

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**THÈSE
PRÉSENTÉE À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI
POUR L'OBTENTION
DU DOCTORAT EN RESSOURCES MINÉRALES**

**PAR
GAÉTAN LAVALLIÈRE**

**PROCESSUS DE FORMATION ET IMPLICATIONS POUR
L'EXPLORATION DES CHEMINÉES ATYPIQUES DES
GISEMENTS VOLCANOGÈNES DE MATAGAMI**

Janvier 1995



Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

RÉSUMÉ

Les dépôts de sulfures massifs volcanogènes du flanc sud de l'anticlinal de Galinée sont situés dans le camp minier de Matagami, dans la partie nord de la Sous-province archéenne de l'Abitibi. Ces dépôts, qui présentent une géométrie de minéralisation différente par comparaison avec les dépôts de sulfures massifs volcanogènes traditionnels, sont localisés à l'intersection du niveau stratigraphique, marqué par la Tuffite Clef, et des zones de fractures synvolcaniques. Les deux membres de l'édifice classique y sont reconnus soit une partie concordante formée d'un monticule de sulfures massifs bien lité et une partie discordante composée de sulfures, de talc et de magnétite à caractère massif ainsi que de filonnets. La présente étude démontre que malgré le caractère massif, la partie discordante représente une zone de cheminées. Les cheminées sont de trois types: les cheminées de sulfures, les cheminées de magnétite et les cheminées de talc. Chacun de ces types se subdivisent en deux sous-types qui sont les cheminées à caractère massif et les cheminées à filonnets. Les cheminées de ces dépôts se distinguent par leur composition exceptionnellement riche en sulfures massifs et dans certains dépôts en magnétite massive et en talc massif. Certaines de ces cheminées ne recoupent que la base des monticules tandis que d'autres les recoupent en totalité ce qui implique un développement contemporain à l'édification des monticules. Toutefois, seules les cheminées de magnétite massive se sont développées au début de l'édification des monticules. Les cheminées, au sens génétique du mot, sont interprétées comme les conduits ayant alimenté les sites de décharge des fluides hydrothermaux. Vers le coeur des cheminées, les textures sont progressivement transformées passant de bréchiques à rubanées. Un processus répétitif de fracturation et de remplissage est proposé pour expliquer le rubanement interne des cheminées et leur enrichissement progressif en sulfures, en magnétite ou en talc ce qui souligne un processus de mise en place particulier par rapport aux autres

dépôts de sulfures massifs volcanogènes. Les caractéristiques présentes suggèrent qu'un même processus est responsable de la formation de tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal et les différences observées ne sont fonction que de l'activité du processus minéralisateur. La présence de cheminées de sulfures massifs introduit un changement de philosophie au niveau de l'exploration et de l'exploitation des dépôts.

Les méthodes d'exploration doivent tenir compte des caractéristiques et de la géométrie propres aux dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée. Une stratégie basée sur la recherche des cheminées a été développée pour optimiser l'exploration des dépôts situés en profondeur. Cette stratégie permet de détecter tous les dépôts de dimensions économiques en minimisant le nombre de mètres forés et en augmentant la qualité de l'information géologique recueillie. De façon analogue, une stratégie de définition des dépôts a également été développée pour optimiser la récupération du minerai. Les principes de base de ces stratégies sont applicables à tous les dépôts de sulfures massifs volcanogènes.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier le Groupe Noranda Inc. pour l'octroi de Bourses de Perfectionnement Noranda-Bradfield, le CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada) et le FCAR (Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche) également pour l'octroi de bourses de doctorat ainsi que l'Institut Canadien des Mines, de la Métallurgie et du Pétrole pour l'octroi de la médaille nationale "Barlow Memorial" en 1994. Je remercie le personnel de Minéraux Noranda Inc. et en particulier M. André Bonenfant qui fût d'une aide inestimable dans ces travaux de recherche ainsi que MM. Patrice Cayouette, Jacques Gagné, Doug S. Douglass, Réal Dubé, Malcolm Donaldson, Roger Brassard, Josée Gauthier, Alfred Goodier, et Jean Proulx, d'Explorations Noranda Ltée particulièrement MM. Gilles Bouchard, Charles Beaudry, Denis Francoeur et John R. Sullivan ainsi que du CERM (Centre d'Étude en Ressources Minérales) de l'Université du Québec à Chicoutimi pour leur support professionnel. Le soutien technique de MM. Raymond Blanchette, Yvon Boudreault et Denis Côté a été très apprécié. Le financement et le support logistique de ce projet sont dus à Minéraux Noranda Inc. et à une entente de recherche du Ministère de l'Énergie et des Mines d'Ottawa (à J. Guha). Je remercie également le professeur Réal Daigneault du département des Sciences Appliquées de l'Université du Québec à Chicoutimi pour l'apport de ses précieuses connaissances dans la réalisation de ce projet de recherche

ainsi que le professeur Steven D. Scott du département de géologie de l'Université de Toronto, le Dr. Mathieu Piché (consultant), le Dr. Mark D. Hannington (CGC), le Dr. Francis Chartrand (MERQ), le Dr. Pierre Verpaelst (MERQ), et M. Alain Liger Ing. (BRGM) pour leurs précieux commentaires lors du déroulement du projet.

Je remercie également les correcteurs externes au comité de thèse, MM. Jean-Marc Lulin Chef géologue à SOQUEM et Jacques Carignan professeur du département des Sciences Appliquées de l'Université du Québec à Chicoutimi, pour leurs critiques très pertinentes et constructives.

Finalement, je remercie mon directeur de recherche M. Jayanta Guha qui est bien plus qu'un directeur mais un ami. Espérant suivre les traces de ce grand personnage, je lui dédie ainsi qu'à mon épouse Josée Gauthier cette thèse dans laquelle j'ai investi quatre années!

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
RÉSUMÉ	II
REMERCIEMENTS	IV
TABLE DES MATIÈRES	VI
LISTE DES FIGURES PAR CHAPITRE	XIII
LISTE DES TABLEAUX PAR CHAPITRE	XXV
CHAPITRE I: CADRE DE L'ÉTUDE	1
1.1 Problématique	2
1.2 Objectifs de l'étude	10
1.3 Méthodologie	11
1.4 Présentation des résultats	15
1.5 Localisation et historique du camp minier	16
1.6 Géologie régionale	18
1.7 Géologie locale	23
CHAPITRE II: GÉOLOGIE DES DÉPÔTS	
DU GISEMENT D'ISLE-DIEU	26
2.1 Environnement géologique des dépôts	27
2.1.1 Localisation des zones à l'étude	28
2.1.2 Roches volcaniques	42
2.1.3 Roches intrusives	42

2.1.4 Structure	44
2.2 Caractéristiques des dépôts	45
2.2.1 Partie concordante des dépôts	46
2.2.1.1 Tuffite Clef	46
2.2.1.1.1 Tuffite inférieure	46
2.2.1.1.2 Tuffite supérieure	50
2.2.1.2 Monticule	52
2.2.2 Partie discordante des dépôts	56
2.2.2.1 Cheminées de sulfures	69
2.2.2.2 Cheminées de magnétite	73
2.2.2.3 Cheminées de talc	78
2.2.2.4 Relations entre les différents types de cheminée	79
2.2.3 Minéralogie des dépôts	79
2.2.3.1 Caractéristiques microscopiques des minéraux	80
2.2.3.1.1 Sphalérite	80
2.2.3.1.2 Pyrite	83
2.2.3.1.3 Chalcopyrite	90
2.2.3.1.4 Pyrrhotite	91
2.2.3.1.5 Galène	91
2.2.3.1.6 Marcassite	92
2.2.3.1.7 Arsénopyrite	92
2.2.3.1.8 Tétrahédrite	92
2.2.3.1.9 Magnétite	93
2.2.3.1.10 Hématite	97
2.2.3.1.11 Quartz	97

2.2.3.1.12 Carbonates	99
2.2.3.1.13 Chlorite	99
2.2.3.1.14 Stilpnomélane	100
2.2.3.1.15 Talc	101
2.2.3.2 Signification des textures	102
2.2.3.2.1 Texture de "chalcopyrite disease"	102
2.2.3.2.2 Texture granulaire	103
2.2.3.2.3 Texture de surcroissance idiomorphe	104
2.2.3.2.4 Texture de surcroissance nodulaire	105
2.2.3.2.5 Textures de déformation et de recristallisation	106
2.2.4 Distribution spatiale des sulfures et des oxydes	107
2.2.5 Distribution spatiale des minéraux d'altération	109
2.2.6 Distribution spatiale des métaux	111
2.3 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts	131
2.4 Interprétation	138
2.5 Configuration spatiale des dépôts	140
2.5.1 Méthodologie pour la collecte des données	141
2.5.2 Les dépôts du gisement d'Isle-Dieu	143
2.5.2.1 Dépôt no 1	145
2.5.2.2 Dépôts nos 1C et 1D	151
2.5.2.3 Dépôt no 2A	156
2.5.2.4 Dépôt no 2B	160
2.5.2.5 Dépôt no 2C	165

CHAPITRE III: RÉINTERPRÉTATION DE LA GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU FLANC SUD DE L'ANTICLINAL DE GALINÉE AVEC UNE EMPHASE SUR LA MORPHOLOGIE	171
3.1 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GISEMENT DE LAC MATTAGAMI	173
3.1.1 Environnement géologique des dépôts	173
3.1.1.1 Présentation du gisement	176
3.1.1.2 Roches intrusives	176
3.1.1.3 Structure	185
3.1.2 Caractéristiques des dépôts	187
3.1.2.1 Partie concordante des dépôts	187
3.1.2.1.1 Tuffite Clef	188
3.1.2.1.2 Monticule	189
3.1.2.2 Partie discordante des dépôts	190
3.1.2.2.1 Cheminées de sulfures	191
3.1.2.2.2 Cheminées de magnétite	192
3.1.2.2.3 Cheminées de talc	195
3.1.3 Distribution spatiale des métaux	196
3.1.4 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts	202
3.1.5 Configuration spatiale des dépôts	202
3.1.5.1 Dépôt no 1 Nord	204
3.1.5.2 Dépôt no 1 Sud	210
3.1.5.3 Dépôt no 2 Nord	215

3.1.5.4 Dépôt no 2 Sud	220
------------------------------	-----

3.2 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GISEMENT

D'ORCHAN	220
3.2.1 Environnement géologique des dépôts	224
3.2.1.1 Présentation du gisement	224
3.2.1.2 Roches intrusives	226
3.2.1.3 Structure	238
3.2.2 Caractéristiques des dépôts	239
3.2.2.1 Partie concordante des dépôts	241
3.2.2.1.1 Tuffite Clef	242
3.2.2.1.2 Monticule	243
3.2.2.2 Partie discordante des dépôts	244
3.2.2.2.1 Cheminées de sulfures	251
3.2.2.2.2 Cheminées de magnétite	253
3.2.2.2.3 Cheminées de talc	254
3.2.3 Distribution spatiale des métaux	255
3.2.4 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts	257
3.2.5 Configuration spatiale des dépôts	257
3.2.5.1 Dépôt no 1	260
3.2.5.2 Dépôt no 1A	265
3.2.5.3 Dépôt no 2	270
3.2.5.4 Dépôt no 4EEN	277
3.2.5.5 Dépôt no 4EES	279

3.2.5.6 Dépôt no 4EO	284
3.2.5.7 Dépôt no 4ON	290
3.2.5.8 Dépôt no 4OS	295
3.2.5.9 Dépôt no 5	299
 3.3 GÉOLOGIE DU DÉPÔT DU GISEMENT DE	
BELL ALLARD SUD	305
3.3.1 Environnement géologique du dépôt	305
3.3.2 Caractéristiques du dépôt	308
3.3.2.1 Partie concordante du dépôt	308
3.3.2.2 Partie discordante du dépôt	309
3.3.3 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante du dépôt	309
3.3.4 Configuration spatiale du dépôt	310
 3.4 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GÎTE	
D'ORCHAN OUEST	315
3.4.1 Environnement géologique des dépôts	315
3.4.2 Caractéristiques des dépôts	320
3.4.2.1 Partie concordante des dépôts	322
3.4.2.2 Partie discordante des dépôts	322
 CHAPITRE IV: SYNTHÈSE ET DISCUSSIONS	325
4.1 Introduction	326
4.2 Géométrie des dépôts	326

4.3 Caractéristiques des dépôts par rapport à l'amplitude des CSM	358
4.4 Discussions	360
4.4.1 Rejet de l'hypothèse des modifications ultérieures pour la formation des CSM	361
4.4.2 Processus responsable du développement des CSM	366
4.4.2.1 Édification des monticules en relation avec le développement des CSM	374
4.4.2.2 Contrôles de la minéralisation	383
4.4.3 Impact du processus développé par rapport au système hydrothermal	388

CHAPITRE V: IMPLICATIONS POUR L'EXPLORATION

ET L'EXPLOITATION	390
5.1 Implications pour l'exploration	391
5.2 Implications pour l'exploitation	423

CHAPITRE VI: CONCLUSIONS	425
---------------------------------------	------------

RÉFÉRENCES	432
-------------------------	------------

ANNEXE 1 (Analyses des métaux pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu)	452
---	------------

LISTE DES FIGURES PAR CHAPITRE

CHAPITRE I

Figure 1: Architecture typique des dépôts de sulfures massifs volcanogènes.	3
Figure 2: Architecture du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu tel que connue au début de la présente étude	7
Figure 3: Carte géologique de la région de Matagami.	22
Figure 4: Carte gîtologique détaillée du flanc sud de l'anticlinal de Galinée, Matagami, Québec.	24

CHAPITRE II

Figure 5: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts du gisement d'Isle-Dieu. ..	29
Figure 6: Section transversale 10+00 E des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	30
Figure 7: Section transversale 16+50 E des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	31
Figure 8: Projection sur une vue en section longitudinale des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	32
Figure 9: Vue en perspective du gisement d'Isle-Dieu illustrant la section 10+50 E ainsi que les niveaux 4 et 5.	34
Figure 10: Géologie détaillée du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 4 ouest), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	35
Figure 11: Géologie détaillée du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 4 est), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	36
Figure 12: Géologie du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 5), recoupant les zones de cheminées et le monticule.	37
Figure 13: Section transversale 13+00 E des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	38

Figure 14: Géologie du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentée sur la section transversale 13+00 E.	39
Figure 15: Géologie simplifiée du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	40
Figure 16: Architecture atypique du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.	41
Figure 17: Photographie de la Tuffite inférieure montrant les lits de chert rougeâtre et bleu-verdâtre recoupés par des filonnets de pyrite.	48
Figure 18: Photomicrographies de la Tuffite inférieure.	49
Figure 19: Tuffite supérieure.	51
Figure 20: Photographie des sulfures massifs concordants composés principalement de sphalérite de couleur brun-rouge et possédant des lits de pyrite et de chalcopryrite non-déformés..	53
Figure 21: Composition moyenne des monticules pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.....	55
Figure 22: Composition moyenne des cheminées pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	59
Figure 23: Photographie de fragments de Tuffite inférieure présents à l'intérieur d'une CSM.	62
Figure 24: Photographies d'une cheminée à filonnets de sulfures (CFS) recoupant les laves rhyolitiques.	63
Figure 25: Photographies de CSM.	64
Figure 26: Photographies de CSM.	65
Figure 27: CSM	66
Figure 28: Photographies de cheminées de sulfures.	68
Figure 29: Photographie d'une CSM principalement composée de pyrite et dont le rubanement est peu développé.	70
Figure 30: Composition moyenne des CSM pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	72
Figure 31: Photographies de cheminées.	74
Figure 32: Composition moyenne des cheminées de magnétite massive pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	77

Figure 33: Photomicrographie de grains de sphalérite ayant subi un test de corrosion au HCl (15%).	82
Figure 34: Photomicrographies de grains de pyrite.	84
Figure 35: Photomicrographies de grains de pyrite zonés ayant subi un test de corrosion au HNO ₃ (15%).	86
Figure 36: Photomicrographie d'un porphyroblaste de pyrite ayant subi un test de corrosion au HNO ₃ (15%).	88
Figure 37: Photomicrographies de nodules de pyrite.	89
Figure 38: Photomicrographies de grains de magnétite.	94
Figure 39: Photomicrographies de grains de magnétite zonés ayant subi un test de corrosion au HCl (15%).	96
Figure 40: Photomicrographies.	98
Figure 41: Distributions des minéraux et des métaux présentées sur la section transversale 18+00 E du gisement d'Isle-Dieu.	112
Figure 42: Isocontours des teneurs en zinc pour le dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentés sur la section transversale 13+ 00 E.	116
Figure 43: Isocontours des teneurs en cuivre pour le dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentés sur la section transversale 13+ 00 E.	117
Figure 44: Isocontours des ratios [Cu/(Zn+Cu)]100 pour le dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentés sur la section transversale 13+ 00 E.	118
Figure 45: Distribution des teneurs en zinc, en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100/10 en fonction de la latitude pour le forage ID-309.	121
Figure 46: Distribution des teneurs en zinc, en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100/10 en fonction de la latitude pour le forage ID-311.	122
Figure 47: Distribution des teneurs en zinc, en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100/10 en fonction de la latitude pour le forage ID-312.	123
Figure 48: Localisation des forages ID-309, ID-311 et ID-312 sur la section transversale 13+00 E du gisement d'Isle-Dieu.	124
Figure 49: Isocontours des teneurs en zinc pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentés sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	127

Figure 50: Isocontours des teneurs en cuivre pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentés sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	128
Figure 51: Isocontours du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentés sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	129
Figure 52: Relations chronologiques entre les cheminées et la séquence stratigraphique pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	133
Figure 53: Photographies de cheminées de sulfures recoupant la Tuffite inférieure.	134
Figure 54: Photographies de CSM recoupant le monticule.	135
Figure 55: Photographies de CSM recoupant la stratigraphie.	136
Figure 56: Localisation des figures 53, 54 et 55 illustrant les relations chronologiques et géométriques entre les CSM et les unités lithologiques, pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	137
Figure 57: Section transversale d'un dépôt schématisé présentant les paramètres géométriques mesurés.	142
Figure 58: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.	147
Figure 59: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.	148
Figure 60: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1C du gisement d'Isle-Dieu.	152
Figure 61: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1C du gisement d'Isle-Dieu.	153
Figure 62: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1D du gisement d'Isle-Dieu.	154
Figure 63: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1D du gisement d'Isle-Dieu.	155
Figure 64: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2A du gisement d'Isle-Dieu.	158
Figure 65: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2A du gisement d'Isle-Dieu.	159

Figure 66: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.	162
Figure 67: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.	163
Figure 68: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.	167
Figure 69: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.	168

CHAPITRE III

Figure 70: Projection sur une vue en plan horizontal des dépôts du gisement de Lac Mattagami.	174
Figure 71: Projection sur une vue en section longitudinale des dépôts du gisement de Lac Mattagami.	175
Figure 72: Projection isométrique des dépôts nos 1 Nord et 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.	177
Figure 73: Projection isométrique des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.	178
Figure 74: Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 20E.	179
Figure 75: Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 35E.	180
Figure 76: Géologie des dépôts nos 1 Nord et 1 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 40E.	181
Figure 77: Géologie des dépôts nos 1 Nord et 1 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 45E.	182
Figure 78: Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 53E.	183
Figure 79: Géologie des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 71E.	184
Figure 80: Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 960), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	193

Figure 81: Géologie des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 600), recoupant le monticule no 2 Sud et les zones de cheminées sous le monticule no 2 Nord.	194
Figure 82: Isobathes des cheminées de talc massif pour différents niveaux d'exploitation à l'intérieur du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.	197
Figure 83: Plan de surface du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.	198
Figure 84: Isocontours des teneurs en zinc du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentés sur la section transversale 35E.	199
Figure 85: Isocontours des teneurs en cuivre du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentés sur la section transversale 35E.	200
Figure 86: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.	207
Figure 87: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.	208
Figure 88: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.	213
Figure 89: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.	214
Figure 90: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.	217
Figure 91: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.	218
Figure 92: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.	222
Figure 93: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.	223
Figure 94: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts du gisement d'Orchan.	225
Figure 95: Géologie des dépôts nos 1 et 1A du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 1+00 O.	227
Figure 96: Géologie du dépôt no 1 du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 4+00 O.	228

Figure 97: Géologie du dépôt no 1A du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 2+50 O.	229
Figure 98: Géologie du dépôt no 2A du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 8+00 E.	230
Figure 99: Géologie du dépôt no 2B du gisement d'Ochan présentée sur la section transversale 9+00 E.	231
Figure 100: Géologie du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 6+50 E.	232
Figure 101: Géologie des dépôts nos 4EEN et 4EES du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 3+00 E.	233
Figure 102: Géologie du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 1+00 O.	234
Figure 103: Géologie des dépôts nos 4ON et 4OS du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 8+00 O.	235
Figure 104: Géologie du dépôt no 5 du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 12+00 O.	236
Figure 105: Géologie du dépôt no 5 du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 16+00 O.	237
Figure 106: Géologie du dépôt no 1 du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 2), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	245
Figure 107: Géologie du dépôt no 1A du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 2), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	246
Figure 108: Géologie du dépôt no 2A du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 6), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	247
Figure 109: Géologie du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 7), recoupant la zone de cheminées, sous le monticule.	248
Figure 110: Géologie du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 7), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.	249

Figure 111: Géologie du dépôt no 5 du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 6), recoupant la zone de cheminées, au-dessus du monticule.	250
Figure 112: Isocontours du ratio Zn/Cu du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentés sur la section transversale 6+50 E.	256
Figure 113: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.	261
Figure 114: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.	262
Figure 115: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.	267
Figure 116: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.	268
Figure 117: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2A du gisement d'Orchan.	273
Figure 118: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2A du gisement d'Orchan.	274
Figure 119: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2B du gisement d'Orchan.	275
Figure 120: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2B du gisement d'Orchan.	276
Figure 121: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts nos 4EEN et 4EES du gisement d'Orchan.	281
Figure 122: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4EEN du gisement d'Orchan.	282
Figure 123: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4EES du gisement d'Orchan.	286
Figure 124: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.	288
Figure 125: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.	289
Figure 126: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts nos 4ON et 4OS du gisement d'Orchan.	293

Figure 127: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4ON du gisement d'Orchan.	294
Figure 128: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan.	298
Figure 129: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.	302
Figure 130: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.	303
Figure 131: Géologie du dépôt de Bell Allard Sud présentée sur la section transversale 7+00 E.	306
Figure 132: Géologie du dépôt de Bell Allard Sud présentée sur la section transversale 5+00 E.	307
Figure 133: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt de Bell Allard Sud.	312
Figure 134: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt de Bell Allard Sud.	313
Figure 135: Géologie du flanc sud de l'anticlinal présentée sur la section transversale 19+00 E recoupant les dépôts du gisement d'Isle-Dieu et les dépôts du gîte d'Orchan Ouest.	316
Figure 136: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts du gîte d'Orchan Ouest.	317
Figure 137: Géologie du dépôt no 2 du gîte d'Orchan Ouest présentée sur la section transversale 19+00 E.	318
Figure 138: Géologie du dépôt no 1 du gîte d'Orchan Ouest présentée sur la section transversale 13+00 E.	319
Figure 139: Projection sur une vue en section longitudinale des monticules du gîte d'Orchan Ouest.	321

CHAPITRE IV

Figure 140: Graphique de la proportion de sulfures massifs (SM) composant les CSMO et les CSMU par rapport aux SM contenus dans les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	329
---	-----

Figure 141: Graphique de la longueur maximale des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	332
Figure 142: Graphique de la longueur maximale des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	333
Figure 143: Graphique de la longueur maximale des CSMU en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	334
Figure 144: Graphique de la largeur maximale des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	337
Figure 145: Graphique de la largeur maximale des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	338
Figure 146: Graphique de la largeur maximale des CSMU en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	339
Figure 147: Graphique de la largeur maximale des zones de CSM sous le monticule en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	340
Figure 148: Graphique de la hauteur totale et maximale des CSM en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	345
Figure 149: Graphique de la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	346
Figure 150: Graphique de la hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	347
Figure 151: Graphique de la hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	348
Figure 152: Graphique de la hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	349
Figure 153: Graphique de la hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef en fonction de la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	351
Figure 154: Graphique de la longueur maximale des CSMU en fonction de la longueur maximale des CSMO pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	353
Figure 155: Relations chronologiques entre les cheminées à caractère massif et la Tuffite Clef pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	354
Figure 156: Modèle de croissance des cheminées de sulfures massifs.	367

Figure 157: Paléo-système hydrothermal du flanc sud de l'anticlinal de Galinée.	369
Figure 158: Modélisation de la dimension des zones de décharge pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	373
Figure 159: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Formation des cheminées à filonnets et de la Tuffite inférieure.	375
Figure 160: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Développement des cheminées à caractère massif et de la partie basale du monticule.	376
Figure 161: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Formation de la partie sommitale du monticule et de la tuffite supérieure, mise en place d'une certaine épaisseur de laves basaltiques et recoupement par les cheminées de sulfures et de talc à caractère massif.	377
Figure 162: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Mise en place et plissement de l'empilement volcanique produisant l'architecture actuelle.	378
Figure 163: Contrôles structuraux synvolcaniques de la minéralisation.	387

CHAPITRE V

Figure 164: Structure de la stratégie d'exploration développée pour le flanc sud de l'anticlinal.	393
Figure 165: Définition de la cible d'exploration à partir de la projection, dans les trois dimensions, des surfaces d'un dépôt.	395
Figure 166: Bloc diagramme illustrant la stratégie d'exploration développée pour le flanc sud de l'anticlinal.	397
Figure 167: Modélisation de la longueur et de la hauteur de la cible.	399
Figure 168: Modélisation de la longueur des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	401
Figure 169: Modélisation de la hauteur des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	402
Figure 170: Modélisation de la longueur des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	407
Figure 171: Modélisation de la largeur des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	408

Figure 172: Carte des isocontours du tonnage minimal recherché sur le flanc sud de l'anticlinal.	411
Figure 173: Carte des courbes isobathes de la Tuffite Cle2 sur le flanc sud de l'anticlinal.	412
Figure 174: Carte présentant la compilation des sondages d'exploration effectués sur le flanc sud de l'anticlinal.	414
Figure 175: Couverture de type 1, établie à partir d'une probabilité d'intersection maximale.	415
Figure 176: Types de couverture utilisés pour la construction des cartes de couverture par les sondages.	416
Figure 177: Couverture de type 1, établie à partir d'une probabilité d'intersection moyenne.	418
Figure 178: Couverture de type 2, établie à partir d'une probabilité d'intersection moyenne.	419
Figure 179: Couverture de type 3, établie à partir d'une probabilité d'intersection moyenne.	421
Figure 180: Couverture totale pour le secteur étudié.	422
Figure 181: Stratégie de définition des dépôts, développée pour optimiser la récupération du minerai.	424

LISTE DES TABLEAUX PAR CHAPITRE

CHAPITRE II

Tableau 1: Compositon des monticules pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	54
Tableau 2: Nomenclature des cheminées pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	57
Tableau 3: Description des échantillons localisés sur la vue de plan horizontal du niveau 4 (Figs. 10 et 11).	60
Tableau 4: Compositon des CSM pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	71
Tableau 5: Composition des cheminées de magnétite massive pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	76
Tableau 6: Composition des zones minéralisées illustrées sur la section transversale 18+00 E du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 40).	113
Tableau 7: Tonnage des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.	144
Tableau 8: Paramètres géométriques du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.	146
Tableau 9: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.	150
Tableau 10: Paramètres géométriques du dépôt no 2A du gisement d'Isle-Dieu.	157
Tableau 11: Paramètres géométriques du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.	161
Tableau 12: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu. ...	164
Tableau 13: Paramètres géométriques du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.	166
Tableau 14: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu. ...	169

CHAPITRE III

Tableau 15: Paramètres géométriques du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.	205
--	-----

Tableau 16: Paramètres géométriques du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami (Suite du tableau 15).	206
Tableau 17: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.	211
Tableau 18: Paramètres géométriques du dépôt no 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.	212
Tableau 19: Paramètres géométriques du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.	216
Tableau 20: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.	219
Tableau 21: Paramètres géométriques du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.	221
Tableau 22: Tonnage des dépôts du gisement d'Orchan.	240
Tableau 23: Paramètres géométriques du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.	263
Tableau 24: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.	264
Tableau 25: Paramètres géométriques du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.	266
Tableau 26: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.	269
Tableau 27: Paramètres géométriques du dépôt no 2A du gisement d'Orchan.	271
Tableau 28: Paramètres géométriques du dépôt no 2B du gisement d'Orchan.	272
Tableau 29: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2 du gisement d'Orchan.	278
Tableau 30: Paramètres géométriques du dépôt no 4EEN du gisement d'Orchan.	280
Tableau 31: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4EEN du gisement d'Orchan. ..	283
Tableau 32: Paramètres géométriques du dépôt no 4EES du gisement d'Orchan.	285
Tableau 33: Paramètres géométriques du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.	287
Tableau 34: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.	291
Tableau 35: Paramètres géométriques du dépôt no 4ON du gisement d'Orchan.	292
Tableau 36: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4ON du gisement d'Orchan. ...	296
Tableau 37: Paramètres géométriques du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan.	297

Tableau 38: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan.	300
Tableau 39: Paramètres géométriques du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.	301
Tableau 40: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.	304
Tableau 41: Paramètres géométriques du gisement de Bell Allard Sud.	311
Tableau 42: Caractéristiques des cheminées du gisement de Bell Allard Sud.	314
Tableau 43: Caractéristiques des cheminées des dépôts d'Orchan Ouest.	323

CHAPITRE IV

Tableau 44: Répartition des sulfures massifs à l'intérieur des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	328
Tableau 45: Longueur des monticules et des cheminées pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	331
Tableau 46: Largeur des monticules et des cheminées pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	336
Tableau 47: Hauteur des cheminées pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	343
Tableau 48: Relations entre les paramètres géométriques et le tonnage (t) des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	357
Tableau 49: Classification des dépôts du flanc sud de l'anticlinal en fonction de leur géométrie et de leurs caractéristiques.	359

CHAPITRE V

Tableau 50: Paramètres géométriques modélisés des CSMO pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	400
Tableau 51: Tableau de références des valeurs modélisées de la profondeur des sondages sous la Tuffite Clef et de l'espacement entre les sondages, en fonction du tonnage recherché.	403
Tableau 52: Paramètres géométriques modélisés des monticules pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.	406

Tableau 53: Tableau de références des valeurs modélisées du grand axe (2a) et du petit axe (2b) des monticules, définissant les dimensions de la cible, en fonction du tonnage recherché.	409
--	-----

CHAPITRE I

CADRE DE L'ÉTUDE

1.1 PROBLÉMATIQUE

L'architecture typique des dépôts de sulfures massifs volcanogènes (SMV) se compose d'une partie concordante ainsi que d'une partie discordante. La première partie, de forme lenticulaire, est disposée parallèlement à la séquence stratigraphique tandis que la seconde partie est disposée de manière discordante par rapport à celle-ci (Fig. 1). La partie concordante correspond au monticule ("mound") composé de sulfures massifs lités où le terme sulfures massifs représente plus de 60% en volume de sulfures (Sangster et Scott, 1976). La partie discordante, qui forme la cheminée du dépôt ("stockwork"), est composée de filonnets de sulfures ("stringers"). Cette cheminée, sur laquelle repose le monticule (Fig. 1), est encaissée à l'intérieur de roches riches en minéraux d'altération hydrothermale. Le terme cheminée ("chimney") est employé dans ce texte pour désigner un conduit par lequel le fluide minéralisateur gagne la surface.

Les gisements de sulfures massifs volcanogènes se sont formés au point de décharge des solutions hydrothermales, sur le fond marin, où les sites d'émission étaient déterminés par des fractures synvolcaniques. Les trois principaux modèles hydrodynamiques fournissant des explications sur l'origine des fluides hydrothermaux ainsi que sur le mécanisme énergétique responsable de la circulation de ces fluides sont les suivants: i) un modèle avec des cellules de convection (Palmason, 1967; Lister, 1972; Wolery et Sleep, 1976; Crane and Normark, 1977; Francheteau et al., 1979) ii) un modèle magmatique (Sangster, 1972; Solomon, 1976; Urabe et Sato, 1978;

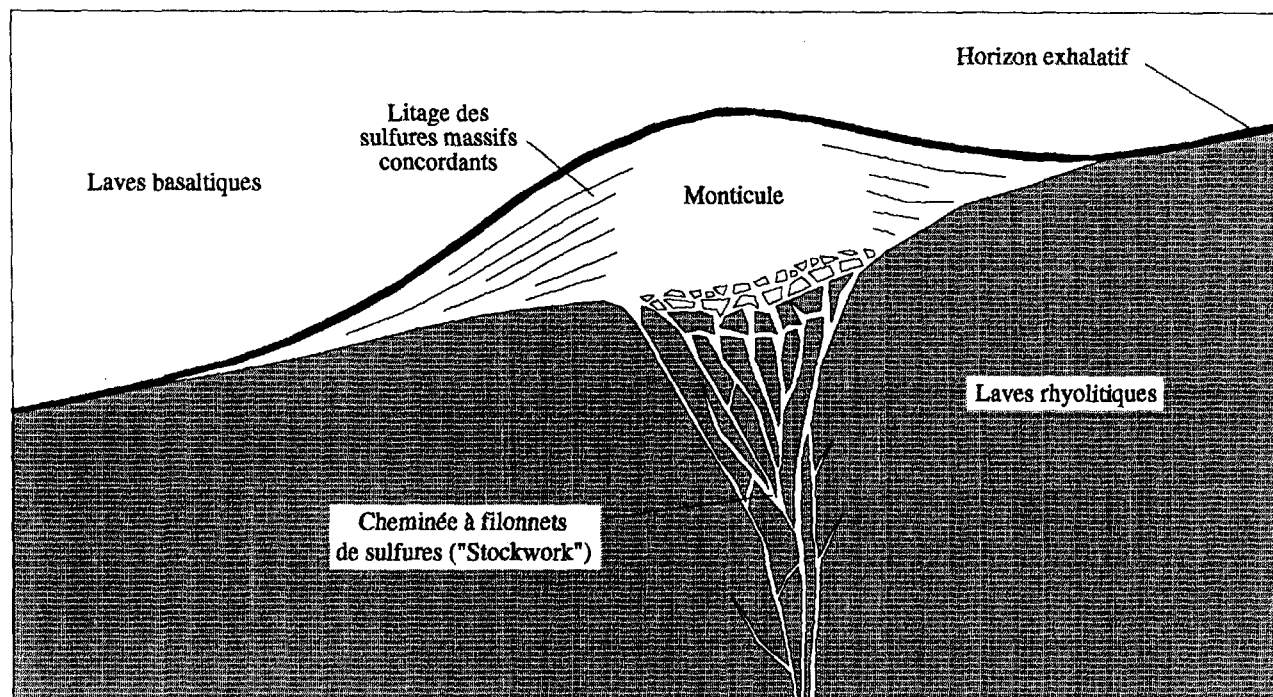


Figure 1. Architecture typique des dépôts de sulfures massifs volcanogènes. Modifiée de Lydon, 1984.

Sawkins et Kowalik, 1981; Bryndzia et al., 1983; Perfit et Fornari, 1983) et iii) un modèle avec aquifère (Hodgson et Lydon, 1977 et Gibson et al., 1983).

Dans le premier modèle, qui est le plus populaire, l'eau de mer pénètre de façon descendante à l'intérieur des roches encaissantes fracturées, réagit avec ces roches pour en lessiver les métaux, puis remonte pour précipiter ces métaux sur le fond marin, à la rencontre avec l'eau de mer froide (Spooner et Fyfe, 1973; Heaton and Sheppard, 1977, Spooner, 1977). La source de chaleur, générant la circulation des fluides, est issue de la lithosphère océanique (Lowell and Rona, 1985). Cependant, pour que ce modèle soit efficace, un supplément de chaleur doit provenir de sources magmatiques (Cathles, 1978, 1983; Cann et Strens, 1982; Cann et al., 1985 et Lowell et Rona, 1985), tels des dômes rhyolitiques (Ohmoto and Rye, 1974), des filon-couches et des plutons synvolcaniques (Campbell, et al., 1981; Cathles, 1983) ou encore d'anciennes chambres magmatiques (Spooner, 1977). Le second modèle suggère que les fluides minéralisés proviennent d'une chambre magmatique générant des cellules de convection de dimension limitée qui permettent aux fluides de remonter sur le fond marin. Urabe et Sato (1978) ainsi que Bryndzia et al. (1983) associent ce modèle aux dépôts de Kuroko tandis que Sawkins et Kowalik (1981) le relie aux dépôts de Buchans. Finalement dans le dernier modèle, les fluides sont emmagasinés dans un aquifère sub-concordant par rapport au fond marin et chapeauté d'une frontière imperméable ("cap-rock") (Lydon, 1988). Lorsque l'activité tectonique crée la rupture de cette frontière (Sibson et al., 1975), les fluides

remontent à la surface le long des fractures, à l'aide de cellules de convection successives dont la durée de vie est limitée par la pression contenue dans l'aquifère. Cet aquifère correspond à la zone d'altération semi-conforme retrouvée sous les dépôts tels ceux de l'est de l'Italie (Spooner et Fyfe, 1973), de Chypre (Heaton et Sheppard, 1977), d'Oman (Gregory et Taylor, 1981) et des ceintures de roches vertes du Bouclier canadien (Franklin et al., 1975; MacGeehan and Maclean, 1980; Gibson et al., 1983; Bailes et al., 1987 et Piché, 1991).

Bien que ces modèles soient relativement efficaces, la combinaison de ces modèles semble encore plus optimale. Ainsi Stanton (1985, 1990) et Large (1992), concluent qu'un petit volume de fluides hydrothermaux est issu de la chambre magmatique (modèle magmatique) et qu'un volume plus important provient des roches encaissantes constituant l'empilement volcanique (modèle avec cellules de convection). De même, la coexistence d'intrusions synvolcaniques (modèle magmatique) et de zones d'altération semi-conforme (modèle avec aquifère) a été reconnue par plusieurs auteurs: Matagami (MacGeehan, 1978 et Piché, 1991), Noranda (Gibson, 1989), Sturgeon Lake (Morton et al., 1990), Snow Lake (Bailes, 1987; Galley, 1993), Flin Flon (Bailes and Syme, 1989), district de Bergslagen Suède, district de West Shasta Californie (Taylor et South, 1985) et Iberian Pyrite Belt Espagne et Portugal (Munha et Keerich, 1980).

Dans tous les cas, les fluides circulent de façon ascendante, à l'intérieur de fractures, à la faveur de courants de convection pour rejoindre le fond

marin, sur lequel les métaux s'accumulent. Il en résulte donc des accumulations concordantes par rapport au fond marin, constituant les monticules, qui reposent sur des cheminées d'altération discordantes par rapport à celui-ci (Roberts et Reardon, 1978; Riverin et Hodgson, 1980; Urabe et Scott, 1983; Lydon et Galley, 1986; Gemmel et Large, 1992; Barrett et al., 1991 et Galley et al., 1993).

Le gisement d'Isle-Dieu représente un site idéal pour étudier le processus de mise en place des dépôts car la séquence de roches, à l'intérieur de laquelle se retrouve le gisement, est très peu déformée. De plus, les dépôts sont facilement accessibles dans les zones de cheminées sous les monticules ainsi qu'à l'intérieur de ces derniers qui sont recoupés par un dense réseau de galeries. L'étude, qui s'est effectuée en parallèle avec les travaux de développement et ceci depuis le début de l'exploitation du gisement, a permis d'observer en détail toutes les composantes des dépôts.

Dès l'initiation de l'étude, des sulfures massifs encaissés profondément à l'intérieur des laves rhyolitiques ont été observés sous les monticules (Fig. 2). La présence de ces sulfures massifs, discordants avec les monticules ainsi qu'avec la séquence stratigraphique, révèle une morphologie qui est atypique pour des dépôts de sulfures massifs volcanogènes. La position qu'occupe les sulfures massifs discordants sous les monticules est généralement celle occupée par les cheminées des dépôts. L'accessibilité au gisement permet d'observer ces zones de sulfures massifs discordants qui sont particulièrement bien développées et exposées.

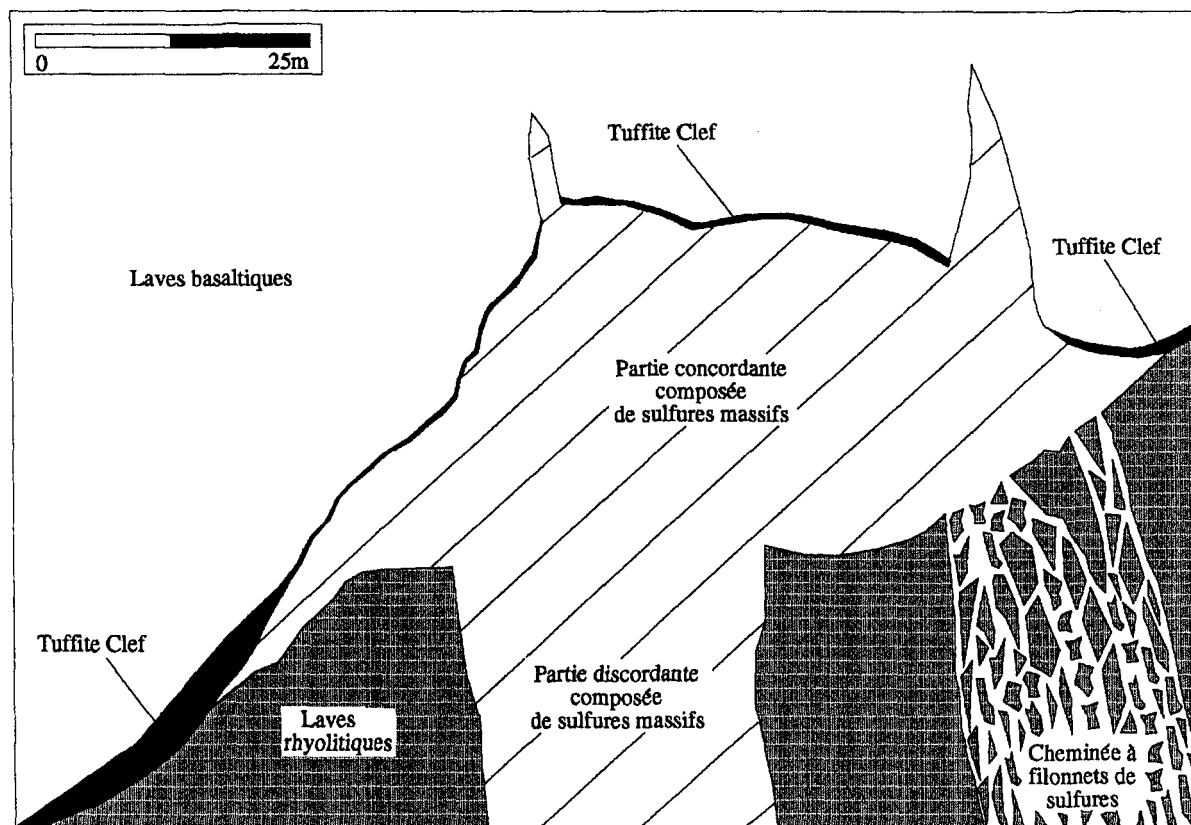


Figure 2: Architecture du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu tel que connue au début de la présente étude.

Les dépôts de Matagami s'intégraient relativement bien dans les modèles déjà établis (Graham, 1960; Joklik, 1960; Miller, 1960; Hallam, 1964; Roberts, 1966, 1975; Sharpe, 1968; Wang, 1973; Davidson, 1977; Large, 1977; MacLean et Davidson, 1977; MacLean, MacGeehan et Young, 1977; Roberts et Reardon, 1978; MacGeehan, 1979; Aftabi, 1980; Costa, 1980; Bonavia, 1981; MacGeehan et al., 1981; Clark, 1983; Costa et al., 1983; MacLean, 1984, 1988; Kranodiotis, 1985; Bonavia et MacLean, 1986; Gartner, 1986; MacLean et Kranodiotis, 1987; Tanguay, 1990; et Piché, 1991). Dès la découverte de ces gisements, Graham (1960), Joklik (1960), Miller (1960), Jenney (1961), Hallam (1964), Sharpe (1964, 1965), Turneaure (1965) et Clark (1983) ont tenté d'expliquer, pour le gisement d'Orchan, la formation des dépôts à partir d'un processus épigénique. Par contre, à partir de l'observation de caractéristiques sédimentaires dans les sulfures, Latulippe (1959, 1966), Roberts (1966), Roscoe (1965), Sangster (1972), Hutchinson (1973) et MacGeehan (1978, 1979) ont clairement établi que l'origine des dépôts de sulfures massifs du camp minier de Matagami était volcanogène. Large (1977) et MacGeehan (1978, 1979) proposent que ces dépôts pourraient avoir subi des déformations. Toutefois, les récents travaux de Piché (1991) ainsi que les résultats du présent travail indiquent que les dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée sont très peu déformés.

Bien que les dépôts de SMV soient très bien documentés au niveau mondial en ce qui concerne leurs caractéristiques morphologiques et leurs processus de formation (Sangster, 1972; Hutchinson, 1973; Lambert et Sato, 1974; Gilmour, 1976; Sangster et Scott, 1976; Solomon, 1976;

Finlow-Bates, 1980; Klau et Large, 1980; Franklin et al., 1981; Ohmoto et Skinner, 1983; et Large, 1992), aucun cas de sulfures massifs discordants n'a encore été rapporté dans la littérature. Toutefois, à partir des plans et des sections disponibles, l'auteur de la présente étude suggère des ressemblances entre la géométrie des dépôts d'Isle-Dieu et celle des dépôts du camp minier de Rouyn-Noranda. Par contre, ces éléments de géométrie ne semble pas avoir été reconnus et n'ont pas été documentés. Le dépôt d'Hellyer, localisé dans le sud-ouest de la Tasmanie et décrit par Gemmell et Large (1992) possède également une géométrie qui s'apparente à celle des dépôts du gisement d'Isle-Dieu. Malheureusement, seule une étude détaillée de ce dépôt, dont l'exploitation s'est terminée en 1991, aurait permis d'identifier le processus de mise en place.

La présente étude a donc été amorcée pour vérifier si les sulfures massifs discordants, qui occupent sous les monticules une position anormale pour des SMV, font partie des monticules ou des cheminées. Les sulfures massifs discordants pourraient faire partie des monticules dans les cas où i) des mouvements de blocs auraient fait descendre des sulfures massifs du monticule à l'intérieur des laves rhyolitiques ou encore si ii) une déformation importante aurait augmenté la concentration des filonnets de sulfures à l'intérieur des cheminées. La question ainsi soulevée est très importante car dans le cas où les sulfures massifs discordants feraient parties intégrantes des cheminées, les points suivants devraient être solutionnés:

- i) L'anatomie des autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal est-elle similaire à celle des dépôts du gisement d'Isle-Dieu ?
- ii) Est-il nécessaire d'évoquer une variance au processus de mise en place ainsi qu'à l'édification de l'anatomie de ces dépôts par rapport à la connaissance classique concernant la mise en place des dépôts de SMV typiques ?
- iii) La géométrie de ces dépôts doit-elle faire appel à des stratégies d'exploration et d'exploitation particulières ?

L'objectif de cette thèse est donc de répondre à ces trois questions qui n'ont pas été traités auparavant.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La présente thèse de doctorat en Ressources Minérales fait partie d'un programme de recherche dont l'objectif principal est de modéliser la géométrie du système hydrothermal responsable de la formation des dépôts de SMV dans le camp minier de Matagami. Ces modélisations visent à élaborer des modèles génétiques en vue d'optimiser les stratégies d'exploration en se basant sur i) la définition des contrôles de mise en place des dépôts, et ii) la comparaison de ce système hydrothermal archéen en analogie avec les systèmes récents.

La thèse s'inscrivant dans le cadre de ce programme de recherche comprend quatre objectifs principaux. Le premier est de vérifier si les sulfures massifs discordants du gisement d'Isle-Dieu font partie des monticules ou des cheminées. Dans le cas où ceux-ci feraient partie des cheminées, les trois autres objectifs devront être traités. Le deuxième objectif est de décrire l'anatomie des autres gisements du flanc sud de l'anticlinal de Galinée en vue de vérifier si celle-ci est semblable à l'anatomie du gisement d'Isle-Dieu. Le troisième objectif est de vérifier s'il est nécessaire d'évoquer une variance au processus de mise en place ainsi qu'à l'édification de l'anatomie de ces dépôts par rapport à la connaissance classique concernant la mise en place des dépôts de SMV typiques. Dans l'affirmatif, un modèle de mise en place pour expliquer la présence de cheminées composées de sulfures massifs sera développé. Et finalement, l'étude examine les impacts de cette anatomie particulière au niveau de l'exploration et de l'exploitation des dépôts, en vue de développer des stratégies optimales qui seront adaptées à la géométrie de la minéralisation. La méthodologie présente les différents points à solutionner pour atteindre ces objectifs.

1.3 MÉTHODOLOGIE

Ce travail de recherche s'est déroulé en quatre étapes qui ont nécessité 28 mois de travail non-consécutifs à la division Matagami de Minéraux Noranda Inc., pour recueillir les données. La première étape a consisté à décrire de façon détaillée les caractéristiques et la géométrie des dépôts du

gisement d'Isle-Dieu en vue d'établir si les sulfures massifs discordants faisaient partie des monticules ou des cheminées.

Pour faciliter les descriptions présentées dans la thèse, tous les éléments discordants composant les dépôts seront nommés cheminées sans aucune connotation génétique. Ainsi dans la thèse, le terme "sulfures massifs discordants" sera remplacé par le terme "cheminées de sulfures massifs" et sera abrégé par CSM. Ultérieurement dans les chapitres II et III, les éléments constituant des cheminées au sens génétique du mot seront clairement identifiés.

Dans la seconde étape, les connaissances acquises sur le gisement d'Isle-Dieu ont servi de guide pour recueillir les données des autres dépôts du flanc sud. Cette étape présente les caractéristiques et la géométrie de chacun des dépôts du flanc sud ainsi qu'une modélisation de l'ensemble des données recueillies, permettant de faire ressortir les similitudes et les différences avec la morphologie des dépôts du gisement d'Isle-Dieu. La troisième étape a pour but de définir un processus génétique pour expliquer la présence des CSM. Finalement, la quatrième étape sert à mettre en pratique les résultats théoriques obtenus en vue de développer des stratégies d'exploration et d'exploitation optimales qui sont adaptées à la géométrie de la minéralisation.

La première étape a consistée à cartographier en détail le gisement d'Isle-Dieu à une échelle de 1:10. La cartographie s'est effectuée, en

parallèle avec les travaux de développement, et ceci depuis le début de l'exploitation des zones d'intérêt (mai 1989). Les journaux de sondages de définition et d'exploration ont été étudiés simultanément avec la cartographie pour augmenter la précision des données. Une emphase a été mise sur la cartographie du dépôt no 1 car celui-ci est le plus volumineux et les CSM sont particulièrement bien développées et exposées. La cartographie est accompagnée d'un échantillonnage et de prise de photos systématique de toutes les observations pertinentes. Parmi les 294 échantillons recueillis dans les différentes parties du dépôt, 63 échantillons ont été sélectionnés pour confectionner 38 sections polies, 20 lames minces et 5 lames minces polies. Les 40 photographies les plus pertinentes ont également été sélectionnées pour être reproduites dans ce document à partir de 188 photographies prises à l'intérieur du gisement et 177 au microscope. De plus, l'analyse, la compilation et l'interprétation de 762 échantillons provenant des galeries de soutirage et des forages de définition a permis la construction de vues de plan et de section illustrant la distribution des métaux à travers le dépôt no 1. Les échantillons ont été analysés pour le zinc et le cuivre par le laboratoire de Minéraux Noranda Inc. (Division Matagami). Cette cueillette de données, a permis la construction de plans et de sections géologiques du gisement en vue de définir avec précision les caractéristiques et la géométrie des parties concordante et discordante des dépôts ainsi que le nombre de dépôts qui composent le gisement. Ces informations ont permis d'établir si les CSM font parties des monticules ou des cheminées.

La deuxième étape a d'abord consistée à compiler l'information géologique disponible pour les dépôts de Lac Mattagami, d'Orchan, de Bell Allard Sud, et d'Orchan Ouest. Cette étape comprend l'étude de 326 sections géologiques qui recoupent transversalement 21 dépôts. L'étude des sections longitudinales, des plans géologiques, des descriptions de carottes de forage d'exploration et de définition, et des analyses de métaux a également fait partie des travaux. D'autres données ont également été recueillies à partir de mémoires et de thèses de recherche scientifique, de rapports techniques, de collections d'échantillons et de photographies ainsi que de l'avis de spécialistes. L'analyse et le traitement de ces données, en relation avec les informations recueillies sur le gisement d'Isle-Dieu, a permis la construction de plans et de sections géologiques des gisements en vue de redéfinir les caractéristiques et la géométrie des parties concordante et discordante des dépôts ainsi que le nombre de dépôts qui composent les gisements. La synthèse de ces informations a permis de faire ressortir les similitudes et les différences avec la morphologie des dépôts du gisement d'Isle-Dieu permettant de modéliser l'architecture des dépôts du flanc sud.

La troisième étape sert à la synthèse et à la discussion de toutes les informations recueillies en vue d'élaborer un modèle génétique expliquant le processus de mise en place des CSM. Ce modèle se doit d'être le plus simple possible tout en répondant au plus grand nombre de questions concernant les similitudes et les différences observées dans les caractéristiques et la géométrie des différents dépôts.

La quatrième étape consiste à développer des stratégies d'exploration et d'exploitation optimales qui sont adaptées à la géométrie des dépôts du flanc sud. Au niveau de la stratégie d'exploitation, la première étape qui consiste à décrire de façon détaillée les caractéristiques et la géométrie des dépôts du gisement d'Isle-Dieu a fourni l'information nécessaire à sa réalisation. Toutefois, pour définir la stratégie d'exploration, trois étapes ont été nécessaires. Premièrement, l'étude des caractéristiques et de la géométrie des dépôts du flanc sud a permis de définir l'attitude de la cible recherchée. Cette information est importante pour établir la direction et la plongée des forages. Deuxièmement, une modélisation des paramètres géométriques des dépôts du flanc sud a été réalisée en fonction du tonnage des dépôts à partir des 326 sections géologiques. Cette modélisation a servi à établir la dimension de la cible recherchée pour une profondeur donnée. Ainsi, l'établissement de cette relation permet de définir l'espacement entre les forages en fonction de la profondeur où s'effectue l'exploration. Et finalement, la compilation de 428 forages d'exploration, couvrant une région de 9,57 kilomètres carrés en périphérie du gisement d'Isle-Dieu, a permis de construire une carte de couverture des forages indiquant les régions potentielles qui restent à explorer. Cette carte a été établie en fonction d'une probabilité d'intersection donnée mais la méthode pour effectuer le calcul pour toutes probabilités désirées est également présentée.

1.4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

La présente thèse est rédigée sous la forme d'un manuscrit composé de 6 chapitres. Le premier chapitre sert d'introduction au travail de recherche.

Les deuxième et troisième chapitres décrivent d'une façon détaillée pour le gisement d'Isle-Dieu et d'une façon plus sommaire pour les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal, les caractéristiques et la géométrie de chacun des dépôts. Le quatrième chapitre constitue la synthèse et la discussion des données qui ont servi à élaborer le modèle génétique responsable du développement des CSM. Le cinquième chapitre traite des stratégies développées pour optimiser l'exploration et l'exploitation des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Finalement, un chapitre de conclusions résume les grandes lignes de la recherche ainsi que les contributions scientifiques et économiques. Une annexe, composée de données brutes, se retrouve à la fin du document.

1.5 LOCALISATION ET HISTORIQUE DU CAMP MINIER

Le camp minier de Matagami est situé aux coordonnées 49°45' de latitude et 77°45' de longitude soit à 250 kilomètres au nord de Val d'Or. La ville de Matagami est accessible à partir de la ville d'Amos par la route 109, qui se termine à Matagami, ainsi qu'à partir de la ville de Lebel-sur-Quévillon par un chemin de gravier praticable principalement durant l'été. Les dépôts du flanc sud, situés dans le canton de Galinée, sont localisés à une douzaine de kilomètres au sud-ouest de la ville de Matagami.

Le docteur Robert Bell fut le premier à étudier la configuration géologique de la région en 1895 et 1900. Par la suite, Bancroft (1912) reconnut le Complexe de gabbro anorthositique de la Rivière Bell. En 1936, Freeman, de la Commission géologique du Canada, effectua de nouveaux

travaux de reconnaissance. En 1938, une cartographie systématique de la région fut entreprise par le Bureau des Mines de Québec, ce qui permit la publication de cartes géologiques par Longley (1943), par Freeman et Black (1944) ainsi que par Béland (1953).

En 1956, les sociétés Area Mines, Highland Bell, Iso Uranium, Leight Gold Mines et Tech Hugues Gold Mines formèrent la compagnie Mattagami Syndicate dont les travaux d'exploration géophysique permirent de détecter d'importantes anomalies électromagnétiques. Le 4 juin 1957 un forage intercepta le gisement de Lac Mattagami. La décision de mettre le gisement en production fut prise en 1961 par les compagnies Mattagami Lake Mines Ltd, Canadian Exploration, McIntire Porcupine Ltd et Noranda Mines Ltd. Ce gisement fut en exploitation d'octobre 1963 à décembre 1988. En 1958, la compagnie Orchan Mines Ltd détecta de nouvelles anomalies électromagnétiques qui mena à la découverte du gisement d'Orchan. Ce gisement fut en exploitation d'octobre 1963 à juillet 1982. Orchan Mines Ltd exploita également le gisement de Bell Allard Sud qui fut en production d'avril 1968 à novembre 1970. En mai 1985, Explorations Noranda Ltd fit la découverte du gisement d'Isle-Dieu à partir de forages ayant pour cible un horizon marqueur. Ce gisement fut mis en production en septembre 1988 par Minéraux Noranda Inc. et la date de fermeture est prévue pour l'automne 1997. Par la suite, Explorations Noranda Ltd fit la découverte de deux autres gîtes à partir de forages ayant pour cible des fractures synvolcaniques, soit Orchan Ouest en juillet 1990 et Bell Allard Sud en avril 1992. Les termes gisement et gîte réfèrent tous deux à des dépôts de

sulfures, économiquement exploitables dans le premier cas et non dans le second.

Sur le flanc nord de l'anticlinal, Orchan Mines Ltd a également exploité les gisements de New Hosco d'octobre 1963 à mai 1970 (entente avec la New Hosco Mines Ltd) et de Garon Lake de janvier 1973 à décembre 1975. En 1957, les compagnies Radiore Uranium Mines Ltd et Amagami Mines Ltd firent la découverte du gisement de Norita qui fut optionné par Exploration Noranda Ltée en 1971 et acheté par Noranda Mines Ltd en 1980. Ce gisement fut exploité de mai 1976 à décembre 1990. En 1985, le gisement de Norita Est fut découvert et l'exploitation débuta en août 1992 à partir des infrastructures souterraines de la mine Norita. La date de fermeture du gisement de Norita Est est prévue pour l'automne 1995. Le flanc nord comprend également le gisement de Radiore no 2 dont la production débuta en septembre 1979 pour se terminer en septembre 1980 ainsi que les gîtes de Radiore Ouest et de Bell Channel.

1.6 GÉOLOGIE RÉGIONALE

Le camp minier de Matagami est situé dans la partie ouest de la " Zone Volcanique Nord " (ZVN) de la ceinture de roches vertes de la Sous-province de l'Abitibi (Chown et al., 1992). Cette zone, se caractérise par la présence d'un volcanisme bimodal qui s'est développé sur un empilement volcanique de type plaine. Ces grandes plaines de laves basaltiques de type MORB, à l'intérieur desquelles des centres volcaniques felsiques (2730 à 2720 Ma) (Mortensen, 1987) de composition tholéiitique (MacGeehan et

MacLean, 1980) sont dispersés, sont recoupés par des intrusions mafiques litées tels le Complexe de la Rivière Bell et le Complexe du Lac Doré (Chown et al., 1992). Les caractéristiques de la ZVN s'apparentent à celles retrouvées dans le contexte volcanique des îles en arcs récentes, situées dans le Pacifique Ouest (Bloomer et al., 1989). D'épaisses séquences de roches volcaniques de composition tholéiitique, associées à de volumineuses intrusions litées, (Complexes de Skaergaard, de Duluth et de Scottish) sont principalement retrouvées dans des régions tectoniques de type collision (MacGeehan et MacLean, 1980). Un tel contexte géologique a depuis longtemps été reconnu comme favorable à la formation de dépôts de SMV (Stanton, 1955).

L'empilement volcanique du camp minier de Matagami est constitué d'une suite bimodale de composition tholéiitique (MacGeehan et MacLean, 1980) comprenant des rhyolites (Groupe du Lac Watson) et des basaltes (Groupe de Wabassee) (MacGeehan, 1978). La base du Groupe du Lac Watson est composée de laves dacitiques d'une épaisseur de 2000 mètres, surmontées de laves rhyodacitiques porphyriques d'une épaisseur de 1500 mètres (Piché, 1991). Les structures volcaniques observées, de la base au sommet de l'unité, sont des brèches de talus, des coulées à lobes avec des brèches hyaloclastiques et des coulées massives (Piché, 1991). Le Groupe de Wabassee est composé essentiellement de laves mafiques. Beaudry et Gaucher (1986) ont divisé ce Groupe en deux unités, soit l'unité d'affinité calco-alcaline de la Rivière Allard, présente sur les flancs nord et sud de l'anticlinal de Galinée, et l'unité d'affinité tholéiitique de la Rivière Bell qui

ne se retrouve que sur le flanc sud. Les laves de ces groupes se sont mises en place en milieu sous-marin profond (Piché, 1991).

Au contact entre les roches du Groupe du Lac Watson et celles du Groupe de Wabasee, un horizon marqueur nommé Tuffite Clef, est l'hôte de la minéralisation volcanogène. Le terme Tuffite Clef a été utilisé pour la première fois à la Mine Lac Mattagami par Miller (1960) pour décrire un horizon lité et minéralisé, composé d'un mélange de matériel exhalatif et pyroclastique. Cet horizon dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres est d'une remarquable continuité latérale (Davidson, 1977; MacLean et Davidson, 1977). La Tuffite Clef est l'un des horizons minéralisés possédant la plus forte épaisseur ainsi que la plus grande extension latérale connue pour les dépôts de SMV du Bouclier canadien (Liaghat et MacLean, 1992).

La base de l'empilement volcanique est recoupée par le Complexe de La Rivière Bell, une vaste intrusion litée de gabbro anorthositique qui occupe une superficie approximative de 750 kilomètres carrés (Freeman, 1939; Black, 1942; Sharpe, 1968). Cette intrusion est constituée, du coeur vers la périphérie, d'une zone centrale d'épaisseur inconnue, d'une zone litée de 2000 mètres d'épaisseur et d'une zone de bordure de 300 à 1000 mètres d'épaisseur. Ces trois zones sont respectivement composées de: i) gabbro anorthositique grossier, ii) de lits de gabbro anorthositique, de pyroxénite amphibolitisée et de gabbro pegmatitique riche en magnétite et iii) de diorite et de tonalite pegmatitique (Piché, 1991). Les apophyses de cette intrusion

sont interprétées comme les dykes nourriciers des laves basaltiques du Groupe de Wabasee (Sharpe, 1968; MacGeehan, 1979 et Beaudry et Gaucher, 1986).

La séquence stratigraphique a été plissée, par la suite, en une large structure anticlinale (Sharpe, 1968), nommée anticlinal de Galinée, dont l'axe plonge faiblement vers l'ouest-nord-ouest (Piché, 1991) (Fig. 3). La polarité de sens opposé des séquences volcaniques au nord et au sud du Complexe de La Rivière Bell appuient la présence de cet anticlinal (Sharpe, 1968) auquel est associé une schistosité régionale parallèle au plan axial.

Les roches volcaniques du flanc nord de l'anticlinal de Galinée sont fortement déformées et possèdent une orientation ouest-nord-ouest avec un pendage sub-vertical (Piché et al., 1990). Une série de failles anastomosées d'orientation sud-est et est-ouest découpent le flanc nord en écailles losangées de dimension kilométrique. Ce couloir, d'une largeur moyenne de cinq kilomètres et pouvant être tracé sur une distance d'au moins 40 kilomètres, est désigné corridor de failles du Lac Garon par Piché et al. (1990). Les roches du flanc sud de l'anticlinal de Galinée n'ont pas été affectées par ce corridor de failles et sont très peu déformées.

Les dépôts de SMV du camp minier de Matagami se regroupent en deux familles en fonction de leur morphologie et de leur localisation par rapport à la trace de l'anticlinal. Il s'agit des dépôts du flanc sud et des dépôts du flanc nord (Fig. 3). Les dépôts présents sur le flanc nord sont

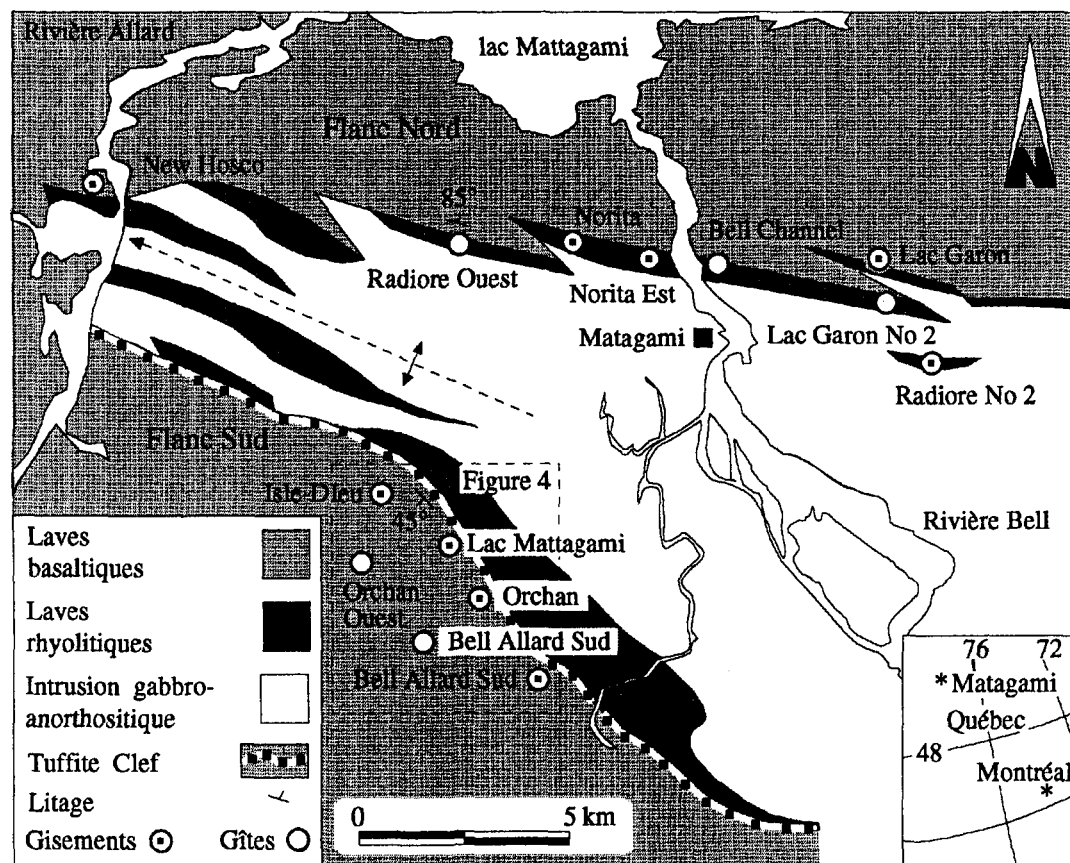


Figure 3: Carte géologique de la région de Matagami. Modifiée de Sharpe 1968, MacGeehan 1979, Beaudry et Gaucher 1986 et Piché 1991.

fortement déformés tandis que ceux du flanc sud ont enregistré une déformation relativement faible. Piché et al. (1993) suggèrent que les dépôts du flanc nord qui possèdent des caractéristiques communes aux dépôts du flanc sud sont des équivalents déformés de ces derniers. Dû à la faible déformation ayant affectée les dépôts du flanc sud, ceux-ci constituent une excellente source de données pour modéliser le processus responsable de leur formation et de leur distribution à l'intérieur du système hydrothermal.

1.7 GÉOLOGIE LOCALE

Sur le flanc sud, le Groupe du Lac Watson atteint 2 kilomètres d'épaisseur tandis que l'épaisseur observable du Groupe de Wabassee est de 2,5 kilomètres. La Tuffite Clef représente un marqueur stratigraphique auquel sont associés tous les dépôts. Cet horizon a une attitude N130°/45° et s'étend du sud-est vers le nord-ouest sur une distance de 20 kilomètres. Les gisements du flanc sud, présents le long de cet horizon marqueur (Figs. 3 et 4), représentent 80% du minerai extrait pour l'ensemble du camp minier. Les gisements et gîtes se composent d'un ou de plusieurs dépôts agglomérés dans un espace donné et distribués régulièrement tous les 1600 mètres le long de trois linéaments structuraux dont l'attitude N280°/80° a été déterminée par la présente étude (Fig. 4). Le linéament localisé dans la partie sud regroupe le gisement ainsi que le gîte de Bell Allard Sud, le gisement de Bell Allard Sud n'étant composé que d'un seul dépôt. Le linéament situé dans la partie nord comprend le gisement de Lac Mattagami, constitué de 4 dépôts, ainsi que le gisement d'Isle-Dieu qui se compose de 6 dépôts. Le linéament localisé dans la partie centrale regroupe le gisement d'Orchan constitué de 9

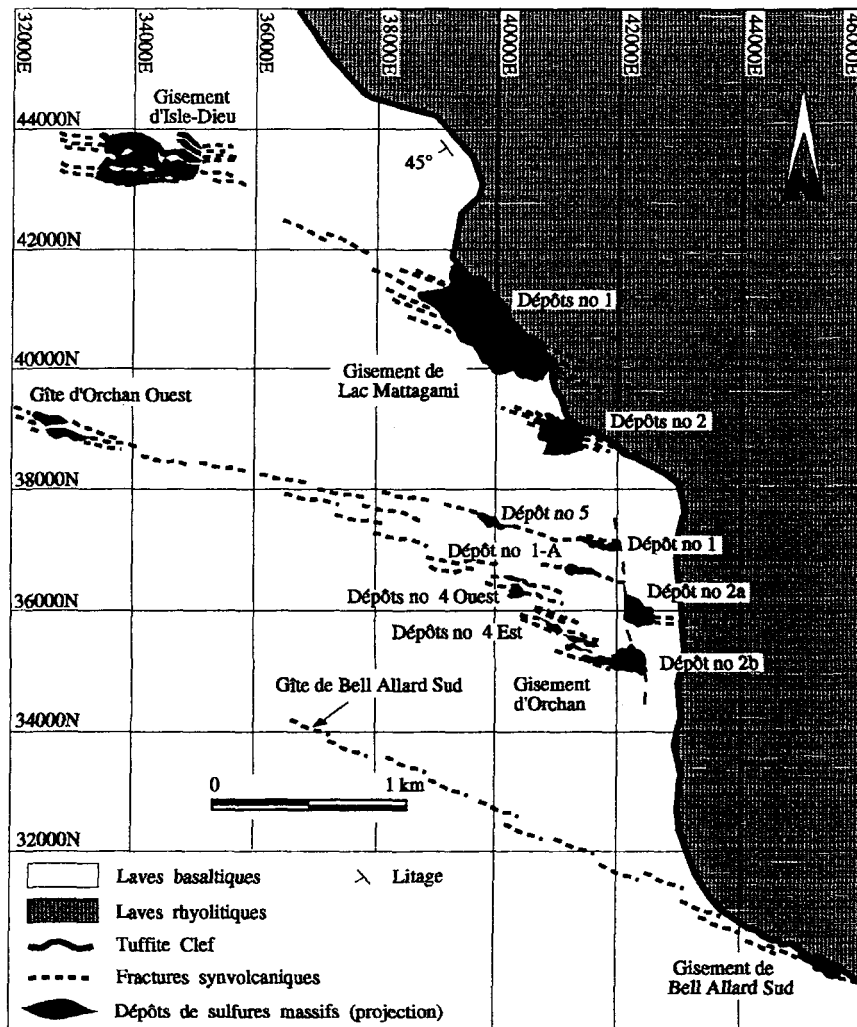


Figure 4: Carte géologique détaillée du flanc sud de l'anticlinal de Galinée, Matagami, Québec. Voir la localisation de la zone couverte par cette carte sur la figure 3.

dépôts ainsi que le gîte d'Orchan Ouest. La majorité des dépôts découverts sont localisés près de la surface sous 30 mètres de matériaux meubles d'origine glaciaire. Par contre, comme la Tuffite Clef représente un horizon de pendage incliné à 45° , les dépôts sont localisés de plus en plus profondément en direction sud-ouest. Ainsi, le gisement d'Isle-Dieu est situé à 500 mètres de profondeur tandis que les gîtes d'Orchan Ouest et de Bell Allard Sud sont situés à 1200 mètres de profondeur (Fig. 4).

CHAPITRE II

GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GISEMENT D'ISLE-DIEU

Le présent chapitre consiste à décrire en détail les caractéristiques et la morphologie des dépôts du gisement d'Isle-Dieu et principalement en ce qui concerne les parties discordantes des dépôts. L'étude des dépôts de ce gisement, qui s'effectue depuis le tout début de l'exploitation, permet de comprendre toutes les composantes du gisement en détail (échelle de la cartographie: 1:10) en vue de recueillir les données nécessaires pour vérifier si les CSM font parties des monticules ou des cheminées des dépôts.

Le gisement est d'abord présenté dans son environnement géologique. Par la suite, les caractéristiques des dépôts sont décrites pour les parties concordante et discordante. Le caractère primaire des minéraux et l'absence de modification secondaire dans la minéralogie sont également discutés. Les relations chronologiques et géométriques existant entre les parties concordantes et discordantes sont expliquées. Ces relations jumelées aux caractéristiques des dépôts permettent d'établir si les CSM font parties des monticules ou des cheminées des dépôts. Et finalement, la distribution spatiale des composantes des dépôts est présentée.

2.1 ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE DES DÉPÔTS

Les dépôts du gisement d'Isle-Dieu sont bien préservés de la déformation et sont facilement accessibles dans les zones de cheminées ainsi qu'à l'intérieur des monticules qui sont recoupés par un dense réseau de galeries. Ceci fait de ce gisement un excellent site pour étudier les caractéristiques et la géométrie des dépôts en vue de comprendre le

processus responsable de la mise en place des sulfures, particulièrement pour les CSM.

Les dépôts du gisement d'Isle-Dieu se retrouvent à l'intérieur d'une séquence de roches volcaniques d'au moins 4,5 kilomètres d'épaisseur sus-jacente à l'intrusion de gabbro anorthositique du Complexe de la Rivière Bell. Les dépôts sont associés à la Tuffite Clef localisée approximativement au centre de la séquence observée, entre les laves rhyolitiques à la base et les laves basaltiques au sommet. Dans l'environnement du gisement, les laves rhyolitiques sont principalement recoupées par des dykes de tonalite tandis que les laves basaltiques sont recoupées par des dykes de gabbro.

2.1.1 Localisation des zones à l'étude

Pour débiter ce chapitre, il est important que le lecteur prenne connaissance de la configuration globale du gisement en vue de situer les parties des dépôts qui ont été sélectionnées pour une étude détaillée. Le gisement d'Isle-Dieu est constitué de quatre dépôts (nos 1, 2A, 2B et 2C) (Figs. 5 et 6) ainsi que de deux petits dépôts satellites (nos 1C et 1D) (Figs. 5 et 7). Le dépôt no 1 comprend les dépôts nos 1A et 1B qui ont été séparés par un dyke de tonalite de 40 mètres d'épaisseur (Figs. 6 et 8). Ce même dyke a séparé les dépôts nos 2B et 2B Nord (Figs. 7 et 8) qui ne constituent qu'un seul dépôt. Les petits dépôts satellites, nos 1C et 1D, ont été peu étudiés car leur définition n'est pas complétée et les accès sont actuellement inexistantes.

