A. & Kerrich, R. 2010. Mantle plume-volcanic arc interaction: consequences for magmatism, metallogeny, and cratonization in the Abitibi and Wawa subprovinces, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 47: 565-589.
- Wyman, D.A., Bleeker, W. & Kerrich, R. 1999. A 2.7 Ga komatiite, low-Ti tholeiite, arc transition, and inferred proto-arc geodynamic setting of the Kidd Creek deposit: evidence from precise ICP MS trace element data. *Economic Geology Monographs* 10: 511-528.
- Xie, Q., Kerrich, R. & Fan, J. 1993. HFSE/REE fractionations recorded in three komatiite-tholeiite-basalt sequences, Archean Abitibi greenstone belt: implications for multiple plume sources and depths. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 57 (16): 4111-4118.
- Zaleski, E., Froese, E. & Gordon, T.M. 1991. Metamorphic petrology of Fe-Zn-Mg-Al alteration at the Linda volcanogenic massive sulphide deposit, Snow Lake, Manitoba. *The Canadian Mineralogist* 29: 995-1017.
- Zweng, P.L., Mortensen, J.K. & Dalrymple, G.B. 1993. Thermochronology of the Camflo Gold deposit, Malartic, Quebec: Implications for magmatic underplating and the formation of gold-bearing quartz veins. *Economic Geology* 88: 1700-1721

ANNEXE A

Description des affleurements et des échantillons

Tableau A1: Description des affleurements visités (2006-2007).

Affleurement	UTM Est	UTM Nord	Lithologie	Groupe	Symbole structural	Direction	Pend/Plongée	Echantillon	Description
MS-06-01	701450	5345404	Grauwacke	Cadillac	S _p	86	88		
MS-06-02	701446	5345471	Grauwacke	Cadillac	S _{p+1}	65		A-83751	Veines et veinules de qtz-chl entre les plans de clivage
					L _é	24	80		
					S _p	95	88		
MS-06-03	701424	5345570	Grauwacke	Cadillac	S _p	85	88		Très schisteux
MS-06-04	701423	5345600	Grauwacke	Cadillac	S _p	121	88	A-83752	
MS-06-05	701426	5345770	Grauwacke	Cadillac	S _p	85	88	A-83753; A-83754; A-83755	
					S _{p+1}	65	70		
					Faïlle	50			
MS-06-06	701543	5345832	Grauwacke	Cadillac	S _p	85	89	A-83756	Petite zone d'affleurement
MS-06-07	701533	5345787	Grauwacke	Cadillac	S _p	100	88	A-83757	Veine de qtz-cb-chl recoupant une formation de fer
					Veine	120	88		
MS-06-08	701569	5345709	Grauwacke	Cadillac	S _p	87	88	A-83758	Veine de qtz parallèle à la schistosité
MS-06-09	701586	5345562	Grauwacke	Cadillac	S _p	84	88		Grand affleurement quasi continu
MS-06-10	701551	5345457	Grauwacke	Cadillac	S _p	95	88	A-83759; A-83760	
MS-06-11	701708	5345427	Grauwacke	Cadillac					Expression de la minéralisation en surface?
MS-06-12	701644	5345419	Grauwacke	Cadillac	S _p	80	89	A-83761	
					S _{p+1}	48	89		
					Veine	92			
MS-06-13	701644	5345501	Grauwacke	Cadillac				A-83762	Beaucoup de formations de fer, difficile pour les mesures
MS-06-14	701703	5345650	Grauwacke	Cadillac	S _p	75	87	A-83763; LA-100633	Grand affleurement
MS-06-15	701723	5345735	Grauwacke	Cadillac	S _p	83	89	A-83764	
					S _{p+1}	68	89		
MS-06-16	701785	5345818	Grauwacke	Cadillac	S _p	82	89	A-83765; A-83766	
					Veine	10	55		
MS-06-17	701838	5345739	Grauwacke	Cadillac	S _p	81	85	A-83767	Apparence moins schisteuse
					S _{p+1}	59	88		
					L _é	325	89		
					Faïlle	328	66		
MS-06-18	701827	5345682	Grauwacke	Cadillac	S _p	76	85	A-83768	
					S _{p+1}	55	88		
MS-06-19	701841	5345594	Grauwacke	Cadillac	S _p	76	85	A-83769	Apparition de quelques fragments étirés
					S _{p+1}	22			
MS-06-20	702003	5345453	Grauwacke	Cadillac	S _p	83	88	A-83770	
					S _{p-1}	230	70		
MS-06-21	702068	5345613	Grauwacke	Cadillac	S _p	240	88		
					S _{p+1}	210	55		
					Veine	164	55		
					Faïlle	316	88		
			S _p	240	80				
MS-06-22	702099	5345714	Grauwacke	Cadillac				A-83773	

Tableau A1 (suite): Liste et description des affleurements visités (2006-2007).

Affleurement	UTM Est	UTM Nord	Lithologie	Groupe	Symbole structural	Direction	Pend/Plongée	Échantillon	Description
MS-06-47	703023	5345490	Grauwacke	Cadillac	S _p	70	90	A-83798	
MS-06-48	704388	5345695	Grauwacke	Cadillac	S _p	105	86	A-83799	
MS-06-49	704083	5346267	Grauwacke	Cadillac	S _p S _{p+1}	129 272	89 89	A-83800	Grauwacke très déformé, par endroits
MS-06-50	703934	5346377	Grauwacke	Cadillac	S _p	100	89	A-83801	
MS-06-51	703919	5346277	Grauwacke	Cadillac				A-83802	
MS-06-52	703699	5346536	Grauwacke	Cadillac				A-83803	Plusieurs horizons de formations de fer sur l'affleurement
MS-06-53	703533	5346277	Grauwacke	Cadillac	S _p	90	80	A-83804	
MS-06-54	703333	5346291	Grauwacke	Cadillac				A-83805	Quelques veines de qtz recoupent la schistosité principale
MS-06-55	703434	5345940	Grauwacke	Cadillac				A-83806	
MS-06-56	703438	5345794	Grauwacke	Cadillac				A-83807	Plusieurs horizons de formation de fer, quelques veines de quartz
MS-06-57	703435	5345730	Grauwacke	Cadillac				A-83808	Plusieurs horizons de formation de fer, quelques veines de quartz
MS-06-58	703626	5345726	Grauwacke	Cadillac				A-83809	
MS-06-59	703624	5345859	Grauwacke	Cadillac				A-83810	
MS-06-60	703809	5345850	Grauwacke	Cadillac				A-83811	Grauwacke grossier avec 30% de formations de fer
MS-06-61	702732	5346293	Grauwacke	Cadillac	S _p	265	82	A-83812	
MS-06-62	702886	5346034	Grauwacke	Cadillac	S _p	265	81	A-83813	Grauwacke grossier avec 50% de formations de fer
MS-06-63	703012	5346006	Grauwacke	Cadillac	S _p S _{p+1} Veine L _m	296 260 215 86	80 77 70 52	A-83814; A-83815	
MS-06-64	703156	5345989	Grauwacke	Cadillac	S _p S _{p+1} L _m Veine L _m	280 89 81 178 75	87 85 20 33 27		
MS-06-65	703271	5345970	Grauwacke	Cadillac	S _p	275	90	A-83817	Grauwacke grossier
MS-06-66	703142	5345853	Grauwacke	Cadillac				A-83818	
MS-06-67	703007	5345871	Grauwacke	Cadillac				A-83819	
MS-06-68	702860	5345948	Grauwacke	Cadillac	S _p Veine L _m	229 255 180	90 90 5	A-83820	Grauwacke avec horizons de formations de fer
MS-06-69	702874	5345776	Grauwacke	Cadillac	Veine Veine L _m Veine L _m	258 235 99 210 104	77 47 40 56 37	A-83821	Grauwacke massif recoupé par plusieurs veines de qtz
MS-07-01	704345	5343843	Grauwacke/Formation de fer	Cadillac	S _p S _{p+1} S _{p+2} L	41 90 127 137	90 82 85 41		Polarité vers l'est
MS-07-02	703851	5343800	Grauwacke/Conglomérat	Cadillac					Montre un contact graduel avec le conglomérat
Décapage D	688477	5345071	Andésite	Piché					Tourmaline dans les bordures de trempe des coussins andésitiques

Tableau A1 (suite): Liste et description des affleurements visités (2006-2007).

Affleurement	UTM Est	UTM Nord	Lithologie	Groupe	Symbole structural	Direction	Pend/Plongée	Echantillon	Description
MS-07-03	702051	5345239	Grauwacke	Cadillac	S _p S _p S _{p+1}	88 75 60	86 88 88	LA-100601	Grauwacke chloritisée recoupé par veinules de qtz-chl
MS-07-04	702082	5345211	Grauwacke/Conglomérat	Cadillac	S _p S _p L S _p S _{p+1} Veine S _p L Veine	66 71 125 80 122 284 91 103 206	88 87 18 88 88 36 88 76 5	LA-100602; LA-100603	Conglomérat à 10-15% de clastes polymictiques; Ech. LA-100602
MS-07-05	702141	5345165	Conglomérat	Cadillac	S _p S _{p+1} Veine L _e S _{p+1} L	76 49 65 166 62 280	88 88 88 20 88 85	LA-100604	Conglomérat à 5% de clastes
MS-07-06	701995	5345081	Conglomérat	Cadillac	S _p L	270 336	80 88		
MS-07-07	701809	5344714	Grauwacke/siltstone	Pontiac	L S _p S _{p+1} S _{p+2}	23 300 126 184	35 73 65 72		
MS-07-08	701838	5344587	Grauwacke	Pontiac	S ₀ S _p S _{p+1} S _{p+2}	98 105 134 11	88 88 33 88	LA-100627	Grauwacke fortement chloritisée; peut-être volcanoclastite du Piché?
MS-07-09	701868	5344506	Basalte	Piché	S _p	122	88	LA-100628	Roche volcanique mafique fortement chloritisée et schisteuse
MS-07-10	701839	5344407	Grauwacke/siltstone	Pontiac	Veine S _{p+2} S _p S _{p+1} Veine	320 8 110 165 125	53 65 86 88 88		
MS-07-11	702247	5344560	Grauwacke/siltstone	Pontiac	S _p	290	88		
MS-07-12	702270	5344528	Grauwacke/siltstone	Pontiac	S _p Veine	275 70	88 60		

Tableau A1 (suite): Liste et description des affleurements visités (2006-2007).

Affleurement	UTM Est	UTM Nord	Lithologie	Groupe	Symbole structural	Direction	Pend/Plongée	Échantillon	Description
MS-07-13	702091	5345717	Grauwacke/siltstone	Cadillac	S _{p+2}	200	80	LA-100632	Contient quelques veinules de calcite avec pyrite disséminée
					S _{p-2}	335	82		
					Veine	50	85		
					Veine	82	85		
					Veine	335	5		
					Veine	140	60		
					L _m	144	60		
					Veine	75	55		
					Veine	333	88		
Faille	312	88							
MS-07-14	702244	5345499	Grauwacke/Diabase	Cadillac	S _p	79	88	LA-100635	Légèrement magnétique
					Veine	76	88		
					Veine	32	88		
MS-07-15	702085	5345445	Grauwacke	Cadillac				Très déformé, plusieurs injections de veines de quartz	
MS-07-16	704111	5343750	Grauwacke/siltstone	Cadillac	S _p	322	88		
					Veine	310	88		
					Veine	70	73		
					Veine	113	78		
MS-07-17	704076	5343582	Grauwacke/siltstone	Cadillac	S _p	185	90	LA-100640	Grauwacke à grains moyens recoupé par veinules de pyrite
					S _{p+1}	357	90		
					L	104	87		
MS-07-18	704266	5343351	Grauwacke	Cadillac	S _p	294	90		
					S _{p+1}	256	90		
					S _{p+2}	178	90		
					Veine	240	36		
MS-07-19	703806	5343355	Grauwacke	Cadillac	S _p	334	90		Plis asymétriques en "Z"
					S _{p+1}	310	90		
MS-07-20	703621	5343353	Grauwacke	Cadillac	S _p	310	90	LA-100641	Affleurement très plissé. charnière de pli?
					Veine	275	74		
MS-07-21	703553	5343356	Grauwacke	Cadillac				Schistosité très plissée et veines de quartz plissées et fragmentées	
MS-07-22	703491	5343389	Grauwacke	Cadillac	S _p	307	90		Encore très plissées
MS-07-23	703355	5343252	Grauwacke	Cadillac	S _p	248	90		Présence de plis asymétriques et de plis serrés
MS-07-24	703232	5343234	Conglomérat	Cadillac	S _p	307	90	LA-100642	Conglomérat très déformé et contenant des veines de qtz: contact graduel conglomérat/grauwacke
					Veine	300	90		
MS-07-25	703131	5343232	Grauwacke	Cadillac	S _p	355	82		Grauwacke avec schistosité affectée par des plis en kinks
MS-07-26	703154	5343080	Grauwacke	Cadillac	S _p	310	90	LA-100643	Grauwacke schisteux
MS-07-27	703205	5342879	Grauwacke	Cadillac	S _p	111	90		Plusieurs veinules de qtz millimétriques
					S _{p+1}	135	90		
					Veine	180	90		
MS-07-28	703289	5342837	Grauwacke	Cadillac	S _p	295	90	LA-100644	Grauwacke massif recoupé par stockwerk de qtz-cb
					Veine	177	90		
					Veine	136	90		
MS-07-29	703148	5342792	Grauwacke	Cadillac	S _p	296	90		Grauwacke massif recoupé par quelques veinules de qtz
					Veine	282	90		
					Veine	171	90		

Tableau A1 (suite): Liste et description des affleurements visités (2006-2007).

Affleurement	UTM Est	UTM Nord	Lithologie	Groupe	Symbole structural	Direction	Pend/Plongée	Échantillon	Description
MS-07-30	703213	5342606	Grauwacke	Cadillac	S _p S _{p+1} Faille	140 117 11	90 87 81		Grauwacke recoupé par plusieurs veines de qtz
MS-07-31	703063	5342469	Basalte/tuf?/Métakomatiite	Piché	S _p S _p S ₀	131 315 170	79 77 90	LA-100645 à LA-100647	Alternance de basalte, tuf felsique (?) et schiste à chlorite-talc
MS-07-32	703070	5342560	Basalte	Piché	S _p	324	90		Basalte schisteux très chloritisé avec fragments de veines plissées
MS-07-33	702998	5342956	Grauwacke	Cadillac	S _p	331	81		Affleurement recouvert de mousse
MS-07-34	702475	5343379	Grauwacke	Pontiac	S _p	300	90	LA-100648	Grauwacke massif riche en biotite
MS-07-35	702920	5343603	Basalte	Piché	S _p	232	84	LA-100649	Basalte légèrement schisteux
MS-07-36	702364	5344600	Grauwacke/siltstone	Pontiac	Veine Veine Veine	264 140 26	72 70 82		Réseau de veine bien développé
MS-07-37	701706	5344369	Grauwacke	Pontiac	S _p Veine Veine Veine	296 150 88 218	90 90 67 66		Grauwacke avec fragments de veines plissées
MS-07-38	701500	5344280	Grauwacke	Pontiac	S _p	115	81	LA-100650	Grauwacke très chloritisé avec quelques fragments de veines
MS-07-39	701371	5344451	Grauwacke	Pontiac	Veine Veine Veine S _p	85 159 267 104	90 73 81 82		Grauwacke massif recoupé par dyke de diabase
MS-07-40	701417	5344732	Grauwacke	Pontiac	S _p Veine Veine Veine Faille	100 97 76 3	82 82 85 90		Grauwacke schisteux injecté de veines de qtz
MS-07-41	704405	5344498	Grauwacke	Cadillac	Veine S _p	251 205	90 74		Grauwacke massif très plissé
MS-07-42	703931	5345888	Grauwacke	Cadillac	Veine Veine S _p	275 326 145	90 83 76	LA-100501	Grauwacke chloritisé et légèrement carbonaté
MS-07-43	703731	5346002	Grauwacke	Cadillac	S _p S _{p+1} Veine	310 247 275	90 60 81		Grauwacke légèrement schisteux avec veines de qtz
MS-07-44	703604	5345846	Grauwacke	Cadillac	S _p Veine Veine	248 204 235	90 20 42		Grauwacke recoupé par veines de qtz; Présence de formation de fer
MS-07-45	703187	5345012	Grauwacke	Cadillac	S _p Veine	286 230	84 90		Recoupés par veinules avec aspect cassant
MS-07-46	703156	5345100	Grauwacke	Cadillac	S _p S _{p+1} Veine	264 247 170	90 90 90		Grauwacke schisteux
MS-07-47	703458	5344782	Conglomérat	Cadillac	S _p Veine Veine	295 270 207	90 90 90		Conglomérat comportant 5-10% de petits fragments
MS-07-48	702114	5343791	Grauwacke	Pontiac	S _p	120	85		Grauwacke avec schistosité ondulante, très chloritisé
MS-07-49	702104	5343873	Grauwacke	Pontiac	S _p	138	90		

Tableau A2: Description des échantillons recueillis sur le terrain, en forage et sous-terre.

Échantillon	Surface/Sous-terre			Forage			Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
	Niveau	UTM Est	UTM Nord	Numéro	de (m)	à (m)					
MS06-1	69						Veine contenant Apy et stibnite disséminée	X			
LA-101351	69						Grauwacke avec rubanement biotite-muscovite	X	X	X	
LA-101352	69						Métakomatiite ± schisteuse à talc	X	X		
LA-101401				LA06-69-33	43,7	43,72	Métakomatiite altérée en biotite-quartz; Apy finement disséminé	X	X		
LA-101402				LA06-69-33	43,9	44	Unité massive à biotite avec or visible	X	X		X
LA-101403				LA06-69-33	38,7	38,8	Grauwacke laminé avec veinule de quartz	X	X		
LA-101404				LA06-69-32	37,6	37,7	Conglomérat avec grenats disséminés	X	X	X	
LA-101405				LA06-69-32	38,9	39	Grauwacke massif avec veinule de quartz	X	X	X	X
LA-101406				LA06-69-32	40,15	40,25	Métakomatiite à biotite avec Apy en trace	X	X		
LA-101407				LA06-69-31	35,4	35,5	Grauwacke avec fin rubanement	X	X		
LA-101408				LA06-69-31	38,05	38,15	Grauwacke avec fines veinules de biotite	X	X		
LA-101409				LA06-69-31	38,5	38,7	Grauwacke riche en biotite et muscovite	X	X	X	X
LA-101410				LA06-69-19	24,4	24,5	Grauwacke riche en biotite et chlorite; Apy	X	X	X	
LA-101411				LA06-69-19	25,9	26,1	Métakomatiite à biotite avec fragments de veinules	X	X		
LA-101414				LA06-69-18	0,7	0,8	Grauwacke massif peu altéré	X	X		
LA-101415				LA06-69-18	4,7	4,9	Grauwacke faiblement biotitisé; Trace de Py	X	X		
LA-101416				LA06-69-18	6,3	6,5	Grauwacke légèrement chloritisé	X	X	X	
LA-101417				LA06-69-18	15,3	15,5	Grauwacke avec veinules de muscovite	X	X		
LA-101418				LA06-69-18	18,3	18,5	Grauwacke laminé à biotite-muscovite	X	X		
LA-101419				LA06-69-18	20,7	20,9	Grauwacke laminé à biotite-muscovite-chlorite	X	X		
LA-101420				LA06-69-18	24	24,1	Grauwacke altéré en muscovite; 5% Py	X	X		
LA-101421				LA06-69-18	26,1	26,15	Métakomatiite à biotite-quartz-carbonates	X	X		
LA-101422				LA06-69-20	29,9	30	Grauwacke à grain fin; 5% Apy	X	X		
LA-101423				LA06-69-20	32,5	32,6	Veine de quartz avec éponges altérées; 5% Apy	X	X		
LA-101424				LA06-69-21	21,8	21,9	Veine de quartz-biotite	X	X		
LA-101425				LA06-69-21	24,05	24,15	Grauwacke rubané à muscovite	X	X	X	
LA-101426				LA06-69-21	28,5	28,6	Métakomatiite à biotite-carbonates	X	X		
LA-101427				LA06-69-22	27,6	27,7	Grauwacke légèrement altéré	X	X		
LA-101428				LA06-69-22	28,7	28,8	Grauwacke avec veine de quartz; VG, 5% Apy	X	X		X
LA-101429				LA06-69-22	30,05	30,15	Grauwacke altéré en biotite-muscovite; Trace Apy	X	X		
LA-101430				LA06-69-23	35,8	35,9	Grauwacke altéré en muscovite avec veinules de quartz	X	X		
LA-101431				LA06-69-23	37,9	38	Grauwacke altéré biotite-muscovite; Apy en amas	X	X		
LA-101432				LA06-69-24	41,3	41,4	Grauwacke légèrement laminé	X	X		
LA-101433				LA06-69-24	42,5	42,6	Grauwacke altéré biotite-muscovite	X	X		
LA-101434				LA06-69-24	44,5	44,6	Grauwacke altéré biotite-muscovite; Trace Apy	X	X		
LA-101435				LA06-69-24	46,7	46,8	Métakomatiite à biotite-quartz-carbonates	X	X		
MS07-1				LA07-101-5	15,8	15,9	Conglomérat avec biotite et grenat	X			
MS07-2				LA07-101-5	135,1	135,2	Métakomatiite altérée en tourmaline-biotite	X			
MS07-3				LA07-101-10	155,4	156,9	Basalte folié avec veinule quartz-carbonates	X			
MS07-4				LA07-101-10	161,7	161,8	Basalte schisteux recoupé par veinule de chlorite	X			
MS07-5				LA07-101-11	164,5	166	Métakomatiite à chlorite-carbonates-talc	X			
LA-100501		703931	5345888				Grauwacke altéré en chlorite		X		
LA-100502				LA06-49-8	357,4	357,6	Métakomatiite à biotite-carbonates-talc		X		
LA-100503				LA06-49-8	361,4	361,6	Basalte folié avec veinules de quartz-carbonates		X		

Tableau A2 (suite): Description des échantillons recueillis sur le terrain, en forage et sous-terre.

Échantillon	Surface/Sous-terre			Forage			Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
	Niveau	UTM Est	UTM Nord	Numéro	de (m)	à (m)					
LA-100504				LA06-49-8	364,7	365	Métakomatiite à carbonates-talc-chlorite	X	X		
LA-100505				LA06-49-8	421,3	421,5	Basalte altéré en biotite		X		
LA-100506				LA06-69-50	198,4	198,6	Métakomatiite à chlorite-talc-carbonates	X	X		
LA-100507				LA07-89-9	202,3	202,5	Métakomatiite à carbonates-actinote	X	X		X
LA-100508				LA07-89-9	242,5	242,7	Métakomatiite à chlorite-actinote-talc		X		
LA-100509				LA07-89-9	271,2	271,4	Intrusion felsique légèrement schisteux; 5% Apy	X	X		X
LA-100510				LA07-89-10	203,7	203,9	Métakomatiite à talc-carbonates-actinote	X	X	X	
LA-100511				LA07-89-10	227,2	227,4	Basalte folié altéré en chlorite		X		
LA-100512				LA07-89-10	236,7	236,9	Basalte folié altéré en biotite-quartz; 7% Po	X	X	X	X
LA-100513				LA07-101-13	155,3	155,5	Basalte folié altéré en chlorite-actinote; 5% Po	X	X		
LA-100514				LA07-101-13	162,5	162,7	Basalte folié altéré en chlorite-actinote; 5% Po	X	X	X	
LA-100515				LA07-101-13	165,6	165,8	Métakomatiite à chlorite-carbonates-talc	X	X		
LA-100516				LA07-101-13	168,8	169,1	Métakomatiite à chlorite-carbonates-talc-actinote		X		
LA-100517				LA07-101-13	174,2	174,4	Basalte folié altéré en biotite-chlorite; 5% Po	X	X	X	
LA-100518				LA07-101-13	180,3	180,5	Basalte avec 35-40% amphiboles; Trace Cpy-Po		X		
LA-100519				LA07-101-13	193,5	193,7	Métakomatiite à talc-chlorite-actinote	X	X		
LA-100520				LA07-101-13	197,1	197,3	Basalte folié altéré en chlorite	X	X		
LA-100521				LA07-101-13	201,6	201,8	Basalte recoupé par veinules de carbonates		X		
LA-100522				LA07-101-13	210,5	210,7	Métakomatiite massive et talqueuse		X		
LA-100523				LA07-101-13	205,9	206,1	Métakomatiite ± massive à chlorite-talc	X	X		
LA-100524				LA07-101-13	217	217,2	Basalte folié à chlorite-carbonates-biotite		X		
LA-100525				LA07-101-13	220,8	221	Métakomatiite à chlorite-carbonates-talc	X	X		
LA-100526				LA07-101-13	224,8	225	Basalte folié avec veinules de carbonates		X		
LA-100527				LA07-101-15	279,9	280,1	Intrusion porphyrique à quartz-feldspath; Trace Py	X	X		
LA-100528				LA06-77-8	232,6	232,8	Intrusion felsique riche en quartz et muscovite		X		
LA-100529				LA06-77-8	238,9	239,1	Intrusion porphyrique à quartz-feldspath	X	X		
LA-100530				LA06-77-8	260,3	260,5	Intrusion felsique avec amas de pyrite	X	X		
MS07-6				LA06-77-5	184,8	185	Métakomatiite à biotite-carbonates-quartz	X			
LA-100601	702070	5345233					Grauwacke altéré en chlorite; Trace Py, Cpy	X	X		
LA-100602	702098	5345197					Claste felsique dans conglomérat		X		
LA-100603	702117	5345176					Claste felsique dans conglomérat		X		
LA-100604	702186	5345149					Claste felsique dans conglomérat		X		
LA-100605				LA07-101-5	228	228,2	Basalte légèrement silicifié		X		
LA-100606				LA07-101-5	230	230,2	Métakomatiite schisteuse altérée en chlorite et actinote		X		
LA-100607				LA07-101-4	23,8	24	Conglomérat altéré	X	X		
LA-100608				LA07-101-4	110,8	110,9	Métakomatiite à biotite-actinote; Trace Py	X	X		
LA-100609				LA07-101-5	143,2	143,4	Métakomatiite à chlorite-talc	X	X		
LA-100610				LA07-101-5	148,9	149	Métakomatiite à chlorite		X		
LA-100611				LA07-101-6	136,4	136,6	Métakomatiite à chlorite-talc	X	X		
LA-100612				LA07-101-7	141,2	141,4	Métakomatiite à biotite-chlorite-carbonates	X	X	X	
LA-100613				LA07-101-10	191,2	191,4	Basalte folié à carbonates-amphiboles	X	X		
LA-100614				LA07-101-11	173,1	173,3	Basalte à amphiboles		X		
LA-100615				LA07-101-11	184,8	185	Métakomatiite ± massive à calcite-tourmaline	X	X	X	

Tableau A2 (suite): Description des échantillons recueillis sur le terrain, en forage et sous-terre.

Échantillon	Surface/Sous-terre			Forage			Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
	Niveau	UTM Est	UTM Nord	Numéro	de (m)	à (m)					
LA-100616				LA07-101-10	230,8	231	Basalte peu altéré; Trace Po, Py		X		
LA-100617				LA07-101-11	245,1	245,2	Intrusion ou grauwacke très silicifiée	X	X		
LA-100618		688722	5345085				Andésite porphyrique	X	X		
LA-100619		688714	5345127				Basalte finement grenue faiblement chloritisé		X		
LA-100620		688714	5345140				Basalte finement grenue		X		
LA-100621		688635	5345103				Basalte finement grenue à structure coussinée	X	X		
LA-100622		688625	5345085				Andésite porphyrique	X	X		
LA-100623		688633	5345073				Andésite porphyrique		X		
LA-100624		688279	5345013				Andésite porphyrique, matrice carbonatée et chloritisée		X		
LA-100625				LA06-69-6	223,3	223,5	Intrusion intermédiaire silicifiée; Apy		X		
LA-100626				LA06-89-2	620	620,2	Basalte folié à biotite; Po, Apy	X	X		
LA-100627		701838	5344587				Basalte chloritisé		X		
LA-100628		701868	5344506				Basalte schisteux et chloritisé		X		
LA-100629				LA07-101-14	228,9	229,1	Métakomatiite massive et talqueuse		X		
LA-100630				LA07-101-15	44,2	44,4	Grauwacke fragmentaire légèrement chloritisé; Py		X		
LA-100631				LA07-101-15	130,4	130,6	Grauwacke légèrement schisteux		X		
LA-100632		702 091	5345717				Grauwacke chloritisé avec trace de pyrite		X		
LA-100633		701703	5345635				Grauwacke chloritisé avec trace de pyrite		X		
LA-100634		701703	5345635				Formation de fer avec 15% pyrite		X		
LA-100635		702243	5345502				Diabase légèrement magnétique; Trace de Py		X		
LA-100636				LA06-89-2	335,9	336,1	Intrusion felsique chloritisé; 5% Py	X	X		
LA-100637				LA06-89-2	359,8	360	Basalte avec amphiboles et carbonates	X	X		
LA-100638				LA07-101-9	162,9	163,1	Grauwacke à grains fins	X	X		
LA-100639				LA07-101-13	150	150,2	Métakomatiite à actinote-chlorite-talc; VG	X	X	X	
MS07-7				LA07-89-10	210,6	210,8	Veine de quartz-actinote; Sp, Cpy et Po en amas	X			
MS07-8				LA07-101-13	211,5	211,6	Métakomatiite à chlorite-carbonates; 7% Po	X			
MS07-10				LA07-101-11	138,5	138,6	Veine de quartz-carbonates; 7% Po	X			
MS07-11				LA06-69-9	209,3	209,4	Basalte avec 10% d'amphiboles disséminés	X		X	
MS07-12				LA07-101-1	146,2	146,3	Intrusion felsique avec muscovite et biotite; 31,15 g/t Au	X		X	X
MS07-13				LA07-101-1	166,9	166,95	Veine de quartz avec Po-Sp semi-massive	X			
MS07-14				LA07-125-1	96,2	96,3	Veine de calcite-actinote-biotite; 15% Apy	X		X	
MS07-15				LA07-125-1	146,9	147	Veine de quartz-actinote; 10% Apy	X		X	
MS08-1				LA07-125-13	144,7	145	Veine de quartz avec biotite aux épontes	X		X	
MS08-2				LA07-125-10	124,5	124,6	Veine de quartz-carbonates; Po, cpy	X			
MS08-3				LA07-125-10	179,5	179,7	Basalte avec amphiboles et biotite	X		X	
MS08-4				LA07-125-21	139,7	139,9	Métakomatiite à biotite-actinote; Apy, Py, Po	X			X
LA-100752				LA07-125-21	148,5	149	Basalte à amphiboles	X			
LA-100753				LA07-125-21	186,8	188	Intrusion felsique aphanitique; Py	X			
MS08-5				LA07-125-24	234,2	234,5	Contact entre grauwacke et basalte à amphiboles	X			
MS08-6				LA07-125-24	262,5	262,6	Grauwacke altéré en biotite-muscovite	X			
MS08-7				LA07-125-24	266,1	266,3	Intrusion felsique à muscovite-chlorite	X			
MS08-8				LA07-125-4	193,2	193,3	Veine de quartz-albite	X			
MS08-10				LA08-125-25	399,4	399,6	Grauwacke chloritisé avec grenats disséminés	X		X	
MS08-11				LA08-125-25	323,4	323,6	Basalte folié avec amphiboles disséminées	X		X	
MS08-12				LA06-49-5	214,5	214,7	Métakomatiite à chlorite-talc				

Tableau A2 (suite): Description des échantillons recueillis sur le terrain, en forage et sous-terre.

Échantillon	Surface/Sous-terre			Forage			Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
	Niveau	UTM Est	UTM Nord	Numéro	de (m)	à (m)					
MS08-13				LA06-49-5	223	223,1	Métakomatiite à chlorite-talc-biotite	X			
LA-100754				LA07-125-4	188	188,2	Basalte riche en amphiboles avec rubans de biotite				
LA-100755				LA07-125-15	212,2	212,4	Métakomatiite massive et riche en carbonates	X			
MS08-14				LA06-49-9	178,5	178,7	Métakomatiite à biotite-chlorite-carbonates	X		X	
LA-100756				LA06-49-5	223,8	224	Intrusion felsique carbonatée	X			
LA-100757				D08-101-31	32,1	32,2	Métakomatiite à grenat, biotite et amphiboles	X			
MS08-15				LA06-49-11	230,1	230,3	Veine de quartz altérée muscovite-biotite				
MS08-16				D08-101-31	8,7	8,9	Intrusion ultramafique ?				
MS08-17	77						Métakomatiite massive avec amphiboles	X			
MS08-18	77						Métakomatiite à biotite-talc-carbonates	X			
MS08-19	77						Métakomatiite à biotite-talc	X			
MS08-20				LA06-69-17	204	204,4	Grauwacke altéré à muscovite-biotite	X		X	
LA-100758	77						Métakomatiite massive à biotite				
LA-100759				141-08-18	67	67,55	Intrusion intermédiaire; 5% Apy	X			
LA-100760				141-08-18	79	79,2	Intrusion intermédiaire; Py	X			
MS08-21				141-08-18A	526,5	526,7	Grauwacke peu altéré; 10% Apy	X			

Tableau A3: Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007) et Mercier-Langevin et al. (2008).

Échantillon	Forage	De (m)	A (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61001	118-03-35	950,85	950,95	Grauwacke finement litée à biotite, chlorite et carbonate.		X		
A-61002	118-03-35	959,8	959,9	Grauwacke finement litée à biotite, chlorite et carbonate; Py		X		
A-61003	118-03-35	974,65	974,75	Grauwacke folié à biotite et chlorite		X		
A-61004	118-03-35	985,8	985,9	Grauwacke finement lité		X		
A-61005	118-03-35	998,25	998,35	Grauwacke chloritisé et carbonaté		X		
A-61006	118-03-35	1004,85	1004,95	Basalte folié légèrement chloritisée		X		
A-61007	118-03-35	1014,35	1014,45	Grauwacke lité faiblement chloritisée et folié		X		
A-61008	118-03-35	1016,8	1017	Basalte folié et chloritisé; Trace Po		X		
A-61009	118-03-35	1019,8	1019,9	Métakomatiite à talc et à chlorite		X		
A-61010	118-03-35	1028,65	1028,8	Grauwacke biotitisé et légèrement carbonatisé	X	X		
A-61011	118-03-35	1032,7	1032,9	Intrusif felsique à grain fin; Py et VG	X	X		
A-61012	118-03-35	1038,7	1038,8	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61013	118-03-35	1045,7	1045,8	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61014	118-03-35	1054,15	1054,3	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61015	118-03-35	1065,7	1065,85	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61016	118-03-35	1076,8	1077	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61017	118-03-35	1082,6	1082,7	Basalte folié altéré en biotite et chlorite	X	X		
A-61018	118-03-35	1086	1086,1	Grauwacke chloritisé et folié		X		
A-61019	118-03-35	1091	1091,1	Basalte altéré en chlorite et carbonates	X	X		
A-61020	118-03-35	1096,3	1096,4	Basalte folié à biotite et chlorite; Traces de Py, Po		X		
A-61021	118-03-35	1099	1099,1	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61022	118-03-35	1103	1103,1	Basalte folié à biotite et chlorite; Traces Po		X		
A-61023	118-03-35	1106,5	1106,6	Basalte fortement folié à chlorite-biotite; Traces Py		X		
A-61024	118-03-35	1109,7	1109,8	Basalte à chlorite-biotite; Apy, Po	X	X		
A-61025	118-03-35	1117,5	1117,6	Basalte folié à biotite-chlorite; Traces Po, Apy		X		
A-61026	118-03-35	1122,3	1122,4	Métakomatiite à talc-chlorite-biotite		X		
A-61027	118-03-35	1125,2	1125,3	Métakomatiite à chlorite-biotite; 2% Po	X	X		
A-61028	118-03-35	1128,3	1128,4	Basalte folié avec veinules quartz-carbonates; 2% Po		X		
A-61029	118-03-35	1133,05	1133,15	Métakomatiite à biotite-actinote-talc	X	X		
A-61030	118-03-35	1135,1	1135,2	Métakomatiite à biotite-actinote-talc; VG	X	X		
A-61031	118-03-35	1139,4	1139,5	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61032	118-03-35	1146,6	1146,7	Basalte folié à chlorite-biotite; Po, Apy		X		
A-61033	118-03-35	1155,5	1155,6	Basalte foliée à biotite-chlorite; Traces Po		X		
A-61034	118-03-35	1160,4	1160,5	Basalte chloritisé/voicanite mafique chloritisée et légèrement silicifiée, pas de biotitisation notable.	X	X		
A-61035	118-03-35	1162,2	1162,3	Basalte silicifié avec biotite±chlorite; Po, Apy	X	X		
A-61036	118-03-35	1162,7	1162,8	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61037	118-03-35	1163,6	1163,7	Métakomatiite à biotite±chlorite; Po, Apy	X	X		
A-61038	118-03-35	1166,1	1166,2	Métakomatiite à biotite±chlorite et talc; Apy	X	X		
A-61039	118-03-35	1167,65	1167,8	Métakomatiite silicifiée avec biotite±chlorite; Po, Cpy, Apy	X	X		
A-61040	118-03-35	1170,3	1170,4	Métakomatiite silicifiée avec biotite±chlorite; Po, Cpy, Apy	X	X		
A-61041	118-03-35	1172,8	1172,95	Métakomatiite à biotite-chlorite-talc et légèrement silicifiée	X	X		

Tableau A3 (suite): Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007).

Echantillon	Forage	De (m)	A (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61042	118-03-35	1175,25	1175,4	Métakomatiite à biotite-chlorite-talc et légèrement silicifiée	X	X		
A-61043	118-03-35	1177,1	1177,25	Grauwacke avec veines et veinules de quartz; Po, Apy	X	X		
A-61044	118-03-35	1179	1179,15	Grauwacke finement lité; Traces Po.		X		
A-61045	118-03-35	1183,9	1184	Grauwacke lité		X		
A-61046	118-03-35	1188,2	1188,35	Grauwacke		X		
A-61047	118-03-35	1190,9	1191	Basalte rubané à biotite et bandes à quartz-feldspath et hornblende	X	X		
A-61048	118-03-35	1194,3	1194,4	Métakomatiite à chlorite et à talc±biotite		X		
A-61049	118-03-35	1198,3	1198,4	Basalte chloritisé avec biotites disséminées		X		
A-61050	118-03-35	1202,9	1203	Métakomatiite ± massive à talc et chlorite		X		
A-61051	118-03-35	1207,9	1208	Basalte à matrice chloriteuse avec un peu de biotite.		X		
A-61052	118-03-35	1208,9	1209	Grauwacke typique du Groupe de Cadillac		X		
A-61053	118-03-35	1218,7	1218,8	Grauwacke typique du Groupe de Cadillac		X		
A-61054	118-03-35	1231	1231,1	Grauwacke typique du Groupe de Cadillac		X		
A-61055	118-03-35A	1111,1	1111,2	Métakomatiite à talc-biotite-chlorite		X		
A-61056	118-03-35A	1119	1119,2	Basalte schisteux à chlorite et à biotite; Apy	X	X		
A-61057	118-03-35A	1152,5	1152,65	Intrusion felsique, altération en muscovite et tourmaline; Py	X	X		
A-61058	118-03-35A	1160	1160,15	Métakomatiite à talc et chlorite		X		
A-61059	118-03-35A	1173,5	1173,6	Intrusion felsique avec muscovite; Py	X	X		
A-61060	118-03-35A	1193,8	1193,9	Métakomatiite à talc-biotite±chlorite		X		
A-61061	118-03-35A	1218,8	1218,95	Métakomatiite à chlorite-talc; Traces Apy		X		
A-61062	118-03-35A	1234,5	1234,6	Basalte fortement foliée à chlorite et un peu de biotite		X		
A-61063	118-03-35A	1246,8	1246,95	Métakomatiite à chlorite-talc; Traces Po		X		
A-61064	118-03-35A	1268	1268,2	Métakomatiite à chlorite±talc	X	X		
A-61065	118-03-35A	1280,1	1280,2	Basalte fortement foliée avec rubans de biotite et chlorite	X	X		
A-61066	118-03-35A	1289,3	1289,4	Schiste à talc rubané et en grains fins et à chlorite vert foncé foliée		X		
A-61067	118-03-35A	1292,4	1292,55	Bande de silicification diffuse et de biotite avec chlorite	X	X		
A-61068	118-03-35A	1296,1	1296,2	Bande stérile de métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61069	118-03-35A	1298	1298,1	Bande de silicification importante avec reliques de biotite; Apy	X	X		
A-61070	118-03-35A	1301,7	1301,8	Grauwacke folié/lité finement avec biotite	X	X		
A-61071	118-03-35A	1306,4	1306,5	Grauwacke folié/lité finement avec biotite		X		
A-61072	118-03-35A	1309	1309,2	Métakomatiite à chlorite-talc, déformation faible		X		
A-61073	118-03-35A	1311	1311,2	Forte silicification avec biotite et chlorite amorphe; VG	X	X		
A-61074	118-03-35A	1313,9	1314	Bande de métakomatiite à chlorite-talc		X		
A-61075	118-03-35A	1316,4	1316,6	Bande silicifiée moins fortement et avec plus de biotite et chlorite.	X	X		
A-61076	118-03-35A	1320,5	1320,6	Métakomatiite à chlorite±hornblende et de biotite		X		
A-61077	118-03-35A	1327,6	1327,8	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61078	118-03-35A	1331,2	1331,35	Grauwacke finement lité et folié parallèlement au litage		X		
A-61079	118-03-35A	1343,45	1343,6	Grauwacke finement lité et folié parallèlement au litage		X		
A-61080	118-03-04A	823,2	823,3	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61081	118-03-04A	824,25	824,4	Mince dyke felsique microporphyrrique	X	X		
A-61082	118-03-04A	871,9	872	Basalte déformé fortement folié à biotite; Py		X		
A-61083	118-03-04A	892,8	892,9	Basalte à hornblende, légère altération à carbonate		X		

Tableau A3 (suite): Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007).

Échantillon	Forage	De (m)	À (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61084	118-03-04A	909,5	909,6	Métakomatiite à chlorite-talc		X		
A-61085	118-03-04A	921,6	921,7	Métakomatiite à chlorite-talc		X		
A-61086	118-03-04A	934,1	934,25	Basalte fortement folié avec rubanement à biotite et chlorite; Po		X		
A-61087	118-03-04A	938,8	938,9	Basalte à biotite et à bandes minces à chlorite-hornbende.		X		
A-61088	118-03-04A	943,2	943,4	Basalte silicifié avec veinules de quartz; Apy, Sb	X	X		
A-61089	118-03-04A	947,4	947,55	Basalte rubané légèrement silicifié à biotite et bandes de chlorite et carbonates		X		
A-61090	118-03-04A	952,6	952,75	Basalte à biotite et un peu de chlorite; Po	X	X		
A-61091	118-03-04A	959,1	959,25	Basalte fortement folié à biotite et chlorite		X		
A-61092	118-03-04A	966,3	966,45	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61093	118-03-04A	975,4	975,55	Basalte fortement folié, rubané à biotite et un peu de chlorite		X		
A-61094	118-03-04A	978,2	978,35	Métakomatiite à talc-chlorite, chlorite filamenteuse, pas de biotite		X		
A-61095	118-03-04A	979,45	979,6	Métakomatiite silicifiée à chlorite et biotite brunâtre		X		
A-61096	118-03-04A	983,15	983,4	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61097	118-03-04A	988	988,2	Métakomatiite silicifiée à chlorite et biotite	X	X		
A-61098	118-03-04A	989,8	989,95	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61099	118-03-04A	991,1	991,2	Grauwacke foliée à grain fin riche en biotite, très homogène.		X		
A-61100	118-03-04A	1000,6	1000,7			X		
A-61101	118-02-02B	757,2	757,35	Basalte fortement folié chloriteux avec légère altération à carbonate.		X		
A-61102	118-02-02B	764,65	764,8	Basalte fortement folié chloriteux avec légère altération à carbonate.		X		
A-61103	118-02-02B	769,7	769,85	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61104	118-02-02B	774	774,1	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61105	118-02-02B	781,4	781,6	Basalte très fortement folié à biotite avec quelques veinules de quartz		X		
A-61106	118-02-02B	785,3	785,4	Possiblement roche sédimentaire (grauwacke) foliée.		X		
A-61107	118-02-02B	792,3	793,45	Possiblement grauwacke finement lité et fortement folié	X	X		
A-61108	118-02-02B	799,3	799,4	Métakomatiite à talc et chlorite, légère silicification.		X		
A-61109	118-02-02B	804,5	804,6	Grauwacke à biotite, très homogène.		X		
A-61110	118-02-02B	822,3	822,4	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61111	118-03-04C	815,6	815,7	Métakomatiite rubanée à talc-chlorite		X		
A-61112	118-03-04C	841,6	841,7	Basalte fortement folié (altération à biotite et chlorite)		X		
A-61113	118-03-04C	859,2	859,3	Métakomatiite à talc-chlorite rubanée		X		
A-61114	118-03-04C	876,8	876,95	Basalte fortement folié rubané à chlorite et à biotite		X		
A-61115	118-03-04C	890,2	890,3	Basalte fortement folié chloritisé		X		
A-61116	118-03-04C	904,1	904,2	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61117	118-03-04C	912,3	912,45	Métakomatiite à talc?-chlorite et biotite	X	X		

Tableau A3 (suite): Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007).

Échantillon	Forage	De (m)	A (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61118	118-03-04C	915,45	915,6	Métakomatiite à talc-biotite	X	X		
A-61119	118-03-04C	919,2	919,3	Grauwacke finement lité et fortement folié		X		
A-61120	118-03-04C	938,6	938,7	Basalte rubané à biotite et à fins rubans à chlorite-hornblende.		X		
A-61121	118-03-27A	499,4	499,6	Métakomatiite à talc-chlorite et bandes schisteuses à biotite		X		
A-61122	118-03-27A	501,15	501,3	Métakomatiite à chlorite-talc	X	X		
A-61123	118-03-27A	505,8	505,95	Bande altérée fortement à biotite et à silice; Py, Apy	X	X		
A-61124	118-03-27A	517,45	517,6	Bande altérée fortement à biotite et à silice; Py, Apy		X		
A-61125	118-03-27A	532,9	533	Basalte fortement folié avec quelques veinules de quartz-carbonates		X		
A-61126	118-03-27A	559,6	559,7	Basalte déformé avec quelques fines veinules.		X		
A-61127	118-03-27A	572,7	572,85	Métakomatiite à chlorite avec bandes blanchâtres à talc ou carbonate?		X		
A-61128	118-03-27A	582,2	582,3	Métakomatiite à biotite avec altération muscovite; Apy, Py, Po		X		
A-61129	118-03-27A	587	587,15	Métakomatiite à chlorite rubanée avec bandes blanchâtres à talc ou carbonate?		X		
A-61130	118-03-27A	596,45	596,6	Métakomatiite à chlorite et à talc rubanée avec un peu de biotite; Py		X		
A-61131	118-03-27A	605,9	606	Bande de roches volcaniques mafiques		X		
A-61132	118-03-27A	611,85	612	Bande de roches volcaniques mafiques	X	X		
A-61133	118-03-27A	623,5	623,6	Grauwacke homogène gris foncé.		X		
A-61134	118-03-31	463,5	463,7	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61135	118-03-31	468,45	468,6	Basalte biotitisé et silicifié; Py, Apy	X	X		
A-61136	118-03-31	480	480,2	Basalte fortement déformé (folié) et altéré à biotite-chlorite avec veinules à carbonate.		X		
A-61137	118-03-31	500,9	501	Basalte fortement déformé (folié) et altéré à biotite-chlorite avec veinules à carbonate.		X		
A-61138	118-03-31	522,7	522,8	Basalte fortement déformé (folié) et altéré à biotite-chlorite avec veinules à carbonate.		X		
A-61139	118-03-31	531,45	531,6	Métakomatiite à talc-chlorite; Traces Py		X		
A-61140	118-03-31	543,15	543,3	Métakomatiite à chlorite avec un peu de biotite et peut-être un peu de talc; 2% Py	X	X		
A-61141	118-03-31	550,6	550,75	Métakomatiite à chlorite-biotite		X		
A-61142	118-03-31	564,2	564,4	Bande de roches volcaniques mafiques à chlorite avec rubans millimétriques de carbonates?		X		
A-61143	118-03-26	352,1	352,2	Métakomatiite à chlorite		X		
A-61144	118-03-26	376,9	377	Métakomatiite à talc-chlorite rubanée millimétriquement		X		
A-61145	118-03-26	390,6	390,75	Grauwacke fortement déformé et altéré à biotite		X		
A-61146	118-03-26	410,85	411	Grauwacke fortement déformé et altéré à biotite		X		
A-61147	118-03-26	416,15	416,3	Métakomatiite à talc-chlorite-biotite fortement rubanée		X		
A-61148	118-03-26	420,3	420,5	Basalte schisteux à biotite; Apy, Py	X	X	X	
A-61149	118-03-26	423,2	423,3	Métakomatiite à talc-chlorite et à biotite		X		

Tableau A3 (suite): Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007).

Échantillon	Forage	De (m)	A (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61150	118-03-26	441,05	441,2	Basalte faiblement altéré ou encore gabbro finement grenu.		X		
A-61151	118-03-26	453,55	453,7	Basalte fortement folié altéré à biotite.		X		
A-61152	118-03-26	467,65	467,75	Basalte fortement folié		X		
A-61153	118-03-26	478,9	479,05	Métakomatiite à chlorite-biotite		X		
A-61154	118-03-26	485,7	485,8	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61155	118-03-26	503,8	503,95	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61156	118-03-26	513,8	513,9	Basalte fortement folié altéré à biotite		X		
A-61157	118-03-26	524,5	524,6	Métakomatiite déformée altérée à chlorite±talc.		X		
A-61158	118-03-28E	968,9	968,9	Andésite? Fortement altérée à hornblende granoblastique et matrice fine brunâtre, rubanement tectonique fort.		X		
A-61159	118-03-28E	977,3	977,4	Dyke felsique microporphyrrique à Fp avec Py fine disséminée, environ 1 g/t Au.		X		
A-61160	118-03-28E	979	979,1	Schiste à talc et à chlorite, fort rubanement.		X		
A-61161	118-03-28E	987,35	987,5	Roche volcanique mafique massive foliée fortement de couleur vert très foncé.		X		
A-61162	118-03-28E	995,5	995,6	Grauwacke homogène verdâtre fortement folié.		X		
A-61163	118-03-28E	1015	1015,1	Schiste à talc-chlorite verte foncé rubané.		X		
A-61164	118-03-28E	1020,9	1021	Schiste à talc-chlorite verte foncé rubané.		X		
A-61165	118-03-28E	1023,5	1023,65	Schiste à talc et à chlorite avec fins slivers de biotite et début de silicification.		X		
A-61166	118-03-28E	1025,2	1025,4	Zone à 43,4 g/t Au. Biotitisation rubanée et forte silicification avec Py fine et Aspy fine disséminées.	X	X	X	
A-61167	118-03-28E	1026,8	1026,95	Schiste à talc-chlorite vert foncé dans zone minéralisée, lien avec faibles valeurs (0,6 g/t Au).	X	X		
A-61168	118-03-28E	1031,3	1031,4	Schiste à talc-chlorite vert foncé, lien avec faibles valeurs (0,11 g/t Au).		X		
A-61169	118-03-28E	1037,9	1038	Schiste à chlorite verte et à talc rubané.		X		
A-61170	118-03-28E	1048,8	1048,9	Schiste à chlorite verte et à talc rubané.		X		
A-61171	118-03-28E	1054,9	1055	Basalte légèrement altéré à carbonates de fer.		X		
A-61172	118-03-28E	1057,2	1057,35	Basalte granoblastique à hornblende orientée altéatoirement et abondante (50%).	X	X		
A-61173	118-03-28E	1062,4	1062,5	Basalte légèrement altéré à carbonates de fer.		X		
A-61174	118-03-28E	1066,4	1066,5	Basalte à Hb rubané finement		X		
A-61175	118-03-28E	1069,7	1069,85	Basalte rubané avec un peu de biotite et de chlorite	X	X		
A-61176	118-03-28E	1070,2	1070,35	Basalte silicifié avec un peu de biotite et de chlorite fortement rubané; Apy, Py	X	X		
A-61177	118-03-28E	1074	1074,15	Métakomatiite à talc-chlorite et de biotite, quelques porphyroblastes de Hb verte		X		
A-61178	118-03-28E	1077,35	1077,5	Métakomatiite à talc-chlorite et carbonates?		X		
A-61179	118-03-28E	1085,2	1085,3	Métakomatiite à talc-chlorite et carbonates?		X		
A-61180	118-03-28E	1089,4	1089,5	Métakomatiite altérée à chlorite et talc et relativement peu déformée		X		

Tableau A3 (suite): Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007).

Echantillon	Forage	De (m)	A (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61181	118-03-28E	1101,8	1101,9	Métakomatiite à talc-chlorite rubanée		X		
A-61182	118-04-57E	1780,1	1780,2	Basalte folié avec quelques porphyroblastes fins de hornblende orientés aléatoirement.		X		
A-61183	118-04-57E	1787,2	1787,3	Intermédiaire entre métakomatiite à talc-chlorite et basalte fortement altéré à chlorite		X		
A-61184	118-04-57E	1789,7	1789,85	Grauwacke très homogène, quelques veinules de quartz; Apy	X	X		
A-61185	118-04-57E	1804,6	1804,7	Grauwacke homogène		X		
A-61186	118-04-57E	1821,2	1821,3	Grauwacke lité et folié		X		
A-61187	118-04-57E	1827,6	1827,8	Roche d'origine incertaine, base de la Zone Contact	X	X		
A-61188	118-04-57E	1829,15	1829,3	Basalte finement rubané altéré à chlorite et biotite avec légère silicification.	X	X		
A-61189	118-04-57E	1830	1830,15	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61190	118-04-57E	1831,35	1831,5	Basalte rubané à biotite et bandes minces à chlorite-hornblende±talc; Apy, Po		X		
A-61191	118-04-57E	1836,55	1836,7	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61192	118-04-57E	1837,9	1838,05	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61193	118-04-57E	1841,75	1841,9	Métakomatiite à talc-chlorite rubanée finement avec porphyroblastes de biotite		X		
A-61194	118-04-57E	1846,85	1847	Métakomatiite à talc-chlorite mais pas très déformé, quelques porphyroblastes de hornblende verte		X		
A-61195	118-04-57E	1852,4	1852,5	Métakomatiite à talc-chlorite rubanée finement		X		
A-61196	118-04-57E	1854	1854,2	Basalte altéré à biotite et bandes de chlorite-hornblende; Traces Po, Apy	X	X		
A-61197	118-04-57E	1855,95	1856,1	Basalte altéré à biotite et minces bandes de chlorite-hornblende; Apy	X	X		
A-61198	118-04-57E	1857,45	1857,6	Basalte très peu de biotite, chlorite et hornblende		X		
A-61199	118-04-57E	1861,35	1861,5	Basalte rubané à biotite et à chlorite-hornblende		X		
A-61200	118-04-57E	1865	1865,15	Basalte rubané à biotite et à bandes minces de chlorite-hornblende		X		
A-61201	118-04-57E	1869,5	1869,6	Pseudo-schiste à talc-chlorite avec 3-5% Po fine disséminée et traces d'Apy		X		
A-61202	118-04-57E	1874,9	1875	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61203	118-03-35D	1139,9	1140	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61204	118-03-35D	1148,55	1148,7	Basalte altéré avec Po-Apy±Py finement disséminés et déformés.	X	X	X	
A-61205	118-03-35D	1149,9	1150,1	Métakomatiite à talc-chlorite	X	X		
A-61206	118-03-35D	1164,2	1164,35	Métakomatiite à talc-chlorite		X		
A-61207	118-03-35D	1168,6	1168,7	Basalte biotitisé et silicifié		X		
A-61208	118-03-35D	1179,3	1179,4	Forte altération à biotite rubanée avec rubans de chlorite-hornblende; Po, Apy, Py		X		
A-61209	118-03-35D	1183,65	1183,8	Métakomatiite à talc-chlorite±carbonates rubanée		X		
A-61210	118-03-35D	1189,8	1190	Métakomatiite à talc-chlorite		X		

Tableau A3 (suite): Description des échantillons recueillis pour l'étude géochimique de Mercier-Langevin (2007).

Echantillon	Forage	De (m)	À (m)	Description	Lame	AG	Microsonde	LA-ICP-MS
A-61211	118-03-35D	1199,9	1200	Basalte fortement folié à bandes de biotite et bandes de chlorite, biotite et un peu d'épidote.		X		
A-61212	118-03-35D	1203,15	1203,4	Altération rubanée à biotite, chlorite et veinules siliceuses diffuses	X	X		
A-61213	118-03-35D	1205,5	1205,65	Métakomatiite à talc-chlorite-carbonate; Traces Apy	X	X		
A-61214	118-03-35D	1209,5	1209,7	Altération forte en biotite (rubans) et silicification intense, rubans minces de chlorite-hornblen; Apy	X	X		
A-61215	118-03-35D	1213,9	1214,1	Altération forte en biotite (rubans) et silicification intense, rubans minces de chlorite-hornblen; Apy	X	X		
A-61216	118-03-35D	1217,9	1218	Basalte fortement folié à rubans de biotite avec bandes chloriteuses; Apy		X		
A-61217	118-03-35D	1221,9	1222,05	Métakomatiite à talc-chlorite avec biotite	X	X		
A-61218	118-03-35D	1225	1225,15	Métakomatiite à talc-chlorite avec biotite		X		

ANNEXE B
Compilation des cartographies réalisées sous-terre

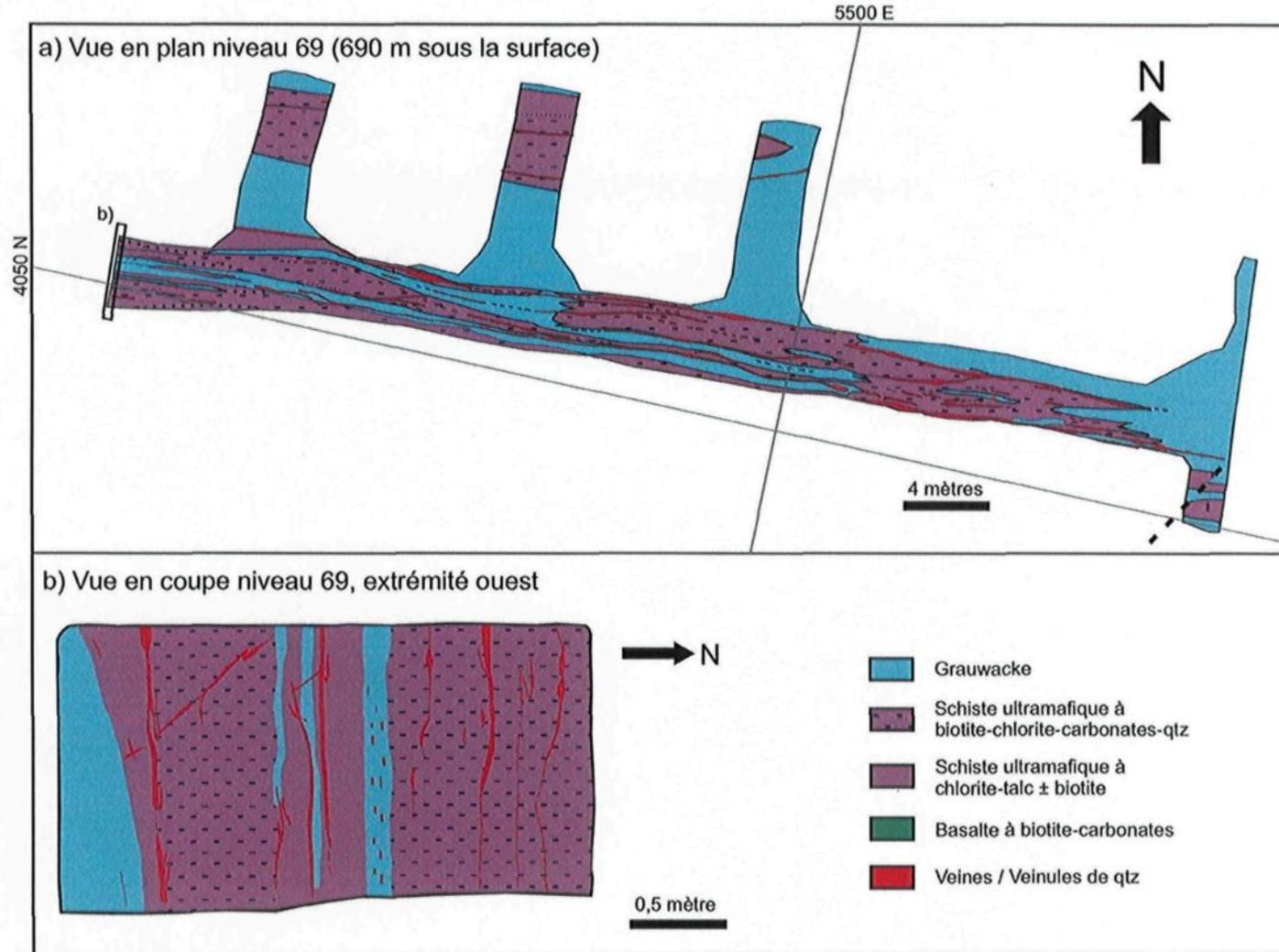


Figure B1: Géologie du niveau 69 montrant la présence de plis asymétriques en «Z» le long du contact entre le Groupe de Cadillac et du Piché. (a) vue en plan. (b) vue en coupe.

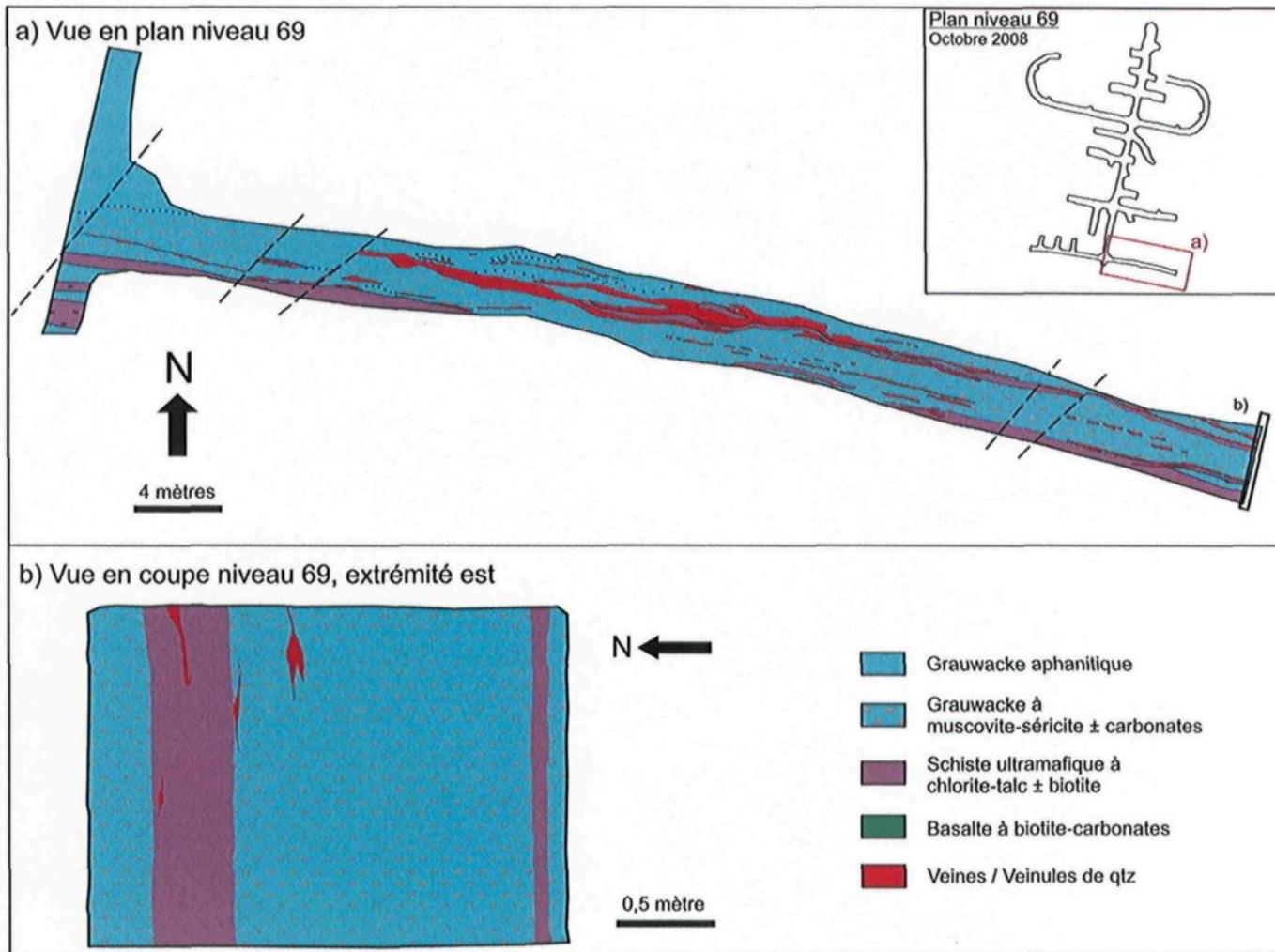


Figure B2: Géologie détaillée du niveau 69. a) vue en plan du côté Est de la galerie. b) vue en coupe de l'extrémité Est de la galerie.

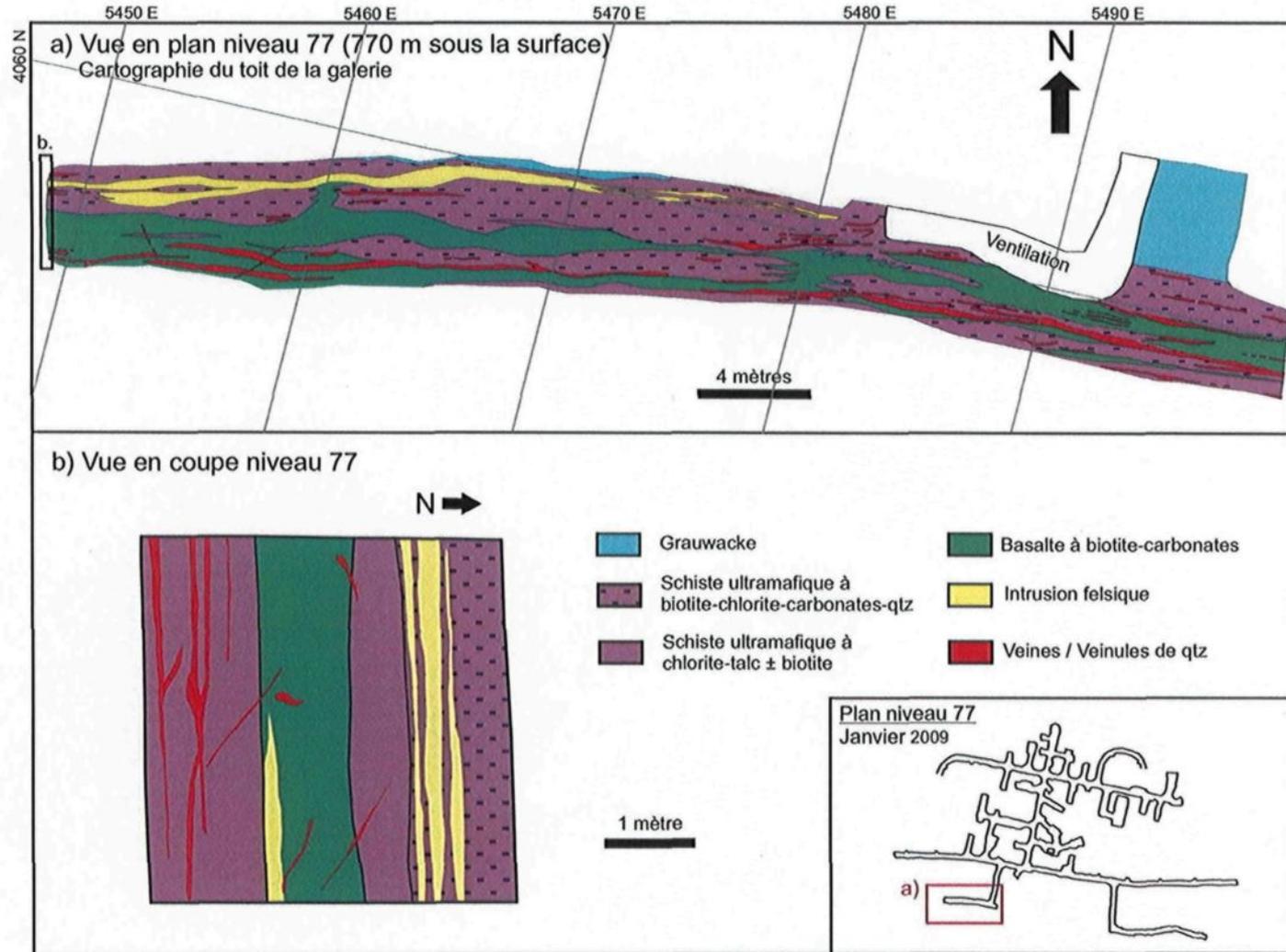
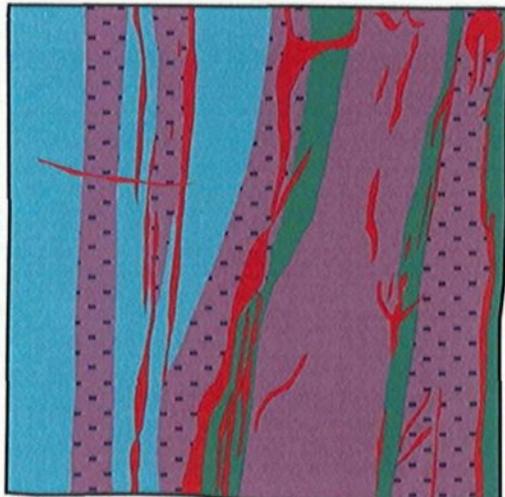


Figure B3: Cartographie géologique des zones minéralisées du niveau 77, mine Lapa. a) vue en plan de la cartographie au toit de la galerie. b) vue en coupe de la face localisé à l'ouest de la galerie de a).

c) Vue en coupe niveau 77, extrémité est

N ←



Grauwacke aphanitique



Schiste ultramafique à
biotite-chlorite-carbonates-qtz



Schiste ultramafique à
chlorite-talc ± biotite



Basalte à biotite-carbonates



Veines / Veinules de qtz

1 mètre

Figure B3 (suite): Géologie détaillée du niveau 77 (PS-77-33). c) vue en coupe de l'extrémité est de la galerie.

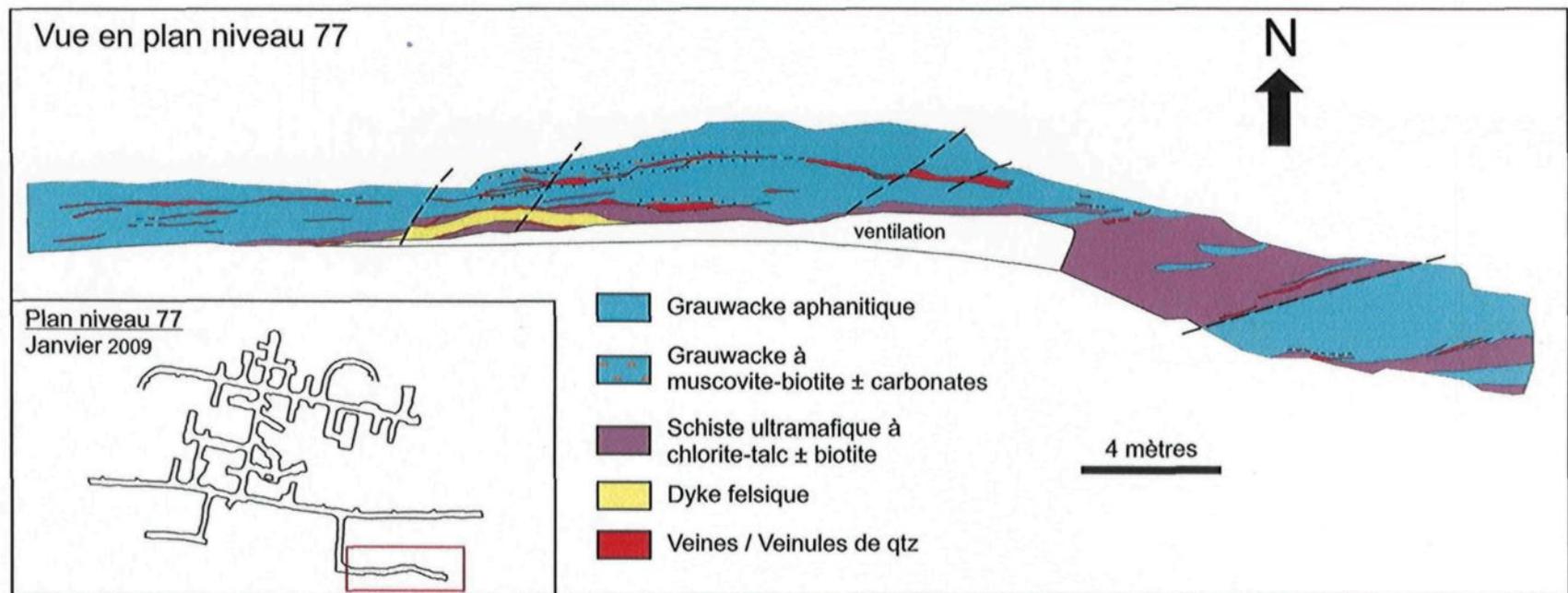


Figure B4: Vue en plan montrant la géologie détaillée du niveau 77 (PS-77-42).

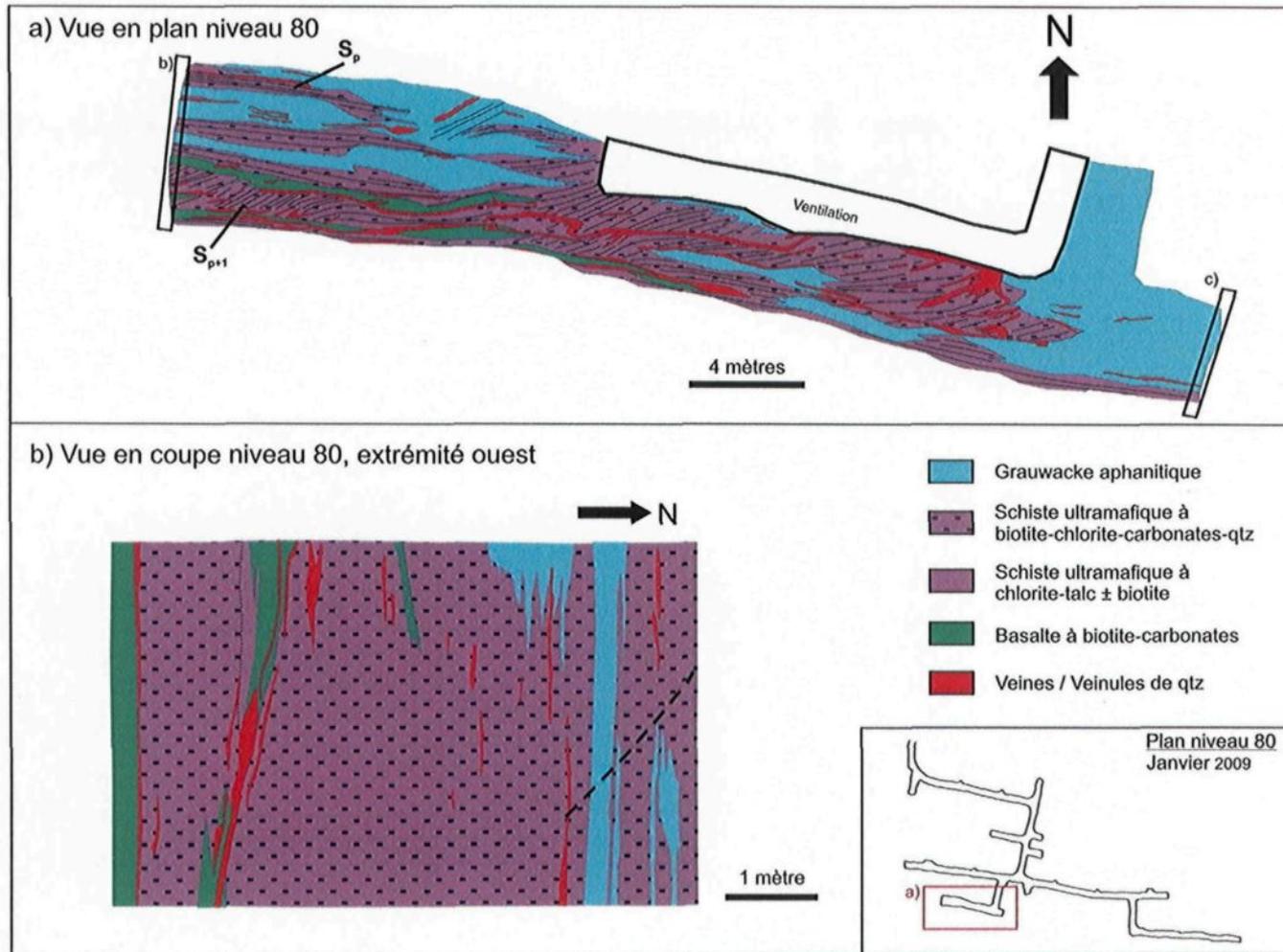


Figure B5: Géologie détaillée du niveau 80 (PS-80-34). a) vue en plan du côté ouest de la galerie. b) vue en coupe de l'extrémité ouest de la galerie.

c) Vue en coupe niveau 80, extrémité est

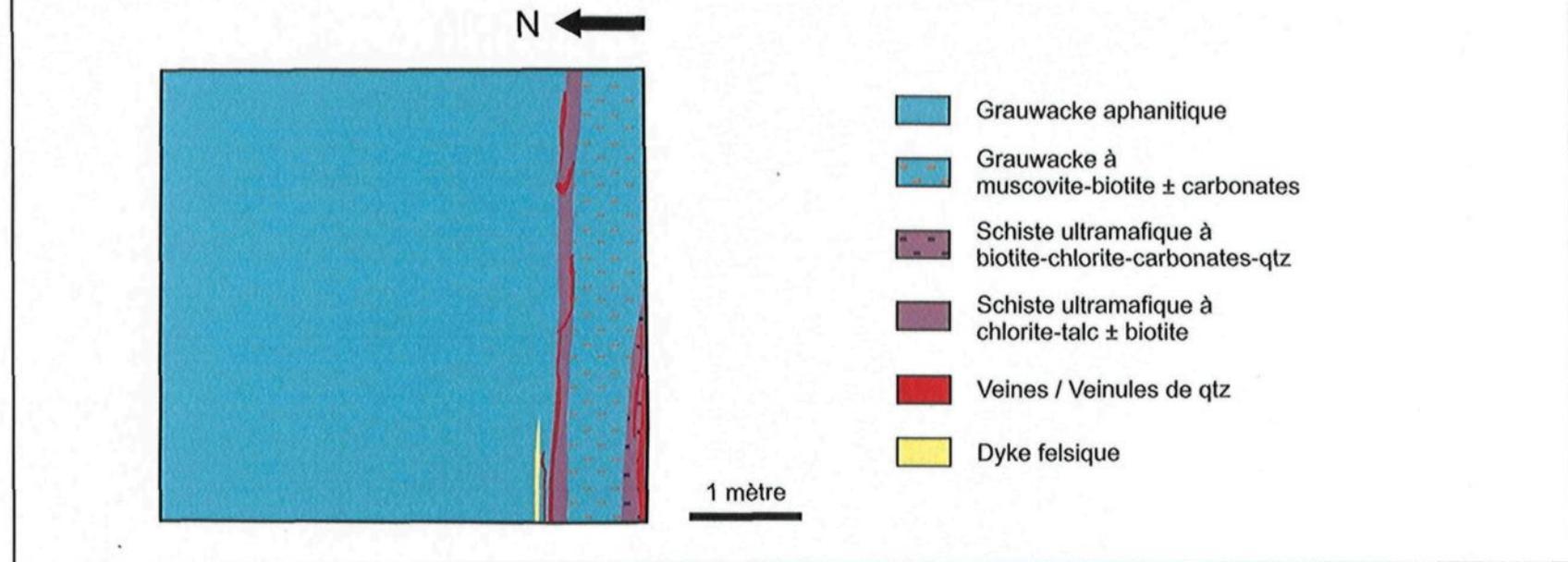


Figure B5 (suite): Géologie détaillée du niveau 80 (PS-80-34).c) vue en coupe de l'extrémité est de la galerie.

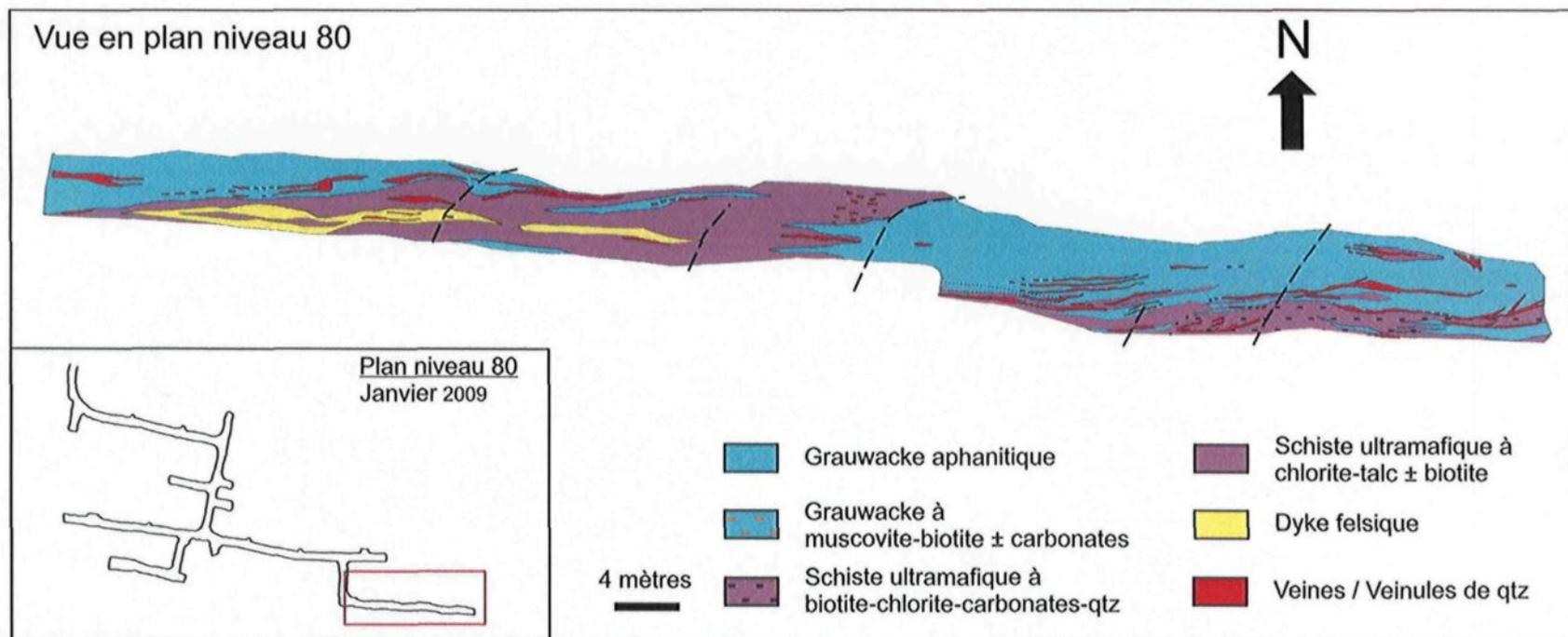


Figure B6: Vue en plan de la géologie détaillée du niveau 80 (PS-80-42).

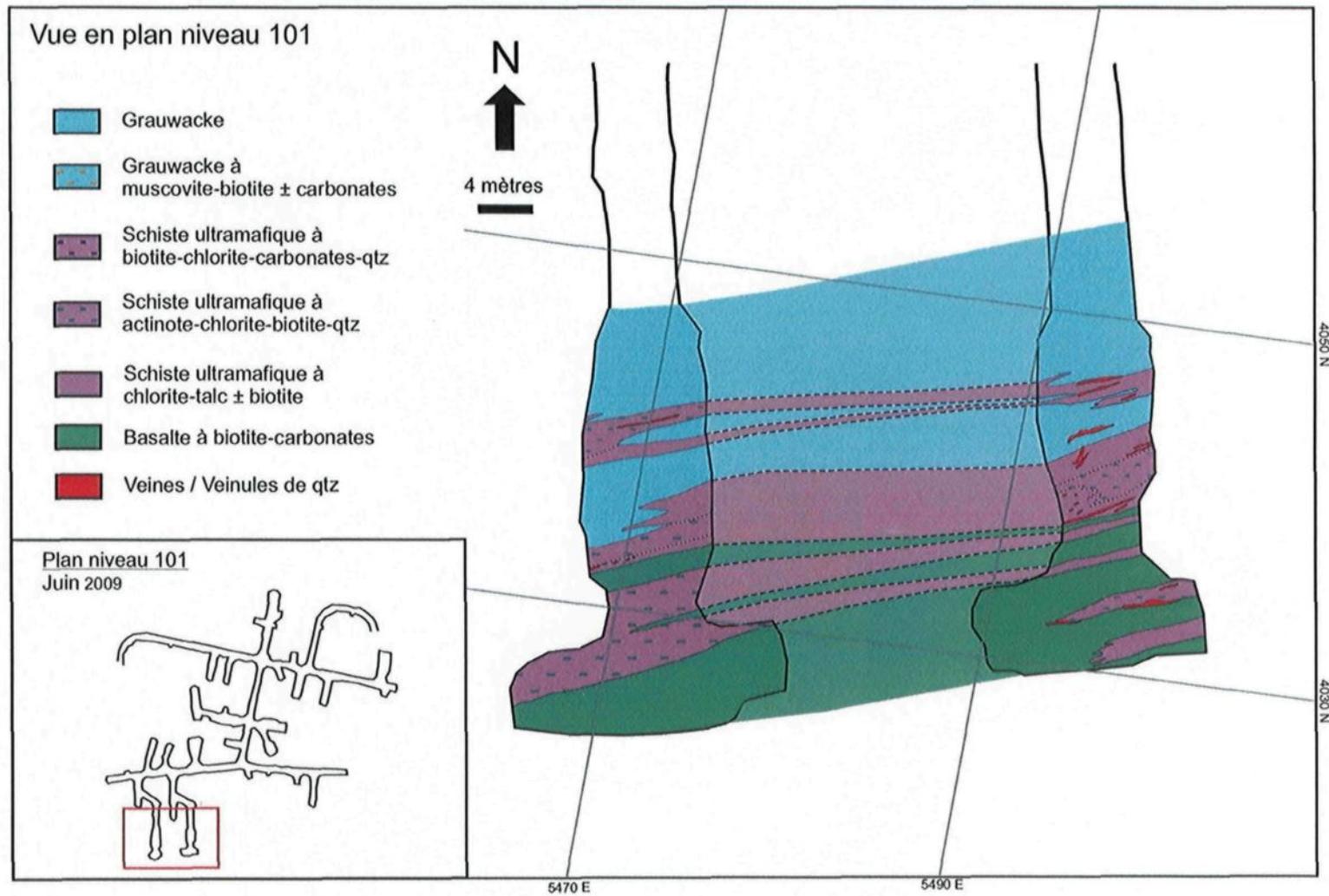


Figure B7: Vue en plan de la géologie détaillée du niveau 101

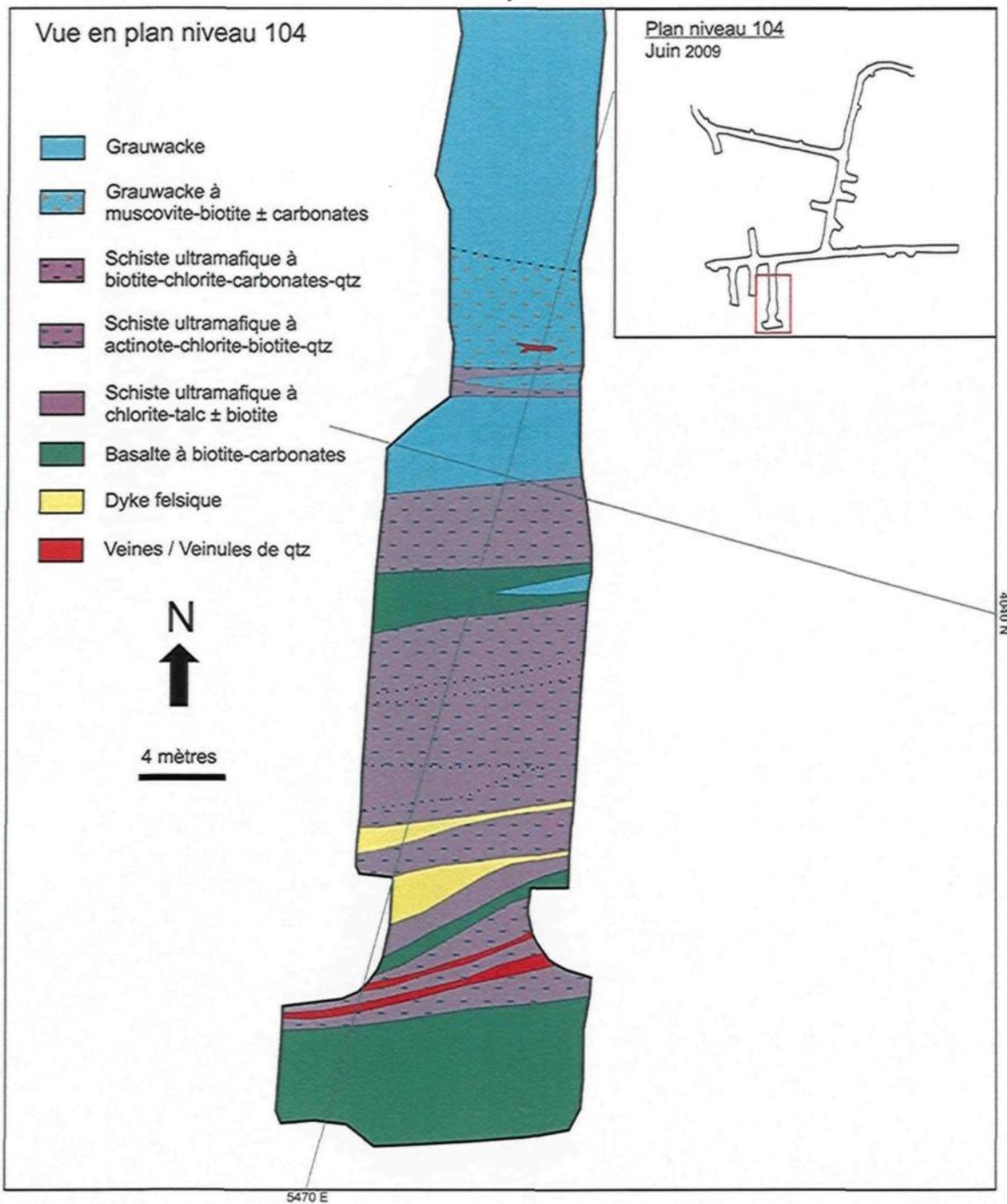


Figure B8: Vue en plan de la géologie détaillée du niveau 104

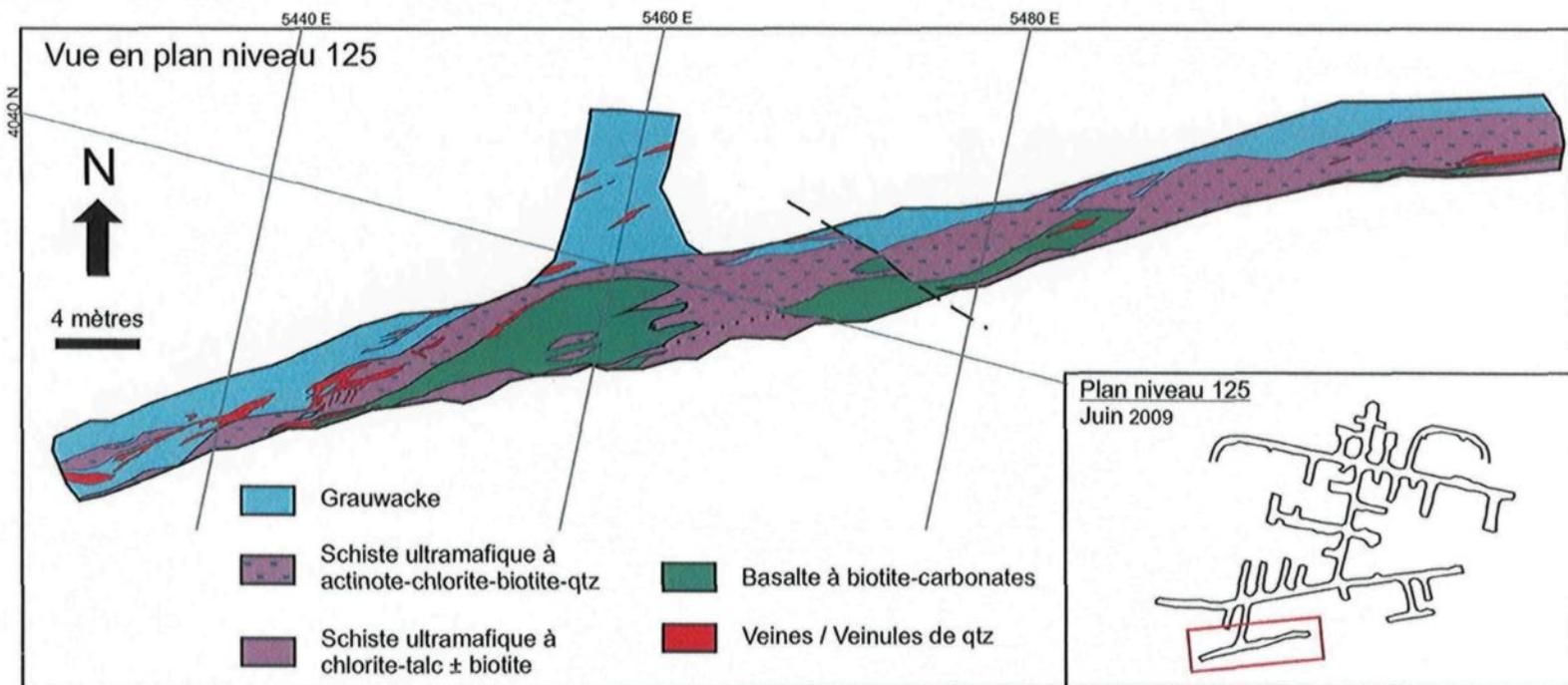


Figure B9: Vue en plan de la géologie détaillée du niveau 125

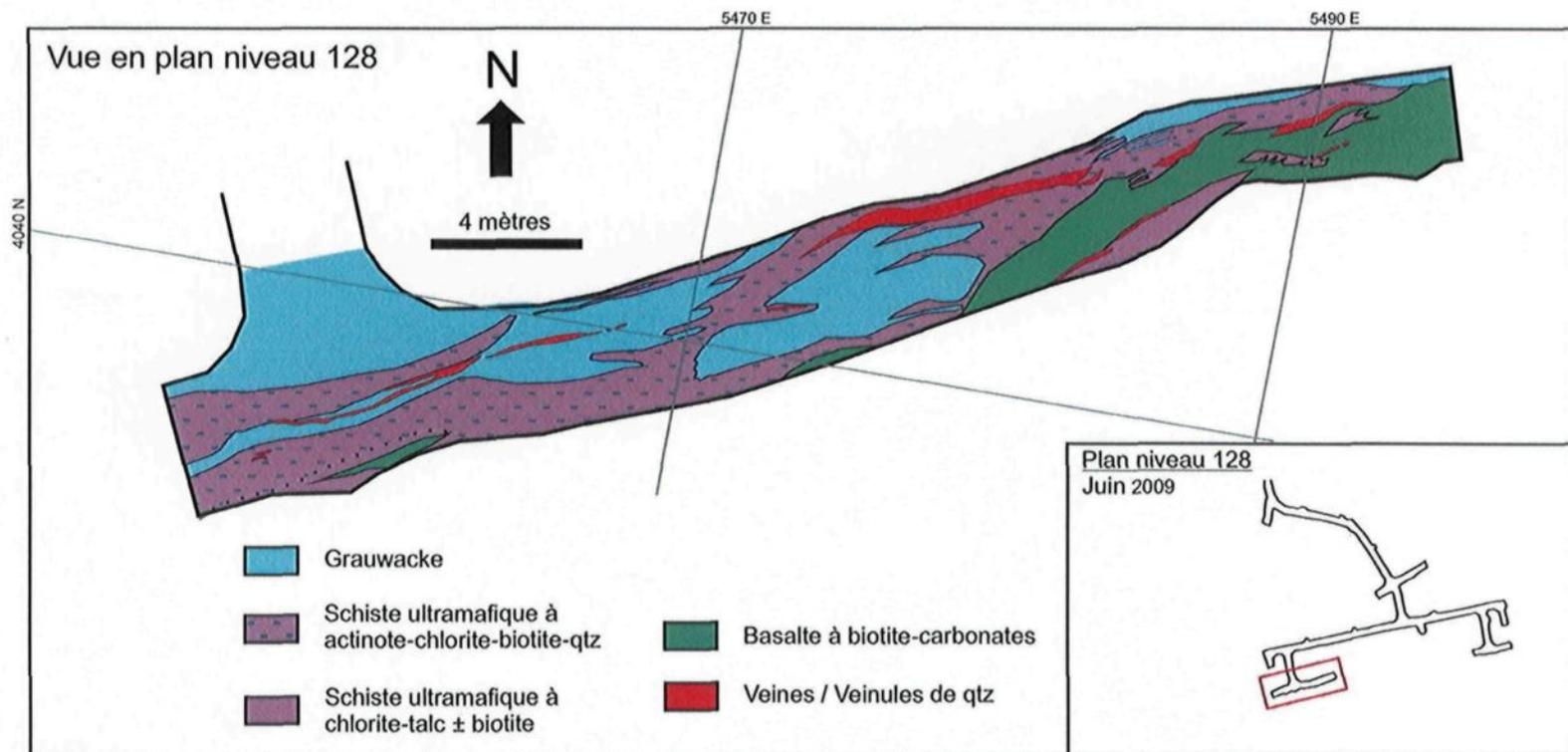


Figure B10: Vue en plan de la géologie détaillée du niveau 128.

ANNEXE C
Analyses de roche totale

Les échantillons recueillis pour les analyses géochimiques de roche totale et éléments traces ont été analysés au Laboratoire du Groupe SGS de Lakefield en Ontario. La concentration en éléments majeurs (limite de détection entre 0,01 et 0,03 %) a été déterminée par spectroscopie par fluorescence X (XRF) sur disque fusionné. Les éléments traces (limite de détection entre 0,05 et 5 ppm) ont été analysés par fusion au peroxyde de sodium couplée avec une finition par spectroscopie d'émission atomique (ICP-AES) et au spectromètre de masse à plasma inductif (ICP-MS). D'autre part, la concentration en métaux précieux (e.g. Au, Ag, As, Sb; limite de détection = 5 ppb) a été déterminée par analyse pyrognostique (fire assay).

Tableau C1: Spécifications techniques pour les analyses de roche totale.

Élément analysé	Méthode analytique	Limite de détection	
Au	Essai pyrognostique (finition spectrophotométrie d'adsorption atomique AAS)	5 ppb	
Au	Essai pyrognostique (finition gravimétrique)	0,03 g/t	
SiO ₂	Fluorescence X	0,01%	
Al ₂ O ₃		0,01%	
CaO		0,01%	
MgO		0,03%	
Na ₂ O		0,02%	
K ₂ O		0,01%	
Fe ₂ O ₃		0,01%	
MnO		0,01%	
TiO ₂		0,01%	
P ₂ O ₅		0,01%	
Cr ₂ O ₃		0,01%	
Perte au feu		0,01%	
Al		Fusion peroxyde de sodium (Finition spectroscopie d'émission atomique ICP-AES)	0,01%
Ba			0,5 ppm
Be	5 ppm		
Ca	0,01%		
Cr	10 ppm		
Cu	5 ppm		
Fe	0,01%		
K	0,01%		
Li	10 ppm		
Mg	0,01%		
Mn	10 ppm		
Ni	5 ppm		
P	0,01%		
Sc	5 ppm		
Sr	0,1 ppm		
Ti	0,01%		
V	5 ppm		
Zn	5 ppm		
Zr	0,5 ppm		
Ag	1 ppm		
As	30 ppm		
Bi	0,1 ppm		
Cd	0,2 ppm		
Ce	0,1 ppm		
Co	0,5 ppm		
Cs	0,1 ppm		
Dy	0,05 ppm		
Er	0,05 ppm		
Eu	0,05 ppm		
Ga	1 ppm		
Gd	0,05 ppm		

Tableau C1 (suite): Spécifications techniques pour les analyses de roche totale.

Élément analysé	Méthode analytique	Limite de détection
Ge	Fusion peroxyde de sodium (Finition spectroscopie d'émission atomique ICP-AES)	1 ppm
Hf		1 ppm
Ho		0,05 ppm
In		0,2
La		0,1
Lu		0,05 ppm
Mo		2 ppm
Nb		1 ppm
Nd		0,1 ppm
Pb		5 ppm
Pr		0,05 ppm
Rb		0,2 ppm
Sm		0,1 ppm
Sn		1 ppm
Ta		0,5 ppm
Tb		0,05 ppm
Th		0,1 ppm
Tl		0,5 ppm
Tm		0,05 ppm
U		0,05 ppm
W	1 ppm	
Y	0,5 ppm	
Yb	0,1 ppm	
As	Fusion peroxyde de sodium	0,5 ppm
Bi		0,5 ppm
Sb		0,5 ppm

Tableau C2: Résultats d'analyse de roche totale des roches sédimentaires les moins altérées.

Echantillon	A-61003	A-61044	A-61045	A-61052	A-61054	A-61078	A-61109	A-61184	A-61185	LA-100630	LA-101407
SiO ₂ (% poids)	66,17	58,38	66,18	60,65	67,76	63,49	62,27	62,3	65,68	66,9	65,2
TiO ₂	0,57	0,7	0,49	0,65	0,59	0,66	0,65	0,63	0,53	0,51	0,53
Al ₂ O ₃	15,41	17,75	15,13	17,02	15,33	14,47	16,46	16,04	15,17	15,4	14,5
Fe ₂ O ₃	5,5	7,64	5,16	7,07	5,47	8,06	6,59	6,57	5,53	5,59	5,86
MnO	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,12	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
MgO	2,77	3,88	2,91	3,21	2,1	3,8	3,41	3,3	3,38	2,36	3,2
CaO	2,14	1,31	2	1,27	1,6	2,2	2,08	2,41	2,64	1,14	1,78
Na ₂ O	3,44	1,74	4,34	2,69	3,27	2,89	3,64	4,64	3,91	2,58	2,93
K ₂ O	2,46	3,97	2,37	3,32	2,19	2,22	2,89	2,41	1,29	2,6	2,56
P ₂ O ₅	0,14	0,18	0,17	0,18	0,16	0,19	0,2	0,19	0,16	0,13	0,15
Cr ₂ O ₃	< DL	0,09	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
PAF	1,4	2,8	1,4	2,65	1,55	1,45	1,25	1,05	1,45	2,09	1,64
Total	100,1	98,48	100,3	98,83	100,1	99,63	99,57	99,67	99,86	99,4	98,4
Au (ppb)	< DL	57									
As (ppm)	16,6	70,8	188	199	21,2	109	54,6	57,8	12,7	< DL	0
Sb	< DL	5,7	< DL	< DL	< DL	96,1					
Zn	86	109	75	110	90	74	87	69	48	77	80
Ni	76	147	88	106	70	159	118	119	85	72	138
Cu	42	54	48	47	44	83	58	46	51	0	67
Co	20,5	28,8	19,5	24,3	18,7	34,7	26,5	24,7	21,6	18,8	27,3
Pb	< DL	< DL									
V	100	158	98	138	100	153	118	118	88	87	115
Ba	560	1010	914	630	778	352	863	762	393	596	567
Cr	308	257	321	251	199	576	293	359	389	140	290
Cs	4,1	11,1	5	6,1	3,7	7,9	7	8,9	3,8	2,7	8,3
Ga	17	23	16	21	17	17	21	19	18	19	< DL
Li	< DL	110	85	88	< DL	68	75	61	< DL	< DL	80
Mn	540	654	510	584	629	892	650	662	577	460	490
Rb	81,3	133	81,1	92,8	62,9	76,7	92,3	68,9	38,9	74,5	86,7
Sc	< DL	< DL									
Sr	334	218	471	142	389	254	300	342	670	379	255
Th	7,3	7,2	6,4	8,4	5,5	7,5	7,8	7	6,3	5,1	7,2
U	2,2	2,2	1,95	2,68	1,48	3,1	2,5	2,25	2,1	1,82	2,4
W	< DL	14	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
Y	12,7	18,4	11,6	15,4	13,7	17,4	13,8	12,4	11,5	12,6	14,8
Zr	132	109	109	127	112	170	145	133	138	108	136
La	27,8	26,8	27,1	28,6	25,7	26,2	26	23,9	25,1	22,9	29,6
Ce	56,4	57,1	53,7	59,9	52	52,9	52,9	49,5	50,3	46,1	58,2
Pr	6,62	7,21	6,61	7,28	6,22	6,36	6,26	6,01	6,07	5,5	7,32
Nd	24,8	28,6	25,5	28,5	23,1	24	24,6	22,8	22,9	22	25,7
Sm	4,7	5,9	4,7	5,9	4,5	4,7	4,4	4,1	4,3	3,7	4,7
Eu	1,22	1,33	1,27	1,47	1,14	1,11	1,25	1,14	1,21	0,97	1,35
Gd	3,9	5,24	3,88	4,58	3,68	4,19	3,91	3,44	3,65	3,44	3,71
Tb	0,58	0,75	0,51	0,64	0,54	0,64	0,54	0,5	0,51	0,44	0,5
Dy	2,83	3,85	2,38	3,38	2,85	3,58	2,68	2,66	2,27	2,25	2,78
Ho	0,5	0,74	0,43	0,63	0,54	0,73	0,52	0,51	0,44	0,47	0,51
Er	1,6	2,22	1,46	1,81	1,67	2,19	1,59	1,49	1,28	1,29	1,51
Tm	< DL	< DL									
Yb	1,4	2	1,2	1,8	1,5	1,9	1,4	1,3	1,1	1,3	1,6
Lu	< DL	< DL									
Nb	< DL	< DL									

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C2 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches sédimentaires les moins altérées.

Echantillon	LA-101415	LA-101417	LA-101422	Frais moyen
SiO₂ (% poids)	62,6	59	65	63,68
TiO₂	0,5	0,44	0,53	0,57
Al₂O₃	14,4	13,1	14,1	15,31
Fe₂O₃	6,15	5,95	6,47	6,26
MnO	0,08	0,1	0,07	0,08
MgO	3,99	4,12	3,31	3,27
CaO	2,59	4,45	1,79	2,10
Na₂O	3,39	3,61	3,03	3,29
K₂O	2,53	1,6	2,2	2,47
P₂O₅	0,2	0,17	0,15	0,17
Cr₂O₃	0,09	0,08	0,07	0,02
PAF	2,17	4,91	1,84	1,98
Total	98,8	97,5	98,6	
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	4,07
As (ppm)	< DL	< DL	< DL	52,12
Sb	5,1	11,7	9,9	9,18
Zn	90	64	94	82,36
Ni	180	127	104	113,50
Cu	63	46	57	50,43
Co	30,9	28,6	31,3	25,44
Pb	< DL	32	< DL	2,29
V	130	97	108	114,86
Ba	870	589	440	666,00
Cr	600	400	410	342,36
Cs	8,9	5,5	9,7	6,62
Ga	< DL	< DL	< DL	18,80
Li	100	< DL	70	52,64
Mn	720	700	500	612,00
Rb	97,6	50,9	90,5	80,58
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	390	532	255	352,21
Th	9,3	4,4	7,8	6,94
U	2,5	1,7	2,49	2,24
W	< DL	< DL	< DL	1,00
Y	13,9	13,4	15,4	14,07
Zr	140	105	199	133,07
La	31,2	26,1	32,4	27,10
Ce	60,2	46,6	65,4	54,37
Pr	8,06	6,51	7,6	6,69
Nd	30,2	24,7	27,8	25,37
Sm	5	4,3	4,7	4,69
Eu	1,48	1,23	1,22	1,24
Gd	4,56	3,55	4,06	3,99
Tb	0,54	0,45	0,5	0,55
Dy	2,78	2,49	2,8	2,83
Ho	0,46	0,42	0,52	0,53
Er	1,38	1,31	1,72	1,61
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	1,4	1,2	1,7	1,49
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	0,5

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3: Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	LA-101403	LA-101404	LA-101408	LA-101410	LA-101414	LA-101416	LA-101418	LA-101419	LA-101420
SiO ₂ (% poids)	60,20	64,10	67,80	61,00	63,10	62,30	54,90	61,10	53,50
TiO ₂	0,62	0,58	0,48	0,63	0,55	0,57	0,7	0,65	0,82
Al ₂ O ₃	16,30	14,40	13,90	14,60	15,30	16,60	19,20	15,80	16,40
Fe ₂ O ₃	7,58	6,95	5,44	9,26	5,92	6,22	7,85	8,08	12,6
MnO	0,09	0,1	0,08	0,13	0,08	0,07	0,09	0,11	0,15
MgO	3,85	2,98	2,57	4,12	3,50	3,93	4,17	3,68	5,43
CaO	2,01	1,92	1,62	1,54	2,21	0,91	1,85	1,72	0,98
Na ₂ O	1,81	3,06	3,16	1,84	3,72	5,18	2,01	2,59	1,58
K ₂ O	3,81	2,60	2,08	3,52	2,59	1,05	4,71	3,12	3,78
P ₂ O ₅	0,18	0,16	0,14	0,14	0,2	0,19	0,21	0,17	0,14
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	0,07	< DL	< DL	< DL	0,07	0,11
LOI	2,2	1,63	1,43	1,89	0,98	2,2	2,67	1,67	2,9
Total	98,8	98,6	98,8	98,8	98,3	99,3	98,5	98,8	97,9
Au (ppb)	70	44	< DL	3330	31	126	106	151	2230
As (ppm)	< DL	< DL	< DL	1060	< DL	210	380	250	2280
Sb	141	37,6	31,6	48,5	5,9	160	24,8	16,4	327
Zn	97	86	75	91	87	73	127	101	117
Ni	135	123	171	166	116	98	141	137	325
Cu	80	70	61	78	70	53	98	68	116
Co	35,2	30,9	24,4	41,6	30,1	24	38,1	37	62,8
Pb	< DL	36	< DL	< DL					
V	161	130	111	171	106	116	189	151	243
Ba	946	436	408	567	728	520	1400	571	510
Cr	350	290	320	460	280	210	280	430	500
Cs	15,5	11,4	7,6	15,2	7,5	1,9	21,7	12,2	16,3
Ga	22	17	16	15	20	21	30	20	19
Li	120	80	70	120	90	70	120	100	140
Mn	740	710	570	970	580	510	750	810	960
Rb	155	98,9	79,8	122	92,8	36,9	204	113	124
Sc	< DL	36							
Sr	260	224	231	206	445	156	290	213	161
Th	7,9	4,7	5,5	3,9	6,3	8	6,5	5,9	4
U	2,17	1,75	1,68	1,32	2,55	2,94	2,75	2,53	1,49
W	< DL	< DL	< DL	24	< DL	< DL	< DL	< DL	8
Y	19,8	16,3	15,6	17,6	15,2	17,6	23	18,9	25,1
Zr	145	119	143	111	117	140	164	139	101
La	33,2	25	27,5	20,9	33,2	35,1	36,2	33,2	17,3
Ce	66,1	45,5	55	40,3	58	62,4	60	59,7	35,6
Pr	8,32	6,23	6,86	5,24	7,78	8,28	9,24	7,61	4,74
Nd	31,6	23,6	24,7	20,2	29,5	31,7	33,3	29	19,3
Sm	5,5	4,2	4,5	3,6	5,1	5,2	6	5	4,2
Eu	1,27	1,08	1,21	1,03	1,23	1,27	1,21	1,3	1,01
Gd	4,79	3,71	3,9	3,5	4,32	4,49	5,34	4,33	4,3
Tb	0,65	0,5	0,5	0,5	0,53	0,6	0,67	0,61	0,67
Dy	3,5	2,89	2,84	3,29	2,65	3,15	3,98	3,51	4,35
Ho	0,65	0,54	0,5	0,59	0,48	0,55	0,68	0,61	0,8
Er	1,96	1,69	1,65	2,01	1,54	1,76	2,3	1,89	2,71
Tm	< DL	0,34	< DL	0,39					
Yb	2	1,7	1,6	2	1,4	1,7	2,2	1,9	2,6
Lu	0,32	< DL	< DL	0,31	< DL	< DL	0,35	0,32	0,34
Nb	7	< DL	9	< DL	< DL				

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3 (suite): Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	LA-101423	LA-101424	LA-101425	LA-101427	LA-101428	LA-101429	LA-101430	LA-101431	LA-101432
SiO ₂ (% poids)	60,90	65,00	59,60	65,10	67,90	62,80	65,60	66,30	60,40
TiO ₂	0,6	0,55	0,55	0,51	0,46	0,53	0,49	0,49	0,63
Al ₂ O ₃	16,40	15,00	14,10	14,30	13,20	14,50	16,30	13,60	17,30
Fe ₂ O ₃	6,87	5,98	7,09	5,89	5,36	6,86	4,63	5,67	7,24
MnO	0,08	< DL	0,1	0,08	0,07	0,09	< DL	0,07	0,08
MgO	3,74	3,12	5,90	3,42	2,97	4,57	2,48	3,06	3,59
CaO	1,17	1,74	2,20	2,59	1,63	1,24	0,62	1,87	1,37
Na ₂ O	3,25	2,64	0,99	2,42	2,15	1,24	0,81	2,23	1,99
K ₂ O	2,64	2,79	3,03	2,66	2,79	3,99	4,74	2,50	3,91
P ₂ O ₅	0,18	0,16	0,17	0,15	0,2	0,18	0,16	0,12	0,18
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	0,08	< DL					
LOI	2,16	1,86	3,67	1,47	1,69	2,18	2,37	1,34	2,09
Total	98	99	97,5	98,6	98,6	98,2	98,3	97,4	98,9
Au (ppb)	67	131	2750	379	3860	1470	713	18700	55
As (ppm)	< DL	290	3070	600	3790	1010	2110	6710	< DL
Sb	16,8	64,1	182	22,4	71,1	1000	57,4	1000	22,2
Zn	90	82	86	85	73	106	70	70	92
Ni	107	114	181	112	80	117	87	89	112
Cu	58	53	44	60	44	61	56	75	62
Co	32,3	25,5	31,7	30,6	24,9	28,3	18,2	28,6	28,8
Pb	< DL	112	< DL	< DL	< DL				
V	132	119	120	113	91	118	80	111	149
Ba	480	611	607	563	505	500	874	437	912
Cr	270	350	390	390	380	290	180	340	230
Cs	11,9	9,3	12	13,2	11,9	18,3	12,9	13	14
Ga	20	18	16	17	15	18	21	18	21
Li	90	80	110	70	70	100	< DL	70	80
Mn	640	440	690	600	490	620	320	530	640
Rb	103	94,8	96,9	112	99,5	130	142	101	145
Sc	< DL								
Sr	178	225	169	246	207	136	91,6	250	207
Th	7,4	6,4	3,8	5,8	5,7	5,3	11,6	6,4	8,3
U	2,38	2,36	1,88	2,4	1,97	2,12	3,81	2,06	2,7
W	< DL	< DL	23	< DL	< DL	15	< DL	9	< DL
Y	18,1	15,3	14,1	16,6	14,1	15,4	17,8	16,7	18,6
Zr	144	135	122	144	123	141	169	143	133
La	29,9	28,7	21,5	30,4	19,2	27,1	43,7	28,2	37,9
Ce	60	52,3	37,4	53,9	39,6	48,8	74,2	53,2	74,3
Pr	7,72	6,81	5,14	7,12	5,02	6,45	9,6	6,63	9,14
Nd	27,5	25,3	19,2	26,3	19,6	23,8	33,6	25,6	35,9
Sm	4,9	4,2	3,3	4,5	3,2	4,3	5,2	4,2	5,8
Eu	1,27	1,07	0,88	1,23	1	0,99	0,8	1,11	1,37
Gd	4,31	3,68	3,1	3,94	3,11	3,78	4,57	3,79	5,09
Tb	0,55	0,46	0,43	0,56	0,42	0,47	0,6	0,5	0,66
Dy	3,26	2,69	2,44	3,06	2,53	2,74	3,09	2,85	3,99
Ho	0,56	0,47	0,43	0,54	0,47	0,47	0,55	0,49	0,66
Er	1,79	1,51	1,43	1,83	1,58	1,56	1,81	1,61	2,02
Tm	< DL	0,31							
Yb	1,7	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,8	1,6	2
Lu	0,33	< DL	0,35						
Nb	7	< DL							

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3 (suite): Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	LA-101433	LA-101434	LA-100638	LA-100617	LA-100607	LA-100501	LA-100601	LA-100631	LA-100632
SiO ₂ (% poids)	63,80	62,00	69,50	61,30	57,30	57,80	66,00	61,40	65,10
TiO ₂	0,5	0,7	0,43	0,6	0,61	0,69	0,55	0,68	0,57
Al ₂ O ₃	16,00	14,60	15,20	15,80	12,20	15,80	15,00	17,20	15,20
Fe ₂ O ₃	5,62	8,39	3,99	6,39	11,8	10,6	5,72	7,23	6,13
MnO	< DL	0,1	< DL	0,05	0,21	0,08	< DL	0,09	0,08
MgO	3,12	4,17	1,76	3,41	7,02	4,86	2,20	3,07	2,81
CaO	1,32	1,36	1,64	0,97	4,63	2,06	1,36	1,19	1,34
Na ₂ O	1,52	2,24	5,46	7,64	1,90	2,62	4,35	2,94	4,53
K ₂ O	4,03	2,69	1,20	0,38	0,68	1,52	1,56	2,71	1,35
P ₂ O ₅	0,14	0,21	0,14	0,15	0,1	0,2	0,14	0,19	0,15
Cr ₂ O ₃	< DL	0,09	< DL	< DL	0,22	< DL	< DL	< DL	< DL
LOI	1,97	2,25	1,05	1,77	2,87	3,07	2,13	2,73	1,98
Total	98,1	98,8	100,5	98,5	99,5	99,3	99,1	99,5	99,2
Au (ppb)	268	686	< DL	707	< DL				
As (ppm)	990	520	< DL	9840	< DL				
Sb	40,6	279	< DL	5,4	< DL				
Zn	83	74	55	69	83	90	39	95	72
Ni	79	176	43	113	712	122	86	97	80
Cu	55	83	< DL	54	68	89	< DL	46	< DL
Co	23,5	40,1	14	24,7	69,6	27,3	22,7	25,3	21
Pb	< DL								
V	104	173	66	101	157	133	94	130	88
Ba	883	542	367	237	374	263	625	621	346
Cr	180	630	90	210	1470	290	180	190	160
Cs	14	11,6	1,3	7,3	2,3	3,7	2,5	3,7	1,6
Ga	22	17	18	19	14	21	16	24	18
Li	70	100	< DL	70,00	< DL				
Mn	510	760	380	350	1450	520	350	580	420
Rb	148	88	37,6	12,8	21	54	41,7	77,5	40,1
Sc	< DL								
Sr	164	228	497	194	514	306	351	174	244
Th	11,1	6,6	4,9	6,4	3	4,8	4,4	7,5	3,3
U	3,07	2,54	1,84	2,1	1,03	1,32	1,29	2,53	1,45
W	< DL	9	< DL	11	< DL				
Y	18,2	17,8	11,4	14,1	14,6	11,6	12,9	16,2	11,5
Zr	158	178	106	130	94,4	115	108	134	98,8
La	31,6	25,8	26	29	14,2	15,2	24,4	36,7	26,7
Ce	62,8	51,1	51,9	58,2	28,7	35,8	49,8	72,8	47,5
Pr	7,27	6,6	6,05	6,98	3,41	4,45	5,74	8,71	6,42
Nd	27,7	24,8	22,4	26,5	13,2	17	21,9	34,2	23,7
Sm	4,6	4,4	4,3	4,6	2,6	3	3,8	6	4,2
Eu	0,92	1,37	1,19	0,94	0,79	0,81	1,04	1,53	1,12
Gd	4,18	3,95	3,52	4,24	2,91	2,74	3,34	5,01	3,57
Tb	0,56	0,56	0,48	0,54	0,45	0,39	0,47	0,64	0,48
Dy	3,04	3,16	2,32	2,57	2,69	2,18	2,35	3,28	2,27
Ho	0,51	0,61	0,44	0,51	0,58	0,47	0,5	0,62	0,45
Er	1,63	1,93	1,14	1,38	1,69	1,35	1,34	1,74	1,31
Tm	< DL								
Yb	1,7	2	1,1	1,4	1,7	1,5	1,4	1,6	1,2
Lu	< DL	0,31	< DL						
Nb	8	< DL							