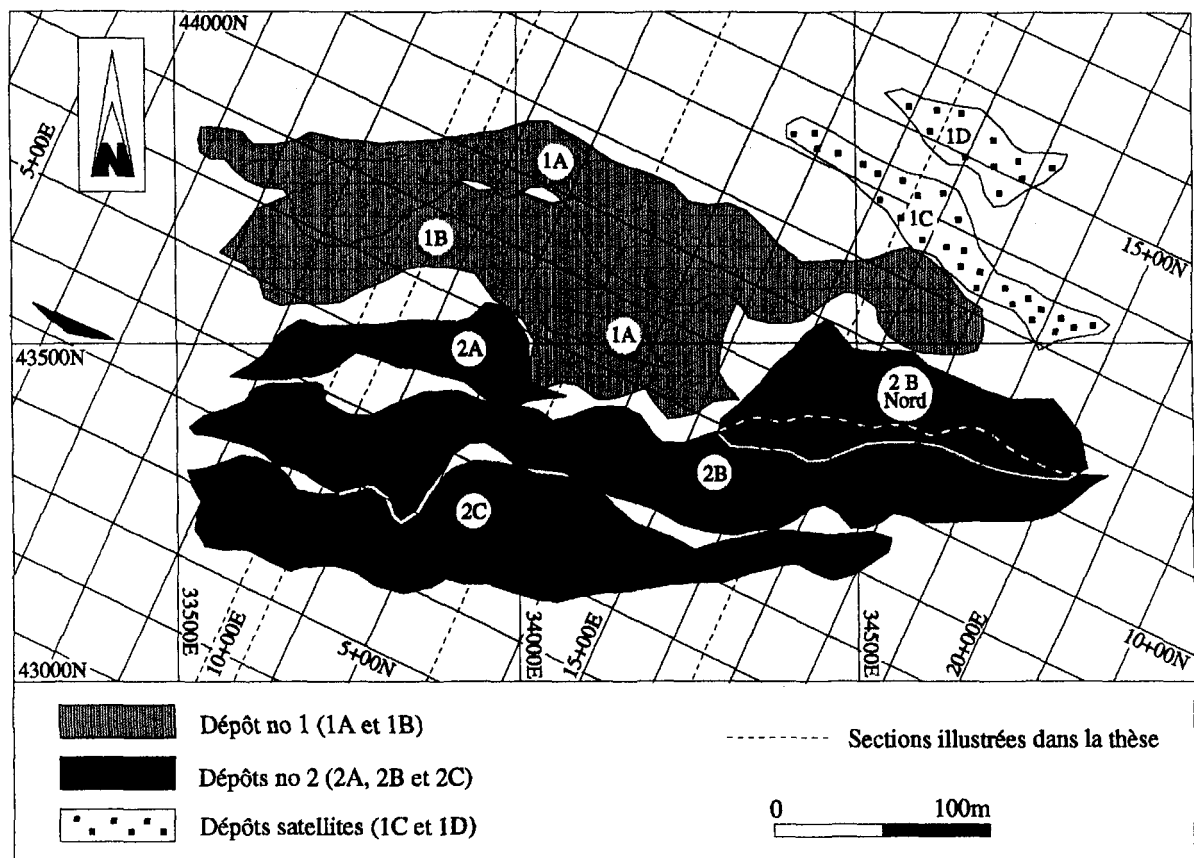


Figure 5: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

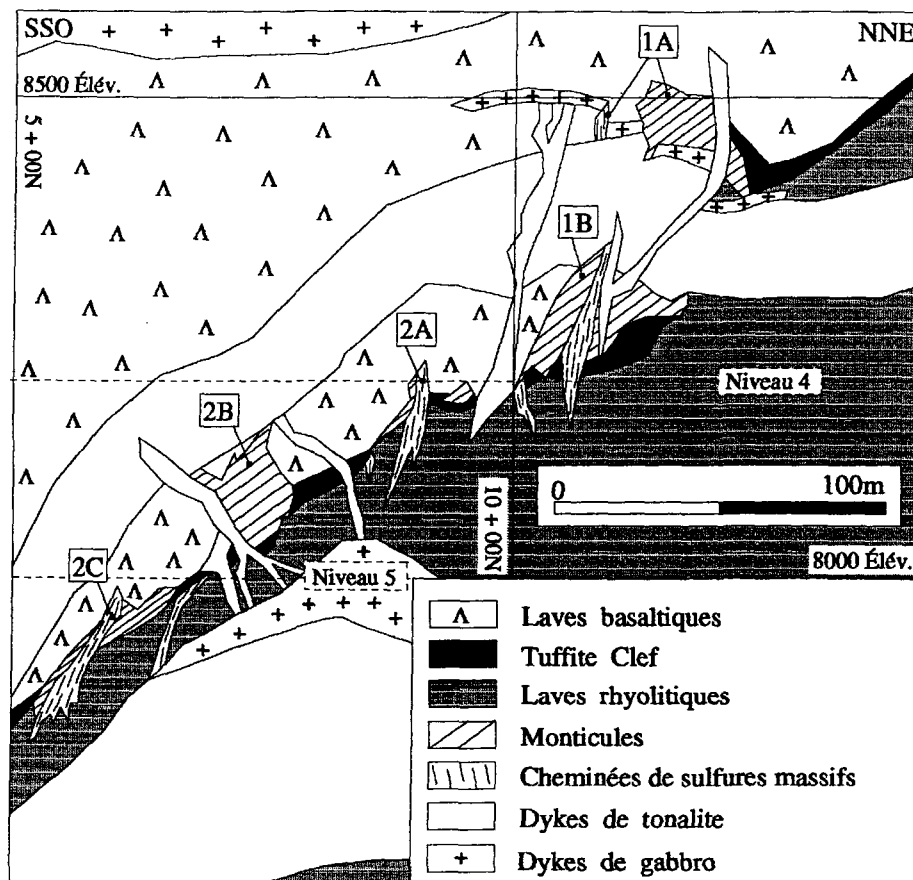


Figure 6: Section transversale 10 + 00 E des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

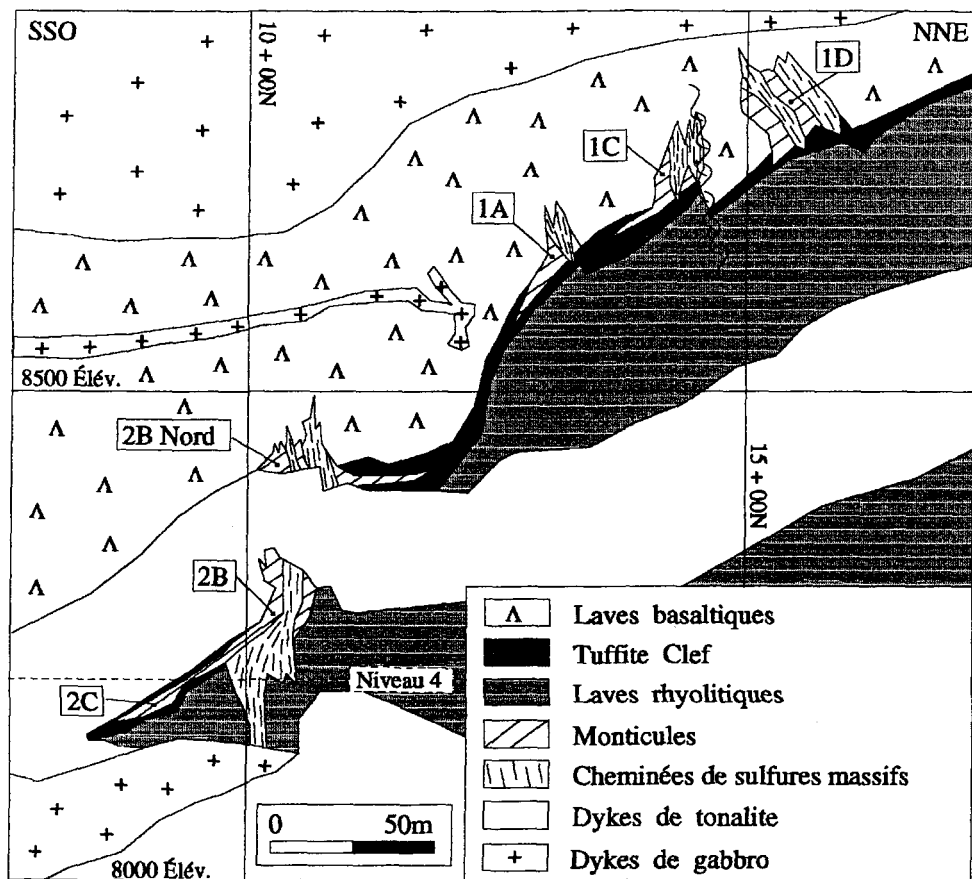


Figure 7: Section transversale 16 + 50 E des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

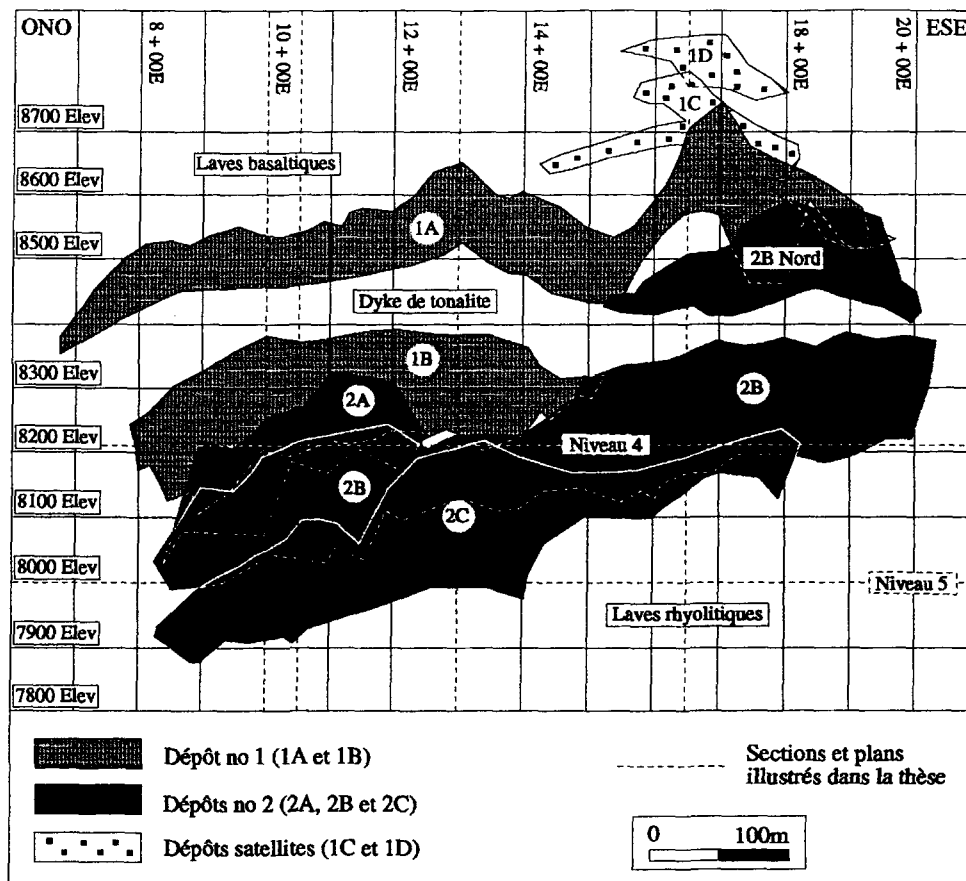


Figure 8: Projection sur une vue en section longitudinale des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

La figure 9 montre une vue en perspective du gisement où est représentée la section transversale 10 + 50 E, les vues de plan horizontal du niveau 4 ainsi que du niveau 5. Ces vues de plan horizontal sont reproduites en détail pour le niveau 4 aux figures 10 et 11 ainsi que pour le niveau 5 à la figure 12. Les galeries du niveau 4 recoupent perpendiculairement les zones de cheminées sous-jacentes au dépôt no 1 qui sont les mieux développées du gisement (Figs. 10 et 11). Ce niveau recoupe également les monticules nos 1B, 2A et 2B. Le niveau 5 recoupe le monticule no 2C et donne accès à une partie des zones de cheminées du dépôt no 2B qui est le deuxième plus volumineux dépôt du gisement mais dont les cheminées sont moins bien développées que celle du dépôt no 1. De plus, la base des dépôts nos 2B et 2C est recoupée par de nombreux dykes. Pour ces raisons, une emphase a été mise sur l'étude du dépôt no 1. L'accès aux zones de cheminées sous-jacentes au monticule no 1 se fait par le niveau 4 et le sous niveau 4-50 tandis que l'accès à l'intérieur du monticule est possible par le niveau 3 et le sous-niveau 3-50. Les zones de cheminées sus-jacentes au monticule sont également accessibles par les niveaux 1 et 2 et le sous-niveau 1-50. À l'intérieur de ce dépôt, la section transversale 13 + 00 E, localisée au centre du dépôt, a été choisie pour illustrer les caractéristiques du dépôt car les zones de cheminées y sont particulièrement bien développées. Dans ce dépôt, deux zones principales de cheminées sont présentes soit la zone de cheminées nord et la zone de cheminées sud (Fig. 13, 14, 15 et 16). La figure 16 illustre la reconstitution du dépôt avant que celui-ci ne soit recoupé par un dyke de tonalite.

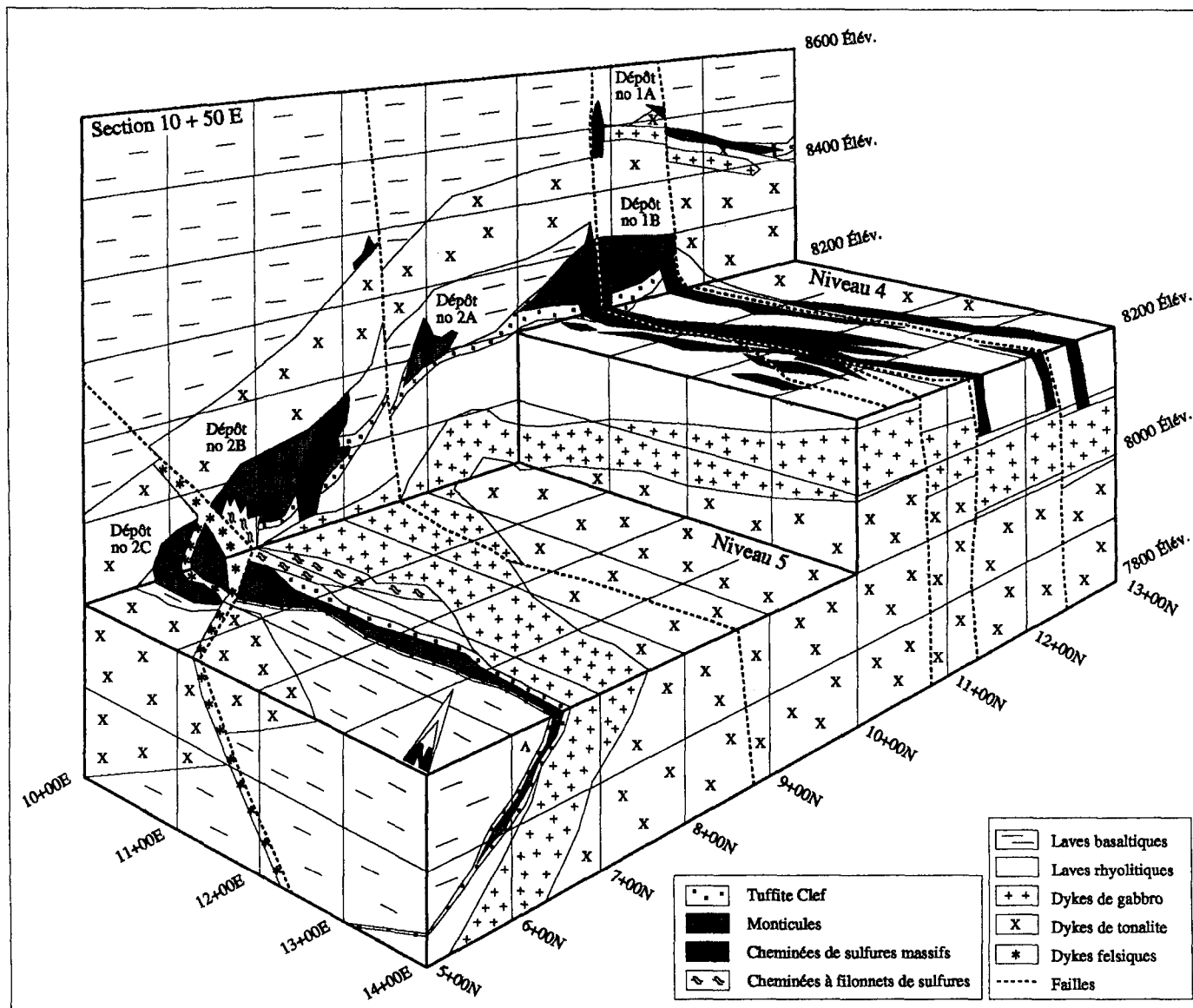


Figure 9: Vue en perspective du gisement d'Isle-Dieu illustrant la section 10 + 50 E ainsi que les niveaux 4 et 5.

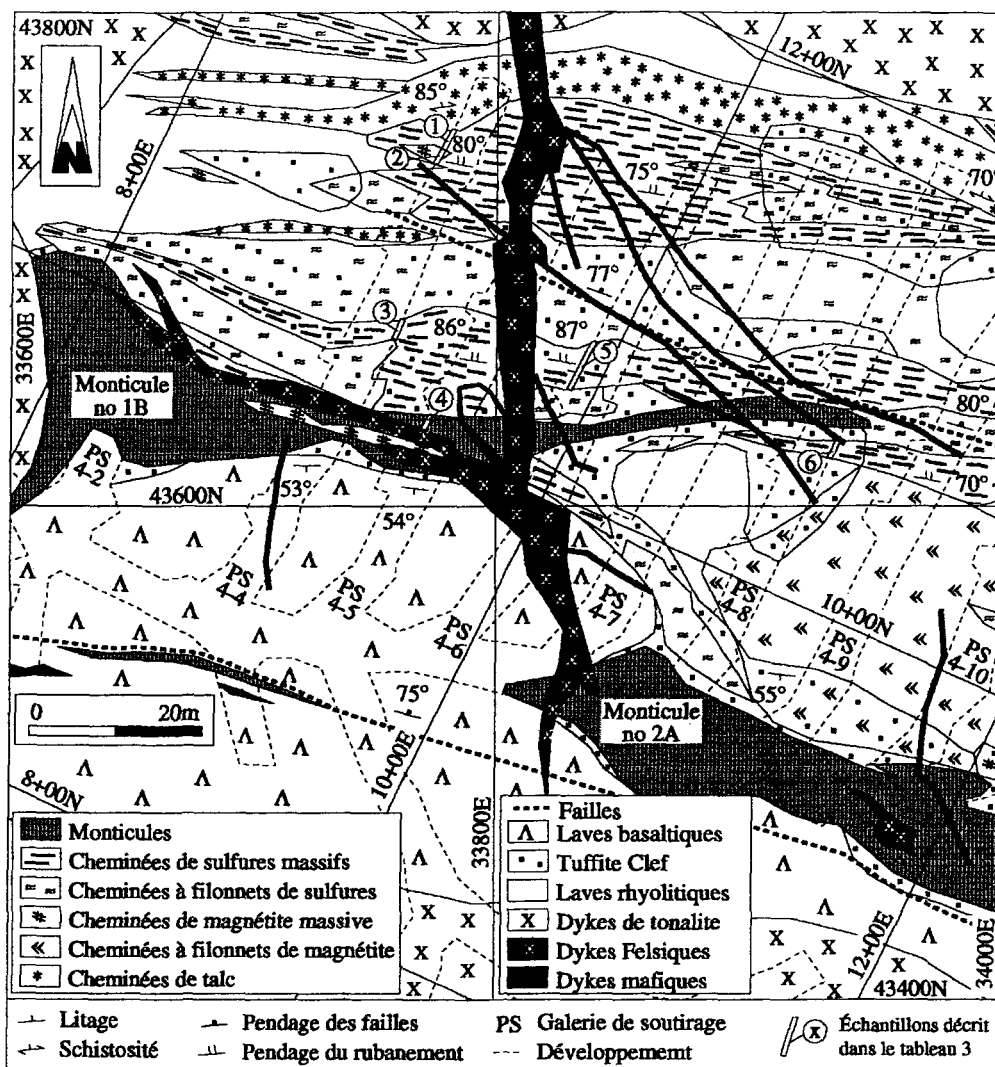


Figure 10: Géologie détaillée du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 4 ouest), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule. Une vue simplifiée est présentée à la figure 15.

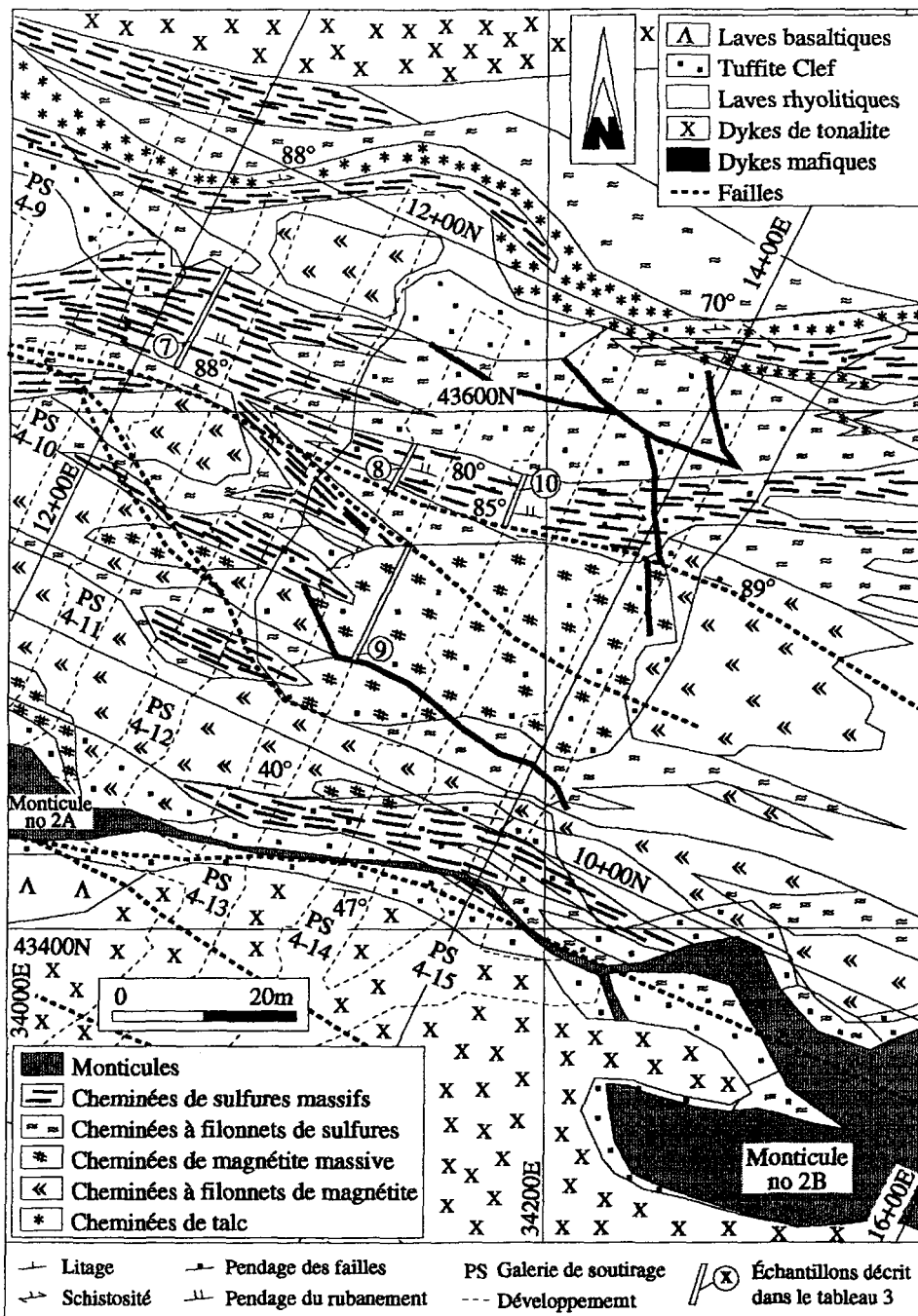


Figure 11: Géologie détaillée du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 4 est), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule. Une vue simplifiée est présentée à la figure 15.

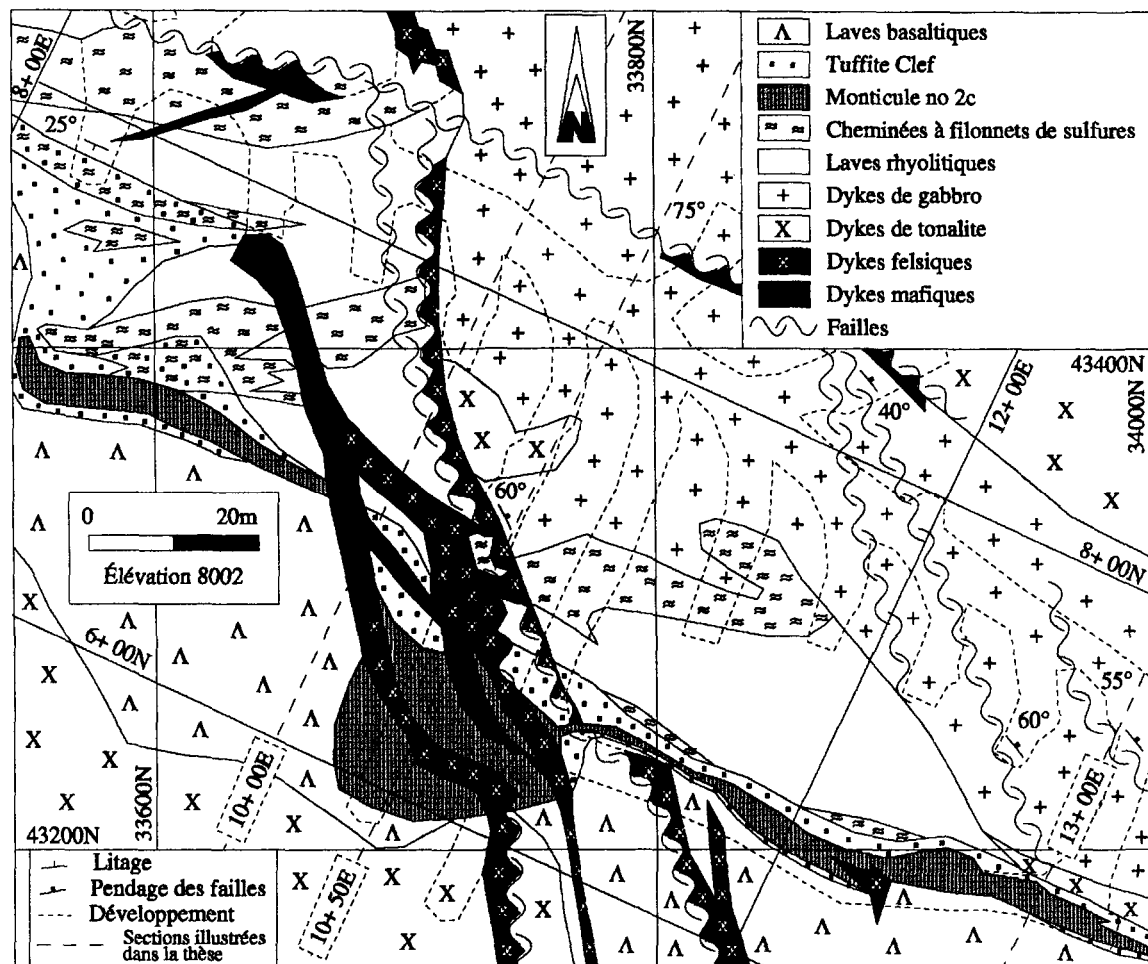


Figure 12: Géologie du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 5), recoupant les zones de cheminées et le monticule.

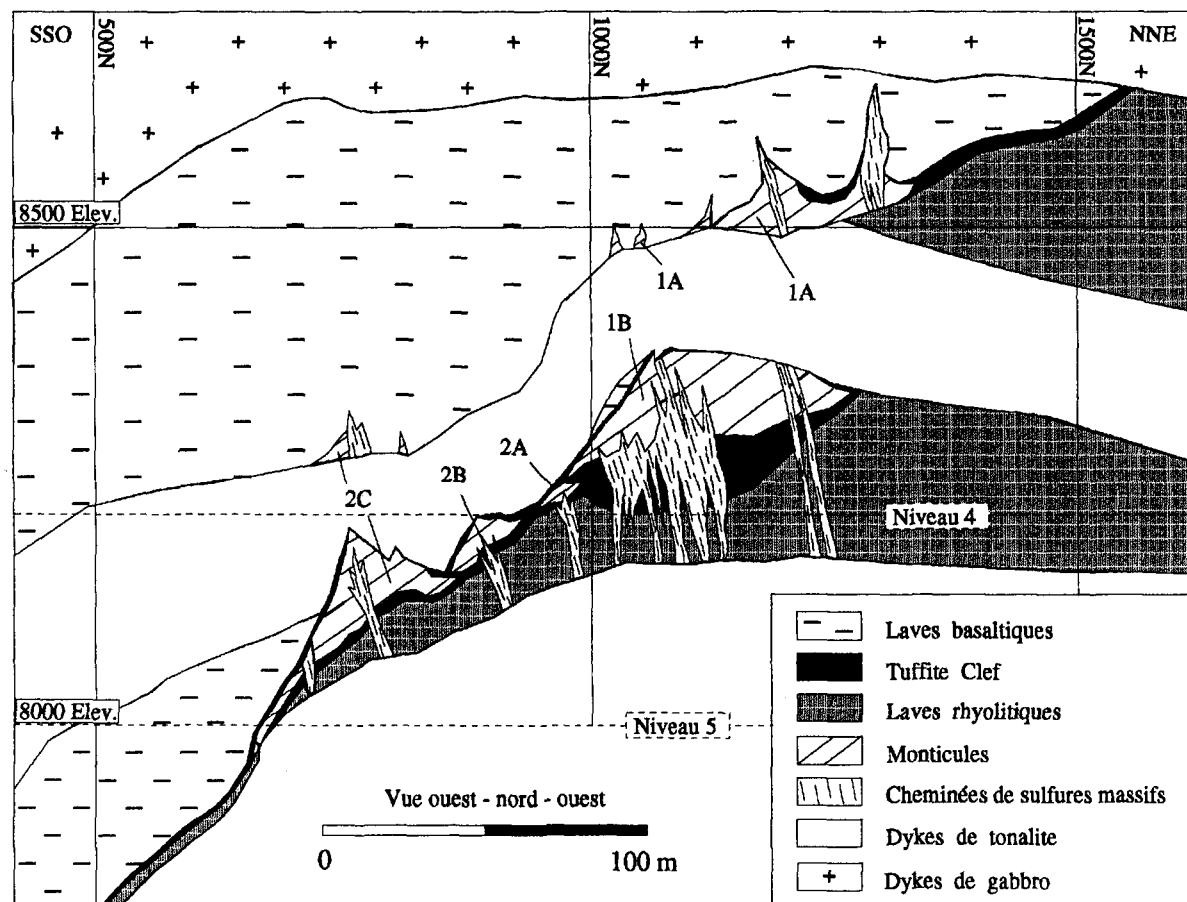


Figure 13: Section transversale 13 + 00 E des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

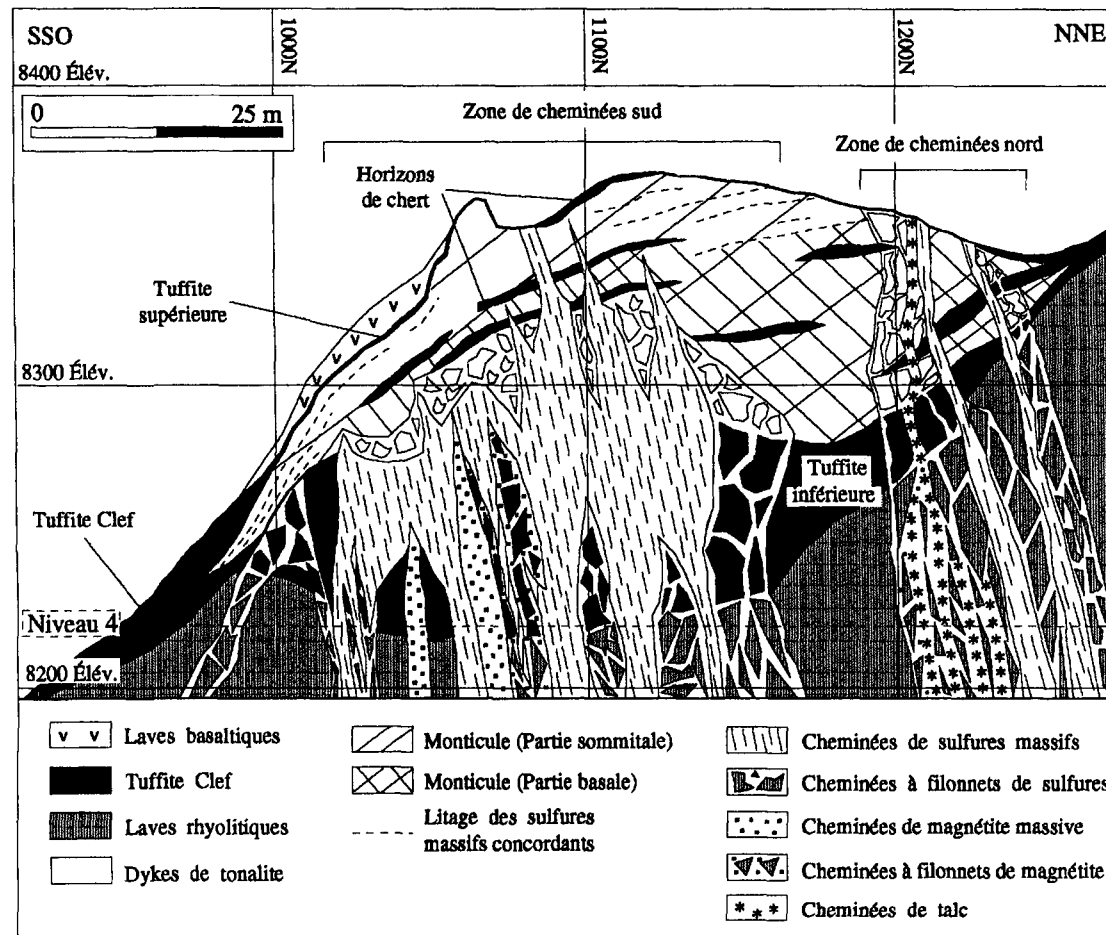


Figure 14: Géologie du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentée sur la section transversale 13+00E.

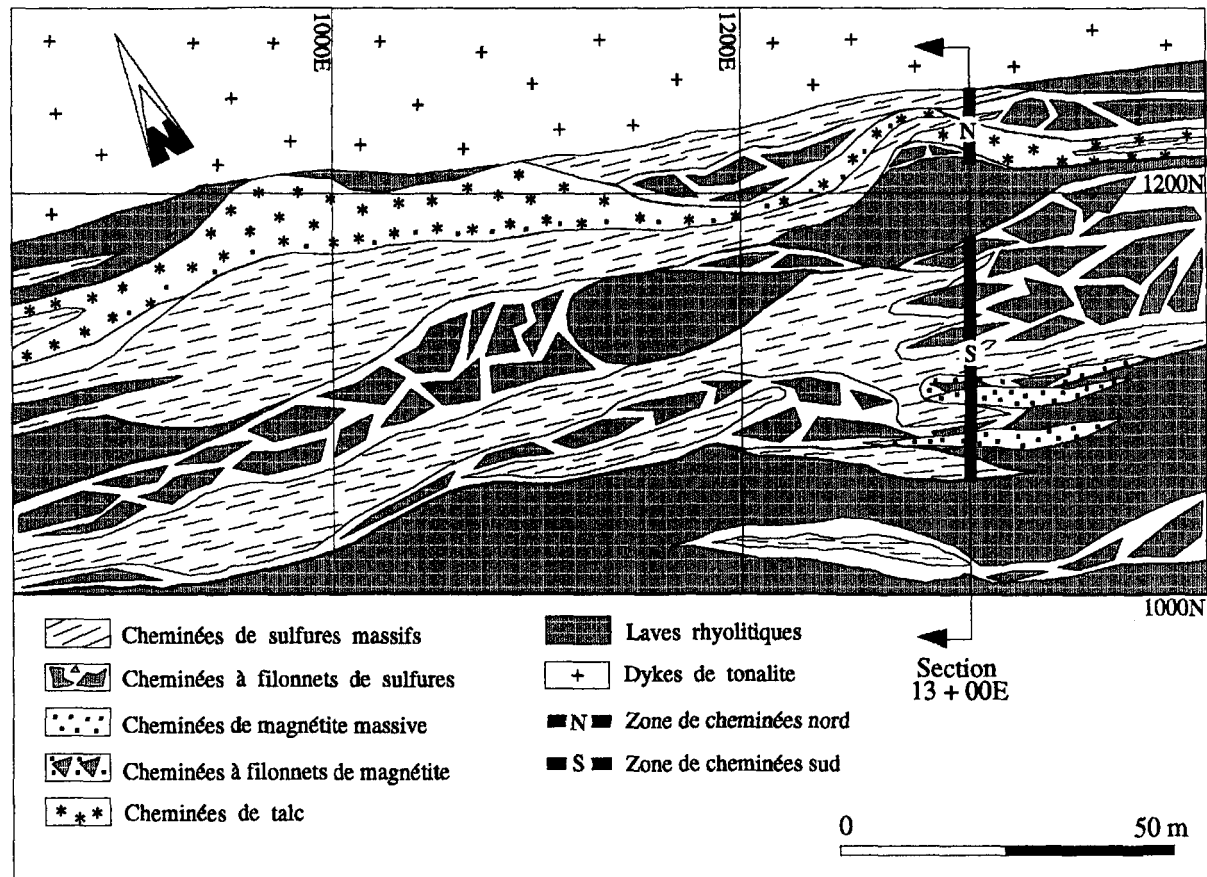


Figure 15: Géologie simplifiée du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.

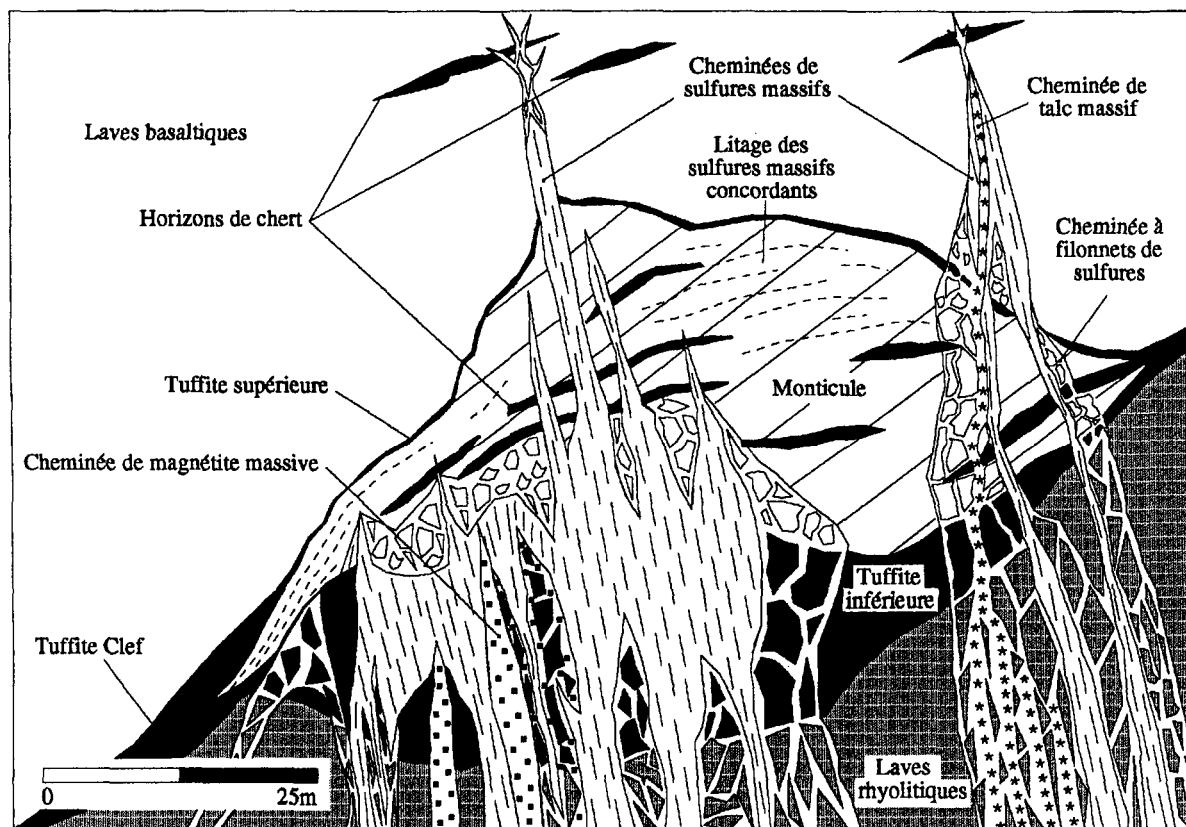


Figure 16 : Architecture atypique du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

2.1.2 Roches volcaniques

Les roches volcaniques sont composées des laves rhyolitiques du Groupe du Lac Watson surmontées par les laves basaltiques du Groupe de Wabasse. Les textures primaires étant bien préservées dans ces roches, on déduit une déformation relativement faible. Les laves rhyolitiques non-altérées, sous-jacentes au gisement, contiennent de 5 à 10% de phénocristaux de quartz et possèdent une mésostase caractérisée par un assemblage microcristallin de quartz et de plagioclase faiblement séricitisé contenant moins de 3% de chlorite (Tanguay, 1990). Des sphérules d'albite fibroradiée et des amygdules de quartz, de carbonates ou de biotite de forme sphérique à ovale sont localement présentes en quantité variable. Les laves basaltiques, de couleur vert grisâtre, sont à grains très fins. Ces laves se présentent sous forme de coulées massives et sont localement coussinées. Dans les 500 mètres inférieurs, sus-jacents au gisement, les laves basaltiques renferment des horizons de chert de faible extension latérale. Ces horizons, de moins d'un mètre d'épaisseur, possèdent parfois des concentrations de pyrite mais très peu de sphalérite et de chalcoppyrite.

2.1.3 Roches intrusives

Les roches intrusives sont composées de dykes observables à deux échelles, soit les dykes de forte et de faible puissances. Les dykes de forte puissance sont de composition gabbroïque et tonalitique. Les dykes de gabbro d'une épaisseur moyenne de 150 mètres recoupent à faible angle la séquence stratigraphique du flanc sud (Fig. 7). Sharpe (1968) et MacGeehan (1979) proposent que ces dykes soient comagmatiques avec le Complexe

gabbro anorthositique de la Rivière Bell. À proximité du gisement d'Isle-Dieu, ces dykes sont présents à l'intérieur des laves basaltiques et l'un d'eux recoupe la partie sommitale du dépôt no 1A à l'ouest de la section 9 + 50 E. Les dykes de tonalite sont également sub-concordants avec la séquence stratigraphique. Le gisement d'Isle-Dieu est recoupé par deux de ces dykes (Fig. 7). L'un, d'une épaisseur moyenne de 40 mètres, recoupe la partie ouest du dépôt no 1 formant les zones 1A et 1B ainsi que la partie est du dépôt no 2B formant les zones 2B et 2B Nord (Fig. 8). Un deuxième dyke de tonalite d'une épaisseur moyenne de 180 mètres recoupe la base des cheminées et localement des monticules des dépôts nos 2B et 2C dans la partie sud du gisement (Figs. 6, 7 et 13). Un dyke de péridotite a également été intercepté par un forage d'exploration au nord-ouest du dépôt no 1 mais ses dimensions ne sont pas connues.

Les dykes de faible puissance sont des dykes de compositions mafique et felsique qui recoupent l'ensemble des dépôts (Figs. 10, 11 et 12). Les dykes mafiques ont une épaisseur moyenne de 0,5 mètre et des orientations préférentielles ouest-nord-ouest et nord-ouest avec un pendage de 70°. Un dyke felsique d'une épaisseur moyenne de 3,5 mètres ayant une direction nord-nord-ouest et un pendage de 65° recoupe également l'ensemble des dépôts dans la partie ouest du gisement. Ce dyke possède, dans la région du dépôt no 2C, des concentrations appréciables de fushite associées à des teneurs de 8,33 g/t d'or provenant d'un échantillon ponctuel.

Dans l'ensemble, les dykes de forte puissance n'ont séparé que de faibles volumes de sulfures des dépôts. Ces sulfures, rendus non-économiques due à la distance qui les séparent du gisement, ne représentent qu'une très faible proportion du minerai. Certains dykes de faible et de forte puissances sont localement recoupés par des failles mais aucun ne contient de sulfures, d'oxydes ou de minéraux d'altération tels le talc et la chlorite.

2.1.4 Structure

Les roches du flanc sud, métamorphisées au faciès des schistes verts, ne présentent pas d'évidence de déformation importante. De rares plis ont été observés dans le gisement d'Isle-Dieu mais ces plis sont circonscrits à des failles ouest-nord-ouest. Les plis de second et de troisième ordre identifiés par Roberts (1966) et Clark (1983) sur le flanc sud ont été remis en question par Piché (1991). Selon ce dernier, les plis qui sont circonscrits au voisinage des failles ouest-nord-ouest, seraient simplement le résultat de l'entraînement local des couches stratigraphiques par le mouvement des failles.

Une schistosité d'attitude ouest-nord-ouest avec un fort pendage est observée localement à l'intérieur du gisement. Cette schistosité est bien développée essentiellement dans les parties altérées des dépôts soit dans les zones riches en talc et en chlorite (Figs. 10 et 11). Les roches altérées sont des matériaux ramollis par l'altération et leur susceptibilité à être déformés est plus grande. Ailleurs, la schistosité est peu développée ou quasi absente.

Les failles rencontrées sont des failles de directions ouest-nord-ouest et nord-nord-ouest (Figs. 9, 10, 11 et 12). Ces failles, qui montrent toutes des surfaces très régulières, ont une puissance de 5 millimètres à 15 centimètres. Les failles de puissance supérieure à 1 centimètre sont généralement composées de boue de faille. Les failles ouest-nord-ouest, les plus communes, se répètent suivant une direction nord-sud à des intervalles de 60 mètres à l'intérieur du gisement (Fig. 9). Ces failles, longitudinales aux dépôts, ont une direction qui varie de N275° à N295° avec un pendage de 80°. La composante verticale de déplacement de ces failles ne dépasse pas 30 mètres tandis que la composante horizontale de déplacement est dextre et d'environ un mètre. Les failles nord-nord-ouest ont un pendage de 60°. Ces failles, peu communes, se retrouvent dans la partie sud-ouest du gisement (Fig. 12) et sont associées à des déplacements très faibles qui affectent toutes les lithologies.

2.2 CARACTÉRISTIQUES DES DÉPÔTS

L'ensemble des dépôts totalise 2,6 millions de tonnes de minerai avec des teneurs de 18,66% Zn, 1,06% Cu, 83 g/t Ag et 0,51 g/t Au. La partie concordante des dépôts forme un monticule de sulfures massifs localisé à l'intérieur de la Tuffite Clef alors que la partie discordante représente la zone de cheminées qui est constituée de plusieurs types de cheminées de différentes compositions (Fig. 16).

2.2.1 Partie concordante des dépôts

La partie concordante des dépôts comprend deux membres distincts soit le monticule de sulfures massifs et la Tuffite Clef qui enveloppe entièrement le monticule (Figs. 13 et 16). La Tuffite Clef comprend deux sous-unités, soit la Tuffite inférieure présente sous le monticule et la Tuffite supérieure qui recouvre celui-ci (Figs. 14 et 16). Le contact entre les sulfures massifs du monticule et la Tuffite Clef est net. En périphérie du monticule, l'épaisseur de sulfures massifs concordants diminue progressivement et les deux sous-unités de tuffite ne forment plus qu'un seul et même horizon de chert.

2.2.1.1 *Tuffite Clef*

Les principaux constituants de la Tuffite Clef sont des cendres riches en chlorite et séricite et des sédiments exhalatifs (Liaghat et MacLean, 1992). Ces derniers sont composés de chert, de sulfures et de carbonates (Davidson, 1977; MacGeehan and MacLean, 1980). La Tuffite Clef a une épaisseur variant entre 0,3 mètre et 6 mètres, et son contenu métallifère moyen est de 1,4% Zn, 0,1% Cu avec des traces de Pb, de Co, de Ni et de Cr (Davidson, 1977). Le pendage de la Tuffite Clef est généralement constant sauf à proximité des monticules où des variations abruptes sont observées (de 45° à 75° sur une distance de moins de 15 mètres) (Fig. 7).

2.2.1.1.1 *Tuffite inférieure*

La Tuffite inférieure ne se retrouve qu'à la base du monticule et sépare celui-ci des laves rhyolitiques (Fig. 14). La Tuffite inférieure se

compose de lits millimétriques à centimétriques de chert bleu-verdâtre en alternance avec des lits d'épaisseur semblable composés de chert rougeâtre (Fig. 17). Le chert est composé de grains de quartz dont le diamètre moyen est de 0,0125 mm. La couleur bleu-verdâtre est attribuable à la présence d'environ 25% de grains de chlorite dont la taille moyenne est de 0,0075 mm. Ces concentrations de chlorite atteignent jusqu'à 50% dans certains lits. Par contre, la teinte rougeâtre du chert est produite par la présence de 5% de grains sub-anguleux de sphalérite, d'origine exhalative, dont le diamètre moyen est de 0,05 mm (Fig. 18a). Des tests de corrosion au HNO_3 (15%) ont révélé que ces grains étaient maclés. Moins de 1% de chalcopryrite et de pyrrhotite sont également présents à l'intérieur des lits de chert. Le litage est créé par le changement de granulométrie des grains de quartz dont le diamètre peut atteindre 0,025 mm ainsi que par la variation du contenu en chlorite ou en sphalérite.

La Tuffite inférieure, qui est une sous-unité semi-économique, s'observe sur une épaisseur de plus de 20 mètres et est recoupée par toutes les cheminées (Fig. 14). La figure 18a montre des filonnets de sphalérite qui recoupent la Tuffite inférieure ainsi que des filonnets qui s'infiltrant entre les plans de litage. De fortes concentrations de chlorite sont étroitement associées à ces filonnets (Fig. 18b). La Tuffite inférieure atteint ses plus fortes épaisseurs à l'intérieur des zones de cheminées les mieux développées (Fig. 14). L'épaisseur varie de 20 mètres sous le dépôt no 1 à moins de 30 centimètres en périphérie de celui-ci tandis que les teneurs en zinc varient en moyenne de 7% à moins de 1%. Ces teneurs en zinc sont attribuables à la

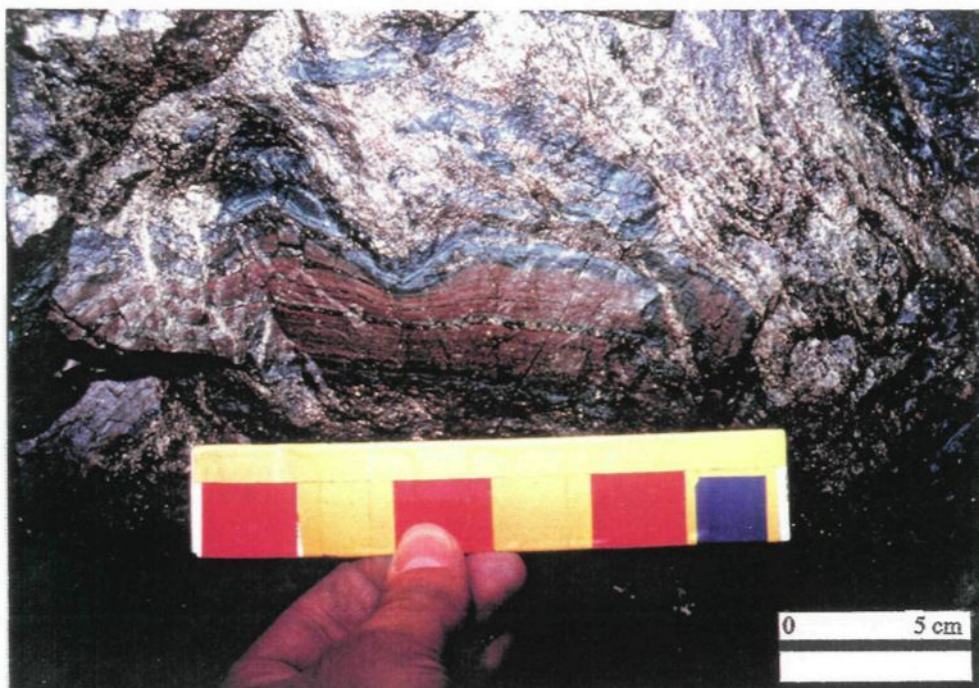


Figure 17 : Photographie de la Tuffite inférieure montrant les lits de chert rougeâtre et bleu-verdâtre recoupés par des filonnets de pyrite.

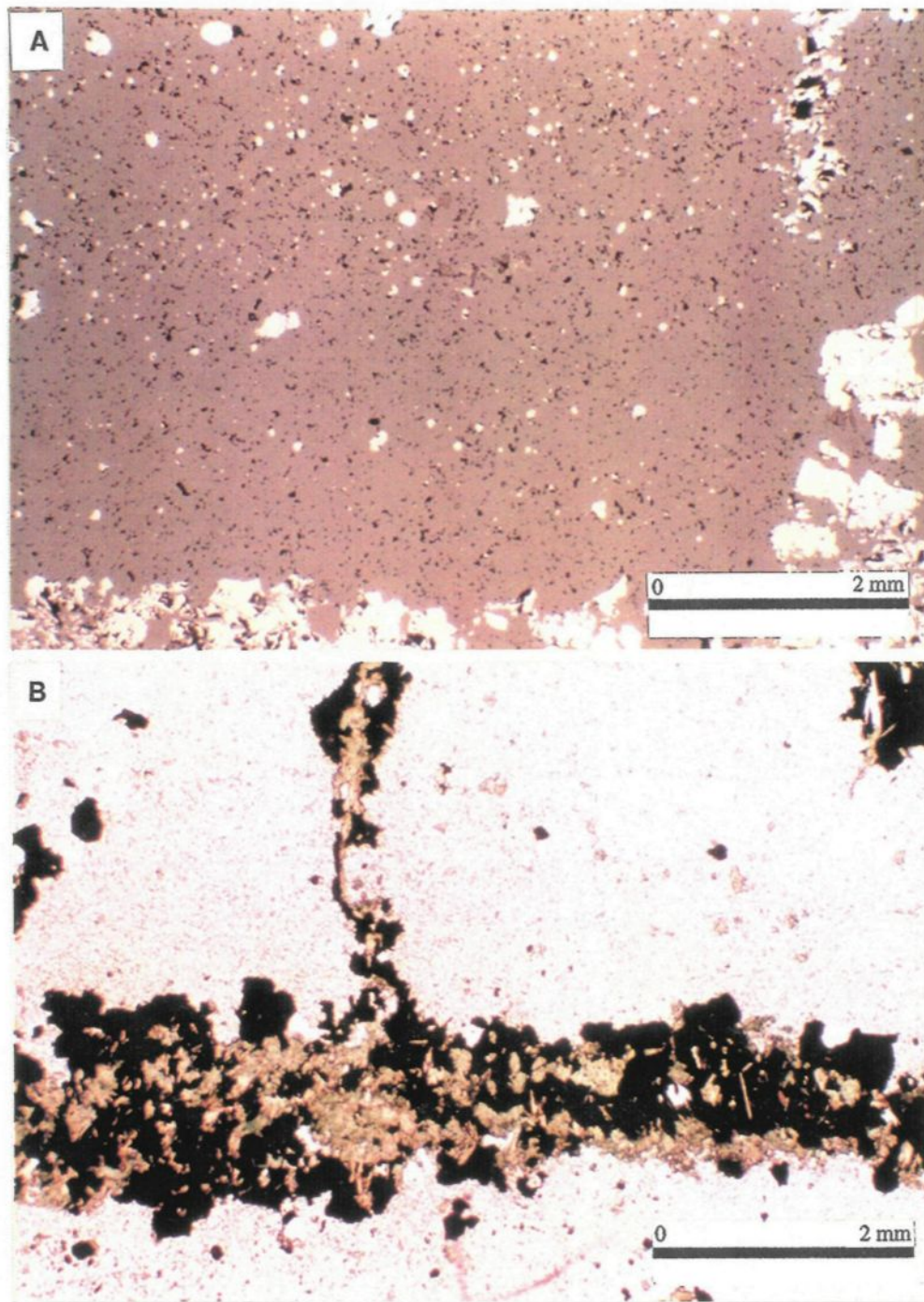


Figure 18 : Photomicrographies de la Tuffite inférieure. A: Lits de chert avec grains de sphalérite syngénétique recoupés par des filonnets de sphalérite et de pyrite qui s'infiltrèrent également entre les plans de litage. B: Fortes concentrations de chlorite associées aux filonnets de sphalérite et de pyrite.

présence de lits de chert riches en sphalérite d'origine syngénétique mais également à la présence de filonnets de sphalérite, principalement abondants sous les monticules. La variation dans l'épaisseur de la Tuffite inférieure se traduit par une augmentation du nombre de lits et non par une augmentation de l'épaisseur des lits. Ces fortes variations de l'épaisseur et du contenu en métaux ont également été notés par MacLean et Davidson (1977) pour le dépôt du gisement de Bell Allard Sud, par Clark (1983) pour les dépôts du gisement d'Orchan ainsi que par Roberts (1966) pour les dépôts du gisement de Lac Mattagami. Thurlow et al. (1975) ainsi que Sakrison (1967) ont fait respectivement les mêmes observations pour les horizons exhalatifs des dépôts de Buchans à Terre-Neuve et ceux du Lac Dufault dans le camp minier de Noranda.

2.2.1.1.2 Tuffite supérieure

La Tuffite supérieure, qui atteint dans certains cas plus d'un demi-mètre d'épaisseur, recouvre le monticule et le sépare des laves basaltiques (Fig. 16). Cette sous-unité est composée de lits de chert de couleur grisâtre en alternance avec des lits de chert verdâtre dont la teinte est attribuable à la présence de chlorite (Fig. 19a). Les lits de chert sont composés de grains de quartz dont le diamètre moyen est de 0,0125 mm et de grains de chlorite de même taille moyenne. Les lits d'épaisseur variable, sont non-déformés et se distinguent par la variation du contenu en chlorite qui peut atteindre jusqu'à 60% dans certains lits (Fig. 19b). Localement, des lits d'épaisseur centimétrique, composés de pyrite et d'un fort contenu en chlorite, sont présents. Des phénocristaux de quartz dont le diamètre moyen est de 0,05

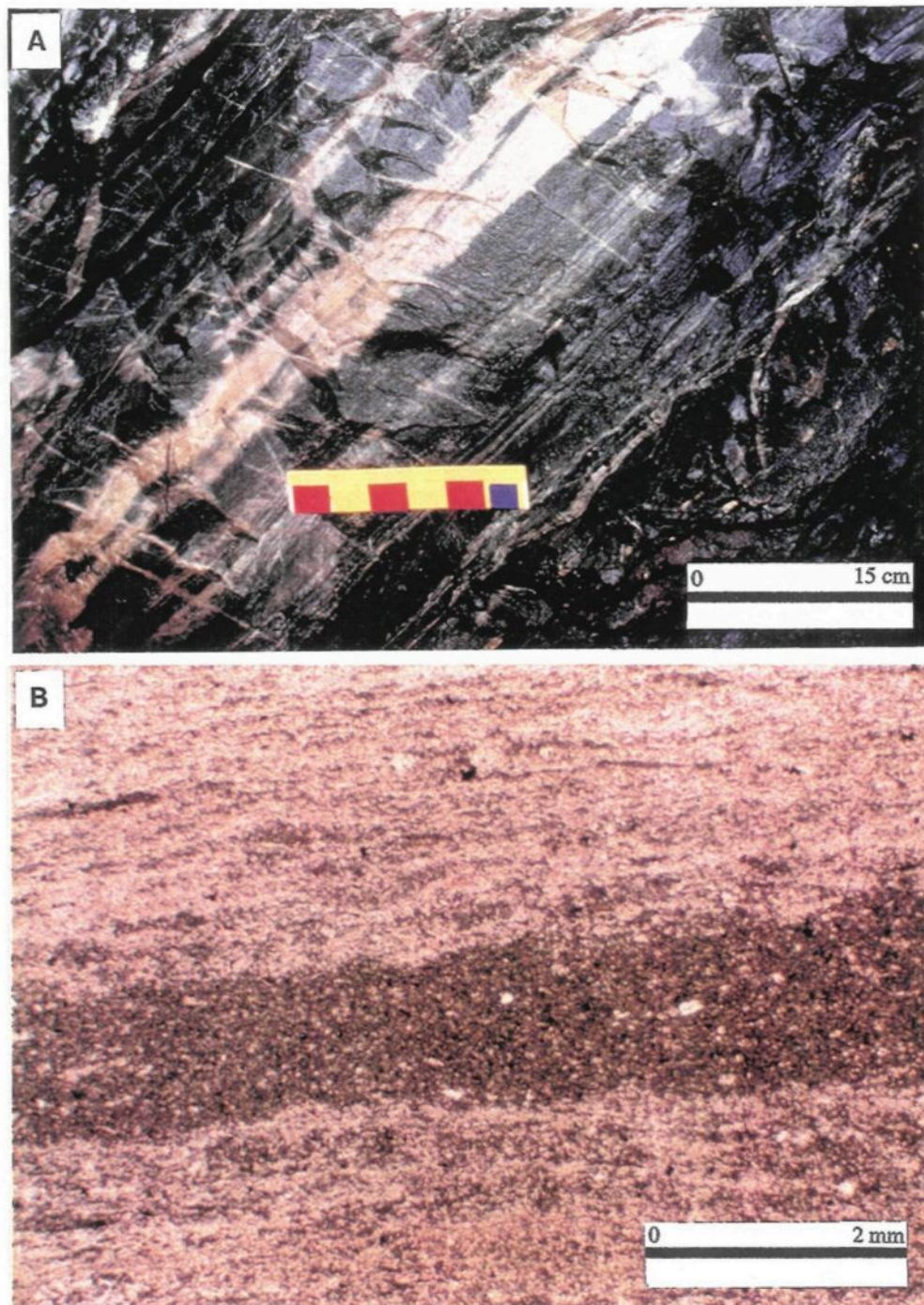


Figure 19 : Tuffite supérieure. A: Photographie montrant des lits de chert, non-déformés, de couleur grisâtre à verdâtre. B: Photomicrographie montrant des lits de chert, non-déformés, dont le contenu en chlorite est variable d'un lit à l'autre.

mm, des plages de chlorite de taille variable ainsi que des grains de pyrite dont le diamètre moyen est de 0,025 mm, sont disséminés à l'intérieur des lits de chert. La Tuffite supérieure n'est recoupée que localement par certaines cheminées.

2.2.1.2 *Monticule*

L'abondance de filonnets de sulfures et de CSM discordants, envahissant la partie basale du monticule, permet de diviser celui-ci en une partie sommitale et une partie basale (Fig. 14). Dans cette dernière partie, le litage est rarement observé dans les sulfures massifs concordants. Par contre la partie sommitale n'est recoupée que partiellement par les filonnets de sulfures et les CSM et exhibe localement des lits millimétriques à centimétriques, non-déformés, composés de pyrite et plus rarement de pyrrhotite et de chalcopyrite (Fig. 20). Localement, des horizons de chert d'une étendue restreinte de l'ordre d'une dizaine de mètres sont interstratifiés avec les sulfures massifs concordants (Fig. 14). Ces horizons, d'une épaisseur variant de quelques centimètres à plus d'un mètre, ont des contacts nets avec les sulfures massifs concordants.

Le tableau 1 présente les compositions minéralogique et métallifère de 36 échantillons de sulfures massifs concordants qui ont été sélectionnés à travers les différents monticules du gisement. Le pourcentage de sulfures composant les monticules varie de 65 à 94% tandis que les teneurs varient de 15,85 à 51,90% pour le zinc et de 0,03 à 4,36% pour le cuivre. La figure 21 résume la composition moyenne des monticules pour les dépôts du

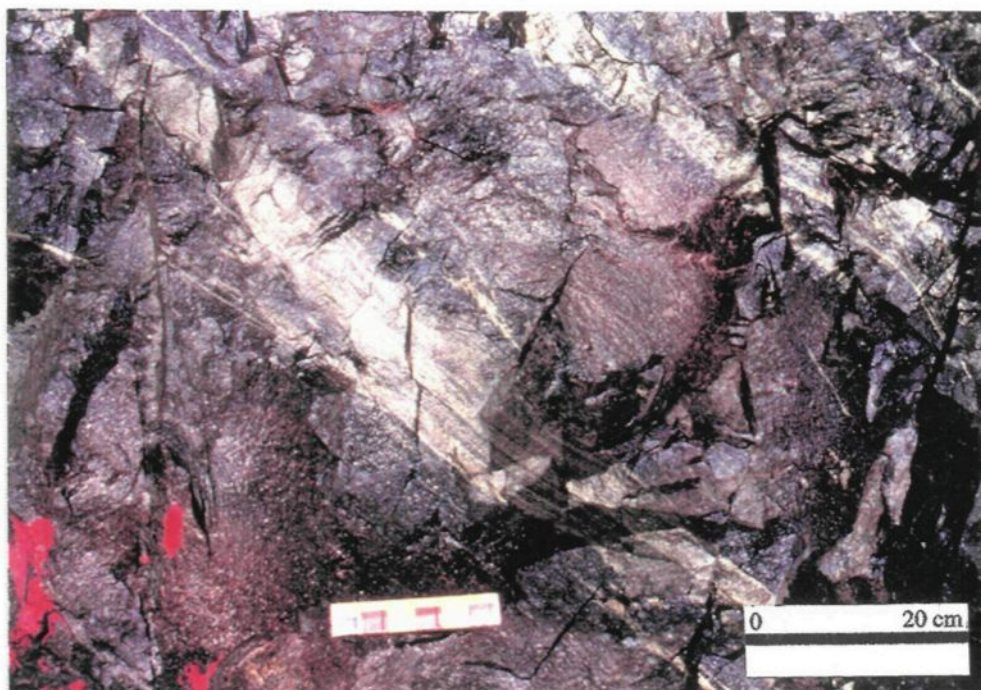


Figure 20 : Photographie des sulfures massifs concordants composés principalement de sphalérite de couleur brun-rouge et possédant des lits de pyrite et de chalcopirite non-déformés.

Dépôts	Sections	Forages ou galeries	Nos des échantillons	Sp (%)	Py (%)	Cp (%)	Po (%)	Ga (%)	Autres sulfures (%) / Type	Zn (%)	Cu (%)	Mt (%)	Ht (%)	Autres (%) / Type	Sulfures total (%)	Oxydes total (%)
1A	850E	IM85-3	im853smc1a1	55	25	3	3	tr	1 / mc	27,70	1,07	2	-	11 / cb, tc, qz	87	2
1A	850E	IM85-3	im853smc1a2	80	0	0,1	tr	0,1	-	44,39	0,10	tr	-	20 / qz	80	tr
1A	1050E	IM85-10	im8510smc1a1	65	tr	-	-	tr	tr / mc	39,68	0,36	-	-	35 / qz, cb	65	-
1A	1050E	IM85-10	im8510smc1a2	45	8	20	2	-	tr / mc	27,40	1,22	5	-	20 / am, cl, cb, qz	75	5
1A	1150E	IM86-17	im8617smc1a1	65	tr	tr	tr	tr	-	29,55	0,72	tr	-	35 / qz	65	tr
1A	1150E	IM86-17	im8617smc1a2	55	-	0,1	7	3	-	39,25	0,61	17	-	17 / cb, st, qz, tc	83	17
1A	1400E	IM85-15	im8515smc1a1	56	-	0,6	2	6	0,1 / tt	29,38	0,39	-	-	35 / qz, cb	65	-
1A	1400E	IM85-15	im8515smc1a2	40	25	5	1	1	0,2 / as	23,75	0,76	1	-	27 / qz, cb, st	72	1
1B	850E	IM85-3	im853smc1a1	43	4	18	tr	0,1	-	21,84	1,03	10	-	25 / qz, st, cl	65	10
1B	900E	PS3-54	7344	55	20	tr	-	-	tr / mc	na	na	1	-	24 / qz, cb	75	1
1B	900E	PS3-54	7345	40	20	10	5	tr	-	na	na	5	-	20 / qz, cl	75	5
1B	1050E	IM85-10	im8510smc1b1	25	9	25	4	2	7 / mc	30,60	3,74	20	-	8 / st, tc, qz, cb	72	20
1B	1050E	IM85-10	im8510smc1b2	43	8	15	10	2	-	35,75	2,42	7	-	15 / cb, tc	78	7
1B	1050E	IM85-10	im8510smc1b3	85	-	tr	tr	0,2	-	53,40	0,04	-	-	15 / qz	85	-
1B	1050E	IM85-10	im8510smc1b4	60	7	9	6	-	5 / mc	42,97	2,50	1	-	12 / cb, qz, st	87	1
1B	1050E	IM85-10	im8510smc1b5	65	8	0,2	0,1	-	2 / mc	27,05	0,09	tr	-	25 / cl, qz, st, cb	75	tr
1B	1150E	IM86-26	im8626smc1b1	60	2	7	4	0,1	-	19,48	1,68	7	-	20 / cb, qz, tc, st	73	7
1B	1250E	IM86-25	im8625smc1b1	50	7	5	8	3	0,5 / mc	21,25	1,23	5	-	22 / st, cb	73	5
1B	1250E	IM86-25	im8625smc1b2	54	20	0,1	tr	0,2	tr / mc	30,05	0,41	6	-	20 / cb, tc, st	74	6
1B	1300E	IM85-14	im8514smc1b1	62	1	0,8	4	-	-	15,85	0,21	2	-	31 / qz, cb	67	2
1B	1300E	IM85-14	im8514smc1b2	45	15	7	15	-	-	18,48	1,51	8	-	10 / cb, tc, st, qz	82	8
1B	1300E	IM85-14	im8514smc1b3	50	35	0,5	2	2	-	28,80	0,06	0,2	-	11 / qz, cb, st	89	0,2
1B	1300E	ID-312	7323	82	-	1	10	1	tr / as	40,43	0,43	1	-	5 / qz	94	1
1B	1300E	ID-312	7324	66	-	1	20	1	-	20,18	0,94	2	-	10 / qz	88	2
1B	1300E	ID-312	7325	70	2	5	8	0,5	-	27,57	1,35	tr	-	15 / qz, st	85	tr
1B	1400E	IM85-15	im8515smc1b1	73	2	0,2	4	0,1	-	32,80	0,34	1	-	20 / qz, cb	79	1
2B	950E	IM85-13	im8513smc2b1	56	8	12	2	2	6 / mc	30,80	1,75	0,3	-	14 / cb, cl, qz, st	80	0,3
2B	950E	IM85-13	im8513smc2b2	64	3	-	-	0,5	-	34,55	0,03	-	-	33 / qz	67	-
2B	1050E	IM86-29	im8629smc2b3	65	7	tr	0,3	3	0,2 / tt	34,45	0,13	-	-	25 / qz, cb	75	-
2B	1050E	IM86-29	im8629smc2b4	77	4	4	4	0,5	-	40,40	0,45	2	-	9 / cb, tc, cl	89	2
2B	1050E	IM86-29	im8629smc2b5	56	-	13	13	2	-	38,55	4,36	3	-	13 / qz, tc, cb	84	3
2B	1050E	IM86-29	im8629smc2b6	49	30	0,2	-	1	0,1 / as	31,70	0,41	-	-	20 / qz, cb	80	-
2B	1050E	IM86-29	im8629smc2b7	30	6	4	22	2	2 / mc	31,70	0,41	-	-	34 / qz, cb, tc, cl	66	-
2B	1050E	IM86-29	im8629smc2b8	66	3	0,2	1	-	-	51,90	0,16	-	-	30 / qz	70	-
2B	1200E	IM85-2	im852smc2b1	50	22	0,8	3	1	0,1 / mc	26,80	0,37	3	-	20 / qz, cb, tc	77	3
2B	1200E	IM85-2	im852smc2b2	40	20	0,1	2	2	4 / mc	33,20	0,21	1	-	31 / qz, cb, tc, st	68	1
Moyenne:				57	9	5	5	1	1	31,81	0,93	3		19	78	3
tr: traces, na: non-analysé			Cp: chalcoppyrite	mc: marcasite		Zn: zinc		Ht: hématite		cl: chlorite						
Sp: sphalérite			Po: pyrrhotite	as: arsénopyrite		Cu: cuivre		qz: quartz		st: stéatite						
Py: pyrite			Ga: galène	tt: tétrahédrite		Mt: magnétite		cb: carbonates		tc: talc						

Tableau 1: Composition des monticules pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

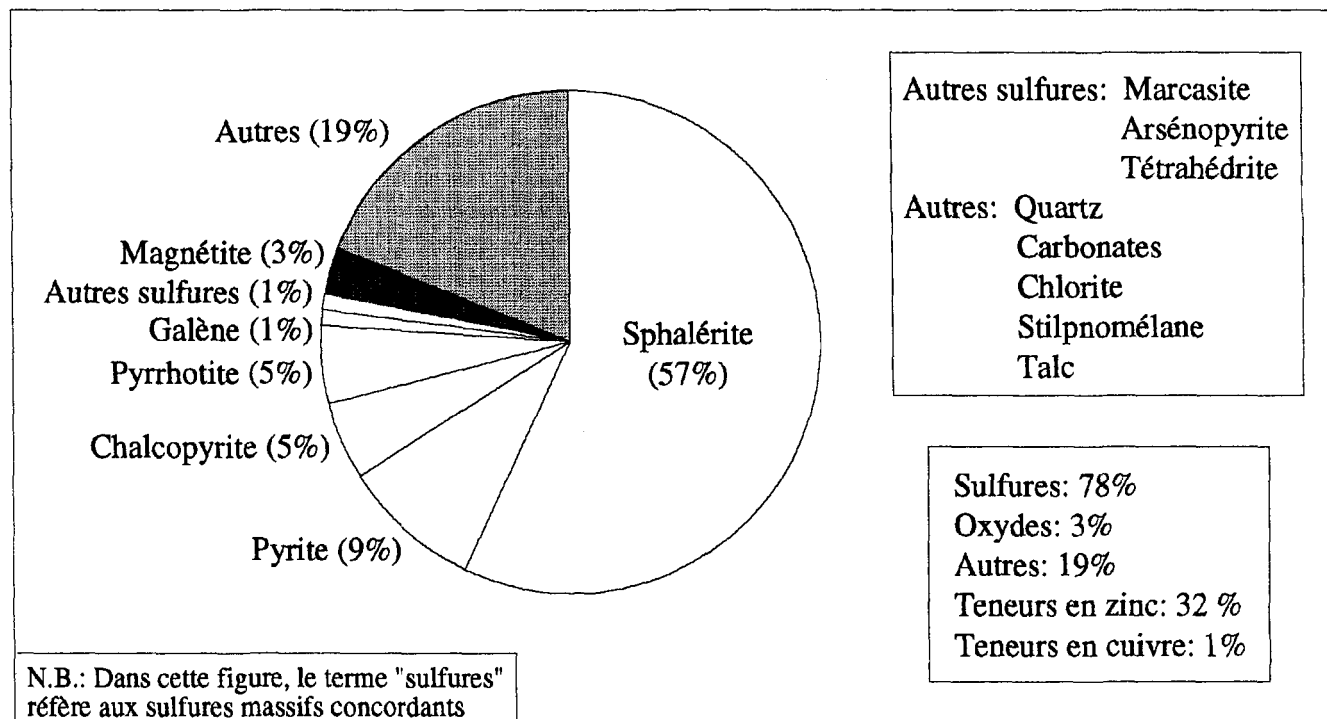


Figure 21 : Composition moyenne des monticules pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

gisement d'Isle-Dieu. Les sulfures représentent en moyenne 78% en volume des monticules avec des teneurs moyennes de 32% pour le zinc et de 1% pour le cuivre. La sphalérite est le principal sulfure suivie par ordre d'abondance de la pyrite, de la chalcoppyrite, de la pyrrhotite et de la galène. À l'intérieur du dépôt, la tétrahédrite n'a été observée que dans les sulfures massifs concordants à l'état de traces. Le seul oxyde présent est la magnétite qui représente en moyenne 3% en volume des monticules. Les autres minéraux qui représentent en moyenne 19% en volume des monticules sont principalement le quartz avec localement des traces de carbonates qui sont l'ankérite et la calcite. La chlorite, le stilpnomélane ainsi que le talc ne s'observent qu'à proximité des filonnets de sulfures et des CSM recoupant les monticules.

2.2.2 Partie discordante des dépôts

La partie discordante des dépôts est constituée d'un ou, plus communément, de plusieurs types de cheminées. Ces cheminées de différentes compositions forment ce qui est désigné ici comme des zones de cheminées. Les cheminées individuelles, orientées N280°/80°, ont une largeur variant de 15 cm à 5 m et sont regroupées en zones de cheminées de 20 à 40 mètres de largeur (Figs. 10, 11, 14 et 15). Trois types de cheminées ont été définis à partir de leur composition, soit les cheminées de sulfures, les cheminées de magnétite et les cheminées de talc (Figs. 10, 11, 14, 15 et Tableau 2). Chacun de ces types peut être subdivisés en deux sous-types, soit les cheminées à filonnets et les cheminées à caractère massif (Tableau 2). Le terme massif s'applique aux cheminées composées de plus de 60% du

Nomenclature basée sur la composition des constituants des cheminées	Nomenclature basée sur la concentration des constituants des cheminées	
	Concentration des constituants < 60%	Concentration des constituants > 60%
Les cheminées de sulfures	Les cheminées à filonnets de sulfures (CFS)	Les cheminées de sulfures massifs (CSM)
Les cheminées de magnétite	Les cheminées à filonnets de magnétite (CFM)	Les cheminées de magnétite massive (CMM)
Les cheminées de talc	Les cheminées à filonnets de talc (CFT)	Les cheminées de talc massif (CTM)

Tableau 2: Nomenclature des cheminées pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

constituant principal tandis que le terme à filonnets s'applique aux cheminées qui en sont composées de moins de 60%.

La composition moyenne de chacun des types de cheminées, évaluée à partir de la cartographie souterraine, est résumée à la figure 22 tandis que le tableau 3 présente la description de quelques cheminées rencontrées aux figures 10 et 11. Toutefois, les concentrations de sulfures, de magnétite et de talc sont variables d'une cheminée à une autre pour un même type de cheminée et peuvent représenter de 5% à 95% du volume des cheminées. Les minéraux sulfurés composant les cheminées sont les mêmes que ceux rencontrés dans le monticule (Fig. 21) mais la proportion de chacun de ces minéraux est fortement variable d'une cheminée à l'autre. Toutefois, les sulfures présents en traces dans le monticule tels la marcassite, l'arsénopyrite et la tétrahédrite sont généralement absents dans les cheminées. La galène est localement observée mais en concentration beaucoup plus faible que dans le monticule. Les oxydes présents dans les cheminées sont la magnétite et des traces d'hématite. Le stilpnomélane est associé à tous les types de sulfures. Toutefois, le stilpnomélane est dans certain cas associé à la pyrite mais jamais à la magnétite. Les sulfures et la magnétite sont présents dans tous les types de cheminées mais le talc se retrouve que dans les cheminées à caractère massif et dans les cheminées de talc (Fig. 22).

Les fragments de matériel encaissant représentent un autre constituant des cheminées et peuvent occuper entre 5 et 95% du volume des cheminées. Ces fragments peuvent provenir des encaissants rhyolitiques ou basaltiques,

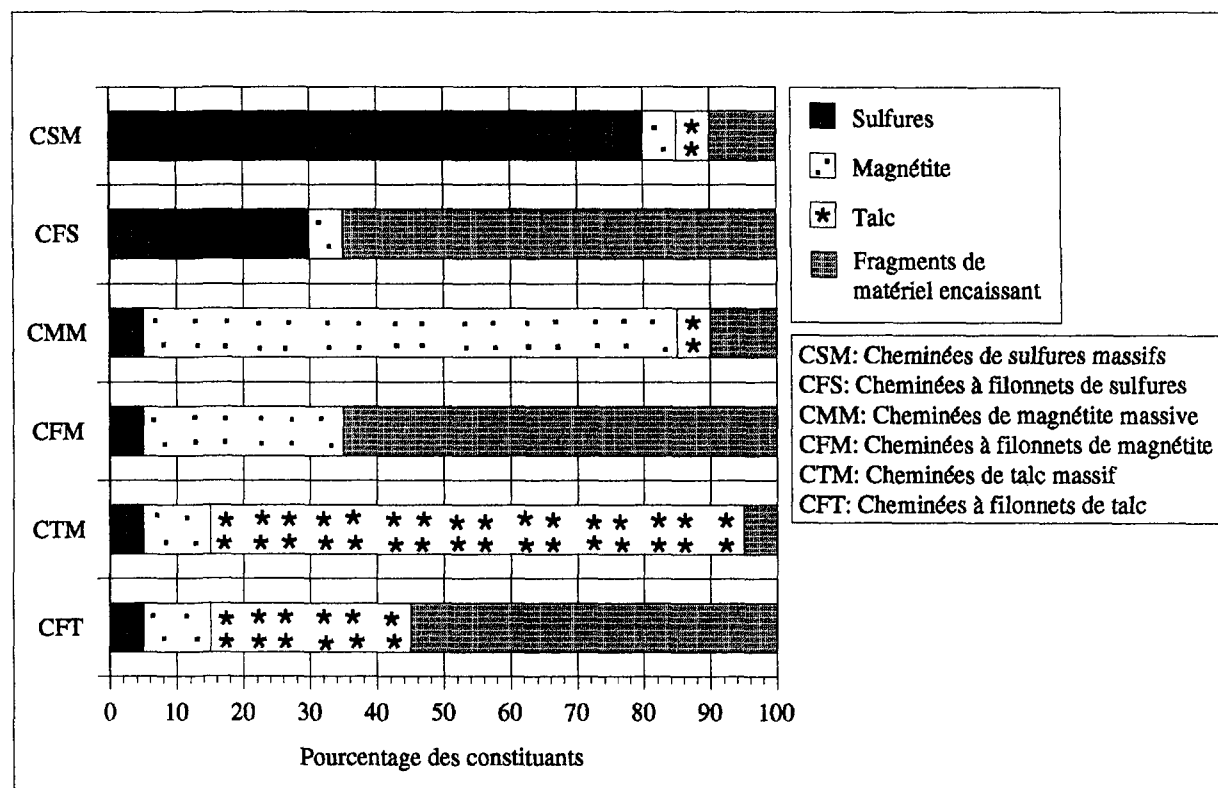


Figure 22 : Composition moyenne des cheminées pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

①	Cheminée de sulfures massifs composée de 80% de sulfures (50% de pyrite et 30% de sphalérite), et 20% de fragments de matériel encaissant (laves rhyolitiques) composés essentiellement de chlorite avec 5% de talc. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de sphalérite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [28080]. Des teneurs de 8,72% Zn, 1,56% Cu / 3,81 m et 6,99% Zn, 1,72% Cu / 3,81 m ont été relevées.
②	Cheminée de magnétite massive composée de 60% de magnétite, 10% de sulfures (5% de sphalérite et 5% de pyrite) et 30% de fragments de matériel encaissant (laves rhyolitiques) composés essentiellement de chlorite avec 5% de talc. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de magnétite, de sphalérite, de pyrite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [28080]. Des teneurs de 2,01% Zn, 0,19% Cu / 3,05 m ont été relevées.
③	Cheminées de sulfures massifs composée de 90% de sulfures (90% de pyrite et 10% de sphalérite), 5% de magnétite et 5% de fragments de matériel encaissant (tuffite inférieure) composés essentiellement de chlorite. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de sphalérite, de magnétite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [28080]. Des teneurs de 7,32% Zn, 1,02% Cu / 3,05 m ont été relevées.
④	Monticule composé de 60% de sphalérite et 40% de pyrite. Les lits de pyrite et sphalérite ont une attitude de [11567]. Des teneurs de 19,86% Zn, 0,97% Cu / 2,44 m ont été relevées.
⑤	Cheminée de sulfures massifs composée de 90% de pyrite, 5% de magnétite, 5% de fragments de matériel encaissant essentiellement composés de chlorite et de talc. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de magnétite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [27587]. Des teneurs de 4,00% Zn, 0,93% Cu / 5,49 m ont été relevées.
⑥	Cheminée de sulfures massifs composée de 60% de sulfures (40% pyrite et 20% sphalérite) et 40% de fragments de matériel encaissant (tuffite inférieure) essentiellement composés de chlorite. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de sphalérite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [28588]. Des teneurs de 5,90% Zn, 1,67% Cu / 2,13 m et 3,65% Zn, 0,70% Cu / 3,05 m ont été relevées.
⑦	Cheminée de sulfures massifs composée de 65% de sulfures (50% de pyrite et 15% de sphalérite), 25% de magnétite et 10% de fragments de matériel encaissant (laves rhyolitiques) composés essentiellement de chlorite et de talc. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de sphalérite, de magnétite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [29085]. Des teneurs de 2,19% Zn, 0,98% Cu / 12,80 m ont été relevées.
⑧	Cheminée de sulfures massifs composée de 95% de sulfures (pyrite, pyrrhotite et sphalérite) et 5% de fragments de matériel encaissant (tuffite inférieure) composés essentiellement de chlorite. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de pyrrhotite, de sphalérite, et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [28580]. Des teneurs de 12,79% Zn, 0,74% Cu / 3,66 m ont été relevées.
⑨	Cheminée de magnétite massive composée de 75% de magnétite, 10% de sulfures (chalcoppyrite, pyrite et pyrrhotite) et 15% de fragments de matériel encaissant (tuffite inférieure) composée essentiellement de chlorite. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de magnétite, de chalcoppyrite, de pyrite, de pyrrhotite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [28080]. Des teneurs de 0,33% Zn, 1,27% Cu / 9,14 m ont été relevées.
⑩	Cheminée de sulfures massifs composée de 70% de sulfures (pyrite), 20% de magnétite et 10% de fragments de matériel encaissant (tuffite inférieure) composés essentiellement de chlorite. La cheminée possède une texture rubanée définie par l'alternance des rubans de pyrite, de magnétite et de matériel encaissant. L'attitude du rubanement est de [29585]. Des teneurs de 5,84% Zn, 1,68% Cu / 12,19 m ont été relevées.