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3 (suite): Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	LA-100633	LA-100643	LA-100644	LA-100648	LA-100641	LA-100650	LA-100640	A-61001	A-61002
SiO ₂ (% poids)	64,70	66,80	60,40	63,10	66,90	60,30	70,90	62,66	63,03
TiO ₂	0,58	0,6	0,55	0,57	0,55	0,7	0,42	0,63	0,62
Al ₂ O ₃	15,90	14,70	11,00	16,00	14,60	17,70	12,40	16,63	16,26
Fe ₂ O ₃	5,93	5,41	8,54	5,91	5,42	6,71	3,91	6,13	5,87
MnO	< DL	0,08	0,15	0,08	0,07	0,08	0,11	0,07	0,08
MgO	2,73	2,64	2,77	3,22	2,62	3,29	1,89	3,28	3,24
CaO	1,61	1,68	6,62	2,60	1,51	1,31	3,78	3,08	2,36
Na ₂ O	4,06	2,09	1,75	3,71	4,08	2,62	3,46	3,21	3,28
K ₂ O	2,18	2,26	1,97	2,47	1,27	3,29	1,06	2,99	2,47
P ₂ O ₅	0,15	0,18	0,14	0,17	0,16	0,16	0,14	0,17	0,17
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL						
LOI	1,74	2,77	5,51	1,29	2,09	2,73	1,85	1,05	2,2
Total	99,7	99,2	99,4	99,2	99,3	99	100	99,96	99,6
Au (ppb)	< DL	46	< DL	< DL					
As (ppm)	< DL	16,8	16,5						
Sb	< DL	< DL	3,9	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	67	66	71	68	53	71	60	89	79
Ni	54	48	53	74	36	88	49	112	98
Cu	< DL	< DL	58	34	< DL	< DL	31	48	43
Co	17,9	14,3	27,4	21,7	9	26,9	14,5	24,2	23,1
Pb	< DL	< DL	< DL						
V	102	106	114	96	84	125	66	122	114
Ba	506	542	457	599	408	815	135	1060	714
Cr	190	150	170	210	160	190	200	284	292
Cs	6,2	5,8	7,2	5,2	4,4	2,6	3,8	6,3	3,9
Ga	20	19	14	20	19	23	15	19	19
Li	< DL	< DL	< DL						
Mn	440	560	960	450	450	590	660	560	597
Rb	76,5	90,3	68,7	83,3	44,7	84,5	40,6	88,8	79,6
Sc	< DL	< DL	< DL						
Sr	347	323	364	504	370	315	511	409	541
Th	4,8	4,3	3,4	5,9	8,1	6,8	6,5	6,3	6,9
U	1,29	1,37	1,14	1,23	2,55	1,92	1,62	1,93	2,08
W	< DL	< DL	< DL						
Y	10,1	14,4	11,9	9,8	9,5	14	10,4	14,6	14,1
Zr	133	123	84,9	133	151	133	126	128	128
La	17,5	17,9	17,8	17,3	12,5	13,6	31,5	31,9	32,4
Ce	35,6	37,5	36,3	43,9	27,4	30,2	56,7	65,1	65
Pr	4,28	4,52	4,45	4,28	3,21	3,62	6,83	7,83	7,83
Nd	15,9	18,6	17,8	16,1	11,5	13,9	25,7	30	30,3
Sm	2,9	3,5	3,5	2,9	2,3	2,8	4,2	5,5	5,6
Eu	0,89	0,99	1,04	0,84	0,67	0,92	1,08	1,29	1,54
Gd	2,43	3,53	3,08	2,37	1,84	2,64	3,44	4,86	4,88
Tb	0,36	0,51	0,45	0,34	0	0,43	0,42	0,66	0,65
Dy	1,87	2,68	2,37	1,87	1,68	2,67	2,02	3,13	3,12
Ho	0,38	0,55	0,47	0,35	0,33	0,51	0,39	0,58	0,55
Er	1,12	1,54	1,34	1,09	1,1	1,45	1,05	1,8	1,58
Tm	< DL	< DL	< DL						
Yb	1,2	1,5	1,3	1,3	1,1	1,4	1	1,5	1,4
Lu	< DL	< DL	< DL						
Nb	< DL	7	< DL	< DL	< DL				

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3 (suite): Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	A-61005	A-61007	A-61010	A-61018	A-61043	A-61070	A-61071	A-61079	A-61099	A-61100
SiO ₂ (% poids)	51,58	62,80	48,74	48,31	57,44	62,14	65,01	70,32	68,12	58,40
TiO ₂	0,63	0,75	0,61	0,82	0,67	0,64	0,66	0,33	0,51	0,69
Al ₂ O ₃	10,87	15,71	10,22	13,64	16,97	13,89	14,87	14,56	14,05	18,30
Fe ₂ O ₃	8,07	7,09	9,49	10,77	8,67	7,31	6,31	3,63	5,36	7,17
MnO	0,14	0,13	0,16	0,18	0,09	0,12	0,08	< DL	0,07	0,08
MgO	10,86	2,92	15,20	6,34	4,44	3,66	2,76	2,19	2,84	3,84
CaO	8,76	3,83	8,04	8,46	1,85	4,07	2,16	2,12	2,52	1,61
Na ₂ O	1,87	5,22	1,65	4,11	2,27	2,67	4,22	1,86	3,52	2,97
K ₂ O	0,84	0,68	0,83	1,81	4,37	2,92	2,43	3,18	2,15	3,76
P ₂ O ₅	0,2	0,13	0,45	0,32	0,22	0,16	0,19	0,08	0,14	0,16
Cr ₂ O ₃	0,11	< DL	0,17	0,07	< DL					
LOI	6,45	1,1	3,25	3,8	1,8	2,35	0,85	2,1	1,05	2
Total	100,4	100,4	98,81	98,63	98,84	99,98	99,61	100,4	100,4	99,01
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	< DL	94	250	625	236	< DL	32,00
As (ppm)	28	6,7	10,4	16,8	176	249	110	20,5	46,6	217
Sb	< DL	24,8	18,6							
Zn	78	69	95	94	95	71	85	39	85	91
Ni	337	39	563	135	138	114	99	35	107	134
Cu	36	< DL	63	67	67	66	68	< DL	42	40
Co	36,4	16,1	51,9	41,6	26,9	28,1	24,6	7,8	19	26
Pb	< DL									
V	132	140	163	227	151	144	109	35	96	148
Ba	215	88,3	225	465	1250	527	416	980	487	1080
Cr	674	123	1140	510	360	342	353	127	305	250
Cs	5,8	3	7,2	10,8	17,1	9,7	9,5	6,3	6,1	9,7
Ga	11	19	13	16	22	16	17	17	15	23
Li	< DL	< DL	66	62	138	77	77	< DL	80	96
Mn	1040	996	1190	1350	682	904	602	345	533	576
Rb	25	13	23,5	37,6	139	87,8	81,4	97,1	67,6	117
Sc	< DL	< DL	< DL	33	< DL					
Sr	241	256	205	267	332	198	228	217	316	307,00
Th	3,1	1,5	5,3	2,6	6,8	7,5	7,8	20,1	5,4	7,6
U	0,79	0,43	1,61	0,94	2,14	3,37	2,31	4,7	1,7	2,4
W	< DL	13	< DL	< DL	< DL	< DL				
Y	14,3	15	15	18,2	17,5	15,4	15,4	16,9	13,3	16,7
Zr	87,5	93,5	88,3	83,3	122	160	156	157	116	112
La	19,1	10,3	27,4	19,3	27,9	24,2	38,1	52,8	24,1	32,1
Ce	41,9	22,7	59	42,5	55,5	49,9	74,5	97	48,9	67
Pr	5,44	2,97	7,55	5,78	6,86	6,03	9,01	10,9	5,92	8,18
Nd	23,3	12,4	31,9	25	27,3	23	32,7	36,7	22,4	31,2
Sm	4,8	2,9	6,8	5,9	5,6	4,5	6,2	6,7	4,6	6,3
Eu	1,22	0,98	1,51	1,48	1,5	1,17	1,32	1,55	1,15	1,5
Gd	4,29	3,3	5,71	5,14	4,71	4,11	4,87	5,48	3,66	5,51
Tb	0,6	0,5	0,75	0,74	0,7	0,6	0,68	0,75	0,53	0,79
Dy	2,94	2,76	3,4	3,87	3,41	3,08	3,34	3,46	2,55	3,65
Ho	0,57	0,59	0,62	0,75	0,66	0,62	0,64	0,65	0,55	0,68
Er	1,69	1,83	1,68	2,19	1,93	1,88	1,91	1,9	1,58	2,05
Tm	< DL									
Yb	1,5	1,7	1,5	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,5	1,9
Lu	< DL									
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	7	< DL	7	9	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3 (suite): Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	A-61101	A-61106	A-61107	A-61119	A-61128	A-61133	A-61145	A-61146	A-61161	A-61162
SiO ₂ (% poids)	43,24	62,65	67,14	66,08	58,98	59,13	49,39	47,26	53,17	50,29
TiO ₂	0,94	0,65	0,46	0,42	0,59	0,67	0,72	0,59	0,76	0,86
Al ₂ O ₃	10,91	16,52	14,61	15,42	14,05	16,30	10,21	8,42	12,93	10,62
Fe ₂ O ₃	9,99	6,74	4,79	3,82	6,54	7,48	11,21	9,97	8,9	10,69
MnO	0,24	0,09	< DL	0,07	0,08	0,09	0,14	0,16	0,21	0,17
MgO	7,29	3,93	2,58	2,41	5,50	4,63	15,23	17,34	9,54	9,3
CaO	9,66	0,99	2,34	3,44	2,50	1,58	4,84	8,18	7,38	10,07
Na ₂ O	3,88	2,33	2,36	1,73	5,03	4,70	0,63	1,14	3,14	2,55
K ₂ O	0,21	3,77	3,18	3,80	0,71	2,99	3,03	1,32	0,27	1,29
P ₂ O ₅	0,45	0,17	0,12	0,1	0,15	0,32	0,42	0,41	0,15	0,43
Cr ₂ O ₃	< DL	0,17	0,22	0,08	0,1					
LOI	13,2	2,15	2,3	3,1	3,45	1,40	3,6	5,25	3,5	3,55
Total	100	100	99,96	100,4	97,64	99,33	99,60	100,30	100,00	99,92
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	130,00	7220,00	46,00	< DL	< DL	< DL	< DL
As (ppm)	19,5	119	28,3	48,8	500	89,1	13	7,9	26,1	12,9
Sb	7,4	29,2	15,3	10,5	226	12,6	< DL	3,3	< DL	< DL
Zn	64	67	39	52	55	70	55	58	62	88
Ni	42	116	106	42	159	107	289	722	167	94
Cu	96	52	< DL	< DL	42	58	51	56	38	96
Co	31,9	26,5	16	10,4	29,4	27,7	56	82,6	36,5	43,6
Pb	< DL									
V	208	125	72	49	121	130	182	205	163	199
Ba	170	696	979	1640	482	1610	1020	437	173	604
Cr	255	271	188	127	363	332	1050	2000	481	631
Cs	1,6	10	8,6	9,1	3,6	13,4	24,9	18,8	1,2	4
Ga	12	21	18	20	18	21	12	15	16	16
Li	0	107	75	62	70	113	97	94	< DL	< DL
Mn	1640	638	480	513	608	665	1060	1670	1590	1350
Rb	4	113	97,1	120	17,6	91,9	108	72,7	5,7	28,2
Sc	< DL	34	38	< DL	< DL					
Sr	57,9	161	294	310	251	250	178	242	241	328
Th	3,2	7	12,4	18,1	5,6	6,9	3,8	4,9	2,4	3,5
U	1,2	2,26	3,25	4,5	1,91	2,27	1,24	1,57	0,69	1,09
W	< DL	< DL	< DL	< DL	14	< DL				
Y	19,2	15,6	13,9	15,5	13,4	14,2	14,8	17,9	12,8	15,1
Zr	131	127	147	190	118	159	95	124	90,7	87,6
La	18,6	21,9	37,8	46,7	21,7	29,7	20,9	25,5	12,6	21,4
Ce	43,7	46,7	68	82,1	44	61,7	46	55,6	27,5	44,9
Pr	6,07	5,63	7,68	8,76	5,17	7,63	5,99	7,34	3,66	5,93
Nd	26	22	27,7	30,8	20	30,5	26,4	31,9	16,3	26,1
Sm	5,3	4,3	4,6	4,8	3,8	5,6	5,4	6,5	3,3	5,4
Eu	1,54	1,16	1,07	1,21	1,07	1,54	1,43	1,91	1,15	1,59
Gd	5	3,93	4,5	4,38	3,32	4,78	4,95	5,89	3,14	4,81
Tb	0,73	0,55	0,6	0,61	0,48	0,67	0,65	0,82	0,5	0,7
Dy	3,69	2,94	2,61	2,94	2,63	3,14	3,29	3,9	2,68	3,27
Ho	0,74	0,57	0,5	0,58	0,53	0,53	0,65	0,73	0,5	0,58
Er	2,25	1,81	1,58	1,66	1,58	1,62	1,89	2,21	1,63	1,82
Tm	< DL									
Yb	1,7	1,5	1,3	1,5	1,4	1,3	1,5	1,7	1,3	1,5
Lu	< DL									
Nb	< DL	< DL	7	9	< DL					

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C3 (suite): Résultats d'analyses de roches totale sur les roches sédimentaires du secteur Lapa.

Echantillon	A-61186	A-61188	LA-100636	LA-100645	A-61046	A-61053	A-61004
SiO₂ (% poids)	67,15	64,33	76,4	63,3	60,66	70,49	61,5
TiO₂	0,51	0,56	0,23	0,35	0,64	0,34	0,66
Al₂O₃	14,69	15,03	11,8	17,9	16,24	15	17,51
Fe₂O₃	5,26	8,25	2,18	3,72	6,56	3,36	6,29
MnO	0,08	< DL	< DL	0,09	0,08	< DL	0,07
MgO	2,95	3,03	0,77	1,01	3,31	2,32	3,15
CaO	2,69	1,99	1,63	3,23	1,67	1,05	2,13
Na₂O	3,49	2,97	4,35	7,5	6,74	1,73	1,9
K₂O	1,58	1,81	0,9	0,95	0,76	3,38	4,51
P₂O₅	0,11	0,16	< DL	0,22	0,2	0,08	0,16
Cr₂O₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
LOI	1,3	1,85	0,79	1,12	1,45	2,25	2,4
Total	99,84	100,10	99,10	99,50	98,37	100,10	100,30
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
As (ppm)	12,8	187	< DL	< DL	19,3	22,4	20,2
Sb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	53	72	31	61	93	36	73
Ni	71	90	< DL	< DL	111	45	105
Cu	42	31	< DL	< DL	50	< DL	53
Co	18,4	20,9	9,6	6,6	23,4	9,3	23,3
Pb	< DL	< DL	< DL	33	< DL	< DL	< DL
V	85	89	< DL	< DL	129	48	130
Ba	386	369	260	1240	348	814	848
Cr	229	281	70	< DL	291	120	240
Cs	3,1	4,8	0,8	2,7	7,3	2,8	6,3
Ga	17	18	13	21	19	19	20
Li	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	551	377	240	640	615	371	507
Rb	48,9	58,8	31	57,9	25,1	107	140
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	255	317	321	1040	320	169	207
Th	5,3	6,3	5,3	2,5	7,7	30,2	7,1
U	1,74	2,06	1,54	1,04	2,43	7,58	2,11
W	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	10,9	12,1	7,4	11,5	14,7	17,5	14
Zr	124	134	81,2	161	137	143	121
La	21,3	24,9	23,7	17,6	30,1	36	31,4
Ce	42,3	49,5	45,1	35,5	60,6	70,1	64,3
Pr	5,04	6,03	5,11	4,31	7,5	7,8	7,57
Nd	18,6	23,1	19	16,2	28,6	26,6	30,2
Sm	3,1	4,2	3,1	3	5,3	5,3	5,6
Eu	1,03	1,22	0,94	0,88	1,15	1,45	1,28
Gd	2,98	3,62	2,62	2,7	4,51	4,26	4,64
Tb	0,43	0,52	0,31	0,41	0,65	0,67	0,61
Dy	2,27	2,49	1,53	1,94	3,11	3,55	3,22
Ho	0,4	0,46	0	0,42	0,59	0,68	0,62
Er	1,31	1,46	0,8	1,13	1,73	2,12	1,75
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	1,1	1	0,8	1,4	1,6	2,2	1,6
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	7	< DL	11	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C4: Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques de Type 1 les moins-altérées.

Échantillon	LA-100618	LA-100622	LA-100623	Frais moyen
Lithologie	Andésite calc-alkaline	Andésite calc-alkaline	Andésite calc-alkaline	
SiO₂ (% poids)	54,7	54,9	57,4	55,67
TiO₂	1,09	1,13	1,17	1,13
Al₂O₃	14,8	14,9	15,2	14,97
Fe₂O₃	7,6	8,71	6,27	7,53
MnO	0,1	0,12	0,09	0,10
MgO	5,14	5,23	4,9	5,09
CaO	5,82	6,18	5,2	5,73
Na₂O	3,7	2,38	4,27	3,45
K₂O	0,77	0,62	0,8	0,73
P₂O₅	0,28	0,28	0,28	0,28
Cr₂O₃	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	4,79	4,23	3,69	4,24
Total	98,9	98,7	99,3	
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	< DL
As (ppm)	< DL	< DL	< DL	< DL
Sb	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	78	89	100	89,00
Ni	99	137	97	111,00
Cu	73	74	44	63,67
Co	28,3	33,7	22,4	28,13
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL
V	158	161	165	161,33
Ba	262	416	229	302,33
Cr	170	180	170	173,33
Cs	2,2	< DL	1,7	1,30
Ga	19	21	19	19,67
Li	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	740	770	650	720,00
Rb	30,4	12,5	28	23,63
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	434	318	294	348,67
Th	4,8	4,6	4,8	4,73
U	1,24	1,19	1,25	1,23
W	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	23,2	24,2	24	23,80
Zr	181	187	193	187,00
La	26,3	27,6	27,9	27,27
Ce	58,7	60,6	59,9	59,73
Pr	7,58	7,67	7,7	7,65
Nd	32	31,7	31,7	31,80
Sm	6,7	6,3	6,6	6,53
Eu	1,66	1,65	1,58	1,63
Gd	6,25	6,43	6,35	6,34
Tb	0,84	0,88	0,88	0,87
Dy	4,72	4,66	4,61	4,66
Ho	0,86	0,87	0,93	0,89
Er	2,45	2,58	2,59	2,54
Tm	0,34	0,37	0,36	0,36
Yb	2,4	2,4	2,3	2,37
Lu	0,38	0,35	0,36	0,36
Nb	8	8	8	8,00

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C5: Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques de Type 2 les moins-altérées.

Échantillon	LA-100616	LA-100649	Frais moyen 2a	A-61033	A-61062	A-61083
Lithologie	Basalte tholéiitique	Basalte tholéiitique		Basalte tholéiitique	Basalte tholéiitique	Basalte tholéiitique
SiO ₂ (% poids)	50,80	48,00	49,40	50,57	47,80	51,85
TiO ₂	1,21	1,28	1,25	0,66	0,94	0,87
Al ₂ O ₃	13,20	13,70	13,45	16,27	14,74	14,47
Fe ₂ O ₃	14,10	15,70	14,90	12,83	12,15	14,64
MnO	0,23	0,23	0,23	0,20	0,22	0,19
MgO	5,59	6,51	6,05	6,67	8,03	5,42
CaO	7,72	9,07	8,40	5,03	6,59	6,39
Na ₂ O	5,21	2,25	3,73	3,33	4,61	3,13
K ₂ O	0,13	0,18	0,16	0,88	0,51	0,40
P ₂ O ₅	0,10	0,11	0,11	< DL	0,11	0,08
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	2,27	3,44	2,86	3,70	4,35	3,05
Total	100,50	100,60		100,20	100,10	100,50
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
As (ppm)	< DL	< DL	< DL	94,10	22,30	11,00
Sb	< DL	< DL	< DL	20,60	< DL	5,70
Zn	93	105	99	126	89	53
Ni	< DL	51	25,50	61	76	87
Cu	79	69	74	79	52	82
Co	40,40	49,60	45	46,80	36,90	47,30
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	288	296	292	277	253	295
Ba	46	28,80	37,55	115	86,90	69,20
Cr	< DL	90	45	70	170	63
Cs	1,10	< DL	0,55	8,80	3,10	3,00
Ga	16	19	17,50	11	11	12
Li	< DL	< DL	< DL	78	52	78
Mn	1530	1500	1515	1560	1650	1480
Rb	5,20	1,80	3,50	24,50	12,40	10
Sc	44	42	43	65	47	60
Sr	155	160	157,50	89,90	92,40	56,60
Th	0,70	< DL	0,35	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	23,60	27	25,30	25,30	27	32,40
Zr	66,90	59,20	63,05	40,50	69,20	53,60
La	5,60	3,90	4,75	3,20	4,60	3,70
Ce	14,50	10,80	12,65	8,60	12,00	9,40
Pr	2,07	1,67	1,87	1,35	1,82	1,49
Nd	9,90	8,70	9,30	7,00	9,30	7,20
Sm	3,00	2,90	2,95	2,20	3,00	2,60
Eu	0,99	0,98	0,99	0,61	0,93	0,71
Gd	3,76	3,89	3,83	2,85	3,58	3,51
Tb	0,68	0,70	0,69	0,55	0,69	0,71
Dy	4,44	4,77	4,61	4,40	4,81	5,17
Ho	0,93	1,05	0,99	1,06	1,12	1,32
Er	2,96	2,98	2,97	3,86	3,85	4,62
Tm	0,42	0,45	0,44	0,57	0,54	0,71
Yb	2,80	2,90	2,85	4,00	3,80	4,90
Lu	0,41	0,47	0,44	0,52	0,51	0,67
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C5 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques de Type 2 les moins-altérées.

Echantillon	A-61150	A-61172	A-61182	A-61198	LA-100513	LA-100521
Lithologie	Basalte tholéiitique					
SiO ₂ (% poids)	51,45	49,42	50,12	51,15	50,80	50,00
TiO ₂	0,85	0,66	0,78	0,66	0,62	0,60
Al ₂ O ₃	14,50	17,23	14,98	15,30	15,70	16,60
Fe ₂ O ₃	14,94	12,87	12,81	13,63	13,10	11,80
MnO	0,23	0,21	0,26	0,21	0,24	0,19
MgO	5,68	7,29	7,69	7,62	7,55	8,36
CaO	4,58	5,11	8,50	5,64	5,17	4,60
Na ₂ O	4,12	3,84	3,38	2,83	3,15	4,38
K ₂ O	0,15	0,19	0,23	0,69	0,58	0,12
P ₂ O ₅	0,08	< DL				
Cr ₂ O ₃	< DL					
PAF	3,00	3,40	1,15	1,80	2,61	3,43
Total	99,60	100,30	100,00	99,62	99,60	100,20
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	48	75	< DL
As (ppm)	31	24,90	141	95,60	< DL	< DL
Sb	3,80	9,10	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	107	47	91	93	85	82
Ni	85	123	157	131	52	87
Cu	97	44	41	122	96	54
Co	41,50	46,60	45,70	54,20	47,60	49,70
Pb	< DL					
V	237	221	229	234	230	214
Ba	29	79,90	59,30	162	120	123
Cr	< DL	132	210	133	70	130
Cs	< DL	1,40	< DL	3,80	6,60	< DL
Ga	11	13	11	12	11	11
Li	< DL	88	< DL	81	70	70
Mn	1550	1590	1990	1580	1650	1420
Rb	1,70	3,90	3,10	17,30	17,70	1,50
Sc	51	54	50	56	56	52
Sr	50,30	120	109	98,10	109	62,70
Th	< DL	< DL	2,90	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	1,03	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	22	< DL
Y	27,70	23,20	23	23,80	25,70	21,30
Zr	52,20	47,20	57,10	44,30	43	43,80
La	3,30	1,90	4,50	2,40	2,90	3,00
Ce	8,40	5,30	10,40	6,20	7,70	7,80
Pr	1,26	0,84	1,43	0,95	1,21	1,14
Nd	6,00	4,30	6,70	4,70	5,70	6,10
Sm	1,80	1,50	2,00	1,50	1,70	1,80
Eu	0,68	0,54	0,74	0,64	0,54	0,54
Gd	2,74	2,21	2,76	2,37	2,37	2,29
Tb	0,57	0,46	0,55	0,46	0,49	0,44
Dy	4,27	3,47	4,02	3,63	3,70	3,32
Ho	1,13	0,87	0,92	0,90	0,96	0,81
Er	3,95	3,24	3,27	3,33	3,13	2,63
Tm	0,65	0,48	0,47	0,54	0,52	0,44
Yb	3,80	3,20	2,90	3,30	3,70	3,10
Lu	0,74	0,57	0,54	0,66	0,58	0,48
Nb	< DL					

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C5 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques de Type 2 les moins-altérées.

Échantillon	LA-100614	LA-100637	Frais moyen 2a
Lithologie	Basalte tholéiitique	Basalte tholéiitique	
SiO ₂ (% poids)	50,60	46,70	50,04
TiO ₂	0,83	0,61	0,73
Al ₂ O ₃	14,90	15,20	15,44
Fe ₂ O ₃	14,40	13,10	13,30
MnO	0,23	0,21	0,22
MgO	6,39	6,51	7,02
CaO	6,30	9,90	6,16
Na ₂ O	2,49	3,27	3,50
K ₂ O	0,87	0,36	0,45
P ₂ O ₅	0,08	< DL	0,03
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL
PAF	2,07	3,80	2,94
Total	99,20	99,80	
Au (ppb)	69	< DL	17,45
As (ppm)	< DL	< DL	38,17
Sb	< DL	< DL	3,56
Zn	81	86	85,45
Ni	77	76	92,00
Cu	66	130	78,45
Co	47,80	50,30	46,76
Pb	< DL	< DL	< DL
V	267	243	245,45
Ba	143	45,20	93,86
Cr	< DL	170	104,36
Cs	3,50	0,70	2,81
Ga	13	11	11,55
Li	90	< DL	55,18
Mn	1580	1510	1596,36
Rb	24,50	11,40	11,64
Sc	56	61	55,27
Sr	76,90	220	98,63
Th	< DL	< DL	0,26
U	< DL	< DL	0,09
W	< DL	35	5,18
Y	33,20	29	26,51
Zr	59,70	42,10	50,25
La	3,40	3,70	3,33
Ce	9,00	9,20	8,55
Pr	1,36	1,41	1,30
Nd	6,60	6,80	6,40
Sm	2,30	2,20	2,05
Eu	0,76	0,67	0,67
Gd	3,41	2,78	2,81
Tb	0,67	0,56	0,56
Dy	4,92	4,34	4,19
Ho	1,21	1,05	1,03
Er	4,12	3,43	3,58
Tm	0,65	0,56	0,56
Yb	4,50	4,10	3,75
Lu	0,74	0,63	0,60
Nb	< DL	< DL	0,00

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6: Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	LA-100624	A-61006	A-61008	A-61158	LA-100619	LA-100620	LA-100621	LA-100628
Lithologie	Andésite	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	1	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a
SiO ₂ (% poids)	55,7	48,58	44,5	50,99	50,6	51,1	46,3	46,9
TiO ₂	1,15	2,16	2,29	2,12	1,25	0,92	1,08	0,88
Al ₂ O ₃	15,5	12,89	13,72	13,06	14	14,5	14,6	14,4
Fe ₂ O ₃	6,78	17,71	15,31	13,65	11,2	8,35	10,3	13,2
MnO	0,11	0,24	0,41	0,29	0,23	0,16	0,23	0,2
MgO	5,3	5,46	3,84	4,17	5,77	5,59	5,55	7,96
CaO	5,06	7,14	11,14	7,86	5,98	6,97	8,46	8,16
Na ₂ O	4,26	1,49	2,51	2,81	3,69	4,11	3,56	2,41
K ₂ O	1,13	1,39	0,7	0,88	< DL	< DL	0,15	0,95
P ₂ O ₅	0,28	0,19	0,25	0,21	0,11	< DL	0,07	0,08
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	4,51	2,05	3,95	2,1	7,37	7,72	9,1	5,01
Total	99,8	99,31	98,62	98,15	100,3	99,5	99,6	100,2
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
As (ppm)	< DL	< DL	297	23,2	< DL	< DL	< DL	< DL
Sb	< DL	< DL	3,9	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Zn	91	127	202	363	84	59	93	108
Ni	89	44	49	< DL	59	97	72	119
Cu	63	0	55	79	97	46	79	84
Co	26,7	48,4	36,4	37	45,8	38,4	38,3	53,2
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	150	493	486	384	363	251	269	242
Ba	288	206	164	121	22,5	28,7	42,3	307
Cr	160	71	62	< DL	80	280	120	90
Cs	3,9	7,8	2,9	2,4	< DL	< DL	< DL	1,3
Ga	20	19	22	19	18	14	17	16
Li	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	680	1830	3170	1890	1580	1130	1570	1370
Rb	40,2	36,8	15,9	20,8	< DL	< DL	3,9	25,4
Sc	< DL	42	44	38	45	42	43	33
Sr	430	160	171	155	151	192	158	222
Th	4,6	0,8	0,9	0,8	< DL	< DL	< DL	< DL
U	1,21	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	24,1	39,5	42,6	33,7	26,5	17,6	21,6	18,9
Zr	189	105	119	92,3	74,9	44,7	57,4	39,3
La	26,5	7,4	8	6,1	5,3	2,6	3,8	3,2
Ce	58,5	19,9	20,5	15,6	13,5	7,1	10	8,1
Pr	7,71	3,03	3,27	2,35	1,92	1,1	1,55	1,27
Nd	31,8	14,9	16,6	12,1	9,3	6	7,8	6,5
Sm	6,3	5,3	5,6	3,9	3,1	2,1	2,5	2,1
Eu	1,56	1,65	1,73	1,12	0,97	1,37	0,91	0,78
Gd	6,07	6,56	7,21	5,04	3,82	2,91	3,34	2,85
Tb	0,87	1,2	1,28	0,96	0,75	0,51	0,61	0,51
Dy	4,61	7,8	8,65	6,35	4,95	3,32	3,92	3,38
Ho	0,9	1,65	1,76	1,39	1,07	0,7	0,87	0,75
Er	2,49	5,45	5,62	4,42	3,32	2,05	2,63	2,17
Tm	0,35	0,71	0,78	0,64	0,49	0,31	0,38	0,33
Yb	2,3	4,8	5,1	3,4	3,2	1,8	2,4	2,2
Lu	0,39	0,6	0,63	0,65	0,46	0,31	0,36	0,36
Nb	7	< DL	7	< DL	< DL	< DL	3	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	LA-100635	LA-100647	A-61166	A-61214	A-61035	A-61215	A-61176	A-61037	A-61212
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO₂ (% poids)	51,2	50,7	60,18	51,22	51,24	56,84	53,58	46,9	49,85
TiO₂	0,86	0,96	0,53	0,55	0,59	0,48	0,4	0,5	0,6
Al₂O₃	14	11,2	8,84	14,28	14,66	10,58	9,54	12,41	14,84
Fe₂O₃	12,5	10,6	7,97	12,22	11,49	9,85	9,17	10,6	12,23
MnO	0,21	0,2	0,12	0,15	0,15	0,13	0,16	0,23	0,2
MgO	7,23	9,91	8,15	5,8	5,93	9,15	7,69	6,64	7,7
CaO	11,2	8,57	3,96	2,7	2,99	3,91	5,81	7,02	5,54
Na₂O	1,83	3,33	3,21	4,44	3,94	2,06	2,29	2,75	3,33
K₂O	0,56	1,91	0,22	1,86	1,22	2,36	0,5	1,29	1,36
P₂O₅	0,08	0,31	< DL						
Cr₂O₃	< DL	0,08	0,08	< DL	< DL	0,11	0,09	< DL	< DL
PAF	0,53	2,99	2,45	4,6	3,5	1,5	5,9	6,6	2,25
Total	100,2	100,9	95,74	97,85	95,76	96,98	95,14	95,00	97,99
Au (ppb)	< DL	< DL	60600	50791	38010	25680	21631	21501	17920
As (ppm)	< DL	< DL	13170	31960	14200	12610	10600	9660	8940
Sb	< DL	< DL	17,2	47,6	64,8	61,1	63,7	55,1	22,7
Zn	137	112	32	40	71	31	48	72	64
Ni	96	80	202	78	50	276	279	98	112
Cu	121	< DL	77	151	98	106	77	87	67
Co	51,8	45,3	35,6	44	43,8	45,6	46,6	38,6	53,7
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	39
V	237	217	132	194	242	168	140	211	226
Ba	63,3	504	47,2	296	228	418	139	232	212
Cr	100	450	464	158	89	664	550	223	202
Cs	3,5	9,7	2	13,3	13	16,2	4,5	5,1	6,9
Ga	17	15	8	11	10	10	7	8	11
Li	< DL	< DL	< DL	< DL	79	73	< DL	73	63
Mn	1400	1310	826	1050	1000	962	1130	1690	1470
Rb	29,7	71,4	6,1	50,4	35	67,8	13	34,4	36,9
Sc	34	32	0	46	54	36	34	48	59
Sr	144	453	98,3	280	132	718	128	135	121
Th	1,6	2,4	< DL	< DL	2	< DL	< DL	< DL	< DL
U	0,5	0,56	< DL						
W	< DL	< DL	30	23	20	14	25	26	20
Y	16,2	16,2	12,8	20,9	21,8	15,6	13,9	18,5	22,7
Zr	52,3	76,9	36,4	40,7	39,4	36,3	26,9	31,7	40,4
La	6,5	16,4	1,6	2,6	2,8	1,7	1,6	2	2,1
Ce	14,5	36,4	4,3	6,4	7,1	4,7	4,2	5,3	5,6
Pr	1,92	4,9	0,65	0,93	1,07	0,71	0,66	0,81	0,91
Nd	8,9	21	3,4	4,5	5	3,1	3,4	4,1	4,4
Sm	2,5	4,7	1	1,4	1,6	0,9	1	1,5	1,4
Eu	0,83	1,28	0,34	0,48	0,51	0,39	0,38	0,38	0,45
Gd	2,94	4,51	1,5	1,79	2,13	1,65	1,34	1,8	2,17
Tb	0,48	0,68	0,32	0,4	0,44	< DL	0,31	0,36	0,47
Dy	3,14	3,43	2,1	3,11	3,62	2,5	2,23	2,95	3,45
Ho	0,65	0,63	0,52	0,78	0,9	0,56	0,54	0,72	0,88
Er	1,82	1,75	1,77	2,93	3,22	2,02	2,1	2,52	3,24
Tm	< DL	< DL	< DL	0,47	0,5	0,35	0,32	0,38	0,52
Yb	1,6	1,6	1,5	2,9	3,5	1,9	1,9	2,9	3,1
Lu	< DL	< DL	< DL	0,51	0,48	0,37	0,33	0,42	0,6
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Echantillon	LA-101402	LA-100512	LA-100626	A-61025	A-61088	A-61197	A-61204	A-61148	A-61123
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO ₂ (% poids)	47,3	45,1	51,8	53,41	54,79	48,63	42,94	44,41	38,51
TiO ₂	0,4	0,64	0,66	0,54	0,65	0,64	0,81	0,74	0,49
Al ₂ O ₃	11,4	13,6	14,7	11,28	10,64	14,15	14,04	14,8	12,32
Fe ₂ O ₃	9,99	12,5	11,2	9,96	11,26	12,68	12,87	12,41	10,36
MnO	0,15	0,19	0,19	0,17	0,15	0,18	0,16	0,18	0,19
MgO	11,3	6,04	6,38	4,91	5,78	7,36	7,85	5,94	10,77
CaO	3,65	6,96	7,03	6,83	7,12	7,41	4,59	4,06	7,36
Na ₂ O	1,12	3,2	4	2,32	1,97	2,75	5,09	5,47	3,93
K ₂ O	1,94	1,88	1,17	1,29	1,29	2,23	0,37	1,46	0,28
P ₂ O ₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,09	0,07	0,07
Cr ₂ O ₃	0,11	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,08
PAF	8	8,55	2,13	6,1	2,2	1,2	4,25	4,25	9,15
Total	95,4	98,7	99,3	96,85	95,91	97,30	93,09	93,81	93,49
Au (ppb)	17600	17500	15400	14120	10646	8780	7220	7130	5350
As (ppm)	6240	2200	11300	6920	5180	7420	13470	14510	13650
Sb	1000	7,1	9,5	23,3	51,8	9,7	22,2	52,6	116
Zn	76	80	68	94	65	88	56	68	47
Ni	379	94	88	83	86	114	154	194	292
Cu	77	102	64	73	74	81	152	98	59
Co	63,6	45,6	41	35,7	31,7	47	46,8	47,8	50,5
Pb	< DL	40	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	180	218	200	204	233	230	237	210	172
Ba	297	504	186	249	321	384	99,1	856	120
Cr	680	70	< DL	178	202	127	225	< DL	525
Cs	12,7	7,1	4,1	6,4	9,5	12,4	2,3	3,6	1,9
Ga	< DL	12	12	9	9	11	12	13	10
Li	150	100	< DL	64	75	116	< DL	63	< DL
Mn	1070	1360	1350	1290	1110	1360	1150	1310	1320
Rb	62,9	56,3	31,5	36,7	37,9	64,7	9,8	34,5	6,4
Sc	37	47	48	42	43	53	44	46	40
Sr	271	140	235	207	141	313	158	223	256
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	26	45	47	18	23	11	57	29	15
Y	16,8	25,1	25,4	20,4	30,9	23,5	25	22,4	14,8
Zr	31,3	47,7	44,9	37,6	41,6	47,4	48,7	52,4	35,3
La	2,9	3,3	3,1	2,2	2,7	2,7	2,5	3,6	3,7
Ce	5,6	8,2	7,2	5,8	7,5	6,7	6,4	8,7	8
Pr	0,87	1,19	1,14	0,88	1,17	1,06	0,97	1,33	1,22
Nd	4,1	5,8	5,9	4,3	5,7	5,2	4,9	6,3	5,4
Sm	1,1	1,8	1,9	1,5	2	1,6	1,6	1,9	1,4
Eu	0,41	0,57	0,61	0,47	0,57	0,68	0,61	0,64	0,47
Gd	1,53	2,74	2,79	2,17	2,85	2,37	2,66	2,48	1,79
Tb	< DL	0,53	0,53	0,41	0,63	0,51	0,53	0,53	0,33
Dy	2,39	3,84	3,85	3,32	4,9	3,67	3,7	3,79	2,4
Ho	0,52	0,95	0,9	0,81	1,31	0,89	0,94	0,9	0,55
Er	1,93	3,14	3,23	2,9	4,57	3,35	3,4	2,99	2
Tm	0,31	0,5	0,53	0,48	0,68	0,52	0,53	0,51	0,33
Yb	2,1	3,5	3,7	3,2	4,6	3,1	3,1	3,1	1,9
Lu	0,32	0,78	0,58	0,44	0,62	0,57	0,61	0,53	0,38
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61135	A-61105	A-61102	LA-100514	A-61090	LA-101351	A-61028	A-61196	A-61020
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO ₂ (% poids)	39,31	46,3	49,13	54	49,31	44,4	57,16	49,24	46,67
TiO ₂	0,48	0,56	0,62	0,36	0,48	0,52	0,51	0,7	0,85
Al ₂ O ₃	13,05	16,05	15,27	12,4	15,98	13,5	11,38	15,11	14,26
Fe ₂ O ₃	10,49	11,1	11,77	9,47	10,23	11,6	9,98	13,93	11,79
MnO	0,17	0,18	0,19	0,21	0,15	0,2	0,15	0,23	0,2
MgO	8,69	8,21	6,82	7,91	7,75	9,08	6,43	7,23	8,12
CaO	7,01	4,79	4,18	7,96	4,59	5,24	4,08	7,38	6,69
Na ₂ O	4,08	2,56	3,9	2,67	2,46	2,11	3,38	3,09	4,1
K ₂ O	1,44	3,84	1,11	0,25	2,62	2,83	2,32	1,41	1
P ₂ O ₅	< DL	0,15	< DL	< DL	< DL	0,08	< DL	< DL	0,12
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	5,85	4,6	5,55	3,78	4,9	7	1,4	1,1	3,8
Total	90,62	98,35	98,59	99,1	98,52	96,6	96,84	99,49	99,98
Au (ppb)	5150	4740	4400	4250	4000	3880	3660	3000	2130
As (ppm)	18090	2160	3690	< DL	2230	2610	23,7	2900	2980
Sb	107	120	337	4	37,5	38,6	< DL	4,4	39,9
Zn	< DL	39	83	90	70	76	71	71	108
Ni	143	91	45	127	85	168	145	149	173
Cu	55	63	58	141	48	184	68	97	56
Co	45,3	48,6	43,7	39,7	38,5	56,4	34,1	48,3	43,8
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	179	204	232	145	198	221	196	239	234
Ba	501	579	221	118	342	546	438	238	218
Cr	198	164	< DL	150	107	220	167	162	350
Cs	3,9	18,5	7,4	1,6	14,5	17,2	19,1	8,7	5,9
Ga	10	12	11	9	9	< DL	9	11	11
Li	78	179	85	< DL	143	140	88	85	61
Mn	1210	1370	1380	1450	1150	1490	1140	1680	1500
Rb	34,5	106	30,8	6,3	72,8	98,3	64,7	37,2	31,2
Sc	47	54	60	39	52	51	39	53	45
Sr	206	236	98,8	77,6	130	563	154	148	89,1
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,7	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,38	< DL	< DL	< DL
W	26	18	0	9	7	31	30	25	21
Y	15,9	19	21,8	15,9	18,2	22,4	18,8	23,8	24,1
Zr	37,4	42,5	42,8	28	33,5	60,1	31,2	46,8	57,3
La	2,5	2,3	2,5	2,4	2,5	4,3	2	2,6	4,1
Ce	6,3	6,1	6,3	6	6,4	9,9	5,2	6,6	11
Pr	0,96	0,94	0,99	0,93	0,96	1,55	0,77	1,02	1,69
Nd	4,7	4,6	5	4,3	4,5	6,9	4,1	5	8,4
Sm	1,4	1,4	1,5	1,2	1,4	1,9	1,3	1,7	2,6
Eu	0,46	0,51	0,47	0,48	0,37	0,63	0,45	0,64	0,79
Gd	1,9	1,96	2,14	1,79	1,94	2,51	1,97	2,42	3,28
Tb	0,37	0,41	0,43	0,34	0,38	0,42	0,41	0,55	0,62
Dy	2,75	2,99	3,45	2,47	2,79	3,17	2,93	3,74	4,29
Ho	0,64	0,68	0,83	0,62	0,73	0,74	0,75	0,93	0,95
Er	2,3	2,54	3,03	1,92	2,68	2,6	2,68	3,41	3,4
Tm	0,41	0,39	0,49	0,32	0,38	0,45	0,36	0,53	0,46
Yb	2,3	2,5	2,9	2,2	2,9	3,1	2,8	3,1	3,3
Lu	0,41	0,49	0,56	0,37	0,4	0,54	0,38	0,59	0,46
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Echantillon	A-61201	A-61216	LA-100517	LA-101405	A-61156	A-61022	A-61190	A-61065	A-61032
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO ₂ (% poids)	45,96	48,75	47,2	48,6	52,56	47,89	50,69	53,71	50,06
TiO ₂	0,91	0,62	0,81	0,55	0,63	0,74	0,58	0,49	0,67
Al ₂ O ₃	14,89	15,81	14,3	15,8	13,17	14,26	16,2	16,85	15,91
Fe ₂ O ₃	14,58	12,62	14,6	10,7	12,79	12,53	11,84	9,73	15,25
MnO	0,25	0,2	0,22	0,16	0,13	0,18	0,22	0,13	0,2
MgO	8,97	9,34	6,15	8,34	6,61	6,14	7,81	7,19	6,86
CaO	4,69	2,89	5,89	3,36	4,12	6,09	5,03	4,38	4,16
Na ₂ O	4,33	2,95	3	1,97	2,13	3,18	2,6	3,65	2,81
K ₂ O	0,08	3,02	2,14	4,01	2,33	2,81	2,08	1,5	1,16
P ₂ O ₅	0,12	< DL	0,09	< DL	0,08	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	3,2	2,55	5,88	5	3,95	4,05	2,25	2,45	2,5
Total	98,02	98,81	100,3	98,6	98,52	97,91	99,38	100,10	99,63
Au (ppb)	1470	1060	881	2420	471	431	409	391	371
As (ppm)	451	884	630	2390	731	1740	513	305	176
Sb	< DL	10	14,3	150	25,2	4,1	< DL	< DL	12,5
Zn	102	64	105	69	117	74	100	73	84
Ni	134	82	97	80	166	113	117	95	153
Cu	179	104	93	82	115	78	77	41	173
Co	57,8	44,4	48,5	54,8	40,3	43,6	45,7	42,6	56,2
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	234	247	273	207	233	262	223	203	256
Ba	36,8	398	291	560	456	367	339	266	226
Cr	262	109	< DL	150	116	99	205	174	100
Cs	< DL	20,1	12,7	20,7	16,3	13,4	10,6	18,6	20,2
Ga	12	11	13	< DL	11	11	10	8	12
Li	< DL	130	130	180	121	113	115	97	88
Mn	1970	1590	1590	1140	942	1330	1690	1010	1470
Rb	< DL	78,2	64,7	135	68,4	76,2	61,2	41,4	34,9
Sc	53	65	56	46	58	53	58	53	56
Sr	288	429	113	210	212	145	142	108	81,8
Th	< DL	< DL	< DL	1,20	< DL				
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	4040	9	28	19	29	41	20	< DL	9
Y	23,3	21,2	33,9	22,3	23	26,4	21,4	18,2	25,6
Zr	69,6	47,4	58	57,9	40,7	48,6	43	34,9	45,5
La	3,1	2	3,9	5,9	2,8	2,8	2,5	2,6	3,3
Ce	8,1	5,3	10,1	13,2	6,5	7,1	6,2	6,6	7,7
Pr	1,25	0,8	1,52	1,9	0,96	1,08	0,95	0,99	1,09
Nd	6,2	4,1	7,8	8,3	4,8	5,5	4,9	4,8	5,4
Sm	1,9	1,2	2,5	2	1,5	1,8	1,4	1,5	1,9
Eu	1,09	0,47	0,71	0,66	0,52	0,51	0,43	0,4	0,49
Gd	2,8	1,8	3,28	2,53	2,17	2,52	2,14	2,03	2,6
Tb	0,57	0,42	0,66	0,43	0,45	0,54	0,43	0,4	0,55
Dy	3,76	3,28	4,95	3,31	3,67	4,27	3,14	3,11	4,23
Ho	0,88	0,82	1,24	0,73	0,94	1,03	0,82	0,79	1,05
Er	3,15	3,07	3,95	2,64	3,3	3,82	2,91	2,62	3,62
Tm	0,51	0,48	0,65	0,43	0,55	0,55	0,46	0,39	0,53
Yb	3	2,9	4,6	3,1	3,4	3,9	2,8	2,9	3,9
Lu	0,56	0,55	0,73	0,44	0,61	0,52	0,55	0,39	0,53
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61208	A-61047	A-61019	A-61187	LA-100511	A-61017	A-61131	LA-100524	A-61120
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO ₂ (% poids)	45,89	46,19	48,03	49,2	46	46,61	41,76	49,3	50,07
TiO ₂	0,67	0,78	0,61	1,62	0,59	0,68	0,46	0,66	0,76
Al ₂ O ₃	14,24	17,35	13,43	14,12	14,3	14,66	12,54	14,1	15,2
Fe ₂ O ₃	12,85	13,16	13,19	14,02	11,7	11,83	10,87	13,1	13,87
MnO	0,19	0,2	0,18	0,17	0,19	0,19	0,19	0,18	0,22
MgO	10,35	6,54	6,46	4,33	7,05	7,57	10,55	6,38	7,15
CaO	5,32	4,54	5,69	6,61	6,57	5,84	7,73	4,75	4,85
Na ₂ O	3,34	3,72	3,68	3,9	2,19	3,69	2,59	3,22	3,22
K ₂ O	2,17	1,52	0,64	1,99	1,36	2,31	0,1	0,57	3,08
P ₂ O ₅	< DL	< DL	< DL	0,13	0,08	0,1	< DL	0,07	0,09
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	0,15	< DL	< DL				
PAF	2,4	1,7	7,3	2,55	8,76	5,8	13,35	7,66	1,45
Total	97,50	95,76	99,29	98,66	98,8	99,30	100,30	100	99,98
Au (ppb)	352	267	261	230	228	226	187	156	143
As (ppm)	82,3	50	200	232	< DL	135	783	< DL	61,1
Sb	4,8	< DL	< DL	3,2	4,6	< DL	127	< DL	7,4
Zn	55	105	129	116	79	90	40	103	114
Ni	150	149	78	79	115	116	595	73	100
Cu	136	123	77	239	65	54	65	78	79
Co	48,5	57	38,1	39,1	44,4	41,7	65,4	41,7	48,8
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
V	227	282	276	432	188	244	163	270	254
Ba	662	1170	258	301	199	1130	73,7	211	487
Cr	149	142	141	107	90	202	904	70	85
Cs	19,9	20,5	8,3	9,8	5,4	28,1	< DL	7,9	38,7
Ga	11	13	11	20	11	11	8	12	13
Li	96	71	< DL	74	100	84	111	70	102
Mn	1440	1590	1270	1300	1260	1450	1330	1270	1700
Rb	68	59,4	20,9	65,6	40,2	85,3	1,4	20,9	110
Sc	50	62	58	45	45	49	42	62	57
Sr	198	181	140	204	85,7	427	231	171	200
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
W	232	< DL	9	8	8	14	11	30	30
Y	22,3	29,3	25,8	41	21,9	21,9	13,5	28,9	29,3
Zr	43,9	53,5	41,5	105	40,7	46,8	29,4	41,2	54,4
La	2,4	4	2,6	5	2,7	5,1	1,6	2,2	3,2
Ce	6,2	9,9	6,5	13,2	6,7	11,7	4,1	6	8
Pr	0,95	1,51	1,01	2,12	0,99	1,61	0,63	0,9	1,13
Nd	4,8	7,2	5,2	11	4,9	7,7	3,2	4,7	6
Sm	1,6	2,3	1,8	3,5	1,7	2,3	1	1,5	1,9
Eu	0,51	0,75	3,52	1,21	0,51	0,69	0,39	0,54	0,67
Gd	2,33	3,02	2,54	5	2,27	2,86	1,48	2,51	2,82
Tb	0,45	0,62	0,51	1,02	0,44	0,54	0,29	0,51	0,61
Dy	3,33	4,61	4,23	7,14	3,29	3,76	2,25	4	4,4
Ho	0,86	1,13	1,06	1,6	0,84	0,9	0,53	1,08	1,04
Er	2,97	4,13	4,01	5,53	2,84	3,23	2	3,54	4,04
Tm	0,5	0,62	0,59	0,85	0,45	0,45	0,31	0,61	0,61
Yb	2,8	4,2	4,3	5	3	3,3	1,9	4,2	3,9
Lu	0,56	0,59	0,58	0,9	0,51	0,44	0,32	0,68	0,68
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61089	LA-100503	A-61024	A-61207	A-61173	A-61132	LA-100505	A-61142	A-61124
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO ₂ (% poids)	50,03	47,7	46,76	49,65	45,62	45,3	52,3	46,07	46,06
TiO ₂	0,47	0,6	0,84	0,78	0,47	0,62	0,89	0,62	0,7
Al ₂ O ₃	14,4	14,8	14,58	14,49	15,49	12,97	15,4	12,77	14,3
Fe ₂ O ₃	9,07	12,3	13,42	13,94	10,67	13,07	14,8	13,06	13,33
MnO	0,16	0,24	0,21	0,19	0,18	0,19	0,23	0,22	0,21
MgO	6,99	7,58	5,67	7,46	8,31	6,24	5,27	6,15	7,08
CaO	6,7	4,12	6,62	4,91	6,45	7,47	5,38	7,36	6,19
Na ₂ O	2,79	3,39	2,24	4,22	3,03	3,17	3,48	2,77	2,02
K ₂ O	1,41	1,47	0,77	1,24	0,96	0,76	0,81	1,35	1,22
P ₂ O ₅	0,08	< DL	0,08	0,11	< DL	< DL	0,08	< DL	< DL
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	8	6,13	3,3	1,75	8,85	10,35	1,45	9,75	8,55
Total	100,10	98,5	94,49	98,75	100,10	100,20	100,2	100,20	99,75
Au (ppb)	98	96	75	75	71	66	51	47	40
As (ppm)	61,8	< DL	742	62,8	33,3	30,8	< DL	105	208
Sb	8,9	6,8	7,5	< DL	20,4	12,3	3,6	27,7	4,1
Zn	64	91	63	41	45	66	97	71	70
Ni	54	58	108	99	61	92	66	85	195
Cu	45	72	85	75	52	104	74	91	128
Co	32,9	46	44,1	45,3	41,6	41,7	45,9	36,5	51,5
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	180	226	316	261	181	254	266	233	228
Ba	319	253	230	419	200	274	202	173	341
Cr	111	< DL	140	100	108	211	< DL	106	166
Cs	7,6	13,1	3,6	12,3	9,4	3,8	9,7	5,9	4,5
Ga	9	11	12	12	9	11	14	10	11
Li	92	90	< DL	68	111	92	< DL	114	113
Mn	1200	1700	1630	1470	1340	1380	1520	1580	1550
Rb	37,3	52,9	21,5	40,7	23,4	20,2	23,9	39,1	26,9
Sc	41	56	61	55	50	60	57	57	53
Sr	134	149	90,8	157	80,6	317	86,1	182	85,6
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	22	21	15	11	< DL	41	< DL	18	10
Y	15,5	24,3	31,4	28,2	17	25,1	33	23,1	23
Zr	35,5	41	54,7	56,7	30,8	38,6	59,7	37,6	49,8
La	4,6	2,8	3,4	3,3	2,4	1,7	3,7	1,9	2,4
Ce	11,1	7,4	9	8,2	6,1	4,7	9,7	5,1	5,7
Pr	1,56	1,08	1,36	1,34	0,91	0,71	1,39	0,82	0,93
Nd	6,7	5,3	6,7	6,5	4,5	3,8	7,1	4,2	4,4
Sm	1,8	1,6	2,3	2,1	1,3	1,4	2,2	1,6	1,5
Eu	0,56	0,51	0,59	0,63	0,44	0,53	0,67	0,51	0,51
Gd	2,06	2,49	3,23	2,77	1,85	2,17	3,31	2,15	2,22
Tb	0,38	0,49	0,65	0,6	0,4	0,48	0,64	0,46	0,47
Dy	2,6	3,67	5,13	4,33	2,7	3,87	5,04	3,6	3,44
Ho	0,62	0,94	1,3	1,05	0,63	0,99	1,24	0,87	0,85
Er	2,25	3,02	4,48	3,84	2,45	3,82	4,12	3,34	3,21
Tm	0,29	0,51	0,71	0,6	0,42	0,59	0,67	0,55	0,47
Yb	2,3	3,5	4,8	3,7	2,4	3,5	4,5	3,4	3,2
Lu	0,32	0,57	0,64	0,68	0,43	0,66	0,74	0,62	0,58
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Echantillon	LA-100518	A-61091	A-61174	LA-100605	A-61023	A-61034	A-61049	A-61051	A-61056
Lithologie	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte	Basalte
Type	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
SiO ₂ (% poids)	49,7	45,37	45,61	54,6	47,83	49,06	48,67	50,96	49,32
TiO ₂	0,77	0,55	0,6	0,85	0,69	0,6	0,58	0,6	0,6
Al ₂ O ₃	15,4	13,85	14,74	13,4	14,44	14,88	15,81	16,33	16,24
Fe ₂ O ₃	13	11,32	11,64	13,4	12,77	11,33	13,38	11,79	12,61
MnO	0,22	0,25	0,25	0,26	0,21	0,19	0,23	0,14	0,19
MgO	6,07	6,8	6,16	5,93	7,16	6,44	7,98	8,59	7,95
CaO	8,5	8,03	8,37	4,27	6,02	6,15	4	1,64	4,48
Na ₂ O	2,74	3,03	2,2	4,64	2,32	2,63	4,03	4,45	4,07
K ₂ O	0,48	0,76	0,61	0,39	1,12	0,53	2,49	1,93	1,67
P ₂ O ₅	0,07	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,07	< DL
Cr ₂ O ₃	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
PAF	3,11	10,4	9,46	1,85	7,5	7,85	1,6	2,75	3
Total	100,1	100,40	99,70	99,8	100,10	99,73	98,83	99,27	100,20
Au (ppb)	38	35	33	33	< DL				
As (ppm)	< DL	66	42,3	< DL	63,3	60,4	25,5	119	94
Sb	< DL	54,9	48,7	< DL	3,2	29,7	< DL	< DL	< DL
Zn	71	62	65	154	91	90	103	94	82
Ni	93	47	34	91	132	64	75	97	103
Cu	33	59	89	88	59	63	79	86	0
Co	46,2	36,2	41,5	39,5	46,7	43	46,8	42,9	45,4
Pb	< DL	< DL	< DL	42	< DL				
V	259	225	226	221	243	254	255	228	233
Ba	126	105	88,2	316	314	82,1	704	276	223
Cr	70	< DL	61	140	111	82	86	128	101
Cs	1,9	4,3	2,2	5	5	2	32,5	22,8	12,3
Ga	13	8	9	12	11	10	10	10	11
Li	80	82	114	< DL	84	88	80	83	74
Mn	1610	1770	1790	1730	1560	1460	1750	1040	1460
Rb	12,6	18,9	19,5	12,1	29,8	13,5	90,2	68,5	46
Sc	54	57	60	48	51	60	64	51	49
Sr	83,8	96,5	69,1	140	62,8	60,9	137	102	175
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	9	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	29,1	21,8	22,6	35,7	22,9	24,1	21,9	20,6	21,8
Zr	52,6	37,2	42,7	50,7	41	37	35,2	39	39,5
La	3,1	3	2,6	2,8	2,7	2,9	2,4	2,6	3,4
Ce	8	7,8	6,4	7,1	6,9	7,6	6,4	6,7	8,3
Pr	1,25	1,17	1,01	1,1	1,02	1,19	1,03	1,05	1,21
Nd	6	5,7	4,9	5,6	5	6	5,1	5,2	5,8
Sm	1,9	1,8	1,6	1,9	1,8	2	1,6	1,6	1,9
Eu	0,58	0,58	0,48	0,62	0,53	0,54	0,55	0,38	0,64
Gd	3	2,43	2,25	2,97	2,6	2,42	2,2	2,13	2,44
Tb	0,56	0,47	0,47	0,65	0,5	0,49	0,47	0,4	0,48
Dy	4,26	3,72	3,7	5,3	3,59	3,63	3,52	3,37	3,72
Ho	1,08	0,96	0,87	1,31	0,94	0,95	0,88	0,81	0,89
Er	3,62	3,33	3,29	4,42	3,33	3,36	3,14	2,91	3,1
Tm	0,61	0,47	0,52	0,71	0,47	0,5	0,5	0,43	0,46
Yb	4,1	3,6	3,1	5,1	3,6	3,6	3,5	3,2	3,2
Lu	0,66	0,49	0,62	0,84	0,47	0,53	0,49	0,41	0,45
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Echantillon	A-61082	A-61086	A-61087	A-61112	A-61114	A-61115	A-61125	A-61126	A-61136	A-61137
Lithologie	Basalte									
Type	2b									
SiO ₂ (% poids)	50,37	52,84	51,3	48,13	47,75	48,62	46,33	49,47	49,67	48,99
TiO ₂	0,78	0,9	0,54	0,91	0,51	0,51	0,67	0,6	0,67	0,63
Al ₂ O ₃	15,13	14,93	18,13	13,22	16,45	16,35	15,6	15,02	13,88	14,84
Fe ₂ O ₃	13,98	15,05	10,76	13,66	10,73	11,43	12,44	11,62	11,32	11,54
MnO	0,19	0,21	0,14	0,21	0,17	0,2	0,22	0,19	0,2	0,2
MgO	6,43	5,33	7,05	4,6	7,6	8,77	6,43	6,13	6,01	6,31
CaO	4,14	4,48	3,93	7,22	5,99	3,23	6,45	6,5	6,82	5,61
Na ₂ O	3,92	4,36	4,98	2,57	2,34	4,4	2,76	2,3	2,83	2,81
K ₂ O	1,5	1,16	0,98	1,03	0,52	0,42	0,7	0,28	0,33	0,67
P ₂ O ₅	0,08	0,12	< DL	0,08	< DL					
Cr ₂ O ₃	< DL									
PAF	3,6	0,9	2,5	8,1	8,3	6,6	8,45	7,7	8,55	8,4
Total	100,10	100,30	100,40	99,72	100,40	100,60	100,10	99,88	100,40	100,10
Au (ppb)	< DL									
As (ppm)	132	13,7	30,6	106	60,4	22,3	115	24	91	101
Sb	< DL	4,7	4	< DL	13,9	19,5	< DL	8,9	3,6	4,2
Zn	96	77	81	42	49	71	82	81	66	86
Ni	116	99	100	65	82	64	144	50	106	155
Cu	100	171	75	114	57	44	115	79	78	87
Co	53,3	48,3	46,1	47,7	47,7	44,5	47,2	45,4	41	53,2
Pb	< DL									
V	287	303	220	267	192	190	227	227	221	223
Ba	320	260	154	270	86,8	235	214	89,7	111	124
Cr	68	96	112	< DL	90	87	89	< DL	88	89
Cs	8,8	17,7	7,7	4,7	2,8	3,8	3,2	< DL	< DL	0,8
Ga	12	12	9	13	10	9	12	11	10	11
Li	72	< DL	80	75	121	91	92	95	95	96
Mn	1480	1640	1050	1520	1300	1540	1610	1430	1500	1510
Rb	44,6	37,4	26,4	29,7	13,7	10,3	16,1	7,5	4,9	14,2
Sc	57	59	56	58	54	54	54	60	51	52
Sr	97,7	69,6	71,7	77,6	57,1	71,4	66	54,9	59,2	55
Th	< DL									
U	< DL									
W	< DL	9	< DL							
Y	29,5	34,5	20	30,8	18,9	17,6	22,7	22,3	22,7	21,5
Zr	52	56,9	37,2	62,4	38,8	41,2	44,8	42,6	48,8	45,2
La	3,6	4,4	2,5	3,7	2,2	2,1	2,6	2,5	2,5	2,2
Ce	8,9	10,9	7	9,6	5,6	5,3	6,4	6,4	6,2	5,8
Pr	1,34	1,68	1,08	1,39	0,84	0,82	0,95	1	0,91	0,86
Nd	6,5	7,9	5	7	4,3	4,2	4,9	5	4,8	5,1
Sm	2,3	2,5	1,6	2,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4
Eu	0,7	0,69	0,4	0,73	0,42	0,43	0,5	0,54	0,49	0,46
Gd	3,13	3,65	2,08	3,22	1,81	1,69	2,21	2,12	2,39	2,13
Tb	0,6	0,76	0,43	0,63	0,37	0,35	0,44	0,46	0,47	0,42
Dy	4,91	5,58	3,21	4,57	2,74	2,68	3,4	3,61	3,6	3,38
Ho	1,22	1,4	0,79	1,14	0,71	0,68	0,87	0,88	0,91	0,85
Er	4,19	4,91	2,88	4,11	2,5	2,5	3,12	3,22	3,24	2,97
Tm	0,57	0,69	0,46	0,68	0,43	0,39	0,51	0,53	0,53	0,51
Yb	4,4	5	3,2	3,9	2,6	2,4	3	3,2	3,3	2,9
Lu	0,62	0,7	0,45	0,74	0,47	0,48	0,57	0,59	0,61	0,55
Nb	< DL									

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61138	A-61151	A-61152	A-61171	A-61175	A-61199	A-61200	A-61211	LA-100611
Lithologie	Basalte								
Type	2b								
SiO ₂ (% poids)	50,53	48,17	51,14	46,3	46,77	51,26	50,46	51,85	49,7
TiO ₂	0,65	0,61	0,62	0,57	0,6	0,64	0,76	0,62	0,62
Al ₂ O ₃	15,8	15,1	15,21	14,29	15,06	15,4	15,96	17,25	15,8
Fe ₂ O ₃	12,35	12,16	12,63	11,71	12,15	12,81	14,61	12,01	12,9
MnO	0,16	0,22	0,15	0,19	0,21	0,21	0,19	0,18	0,23
MgO	6,84	6,58	6,85	6,8	6,06	7,11	6,35	6,08	7,98
CaO	3,3	6,53	3,87	8,49	7,17	6,71	6,18	5,28	5,04
Na ₂ O	3,21	2,82	2,45	2,31	2,77	2,57	2,66	3,84	4,28
K ₂ O	0,86	0,41	0,45	0,69	0,62	1,43	1,82	1,4	0,36
P ₂ O ₅	< DL								
Cr ₂ O ₃	< DL								
PAF	6,55	7,75	6,7	9,1	8,2	1,45	1,25	1,4	2,72
Total	100,30	100,40	100,20	100,50	99,67	99,66	100,30	99,98	99,8
Au (ppb)	< DL								
As (ppm)	22,2	10,6	41,7	90,4	148	50	38,1	86,1	< DL
Sb	3,1	< DL	4	41	34,1	< DL	< DL	4,1	< DL
Zn	195	91	67	58	74	66	75	49	78
Ni	49	130	44	141	35	112	109	112	32
Cu	68	71	66	138	88	58	129	113	60
Co	41,6	46	45,4	47,2	43,1	47,1	48,9	48,2	46,3
Pb	< DL								
V	239	215	229	198	219	237	256	200	220
Ba	196	112	61,1	117	137	211	193	386	119
Cr	< DL	83	< DL	156	85	169	114	101	< DL
Cs	< DL	1,3	0,8	2,8	3,7	3,9	4,1	8,6	< DL
Ga	10	11	10	10	10	12	12	12	11
Li	99	92	110	126	84	107	85	72	< DL
Mn	1210	1630	1140	1390	1520	1640	1440	1300	1540
Rb	14,3	8,2	11	16,4	16	33,1	46,2	34,3	7,3
Sc	62	51	60	50	57	53	58	48	57
Sr	26,4	49,8	31,8	60,2	77,7	87,5	65,9	87,2	128
Th	< DL								
U	< DL								
W	< DL								
Y	22,2	22,1	14,7	17,9	21,9	23,1	26,3	20,9	25,3
Zr	44,4	42,5	43,1	33,6	41,4	44,3	50,3	41,4	42,7
La	2	2,5	1,9	2	2,6	2,3	2,8	1,6	2,8
Ce	5,1	6,2	4,8	5,4	6,6	5,9	7,1	4,6	7,6
Pr	0,76	0,97	0,71	0,76	0,99	0,95	1,08	0,74	1,15
Nd	3,6	4,6	3,3	4,1	4,9	4,5	5,4	3,6	5,6
Sm	1,1	1,5	0,9	1,2	1,5	1,5	1,8	1,2	1,7
Eu	0,41	0,57	0,35	0,4	0,53	0,49	0,57	0,48	0,54
Gd	1,89	2,22	1,38	1,79	2,21	2,11	2,74	1,88	2,73
Tb	0,46	0,47	0,32	0,38	0,46	0,46	0,51	0,38	0,51
Dy	3,59	3,59	2,46	2,81	3,36	3,53	3,97	2,91	3,91
Ho	0,85	0,91	0,65	0,7	0,82	0,83	0,97	0,77	0,94
Er	3,14	3,05	2,41	2,52	3,09	3,03	3,64	2,69	3,24
Tm	0,54	0,49	0,4	0,4	0,52	0,52	0,57	0,45	0,51
Yb	3,1	3	2,3	2,4	2,9	3	3,4	2,7	3,9
Lu	0,58	0,57	0,43	0,45	0,58	0,54	0,68	0,53	0,62
Nb	< DL								

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C6 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches mafiques du secteur Lapa.