Tableau 3: Description des échantillons localisés sur la vue de plan horizontal du niveau 4 (Figs. 10 et 11).

de la Tuffite Clef, des monticules de sulfures massifs et même des autres cheminées adjacentes. La nature des fragments, au sein des cheminées, respecte les variations des encaissants. Lorsque les fragments proviennent de la Tuffite inférieure, le litage des fragments conserve une attitude qui est cohérente avec l'attitude de la Tuffite inférieure hors des cheminées (Fig. 23). Ces deux derniers points impliquent que les fragments sont en position "in situ" et n'ont que très peu ou pas été mobilisés lors de la mise en place des sulfures.

Les cheminées à filonnets sont composées de filonnets de largeur millimétrique à centimétrique. Ces filonnets produisent la texture bréchique des "stringers" qui est typique aux dépôts de SMV (Figs. 24a et b). Les fragments de matériel encaissant associés aux filonnets sont de forme quasi sphérique (Figs. 24a et b) et contiennent que très peu de chlorite qui est concentrée en bordure des filonnets (Fig. 18b). À l'opposé, les sulfures, la magnétite et le talc présents à l'intérieur des cheminées à caractère massif possèdent une texture rubanée (Figs. 25, 26 et 27a). Ces rubans de largeur millimétrique à centimétrique, définis par l'alternance des différents minéraux sulfurés, de la magnétite, du talc et des fragments de matériel encaissant, ont une attitude moyenne de N280°/80°. Les fragments présents à l'intérieur des cheminées à caractère massif se présentent sous forme de bandes, de largeur millimétrique à centimétrique, disposées en alternance avec les rubans de sulfures (Figs. 25, 26 et 27a). Ces fragments sont essentiellement composés de chlorite avec en moyenne 5% de talc (Fig. 27b).

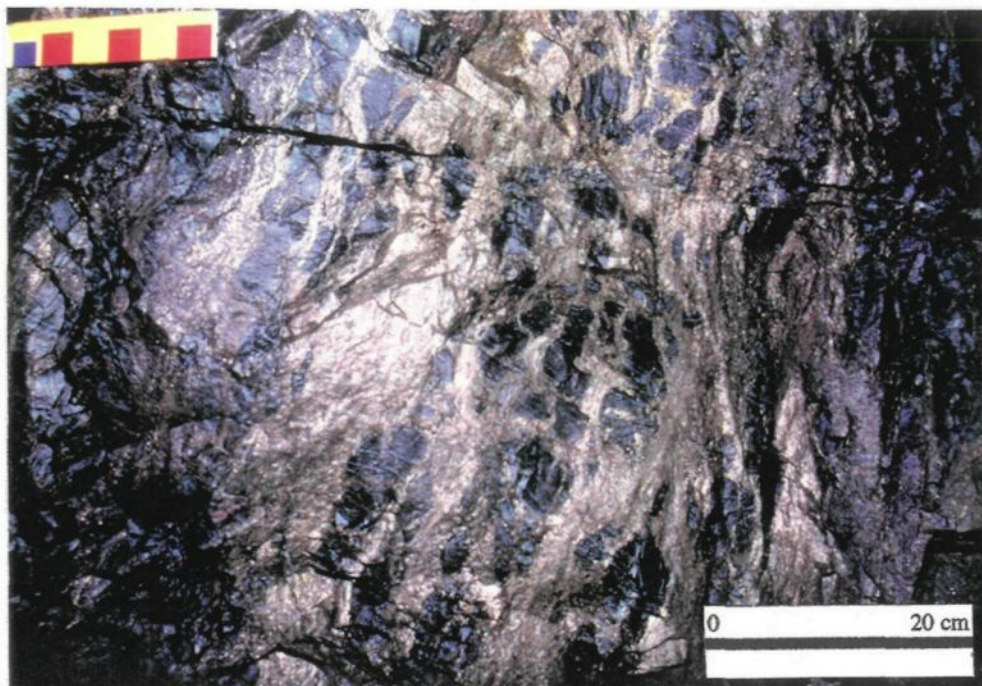


Figure 23 : Photographie de fragments de Tuffite inférieure présents à l'intérieur d'une CSM. Les fragments remplacés par les sulfures sont en position "in situ" comme l'indique le litage d'attitude constante présent dans chacun des fragments.

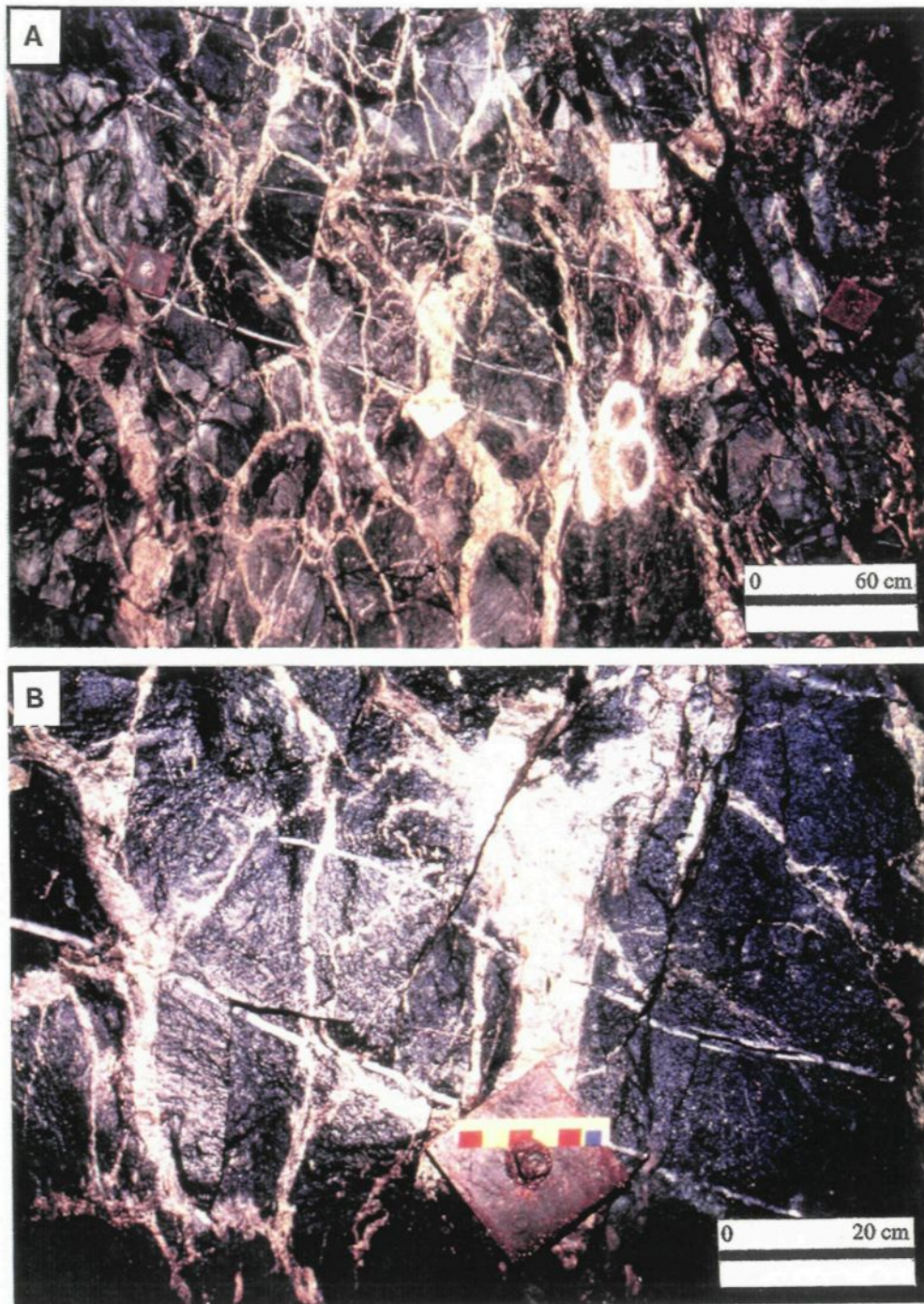


Figure 24 : Photographies d'une cheminée à filonnets de sulfures (CFS) recoupant les laves rhyolitiques. A: CFS possédant des fragments subsphériques de roches encaissantes. B: Vue agrandie de la CFS présentée en A. Le filonnet le plus large est composé de bandes de pyrite et de sphalérite.

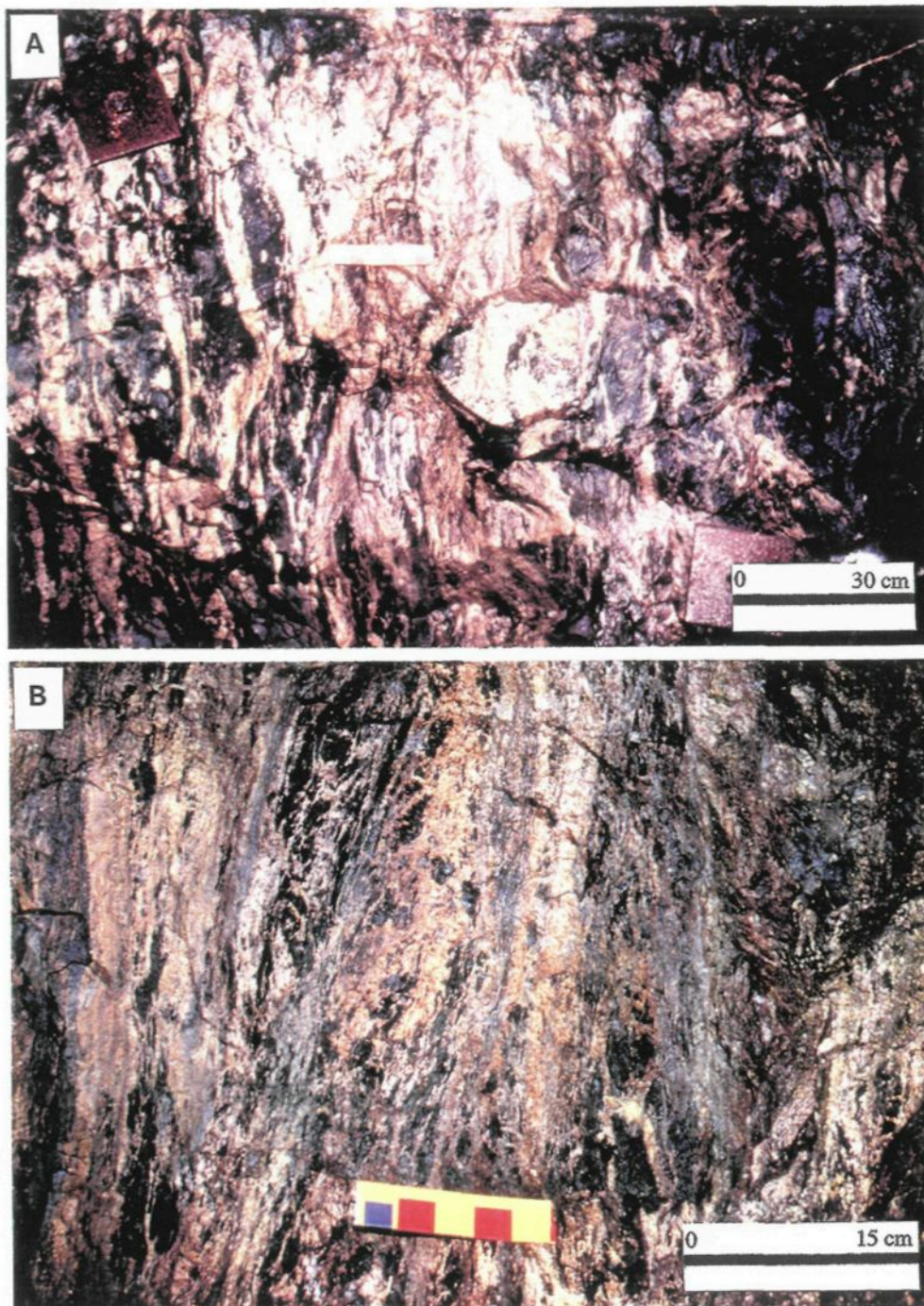


Figure 25 : Photographies de CSM. A: Cheminées de sulfures à la limite entre une CSM et une CFS. Les fragments de roche encaissante sont sous forme de bandes. B: CSM composée de rubans de pyrite, de chalcopryrite, de magnétite et de fragments de roche encaissante (laves rhyolitiques).

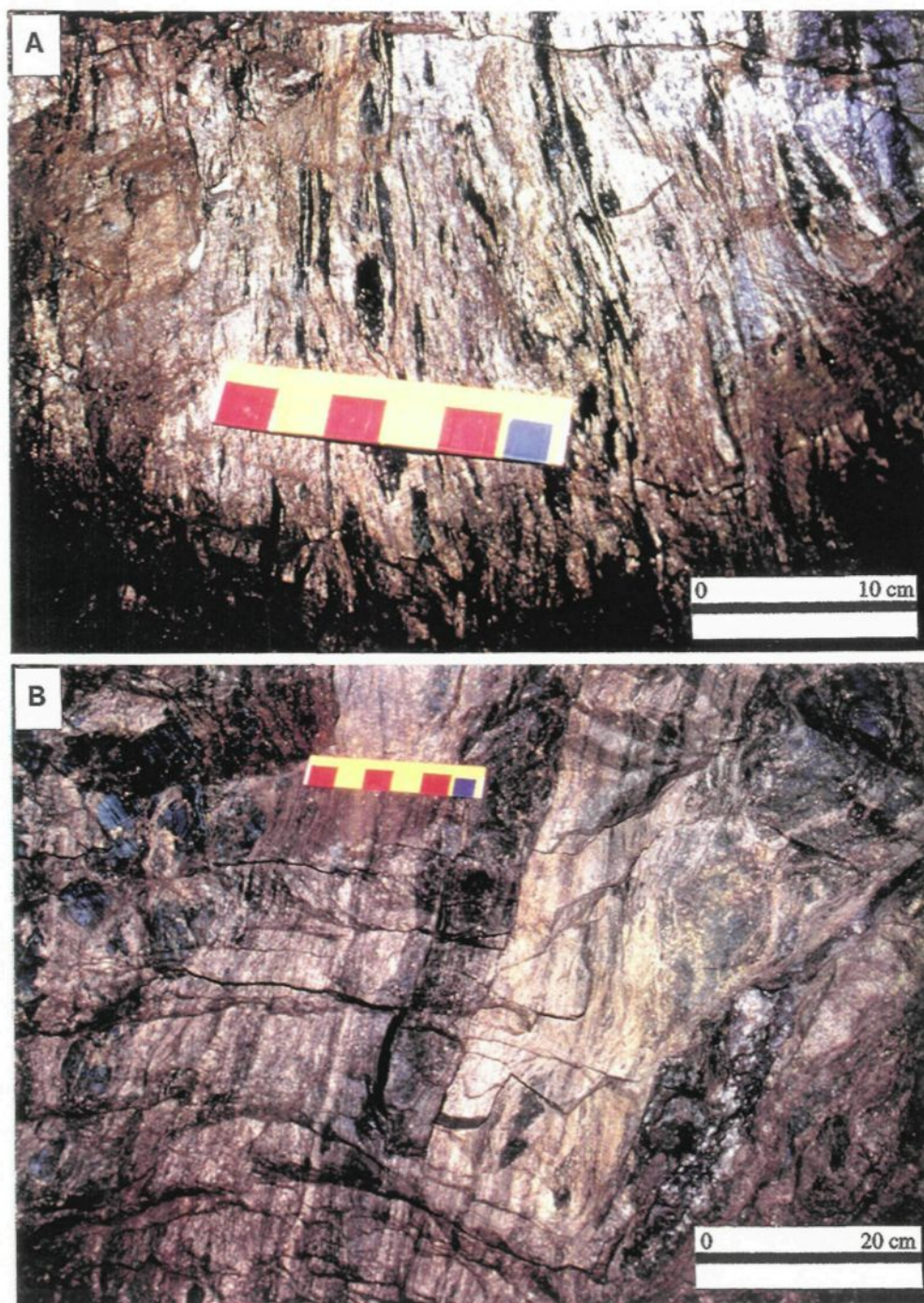


Figure 26 : Photographies de CSM. A: CSM riche en pyrite dont le rubanement est créé par l'alternance des bandes de pyrite et de fragments de roche encaissante. B: CSM riche en pyrite dont le rubanement est créé par l'alternance des bandes de pyrite et de sphalérite.

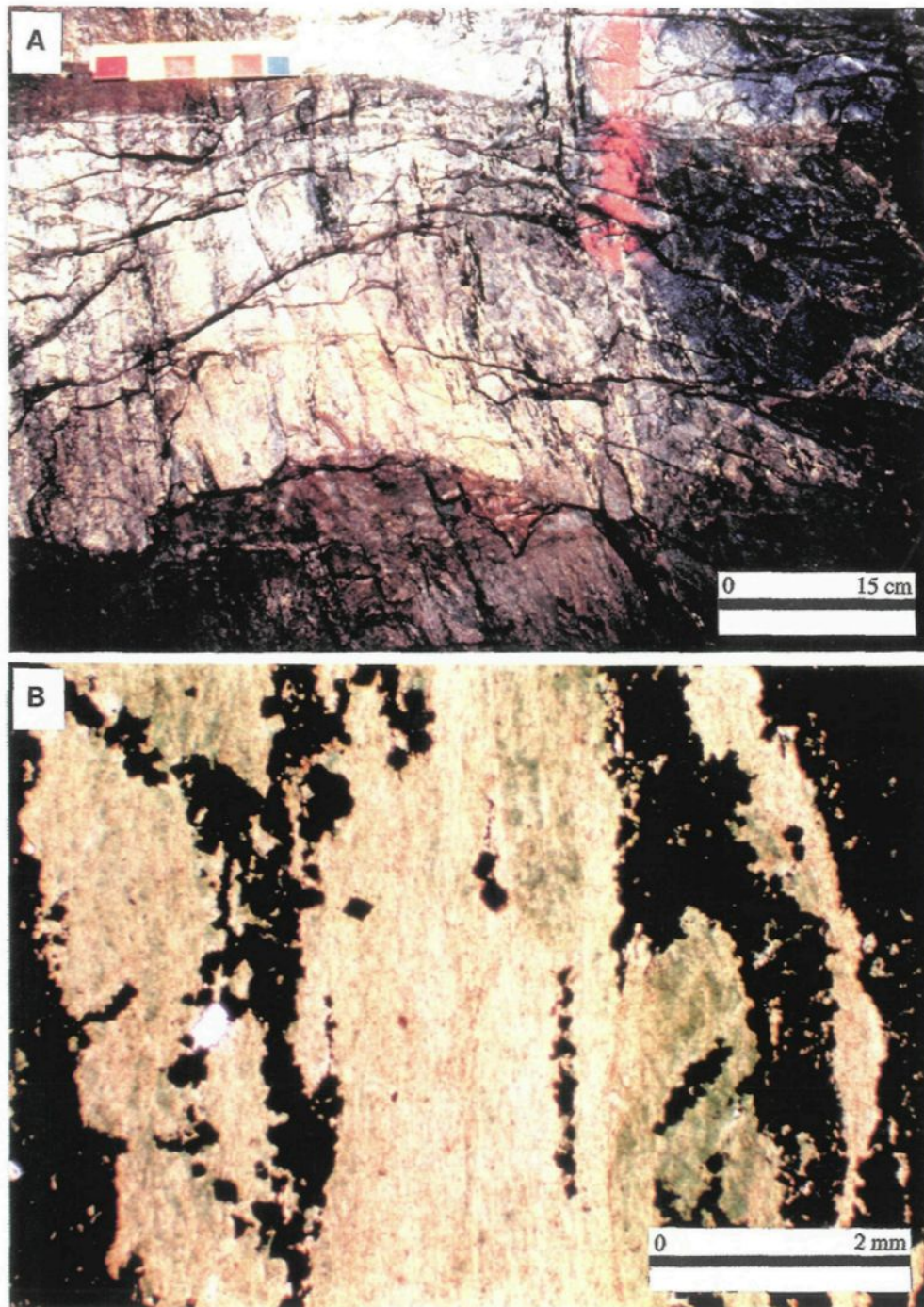


Figure 27 : CSM. A: Photographie montrant le rubanement de la CSM et le contact net entre la CSM et les laves rhyolitiques encaissantes. B: Photomicrographie illustrant des fragments de matériel encaissant composés essentiellement de chlorite en alternance avec des bandes de sulfures (pyrite).

Lorsque les fragments proviennent des laves rhyolitiques, les textures primaires (amygdules et sphérules) sont généralement préservées.

Les cheminées à caractère massif sont spatialement localisées dans la partie où le monticule atteint sa plus forte épaisseur tandis que les cheminées à filonnets sont réparties plus uniformément à l'intérieur des dépôts (Figs. 14 et 16). Plus précisément, les cheminées à filonnets sont localisées en périphérie des cheminées à caractère massif et constituent donc les épontes de ces dernières (Figs. 14, 15 et 28a). Les cheminées à caractère massif sont délimitées par des contacts nets et continus (Figs. 10, 11, 14, 15 et 27a) tandis que les cheminées à filonnets montrent une diminution latéralement progressive de leurs constituants sur un intervalle d'un demi-mètre (Figs. 24a et 28a). Ce patron de distribution latérale est également observable verticalement. Ainsi, la concentration des constituants principaux des cheminées à caractère massif diminue progressivement vers la base des cheminées et celles-ci se terminent par des cheminées à filonnets de sulfures, de magnétite et de talc, selon le type de cheminée considéré. Par contre, dans la partie sommitale des cheminées, le passage des cheminées à caractère massif aux cheminées à filonnets est abrupt (moins d'un mètre) (Fig. 16). De plus, les cheminées à caractère massif peuvent se terminer abruptement dans leurs parties sommitales sans que les cheminées à filonnets soient présentes. Dans la partie sommitale des zones de terminaison des CSM, la largeur des CSM peut passer de 0,5 m à un centimètre en moins de 1 mètre.

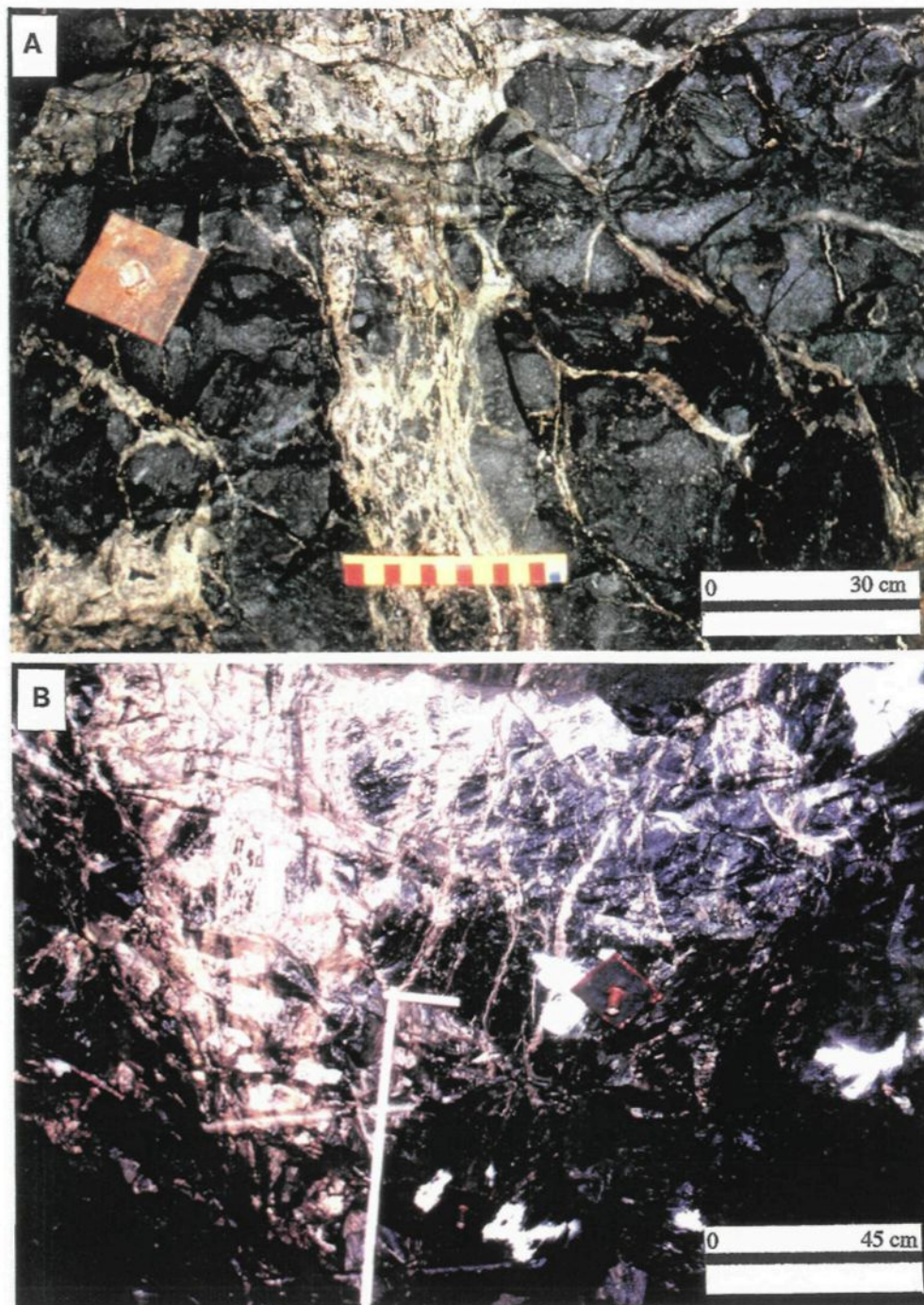


Figure 28 : Photographies de cheminées de sulfures. A: CSM à texture rubanée dont les épontes sont constituées de filonnets de sulfures à texture bréchique. B: Plan horizontal recoupant une CSM à une de ses extrémités. La zone de terminaison est composée de filonnets de sulfures.

2.2.2.1 Cheminées de sulfures

Les cheminées de sulfures sont les principales composantes des zones de cheminées. La concentration de sulfures augmente à partir des extrémités et de la base de la cheminée de sulfures vers le centre de celle-ci. La figure 28b montre une vue en plan horizontal recoupant une cheminée de sulfures dans sa zone de terminaison. L'augmentation de la concentration de sulfures provoque des changements de morphologie dans les cheminées. Ces changements sont les suivants: 1) le passage d'une cheminée à filonnets de sulfures à une CSM (Figs. 24a à 27a), 2) le passage d'une texture bréchique à une texture rubanée pour les sulfures (Figs. 24a à 27a), 3) l'homogénéisation de la composition des sulfures qui tend à produire des cheminées monominéraliques riches en pyrite (Fig. 29), 4) l'augmentation du contenu en chlorite associé aux fragments de matériel encaissant (Figs. 18b et 27b) et 5) l'accentuation de l'aplatissement apparent des fragments de matériel encaissant (Figs. 24a à 27a).

Le tableau 4 présente les compositions minéralogique et métallifère de 29 échantillons de sulfures massifs qui ont été recueillis à travers les différentes CSM du gisement. Le pourcentage de sulfures composant les CSM varie de 60 à 90% tandis que les teneurs varient de 0,16 à 23,06% pour le zinc et de 0,16 à 6,23% pour le cuivre. La figure 30 résume, à partir d'une étude minéralogique, la composition moyenne des CSM pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu. Les sulfures représentent en moyenne 71% en volume des CSM avec des teneurs moyennes de 10% de zinc et 1,5% de cuivre. La pyrite est le principal sulfure suivie par ordre d'abondance de la

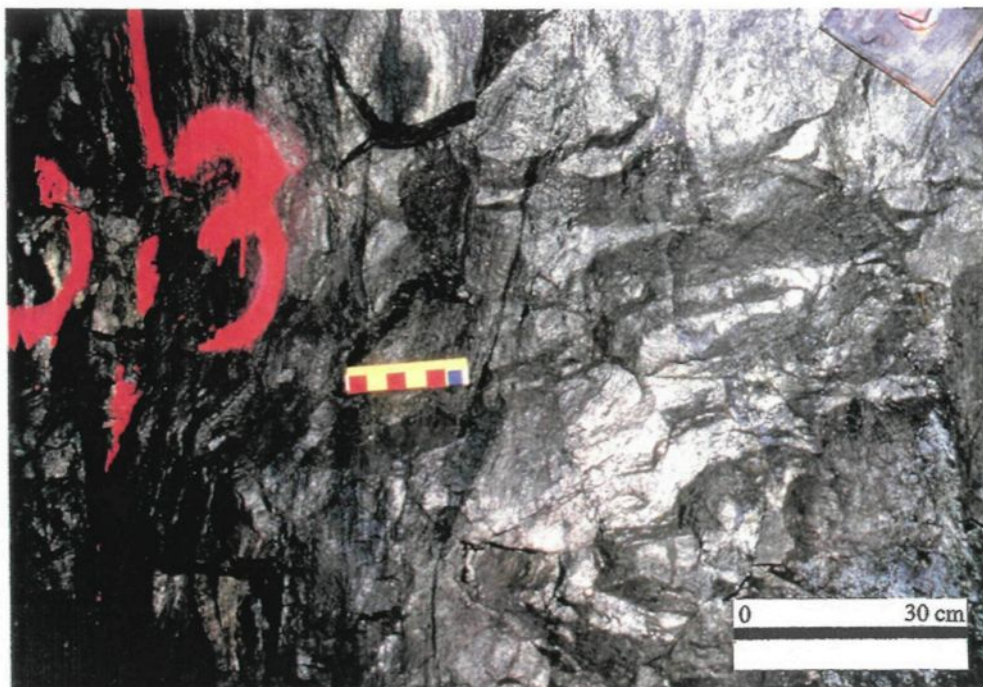


Figure 29 : Photographie d'une CSM principalement composée de pyrite et dont le rubanement est peu développé.

Dépôts	Sections	Forages ou galeries	Nos d'échantillon	Sp (%)	Py (%)	Cp (%)	Po (%)	Ga (%)	Autres sulfures (%) / Type	Zn (%)	Cu (%)	Mt (%)	Ht (%)	Autres (%) / Type	Sulfures total (%)	Oxydes total (%)
1B	1050E	IM85-10	im8510csm1b1	41	30	3	1	0,1	tr / mc	20,80	1,59	10	-	18 / cb, tc	72	10
1B	1050E	IM85-10	im8510csm1b2	15	26	26	1	-	2 / mc	2,84	6,23	2	-	28 / qz, st, tc, cb, cl	70	2
1B	1300E	IM85-14	im8514csm1b1	20	0,1	20	30	-	0,8 / mc	11,80	1,80	4	-	25 / qz, cb, st	71	4
1B	1400E	IM85-15	im8515csm1b1	33	38	10	3	0,5	1 / mc	12,68	1,31	0,3	-	15 / cb, qz, tc, st	85	0,3
1B	1400E	IM85-15	im8515csm1b2	20	30	21	4	tr	tr / as	8,70	3,03	0,2	-	25 / cb, qz, tc	75	0,2
1B	1400E	IM85-15	im8515csm1b3	33	30	2	2	0,5	-	20,95	0,16	2	-	31 / qz, st, cl, cb	67	2
2B	1050E	IM86-29	im8629csm2b1	20	22	0,8	20	1	2 / mc	21,70	0,17	-	-	34 / qz, cl	66	-
1B	1350E	PS152S	9725	tr	90	tr	tr	tr	-	na	na	-	-	10 / cl, qz, cb	90	-
1B	1300E	ID-312	7322	5	72	tr	tr	-	-	12,46	0,38	15	-	8 / st, autres	77	15
1B	1300E	ID-312	7320	15	tr	8	57	tr	-	23,06	1,25	tr	-	20 / st, autres	80	tr
1B	1300E	ID-312	7318	3	67	tr	tr	-	-	8,06	0,89	2	-	28 / st, autres	70	2
1B	1300E	ID-311	7316	25	50	tr	tr	-	-	20,81	0,35	10	tr	15 / st, autres	75	10
1B	1300E	ID-311	7315	8	7	25	35	tr	-	17,40	3,66	-	-	25 / st, autres	75	-
1B	1300E	ID-311	7314	10	55	5	5	-	-	12,54	0,43	-	-	25 / st, autres	75	-
1B	1300E	ID-311	7313	5	65	tr	tr	-	-	10,70	0,81	15	-	15 / st, autres	70	15
1B	1100E	PS4-8ME	9620	36	15	3	7	-	-	15,86	0,53	4	-	35 / st, autres	61	4
1B	1400E	PS4-15MO	9633	tr	40	15	5	-	-	0,24	1,79	25	tr	15 / st, cl	60	25
2B	1600E	PS4-18ME	9730	3	47	10	-	-	-	na	na	10	-	30 / st, cl	60	10
1B	1400E	ID-308	7331	15	75	tr	tr	-	-	12,68	0,26	5	-	5 / st, autres	90	5
1B	1400E	ID-308	7332	10	43	3	4	-	-	11,21	0,35	5	-	35 / cb, st, cl	60	5
1B	1400E	ID-308	7334	3	8	18	50	-	-	12,99	2,49	6	-	15 / st, autres	79	6
1B	1400E	ID-308	7335	1	58	5	1	-	-	0,33	2,31	10	tr	25 / st, autres	65	10
1B	1400E	ID-308	7336	-	64	1	tr	-	-	0,16	2,78	25	-	10 / st, autres	65	25
1B	1300E	ID-309	7302	3	64	3	tr	-	-	2,25	0,69	10	tr	20 / st, autres	70	10
1B	1300E	ID-309	7303	2	56	7	tr	-	-	3,44	0,42	10	-	25 / cl, qz, st, cb	65	10
1B	1300E	ID-309	7304	5	58	2	tr	-	-	3,44	0,42	15	-	20 / st, autres	65	15
1B	1400E	ID-306	7328	15	38	4	3	-	-	3,56	0,64	15	-	25 / st, autres	60	15
1B	1400E	ID-306	7329	5	58	10	tr	-	-	1,30	2,05	2	-	25 / st, autres	73	2
*	1300E	OR91-17	or9117csm1	tr	67	5	tr	-	-	1,09	4,12	8	-	20 /	72	8
* Échantillon provenant du gîte d'Orchan Ouest			Moyenne:	12	44	7	8	tr	tr	10,11	1,52	7	tr	22	71	7
tr: traces, na: non-analysé			Cp: chalcopryrite	mc: marcassite			Zn: zinc			Ht: hématite			cl: chlorite			
Sp: sphalérite			Po: pyrrhotite	as: arsénopyrite			Cu: cuivre			qz: quartz			st: stilpnomélane			
Py: pyrite			Ga: galène	tr: tétrahédrite			Mt: magnétite			cb: carbonates			tc: talc			

Tableau 4: Composition des CSM pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

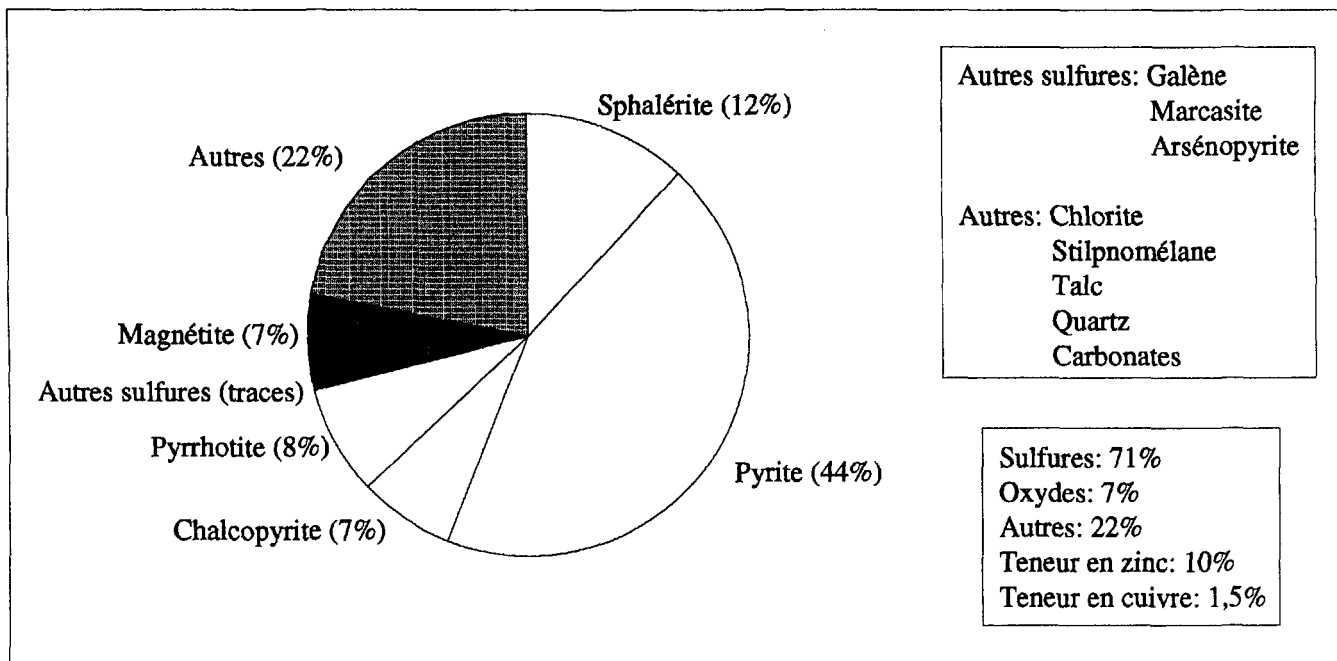


Figure 30 : Composition moyenne des CSM pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

sphalérite, de la pyrrhotite et de la chalcopryrite. Parmi les sulfures présents en traces soit la galène, la marcassite et l'arsénopyrite, la galène quoique rencontrée localement est la phase la plus commune. Les oxydes représentent en moyenne 7% en volume des CSM et sont composés essentiellement de magnétite avec des traces d'hématite. Les autres minéraux qui représentent en moyenne 22% en volume des CSM sont principalement la chlorite avec de faible concentration de stilpnomélane et de talc. Le quartz et les carbonates (calcite et ankérite), présents en faible concentration, sont rarement rencontrés.

2.2.2.2 Cheminées de magnétite

Les cheminées de magnétite, et en particulier les cheminées à filonnets de magnétite, sont généralement présentes à la base de toutes les zones de cheminées. Toutefois la proportion de magnétite par rapport aux sulfures est faible. La figure 31a montre une cheminée de magnétite massive (CMM) recoupant les laves rhyolitiques. À l'intérieur d'une cheminée de magnétite, la concentration de magnétite augmente à partir des extrémités et de la base de la cheminée vers le centre de celle-ci comme pour les cheminées de sulfures. L'augmentation de la concentration de magnétite provoque des changements de morphologie dans les cheminées. Ces changements, qui sont semblables à ceux décrits pour les cheminées de sulfures, sont les suivants: 1) le passage de la cheminée à filonnets de magnétite à une cheminée de magnétite massive, 2) le passage de la texture bréchique à une texture rubanée créée par l'alternance de bandes de magnétite massive et de fragments de matériel encaissant, 3) l'homogénéisation de la composition de

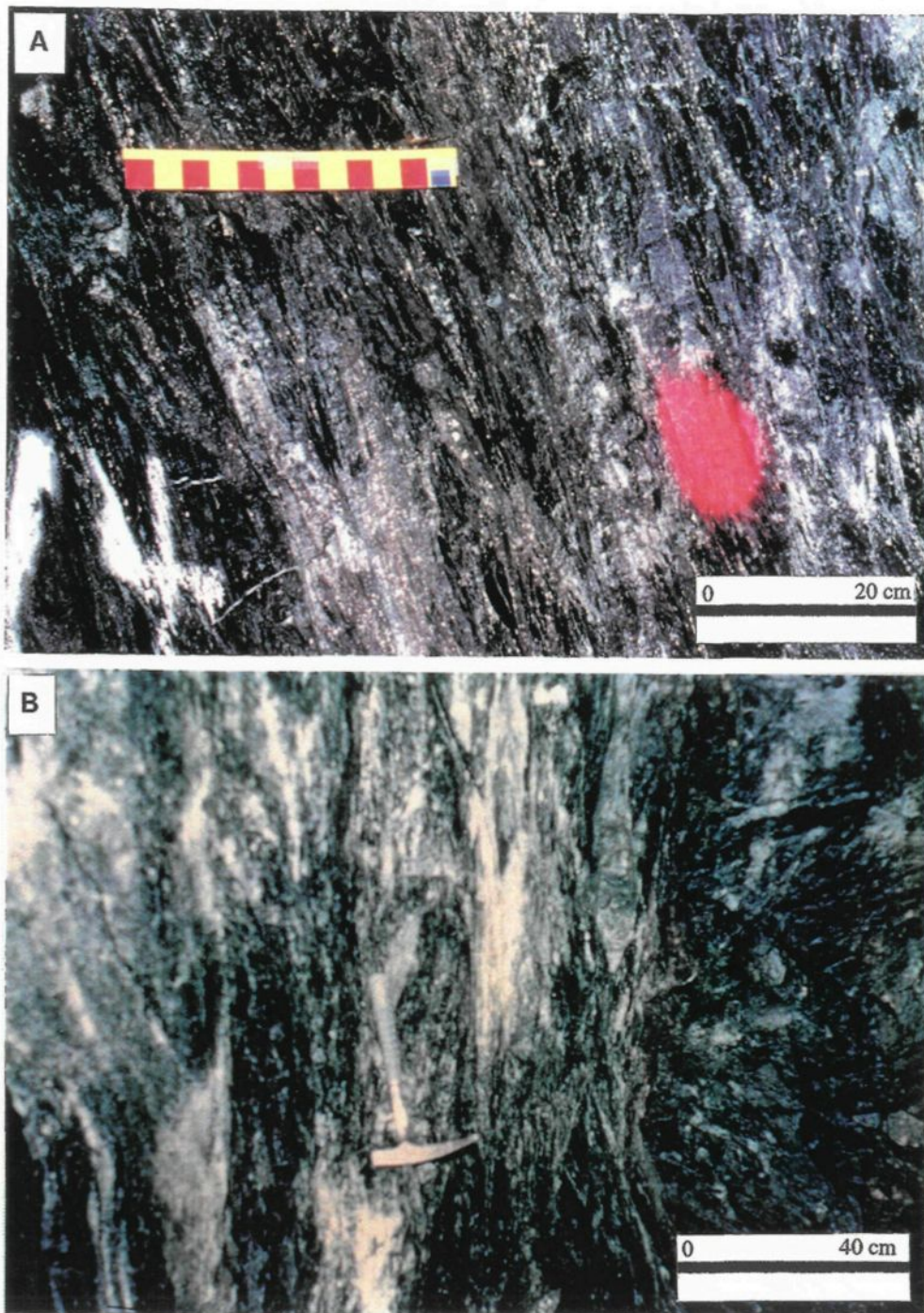


Figure 31 : Photographies de cheminées. A: Cheminée de magnétite massive dont le rubanement est produit par l'alternance de bandes de magnétite et de fragments de matériel encaissant essentiellement composés de chlorite et de talc. B: Cheminée de talc massif recoupant les laves rhyolitiques.

la cheminée qui tend à produire des cheminées monominéraliques riches en magnétite 4) l'augmentation du contenu en chlorite associée aux fragments de matériel encaissant et 5) l'accentuation de l'aplatissement apparent des fragments de matériel encaissant.

Le tableau 5 présente les compositions minéralogique et métallifère de 4 échantillons de magnétite qui ont été sélectionnés à travers les différentes CMM du gisement. Le pourcentage de sulfures composant les CMM varie de traces à 24% tandis que les teneurs varient de 2,13 à 10,65% pour le zinc et de 0,24 à 0,90% pour le cuivre. La figure 32 résume, à partir d'une étude minéralogique, la composition moyenne des CMM pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Les sulfures représentent en moyenne 12% en volume des CMM avec des teneurs moyennes de 5,5% de zinc et 0,5% de cuivre. La sphalérite est le principal sulfure accompagnée de faible concentration de pyrrhotite et de chalcopryrite ainsi que de traces de pyrite. Une étroite association a été observée, lors de la cartographie souterraine, entre les filonnets de sphalérite et les CMM. Les oxydes représentent 70% en volume des CMM et sont composés essentiellement de magnétite. Les autres minéraux qui représentent 18% en volume des CMM sont principalement la chlorite avec de faible concentration de talc et de stilpnomélane, ce dernier n'étant associé qu'aux sulfures. Le quartz et les carbonates (calcite et ankérite) observés sont présents en faible concentration.

Dépôts	Sections	Forages ou galeries	Nos d'échantillon	Sp (%)	Py (%)	Cp (%)	Po (%)	Ga (%)	Autres sulfures(%)	Zn (%)	Cu (%)	Mt (%)	Ht (%)	Autres (%) / Type	Sulfures total (%)	Oxydes total (%)
1B	1300E	ID-312	7321	18	-	tr	2	-	-	10,65	0,43	65	-	15 / st, autres	20	65
1B	1300E	ID-311	7312	5	-	1	tr	-	-	2,13	0,24	84	-	10 / st, autres	6	84
1B	1300E	ID-309	7306	tr	-	tr	tr	-	-	na	na	70	-	30 / st, autres	tr	70
1B	1300E	ID-309	7301	20	tr	3	1	-	-	3,70	0,90	60		16 / st, autres	24	60
			Moyenne :	11	tr	1	1	-	-	5,49	0,52	70		18	12	70
tr: traces, na: non-analysé			Cp: chalcoppyrite	mc: marcasite		Zn: zinc		Ht: hématite		cl: chlorite						
Sp: sphalérite			Po: pyrrhotite	as: arsénopyrite		Cu: cuivre		qz: quartz		st: stilpnomélane						
Py: pyrite			Ga: galène	tt: tétrahédrite		Mt: magnétite		cb: carbonates		tc: talc						

Tableau 5: Composition des cheminées de magnétite massive pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

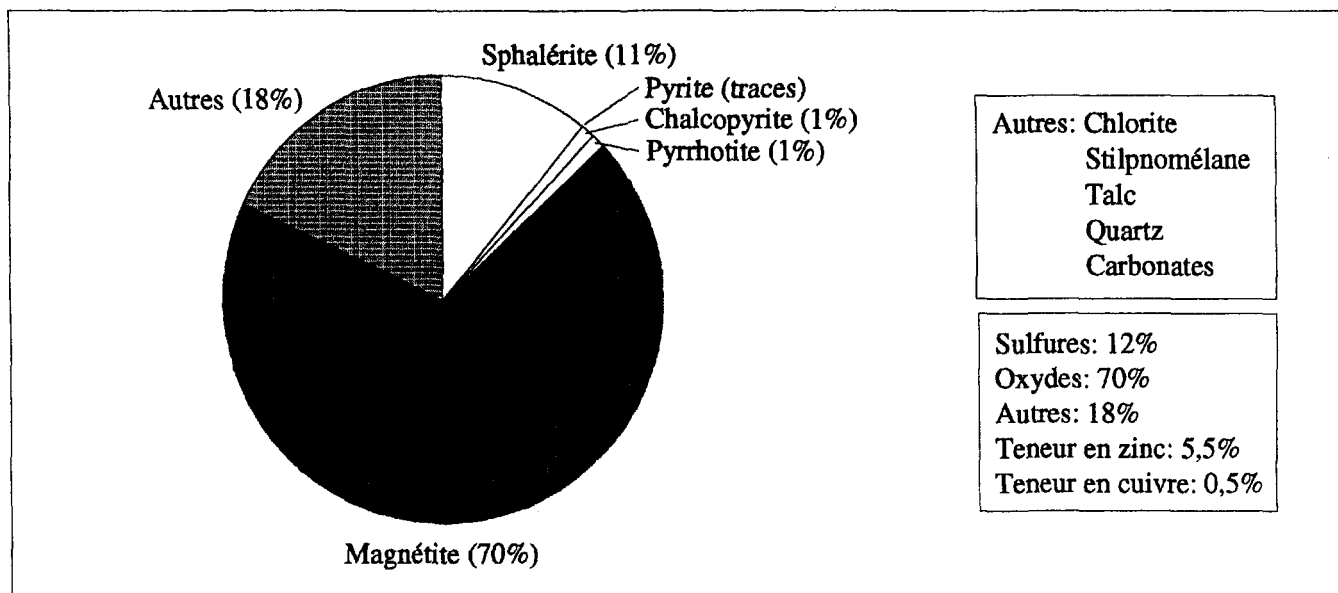


Figure 32 : Composition moyenne des cheminées de magnétite massive pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

2.2.2.3 Cheminées de talc

Les cheminées de talc sont présentes que dans certaines zones de cheminées. Pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu, une seule cheminée de talc massif est observée et elle se situe dans la zone de cheminées nord du dépôt no 1 (Figs. 10, 11, 14 et 15). La figure 31b montre cette cheminée de talc massif qui recoupe les laves rhyolitiques. Les cheminées à filonnets de talc forment les épontes des cheminées de talc massif mais sont également présentes dans certaines cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif. Des cristaux cubiques de pyrite dont la taille des grains est de 1 à 2 cm, des filonnets de chalcopryrite, de pyrrhotite et de magnétite sont disséminés dans les cheminées de talc massif. Le contenu en sulfures de ces cheminées ne dépasse pas 10% en volume. Roberts et Reardon (1978) ont démontré pour le gisement de Lac Mattagami que les conditions physico-chimiques de précipitation des sulfures n'étaient pas favorables à l'intérieur des cheminées de talc. Par contre en périphérie des cheminées de talc massif, les cheminées de sulfures contiennent de fortes concentrations de chalcopryrite. Les cheminées de talc massif possèdent une texture rubanée créée par l'alternance de bandes millimétriques à centimétriques de talc massif et de fragments de matériel encaissant. Dans les deux types de cheminées de talc, les fragments de matériel encaissant sont composés essentiellement de chlorite. De par leur composition, les cheminées de talc sont des zones de faible compétence qui ont enregistré préférentiellement la déformation. Ces cheminées possèdent donc une schistosité bien imprégnée. Roberts (1966) a également observé que la schistosité est principalement présente et bien développée dans les zones riches en talc du gisement de Lac Mattagami.

2.2.2.4 Relation entre les différents types de cheminées

L'unique relation observée entre les différents types de cheminées est une relation de recoupement. Toutefois, cette relation n'est pas observée entre les trois types de cheminées à caractère massif. Seules les cheminées à filonnets recoupent les autres types de cheminées. Cette relation de recoupement indique que certains filonnets sont tardifs par rapport aux cheminées à caractère massif mais aucune relation chronologique ne peut être établie entre les filonnets de composition diverse car ceux-ci se recoupent mutuellement. La figure 22 présente la proportion de filonnets recoupant en moyenne chacun des types de cheminées. Ainsi, les CSM sont recoupées par 5% de filonnets de magnétite et 5% de filonnets de talc, les CMM sont recoupées par 5% de filonnets de sulfures et 5% de filonnets de talc et les CTM sont recoupées par 5% de filonnets de sulfures et 10% de filonnets de magnétite. Les cheminées à filonnets sont également recoupées par des cheminées à filonnets de composition différente. Les cheminées à filonnets de sulfures sont recoupées par 5% de filonnets de magnétite, les cheminées à filonnets de magnétite sont recoupées par 5% de filonnets de sulfures et finalement, les cheminées à filonnets de talc sont recoupées par 5% de filonnets de sulfures et 10% de filonnets de magnétite.

2.2.3 Minéralogie des dépôts

L'étude de la minéralogie des dépôts présente d'abord une description des caractéristiques microscopiques des minéraux. Certains de ces minéraux ne sont présents que dans les monticules tandis que d'autres ne sont présents que dans les cheminées. Toutefois, comme les caractéristiques de ces

minéraux sont identiques peu importe l'endroit où ceux-ci se situent, ces caractéristiques sont présentées en un seul volet. La seconde partie de cette section résume l'ensemble des données présentées dans la section minéralogie des dépôts en vue d'expliquer les textures observées et de démontrer le caractère primaire des minéraux ainsi que l'absence de modification secondaire importante, attribuable à la déformation.

2.2.3.1 Caractéristiques microscopiques des minéraux

Les caractéristiques microscopiques des minéraux composant les parties concordante et discordante des dépôts sont décrites au niveau du degré de cristallisation, de la forme et de la dimension des cristaux, des relations entre les différents minéraux, des lieux préférentiels de concentration des minéraux ainsi que des textures propres aux grains individuels et aux agrégats de minéraux.

2.2.3.1.1 Sphalérite (Zn, Fe)S

La sphalérite est le sulfure le plus abondant dans les dépôts du gisement d'Isle-Dieu. Ce minéral se retrouve principalement dans les monticules où il représente 57% en volume de la composition des monticules. La sphalérite est également présente dans les cheminées où elle représente 12% de la composition des CSM et sensiblement le même pourcentage pour les CMM (11%). Toutefois, la sphalérite n'est présente qu'en traces dans les cheminées de talc massif. Deux types de sphalérite sont reconnus soit une sphalérite de couleur brun-rouge et une sphalérite de couleur brun-jaune qui est plus pauvre en fer que le premier type (Roberts,

1966). Les deux types de sphalérite se retrouvent dans les parties concordante et discordante des dépôts. La sphalérite de couleur brun-rouge constitue le sulfure le plus abondant dans les dépôts et est généralement associée à des teneurs en zinc de l'ordre de 20 à 30%. Par contre, la sphalérite de couleur brun-jaune n'est observée que localement et en faible concentration. Ce type de sphalérite est souvent associé à des teneurs élevées en zinc de l'ordre de 40 à 50%. Roberts (1966) a également observé ces deux types de sphalérite dans le gisement de Lac Mattagami tandis que Clark (1983), en plus de ces deux types de sphalérite, a observé un troisième type dans le gisement d'Orchan. Ce dernier type, également de couleur brun-rouge, possède un reflet métallique très marqué.

La sphalérite se présente sous forme de grandes plages où les grains individuels ne sont pas visibles. Les tests de corrosion au HCl (15%) ont révélé que tous les grains de sphalérite observés étaient maclés et que la bordure des grains était irrégulière (Fig. 33). Les macles sont de largeur variable, non-déformées et toutes parallèles dans un même grain. Les grains de sphalérite généralement xénomorphes ont un diamètre moyen qui varie de 0,01 à 0,5 mm. Les grains contiennent des inclusions sub-circulaires de chalcopryrite dont le diamètre moyen est de 0,025 mm. Ces inclusions sont alignées le long du contact entre les macles et forment la texture de "chalcopryrite disease" (Fig. 33) décrite par Craig et Vaughan (1981). Carson (1986) a reconnu cette texture dans 25% des sulfures massifs composant le gisement. Dans certains grains de sphalérite, une faible proportion des inclusions (10-20%) se retrouvent à l'intérieur des macles et

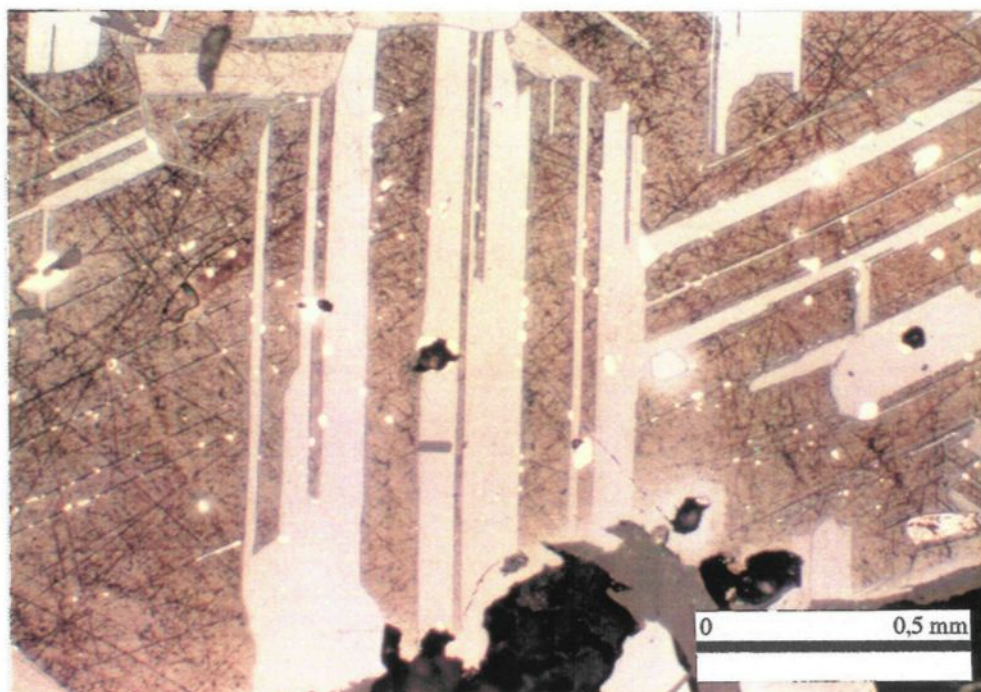


Figure 33 : Photomicrographie de grains de sphalérite ayant subi un test de corrosion au HCl (15%). Ces grains possèdent la texture de "chalcopyrite disease".

non au contact entre celles-ci (Fig. 33). Des grains très fins (taille: 0,025 mm) de pyrrhotite sont parfois présents le long des contacts entre les grains de sphalérite et délimitent le contour des grains. Toutefois, les grains de pyrrhotite ne se retrouvent pas à l'intérieur des grains de sphalérite. L'espace entre les grains de sphalérite est occupé par la pyrrhotite et dans une moindre proportion par la chalcopryrite ainsi que par la galène dans les monticules. Par contre, la sphalérite occupe également l'espace entre les grains de quartz, de pyrite et de magnétite ainsi que de stilpnomélane à l'intérieur des cheminées.

2.2.3.1.2 *Pyrite* (FeS₂)

La pyrite est le deuxième minéral par ordre d'abondance dans les dépôts du gisement d'Isle-Dieu. Par comparaison, Costa (1980) a identifié la pyrite comme le minéral le plus abondant dans les dépôts du gisement de Lac Mattagami. La pyrite se concentre principalement dans les CSM où elle représente 44% du volume des cheminées. La pyrite se présente généralement sous forme de grandes plages (Fig. 34a) où les grains individuels ne sont pas visibles sauf localement en bordure des plages. Les tests de corrosion au HNO₃ (15%) ont révélé que ces plages sont composées de pyrite se présentant sous quatre formes, soit par ordre d'abondance: les agrégats de grains, les grains automorphes, les porphyroblastes et les nodules. Deux types d'agrégats de grains sont observés et se retrouvent principalement dans les cheminées des dépôts. Un premier type est composé de grains sub-automorphes dont le diamètre moyen varie de 0,025 à 1 mm. Toutefois la taille des grains est variable à travers le dépôt et même à

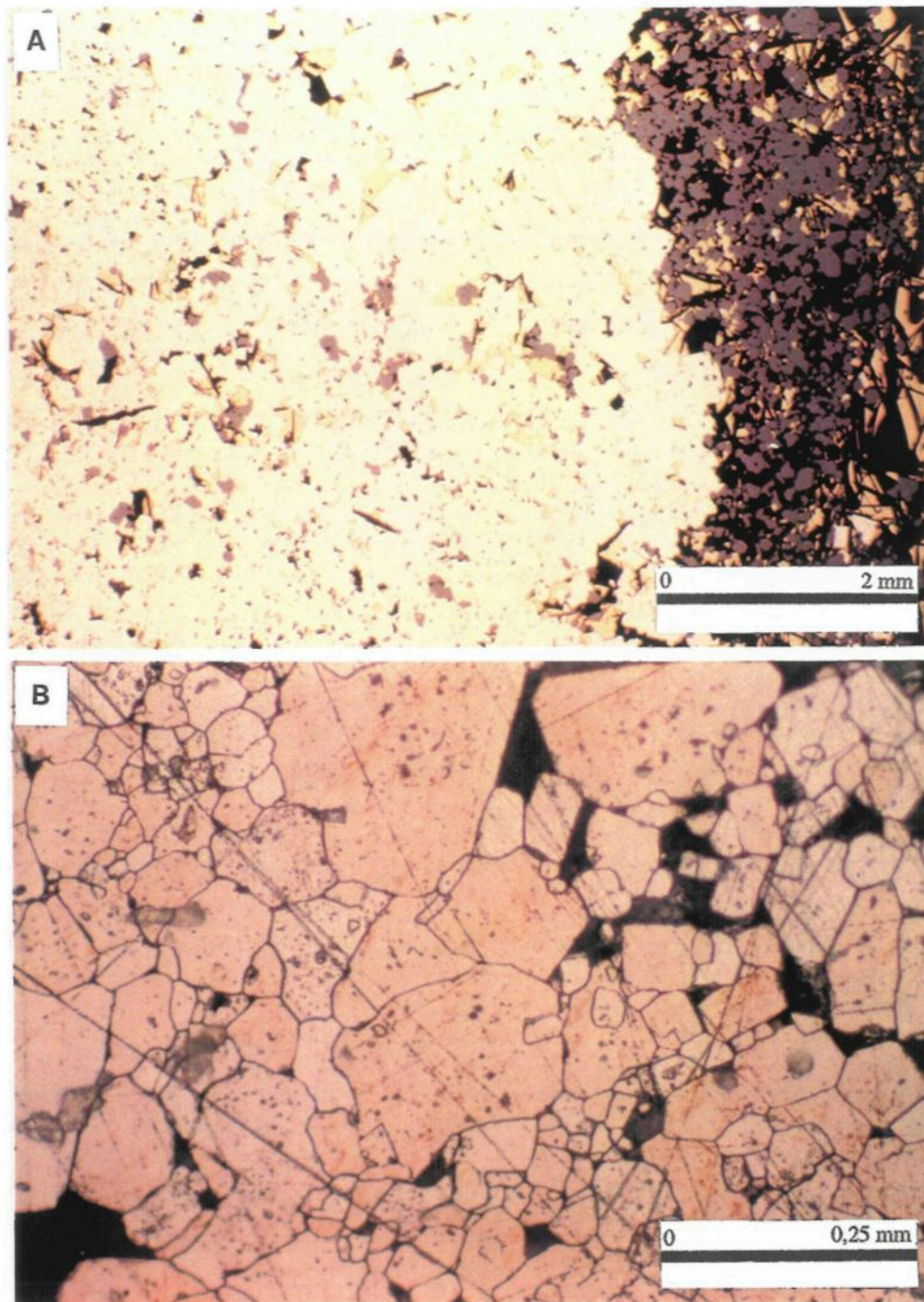


Figure 34 : Photomicrographies de grains de pyrite. A: Plages de pyrite et de magnétite composant une CSM. B: Plage de pyrite ayant subi un test de corrosion au HNO_3 (15%). Ces grains de pyrite provenant d'une CSM possèdent une texture granulaire.

l'intérieur d'un échantillon. Les grains de pyrite peuvent contenir des inclusions sub-circulaires de taille variable dont l'ordre d'abondance décroissante dans lequel elles ont été observées est le suivant: sphalérite, chalcopryrite, silicates, pyrrhotite, magnétite, galène et or natif (taille: 0,015 mm). L'espace entre les grains est occupé par la sphalérite, la chalcopryrite, la pyrrhotite, les silicates et localement la galène à proximité des monticules. En présence de la magnétite, les grains de pyrite occupent l'espace disponible entre les grains de magnétite. Un deuxième type d'agrégat de grains est composé de grains accolés les uns aux autres dont le diamètre varie de 0,005 à 0,08 mm. Les contacts entre les grains forment souvent des jonctions triples avec des angles à près de 120° . La forme irrégulière et le faible degré d'engrenage des grains sont typiques de la texture granulaire (Fig. 34b) ("sugar texture") (Lawrence, 1972; Ramdohr, 1980; Craig et Vaughan, 1981).

Les grains automorphes de pyrite sont de deux types, soit des grains monominéraliques zonés et des grains non-zonés. Ce dernier type, dont le diamètre moyen des grains varie de 0,025 à 1 mm, est observé dans les parties concordante et discordante des dépôts. Mais ce type de pyrite est principalement abondant dans les cheminées de talc massif où le diamètre des grains peut atteindre jusqu'à 2 centimètres. Par contre, les grains automorphes zonés, dont le diamètre moyen varie de 0,01 à 0,15 mm, n'ont été observés que dans les CSM. Ces grains possèdent de une à trois auréoles de pyrite qui entourent les grains parfaitement automorphes (Figs. 35a et b). Certains grains sont isolés dans les silicates mais la plupart des grains

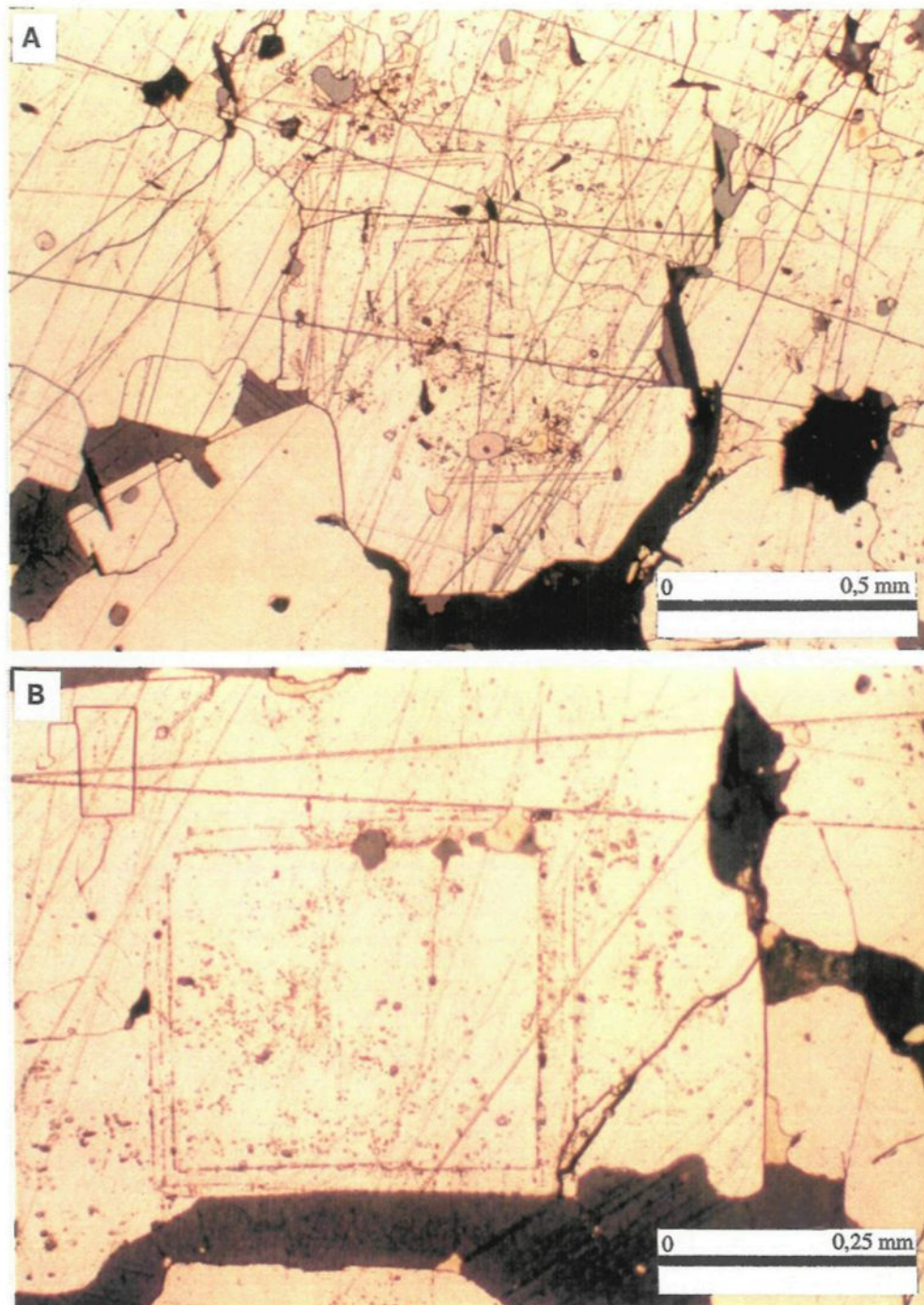


Figure 35 : Photomicrographies de grains de pyrite zonés ayant subi un test de corrosion au HNO_3 (15%). A: Trois grains zonés et imbriqués, entourés de plages de pyrite. B: Grain de pyrite zoné entouré de plages de pyrite.

observés sont entourés de grains ou de plages de pyrite. Ces grains forment une texture de surcroissance idiomorphique (Frater, 1985).

Les tests de corrosion au HNO_3 (15%) ont révélé que des plages de pyrite sont composées d'un seul grain de pyrite contrairement aux agrégats de grains de pyrite qui sont composés de plusieurs grains. Ces plages, dont le diamètre moyen varie de 0,2 à 1 mm, ont une morphologie sub-carrée et possèdent des bordures irrégulières ainsi que de 10 à 30% d'inclusions sub-circulaires de taille variable composées de sphalérite, de chalcoppyrite, de pyrrhotite, de galène, de magnétite et de silicates (Fig. 36). Ces grains de grandes tailles, nommés porphyroblastes, ont également été reconnus par Roberts (1966), Wang (1973) et Costa (1980) pour le gisement de Lac Mattagami. Par contre, Clark (1983) n'a pas observé cette texture pour le gisement d'Orchan.

La dernière forme de pyrite est observée essentiellement dans les CSM. La pyrite constitue une masse globuleuse qui se différencie du reste de la roche par sa composition et sa structure (Fig. 37a). Ces masses sphériques, ou nodulaires, possèdent un diamètre moyen de 0,75 mm, une bordure irrégulière et de 20 à 40% d'inclusions de différents sulfures, de magnétite et de silicates de taille et de forme variables. Les nodules montrent des grains orientés de façon radiale et concentrique (Fig. 37b). Les nodules forment une texture de surcroissance nodulaire (Frater, 1985).

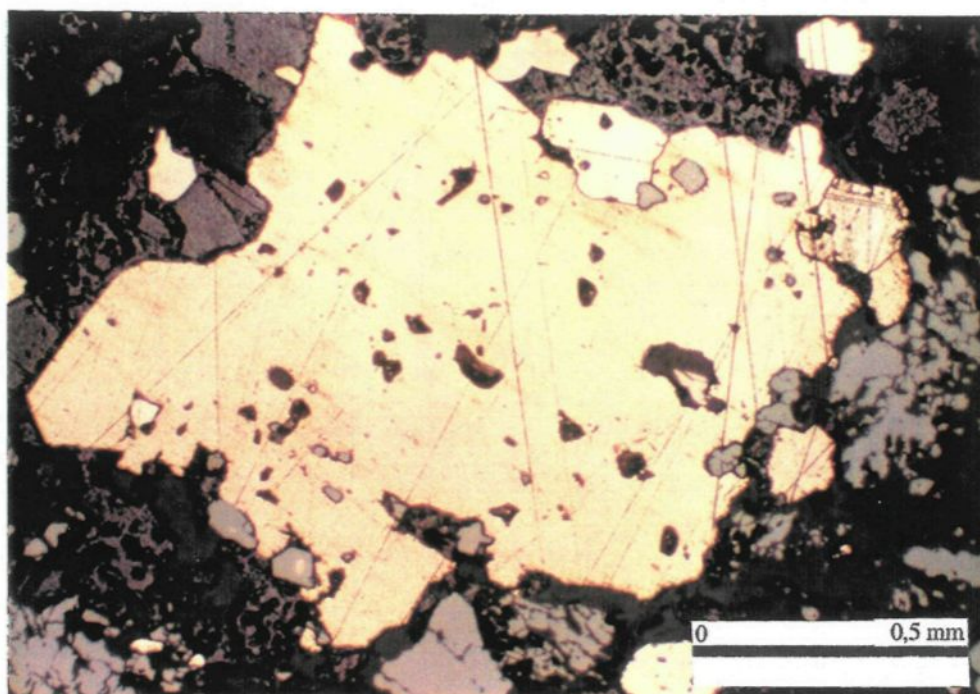


Figure 36 : Photomicrographie d'un porphyroblaste de pyrite ayant subi un test de corrosion au HNO_3 (15%).

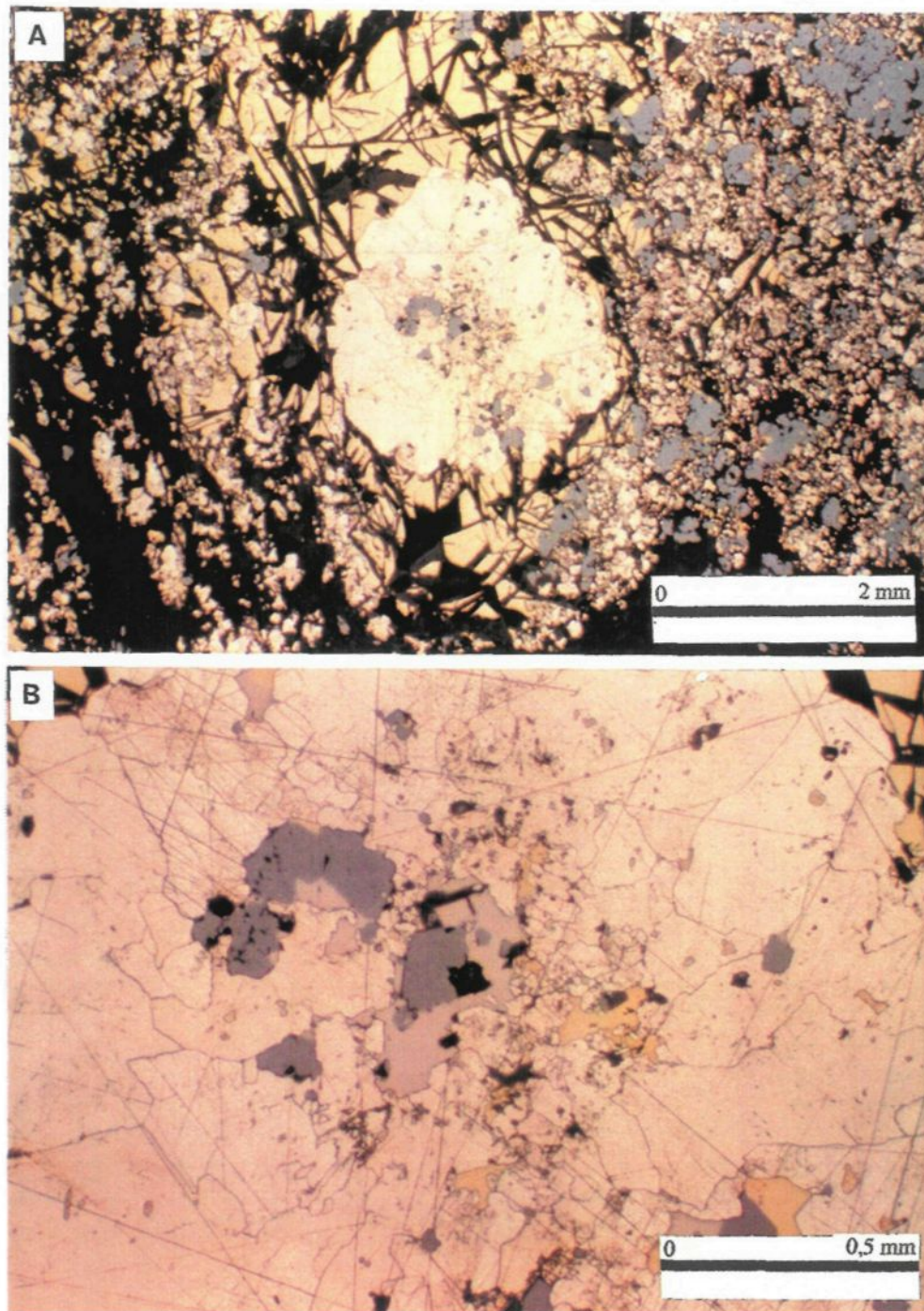


Figure 37 : Photomicrographies de nodules de pyrite. A: Nodule de pyrite entouré de chalcopyrite et de bâtonnets de stilpnomélane provenant d'une CSM. B: Vue agrandie du nodule présenté en A. Ce nodule présente des grains disposés de façon radiale avec un noyau riche en inclusions diverses.

Occasionnellement, les grains de pyrite sont craquelés. La chalcopryrite et la magnétite remplacent la pyrite le long des fractures. La texture cataclastique de la pyrite est reliée à une déformation fragile des grains où la pyrite, la chalcopryrite et/ou la magnétite forment une texture de remplacement.

2.2.3.1.3 *Chalcopryrite* (CuFeS_2)

La chalcopryrite se retrouve principalement dans les cheminées de sulfures suivies par ordre d'abondance décroissante des monticules, des cheminées de magnétite et des cheminées de talc. La chalcopryrite, dont les grains sont xénomorphes, est principalement observée lorsqu'elle occupe l'espace interstitiel entre les grains des autres minéraux. Elle se retrouve également, en plus faible concentration, sous forme d'inclusions (Fig. 33). La chalcopryrite épouse l'espace interstitiel entre les grains de pyrite, de sphalérite, de magnétite, des silicates et particulièrement du stilpnomélane (Fig. 37a). L'association entre le stilpnomélane et la chalcopryrite est très commune. La chalcopryrite se retrouve également sous forme de fines inclusions principalement dans la sphalérite mais aussi dans la magnétite et parfois dans la pyrite. Présente entre les minéraux ou sous forme d'inclusions, la chalcopryrite est généralement associée à la pyrrhotite. Sous forme interstitielle, la chalcopryrite et la pyrrhotite possèdent des bordures de grains qui sont mutuelles. De plus, la chalcopryrite remplace localement la pyrite.

2.2.3.1.4 *Pyrrhotite* (Fe_{1-x}S)

La pyrrhotite n'est pas un minéral abondant dans les dépôts du gisement d'Isle-Dieu. Celle-ci ne représente que 8% des CSM, 5% des monticules et 1% des CMM. Par contre, Costa (1980) a identifié la pyrrhotite comme le second minéral en abondance dans les dépôts du gisement de Lac Mattagami. Dans les monticules, les grains xénomorphes de pyrrhotite, dont le diamètre varie de 0,025 à 0,1 mm, sont concentrés en bordure des grains de sphalérite. Dans les cheminées, la pyrrhotite présente le même mode d'occurrence que la chalcopryrite soit d'occuper l'espace interstitiel entre les grains de pyrite, de sphalérite, de magnétite, des silicates et particulièrement du stilpnomélane. L'association entre la pyrrhotite, la chalcopryrite et le stilpnomélane est très commune. La pyrrhotite se présente également sous forme d'inclusions contenues parfois dans la pyrite mais principalement dans la magnétite où les inclusions sub-circulaires ont un diamètre variant de 0,001 à 0,01 mm. Les grains de pyrrhotite ne possèdent généralement pas d'orientation préférentielle. Toutefois, aux endroits où la schistosité est présente, les grains de pyrrhotite sont alignés le long des plans de schistosité. La pyrrhotite et la pyrite ne montre aucun phénomène de remplacement.

2.2.3.1.5 *Galène* (PbS)

La galène, qui représente environ 1% en volume des monticules, n'est observée qu'occasionnellement sous forme de traces dans les cheminées. Les grains de galène sont xénomorphes et occupent l'espace interstitiel entre les grains de sphalérite, de pyrite et de magnétite à l'intérieur des monticules et

plus rarement entre les grains de stilpnomélane dans les cheminées de sulfures. La galène se retrouve parfois sous forme d'inclusions dans les grains de pyrite.