Échantillon	LA-100612	LA-100613
Lithologie	Basalte	Basalte
Type	2b	2b
SiO₂ (% poids)	42	50,2
TiO₂	0,71	0,71
Al₂O₃	16,1	15,2
Fe₂O₃	14	12,9
MnO	0,15	0,21
MgO	9,65	6,84
CaO	3,46	7,44
Na₂O	2,71	2,63
K₂O	5,65	0,19
P₂O₅	0,07	< DL
Cr₂O₃	< DL	< DL
PAF	4,08	3,38
Total	98,6	99,7
Au (ppb)	< DL	< DL
As (ppm)	< DL	< DL
Sb	< DL	6,1
Zn	88	96
Ni	124	133
Cu	214	91
Co	46,5	46,2
Pb	< DL	< DL
V	240	235
Ba	1480	96,2
Cr	90	140
Cs	83,8	1
Ga	12	12
Li	160	70
Mn	1050	1530
Rb	232	3,9
Sc	54	52
Sr	365	50,7
Th	< DL	< DL
U	< DL	< DL
W	< DL	< DL
Y	24,8	25,6
Zr	46,7	47,7
La	2,9	3,3
Ce	7,2	8,2
Pr	1,1	1,24
Nd	5,1	6,4
Sm	1,5	1,9
Eu	0,37	0,63
Gd	2,41	2,9
Tb	0,46	0,54
Dy	3,99	3,96
Ho	0,95	0,93
Er	3,21	3,12
Tm	0,55	0,49
Yb	3,7	3,5
Lu	0,59	0,55
Nb	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C7: Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques les moins-altérées.

Echantillon	A-61143	A-61157	A-61169	A-61170	A-61183	A-61194	A-61195	LA-100522
SiO₂ (% poids)	42,29	45,82	42,56	42,85	43,49	40,91	39,46	41,3
TiO₂	0,39	0,54	0,39	0,37	0,44	0,37	0,51	0,42
Al₂O₃	6,07	6,73	6,41	6,42	5,92	5,95	7,14	5,52
Fe₂O₃	11,16	12,24	11,59	11,25	11,13	10,97	12,49	12,1
MnO	0,15	0,21	0,2	0,23	0,18	0,22	0,2	0,17
MgO	23,42	20,5	20,54	21,59	21,07	20,93	22,1	23,7
CaO	6,34	8,44	9,49	8,23	9,45	9,28	7,74	7,21
Na₂O	< DL	< DL	0,23	0,1	0,11	0,19	< DL	0,13
K₂O	0,78	< DL	0,21	< DL	< DL	1,22	< DL	0,28
P₂O₅	< DL							
Cr₂O₃	0,36	0,3	0,36	0,34	0,34	0,33	0,35	0,34
PAF	9,2	5	8,7	8,55	7,6	8,65	9,55	8,73
Total	100,2	99,9	100,7	99,97	99,8	99,03	99,66	100,1
Au (ppb)	< DL	83	< DL	< DL	48	80	71	< DL
As (ppm)	8	981	353	1170	1720	729	1370	0
Sb	< DL	10,8	11,1	13,4	4	3,2	4,2	9,8
Zn	< DL	35	< DL	107	< DL	126	36	53
Ni	1250	968	999	944	1160	906	1040	1210
Cu	34	43	39	< DL	56	58	96	< DL
Co	90,8	87,9	81	85,3	101	80,6	102	90,7
Pb	< DL							
V	126	163	140	138	135	132	171	133
Ba	193	6,5	36,1	4,7	3,6	316	5,7	44,8
Cr	2150	1920	2220	2130	2070	2080	2280	2070
Cs	14,9	< DL	4,4	1,1	< DL	10,8	0,9	11,7
Ga	7	9	8	8	7	8	9	7
Li	< DL	64	< DL	< DL				
Mn	1070	< DL	1470	1700	1310	1620	1470	1190
Rb	23,7	< DL	7,6	< DL	< DL	39,7	< DL	13,8
Sc	< DL							
Sr	101	73,7	94,4	70,3	103	226	81,4	82,8
Th	< DL							
U	< DL							
W	< DL							
Y	5,5	8,8	7	6,8	7,7	7,1	8,6	6,8
Zr	15,4	24,5	15,2	11,2	16,2	15,7	24,1	20,9
La	< DL	< DL	< DL	< DL	1	0,7	< DL	1
Ce	1,6	1,6	1,5	1,6	2,8	1,8	1,8	2,5
Pr	< DL	0,33	< DL	< DL	0,49	0,31	0,33	0,39
Nd	1,5	1,9	1,6	1,6	2,6	1,7	2	2,3
Sm	< DL	0,9	0,7	< DL	0,8	< DL	0,8	0,9
Eu	< DL	0,38	0,33	0,57	0,32	0,35	< DL	< DL
Gd	0,87	1,25	1,2	0,99	1,19	1,05	1,43	1,14
Tb	< DL							
Dy	1,06	1,92	1,35	1,33	1,58	1,36	1,7	1,35
Ho	< DL	0,38	< DL	< DL	< DL	< DL	0,37	< DL
Er	0,68	1,18	0,96	0,81	0,93	0,92	1,12	0,78
Tm	< DL							
Yb	< DL	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8
Lu	< DL							
Nb	< DL							

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C7 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques les moins-altérées.

Échantillon	LA-100609	LA-100610	Frais moyen
SiO₂ (% poids)	47,6	46,3	43,26
TiO₂	0,49	0,53	0,45
Al₂O₃	6,57	7,58	6,43
Fe₂O₃	12,3	12,7	11,79
MnO	0,2	0,21	0,20
MgO	19,4	18,4	21,17
CaO	9,29	9,41	8,49
Na₂O	0,29	0,28	0,13
K₂O	< DL	< DL	0,25
P₂O₅	< DL	< DL	< DL
Cr₂O₃	0,28	0,29	0,33
PAF	3,8	3,95	7,37
Total	100,3	99,8	
Au (ppb)	< DL	89	37,10
As (ppm)	1230	870	843,1
Sb	< DL	< DL	5,65
Zn	76	70	50,30
Ni	932	718	1013
Cu	< DL	< DL	32,60
Co	88,9	86,3	89,45
Pb	< DL	< DL	< DL
V	164	170	147,20
Ba	8,7	11	63,01
Cr	1990	1960	2087
Cs	< DL	0,7	4,45
Ga	9	10	8,20
Li	< DL	< DL	6,40
Mn	1360	1380	1412
Rb	< DL	1,5	8,63
Sc	< DL	< DL	< DL
Sr	42	55,6	93,02
Th	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL
Y	9,3	10,1	7,77
Zr	22,7	24,3	19,02
La	1,3	1	0,50
Ce	3,6	3,1	2,19
Pr	0,6	0,56	0,30
Nd	3,2	3,2	2,16
Sm	1,1	1,2	0,64
Eu	0,51	0,76	0,32
Gd	1,61	1,74	1,25
Tb	< DL	0,31	0,03
Dy	1,81	1,94	1,54
Ho	0,36	0,4	0,15
Er	1,07	1,07	0,95
Tm	< DL	< DL	< DL
Yb	0,9	1,1	0,73
Lu	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8: Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61073	LA-100639	A-61118	LA-101401	A-61039	A-61074	A-61075	LA-101406	A-61041
SiO₂ (% poids)	69,68	57,30	50,70	46,90	49,11	37,37	47,45	43,10	43,88
TiO₂	0,25	0,24	0,31	0,27	0,31	0,4	0,38	0,25	0,29
Al₂O₃	3,49	3,92	5,66	4,47	4,34	5,23	5,11	4,48	4,68
Fe₂O₃	6,65	7,85	8,53	8,93	8,01	10,85	9,97	8,36	9,02
MnO	0,1	0,14	0,16	0,14	0,15	0,21	0,18	0,17	0,17
MgO	13,35	16,20	16,09	18,20	16,69	23,07	21,61	17,10	19,57
CaO	3,11	6,70	5,72	6,10	6,78	9,17	7,34	8,21	7,57
Na₂O	< DL	0,17	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
K₂O	1,16	0,48	1,5	1,35	0,79	0	0,69	1,21	1,25
P₂O₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr₂O₃	0,24	0,2	0,26	0,29	0,22	0,32	0,29	0,27	0,29
PAF	1,95	5,28	9,45	10,2	11,65	13,6	5	13,6	13,1
Total	100,1	98,6	98,28	96,8	98,04	100,2	98,05	96,7	99,77
Au (ppb)	480000	38700	23321	22800	11530	9780	5620	5590	5020
As (ppm)	907	1310	7230	2860	4480	1700	1230	2750	1400
Sb	14,2	10,5	500	444	224	8,9	8,8	1000	197
Zn	55	41	< DL	60	55	49	57	57	55
Ni	813	794	800,00	942	945	1280	1110	1020	1080
Cu	130	33	32	60	34	77	68	47	77
Co	58,3	62,7	63,4	87	66,2	90,5	76,6	79,6	69
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	79	81	101	109	96	124	119	118	99
Ba	135	65,9	144	130	75,1	5,7	84,1	119	102
Cr	1450	1120	1570	1540	1440	1960	1810	1420	1780
Cs	5,4	5,5	7,2	10,1	6,6	< DL	4	9,3	7,4
Ga	5	< DL	8	< DL	< DL	7	< DL	< DL	< DL
Li	< DL	< DL	64	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	790	930	1110	1010	1090	1430	1330	1240	1190
Rb	38,9	17,3	48,9	49,7	23,3	< DL	23,1	43,5	38
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	56,9	74	203	234	226	305	114	333	264
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	10	18	8	20	< DL	7	< DL
Y	4	4,9	6,5	6,2	5,4	6,3	7,3	6,3	5,5
Zr	12	11,8	13,1	13	12,9	14,7	16,2	8,1	11,5
La	0,8	1	0,8	< DL	< DL	1,1	1	0,9	< DL
Ce	1,9	2,4	2	1,7	1,7	3	2,9	2,2	1,7
Pr	0,33	0,36	0,33	0,34	0	0,5	0,47	0,4	0,31
Nd	1,3	1,9	1,7	1,8	1,6	2,7	2,5	2,1	1,7
Sm	< DL	< DL	< DL	0,7	< DL	1	0,9	0,7	0,7
Eu	< DL	0,27	< DL	< DL	< DL	0,33	0,32	< DL	< DL
Gd	0,68	0,84	1,01	0,87	0,83	1,16	1,27	0,94	0,88
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dy	0,84	0,87	1,16	1,14	1,06	1,24	1,49	1,2	1,04
Ho	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Er	0,53	0,54	0,9	0,63	0,66	0,79	0,9	0,74	0,71
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	< DL	< DL	0,7	0,7	< DL	0,7	0,8	0,7	< DL
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61040	A-61213	A-61141	A-61029	LA-101426	A-61095	A-61077	A-61205	LA-101411
SiO₂ (% poids)	50,75	39,23	47,68	43,48	38,90	45,96	37,69	34,02	36,50
TiO₂	0,27	0,47	0,31	0,36	0,28	0,29	0,26	0,35	0,38
Al₂O₃	4,58	6,47	4,71	5,22	5,99	4,43	4,76	5,40	5,85
Fe₂O₃	8,24	11,2	9,14	11,39	9,51	9,22	8,63	10,48	10,4
MnO	0,15	0,18	0,13	0,67	0,18	0,14	0,17	0,22	0,17
MgO	17,58	21,32	20,23	19,31	17,70	20,72	20,16	22,16	20,40
CaO	5,31	6,71	5,06	10,18	8,63	5,87	13,23	9,27	8,14
Na₂O	< DL	0,48	< DL	0,21	< DL	0,14	< DL	< DL	0,17
K₂O	1,04	0,23	1,33	0,11	1,37	2,18	< DL	1,4	1,21
P₂O₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
Cr₂O₃	0,27	0,28	0,29	0,31	0,3	0,28	0,3	0,33	0,28
PAF	9,5	11,65	9,85	7,65	15,5	10,9	14,25	15,05	14,5
Total	97,67	98,23	98,7	98,9	98,40	100,1	99,44	98,73	97,9
Au (ppb)	3670	2880	2140	1800	1790	1340	1200	1020	971
As (ppm)	1510	2790	999	1310	860	1010	1440	2610	1530
Sb	381	13	500	20,2	44,6	64,9	7,3	7,6	73,8
Zn	36	< DL	< DL	168	74	45	71	< DL	90
Ni	992	942	1140	1170	856	1090	1120	1310	1040
Cu	48	102	72	46	62	55	31	45	68
Co	69	90,6	71,9	83,5	80,8	68,6	77,4	92,8	95,1
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
V	96	135	111	123	145	101	103	127	132
Ba	101	35,1	123	21,9	165	159	4,5	251	131
Cr	1710	1720	2050	2080	1780	1750	1860	2100	1640
Cs	7	1,5	9,8	1,6	15,7	13,8	< DL	9	9,2
Ga	< DL	< DL	< DL	7	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Li	< DL	< DL	73	< DL	70	64	< DL	< DL	< DL
Mn	1050	1250	1090	5140	1390	1050	1180	1620	1270
Rb	31,8	5,5	38,7	3,4	48	56,3	< DL	39,8	48,6
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
Sr	173	106	164	149	259	124	112	131	338
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
W	< DL	7	< DL	< DL	7	< DL	< DL	16	< DL
Y	5,1	8,7	5,2	7,1	7,9	4,2	6,4	5,7	9,1
Zr	10,3	19,7	14,6	13,3	16	10,9	10,7	14,4	28,5
La	< DL	1	0,7	0,9	0,8	0,8	1,2	0,7	3
Ce	1,3	2,8	1,7	2,4	1,9	2	2,4	1,9	6,1
Pr	0	0,46	0	0,44	0,34	0,32	0,38	< DL	0,92
Nd	1,2	2,5	1,6	2,3	1,7	1,7	2	1,7	3,8
Sm	< DL	0,8	< DL	1	0,7	< DL	0,8	0,7	1,2
Eu	< DL	< DL	< DL	2,95	< DL	< DL	0,4	< DL	0,38
Gd	0,8	1,11	0,81	1,17	0,98	0,69	1,06	0,84	1,39
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
Dy	1	1,45	0,97	1,54	1,29	0,99	1,27	1,06	1,55
Ho	< DL	0,32	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Er	0,76	1,06	0,67	1	0,82	0,58	0,78	0,74	0,95
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
Yb	< DL	0,9	< DL	0,8	0,8	< DL	0,7	< DL	0,9
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL				

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Echantillon	A-61108	A-61177	A-61122	A-61066	A-61165	A-61134	A-61060	A-61036	A-61191	A-61154
SiO ₂ (% poids)	31,69	38,92	36,31	38,90	38,90	30,09	44,05	38,76	34,74	37,91
TiO ₂	0,37	0,34	0,37	0,34	0,34	0,47	0,34	0,36	0,32	0,34
Al ₂ O ₃	5,82	5,79	4,98	5,23	5,23	6,16	4,53	5,46	4,43	5,28
Fe ₂ O ₃	11,1	10,38	10,88	10,67	10,67	11,85	9,71	10,7	18,13	9,69
MnO	0,29	0,19	0,2	0,19	0,19	0,23	0,18	0,2	1,1	0,2
MgO	23,56	21,89	23,44	23,36	23,36	23,03	20,62	23,76	14,23	18,06
CaO	9,78	8,83	8,27	6,82	6,82	10,11	6,25	6,91	9,10	10,37
Na ₂ O	< DL	0,06	< DL	< DL	< DL	< DL	0,78	< DL	< DL	< DL
K ₂ O	< DL	1	0,28	0,85	0,85	0,42	1,77	< DL	0,07	1,16
P ₂ O ₅	< DL									
Cr ₂ O ₃	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,3	0,31	0,26	0,28
PAF	16,25	12,9	15,45	13,55	13,55	17,55	10,8	14,1	4,25	16,95
Total	99,18	100,7	100,5	100,5	100,3	100,2	99,3	100,6	85,79	100,2
Au (ppb)	864	761	715	626	626	624	607	566	486	452
As (ppm)	1540	1450	982	1070	1070	1670	1180	1430	235	1290
Sb	65,2	235	10,8	10,9	10,9	19,8	14,1	134	< DL	500
Zn	33	< DL	47	46	10000	< DL				
Ni	1240	1140	1140	1260	1260	1200	1060	1130	918	895
Cu	78	< DL	84	< DL	< DL	60	< DL	57	1690	69
Co	94,1	84,6	83,8	90,5	90,5	93	73,6	78	99,8	70,8
Pb	< DL									
V	114	116	115	109	109	136	111	122	90	115
Ba	9,4	123	45,2	133	133	81,1	286	3,6	6,4	144
Cr	2060	2040	2020	1990	1990	2030	1880	1960	1410	1660
Cs	0,7	7,4	2,9	13,5	13,5	3,1	15,6	< DL	0,9	11,8
Ga	7	7	< DL	7	7	8	< DL	< DL	< DL	7
Li	< DL	70	< DL	63						
Mn	2010	1340	1400	1360	1360	1580	1270,00	1370	7250	1410
Rb	< DL	27,2	7,3	30	30	11,2	52,5	< DL	2,1	32,7
Sc	< DL									
Sr	302	133	254	144	144	351	163	73,8	182	208
Th	< DL									
U	< DL									
W	< DL	7	< DL	< DL	< DL	17	15	< DL	< DL	8
Y	6,6	6,4	6,2	5,8	5,8	7,5	5,8	6,5	5,7	6,1
Zr	18,7	14,8	15,2	14	14	21,6	12,9	14,5	14,8	15,9
La	1,1	< DL	0,8	0,7	0,7	1,4	0,8	0,8	0,7	1
Ce	2,4	1,9	2,2	2	2	3,6	2,2	2,2	1,7	2,5
Pr	0,37	0,32	0,37	0,32	0,32	0,52	0,38	0,38	< DL	0,43
Nd	1,9	1,7	2,1	1,7	1,7	2,8	2	2	1,5	2,1
Sm	< DL	< DL	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	< DL	0,7
Eu	< DL	< DL	0,32	< DL	< DL	0,39	< DL	< DL	0,68	0,34
Gd	0,95	1,02	1,05	1,01	1,01	1,3	1,04	1,03	0,81	0,96
Tb	< DL									
Dy	1,18	1,19	1,18	1,25	1,25	1,43	1,23	1,34	1,01	1,25
Ho	< DL									
Er	0,8	0,82	0,74	0,83	0,83	0,86	0,71	0,89	0,7	0,79
Tm	< DL									
Yb	< DL	0,7	< DL	< DL	< DL	0,7	< DL	0,8	< DL	< DL
Lu	< DL									
Nb	< DL									

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61038	A-61097	A-61094	A-61140	A-61027	A-61058	A-61030	A-61206	A-61189
SiO₂ (% poids)	40,22	52,85	38,18	38,07	47,81	36,31	42,71	41,46	43,53
TiO₂	0,35	0,28	0,32	0,37	0,52	0,34	0,4	0,37	0,38
Al₂O₃	5,49	3,77	4,96	8,96	8,91	4,99	6,83	5,95	5,35
Fe₂O₃	10,62	8,11	10,13	10,52	12,69	10,23	12,82	11,27	9,59
MnO	0,19	0,13	0,2	0,2	0,18	0,21	0,44	0,19	0,18
MgO	23,72	15,19	23,41	17,13	14,10	23,70	20,46	22,38	22,61
CaO	6,05	6,33	7,75	8,15	8,54	8,25	7,75	7,79	7,81
Na₂O	< DL	< DL	< DL	0,09	1,68	< DL	0,10	0,07	< DL
K₂O	0,48	0,82	0,5	0,78	1,73	0,08	< DL	< DL	< DL
P₂O₅	< DL								
Cr₂O₃	0,32	0,24	0,3	0,18	0,32	0,33	0,36	0,34	0,33
PAF	12,55	10,45	14,7	15,6	1,6	15,9	7,5	9,5	9,85
Total	100,3	98,12	100,5	100,1	98,11	100,3	99,44	99,38	99,64
Au (ppb)	406	386	366	363	360	353	352	348	346
As (ppm)	1560	825	951	761	295	1370	1060	1150	2140
Sb	189	500	81,5	238	3,8	3,7	25,1	10,2	26,9
Zn	41	37	43	< DL	48	43	124	< DL	< DL
Ni	1240	775	1130	662	781	1290	1150	1170	1370
Cu	47	60	40	29	128	66	44	84	< DL
Co	85,3	58,6	72,6	64,5	90	82,3	89	88,8	93,3
Pb	< DL	47	< DL	33	< DL				
V	126	91	115	128	197	109	163	134	111
Ba	46,6	71,8	45,7	125	524	15,7	7,7	7,2	5,6
Cr	1990	1490	1810	1040	2180	1950	2380	2210	2060
Cs	4,4	4,6	3,7	8,1	21,8	1,8	1,6	0,8	0,9
Ga	< DL	< DL	< DL	8	10	< DL	8	< DL	7
Li	< DL	< DL	< DL	99	74	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	1350	967	1340	1380	1390	1380	3330	1380	1300
Rb	13,9	24,4	14	19,2	56,1	1,6	1,7	< DL	< DL
Sc	< DL								
Sr	110	163	135	220	304	639	96,8	75,8	100
Th	< DL								
U	< DL								
W	< DL	< DL	< DL	8	23	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	6,7	4,9	6,1	9,8	10,6	5,1	7,4	7,1	6,2
Zr	13,7	11,3	13,6	18,9	22,1	13,8	16,6	16,7	16,4
La	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	< DL	< DL	< DL	0,9
Ce	2	1,9	2,3	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5	2,4
Pr	0,35	< DL	0,38	0,4	0,36	< DL	< DL	< DL	0,37
Nd	2	1,6	2	1,9	2,3	1,6	1,7	1,5	2
Sm	0,7	< DL	0,8	0,7	1	0,7	0,8	0,7	0,7
Eu	< DL	< DL	< DL	0,31	0,42	0	0,98	< DL	< DL
Gd	1,11	0,85	0,9	1,04	1,55	0,9	1,13	1,01	0,86
Tb	< DL								
Dy	1,31	1,01	1,21	1,73	2,05	1,14	1,54	1,29	1,07
Ho	< DL	< DL	< DL	0,41	0,45	0	0,31	< DL	< DL
Er	0,89	0,62	0,76	1,38	1,38	0,65	0,99	0,94	0,74
Tm	< DL								
Yb	0,7	< DL	0,7	1,2	1,1	< DL	0,9	0,7	< DL
Lu	< DL								
Nb	< DL	8	< DL						

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	LA-100515	A-61064	A-61164	A-61050	LA-100507	LA-100525	A-61031	A-61068	A-61168
SiO₂ (% poids)	42,00	37,83	37,83	40,11	29,90	40,30	39,76	35,25	35,25
TiO₂	0,39	0,38	0,38	0,33	0,24	0,33	0,32	0,35	0,35
Al₂O₃	6,20	5,06	5,06	5,77	3,72	4,25	4,24	5,16	5,16
Fe₂O₃	11,4	10,67	10,67	10,29	11,6	9,83	9,78	10,89	10,89
MnO	0,15	0,19	0,19	0,24	2,38	0,17	0,18	0,22	0,22
MgO	24,00	23,44	23,44	21,70	13,60	20,20	25,10	23,64	23,64
CaO	3,87	7,53	7,53	9,44	18,00	7,62	6,97	8,64	8,64
Na₂O	< DL	< DL	< DL	< DL	0,44	0,66	< DL	< DL	< DL
K₂O	< DL	0,41	0,41	< DL	0,46	1,07	< DL	< DL	< DL
P₂O₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr₂O₃	0,34	0,32	0,32	0,33	0,24	0,25	0,32	0,33	0,33
PAF	10,7	14,45	14,45	11,6	18,2	14	13,85	15,85	15,85
Total	99,1	99,74	100,3	99,6	98,8	98,7	100,3	100,2	100,3
Au (ppb)	345	302	302	284	228	198	190	184	184
As (ppm)	670	1070	1070	839	1140	1130	1310	1270	1270
Sb	4,8	12,5	12,5	6,7	27,5	15,1	57	7,1	7,1
Zn	109	< DL	< DL	121	54	52	49	< DL	< DL
Ni	1380	1230	1230	1110	1060	1060	1380	1240	1240
Cu	68	39	39	< DL	38	54	43	62	62
Co	102	92,8	92,8	85,3	88,7	84,7	81,2	88,1	88,1
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	144	115	115	122	89	106	108	121	121
Ba	6,6	68,2	68,2	4,7	222	141	4,9	8,6	8,6
Cr	2420	1930	1930	1980	1590	1560	2020	2020	2020
Cs	1	7	7	1	22,5	7,6	1	1	1
Ga	9	7	7	< DL	8	< DL	< DL	7	7
Li	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	1150	1330	1330	1730	17400	1110	1260	1510	1510
Rb	< DL	13,3	13,3	< DL	22,4	32,2	< DL	< DL	< DL
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	65	205	205	128	413	176	82,3	136	136
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	9	< DL	7	7
Y	7,9	6,2	6,2	8,5	5,6	6,3	5,9	6	6
Zr	21,7	16	16	11,6	10,6	15,8	13,7	14,2	14,2
La	1	1	1	0,7	1,1	0,8	< DL	< DL	< DL
Ce	2,7	2,6	2,6	2,1	2	2,4	1,4	1,5	1,5
Pr	0,39	0,44	0,44	0,34	0,32	0,39	< DL	< DL	< DL
Nd	2,1	2,1	2,1	2,1	1,6	2,3	1,4	1,5	1,5
Sm	0,7	0,8	0,8	0,8	< DL	0,8	0,7	< DL	< DL
Eu	< DL	0,32	0,32	0,37	4,92	0,31	< DL	< DL	< DL
Gd	1,08	1,09	1,09	1,19	0,84	1,15	0,91	0,86	0,86
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dy	1,27	1,15	1,15	1,68	1	1,25	1,2	1,08	1,08
Ho	< DL	< DL	< DL	0,36	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Er	0,91	0,77	0,77	1	0,57	0,67	0,73	0,7	0,7
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	0,8	< DL	< DL	0,9	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61217	LA-101352	A-61096	A-61117	A-61130	A-61067	A-61167	A-61180	A-61076
SiO₂ (% poids)	39,06	49,90	38,78	39,03	36,75	37,56	37,56	48,50	48,67
TiO₂	0,39	0,31	0,33	0,3	0,36	0,35	0,35	0,42	0,56
Al₂O₃	5,48	4,85	4,01	3,63	5,83	4,97	4,97	5,59	13,89
Fe₂O₃	11,01	9,76	9,64	9,14	10,78	10,52	10,52	11,28	11,18
MnO	0,19	0,21	0,21	0,13	0,2	0,20	0,20	0,19	0,23
MgO	21,46	20,80	23,89	28,62	22,61	24,00	24,00	21,57	11,75
CaO	8,11	9,36	7,98	3,41	7,77	7,15	7,15	6,95	6,63
Na₂O	< DL	0,16	< DL	2,46					
K₂O	1,8	0,11	0,12	0,15	0,75	0,21	0,21	< DL	1,69
P₂O₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr₂O₃	0,33	0,28	0,26	0,29	0,35	0,33	0,33	0,34	0,13
PAF	11,2	3,68	15,15	16,05	14,8	13,55	13,55	3,9	2,8
Total	99,04	99,5	100,4	100,70	100,3	98,53	98,81	98,78	100,00
Au (ppb)	177	161	158	148	147	134	134	123	122
As (ppm)	1160	1430	983	1600	825	1590	1590	1160	279
Sb	22,1	13,2	62,4	500	500	6,6	6,6	9,4	< DL
Zn	< DL	66	72	< DL	49				
Ni	1220	982	1020	1760	1300	1290	1290	1110	345
Cu	63	< DL	< DL	55	35	94	94	199	130
Co	94,7	88,8	67,5	96,1	93,4	90,1	90,1	90,3	58,6
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	122	105	99	83	119	113	113	131	237
Ba	178	14,9	9,8	13,3	70,9	35,6	35,6	3,7	540
Cr	2090	1170	1560	1770	2190	2080	2080	2030	900
Cs	14,1	2,7	0,9	1	5,7	2	2	< DL	6,5
Ga	< DL	< DL	< DL	< DL	7	< DL	< DL	8	12
Li	< DL	< DL	< DL	< DL	67	< DL	< DL	< DL	61
Mn	1360	1290	1510	911	1440	1460	1460	1350	1760
Rb	52,6	6,7	3	3,4	18,9	5,5	5,5	< DL	44,7
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	40
Sr	302	36,5	192	74,8	114	69,5	69,5	36,1	487
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	9	< DL	< DL	11	< DL	< DL	< DL	< DL	7
Y	6,4	6,7	6,5	4,4	6,4	6,9	6,9	7	11,7
Zr	18,4	9,7	15,8	12,2	15,8	16,1	16,1	20,3	23,2
La	< DL	1	0,8	< DL	0,7	0,7	0,7	0,8	1,1
Ce	1,9	2,7	2,3	1,5	1,9	2	2	2,3	2,9
Pr	0,31	0,46	0,38	0	0	0,31	0,31	0,37	0,49
Nd	1,8	2,3	2,1	1,3	1,7	1,8	1,8	2,1	2,5
Sm	0,7	0,7	0,8	< DL	< DL	< DL	< DL	0,8	1,1
Eu	0,36	0,4	0,37	< DL	0,31	< DL	< DL	< DL	0,59
Gd	1,02	0,91	1,1	0,7	0,97	1,05	1,05	1,16	1,44
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dy	1,15	1,14	1,36	0,84	1,33	1,33	1,33	1,39	2,33
Ho	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,51
Er	0,8	0,72	0,81	0,59	0,84	0,86	0,86	0,81	1,62
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	< DL	0,7	< DL	< DL	0,7	0,7	0,7	< DL	1,5
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Echantillon	LA-100508	A-61042	LA-101421	A-61218	A-61104	A-61178	A-61153	A-61098	A-61103
SiO ₂ (% poids)	39,7	39,7	37,30	38,05	34,95	34,10	40,61	35,74	37,66
TiO ₂	0,39	0,31	0,34	0,34	0,38	0,31	0,29	0,21	0,37
Al ₂ O ₃	6,09	4,66	6,88	4,94	6,26	5,24	4,37	2,87	5,00
Fe ₂ O ₃	10,9	9,86	10,30	8,97	11,10	10,22	9,94	8,22	10,67
MnO	0,19	0,17	0,17	0,21	0,24	0,23	0,17	0,22	0,20
MgO	20,7	23,3	18,10	19,05	21,60	23,29	23,44	25,04	22,38
CaO	8,22	7,37	7,87	12,79	8,56	9,19	6,93	10,41	8,12
Na ₂ O	0,11	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
K ₂ O	0,89	0,59	1,41	0,49	1,59	< DL	0,75	< DL	< DL
P ₂ O ₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr ₂ O ₃	0,3	0,29	0,32	0,32	0,35	0,33	0,28	0,25	0,36
PAF	11,3	13,5	15,1	13,2	15,4	17,45	13,5	17,2	15,7
Total	98,90	99,69	97,90	98,36	100,40	100,40	100,30	100,10	100,50
Au (ppb)	117	103	96	91	90	78	77	69	69
As (ppm)	950	1580	1190	1130	1030	627	1120	1930	330
Sb	8,4	31	77,2	21,8	63	217	383	193	500
Zn	81	52	59	33	42	< DL	< DL	34	12
Ni	968	1350	873	1130	1080	1220	1320	1630	1040
Cu	44	40	42	53	46	161	68	< DL	56
Co	82,9	83	99,8	83,5	87,1	85,8	84,7	79,8	84,9
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	133	104	145	110	129	111	90	68	102
Ba	200	53,7	157	50,7	187	4	110	3,1	5,8
Cr	1970	1890	1660	1990	2180	2040	1720	1560	2000
Cs	7,7	3,5	16,9	5,6	13	0,8	8,6	< DL	0,8
Ga	8	< DL	< DL	< DL	7	< DL	< DL	< DL	< DL
Li	< DL	< DL	80	< DL	70	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	1240	1210	1240	1570	1680	1600	1170	1520	1260
Rb	28,1	17,3	53,6	15	41,2	< DL	20,8	< DL	< DL
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	146	301	209	65,6	273	178	141	347	123
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	73	< DL	< DL	78	10	< DL	< DL	8	< DL
Y	8,4	5,7	9,4	7	6,8	5,5	4,7	3,6	6
Zr	19,3	12,7	13,7	13,9	16,9	12,1	12,3	7,2	13,4
La	1,6	< DL	1,1	2,9	< DL	< DL	< DL	0,7	0,8
Ce	4,1	1,8	2,7	4,6	1,6	1,5	1,4	1,6	2,2
Pr	0,6	< DL	0,47	0,64	< DL	< DL	< DL	< DL	0,37
Nd	3	1,7	2,3	3	1,7	1,4	1,3	1,3	2
Sm	1	0,7	0,8	0,8	0,7	< DL	< DL	< DL	0,8
Eu	0,44	< DL	< DL	0,38	0,33	0,33	< DL	0,35	0,32
Gd	1,36	0,91	1,11	1,14	1,08	0,98	0,73	0,74	0,97
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dy	1,56	1,19	1,5	1,25	1,39	1,15	0,97	0,79	1,11
Ho	0,32	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Er	0,93	0,76	0,96	0,8	0,93	0,69	0,61	0,51	0,7
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	0,8	< DL	1	< DL	0,8	< DL	< DL	< DL	< DL
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	LA-101435	A-61026	A-61149	A-61129	LA-100504	A-61048	A-61179	A-61055	A-61021
SiO₂ (% poids)	42,20	40,78	37,70	39,24	33,5	34,6	39,18	40,13	37,26
TiO₂	0,3	0,46	0,34	0,36	0,18	0,39	0,31	0,39	0,44
Al₂O₃	4,94	6,32	5,18	6,45	2,37	5,63	4,58	5,45	6,83
Fe₂O₃	9,62	11,51	10,59	11,22	8,93	11,16	9,63	10,67	11,63
MnO	0,14	0,22	0,18	0,18	0,13	0,22	0,2	0,17	0,24
MgO	21,20	22,21	23,44	21,46	30,8	21,95	23,35	23,02	21,03
CaO	6,02	6,20	7,58	6,76	1,25	10,43	8,96	6,45	9,82
Na₂O	0,19	< DL	< DL	0,1	< DL	< DL	< DL	< DL	0,07
K₂O	1,31	0,52	0,48	0,07	< DL	0,15	< DL	1,52	< DL
P₂O₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr₂O₃	0,31	0,31	0,34	0,42	0,22	0,32	0,32	0,34	0,34
PAF	11,8	10,9	14,55	14,05	21,5	15,7	13,3	11,85	11,85
Total	98,10	99,49	100,40	100,30	99,00	100,60	99,78	99,97	99,57
Au (ppb)	68	65	61	58	57	42	42	40	39
As (ppm)	1300	612	1280	202	1460	1140	976	1640	1280
Sb	71,2	9,7	16,5	438	103	11,8	23,8	5,2	9,9
Zn	52	110	< DL	< DL	38	32	< DL	53	79
Ni	937	1210	1190	1140	1720	1210	1310	1200	1180
Cu	< DL	84	44	56	< DL	38	99	48	97
Co	80,1	79,3	85,3	108	99,6	83,6	89,8	84,9	92,2
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	116	157	112	127	61	128	98	126	172
Ba	131	135	126	6,6	6,6	43,6	0	254	9,9
Cr	1520	2090	2090	2590	1450	2050	1970	2070	2240
Cs	12,6	8,3	3,9	0,9	< DL	1,7	< DL	12,1	1,1
Ga	< DL	7	< DL	7	< DL	7	< DL	7	9
Li	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	920	1650	1250	1240	870	1590	1410	1210	1780
Rb	49,1	15,7	12,5	1,6	< DL	4,9	< DL	40,7	1,8
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	147	78,4	118	82,2	18	257	204	163	79,3
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	11	17	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	7,1	8,6	5,8	7	3,4	7,1	5,6	5,9	9,1
Zr	10,8	16,7	14,5	15	8,2	17,5	15,7	14,3	16,9
La	1,9	1	< DL	0,9	< DL	0,9	0,9	1,1	1,3
Ce	3,8	2,9	1,7	2,3	1,3	2,8	1,9	2,5	3,5
Pr	0,59	0,47	0,31	0,34	< DL	0,47	< DL	0,39	0,56
Nd	2,9	2,9	1,7	1,9	1,3	2,6	1,8	2	2,9
Sm	0,8	1,1	< DL	< DL	< DL	1	< DL	0,7	1,1
Eu	0,31	0,35	< DL	< DL	0,15	0,39	0,34	< DL	0,37
Gd	1,07	1,32	0,94	0,99	0,6	1,28	0,96	0,96	1,43
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dy	1,27	1,8	1,1	1,23	0,63	1,43	1,07	1,24	1,87
Ho	< DL	0,36	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	0,37
Er	0,7	1,12	0,74	0,94	0,39	0,89	0,68	0,76	1,19
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	0,7	0,9	< DL	0,7	< DL	0,7	< DL	< DL	1,1
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Echantillon	A-61092	A-61160	LA-100502	LA-100606	LA-100629	LA-100506	LA-100516	LA-100519	LA-100523
SiO ₂ (% poids)	37,67	37,8	38,4	41,9	38,1	36,7	37,7	39,5	36,9
TiO ₂	0,33	0,34	0,33	0,38	0,38	0,36	0,34	0,37	0,32
Al ₂ O ₃	5,98	4,84	6,04	7,16	4,9	5,03	4,62	5,23	4,47
Fe ₂ O ₃	11,1	9,87	10,6	11,9	11,6	10,6	10,2	11,1	9,97
MnO	0,18	0,17	0,16	0,23	0,17	0,19	0,17	0,16	0,22
MgO	24,1	24,42	21,6	20	24,9	23	23,9	23,4	21,9
CaO	6,81	7,14	6,84	8,83	5,79	7,56	6,88	6,02	10,7
Na ₂ O	< DL	< DL	< DL	0,29	< DL	< DL	< DL	0,07	0,22
K ₂ O	< DL	< DL	1,53	< DL	0,21	0,64	< DL	< DL	< DL
P ₂ O ₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr ₂ O ₃	0,61	0,33	0,31	0,39	0,33	0,31	0,34	0,3	0,27
PAF	14,05	14,2	13,4	8,01	12,7	15,2	14,6	12,9	15,3
Total	100,90	99,10	99,30	99,20	99,20	99,80	98,90	99,10	100,20
Au (ppb)	35	35	< DL						
As (ppm)	31,8	1680	1070	820	< DL	< DL	< DL	260	< DL
Sb	18	2,8	38,6	18,9	6,6	< DL	1,5	4,4	3,6
Zn	20	< DL	58	122	53	56	73	56	50
Ni	1220	1150	937	1030	1280	1130	1390	1170	1090
Cu	67	39	< DL	< DL	< DL	< DL	90	69	0
Co	95,6	78,7	77	93	99,3	88,8	119	88,3	76,8
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	124	107	115	148	121	111	113	122	100
Ba	5,1	4,6	129	8,5	41,4	126	7,1	8,6	15,8
Cr	3700	2040	1700	2340	1850	1740	2310	1590	1770
Cs	< DL	< DL	12,1	0,7	7,8	14,7	0,7	1,2	2,9
Ga	< DL	7	8	8	7	7	7	7	< DL
Li	< DL	< DL	70	< DL					
Mn	1220	1180	1030	1540	1050	1240	1150	1100	1440
Rb	< DL	< DL	45,5	< DL	9,6	24,3	< DL	< DL	2,5
Sc	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Sr	70,2	470	210	63,2	82	158	131	247	109
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	6,8	5,7	7,2	8,6	6,7	7	5,5	7,3	6,5
Zr	11,4	14,5	14,8	17,2	13,5	17,4	15	16,6	14,6
La	< DL	0,8	< DL	1,2	0,7	0,8	0,7	0,9	1
Ce	1,7	2	2	2,9	2	2,3	1,9	2,4	2,7
Pr	0	0,33	0,31	0,46	0,33	0,38	0	0,4	0,44
Nd	1,6	1,7	1,7	2,6	1,9	2	1,8	2,3	2,5
Sm	0,7	< DL	0,7	1,1	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9
Eu	< DL	< DL	< DL	0,35	0,34	0,32	< DL	< DL	0,52
Gd	1	0,89	1,05	1,38	1,01	1,07	0,95	1,24	1,12
Tb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Dy	1,26	1,19	1,26	1,59	1,27	1,23	1,16	1,43	1,22
Ho	< DL	< DL	< DL	0,33	< DL				
Er	0,84	0,77	0,71	0,96	0,69	0,73	0,69	0,82	0,7
Tm	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Yb	0,7	< DL	0,7	1	0,7	< DL	< DL	0,7	0,7
Lu	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Echantillon	LA-100510	LA-100608	LA-100615	A-61009	A-61012	A-61013	A-61014	A-61015	A-61016
SiO₂ (% poids)	39,3	43,1	50,5	36,37	35,48	37,78	37,83	36,54	37,35
TiO₂	0,39	0,58	0,73	0,26	0,31	0,33	0,32	0,32	0,35
Al₂O₃	6,47	12,9	15,6	4,94	5,27	6,06	5,49	4,94	4,55
Fe₂O₃	11,3	12,2	13,8	9,24	10,31	10,44	10,42	9,95	10,06
MnO	0,27	0,23	0,24	0,2	0,21	0,17	0,18	0,17	0,17
MgO	20,7	16,7	7,17	23,96	23,26	22,83	23,94	24,25	24,52
CaO	9,05	7,95	4,91	8,6	8,47	6,98	7,14	7,98	7,88
Na₂O	0,19	0,79	4,47	< DL					
K₂O	< DL	0,17	0,12	< DL	0,6	1,56	0,25	< DL	< DL
P₂O₅	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Cr₂O₃	0,33	0,13	< DL	0,33	0,32	0,35	0,34	0,36	0,31
PAF	11,3	4,83	2,17	16,5	16,1	13,75	14,45	15,75	15,15
Total	99,40	99,70	99,80	100,40	100,30	100,20	100,30	100,20	100,30
Au (ppb)	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
As (ppm)	270	230	< DL	872	722	1340	1050	218	262
Sb	6,1	< DL	4,5	7,2	3,5	10,2	4,9	< DL	< DL
Zn	70	81	98	< DL	51	40	57	36	31
Ni	986	299	106	1390	1190	1400	1310	1300	1290
Cu	57	< DL	80	< DL	< DL	< DL	74	69	56
Co	90,2	64,5	51,5	80,6	70,4	90,8	83,4	89,4	75,6
Pb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
V	144	194	240	101	131	130	120	110	107
Ba	12,6	37,5	39,6	6,8	141	440	77,8	9,7	6,2
Cr	2230	780	< DL	2120	2020	2260	2160	2230	1960
Cs	1,3	< DL	1,2	1,5	6,9	17,1	4,1	1,1	0,9
Ga	8	12	13	< DL	< DL	8	7	< DL	< DL
Li	< DL	100	< DL	< DL	< DL	61	< DL	< DL	< DL
Mn	1860	1520	1500	1430	1480	1210	1270	1160	1220
Rb	1,3	5,4	2,8	< DL	15,4	37,5	6	< DL	< DL
Sc	< DL	38	51	< DL					
Sr	117	184	62,4	160	253	310	310	235	234
Th	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
U	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
W	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL
Y	7,8	15,4	29,3	5,4	5,6	5,8	5,7	6	4,7
Zr	18,3	24,7	51,5	8,8	11,6	15,3	12,5	12,5	11,4
La	0,7	1,1	3,3	0,8	< DL	0,8	< DL	< DL	< DL
Ce	2	3,3	8,6	1,8	1,6	2	1,2	1,8	1,6
Pr	0,34	0,6	1,3	< DL					
Nd	2	3,1	6,5	1,6	1,3	1,6	1,2	1,6	1,6
Sm	0,8	1,1	1,9	< DL					
Eu	0,37	0,46	0,65	< DL					
Gd	1,15	1,91	3,04	0,76	0,94	0,93	0,81	0,87	0,89
Tb	< DL	0,37	0,59	< DL					
Dy	1,44	2,63	4,33	1,05	1,13	1,24	1,21	1,15	0,96
Ho	0,32	0,6	1,05	< DL					
Er	0,81	1,74	3,55	0,64	0,74	0,77	0,73	0,84	0,65
Tm	< DL	< DL	0,57	< DL					
Yb	0,8	1,8	4	< DL	< DL	< DL	0,7	< DL	< DL
Lu	< DL	< DL	0,62	< DL					
Nb	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Echantillon	A-61061	A-61063	A-61069	A-61072	A-61080	A-61084	A-61085	A-61110	A-61111	A-61113
SiO ₂ (% poids)	39,52	38,07	42,56	42,85	37,09	41,4	40,2	41,23	37,36	40,2
TiO ₂	0,43	0,34	0,39	0,37	0,33	0,43	0,28	0,4	0,37	0,41
Al ₂ O ₃	6,04	5,3	6,41	6,42	5,81	6,93	3,84	6,81	5,05	5,86
Fe ₂ O ₃	11,35	10,42	11,59	11,25	9,83	11,84	9,3	11,26	9,91	11,18
MnO	0,18	0,19	0,2	0,23	0,2	0,18	0,28	0,17	0,17	0,2
MgO	22,59	23,31	20,54	21,59	21,88	20,74	24,53	23,12	23,68	22,67
CaO	7,39	7,8	9,49	8,23	8,88	6,24	7,11	6,26	7,75	6,23
Na ₂ O	< DL	< DL	0,23	0,1	0,19	0,72	< DL	< DL	< DL	0,32
K ₂ O	< DL	0,39	0,21	0,05	0,37	0,26	< DL	< DL	0,11	< DL
P ₂ O ₅	< DL									
Cr ₂ O ₃	0,36	0,34	0,36	0,34	0,31	0,38	0,3	0,37	0,3	0,35
PAF	12,3	14,2	8,7	8,55	15,4	11,15	14,35	10,55	15,65	12,8
Total	100,20	100,30	100,10	98,29	100,30	100,30	100,20	100,30	100,40	100,30
Au (ppb)	< DL									
As (ppm)	460	80,8	353	1170	313	27,4	657	161	262	5,4
Sb	7,3	< DL	11,1	13,4	5,1	3,4	21,9	< DL	9,1	13,3
Zn	64	< DL	< DL	107	52	60	73	< DL	< DL	< DL
Ni	1280	1250	999	944	1200	1060	1490	1140	1280	1260
Cu	60	36	39	< DL	63	< DL	48	88	49	63
Co	85,2	89	81	85,3	87,9	78,8	80,6	83,4	86,7	96,4
Pb	< DL									
V	143	111	140	138	110	169	92	139	107	128
Ba	10,5	97,1	36,1	4,7	103	70,8	5,1	5,9	8,8	9,3
Cr	2260	2090	2220	2130	1800	2370	1890	2220	1920	2140
Cs	1,1	7,7	4,4	1,1	6,2	16,7	0,8	1,7	1,1	2,6
Ga	7	< DL	8	8	7	8	< DL	8	< DL	8
Li	< DL									
Mn	1250	1400	1470	1700	1350	1290	1970	1210	1280	1410
Rb	< DL	12	7,6	< DL	11,5	10	< DL	1,8	< DL	1,8
Sc	< DL									
Sr	96	175	94,4	70,3	226	91,2	199	140	419	82,9
Th	< DL									
U	< DL									
W	< DL									
Y	7,2	5,6	7	6,8	5,8	7,9	4,5	7,2	5,4	6,5
Zr	17,1	13,4	15,2	11,2	11,1	17,3	10,7	15,3	16,4	18,4
La	0,9	0,7	< DL	< DL	1,6	< DL	< DL	< DL	0,7	< DL
Ce	2,5	1,9	1,5	1,6	4	1,4	1,3	1,8	2	1
Pr	0,39	0,31	< DL	< DL	0,57	< DL	< DL	< DL	0,31	< DL
Nd	2,3	1,7	1,6	1,6	2,8	1,5	1,3	1,5	1,9	1
Sm	0,8	< DL	0,7	< DL	1	0,7	< DL	< DL	< DL	< DL
Eu	< DL	< DL	0,33	0,57	0,36	< DL	< DL	< DL	< DL	0,33
Gd	1,14	0,89	1,2	0,99	1,06	1,1	0,81	0,93	0,8	0,98
Tb	< DL									
Dy	1,45	1,11	1,35	1,33	1,29	1,57	0,99	1,26	1,02	1,34
Ho	< DL	0,34	< DL	< DL	< DL	< DL				
Er	0,96	0,66	0,96	0,81	0,75	1,04	0,63	0,83	0,68	0,82
Tm	< DL									
Yb	0,8	< DL	0,7	0,7	0,7	0,9	0	0,7	< DL	< DL
Lu	< DL									
Nb	< DL									

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Echantillon	A-61116	A-61121	A-61127	A-61139	A-61144	A-61147	A-61155	A-61163	A-61181	A-61192
SiO ₂ (% poids)	35,23	39,49	32,36	38,88	36,44	41,3	37,57	38,07	39,36	38,96
TiO ₂	0,38	0,37	0,38	0,43	0,34	0,4	0,39	0,34	0,42	0,39
Al ₂ O ₃	6,17	5,12	4,85	5,26	5,06	4,98	6,48	5,3	5,67	5,92
Fe ₂ O ₃	10,43	10,55	10,11	11,24	10,31	10,79	10,61	10,42	11,36	11,51
MnO	0,2	0,17	0,35	0,19	0,21	0,15	0,18	0,19	0,18	0,2
MgO	20,3	24,09	18,67	23,74	23,47	23,34	21,97	23,31	23,33	22,72
CaO	9,11	6,29	12,82	6,64	8,59	5,82	7,63	7,8	7,36	7,03
Na ₂ O	< DL									
K ₂ O	0,96	0,28	0,07	< DL	0,21	1,31	< DL	0,39	< DL	< DL
P ₂ O ₅	< DL									
Cr ₂ O ₃	0,33	0,34	0,31	0,31	0,33	0,32	0,34	0,34	0,35	0,34
PAF	16,2	13,3	20,45	13,8	15,4	11,9	15,25	14,2	12,25	11,45
Total	99,35	99,97	100,40	100,50	100,30	100,20	100,40	100,30	100,30	98,60
Au (ppb)	< DL									
As (ppm)	1040	864	602	83,3	1280	707	387	80,8	1340	79
Sb	52,3	18	500	160	13,7	10,9	432	< DL	5	< DL
Zn	< DL	408								
Ni	1060	1350	1230	1110	1260	1130	1290	1250	1270	1200
Cu	40	31	35	71	58	48	< DL	36	97	68
Co	84,4	88,6	85,2	83,7	86,2	78,8	85	89	98,3	86
Pb	< DL									
V	123	118	105	127	110	114	129	111	128	123
Ba	136	53	4,3	4,7	80,1	341	6,1	97,1	0	4,5
Cr	2030	2140	1890	1900	2040	1910	2040	2090	2130	2080
Cs	6,6	3,5	< DL	< DL	2,9	10,7	1	7,7	< DL	1,8
Ga	7	7	< DL	7	< DL	< DL	9	< DL	7	7
Li	64	< DL								
Mn	1440	1240	2420	1340	1440	1060	1230	1400	1290	1470
Rb	26,8	8,8	< DL	< DL	5,2	37	1,4	12	< DL	< DL
Sc	< DL									
Sr	185	144	111	78,2	284	124	339	175	173	121
Th	< DL									
U	< DL									
W	< DL									
Y	7,4	6,5	6,3	6,5	5,3	6,5	5,9	5,6	5,8	7,2
Zr	15,9	17,5	15,9	17,4	14,4	16,3	20,1	13,4	20,6	14,1
La	< DL	0,9	1,3	0,7	< DL	1,1	1,3	0,7	0,9	0,7
Ce	1,8	2,4	3,3	2	1,5	2,9	2,9	1,9	2,4	2,1
Pr	< DL	0,39	0,52	0,34	0	0,44	0,43	0,31	0,37	0,35
Nd	1,6	2	2,9	1,9	1,5	2,3	2,2	1,7	1,9	1,9
Sm	< DL	0,8	0,8	0,8	< DL	0,8	0,7	< DL	0,7	0,8
Eu	< DL	< DL	0,37	< DL	< DL	0,33	0,31	< DL	< DL	0,33
Gd	0,89	1	1,16	1,02	0,94	1,11	1,02	0,89	0,99	1,1
Tb	< DL									
Dy	1,31	1,23	1,22	1,28	1,13	1,41	1,17	1,11	1,23	1,38
Ho	< DL									
Er	0,87	0,78	0,79	0,81	0,74	0,89	0,77	0,66	0,78	0,95
Tm	< DL									
Yb	0,7	0,7	< DL	0,7						
Lu	< DL									
Nb	< DL									

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

Tableau C8 (suite): Résultats d'analyse de roche totale des roches ultramafiques du secteur Lapa.

Échantillon	A-61193	A-61202	A-61203	A-61209	A-61210
SiO₂ (% poids)	29,06	36,97	39,39	41,53	42,56
TiO₂	0,45	0,38	0,36	0,36	0,39
Al₂O₃	6,79	4,88	5,04	6,07	5,37
Fe₂O₃	11,49	10,28	10,25	10,99	10,88
MnO	0,27	0,19	0,17	0,15	0,13
MgO	22,28	23,86	24,71	23,43	25,07
CaO	10,66	8,01	6,59	6,11	4,54
Na₂O	< DL				
K₂O	0,83	0,14	0,1	0,2	< DL
P₂O₅	< DL				
Cr₂O₃	0,38	0,32	0,33	0,38	0,34
PAF	18,15	15,33	13,45	11	11,1
Total	100,30	100,30	10,30	100,30	100,40
Au (ppb)	< DL				
As (ppm)	723	72,2	100	177	1170
Sb	5,8	3,3	5	< DL	13,4
Zn	75	< DL	< DL	< DL	< DL
Ni	1130	1270	1240	1220	1210
Cu	< DL	88	33	53	< DL
Co	99,5	87,6	93,6	85,9	83,8
Pb	< DL				
V	158	109	112	131	116
Ba	200	24,3	15	49,6	4,7
Cr	2310	1950	2020	2340	2060
Cs	11,9	2,9	3,2	2,8	0,9
Ga	9	< DL	< DL	< DL	< DL
Li	62	< DL	< DL	< DL	< DL
Mn	1850	1340	1210	1130	888
Rb	24,1	4,3	3,6	5,5	1,5
Sc	< DL				
Sr	193	133	86,6	64,9	42,7
Th	< DL				
U	< DL				
W	< DL	45	10	< DL	< DL
Y	8	6,8	5,7	6,7	5,6
Zr	15,7	17,5	14,8	17,7	16,9
La	1,9	0,9	< DL	< DL	< DL
Ce	4,8	2,6	1,4	1,1	1,7
Pr	0,6	0,42	< DL	< DL	< DL
Nd	3,1	2,3	1,4	1,2	1,6
Sm	1	0,8	< DL	< DL	< DL
Eu	0,33	< DL	< DL	< DL	< DL
Gd	1,31	1,02	0,83	0,85	0,85
Tb	< DL				
Dy	1,6	1,27	1	1,11	1,05
Ho	0,31	< DL	< DL	0	< DL
Er	1	0,94	0,66	0,77	0,71
Tm	< DL				
Yb	0,8	< DL	< DL	0,7	< DL
Lu	< DL				
Nb	< DL				

< DL = en-dessous de la limite de détection; échantillons commençant par LA-: cette étude; échantillons commençant par A-: Mercier-Langevin (2007)

ANNEXE D

**Compilation des analyses et images réalisées sur les sulfures,
à la microsonde électronique**

Les analyses minéralogiques sur les silicates et les sulfures ainsi que l'observation des textures en images BES (i.e. électrons rétrodiffusés) ont été exécutées à la microsonde électronique de l'Université Laval, Québec. Il s'agit d'un appareil CAMECA SX-100 composé de 5 spectromètres WDS à longueur d'onde. Les conditions analytiques consistent en un faisceau électronique de 15 kv et 20 nA ainsi qu'un temps de comptage de 20 s sur le pic et 10 s sur le bruit de fond. La résolution spatiale de l'appareil est d'environ 1 μm tandis que la résolution chimique est évaluée à 3 μm .

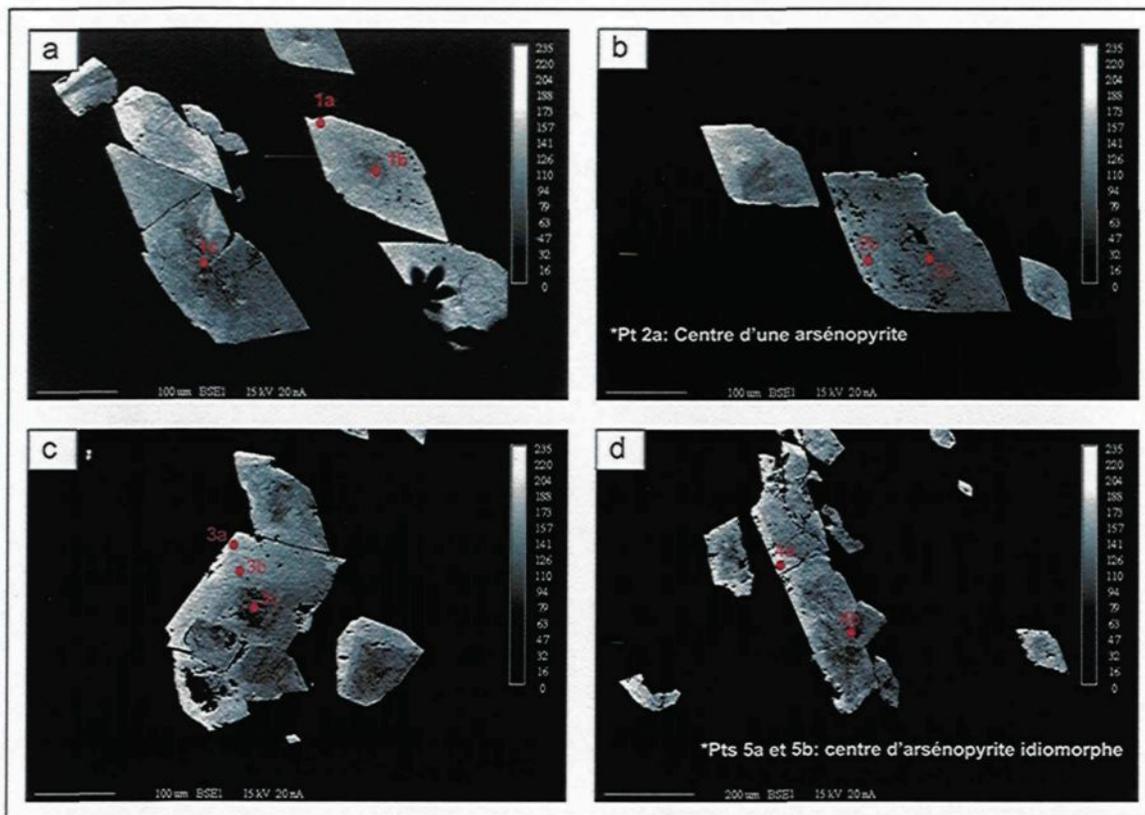


Figure D1: Images BSE et position des points d'analyse sur arsenopyrite dans l'échantillon A-61148. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3. (d) rond 4.

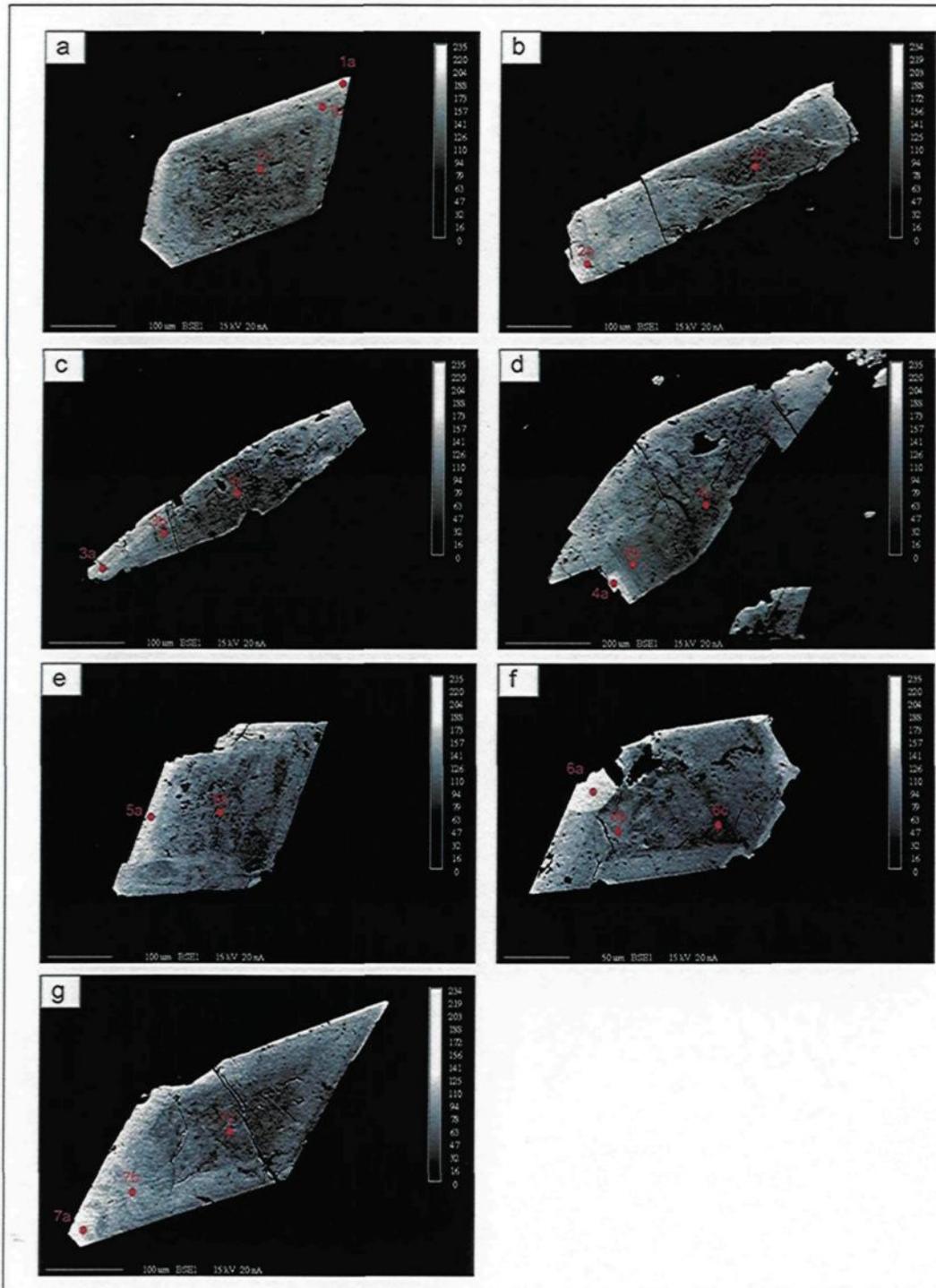


Figure D2: Images BSE et position des points d'analyse sur arsénopyrite dans l'échantillon A-61166. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3. (d) rond 4. (e) rond 5. (f) rond 6. (g) rond 7.

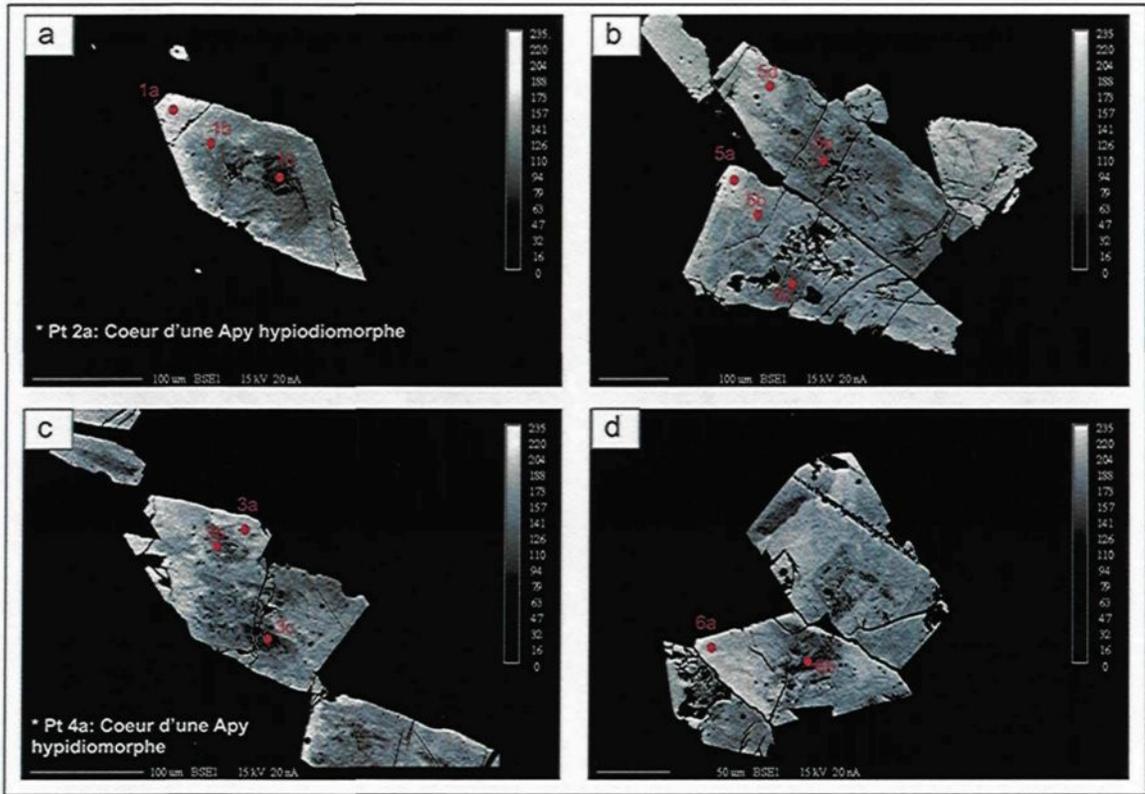


Figure D3: Images BSE et position des points d'analyse sur arsénopyrite dans l'échantillon A-61204. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3. (d) rond 4.

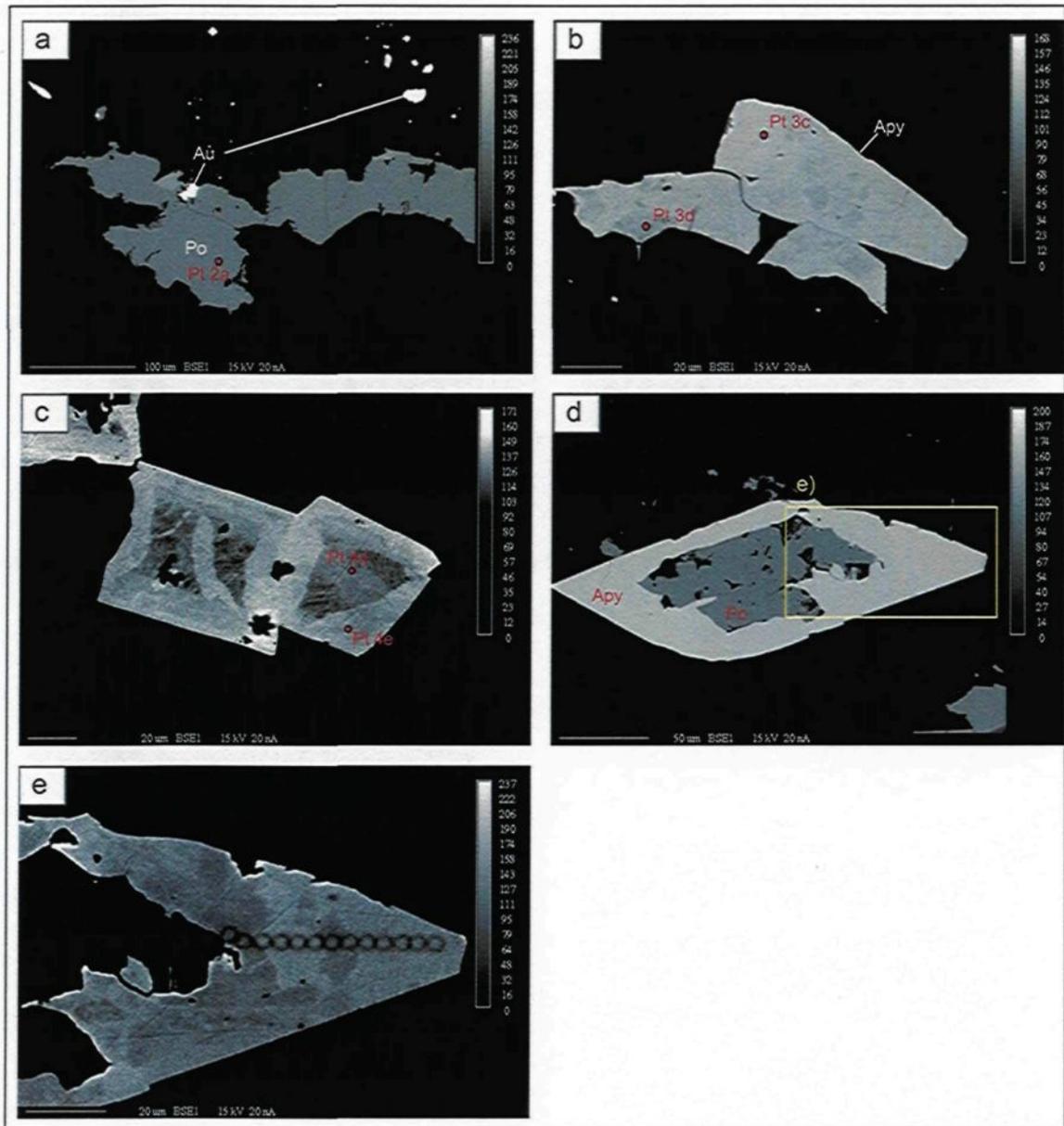


Figure D4: Images BSE et position des points d'analyse dans l'échantillon LA-100512. (a) plage de pyrrhotite en association avec grains d'or disséminés. (b) arsenopyrite avec aspect irrégulier. (c) grains d'arsenopyrite zoné et altéré. (d) arsenopyrite englobant de la pyrrhotite. (e) localisation des points d'analyse d'une traverse linéaire.

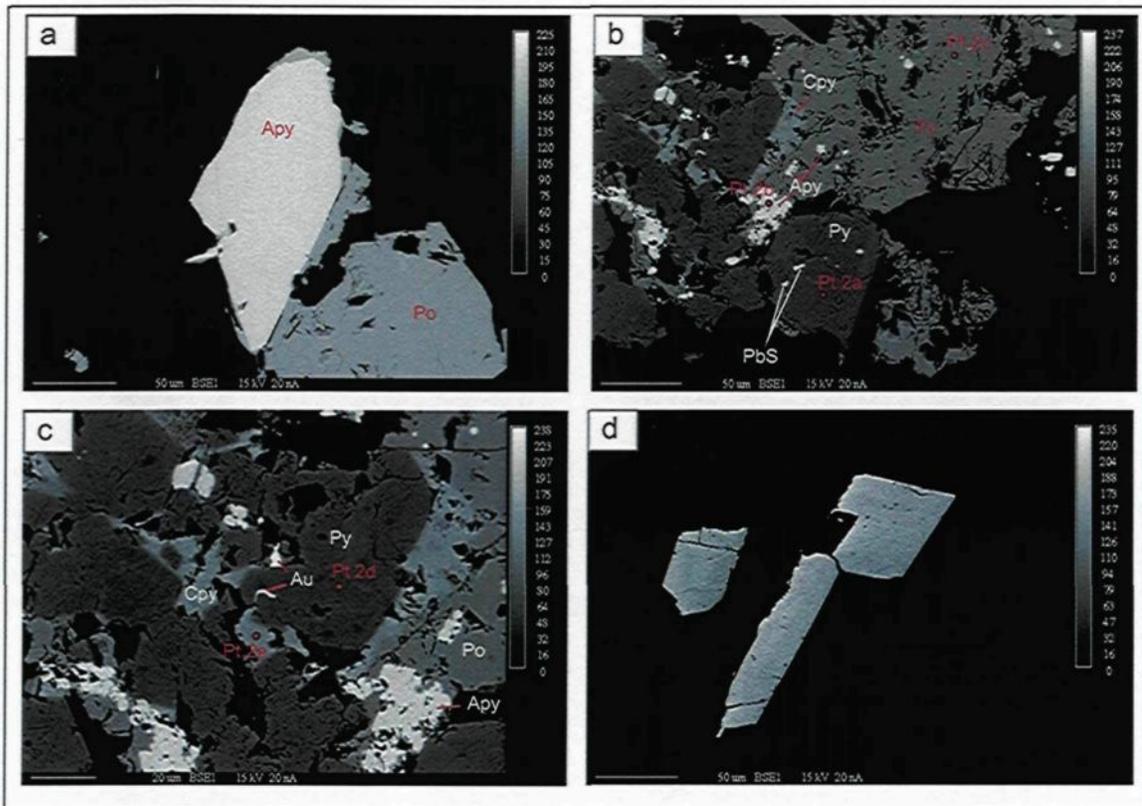


Figure D5: Images BSE et position des points d'analyse dans l'échantillon LA-101351. (a) plage de pyrrhotite en équilibre avec cristal d'arsénopyrite. (b) assemblage polymétallique de pyrrhotite-arsénopyrite, pyrite et chalcopyrite. Le grain de pyrite contient des inclusions de galène. (c) gros plan sur b). (d) grains d'arsénopyrite hypidiomorphes.

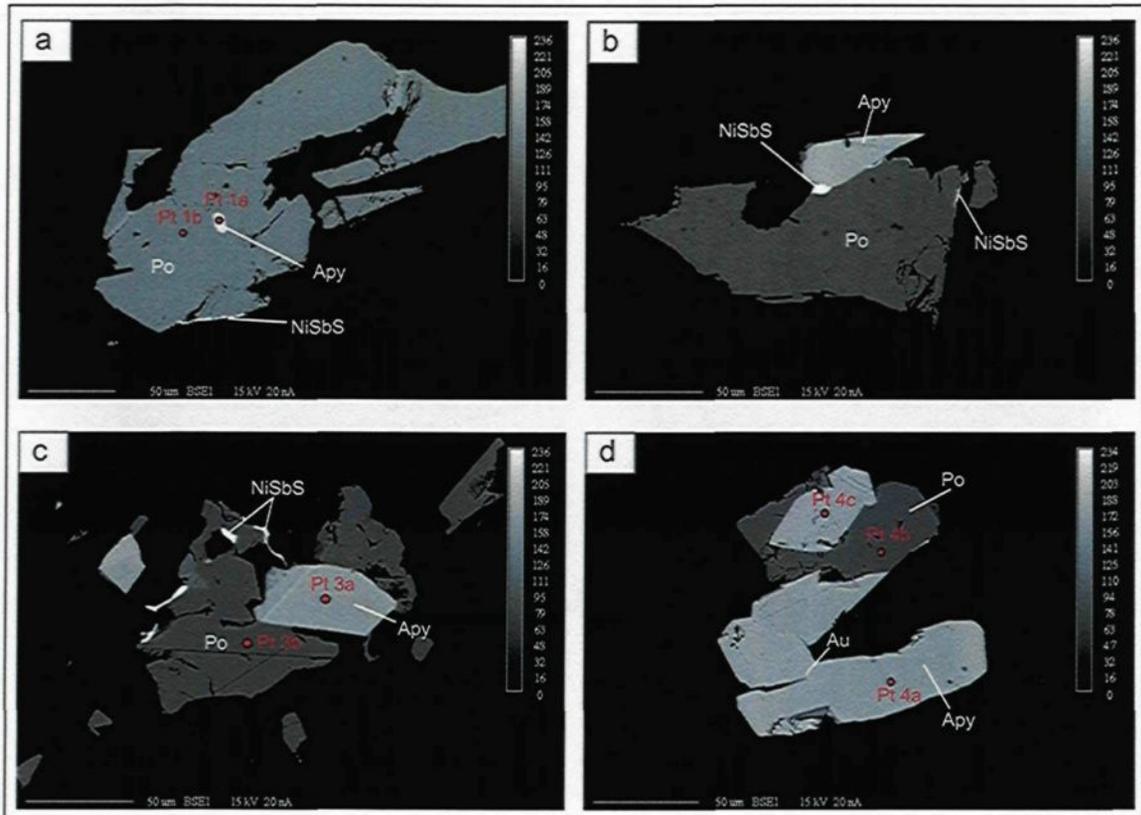


Figure D6: Images BSE et position des points d'analyse dans l'échantillon LA-101405. (a) plage de pyrrhotite avec inclusion d'arsénopyrite. (b) assemblage à pyrrhotite et arsénopyrite. (c) assemblage à pyrrhotite et arsénopyrite. (d) grains d'arsénopyrite en équilibre avec la pyrrhotite. Or visible en bordure de l'arsénopyrite.

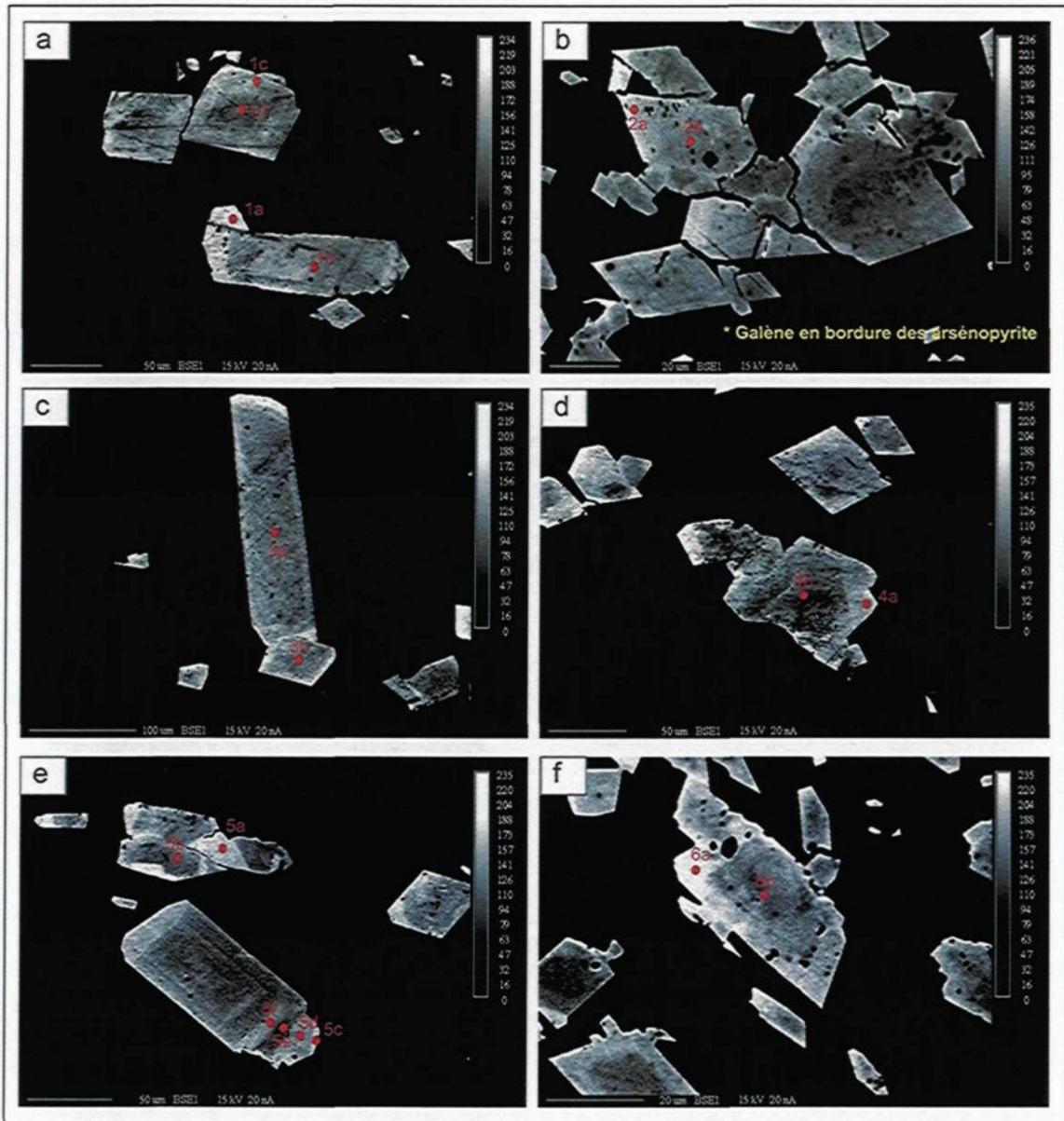


Figure D7: Images BSE et position des points d'analyse sur arsenopyrite dans l'échantillon MS07-12. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3. (d) rond 4. (e) rond 5. (f) rond 6.

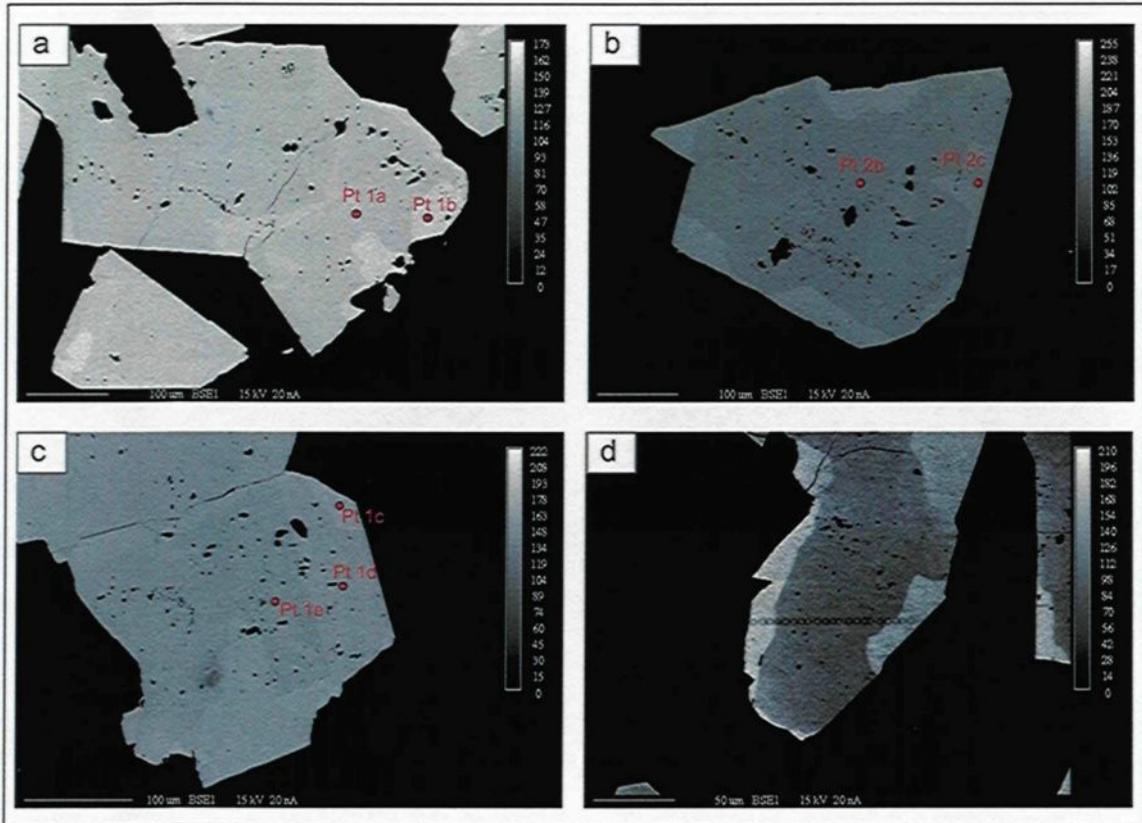


Figure D8: Images BSE et position des points d'analyse sur arsénopyrite dans l'échantillon MS07-14. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3. (d) localisation des points d'analyse d'une traverse linéaire.

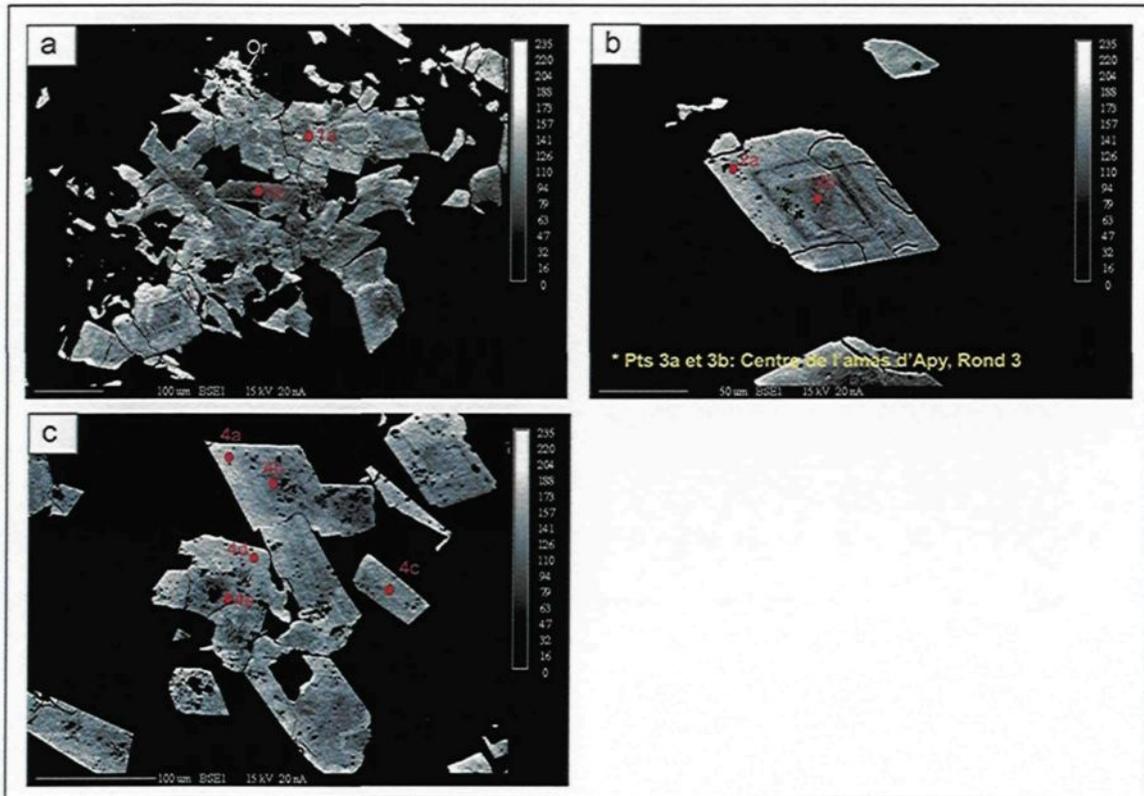


Figure D9: Images BSE et position des points d'analyse sur arsénopyrite dans l'échantillon MS07-15. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3.

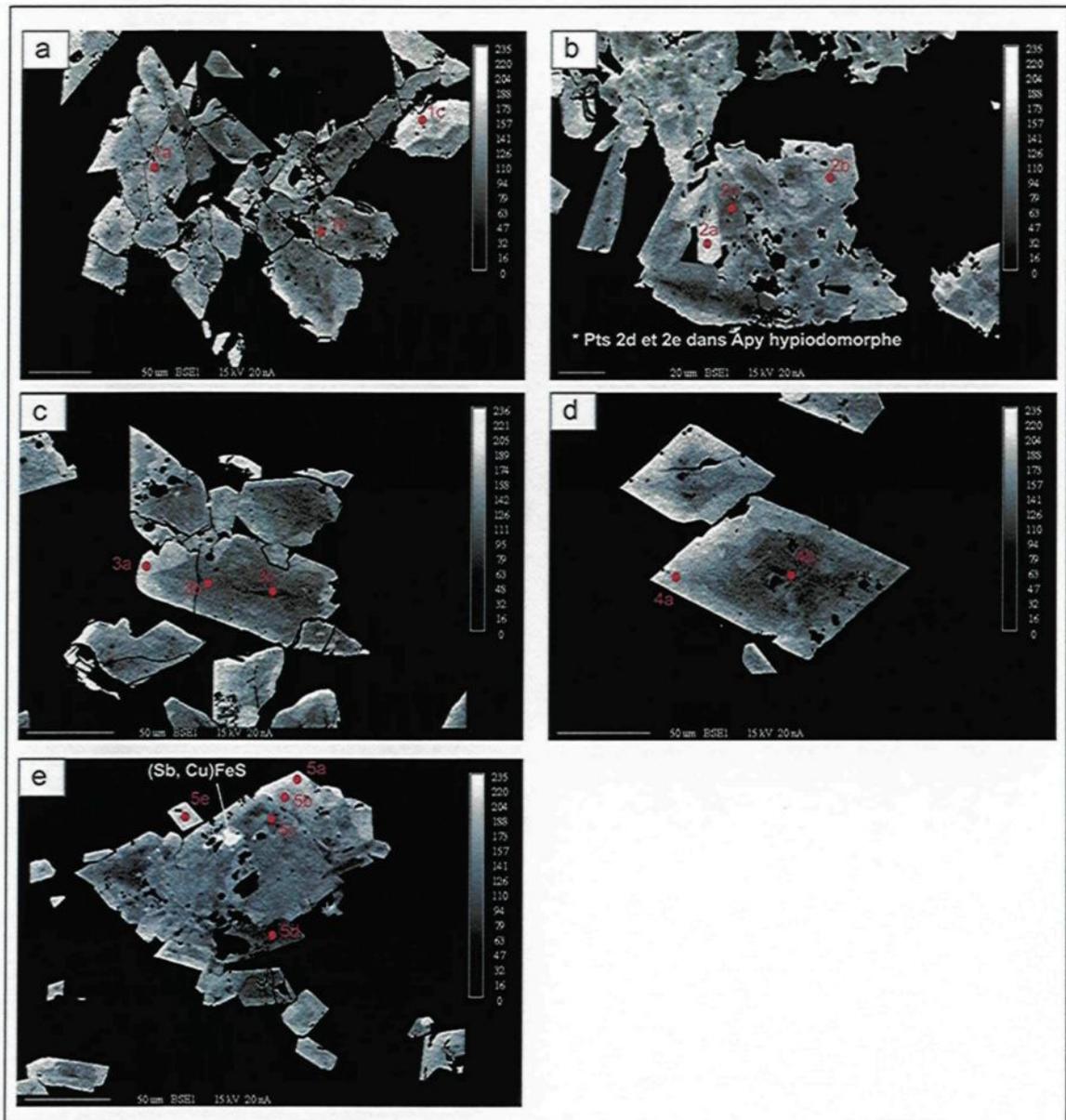


Figure D10: Images BSE et position des points d'analyse sur arsenopyrite dans l'échantillon MS08-1. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 3. (d) rond 4. (e) rond 5.

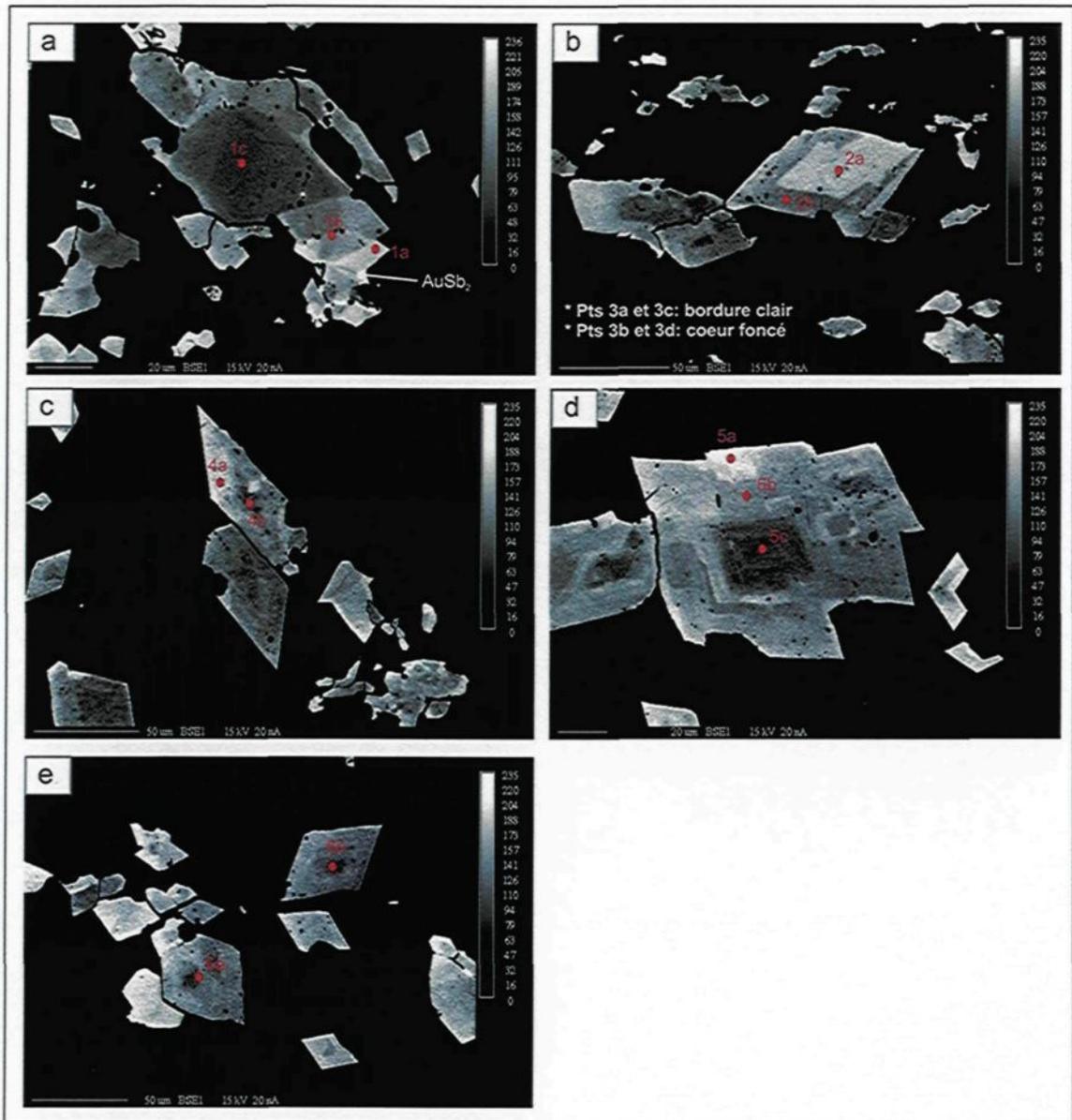


Figure D11: Images BSE et position des points d'analyse sur arsénopyrite dans l'échantillon MS08-14. (a) rond 1. (b) rond 2. (c) rond 4. (d) rond 5. (e) rond 6.

Tableau D1: Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	S											Total
			(% poids)											
			S	Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As		
A-61148	1a	Pâle	21,46	< DL	< DL	< DL	0,19	0,36	35,24	< DL	0,09	43,3	100,6	
	1b	Foncé	22,23	0,04	0,01	< DL	0,01	< DL	35,98	< DL	0,10	42,0	100,4	
	1c	Foncé	22,02	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	35,76	0,04	< DL	41,7	99,5	
	2a	Foncé	21,59	0,08	< DL	< DL	0,03	< DL	36,35	0,04	< DL	43,0	101,1	
	2b	Pâle	21,53	< DL	< DL	< DL	0,04	0,01	35,96	< DL	0,06	42,7	100,3	
	2c	Foncé	22,42	0,30	< DL	< DL	< DL	< DL	36,15	< DL	< DL	40,3	99,2	
	3a	Pâle	21,61	0,02	< DL	< DL	0,01	< DL	36,22	< DL	0,05	43,1	101,0	
	3b	Moyen	21,56	0,05	< DL	< DL	0,00	< DL	36,22	< DL	0,05	42,9	100,8	
	3c	Foncé	23,58	< DL	< DL	0,02	0,05	< DL	36,86	< DL	< DL	40,4	101,0	
	4a	Pâle	21,66	< DL	< DL	< DL	0,02	< DL	35,65	0,07	< DL	42,8	100,2	
	4b	Foncé	22,88	< DL	0,02	< DL	0,05	0,02	36,15	< DL	0,01	40,2	99,3	
	5a	Foncé	22,90	0,03	0,01	< DL	0,04	< DL	35,91	< DL	< DL	40,8	99,7	
	5b	Foncé	21,83	< DL	< DL	< DL	< DL	0,02	35,49	0,02	< DL	42,1	99,5	
	A-61166	1a	Pâle	21,17	< DL	< DL	< DL	0,23	0,02	35,73	0,02	0,10	43,1	100,3
		1b	Moyen	21,55	0,02	< DL	< DL	0,08	0,01	36,19	< DL	< DL	43,1	101,0
1c		Foncé	21,78	< DL	< DL	< DL	0,07	< DL	35,96	0,05	< DL	42,8	100,7	
2a		Pâle	21,59	0,03	< DL	< DL	0,04	< DL	35,79	0,01	0,18	43,3	101,0	
2b		Foncé	22,13	0,04	< DL	< DL	0,11	< DL	35,93	0,03	0,00	42,3	100,6	
3a		Pâle	21,30	0,03	< DL	< DL	0,05	0,04	35,15	0,03	0,12	44,1	100,8	
3b		Moyen	21,36	0,04	0,01	0,01	0,04	< DL	36,41	0,15	0,09	43,3	101,4	
3c		Foncé	21,59	< DL	< DL	< DL	0,10	< DL	35,40	0,02	0,05	41,7	98,9	
4a		Pâle	19,92	0,05	0,06	0,02	0,14	0,03	35,38	< DL	< DL	45,3	100,9	
4b		Moyen	20,94	< DL	< DL	< DL	0,09	0,01	35,50	< DL	< DL	43,9	100,5	
4c		Foncé	21,67	0,05	0,01	< DL	0,03	0,04	35,31	< DL	< DL	42,9	100,0	
5a		Pâle	21,39	< DL	< DL	< DL	0,05	< DL	35,39	< DL	< DL	43,1	100,0	
5b		Foncé	21,64	0,01	< DL	< DL	0,06	< DL	36,29	< DL	0,09	43,2	101,3	
6a		Pâle	20,19	0,03	< DL	0,01	0,09	0,02	35,42	< DL	< DL	45,3	101,0	
6b		Moyen	21,01	< DL	< DL	< DL	0,05	< DL	36,21	0,03	< DL	44,2	101,5	
6c		Foncé	22,34	< DL	0,02	< DL	0,05	0,01	36,28	0,06	< DL	41,8	100,6	
7a		Pâle	21,04	< DL	0,02	0,01	0,27	< DL	34,75	0,02	0,07	43,3	99,5	
7b		Moyen	20,97	< DL	< DL	< DL	0,12	< DL	35,48	0,09	0,15	43,8	100,6	
7c		Foncé	21,71	< DL	< DL	< DL	0,07	< DL	36,08	< DL	0,27	42,9	101,1	
2a		Pâle	20,49	< DL	0,04	< DL	0,05	0,02	35,52	0,11	0,09	44,1	100,5	
2b		Foncé	22,56	0,03	0,06	< DL	0,01	0,09	36,34	0,07	< DL	41,3	100,5	
2c	Foncé	21,22	0,02	0,04	< DL	< DL	0,04	36,02	0,07	< DL	43,4	100,8		
3a	Pâle	21,08	0,07	< DL	< DL	0,01	0,09	36,12	< DL	0,23	43,1	100,8		
3b	Foncé	22,67	0,10	0,15	< DL	0,03	0,13	35,93	< DL	0,07	41,0	100,1		
3c	Foncé	22,04	0,03	0,05	< DL	0,03	0,11	36,35	0,07	0,01	41,8	100,5		
A-61204	1a	Pâle	21,33	0,01	< DL	< DL	0,17	0,44	34,56	< DL	0,11	43,1	99,7	
	1b	Moyen	22,60	0,07	< DL	< DL	0,00	0,13	35,86	< DL	0,03	41,2	99,8	
	1c	Foncé	23,29	< DL	0,05	< DL	0,08	0,08	35,82	0,11	0,13	39,4	99,0	
	2a	Foncé	21,48	0,01	< DL	< DL	0,02	0,05	36,49	0,12	0,04	43,1	101,3	
	3a	Pâle	21,80	0,01	< DL	< DL	0,03	0,01	35,98	0,06	< DL	42,0	99,9	
	3b	Moyen	23,60	< DL	0,01	< DL	0,03	0,03	37,02	< DL	0,08	40,2	101,0	
	3c	Foncé	24,81	< DL	< DL	< DL	0,08	0,01	37,14	0,08	0,06	38,9	101,1	
	4a	Foncé	22,45	0,03	< DL	< DL	0,09	0,02	35,86	< DL	0,01	41,1	99,7	
	5a	Pâle	21,00	0,06	< DL	< DL	0,05	< DL	36,12	0,12	< DL	44,0	101,4	
	5b	Moyen	21,89	0,04	< DL	< DL	0,08	< DL	35,84	< DL	< DL	42,1	100,0	
	5c	Foncé	22,16	0,01	< DL	< DL	0,05	< DL	35,81	0,10	0,07	42,2	100,4	
	5d	Pâle	22,32	0,07	< DL	< DL	0,05	< DL	35,01	0,02	0,14	41,8	99,4	
	5e	Foncé	21,70	< DL	< DL	0,01	0,05	0,02	35,18	0,04	< DL	42,1	99,1	
	6a	Pâle	21,27	0,03	< DL	< DL	0,04	0,03	35,90	0,08	0,11	43,1	100,6	
6b	Foncé	22,54	0,01	< DL	< DL	0,06	< DL	36,03	0,03	0,03	41,5	100,2		

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	(cation)										
			S	Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As	
A-61148	1a	Pâle	35,4	< DL	< DL	< DL	0,17	0,32	33,41	< DL	0,07	30,6	
	1b	Foncé	36,5	0,01	< DL	< DL	0,01	< DL	33,89	< DL	0,08	29,5	
	1c	Foncé	36,4	< DL	33,98	0,03	< DL	29,5					
	2a	Foncé	35,5	0,02	< DL	< DL	0,03	0,00	34,26	0,03	< DL	30,2	
	2b	Pâle	35,6	< DL	< DL	< DL	0,04	0,01	34,12	< DL	0,05	30,2	
	2c	Foncé	37,1	0,08	< DL	< DL	< DL	< DL	34,31	< DL	< DL	28,5	
	3a	Pâle	35,5	0,01	< DL	< DL	0,01	< DL	34,15	< DL	0,04	30,3	
	3b	Moyen	35,5	0,01	< DL	< DL	< DL	< DL	34,23	< DL	0,04	30,2	
	3c	Foncé	38,0	< DL	< DL	0,02	0,05	< DL	34,07	< DL	< DL	27,9	
	4a	Pâle	35,8	< DL	< DL	< DL	0,02	< DL	33,83	0,06	< DL	30,3	
	4b	Foncé	37,6	< DL	0,01	< DL	0,05	0,02	34,08	< DL	0,01	28,3	
	5a	Foncé	37,5	0,01	0,01	< DL	0,04	< DL	33,80	< DL	< DL	28,6	
	5b	Foncé	36,2	< DL	< DL	< DL	< DL	0,02	33,80	0,02	< DL	29,9	
	A-61166	1a	Pâle	35,1	< DL	< DL	< DL	0,20	0,02	34,01	0,02	0,08	30,6
		1b	Moyen	35,4	< DL	< DL	< DL	0,07	0,01	34,14	< DL	< DL	30,3
1c		Foncé	35,8	< DL	< DL	< DL	0,06	< DL	33,94	0,05	0,00	30,1	
2a		Pâle	35,5	0,01	< DL	< DL	0,03	< DL	33,79	0,01	0,14	30,5	
2b		Foncé	36,3	0,01	< DL	< DL	0,10	< DL	33,83	0,02	0,00	29,7	
3a		Pâle	35,2	0,01	< DL	< DL	0,05	0,03	33,36	0,03	0,09	31,2	
3b		Moyen	35,0	0,01	< DL	0,01	0,04	< DL	34,30	0,12	0,07	30,4	
3c		Foncé	36,1	< DL	< DL	< DL	0,09	< DL	33,95	0,02	0,04	29,8	
4a		Pâle	33,3	0,01	0,03	0,02	0,13	0,03	34,00	< DL	< DL	32,5	
4b		Moyen	34,8	< DL	< DL	< DL	0,08	0,01	33,87	< DL	< DL	31,2	
4c		Foncé	35,9	0,01	< DL	< DL	0,03	0,04	33,58	< DL	< DL	30,4	
5a		Pâle	35,5	< DL	< DL	< DL	0,04	< DL	33,75	< DL	< DL	30,7	
5b		Foncé	35,4	< DL	< DL	< DL	0,06	< DL	34,11	< DL	0,07	30,3	
6a		Pâle	33,7	0,01	< DL	0,01	0,08	0,02	33,91	< DL	< DL	32,3	
6b		Moyen	34,6	< DL	< DL	< DL	0,04	< DL	34,21	0,02	< DL	31,1	
6c		Foncé	36,5	< DL	0,01	< DL	0,05	0,01	34,05	0,05	< DL	29,3	
7a		Pâle	35,2	< DL	0,01	0,01	0,24	< DL	33,40	0,02	0,05	31,0	
7b		Moyen	34,8	< DL	< DL	< DL	0,10	< DL	33,80	0,07	0,12	31,1	
7c		Foncé	35,6	< DL	< DL	< DL	0,06	< DL	33,98	< DL	0,22	30,1	
2a		Pâle	34,2	< DL	0,02	< DL	0,05	0,02	34,00	0,10	0,07	31,5	
2b		Foncé	36,8	0,01	0,03	< DL	0,01	0,08	34,07	0,06	< DL	28,9	
2c	Foncé	35,0	0,01	0,02	< DL	< DL	0,04	34,16	0,06	< DL	30,7		
3a	Pâle	34,9	0,02	< DL	< DL	0,01	0,08	34,28	< DL	0,18	30,5		
3b	Foncé	37,1	0,03	0,06	< DL	0,02	0,12	33,79	< DL	0,05	28,8		
3c	Foncé	36,2	0,01	0,02	< DL	0,03	0,10	34,22	0,06	0,01	29,4		
A-61204	1a	Pâle	35,5	< DL	< DL	< DL	0,15	0,40	33,06	< DL	0,09	30,7	
	1b	Moyen	37,1	0,02	< DL	< DL	< DL	0,12	33,81	< DL	0,02	28,9	
	1c	Foncé	38,2	< DL	0,02	< DL	0,07	0,07	33,73	0,09	0,10	27,7	
	2a	Foncé	35,2	< DL	< DL	< DL	0,02	0,04	34,34	0,10	0,03	30,2	
	3a	Pâle	36,0	< DL	< DL	< DL	0,03	0,01	34,13	0,05	< DL	29,7	
	3b	Moyen	38,0	< DL	0,01	< DL	0,03	0,03	34,20	< DL	0,06	27,7	
	3c	Foncé	39,4	< DL	< DL	< DL	0,07	0,01	33,89	0,06	0,05	26,5	
	4a	Foncé	36,9	0,01	< DL	< DL	0,08	0,01	33,86	< DL	0,01	28,9	
	5a	Pâle	34,6	0,02	< DL	< DL	0,04	< DL	34,18	0,10	< DL	31,0	
	5b	Moyen	36,2	0,01	< DL	< DL	0,07	< DL	33,97	< DL	< DL	29,8	
	5c	Foncé	36,4	< DL	< DL	< DL	0,05	< DL	33,76	0,09	0,06	29,7	
	5d	Pâle	36,9	0,02	< DL	< DL	0,05	< DL	33,25	0,02	0,11	29,6	
	5e	Foncé	36,2	< DL	< DL	0,01	0,05	0,01	33,67	0,03	0,00	30,0	
6a	Pâle	35,2	0,01	< DL	< DL	0,04	0,02	34,08	0,07	0,09	30,5		
6b	Foncé	36,9	< DL	< DL	< DL	0,05	< DL	33,89	0,03	0,02	29,1		

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	(% poids)										Total
			S	Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As	
LA-100512	1d		23,04	< DL	0,13	< DL	0,40	< DL	35,79	< DL	< DL	41,0	100,4
	3c	Pâle	20,53	< DL	< DL	< DL	0,15	< DL	34,72	< DL	< DL	45,1	100,7
	3d	Foncé	21,65	< DL	< DL	< DL	0,27	< DL	35,12	< DL	0,02	43,2	100,5
	4c		20,76	< DL	< DL	< DL	0,11	0,11	35,04	< DL	< DL	44,5	100,6
	4d	Foncé	22,51	< DL	36,10	< DL	< DL	42,1	100,7				
	4e	Pâle	20,80	< DL	35,37	< DL	< DL	44,7	101,1				
	1	Foncé	22,18	0,09	< DL	< DL	< DL	< DL	35,30	< DL	< DL	42,5	100,2
	2	Foncé	22,22	< DL	< DL	< DL	0,16	< DL	35,28	< DL	< DL	41,8	99,9
	3	Pâle	20,62	< DL	< DL	< DL	0,20	< DL	34,56	< DL	< DL	44,6	100,2
	4	Pâle	20,51	< DL	< DL	< DL	0,13	< DL	34,91	< DL	< DL	44,8	100,5
	5	Pâle	20,55	< DL	< DL	< DL	0,14	< DL	34,79	< DL	< DL	44,6	100,2
	6	Pâle	20,53	< DL	< DL	< DL	0,23	0,20	34,27	< DL	< DL	44,5	99,8
	7	Foncé	21,73	0,17	< DL	< DL	< DL	0,13	34,99	< DL	< DL	43,0	100,1
8	Foncé	21,09	< DL	< DL	< DL	< DL	0,06	35,00	< DL	< DL	43,6	100,0	
9	Pâle	20,66	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	34,56	< DL	< DL	44,6	100,1	
10	Pâle	20,70	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	34,68	< DL	< DL	44,5	100,1	
11	Pâle	20,66	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	34,58	< DL	< DL	44,4	99,8	
12	Pâle	20,60	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	34,44	< DL	< DL	44,3	99,6	
13	Pâle	20,68	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	34,35	< DL	< DL	44,2	99,3	
LA-101351	1b		18,83	< DL	0,37	< DL	3,76	0,29	29,78	< DL	< DL	46,5	99,6
	1c		18,86	< DL	0,54	< DL	5,35	0,32	28,42	< DL	< DL	46,0	99,7
	2b		20,28	< DL	34,94	0,22	< DL	44,3	99,9				
	2f		20,58	< DL	0,12	< DL	< DL	< DL	34,50	< DL	< DL	44,3	99,6
	2g		20,97	0,11	< DL	< DL	< DL	< DL	35,01	< DL	< DL	44,2	100,4
	2h		20,51	0,00	< DL	< DL	< DL	< DL	34,32	< DL	< DL	43,1	98,2
	3b		20,58	0,10	< DL	< DL	< DL	< DL	34,64	0,20	< DL	44,6	100,3
	3c		20,30	< DL	0,13	< DL	< DL	< DL	34,88	< DL	< DL	45,0	100,4
	3e		20,35	< DL	33,82	< DL	0,24	43,5	98,1				
	1		18,91	< DL	0,47	< DL	2,89	0,38	31,10	< DL	< DL	45,9	99,7
	2		19,18	< DL	0,45	< DL	2,83	0,37	31,00	< DL	< DL	46,1	100,1
	3		19,04	< DL	0,40	< DL	2,83	0,39	31,22	< DL	< DL	46,1	100,0
	4		18,97	< DL	0,48	< DL	2,99	0,35	30,86	< DL	< DL	46,1	99,9
	5		19,03	< DL	0,44	< DL	2,97	0,42	30,85	< DL	< DL	46,0	99,8
	6		19,07	< DL	0,40	< DL	3,48	0,45	30,41	< DL	< DL	46,1	99,9
7		19,14	< DL	0,39	< DL	3,31	0,33	30,68	< DL	< DL	46,1	100,1	
8		18,96	< DL	0,37	< DL	3,26	0,31	30,66	< DL	< DL	45,7	99,3	
9		19,08	< DL	0,36	< DL	3,26	0,32	30,50	< DL	< DL	45,9	99,5	
10		18,91	< DL	0,34	< DL	3,34	0,33	30,83	< DL	< DL	46,3	100,3	
11		18,85	< DL	0,36	< DL	2,87	0,30	31,13	< DL	< DL	46,2	99,8	
12		18,84	< DL	0,39	< DL	3,19	0,28	30,79	< DL	< DL	46,1	99,6	
13		19,00	< DL	0,37	< DL	3,26	0,29	30,69	< DL	< DL	45,8	99,4	
14		18,91	< DL	0,36	< DL	3,38	0,24	30,96	< DL	< DL	46,2	100,1	
15		19,16	< DL	0,40	< DL	3,61	0,32	30,55	< DL	< DL	45,8	99,9	
LA-101405	1a		20,18	< DL	0,23	< DL	1,66	< DL	33,75	< DL	< DL	45,0	101,0
	1c		18,97	< DL	0,76	< DL	1,93	< DL	32,44	< DL	< DL	45,8	100,1
	2a		21,57	< DL	< DL	< DL	0,15	< DL	35,61	< DL	< DL	43,1	100,4
	2b		21,88	< DL	< DL	< DL	0,44	< DL	35,06	< DL	< DL	42,7	100,3
	2d		21,31	< DL	< DL	< DL	0,60	< DL	34,69	< DL	< DL	43,3	100,2
	3a		21,73	< DL	< DL	< DL	0,00	< DL	35,16	< DL	< DL	42,9	100,1
	3c		20,24	< DL	0,26	< DL	0,66	< DL	33,99	< DL	< DL	44,4	99,8
	3d		20,87	< DL	< DL	< DL	0,47	< DL	34,29	< DL	< DL	44,3	100,0
	3e		21,33	< DL	< DL	< DL	0,39	< DL	34,83	< DL	< DL	43,5	100,2
	4a		21,82	< DL	< DL	< DL	0,50	< DL	34,76	< DL	0,25	42,6	100,1
	4c		20,80	< DL	< DL	< DL	0,66	< DL	34,50	< DL	< DL	44,4	100,5
	1		20,95	< DL	< DL	< DL	0,42	< DL	34,54	< DL	< DL	44,4	100,4
	2		21,48	< DL	< DL	< DL	0,18	< DL	34,98	< DL	< DL	43,5	100,2
	3		20,97	< DL	< DL	< DL	0,26	< DL	34,79	< DL	< DL	44,1	100,3
4		20,73	< DL	< DL	< DL	0,51	0,08	34,38	< DL	< DL	44,0	99,8	
5		21,05	< DL	0,05	< DL	0,25	< DL	34,75	< DL	< DL	43,9	100,0	
6		21,86	< DL	0,06	< DL	0,19	< DL	35,24	< DL	< DL	43,2	100,7	