2.2.3.1.6 Marcassite (FeS_2)

Dans le gisement d'Isle-Dieu, la marcassite n'a été observée que dans les monticules tandis qu'elle n'a pas été observée dans les autres gisement du flanc sud. Les grains de marcassite sub-automorphes sont maclés et possèdent une taille moyenne de 0,025 mm. La marcassite et la pyrite forment localement des veines étroites où les grains de marcassite sont disposés perpendiculairement aux parois des veines. Selon Carson (1986), la marcassite serait un produit d'oxydation de la pyrrhotite.

2.2.3.1.7 Arsénopyrite (FeAsS)

L'arsénopyrite a été observée sous forme de traces dans les monticules. Les grains automorphes ont un diamètre moyen de 0,15 mm. La sphalérite occupe l'espace interstitiel entre les grains d'arsénopyrite.

2.2.3.1.8 Tétrahédrite $[(\text{Cu}, \text{Fe})_{12} (\text{Sb})_4 \text{S}_{13}]$

La tétrahédrite, dont les grains sont xénomorphes, a été observée en traces (0,1%) dans un échantillon riche en galène (6%) provenant du monticule. La tétrahédrite a été analysée à la microsonde électronique par Carson (1986) et sa composition a été établie comme étant $[(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Ag})_{12} (\text{As}, \text{Sb})_4 \text{S}_{13}]$.

2.2.3.1.9 *Magnétite* (Fe_3O_4)

La magnétite se retrouve dans les parties concordante et discordante des dépôts. Toutefois, elle est principalement concentrée dans les cheminées de magnétite massive présentes à la base des dépôts. La magnétite représente 70% en volume de la composition des CMM, 7% des CSM et 3% des monticules. Le diamètre moyen des grains de magnétite varie de 0,0025 à 0,5 mm. Les grains peuvent contenir des inclusions sub-circulaires de pyrrhotite, de chalcopryrite et plus rarement de pyrite. Toutefois les grains de magnétite ne contiennent pas de grains de stilpnomélane. Les inclusions de pyrrhotite, dont la taille varie de 0,001 à 0,01 mm, sont les plus communes et les inclusions de chalcopryrite rencontrées sont très fines (diamètre: 0,025 mm). Dans les monticules, la magnétite se présente sous forme de grains sub-automorphes à automorphes. Les grains sont isolés et l'espace autour des grains est principalement occupé par la sphalérite. À l'intérieur des cheminées de talc, la magnétite possède le même mode d'occurrence que dans les monticules mais l'espace autour des grains est occupé par le talc. Dans les CMM, le principal sulfure associé à la magnétite est la sphalérite (Fig. 38a), tandis que dans les CSM, c'est la pyrite (Fig. 34a). À l'intérieur des cheminées de sulfures et de magnétite, la magnétite se présente sous forme de grandes plages où les grains individuels sont rarement visibles (Fig. 38a). Ces plages sont semblables aux plages observées pour la pyrite. Les tests de corrosion au HCl (15%) ont révélé qu'à l'intérieur de ces plages, la magnétite se présente sous trois formes qui sont par ordre d'abondance décroissante: les agrégats de grains, les grains zonés et les nodules. Deux types d'agrégats de grains sont observés. Un

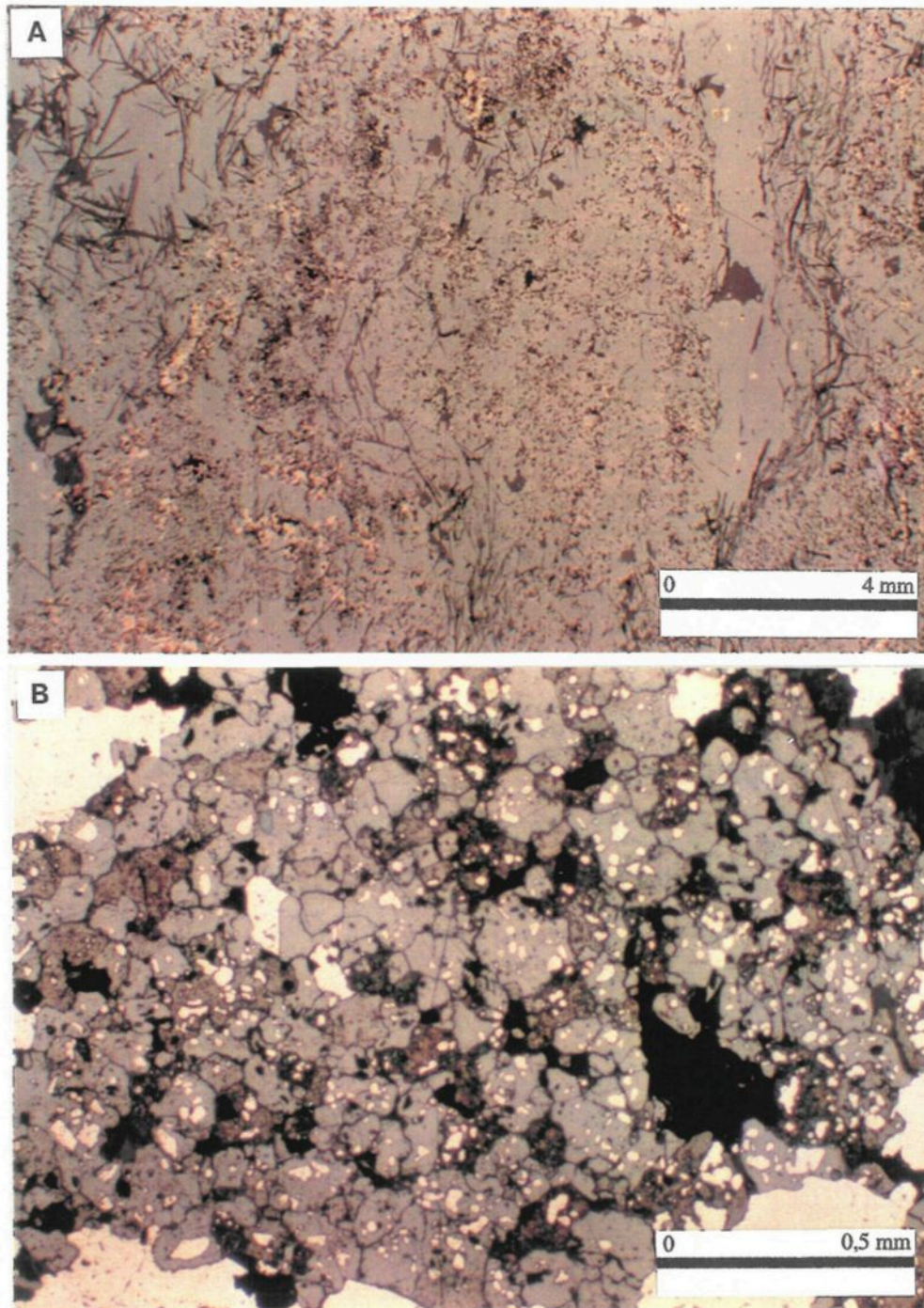


Figure 38 : Photomicrographies de grains de magnétite. A: Plage de magnétite recoupée par des filonnets de sphalérite. B: Agrégats de magnétite ayant subi un test de corrosion au HCl (15%) et montrant une texture granulaire. Les grains de magnétite renferment des inclusions de pyrite.

premier type est composé de grains sub-automorphes. L'espace interstitiel entre les grains de magnétite est occupé principalement par des silicates, le plus commun étant la chlorite. La sphalérite et dans une moindre mesure la chalcoppyrite et encore plus rarement la pyrrhotite occupent aussi l'espace interstitiel entre les grains. Occasionnellement, la pyrite remplit l'espace entre les grains de magnétite. Un deuxième type d'agrégat de grains est composé de grains accolés les uns aux autres (Fig. 38b). Les contacts entre les grains forment souvent des jonctions triples avec des angles à près de 120° . La forme irrégulière et le faible degré d'engrenage des grains sont typiques de la texture granulaire telle qu'observée pour la pyrite. En comparaison avec les agrégats de pyrite, les agrégats de magnétite sont moins denses. Ainsi, les silicates et les sulfures sont fréquemment présents entre les grains de magnétite (Fig. 38b) contrairement aux agrégats de pyrite qui sont composés essentiellement de grains de pyrite accolés les uns aux autres (Fig. 34b). Les grains présents dans ce type d'agrégat contiennent occasionnellement des inclusions grossières (diamètre: 0,05 mm) de pyrite dont la forme est irrégulière (Fig. 38b).

Les grains de magnétite zonés sont généralement sub-automorphes et parfois automorphes avec une forme octaédrique (Figs. 39a et b). Les grains, isolés dans la chlorite, possèdent de une à quatre auréoles de magnétite qui les entourent. Le centre des grains est occasionnellement occupé par des silicates ou de la sphalérite (Fig. 39b). Ces grains forment une texture de surcroissance idiomorphique.

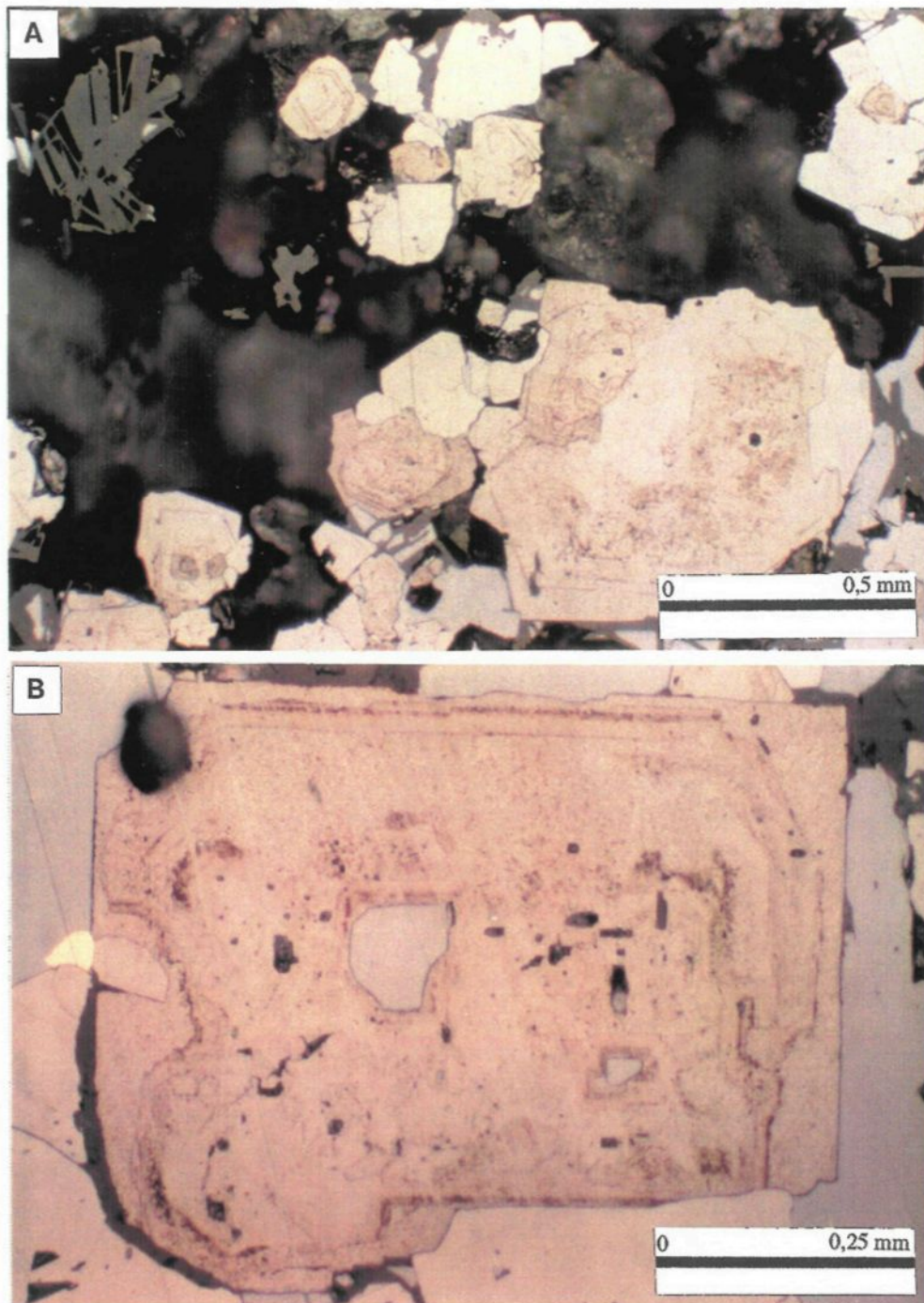


Figure 39 : Photomicrographies de grains de magnétite zonés ayant subi un test de corrosion au HCl (15%). A: Grains de magnétite zonés de forme octaédrique. B: Grain de magnétite zoné dont le centre est occupé par de la sphalérite.

La magnétite se présente parfois sous forme de nodules composés d'un seul grain dont le diamètre moyen est de 0,5 mm (Fig. 40a). Ces nodules, sont parsemés de très fines inclusions (diamètre: 0,001 mm) de chalcoppyrite et de silicates. Les bordures de ces nodules sont composées d'agglomération de grains de magnétite et de silicates, ce qui leurs donnent une forme dentelée. Ces nodules forment une texture de surcroissance nodulaire

2.2.3.1.10 *Hématite* (Fe_2O_3)

Les grains automorphes d'hématite se présentent sous forme de minces lamelles dont la taille moyenne est de 0,025 mm. Ces grains ne se retrouvent qu'en traces à l'intérieur des bandes de chlorite, composant les cheminées à caractère massif, où ils sont alignés parallèlement aux bandes de chlorite et de sulfures.

2.2.3.1.11 *Quartz* (SiO_2)

Le quartz se retrouve principalement dans les monticules où il constitue le principal minéral de gangue ainsi que dans les cheminées à filonnets. Par contre, le quartz n'est observé qu'en traces et très rarement à l'intérieur des cheminées à caractère massif. À l'intérieur des cheminées et principalement des cheminées à filonnets, les grains de quartz peuvent provenir des laves rhyolitiques encaissantes ou du fluide hydrothermal. Les grains de quartz xénomorphes ont un diamètre moyen variant de 0,02 à 1 mm. Le quartz se présente sous forme de grains isolés ou d'agrégats de grains pouvant atteindre 5 mm de diamètre.

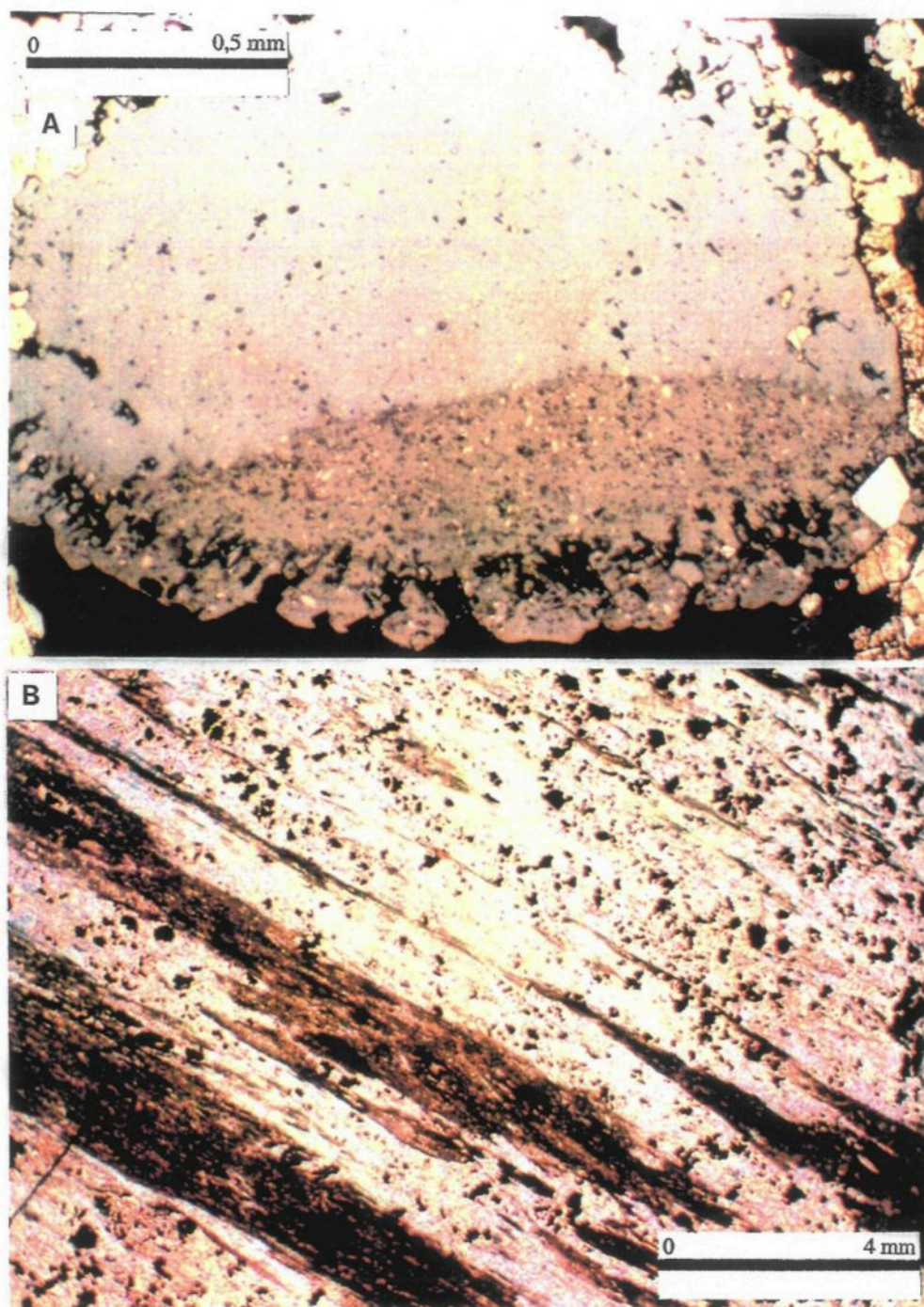


Figure 40 : Photomicrographies. A: Nodule de magnétite ayant subi un test de corrosion au HCl (15%) sur la partie inférieure. Le nodule contient des inclusions de chalcopryrite et possède des bordures dentelées. B: Talc massif avec bandes de chlorite. Les grains de pyrite et de magnétite sont associés au talc.

2.2.3.1.12 Carbonates [Calcite: CaCO_3 ; ankérite: $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$]

Les carbonates ne sont présents que localement et en faible concentration dans les dépôts. Ils se retrouvent dans les parties concordante et discordante ainsi qu' à l'intérieur des monticules. Les carbonates observés sont la calcite et l'ankérite. La calcite est le carbonate le plus communément rencontré. Les grains de taille variable des carbonates sont généralement xénomorphes. De plus, Costa (1980) a observé la dolomite, la sidérite, la rhodocrosite et la magnésite ferrière dans le gisement de Lac Mattagami.

2.2.3.1.13 Chlorite $[(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Li}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Ni})_{5-6} (\text{Al}, \text{B}, \text{Fe}, \text{Si})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8]$

La chlorite est le minéral de gangue le plus abondant dans les cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif ainsi que dans les cheminées à filonnets de talc. Par comparaison, Costa (1980) a rapporté que dans le gisement de Lac Mattagami, le talc était le minéral de gangue le plus abondant. La chlorite n'a pas été observée dans les monticules à l'exception de quelques grains localisés dans des cheminées présentes à l'intérieur des monticules. Toutefois, la chlorite est présente en concentration généralement importante dans la Tuffite inférieure et la Tuffite supérieure (Figs. 18b et 19b). La chlorite a été analysée à la microsonde électronique par Carson (1986) comme ayant la composition suivante: $(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe})_{12} [(\text{Si}, \text{Al})_8 \text{O}_{20} (\text{OH})_{16}]$. À l'intérieur des cheminées à caractère massif et à filonnets de talc, les grains de chlorite xénomorphes, dont le diamètre varie de 0,005 à 0,05 mm, forment généralement des bandes de largeur millimétrique à centimétrique qui sont alignées parallèlement aux rubans de sulfures, de magnétite et de talc (Fig. 27b). À l'intérieur des cheminées de talc massif,

les bandes de talc contiennent moins de 30% de grains de chlorite. Par contre dans les cheminées à filonnets de sulfures et de magnétite, la chlorite est concentrée en bordure des filonnets et cette concentration diminue en s'éloignant des filonnets (Fig. 18b). Le quartz est présent en faible concentration à l'intérieur des zones riches en chlorite et est totalement absent à l'intérieur des zones riches en talc.

2.2.3.1.14 *Stilpnomélane* $[K(Fe_2, Al)_{10} Si_{12} O_{30} (OH)_{12}]$

Le stilpnomélane se retrouve essentiellement dans les cheminées de sulfures et de magnétite où il est associé aux sulfures. Carson (1986) a identifié à la microsonde électronique, les composants du stilpnomélane comme étant les suivants: 20-30% Fe, Mg, Al, K, Na et Ca. Les grains automorphes de stilpnomélane, dont la longueur varie de 0,05 à 1 mm, se présentent sous la forme de bâtonnets ou d'enchevêtrements de bâtonnets (Fig. 37a). L'espace interstitiel entre les bâtonnets de stilpnomélane est occupé par la sphalérite, la chalcoppyrite, la pyrrhotite, la galène et occasionnellement par la pyrite et les carbonates. La chalcoppyrite et la pyrrhotite sont les plus communément observées en association avec le stilpnomélane. Par contre, la magnétite n'occupe jamais l'espace interstitiel entre les bâtonnets. De plus, Roberts (1966) a observé de fins bâtonnets (longueur: 0,005 à 0,1 mm) de stilpnomélane en association avec le talc et la chlorite dans le gisement de Lac Mattagami. Les bâtonnets possèdent une orientation généralement aléatoire mais sont parfois alignés parallèlement aux filonnets de sulfures. Costa (1980) a observé que le stilpnomélane est parfois présent à l'intérieur des grains de différents sulfures. Cette relation

a été interprétée par Brown (1971) comme une relation d'équilibre entre les minéraux. Toutefois, Roberts (1966) a observé que localement, les bâtonnets de stilpnomélane recoupent certains autres grains tels les carbonates, la chlorite et le talc. Cette relation suggère que la cristallisation des bâtonnets de stilpnomélane s'est poursuivie durant le métamorphisme. Clark (1983) a également rapporté la présence de stilpnomélane dans le gisement d'Orchan.

2.2.3.1.15 *Talc* [$\text{Mg}_3 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2$]

Le talc se retrouve essentiellement dans les cheminées de talc et les cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif composant les dépôts. Le talc a été analysé à la microsonde électronique par Carson (1986) comme ayant la composition suivante: $(\text{Mg}, \text{Fe})_6 (\text{Si}_8 \text{O}_{20}) (\text{OH})_4$ où FeO représente de 8 à 15%. La minnesotaite $[(\text{Fe}, \text{Mg})_3 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2]$ qui contient 25% FeO est parfois associée au talc (Carson, 1986). La muscovite, optiquement identique au talc, n'a pas été observée bien que de faibles quantités peuvent être présentes. Les grains de talc sub-automorphes dont la taille varie de 0,08 à 1 mm se présentent sous forme de cristaux aciculaires ou d'agrégats de cristaux. Les grains de talc sont alignés parallèlement aux bandes de talc, de chlorite, de sulfures et de magnétite. Le talc se présente sous forme de bandes localisées à proximité des bandes de chlorite (Fig. 40b). À l'intérieur des cheminées de talc massive, qui de par leur composition sont des zones de faible compétence, les grains de talc contournent parfois les grains grossiers de pyrite et de magnétite ou encore forment des ombres de pression ("pressure shadows"). Dans les cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif, le talc se retrouve en quantité

variable à l'intérieur des bandes de chlorite. Des grains de magnétite, de pyrrhotite, de pyrite et plus rarement de carbonates sont disséminés dans les bandes de talc mais sont absents dans les bandes de chlorite tandis que le quartz est absent dans les bandes de talc (Fig. 40b).

2.2.3.2 *Signification des textures*

Cette partie intègre l'ensemble des données présentées dans la section minéralogie des dépôts en vue d'expliquer les textures observées. Ces textures indiquent que la minéralogie des dépôts du gisement d'Isle-Dieu est primaire et ne résulte pas de phénomène secondaire attribuable à la déformation sauf localement. Les textures observées sont de deux types, soit les textures propres à un grain individuel et les textures exprimant les relations entre les différents grains d'un même minéral ou de plusieurs minéraux. Ces textures fournissent des informations concernant les processus primaires responsables de la formation des minéraux ainsi qu'en ce qui a trait aux modifications subies par ces minéraux sous l'effet de la déformation locale et du métamorphisme.

2.2.3.2.1 *Texture de "chalcopyrite disease"*

La texture de "chalcopyrite disease" est communément associée à un phénomène d'exsolution (Spry, 1969; Vokes, 1969; Staton, 1972) où un cristal homogène, correspondant à une solution solide, passe à un assemblage hétérogène polyminéral lors du refroidissement. Toutefois des études expérimentales (Wiggins and Craig, 1980; Hutchison and Scott, 1981) ont démontré que la chalcopyrite ne peut pas se dissoudre en quantité suffisante

pour permettre de former cette texture, à des températures inférieures à 500°C. Dans les dépôts de sulfures massifs volcanogènes faiblement métamorphisés et formés à des températures de l'ordre de 250 à 300 °C, tel le gisement de Lac Mattagami (Costa et al., 1984), la texture de "chalcopyrite disease" ne peut pas être reliée à un phénomène d'exsolution. Craig et Vaughan (1981) propose que cette texture résulte soit d'une croissance épitaxique durant la cristallisation de la sphalérite ou encore du remplacement des grains de sphalérite à partir de fluides riches en cuivre. Durant le métamorphisme, les grains fins de chalcopyrite peuvent être redistribués lors de la recristallisation de la sphalérite. Les grains de chalcopyrite se concentrent alors le long de la bordure des grains de sphalérite (Craig et Vaughan, 1981). Dans les monticules du gisement d'Isle-Dieu, la chalcopyrite, principalement concentrée sous forme d'inclusions distribuées au contact entre les macles à l'intérieur des grains de sphalérite, est en accord avec les caractéristiques associées à un processus primaire. Costa (1980) suggère que la texture de "chalcopyrite disease" observée dans le gisement de Lac Mattagami est représentative d'une intercroissance primaire entre les deux minéraux plutôt que d'un phénomène d'exsolution tandis que Clark (1983) rapporte que la sphalérite présente dans le gisement d'Orchan ne contient généralement pas d'inclusion de chalcopyrite.

2.2.3.2.2 *Texture granulaire*

La texture granulaire est une texture de recuit qui peut être attribuable à un lent refroidissement après la précipitation des cristaux ou encore à une augmentation de la température durant le métamorphisme (Craig et

Vaughan, 1981). La lente cristallisation ou recristallisation des grains a pour effet de minimiser l'énergie en diminuant la surface qu'occupe les grains et la tension entre les grains. Durant le recuit, les petits grains sont résorbés au dépend de la croissance des grains plus grossiers. Les minéraux en concentration mineure peuvent être piégés sous forme d'inclusions ou migrer en bordure des gros grains. Les contacts interfaciaux entre les grains tendent à former des jonctions triples où les angles avoisinent 120°.

La texture granulaire est généralement associée au résultat du métamorphisme. Toutefois, pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu, cette texture ne semble pas être un produit du métamorphisme car elle n'est observée que localement à l'intérieur des CSM et des CMM. Le passage local de fluides hydrothermaux à proximité des grains de pyrite et de magnétite déjà formés pourrait être responsable d'un lent refroidissement entraînant une lente cristallisation des grains et générant ainsi une texture granulaire. De plus, localement des dykes pourraient être responsables de cette texture. À titre comparatif, Lawrence (1972) rapporte la présence locale de la texture granulaire dans le gisement de Mount Morgan en Australie. Dans cette mine, la texture granulaire se retrouve le long des dykes qui recoupent le dépôt. Cette texture serait attribuable au recuit des sulfures par la température élevée générée par la présence locale de dykes.

2.2.3.2.3 Texture de surcroissance idiomorphique

La texture primaire de surcroissance idiomorphique, montrant des grains idiomorphes à sub-idiomorphes de pyrite et de magnétite, entourés

d'une ou de plusieurs couronnes de même composition, a été observée et décrite par Frater (1985) pour le dépôt de Golden Grove en Australie. La surcroissance est un phénomène d'accroissement secondaire de la taille des grains qui est fonction du taux de croissance ainsi que du milieu dans lequel les grains évoluent. Les conditions pour avoir un phénomène de surcroissance varient donc dans le temps et l'espace. Les grains de forme idiomorphe croissent lentement à partir d'un fluide sursaturé dans un milieu sans contrainte (Smith, 1964; Spry, 1969). Des couronnes disposées de façon concentrique se développent ainsi autour des cristaux idiomorphes.

La forme octaédrique est propre aux cristaux de magnétite dont la croissance s'est effectuée lentement dans un milieu sans contrainte. La présence de ces grains indique que la magnétite n'est pas le résultat du remplacement de la pyrite ou de la pyrrhotite (Frater, 1985; M. D. Hannington 1993, communication personnelle) mais plutôt le résultat d'une cristallisation primaire à l'intérieur du fluide hydrothermal. Cette observation vient appuyer le caractère primaire de certains grains de magnétite.

2.2.3.2.4 Texture de surcroissance nodulaire

Frater (1985) a fait la description de nodules de pyrite et de magnétite pour le dépôt de Golden Grove. Ces nodules dont l'origine est primaire, sont tamisés d'inclusions de gangue et de minéraux opaques. De plus, ces nodules possèdent parfois des structures de croissance radiales et concentriques. Les inclusions proviendraient de la capture de grains et de

fragments de sulfures, de gangue et d'oxydes présents à l'intérieur du fluide dans lequel les nodules se développent. La condition favorisant la surcroissance de nodules, à partir d'un nucléus, est un taux de croissance rapide à l'intérieur d'un fluide sursaturé dans un milieu sans contrainte (Smith, 1964; Spry, 1969).

2.2.3.2.5 Textures de déformation et de recristallisation

Les textures présentes à l'intérieur du gisement d'Isle-Dieu suggèrent que la déformation a peu affecté les minéraux composant les dépôts. Toutes les textures observées résultent de processus primaires à l'exception des ombres de pressions dans les cheminées de talc, des porphyroblastes de pyrite et de certaines textures granulaires pouvant être le résultat d'un recuit due à la présence de dykes. Ces textures sont associées à des zones de déformation locales.

La recristallisation des minéraux associée au métamorphisme est un phénomène que localement observé dans les dépôts du gisement d'Isle-Dieu. La présence de filonnets de sphalérite de couleur brun-jaune recoupant la sphalérite de couleur brun-rouge composant les monticules suggère que les minéraux des dépôts n'ont pas subi une recristallisation métamorphique car celle-ci aurait homogénéisé la composition de la sphalérite. Clark (1983) arrive aux mêmes conclusions pour le gisement d'Orchan, lorsqu'il observe à l'intérieur d'un même échantillon trois types de sphalérite différents. Clark (1983) rapporte que les textures de recristallisation présentes dans le gisement d'Orchan sont principalement observées dans la chalcopryrite et la

pyrrhotite mais que l'ensemble des minéraux composant les dépôts ont été peu affectés par la recristallisation. Toutefois, Roberts (1975) a observé, pour le dépôt de Lac Mattagami, que les minéraux ont subi des modifications mineures après leur formation. Les principales modifications observées sont les suivantes: recristallisation et augmentation de la taille de grains, réajustement de la bordure de grains, et alignement local de grains le long de la fabrique tectonique. Par contre, Costa et al. (1983) mentionnent que la plupart des minéraux présents dans les dépôts du gisement de Lac Mattagami n'ont été soumis qu'à un faible degré de métamorphisme et reflètent les conditions initiales de précipitation.

2.2.4 Distribution spatiale des sulfures et des oxydes

En fonction des attitudes concordante et discordante des dépôts, deux types de distribution spatiale sont définis pour les minéraux composant les dépôts qui sont issus du fluide hydrothermal, soit une distribution concordante et une distribution discordante. Ces distributions correspondent respectivement au litage et au rubanement des minéraux composant les dépôts. La distribution concordante est une distribution qui s'effectue du bas vers le haut parallèlement au plan de la séquence stratigraphique. Par contre, la distribution discordante s'effectue latéralement et parallèlement au plan sub-vertical que forme les cheminées des dépôts. Les deux types de distribution sont présents dans des proportions variables à l'intérieur des parties concordante et discordante des dépôts ainsi qu'à l'intérieur des roches volcaniques avoisinantes aux dépôts.

Dans la partie concordante des dépôts, la distribution concordante prédomine tandis que la distribution discordante, qui est localement observée, est essentiellement associée aux parties basales des monticules. Les composants de la partie concordante des dépôts, tels la Tuffite inférieure, les sulfures massifs concordants, les horizons de chert et la Tuffite supérieure, sont distribués parallèlement à l'attitude de la stratification comme en témoigne la présence de litage. Au niveau de la Tuffite Clef, le contenu en zinc décroît en passant de la Tuffite inférieure à la Tuffite supérieure. De manière globale, à l'intérieur des monticules, le contenu en sphalérite augmente de la base vers le sommet tandis que le contenu en magnétite, chalcopryrite, pyrrhotite et pyrite diminue. Cette variation verticale dans la composition des monticules est principalement attribuable à l'abondance des cheminées dans la partie basale des monticules (Fig. 14). La composition des sulfures massifs concordants, qui sont éloignés de la zone de cheminées, varie très peu de la base vers le sommet des monticules.

À l'intérieur des cheminées, les deux types de distribution sont présentes mais la distribution discordante prédomine. La minéralogie est progressivement distribuée de manière discordante à l'intérieur des cheminées à filonnets. Toutefois, à l'intérieur des cheminées à caractère massif, la minéralogie change brusquement d'un ruban de minéraux à un autre en se déplaçant latéralement à travers les cheminées (Figs. 25b et 26b). La distribution discordante de la minéralogie n'est pas identique d'une cheminée à l'autre (Figs. 24a à 27a et 29). Toutefois, une tendance est observée, soit la suite de minéraux suivants de l'intérieur vers l'extérieur des

cheminées: chalcopryrite, magnétite, pyrrhotite, pyrite et sphalérite. Dans les deux types de cheminées, la distribution concordante est progressive. Celle-ci se manifeste par une augmentation graduelle de la quantité de minéraux ainsi que par un changement graduel de la minéralogie de la base vers le sommet des cheminées. La suite de minéraux distribuée de manière concordante de la base vers le sommet des cheminées est la suivante: magnétite, chalcopryrite, pyrrhotite, pyrite et sphalérite. La distribution concordante à l'intérieur des cheminées sera étudiée plus à fond au niveau de la distribution spatiale des métaux.

Pour les roches volcaniques avoisinantes au gisement, la distribution discordante des minéraux prédomine dans les laves rhyolitiques à la base des dépôts tandis que la distribution concordante prédomine dans les laves basaltiques sus-jacentes aux dépôts. La distribution discordante est associée aux cheminées des dépôts qui sont principalement abondantes dans les laves rhyolitiques encaissantes. Par contre à l'intérieur des laves basaltiques, la distribution concordante se manifeste par des horizons de chert qui ont une attitude identique à celle de la séquence stratigraphique (Fig. 16). Toutefois, ces horizons de chert ne sont observés que localement à l'intérieur des laves rhyolitiques. Ceux-ci ont été observés qu'à un seul endroit soit sous la partie est du dépôt no 1.

2.2.5 Distribution spatiale des minéraux d'altération

Les principaux minéraux d'altération sont la chlorite et le talc. Roberts et Reardon (1978) ont démontré, pour le gisement de Lac

Mattagami, que les transformations minéralogiques au cours de l'altération progressive des laves rhyolitiques sont les suivantes: i) élimination des alcalis et formation de la chlorite, ii) élimination du quartz pour produire une roche riche en chlorite et iii) transformation de la chlorite en talc. Pour le gisement d'Isle-Dieu, les minéraux d'altération affectent les laves rhyolitiques, la Tuffite inférieure, la Tuffite supérieure et les laves basaltiques. Les minéraux d'altération sont étroitement associés aux cheminées des dépôts. Tanguay (1990) a identifié trois paragénèses minérales qui caractérisent l'intensité de l'altération associée aux cheminées, soit une zone de bordure, une zone intermédiaire et une zone centrale. Les zones de bordure, intermédiaire et centrale sont respectivement caractérisées par les assemblages de minéraux suivants: i) quartz-plagioclase-séricite-chlorite, ii) séricite-chlorite ainsi que des cristaux résiduels de quartz et de plagioclase et iii) chlorite-séricite avec de faibles concentrations de talc (5%). Ces paragénèses minérales sont distribuées latéralement de la périphérie vers le centre des cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif. Les zones de bordure correspondent aux roches encaissantes présentes entre les zones de cheminées tandis que les zones intermédiaires correspondent aux fragments de roches encaissantes retrouvés à l'intérieur des cheminées à filonnets de sulfures et de magnétite. Finalement, les zones centrales correspondent aux fragments résiduels de roches encaissantes présents à l'intérieur des cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif. Le changement de la minéralogie des zones intermédiaires aux zones centrales est brusque et se produit à l'intérieur de un à deux centimètres tandis que la transition entre les zones de bordure et

intermédiaire est progressive. Un quatrième assemblage, soit talc-chlorite, est associé aux cheminées de talc massif (Fig. 40b). Cet assemblage représente l'intensité d'altération la plus élevée associée aux dépôts du gisement. Le changement de la minéralogie des cheminées à filonnets de talc aux cheminées de talc massif est brusque et se produit également à l'intérieur de un à deux centimètres. Le passage de la chlorite au talc ne suit pas une distribution concordante mais essentiellement une distribution discordante. Par contre à l'intérieur des cheminées, la concentration de chlorite et de talc augmente de la base vers le sommet des cheminées.

2.2.6 Distribution spatiale des métaux

L'image préliminaire de la distribution des métaux à l'intérieur du gisement d'Isle-Dieu a été réalisée par Carson (1986) peu après la découverte du gisement (Fig. 41). Ce modèle présente six zones, soit de F à A, qui ont été définies à partir de l'analyse de 62 échantillons recueillis à travers le gisement. Ces zones schématisent la distribution des métaux de la base vers le sommet des dépôts. La composition de chaque zone a été compilée à partir des travaux de Carson (1986) et est présentée dans le tableau 6. De la base vers le sommet, le pourcentage de sulfures et de sphalérite ainsi que les teneurs en zinc croissent. Par contre, le pourcentage de magnétite, de chalcoppyrite ainsi que les teneurs en cuivre décroissent. La définition de ces zones ne permet pas d'observer une variation progressive de la base vers le sommet des dépôts pour les autres constituants. La distribution présentée, qui est essentiellement concordante, est représentative de la distribution globale des métaux à l'intérieur des dépôts. Toutefois les zones sont à

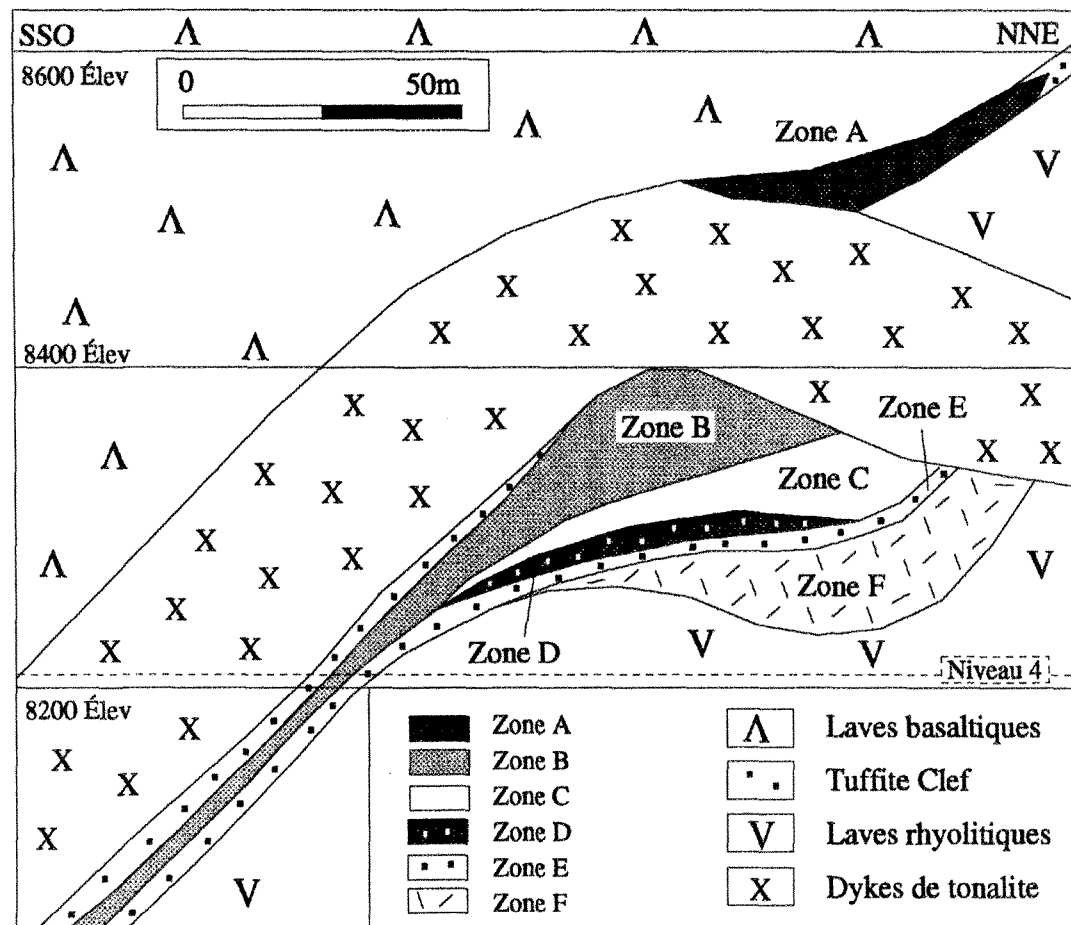


Figure 41: Distributions des minéraux et des métaux présentées sur la section transversale 18 + 00 E du gisement d'Isle-Dieu. Modifiée de Carson 1986.

Zones	Sp (%)	Py (%)	Cp (%)	Po (%)	Ga (%)	Zn (%)	Cu (%)	Sulfures (%)	Mt (%)	Autres (%)
A	54	6	2	1	1	31,60	0,46	64	2	34
B	51	10	5	5	1	30,48	1,02	72	3	25
C	27	21	14	11	tr	12,35	2,42	73	3	24
D	17	tr	12	5	-	5,67	2,08	34	37	29
E	15	12	4	4	1	8,94	1,17	36	6	58
F	24	14	6	3	-	9,87	0,89	47	19	34
<p>Zone A: Zone supérieure composée de Sp massive avec Py, Cp et Ga Zone B: Zone centrale composée de Sp massive avec Py, Cp et Ga Zone C: Zone centrale composée de Sp avec Py, Cp et Ga Zone D: Zone à Mt composée de Mt massive avec Cp et Sp Zone E: Zone à Tuffite Clef composée de filonnets de Sp, Cp et Py Zone F: Zone à laves rhyolitiques composée de filonnets de Py, Mt, Cp, Sp</p>										
<p>Sp: sphalérite Py: pyrite Cp: chalcopryite Po: pyrrhotite Ga: galène Mt: magnétite</p>										
<p>Zn: zinc Cu: cuivre tr: traces</p>										
<p>Autres: qz: quartz cb: carbonates cl: chlorite st: stilpnomélane tc: talc</p>										

Tableau 6: Composition des zones minéralisées illustrées sur la section transversale 18 + 00 E du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 40).

redéfinir car elles ne tiennent pas compte de la présence des cheminées. Le modèle a été construit à partir des informations fournies par les premiers forages d'exploration initiés de la surface. Comme ces forages étaient sub-parallèles aux cheminées des dépôts, les cheminées n'ont pu être définies avec précision. Ainsi l'absence d'une variation progressive de la base vers le sommet des dépôts dans la concentration de certains constituants, tels la pyrite, la pyrrhotite et le pourcentage de silicates, est attribuable à la présence locale de cheminées.

Un second modèle de la distribution des métaux a été réalisé à partir de forages effectués perpendiculairement aux deux parties des dépôts, soit aux parties concordante et discordante. Ce modèle a été construit à partir de 762 échantillons qui ont été recueillis lors de la cartographie souterraine. Les analyses pour le zinc et le cuivre ont été effectuées et les ratios $[Cu/(Zn+Cu)]100$ a été calculé pour chacun des échantillons. Les coordonnées d'où proviennent les échantillons, les teneurs en zinc et en cuivre ainsi que le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ sont présentés pour chaque échantillon à l'annexe 1. La distribution des métaux a été établie pour les vues de plan horizontal du niveau 4 à partir de 532 échantillons ainsi que pour les vues de la section 13 + 00 E à partir de 230 échantillons. La géologie de la vue de plan horizontal du niveau 4 est présentée dans les figures 10, 11 et 15 tandis que la figure 14 illustre la géologie de la section 13 + 00 E.

Les figures 42, 43 et 44 montrent respectivement les isocontours des teneurs en zinc, des teneurs en cuivre et le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1. La figure 42 présente une distribution concordante bien définie pour le zinc où les teneurs croissent, parallèlement au plan de la séquence stratigraphique, de la base vers le sommet du dépôt. À l'intérieur des laves rhyolitiques, le zinc n'est présent qu'à l'état de traces tandis qu'à l'intérieur de la Tuffite inférieure les teneurs en zinc varient de 5 à 15%. La composition des sulfures massifs concordants est relativement homogène à travers le monticule où les teneurs en zinc sont de l'ordre de 32% (Fig. 21). Par contre, de nombreuses cheminées riches en magnétite, chalcopryrite, pyrrhotite et pyrite sont présentes à la base du monticule et diluent les teneurs en zinc des sulfures massifs concordants où les teneurs rencontrées sont alors de 15 à 25% (Fig. 42).

Une distribution discordante bien définie est également présente sur la figure 42. Le plan que forme les cheminées et à partir duquel les minéraux et les métaux sont distribués latéralement, est représenté par une ligne en pointillé. La position de cette ligne en pointillé correspond à la position de la zone de cheminées sud du dépôt. Les zones de cheminées du dépôt no 1 (Fig. 14) se matérialisent sur la figure 42 par une perturbation dans la distribution concordante des teneurs en zinc à l'intérieur ainsi que sous le monticule. À l'intérieur de la partie concordante du dépôt, les teneurs en zinc croissent latéralement et symétriquement du centre des CSM (ligne en pointillé) vers l'extérieur de la zone de cheminées. Les CSM possèdent un faible contenu en sphalérite (12%) par rapport aux sulfures massifs

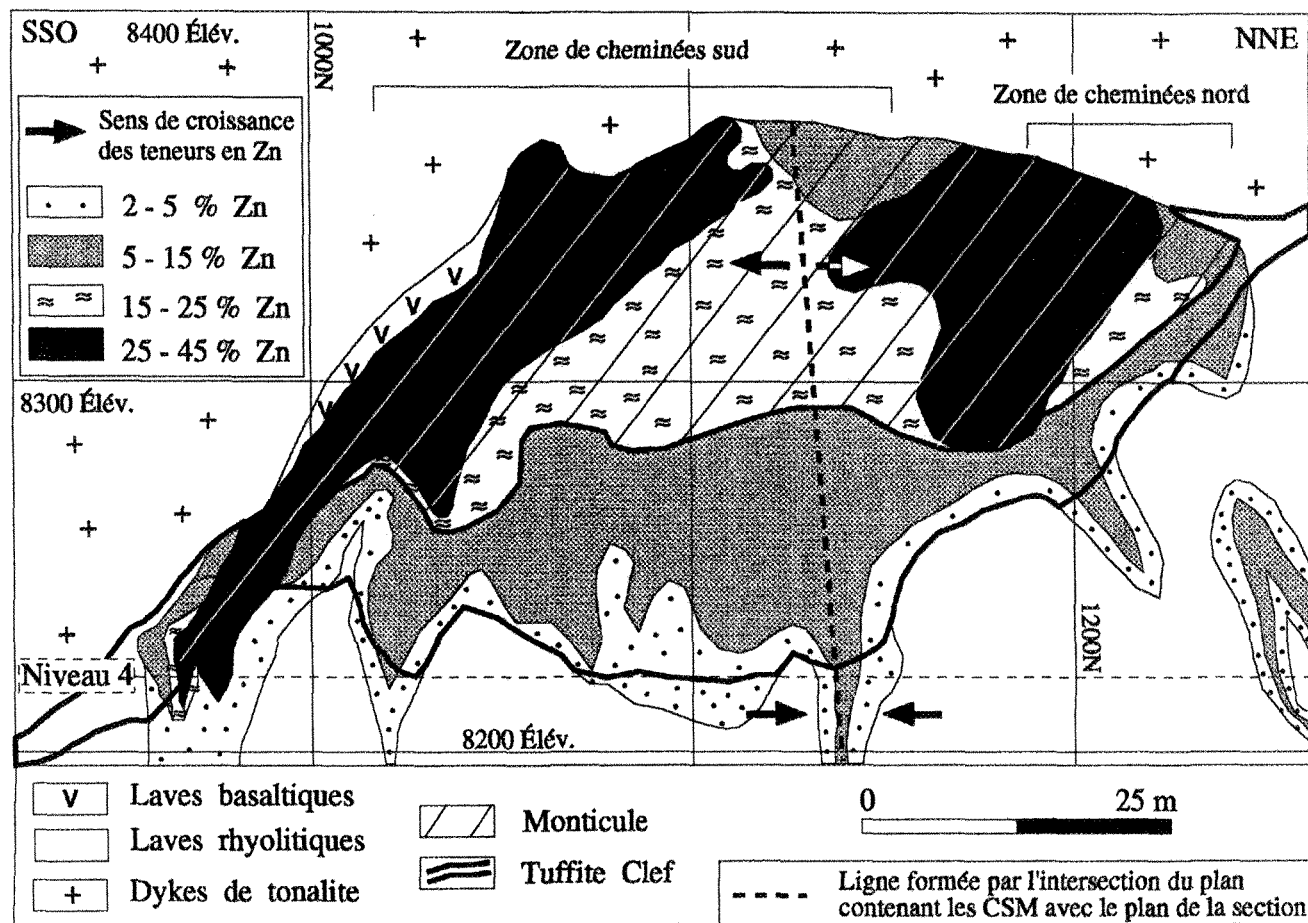


Figure 42: Isocontours des teneurs en zinc pour le dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentés sur la section transversale 13 + 00 E.

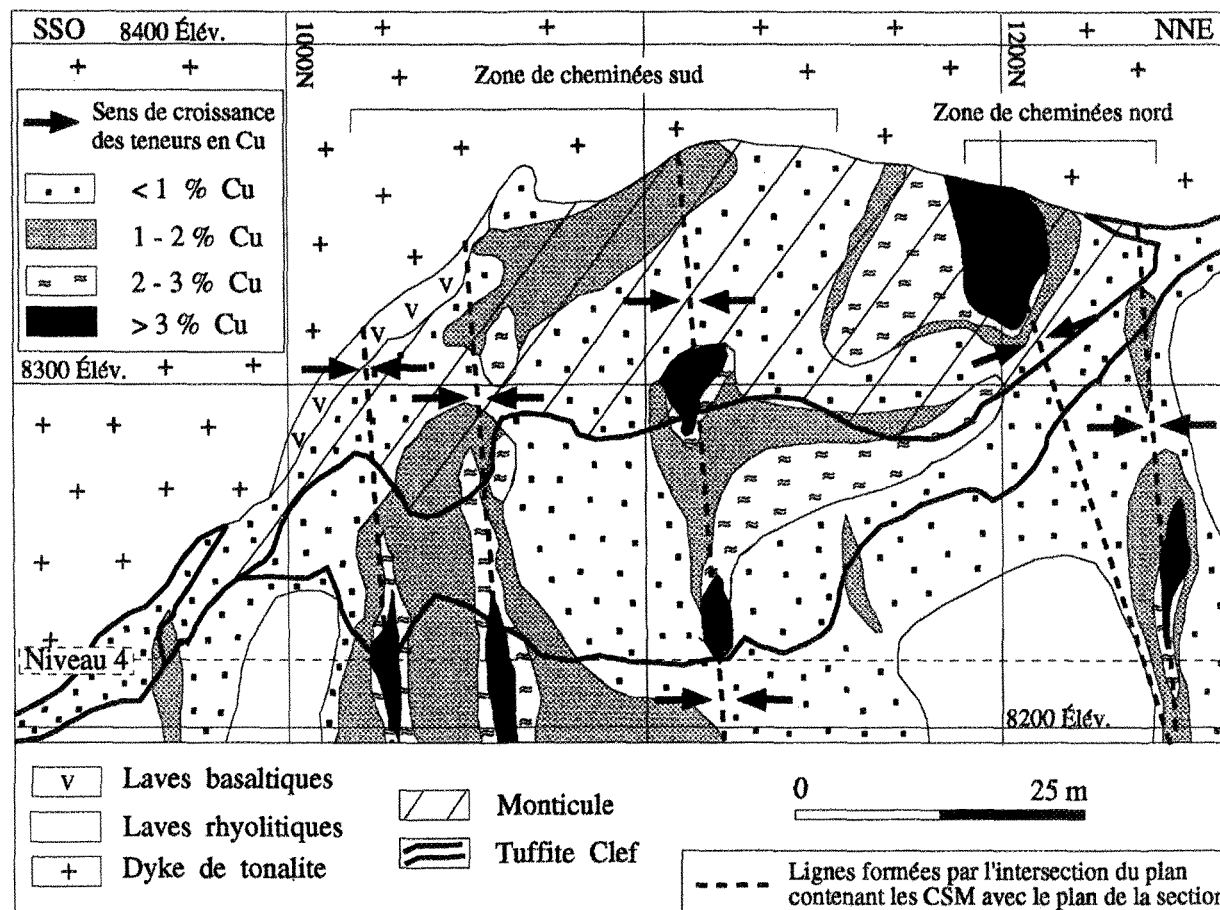


Figure 43 : Isocontours des teneurs en cuivre pour le dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentés sur la section transversale 13 +00 E.

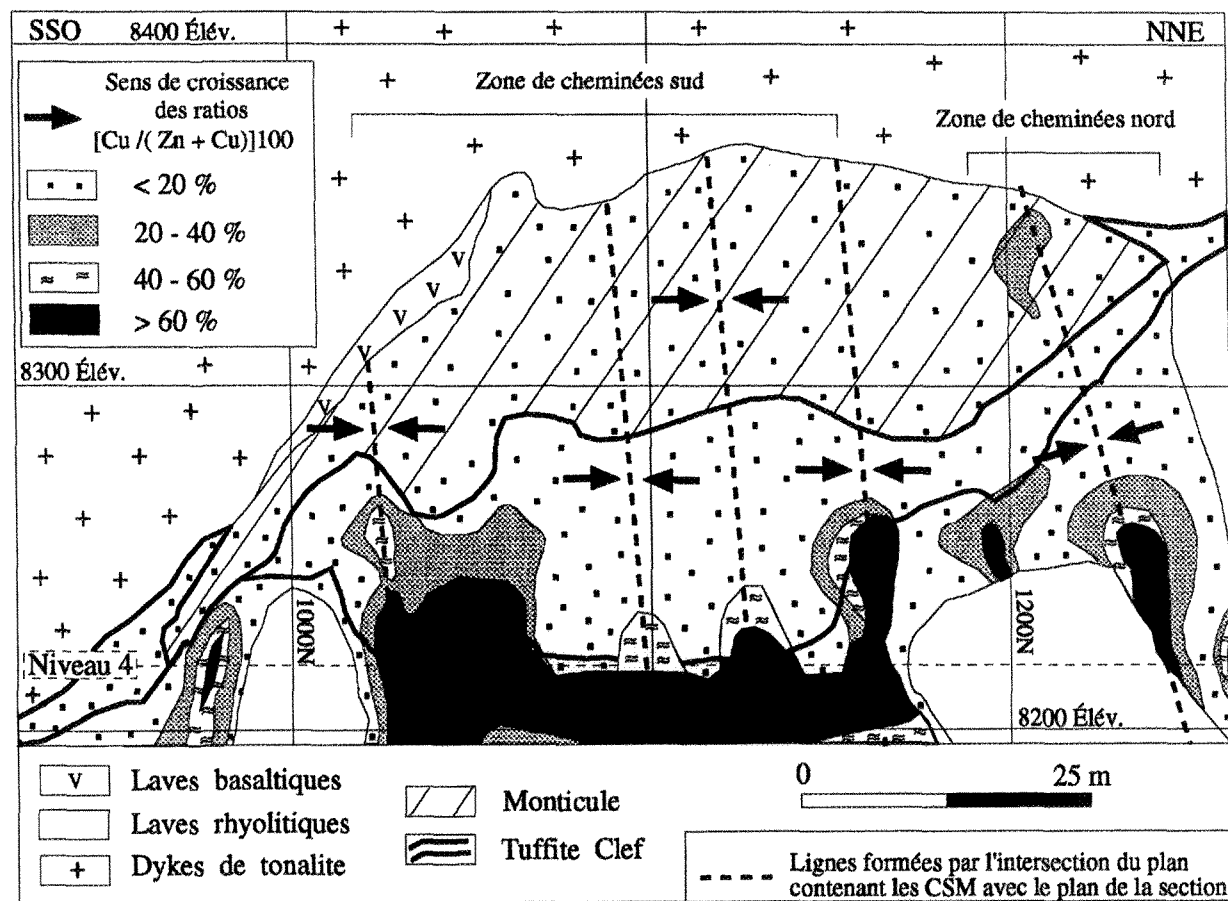


Figure 44 : Isocontours des ratios $[Cu / (Zn + Cu)]100$ pour le dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu présentés sur la section transversale 13 + 00 E.

concordants composant le monticule (32%). Ces cheminées sont peu nombreuses dans la partie sommitale du monticule mais celles qui sont présentes diluent les teneurs en zinc des sulfures massifs concordants faisant passer celles-ci entre 15 et 25%. À l'opposé, sous la partie concordante des dépôts, les teneurs en zinc décroissent latéralement et symétriquement de l'intérieur vers l'extérieur des CSM qui ont un contenu en zinc relativement élevé (12%) par rapport au contenu en zinc des laves rhyolitiques (traces).

La distribution discordante des teneurs en cuivre est bien définie tandis que la distribution concordante est plus floue (Fig. 43). Les lignes en pointillé correspondent à la position des cheminées riches en chalcopyrite. Les teneurs en cuivre croissent latéralement et symétriquement de l'extérieur vers l'intérieur des cheminées riches en chalcopyrite, tant à l'intérieur du monticule que sous celui-ci. Les CSM présentes à l'intérieur du monticule diluent les teneurs en zinc (Fig. 42). Par contre les CSM plus riches en cuivre que les sulfures massifs concordants, la Tuffite inférieure et les laves rhyolitiques augmentent les teneurs en cuivre à l'intérieur de ceux-ci. La distribution concordante s'observe à deux échelles. À l'échelle du dépôt, les cheminées de sulfures riches en cuivre sont plus abondantes sous le monticule qu'à l'intérieur de celui-ci (Fig. 43). À l'échelle d'une même cheminée, les teneurs en cuivre sont plus élevées à la base de la cheminée qu'au sommet de celle-ci.

Le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ exprime la proportion de cuivre présente à l'intérieur du dépôt par rapport au zinc. La figure 44 montre la distribution

de ce ratio où une distribution concordante et une distribution discordante sont observées. Toutefois, la distribution concordante est mieux définie que la distribution discordante. Les lignes en pointillé correspondent à la position des cheminées riches en cuivre par rapport au zinc. Au niveau de la distribution discordante, le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ croît latéralement et symétriquement de l'extérieur vers l'intérieur des cheminées ce qui implique que globalement, le centre des cheminées individuelles est plus riche en chalcopryrite qu'en sphalérite. Cette observation est valable pour les cheminées présentes à l'intérieur des laves rhyolitiques, de la Tuffite inférieure et du monticule. Comme pour le cuivre, la distribution concordante du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ s'observe à deux échelles. À l'échelle du dépôt, les cheminées de sulfures riches en cuivre par rapport au zinc sont plus abondantes sous le monticule qu'à l'intérieur de celui-ci (Fig. 44). À l'échelle d'une même cheminée, les teneurs en cuivre par rapport au zinc sont plus élevées à la base de la cheminée qu'au sommet de celle-ci.

Les figures 45, 46 et 47 présentent les teneurs en zinc et en cuivre ainsi que le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ relevés le long de trois forages qui sont localisés sur la section 13 + 00 E (Fig. 48). Ces forages, recoupant perpendiculairement les deux zones de cheminées du dépôt no 1 (Figs. 14 et 48) à des élévations différentes, illustrent le profil de la distribution concordante des métaux à l'intérieur des zones de cheminées. Le forage ID-309 (Fig. 45), recoupant les laves rhyolitiques sous le dépôt, révèle que le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ est élevé à l'intérieur des zones de cheminées. Ce

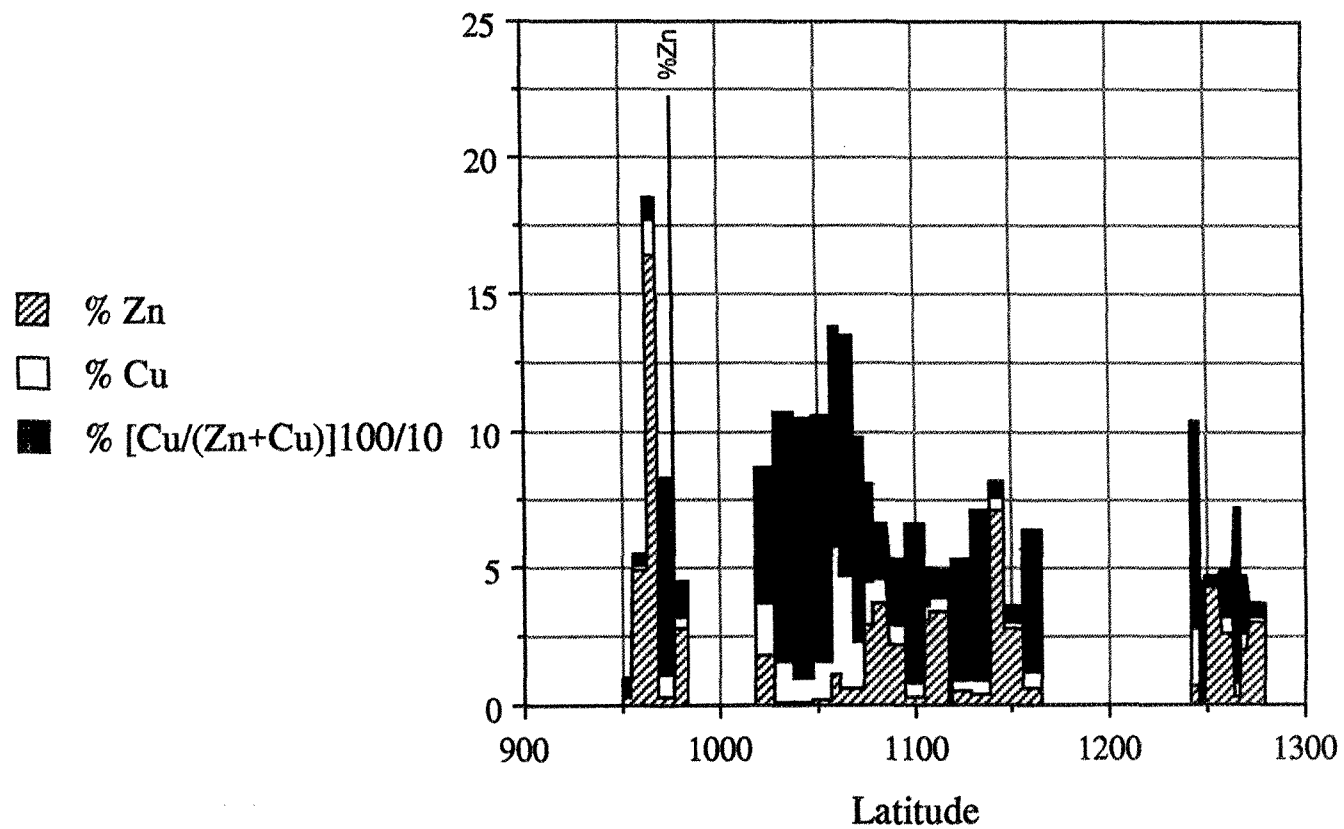


Figure 45: Distribution des teneurs en zinc et cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100/10$ en fonction de la latitude pour le forage ID-309

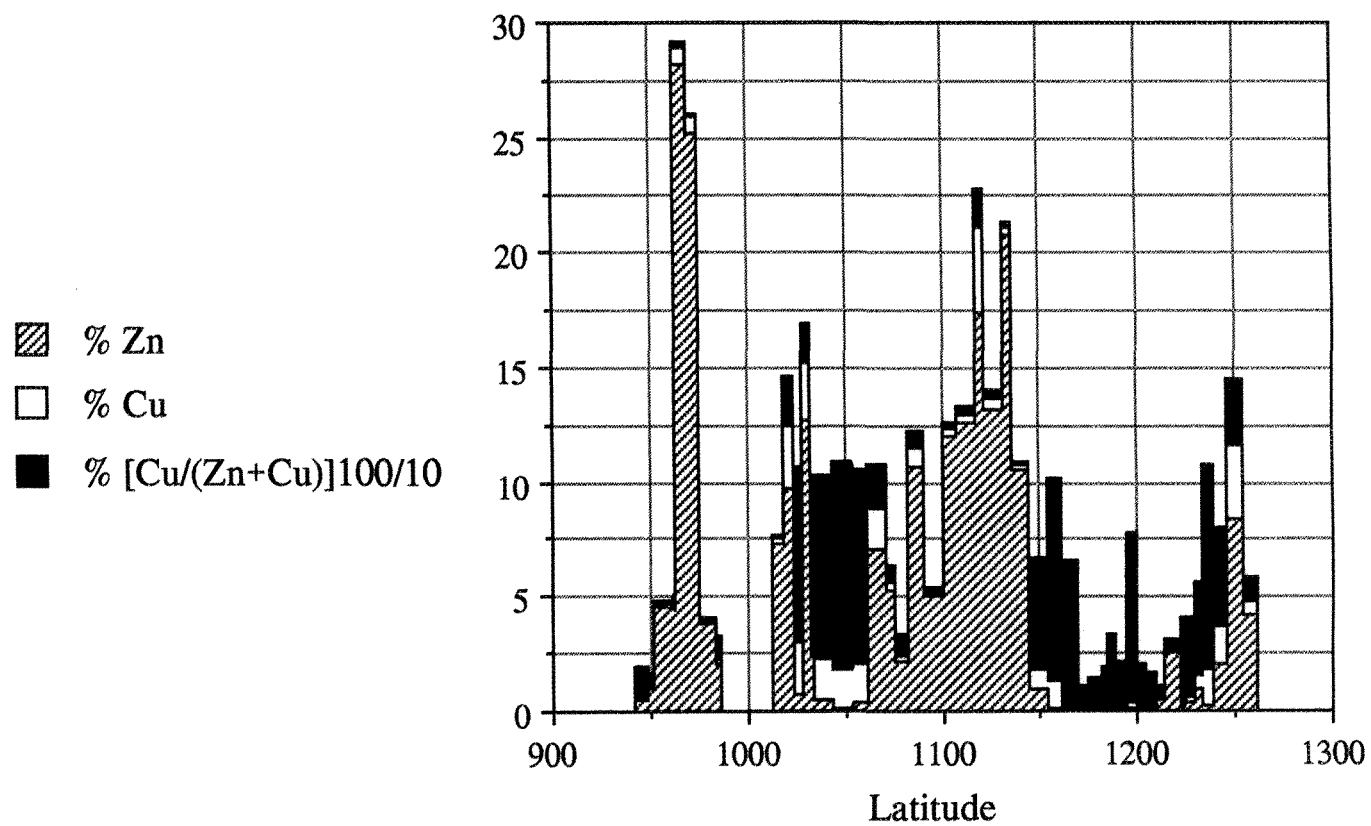


Figure 46 : Distribution des teneurs en zinc et cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100/10$ en fonction de la latitude pour le forage ID-311

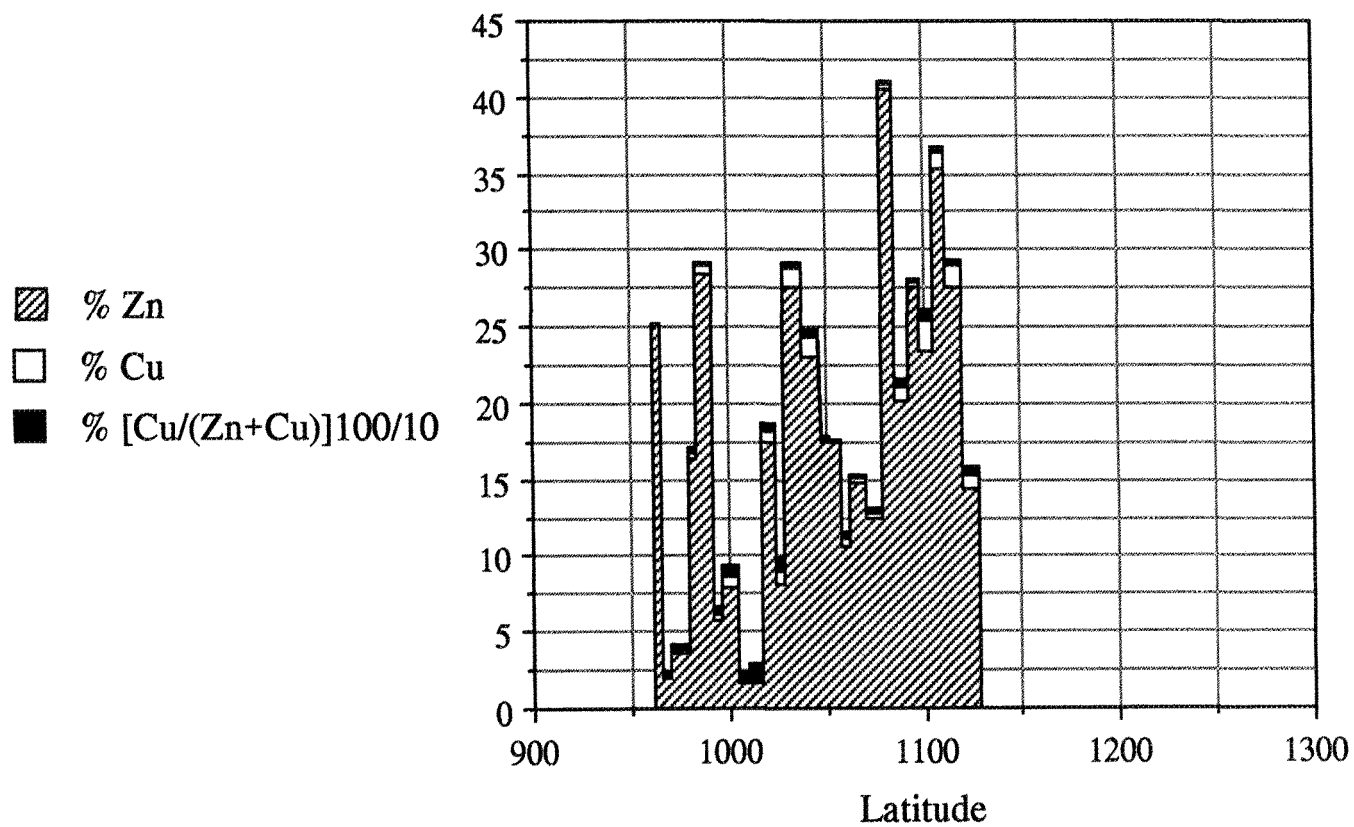


Figure 47 : Distribution des teneurs en zinc et cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100/10$ en fonction de la latitude pour le forage ID-312

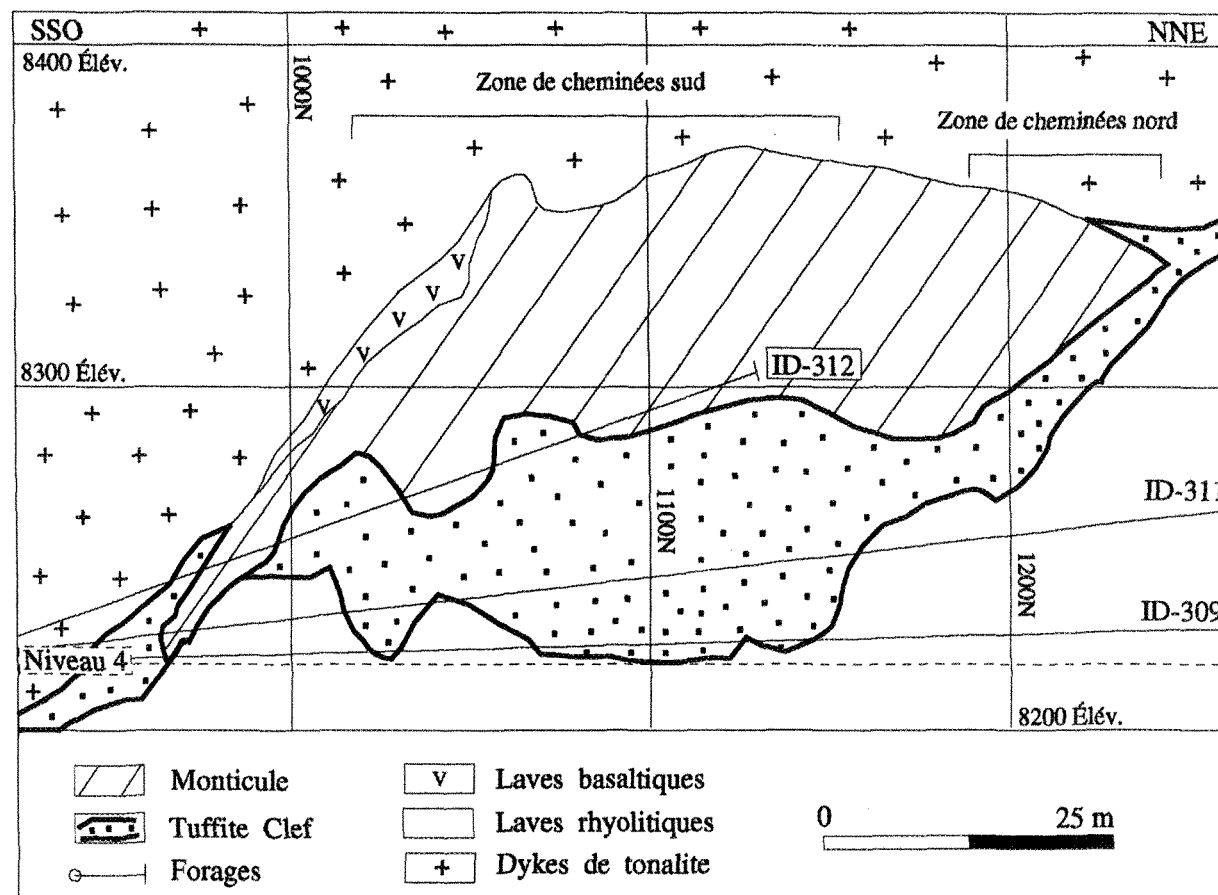


Figure 48 : Localisation des forages ID-309, ID-311 et ID-312 sur la section transversale 13 + 00 E du gisement d'Isle-Dieu.

point implique que la chalcoppyrite est présente en quantité importante par rapport à la sphalérite en profondeur sous le dépôt. Par contre, les teneurs en cuivre et en zinc sont parfois élevées mais dans un espace spatialement restreint. Ces fortes variations dans les teneurs en zinc et en cuivre indiquent une forte variabilité dans la composition des différentes cheminées recoupées à l'intérieur de la zone de cheminées. Cette forte variabilité existe également à l'intérieur d'une même cheminée où la minéralogie change d'un ruban de sulfures à l'autre (Figs. 25b et 26b). Entre les zones de cheminées, le zinc et le cuivre sont quasi absents car en profondeur sous le dépôt, les sulfures sont spatialement circonscrits à l'intérieur des zones de cheminées. Le forage ID-311 (Fig. 46), recoupant la Tuffite inférieure, est situé moins profondément sous le dépôt que le forage ID-309 (Fig. 48). Le forage ID-311 révèle que les teneurs en zinc sont plus élevées tandis que les teneurs en cuivre et le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ le sont moins que dans le forage ID-309. En étant situé moins profondément sous le dépôt, les teneurs en zinc et en cuivre sont maintenant présentes entre les zones de cheminées. Cette observation est en accord avec la géométrie des cheminées à filonnets qui s'évase de la base vers le sommet des cheminées (Fig. 13). La variation dans les teneurs est toujours présente toutefois, les teneurs en zinc sont légèrement plus uniformes dû au contenu en zinc de la Tuffite inférieure. Le forage ID-312 (Fig. 47), qui est localisé à l'intérieur de la partie basale du monticule, présente de fortes teneurs en zinc avec de faibles teneurs en cuivre et des ratios $[Cu/(Zn+Cu)]100$ peu élevés. La variation dans les teneurs en zinc est élevée au-dessus du seuil de 12% Zn. Sous cette valeur, les teneurs en zinc sont relativement constantes dû au contenu en zinc du monticule. Ce

seuil n'est pas élevé car les nombreuses cheminées présentes dans la partie basale du monticule diluent les teneurs en zinc (Figs. 14 et 42). Les faibles teneurs en zinc observées correspondent à la position des cheminées riches en pyrite à l'intérieur du monticule tandis que les fortes teneurs correspondent aux sulfures massifs concordants non-recoupés par les cheminées.

En résumé, les teneurs en cuivre et le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ diminuent vers le haut à l'intérieur des zones de cheminées tandis que les teneurs en zinc et la largeur des cheminées à filonnets augmentent. De plus la composition des cheminées tend à devenir homogène, de la base vers le sommet des cheminées, passant de la composition magnétite-chalcopryrite-pyrrhotite-pyrite-sphalérite sous le dépôt à la composition de pyrite à l'intérieur du monticule et de sphalérite au-dessus du monticule.

Les figures 49, 50 et 51 montrent respectivement les isocontours des teneurs en zinc et des teneurs en cuivre ainsi que le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ pour la vue de plan horizontal (niveau 4) du dépôt no 1. Ces vues de plan illustrent que la distribution discordante des métaux associée aux cheminées du dépôt qui sont présentes à l'intérieur des laves rhyolitiques sous-jacentes au monticule. À l'intérieur des zones de cheminées, les teneurs en zinc et en cuivre croissent latéralement et symétriquement de l'extérieur vers l'intérieur des cheminées (Figs. 49 et 50). Les isocontours des teneurs en zinc, qui sont représentatifs du contenu en sphalérite, sont relativement continus à l'intérieur d'une même zone de cheminées. Par contre, les isocontours des teneurs en cuivre, représentatifs du contenu en chalcopryrite,

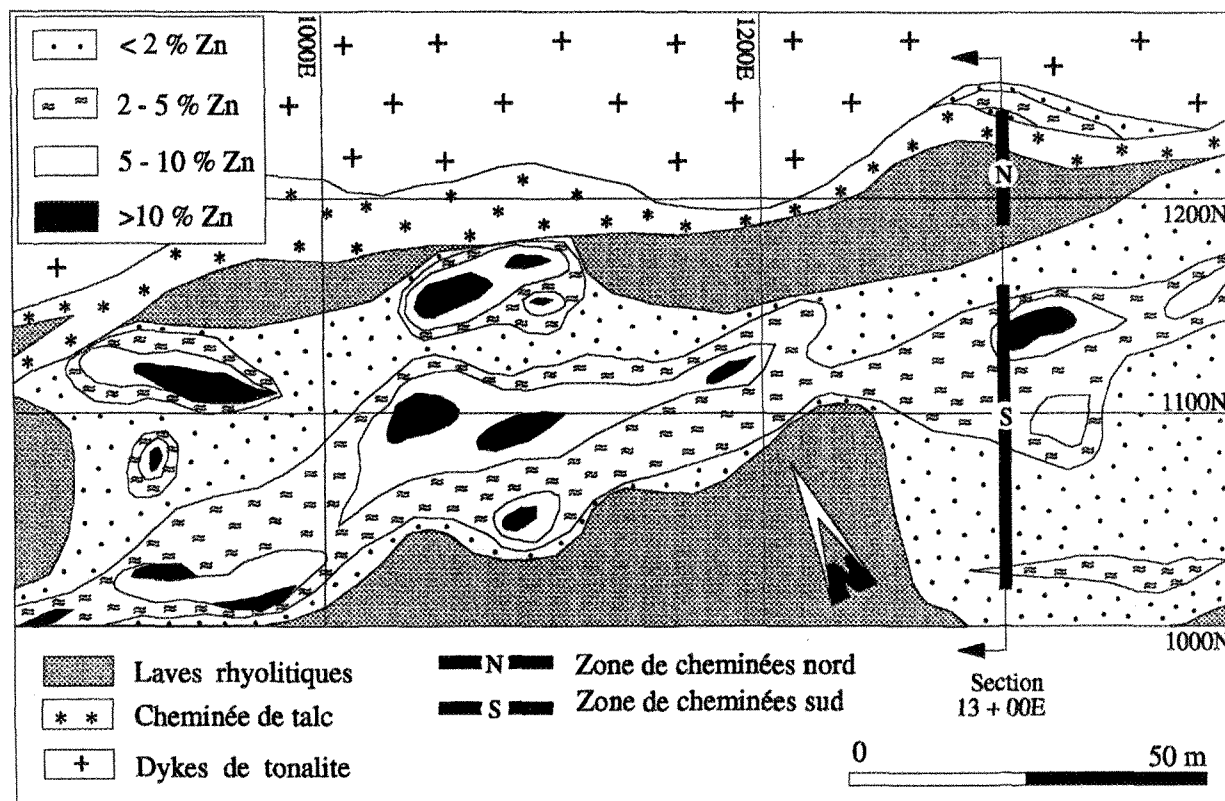


Figure 49 : Isocontours des teneurs en zinc pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentés sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.