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	(cation)									
			S	Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As
LA-100512	1d		37,5	< DL	0,05	< DL	0,36	< DL	33,47	< DL	< DL	28,6
	3c	Pâle	34,3	0,01	< DL	< DL	0,14	0,04	33,26	< DL	0,12	32,2
	3d	Foncé	35,8	< DL	0,02	< DL	0,25	0,01	33,26	0,14	0,02	30,5
	4c		34,6	< DL	< DL	< DL	0,10	0,10	33,49	< DL	< DL	31,7
	4d	Foncé	36,7	< DL	0,01	< DL	0,00	0,02	33,83	0,02	< DL	29,4
	4e	Pâle	34,5	< DL	< DL	< DL	0,05	0,02	33,66	< DL	0,10	31,7
	1	Foncé	36,5	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	33,37	< DL	< DL	29,9
	2	Foncé	36,6	< DL	< DL	< DL	0,14	< DL	33,40	< DL	< DL	29,5
	3	Pâle	34,5	< DL	< DL	< DL	0,18	< DL	33,19	< DL	< DL	31,9
	4	Pâle	34,3	< DL	< DL	< DL	0,12	< DL	33,48	< DL	< DL	32,0
	5	Pâle	34,4	< DL	< DL	< DL	0,12	< DL	33,44	< DL	< DL	32,0
	6	Pâle	34,5	< DL	< DL	< DL	0,21	0,18	33,07	< DL	< DL	32,0
	7	Foncé	36,0	0,05	< DL	< DL	< DL	0,12	33,26	< DL	< DL	30,4
8	Foncé	35,2	< DL	< DL	< DL	< DL	0,05	33,50	< DL	< DL	31,1	
9	Pâle	34,6	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,22	< DL	< DL	32,0	
10	Pâle	34,6	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,33	< DL	< DL	31,8	
11	Pâle	34,7	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,32	< DL	< DL	31,9	
12	Pâle	34,7	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,27	< DL	< DL	31,9	
13	Pâle	34,8	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,22	< DL	< DL	31,9	
LA-101351	1b		32,4	0,02	0,17	< DL	3,52	0,27	29,40	0,07	< DL	34,2
	1c		32,4	0,01	0,25	< DL	5,00	0,30	28,04	0,06	0,07	33,8
	2b		34,1	< DL	0,04	< DL	< DL	0,01	33,72	0,19	0,08	31,9
	2f		34,6	< DL	0,06	< DL	< DL	0,05	33,34	< DL	< DL	31,9
	2g		34,9	0,03	0,02	< DL	0,03	0,05	33,47	< DL	< DL	31,5
	2h		34,9	0,01	0,02	< DL	< DL	0,02	33,53	0,06	0,06	31,4
	3b		34,4	0,03	0,03	0,01	0,02	< DL	33,28	0,17	0,15	31,9
	3c		34,0	< DL	0,06	< DL	0,02	0,01	33,57	< DL	0,02	32,3
	3e		34,7	0,02	0,04	< DL	< DL	0,01	33,15	0,03	0,20	31,8
	1		32,4	< DL	0,21	< DL	2,70	0,35	30,60	< DL	< DL	33,7
	2		32,7	< DL	0,20	< DL	2,62	0,34	30,34	< DL	< DL	33,7
	3		32,5	< DL	0,18	< DL	2,63	0,37	30,60	< DL	< DL	33,7
	4		32,5	< DL	0,22	< DL	2,78	0,33	30,33	< DL	< DL	33,8
	5		32,6	< DL	0,20	< DL	2,76	0,40	30,31	< DL	< DL	33,7
	6		32,6	< DL	0,18	< DL	3,23	0,42	29,84	< DL	< DL	33,7
7		32,6	< DL	0,18	< DL	3,07	0,31	30,03	< DL	< DL	33,7	
8		32,6	< DL	0,17	< DL	3,05	0,29	30,26	< DL	< DL	33,7	
9		32,7	< DL	0,16	< DL	3,04	0,30	30,03	< DL	< DL	33,7	
10		32,2	< DL	0,15	< DL	3,10	0,30	30,18	< DL	< DL	33,8	
11		32,3	< DL	0,16	< DL	2,67	0,28	30,64	< DL	< DL	33,9	
12		32,3	< DL	0,18	< DL	2,98	0,26	30,35	< DL	< DL	33,9	
13		32,6	< DL	0,17	< DL	3,04	0,27	30,25	< DL	< DL	33,6	
14		32,3	< DL	0,16	< DL	3,15	0,22	30,38	< DL	< DL	33,8	
15		32,7	< DL	0,18	< DL	3,35	0,30	29,95	< DL	< DL	33,5	
LA-101405	1a		33,7	0,01	0,10	< DL	1,51	< DL	32,38	< DL	0,11	32,2
	1c		32,4	0,02	0,34	< DL	1,79	0,02	31,81	0,11	0,00	33,5
	2a		35,6	< DL	< DL	< DL	0,13	< DL	33,77	< DL	< DL	30,5
	2b		36,1	0,01	0,01	< DL	0,40	< DL	33,21	0,09	0,02	30,2
	2d		35,4	< DL	0,02	< DL	0,54	0,03	33,07	0,05	0,11	30,8
	3a		36,0	0,02	< DL	< DL	0,09	0,04	33,42	0,02	0,03	30,4
	3c		34,1	0,01	0,12	< DL	0,61	0,01	32,92	0,00	0,14	32,1
	3d		34,9	< DL	0,03	0,02	0,43	< DL	32,92	< DL	0,01	31,7
	3e		35,4	< DL	0,02	0,01	0,35	0,02	33,22	< DL	< DL	31,0
	4a		36,1	< DL	0,04	< DL	0,45	0,02	33,02	0,04	0,20	30,1
	4c		34,7	< DL	0,03	< DL	0,60	< DL	33,01	< DL	0,05	31,7
	1		34,9	< DL	< DL	< DL	0,38	< DL	33,02	< DL	< DL	31,7
	2		35,6	< DL	< DL	< DL	0,17	< DL	33,31	< DL	< DL	30,9
3		34,9	< DL	< DL	< DL	0,24	< DL	33,27	< DL	< DL	31,4	
4		34,8	< DL	< DL	< DL	0,46	0,07	33,09	< DL	< DL	31,6	
5		35,1	< DL	0,02	< DL	0,22	< DL	33,28	< DL	< DL	31,3	
6		36,0	< DL	0,02	< DL	0,17	< DL	33,30	< DL	< DL	30,4	

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	S										Total
			Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As		
			(% poids)										
LA-101405	7		21,97	< DL	0,09	< DL	0,16	< DL	35,06	< DL	< DL	42,4	99,8
	8		21,32	< DL	< DL	< DL	0,23	< DL	34,82	< DL	< DL	43,3	99,7
	9		21,08	< DL	< DL	< DL	0,39	< DL	34,50	< DL	< DL	43,7	99,9
	10		21,15	< DL	0,07	< DL	0,48	< DL	34,78	< DL	< DL	43,8	100,3
	11		21,02	< DL	< DL	< DL	0,35	< DL	34,51	< DL	< DL	43,7	99,8
	12		21,27	< DL	0,07	< DL	0,23	< DL	34,99	< DL	< DL	43,1	99,7
	13		21,16	< DL	< DL	< DL	0,00	< DL	34,84	< DL	< DL	43,6	99,9
MS07-12	1a	Pâle	20,82	0,03	0,05	< DL	0,10	0,09	35,69	< DL	0,10	43,7	100,6
	1b	Foncé	21,76	0,14	< DL	< DL	0,03	0,14	35,61	< DL	0,05	42,6	100,3
	1c	Pâle	20,83	0,01	< DL	< DL	0,08	0,08	35,27	< DL	< DL	43,5	99,8
	1d	Foncé	22,26	0,03	0,04	0,01	0,05	0,13	35,33	0,03	< DL	41,7	99,6
	2a	Pâle	19,75	0,02	0,08	< DL	0,07	0,16	34,78	0,00	< DL	44,9	99,8
	2b	Foncé	21,97	< DL	0,08	0,01	0,02	0,05	35,88	0,08	< DL	41,9	100,0
	3a	Foncé	21,65	0,04	0,05	< DL	0,03	0,04	35,74	0,01	< DL	42,3	99,9
	3b	Foncé	21,60	0,03	< DL	< DL	0,01	0,07	35,97	0,05	0,06	42,6	100,3
	4a	Pâle	19,99	0,02	0,08	< DL	0,09	0,09	34,95	0,00	0,04	45,4	100,7
	4b	Foncé	21,74	0,10	< DL	0,01	0,04	0,07	36,15	0,07	0,10	42,2	100,5
	5a	Pâle	20,00	0,02	0,10	< DL	0,07	0,14	34,45	0,00	0,00	44,8	99,6
	5b	Foncé	21,82	< DL	< DL	< DL	0,01	0,10	35,71	0,00	0,18	42,5	100,3
	5c	Pâle	20,72	0,02	0,01	< DL	0,07	0,07	35,15	0,22	0,21	43,6	100,1
	5d	Moyen	24,22	< DL	< DL	0,02	0,07	0,11	35,92	0,14	0,07	39,1	99,7
5e	Foncé	21,47	0,12	< DL	< DL	0,07	0,10	35,57	< DL	0,13	42,8	100,3	
5f	Pâle	21,82	0,07	< DL	< DL	0,02	0,09	35,58	< DL	0,25	42,3	100,1	
6a	Pâle	20,78	0,02	0,04	< DL	0,03	0,09	35,53	< DL	0,00	44,8	101,3	
6b	Foncé	23,54	< DL	0,03	0,01	0,04	0,12	36,99	0,09	0,08	40,9	101,8	
MS07-14	1a	Foncé	20,80	< DL	35,04	< DL	< DL	44,1	100,1				
	1b	Pâle	18,80	< DL	< DL	< DL	< DL	0,38	33,86	< DL	< DL	46,9	100,0
	1c	Pâle	20,61	< DL	35,03	< DL	< DL	44,0	99,8				
	1d	Pâle	21,07	< DL	35,14	< DL	< DL	43,8	100,0				
	1e	Foncé	18,63	< DL	< DL	< DL	< DL	0,47	33,71	< DL	< DL	47,1	100,0
	2b	Foncé	21,01	< DL	35,17	< DL	< DL	43,9	100,3				
	2c	Pâle	18,55	< DL	< DL	< DL	0,31	0,44	33,45	< DL	< DL	44,4	97,3
	1	Pâle	19,81	< DL	< DL	< DL	< DL	0,12	34,05	< DL	< DL	45,7	99,7
	2	Pâle	19,79	< DL	< DL	< DL	< DL	0,17	34,40	< DL	< DL	46,4	100,7
	3	Pâle	19,37	< DL	< DL	< DL	< DL	0,19	34,25	< DL	< DL	46,6	100,6
	4	Foncé	21,11	< DL	35,19	< DL	< DL	44,0	100,3				
	5	Foncé	21,18	< DL	35,07	< DL	< DL	43,6	99,9				
	6	Foncé	21,16	< DL	35,07	< DL	< DL	44,1	100,5				
	7	Foncé	20,94	< DL	35,19	< DL	< DL	44,0	100,3				
	8	Foncé	21,07	< DL	35,15	< DL	< DL	43,7	100,1				
	9	Foncé	21,20	< DL	35,10	< DL	< DL	43,8	100,3				
	10	Foncé	21,09	< DL	35,04	< DL	< DL	43,8	100,2				
	11	Foncé	21,07	< DL	35,23	< DL	< DL	43,8	100,4				
	12	Foncé	20,84	0,12	< DL	< DL	< DL	< DL	35,06	< DL	< DL	44,1	100,3
	13	Foncé	20,98	< DL	35,06	< DL	< DL	44,1	100,4				
	14	Foncé	21,07	< DL	35,07	< DL	< DL	43,8	100,0				
15	Pâle	21,02	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	35,11	< DL	< DL	43,2	99,5	
16	Pâle	20,81	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	35,04	< DL	< DL	44,2	100,3	
17	Pâle	21,03	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	35,12	< DL	< DL	44,6	100,9	
18	Pâle	19,83	< DL	< DL	< DL	< DL	0,21	34,53	< DL	< DL	45,8	100,5	
19		18,63	< DL	< DL	< DL	0,12	0,47	33,66	< DL	< DL	46,7	99,6	
20		18,63	< DL	< DL	< DL	< DL	0,38	33,51	< DL	< DL	46,6	99,3	
21		18,67	< DL	< DL	< DL	< DL	0,36	33,46	< DL	< DL	46,5	99,2	

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	S	Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As
			(cation)									
LA-101405	7		36,4	< DL	0,04	< DL	0,14	< DL	33,32	< DL	< DL	30,1
	8		35,5	< DL	< DL	< DL	0,21	< DL	33,33	< DL	< DL	30,9
	9		35,2	< DL	< DL	< DL	0,36	< DL	33,07	< DL	< DL	31,2
	10		35,2	< DL	0,03	< DL	0,43	< DL	33,20	< DL	< DL	31,2
	11		35,2	< DL	< DL	< DL	0,32	< DL	33,12	< DL	< DL	31,3
	12		35,5	< DL	0,03	< DL	0,21	< DL	33,49	< DL	< DL	30,7
	13		35,3	< DL	< DL	< DL	0,00	< DL	33,36	< DL	< DL	31,1
MS07-12	1a	Pâle	34,6	0,01	0,02	< DL	0,09	0,08	34,04	< DL	0,08	31,0
	1b	Foncé	35,9	0,04	< DL	< DL	0,03	0,12	33,74	< DL	0,04	30,1
	1c	Pâle	34,8	< DL	< DL	< DL	0,07	0,07	33,87	< DL	< DL	31,1
	1d	Foncé	36,8	0,01	0,02	< DL	0,04	0,12	33,51	0,02	< DL	29,5
	2a	Pâle	33,4	0,01	0,03	< DL	0,07	0,15	33,77	< DL	< DL	32,5
	2b	Foncé	36,2	< DL	0,03	0,01	0,02	0,04	33,98	0,07	< DL	29,6
	3a	Foncé	35,9	0,01	0,02	< DL	0,03	0,04	34,01	0,01	< DL	30,0
	3b	Foncé	35,7	0,01	< DL	< DL	0,01	0,06	34,09	0,04	0,05	30,1
	4a	Pâle	33,5	0,01	0,03	< DL	0,08	0,08	33,63	< DL	0,03	32,5
	4b	Foncé	35,8	0,03	< DL	0,01	0,03	0,07	34,17	0,06	0,08	29,7
	5a	Pâle	33,8	0,01	0,04	< DL	0,06	0,13	33,45	< DL	< DL	32,4
	5b	Foncé	36,0	< DL	< DL	< DL	0,01	0,09	33,79	< DL	0,14	30,0
	5c	Pâle	34,6	0,01	0,01	< DL	0,06	0,07	33,71	0,18	0,17	31,1
	5d	Moyen	39,2	< DL	< DL	0,02	0,06	0,10	33,36	0,11	0,05	27,1
5e	Foncé	35,5	0,03	< DL	< DL	0,06	0,09	33,80	< DL	0,10	30,3	
5f	Pâle	36,0	0,02	< DL	< DL	0,02	0,08	33,73	< DL	0,20	29,9	
6a	Pâle	34,4	< DL	0,02	< DL	0,03	0,09	33,74	< DL	< DL	31,7	
6b	Foncé	37,7	< DL	0,01	0,01	0,04	0,11	33,98	0,07	0,07	28,0	
MS07-14	1a	Foncé	34,8	< DL	0,03	< DL	0,01	0,03	33,62	< DL	< DL	31,5
	1b	Pâle	32,1	0,01	< DL	< DL	< DL	0,35	33,19	0,05	< DL	34,3
	1c	Pâle	34,6	0,02	0,03	< DL	0,01	0,00	33,74	< DL	< DL	31,6
	1d	Pâle	35,1	< DL	< DL	< DL	0,01	0,04	33,62	< DL	< DL	31,2
	1e	Foncé	31,9	0,01	< DL	< DL	< DL	0,44	33,11	0,05	0,03	34,5
	2b	Foncé	35,0	< DL	0,01	0,01	0,02	0,03	33,60	< DL	0,13	31,2
	2c	Pâle	32,4	0,01	< DL	0,01	0,30	0,42	33,56	0,02	0,04	33,2
	1	Pâle	33,6	< DL	< DL	< DL	< DL	0,11	33,13	< DL	< DL	33,1
	2	Pâle	33,3	< DL	< DL	< DL	< DL	0,16	33,21	< DL	< DL	33,4
	3	Pâle	32,7	< DL	< DL	< DL	< DL	0,18	33,23	< DL	< DL	33,7
	4	Foncé	35,1	< DL	33,58	< DL	< DL	31,3				
	5	Foncé	35,3	< DL	33,56	< DL	< DL	31,1				
	6	Foncé	35,1	< DL	33,42	< DL	< DL	31,3				
	7	Foncé	34,9	< DL	33,64	< DL	< DL	31,3				
	8	Foncé	35,1	< DL	33,63	< DL	< DL	31,2				
	9	Foncé	35,2	< DL	33,49	< DL	< DL	31,2				
	10	Foncé	35,1	< DL	33,48	< DL	< DL	31,2				
	11	Foncé	35,0	< DL	33,60	< DL	< DL	31,2				
	12	Foncé	34,8	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	33,58	< DL	< DL	31,5
	13	Foncé	34,9	< DL	33,50	< DL	< DL	31,4				
	14	Foncé	35,1	< DL	33,57	< DL	< DL	31,3				
15	Pâle	35,2	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,75	< DL	< DL	31,0	
16	Pâle	34,7	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,55	< DL	< DL	31,6	
17	Pâle	34,9	< DL	< DL	< DL	< DL	< DL	33,41	< DL	< DL	31,7	
18	Pâle	33,4	< DL	< DL	< DL	< DL	0,19	33,35	< DL	< DL	33,0	
19		32,0	< DL	< DL	< DL	0,12	0,44	33,17	< DL	< DL	34,3	
20		32,1	< DL	< DL	< DL	< DL	0,35	33,10	< DL	< DL	34,3	
21		32,1	< DL	< DL	< DL	< DL	0,34	33,06	< DL	< DL	34,3	

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	S										Total
			Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As		
			(% poids)										
MS07-15	1a	Moyen	22,03	0,03	< DL	< DL	0,02	0,05	35,98	< DL	0,01	42,2	100,3
	1b	Foncé	22,00	0,04	< DL	< DL	0,02	0,06	35,91	0,03	0,11	42,2	100,4
	2a	Pâle	21,25	0,04	< DL	< DL	0,02	< DL	35,53	0,02	0,00	43,0	99,9
	2b	Foncé	22,40	0,06	0,04	< DL	0,03	0,10	36,13	0,06	0,14	41,6	100,6
	3a	Foncé	21,88	0,05	< DL	< DL	0,02	0,07	35,34	0,04	< DL	41,8	99,2
	3b	Foncé	22,32	0,00	0,03	< DL	0,02	0,12	35,85	0,06	< DL	41,3	99,7
	3c	Foncé	21,42	0,09	0,02	0,01	0,03	0,12	35,71	0,01	< DL	42,5	100,0
	4a	Pâle	21,70	0,09	< DL	0,02	0,01	0,03	35,46	0,00	< DL	42,6	99,9
	4b	Foncé	22,16	< DL	0,02	< DL	0,01	0,09	35,85	0,02	0,12	42,1	100,4
	4c	Foncé	21,20	0,23	< DL	< DL	< DL	< DL	35,35	0,09	< DL	43,1	100,0
4d	Pâle	21,12	0,12	< DL	< DL	0,01	0,04	35,20	0,01	0,01	43,1	99,6	
4e	Foncé	21,68	0,01	< DL	< DL	0,07	0,02	35,36	< DL	0,06	42,4	99,7	
MS08-1B	1a	Moyen	22,15	< DL	< DL	< DL	< DL	0,04	36,04	0,09	< DL	42,1	100,5
	1b	Foncé	22,65	< DL	35,46	0,09	0,04	41,5	99,7				
	1c	Pâle	22,11	0,10	0,01	< DL	0,03	0,01	35,46	0,12	< DL	42,3	100,2
	2a	Pâle	21,70	0,21	< DL	< DL	0,01	0,04	36,14	0,08	< DL	43,6	101,8
	2b	Moyen	21,21	0,13	< DL	< DL	0,03	0,00	36,11	< DL	0,04	43,0	100,6
	2c	Foncé	23,56	0,01	0,05	< DL	0,03	0,01	35,99	0,07	0,10	40,6	100,4
	2d	Foncé	22,15	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	36,17	< DL	0,01	42,1	100,5
	2e	Foncé	22,74	< DL	0,07	< DL	0,03	0,06	36,04	< DL	0,15	41,0	100,1
	3a	Pâle	21,04	< DL	0,01	< DL	0,01	0,04	35,80	0,02	< DL	43,9	100,8
	3b	Moyen	22,30	0,05	0,01	0,02	0,02	< DL	35,61	0,14	0,17	42,0	100,3
	3c	Foncé	22,64	0,01	< DL	< DL	0,01	< DL	35,98	0,10	0,04	41,8	100,6
	4a	Pâle	21,58	0,16	< DL	0,01	0,01	0,02	36,60	0,02	< DL	43,3	101,7
	4b	Foncé	22,20	0,06	< DL	0,02	< DL	0,01	36,20	0,13	0,06	42,2	100,8
	5a	Pâle	22,38	0,07	< DL	< DL	< DL	0,02	36,33	0,13	0,11	41,9	100,9
	5b	Moyen	23,56	0,01	< DL	< DL	0,02	0,01	36,51	0,00	0,04	40,6	100,8
5c	Foncé	23,42	< DL	< DL	< DL	0,06	0,01	36,49	0,15	0,15	40,7	101,0	
5d	Foncé	23,75	0,12	< DL	< DL	0,03	0,03	36,69	0,17	0,06	40,2	101,0	
5e	Foncé	22,51	< DL	< DL	< DL	0,01	< DL	35,98	0,03	< DL	42,1	100,7	
MS08-14A	1a	Pâle	20,37	< DL	0,09	< DL	0,08	0,10	35,10	< DL	0,01	43,9	99,7
	1b	Moyen	20,81	< DL	0,02	< DL	0,06	0,06	35,53	0,11	< DL	43,8	100,4
	1c	Foncé	21,98	< DL	0,04	< DL	0,06	0,10	36,22	0,08	< DL	42,6	101,1
	2a	Pâle	19,87	< DL	0,19	< DL	0,17	0,25	35,15	0,01	0,20	45,7	101,6
	2b	Foncé	21,24	< DL	< DL	< DL	0,00	0,09	35,72	0,04	< DL	43,8	100,9
	3a	Pâle	21,40	0,06	< DL	< DL	0,02	0,05	35,33	0,08	0,02	43,2	100,1
	3b	Foncé	21,91	0,04	< DL	< DL	0,04	0,08	35,32	< DL	0,12	42,1	99,6
	3c	Pâle	19,61	< DL	0,33	< DL	0,19	0,31	34,88	0,08	0,05	45,3	100,8
	3d	Foncé	21,57	< DL	< DL	< DL	0,06	0,05	35,22	< DL	< DL	43,1	100,0
	4a	Pâle	21,17	0,07	< DL	< DL	0,03	0,08	35,68	0,15	0,15	43,9	101,3
	4b	Foncé	22,29	0,02	< DL	0,03	0,11	0,07	35,95	0,00	0,03	42,2	100,7
	5a	Pâle	20,30	< DL	0,24	0,01	0,11	0,29	34,24	0,00	0,05	44,2	99,5
	5b	Moyen	21,17	0,04	< DL	< DL	0,09	0,07	35,09	0,06	0,09	43,5	100,1
	5c	Foncé	23,08	0,01	0,01	< DL	0,01	0,26	35,81	< DL	< DL	40,9	100,1
6a	Foncé	23,07	< DL	0,03	< DL	0,08	0,22	35,23	0,11	< DL	40,2	98,9	
6b	Foncé	21,86	0,17	< DL	< DL	0,05	0,19	35,35	0,04	0,04	42,2	99,9	

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau D1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les arsénopyrites.

Échantillon	Pt analyse	Aspect	S	Au	Sb	Mn	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	As
			(cation)									
MS07-15	1a	Moyen	36,2	0,01	< DL	< DL	0,02	0,04	33,97	< DL	0,01	29,7
	1b	Foncé	36,2	0,01	< DL	< DL	0,02	0,05	33,90	0,02	0,09	29,7
	2a	Pâle	35,4	0,01	< DL	< DL	0,01	< DL	33,94	0,02	< DL	30,6
	2b	Foncé	36,6	0,02	0,02	< DL	0,03	0,09	33,91	0,05	0,11	29,1
	3a	Foncé	36,4	0,01	< DL	< DL	0,01	0,06	33,73	0,03	< DL	29,7
	3b	Foncé	36,8	< DL	0,01	< DL	0,02	0,11	33,90	0,05	< DL	29,1
	3c	Foncé	35,5	0,02	0,01	0,01	0,03	0,11	34,01	0,01	< DL	30,2
	4a	Pâle	36,0	0,02	< DL	0,02	0,01	0,03	33,73	< DL	< DL	30,2
	4b	Foncé	36,4	< DL	0,01	< DL	0,01	0,08	33,80	0,02	0,10	29,6
	4c	Foncé	35,3	0,06	< DL	< DL	< DL	< DL	33,79	0,08	< DL	30,7
4d	Pâle	35,3	0,03	< DL	< DL	0,01	0,03	33,76	0,01	0,01	30,8	
4e	Foncé	36,0	< DL	< DL	< DL	0,06	0,02	33,69	< DL	0,05	30,1	
MS08-1B	1a	Moyen	36,3	< DL	< DL	< DL	< DL	0,03	33,94	0,07	< DL	29,6
	1b	Foncé	37,2	< DL	33,46	0,08	0,03	29,2				
	1c	Pâle	36,4	0,03	< DL	< DL	0,03	0,01	33,55	0,10	< DL	29,8
	2a	Pâle	35,4	0,05	< DL	< DL	0,01	0,04	33,88	0,07	< DL	30,5
	2b	Moyen	35,1	0,03	< DL	< DL	0,03	< DL	34,30	< DL	0,03	30,5
	2c	Foncé	38,2	< DL	0,02	< DL	0,03	0,01	33,48	0,06	0,08	28,1
	2d	Foncé	36,3	0,01	< DL	< DL	< DL	< DL	34,06	< DL	0,01	29,6
	2e	Foncé	37,2	< DL	0,03	< DL	0,03	0,05	33,84	< DL	0,12	28,7
	3a	Pâle	34,8	< DL	< DL	< DL	0,01	0,03	34,02	0,01	< DL	31,1
	3b	Moyen	36,6	0,01	0,01	0,02	0,01	< DL	33,57	0,12	0,13	29,5
	3c	Foncé	37,0	< DL	< DL	< DL	0,01	< DL	33,72	0,08	0,03	29,2
	4a	Pâle	35,3	0,04	< DL	0,01	0,01	0,02	34,34	0,02	< DL	30,3
	4b	Foncé	36,3	0,02	< DL	0,01	< DL	0,01	33,98	0,11	0,05	29,5
	5a	Pâle	36,5	0,02	< DL	< DL	< DL	0,02	34,01	0,11	0,09	29,2
	5b	Moyen	38,0	< DL	< DL	< DL	0,02	0,01	33,83	0,00	0,03	28,1
5c	Foncé	37,8	< DL	< DL	< DL	0,05	0,01	33,79	0,12	0,12	28,1	
5d	Foncé	38,2	0,03	< DL	< DL	0,03	0,02	33,88	0,14	0,05	27,6	
5e	Foncé	36,8	< DL	< DL	< DL	0,01	< DL	33,74	0,02	< DL	29,4	
MS08-14A	1a	Pâle	34,3	< DL	0,04	< DL	0,07	0,09	33,89	< DL	0,01	31,6
	1b	Moyen	34,6	< DL	0,01	< DL	0,06	0,05	33,96	0,10	< DL	31,2
	1c	Foncé	35,9	< DL	0,02	< DL	0,05	0,09	33,99	0,06	< DL	29,8
	2a	Pâle	33,1	< DL	0,08	< DL	0,16	0,22	33,63	0,01	0,17	32,6
	2b	Foncé	35,1	< DL	< DL	< DL	< DL	0,08	33,86	0,03	< DL	30,9
	3a	Pâle	35,5	0,02	< DL	< DL	0,02	0,05	33,66	0,07	0,02	30,7
	3b	Foncé	36,3	0,01	< DL	< DL	0,04	0,08	33,60	< DL	0,10	29,8
	3c	Pâle	33,0	< DL	0,15	< DL	0,18	0,28	33,67	0,07	0,04	32,6
	3d	Foncé	35,8	< DL	< DL	< DL	0,05	0,05	33,52	< DL	< DL	30,6
	4a	Pâle	34,9	0,02	< DL	< DL	0,03	0,07	33,74	0,13	0,12	31,0
	4b	Foncé	36,5	0,01	< DL	0,02	0,10	0,06	33,77	< DL	0,03	29,5
	5a	Pâle	34,3	< DL	0,11	0,01	0,10	0,26	33,19	< DL	0,04	32,0
	5b	Moyen	35,2	0,01	< DL	< DL	0,08	0,07	33,52	0,05	0,07	31,0
	5c	Foncé	37,6	< DL	< DL	< DL	0,01	0,23	33,53	< DL	< DL	28,5
6a	Foncé	38,0	< DL	0,01	< DL	0,07	0,20	33,30	0,09	< DL	28,3	
6b	Foncé	36,2	0,04	< DL	< DL	0,05	0,17	33,58	0,03	0,03	29,9	

< DL = en-dessous de la limite de détection

.....

ANNEXE E
Compilation des analyses réalisées au LA-ICP-MS

Le LA-ICP-MS a été utilisé pour des analyses quantitatives ponctuelles ainsi que pour des analyses qualitatives linéaires, majoritairement sur des arsénopyrites et sur quelques pyrrhotites. Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire des matériaux terrestres de l'Université du Québec à Chicoutimi (LABMATER). La technique de cet appareil consiste en une ablation laser et une spectroscopie de masse afin d'analyser des échantillons solides. Le laser utilisé est un modèle UP213 de la compagnie New Wave Research tandis que l'ICP-MS est le modèle X7 de Thermo.

Les analyses qualitatives sont caractérisées un premier temps de 20 s de bruit de fond suivi d'un 60 s de temps d'analyse. Les points d'ablation d'un diamètre de 40 μm , sont produits par le laser à une fréquence de 10 Hertz et une énergie de $\sim 18 \text{ j/cm}^2$. Les limites d'intégration utilisées pour calculées les concentrations ont été spécifiées pour chacune analyses afin d'éviter les inhomogénéités et les pics reliés aux inclusions. Les échantillons standards PS-1 (Wilson et al. 2002) et MSS-1 ont été utilisés pour calibrer les analyses quantitatives. Ceux-ci ont été analysés en alternance avec un bloc de 5 analyses d'échantillons, pour permettre un contrôle de la qualité des données. La concentration du soufre (S^{34}) dans l'arsénopyrite et la pyrrhotite a été utilisée comme standard interne.

Tableau E1: Liste des analyses effectuées au LA-ICP-MS.

Échantillon	Pt analyse	33S %	57Fe %	59Co ppm	60Ni ppm	65Cu ppm	66Zn ppm	82Se ppm	105Pd ppm	107Ag ppm	
MS06-428	1	19,75	34,77	111,7	495,7	< DL	37,12	< DL	0	< DL	
	2	20,79	35,58	145,5	340,4	< DL	2,274	< DL	0	< DL	
	3	19,63	35,7	183	591,1	5,059	< DL	< DL	0,013	< DL	
Limite détection		0,20	0,015	0,56	16,02	4,16	2,04	9,92	0,38	0,11	
MS06-402	3	18,74	41,34	4647	740	5,796	18,15	13,08	0,45	0,489	
	4	19,42	46,69	3387	< DL	< DL	44,34	7,661	0,30	< DL	
	8	18,96	43,16	18,71	< DL	< DL	7,27	26,73	0,04	< DL	
	9	18,27	43,93	928,3	< DL	8,343	< DL	279	< DL	0,778	
	10	19,93	46,69	1668	< DL	5,176	9,858	4,312	0,33	0,372	
	1	17,62	36,1	1039	440	8,85	8,093	< DL	0,31	0,518	
	2	18,72	53,3	3973	< DL	< DL	230,2	16,38	0,59	0,613	
	5	18,87	39,43	2040	< DL	< DL	5,389	78,64	0,40	< DL	
	6	18,86	38,5	856,8	1270	< DL	< DL	176,1	< DL	0,914	
	11	19,5	47,66	2017	< DL	6,448	14,21	5,474	0,33	< DL	
	14	19,63	44,79	795,3	< DL	< DL	< DL	6,14	0,28	0,717	
	Limite détection		4,35	0,03	3,71	15,69	5,51	3,21	4,69	0,25	0,14
	MS06-409	8b	19,36	47	630	< DL			21,16	0,93	2,756
		12	20	42,54	108,3	99,33	6,37	4,359	21,48	< DL	< DL
13		19,62	43,15	78,45	183,8	< DL	10,8	12,44	0,20	0,53	
15		19,6	45,05	93,04	122,5	5,202	18,21	53,48	0,13	0,526	
16		20,59	42,24	92,99	102,9	21,17	13,06	27,11	0,21	0,786	
2		19,57	46,65	446,5	< DL			19,19	0,36	0,937	
4		19,85	45,51	586,5	< DL			10,41	< DL	< DL	
5b		19,82	44,3	466,2	< DL			17,51	< DL	< DL	
5c		21,14	46,27	484,6	143	58,27	< DL	17,64	< DL	1,362	
7b		19,2	46,55	472	< DL			15,94	0,37	2,641	
8a		20,33	45,41	0,447	< DL			17,04	< DL	< DL	
8c		20,4	46,4	538,9	118,3	35,81	< DL	23,18	< DL	1,378	
9a		20,07	48,63	89,57	< DL			25,54	0,23	4,248	
10		19,38	49,63	90,35	< DL			28,63	0,25	3,071	
10a		20,61	45,04	81,33	174	24,84	7,17	24,3	0,20	1,956	
11a		20,36	51,47	81,04	< DL			74,4	0,21	< DL	
14	36,58	82,57	212,4	186,1	24,91	37,87	60,17	< DL	2,981		
Limite détection		3,86	0,06	1,12	25,11	4,48	2,99	5,83	0,48	0,22	
MS07-507	8	20,02	28,8	1665	140400	6,082	3,743	23,3	0,014	26,96	
	9	19,59	34,28	1477	74400	46,79	403,1	21,95	0,022	0,396	
	10	19,2	44,98	21,88	3808	8,3	2,35	20,08	< DL	0,012	
Limite détection		0,093	0,020	3,12	16,29	8,29	4,92	5,55	0,17	0,022	
MS08-4	1	19,2	38,59	580,8	276,6	64,31	13,17	9,982	< DL	1,156	
	2	20	41,76	356,8	153,9	9,304	2,32	9,634	< DL	0,012	
	4	19,26	39,86	2126	147,5	20,96	60,26	12,8	< DL	0,018	
	8	19,59	39,33	513,5	163	15,37	5,621	11,99	< DL	0,222	
	9	19,77	41,56	556,1	128,9	14,46	160,1	7,893	< DL	0,063	
	10	20,11	39,28	456,2	149,4	15,79	117,8	10,85	< DL	0,026	
	11	19,5	35,73	448,2	121,1	13,44	11,89	6,815	< DL	0,048	
	12	18,68	37,62	71,38	74,69	14,6	1,914	6,404	< DL	0,007	
	13	19,33	35,84	75,65	87,8	17,06	1,884	14,41	< DL	0,015	
	14	18,92	35,87	137,9	132,7	45,72	23,99	8,969	< DL	0,027	
	Limite détection		0,10	0,014	0,65	17,48	6,94	2,40	5,43	0,11	0,02

< DL = en-dessous de la limite de détection; N/D = non déterminé

Tableau E1 (suite): Liste des analyses effectuées au LA-ICP-MS.

Échantillon	Pt analyse	121Sb ppm	125Te ppm	135Ba ppm	182W ppm	195Pt ppm	197Au ppm	202Hg ppm	208Pb ppm	209Bi ppm	
MS06-428	1	0,668	< DL	0	0	N/A	< DL	< DL	0,159	0,029	
	2	13,19	< DL	1,295	< DL	N/A	< DL	< DL	0,097	0,004	
	3	< DL	< DL	0	0	N/A	< DL	< DL	0,062	0,004	
Limite détection		0,17	1,14	1,13	0,006		0,02	0,42	0,01	0,00	
MS06-402	3	2220	< DL	22,4	116,6	0	88,35	< DL	1,579	< DL	
	4	829,3	< DL	18,06	401,6	0	24,28	< DL	1,02	< DL	
	8	245100	< DL	6,056	< DL	0	n/d	0,509	0,958	0,447	
	9	266000	< DL	< DL	292,2	0	78,28	1,184	4,404	7,823	
	10	772,9	< DL	21,44	367,9	0	36,91	< DL	4,141	< DL	
	1	415,7	< DL	6,354	1092	0	8,396	< DL	0,635	< DL	
	2	3003	< DL	227,2	1223	4,742	8,833	< DL	1,552	< DL	
	5	74720	< DL	6,258	1921	0	454,3	0,633	4,156	< DL	
	6	211000	< DL	1,636	< DL	0	N/D	1,11	3,456	3,467	
	11	713,6	< DL	11,55	337,4	0	37,82	< DL	2,063	< DL	
	14	852,5	< DL	16,32	555,7	0	22,53	0,462	1,997	< DL	
	Limite détection		48,61	4,20	0,87	0,009	N/D	0,099	0,568	0,009	0,004
	MS06-409	8b	2219	6,667	6,252	< DL		495,1	1,887	30,77	0,358
		12	538,2	< DL	< DL	< DL		836,3	0,715	0	< DL
13		299,7	< DL	18320	< DL		1126	< DL	0,485	< DL	
15		963,6	< DL	21220	< DL		637,1	0,61	2,346	< DL	
16		1122	< DL	17940	< DL		430,3	0,704	4,369	< DL	
2		477,6	< DL	30,43	1,8		1474	0,474	1,703	< DL	
4		421,6	< DL	14,71	< DL		637,4	< DL	1,15	< DL	
5b		1716	5,807	3,3	< DL		807,1	1,181	16,76	0,265	
5c		1449	3,608	8518	< DL		1133	0,905	30,89	0,266	
7b		2412	7,07	8,699	< DL		899,2	1,718	98,77	0,551	
8a		3,525	< DL	< DL	< DL		N/D	< DL	0,583	< DL	
8c		1511	< DL	7336	< DL		740,7	1,03	27,43	0,313	
9a		2895	10,07	3,673	< DL		274,1	3,321	83,41	0,688	
10		2357	9,339	11,59	< DL		304,1	2,412	59,49	0,495	
10a		1620	5,437	13700	< DL		543	1,756	53,28	0,374	
11a		2232	7,455	8,975	< DL		1120	1,802	92,48	0,396	
14		2016	0	48690	< DL		1139	2,229	17,26	0,312	
Limite détection		1,27	7,11	1,17	0,01	N/D	0,54	0,47	0,05	0,005	
MS07-507	8	2,207	0,072	0,801	< DL	0	< DL	0,418	1,978	0,007	
	9	6,062	0,013	0,108	0,008	0	< DL	0,413	16,97	0,091	
	10	< DL	0,005	< DL	< DL	0	< DL	0,153	0,01	< DL	
Limite détection		0,20	0,90	0,73	0,006	N/D	0,027	0,262	0,012	0,004	
MS08-4	1	302,7	0,376	0,514	0,841	0	227,3	0,637	2,845	0,092	
	2	508,5	0,186	0,292	0,802	0	203,5	0,408	1,954	0,027	
	4	281,4	0,16	5,439	0,14	0	315,8	0,524	2,783	0,083	
	8	370,5	0,388	0,575	0,594	0	349,3	0,568	3,4	0,172	
	9	471,4	1,191	3,324	1,227	0	63,12	0,687	7,506	0,455	
	10	293,2	0,51	39,16	1,474	0	133,7	0,693	6,587	0,158	
	11	271,1	0,381	0,797	0,443	0	117,6	0,552	3,378	0,138	
	12	404,5	0,131	1,54	0,653	0,002	209	0,39	1,638	0,023	
	13	468,5	0,168	0,329	2,891	0	185,4	0,368	0,946	0,026	
	14	221,9	0,255	0,139	0,327	0	196,7	0,444	2,906	0,077	
	Limite détection		0,45	0,85	0,73	0,005	N/D	0,12	0,52	0,02	0,004

< DL = en-dessous de la limite de détection; N/D = non déterminé

Tableau E1 (suite): Liste des analyses effectuées au LA-ICP-MS.

Échantillon	Pt analyse	33S %	57Fe %	59Co ppm	60Ni ppm	65Cu ppm	66Zn ppm	82Se ppm	105Pd ppm	107Ag ppm
MS06-405	3	19,59	43,48	175	466	5,37	13,19	36,93	< DL	< DL
	4	19,77	46,47	594,2	386,5	4,948	2,139	42,07	0,1466	< DL
	6	19,49	42,76	283,8	444,2	4,307	5,949	44,35	< DL	0,38
	9	19,86	40,48	1029	386,3	< DL	< DL	14,84	< DL	< DL
	14	20,08	39,83	247,4	406,1	< DL	< DL	17,99	< DL	< DL
	1	19,56	44,72	217,5	696,8	< DL	< DL	26,48	< DL	< DL
	2	19,86	42,84	285,8	457,1	4,652	13,22	30,21	< DL	0,504
	2a	19,58	41,28	249,8	526,7	6,986	1,533	33,99	< DL	0,632
	5	18,76	59,2	337,2	518,4	6,777	112,4	48,58	< DL	0,227
	7	19,46	41,53	314,3	507,4	2,964	1,025	60,75	< DL	< DL
	8	19,32	43,15	331,7	406,3	< DL	< DL	34	< DL	< DL
	10	19,16	40,93	1496	281,1	< DL	< DL	10,74	< DL	< DL
	11	19,53	42,21	947	333,2	2,928	< DL	10,64	< DL	< DL
	12	19,55	40,65	1778	276,8	< DL	< DL	23,55	< DL	0,422
	13	19,5	40,1	1371	288,5	< DL	1,787	17,25	< DL	0,323
	15	18,91	37,11	781	336,3	< DL	< DL	19,11	< DL	< DL
	16	19,64	38,63	728,6	359,9	4,283	2,154	13,25	< DL	< DL
	17	19,79	39,73	1484	144,5	< DL	< DL	19,03	< DL	< DL
	18	18,96	39,11	1365	156,9	< DL	< DL	16,46	< DL	< DL
19	19,99	39,2	2117	159,6	1,566	1,892	7,545	< DL	< DL	
Limite détection		0,95	0,017	0,69	19,04	4,70	1,68	4,33	0,18	0,13
MS07-12	1	19,6	29,55	303,2	4305000	16,62	51,26	28,43	0,111	0,523
	2	19,78	28,11	199	3694000	10,52	41,94	28,03	0,092	0,531
	6	20,2	29,77	328,5	390	3,705	8,242	24,73	0,09	< DL
	8	20,13	30,07	210,2	400	3,275	56,95	14,04	0,08	< DL
	9	20,29	31,72	307	390	9,98	< DL	29,3	0,11	< DL
	11	19,53	36,48	312,5	520	6,694	< DL	35,91	< DL	< DL
	13	19,44	37,05	192,8	360	4,961	15,41	27,82	0,14	< DL
	17	19,8	41,22	260,2	380	5,244	2,302	28,38	0,13	0,401
	19	20,28	45,33	418,7	420	80,12	162,1	36,58	0,35	4,337
	20b	19,87	47,4	429,2	500	110,8	9203	41,53	0,20	1,878
	21	20,01	50,79	490,7	500	62,17	43,58	51,4	0,18	1,389
	3	19,21	34,38	249,8	< DL	12,21	140,1	23,56	< DL	< DL
	4	19,75	30,76	277,4	570	7,445	12,39	26,21	< DL	0,424
	5a	19,86	27,68	330,9	450	2,738	1,141	21,23	0,11	0,424
	5b	20,05	27,99	354,2	340	3,468	1,562	25,11	0,10	0,499
	7	20,2	27,98	269,2	290	4,924	< DL	21,45	0,12	< DL
	11a	19,94	37,04	407,2	380	4,779	< DL	25,79	0,10	0,376
	12	20,28	34,56	444,6	420	3,249	< DL	19,77	0,00	0,432
	13a	20,08	33,92	188,5	330	0	< DL	47,37	0,12	0,596
16	19,84	35,52	209,8	490	2,855	< DL	52,57	0,11	0,54	
18	19,95	38,43	319,3	330	0	1,248	19,55	< DL	0,5	
20a	20,44	44,38	401,3	410	0	8,528	41,75	0,15	0,801	
21a	19,84	51,21	352,9	360	7,091	5,297	35,75	< DL	< DL	
Limite détection		1,67	0,020	0,67	12,94	3,17	1,97	3,15	0,24	0,13
MS07-509	2a	18,85	33,52	292,5	180,3	4,158	2,691	6,629	0,113	< DL
	2b	18,99	31,63	22,77	98,26	3,316	1,327	7,68	0,108	0,65
	2c	18,71	31,52	222,8	104,2	2,842	1,426	7,257	0,13	0,635
	3a	18,77	29,88	159,6	160	4,466	2,828	6,219	< DL	2,14
	3b	19,4	28,84	108,4	130,9	2,907	1,523	8,401	0,108	< DL
	4a	18,72	27,95	48,96	127,7	3,957	1,532	3,765	0,089	0,571
	5a	19,93	28,23	34,13	106,8	3,599	1,409	11,95	0,104	0,565
	6a	20,09	28,87	290,3	177,9	2,696	1,608	7,574	0,187	1,125
	7a	20,32	29,2	102,3	150,5	2,648	1,736	3,139	0,093	1,477
	8a	19,88	28,62	49,01	115,7	23,28	3,051	5,84	0,21	0,928
8b	20,59	28,58	163,1	163,1	< DL	1,62	6,427	0,192	1,847	
Limite détection		3,70	0,016	0,34	7,49	1,78	1,06	7,76	0,11	0,06

< DL = en-dessous de la limite de détection; N/D = non déterminé

Tableau E1 (suite): Liste des analyses effectuées au LA-ICP-MS.

Échantillon	Pt analyse	121Sb ppm	125Te ppm	135Ba ppm	182W ppm	195Pt ppm	197Au ppm	202Hg ppm	208Pb ppm	209Bi ppm
MS06-405	3	1211	2,842	15,86	29,36	0	678,9	0,664	1,396	
	4	641,3	< DL	7,629	8315	0	1133	0,299	1,338	
	6	604,4	< DL	13,11	0	0	1280	< DL	0,596	
	9	923,2	< DL	< DL	2471	0	193,8	< DL	< DL	
	14	788,7	< DL	< DL	100	0	N/D	< DL	< DL	
	1	2150	2,008	< DL	< DL	0	337,5	< DL	0,629	
	2	1583	2,715	19,18	< DL	0	704,2	0,457	< DL	
	2a	1780	3,004	1,853	< DL	1,194	628,2	0,531	0,553	
	5	620,4	< DL	264,4	528,6	0	1218	< DL	0,903	
	7	492,1	< DL	< DL	< DL	0	1825	< DL	< DL	
	8	456,2	< DL	2,796	< DL	0	776,1	< DL	< DL	
	10	645,7	< DL	< DL	< DL	0	479,4	0,268	< DL	
	11	535,9	< DL	< DL	< DL	0	330,6	< DL	< DL	
	12	1213	4,193	< DL	< DL	0	599,9	0,345	0,327	
	13	309,3	5,018	< DL	< DL	0	443,3	< DL	< DL	
	15	1433	2,08	< DL	< DL	0	241,9	< DL	< DL	
	16	1452	2,76	0,9995	65,43	0,895	482,7	0,431	< DL	
	17	325,3	1,431	0,6146	< DL	0	455,2	< DL	< DL	
	18	377,2	< DL	0	< DL	0	172,7	0,347	< DL	
19	513,7	< DL	1,271	< DL	0	128,9	0,307	< DL		
Limite détection		0,42	2,67	0,74	0,007	N/D	0,22	0,29	0,01	N/D
MS07-12	1	664,3	4,918	0,00567	0,13		274,2	0,752	16,45	0,83
	2	482,5	3,789	0,00468	0,017		174,7	0,939	10,35	0,862
	6	282,3	< DL	< DL	0,347		499,7	0,266	1,121	0,135
	8	603,2	< DL	< DL	< DL		30,88	0,243	1,22	< DL
	9	271	3,92	< DL	0,048		360,1	0,502	2,103	0,094
	11	326,7	3,2	12,34	< DL		452	0,363	< DL	0,135
	13	194,1	< DL	12,48	< DL		701,4	< DL	4,004	0,111
	17	520	5,875	< DL	0,043		273,8	0,383	9,039	0,512
	19	1082	12,79	9,465	0,289		150,4	1,67	93,84	5,147
	20b	1209	20,32	16,77	0,256		150,3	2,307	112,5	5,952
	21	1164	24,19	11,1	0,31		157,4	1,574	106,6	5,903
	3	527,7	< DL	76,4	0,721		155,4	0,967	12,69	0,646
	4	710,3	3,498	15,2	< DL		199	0,578	11,6	0,388
	5a	404,5	2,242	< DL	< DL		189,4	0,26	0,218	0,098
	5b	409,7	2,279	< DL	< DL		121,4	0,277	0,983	0,176
	7	472,2	10,34	0,5473	0,229		232,1	0,49	34,5	1,213
	11a	342,1	3,848	< DL	0,503		339	< DL	2,454	0,385
	12	400,4	2,715	< DL	0,043		265,1	0,31	1,32	0,133
	13a	684	12,86	0,4805	< DL		237,9	0,431	< DL	0,426
	16	960,9	7,883	< DL	< DL		117	0,305	< DL	0,061
	18	900,9	3,297	< DL	< DL		271,3	0,367	3,78	0,272
20a	982,1	6,728	4,018	0,049		481,3	0,707	< DL	1,689	
21a	979,7	< DL	1,702	< DL		368	0,311	2,903	0,419	
Limite détection		0,22	4,82	0,81	0,009	N/D	0,14	0,44	0,01	0,0029
MS07-509	2a	240,3	2,242	< DL	< DL		N/D	0,245	0,104	0,186
	2b	86,04	1,013	< DL	0,047		1,355	0,173	0,158	< DL
	2c	170,1	1,614	< DL	< DL		0,598	0,19	0,097	0,199
	3a	91,62	1,369	< DL	0,324		1,899	< DL	< DL	2,515
	3b	113,8	1,621	< DL	< DL		1,586	0,165	0,064	0,265
	4a	190,9	1,122	< DL	< DL		0,83	0,164	0,14	0,304
	5a	97,71	3,176	< DL	< DL		4,58	0,191	< DL	0,079
	6a	180,1	2,134	< DL	< DL		0,078	0,186	0,35	0,212
	7a	83,32	< DL	2,366	< DL		2,164	0,324	2,072	0,71
	8a	97,96	0,956	2,993	6,858		9,916	0,274	1,271	0,851
8b	262,4	2,047	< DL	< DL		0,028	0,253	< DL	< DL	
Limite détection		0,08	2,09	0,31	0,005	N/D	0,02	0,14	0,07	0,008

< DL = en-dessous de la limite de détection; N/D = non déterminé

ANNEXE F

**Compilation des analyses réalisées sur les silicates, à la
microsonde électronique**

Tableau F1: Analyses à la microsonde électronique sur les amphiboles.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	Na ₂ O
A-61166	am 1	49,97	0,30	8,79	0,09	< DL	15,75	12,00	0,39	9,76	< DL	1,28
	am 8	55,19	0,13	3,12	< DL	0,05	19,09	12,08	0,39	7,76	< DL	0,52
	am 9	54,96	0,09	3,62	< DL	0,14	17,78	11,67	0,47	8,97	< DL	0,60
	am 10	57,84	0,05	0,51	< DL	0,01	19,95	11,64	0,41	8,12	0,05	0,13
	am 11	53,90	0,25	4,29	< DL	0,07	18,40	12,15	0,42	7,65	< DL	0,73
	am 12	52,18	0,29	6,61	0,19	0,01	16,87	11,96	0,34	9,35	0,03	0,98
	am 17	56,11	0,10	2,38	0,27	< DL	18,13	12,27	0,38	9,25	< DL	0,35
	am 18	56,87	0,05	1,57	0,35	< DL	19,06	12,30	0,37	8,71	0,03	0,28
MS07-510	am 1	51,07	0,21	6,66	0,42	0,98	15,31	11,78	0,33	11,22	0,04	0,93
	am 2	51,23	0,22	5,05	0,34	1,09	15,30	10,89	0,97	11,56	0,07	0,72
	am 3	51,88	0,17	5,11	< DL	0,87	15,70	11,21	0,71	11,41	0,08	0,68
	am 4	50,97	0,21	6,50	0,47	1,06	15,02	11,33	0,33	11,62	0,08	0,94
	am 4b	55,81	0,08	1,71	0,46	0,49	19,08	12,51	0,36	8,33	0,07	0,22
	am 5	50,81	0,23	7,02	0,35	1,06	15,02	11,48	0,38	11,45	0,05	1,08
	am 6	50,85	0,23	6,44	0,35	0,90	15,34	11,83	0,34	11,15	0,07	0,84
	am 7	50,78	0,07	6,17	0,74	0,86	16,00	11,51	0,75	10,50	0,07	0,82
	am 8	52,85	0,23	4,60	0,00	0,21	16,53	11,09	0,70	11,51	0,07	0,64
	am 9	52,64	0,05	4,91	0,00	0,03	17,13	11,98	0,68	9,93	< DL	0,55
	am 10	53,54	0,18	4,02	0,30	0,15	17,50	11,73	0,69	10,23	0,02	0,54
	am 11	53,54	0,09	3,49	0,07	< DL	17,55	11,31	0,60	10,65	0,08	0,45
	am 12	54,30	0,10	3,20	< DL	0,04	17,66	12,16	0,50	9,47	0,08	0,44
	am 13	51,92	0,26	6,28	0,32	0,33	16,24	12,01	0,31	10,16	0,04	0,82
am 14	56,24	0,09	1,85	0,58	0,13	19,28	12,46	0,30	8,16	0,14	0,28	
MS07-514	am 1	52,05	0,24	5,69	< DL	0,01	15,12	12,01	0,34	12,46	< DL	0,64
	am 2	47,56	0,27	10,32	0,32	< DL	13,12	11,72	0,35	13,19	0,03	1,22
	am 3	48,58	0,22	9,90	0,35	0,03	12,98	11,78	0,28	13,44	< DL	1,15
	am 4	48,48	0,26	9,76	< DL	< DL	13,02	11,52	0,35	13,67	0,01	1,14
	am 6	47,71	0,45	8,70	< DL	0,09	12,94	11,82	0,31	13,55	0,02	1,01
	am 7	53,82	0,16	3,70	< DL	0,11	16,13	12,43	0,31	11,12	< DL	0,38
	am 8	51,83	0,19	5,64	0,19	< DL	15,18	11,99	0,29	12,26	< DL	0,63
	am 10	49,09	0,56	8,47	< DL	< DL	13,08	11,88	0,29	13,83	0,02	0,89
	am 11	50,81	0,21	6,33	0,10	0,01	14,46	11,05	0,42	13,54	< DL	0,65

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les amphiboles.

Échantillon	Pt analyse	K ₂ O	H ₂ O	F	Cl	Total	Si (cation)	Ti	Al	V	Cr	Mg
A-61166	am 1	0,11	2,01	0,21	< DL	100,65	7,09	0,03	1,47	0,01	< DL	3,33
	am 8	0,04	2,03	0,25	0,01	100,66	7,70	0,01	0,51	< DL	0,01	3,97
	am 9	0,03	2,13	0,02	< DL	100,48	7,70	0,01	0,60	< DL	0,02	3,72
	am 10	0,03	2,14	0,05	0,02	100,93	8,01	0,01	0,08	< DL	< DL	4,12
	am 11	0,05	2,06	0,16	< DL	100,13	7,57	0,03	0,71	< DL	0,01	3,85
	am 12	0,07	2,10	0,07	0,01	101,07	7,33	0,03	1,09	0,02	< DL	3,53
	am 17	0,03	2,14	0,04	0,01	101,45	7,80	0,01	0,39	0,03	< DL	3,76
	am 18	0,03	2,17	< DL	< DL	101,78	7,86	0,01	0,26	0,04	< DL	3,92
MS07-510	am 1	0,07	2,11	< DL	0,01	101,15	7,25	0,02	1,12	0,05	0,11	3,24
	am 2	0,05	1,96	0,25	0,01	99,67	7,40	0,02	0,86	0,04	0,12	3,30
	am 3	0,05	2,09	< DL	0,01	99,98	7,44	0,02	0,86	< DL	0,10	3,36
	am 4	0,05	2,10	< DL	0,01	100,68	7,28	0,02	1,09	0,05	0,12	3,20
	am 4b	0,03	2,13	0,06	0,01	101,33	7,77	0,01	0,28	0,05	0,05	3,96
	am 5	0,06	2,11	< DL	< DL	101,08	7,23	0,03	1,18	0,04	0,12	3,18
	am 6	0,06	2,09	0,02	< DL	100,52	7,27	0,03	1,08	0,04	0,10	3,27
	am 7	0,06	1,98	0,26	0,01	100,57	7,26	0,01	1,04	0,09	0,10	3,41
	am 8	0,03	2,11	< DL	< DL	100,56	7,51	0,03	0,77	< DL	0,02	3,50
	am 9	0,04	2,11	0,00	0,01	100,05	7,48	0,01	0,82	< DL	< DL	3,63
	am 10	0,03	1,86	0,56	< DL	101,35	7,54	0,02	0,67	0,03	0,02	3,67
	am 11	0,02	2,05	0,13	< DL	100,02	7,62	0,01	0,59	0,01	< DL	3,72
	am 12	0,02	2,09	0,06	< DL	100,12	7,68	0,01	0,53	< DL	< DL	3,72
	am 13	0,05	2,12	0,00	0,01	100,88	7,33	0,03	1,05	0,04	0,04	3,42
am 14	0,02	2,14	0,05	0,01	101,70	7,78	0,01	0,30	0,06	0,01	3,98	
MS07-514	am 1	0,08	2,05	0,12	< DL	100,78	7,42	0,03	0,96	< DL	< DL	3,21
	am 2	0,11	2,04	0,07	< DL	100,30	6,89	0,03	1,76	0,04	< DL	2,83
	am 3	0,11	1,93	0,34	0,01	101,08	6,98	0,02	1,68	0,04	< DL	2,78
	am 4	0,11	2,08	< DL	< DL	100,39	7,00	0,03	1,66	< DL	< DL	2,80
	am 6	0,13	2,04	< DL	0,01	98,77	7,03	0,05	1,51	< DL	0,01	2,84
	am 7	0,04	1,96	0,31	0,01	100,47	7,65	0,02	0,62	< DL	0,01	3,42
	am 8	0,05	1,65	0,93	< DL	100,83	7,42	0,02	0,95	0,02	< DL	3,24
	am 10	0,12	2,02	0,11	0,01	100,36	7,10	0,06	1,44	< DL	< DL	2,82
	am 11	0,07	2,03	0,08	< DL	99,77	7,35	0,02	1,08	0,01	< DL	3,12

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les amphiboles.

Échantillon	Pt analyse	Ca	Mn	Fe	Ni	Na	K	Mg/(Mg+Fe)
A-61166	am 1	1,82	0,05	1,16	< DL	0,35	0,02	0,74
	am 8	1,81	0,05	0,91	< DL	0,14	0,01	0,81
	am 9	1,75	0,06	1,05	< DL	0,16	0,01	0,78
	am 10	1,73	0,05	0,94	0,01	0,03	0,01	0,81
	am 11	1,83	0,05	0,90	< DL	0,20	0,01	0,81
	am 12	1,80	0,04	1,10	< DL	0,27	0,01	0,76
	am 17	1,83	0,05	1,08	< DL	0,10	0,01	0,78
	am 18	1,82	0,04	1,01	< DL	0,07	0,00	0,80
MS07-510	am 1	1,79	0,04	1,33	< DL	0,26	0,01	0,71
	am 2	1,69	0,12	1,40	0,01	0,20	0,01	0,70
	am 3	1,72	0,09	1,37	0,01	0,19	0,01	0,71
	am 4	1,73	0,04	1,39	0,01	0,26	0,01	0,70
	am 4b	1,87	0,04	0,97	0,01	0,06	0,00	0,80
	am 5	1,75	0,05	1,36	0,01	0,30	0,01	0,70
	am 6	1,81	0,04	1,33	0,01	0,23	0,01	0,71
	am 7	1,76	0,09	1,25	0,01	0,23	0,01	0,73
	am 8	1,69	0,08	1,37	0,01	0,18	0,01	0,72
	am 9	1,82	0,08	1,18	< DL	0,15	0,01	0,75
	am 10	1,77	0,08	1,21	< DL	0,15	0,01	0,75
	am 11	1,72	0,07	1,27	0,01	0,12	0,00	0,75
	am 12	1,84	0,06	1,12	0,01	0,12	0,00	0,77
	am 13	1,82	0,04	1,20	0,01	0,23	0,01	0,74
am 14	1,85	0,04	0,94	0,02	0,07	0,00	0,81	
MS07-514	am 1	1,84	0,04	1,49	< DL	0,18	0,01	0,68
	am 2	1,82	0,04	1,60	< DL	0,34	0,02	0,64
	am 3	1,81	0,03	1,62	< DL	0,32	0,02	0,63
	am 4	1,78	0,04	1,65	< DL	0,32	0,02	0,63
	am 6	1,86	0,04	1,67	< DL	0,29	0,03	0,63
	am 7	1,89	0,04	1,32	< DL	0,11	0,01	0,72
	am 8	1,84	0,04	1,47	< DL	0,17	0,01	0,69
	am 10	1,84	0,04	1,67	< DL	0,25	0,02	0,63
	am 11	1,71	0,05	1,64	< DL	0,18	0,01	0,66

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les amphiboles.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	Na ₂ O
MS07-517B	am 1	53,04	0,00	0,49	0,07	0,01	14,66	0,55	1,01	27,27	0,01	0,08
	am 3	53,00	0,01	0,97	< DL	< DL	14,44	0,95	0,87	26,79	< DL	0,15
	am 4	51,95	0,00	0,87	< DL	0,04	14,03	0,92	1,03	26,47	< DL	0,12
	am 5	52,01	0,02	1,00	0,04	< DL	13,91	0,85	0,96	27,31	< DL	0,12
	am 7	35,94	1,05	15,93	0,20	0,05	11,70	< DL	0,10	20,18	< DL	0,07
MS07-615	am 1	50,21	0,08	2,89	< DL	0,05	15,69	2,55	0,91	24,18	0,02	0,14
	am 2	48,39	0,17	6,64	0,47	0,02	13,14	9,18	0,43	17,47	0,06	0,66
	am 3	53,22	0,04	0,33	0,00	< DL	16,24	0,61	0,87	25,45	0,02	0,04
	am 4	41,62	0,34	13,76	0,35	< DL	9,04	11,43	0,27	16,92	0,01	1,48
MS07-639	am 1	52,83	0,11	3,98	0,19	0,11	18,19	12,34	0,26	9,17	< DL	0,49
	am 2	53,74	0,10	4,25	< DL	0,02	18,78	12,46	0,26	8,46	0,04	0,50
	am 3	54,22	0,08	2,78	0,16	< DL	19,72	12,38	0,28	7,65	0,04	0,28
	am 4	55,13	0,07	2,74	< DL	< DL	19,05	12,23	0,30	8,80	0,05	0,30
	am 5	52,98	0,08	4,04	< DL	0,07	18,06	12,23	0,29	8,96	< DL	0,43
	am 6	54,92	0,13	3,26	0,25	0,07	19,65	11,97	0,25	7,48	< DL	0,38
	am 7	53,65	0,06	2,45	0,00	0,09	19,35	12,69	0,23	7,54	0,02	0,21
	am 8	52,29	0,26	4,55	0,26	0,73	18,99	12,30	0,17	7,11	0,03	0,45
	am 9	54,86	0,04	0,64	< DL	< DL	20,30	12,80	0,20	7,42	0,09	0,10
	am 10	53,39	0,20	3,98	0,21	0,16	18,73	12,64	0,20	8,01	0,02	0,36
	am 11	51,74	0,22	5,45	0,12	0,44	17,12	12,18	0,25	9,28	0,07	0,59
	am 12	53,68	0,13	3,62	< DL	< DL	18,85	12,16	0,32	8,57	0,06	0,37
MS08-3a	am 1	43,43	0,26	15,95	0,20	0,01	7,74	11,24	0,37	16,96	0,01	1,44
	am 2	44,33	0,19	15,34	0,09	< DL	8,96	11,48	0,35	15,95	0,03	1,20
	am 4	43,69	0,20	15,32	0,44	0,01	7,96	11,30	0,42	16,76	0,01	1,37
	am 5	44,11	0,35	15,00	0,66	0,09	8,93	11,58	0,31	15,67	0,02	1,28
	am 6	44,99	0,39	14,84	< DL	< DL	9,55	11,71	0,36	15,45	0,03	1,22
	am 11	45,56	0,36	13,03	0,01	0,02	9,96	11,98	0,26	15,33	0,05	0,93
	am 12	46,92	0,26	12,02	0,10	< DL	10,37	12,02	0,30	14,76	0,01	0,82
	am 14	47,05	0,37	12,21	0,31	0,04	10,53	12,11	0,27	14,71	0,02	0,82
	am 16	45,35	0,29	14,03	< DL	< DL	9,69	11,82	0,30	14,94	< DL	1,15
	am 17	44,41	0,35	10,38	3,58	0,03	9,76	11,65	0,37	15,53	< DL	1,23

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les amphiboles.

Echantillon	Pt analyse	K ₂ O	H ₂ O	F	Cl	Total	Si (cation)	Ti	Al	V	Cr	Mg
MS07-517B	am 1	0,01	2,00	< DL	< DL	99,19	7,96	< DL	0,09	0,01	< DL	3,28
	am 3	0,03	1,96	0,10	< DL	99,24	7,94	< DL	0,17	< DL	< DL	3,23
	am 4	0,02	1,96	0,01	< DL	97,43	7,94	< DL	0,16	< DL	0,01	3,20
	am 5	0,02	1,83	0,31	< DL	98,38	7,91	< DL	0,18	0,01	< DL	3,15
	am 7	9,42	1,82	0,06	0,03	96,54	5,80	0,13	3,03	0,03	0,01	2,82
MS07-615	am 1	0,04	1,99	0,00	0,01	98,76	7,55	0,01	0,51	< DL	0,01	3,52
	am 2	0,10	1,81	0,42	0,00	98,95	7,20	0,02	1,16	0,06	< DL	2,92
	am 3	0,02	1,98	0,06	0,01	98,90	7,95	0,01	0,06	< DL	< DL	3,62
	am 4	0,24	1,96	0,00	0,01	97,44	6,37	0,04	2,48	0,04	< DL	2,06
MS07-639	am 1	0,04	1,96	0,33	< DL	99,98	7,50	0,01	0,67	0,02	0,01	3,85
	am 2	0,05	2,11	0,08	< DL	100,83	7,52	0,01	0,70	< DL	< DL	3,92
	am 3	0,04	2,13	< DL	0,01	99,77	7,64	0,01	0,46	0,02	< DL	4,14
	am 4	0,03	2,08	0,13	0,01	100,92	7,70	0,01	0,45	< DL	< DL	3,97
	am 5	0,04	2,08	0,05	< DL	99,31	7,55	0,01	0,68	< DL	0,01	3,83
	am 6	0,03	2,15	0,00	< DL	100,53	7,65	0,01	0,54	0,03	0,01	4,08
	am 7	0,02	2,05	0,11	< DL	98,47	7,66	0,01	0,41	< DL	0,01	4,12
	am 8	0,14	2,07	0,10	< DL	99,47	7,41	0,03	0,76	0,03	0,08	4,01
	am 9	0,02	2,01	0,21	< DL	98,69	7,82	< DL	0,11	< DL	< DL	4,31
	am 10	0,04	2,04	0,19	0,01	100,17	7,52	0,02	0,66	0,02	0,02	3,93
	am 11	0,05	2,10	< DL	< DL	99,60	7,38	0,02	0,92	0,01	0,05	3,64
	am 12	0,03	2,05	0,16	< DL	99,98	7,58	0,01	0,60	< DL	< DL	3,97
MS08-3a	am 1	0,25	1,98	0,10	0,01	99,95	6,43	0,03	2,78	0,02	< DL	1,71
	am 2	0,25	2,01	0,07	0,01	100,26	6,50	0,02	2,65	0,01	< DL	1,96
	am 4	0,21	1,95	0,15	0,02	99,79	6,48	0,02	2,68	0,05	< DL	1,76
	am 5	0,24	2,04	< DL	< DL	100,29	6,48	0,04	2,60	0,08	0,01	1,96
	am 6	0,25	2,05	0,02	< DL	100,86	6,54	0,04	2,54	< DL	< DL	2,07
	am 11	0,27	2,04	< DL	0,01	99,80	6,69	0,04	2,26	< DL	< DL	2,18
	am 12	0,24	2,05	< DL	< DL	99,86	6,85	0,03	2,07	0,01	< DL	2,26
	am 14	0,22	2,05	0,05	< DL	100,76	6,81	0,04	2,08	0,04	0,01	2,27
	am 16	0,24	2,05	< DL	< DL	99,85	6,64	0,03	2,42	< DL	< DL	2,12
am 17	0,22	1,98	0,05	< DL	99,54	6,65	0,04	1,83	0,43	< DL	2,18	

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F1 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les amphiboles.

Échantillon	Pt analyse	Ca	Mn	Fe	Ni	Na	K	Mg/(Mg+Fe)
MS07-517B	am 1	0,09	0,13	3,42	< DL	0,02	0,00	0,49
	am 3	0,15	0,11	3,36	< DL	0,04	0,01	0,49
	am 4	0,15	0,13	3,38	< DL	0,04	0,00	0,49
	am 5	0,14	0,12	3,47	< DL	0,04	0,00	0,48
	am 7	0,00	0,01	2,73	< DL	0,02	1,94	0,51
MS07-615	am 1	0,41	0,12	3,04	< DL	0,04	0,01	0,54
	am 2	1,46	0,05	2,18	0,01	0,19	0,02	0,57
	am 3	0,10	0,11	3,18	< DL	0,01	< DL	0,53
	am 4	1,88	0,04	2,17	< DL	0,44	0,05	0,49
MS07-639	am 1	1,88	0,03	1,09	< DL	0,14	0,01	0,78
	am 2	1,87	0,03	0,99	< DL	0,14	0,01	0,80
	am 3	1,87	0,03	0,90	< DL	0,08	0,01	0,82
	am 4	1,83	0,04	1,03	0,01	0,08	0,01	0,79
	am 5	1,87	0,04	1,07	< DL	0,12	0,01	0,78
	am 6	1,79	0,03	0,87	< DL	0,10	0,01	0,82
	am 7	1,94	0,03	0,90	< DL	0,06	< DL	0,82
	am 8	1,87	0,02	0,84	< DL	0,12	0,02	0,83
	am 9	1,95	0,02	0,88	< DL	0,03	< DL	0,83
	am 10	1,91	0,02	0,94	< DL	0,10	0,01	0,81
	am 11	1,86	0,03	1,11	0,01	0,16	0,01	0,77
	am 12	1,84	0,04	1,01	0,01	0,10	0,01	0,80
MS08-3a	am 1	1,78	0,05	2,10	< DL	0,41	0,05	0,45
	am 2	1,81	0,04	1,96	< DL	0,34	0,05	0,50
	am 4	1,80	0,05	2,08	< DL	0,39	0,04	0,46
	am 5	1,82	0,04	1,92	< DL	0,37	0,05	0,50
	am 6	1,83	0,04	1,88	< DL	0,34	0,05	0,52
	am 11	1,89	0,03	1,88	0,01	0,26	0,05	0,54
	am 12	1,88	0,04	1,80	< DL	0,23	0,04	0,56
	am 14	1,88	0,03	1,78	< DL	0,23	0,04	0,56
	am 16	1,85	0,04	1,83	< DL	0,33	0,04	0,54
	am 17	1,87	0,05	1,94	< DL	0,36	0,04	0,53

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F2: Analyses à la microsonde électronique sur les biotites.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	F	Cl
A-61166	bt 2	39,06	1,41	14,93	< DL	15,70	0,01	0,10	15,26	0,04	0,06	9,09	4,02	0,08	0,01
	bt 3	38,94	1,41	15,35	< DL	16,53	0,04	0,10	14,57	< DL	0,04	9,12	4,07	0,03	0,01
	bt 4	39,85	1,34	15,18	0,05	17,95	0,03	0,09	13,50	< DL	0,06	9,25	4,06	0,21	0,01
	bt 7	39,37	1,38	14,63	< DL	18,49	0,04	0,07	14,10	< DL	0,05	8,38	4,04	0,19	0,02
	bt 13	38,78	1,36	14,08	< DL	16,69	0,01	0,08	14,07	< DL	0,02	8,61	3,93	0,14	0,01
	bt 14	38,93	1,30	14,85	0,01	15,88	0,01	0,10	14,66	< DL	0,04	8,94	3,96	0,14	0,01
MS06-404	bt 1	34,46	1,68	18,41	0,20	6,72	0,06	0,19	24,07	0,06	0,06	9,32	3,78	0,10	0,02
	bt 2	34,61	1,93	19,46	0,11	6,46	0,04	0,10	23,08	0,04	0,12	9,60	3,74	0,26	0,02
	bt 3	34,55	2,07	18,72	0,06	6,85	0,01	0,14	23,97	0,01	0,04	9,38	3,83	0,07	0,01
	bt 4	34,60	1,97	19,25	0,01	6,71	0,02	0,16	22,38	0,01	0,06	9,65	3,85	0,01	< DL
	bt 5	34,07	1,67	18,73	0,08	7,11	0,03	0,14	23,12	0,03	0,02	8,98	3,79	0,03	< DL
MS06-416	bt 1	36,62	1,44	18,59	0,13	11,48	< DL	0,12	17,19	0,05	0,04	9,17	3,78	0,41	< DL
	bt 2	37,09	1,52	18,60	0,10	11,78	< DL	0,15	17,24	< DL	0,07	9,42	3,81	0,45	< DL
	bt 3	36,74	1,41	18,62	0,17	11,20	0,01	0,17	17,71	0,03	0,05	9,28	3,99	< DL	0,01
	bt 4	36,40	1,53	19,05	0,11	11,46	0,05	0,12	17,27	0,02	0,08	8,96	3,81	0,38	< DL
	bt 11	34,08	1,22	18,79	0,17	13,53	0,02	0,13	19,18	0,05	0,03	6,26	3,71	0,43	< DL
MS06-425	bt 2	37,30	1,26	18,43	0,06	15,08	0,01	0,11	13,42	0,01	0,02	8,59	3,89	0,33	0,01
	bt 3	37,60	1,27	18,68	0,16	14,57	0,01	0,10	13,44	< DL	0,03	9,26	4,03	0,09	0,01
	bt 8	38,10	1,31	18,72	0,09	14,39	0,01	0,10	12,34	0,01	0,07	9,82	4,00	0,17	< DL
	bt 11	38,18	1,07	18,94	0,14	14,40	0,03	0,09	12,67	0,02	0,06	9,47	4,09	< DL	< DL
	bt 12	49,46	0,29	29,40	0,28	4,55	3,68	0,02	2,61	0,00	4,35	0,20	4,52	0,17	0,01
	bt 13	37,87	1,52	19,49	0,25	14,70	0,08	0,11	12,50	0,01	0,07	9,23	3,98	0,30	0,01
	bt 16	38,49	1,21	18,90	0,14	14,62	0,04	0,10	12,60	0,04	0,06	9,54	4,06	0,10	0,01
	bt 17	38,24	1,33	18,20	< DL	14,26	0,02	0,09	13,07	0,02	0,05	9,45	4,06	0,00	0,01
MS07-12	bt 1	37,99	0,78	18,58	0,03	16,24	0,01	0,15	10,46	< DL	0,59	9,20	4,01	0,13	0,02
	bt 2	39,15	1,01	17,84	0,25	15,42	0,01	0,18	10,52	< DL	0,60	9,35	4,02	0,15	0,02
	bt 7	38,11	1,12	19,71	0,04	14,70	0,02	0,24	10,69	0,02	0,28	9,60	4,03	0,14	0,01
	bt 8	37,78	1,05	19,01	0,15	16,28	< DL	0,21	11,73	0,02	0,04	9,02	4,02	0,20	0,01
	bt 9	37,43	1,01	18,30	0,18	15,32	0,03	0,23	10,99	0,02	0,65	9,52	3,99	0,08	0,03
	bt 15	38,70	1,02	17,28	0,04	16,61	0,02	0,17	9,81	0,02	0,55	9,00	4,05	< DL	0,03
	bt 16	38,31	0,82	17,79	< DL	17,42	< DL	0,16	10,84	< DL	0,08	8,51	3,97	0,24	0,01

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F2 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les biotites.

Échantillon	Pt analyse	Total	Si (cation)	Ti	Al	Cr	Mg	Ca	Mn	Fe	Ni	Na	K	Mg/(Fe+Mg)
A-61166	bt 2	99,75	5,78	0,16	2,60	< DL	3,46	< DL	0,01	1,89	< DL	0,02	1,72	0,51
	bt 3	100,20	5,71	0,16	2,66	< DL	3,62	0,01	0,01	1,79	< DL	0,01	1,71	0,53
	bt 4	101,56	5,74	0,15	2,58	0,01	3,85	0,01	0,01	1,63	< DL	0,02	1,70	0,57
	bt 7	100,76	5,72	0,15	2,50	< DL	4,00	0,01	0,01	1,71	< DL	0,01	1,55	0,57
	bt 13	97,78	5,82	0,15	2,49	< DL	3,73	< DL	0,01	1,76	< DL	0,01	1,65	0,54
	bt 14	98,82	5,79	0,15	2,60	< DL	3,52	< DL	0,01	1,82	< DL	0,01	1,70	0,52
MS06-404	bt 1	99,12	5,39	0,20	3,39	0,02	1,57	0,01	0,03	3,15	0,01	0,02	1,86	0,22
	bt 2	99,57	5,36	0,23	3,55	0,01	1,49	0,01	0,01	2,99	0,01	0,04	1,90	0,22
	bt 3	99,71	5,36	0,24	3,42	0,01	1,58	< DL	0,02	3,11	< DL	0,01	1,86	0,22
	bt 4	98,66	5,39	0,23	3,53	< DL	1,56	< DL	0,02	2,91	< DL	0,02	1,92	0,23
	bt 5	97,80	5,37	0,20	3,48	0,01	1,67	< DL	0,02	3,04	< DL	0,01	1,80	0,24
MS06-416	bt 1	99,02	5,52	0,16	3,30	0,02	2,58	< DL	0,02	2,17	0,01	0,01	1,76	0,40
	bt 2	100,23	5,53	0,17	3,27	0,01	2,62	< DL	0,02	2,15	< DL	0,02	1,79	0,41
	bt 3	99,38	5,52	0,16	3,30	0,02	2,51	0,00	0,02	2,23	< DL	0,02	1,78	0,39
	bt 4	99,24	5,47	0,17	3,37	0,01	2,57	0,01	0,02	2,17	< DL	0,02	1,72	0,40
	bt 11	97,63	5,21	0,14	3,39	0,02	3,09	< DL	0,02	2,45	0,01	0,01	1,22	0,41
MS06-425	bt 2	98,53	5,53	0,14	3,22	0,01	3,33	< DL	0,01	1,66	< DL	0,01	1,62	0,53
	bt 3	99,24	5,54	0,14	3,24	0,02	3,20	< DL	0,01	1,66	< DL	0,01	1,74	0,52
	bt 8	99,13	5,60	0,15	3,25	0,01	3,16	< DL	0,01	1,52	< DL	0,02	1,84	0,54
	bt 11	99,16	5,60	0,12	3,28	0,02	3,15	0,01	0,01	1,56	< DL	0,02	1,77	0,53
	bt 12	99,52	6,44	0,03	4,51	0,03	0,88	0,51	0,00	0,28	< DL	1,10	0,03	0,64
	bt 13	100,13	5,51	0,17	3,34	0,03	3,19	0,01	0,01	1,52	< DL	0,02	1,71	0,54
	bt 16	99,92	5,61	0,13	3,25	0,02	3,18	0,01	0,01	1,54	0,01	0,02	1,77	0,54
	bt 17	98,81	5,65	0,15	3,17	< DL	3,14	< DL	0,01	1,61	< DL	0,02	1,78	0,52
MS07-12	bt 1	98,19	5,59	0,09	3,22	< DL	3,56	< DL	0,02	1,29	< DL	0,17	1,73	0,61
	bt 2	98,51	5,74	0,11	3,08	0,03	3,37	< DL	0,02	1,29	< DL	0,17	1,75	0,59
	bt 7	98,69	5,58	0,12	3,40	< DL	3,21	< DL	0,03	1,31	< DL	0,08	1,79	0,58
	bt 8	99,50	5,51	0,12	3,27	0,02	3,54	< DL	0,03	1,43	< DL	0,01	1,68	0,58
	bt 9	97,78	5,57	0,11	3,21	0,02	3,40	0,01	0,03	1,37	< DL	0,19	1,81	0,58
	bt 15	97,29	5,72	0,11	3,01	< DL	3,66	< DL	0,02	1,21	< DL	0,16	1,70	0,63
	bt 16	98,17	5,62	0,09	3,08	< DL	3,81	< DL	0,02	1,33	< DL	0,02	1,59	0,62

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F2 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les biotites.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	F	Cl
MS07-510	bt 1	35,48	2,25	15,48	1,72	13,80	0,01	0,12	15,27	0,17	0,09	9,41	3,87	0,07	0,03
	bt 2	37,25	1,97	14,78	1,62	14,52	0,02	0,12	15,24	0,13	0,04	9,22	3,93	0,11	0,02
	bt 3	37,00	1,96	15,36	1,30	14,13	0,02	0,11	14,74	0,23	0,09	9,34	3,96	< DL	< DL
	bt 4	37,13	1,79	15,05	0,99	14,86	0,04	0,11	14,39	0,21	0,09	9,20	3,95	< DL	0,02
MS07-512B	bt 1	34,11	1,32	17,35	0,01	14,30	0,17	0,04	16,53	0,03	0,03	7,16	3,76	0,16	0,02
	bt 2	35,69	2,20	17,89	< DL	12,98	0,04	0,07	15,58	< DL	0,04	9,73	3,83	0,25	0,01
	bt 3	36,24	2,05	18,02	0,02	13,02	< DL	0,07	14,95	0,01	0,05	9,66	3,90	0,16	< DL
	bt 4	35,34	1,52	17,68	< DL	14,65	0,04	0,10	16,19	< DL	0,04	7,67	3,83	0,24	0,01
	bt 5	33,71	1,26	16,93	< DL	15,93	0,01	0,06	16,93	< DL	0,03	6,32	3,83	0,05	< DL
	bt 6	35,29	2,02	18,52	0,08	12,06	0,01	0,06	15,51	< DL	0,04	9,58	3,90	0,03	0,02
MS07-517B	bt 1	34,17	1,64	17,51	< DL	9,80	0,00	0,11	22,23	0,03	0,07	9,57	3,80	0,12	0,01
	bt 2	34,45	1,40	17,88	0,07	9,87	0,02	0,07	20,51	0,04	0,07	9,53	3,78	0,12	0,01
	bt 4	33,82	1,59	17,97	0,04	10,40	0,03	0,08	21,11	0,02	0,05	8,60	3,66	0,36	0,02
	bt 3	35,03	1,70	17,84	0,04	9,93	< DL	0,12	20,98	0,01	0,08	9,85	3,80	0,21	0,01
	bt 5	34,73	1,42	17,14	0,02	10,80	0,03	0,06	21,02	0,08	0,07	9,21	3,83	0,05	0,02
	bt 6	33,99	1,42	17,39	< DL	10,89	0,01	0,10	21,95	0,02	0,05	8,18	3,84	< DL	< DL
	bt 7	34,41	1,66	17,51	< DL	10,32	0,02	0,11	21,35	< DL	0,06	9,31	3,84	0,03	0,01
	bt 9	35,06	1,79	17,49	< DL	9,71	0,03	0,11	21,39	< DL	0,08	9,54	3,85	0,06	0,02
MS07-612	bt 8	35,69	1,63	17,07	0,04	10,36	0,03	0,08	20,95	0,04	0,05	9,50	3,88	0,05	0,01
	bt 1	35,22	1,58	16,36	0,00	12,76	< DL	0,16	15,81	0,03	0,05	9,85	3,80	0,05	0,01
	bt 2	34,73	1,18	17,16	0,01	13,01	0,01	0,17	16,90	< DL	0,06	9,71	3,85	0,01	0,01
	bt 3	35,16	0,86	16,29	0,02	12,86	0,07	0,16	17,11	0,02	0,26	9,70	3,79	< DL	0,17
	bt 4	33,74	1,14	17,04	0,02	14,56	0,07	0,22	18,25	0,03	0,11	7,58	3,76	0,20	0,04
	bt 5	36,38	1,37	16,51	0,06	12,63	0,02	0,17	16,64	0,05	0,05	9,71	3,85	0,11	0,02
	bt 6	35,60	1,53	16,49	0,04	12,63	0,02	0,14	17,54	0,01	0,06	9,34	3,87	0,00	0,03
	bt 7	35,60	1,53	16,49	0,04	12,63	0,02	0,14	17,54	0,01	0,06	9,34	3,87	0,00	0,03
MS07-639	bt 1	38,16	1,27	15,00	1,14	16,42	0,05	0,09	12,92	0,01	0,08	9,38	3,92	0,21	0,03
	bt 2	37,61	1,71	15,02	1,30	16,40	0,02	0,09	12,49	0,04	0,07	9,80	3,93	0,16	0,02
	bt 3	36,08	1,37	14,56	0,93	16,25	0,05	0,08	13,12	0,04	0,07	8,74	3,86	0,01	0,03
	bt 4	37,08	1,53	15,15	0,84	17,02	0,02	0,08	13,65	< DL	0,05	8,41	3,92	0,14	0,02
	bt 5	38,15	1,20	15,18	0,88	16,80	0,06	0,09	13,20	0,02	0,06	9,18	4,02	0,03	0,01
	bt 6	36,61	1,70	14,96	1,22	16,46	0,02	0,03	13,42	0,02	0,07	9,27	3,91	0,11	0,02
	bt 7	38,85	1,39	15,11	0,99	16,85	0,03	0,09	12,52	0,02	0,05	9,76	4,08	< DL	0,01

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F2 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les biotites.

Échantillon	Pt analyse	Total	Si (cation)	Ti	Al	Cr	Mg	Ca	Mn	Fe	Ni	Na	K	Mg/(Fe+Mg)
MS07-510	bt 1	97,77	5,44	0,26	2,80	0,21	3,16	< DL	0,02	1,96	0,02	0,03	1,84	0,47
	bt 2	98,95	5,61	0,22	2,62	0,19	3,26	< DL	0,02	1,92	0,02	0,01	1,77	0,49
	bt 3	98,23	5,60	0,22	2,74	0,16	3,19	0,00	0,01	1,87	0,03	0,03	1,80	0,49
	bt 4	97,84	5,63	0,20	2,69	0,12	3,36	0,01	0,01	1,82	0,03	0,03	1,78	0,51
MS07-512B	bt 1	94,99	5,33	0,16	3,19	< DL	3,33	0,03	0,01	2,16	< DL	0,01	1,43	0,46
	bt 2	98,31	5,41	0,25	3,20	< DL	2,94	0,01	0,01	1,98	< DL	0,01	1,88	0,45
	bt 3	98,13	5,48	0,23	3,21	< DL	2,93	< DL	0,01	1,89	< DL	0,02	1,86	0,47
	bt 4	97,31	5,37	0,17	3,17	< DL	3,32	0,01	0,01	2,06	< DL	0,01	1,49	0,48
	bt 5	95,05	5,25	0,15	3,11	< DL	3,70	< DL	0,01	2,21	< DL	0,01	1,26	0,48
	bt 6	97,10	5,41	0,23	3,34	0,01	2,75	< DL	0,01	1,99	< DL	0,01	1,87	0,44
MS07-517B	bt 1	99,05	5,32	0,19	3,22	< DL	2,28	< DL	0,02	2,90	< DL	0,02	1,90	0,31
	bt 2	97,81	5,38	0,16	3,29	0,01	2,30	< DL	0,01	2,68	0,01	0,02	1,90	0,32
	bt 4	97,72	5,29	0,19	3,31	< DL	2,42	< DL	0,01	2,76	< DL	0,01	1,72	0,33
	bt 3	99,59	5,39	0,20	3,24	0,01	2,28	< DL	0,02	2,70	< DL	0,02	1,93	0,32
	bt 5	98,49	5,39	0,17	3,14	< DL	2,50	0,01	0,01	2,73	0,01	0,02	1,82	0,34
	bt 6	97,82	5,31	0,17	3,20	< DL	2,54	< DL	0,01	2,87	< DL	0,02	1,63	0,33
	bt 7	98,61	5,35	0,19	3,21	< DL	2,39	< DL	0,01	2,77	< DL	0,02	1,85	0,33
	bt 9	99,13	5,42	0,21	3,19	< DL	2,24	0,01	0,02	2,76	< DL	0,02	1,88	0,31
bt 8	99,37	5,48	0,19	3,09	0,01	2,37	< DL	0,01	2,69	0,01	0,02	1,86	0,33	
MS07-612	bt 1	95,69	5,52	0,19	3,02	< DL	2,98	< DL	0,02	2,07	< DL	0,02	1,97	0,45
	bt 2	96,81	5,40	0,14	3,14	< DL	3,02	< DL	0,02	2,20	< DL	0,02	1,93	0,43
	bt 3	96,48	5,50	0,10	3,00	< DL	3,00	0,01	0,02	2,24	< DL	0,08	1,94	0,43
	bt 4	96,76	5,24	0,13	3,12	< DL	3,37	0,01	0,03	2,37	< DL	0,03	1,50	0,44
	bt 5	97,56	5,59	0,16	2,99	0,01	2,89	< DL	0,02	2,14	0,01	0,02	1,90	0,43
	bt 7	97,30	5,50	0,18	3,00	0,01	2,91	< DL	0,02	2,27	< DL	0,02	1,84	0,42
	bt 6	97,56	5,59	0,16	2,99	0,01	2,89	< DL	0,02	2,14	0,01	0,02	1,90	0,43
MS07-639	bt 1	98,66	5,69	0,14	2,64	0,13	3,65	0,01	0,01	1,61	< DL	0,02	1,79	0,56
	bt 2	98,66	5,62	0,19	2,65	0,15	3,65	< DL	0,01	1,56	< DL	0,02	1,87	0,57
	bt 3	95,18	5,59	0,16	2,66	0,11	3,75	0,01	0,01	1,70	0,01	0,02	1,73	0,55
	bt 4	97,92	5,57	0,17	2,68	0,10	3,81	< DL	0,01	1,71	< DL	0,02	1,61	0,55
	bt 5	98,87	5,67	0,13	2,66	0,10	3,72	0,01	0,01	1,64	< DL	0,02	1,74	0,56
	bt 6	97,82	5,54	0,19	2,67	0,15	3,71	< DL	< DL	1,70	< DL	0,02	1,79	0,55
	bt 7	99,74	5,71	0,15	2,62	0,12	3,69	0,01	0,01	1,54	< DL	0,02	1,83	0,57

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F2 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les biotites.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	F	Cl
MS08-1	bt 12	41,06	0,73	18,05	0,04	21,46	< DL	0,07	4,66	0,02	0,03	9,92	4,21	0,17	< DL
	bt 13	40,26	0,69	17,80	< DL	21,16	0,03	0,04	5,10	< DL	0,13	9,58	4,07	0,32	0,04
	bt 16	41,07	0,80	18,11	< DL	21,50	0,02	0,05	4,70	< DL	0,07	9,73	4,21	0,18	< DL
	bt 17	41,20	0,83	17,58	< DL	21,50	< DL	0,06	4,46	< DL	0,07	9,82	4,21	0,14	< DL
MS08-3a	bt 3	36,24	1,28	17,80	0,13	11,40	0,01	0,15	17,52	0,01	0,06	9,45	3,90	0,05	< DL
	bt 7	36,45	1,43	13,98	0,04	11,93	< DL	0,16	16,64	< DL	0,02	9,56	3,62	0,29	< DL
MS08-10	bt 3	35,37	1,10	17,90	0,37	10,02	0,02	0,16	21,49	0,02	0,04	8,41	3,76	0,28	0,02
	bt 4	35,27	1,05	17,69	0,36	10,08	< DL	0,17	21,16	0,01	0,02	8,16	3,83	0,07	0,02
	bt 10	36,59	1,42	17,46	0,33	9,07	0,03	0,19	20,57	0,01	0,04	9,50	3,79	0,26	0,01
	bt 11	35,78	1,39	18,43	0,13	9,54	0,03	0,17	19,83	< DL	0,04	9,52	3,82	0,19	0,01
	bt 12	36,13	1,49	14,40	0,34	9,84	0,05	0,17	21,21	0,05	0,06	9,43	3,71	0,18	< DL
	bt 16	35,92	1,19	17,62	0,73	9,33	0,01	0,14	21,48	0,04	0,04	9,20	3,81	0,23	< DL
	bt 17	33,50	0,71	17,24	0,52	11,52	0,01	0,18	23,07	0,04	0,04	6,11	3,68	0,26	0,04

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F2 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les biotites.

Échantillon	Pt analyse	Total	Si (cation)	Ti	Al	Cr	Mg	Ca	Mn	Fe	Ni	Na	K	Mg/(Fe+Mg)
MS08-1	bt 12	100,43	5,74	0,08	2,97	0,01	4,47	< DL	0,01	0,54	< DL	0,01	1,77	0,82
	bt 13	99,22	5,71	0,07	2,98	< DL	4,47	< DL	0,01	0,61	< DL	0,03	1,73	0,81
	bt 16	100,42	5,73	0,08	2,98	< DL	4,47	< DL	0,01	0,55	< DL	0,02	1,73	0,82
	bt 17	99,88	5,78	0,09	2,91	< DL	4,49	< DL	0,01	0,52	< DL	0,02	1,76	0,83
MS08-3a	bt 3	97,99	5,54	0,15	3,21	0,02	2,60	< DL	0,02	2,24	< DL	0,02	1,84	0,39
	bt 7	94,11	5,82	0,17	2,63	0,01	2,84	< DL	0,02	2,22	< DL	0,01	1,95	0,42
MS08-10	bt 3	98,94	5,44	0,13	3,25	0,05	2,30	< DL	0,02	2,77	< DL	0,01	1,65	0,32
	bt 4	97,88	5,47	0,12	3,23	0,04	2,33	< DL	0,02	2,74	< DL	0,01	1,61	0,32
	bt 10	99,26	5,61	0,16	3,15	0,04	2,07	0,01	0,02	2,64	< DL	0,01	1,86	0,31
	bt 11	98,87	5,49	0,16	3,33	0,02	2,18	0,01	0,02	2,54	< DL	0,01	1,86	0,32
	bt 12	97,05	5,72	0,18	2,68	0,04	2,32	0,01	0,02	2,81	0,01	0,02	1,90	0,32
	bt 16	99,75	5,50	0,14	3,18	0,09	2,13	< DL	0,02	2,75	0,01	0,01	1,80	0,30
	bt 17	96,91	5,27	0,08	3,20	0,07	2,70	< DL	0,02	3,04	0,01	0,01	1,23	0,33

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F3: Analyses à la microsonde électronique sur les carbonates.

Échantillon	Pt analyse	Mg(CO ₃) (% poids)	Ca(CO ₃)	Mn(CO ₃)	Fe(CO ₃)	Zn(CO ₃)	Sr(CO ₃)	Ba(CO ₃)	Total	Mg (cation)	Ca	Mn	Fe	Zn	Sr	Ba
MS06-425	cb 6	35,52	49,89	1,29	11,95	< DL	< DL	0,03	98,67	0,82	0,96	0,02	0,20	< DL	< DL	< DL
	cb 7	35,38	50,45	0,98	11,69	0,05	< DL	0,19	98,74	0,81	0,97	0,02	0,20	< DL	< DL	< DL
MS07-11	cb 5	32,19	52,35	1,57	11,83	< DL	< DL	0,10	98,05	0,75	1,02	0,03	0,20	< DL	< DL	< DL
	cb 11	33,58	51,28	0,90	12,88	< DL	< DL	< DL	98,65	0,77	1,00	0,02	0,22	< DL	< DL	< DL
	cb 12	32,86	52,25	1,24	12,40	< DL	< DL	< DL	98,75	0,76	1,01	0,02	0,21	< DL	< DL	< DL
MS07-510	cb 1	2,19	92,10	1,80	1,62	0,10	< DL	< DL	97,81	0,05	1,88	0,03	0,03	< DL	< DL	< DL
	cb 2	3,03	89,46	1,93	2,59	< DL	< DL	< DL	97,01	0,07	1,85	0,04	0,05	< DL	< DL	< DL
	cb 3	1,69	92,13	1,50	1,00	0,01	0,13	0,01	96,45	0,04	1,91	0,03	0,02	< DL	< DL	< DL
	cb 4	37,89	51,47	0,87	9,50	< DL	< DL	< DL	99,73	0,85	0,98	0,01	0,16	< DL	< DL	< DL
MS07-512B	cb 1	29,68	52,25	1,00	16,93	< DL	0,01	0,02	99,89	0,68	1,02	0,02	0,28	< DL	< DL	< DL
	cb 3	30,63	51,31	1,34	16,77	< DL	0,11	0,07	100,22	0,70	0,99	0,02	0,28	< DL	< DL	< DL
MS07-514	cb 1	2,30	92,54	1,36	2,21	0,07	0,04	< DL	98,53	0,06	1,88	0,02	0,04	< DL	< DL	< DL
	cb 2	4,53	87,28	0,53	3,77	0,09	< DL	0,02	96,21	0,11	1,81	0,01	0,07	< DL	< DL	< DL
	cb 3	1,29	93,30	0,96	1,33	0,09	0,01	0,00	96,99	0,03	1,93	0,02	0,02	< DL	< DL	< DL
MS07-517B	cb 1	27,25	50,03	0,92	21,48	0,13	0,13	0,02	99,96	0,64	0,98	0,02	0,36	< DL	< DL	< DL
	cb 2	2,18	91,55	1,29	3,63	0,04	0,03	0,03	98,74	0,05	1,86	0,02	0,06	< DL	< DL	< DL
	cb 3	26,01	52,50	1,90	19,06	< DL	< DL	0,03	99,50	0,61	1,03	0,03	0,32	< DL	< DL	< DL
	cb 4	27,94	50,06	1,06	20,96	< DL	< DL	0,02	100,03	0,65	0,98	0,02	0,35	< DL	< DL	< DL
	cb 5	1,98	93,50	1,40	2,83	0,10	< DL	< DL	99,81	0,05	1,88	0,03	0,05	< DL	< DL	< DL
MS07-612	cb 1	1,22	92,49	1,29	1,44	< DL	0,13	< DL	96,56	0,03	1,92	0,02	0,03	< DL	< DL	< DL
	cb 2	1,28	95,45	1,21	1,32	0,01	0,11	< DL	99,38	0,03	1,92	0,02	0,02	< DL	< DL	< DL
	cb 3	1,08	93,06	1,49	1,25	< DL	0,04	0,01	96,93	0,03	1,92	0,03	0,02	< DL	< DL	< DL
	cb 4	0,91	93,04	1,47	1,17	< DL	0,03	0,01	96,64	0,02	1,93	0,03	0,02	< DL	< DL	< DL
MS07-639	cb 3	2,03	93,00	1,42	0,85	0,05	< DL	0,01	97,35	0,05	1,91	0,03	0,02	< DL	< DL	< DL
MS08-1	cb 2	43,73	51,82	0,79	1,33	< DL	< DL	0,10	97,78	0,98	0,98	0,01	0,02	< DL	< DL	< DL
	cb 14	1,67	94,44	0,81	0,61	< DL	< DL	< DL	97,53	0,04	1,93	0,02	0,01	< DL	< DL	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F4: Analyses à la microsonde électronique sur les chlorites.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	ZnO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Total
MS06-404	ch 1	23,42	0,10	22,66	0,11	10,45	0,02	0,30	30,82	0,01	0,09	< DL	0,09	11,05	99,13
MS06-416	ch 5	25,16	0,05	23,67	0,10	16,24	0,01	0,22	22,69	0,04	0,07	< DL	< DL	11,63	99,86
	ch 6	28,05	0,15	24,14	0,10	14,98	0,02	0,20	20,35	0,01	0,00	0,03	0,91	11,93	100,87
	ch 7	25,33	0,05	22,97	0,05	16,89	0,01	0,20	21,99	0,04	0,05	0,00	0,04	11,59	99,21
	ch 9	29,35	0,20	18,63	0,07	19,06	0,03	0,23	20,62	0,02	< DL	< DL	0,63	11,85	100,69
	ch 10	24,80	0,06	24,12	0,02	16,77	0,01	0,22	21,65	0,03	0,02	0,02	< DL	11,63	99,34
	ch 12	29,48	0,22	18,29	< DL	18,71	0,02	0,19	20,90	0,03	0,10	0,02	0,91	11,81	100,67
	ch 13	26,71	0,06	21,74	0,08	17,55	0,02	0,25	21,64	0,04	0,09	0,00	0,03	11,71	99,91
MS06-425	ch 1	26,66	0,07	23,41	0,07	21,63	< DL	0,21	16,30	< DL	0,05	0,01	0,02	12,08	100,51
	ch 4	27,01	0,08	22,98	0,26	22,11	0,01	0,19	15,54	< DL	0,03	0,04	0,01	12,10	100,36
	ch 5	27,35	0,08	22,55	0,09	21,84	< DL	0,21	15,79	< DL	< DL	0,04	0,01	12,06	100,03
	ch 10	27,58	0,11	22,55	0,16	22,78	< DL	0,21	15,05	< DL	< DL	0,01	0,07	12,18	100,69
	ch 14	26,49	0,07	23,94	0,07	21,44	0,04	0,20	15,01	< DL	0,03	0,03	0,01	12,01	99,32
	ch 15	26,68	0,03	23,39	0,13	21,44	0,01	0,12	16,81	0,01	0,15	0,04	0,04	12,10	100,94
	ch 18	26,95	0,06	22,87	0,04	21,57	0,01	0,11	16,01	0,02	< DL	0,02	0,08	12,01	99,73
MS07-11	ch 4	27,52	0,04	20,45	0,44	21,17	0,04	0,09	18,23	0,12	< DL	< DL	0,01	11,89	99,98
	ch 10	27,57	0,08	20,49	0,10	21,48	0,04	0,06	17,36	0,02	< DL	0,03	0,01	11,85	99,08
	ch 14	150,00	0,04	20,29	1,02	20,34	0,14	0,09	18,24	0,14	0,03	0,01	0,01	11,73	99,02
MS07-510	ch 1	26,59	0,10	19,92	1,75	22,23	< DL	0,20	16,18	0,21	0,08	< DL	0,03	11,80	99,09
	ch 3	27,71	0,07	20,06	0,13	23,20	0,06	0,13	15,52	0,16	0,03	< DL	0,01	11,91	98,98

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F4 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les chlorites.

Échantillon	Pt analyse	Si (cation)	Ti	Al	Cr	Mg	Ca	Mn	Fe	Ni	Zn	Na	K	H ₂ O	Fe/(Fe+Mg)
MS06-404	ch 1	5,09	0,02	5,80	0,02	3,38	0,01	0,06	5,60	0,00	0,02	< DL	0,03	1,67	0,62
MS06-416	ch 5	5,19	0,01	5,75	0,02	4,99	< DL	0,04	3,91	0,01	0,01	< DL	< DL	2,57	0,44
	ch 6	5,64	0,02	5,72	0,02	4,49	< DL	0,04	3,42	< DL	< DL	0,01	0,23	2,57	0,43
	ch 7	5,24	0,01	5,60	0,01	5,21	< DL	0,04	3,81	0,01	0,01	< DL	0,01	2,57	0,42
	ch 9	5,94	0,03	4,45	0,01	5,75	0,01	0,04	3,49	< DL	< DL	< DL	0,16	2,57	0,38
	ch 10	5,12	0,01	5,86	< DL	5,16	< DL	0,04	3,74	0,01	< DL	0,01	< DL	2,57	0,42
	ch 12	5,99	0,03	4,38	< DL	5,66	0,01	0,03	3,55	< DL	0,02	0,01	0,24	3,09	0,39
	ch 13	5,47	0,01	5,25	0,01	5,36	< DL	0,04	3,71	0,01	0,01	< DL	0,01	3,09	0,41
MS06-425	ch 1	5,29	0,01	5,48	0,01	6,40	< DL	0,04	2,71	< DL	0,01	< DL	0,01	< DL	0,30
	ch 4	5,35	0,01	5,37	0,04	6,53	< DL	0,03	2,58	< DL	0,01	0,01	< DL	3,20	0,28
	ch 5	5,44	0,01	5,29	0,01	6,48	< DL	0,04	2,63	< DL	< DL	0,02	< DL	3,20	0,29
	ch 10	5,43	0,02	5,24	0,02	6,69	< DL	0,04	2,48	< DL	< DL	< DL	0,02	3,16	0,27
	ch 14	5,29	0,01	5,63	0,01	6,38	0,01	0,03	2,51	< DL	< DL	0,01	< DL	3,19	0,28
	ch 15	5,29	0,01	5,47	0,02	6,34	< DL	0,02	2,79	< DL	0,02	0,02	0,01	3,19	0,31
	ch 18	5,38	0,01	5,38	0,01	6,42	< DL	0,02	2,67	< DL	< DL	0,01	0,02	3,14	0,29
MS07-11	ch 4	5,55	0,01	4,86	0,07	6,37	0,01	0,01	3,08	0,02	< DL	< DL	< DL	1,83	0,33
	ch 10	5,58	0,01	4,89	0,02	6,48	0,01	0,01	2,94	< DL	< DL	0,01	< DL	1,83	0,31
	ch 14	5,51	0,01	4,89	0,17	6,20	0,03	0,02	3,12	0,02	0,00	< DL	< DL	1,83	0,33
MS07-510	ch 1	5,41	0,02	4,77	0,28	6,74	< DL	0,04	2,75	0,03	0,01	< DL	0,01	3,26	0,29
	ch 3	5,58	0,01	4,76	0,02	6,97	0,01	0,02	2,61	0,03	< DL	< DL	< DL	0,30	0,27

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F4 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les chlorites.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	ZnO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Total
MS07-514	ch 1	26,57	0,08	20,98	< DL	19,31	0,02	0,26	20,53	0,06	< DL	0,02	0,00	11,70	99,52
	ch 2	25,68	0,06	22,26	0,01	18,31	< DL	0,26	21,03	0,03	0,19	< DL	0,01	11,66	99,48
	ch 3	25,51	0,06	22,76	< DL	18,34	0,01	0,29	20,89	< DL	0,06	0,03	0,00	11,69	99,65
	ch 4	26,21	0,07	21,84	0,03	19,20	0,01	0,19	20,57	< DL	0,22	0,06	0,02	11,77	100,18
MS07-517B	ch 3	25,56	0,13	20,35	< DL	15,59	0,06	0,17	25,49	0,01	0,21	< DL	0,11	11,33	99,01
	ch 4	24,14	0,07	22,63	< DL	13,96	0,03	0,21	26,05	0,04	0,11	0,03	0,01	11,25	98,52
MS07-612	ch 1	26,46	0,07	20,31	0,13	18,40	< DL	0,34	20,05	0,02	< DL	0,01	0,22	11,46	97,46
	ch 2	26,07	0,02	20,21	< DL	18,20	0,02	0,29	20,59	0,05	0,12	0,06	0,08	11,37	97,09
	ch 3	26,67	0,12	20,21	0,02	18,15	0,01	0,29	21,48	0,03	0,04	0,01	0,27	11,55	98,85
MS07-639	ch 1	28,74	0,03	18,54	1,28	24,76	0,01	0,12	14,48	0,05	0,12	0,03	0,01	12,09	100,24
	ch 2	29,04	0,10	18,28	0,83	24,68	0,07	0,15	13,92	0,02	< DL	0,03	0,03	12,01	99,15
	ch 3	28,52	0,07	17,80	1,03	24,27	0,03	0,13	14,54	0,04	< DL	0,04	0,03	11,86	98,34
	ch 4	28,53	0,06	18,28	1,40	24,10	0,03	0,11	14,85	0,05	0,10	0,03	0,08	11,98	99,59
MS08-1	ch 6	29,15	0,01	20,59	0,06	26,52	0,22	0,12	11,98	< DL	< DL	0,01	< DL	12,39	101,04
MS08-3a	ch 9	25,43	0,05	23,41	< DL	16,34	0,04	0,28	22,93	0,07	0,21	< DL	0,01	11,68	100,45
MS08-10	ch 2	24,19	0,06	22,10	0,33	13,09	0,02	0,32	26,90	< DL	0,08	0,01	< DL	11,16	98,27
	ch 9	24,33	0,03	22,23	0,25	13,21	0,02	0,32	27,06	0,05	0,20	0,03	< DL	11,23	98,97
	ch 13	23,98	0,06	22,53	0,28	12,71	0,01	0,30	27,24	0,05	0,11	0,02	< DL	11,16	98,43
	ch 18	25,22	0,06	21,64	0,35	14,05	< DL	0,31	27,31	0,02	0,14	0,01	< DL	11,42	100,52

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F4 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les chlorites.

Échantillon	Pt analyse	Si (cation)	Ti	Al	Cr	Mg	Ca	Mn	Fe	Ni	Zn	Na	K	H ₂ O	Fe/(Fe+Mg)
MS07-514	ch 1	5,45	0,01	5,07	< DL	5,90	< DL	0,04	3,52	0,01	< DL	0,01	< DL	2,37	0,37
	ch 2	5,28	0,01	5,40	< DL	5,62	< DL	0,05	3,62	0,00	0,03	< DL	< DL	1,66	0,39
	ch 3	5,23	0,01	5,50	< DL	5,61	< DL	0,05	3,58	< DL	0,01	0,01	< DL	0,95	0,39
	ch 4	5,34	0,01	5,25	0,01	5,83	< DL	0,03	3,51	< DL	0,03	0,02	0,01	1,44	0,38
MS07-517B	ch 3	5,41	0,02	5,08	< DL	4,92	0,02	0,03	4,51	< DL	0,03	< DL	0,03	2,50	0,48
	ch 4	5,15	0,01	5,69	< DL	4,44	0,01	0,04	4,64	0,01	0,02	0,01	< DL	3,03	0,51
MS07-612	ch 1	5,54	0,01	5,01	0,02	5,74	< DL	0,06	3,51	< DL	< DL	0,00	0,06	< DL	0,38
	ch 2	5,50	0,00	5,02	< DL	5,72	< DL	0,05	3,63	0,01	0,02	0,03	0,02	3,02	0,39
	ch 3	5,54	0,02	4,95	< DL	5,62	< DL	0,05	3,73	0,01	0,01	< DL	0,07	2,91	0,40
MS07-639	ch 1	5,70	0,01	4,34	0,20	7,32	< DL	0,02	2,40	0,01	0,02	0,01	< DL	0,70	0,25
	ch 2	5,80	0,02	4,30	0,13	7,35	0,01	0,03	2,33	< DL	< DL	0,01	0,01	0,11	0,24
	ch 3	5,77	0,01	4,24	0,16	7,32	0,01	0,02	2,46	0,01	< DL	0,02	0,01	3,69	0,25
	ch 4	5,71	0,01	4,32	0,22	7,20	0,01	0,02	2,49	0,01	0,01	0,01	0,02	3,69	0,26
MS08-1	ch 6	5,64	0,00	4,70	0,01	7,65	0,05	0,02	1,94	< DL	< DL	< DL	< DL	3,09	0,20
MS08-3a	ch 9	5,22	0,01	5,67	< DL	5,00	0,01	0,05	3,94	0,01	0,03	< DL	< DL	2,65	0,44
MS08-10	ch 2	5,20	0,01	5,60	0,06	4,19	0,01	0,06	4,83	< DL	0,01	< DL	< DL	1,83	0,54
	ch 9	5,19	0,01	5,59	0,04	4,21	< DL	0,06	4,83	0,01	0,03	0,01	< DL	2,33	0,53
	ch 13	5,15	0,01	5,70	0,05	4,07	< DL	0,06	4,89	0,01	0,02	0,01	< DL	2,32	0,55
	ch 18	5,30	0,01	5,36	0,06	4,40	< DL	0,06	4,80	< DL	0,02	< DL	< DL	2,70	0,52

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F5: Analyses à la microsonde électronique sur les feldspaths.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (% poids)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	SrO	BaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
A-61166	fd 6	68,04	0,03	20,34	< DL	0,25	0,03	0,07	0,04	0,02	11,61	0,04	100,47
	fd 15	68,08	0,24	20,35	0,02	0,57	< DL	0,08	< DL	< DL	11,45	0,03	100,82
	fd 16	68,65	< DL	19,99	0,02	0,12	0,03	0,10	< DL	< DL	11,72	0,02	100,65
MS07-11	fd 1	61,73	0,04	23,99	< DL	5,08	< DL	0,10	0,07	< DL	8,86	0,08	99,93
	fd 2	61,94	< DL	24,15	< DL	5,12	< DL	0,07	< DL	< DL	8,81	0,06	100,16
	fd 6	62,33	0,08	24,06	< DL	4,91	< DL	0,07	0,02	0,04	8,89	0,07	100,45
	fd 7	62,33	0,05	24,13	< DL	5,02	< DL	0,13	0,04	0,03	8,92	0,05	100,72
	fd 8	62,71	< DL	23,70	< DL	4,69	< DL	0,05	< DL	< DL	8,88	0,06	100,11
	fd 9	62,38	< DL	24,10	< DL	5,02	< DL	0,16	0,03	< DL	8,96	0,05	100,69
	fd 13	62,26	< DL	24,40	< DL	4,95	< DL	0,04	0,06	< DL	8,79	0,05	100,56
MS07-12	fd 3	60,06	0,07	24,95	< DL	6,20	< DL	< DL	0,06	< DL	8,07	0,09	99,50
	fd 4	59,57	< DL	25,56	< DL	6,39	< DL	< DL	< DL	< DL	7,90	0,22	99,65
	fd 6	59,51	< DL	26,01	< DL	6,85	< DL	< DL	0,05	0,05	7,84	0,10	100,41
	fd 10	61,95	0,02	24,94	0,25	2,95	< DL	0,22	0,02	0,05	8,42	1,64	100,45
	fd 11	56,62	< DL	26,71	0,54	5,16	< DL	0,40	< DL	< DL	6,21	3,37	99,03
	fd 12	57,14	< DL	26,45	< DL	8,07	< DL	0,04	0,06	0,03	7,01	0,13	98,94
	fd 13	56,61	< DL	27,19	< DL	9,03	0,08	0,06	0,05	0,02	6,52	0,18	99,74
	fd 14	56,46	< DL	27,87	0,16	8,33	< DL	0,11	< DL	< DL	6,31	0,51	99,74
MS08-1	fd 1	67,24	< DL	21,36	< DL	1,29	< DL	0,02	< DL	< DL	11,07	0,06	101,05
	fd 4	67,35	< DL	20,29	< DL	0,68	< DL	0,07	0,03	0,05	11,35	0,04	99,85
	fd 5	67,31	0,03	20,37	0,04	0,92	< DL	< DL	0,04	< DL	11,20	< DL	99,94
	fd 8	68,25	0,02	20,55	< DL	0,57	< DL	< DL	0,03	0,04	11,44	0,03	100,94
	fd 9	68,96	< DL	20,05	< DL	0,49	< DL	0,05	0,06	0,02	11,16	0,04	100,82
	fd 15	61,77	0,07	24,78	< DL	5,51	< DL	0,02	0,10	0,05	8,67	0,07	101,05
	fd 18	68,11	0,08	20,61	< DL	0,57	0,02	< DL	< DL	0,06	11,61	0,02	101,07
MS08-3a	fd 13	56,49	< DL	28,12	< DL	9,35	< DL	0,03	0,06	< DL	6,34	0,09	100,49
MS08-10	fd 5	63,64	0,05	18,97	0,05	< DL	0,02	0,42	< DL	0,18	0,34	15,85	99,52

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F5 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les feldspaths.

Échantillon	Pt analyse	Si (cation)	Ti	Al	Mg	Ca	Mn	Fe	Sr	Ba	Na	K	% Ab	% An
A-61166	fd 6	2,96	< DL	1,04	< DL	0,98	< DL	98,79	1,21					
	fd 15	2,96	< DL	1,04	< DL	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	0,96	< DL	97,28	2,72
	fd 16	2,98	< DL	1,02	< DL	0,99	< DL	99,50	0,50					
MS07-11	fd 1	2,74	< DL	1,26	< DL	0,24	< DL	< DL	< DL	< DL	0,76	< DL	75,92	24,08
	fd 2	2,74	< DL	1,26	< DL	0,24	< DL	< DL	< DL	< DL	0,76	< DL	75,70	24,30
	fd 6	2,75	< DL	1,25	< DL	0,23	< DL	< DL	< DL	< DL	0,76	< DL	76,61	23,39
	fd 7	2,75	< DL	1,25	< DL	0,24	< DL	< DL	< DL	< DL	0,76	< DL	76,28	23,72
	fd 8	2,77	< DL	1,23	< DL	0,22	< DL	< DL	< DL	< DL	0,76	< DL	77,42	22,58
	fd 9	2,75	< DL	1,25	< DL	0,24	< DL	< DL	< DL	< DL	0,77	< DL	76,35	23,65
	fd 13	2,74	< DL	1,27	< DL	0,23	< DL	< DL	< DL	< DL	0,75	< DL	76,24	23,76
MS07-12	fd 3	2,69	< DL	1,32	< DL	0,30	< DL	< DL	< DL	< DL	0,70	< DL	70,21	29,79
	fd 4	2,66	< DL	1,35	< DL	0,31	< DL	< DL	< DL	< DL	0,68	< DL	69,09	30,91
	fd 6	2,64	< DL	1,36	< DL	0,33	< DL	< DL	< DL	< DL	0,68	< DL	67,43	32,57
	fd 10	2,74	< DL	1,30	0,02	0,14	< DL	< DL	< DL	< DL	0,72	0,09	83,76	16,24
	fd 11	2,58	< DL	1,44	0,04	0,25	< DL	0,02	< DL	< DL	0,55	0,20	68,54	31,46
	fd 12	2,59	< DL	1,41	< DL	0,39	< DL	< DL	< DL	< DL	0,62	< DL	61,11	38,89
	fd 13	2,55	< DL	1,44	< DL	0,44	< DL	< DL	< DL	< DL	0,57	< DL	56,66	43,34
MS08-1	fd 14	2,54	< DL	1,48	< DL	0,40	< DL	< DL	< DL	< DL	0,55	0,03	57,77	42,23
	fd 1	2,92	< DL	1,09	< DL	0,06	< DL	< DL	< DL	< DL	0,93	< DL	93,95	6,05
	fd 4	2,95	< DL	1,05	< DL	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	0,97	< DL	96,79	3,21
	fd 5	2,95	< DL	1,05	< DL	0,04	< DL	< DL	< DL	< DL	0,95	< DL	95,67	4,33
	fd 8	2,96	< DL	1,05	< DL	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	0,96	< DL	97,37	2,63
	fd 9	2,99	< DL	1,02	< DL	0,02	< DL	< DL	< DL	< DL	0,94	< DL	97,60	2,40
	fd 15	2,72	< DL	1,28	< DL	0,26	< DL	< DL	< DL	< DL	0,74	< DL	73,97	26,03
MS08-3a	fd 18	2,95	< DL	1,05	< DL	0,03	< DL	< DL	< DL	< DL	0,98	< DL	97,31	2,69
	fd 13	2,53	< DL	1,48	< DL	0,45	< DL	< DL	< DL	< DL	0,55	< DL	55,07	44,93
MS08-10	fd 5	2,96	< DL	1,04	< DL	0,03	0,94	100,00	< DL					

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F6: Analyses à la microsonde électronique sur les grenats.

Échantillon	Pt analyse	SiO ₂ (%)	TiO ₂	ZrO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	FeO	Na ₂ O	Total
		poids)											
MS06-404	gt 1	36,62	0,21	0,03	20,84	0,20	< DL	0,92	4,30	8,76	27,38	0,04	99,30
	gt 2	36,87	0,06	< DL	21,10	< DL	< DL	0,99	4,98	7,32	28,42	< DL	99,73
	gt 3	37,25	0,09	< DL	20,84	0,04	< DL	0,97	4,59	6,78	29,06	< DL	99,63
	gt 4	37,09	0,24	< DL	20,57	< DL	0,16	0,84	4,32	10,52	25,93	0,02	99,68
	gt 5	36,73	0,06	< DL	20,82	< DL	< DL	0,94	4,56	8,28	27,51	0,02	98,92
MS08-10	gt 6	36,08	0,06	< DL	21,23	0,11	< DL	1,72	3,15	7,90	29,22	0,04	99,52
	gt 7	35,85	0,09	0,13	22,23	0,20	< DL	1,49	4,06	8,77	27,45	0,03	100,29
	gt 8	35,92	0,06	< DL	21,29	0,09	< DL	1,45	3,17	8,19	29,17	0,05	99,40
	gt 14	36,30	0,14	0,05	21,05	0,12	< DL	1,48	3,34	9,49	27,76	0,03	99,76
	gt 15	36,13	0,01	0,02	21,00	0,12	< DL	1,45	3,91	8,09	28,65	< DL	99,38

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F6 (suite): Analyses à la microsonde électronique sur les grenats.