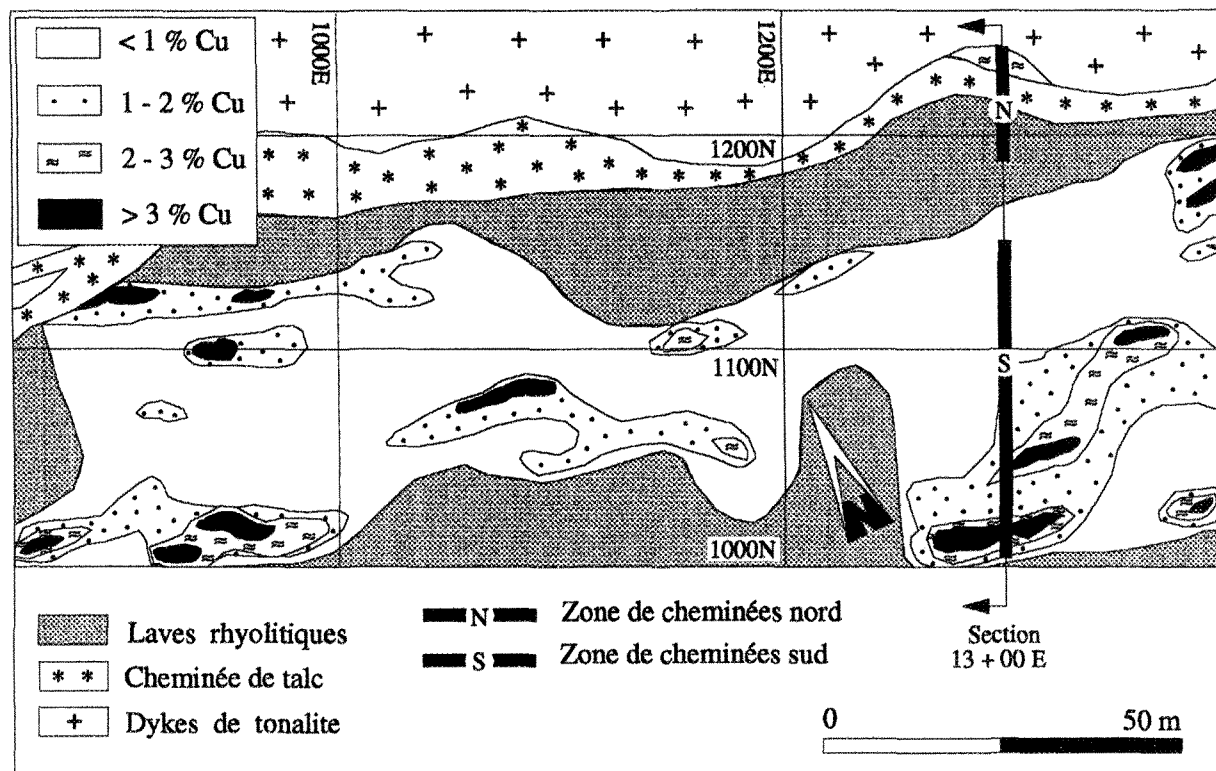


Figure 50 : Isocontours des teneurs en cuivre pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentés sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.

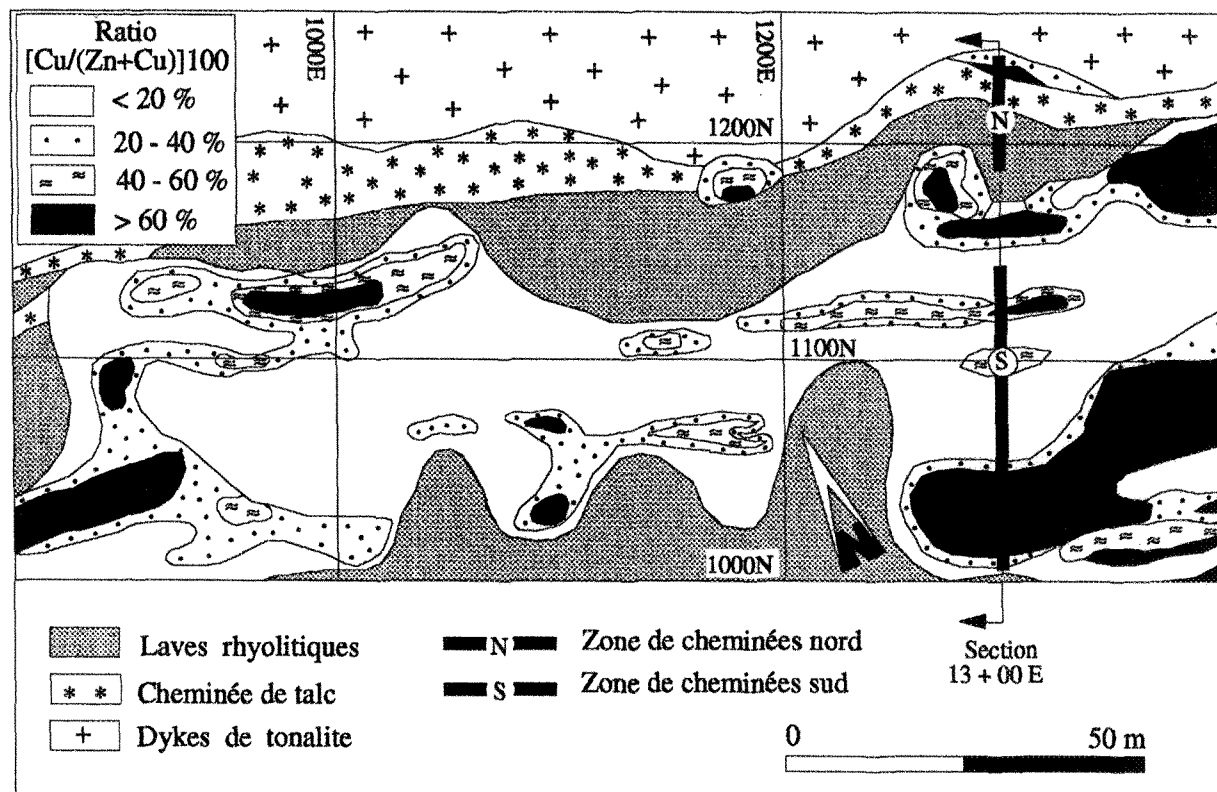


Figure 51 : Isocontours du ratio $[Cu / (Zn + Cu)] 100$ pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu présentés sur une vue de plan horizontal (niveau 4), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.

sont peu continus. Pour le zinc et le cuivre, plus les teneurs sont élevées, moins les isocontours sont continus ce qui indique que les zones les plus riches en sphalérite et en chalcoppyrite sont restreintes à l'intérieur des cheminées. Les zones les plus riches en zinc (plus de 10%) correspondent généralement aux CSM les mieux développées qui recoupent les laves basaltiques.

À l'intérieur des zones de cheminées, les valeurs des isocontours du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ présentées à la figure 51 croissent latéralement et symétriquement de l'extérieur vers l'intérieur des cheminées. Cette observation implique que le centre des zones de cheminées est globalement plus riche en chalcoppyrite qu'en sphalérite. Ces isocontours sont peu continus à l'intérieur des zones de cheminées indiquant que les zones riches en chalcoppyrite par rapport à la sphalérite sont spatialement restreintes. Les ratios les plus élevés, sont localisés entre les sections 12 + 50 E et 14 + 50 E ce qui correspond à la position centrale du dépôt no 1 (Fig. 5). La position de ces ratios élevés correspond également à la position des cheminées de magnétite massive à l'intérieur du dépôt (Fig. 11). Les fortes concentrations de chalcoppyrite et de magnétite, présentes dans la partie centrale et sous-jacente au dépôt, indiquent la présence d'isothermes élevés à cet endroit durant la formation du dépôt (Lydon, 1988).

Dans les figures 49 à 51, les teneurs en zinc et en cuivre ainsi que le ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ sont très faibles à proximité de la cheminée de talc. Cette observation s'explique de deux façons. Premièrement, la région à

proximité de cette cheminée est peu forée et donc les données ne sont pas nombreuses. Deuxièmement comme la séquence stratigraphique est inclinée vers le sud, la hauteur sous le monticule augmente en progressant vers le nord à partir d'un plan horizontal soit le niveau 4. Les teneurs en métaux augmentent de la base vers le sommet des cheminées ce qui explique la faible concentration de métaux, pour cette cheminée, à cette profondeur sous la partie nord du monticule.

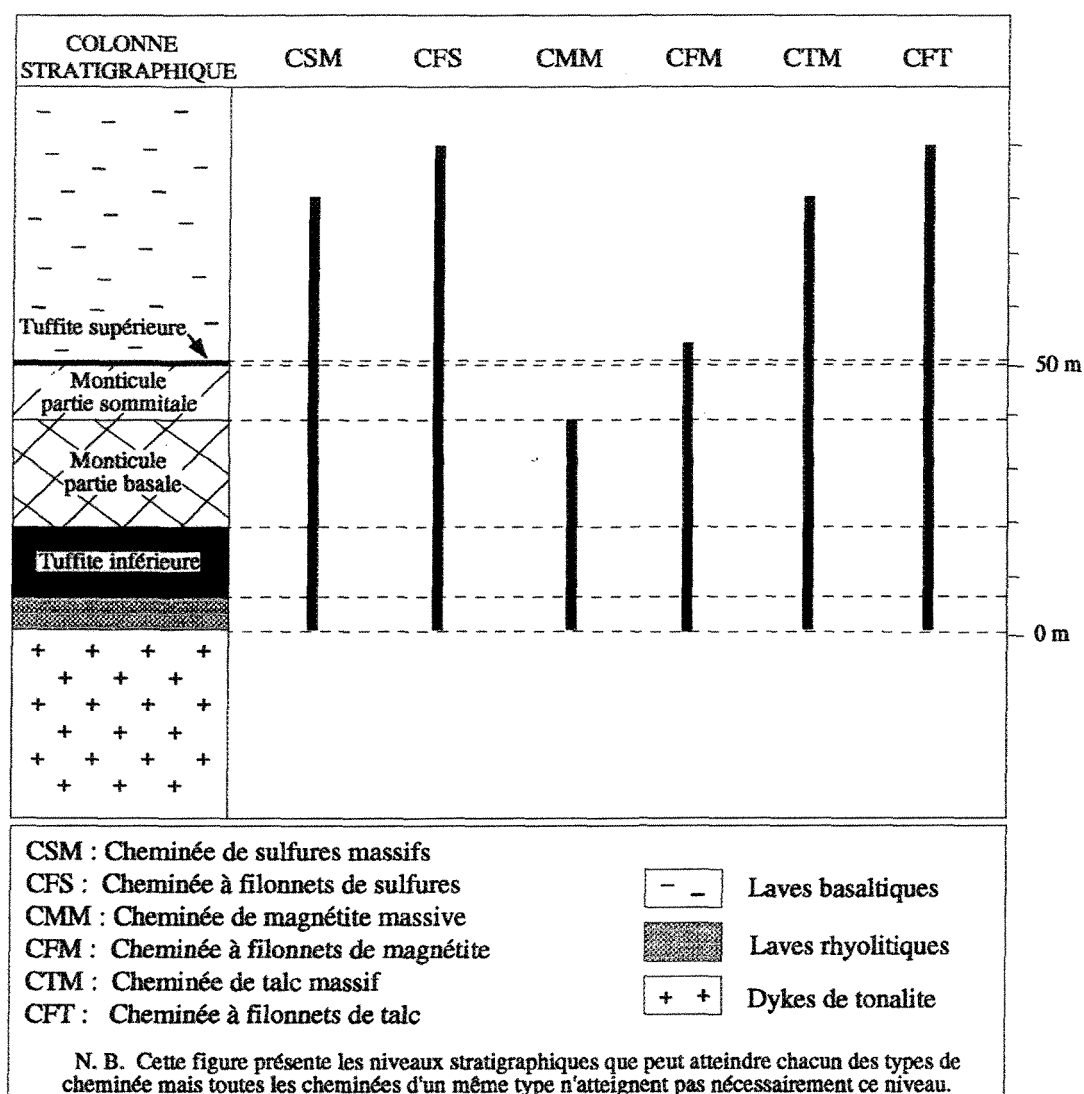
2.3 RELATIONS CHRONOLOGIQUES ET GÉOMÉTRIQUES ENTRE LES PARTIES CONCORDANTE ET DISCORDANTE DES DÉPÔTS

La définition des caractéristiques des dépôts du gisement d'Isle-Dieu permet d'établir les relations chronologiques et géométriques existant entre les parties concordante et discordante des dépôts. Ces relations sont importantes pour établir si les CSM font partie des monticules ou des cheminées des dépôts.

Les résultats de l'étude ont fait ressortir que les cheminées du gisement d'Isle-Dieu bien que discordantes n'atteignent pas toutes le même niveau stratigraphique (Figs. 13, 14 et 16). Certaines cheminées recoupent toutes les unités lithologiques de la séquence hôte comprenant les laves rhyolitiques à la base, la Tuffite inférieure, le monticule, le litage des sulfures massifs concordants du monticule, la Tuffite supérieure et finalement les laves basaltiques (Lavallière et al., 1992). Par contre, d'autres cheminées ne recoupent que quelques unités lithologiques à la base de l'empilement

volcanique. Ces unités sont généralement les laves rhyolitiques, la Tuffite inférieure et parfois la partie basale du monticule où la majorité des cheminées prennent fin. La figure 52 résume les niveaux stratigraphiques que peuvent atteindre les différents types de cheminées du gisement. Les cheminées de sulfures et les cheminées de talc peuvent atteindre la même hauteur à l'intérieur des laves basaltiques. Par contre, les cheminées de magnétite massive se terminent dans la partie basale des monticules (Figs. 14 et 52). Les cheminées à filonnets de magnétite atteignent dans certains cas la base des laves basaltiques. En général, les cheminées à filonnets pénètrent plus haut dans la séquence stratigraphique que les cheminées à caractère massif de même composition.

L'étude détaillée des cheminées du gisement a également fait ressortir que les cheminées d'un même type n'atteignent pas toutes le même niveau stratigraphique. Les figures 53 à 55 montrent les relations chronologiques et géométriques observées entre les CSM et les différentes unités lithologiques. La localisation de ces figures, à l'intérieur du dépôt, est illustrée à la figure 56. Les figures 53a et b montrent respectivement une cheminée à filonnets de sulfures et une CSM recoupant la Tuffite inférieure (Fig. 56). La relation angulaire entre les rubans de sulfures de la CSM et le litage de la Tuffite inférieure est illustrée à la figure 53b. Cette CSM se poursuit à l'intérieur du monticule pour se terminer dans sa partie sommitale (Figs. 54a et 56). La CSM a une largeur de 0,3 mètre à la base de la photographie 54a et se termine 1 mètre plus haut. La figure 54b montre une vue agrandie de la base de la photographie 54a où sont visibles les contacts nets entre la CSM



CSM : Cheminée de sulfures massifs

CFS : Cheminée à filonnets de sulfures

CMM : Cheminée de magnétite massive

CFM : Cheminée à filonnets de magnétite

CTM : Cheminée de talc massif

CFT : Cheminée à filonnets de talc

--

Laves basaltiques

Laves rhyolitiques

++

Dykes de tonalite

Figure 52 : Relations chronologiques entre les cheminées et la séquence stratigraphique pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

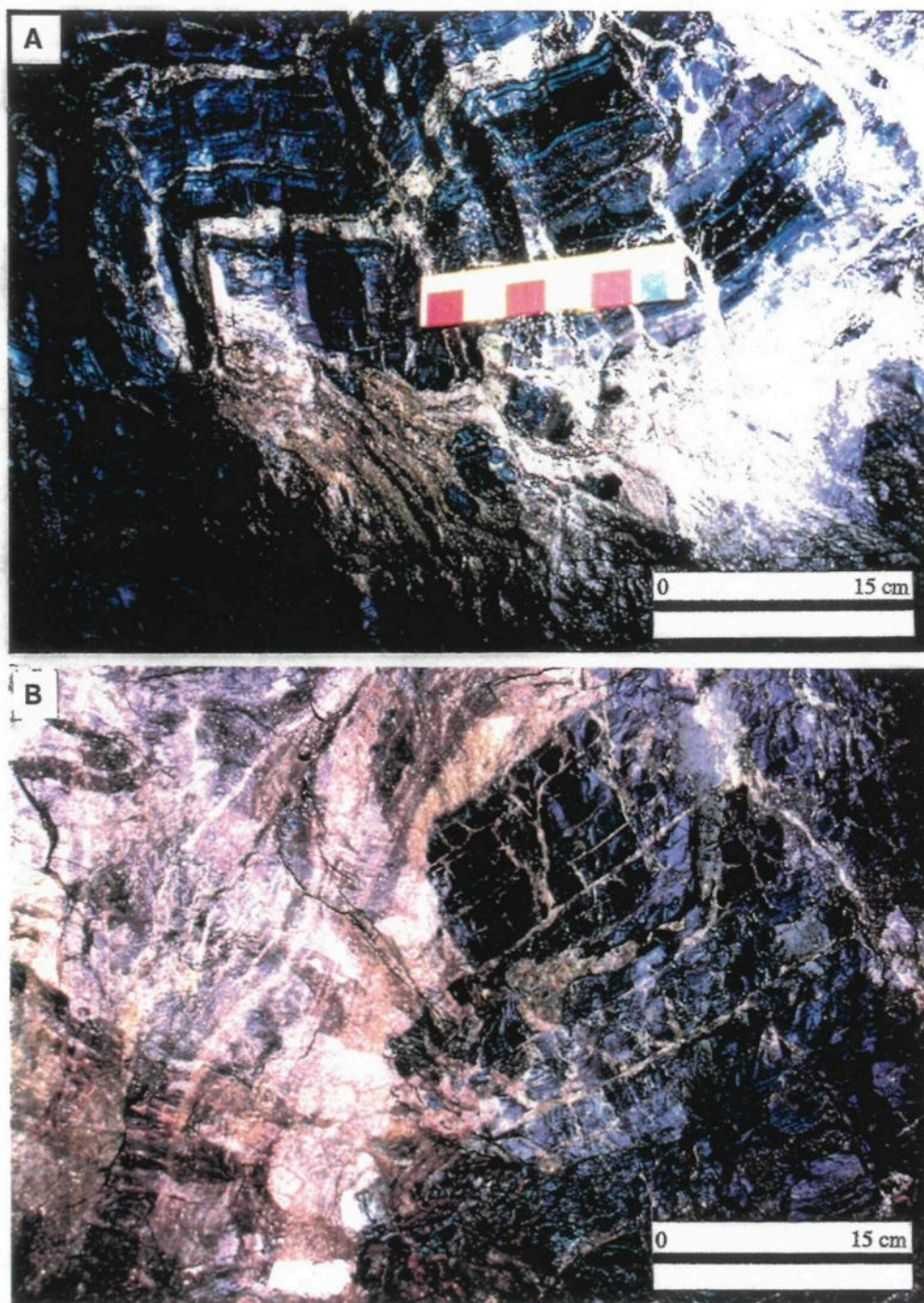


Figure 53 : Photographies de cheminées de sulfures recoupant la Tuffite inférieure. A: Filonnets de sulfures recoupant et s'infiltrant entre les plans de litage de la Tuffite inférieure. B: CSM à texture rubanée. Notez le contact net et la relation angulaire entre les rubans de sulfures et le litage.

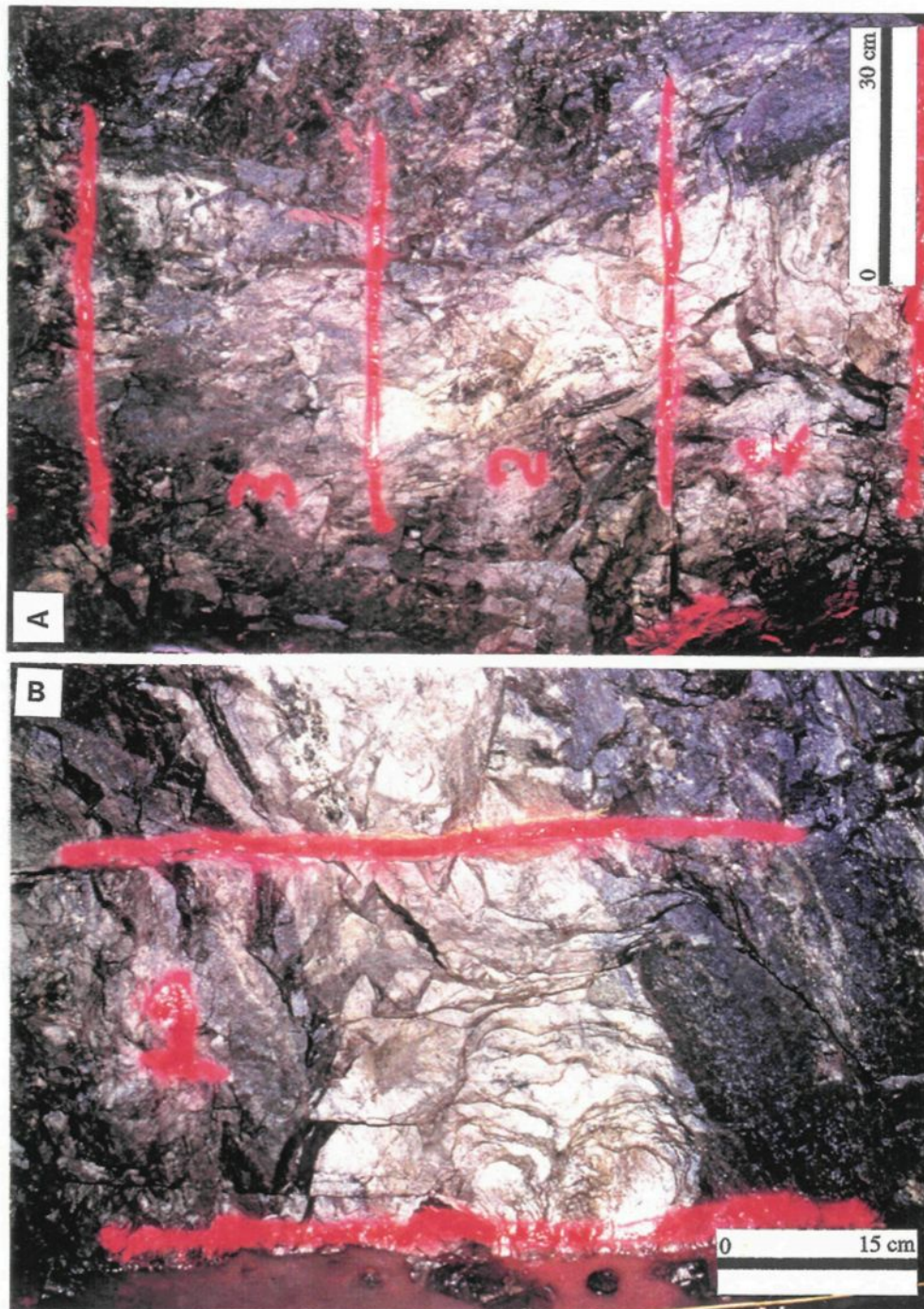


Figure 54 : Photographies de CSM recoupant le monticule. A: CSM recoupant le monticule et se terminant à l'intérieur de celui-ci. B: Vue agrandie de la base de la figure 54a , Notez les contacts nets entre la CSM et les sulfures massifs concordants composant le monticule.

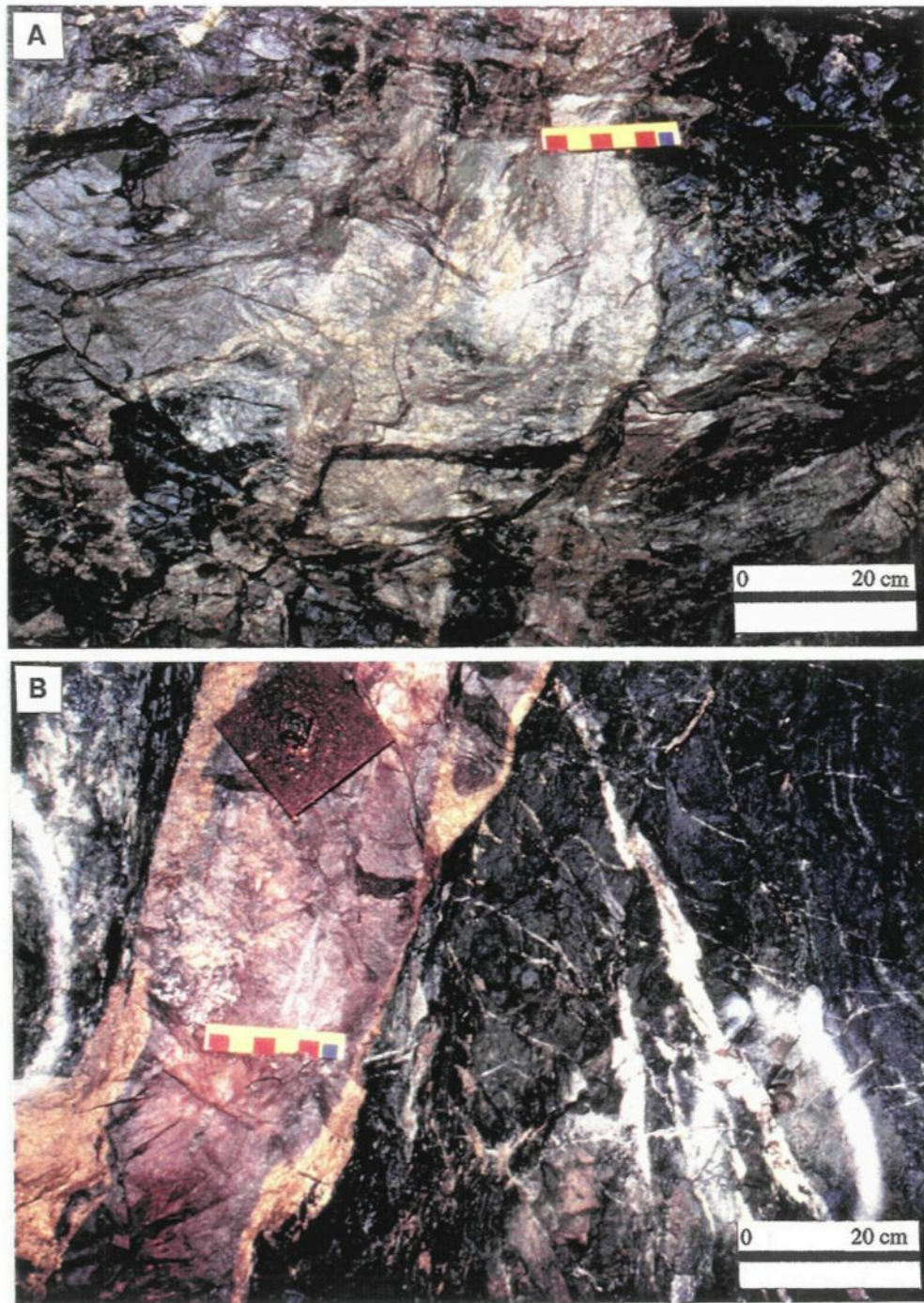


Figure 55 : Photographies de CSM recoupant la stratigraphie. A: CSM recoupant un horizon de chert, incliné à 45° , à l'intérieur du monticule. B: CSM recoupant les laves basaltiques au-dessus du monticule. Notez les contacts nets entre la CSM et les laves basaltiques.

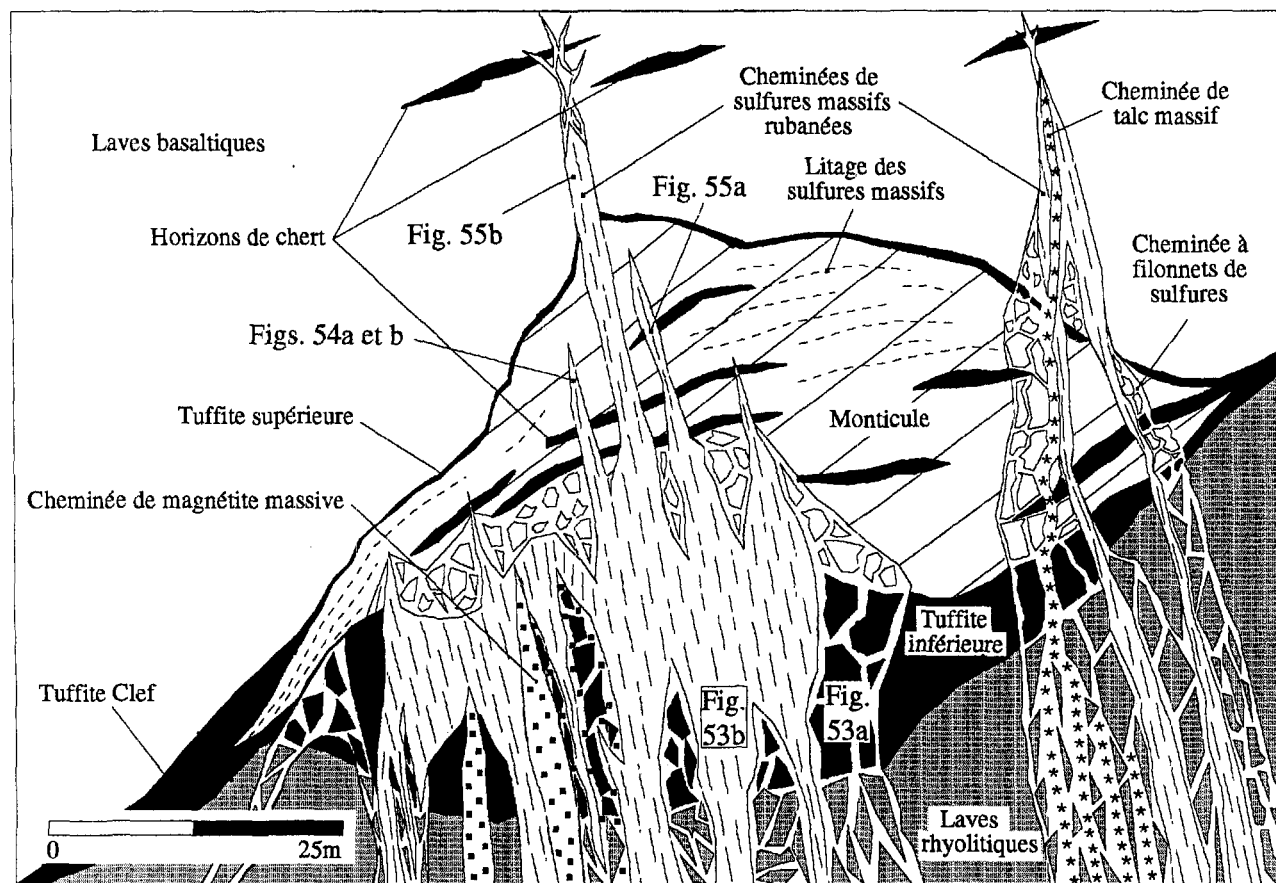


Figure 56: Localisation des figures 53, 54 et 55 illustrant les relations chronologiques et géométriques entre les CSM et les unités lithologiques, pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

riche en pyrite et les sulfures massifs concordants du monticule, composés principalement de sphalérite. Toutefois, d'autres CSM recoupent la totalité du monticule et se terminent à l'intérieur des laves basaltiques (Fig. 56). Ces CSM recoupent des horizons de chert, présents à l'intérieur du monticule, dont l'attitude est identique à celle de la séquence stratigraphique (Figs. 55a et 56). La figure 55b montre une CSM de 0,3 mètre de largeur recoupant les laves basaltiques. Les contacts entre cette CSM et les laves basaltiques sont nets. De plus, cette CSM montre une distribution discordante de la minéralogie, de l'extérieur vers l'intérieur de la cheminée, qui est la suivante: des zones de bordure riches en pyrite, des zones intermédiaires riches en sphalérite de couleur brun-rouge et une zone centrale riche en sphalérite de couleur brun-jaune (Fig. 55b).

2.4 INTERPRÉTATION

Cette section a pour but de démontrer, à partir des données recueillies, que les CSM font partie intégrale des cheminées des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

L'absence de caractéristiques sédimentaires tels un litage ou des horizons de chert à l'intérieur des cheminées ainsi que la présence de rubans recoupant le litage des monticules, confirment que les sulfures massifs discordants ne constituent pas des monticules encaissés dans les laves rhyolitiques suite à la formation de grabens associés aux fractures synvolcaniques. De plus, à toutes les échelles d'observation, les rubans de sulfures massifs discordants et le litage des sulfures massifs concordants

possèdent les mêmes caractéristiques. Pour cette raison, seules les relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts permettent d'affirmer qu'on est en présence de rubans ou de litage. Ces mêmes relations montrent que certaines cheminées à caractère massif (CSM, cheminées de magnétite massive et cheminées de talc massif) recoupent toutes les unités lithologiques de la séquence hôte comprenant les laves rhyolitiques à la base, la Tuffite inférieure, le monticule, le litage des sulfures massifs concordants du monticule, la Tuffite supérieure et finalement les laves basaltiques, tandis que d'autres cheminées se terminent à différents niveaux stratigraphiques (Fig. 16) à l'intérieur des ces unités. Ces relations permettent donc d'affirmer que les cheminées à caractère massif sont contemporaines à l'édification des monticules et ne résultent pas de la déformation. Le fait que les cheminées à caractère massif se terminent à différents niveaux stratigraphiques implique que le développement de ces cheminées doit être relié à un processus qui est synvolcanique.

La foliation, qui se concentre que localement dans les zones de faible compétence riches en talc et chlorite à l'intérieur des cheminées, est essentiellement postérieure à la mise en place des sulfures comme en témoigne la présence de certaines cheminées de talc massif dans les dépôts du gisement d'Orchan qui n'ont pas subi de déformation (Clark, 1983). Cependant, l'attitude de cette foliation est la même que celle des fractures synvolcaniques qui ont canalisé l'écoulement des fluides hydrothermaux. Ces fractures synvolcaniques se reconnaissent par la présence de sulfures, de magnétite ou de minéraux d'altération présents sous forme de filonnets ou de

rubans et coïncident donc avec la position des cheminées. Aux endroits où ces minéraux indicateurs sont absents, il n'est pas possible de reconnaître la présence d'une fracture synvolcanique.

Les relations de recoupement des CSM, des cheminées de magnétite massive et des cheminées de talc massif avec les différentes unités lithologiques mentionnées ci-haut impliquent que le développement de ces cheminées doit être relié à un processus qui est synvolcanique. Ces cheminées sont donc des cheminées au sens génétique du mot. Dans la suite de la thèse, le terme cheminée, pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu, sera employé dans ce sens.

2.5 CONFIGURATION SPATIALE DES DÉPÔTS

Cette étude vise à établir l'étendue des parties concordante et discordante de chacun des dépôts composant le gisement d'Isle-Dieu. Des tableaux présentant les paramètres géométriques des monticules et des cheminées sont utilisés pour construire les projections en plan ainsi qu'en section longitudinale des dépôts. L'ensemble des informations permet d'établir la dimension et la répartition des CSM par rapport à la géométrie des monticules et d'évaluer la proportion de sulfures massifs présents dans les CSM par rapport aux monticules. La répartition des CSM est également étudiée en ce qui concerne les cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule (CSMU) et les cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule (CSMO).

2.5.1 Méthodologie pour la collecte des données

Pour établir la géométrie des dépôts, des paramètres géométriques doivent d'abord être définis, puis mesurés à partir de 119 sections géologiques recoupant transversalement six dépôts. La figure 57 présente les paramètres géométriques utilisés. La section géologique du dépôt où les paramètres géométriques sont mesurés, est représentée par la lettre a. Les groupes de lettres (b, c, d, e) et (f, g, h, i) réfèrent respectivement à la hauteur et à la largeur des cheminées tandis que la lettre k indique la hauteur du monticule au-dessus de la Tuffite Clef. La hauteur des cheminées n'est pas mesurée parallèlement à la verticale mais plutôt de façon parallèle au plan que forme les CSM (Fig. 57). Ce plan a un pendage de 80° vers le nord et est représenté par la ligne Lc sur la section transversale de la figure 57. Pour effectuer ces mesures, une ligne (Lt) passant par la Tuffite Clef doit être tracée à l'intérieur du monticule. C'est à partir de cette ligne que les hauteurs au-dessus et sous la Tuffite Clef sont mesurées parallèlement à la ligne Lc tandis que les largeurs des cheminées sont mesurées perpendiculairement à la ligne Lc. Le terme maximal signifie que les paramètres géométriques mesurés sont ceux qui sont maximaux sur la section géologique considérée. Les lettres l et m réfèrent respectivement à la proportion du volume de sulfures massifs occupé par le monticule et par les CSM par rapport au volume total du dépôt. Dans les tableaux, ces proportions sont présentées, pour chaque section géologique, sous forme de pourcentage de la surface occupée par le monticule et par les CSM présentes à l'extérieur du monticule par rapport à la surface occupée par le dépôt. Le volume de sulfures massifs composant les CSM à l'intérieur des monticules

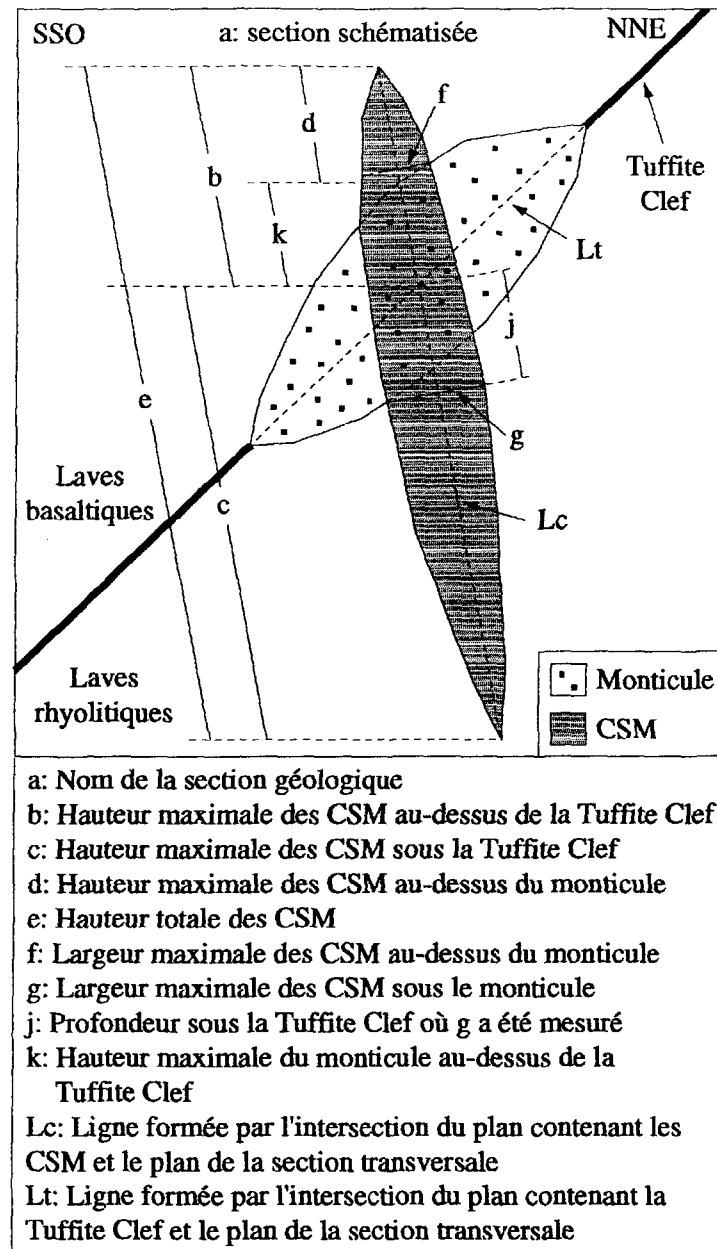


Figure 57 : Section transversale d'un dépôt schématisé présentant les paramètres géométriques mesurés.

est difficile à évaluer. Ce volume est donc inclus dans le volume de sulfures massifs composant les monticules. Les valeurs égales à zéro ou non-mesurables par manque d'information sont mentionnées comme étant nulles dans les tableaux.

2.5.2 Les dépôts du gisement d'Isle-Dieu

Le gisement d'Isle-Dieu est composé de six dépôts regroupés dans un espace relativement restreint (Fig. 5). Le tonnage a été calculé pour chacun des dépôts et est présenté dans le tableau 7. Projetés sur un plan horizontal, les dépôts ont une forme elliptique dont l'orientation ouest-nord-ouest est relativement constante d'un dépôt à l'autre (Fig. 5). Projetés sur une section longitudinale, les dépôts sont distribués du bas vers le haut dans l'ordre suivant: dépôts nos 2C, 2B, 2A, 1B, 2B Nord, 1A, 1C et 1D (Fig. 8). Cette distribution verticale est attribuable à l'inclinaison vers le sud de la Tuffite Clef (Figs. 6, 7 et 8). Les dépôts situés au sud sur la figure 5 se retrouvent donc en bas de la figure 8 tandis que ceux localisés plus au nord sont situés à une plus grande élévation. De plus, sur la figure 8, les dépôts possèdent une inclinaison de 15 à 20° vers l'ouest-nord-ouest. Cette inclinaison est due à l'orientation du plan de la Tuffite Clef contenant les monticules par rapport à l'orientation du plan contenant les cheminées. Sur une vue de plan horizontal, cette différence angulaire entre les deux plans est de 20°. Les vues de plan horizontal des niveaux 4 et 5 montrent la différence angulaire de 20° formée par la direction des monticules contenus dans le plan de la Tuffite Clef et la direction des cheminées (Figs. 9, 10, 11 et 12).

Dépôts	Tonnage (t)	Dépôts	Tonnage (t)
1A	408 790	1	1 214 256
1B	805 466		
1C	93 300		
1D	54 067		
2A	79 736		
2B	701 560	2B	892 349
2B Nord	190 789		
2C	279 109		
Total:	2 612 817		

Tableau 7: Tonnage des dépôts du gisement d'Isle-Dieu.

Dans l'ensemble, les sulfures massifs composant les dépôts du gisement d'Isle-Dieu sont concentrés de 80 à 90% à l'intérieur des monticules et de 10 à 20% à l'intérieur des CSM extérieures aux monticules. Les CSMO sont généralement présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans les extrémités de celui-ci où elles se terminent par des cheminées à filonnets de sulfures. Par contre, les CSMU sont localisées au centre du monticule dans un espace relativement restreint. Les CSM possédant la hauteur maximale à l'intérieur du dépôt sont donc localisées dans la partie centrale du dépôt où les CSMO et les CSMU sont présentes. Cette distribution des CSM à l'intérieur des dépôts indique que les CSM sont mieux développées dans la partie centrale des dépôts. Pour ce qui concerne les cheminées de magnétite et de talc, celles-ci sont associées aux dépôts les plus volumineux. Toutefois, les CMM ne sont jamais présentes à l'intérieur des laves basaltiques tandis que les cheminées à filonnets de magnétite et les cheminées de talc sont localement observées dans la partie sus-jacente des monticules.

2.5.2.1 Dépôt no 1

Le dépôt no 1, le plus volumineux du gisement, possède les CSM les mieux développées. Ce dépôt est séparé en deux par un dyke de tonalite de 40 mètres d'épaisseur formant ainsi les dépôts nos 1A et 1B qui ne constituaient qu'un seul dépôt à l'origine (Figs. 5 et 8). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 90% à l'intérieur du monticule tandis que seulement 10% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 8 et Fig.13). Les figures 58 et 59 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule et les

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	h Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g, h et i ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
1900 E	12,19	Nul	Nul	12,19	9,14	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	95	5
1850 E	10,67	Nul	Nul	10,67	3,05	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	95	5
1800 E	12,19	Nul	6,10	12,19	3,05	Nul	Nul	Nul	Nul	6,10	95	5
1750 E	16,76	12,19	9,14	28,95	9,14	3,05	Nul	3,05	12,19	7,62	95	5
1700 E	27,43	6,10	15,24	33,53	9,14	6,10	Nul	6,10	6,10	12,19	95	5
1650 E	18,29	Nul	7,62	18,29	6,10	Nul	Nul	Nul	Nul	10,67	95	5
1600 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	4,57	100	0
1550 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	4,57	100	0
1500 E	Nul	12,19	Nul	12,19	Nul	7,62	Nul	7,62	12,19	15,24	95	5
*1450 E	Nul	24,38	Nul	24,38	Nul	6,10	3,05	6,10	13,72	13,72	95	5
*1400 E	Nul	28,95	Nul	28,95	Nul	6,10	3,05	6,10	28,95	10,67	80	20
*1350 E	45,72	36,57	9,14	82,29	12,19	4,57	Nul	4,57	22,86	36,57	85	15
*1300 E	76,20	30,48	39,62	106,67	7,62	3,05	3,05	10,67	15,24	36,57	85	15
*1250 E	54,86	27,43	38,10	82,29	9,14	3,05	Nul	3,05	27,43	16,76	75	25
*1200 E	30,48	33,53	9,14	64,00	3,05	21,33	Nul	21,33	33,53	21,33	70	30
*1150 E	33,53	30,48	9,14	64,00	10,67	3,05	Nul	12,19	30,48	24,38	90	10
*1100 E	Nul	27,43	Nul	27,43	Nul	7,62	3,05	7,62	27,43	33,53	90	10
*1050 E	Nul	24,38	Nul	24,38	Nul	12,19	Nul	12,19	24,38	24,38	85	15
*1000 E	Nul	21,33	Nul	21,33	Nul	4,57	Nul	4,57	21,33	36,57	90	10
*950 E	Nul	24,38	Nul	24,38	Nul	13,72	Nul	13,72	12,19	30,48	90	10
*900 E	Nul	16,76	Nul	16,76	Nul	6,10	Nul	6,10	12,19	25,91	90	10
850 E	Nul	13,72	Nul	13,72	Nul	3,05	3,05	3,05	13,72	21,33	95	5
800 E	Nul	12,19	Nul	12,19	Nul	3,05	Nul	3,05	24,38	24,38	95	5
750 E	Nul	Nul	Nul	18,29	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	18,29	95	5
700 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	4,57	100	0
											90	10
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule									* Sections dont la base des cheminées est recoupée par un dyke. Les hauteurs présentées ne sont donc pas maximales.			

Tableau 8: Paramètres géométriques du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

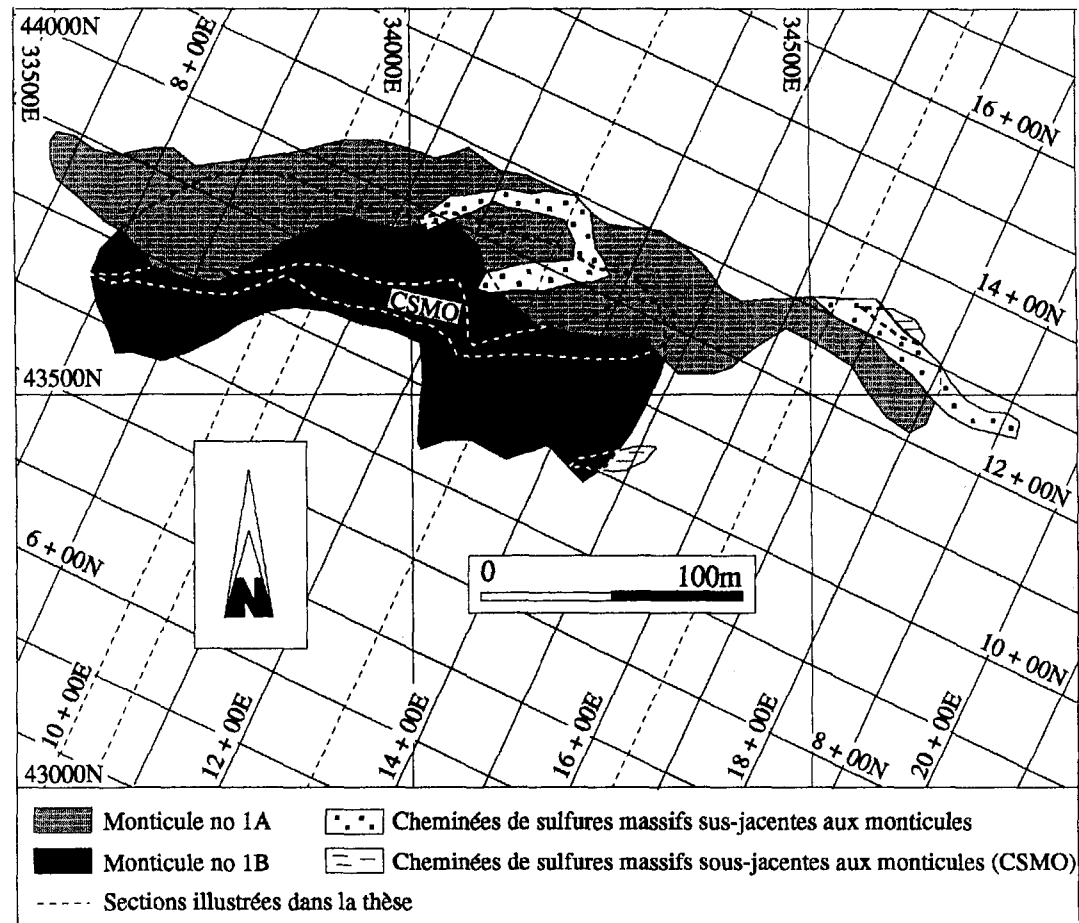


Figure 58 : Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

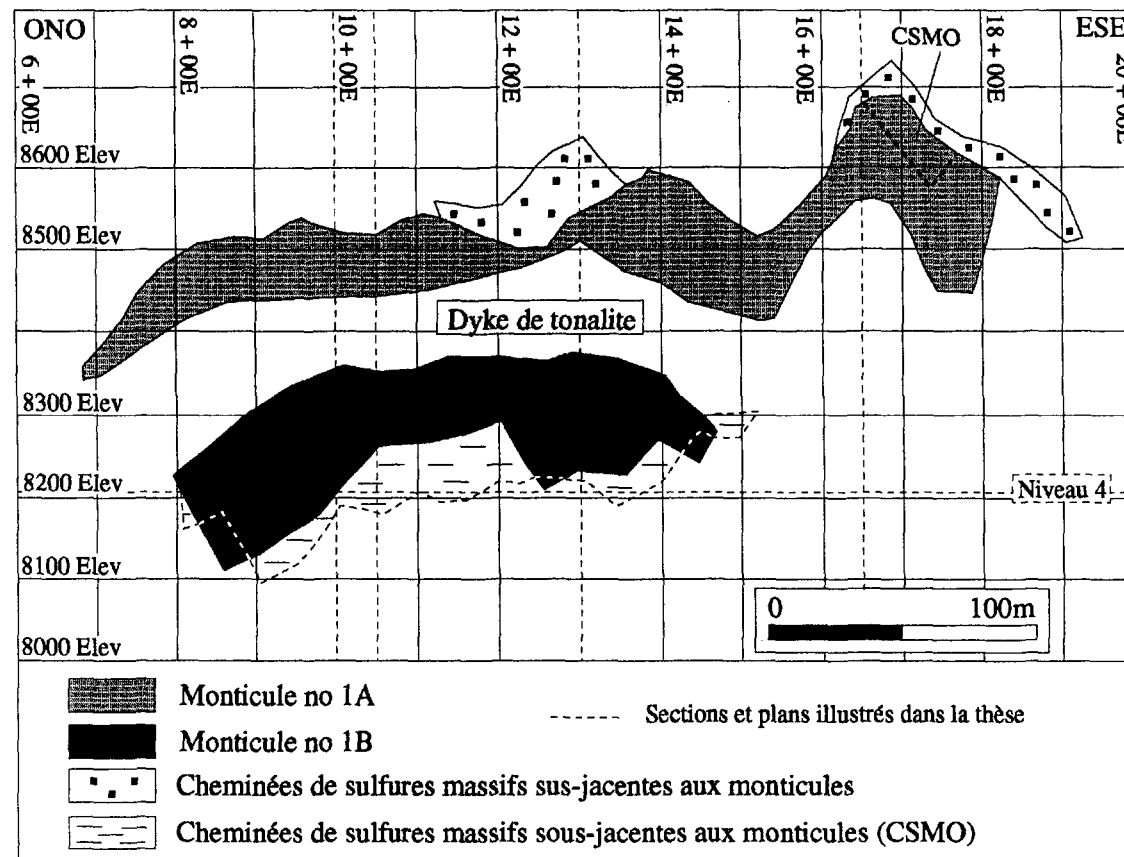


Figure 59 : Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

CSM les mieux développées sont illustrés. Les figures 6, 7 et 13 montrent respectivement les sections géologiques 10 + 00 E, 16 + 50 E et 13 + 00 E qui recoupent transversalement le dépôt aux deux extrémités ainsi qu'au centre. Sur la figure 58, le monticule no 1A est localisé plus au nord que le monticule no 1B dû au déplacement par le dyke de tonalite (Fig. 13). Les CSM les mieux développées sont localisées au centre du dépôt sous le monticule et se poursuivent verticalement jusqu'à l'intérieur des laves basaltiques. Les CSMO sont localisées entre les sections 8 + 00 E et 15 + 00 E tandis que les CSMU sont présentes à deux endroits, soit entre les sections 11 + 50 E et 13 + 50 E (centre du dépôt) ainsi qu'entre les sections 16 + 00 E et 19 + 00 E (extrémité est du dépôt) (Figs. 58 et 59). Les CSM localisées au centre du dépôt atteignent 106,67 m de hauteur. De cette hauteur, 30,48 m est localisé sous la Tuffite Clef et 76,20 m au-dessus de celle-ci, dont 39,62 m au-dessus du monticule (Tableau 8). Ces hauteurs ne sont pas maximale car la base des CSM est recoupée par un dyke de tonalite (Fig. 13). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 21,33 m et 12,19 m. Le tableau 8 présente pour chaque section transversale du dépôt, les valeurs des paramètres géométriques des cheminées et du monticule qui ont servi à construire les figures 58 et 59. Le tableau 9 donne la composition des cheminées à leur sommet et à leur base ainsi que les références d'où proviennent ces informations. Ce tableau révèle que pour les six types de cheminées, seul les CMM n'ont pas été observées à l'intérieur des laves basaltiques tandis que les cheminées de talc massif atteignent une hauteur de 65,53 m. Par contre sous la Tuffite Clef, la base des cheminées de talc massif se situe à plus faible profondeur que celle des CSM et des

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	54,86	1250E / ID-364	60% sulfures (65% Sp, 35% Py), 23,34% Zn, 0,36% Cu / 4,82m	28,95	1400E / ID-306	60% sulfures (68% Py, 30% Sp, 1% Po, tr Cp), 3,53% Zn, 0,92% Cu / 8,96m
Cheminées à filonnets de sulfures	76,20	1300E / ID-369	55% sulfures (50% Py, 30% Sp, 10% Po, 10% Cp), 4,60% Zn, 0,87% Cu / 2,10m	60,96 et plus	1200E / IM86-25	75% de sulfures massifs (53% Cp, 47% Po) / 0,46m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	28,95	1300E / ID-163	80% de magnétite, 0,24% Zn, 0,08% Cu / 2,22m
Cheminées à filonnets de magnétite	65,53	1300E / ID-367	6% sulfures (40% Sp, 40% Py, 20% Cp), 15% mag., présence de talc, 1,47% Zn, 0,36% Cu / 1,07m	60,96	1200E / IM86-25	20% de mag., 1% Py, <1% Cp, tr Po / 14,02m
Cheminées de talc massif	65,53	1300E / ID-367	Talc massif, 25% sulfures (75% Sp, 20% Py, 5% Cp), 10,20% Zn, 0,92% Cu / 2,01m	12,19	900 E / P.S. 4-4	Talc massif en bandes centimétriques / 4,57m
Cheminées à filonnets de talc	65,63 et plus	1300 E / ID-367	Prolongement vers le haut de la CTM ci-haut mentionnée	76,20	1200 E / IM86-25	Présence de talc et chlorite avec traces de Py et Cp

Tableau 9: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

CMM (Tableau 9). De plus ce tableau indique que les cheminées à filonnets possèdent une hauteur supérieure ou parfois égale, dû au manque d'information, aux cheminées à caractère massif de même composition. Les CSMU, localisées à l'extrémité est du dépôt, ne sont pas associées à des CSMO (Fig. 7). Ces CSM prennent racine à l'intérieur du monticule pour se terminer dans les laves basaltiques tandis que sous le monticule, seul des cheminées à filonnets de sulfures sont présentes. Les CSMO sont donc présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans les extrémités où elles se terminent par des cheminées à filonnets de sulfures. Par contre, la distribution des CSMU est spatialement restreinte et celles-ci ne sont pas présentes sur toute la longueur des CSMO.

2.5.2.2 Dépôts nos 1C et 1D

Les dépôts nos 1C et 1D sont de petits dépôts situés au nord-est du gisement d'Isle-Dieu (Figs. 5, 7 et 8). La définition de ces dépôts n'est pas complétée mais la dimension de ceux-ci correspond approximativement à l'étendue des sulfures connue et projetée en plan ainsi qu'en section longitudinale (Figs. 60 à 63). Pour cette raison, la compilation des paramètres géométriques n'a pas été effectuée. Les projections ne sont toutefois que des approximations préliminaires de la géométrie des dépôts mais révèlent que le dépôt no 1C possède des CSMO et des CSMU tandis que le dépôt no 1D ne présente que des CSMU. Dans le dépôt no 1C, les CSMU sont situées au centre du dépôt tandis que les CSMO sont localisées dans la partie est du dépôt. À partir des informations disponibles, les dépôts semblent posséder des CSMU mieux développées que les CSMO. De plus, les

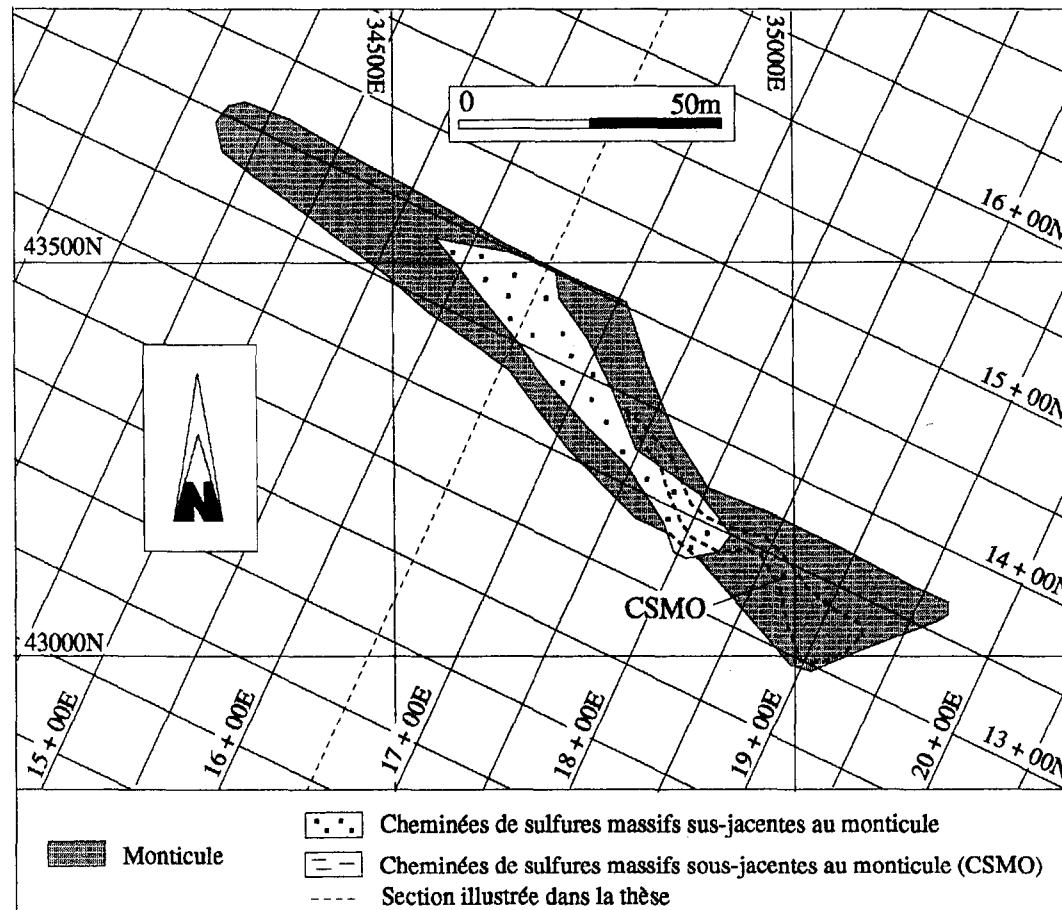


Figure 60 : Projection sur une vue en plan horizontal du dépôt no 1C du gisement d'Isle-Dieu.

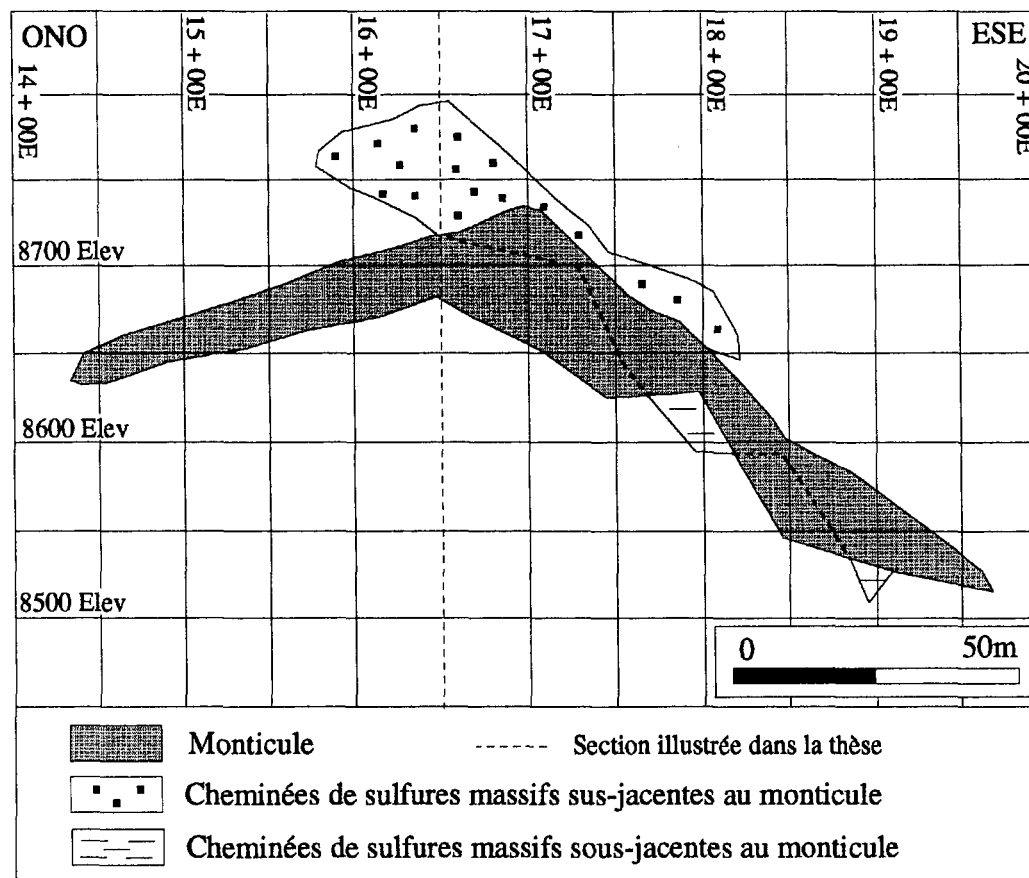


Figure 61 : Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1C du gisement d'Isle-Dieu.

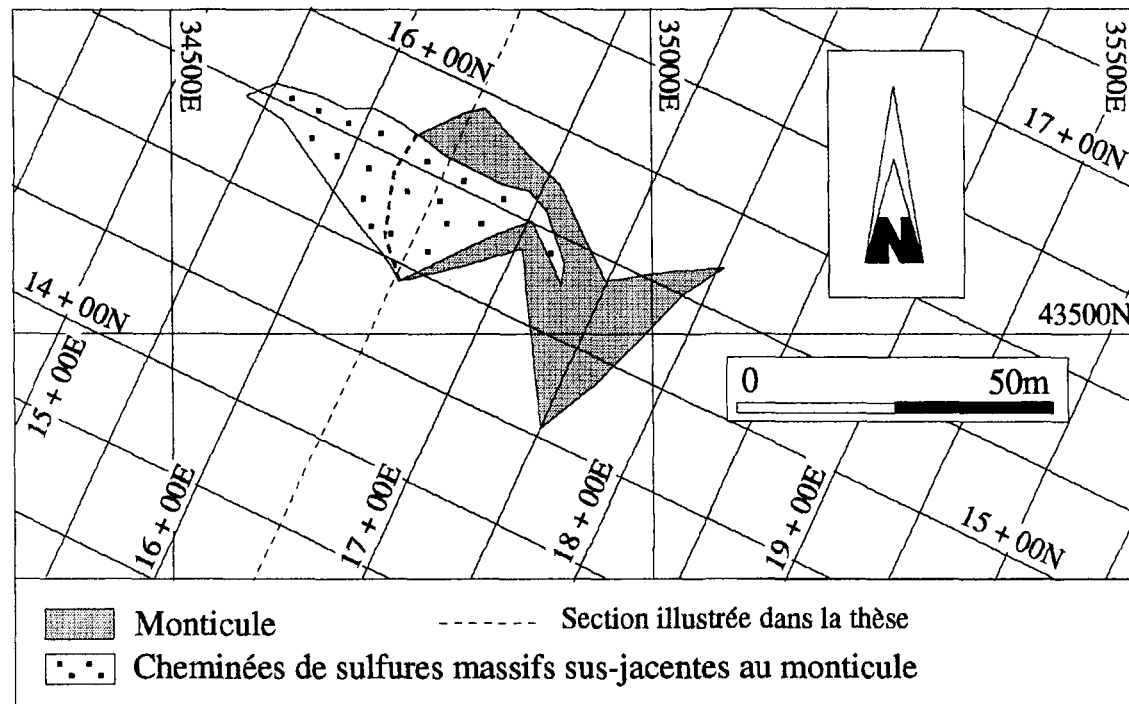


Figure 62 : Projection sur une vue en plan horizontal du dépôt no 1D du gisement d'Isle-Dieu.

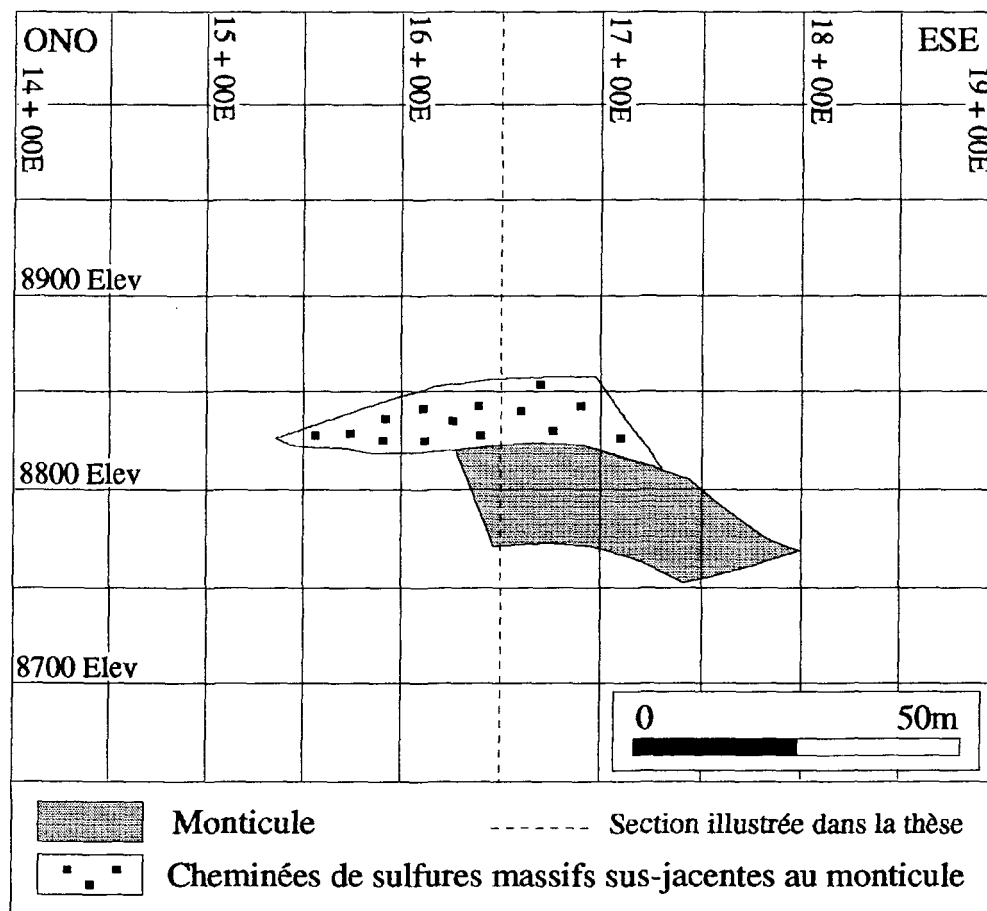


Figure 63 : Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1D du gisement d'Isle-Dieu.

cheminées à caractère massif de magnétite et de talc ne sont pas observées. L'orientation de ces deux dépôts qui ne coïncide pas exactement avec l'orientation des autres dépôts (Fig. 5) ainsi que l'absence totale de CSMO pour le dépôt no 1D (Figs. 7 et 63) sont probablement attribuables au manque d'information.

2.5.2.3 *Dépôt no 2A*

Le dépôt no 2A est un petit dépôt qui se situe entre les volumineux dépôts nos 1 et 2B (Figs. 5, 6, 8, 9, 10, 11 et 13). La définition de ce dépôt n'est pas complétée mais est suffisamment avancée pour que la compilation des paramètres géométriques soit effectuée. Cette compilation donne une bonne approximation de la géométrie du dépôt bien que les paramètres géométriques ne représentent pas toujours les valeurs maximales. Les sulfures massifs composant ce dépôt sont concentrés à 85% dans le monticule tandis que 15% se retrouvent à l'intérieur des CSM extérieures au monticule (Tableau 10). Les projections en plan et en section longitudinale du dépôt sont illustrées sur les figures 64 et 65. La vue de plan horizontal du niveau 4 recoupant ce dépôt est présentée aux figures 10 et 11. Le dépôt no 2A possède des CSMO et des CSMU dont la hauteur totale atteint 36,57 m au centre du dépôt (Figs. 64, 65 et Tableau 10). De cette hauteur, 9,14 m se retrouvent sous la Tuffite Clef et 27,43 m au-dessus de celle-ci dont 15,24 m sont localisés au-dessus du monticule. La largeur maximale des CSMO et des CSMU est de 10,67 m (Tableau 10). Les CSMO sont principalement présentes dans les parties ouest et centrale du dépôt tandis que les CSMU sont

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
1200 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	9,14	100	0
1150 E	16,76	7,62	3,05	24,38	6,10	3,05	3,05	7,62	13,72	95	5
1100 E	27,43	9,14	15,24	36,57	10,67	4,57	4,57	9,14	12,19	85	15
1050 E	12,19	Nul	6,10	12,19	3,05	Nul	Nul	Nul	6,10	90	10
1000 E	10,67	10,67	6,10	21,33	6,10	6,10	6,10	10,67	4,57	45	55
950 E	Nul	12,19	Nul	12,19	Nul	9,14	9,14	12,19	4,57	90	10
900 E	Nul	27,43	Nul	27,43	Nul	10,67	10,67	27,43	16,76	85	15
										85	15
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule											
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule											
CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 10: Paramètres géométriques du dépôt no 2A du gisement d'Isle-Dieu.

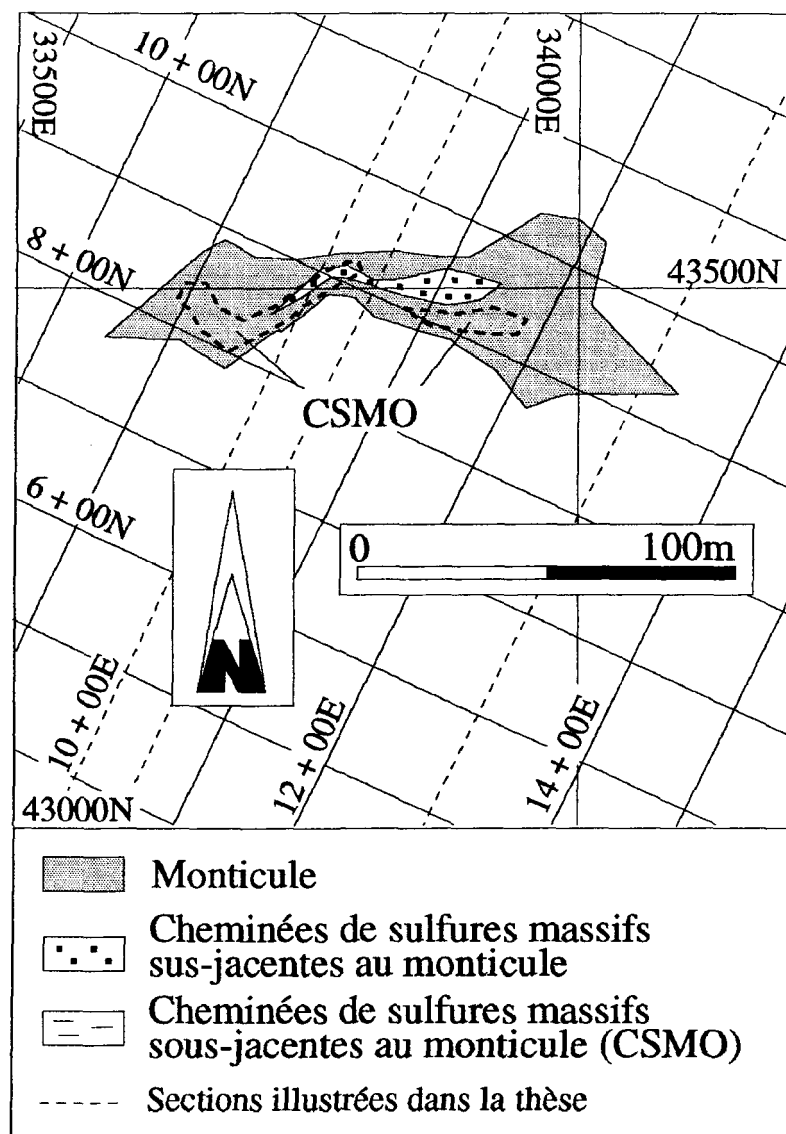


Figure 64 : Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2A du gisement d'Isle-Dieu.

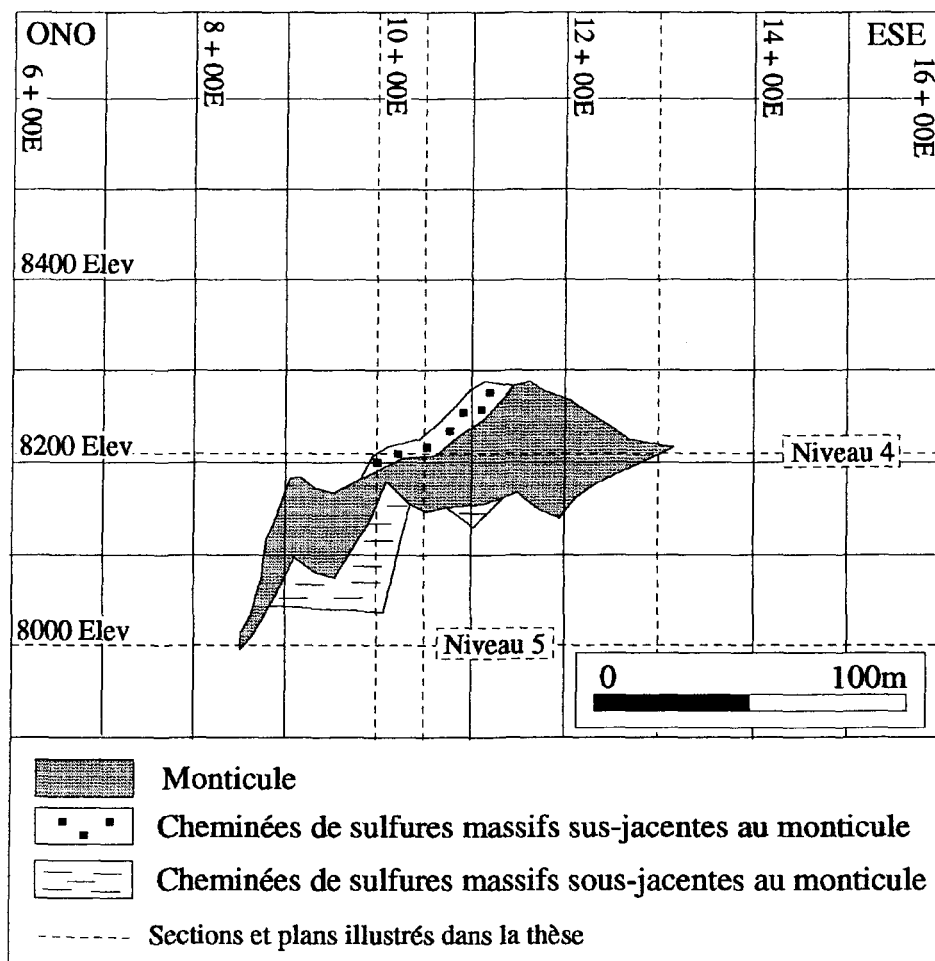


Figure 65 : Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2A du gisement d'Isle-Dieu.

localisées au centre du dépôt. Les CMM et les cheminées de talc n'ont pas été observées dans ce dépôt.

2.5.2.4 Dépôt no 2B

Le dépôt no 2B constitue le deuxième plus volumineux dépôt du gisement (Figs. 5, 6, 7, 8, 9 et Tableau 7). Ce dépôt a été séparé en deux par un dyke de tonalite de 40 mètres d'épaisseur formant ainsi les dépôts nos 2B et 2B Nord qui ne constituent en fait qu'un seul dépôt (Figs. 5, 7 et 8). Le dépôt no 2B Nord est localisé au nord du dépôt no 2B dû au déplacement par le dyke de tonalite, comme pour les dépôts nos 1A et 1B (Fig. 5). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 80% à l'intérieur du monticule tandis que 20% sont concentrés dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 11). Les figures 66 et 67 présentent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt tandis que les sections transversales recoupant le dépôt se retrouvent aux figures 6, 7, 9 et 13. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du monticule tandis que les CSMU sont localisées à l'est du dépôt et sont présentes sur toute la longueur du dépôt no 2B Nord (Fig. 66). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 70,10 m à l'est du dépôt. De cette hauteur, 24,38 m sont situés sous la Tuffite Clef et 45,72 m au-dessus de celle-ci dont 30,48 m se retrouvent au-dessus du monticule (Tableau 11). De plus, la largeur maximale des CSMO est de 15,24 m tandis que celle des CSMU est de 16,76 m. La composition des cheminées observées est présentée dans le tableau 12. Ce tableau révèle également que les cheminées de talc n'ont pas été observées dans le dépôt tandis que les CMM et les cheminées à filonnets de magnétite n'ont pas été

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
2000 E	12,19	22,86	4,57	35,05	6,10	1,52	10,67	21,33	7,62	80	20
1950 E	30,48	10,67	25,91	41,15	12,19	1,52	1,52	10,67	4,57	70	30
1900 E	35,05	15,24	24,38	50,29	6,10	15,24	15,24	15,24	10,67	75	25
1850 E	36,57	13,72	28,95	50,29	16,76	12,19	12,19	13,72	7,62	65	35
1800 E	45,72	24,38	30,48	70,10	13,72	4,57	4,57	24,38	15,24	65	35
1750 E	42,67	27,43	25,91	70,10	9,14	3,05	3,05	27,43	16,76	70	30
*1700 E	28,95	27,43	13,72	56,39	3,05	3,66	3,66	27,43	15,24	90	10
*1650 E	28,95	30,48	16,76	59,43	3,05	3,05	3,05	30,48	12,19	65	35
*1600 E	15,24	28,95	6,10	44,19	4,57	1,52	1,52	28,95	9,14	90	10
*1550 E	Nul	28,95	Nul	28,95	Nul	4,57	4,57	28,95	15,24	95	5
*1500 E	19,81	16,76	9,14	36,57	6,10	9,14	9,14	16,76	10,67	85	15
1450 E	13,72	12,19	4,57	25,91	3,05	3,05	3,05	12,19	9,14	90	10
1400 E	Nul	18,29	Nul	18,29	Nul	3,05	3,05	18,29	4,57	70	30
1350 E	Nul	15,24	Nul	15,24	Nul	1,52	1,52	15,24	7,62	98	2
1300 E	Nul	9,14	Nul	9,14	Nul	4,57	4,57	9,14	12,19	90	10
1250 E	Nul	16,76	Nul	16,76	Nul	1,52	1,52	16,76	4,57	95	5
1200 E	Nul	12,19	Nul	12,19	Nul	4,57	4,57	12,19	4,57	90	10
1150 E	18,29	15,24	10,67	33,53	3,05	4,57	4,57	15,24	7,62	95	5
1100 E	25,91	18,29	13,72	44,19	7,62	7,62	7,62	18,29	12,19	95	5
1050 E	33,53	18,29	12,19	51,81	10,67	3,05	3,05	18,29	21,33	90	10
1000 E	25,91	18,29	18,29	44,19	15,24	9,14	9,14	18,29	7,62	30	70
950 E	Nul	16,76	Nul	16,76	Nul	7,62	7,62	16,76	6,10	90	10
900 E	Nul	16,76	Nul	16,76	Nul	13,72	13,72	16,76	19,81	90	10
850 E	6,10	16,76	3,05	22,86	3,05	7,62	7,62	16,76	3,05	90	10
										80	20

CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule

CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule

CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule

* Sections non-forées ou recoupées par des dykes.
Les hauteurs présentées ne sont donc pas maximales.

Tableau 11: Paramètres géométriques du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.

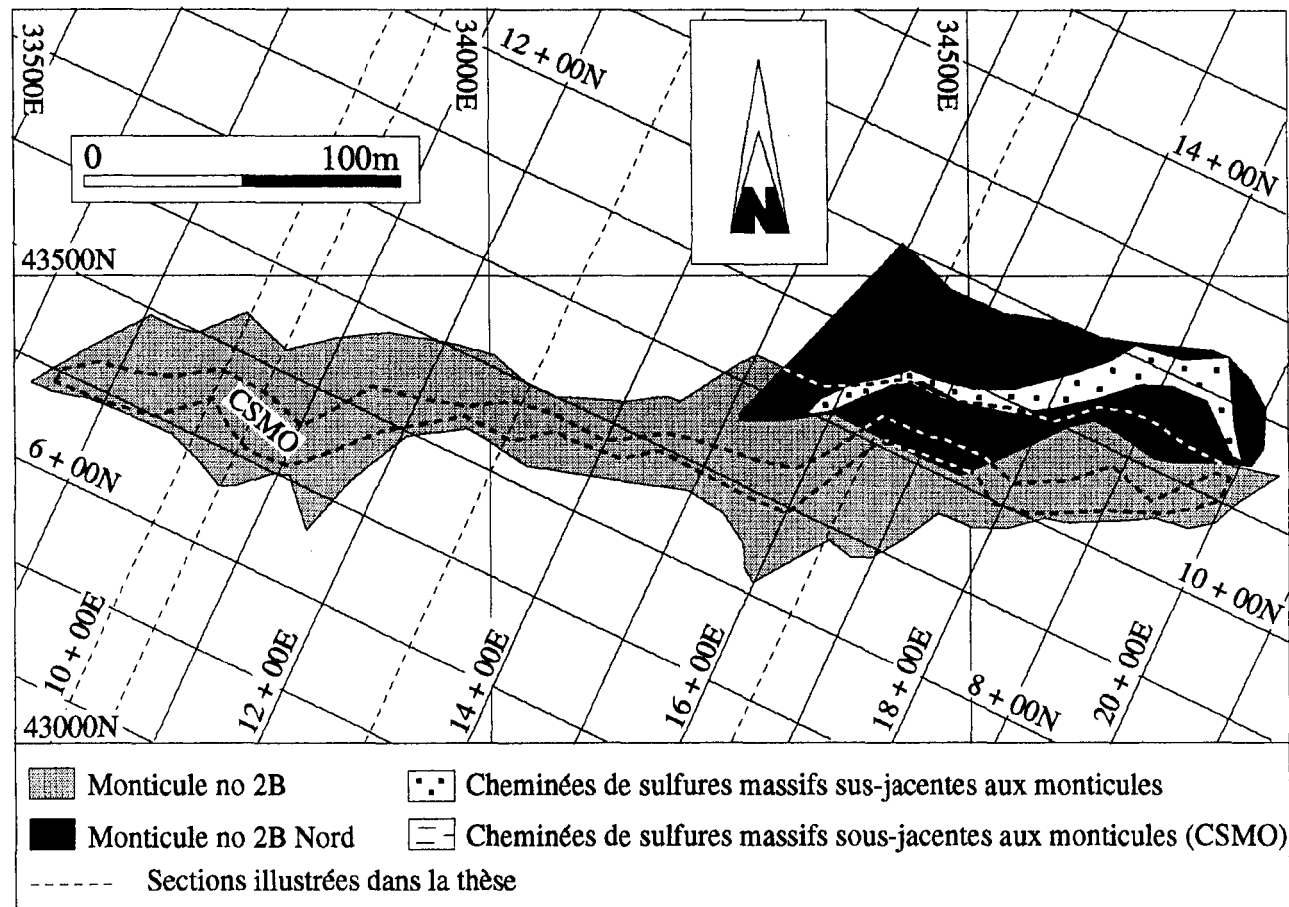


Figure 66 : Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.

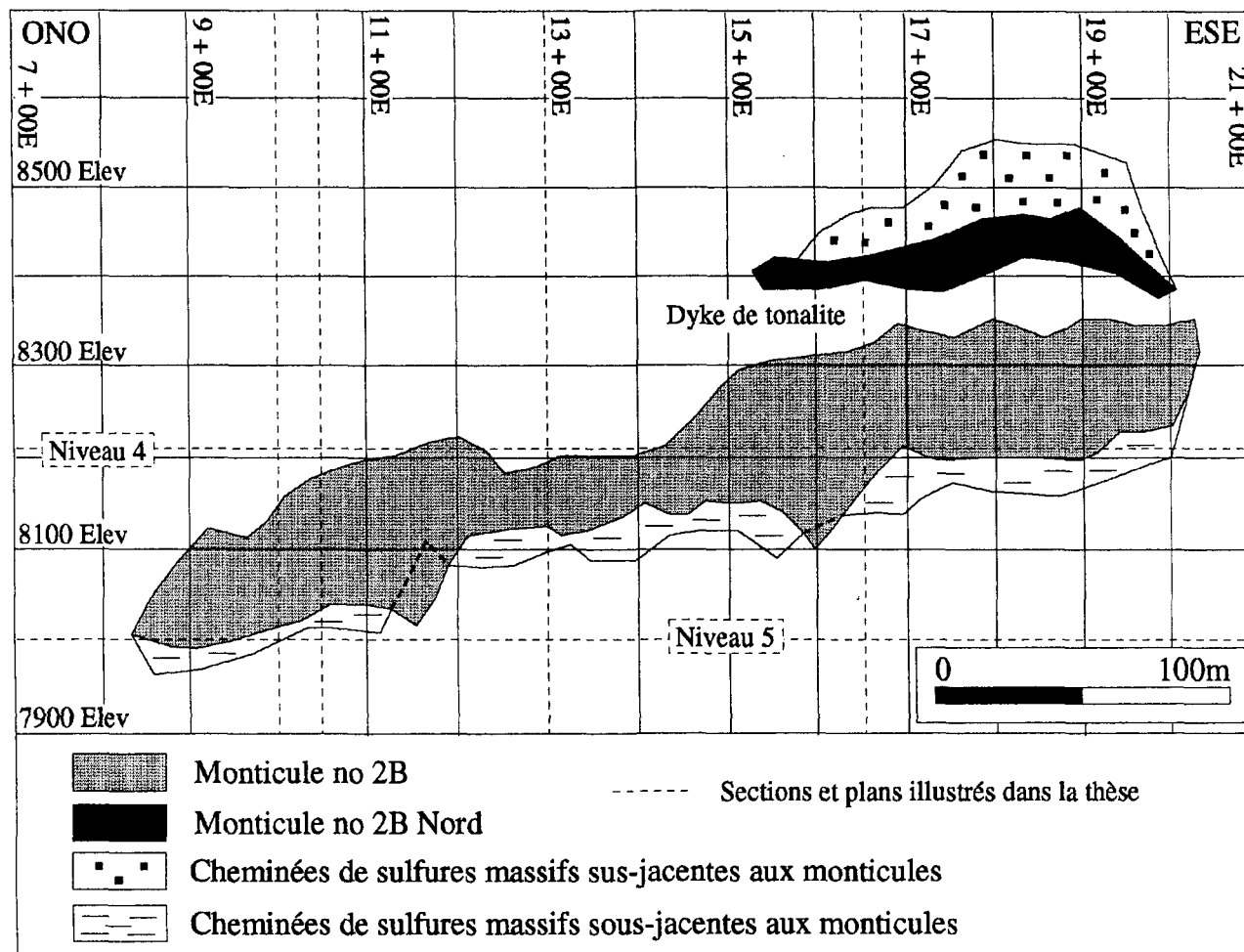


Figure 67 : Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tiffite Clef (m)	Sections	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	45,72	1800E	80% de sulfures (70% Py, 25% Sp, 5% Cp) 9,68% Zn, 0,45% Cu / 3,05m	30,48	1650E / ID-490	65% de sulfures (80% Sp, 20% Py) 6% de magnétite, 24,57% Zn, 0,57% Cu / 0,67m
Cheminées à filonnets de sulfures	45,72 et plus	1800E	Prolongement vers le haut de la CSM ci-haut mentionnée	30,48 et plus	1650E / ID-490	40% de sulfures (90% Py, 5% Cp, 5% Sp), 50% de chlorite, 2,20% Zn, 0,59% Cu / 0,67m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	18,29	1700E / ID-551	70% Mag., 15% Py, 1,50% Zn, 0,04% Cu / 2,35m
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	30,48 et plus	1650E / ID-490	Prolongement vers le bas de la CSM ci-haut mentionnée
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées

Tableau 12: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu.

observées à l'intérieur des laves basaltiques. Par contre, les cheminées de magnétite, dont la composition est présentée dans le tableau 12, sont présentes sous le monticule bien que la base des CMM est localisée moins profondément que la base des CSM.

2.5.2.5 Dépôt no 2C

Le dépôt no 2C, constituant le troisième plus volumineux dépôt, est localisé au sud du gisement (Figs. 5 , 8 et Tableau 7). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 95% à l'intérieur du monticule tandis que seulement 5% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 13). Les figures 68 et 69 présentent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt tandis que les sections transversales sont présentées sur les figures 6, 7, 9 et 13. La vue de plan horizontal du niveau 5 recoupant ce dépôt est présentée à la figure 12. Les CSMO sont présentes entre les sections 9 + 50 E et 14 + 00 E mais ne sont pas continues (Figs. 68 et 69). Les CSMU sont localisées au centre du dépôt mais sont séparées du monticule par un dyke de tonalite (Figs. 13, 68 et 69). Les CSM possédant la hauteur maximale de 47,24 m sont localisées au centre du dépôt (Tableau 13). De cette hauteur, 12,19 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 35,05 m au-dessus de celle-ci dont 12,19 m se retrouvent au-dessus du monticule. La largeur maximale des CSMO et des CSMU est de 7,62 m et leur composition est présentée dans le tableau 14. Ce tableau révèle que les cheminées de talc ne sont pas observées dans ce dépôt tandis que les cheminées de magnétite ne sont pas observées à l'intérieur des laves basaltiques. Par contre les cheminées de magnétite, dont la description est

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
1800 E	Nul	16,76	Nul	16,76	Nul	3,05	3,05	16,76	6,10	95	5
1750 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	6,10	100	0
1700 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	1,52	100	0
*1650 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
1600 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	4,57	100	0
*1550 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
1500 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	7,62	100	0
1450 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	7,62	100	0
1400 E	Nul	3,05	Nul	3,05	Nul	6,10	6,10	3,05	15,24	95	5
1350 E	35,05	6,10	7,62	41,15	7,62	1,52	1,52	6,10	27,43	95	5
1300 E	35,05	12,19	12,19	47,24	7,62	3,05	3,05	12,19	22,86	95	10
1250 E	42,67	Nul	18,29	42,67	7,62	Nul	Nul	Nul	24,38	95	10
1200 E	Nul	10,67	Nul	10,67	Nul	6,10	6,10	10,67	10,67	95	5
1150 E	Nul	15,24	Nul	15,24	Nul	1,52	1,52	15,24	7,62	95	5
1100 E	Nul	18,29	Nul	18,29	Nul	3,05	3,05	18,29	15,24	85	15
1050 E	Nul	18,29	Nul	18,29	Nul	7,62	7,62	18,29	33,53	90	10
1000 E	Nul	18,29	Nul	18,29	Nul	1,52	1,52	18,29	13,72	95	5
950 E	Nul	15,24	Nul	15,24	Nul	Nul	Nul	Nul	10,67	95	5
900 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	9,14	100	0
850 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	1,52	100	0
										95	5

CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule
CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule

* Sections non-forées.

Tableau 13: Paramètres géométriques du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.

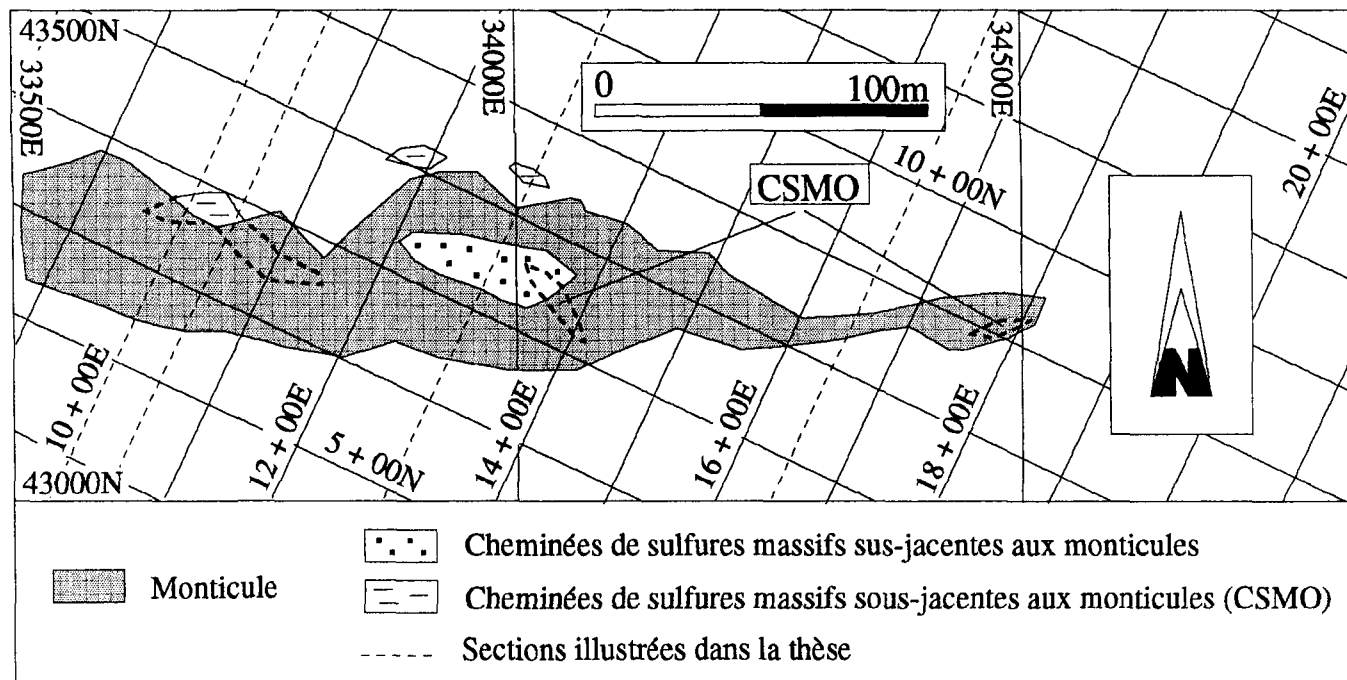


Figure 68 : Projection sur une vue en plan horizontal du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.

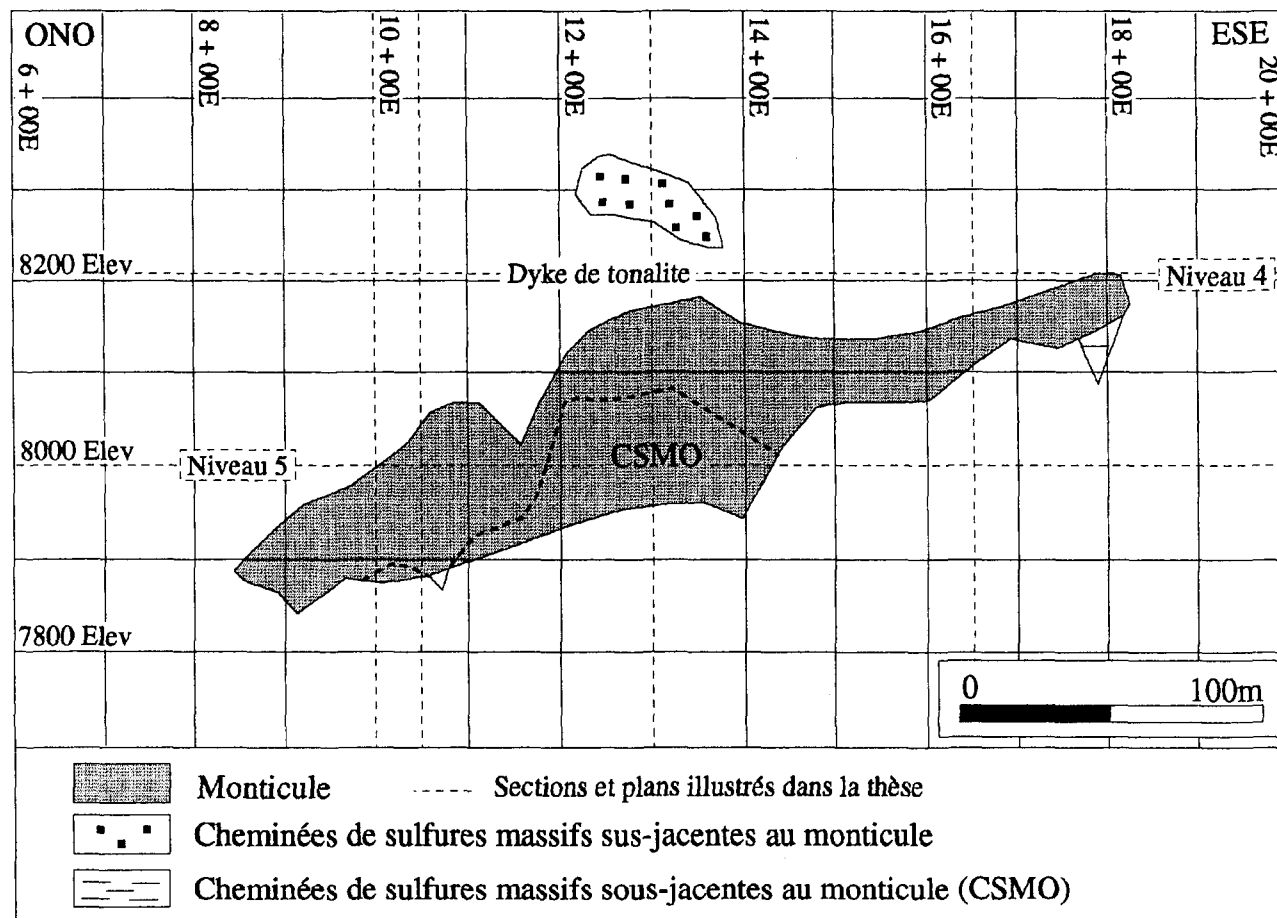


Figure 69 : Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	42,67	1250E / ID-634	80% de sulfures 13,61% Zn, 1,19% Cu / 9,54m	18,29	1100E / ID-261	60% de sulfures (35% Sp, 35% Po, 30% Py, tr Cp), tr mag., 11,18% Zn, 1,36% Cu / 4,24m
Cheminées à filonnets de sulfures	42,67 et plus	1250E / ID-634	Prolongement vers le haut de la CSM ci-haut mentionnée	18,29 et plus	1100E / ID-261	Prolongement vers le bas de la CSM ci-haut mentionnée
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	7,62	1100E / ID-254	Magnétite massive, 6% Py, 0,56% Zn, 0,08% Cu / 1,43m
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	21,33	1000E / ID-334	25% Mag., 10% Py, 5% Sp, 3,26% Zn, 0,06% Cu / 1,52m
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées

Tableau 14: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2C du gisement d'Isle-Dieu.

présentée dans le tableau 14, sont présentes sous le monticule bien que leur base soit localisée moins profondément que la base des CSM.

CHAPITRE III

RÉINTERPRÉTATION DE LA GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU FLANC SUD DE L'ANTICLINAL DE GALINÉE AVEC UNE EMPHASE SUR LA MORPHOLOGIE

L'étude sur les dépôts du gisement d'Isle-Dieu a permis de démontrer que les CSM, les cheminées de magnétite massive et les cheminées de talc massif, présentes à la base des monticules et recoupant ceux-ci, sont des cheminées au sens génétique du mot. En vue de vérifier que les cheminées à caractère massif, présentes dans les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée, sont également des cheminées au sens génétique du mot, un examen des caractéristiques et de la morphologie de tous les dépôts s'impose.

Le présent chapitre, qui se veut une banque de données sur les dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée, décrit les caractéristiques et la morphologie de ces dépôts et principalement en ce qui concerne leur parties discordantes. Toute l'information disponible sur ces dépôts a été recompilée et réinterprétée et celle-ci est décrite en fonction des nouvelles données recueillies sur les dépôts du gisement d'Isle-Dieu. De plus, ces informations serviront, dans le chapitre V, à développer des stratégies d'exploration et d'exploitation adaptées à la géométrie atypique des dépôts.

Pour chacun des gisements, les dépôts sont d'abord présentés dans leur environnement géologique. Par la suite, les caractéristiques des dépôts sont décrites pour les parties concordante et discordante. Les relations chronologiques et géométriques existant entre les parties concordantes et discordantes sont expliquées. Et finalement, la distribution spatiale des composantes des dépôts est présentée.

3.1 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GISEMENT DE LAC MATTAGAMI

Le gisement de Lac Mattagami représente 64% du tonnage de minerai exploité dans le camp minier et 77% du tonnage de minerai exploité sur le flanc sud de l'anticlinal. Le gisement est composé d'une agglomération de quatre dépôts (Fig. 70). Les deux dépôts principaux sont les dépôts nos 1 Nord et 2 Nord. Chacun de ces deux dépôts possède un petit dépôt satellite (1 Sud et 2 Sud) localisé au sud du dépôt principal (Figs. 70 et 71). Parmi les tonnes de minerai exploitées de ce gisement, 93% proviennent du dépôt no 1 Nord.

3.1.1 Environnement géologique des dépôts

Les dépôts du gisement de Lac Mattagami sont associés à la Tuffite Clef qui est localisée au sommet de 2 kilomètres de laves rhyolitiques sus-jacentes au Complexe de gabbro anorthositique de la Rivière Bell. L'épaisseur observable de laves basaltiques, recouvrant les dépôts, varie de 0 à 215 mètres. Ces laves sont recoupées par des dykes de gabbro de fortes puissances tandis que les dépôts sont recoupés par des dykes mafiques et felsiques de faibles puissances ainsi que par un pluton de péridotite. Toutefois, ce pluton ne recoupe qu'une mince partie du dépôt no 1 Nord. Ce dépôt, le plus volumineux du camp minier, est également le dépôt possédant les plus grandes concentrations de talc. Le dépôt no 1 Nord, bien que peu déformé, et le dépôt no 2 du gisement d'Orchan sont ceux qui ont enregistré, dans les zones riches en talc, le plus de déformation parmi les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

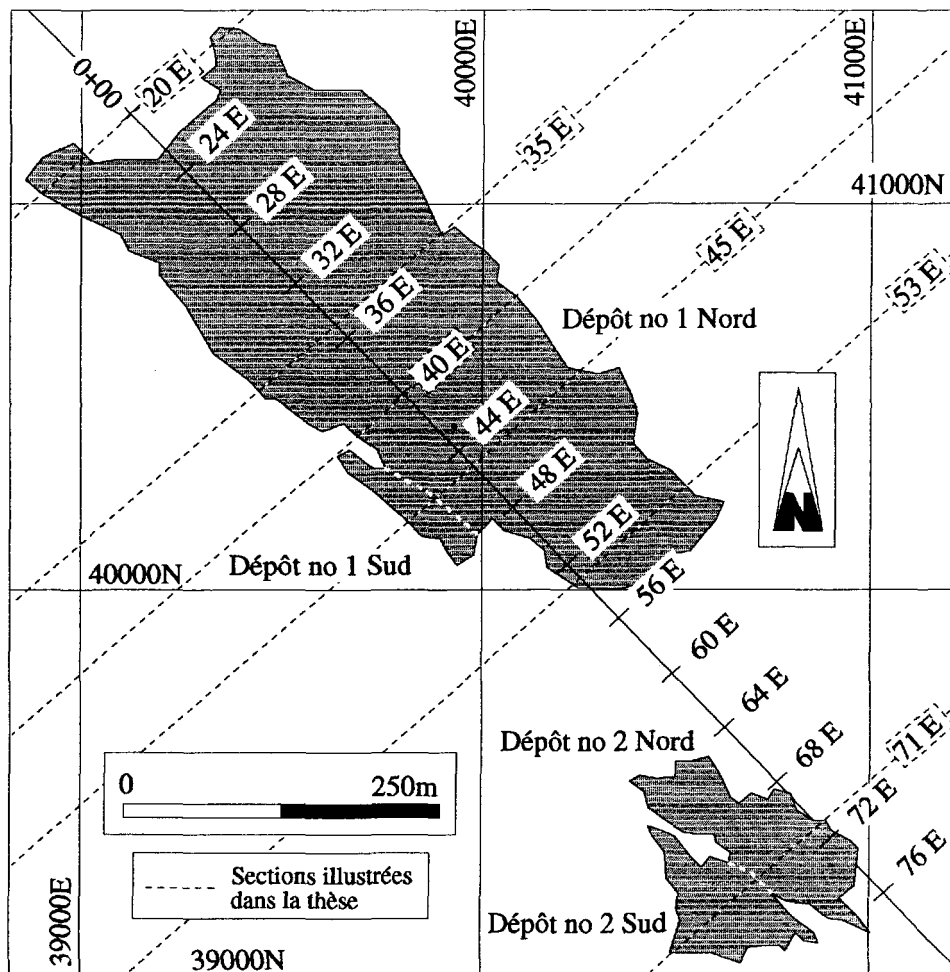


Figure 70 : Projection sur une vue en plan horizontal des dépôts du gisement de Lac Mattagami.

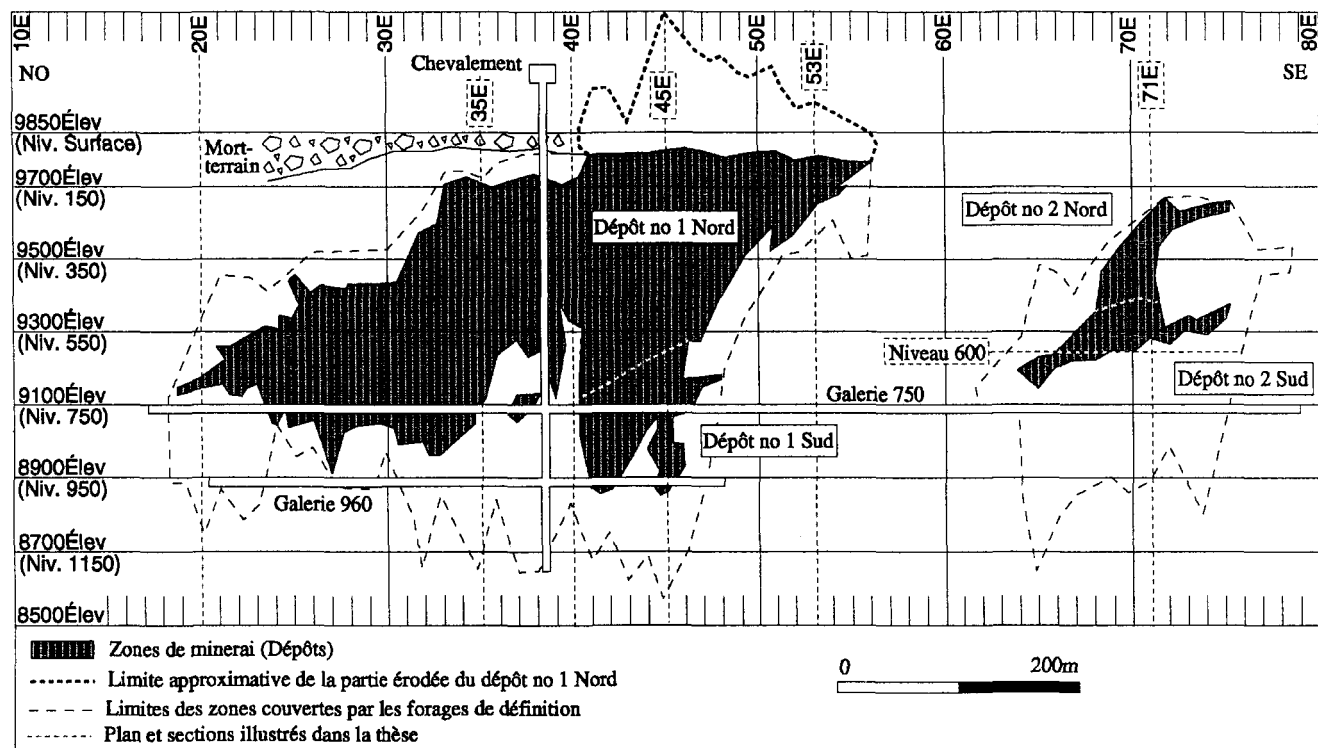


Figure 71 : Projection sur une vue en section longitudinale des dépôts du gisement de Lac Mattagami. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD (1969).

3.1.1.1 Présentation du gisement

Vus en projection longitudinale, les dépôts possèdent un angle de chute de 30° vers le nord-ouest (Fig. 71). La partie ouest du dépôt no 1 Nord est ainsi localisée à une plus grande profondeur sous la surface topographique que la partie est, qui est érodée. Cette dernière partie est recouverte de 15 à 20 mètres de mort-terrain. La partie sommitale, située à l'est du dépôt, a été exploitée en partie par fosse à ciel ouvert. Les figures 72 et 73 présentent les projections isométriques des dépôts. La partie érodée du dépôt no 1 Nord est illustrée à la figure 72. Cependant, les dépôts nos 1 Sud, 2 Nord et 2 Sud sont localisés plus profondément et ceux-ci n'ont pas subi d'érosion (Fig. 71). Les figures 70 et 71, montrant respectivement les projections en plan et en section longitudinale des dépôts, montrent la localisation des sections géologiques transversales aux dépôts qui ont été construites pour l'étude. Ces sections sont présentées aux figures 74 à 79. Les principales infrastructures souterraines, dont le chevalement situé à proximité du dépôt no 1 Nord, et le niveau 750, qui donne accès aux dépôts nos 2 Nord et 2 Sud, sont présentées à la figure 71.

3.1.1.2 Roches intrusives

Les dykes les plus communs sont des dykes de gabbro de faibles puissances, des dykes mafiques et felsiques de faibles puissances ainsi qu'un pluton de péridotite. Les dykes, les plus communs, sont les dykes de gabbro de fortes puissances; dont l'épaisseur varie de 15 à 30 mètres. Ces dykes recoupent, à angle faible, les laves basaltiques sus-jacentes aux dépôts. Les dykes de faibles puissances sont particulièrement abondants à proximité du

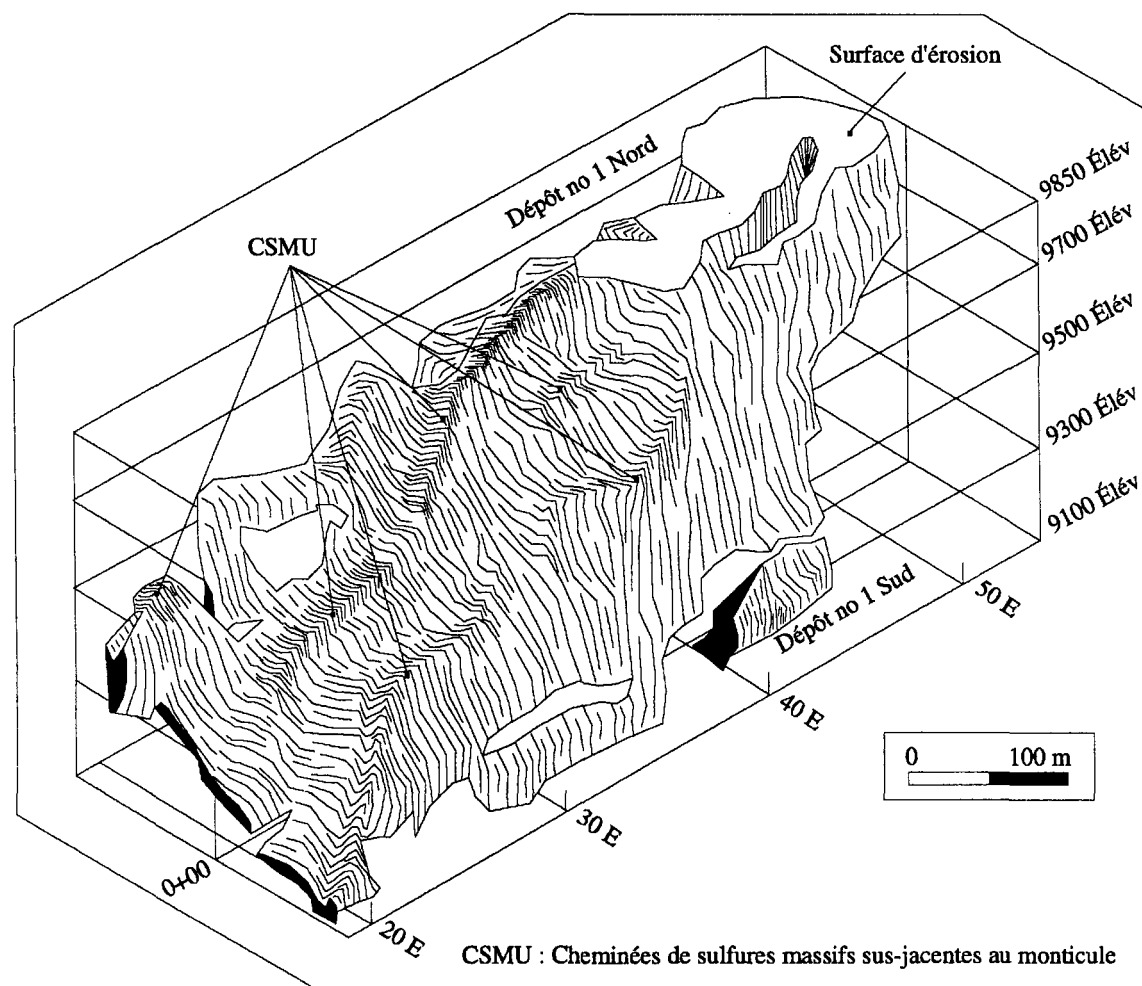


Figure 72 : Projection isométrique des dépôts no 1 Nord et 1 Sud du gisement de Lac Mattagami. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD (1965).

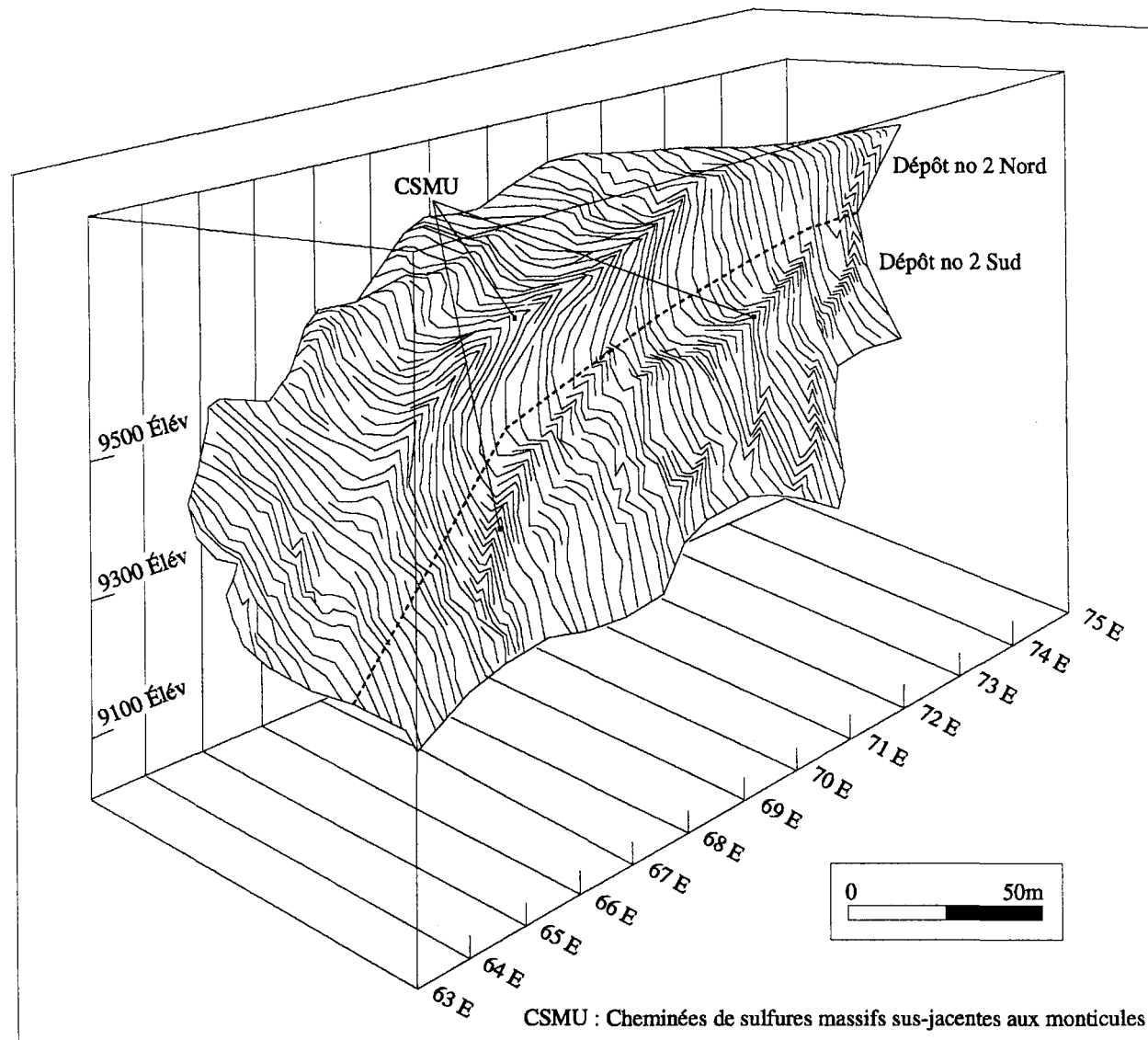


Figure 73 : Projection isométrique des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud du gisement de Lac Mattagami. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD (1965).

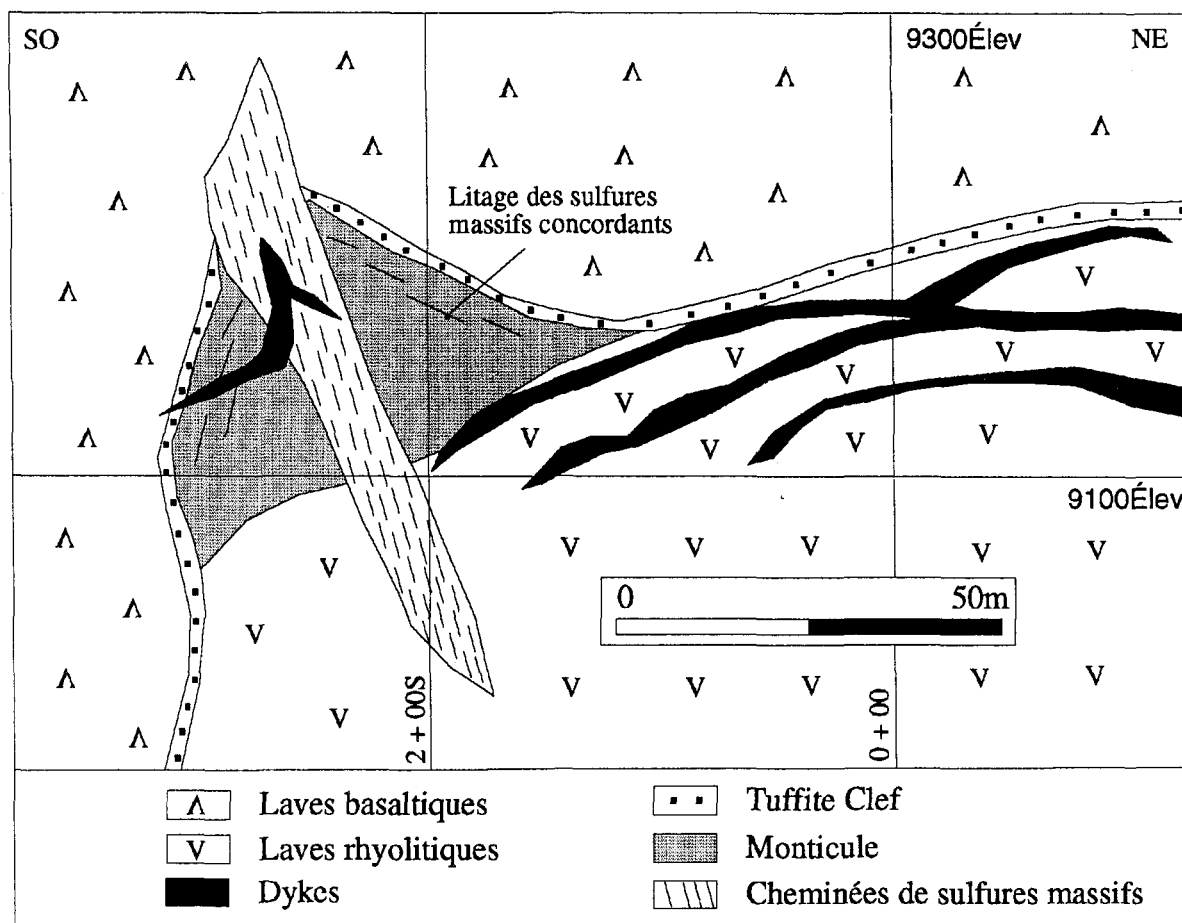


Figure 74 : Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 20 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD.

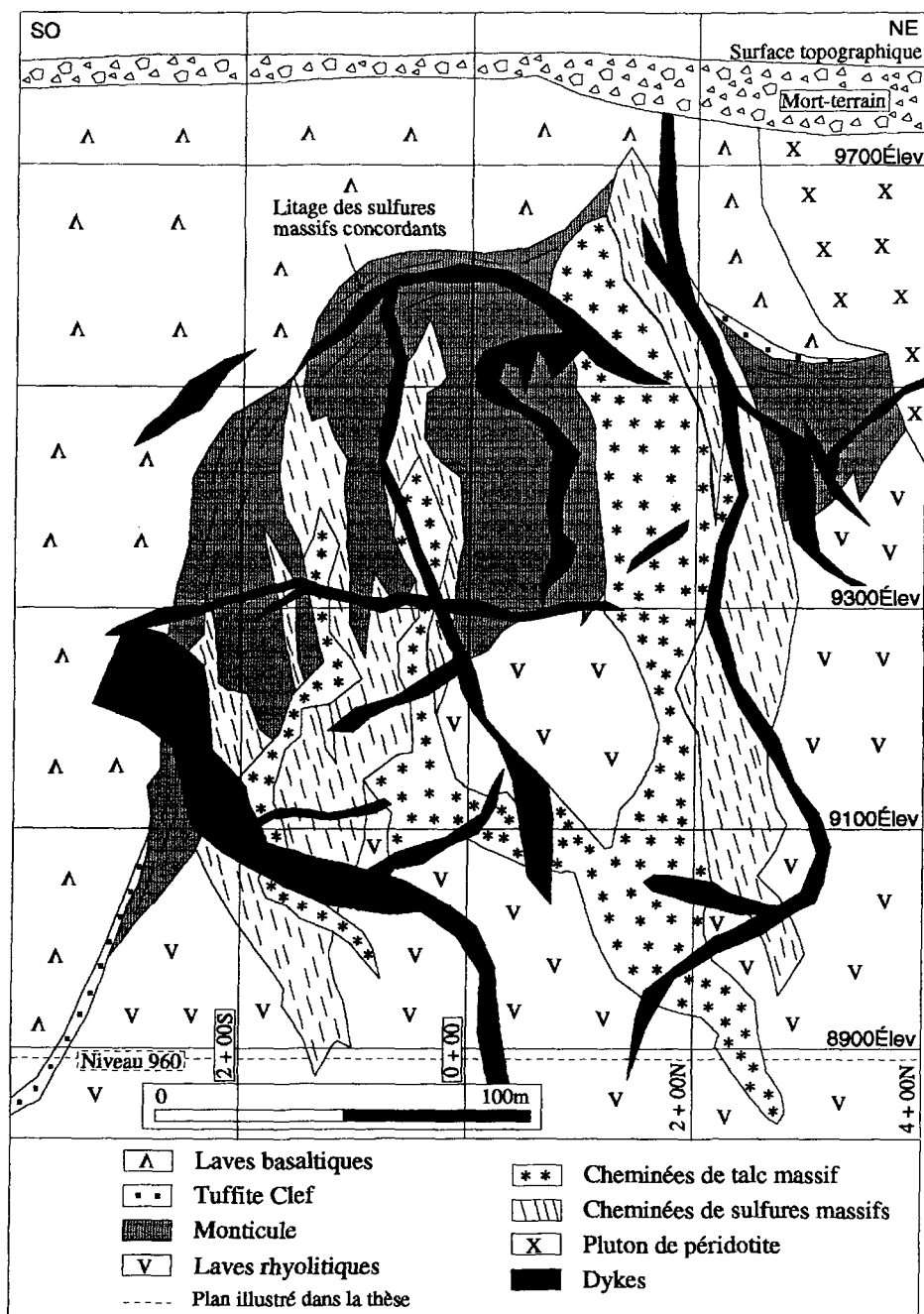


Figure 75 : Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 35 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD.

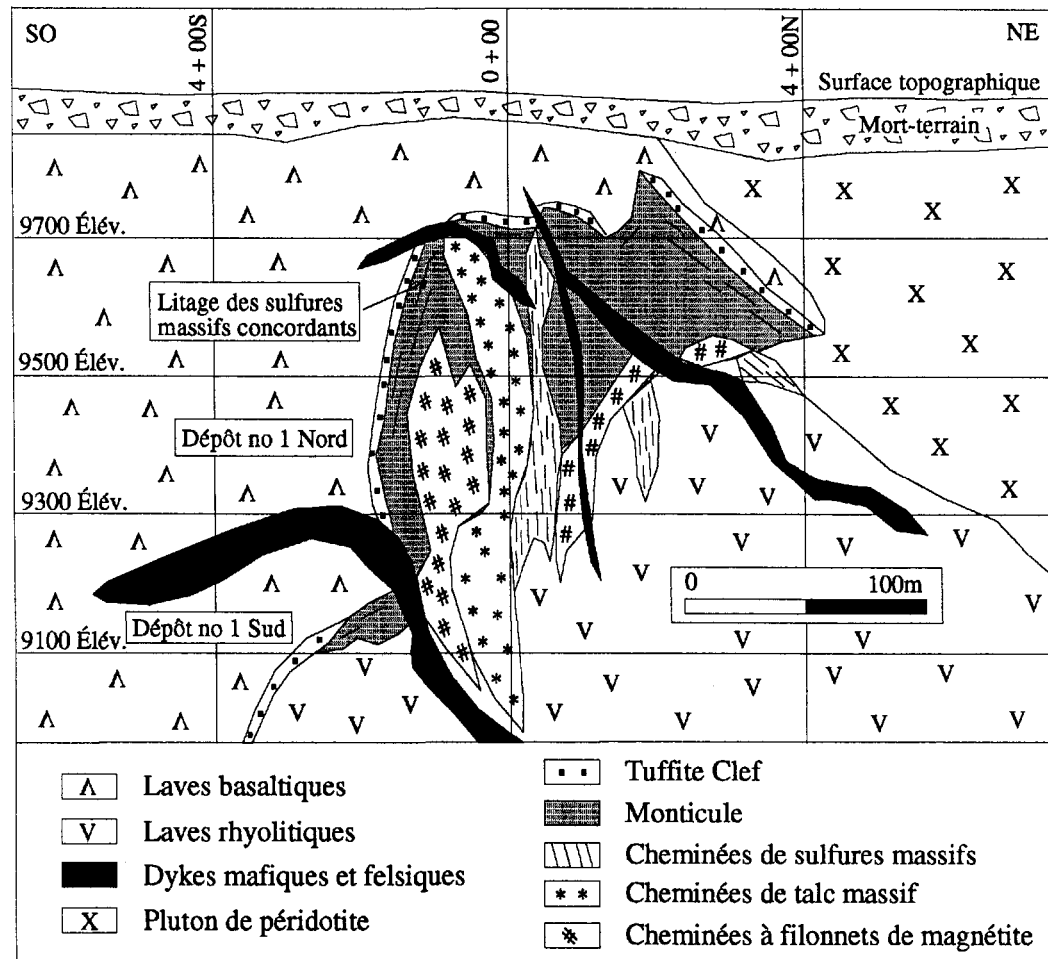


Figure 76 : Géologie des dépôts nos 1 Nord et 1 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 40 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD et de Sharpe (1968).

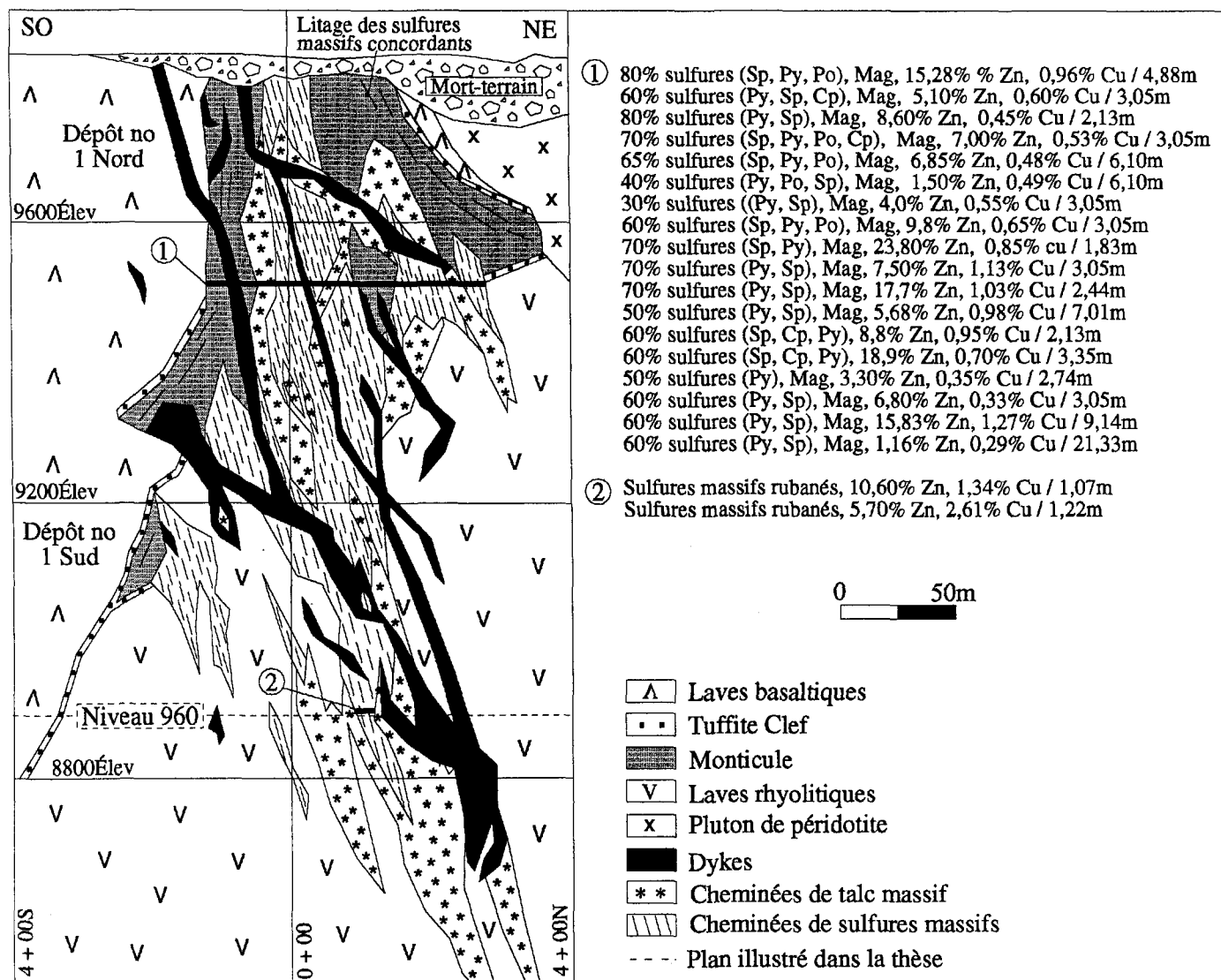


Figure 77 : Géologie des dépôts nos1 Nord et 1 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 45 E.

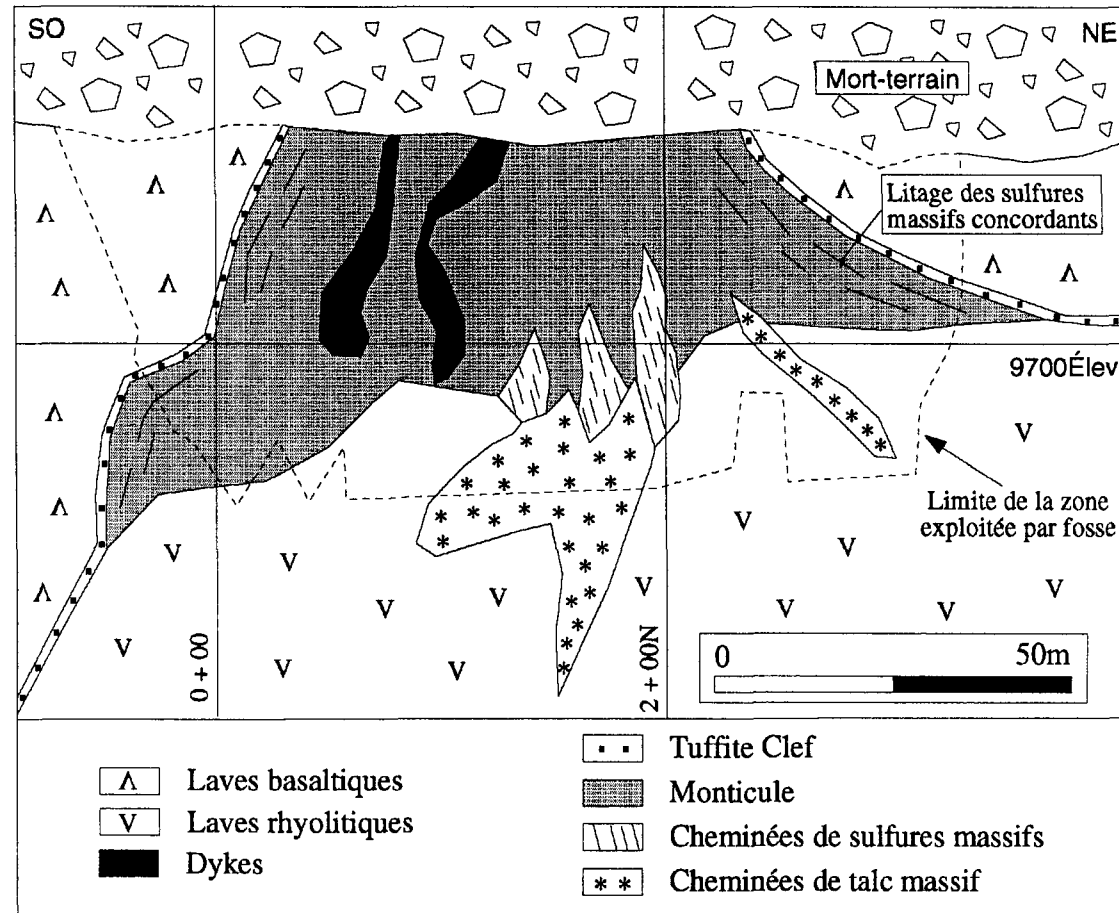


Figure 78 : Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 53 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD.

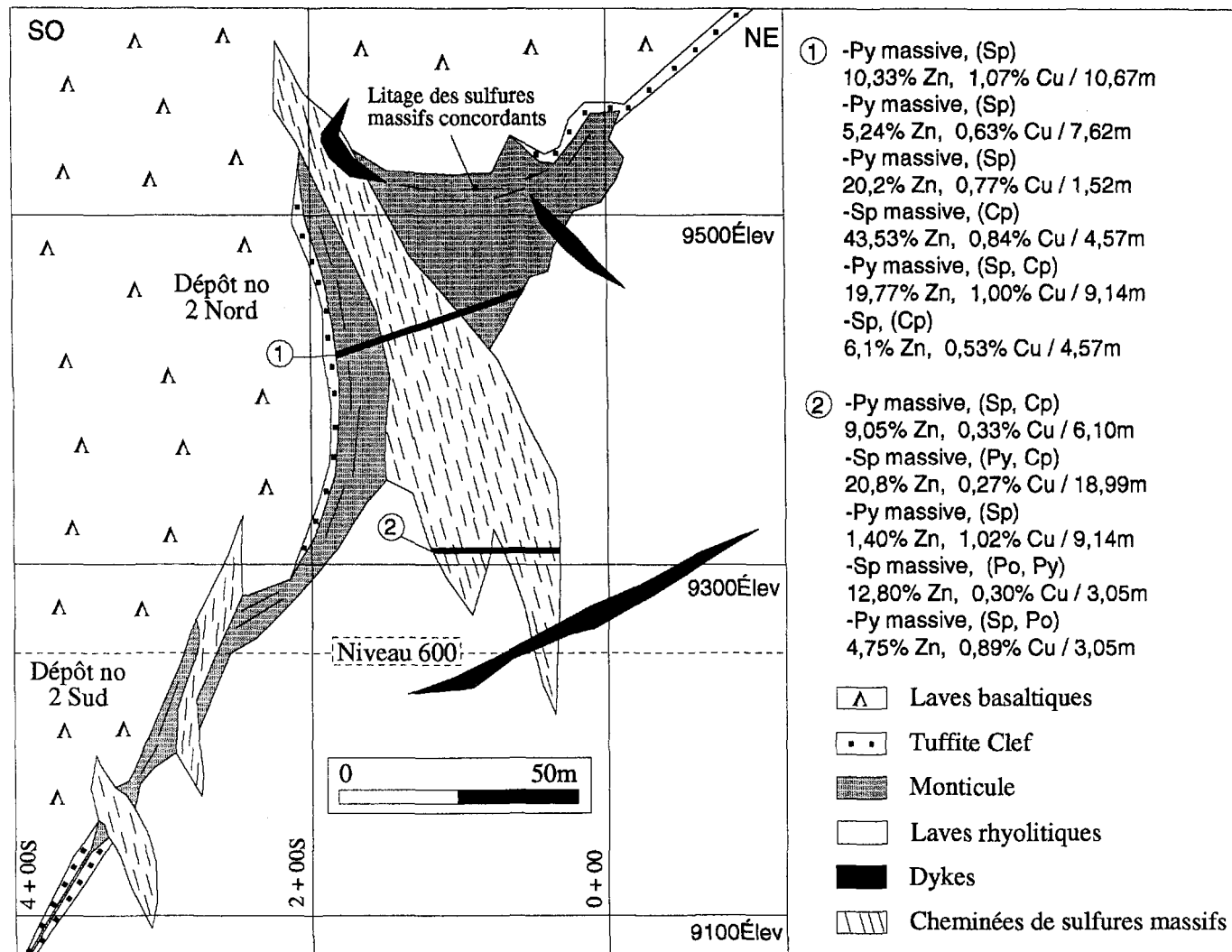


Figure 79 : Géologie des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur la section transversale 71 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD.

gisement et ceux-ci sont localement situés à l'intérieur des cheminées des dépôts (Figs. 75 et 77). Ces dykes représentent les roches intrusives les plus récentes associées au gisement. Le pluton de péridotite, riche en serpentine, est localisé au nord du dépôt no 1 Nord (Figs. 75, 76 et 77). Les réserves géologiques de la zone minéralisée, localisée en bordure du pluton de 600 mètres de diamètre, sont évaluées à 798 801 t avec des teneurs de 0,26% Cu, 0,32% Ni, 2,74 g/t Ag et 0,10 g/t Au. Ces réserves sont considérées non-économiques. Le pluton de péridotite a fait l'objet d'une étude par Harris (1972) indiquant que le nickel se retrouve dans la pentlandite et dans deux variétés de pyrrhotite nickelifère. Ce dernier minéral constitue le sulfure le plus abondant et se présente sous forme massive et disséminée. La sphalérite, la chalcopryrite, la chromite et la magnétite sont également observées mais en faibles concentrations. Roberts (1966) rapporte que ce pluton recoupe le dépôt no 1 Nord (Figs. 75, 76 et 77) ainsi que la structure en forme de dôme sur laquelle sont localisés les dépôts du gisement de Lac Mattagami.

3.1.1.3 Structure

En fonction de l'attitude de la Tuffite Clef, présente sur le flanc sud de l'anticlinal, Sharpe (1964, 1968) a mentionné la présence de plusieurs plis parasites associés à l'anticlinal de Galinée avec des plans axiaux de direction ouest-nord-ouest. Selon Sharpe (1968), le gisement de Lac Mattagami serait localisé au sommet d'un de ces plis qui serait un anticlinal asymétrique. Le gisement de Lac Mattagami est effectivement situé au-dessus d'une structure en forme de dôme, comme plusieurs dépôts localisés sur le flanc sud de

l'anticlinal. Gibson et Watkinson (1990) ont également observés que les dépôts du camp minier de Rouyn-Noranda sont localisés au sommet de dômes rhyolitiques. Sur les sections transversales, ces structures en forme de dôme sont représentées par des variations abruptes dans le pendage de la Tuffite Clef (Figs. 7 et 74 à 79). Le pendage de la Tuffite Clef dépasse rarement 70 degrés. Lorsque le pendage du contact entre les monticules et les laves basaltiques dépasse 70 degrés, sur les flancs des monticules, la Tuffite Clef est absente. Vue en plan horizontal (Fig. 70), les dépôts de forme elliptique, ont leurs axes longs orientés parallèlement à l'axe long des dômes qui a une direction N110° - N280°. Toutefois, les informations fournies par la découverte récente du gîte d'Orchan Ouest suggèrent que ces structures en forme de dôme seraient attribuables à la paléotopographie des laves rhyolitiques sur laquelle se seraient édifiés les dépôts. Ce point sera discuté plus à fond dans le chapitre synthèse et discussions.

Sharpe (1968) et Roberts (1966) ont décrit deux types de failles associées au gisement de Lac Mattagami. Ces failles ont été nommées failles longitudinales et failles transversales, en fonction de leur orientation par rapport à l'axe long des dépôts. Vue en plan horizontal, les failles longitudinales sont parallèles à l'axe long des dépôts ainsi qu'aux structures en forme de dôme. La direction de ces failles varie de N280° à N290° avec un pendage de 70° à 85°. Ces failles, qui se terminent abruptement aux extrémités des dépôts, sont étroitement associées aux zones riches en talc présentes à l'intérieur des dépôts. Les failles transversales ont une direction variant entre N330° et N015° mais la direction N330° est la plus commune.

Ces failles, dont le pendage est de l'ordre de 70° à 85°, recoupent les dépôts ainsi que les failles longitudinales. Toutefois, les composantes de déplacement sont généralement faibles, soit de l'ordre de quelques mètres.

3.1.2 Caractéristiques des dépôts

Les dépôts nos 1 Nord et 1 Sud possèdent un tonnage de minerai exploité de 23 838 223 t. Toutefois, le tonnage total de ces deux dépôts est approximativement de 27 407 240 t car une portion de la partie est du dépôt no 1 Nord a été érodée. La reconstitution géométrique de la partie érodée, pour chacune des sections transversales, a permis d'estimer le tonnage qui a été soustrait par érosion au dépôt (Fig. 71). La progression du niveau d'érosion de la partie centrale vers la partie est du dépôt no 1 Nord est illustrée sur les figures 72, 76, 77 et 78. Les tonnages des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud sont respectivement de 1 422 413 t et de 131 820 t et ceux-ci totalisent 1 554 233 t. Les teneurs du minerai, calculées pour le gisement, sont de 8,20% Zn, 0,56% Cu, 20,91 g/t Ag et 0,41 g/t Au.

3.1.2.1 Partie concordante des dépôts

La partie concordante des dépôts comprend deux membres distincts: la Tuffite Clef et le monticule. À proximité des dépôts, la Tuffite se subdivise en deux sous-unités soit la Tuffite inférieure présente sous les monticules et la Tuffite supérieure qui recouvre ceux-ci.

3.1.2.1.1 *Tuffite Clef*

La Tuffite Clef est composée de lits dont l'épaisseur moyenne est de 2 centimètres mais pourrait atteindre jusqu'à un mètre. Ces lits sont principalement composés de chert avec des concentrations variables de sulfures, de chlorite, d'épidote et de stilpnomélane. De plus, des lits pouvant atteindre 15 centimètres d'épaisseur et ayant comme composants la trémolite, l'actinote et le talc avec des quantités variables de pyrrhotite et de magnétite sont occasionnellement rencontrés. Roberts (1966) rapporte que les lits sont continus et que certains lits individuels sont observables sur une demi-douzaine de mètres. Les contacts entre la Tuffite Clef et les laves (rhyolitiques et basaltiques) sont nets, de même qu'avec les monticules sauf aux endroits où des cheminées sont présentes. Sur le flanc sud de l'anticlinal, le pendage de la Tuffite Clef est généralement de 45°. Toutefois à proximité des dépôts, la Tuffite supérieure, qui épouse la forme des monticules, a un pendage variable. Dans la partie centrale des dépôts, la Tuffite supérieure possède un faible pendage (Figs. 75 et 76). Cependant dans les parties sud et nord des dépôts, le contact monticule-basalte possède respectivement un fort pendage vers le sud (60° à 70°) et un fort pendage vers le nord (50° à 60°) (Figs. 74 à 79). Aux endroits où le pendage du contact monticule-basalte est très élevé, la Tuffite supérieure est absente. Ailleurs, celle-ci a une épaisseur qui varie de 15 centimètres à 18 mètres et ces variations, parfois brusques, peuvent se produire à l'intérieur de 3 à 4 mètres (Roberts, 1966). L'épaisseur de la Tuffite inférieure n'a pas été établie pour le dépôt no 1 Nord car celle-ci n'est observée que localement. Dans ce dépôt, la Tuffite inférieure n'est pas continue car les cheminées à caractère massif, qui sont

bien développées, recoupent cette sous-unité. Toutefois, la Tuffite inférieure est relativement continue sous les autres dépôts du gisement qui sont moins volumineux et dont les cheminées sont moins bien développées. Les lits de chert de couleur rougeâtre, décrits pour la Tuffite inférieure du gisement d'Isle-Dieu, sont également observés par Roberts (1966) dans les dépôts du gisement de Lac Mattagami. Des horizons de chert identiques à la Tuffite Clef sont également observés à l'intérieur des monticules. Sharpe (1968) rapporte que des horizons de chert, pouvant atteindre 45 centimètres d'épaisseur, sont localement remplacés par des sulfures discordants. Ces horizons de chert sont distribués, avec une attitude identique à la Tuffite supérieure, à l'intérieur de zones pouvant atteindre de 0,3 m à 3 m d'épaisseur.

3.1.2.1.2 Monticule

Sharpe (1968), Roberts (1966) et Costa (1980) ont nommé les sulfures massifs concordants composant les monticules "Layered and massive pyrite-sphalerite ore". Ces sulfures massifs concordants sont composés de lits de pyrite et de sphalérite dont l'épaisseur varie de 2 millimètres à 6 centimètres. La principale différence dans la composition des deux types de lits est le contenu en pyrite et en sphalérite. Les autres constituants, tels la pyrrhotite, la magnétite, la chalcoppyrite et l'arsénopyrite, sont distribués de façon homogène à travers les deux types de lits. Toutefois, la galène fait exception, car elle n'est présente que dans les lits de sphalérite. Les minéraux de gangue, présents dans les monticules, sont le quartz, la trémolite, le talc, la chlorite, le stilpnomélane et un carbonate qui est

l'ankérite. Parmi ces minéraux, le talc et la trémolite, bien que présents en faible concentration, sont les plus abondants à l'intérieur des monticules. Les minéraux de gangue sont distribués de deux façons à l'intérieur des lits de sulfures massifs concordants: des lits riches en quartz ayant un faible contenu en chlorite et des lits riches en talc et trémolite contenant peu de quartz et de chlorite. Les lits riches en quartz sont généralement associés à une sphalérite de couleur brun-jaune tandis que les lits riches en talc et trémolite sont associés à la pyrite ainsi qu'à une sphalérite de couleur brun-rouge. Des lits composés essentiellement de talc et de trémolite sont également rencontrés. Ces lits, d'une épaisseur de 6 à 12 centimètres ayant une extension latérale de moins de 2 mètres, sont intercalés avec les lits de sulfures massifs concordants. La sphalérite de couleur brun-jaune se retrouve dans les douze premiers mètres de la partie sommitale des monticules. Le litage des sulfures massifs concordants a une attitude qui est parallèle à l'attitude de la Tuffite supérieure (Figs. 74 à 79). Dans la partie basale du monticule, le litage est localement présent. Toutefois, dans la partie sommitale, certains lits sont observables sur une distance de plus de 6 mètres.

3.1.2.2 Partie discordante des dépôts

La partie discordante des dépôts est constituée de cheminées à filonnets de sulfures, de magnétite et de talc ainsi que de cheminées à caractère massif de sulfures et de talc. Sharpe (1968), Roberts (1966) et Costa (1980) ont nommé les CSM "Massive pyrite-pyrrhotite-magnetite ore" et les cheminées de talc massif "Talc-tremolite-actinolite-schist unit".

Les zones de cheminées, les cheminées individuelles ainsi que le rubanement des minéraux, présents à l'intérieur des cheminées, ont une direction N280° à N290° et un pendage de l'ordre de 70° à 85°. Les cheminées à filonnets de sulfures et de talc constituent respectivement les épontes des cheminées à caractère massif de sulfures et de talc. Les cheminées à filonnets de talc et de magnétite se retrouvent également à l'intérieur des CSM. De même, les cheminées à filonnets de sulfures et de magnétite sont localement présentes à l'intérieur des cheminées de talc massif. Cependant, la concentration de filonnets d'une composition donnée ne dépasse généralement pas 20% en volume à l'intérieur d'une cheminée à caractère massif d'une autre composition. Les cheminées à caractère massif sont particulièrement bien développées dans le volumineux dépôt no 1 Nord.

3.1.2.2.1 Cheminées de sulfures

Les CSM sont composées de plus de 70% en volume de sulfures. Les minéraux constituant les cheminées sont par ordre d'abondance: la pyrite, la pyrrhotite, le talc, la magnétite, la chalcopryrite et la sphalérite. La distribution de ces minéraux étant hétérogène, un constituant localement dominant peut être présent sous forme de traces dans d'autres parties des cheminées. Les CSM, dont la largeur varie de 0,3 mètre à plus de 30 mètres, sont composées de rubans de sulfures qui alternent avec des rubans millimétriques à centimétriques de talc. L'épaisseur moyenne des rubans est de 5 à 10 centimètres.

Les figures 74 à 79 montrent les CSM composant les dépôts du gisement. Ces cheminées, qui recoupent les sulfures massifs concordants, se terminent parfois dans la partie basale des monticules (Figs. 75, 76, 77 et 78), parfois dans la partie sommitale des monticules (Figs. 75, 76 et 77) ou encore recoupent la totalité des monticules et parfois une faible épaisseur de laves basaltiques sus-jacentes aux monticules (Figs. 74, 75, 76 et 79). Les cheminées à filonnets de sulfures se poursuivent généralement sur quelques mètres au-dessus des CSM. La figure 77 présente la composition des CSM à deux élévations différentes, soit à l'intérieur du monticule no 1 Nord et dans la partie basale des CSM recoupée par le niveau 960 (Fig. 80). La figure 79 montre les CSM des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud où la composition des CSM du dépôt no 2 Nord est présentée à deux élévations différentes, soit à l'intérieur du monticule et dans la partie basale des CSM recoupée par le niveau 600 (Fig. 81). Ce niveau, qui recoupe horizontalement la base de la CSM du dépôt no 2 Nord, recoupe également le monticule no 2 Sud. Vues en plan horizontal dans leur partie basale, les CSM, qui se terminent en forme de cône à base elliptique à l'intérieur des laves rhyolitiques, ont des dimensions limitées et des contacts bien définis (Figs. 80 et 81).

3.1.2.2.2 Cheminées de magnétite

Les cheminées de magnétite sont généralement composées de 20% à 60% de magnétite, ce qui les qualifie de cheminées à filonnets de magnétite. Les autres constituants de ces cheminées sont des sulfures, des fragments de matériel encaissant et du talc. Les sulfures sont principalement composés de pyrite et de pyrrhotite. Ce dernier minéral est principalement concentré au

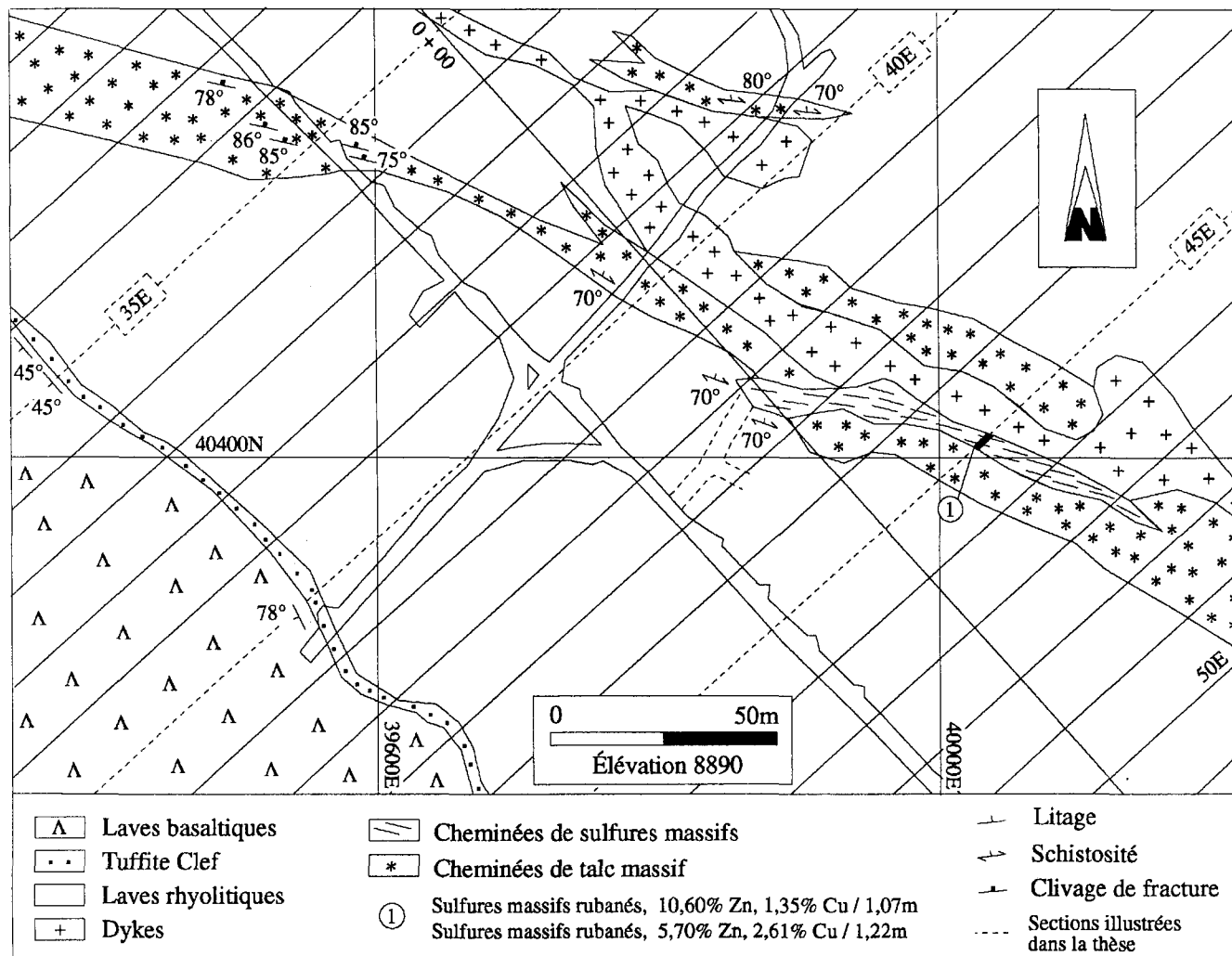


Figure 80: Géologie du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 960), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.

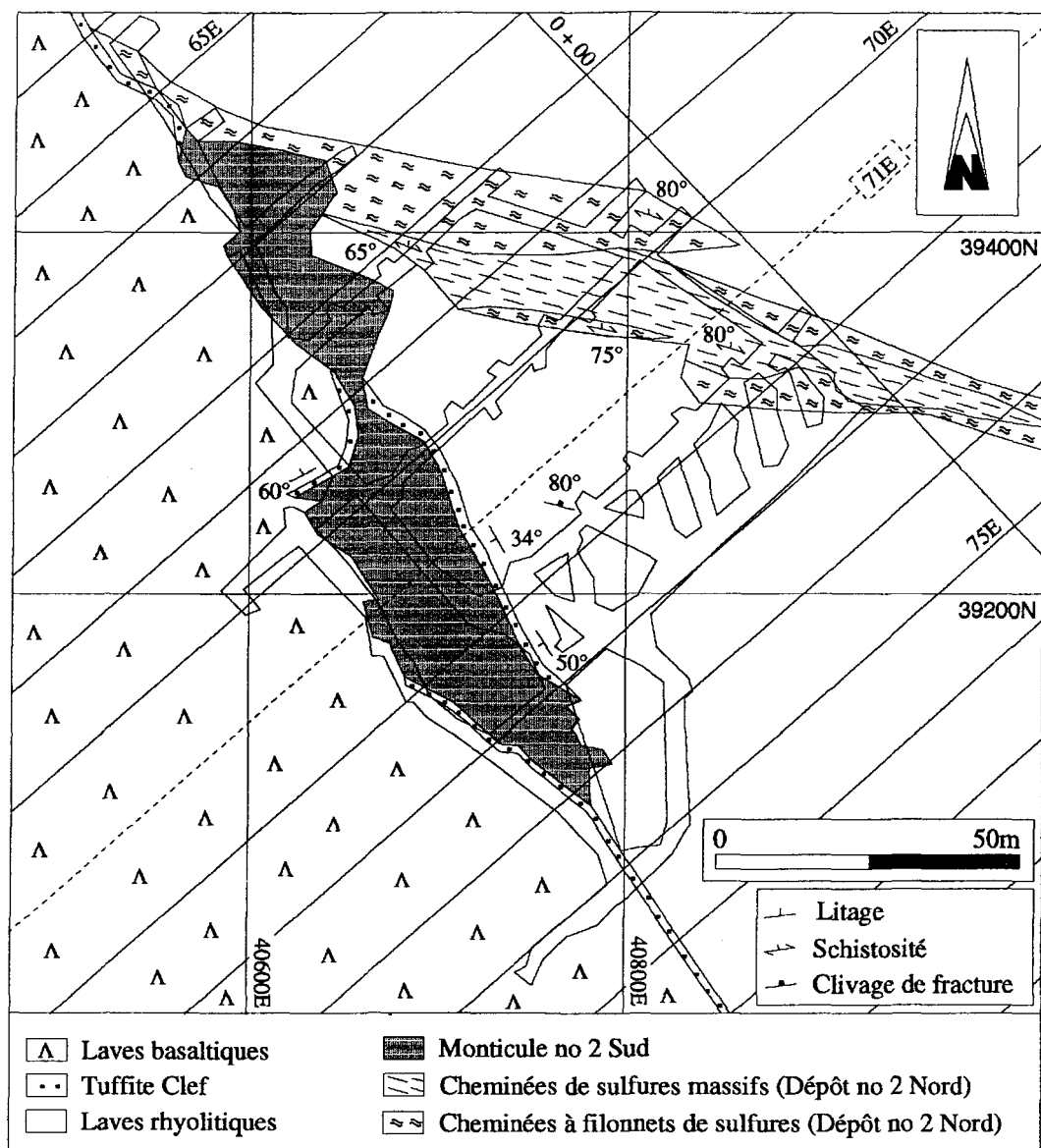


Figure 81: Géologie des dépôts nos 2 Nord et 2 Sud du gisement de Lac Mattagami présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 600), recoupant le monticule no 2 Sud et les zones de cheminées sous le monticule no 2 Nord.

contact entre la pyrite et la magnétite. Les cheminées de magnétite, considérées non-économiques, sont suffisamment volumineuses à l'intérieur du dépôt no 1 Nord pour être isolées du minerai et servir de pilier de soutènement. Ces cheminées, dont la largeur peut atteindre jusqu'à 30 mètres, recoupent les monticules et se terminent dans la partie basale de ceux-ci (Fig. 76). Seul les cheminées à filonnets de magnétite, composées de moins de 20% de magnétite, recoupent localement la partie sommitale des monticules et la base des laves basaltiques.