Échantillon	Pt analyse	Si (cation)	Ti	Zr	Al	Cr	Fe ³⁺	Mg	Ca	Mn	Fe ²⁺	Na
MS06-404	gt 1	5,98	0,03	< DL	4,01	0,03	< DL	0,22	0,75	1,21	3,74	< DL
	gt 2	5,98	< DL	< DL	4,04	< DL	< DL	0,24	0,87	1,01	3,86	< DL
	gt 3	6,04	< DL	< DL	3,99	< DL	< DL	0,24	0,80	0,93	3,94	< DL
	gt 4	6,03	0,03	< DL	3,94	< DL	0,02	0,20	0,75	1,45	3,53	< DL
	gt 5	6,01	< DL	< DL	4,02	< DL	< DL	0,23	0,80	1,15	3,76	< DL
MS08-10	gt 6	5,89	< DL	< DL	4,08	< DL	< DL	0,42	0,55	1,09	3,99	< DL
	gt 7	5,80	< DL	< DL	4,23	0,03	< DL	0,36	0,70	1,20	3,71	< DL
	gt 8	5,88	< DL	< DL	4,11	< DL	< DL	0,35	0,56	1,14	3,99	0,02
	gt 14	5,92	0,02	< DL	4,04	0,02	< DL	0,36	0,58	1,31	3,78	< DL
	gt 15	5,91	< DL	< DL	4,05	0,02	< DL	0,35	0,69	1,12	3,92	< DL

< DL = en-dessous de la limite de détection

Tableau F7: Analyses à la microsonde électronique sur les tourmalines.

Échantillon	Pt analyse	FeO (% poids)	Cr ₂ O ₃	NiO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	SiO ₂	MgO	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	Br ₂ O ₃ *	Total	Fe/Fe+Mg	Na/Na+Ca
MS07-512B	to 1	4,37	0,07	< DL	0,27	< DL	0,03	35,53	5,04	4,09	29,17	1,92	9,26	100,00	0,46	0,68
	to 2	7,34	0,02	< DL	0,13	0,02	< DL	36,14	6,96	2,23	32,77	0,10	14,29	100,00	0,51	0,96
	to 4	8,73	< DL	< DL	1,23	< DL	< DL	36,24	6,78	2,49	30,86	0,15	13,49	100,00	0,56	0,94
	to 5	6,43	< DL	< DL	0,46	< DL	< DL	35,69	6,66	2,52	33,69	0,09	14,45	100,00	0,49	0,97
MS07-514	to 1	7,40	< DL	0,05	0,79	0,03	0,11	35,00	8,97	1,83	30,81	0,88	14,14	100,00	0,45	0,68
	to 2	5,65	0,04	< DL	0,74	< DL	< DL	35,98	8,37	2,17	31,57	1,13	14,34	100,00	0,40	0,66
	to 3	5,43	0,20	< DL	0,89	< DL	0,02	37,20	7,80	2,11	31,20	1,03	14,11	100,00	0,41	0,67
	to 4	5,76	0,07	< DL	0,72	0,03	< DL	35,93	8,83	2,10	31,25	1,32	13,97	100,00	0,39	0,61
	to 5	5,94	0,04	< DL	0,72	< DL	< DL	37,40	7,62	2,25	31,96	0,73	13,33	100,00	0,44	0,76
	to 6	2,15	0,01	0,02	0,26	< DL	0,07	54,89	2,78	6,49	26,76	2,67	3,91	100,00	0,44	0,71
MS07-612	to 1	6,51	0,05	< DL	0,66	0,03	0,03	35,55	8,30	1,88	31,16	1,51	14,32	100,00	0,44	0,55
	to 2	7,38	0,04	< DL	1,11	0,04	0,02	35,44	8,08	1,80	30,01	1,71	14,40	100,00	0,48	0,51
	to 4	6,83	0,08	< DL	1,11	0,07	0,02	35,69	7,84	1,91	31,37	1,33	13,77	100,00	0,47	0,59
	to 5	6,72	< DL	< DL	0,57	< DL	< DL	35,29	7,98	1,95	31,91	1,39	14,18	100,00	0,46	0,58
	to 6	6,89	0,02	< DL	1,08	< DL	< DL	35,53	8,07	1,94	30,61	1,47	14,36	100,00	0,46	0,57
MS07-615	to 1	9,26	0,05	0,02	0,67	< DL	< DL	35,13	7,30	2,21	29,24	1,09	15,00	100,00	0,56	0,67
	to 2	11,73	< DL	0,02	0,24	< DL	< DL	34,79	6,58	2,18	28,23	1,36	14,85	100,00	0,64	0,62
	to 4	13,10	0,02	0,02	0,17	< DL	0,02	35,02	6,52	2,32	28,18	0,87	13,76	100,00	0,67	0,73
	to 5	11,44	< DL	0,02	0,46	0,03	0,03	35,37	6,74	2,31	28,43	1,00	14,18	100,00	0,63	0,70
	to 6	10,88	0,02	0,02	0,36	< DL	0,03	35,14	6,55	2,27	28,94	1,01	14,77	100,00	0,62	0,69
	to 7	10,83	< DL	< DL	0,24	0,03	0,03	35,28	6,43	2,38	27,84	0,87	16,08	100,00	0,63	0,73
	to 8	9,45	0,10	< DL	0,36	0,06	0,02	34,55	6,55	2,18	26,95	1,17	18,62	100,00	0,59	0,65
	to 9	9,23	0,06	0,03	0,16	0,03	0,02	34,94	6,50	2,42	29,36	0,67	16,57	100,00	0,59	0,78

* Br₂O₃ déduit par sommation à 100%; < DL = en-dessous de la limite de détection

ANNEXE G
Compilation des analyses utilisées pour la distribution
métallique

Tableau G1: Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
118-02-01A	11,64	0,46	2077,4	88,3	0	2,79	32,52
118-02-02B	12,32	0	2112,74	2570,1	2,7464	3,54	43,57
118-02-03	1,81	0,17369	2362,11	96,347	0	2,76	5,00
118-02-04	20,42	0	2255,3	134,74	0	5,03	102,66
118-02-05	5,66	0,61429	2529,05	513,44	0	4,80	27,18
118-02-06	2,26	0	1679,52	8,8736	2,7	2,79	6,30
118-02-07	10,03	0	0	0	0	2,82	28,33
118-02-08	20,52	1,81111	9161,11	1752,9	2,7878	5,12	105,08
118-03-04A	15,10	1,88077	3323,33	924,69	2,7564	11,42	172,45
118-03-04C	6,21	2,25	0	0	0	2,79	17,32
118-03-06A	0,45	1,55	165,5	11,9	0	2,78	1,24
118-03-07B	3,73	2,1946	1823,99	82,466	0	2,78	10,40
118-03-09	0,02	0	0	0	0	2,84	0,05
118-03-10A	20,41	1,15686	3437,44	2806,9	2,8288	2,78	56,80
118-03-11	0,29	0,4	807	935,04	2,6511	2,76	0,81
118-03-12A	2,24	0,25958	2477,68	71,281	2,7326	2,80	6,28
118-03-13A	0,02	0	0	0	0	2,80	0,05
118-03-14	7,37	1,34865	593,822	101,9	3,0328	4,72	34,75
118-03-15	5,75	0,41177	2315,54	2639,6	2,7802	2,82	16,22
118-03-16	21,06	1,42727	3170	11,882	2,7464	2,84	59,79
118-03-16A	23,15	1,97895	6942,14	21,443	2,7374	2,79	64,58
118-03-16C	18,90	1,97949	434,358	15,587	2,7703	2,84	53,69
118-03-16E	7,50	1,97999	3403,44	32,365	0	3,47	26,04
118-03-18B	2,23	1,71489	1245,75	329,19	2,8785	2,82	6,29
118-03-19A	2,07	0,86129	2286,57	47,661	0	2,78	5,74
118-03-19B	2,14	0	1464,8	74,62	0	2,81	6,03
118-03-20	5,77	1,29333	3598,67	814,17	2,8273	2,81	16,22
118-03-21A	2,56	3,01143	0	0	0	2,81	7,22
118-03-22A	2,42	1,05862	0	0	0	2,81	6,80
118-03-22B	0,07	1,72941	0	0	0	2,75	0,19
118-03-23	0,55	0,47941	809,905	74,136	0	2,79	1,53
118-03-25	10,24	1,775	4777,5	6,5	0	2,95	30,23
118-03-25A	2,43	2,06874	1500,95	17,619	0	2,77	6,74
118-03-25B	2,89	2,14054	2091,09	14,895	2,7122	2,77	8,01
118-03-25C	1,84	0,23581	281	3,5	0	2,76	5,08
118-03-25F	11,22	1,37272	1178,59	9,2909	0	3,89	43,64
118-03-26	2,12	2,88572	1468,57	456	0	2,77	5,87
118-03-27	5,88	0,46667	2167,08	2360,3	0	5,81	34,16
118-03-27A	1,89	0,2	1145,66	604,72	2,8185	2,80	5,30
118-03-28B	3,69	2,74286	0	0	0	2,80	10,33
118-03-28E	2,20	0,41875	2840	0	2,9138	2,83	6,24
118-03-28F	0,60	2,175	1265	343,1	0	2,84	1,69
118-03-28G	3,26	0,51291	0	0	0	2,76	9,01
118-03-29	5,48	1,11765	2852,35	22,982	0	2,83	15,53
118-03-29A	1,26	0,66773	0	0	0	2,79	3,51
118-03-29B	8,85	1,71385	0	0	0	2,80	24,82
118-03-29C	2,50	1,08438	2416,73	66,81	0	2,82	7,06
118-03-30A	0,54	0,73847	0	0	0	2,84	1,53
118-03-31	6,57	0,56667	1067,55	649	0	5,32	34,94
118-03-32	1,32	1,98352	1640,63	57,405	0	2,84	3,74
118-03-32A	0,10	2,3353	0	0	0	2,79	0,29
118-03-33A	19,57	0,2	3562,68	2594,1	2,719	3,27	64,02
118-03-34A	0,69	1,75159	1322,45	1,7394	0	2,77	1,91
118-03-35	8,85	2,77109	3854,44	190,12	0	5,93	52,50
118-03-35A	6,67	0,2	2486,93	10,122	2,7004	2,81	18,72
118-03-35B	14,35	1,31667	3361,12	6,8722	2,6881	2,80	40,17

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
118-03-35D	21,08	0	6955,34	48,434	2,7717	6,69	141,07
118-03-35E	16,79	1,58445	2450,68	19,439	2,7919	3,92	65,91
118-03-36	2,94	2,07758	0	0	0	2,80	8,22
118-03-37	1,67	1,30968	1550	1170	0	2,78	4,65
118-03-38	3,47	0,2557	0	0	0	2,83	9,82
118-03-39	10,60	1,84848	5199,1	362,75	2,8079	2,77	29,32
118-03-39A	6,71	0,5	0	0	0	5,35	35,86
118-03-39B	7,80	1,8	0	0	0	3,27	25,52
118-03-40	4,27	2,89024	1414,44	18,961	0	2,84	12,10
118-03-40A	6,46	1,48649	0	0	0	2,77	17,91
118-03-42	7,23	1,95294	0	0	0	2,77	20,05
118-03-43	5,33	1,97204	0	0	0	2,75	14,68
118-03-44B	3,74	1,71	2337,88	2872,3	0	2,83	10,59
118-03-45	0,66	1,16744	0	0	0	2,84	1,87
118-03-46	0,79	0	0	0	0	2,77	2,18
118-03-47	0,96	0,87188	0	0	0	2,81	2,70
118-03-48	4,62	2,15377	0	0	0	2,78	12,84
118-03-49	2,46	1,34138	1280	1309,2	0	2,80	6,89
118-04-07D	3,59	1,41794	1124,04	76,923	0	2,80	10,06
118-04-08B	6,53	1,825	0	0	0	2,81	18,33
118-04-21B	8,04	1,55842	1660,39	2130,3	2,6231	3,03	24,40
118-04-34C	0,45	2,55249	0	0	0	2,81	1,26
118-04-50A	7,04	2,16667	0	0	0	2,78	19,54
118-04-50B	0,05	2,13333	0	0	0	2,67	0,12
118-04-50C	0,74	2,49261	0	0	0	2,88	2,14
118-04-50D	2,49	1,15694	0	0	0	2,85	7,10
118-04-51E	2,35	0,44353	0	0	0	2,81	6,61
118-04-52	1,77	1,08048	1073,37	0,7195	0	2,76	4,89
118-04-52B	6,65	0,55758	0	0	0	2,82	18,77
118-04-52D	3,03	1,47539	0	0	0	2,76	8,37
118-04-52E	4,62	0,68172	0	0	0	2,76	12,76
118-04-53	0,25	1,05405	0	0	0	2,78	0,70
118-04-54B	0,19	1,04325	0	0	0	2,75	0,53
118-04-55	0,03	0,89024	0	0	0	2,78	0,09
118-04-56	0,03	0,2	0	0	0	2,81	0,08
118-04-57A	0,05	1,37143	0	0	0	2,83	0,14
118-04-57C	7,24	0,2	3407,02	5,5056	0	5,91	42,79
118-04-57E	7,98	1,02068	0	0	0	2,84	22,66
118-04-57G	6,45	1,30334	4277,01	4,9734	0	2,77	17,88
118-04-58	1,18	1	0	0	0	2,77	3,27
118-04-59	0,07	0,76249	0	0	0	3,09	0,21
118-04-59A	0,49	1,1375	0	0	0	2,79	1,38
118-04-60	0,00	0	0	0	0	2,79	0,00
118-04-60A	0,28	1,84412	0	0	0	2,79	0,78
118-04-61A	0,00	0	0	0	0	2,79	0,00
118-04-63	1,07	2,21111	0	0	0	2,84	3,03
27-43	0,18	0	0	0	0	2,85	0,52
27-46	0,04	0	0	0	0	2,75	0,10
27-60	0,02	0	0	0	0	2,80	0,04
27-77	4,08	0	0	0	0	2,83	11,55
27-78	6,48	0	0	0	0	2,78	18,04
27-80	0,40	0	0	0	0	2,80	1,13
27-81	0,24	0	0	0	0	2,79	0,66
B08-77-48C	5,66	0	0	0	0	2,80	15,83
B08-77-48D	2,26	0	0	0	0	1,40	3,16
B08-80-46A	63,52	0	0	0	0	0,90	57,13

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
B08-80-46C	2,81	0	0	0	0	1,30	3,64
B08-80-46D	58,48	0	0	0	0	1,00	58,44
B08-80-47A	20,82	0	0	0	0	2,80	58,27
D08-101-28	8,01	0	0	0	0	5,99	47,98
D08-101-28A	9,65	0	0	0	0	7,51	72,48
D08-101-28B	17,17	0	0	0	0	4,98	85,55
D08-101-29	14,11	0	0	0	0	6,95	98,04
D08-101-29A	8,78	0	0	0	0	10,30	90,44
D08-101-29B	11,21	0	0	0	0	7,17	80,39
D08-101-30	7,07	0	0	0	0	8,50	60,07
D08-101-30A	21,89	0	0	0	0	8,54	186,86
D08-101-30B	8,07	0	0	0	0	7,57	61,13
D08-101-31	13,19	0	0	0	0	7,60	100,22
D08-101-31A	5,26	0	0	0	0	8,17	42,97
D08-101-31B	10,38	0	0	0	0	2,92	30,33
D08-101-32	4,98	0	0	0	0	5,10	25,39
D08-101-32A	16,44	0	0	0	0	8,16	134,11
D08-101-32B	35,05	0	0	0	0	3,34	117,06
D08-101-33	12,49	0	0	0	0	2,89	36,14
D08-101-33A	17,21	0	0	0	0	6,27	107,89
D08-101-33B	33,34	0	0	0	0	3,79	126,36
D08-101-34	15,34	0	0	0	0	2,99	45,93
D08-101-34A	7,28	0	0	0	0	5,13	37,38
D08-101-34B	10,24	0	0	0	0	2,92	29,86
D08-101-35	10,33	0	0	0	0	2,99	30,94
D08-101-35A	20,02	0	0	0	0	4,26	85,30
D08-101-35B	24,18	0	0	0	0	2,79	67,37
D08-101-36	8,98	0	0	0	0	2,98	26,77
D08-101-36A	16,95	0	0	0	0	2,83	47,95
D08-101-37	4,71	0	0	0	0	2,98	14,05
D08-101-38	4,78	0	0	0	0	2,99	14,28
D08-101-39	3,07	0	0	0	0	2,99	9,20
D08-101-40	1,73	0	0	0	0	2,99	5,17
D08-101-41	5,67	0	0	0	0	2,99	16,98
D08-125-34	1,88	0	0	0	0	3,00	5,63
D08-71-33	46,10	0	0	0	0	3,09	142,66
D08-71-34	23,12	0	0	0	0	2,80	64,72
D08-71-35	21,39	0	0	0	0	3,10	66,25
D08-71-36	55,11	0	0	0	0	2,76	152,17
D08-71-37	6,40	0	0	0	0	2,80	17,90
D08-74-32	16,56	0	0	0	0	4,10	67,87
D08-74-33	23,18	0	0	0	0	3,45	79,88
D08-74-34	10,43	0	0	0	0	3,50	36,49
D08-74-35	28,46	0	0	0	0	3,59	102,22
D08-74-36	2,42	0	0	0	0	2,78	6,75
D08-74-37	1,18	0	0	0	0	2,80	3,32
D08-77-28	7,32	0	0	0	0	3,39	24,84
D08-77-29	10,01	0	0	0	0	4,34	43,43
D08-77-30	13,49	0	0	0	0	3,98	53,65
D08-77-31	6,87	0	0	0	0	4,09	28,11
D08-77-32	12,38	0	0	0	0	3,65	45,13
D08-77-33	22,38	0	0	0	0	2,84	63,65
D08-77-34	56,49	0	0	0	0	2,80	158,14
D08-77-35	2,68	0	0	0	0	2,80	7,49
D08-77-36	2,80	0	0	0	0	2,79	7,81
D08-77-42	1,37	0	0	0	0	2,80	3,84

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D08-77-43	2,36	0	0	0	0	2,80	6,59
D08-77-43A	2,03	0	0	0	0	2,76	5,62
D08-77-43B	1,27	0	0	0	0	2,76	3,51
D08-77-44	2,03	0	0	0	0	2,80	5,69
D08-77-44A	1,64	0	0	0	0	2,81	4,61
D08-77-44B	3,21	0	0	0	0	2,80	8,98
D08-77-44D	7,17	0	0	0	0	2,84	20,34
D08-77-45	2,31	0	0	0	0	2,79	6,45
D08-77-45A	4,60	0	0	0	0	2,78	12,78
D08-77-45B	0,68	0	0	0	0	2,76	1,87
D08-77-45C	0,41	0	0	0	0	2,79	1,13
D08-77-45D	11,85	0	0	0	0	2,80	33,20
D08-77-46	6,73	0	0	0	0	2,80	18,84
D08-77-46A	10,67	0	0	0	0	2,89	30,79
D08-77-46B	6,88	0	0	0	0	2,79	19,20
D08-77-46C	6,42	0	0	0	0	2,96	19,03
D08-77-46D	1,87	0	0	0	0	2,77	5,18
D08-77-47	3,46	0	0	0	0	2,80	9,67
D08-77-47A	14,78	0	0	0	0	2,80	41,34
D08-77-47B	1,75	0	0	0	0	2,76	4,83
D08-77-47C	1,51	0	0	0	0	2,79	4,23
D08-77-47D	0,96	0	0	0	0	2,79	2,67
D08-77-48	0,48	0	0	0	0	2,80	1,36
D08-77-48A	3,48	0	0	0	0	2,82	9,82
D08-77-48B	0,39	0	0	0	0	2,79	1,09
D08-77-48C	6,66	0	0	0	0	2,82	18,83
D08-77-48D	2,37	0	0	0	0	2,79	6,60
D08-77-49	0,40	0	0	0	0	2,80	1,11
D08-77-49A	1,39	0	0	0	0	2,82	3,91
D08-77-49B	0,71	0	0	0	0	2,83	2,02
D08-77-49C	0,54	0	0	0	0	2,78	1,49
D08-77-49D	15,09	0	0	0	0	2,80	42,28
D08-77-50	1,42	0	0	0	0	2,79	3,96
D08-77-50A	1,08	0	0	0	0	2,82	3,04
D08-77-50B	2,75	0	0	0	0	2,80	7,70
D08-77-51	0,33	0	0	0	0	2,79	0,92
D08-77-51A	0,36	0	0	0	0	2,82	1,01
D08-77-51B	1,64	0	0	0	0	2,75	4,51
D08-77-52	0,83	0	0	0	0	2,80	2,33
D08-77-52A	0,10	0	0	0	0	2,81	0,27
D08-77-52B	5,94	0	0	0	0	2,81	16,70
D08-77-53	0,60	0	0	0	0	2,79	1,68
D08-77-53A	0,48	0	0	0	0	2,80	1,35
D08-77-53B	0,28	0	0	0	0	2,80	0,77
D08-80-28	7,34	0	0	0	0	5,20	38,14
D08-80-29	7,24	0	0	0	0	5,79	41,94
D08-80-30	6,31	0	0	0	0	6,88	43,41
D08-80-31	21,54	0	0	0	0	6,08	130,91
D08-80-32	12,90	0	0	0	0	4,79	61,76
D08-80-33	46,49	0	0	0	0	3,40	157,99
D08-80-34	1,77	0	0	0	0	2,80	4,95
D08-80-35	2,56	0	0	0	0	2,95	7,55
D08-80-36	13,26	0	0	0	0	2,80	37,10
D08-80-37	6,58	0	0	0	0	2,79	18,35
D09-101-24	6,79	0	0	0	0	4,23	28,75
D09-101-24A	19,20	0	0	0	0	3,19	61,28

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D09-101-24B	10,25	0	0	0	0	6,46	66,22
D09-101-25	48,43	0	0	0	0	4,09	198,17
D09-101-25A	2,86	0	0	0	0	3,00	8,57
D09-101-25B	22,67	0	0	0	0	3,65	82,75
D09-101-26	11,25	0	0	0	0	5,89	66,26
D09-101-26A	7,38	0	0	0	0	6,15	45,38
D09-101-26B	20,16	0	0	0	0	3,54	71,32
D09-101-27	4,55	0	0	0	0	4,20	19,10
D09-101-27A	11,97	0	0	0	0	5,89	70,51
D09-101-27B	20,62	0	0	0	0	3,36	69,39
D09-101-29C	4,75	0	0	0	0	7,53	35,77
D09-101-29D	20,32	0	0	0	0	6,51	132,25
D09-101-30D	11,37	0	0	0	0	7,75	88,12
D09-101-31D	23,86	0	0	0	0	3,49	83,35
D09-101-32D	44,68	0	0	0	0	3,01	134,30
D09-101-33C	13,13	0	0	0	0	4,95	65,06
D09-101-33D	51,31	0	0	0	0	3,02	154,92
D09-101-43	6,28	0	0	0	0	2,74	17,20
D09-101-44	2,67	0	0	0	0	2,74	7,31
D09-101-45	1,46	0	0	0	0	2,73	3,99
D09-101-46	1,87	0	0	0	0	2,53	4,72
D09-101-47	0,96	0	0	0	0	2,48	2,36
D09-101-47A	5,73	0	0	0	0	2,38	13,67
D09-101-48	3,52	0	0	0	0	2,14	7,54
D09-101-48A	1,51	0	0	0	0	1,98	2,98
D09-101-49	1,49	0	0	0	0	1,94	2,89
D09-104-36	35,45	0	0	0	0	2,91	103,27
D09-104-37	4,00	0	0	0	0	2,73	10,90
D09-104-38	4,98	0	0	0	0	2,74	13,64
D09-104-39	2,60	0	0	0	0	2,74	7,12
D09-104-40	10,43	0	0	0	0	2,73	28,50
D09-104-41	1,93	0	0	0	0	2,72	5,26
D09-104-42	4,88	0	0	0	0	2,72	13,26
D09-104-43	6,01	0	0	0	0	2,73	16,39
D09-104-44	4,00	0	0	0	0	2,50	9,98
D09-104-45	26,47	0	0	0	0	2,24	59,35
D09-116-37	19,40	0	0	0	0	3,29	63,81
D09-116-38	6,10	0	0	0	0	2,62	16,01
D09-116-39	5,95	0	0	0	0	2,62	15,60
D09-116-40	3,81	0	0	0	0	2,61	9,93
D09-116-41	2,50	0	0	0	0	2,47	6,18
D09-116-42	3,23	0	0	0	0	2,13	6,87
D09-119-25	37,93	0	0	0	0	2,96	112,41
D09-119-26	7,65	0	0	0	0	2,93	22,42
D09-119-27	24,23	0	0	0	0	2,62	63,60
D09-119-28	16,46	0	0	0	0	2,82	46,35
D09-119-29	7,08	0	0	0	0	2,62	18,55
D09-119-30	6,99	0	0	0	0	3,09	21,60
D09-119-31	12,01	0	0	0	0	5,82	69,85
D09-119-32	12,09	0	0	0	0	5,05	61,06
D09-119-33	13,12	0	0	0	0	4,20	55,06
D09-119-34	10,31	0	0	0	0	5,32	54,88
D09-119-35	30,20	0	0	0	0	3,39	102,30
D09-119-36	8,89	0	0	0	0	3,79	33,68
D09-119-37	4,37	0	0	0	0	2,59	11,33
D09-119-38	9,72	0	0	0	0	2,60	25,25

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D09-119-39	6,49	0	0	0	0	2,60	16,87
D09-119-40	7,66	0	0	0	0	2,61	20,01
D09-119-41	3,89	0	0	0	0	2,62	10,18
D09-119-42	5,15	0	0	0	0	2,62	13,50
D09-119-43	16,89	0	0	0	0	2,63	44,37
D09-122-26	6,18	0	0	0	0	4,79	29,60
D09-122-27	9,64	0	0	0	0	3,84	37,01
D09-122-28	2,62	0	0	0	0	2,98	7,83
D09-122-29	8,13	0	0	0	0	2,63	21,41
D09-122-30	9,95	0	0	0	0	3,16	31,41
D09-122-31	11,68	0	0	0	0	3,76	43,93
D09-122-32	14,25	0	0	0	0	3,39	48,34
D09-122-33	8,77	0	0	0	0	3,02	26,52
D09-122-34	7,78	0	0	0	0	3,75	29,15
D09-122-35	7,74	0	0	0	0	3,55	27,52
D09-122-36	7,48	0	0	0	0	2,64	19,73
D09-122-37	3,90	0	0	0	0	2,65	10,33
D09-122-38	4,10	0	0	0	0	2,64	10,85
D09-122-39	1,96	0	0	0	0	2,64	5,16
D09-122-40	5,69	0	0	0	0	2,64	15,01
D09-122-41	18,52	0	0	0	0	2,64	48,84
D09-122-42	9,32	0	0	0	0	2,65	24,71
D09-122-43	3,34	0	0	0	0	2,66	8,86
D09-122-44	9,42	0	0	0	0	2,66	25,06
D09-122-44A	7,90	0	0	0	0	2,72	21,52
D09-122-45	10,17	0	0	0	0	2,66	27,05
D09-122-45A	10,11	0	0	0	0	2,68	27,12
D09-122-47	12,07	0	0	0	0	1,94	23,45
D09-122-47A	3,52	0	0	0	0	1,92	6,75
D09-122-48	43,77	0	0	0	0	1,65	72,05
D09-122-48A	6,06	0	0	0	0	1,71	10,35
D09-125-24	0,22	0	0	0	0	3,21	0,71
D09-125-24C	0,93	0	0	0	0	3,28	3,04
D09-125-25	44,71	0	0	0	0	3,13	140,00
D09-125-25B	7,47	0	0	0	0	2,95	22,02
D09-125-25C	2,28	0	0	0	0	3,04	6,94
D09-125-25D	6,06	0	0	0	0	3,00	18,16
D09-125-25E	9,43	0	0	0	0	3,21	30,23
D09-125-25F	7,47	0	0	0	0	4,37	32,64
D09-125-26	4,19	0	0	0	0	3,29	13,81
D09-125-26B	1,71	0	0	0	0	2,99	5,11
D09-125-26C	6,11	0	0	0	0	2,75	16,79
D09-125-26D	11,38	0	0	0	0	3,89	44,25
D09-125-26E	4,22	0	0	0	0	3,59	15,18
D09-125-26F	18,81	0	0	0	0	2,93	55,18
D09-125-27	7,64	0	0	0	0	3,68	28,15
D09-125-27B	7,62	0	0	0	0	4,86	37,02
D09-125-27C	12,02	0	0	0	0	3,78	45,41
D09-125-27D	7,15	0	0	0	0	4,50	32,21
D09-125-27E	2,52	0	0	0	0	4,30	10,85
D09-125-28	9,96	0	0	0	0	3,19	31,81
D09-125-28A	3,86	0	0	0	0	2,85	10,99
D09-125-28B	24,63	0	0	0	0	3,45	84,98
D09-125-28C	7,48	0	0	0	0	3,38	25,25
D09-125-28D	12,82	0	0	0	0	4,56	58,45
D09-125-29	9,06	0	0	0	0	3,30	29,87

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D09-125-29A	10,63	0	0	0	0	2,92	31,01
D09-125-30	11,60	0	0	0	0	3,90	45,23
D09-125-31	3,45	0	0	0	0	4,10	14,16
D09-125-32	2,75	0	0	0	0	2,99	8,23
D09-125-33	8,89	0	0	0	0	3,10	27,57
D09-125-35	8,44	0	0	0	0	3,77	31,81
D09-125-36	11,02	0	0	0	0	3,17	34,88
D09-125-37	9,31	0	0	0	0	2,62	24,40
D09-125-38	5,70	0	0	0	0	2,64	15,03
D09-125-39	12,80	0	0	0	0	2,63	33,67
D09-125-40	6,16	0	0	0	0	2,63	16,22
D09-125-41	6,35	0	0	0	0	2,63	16,71
D09-125-42	4,56	0	0	0	0	2,64	12,04
D09-125-43	8,32	0	0	0	0	2,55	21,20
D09-125-44	10,54	0	0	0	0	2,42	25,48
D09-125-45	12,25	0	0	0	0	3,34	40,96
D09-125-45B	7,99	0	0	0	0	2,82	22,52
D09-125-46	12,55	0	0	0	0	3,67	46,04
D09-125-46B	1,43	0	0	0	0	2,51	3,60
D09-125-47	4,18	0	0	0	0	2,23	9,31
D09-125-47B	3,44	0	0	0	0	2,20	7,59
D09-125-48	9,99	0	0	0	0	1,92	19,21
D09-125-48A	6,80	0	0	0	0	2,55	17,36
D09-125-48B	2,71	0	0	0	0	2,11	5,72
D09-125-49	1,26	0	0	0	0	2,29	2,90
D09-125-49A	3,77	0	0	0	0	2,41	9,07
D09-125-49B	5,92	0	0	0	0	2,34	13,84
D09-125-50	2,78	0	0	0	0	2,21	6,13
D09-125-50A	9,53	0	0	0	0	2,18	20,82
D09-125-50B	2,78	0	0	0	0	2,22	6,18
D09-125-51	2,76	0	0	0	0	1,80	4,97
D09-125-51A	5,07	0	0	0	0	2,30	11,69
D09-125-51B	3,40	0	0	0	0	2,12	7,23
D09-128-28	27,90	0	0	0	0	2,93	81,89
D09-128-29	25,59	0	0	0	0	2,62	67,12
D09-128-30	6,73	0	0	0	0	2,62	17,62
D09-128-31	3,70	0	0	0	0	2,62	9,69
D09-128-32	7,83	0	0	0	0	2,61	20,47
D09-128-33	5,65	0	0	0	0	2,61	14,76
D09-128-34	9,62	0	0	0	0	2,61	25,10
D09-128-35	3,21	0	0	0	0	2,63	8,43
D09-128-36	6,51	0	0	0	0	2,62	17,06
D09-128-37	3,35	0	0	0	0	2,16	7,26
D09-128-38	12,42	0	0	0	0	2,64	32,85
D09-128-39	8,52	0	0	0	0	2,65	22,53
D09-128-40	5,01	0	0	0	0	2,66	13,35
D09-128-41	4,70	0	0	0	0	2,66	12,53
D09-128-42	6,96	0	0	0	0	2,29	15,94
D09-128-43	7,81	0	0	0	0	2,03	15,86
D09-128-44	2,65	0	0	0	0	1,84	4,87
D09-66-31	17,87	0	0	0	0	4,15	74,17
D09-66-32	14,42	0	0	0	0	3,39	48,84
D09-66-33	9,10	0	0	0	0	3,59	32,68
D09-66-34	3,94	0	0	0	0	2,79	11,00
D09-66-35	6,58	0	0	0	0	2,80	18,43
D09-66-36	10,96	0	0	0	0	2,80	30,64

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D09-66-37	13,48	0	0	0	0	2,90	39,06
D09-66-38	6,74	0	0	0	0	3,10	20,88
D09-66-39	9,43	0	0	0	0	2,80	26,39
D09-66-40	7,60	0	0	0	0	2,79	21,25
D09-66-41	15,76	0	0	0	0	4,64	73,09
D09-66-42	13,54	0	0	0	0	3,39	45,86
D09-66-43	11,93	0	0	0	0	3,49	41,57
D09-66-44	8,56	0	0	0	0	3,19	27,32
D09-66-45	5,35	0	0	0	0	2,80	14,95
D09-66-45A	7,63	0	0	0	0	2,76	21,08
D09-66-46A	10,76	0	0	0	0	2,85	30,67
D09-66-47A	1,06	0	0	0	0	2,88	3,06
D09-66-48A	0,88	0	0	0	0	2,86	2,51
D09-69-40	6,04	0	0	0	0	2,78	16,83
D09-69-41	11,50	0	0	0	0	2,79	32,06
D09-69-42	12,81	0	0	0	0	3,89	49,89
D09-69-43	5,91	0	0	0	0	2,79	16,50
D09-69-44	3,53	0	0	0	0	2,77	9,80
D09-69-45	7,13	0	0	0	0	2,76	19,70
D09-69-45A	1,65	0	0	0	0	2,79	4,60
D09-69-46	15,83	0	0	0	0	3,00	47,50
D09-69-46A	0,94	0	0	0	0	2,80	2,63
D09-69-46B	1,00	0	0	0	0	2,80	2,79
D09-69-47	1,09	0	0	0	0	2,79	3,03
D09-69-47A	40,31	0	0	0	0	2,85	114,84
D09-69-47B	0,97	0	0	0	0	2,79	2,70
D09-69-48	0,39	0	0	0	0	2,80	1,09
D09-69-48A	1,09	0	0	0	0	2,90	3,15
D09-69-48B	2,84	0	0	0	0	2,88	8,18
D09-69-49	6,69	0	0	0	0	2,80	18,72
D09-69-49A	2,33	0	0	0	0	2,85	6,65
D09-69-49B	23,19	0	0	0	0	2,67	61,98
D09-69-50	5,95	0	0	0	0	2,80	16,65
D09-69-50A	17,26	0	0	0	0	2,83	48,79
D09-69-50B	12,20	0	0	0	0	2,91	35,54
D09-69-51	21,97	0	0	0	0	3,44	75,65
D09-69-51A	3,99	0	0	0	0	2,80	11,20
D09-69-52	26,98	0	0	0	0	2,92	78,74
D09-69-52A	5,96	0	0	0	0	3,48	20,76
D09-69-53	2,74	0	0	0	0	2,79	7,65
D09-69-53A	18,27	0	0	0	0	2,38	43,39
D09-69-54	0,22	0	0	0	0	2,82	0,61
D09-69-54A	2,13	0	0	0	0	2,14	4,54
D09-71-18	0,44	0	0	0	0	3,44	1,51
D09-71-18A	2,89	0	0	0	0	3,15	9,11
D09-71-19	1,21	0	0	0	0	3,57	4,31
D09-71-19A	2,28	0	0	0	0	2,57	5,85
D09-71-20	1,45	0	0	0	0	3,40	4,93
D09-71-20A	4,00	0	0	0	0	2,68	10,73
D09-71-21	4,21	0	0	0	0	3,00	12,62
D09-71-21A	3,25	0	0	0	0	2,77	8,99
D09-71-22	4,42	0	0	0	0	3,60	15,90
D09-71-22A	4,99	0	0	0	0	2,74	13,66
D09-71-23	3,27	0	0	0	0	3,09	10,11
D09-71-23A	7,64	0	0	0	0	2,83	21,61
D09-71-24	7,54	0	0	0	0	2,89	21,82

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D09-71-24A	4,86	0	0	0	0	2,60	12,65
D09-71-25	1,61	0	0	0	0	2,90	4,66
D09-71-26	1,35	0	0	0	0	3,20	4,33
D09-71-27	6,58	0	0	0	0	4,00	26,31
D09-71-28	5,47	0	0	0	0	5,09	27,87
D09-71-29	6,77	0	0	0	0	3,99	27,04
D09-71-30	13,73	0	0	0	0	2,79	38,35
D09-71-31	23,84	0	0	0	0	3,40	81,00
D09-71-32	15,19	0	0	0	0	3,30	50,06
D09-71-38	3,56	0	0	0	0	2,80	9,96
D09-71-39	14,58	0	0	0	0	2,80	40,78
D09-71-40	3,74	0	0	0	0	2,80	10,46
D09-71-41	7,25	0	0	0	0	2,79	20,25
D09-71-42	1,03	0	0	0	0	2,79	2,88
D09-71-43	13,99	0	0	0	0	2,80	39,14
D09-71-44	3,06	0	0	0	0	2,80	8,56
D09-71-45	0,96	0	0	0	0	2,79	2,68
D09-74-18	2,42	0	0	0	0	3,64	8,80
D09-74-19	2,50	0	0	0	0	3,42	8,57
D09-74-19A	12,82	0	0	0	0	3,17	40,69
D09-74-20	2,55	0	0	0	0	3,00	7,64
D09-74-21	1,70	0	0	0	0	3,97	6,76
D09-74-22	4,40	0	0	0	0	4,50	19,77
D09-74-23	9,00	0	0	0	0	4,48	40,30
D09-74-25	1,02	0	0	0	0	2,99	3,04
D09-74-26	3,60	0	0	0	0	2,99	10,77
D09-74-27	5,36	0	0	0	0	4,00	21,44
D09-74-28	8,31	0	0	0	0	4,80	39,89
D09-74-29	11,87	0	0	0	0	4,30	51,04
D09-74-30	8,66	0	0	0	0	4,80	41,55
D09-74-31	10,07	0	0	0	0	4,31	43,36
D09-74-38	1,77	0	0	0	0	2,80	4,94
D09-74-39	2,95	0	0	0	0	2,80	8,26
D09-74-40	4,93	0	0	0	0	2,80	13,80
D09-74-41	1,10	0	0	0	0	2,81	3,09
D09-77-15	5,18	0	0	0	0	2,98	15,44
D09-77-15A	13,54	0	0	0	0	2,98	40,30
D09-77-15B	2,56	0	0	0	0	2,96	7,58
D09-77-16	7,81	0	0	0	0	3,49	27,26
D09-77-16A	3,18	0	0	0	0	3,02	9,61
D09-77-16B	2,25	0	0	0	0	3,05	6,84
D09-77-17	3,75	0	0	0	0	3,99	14,95
D09-77-17A	2,85	0	0	0	0	2,95	8,38
D09-77-17B	4,01	0	0	0	0	3,00	12,05
D09-77-18	3,19	0	0	0	0	3,10	9,89
D09-77-18A	2,55	0	0	0	0	3,15	8,03
D09-77-19	2,29	0	0	0	0	2,79	6,41
D09-77-19A	6,30	0	0	0	0	3,02	19,04
D09-77-20	0,91	0	0	0	0	3,00	2,72
D09-77-21	9,34	0	0	0	0	4,30	40,11
D09-77-22	4,86	0	0	0	0	2,90	14,09
D09-77-23	13,72	0	0	0	0	2,80	38,39
D09-77-24	4,17	0	0	0	0	3,00	12,50
D09-77-25	4,27	0	0	0	0	3,00	12,79
D09-77-26	2,80	0	0	0	0	3,69	10,31
D09-77-27	4,99	0	0	0	0	3,10	15,48

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D09-77-37	3,75	0	0	0	0	2,80	10,50
D09-77-38	1,77	0	0	0	0	2,80	4,94
D09-80-20	4,23	0	0	0	0	3,00	12,67
D09-80-20A	1,90	0	0	0	0	2,69	5,11
D09-80-21	3,10	0	0	0	0	3,00	9,29
D09-80-21A	1,22	0	0	0	0	2,68	3,26
D09-80-22	9,83	0	0	0	0	3,20	31,41
D09-80-22A	4,11	0	0	0	0	3,26	13,41
D09-80-23	10,06	0	0	0	0	3,00	30,17
D09-80-23A	8,39	0	0	0	0	3,46	29,07
D09-80-24	27,93	0	0	0	0	2,79	77,95
D09-80-24A	3,33	0	0	0	0	2,33	7,77
D09-80-25	3,44	0	0	0	0	2,89	9,97
D09-80-25A	10,96	0	0	0	0	2,44	26,77
D09-80-26	10,94	0	0	0	0	5,78	63,17
D09-80-26A	5,84	0	0	0	0	3,27	19,08
D09-80-27	7,26	0	0	0	0	3,10	22,49
D09-80-27A	8,60	0	0	0	0	3,02	25,94
D09-80-41	4,89	0	0	0	0	2,61	12,77
D09-80-42	2,04	0	0	0	0	2,62	5,33
D09-80-43	1,21	0	0	0	0	2,61	3,16
D09-80-44	1,87	0	0	0	0	2,59	4,85
D09-80-45	3,50	0	0	0	0	2,59	9,08
D09-80-46	0,17	0	0	0	0	2,51	0,42
D09-80-47	0,08	0	0	0	0	2,65	0,21
D09-80-48	0,08	0	0	0	0	2,72	0,22
D09-95-31	15,65	0	0	0	0	5,08	79,58
D09-95-32	34,50	0	0	0	0	4,47	154,26
D09-95-33	19,66	0	0	0	0	8,24	161,88
D09-95-34	21,92	0	0	0	0	5,89	129,21
D09-95-35	11,59	0	0	0	0	4,72	54,66
D09-95-36	17,78	0	0	0	0	4,32	76,83
D09-98-29A	10,70	0	0	0	0	6,07	64,94
D09-98-31A	9,00	0	0	0	0	4,41	39,67
D09-98-33A	11,35	0	0	0	0	7,72	87,63
D09-98-36	14,99	0	0	0	0	2,63	39,43
D09-98-37	10,82	0	0	0	0	2,63	28,41
D09-98-38	7,31	0	0	0	0	2,62	19,15
D09-98-39	17,76	0	0	0	0	2,62	46,60
D09-98-40	4,93	0	0	0	0	2,63	12,97
D09-98-41	1,03	0	0	0	0	2,63	2,70
D09-98-42	5,74	0	0	0	0	2,29	13,14
D09-98-43	6,44	0	0	0	0	1,76	11,32
D10-116-26	31,46	0	0	0	0	3,32	104,39
D10-116-27	6,65	0	0	0	0	4,00	26,56
D10-116-28	2,87	0	0	0	0	5,53	15,85
D10-116-29	10,69	0	0	0	0	4,59	49,12
D10-116-30	8,72	0	0	0	0	3,38	29,49
D10-116-31	11,14	0	0	0	0	4,21	46,88
D10-116-32	8,49	0	0	0	0	4,31	36,58
D10-116-33	8,29	0	0	0	0	4,89	40,56
D10-116-34	5,81	0	0	0	0	4,04	23,48
D10-116-35	10,19	0	0	0	0	3,58	36,46
D10-116-36	47,64	0	0	0	0	3,86	183,70
D10-116-43	2,76	0	0	0	0	2,68	7,37
D10-116-44	3,16	0	0	0	0	2,48	7,85

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
D10-116-45	2,15	0	0	0	0	2,92	6,30
D10-116-46	6,57	0	0	0	0	2,71	17,78
D10-116-47	15,68	0	0	0	0	1,92	30,13
D10-116-48	5,11	0	0	0	0	2,03	10,37
D10-116-49	0,45	0	0	0	0	1,93	0,87
D10-119-23	1,60	0	0	0	0	2,99	4,78
D10-119-23A	3,36	0	0	0	0	3,47	11,64
D10-119-24A	2,71	0	0	0	0	2,75	7,46
D10-119-24B	2,80	0	0	0	0	2,60	7,27
D10-119-25A	0,41	0	0	0	0	2,50	1,03
D10-66-49A	9,07	0	0	0	0	2,82	25,54
D10-66-50A	17,15	0	0	0	0	2,96	50,74
D10-66-51A	1,93	0	0	0	0	2,78	5,36
D10-66-52A	3,94	0	0	0	0	2,84	11,22
D10-66-54A	8,06	0	0	0	0	3,05	24,60
D10-66-55	2,38	0	0	0	0	2,59	6,18
D10-66-55A	8,31	0	0	0	0	2,73	22,68
D10-66-56	1,43	0	0	0	0	2,45	3,50
D10-66-56A	16,02	0	0	0	0	2,39	38,36
D10-66-57	0,50	0	0	0	0	2,19	1,09
D10-66-58A	1,27	0	0	0	0	2,20	2,80
D10-66-59	0,55	0	0	0	0	1,93	1,05
D10-66-59A	2,48	0	0	0	0	2,37	5,88
D10-69-46C	1,48	0	0	0	0	2,89	4,29
D10-69-47C	7,82	0	0	0	0	2,88	22,56
LA06-49-1	2,83	0,001	825,613	506,04	0	2,77	7,86
LA06-49-10	5,22	0,001	3411,22	602,93	0	2,90	15,13
LA06-49-11	8,17	0,001	4600,02	1679,5	0	3,01	24,57
LA06-49-12	1,20	0,001	700,644	156,45	0	2,78	3,33
LA06-49-13	16,66	0,001	4001,05	3097,8	0	2,87	47,83
LA06-49-14	6,80	0,25075	1402,25	136,63	0	2,85	19,38
LA06-49-2	3,52	0,001	1500,72	204,3	0	2,81	9,91
LA06-49-3	18,04	0,06311	4178,28	4513,5	0	3,06	55,23
LA06-49-4	2,15	0,0175	1449,81	237,79	0	2,82	6,06
LA06-49-5	8,01	0,001	2268,17	622,26	0	2,86	22,89
LA06-49-6	1,69	0,001	1310,2	140,2	0	2,81	4,74
LA06-49-7	16,43	0,08935	3876,74	4121,6	0	4,07	66,85
LA06-49-8	7,30	0,58008	2194,24	93,584	0	4,95	36,12
LA06-49-9	15,39	0,001	1875,89	4368	0	2,79	42,93
LA06-69-1	4,69	0,001	1663,34	260	0	2,79	13,07
LA06-69-10	16,71	0,001	2883,58	163,87	0	4,97	83,09
LA06-69-11	0,58	0,001	741,688	27,738	0	2,80	1,62
LA06-69-12	8,59	0,11279	3489,4	821,34	0	5,72	49,12
LA06-69-13	9,76	0,31056	2349,59	71,074	0	2,77	27,01
LA06-69-14	1,26	0,0466	956,174	22,406	0	2,80	3,53
LA06-69-15	1,74	0,14787	1278,49	29,602	0	2,79	4,86
LA06-69-16	1,80	0,22782	803,158	20,7	0	2,78	5,02
LA06-69-17	5,30	0,001	2557,59	89,259	0	2,81	14,92
LA06-69-18	7,94	0	3201,43	762,96	0	2,80	22,21
LA06-69-19	20,14	0	1648,39	254,42	0	2,75	55,46
LA06-69-2	4,70	0,001	1698,72	1081,8	0	4,14	19,42
LA06-69-20	23,98	0	1767,8	434,66	0	2,83	67,75
LA06-69-21	4,50	0	2580,67	409,07	0	2,76	12,42
LA06-69-22	5,55	0	2128,37	208,71	0	2,76	15,30
LA06-69-23	12,60	0,001	3059,38	464,94	0	3,05	38,38
LA06-69-24	3,86	0,08894	2332,94	592,15	0	2,79	10,78

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
LA06-69-25	7,38	0,001	3208,06	234,19	0	2,78	20,50
LA06-69-26	5,04	0,001	2031,29	162,01	0	2,77	13,99
LA06-69-27	7,64	0,001	4426,13	227,13	0	2,76	21,05
LA06-69-28	8,12	0,09444	2641,88	393,32	0	2,83	22,96
LA06-69-29	2,38	0,12272	2433,31	71,683	0	2,78	6,62
LA06-69-3	4,18	0,001	2270	1315,5	0	2,82	11,80
LA06-69-30	12,78	0,28215	3897,09	985,45	0	4,50	57,48
LA06-69-31	11,91	0,5	2476,67	271	0	2,99	35,65
LA06-69-32	12,41	0,35025	2245	970,5	0	3,94	48,85
LA06-69-33	17,84	0,001	2100	2366,3	0	2,78	49,63
LA06-69-34	7,37	0,001	2034	3430,8	0	4,23	31,16
LA06-69-35	1,77	0,22929	1204	3011,9	0	2,81	4,99
LA06-69-36	60,35	0,57916	3454,21	1618,4	0	3,46	208,97
LA06-69-37	37,38	2,1125	1391,5	598,75	0	3,56	132,98
LA06-69-38	26,82	0,37525	1282,25	1400,5	0	3,05	81,83
LA06-69-39	6,01	0,001	1264,93	397,05	0	4,23	25,41
LA06-69-4	5,32	0,001	1451,28	731,72	0	5,04	26,82
LA06-69-40	11,73	0,05075	2642,5	746,5	0	3,60	42,24
LA06-69-41	11,28	0,22002	1832,93	214,88	0	3,60	40,55
LA06-69-43	5,73	0,001	2568,82	583,91	0	2,80	16,04
LA06-69-44	15,89	0,76572	2491,04	171,55	0	2,80	44,51
LA06-69-45	28,32	0,15694	4986,25	1228,8	0	3,09	87,63
LA06-69-46	15,18	0,13838	1378,81	167,37	0	2,84	43,03
LA06-69-47	22,25	0,001	2666,39	4448,5	0	3,39	75,42
LA06-69-48	6,08	0,001	2327,27	59,091	0	2,64	16,04
LA06-69-49	3,54	0,001	1250	100	0	2,81	9,94
LA06-69-5	6,98	0,61253	1848,24	600,35	0	4,57	31,93
LA06-69-50	37,98	0,96628	1968,97	672,41	0	2,83	107,30
LA06-69-6	14,61	0,41756	797,71	73,75	0	2,80	40,95
LA06-69-7	5,96	0,001	2014,51	90,784	0	2,80	16,69
LA06-69-8	4,55	0,001	1884,39	268,16	0	2,85	12,96
LA06-69-9	5,13	0,001	2076,39	57,392	0	2,79	14,29
LA06-77-1	10,87	0,001	3195,45	272,73	0	3,31	35,98
LA06-77-10	2,66	0,04475	1111,13	858,86	0	6,89	18,35
LA06-77-11	0,00	0	0	0	0	2,79	0,00
LA06-77-12	17,96	0,50648	3290,11	4082,8	0	4,35	78,19
LA06-77-15	5,31	0,16731	1161,19	13,195	0	2,80	14,88
LA06-77-2	5,47	0,17741	1852,95	485,3	0	2,79	15,28
LA06-77-3	6,42	0,54749	2677,33	1288,8	0	6,42	41,27
LA06-77-4	4,26	0,001	1444,68	1321,7	0	4,18	17,81
LA06-77-5	19,79	0,001	11369,8	88,372	0	3,52	69,65
LA06-77-6	4,02	0,38062	1967,09	19,873	0	7,24	29,07
LA06-77-7	4,27	0,001	2458,82	529,41	0	2,85	12,15
LA06-77-8	1,36	0,001	1325,81	10	0	2,79	3,79
LA06-89-2	10,75	0,31931	3258,13	2,0625	0	2,82	30,32
LA06-89-4	0,57	0,001	1033,65	6,8449	0	2,84	1,63
LA07-101-1	16,77	0,001	6735,49	40,658	0	3,07	51,45
LA07-101-10	9,68	0,001	2770	16,367	0	2,78	26,89
LA07-101-11	3,33	0,17129	1244,84	18,971	0	2,80	9,31
LA07-101-12	3,13	0,20361	1178,79	10,676	0	2,77	8,67
LA07-101-13	29,45	0,52121	2173,04	14,127	0	2,77	81,69
LA07-101-14	2,59	0,3	1209,4	17,862	0	2,82	7,31
LA07-101-15	1,01	0,07022	1062,11	13,18	0	2,76	2,80
LA07-101-16	0,66	0,04751	1049,42	6,9756	0	2,83	1,85
LA07-101-17	3,73	0,32022	1110,33	12,071	0	2,82	10,52
LA07-101-2	41,89	0,63544	4960,99	23,114	0	5,50	230,57

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
LA07-101-3	9,19	0,42031	3669,05	157,39	0	8,02	73,75
LA07-101-4	6,41	0,172	2321,79	61,629	0	6,68	42,80
LA07-101-5	4,83	0,18186	1258,68	727,91	0	14,04	67,79
LA07-101-6	2,83	0,001	1075	61,95	0	3,63	10,29
LA07-101-7	3,98	0,14906	2458,68	5090,9	0	2,81	11,18
LA07-101-8	11,06	0,47222	1729,1	1637,5	0	2,84	31,44
LA07-101-9	1,89	0,28917	740,612	112,41	0	2,85	5,37
LA07-125-1	22,88	0,001	7366,67	11,364	0	3,97	90,81
LA07-125-10	11,43	0,76798	2309,83	4,95	0	2,77	31,66
LA07-125-11	2,73	0,001	1391,47	6,9235	0	2,81	7,66
LA07-125-12	7,73	0,42245	2632,29	6,6059	0	2,79	21,54
LA07-125-13	10,64	0,95334	3861,55	8,2689	0	2,78	29,58
LA07-125-14	2,37	0,13946	1869,03	7,2548	0	2,83	6,71
LA07-125-15	3,27	0,26097	1844,39	1,9658	0	2,79	9,11
LA07-125-16	1,90	0,183	468,264	0,3286	0	2,81	5,33
LA07-125-17	1,73	0,1643	1195,47	1,2196	0	2,82	4,88
LA07-125-18	0,48	0,50889	909,088	5,1144	0	2,82	1,36
LA07-125-19	1,16	0,87745	665,746	1,3454	0	2,84	3,29
LA07-125-2	5,56	0,34521	3206,9	1,7965	0	2,82	15,66
LA07-125-20	8,17	0,77516	2887,19	2,7781	0	2,80	22,89
LA07-125-21	5,32	0,001	4139,36	7,25	0	2,77	14,74
LA07-125-22	1,67	0,19487	1078,74	0,7797	0	2,76	4,61
LA07-125-23	1,95	0,03865	1472,19	2,404	0	2,78	5,41
LA07-125-24	9,65	0,80635	5992,12	23,605	0	3,95	38,07
LA07-125-27	19,51	0,68637	5266,04	3,8879	0	2,80	54,57
LA07-125-3	23,74	0,78293	8453,67	8,6073	0	3,81	90,48
LA07-125-30	2,07	0,40634	1951,78	3,1414	0	3,00	6,21
LA07-125-4	15,05	1,1871	750,643	7,0935	0	2,81	42,26
LA07-125-5	0,77	0,16372	202,848	2,3326	0	3,99	3,08
LA07-125-6	0,75	0,42857	45,5714	12,2	0	2,75	2,08
LA07-125-7	1,01	0,41951	81,6342	6,1854	0	2,79	2,83
LA07-89-1	17,48	0,67667	4153,83	8,0733	0	2,79	48,77
LA07-89-10	8,83	0,05002	2490,49	1365,4	0	5,86	51,80
LA07-89-11	4,03	0,31842	1333,21	7696,1	0	2,82	11,34
LA07-89-12	7,86	0,40606	5277,63	6283,3	0	2,88	22,61
LA07-89-13	4,17	1,37106	1221,05	82,553	0	2,81	11,72
LA07-89-14	0,16	1,02703	1052,7	2,954	0	2,79	0,44
LA07-89-15	4,57	0,11079	1513,52	60,114	0	2,80	12,77
LA07-89-16	7,45	0,3	2995	31,4	0	2,81	20,90
LA07-89-17	1,98	0,43243	1018,48	18,154	0	2,80	5,56
LA07-89-18	1,55	1,00052	1191,67	12,424	0	2,82	4,38
LA07-89-5	7,62	0,95589	1493,53	2,0529	0	2,79	21,25
LA07-89-6	0,18	0,12825	21,247	0,8098	0	2,79	0,50
LA07-89-7	11,24	0,10064	2262	55,194	0	5,29	59,45
LA07-89-8	8,68	0,001	4108,88	227,71	0	6,45	56,01
LA07-89-9	7,13	0,445	1579	52,853	0	2,84	20,27
LA08-101-18	1,09	0,27317	996,098	14,695	0	1,87	2,03
LA08-101-19	6,66	0,22167	984,114	11,252	0	1,87	12,47
LA08-101-20	28,24	1,87714	677,599	12,077	0	1,43	40,42
LA08-101-20	1,83	0,35965	1097,72	15,988	0	1,18	2,17
LA08-113-09	4,67	0,38182	1195,68	5,669	0	2,82	13,15
LA08-113-1	14,44	0,25075	6249,8	16,195	0	2,80	40,38
LA08-113-10	4,93	0,07077	2571,85	5,92	0	2,81	13,83
LA08-113-11	2,17	0,36563	877,155	13,306	0	2,77	6,03
LA08-113-12	1,79	0,39375	1454,69	4,3906	0	2,77	4,96
LA08-113-13	0,43	0,22758	321,303	3,6485	0	2,79	1,20

Tableau G1 (suite): Analyses d'échantillons provenant de la zone Contact et recueillis par Mines Agnico-Eagle Ltée.

DDH	Au (g/t)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Épaisseur (m)	Facteur métal
LA08-113-14	3,77	0,38684	3015,53	23,237	0	2,83	10,65
LA08-113-15	23,43	1,17215	1590,24	13,628	0	2,41	56,54
LA08-113-16	5,80	0,34895	4582,26	26,367	0	2,79	16,15
LA08-113-17	1,43	0,16667	1432,22	8,3194	0	2,05	2,94
LA08-113-18	0,70	0,21177	750,645	1,0029	0	1,82	1,26
LA08-113-19	6,94	0,71607	1615	10,839	0	5,46	37,86
LA08-113-2	15,74	0	0	0	0	5,07	79,85
LA08-113-3	7,27	0,2441	1725,98	16,792	0	5,52	40,12
LA08-113-4	18,51	0,17562	5506,01	5,7231	0	6,84	126,64
LA08-113-5	0,70	0,3875	215,5	27,288	0	4,36	3,08
LA08-113-6	0,74	0	0	0	0	2,73	2,02
LA08-113-7	3,15	0,001	1462,82	95,945	0	2,77	8,72
LA08-113-8	32,74	15,6459	2350,45	11,4	0	4,12	134,80
LA08-125-25	0,08	0,34682	28,6761	0,4609	0	2,79	0,23
LA08-125-26	0,08	0,001	47,5121	0,9293	0	2,78	0,21
LA08-125-29	4,35	0,25485	3571,84	6,01	0	2,81	12,24
LA08-125-31	0,20	0,001	1297,5	3,3333	0	2,79	0,57
LA08-125-32	7,57	0,89191	2336,96	3,0009	0	6,12	46,28
LA08-125-9	0,30	0,001	380,741	15,589	0	2,79	0,84
LA08-74-1	0,86	0,12368	1001,84	54,974	0	2,89	2,50
LA08-74-2	3,70	0,1	2476,2	292,56	0	3,15	11,64
LA08-74-3	0,56	0,15735	156,353	11,15	0	3,61	2,02
LA08-74-4	0,52	0,36923	531,078	30,846	0	1,99	1,03
LA08-74-5	0,44	0,175	507	10,125	0	3,16	1,37
LA08-74-6	0,24	0,1	308,679	7,8526	0	3,45	0,81
LA09-101-21	10,63	0,60364	5254,8	4,7391	0	1,60	17,04
LA09-101-22	23,30	1,66153	2392,5	21,532	0	1,50	34,91
LA09-101-23	5,74	0,16629	2990,14	13,304	0	1,95	11,22
LA09-101-24	5,58	0,2575	3356,64	3,2325	0	0,95	5,32
LA09-101-25	5,64	0,25857	2860,23	15,474	0	0,53	3,00
LA09-101-26	1,16	0,4225	1474,95	5,6625	0	1,48	1,72
LA09-101-27	3,35	0,30147	2333,67	11,851	0	1,60	5,34
LA09-77-13	4,64	0,1	1804,66	38,91	0	2,82	13,06
LA09-77-14	12,67	0,24762	5511,33	86,205	0	2,81	35,61
LA09-77-16	15,78	0,29432	3635,79	47,342	0	6,61	104,38
LA09-77-17	5,68	0,27647	4736,86	21,026	0	3,41	19,34
LA09-77-18	1,21	0,31389	1205,72	21,167	0	2,78	3,38
LA09-77-19	10,03	0,47258	2965,48	4,5129	0	3,68	36,88
LA09-77-20	0,64	0,125	1434,44	16,628	0	2,56	1,63
LA99-01	0,19	0	0	0	0	2,78	0,52
LA99-02	9,94	0	0	0	0	3,80	37,78
LA99-03	10,57	0	0	0	0	4,14	43,78
LA99-04	5,21	0	0	0	0	2,77	14,46