3.1.2.2.3 Cheminées de talc

Les cheminées à filonnets de talc sont principalement localisées en périphérie des cheminées de talc massif formant les épontes de ces dernières ainsi qu'à l'intérieur des cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif. À l'intérieur des cheminées de talc massif, le talc qui est le principal constituant se retrouve en association avec des quantités moindres de trémolite, d'actinote, de chlorite, de stilpnomélane, de biotite, de carbonates, de quartz, de muscovite, d'épidote et de zoïsité monoclinique, mentionnées par ordre d'abondance décroissante. Les principaux sulfures, dont la concentration ne dépasse pas 25% en volume, sont la pyrite, la pyrrhotite ainsi qu'un oxyde qui est la magnétite. Ces minéraux se présentent sous forme de filonnets millimétriques à centimétriques séparés par des bandes métriques de talc où une schistosité bien définie est présente. Les failles longitudinales aux dépôts sont également concentrées à l'intérieur des cheminées de talc massif. Dans la partie basale des cheminées, la pyrite est le principal sulfure rencontré. Les cheminées de talc massif peuvent atteindre

des puissances de 30 mètres de largeur, 120 mètres de longueur et 180 mètres de hauteur à l'intérieur du dépôt no 1 Nord. Ces cheminées se terminent parfois à la base du monticule (Fig. 78), parfois à l'intérieur du monticule (Figs. 75 et 77) ou encore recoupent la totalité du monticule ainsi que la partie basale des laves basaltiques (Figs. 75 et 76). La figure 82 présente les cheminées de talc massif pour chacun des niveaux d'exploitation du dépôt no 1 Nord. Comme le dépôt est incliné vers le nord-ouest (Fig. 71), les niveaux localisés plus profondément se retrouvent au nord-ouest tandis que les niveaux près de la surface sont situés au sud-est (Fig. 82). D'un niveau à l'autre, les cheminées de talc massif sont bien délimitées et celles-ci possèdent des directions relativement constantes. Les cheminées de talc massif, illustrées à la figure 82 sur les vues de plan du niveau 960 et du niveau de surface, sont respectivement présentées aux figures 80 et 83.

3.1.3 Distribution spatiale des métaux

Les métaux, à l'intérieur du dépôt no 1 Nord, suivent une distribution discordante ainsi qu'une distribution concordante. Les figures 84 et 85 montrent respectivement les isocontours des teneurs en zinc et en cuivre pour le dépôt no 1 Nord. La géologie de ces sections, qui sont transversales au dépôt, est présentée à la figure 75. Pour les deux métaux, la distribution discordante est dominante tandis que la distribution concordante n'est que localement observée. La figure 84 présente la distribution concordante des teneurs en zinc pour la section 35E. La variation des teneurs en zinc, s'effectuant parallèlement au plan de la séquence stratigraphique, n'est observable que dans la partie sommitale du monticule aux endroits où les

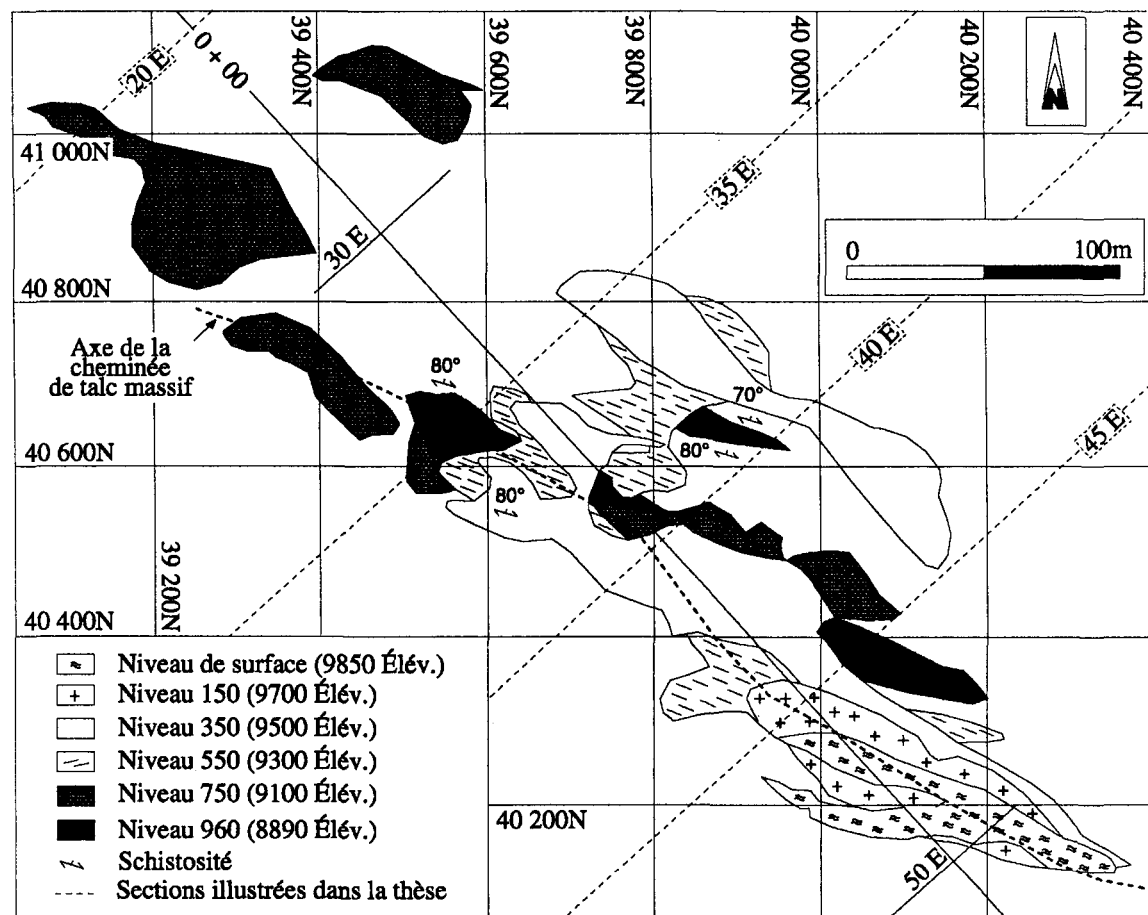


Figure 82: Isobathes des cheminées de talc massif pour différents niveaux d'exploitation à l'intérieur du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami. Modifiée de Yawnghe (1973).

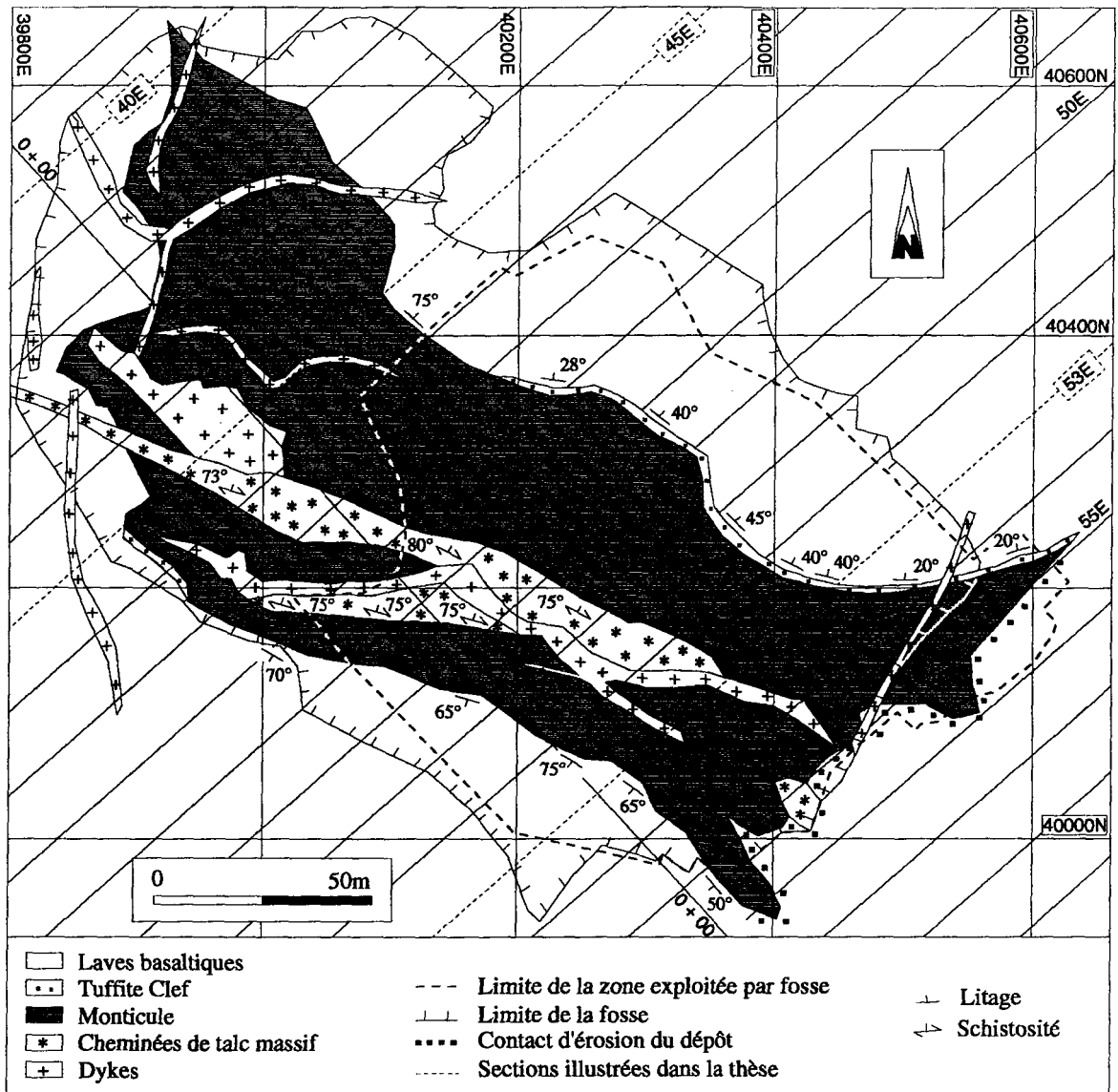


Figure 83: Plan de surface du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD (1970).

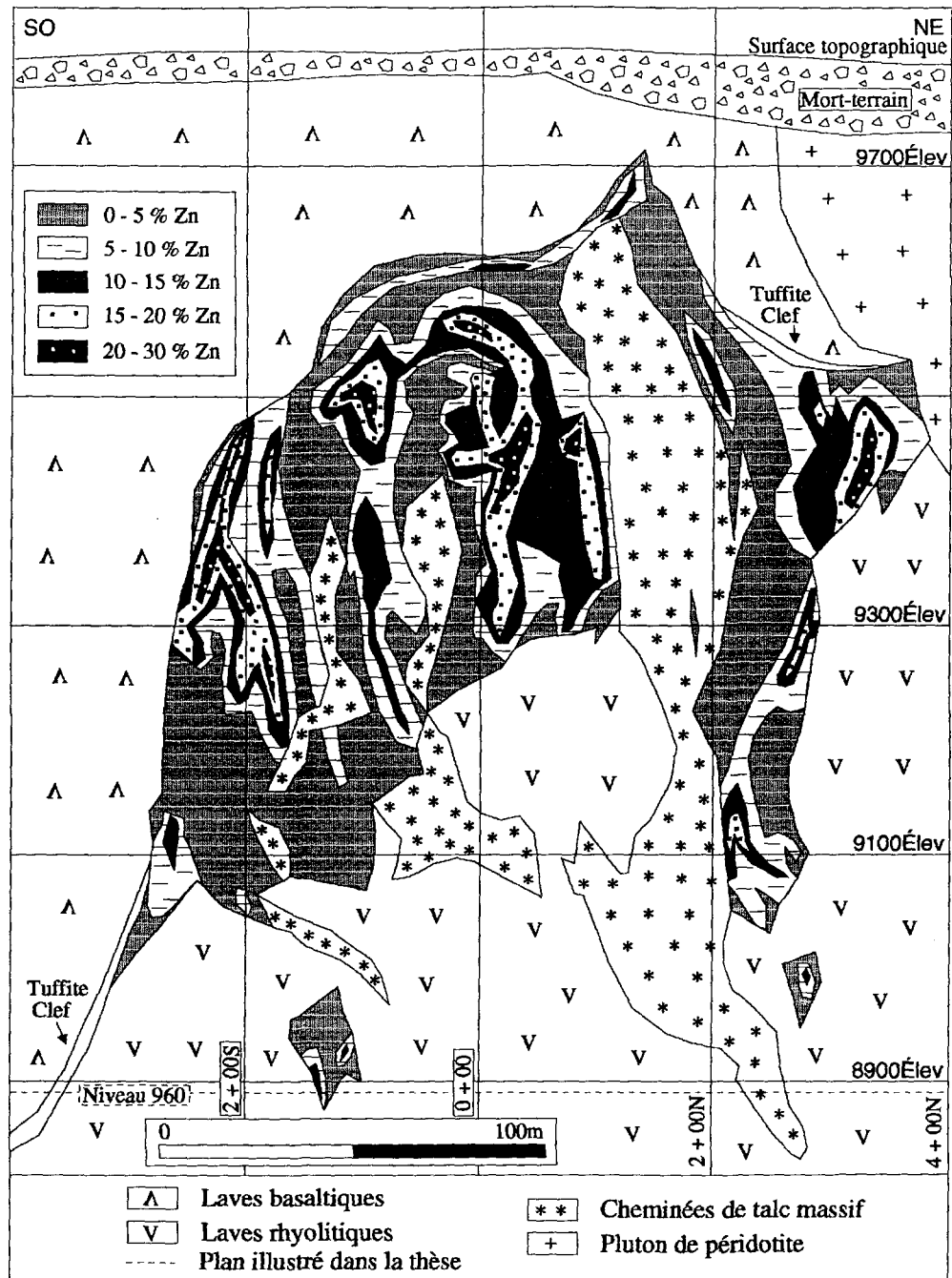


Figure 84: Isocontours des teneurs en zinc du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentés sur la section transversale 35 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD.

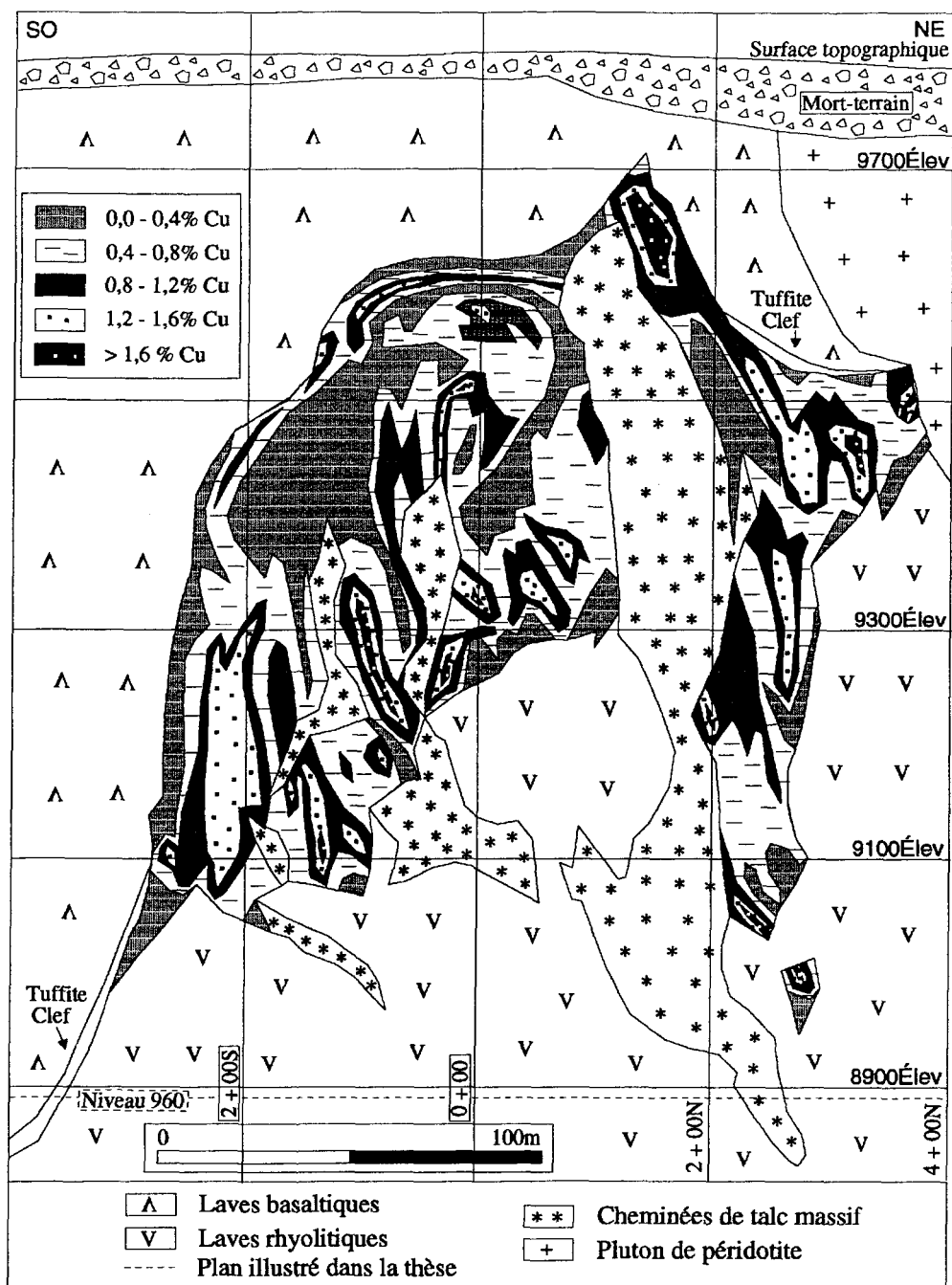


Figure 85: Isocontours des teneurs en cuivre du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami présentés sur la section transversale 35 E. Modifiée de Mattagami Lake Mines LTD.

CSM et les cheminées de talc massif sont absentes. Par contre, la distribution discordante, qui est bien définie, se superpose à la distribution concordante à l'intérieur de l'ensemble du monticule et masque la distribution concordante. Les teneurs en zinc croissent ainsi latéralement et symétriquement du centre vers l'extérieur des CSM, qui recoupent le monticule et diluent les teneurs en zinc des sulfures massifs concordants. La position des CSM, riches en pyrite et en pyrrhotite, correspond principalement aux zones où les teneurs sont de 0% à 5% de zinc. Les CSM isolent ainsi des bandes composées de sulfures massifs concordants dont le litage, lorsque préservé, est parallèle à l'attitude de la séquence stratigraphique. Ces bandes partiellement recoupées par les CSM et les différentes cheminées à filonnets possèdent des teneurs qui varient de 5% à 30% de zinc.

Les isocontours des teneurs en cuivre de la section 35E sont présentés à la figure 85. La distribution concordante est mieux définie pour les teneurs en cuivre que pour les teneurs en zinc. Globalement, la partie basale du monticule, recoupée par de nombreuses cheminées, est plus riche en cuivre que la partie sommitale. De plus, dans la partie sommitale du monticule, une distribution concordante des teneurs en cuivre est présente sur une faible épaisseur. La distribution discordante des teneurs en cuivre est bien définie. Les CSM, présentes à l'intérieur du monticule, diluent les teneurs en zinc (Fig. 84). Par contre les cheminées de sulfures, plus riches en cuivre que les sulfures massifs concordants, augmentent les teneurs en cuivre à l'intérieur du monticule (Fig. 85). Dans la partie sommitale du monticule, la position des teneurs élevées en cuivre correspond

principalement à la position des cheminées à filonnets de sulfures tandis que dans la partie basale du monticule; la position des teneurs élevées en cuivre correspond à la position des CSM et des cheminées à filonnets de sulfures.

3.1.4 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts

Les relations chronologiques et géométriques pour les dépôts du gisement de Lac Mattagami sont identiques à celles décrites pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 52). Toutefois, la partie discordante du volumineux dépôt no 1 Nord est beaucoup mieux développée que la partie discordante des autres dépôts. Ainsi, la partie concordante du dépôt no 1 Nord est recoupée par un plus grand volume de cheminées et les caractéristiques propres à la partie concordante, tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert à l'intérieur des monticules ainsi que la Tuffite inférieure, sont partiellement détruites par la présence des cheminées bien développées.

3.1.5 Configuration spatiale des dépôts

La présente section de ce document a pour but de définir l'étendue des parties concordante et discordante de chacun des dépôts composant le gisement de Lac Mattagami. Les paramètres géométriques des monticules et des cheminées, utilisés pour construire les projections en plan et en section longitudinale des dépôts, sont présentés à l'intérieur de tableaux. Ces données servent à établir la dimension et la répartition des CSM et des cheminées de talc massif par rapport à la géométrie des monticules et

d'évaluer la proportion de sulfures massifs contenue dans les CSM par rapport aux monticules. La répartition des CSM est également étudiée en ce qui concerne les cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule (CSMU) et les cheminées de sulfures massifs sous-jacentes aux monticules (CSMO). La méthodologie, pour la collecte des données, est la même que celle décrite pour le gisement d'Isle-Dieu.

Les dépôts, projetés sur une vue en plan horizontal, ont une forme elliptique dont l'orientation nord-ouest est relativement constante d'un dépôt à l'autre (Fig. 70). Projetés sur une section longitudinale, les dépôts possèdent un angle de chute de 30° vers le nord-ouest (Fig. 71). Cette inclinaison, comme expliquée pour le gisement d'Isle-Dieu, est attribuable à l'orientation du plan de la Tuffite Clef contenant les monticules par rapport à l'orientation du plan contenant les cheminées. Sur une vue de plan horizontal, cette différence angulaire entre les deux plans est en moyenne de 25° . Les vues de plan horizontal des niveaux 960, 600 et de surface montrent respectivement des différences angulaires de 25° , 30° et 20° formées par l'intersection du plan de la Tuffite Clef contenant les monticules et des plans contenant les cheminées (Figs. 80, 81 et 83).

Dans l'ensemble, les sulfures massifs composant les dépôts du gisement de Lac Mattagami sont concentrés de 75% à 85% à l'intérieur des monticules et de 15% à 25% à l'intérieur des CSM extérieures aux monticules. Les CSMO sont généralement présentes sur toute la longueur des monticules sauf, dans les extrémités de ceux-ci où elles se terminent par des cheminées à

filonnets de sulfures. Les CSMU sont généralement présentes au-dessus des CSMO mais ne sont pas continues. Dans certains cas, des CSMU ne sont pas associées à des CSMO. D'une façon générale, les CSM possédant la hauteur maximale à l'intérieur des dépôts sont localisées dans la partie centrale de ceux-ci où les CSMO et les CSMU sont présentes. Les cheminées de talc massif et les cheminées riches en magnétite sont associées au volumineux dépôt no 1 Nord. Les cheminées de talc massif sous-jacentes au monticule sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans ses extrémités où elles se terminent par des cheminées à filonnets de talc tandis que les cheminées de talc massif sus-jacentes au monticule ne sont présentes que localement dans la partie centrale du monticule. Les CMM ne sont pas observées mais des cheminées possédant des concentrations de 20% à 60% de magnétite sont localement observées. Les cheminées à filonnets de talc et de magnétite sont localement observées dans la partie sus-jacente aux monticules.

3.1.5.1 Dépôt no 1 Nord

Le dépôt no 1 Nord, le plus volumineux du gisement, possède les CSM et les cheminées de talc massif les mieux développées du gisement. Une portion de la partie sommitale du dépôt, localisée au sud-est, a été érodée. Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 75% à l'intérieur du monticule tandis que 25% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableaux 15 et 16). Les figures 86 et 87 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule, les CSM et les cheminées de talc massif les mieux développées

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	h Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g, h et i ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
55 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	Nul	38,10	19,81	100	0
54 E	Nul	9,14	Nul	9,14	Nul	4,57	12,19	19,81	9,14	30,48	95	5
53 E	Nul	15,24	Nul	15,24	Nul	3,05	6,10	9,14	15,24	39,62	95	5
52 E	Nul	24,38	Nul	24,38	Nul	9,14	24,38	24,38	24,38	51,81	95	5
51 E	Nul	33,53	Nul	33,53	Nul	7,62	13,72	28,95	33,53	57,91	95	5
50 E	Nul	42,67	Nul	42,67	Nul	7,62	18,29	36,57	42,67	60,96	95	5
49 E	Nul	73,15	Nul	73,15	Nul	6,10	15,24	39,62	15,24	82,29	95	5
48 E	Nul	91,44	Nul	91,44	Nul	2,74	15,24	30,48	76,20	82,29	95	5
47 E	Nul	76,20	Nul	76,20	Nul	7,62	30,48	60,96	54,86	97,53	95	5
46 E	Nul	192,01	Nul	192,01	Nul	7,62	18,29	39,62	192,01	94,48	95	5
45 E	Nul	182,87	Nul	182,87	Nul	7,01	12,19	27,43	164,58	134,11	65	35
44 E	Nul	152,39	nul	152,39	Nul	3,96	45,72	45,72	137,15	143,25	60	40
43 E	Nul	146,30	Nul	146,30	Nul	9,14	30,48	39,62	134,11	140,20	60	40
42 E	Nul	152,39	Nul	152,39	Nul	9,14	24,38	42,67	134,11	134,11	65	35
41 E	Nul	146,30	Nul	146,30	Nul	7,31	6,10	36,57	143,25	134,11	65	35
40 E	140,20	109,72	24,38	249,92	24,38	32,00	57,91	91,44	97,53	121,91	70	30
39 E	115,82	103,63	15,24	219,45	18,29	15,24	42,67	57,91	103,63	100,58	70	30
38 E	128,01	79,24	15,24	207,25	19,81	6,10	21,33	27,43	64,00	112,77	70	30
37 E	121,91	64,00	18,29	185,92	15,24	7,62	51,81	59,43	54,86	103,63	70	30
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule												

Tableau 15: Paramètres géométriques du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	h Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g, h et i ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
36 E	140,20	109,72	21,33	249,92	7,62	5,49	30,48	45,72	109,72	118,87	70	30
35 E	143,25	109,72	27,43	252,97	15,24	21,33	82,29	103,63	60,96	115,82	70	30
34 E	138,68	100,58	41,15	239,26	32,00	21,33	30,48	51,81	60,96	97,53	65	35
33 E	149,34	97,53	64,00	246,88	24,38	25,91	30,48	56,39	54,86	85,34	60	40
32 E	108,20	85,34	41,15	193,54	42,67	27,43	30,48	48,77	42,67	67,05	65	35
31 E	91,44	79,24	21,33	170,68	7,62	18,29	6,10	36,57	54,86	70,10	70	30
30 E	60,96	73,15	Nul	134,11	Nul	24,38	82,29	137,15	39,62	60,96	60	40
29 E	76,20	64,00	21,33	140,20	10,67	6,10	21,33	36,57	45,72	54,86	65	35
28 E	88,39	76,20	39,62	164,58	13,72	18,29	30,48	48,77	48,77	48,77	70	30
27 E	73,15	103,63	18,29	176,78	12,19	21,33	18,29	21,33	60,96	54,86	65	35
26 E	64,00	88,39	21,33	152,39	24,38	6,10	Nul	12,19	45,72	42,67	70	30
25 E	50,29	73,15	16,76	123,44	15,24	13,72	Nul	25,91	51,81	33,53	75	25
24 E	60,96	76,20	24,38	137,15	7,62	19,81	Nul	19,81	57,91	36,57	80	20
23 E	82,29	97,53	27,43	179,82	24,38	12,19	Nul	21,33	67,05	54,86	75	25
22 E	51,81	82,29	27,43	134,11	27,43	18,29	Nul	18,29	51,81	24,38	60	40
21 E	48,77	112,77	33,53	161,54	19,81	6,10	Nul	6,10	112,77	15,24	70	30
20 E	48,77	18,29	18,29	67,05	13,72	9,14	Nul	9,14	18,29	30,48	95	5
19 E	Nul	39,62	Nul	39,62	Nul	7,62	Nul	7,62	18,29	21,33	95	5
											75	25
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule												
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule												
CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule												

Tableau 16: Paramètres géométriques du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami (Suite du tableau 15).

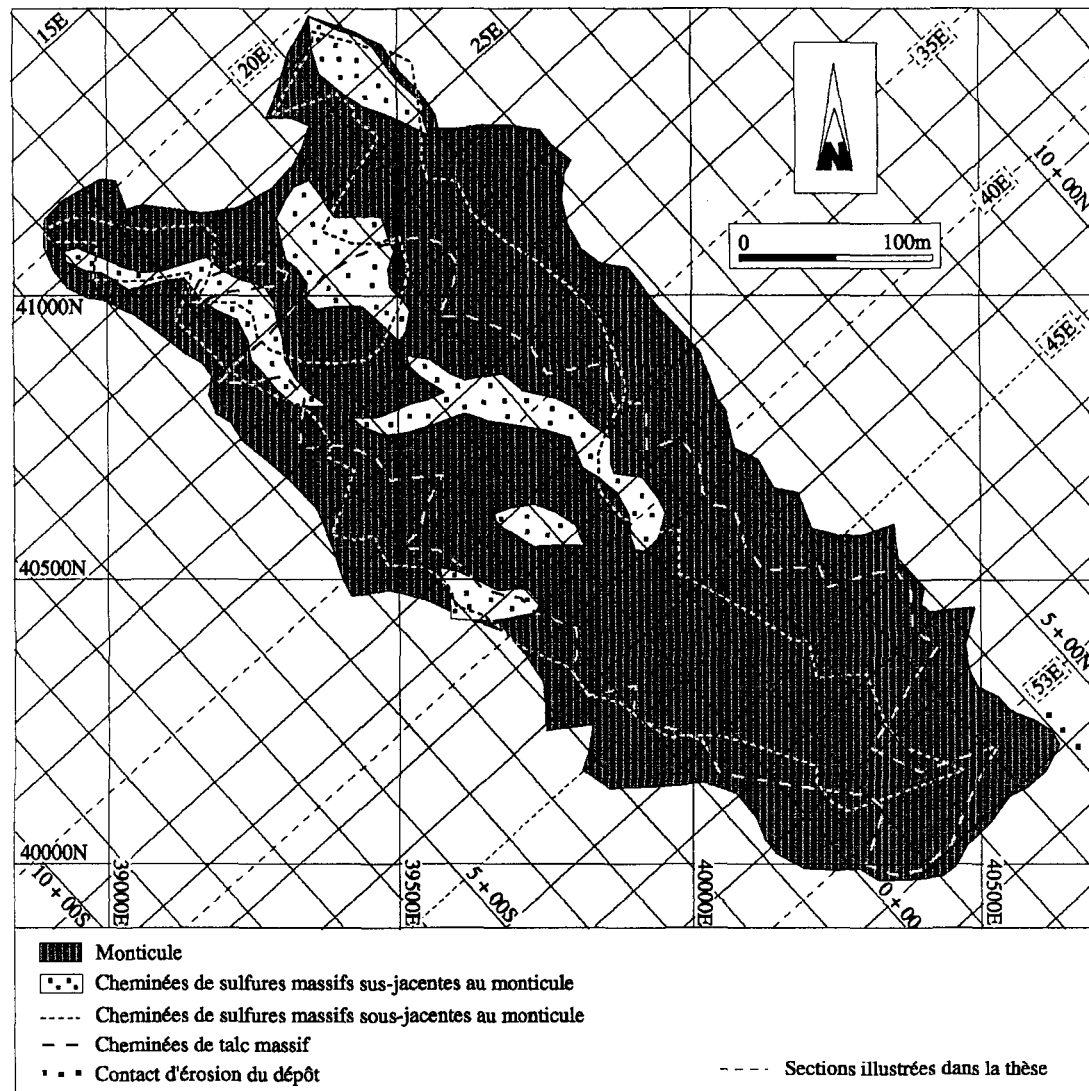


Figure 86: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.

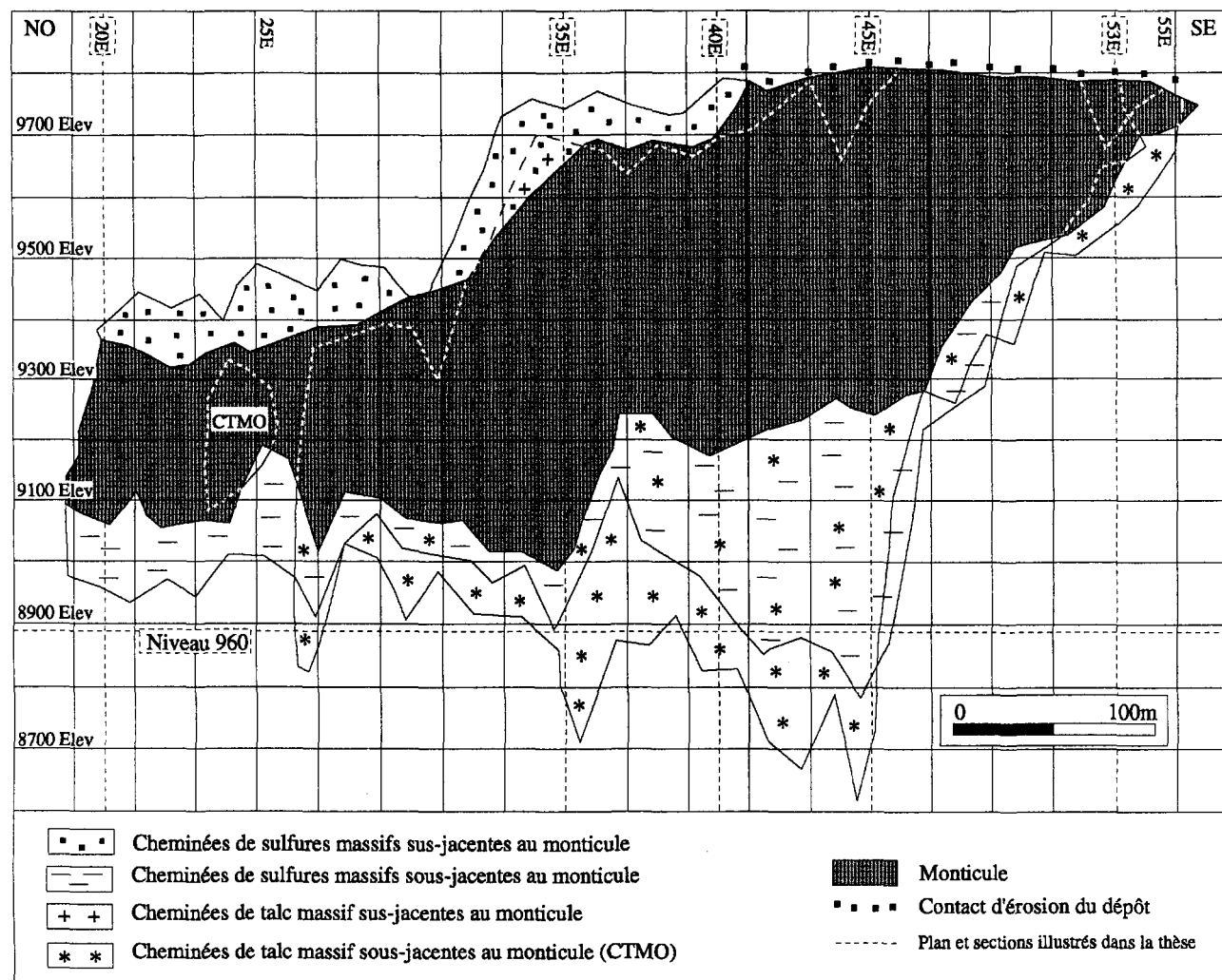


Figure 87: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.

sont illustrés. Les figures 74, 75, 76, 77, et 78 montrent respectivement les sections géologiques 20E, 35E, 40E, 45E et 53E qui recoupent transversalement le dépôt. Les vues de plan horizontal des niveaux 960 et de surface, recoupant ce dépôt, sont respectivement présentées aux figures 80 et 83. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans l'extrémité sud-est (Figs. 86 et 87) tandis que les CSMU sont réparties sporadiquement sur toute la longueur du monticule à l'ouest de la section 41E (Fig. 86). La partie sommitale du dépôt à l'est de cette section étant érodée, les CSMU ne sont pas préservées (Figs. 71, 72, 86 et 87). La figure 72 montre la localisation des CSMU par rapport au monticule ainsi que la partie érodée. Les cheminées de talc massif sous-jacentes au monticule sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf à l'ouest de la section 23E (Figs. 86 et 87). Par contre, les cheminées de talc massif sus-jacentes au monticule ne sont présentes qu'entre les sections 32E et 36E (Fig. 87). Dans l'ensemble, la distribution des cheminées à caractère massif de sulfures et de talc, sus-jacentes au monticule, est spatialement restreinte. Ces cheminées ne sont pas présentes sur toute la longueur des cheminées à caractère massif de sulfures et de talc, sous-jacentes au monticule. Les CSM atteignent une hauteur maximale de 252,97 m sur la section 35E. De cette hauteur, 109,72 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 143,25 m au-dessus de celle-ci dont 27,43 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 16). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 32,00 m et de 42,67 m tandis que la largeur maximale des cheminées de talc massif sous le monticule est de 82,29 m. Les tableaux 15 et 16 présentent, pour chaque section transversale du dépôt, les valeurs des paramètres géométriques des

cheminées et du monticule qui ont servi à construire les figures 86 et 87. Le tableau 17 présente la composition des cheminées à leur sommet et à leur base ainsi que les références d'où proviennent ces informations. Ce tableau révèle que pour les six types de cheminées, seul les CMM n'ont pas été observées à l'intérieur des laves basaltiques tandis que les cheminées de talc massif atteignent une hauteur de 109,72 m. Par contre sous la Tuffite Clef, les cheminées à filonnets de magnétite, composées de 20% à 60% de magnétite, sont communes mais les CMM n'ont pas été observées. De plus, les cheminées de talc massif sont présentes à plus grande profondeur sous la Tuffite Clef que les CSM. Ce tableau révèle également que les cheminées à filonnets possèdent une hauteur supérieure, ou parfois égale dû au manque d'information, aux cheminées à caractère massif de même composition.

3.1.5.2 Dépôt no 1 Sud

Le dépôt no 1 Sud est un petit dépôt satellite du dépôt no 1 Nord, localisé au sud-est de ce dernier (Figs. 70, 71, 72 et 77). Les sulfures massifs composant ce dépôt sont concentrés à 75% à l'intérieur du monticule tandis que 25% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 18). Les figures 88 et 89 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 77 montre la section géologique qui est transversale au dépôt. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du dépôt sauf dans les extrémités nord-ouest et sud-est tandis que les CSMU sont absentes (Figs. 77, 88 et 89). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 45,72 m sous la Tuffite Clef sur la section 46E (Tableau 18 et Fig. 89)

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections / forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	121,91	34 / U-1-137	Présence de chlorite et talc Sulfures massifs (Sp, Cp, Py, Po) 8,20% Zn, 0,52% Cu / 15,85m	152,39	45 / U-5-20	Sulfures massifs rubanés, (Py, Po, Sp, Cp) 9,50% Zn, 1,76% Cu / 5,79m
Cheminées à filonnets de sulfures	121,91 et plus	34 / U-1-137	Prolongement vers le haut de la CSM ci-haut mentionnée	182,87	45 / U-5-43	(Py, Po, Sp, Cp), Présence de talc et chlorite, 4,20% Zn, 0,25% Cu / 7,01m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées, toutefois de 20% à 60% de Mag. est commun à la base du monticule
Cheminées à filonnets de magnétite	121,91	34 / U-1-137	Présence de talc semi-massif et de magnétite / 1,52m	64,00	44 / U-4-223	Sulfures massifs (Py, Cp) et 1% de magnétite, 0,10% Zn, 1,60% Cu / 0,61m
Cheminées de talc massif	109,72	34 / U-1-138	Talc massif et magnétite 15% de sulfures (Sp, Cp, Py, Po) 1,50% Zn, 0,20% Cu / 10,67m	213,35	45 / U-5-44	Talc massif / 9,14m
Cheminées à filonnets de talc	121,91	34 / U-1-137	Présence de talc semi-massif et de magnétite / 1,52m	228,59	45 / U-5-44	Présence de chlorite et talc / 4,57m

Tableau 17: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
48 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	6,10	100	0
47 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	9,14	100	0
46 E	Nul	45,72	Nul	45,72	Nul	3,05	3,05	45,72	22,86	80	20
45 E	Nul	33,35	Nul	33,35	Nul	6,10	6,10	33,53	27,43	45	55
44 E	Nul	21,33	Nul	21,33	Nul	21,33	21,33	21,33	45,72	35	65
43 E	Nul	21,33	Nul	21,33	Nul	4,57	4,57	21,33	27,43	60	40
42 E	Nul	39,62	Nul	39,62	Nul	12,19	12,19	30,48	10,67	55	45
41 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	6,10	100	0
40 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	6,10	100	0
										75	25
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 18: Paramètres géométriques du dépôt no 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.

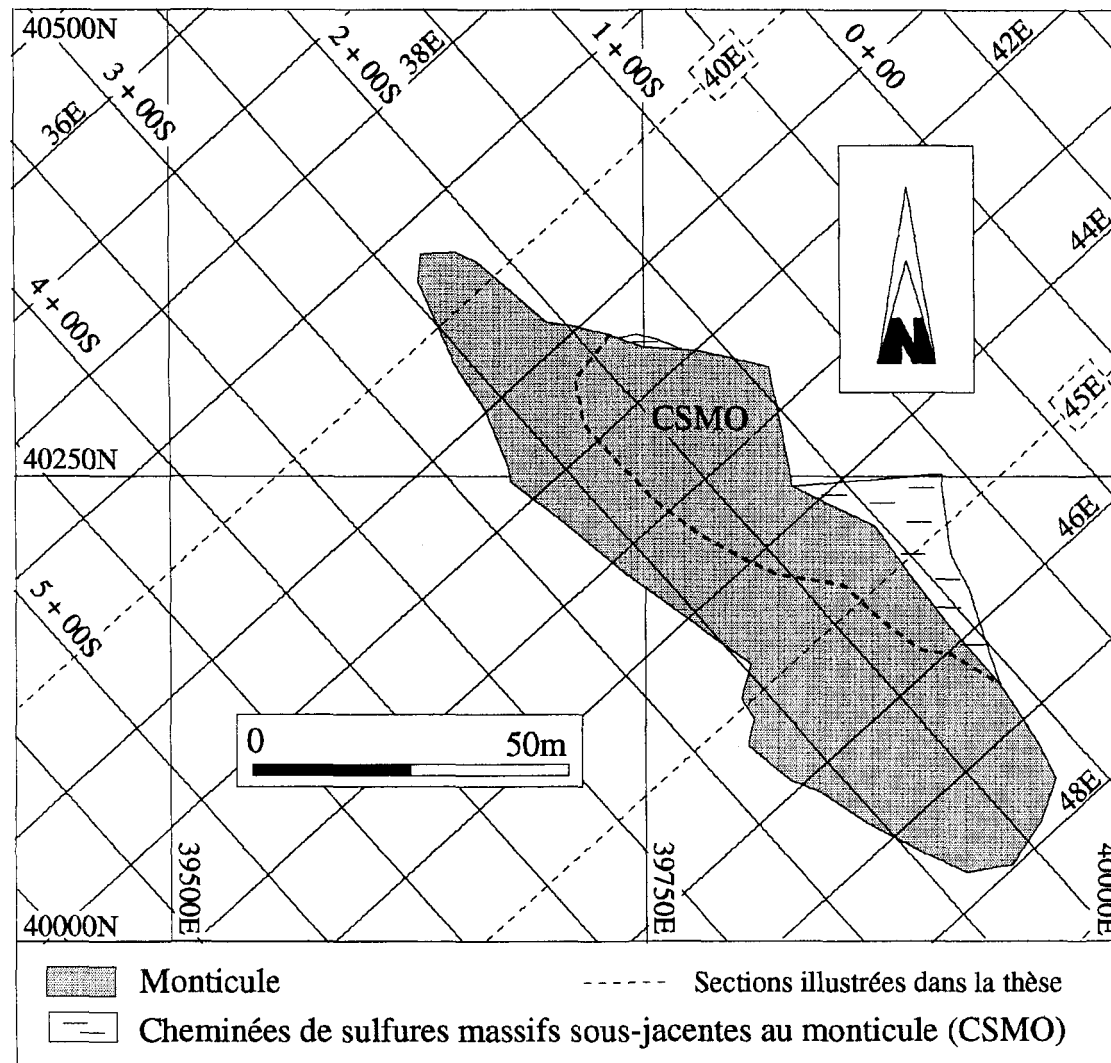


Figure 88: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.

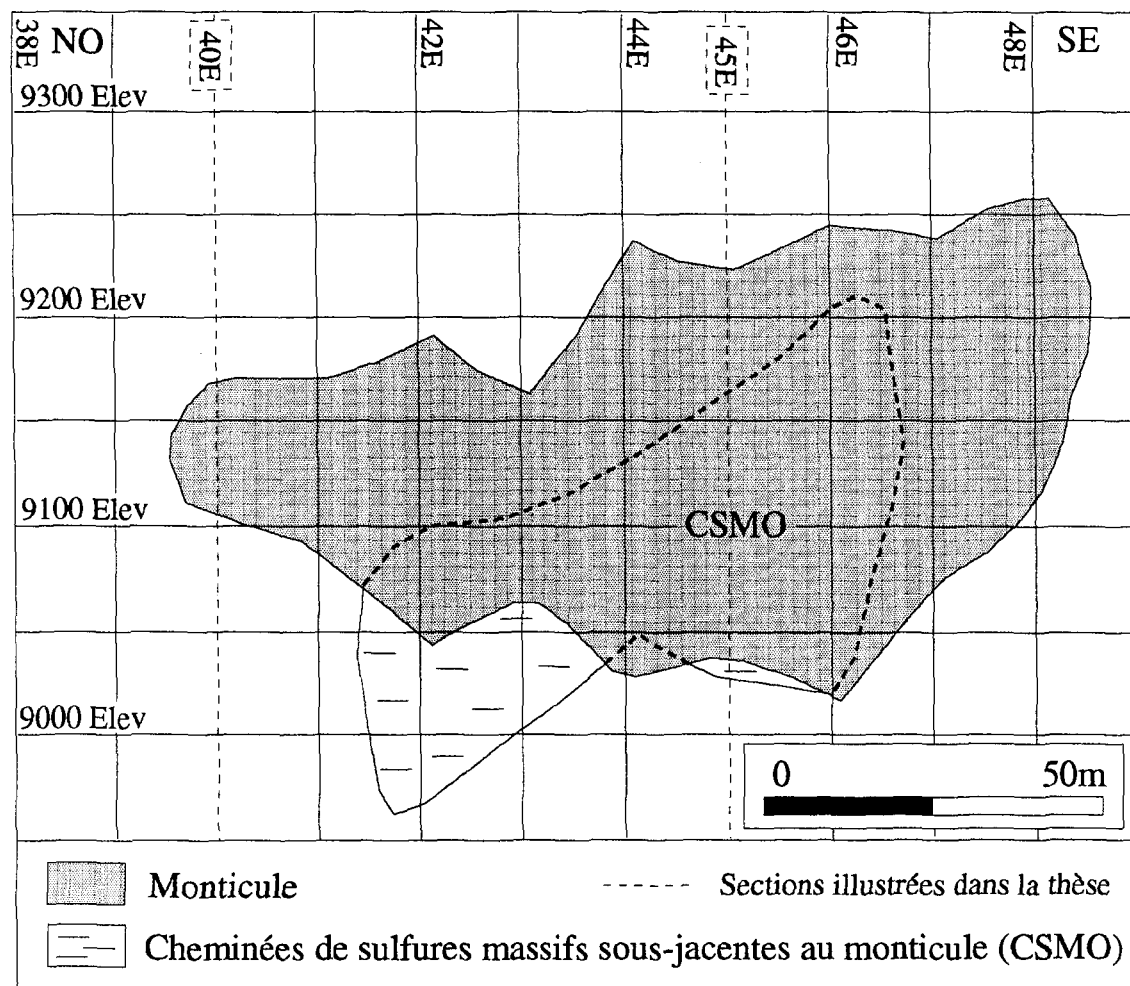


Figure 89: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 Sud du gisement de Lac Mattagami.

tandis que la largeur maximale des CSMO est de 21,33 m. Les cheminées à caractère massif de talc et de magnétite sont absentes dans ce dépôt.

3.1.5.3 Dépôt no 2 Nord

Le dépôt no 2 nord est localisé au sud-est du dépôt no 1 Nord (Fig. 70). Les sulfures massifs composant ce dépôt sont concentrés à 80% à l'intérieur du monticule tandis que 20% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 19). Les figures 90 et 91 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 79 montre la section géologique qui est transversale au dépôt. La vue de plan horizontal du niveau 600, recoupant les cheminées sous-jacentes au monticule de ce dépôt, est présentée à la figure 81. Les CSMO et les CSMU sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans les extrémité nord-ouest et sud-est (Figs. 90 et 91). La figure 73 montre la position des CSMU par rapport au monticule. Les CSMO atteignent une hauteur maximale de 155,44 mètres sur la section 72. De cette hauteur, 70,10 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 85,34 m au-dessus de celle-ci dont 36,57 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 19). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 15,24 m et de 18,29 m. Le tableau 20 indique que les cheminées à caractère massif de magnétite et de talc sont absentes dans ce dépôt. Par contre, les cheminées à filonnets de magnétite sont présentes jusqu'à 86,86 m au-dessus de la Tuffite Clef tandis que les cheminées à filonnets de talc sont présentes jusqu'à 115,81 m sous la Tuffite Clef.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
76	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	12,19	100	0
75	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	18,29	100	0
74	54,86	27,43	24,38	82,29	1,52	4,57	4,57	15,24	30,48	80	20
73	67,05	39,62	21,33	106,67	12,19	3,05	3,05	39,62	45,72	65	35
72	76,20	54,86	24,38	131,06	10,67	1,52	1,52	54,86	51,81	75	25
71	85,34	70,10	36,57	155,44	18,29	9,14	9,14	70,10	48,77	65	35
70	85,34	67,05	48,77	152,39	16,76	15,24	15,24	67,05	36,57	60	40
69	67,05	45,72	27,43	112,77	9,14	13,72	30,48	21,33	39,62	75	25
68	51,81	67,05	18,29	118,87	7,62	1,52	1,52	67,05	33,53	85	15
67	Nul	27,43	Nul	27,43	Nul	Nul	Nul	Nul	9,14	95	5
										80	20
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 19: Paramètres géométriques du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.

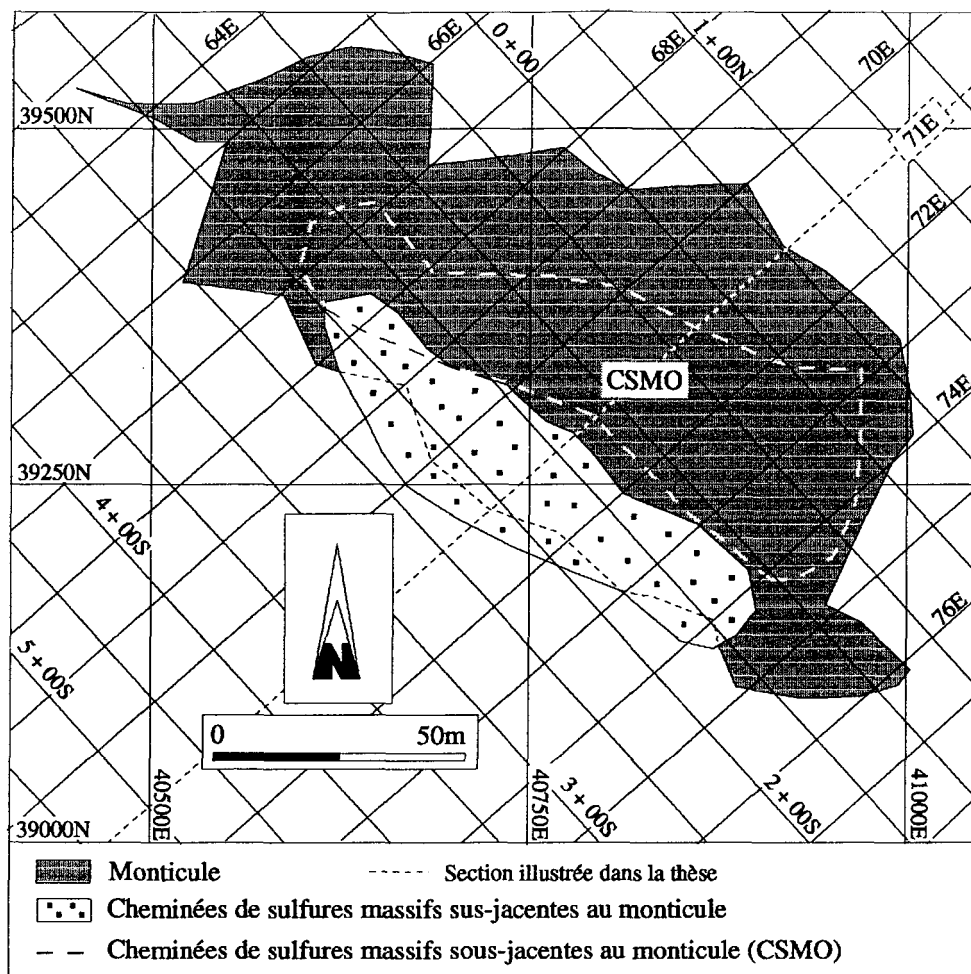


Figure 90: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.

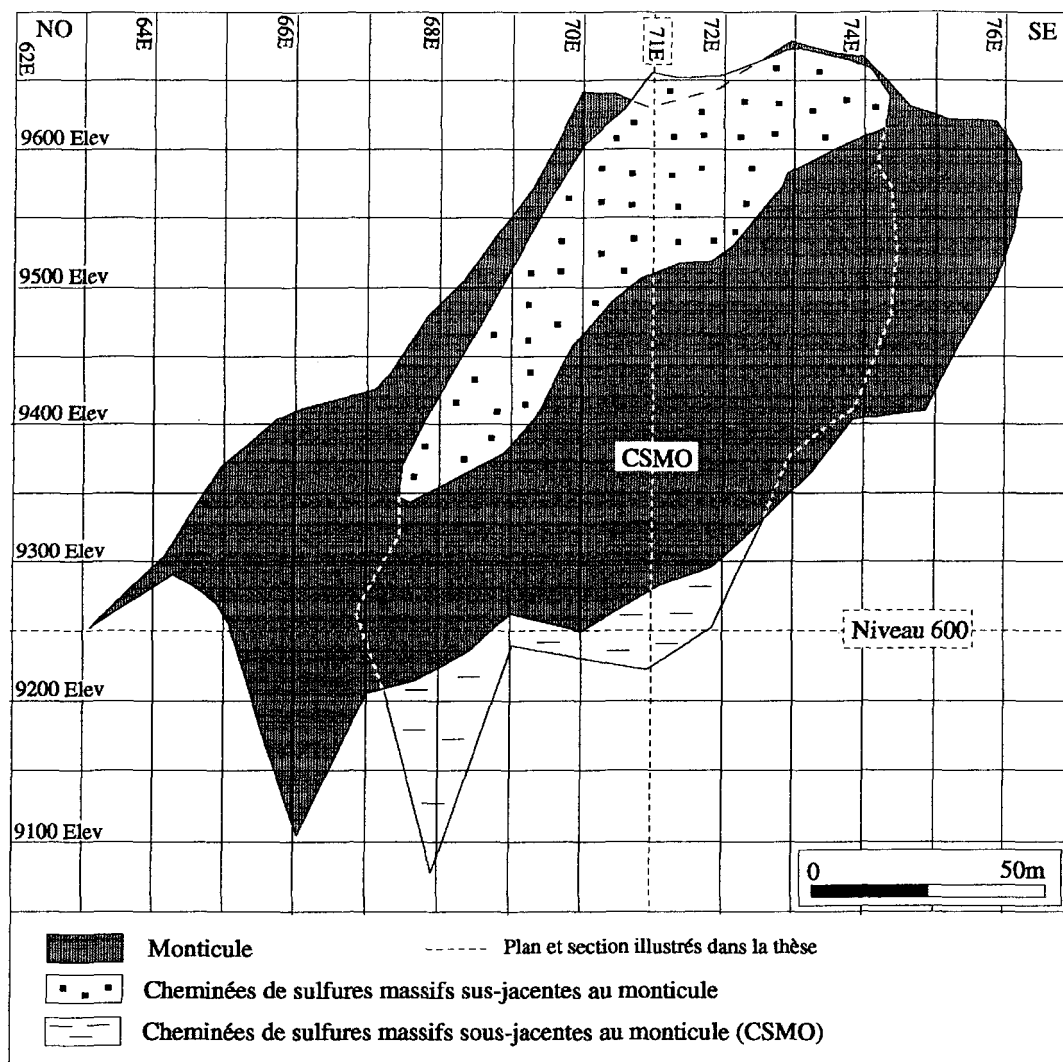


Figure 91: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	85,34	70 et 71 / U-2-270	Sulfures massifs rubanés, (Py, Sp, Cp), 9,70% Zn, 0,48% Cu / 10,92m	112,77	68 / U-3-322	60% de Py avec traces de Cp / 8,82m
Cheminées à filonnets de sulfures	86,86	70 et 71 / U-2-59	10% sulfures (Py, Po, Cp) / 5,04m	152,39	71 / U-4-340	4,3% Zn, Traces de Cu / 2,10m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	86,86	70 et 71 / U-2-59	Présence de magnétite avec 10% sulfures (Py, Po, Cp)	—	—	Non-observées
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	115,81	71 / S-4-161	Présence de chlorite et de talc, roche cisailée, 0,90% Zn, 0,20% Cu

Tableau 20: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami.

3.1.5.4 Dépôt no 2 Sud

Le dépôt no 2 sud est un petit dépôt satellite du dépôt no 2 Nord, localisé au sud de ce dernier (Figs. 70, 71, 73 et 79). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 85% à l'intérieur du monticule tandis que 15% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 21). Les figures 92 et 93 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 79 montre la section géologique qui est transversale à ce dépôt tandis que la figure 81 présente la vue de plan horizontal du niveau 600 qui recoupe le monticule de ce dépôt. Les CSMO sont localisées entre les sections 70+50 E et 74+50 E tandis que les CSMU sont situées entre les sections 68+50 E et 75+50 E (Figs. 92 et 93). Les extrémités ouest des CSMO et des CSMU ont des directions qui diffèrent de 25° (Fig. 92). La figure 73 montre la localisation des CSMU par rapport au monticule. Les CSMO ne sont pas présentes sur toute la longueur des CSMU (Fig. 93). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 48,77 m sur la section 73E. De cette hauteur, 6,10 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 42,67 m au-dessus de celle-ci dont 21,33 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 21). Les CSMO et les CSMU ont une largeur maximale de 9,14 m. Les cheminées à caractère massif de talc et de magnétite sont absentes dans ce dépôt.

3.2 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GISEMENT D'ORCHAN

Le gisement d'Orchan est le troisième gisement dans le camp minier, précédé dans l'ordre de Lac Mattagami puis de Norita, et le second sur le

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
75	24,38	Nul	21,33	24,38	1,52	Nul	Nul	Nul	3,05	70	30
74	30,48	10,67	15,24	41,15	6,10	Nul	Nul	Nul	15,24	85	15
73	42,67	6,10	21,33	48,77	6,10	Nul	Nul	Nul	21,33	75	25
72	33,53	7,62	15,24	41,15	6,10	Nul	Nul	Nul	18,29	80	20
71	25,91	19,81	15,24	45,72	4,57	9,14	9,14	19,81	10,67	90	10
70	36,57	Nul	21,33	36,57	6,10	Nul	Nul	Nul	15,24	95	5
69	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	12,19	100	0
68	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	9,14	100	0
										85	15
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 21: Paramètres géométriques du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.

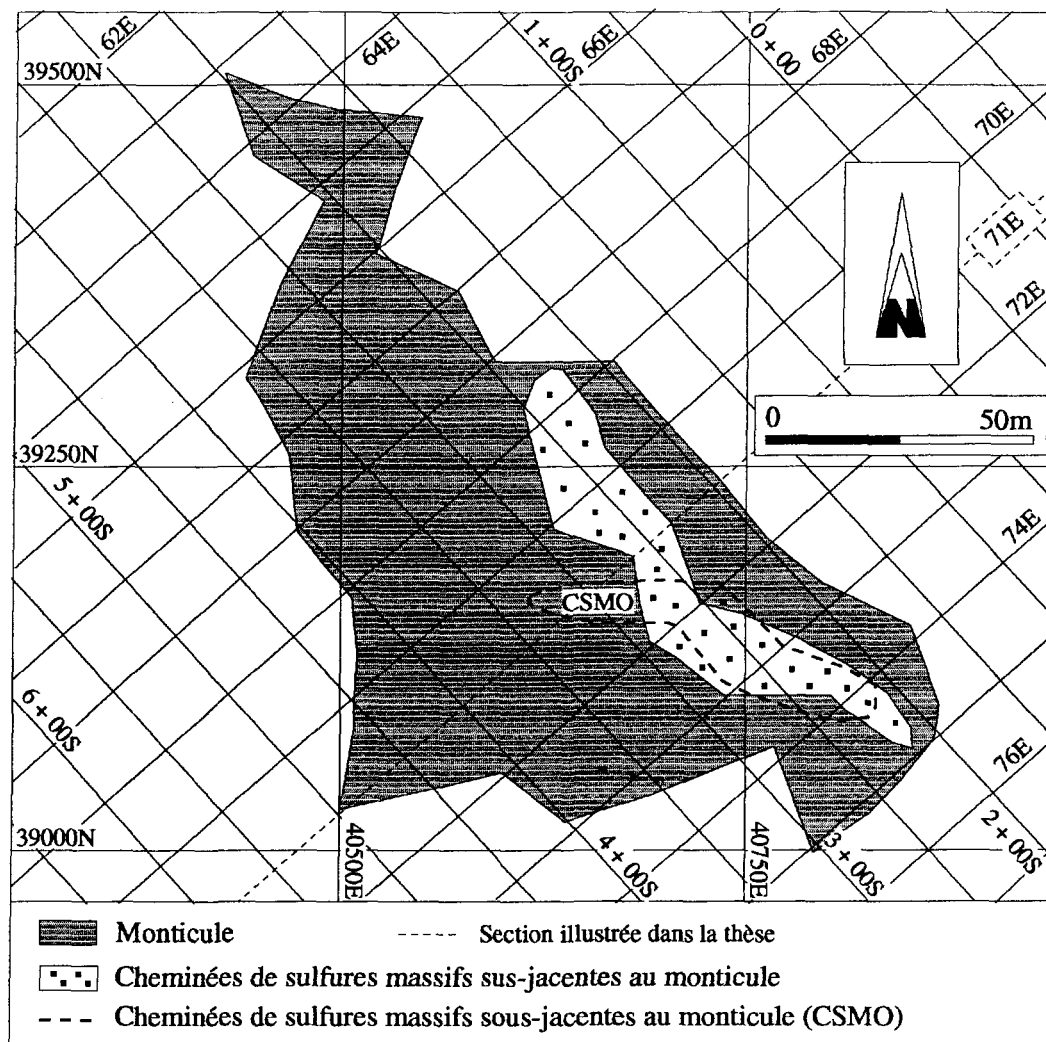


Figure 92: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.

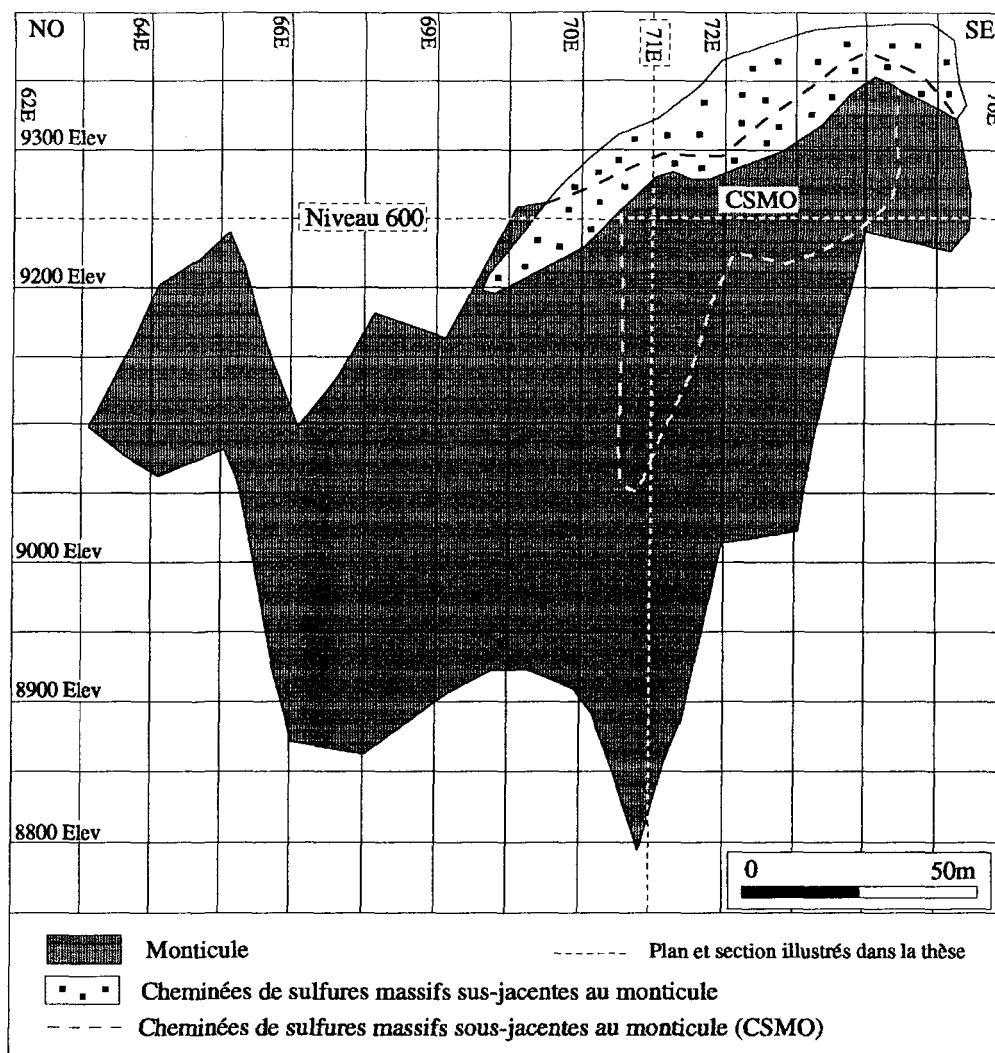


Figure 93: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami.

flanc sud de l'anticlinal au niveau du tonnage de minerai exploité. Ce gisement, représente 11% du tonnage de minerai exploité dans le camp minier et 14% du tonnage de minerai exploité sur le flanc sud de l'anticlinal. Le gisement est composé de 9 dépôts soit les dépôts nos 1, 1A, 2, 4EEN, 4EES, 4EO, 4ON, 4OS et 5 (Figs. 4 et 94). Parmi les tonnes de minerai exploitées de ce gisement, 65% proviennent du dépôt no 2.

3.2.1 Environnement géologique des dépôts

Les dépôts du gisement d'Orchan sont associés à la Tuffite Clef qui est localisée au sommet de 2 kilomètres de laves rhyolitiques sus-jacentes au Complexe de gabbro anorthositique de la Rivière Bell. Les dépôts, localisés au nord du gisement tels les dépôts nos 1 et 1A, ont été érodés à des degrés divers et ceux-ci affleurent sous le mort-terrain. Ainsi, une portion importante du monticule du dépôt no 1 a été érodée, tandis que, pour le dépôt no 1A, seulement une mince partie au sommet des CSMU a été érodée. Les dépôts, localisés plus au sud, sont situés plus profondément et sont recouvert par les laves basaltiques. Les laves ainsi que la partie basale de certains dépôts sont recoupées par des dykes de gabbro de fortes puissances tandis que des dykes de faibles puissances de composition mafique et felsique sont concentrés à l'intérieur ainsi qu'à proximité des dépôts. Des failles longitudinales et transversales aux dépôts recoupent également ceux-ci.

3.2.1.1 Présentation du gisement

Le gisement d'Orchan est composé d'une agglomération de petits dépôts localisés à proximité du dépôt no 2 qui est le plus volumineux (Figs. 4

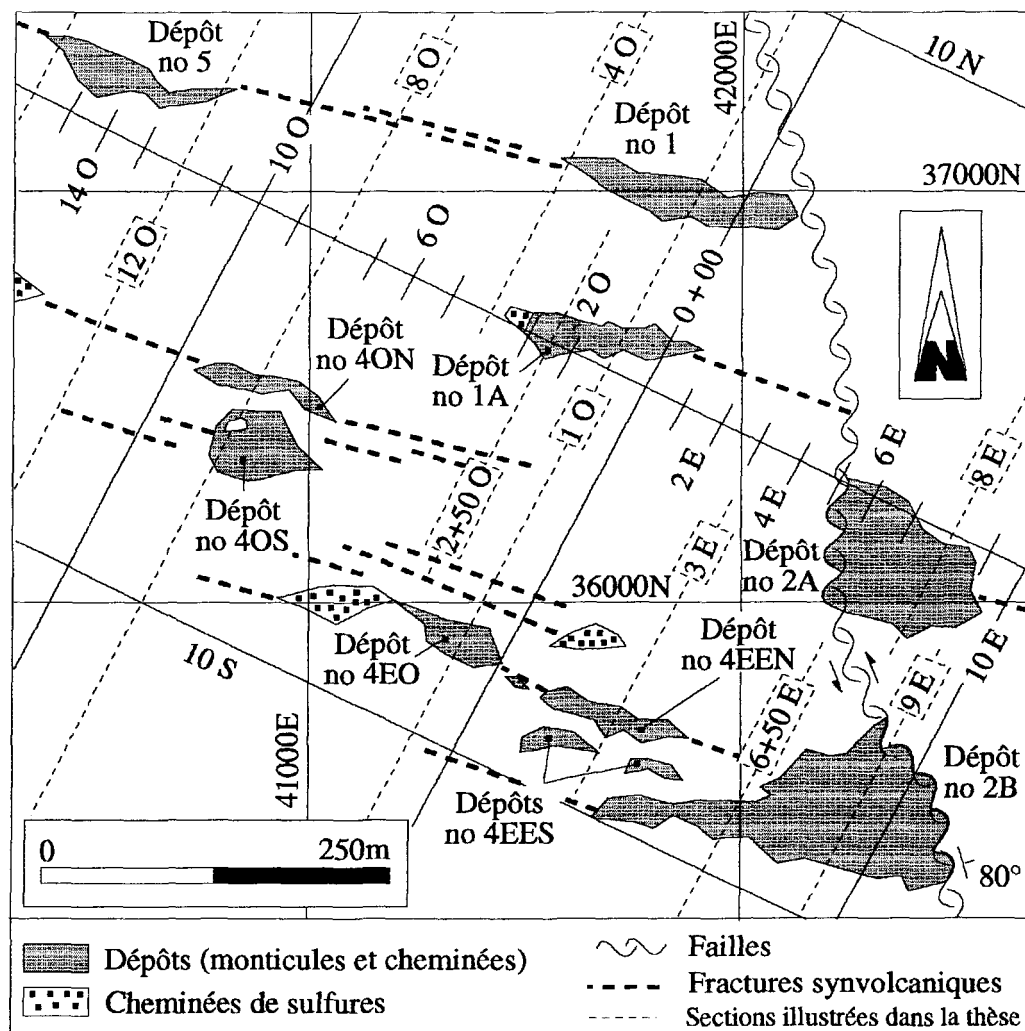


Figure 94: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts du gisement d'Orchan.

et 94). La figure 94 présente la projection en plan horizontal de chacun des dépôts du gisement. De plus, la localisation des sections géologiques transversales aux dépôts (Figs. 95 à 105), qui ont été construites pour l'étude, est présentée sur cette figure. Les dépôts nos 1 et 5 sont localisés le long d'une même structure synvolcanique. Cette observation est également vraie pour les dépôts nos 4EO et 4EEN. Les dépôts nos 1, 1A et 5 sont relativement isolés des autres dépôts. De plus, ces dépôts sont situés plus près de la surface topographique; ainsi le dépôt no 1 a pu être exploité par fosse à ciel ouvert. Par contre, les dépôts nos 2, 4EEN, 4EES et 4EO forment un regroupement de dépôts agglomérés dans un espace relativement restreint par rapport à l'ensemble des dépôts du gisement. Les dépôts nos 4ON et 4OS constituent un second regroupement composé de deux dépôts.

3.2.1.2 *Roches intrusives*

À proximité du gisement d'Orchan, trois types de dykes sont présents: des dykes de gabbro de fortes puissances et des dykes de faibles puissances de compositions mafique et felsique. Les dykes de gabbro, sub-concordants avec la stratigraphie, sont les roches intrusives les plus précoces associées au gisement (Clark, 1983). Ces dykes recoupent les laves basaltiques sus-jacentes aux dépôts ainsi que la base des cheminées dans certains dépôts (Figs. 98, 99 et 102). Les dykes de faibles puissances sont fortement concentrés à l'intérieur ou à proximité des dépôts (Figs. 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102 et 105). Clark (1983) rapporte qu'au moins deux générations de dykes mafiques sont observées. Cette interprétation est basée sur la présence de chlorite, de saussurite et de foliation à l'intérieur de certains dykes, tandis

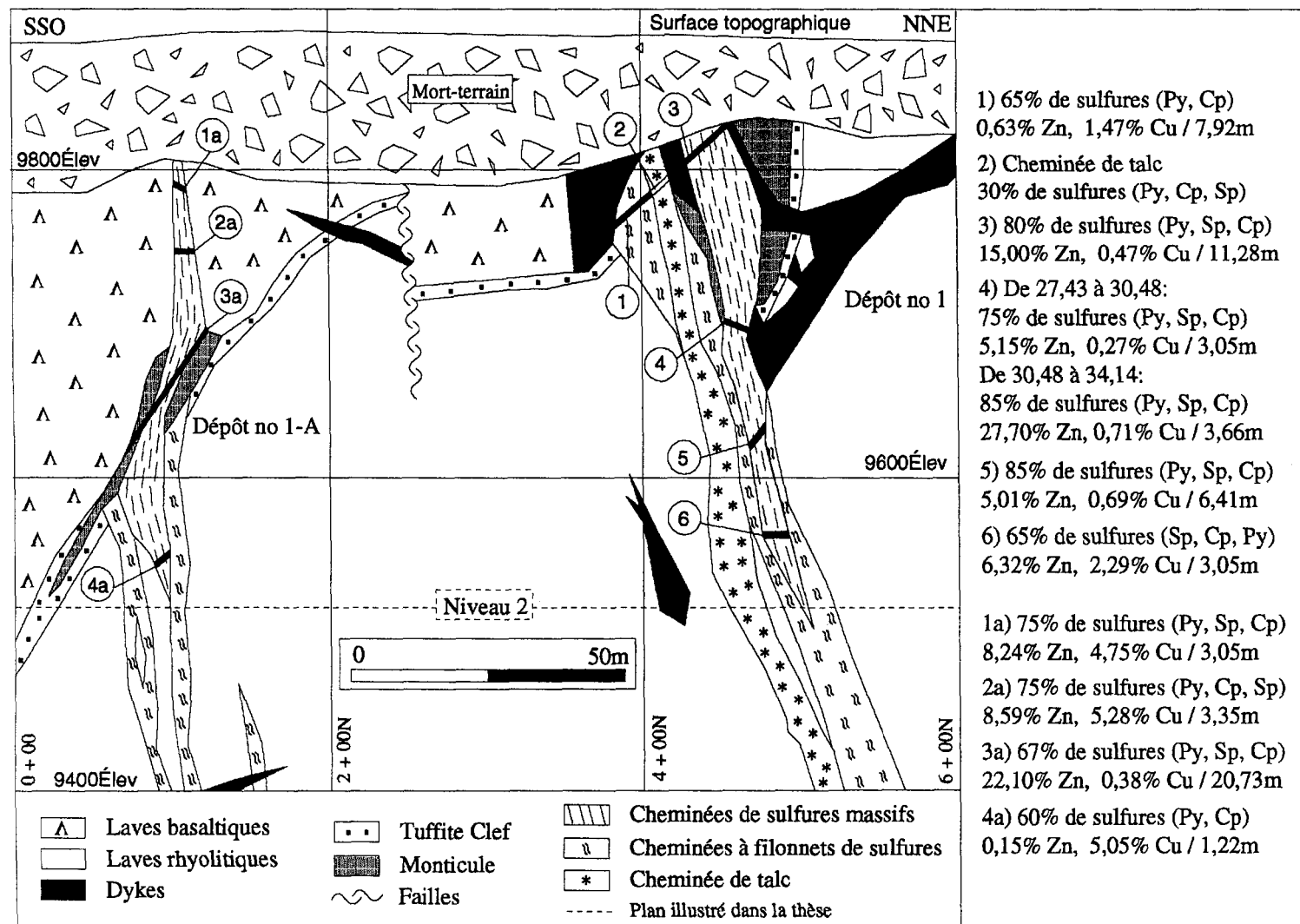


Figure 95: Géologie des dépôts nos 1 et 1A du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 1 + 00 O.

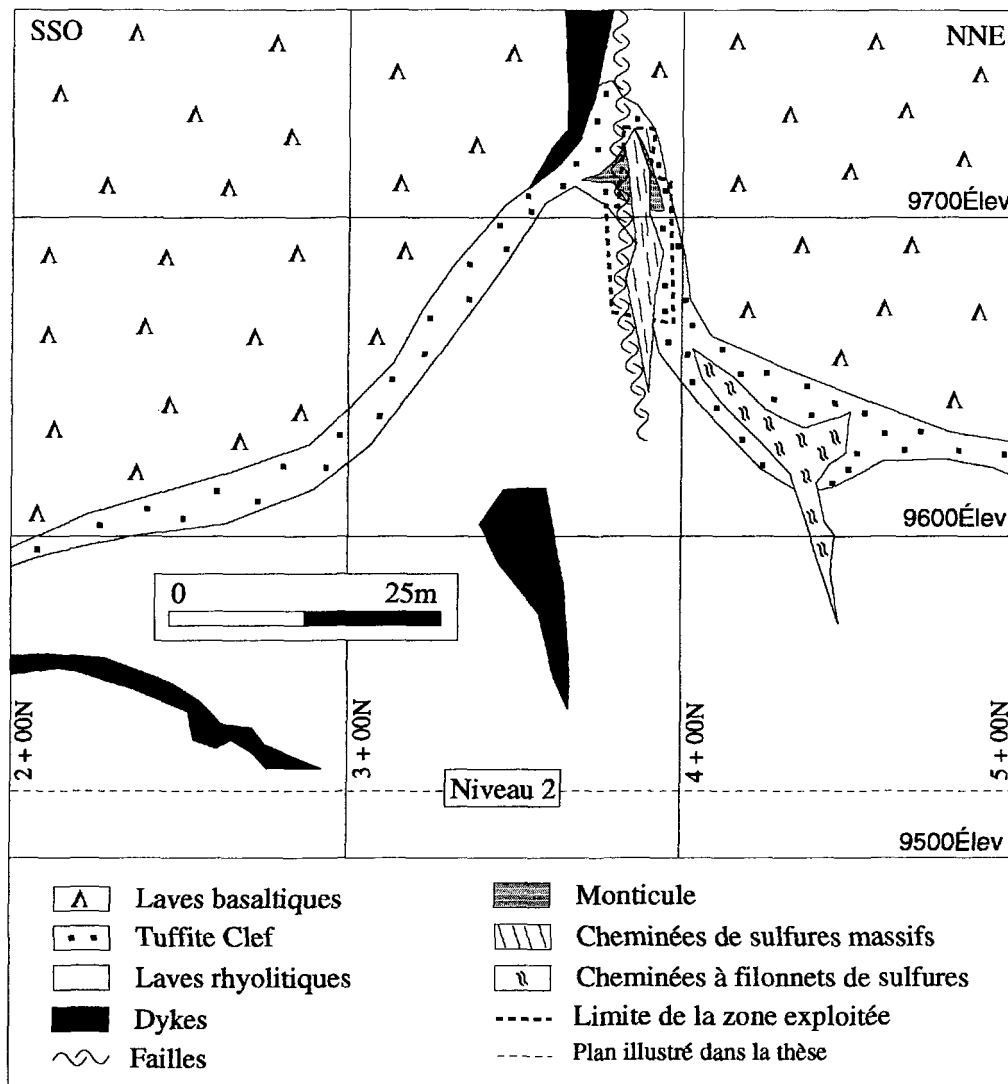


Figure 96: Géologie du dépôt no 1 du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 4 + 00 O. Modifiée de Orchan Mines LTD.

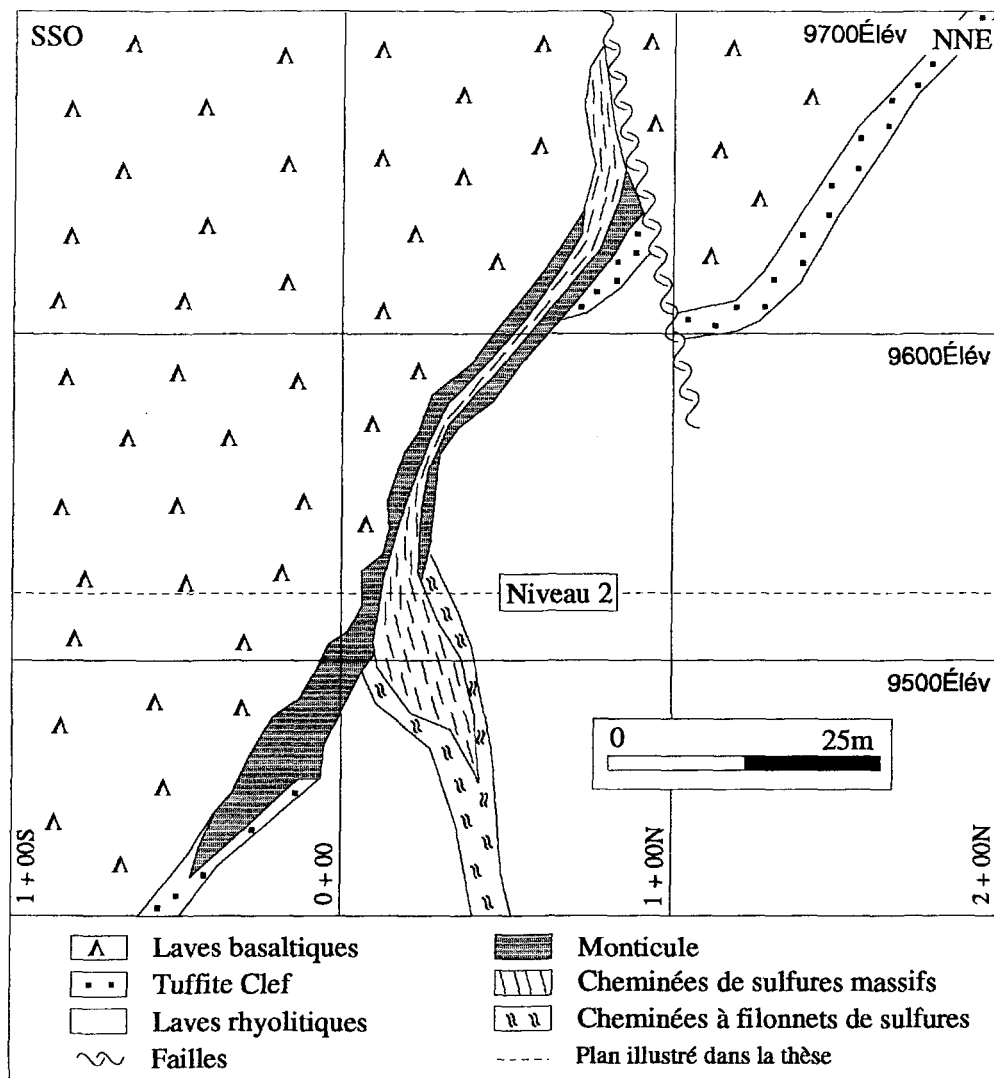


Figure 97: Géologie du dépôt no 1A du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 2 + 50 O. Modifiée de Orchan Mines LTD.

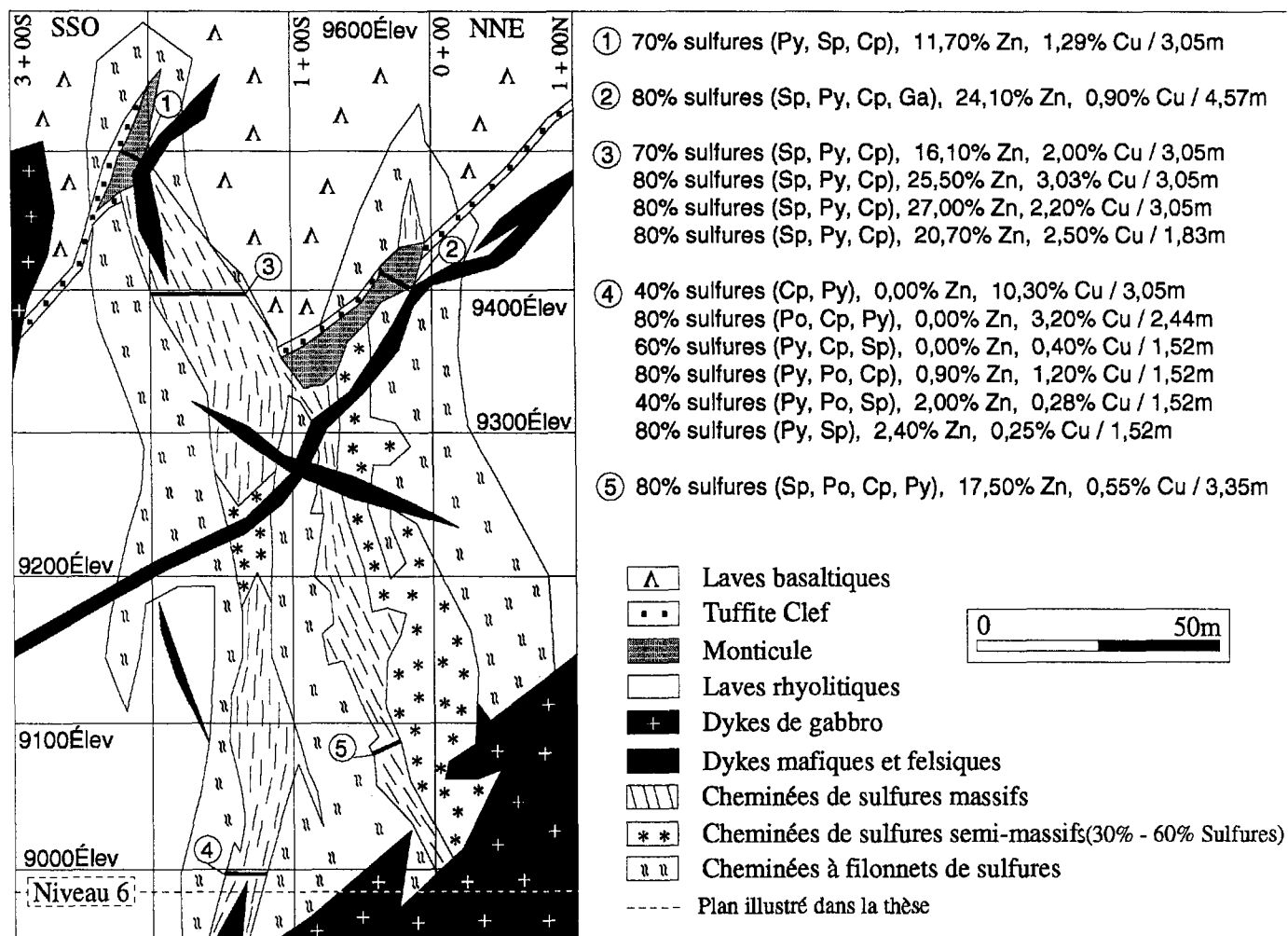


Figure 98: Géologie du dépôt no 2A du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 8 + 00 E. Modifiée de Orchan Mines LTD.

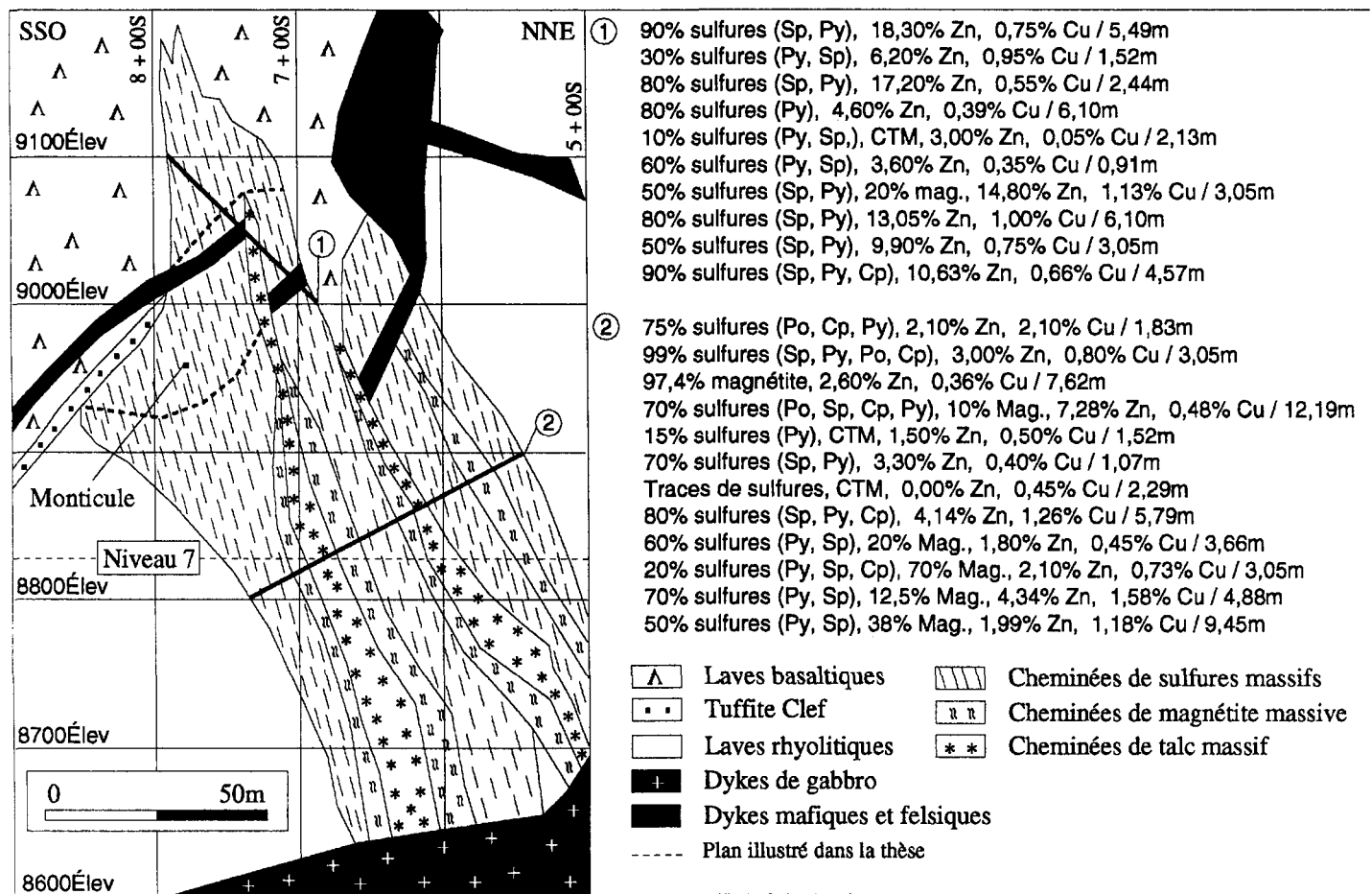


Figure 99: Géologie du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 9 + 00 E. Modifiée de Orchan Mines LTD (1962).

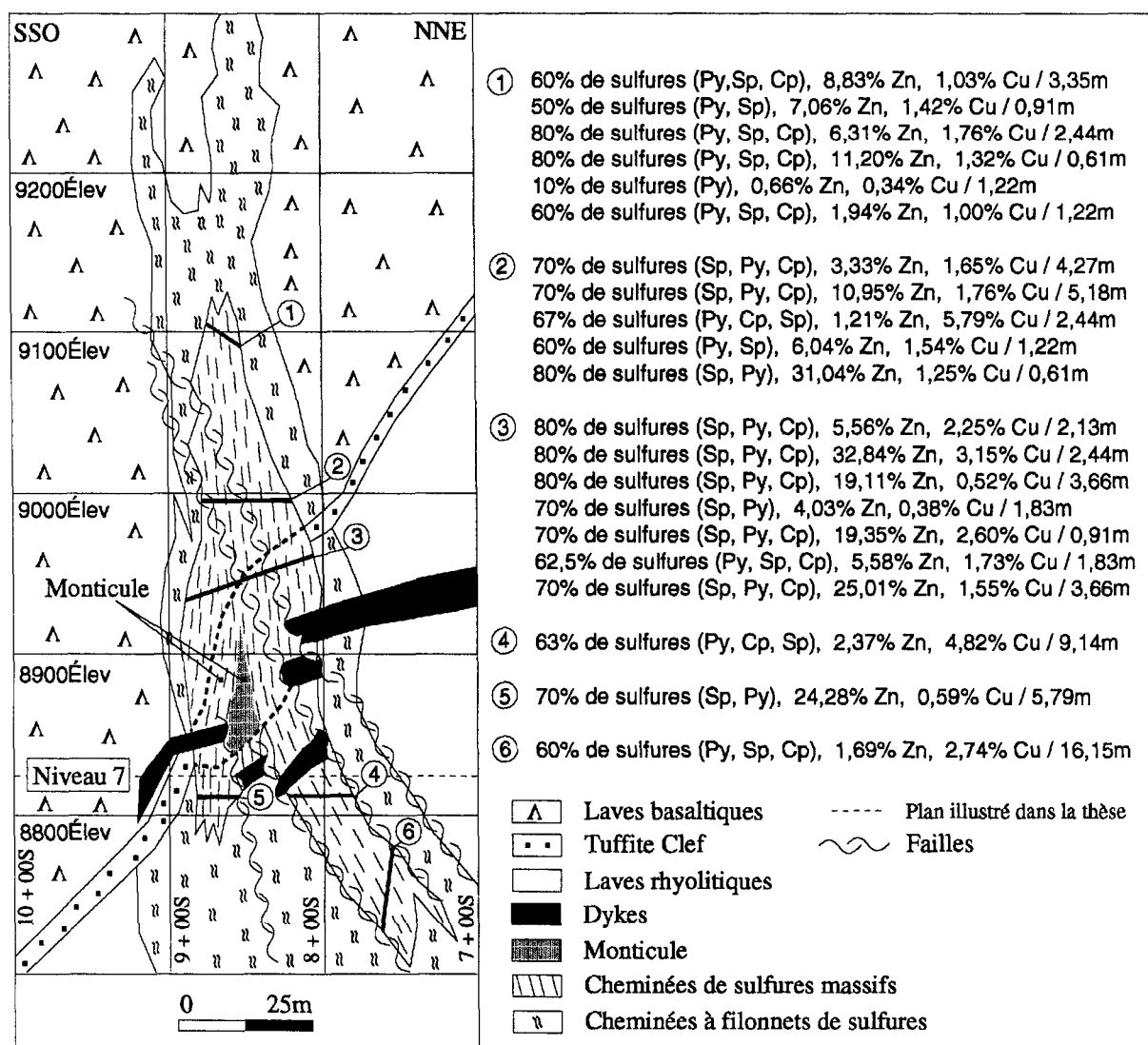


Figure 100: Géologie du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 6 + 50 E.
Modifiée de Orchan Mines LTD (1964).

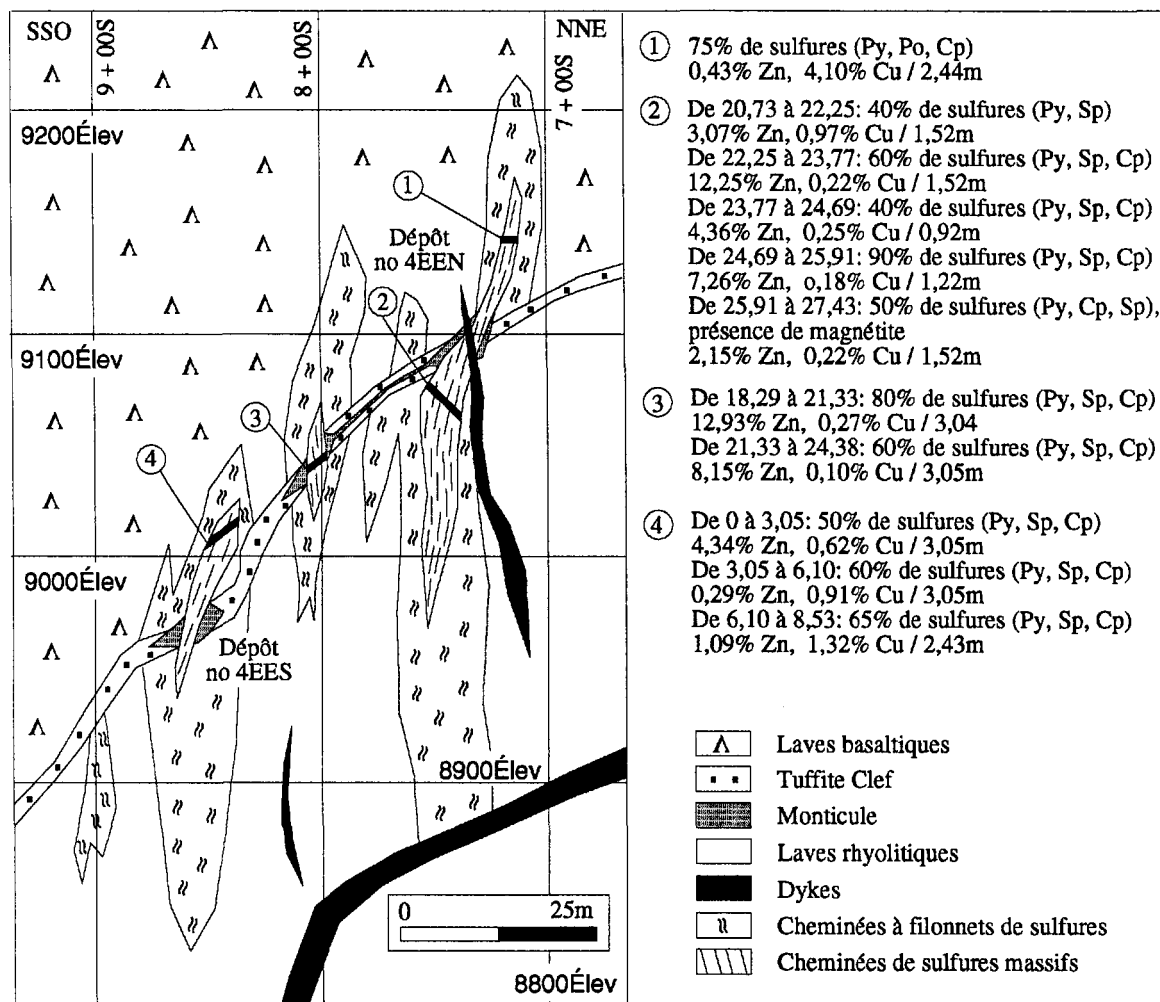


Figure 101: Géologie des dépôts nos 4EEN et 4EES du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 3 + 00 E. Modifiée de Orchan Mines LTD.

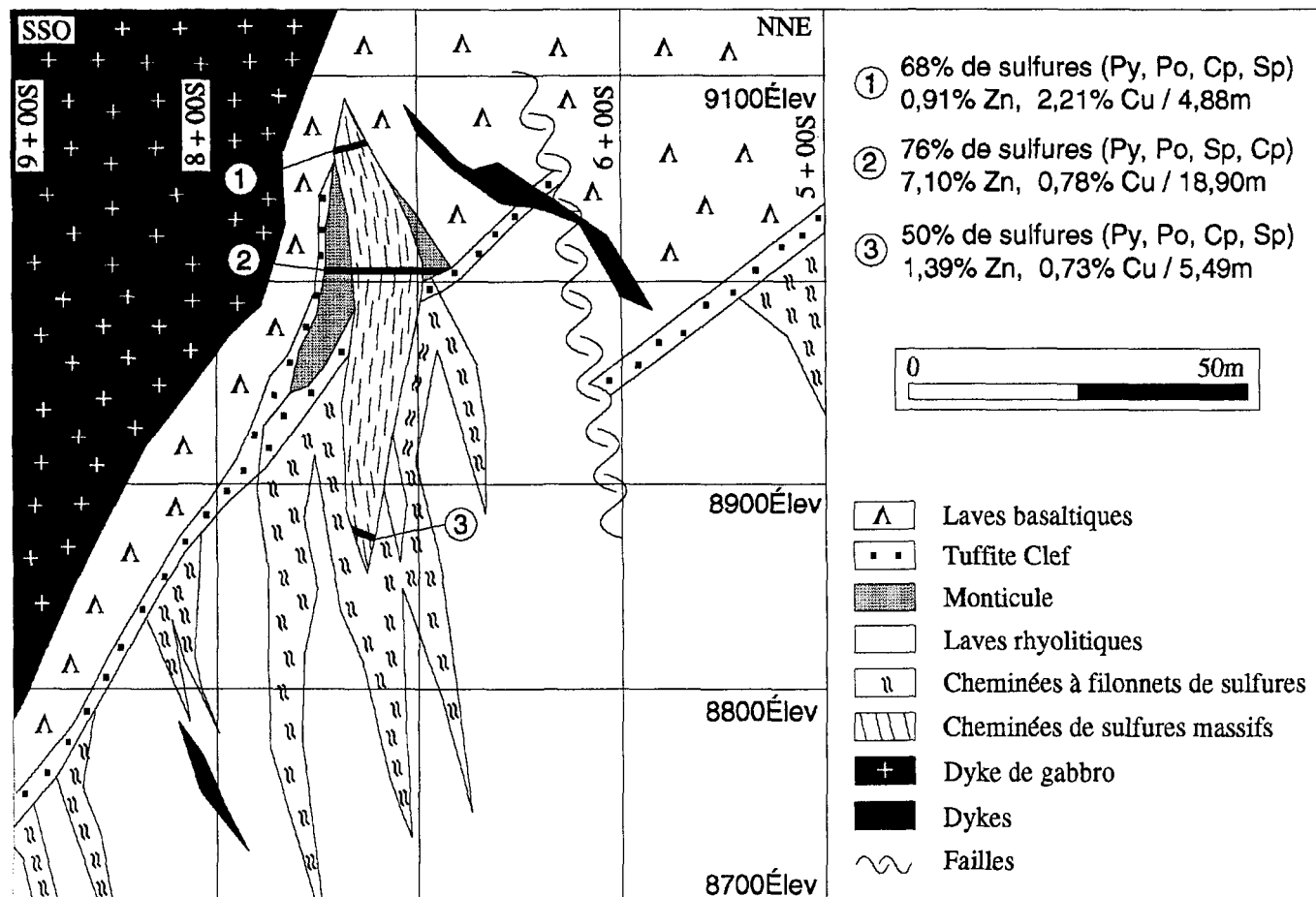


Figure 102: Géologie du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 1 + 00 O.

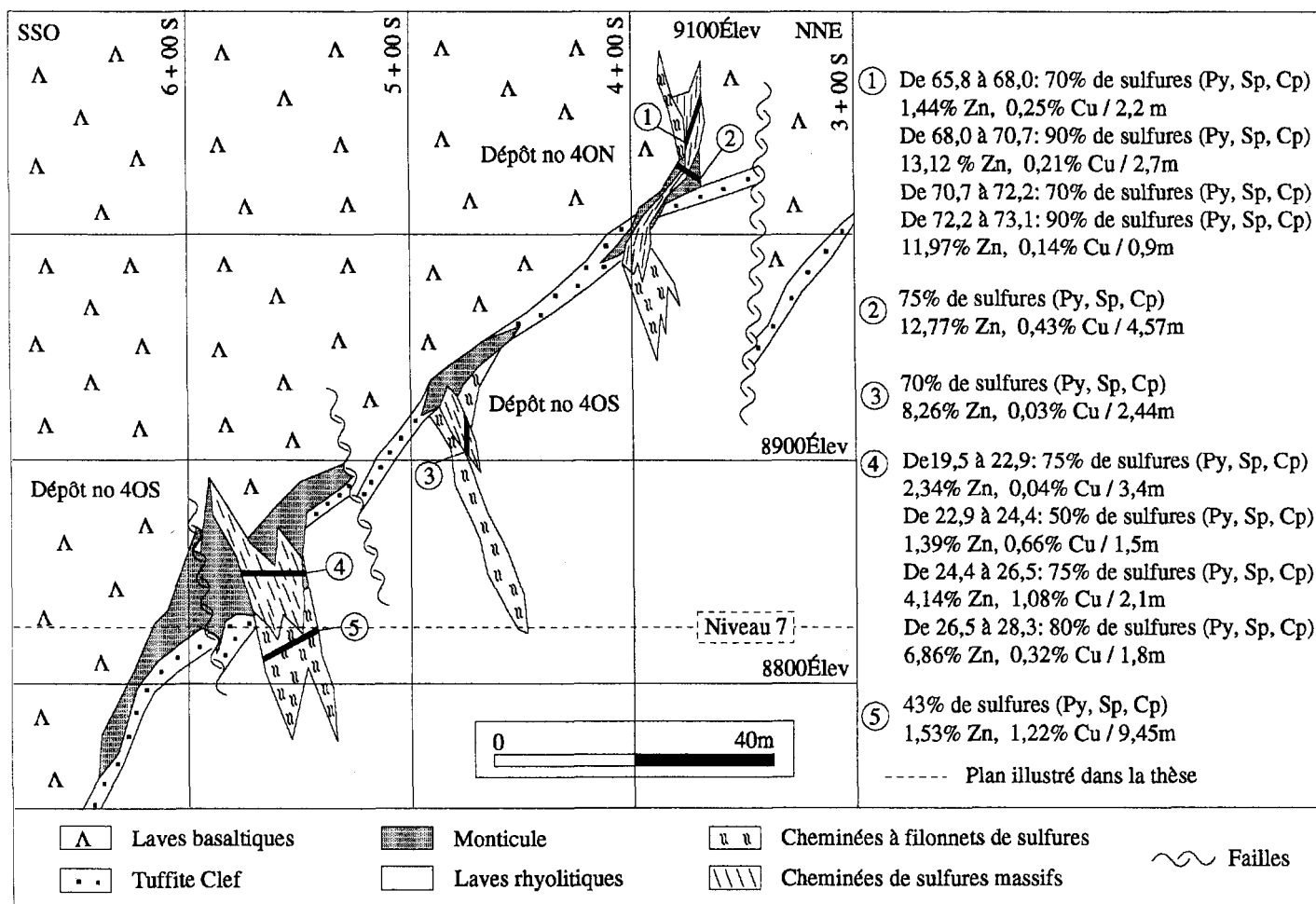


Figure 103: Géologie des dépôts nos 4ON et 4OS du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 8 + 00 O. Modifiée de Orchan Mines LTD (1971).

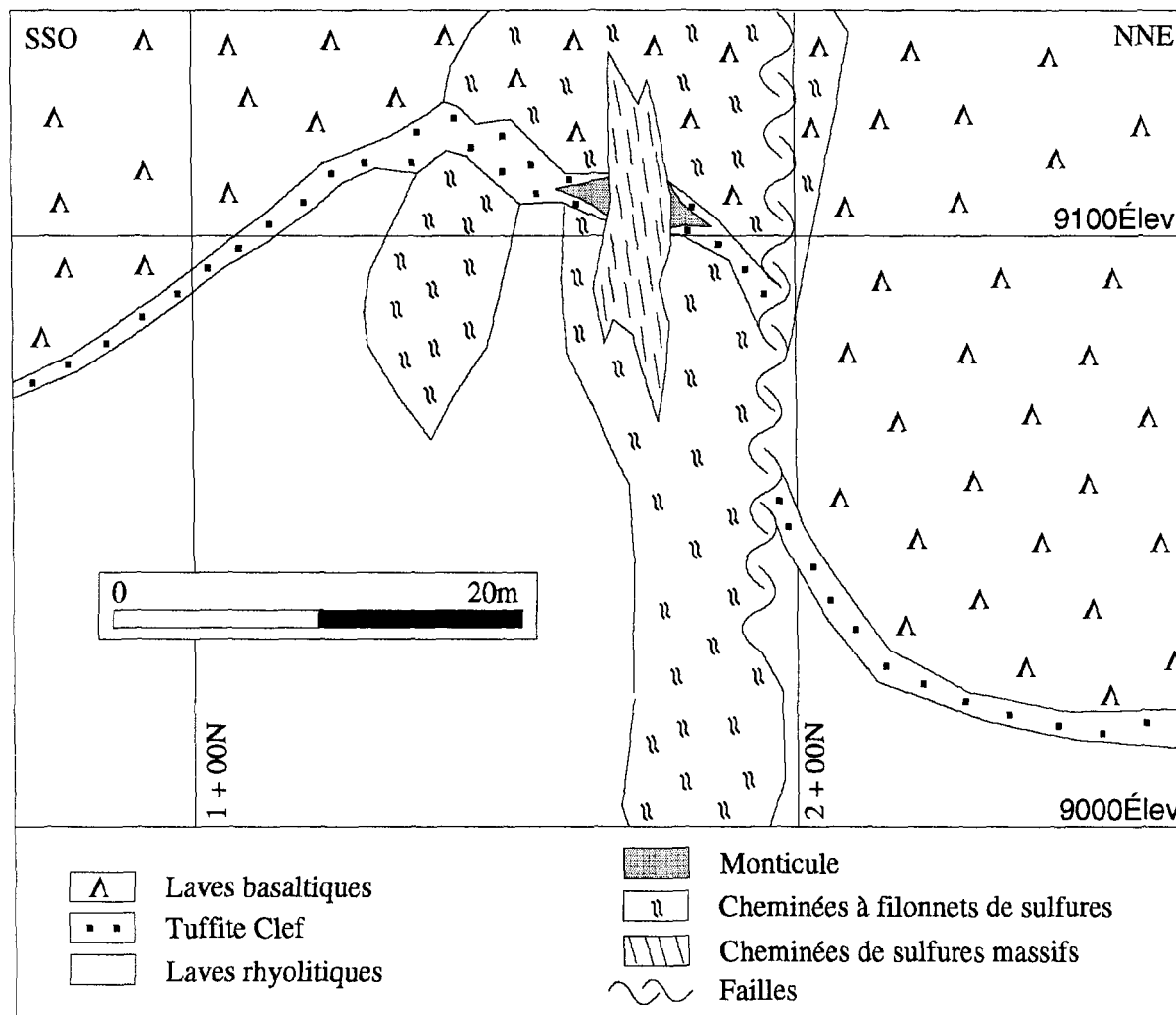


Figure 104: Géologie du dépôt no 5 du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 12 + 00 O. Modifiée de Orchan Mines LTD (1971).

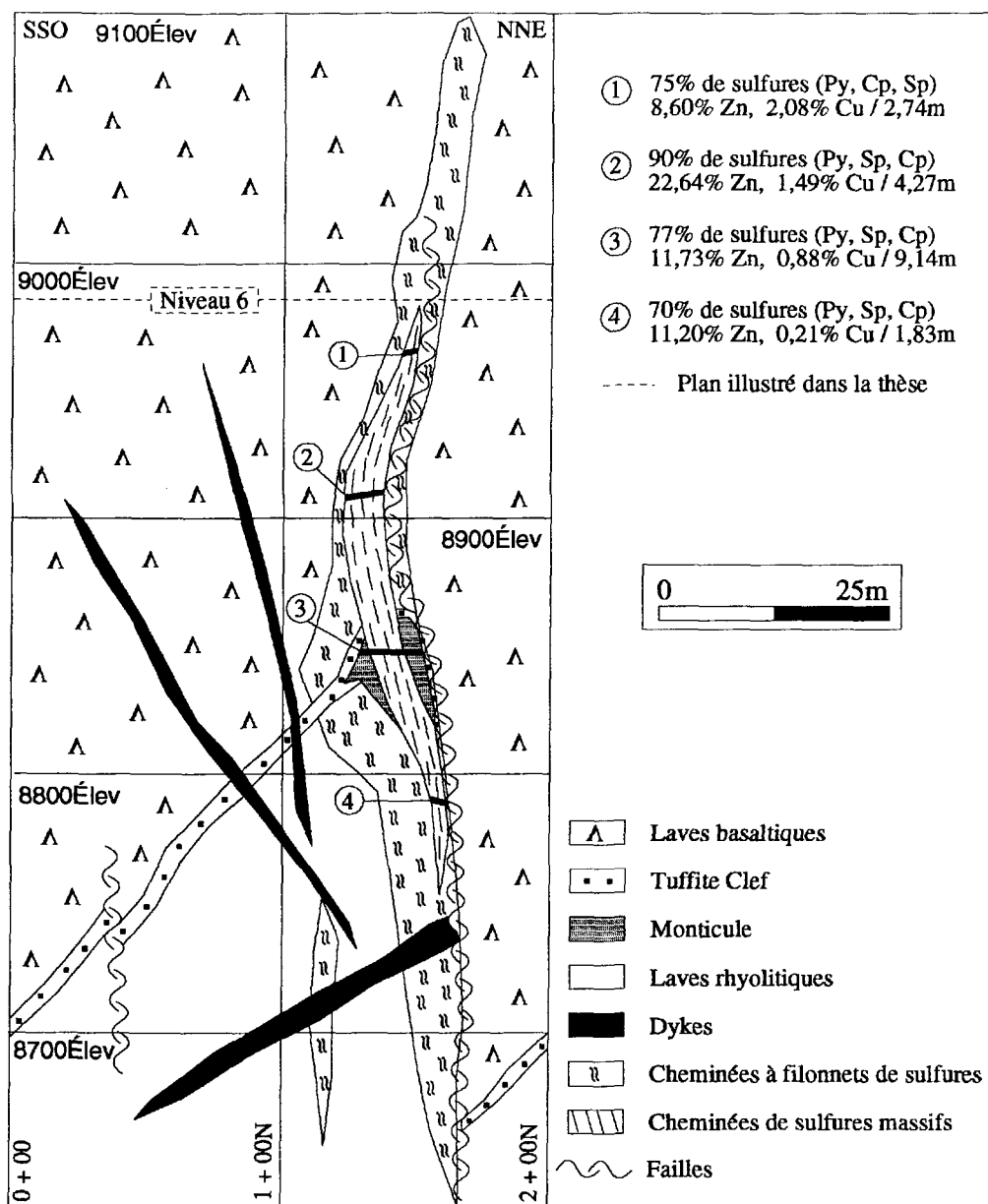


Figure 105: Géologie du dépôt no 5 du gisement d'Orchan présentée sur la section transversale 16 + 00 O. Modifiée de Orchan Mines LTD (1971).

que ces deux minéraux et la foliation sont absents dans les autres dykes. La saussurite est un mélange d'épidote et de lawsonite qui se forme par altération aux dépens des plagioclases basiques. Les dykes felsiques, qui sont de composition dacitique, sont les roches intrusives les plus récentes associées au gisement d'Orchan (Sharpe, 1968 et Clark, 1983).

3.2.1.3 *Structure*

Sharpe (1968) a reconnu trois types de failles associées au gisement d'Orchan. Le premier type est représenté par les failles longitudinales aux dépôts et associées aux fractures synvolcaniques (Fig. 94). Ces failles, principalement localisées dans les cheminées de talc des dépôts, ont une orientation ouest-nord-ouest avec un pendage de 70° à 80° . Ces failles sont particulièrement nombreuses dans le volumineux dépôt no 2 dont les cheminées sont riches en talc. Le second type de faille, ayant une orientation N350° avec un pendage de 85° , recoupe les failles longitudinales. Une de ces failles sépare le dépôt no 2 en deux, formant ainsi les dépôts nos 2A et 2B (Fig. 94). La faille recoupant le dépôt no 2 a un rejet réel de 183 mètres et ce rejet est le plus élevé qui ait été observé sur le flanc sud de l'anticlinal pour ce type de faille. Le dernier type de faille, ayant une direction nord-est, recoupe le deuxième type. Les deuxième et troisième types ne sont pas fréquemment observés tandis que le premier type est présent dans tous les dépôts.

Comme pour le gisement de Lac Mattagami, Sharpe (1968) rapporte, dans le gisement d'Orchan, la présence de plusieurs plis parasites associés à

l'anticlinal de Galinée. Les plans axiaux de ces plis ont une orientation ouest-nord-ouest. Selon Sharpe (1968), les dépôts du gisement d'Orchan, et plus particulièrement les dépôts nos 1 et 2A, seraient localisés au sommet de ces plis. L'existence de ces plis, qui est basée sur les variations d'attitude de la Tuffite Clef (Figs. 96 et 104), est remise en question par la présente étude. Les dépôts du gisement d'Orchan, comme les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal, sont situés sur des structures en forme de dôme (Figs. 7, 73, 77, 96 et 104). Toutefois, les informations fournies par la découverte récente du gîte d'Orchan Ouest suggèrent que ces structures en forme de dôme seraient attribuables à la paléotopographie des laves rhyolitiques sur laquelle se seraient édifiés les dépôts. De plus, la Tuffite Clef épouse une géométrie en forme de dôme mais les dépôts sont localisés sur cette structure sans que leur morphologie soit affectée par un quelconque plissement. Ce point sera discuté plus à fond dans la partie synthèse et discussions. Clark (1983) mentionne la présence de plis de deuxième et de troisième ordres associés aux failles longitudinales, d'orientation ouest-nord-ouest. Ces plis ont été remis en question par Piché (1991). Les plis seraient simplement le résultat de l'entraînement local des couches stratigraphiques par le mouvement des failles.

3.2.2 Caractéristiques des dépôts

Les tonnages de minerai exploité ont été calculés pour chacun des dépôts et sont présentés dans le tableau 22. Le dépôt no 1 possède un tonnage exploité de 726 575 t. Toutefois, le tonnage total de ce dépôt est approximativement de 1 042 338 t car une portion de la partie sommitale du

Dépôts	Tonnage (t)	Dépôts	Tonnage (t)
1	1 042 338		
1A	138 950		
2A	1 447 194	2	3 134 104
2B	1 686 910		
4EEN	91 898		
4EES	90 331		
4EO	112 246		
4ON	39 169		
4OS	56 365		
5	129 128		
Total:	4 834 529		

Tableau 22: Tonnage des dépôts du gisement d'Orchan.

dépôt a été érodée (Fig. 95). La reconstitution géométrique de la partie érodée pour chacune des sections transversales, a permis d'estimer le tonnage qui a été soustrait par érosion au dépôt. Le tonnage soustrait au dépôt no 1A est considéré négligeable car seulement la partie sommitale des CSMU ont été érodées (Fig. 95). Les teneurs du minerai, calculées pour le gisement, sont de 9,84% Zn, 1,02% Cu, 37,02 g/t Ag et 0,51 g/t Au.

Sharpe (1968) décrit les dépôts du gisement d'Orchan comme étant composés de 52% de pyrite, 18% de sphalérite, 9% de pyrrhotite, 4% de chalcopryrite, 4% de magnétite et 15% de matériel de gangue. Les mélanges de compositions variables sur de courtes distances à l'intérieur des dépôts, formées par ces minéraux, ont été classifiés par Sharpe (1968) comme étant: "tuffite sulfides", "sphalerite-pyrite ore", "chalcopryrite-pyrrhotite ore", "pyrite-pyrrhotite-magnetite ore" et "metallized schist and breccia". Cette classification correspond respectivement à la Tuffite Clef, aux monticules, aux cheminées de sulfures et de magnétite et aux cheminées de talc. La Tuffite Clef et les monticules constituent la partie concordante des dépôts tandis que les cheminées représentent la partie discordante.

3.2.2.1 Partie concordante des dépôts

La partie concordante des dépôts comprend deux membres distincts, soit la Tuffite Clef et le monticule. À proximité des dépôts, la Tuffite se subdivise en deux sous-unités, soit la Tuffite inférieure présente sous les monticules et la Tuffite supérieure qui recouvre ceux-ci.

3.2.2.1.1 *Tuffite Clef*

Clark (1983) a décrit la Tuffite Clef associée au gisement d'Orchan comme une unité principalement composée de quartz à grains fins, de chlorite et de séricite. L'épaisseur moyenne de cette unité est de 1 m mais peut varier de 0,3 m à 9 m. Le litage, bien défini, a une épaisseur qui est généralement d'ordre millimétrique mais des lits atteignant jusqu'à 25 centimètres ont localement été observés. Le pendage de la Tuffite Clef est relativement constant sur le flanc sud de l'anticlinal mais celui-ci est variable à proximité des dépôts (Figs. 95, 96 et 104). La Tuffite Clef contient des concentrations de pyrite et de pyrrhotite ainsi que dans une moindre proportion de sphalérite et de chalcoppyrite. Les métaux, présents à l'intérieur de la Tuffite Clef, sont concentrés dans la moitié et parfois dans le tiers inférieur de l'unité, bien que les plus fortes concentrations soient localisées dans les 15 premiers centimètres à la base de l'unité. Selon Sharpe (1968); ces concentrations de métaux, présentes à l'intérieur de la Tuffite Clef, sont généralement croissantes en s'approchant des dépôts. La pyrite se présente sous forme de lits continus, de filonnets recoupant les lits de chert ou encore de grains nodulaires. La sphalérite et la chalcoppyrite se présentent principalement sous forme de filonnets, recoupant les lits de chert. Toutefois, des grains très fins (0,005 mm) de sphalérite, présents à l'intérieur des lits de chert, donnent une teinte rougeâtre à ceux-ci. Ces grains de sphalérite qui sont associés à la Tuffite inférieure seraient d'origine syngénétique (Clark, 1983). La Tuffite inférieure est bien exposée sous les monticules (Figs. 95, 96, 97, 101, 102, 103 et 104) sauf sous les volumineux dépôts, tel le dépôt no 2, où les cheminées, bien développées, recoupent cette

sous-unité. Comme pour les dépôts, décrits antérieurement, des horizons de chert, recoupés par les cheminées, sont également observés à l'intérieur des monticules. Sharpe (1968) et Clark (1983) rapportent respectivement la présence de ces horizons dans les monticules des dépôts nos 2 et 5. Ces horizons de chert, de faible extension latérale, sont localement présents à l'intérieur des laves basaltiques, dans la partie sus-jacente aux monticules.

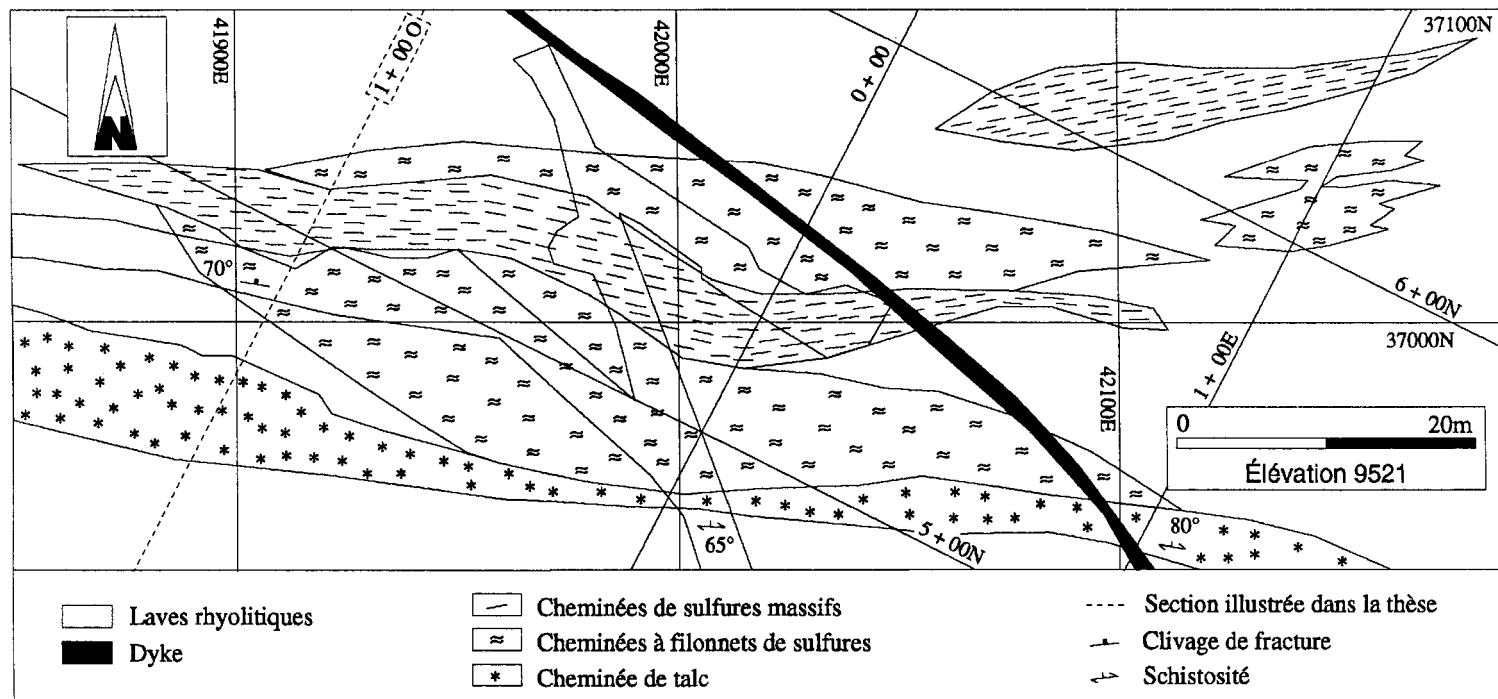
3.2.2.1.2 Monticule

La partie concordante des dépôts du gisement d'Orchan est recoupée par des CSM bien développées (Figs. 95 à 105) qui oblitèrent les caractéristiques sédimentaires associées aux monticules. Ainsi, peu d'information est disponible sur les caractéristiques des monticules pour les dépôts de ce gisement. La sphalérite et la pyrite sont les sulfures les plus abondants à l'intérieur des monticules. La sphalérite, qui se présente sous forme de grains fins à moyens, est généralement de couleur brun-rouge. Sharpe (1968) rapporte que localement, la sphalérite composant les monticules est remplacée par la chalcopryrite présente dans les cheminées de sulfures. La chalcopryrite, la pyrrhotite et la magnétite sont présentes sous forme disséminée, à l'intérieur des sulfures massifs concordants, mais la plus grande concentration de ces minéraux se retrouve dans les cheminées de sulfures des dépôts. La gangue est principalement composée de grains de quartz et d'horizons de chert, dont ces derniers étant intercalés à l'intérieur des sulfures massifs concordants.

3.2.2.2 *Partie discordante des dépôts*

La partie discordante des dépôts du gisement d'Orchan est composée de cheminées à caractère massif de sulfures, de magnétite et de talc ainsi que de cheminées à filonnets de même composition. Cette partie est particulièrement bien développée par rapport à la partie concordante des dépôts (Figs. 95 à 105). Pour certains dépôts, les CSM sont particulièrement bien développées à l'intérieur des monticules et des laves basaltiques (Figs. 95, 97, 99, 100, 101, 102, 104 et 105).

Les zones de cheminées, les cheminées individuelles ainsi que le rubanement des minéraux présents à l'intérieur des cheminées ont une attitude N280°/80°. Les figures 106 à 111 présentent les vues de plan horizontal de différents niveaux recoupant les zones de cheminées des dépôts où l'orientation des cheminées est présentée. Les cheminées à filonnets de sulfures, de magnétite et de talc constituent principalement les épontes des cheminées à caractère massif de même composition. Ces trois types de cheminées à filonnets sont également présents, dans des proportions variables, à l'intérieur des trois types de cheminées à caractère massif. Cependant, la concentration de filonnets d'une composition donnée ne dépasse généralement pas 20% en volume à l'intérieur d'une cheminée à caractère massif d'une autre composition. Les cheminées à caractère massif de sulfures, de magnétite et de talc sont particulièrement bien développées dans le volumineux dépôt no 2. La composition des fragments de matériel encaissant, présents à l'intérieur des cheminées, est fonction du niveau stratigraphique où se situent les unités recoupées par les cheminées. Ainsi de



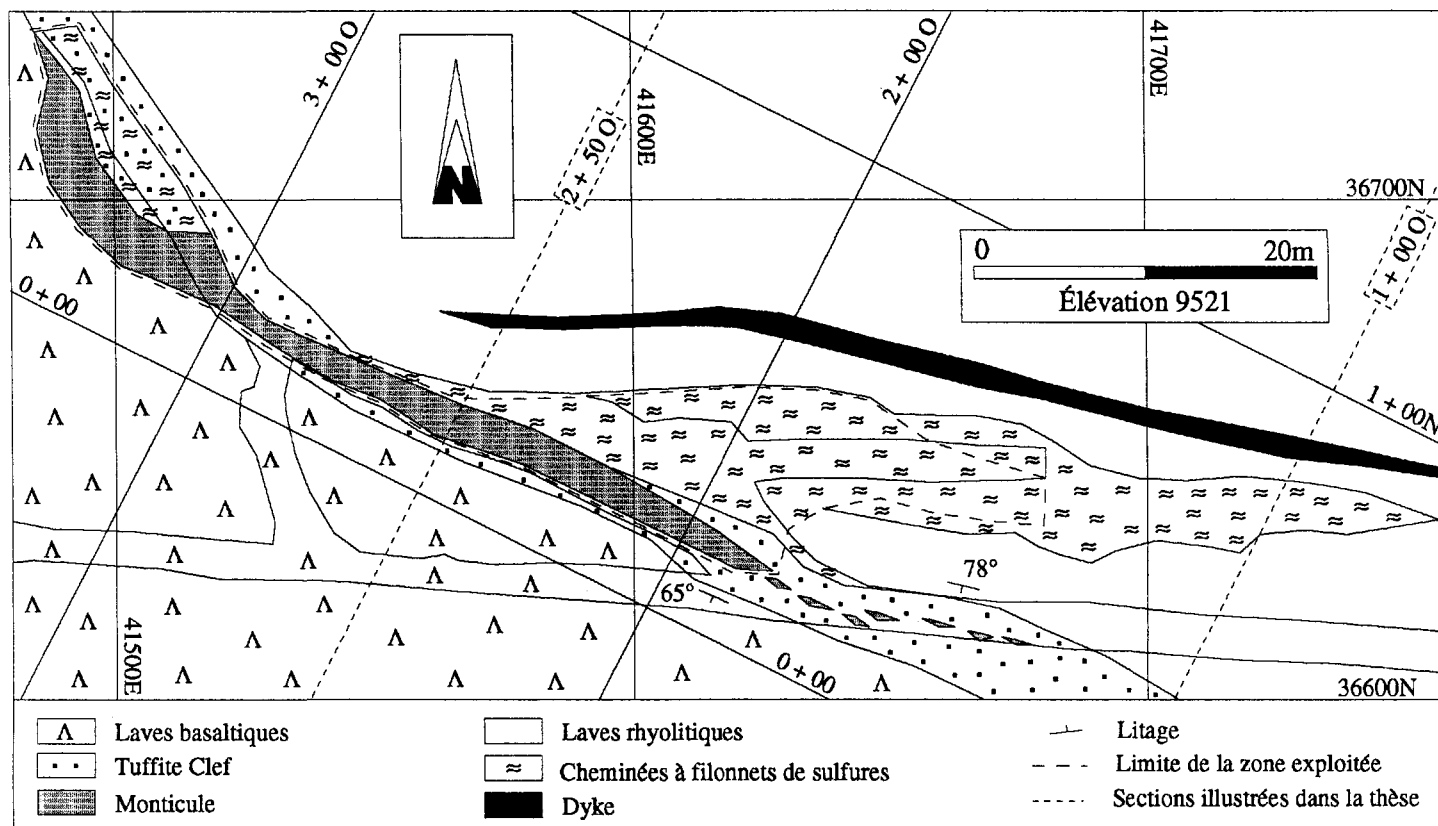


Figure 107: Géologie du dépôt no 1A du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 2), recoupant les zones de cheminées, sous le monticule.

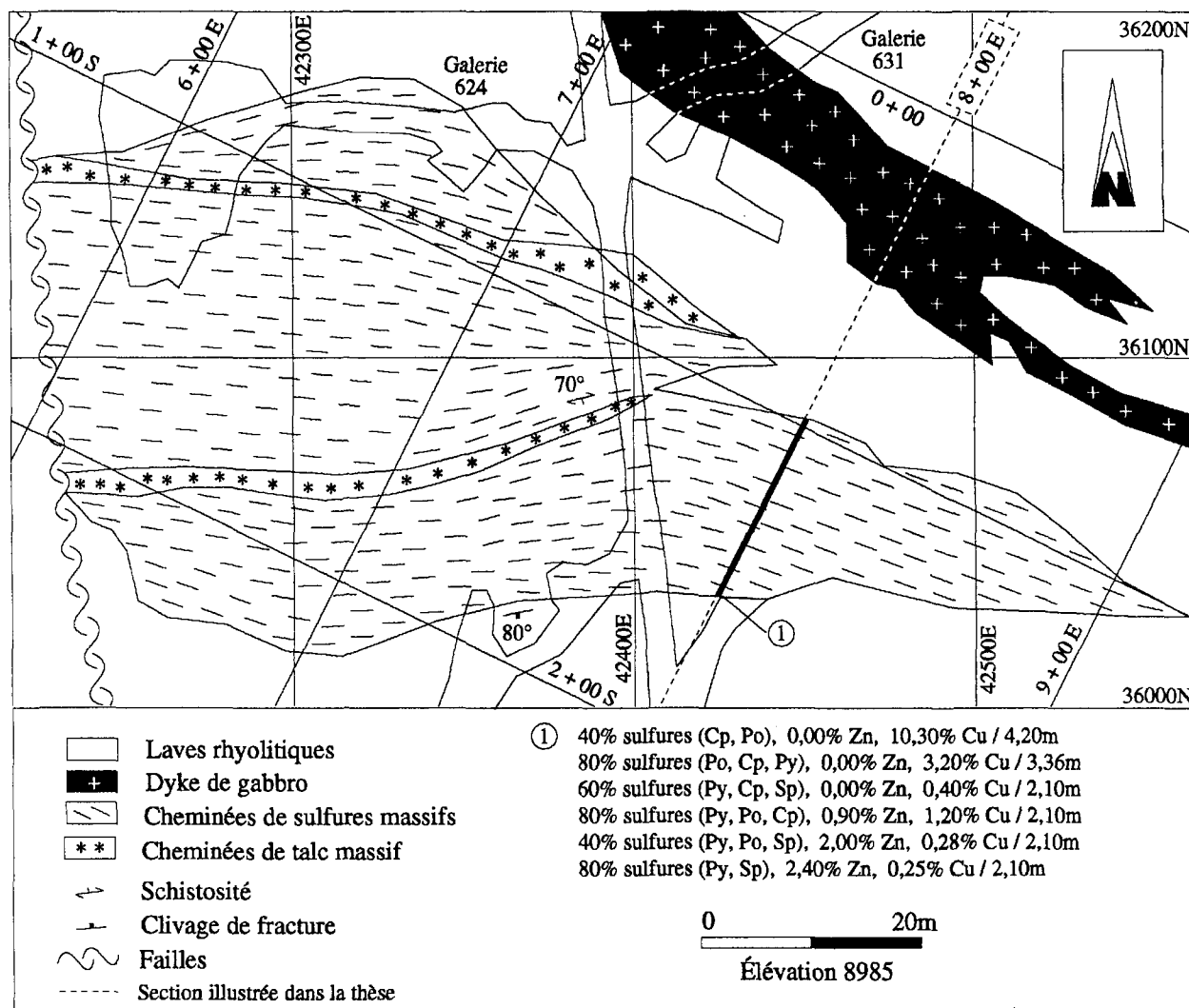


Figure 108: Géologie du dépôt no 2A du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 6), recoupant la zone de cheminées, sous le monticule.

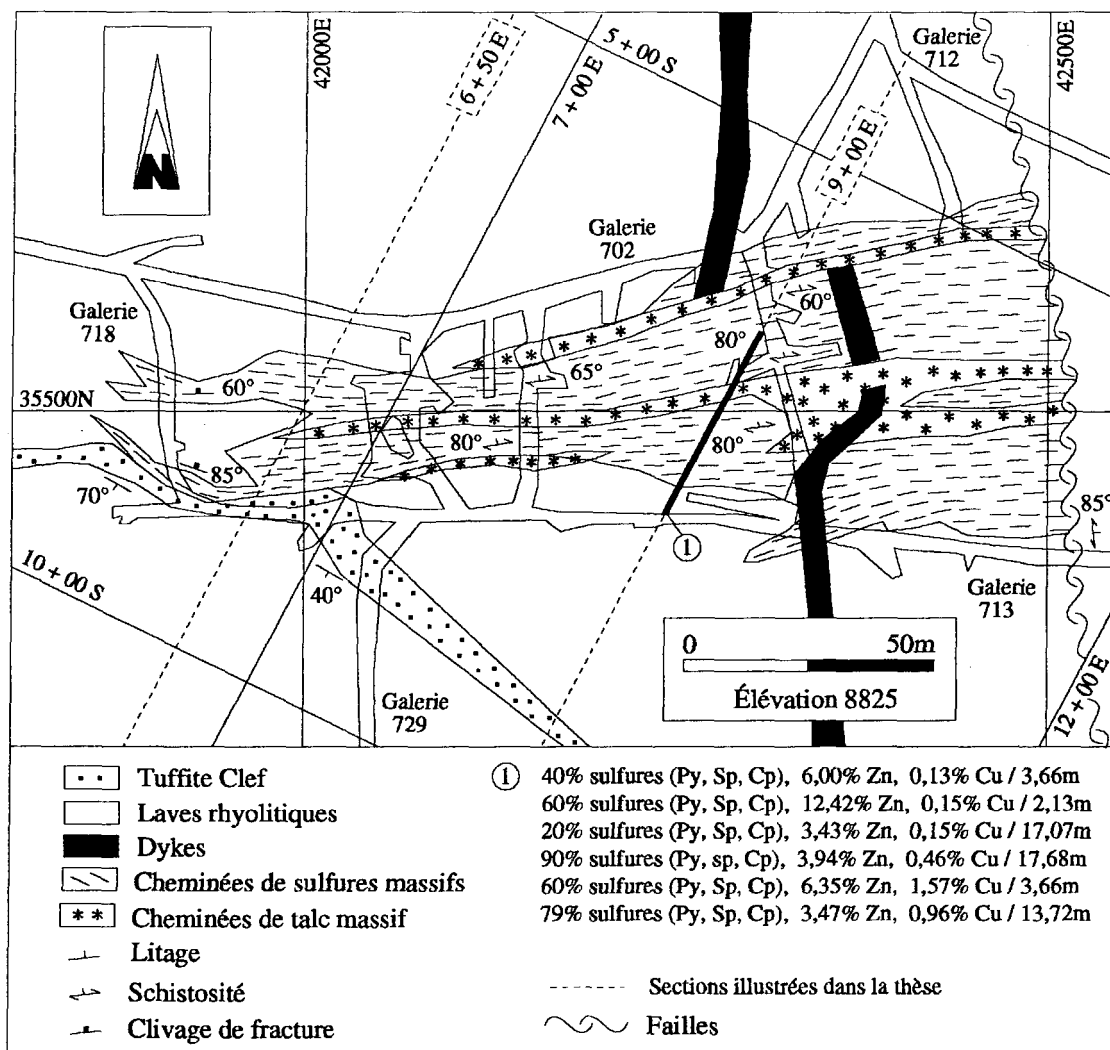


Figure 109: Géologie du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 7), recoupant la zone de cheminées, sous le monticule.

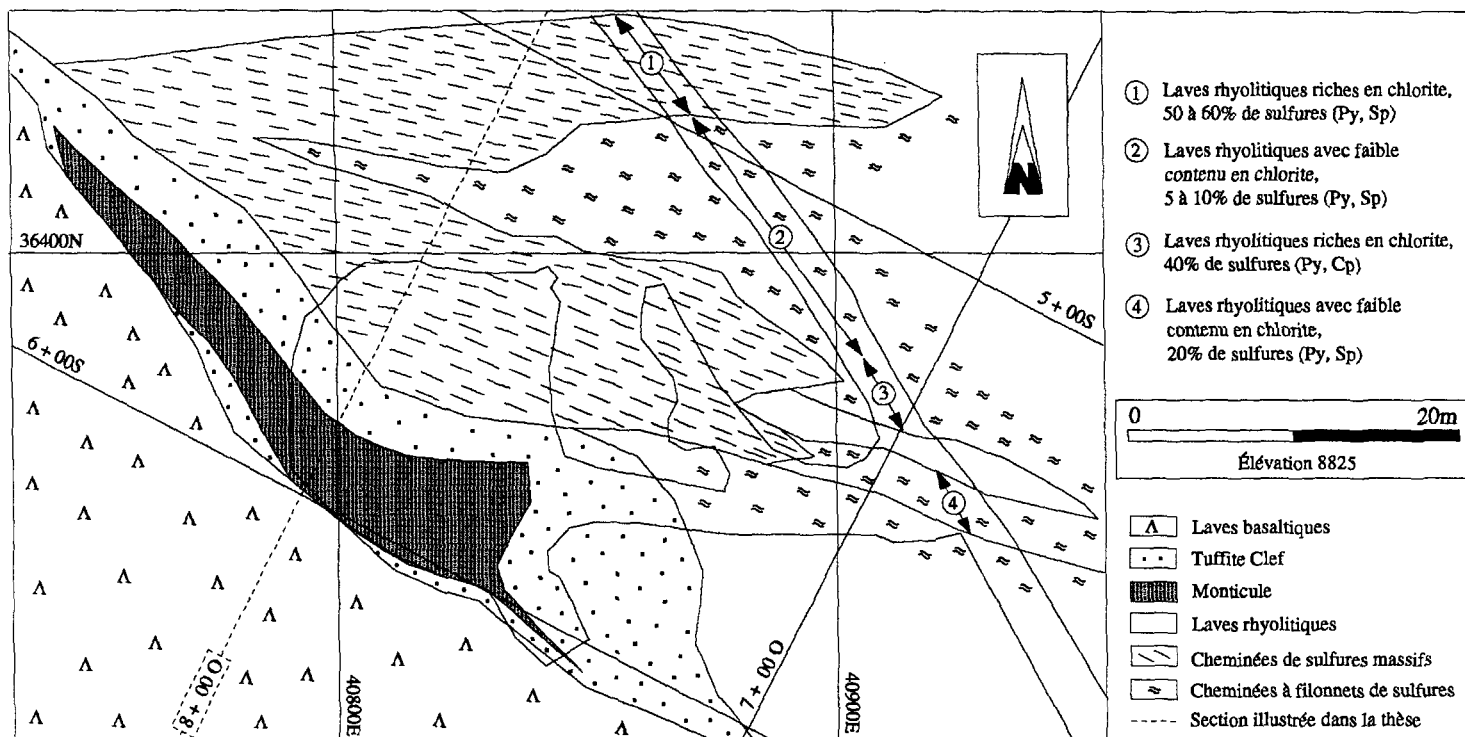


Figure 110: Géologie du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 7), recoupant les zones de cheminées et le monticule.

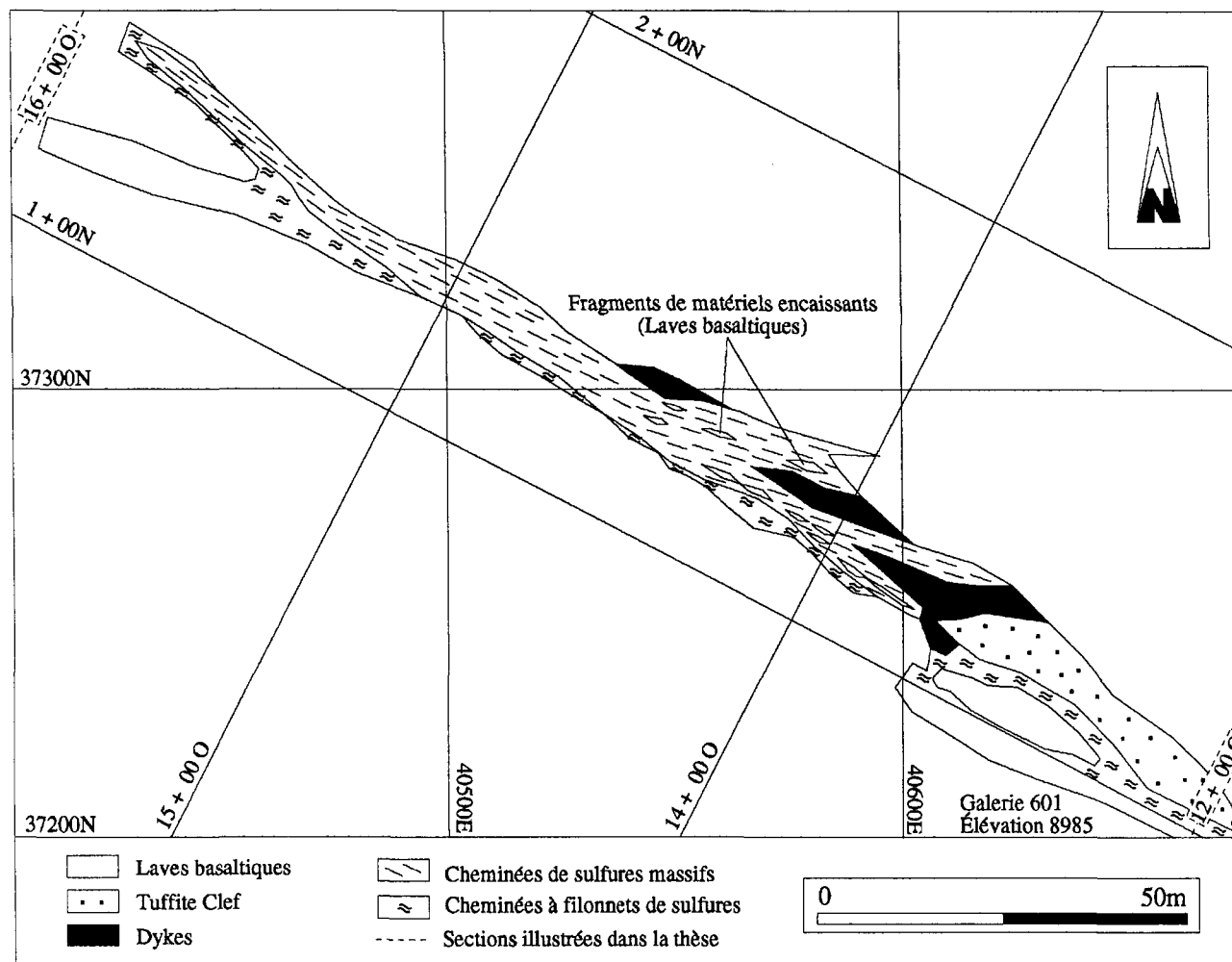


Figure 111: Géologie du dépôt no 5 du gisement d'Orchan présentée sur une vue de plan horizontal (niveau 6), recoupant la zone de cheminées, au-dessus du monticule. Modifiée de Orchan Mines LTD.

la base vers le sommet, les fragments de matériel encaissant sont constitués des laves rhyolitiques, de la Tuffite inférieure, des sulfures massifs concordants, des horizons de chert, de la Tuffite supérieure et des laves basaltiques. À l'intérieur des cheminées de sulfures et de magnétite à caractère massif, les fragments de matériel silicaté sont composés essentiellement de chlorite, tandis qu'à l'intérieur des cheminées de talc, ces fragments sont composés de talc et de chlorite.

3.2.2.2.1 Cheminées de sulfures

Les CSM sont principalement composées de pyrite, de magnétite et de pyrrhotite; la pyrite étant le sulfure dominant. Les figures 95, 98, 99, 100, 101, 102, 103 et 105 présentent la composition des CSM à différentes élévations à l'intérieur des dépôts. Ces cheminées possèdent une texture rubanée où les rubans ont une épaisseur qui varie de quelques millimètres à une dizaine de centimètres. Les rubans sont principalement composés de pyrite à grains fins avec une plus faible concentration de magnétite. La pyrrhotite est disséminée à travers les cheminées et se concentre localement entre les bandes de pyrite et de magnétite. Des cheminées riches en pyrite, possédant une texture massive, sont également observées. À l'intérieur des cheminées de sulfures, la chalcopyrrite se présente sous forme de filonnets qui sont concentrés dans le matériel encaissant, composé principalement de chlorite de couleur noire. À l'intérieur des CSM sus-jacentes aux monticules, des fragments de laves basaltiques riches en chlorite sont communément rencontrés (Clark, 1983). Ces fragments, qui ont un axe long orienté parallèlement aux cheminées, sont présents à l'intérieur des CSM sus-

jacentes au monticule du dépôt no 5 (Fig. 111). Certains de ces fragments ont un diamètre qui peut atteindre jusqu'à 1 mètre.

Les cheminées à filonnets de sulfures sont présentes dans tous les dépôts et celles-ci recoupent l'ensemble des unités de la séquence stratigraphique. Les CSM, associées aux dépôts du gisement d'Orchan, se terminent parfois dans la partie basale des monticules (Figs. 98 et 103), parfois à l'intérieur des monticules (Fig. 103) ou encore recoupent la totalité des monticules et la partie basale des laves basaltiques (Figs. 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104 et 105). Cette dernière situation est fréquente pour les dépôts du gisement d'Orchan. Dans certains dépôts, les CSM recoupent les laves basaltiques sus-jacentes aux monticules sur une hauteur importante (Figs. 95, 97, 99, 100, 101 et 105). Les CSM du volumineux dépôt no 2 ont recoupé l'ensemble du monticule (Figs. 99 et 100) produisant comme résultat final, pour ce dépôt, une volumineuse CSM rubanée où les caractéristiques associées au monticule sont complètement détruites. Les CSM sous-jacentes aux monticules sont souvent localisées au sud des monticules tandis que les CSM sus-jacentes aux monticules se retrouvent au nord des monticules. Cette particularité des CSM, qui est commune à plusieurs dépôts du flanc sud de l'anticlinal, est bien illustrée dans certains dépôts du gisement d'Orchan (Figs. 95, 97, 98, 101 et 103). Les CSM recoupent les monticules, parallèlement à l'attitude de la séquence stratigraphique, entre les CSM sous-jacentes aux monticules et les CSM sus-jacentes aux monticules. Cette particularité est également observable dans

certaines dépôts du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 6) et de Lac Mattagami (Fig. 78).

Les figures 106, 108, 109 et 110 présentent les vues de plan horizontal recoupant les CSM sous-jacentes aux monticules qui sont associées respectivement aux dépôts nos 1, 2A, 2B et 4OS. La figure 107 présente la vue de plan horizontal, recoupant les cheminées à filonnets de sulfures qui sont associées au dépôt no 1A. Et finalement, la figure 111 présente la vue de plan horizontal recoupant la CSM sus-jacente au monticule du dépôt no 5. Sur les figures 108, 109 et 110, la composition de certaines cheminées est indiquée. Ces vues de plan horizontal, montrant la morphologie et l'orientation quasi constante des cheminées, sont localisées sur les sections des dépôts, présentées dans la thèse.

3.2.2.2 Cheminées de magnétite

Les cheminées à filonnets de magnétite sont présentes dans la plupart des dépôts et celles-ci recoupent l'ensemble des unités de la séquence stratigraphique. Cependant, les CMM se retrouvent principalement dans le volumineux dépôt no 2 et celles-ci se terminent dans la partie basale du monticule (Fig. 99). Les CMM, de ce dépôt, sont les mieux développées de tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. À la figure 99, la composition d'une de ces cheminées est la suivante: CMM de 7,62 m de largeur composée de 97,4% de magnétite avec des teneurs de 2,60% Zn et 0,36% Cu. Ces CMM se retrouvent généralement à proximité des cheminées de talc massif. Les cheminées de magnétite à texture massive possèdent un volume

suffisamment important sous le monticule pour être isolées du minerai et servir de pilier de soutènement à l'intérieur de l'exploitation souterraine.

3.2.2.2.3 *Cheminées de talc*

Les cheminées à filonnets de talc sont présentes dans les dépôts nos 1 et 2 (Figs. 95, 99, 106, 108 et 109) ainsi que localement et en plus faibles concentrations dans certains autres dépôts. Ces cheminées recoupent l'ensemble des unités de la séquence stratigraphique. Les cheminées de talc massif se retrouvent à l'intérieur du volumineux dépôt no 2 (Figs. 99, 108 et 109). Ces cheminées se terminent sous le monticule, à l'intérieur de celui-ci ou encore recoupent toutes les unités de la séquence stratigraphique. Après le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami, le dépôt no 2 du gisement d'Orchan possède les cheminées de talc massif les mieux développées. Ces cheminées, qui sont des zones de faible compétence, ont enregistré la déformation et celles-ci possèdent une foliation bien développée. La figure 99 présente la composition des cheminées de talc massif à deux élévations différentes à l'intérieur du dépôt no 2. Comme pour les autres dépôts, les sulfures et la magnétite ne sont pas présents en fortes concentrations à l'intérieur des cheminées de talc massif. Les faibles concentrations de sulfures sont présentes sous forme disséminée à l'intérieur des cheminées ou encore, sont concentrées le long des plans de foliation ou des plans de fracture.

3.2.3 Distribution spatiale des métaux

La figure 112 présente le ratio des teneurs de zinc par rapport au teneurs de cuivre pour le dépôt no 2B. La distribution de ce ratio est typique de la plupart des dépôts du gisement d'Orchan (Clark, 1983). La section géologique correspondante est présentée à la figure 100. La distribution concordante des métaux est représentée par le ratio Zn/Cu qui croît globalement de la base vers le sommet du dépôt, parallèlement au plan de la séquence stratigraphique. Cette distribution indique que la partie basale des cheminées de sulfures est riche en cuivre et pauvre en zinc tandis que le monticule est riche en zinc et pauvre en cuivre. Cependant, les CSM étant bien développées à l'intérieur des monticules, la distribution concordante des métaux est fortement oblitérée par la distribution discordante qui est dominante. Cette dernière distribution s'exprime par un ratio qui croît latéralement et symétriquement du centre vers l'extérieur d'un axe riche en cuivre, situé au centre de la CSM, recoupant toutes les unités de la séquence stratigraphique (Figs. 100 et 112).

Miller (1965) et Clark (1983) proposent que certains dykes mafiques de faibles puissances, contenant localement de la chlorite et des traces de sulfures disséminés, contrôlent la distribution des métaux à l'intérieur des dépôts. Cette affirmation est basée sur le changement radical de la minéralogie et des teneurs en métaux d'un côté à l'autre de certains dykes. Toutefois, les résultats de la présente étude sont en contradiction avec cette affirmation. Les CSM sont constituées de rubans de différentes compositions où le contact entre les rubans forme un plan de faiblesse propice à la mise en

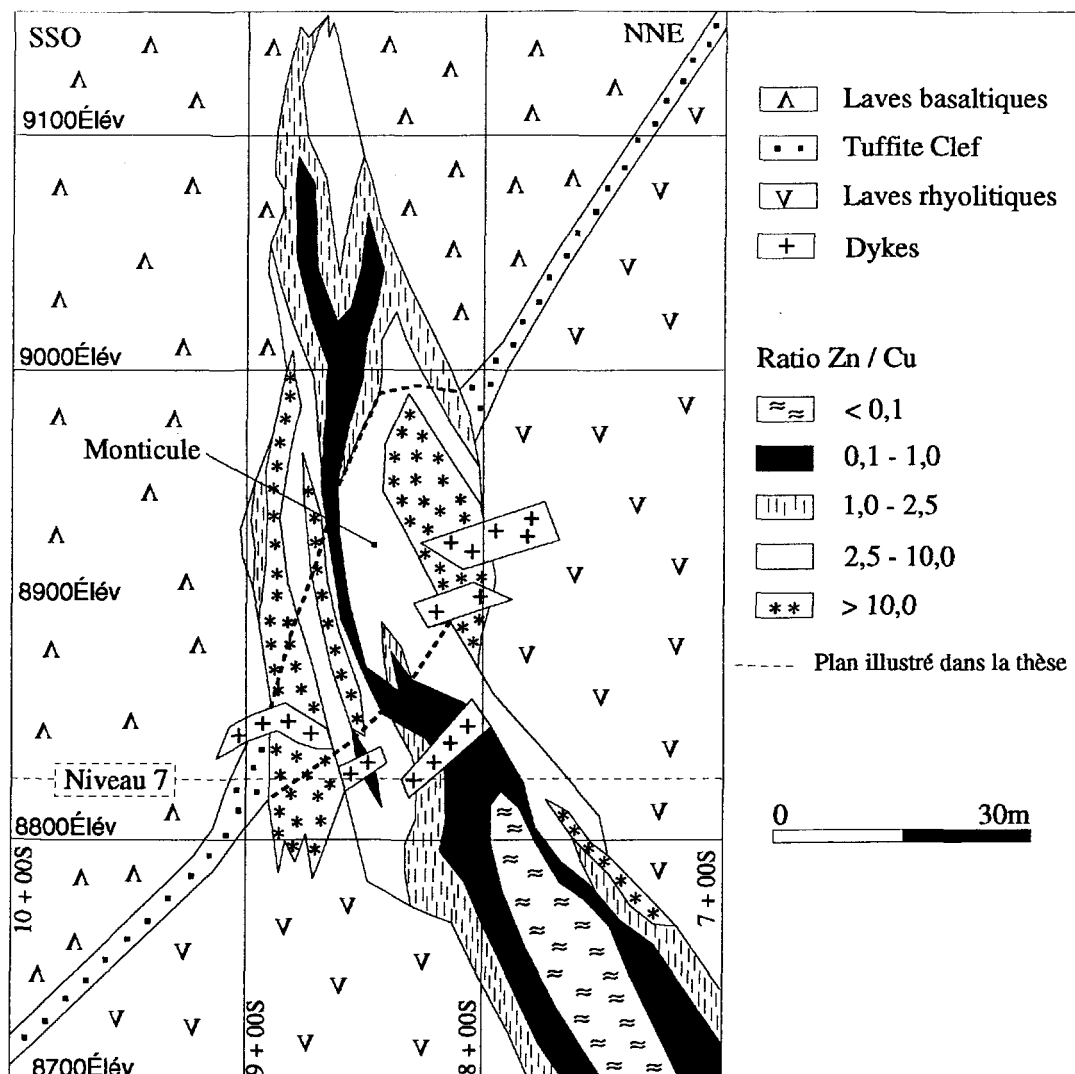


Figure 112: Isocontours du ratio Zn/Cu du dépôt no 2B du gisement d'Orchan présentés sur la section transversale 6 + 50 E. Modifiée de Clark (1983).

place des dykes. Ces dykes, localement observés à l'intérieur des CSM, ont une épaisseur de 10 à 30 centimètres. De plus, certains de ces dykes sont localement recoupés par des failles qui contaminent ceux-ci avec des minéraux d'altération et des traces de sulfures. Toutes ces évidences sont compatibles avec une mise en place des dykes qui est tardive par rapport à la formation des dépôts.

3.2.4 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts

Les relations chronologiques et géométriques pour les dépôts du gisement d'Orchan sont identiques à celles décrites pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 52). Toutefois, la partie discordante du volumineux dépôt no 2 est beaucoup mieux développée que la partie discordante des autres dépôts. Les dépôts de ce gisement, à l'exception des dépôts nos 4OS et 4EES localisé à l'est, sont recoupés par des CSM bien développées sous les monticules mais particulièrement à l'intérieur des monticules ainsi que dans la partie sus-jacente de ceux-ci. Les CSM, bien développées à l'intérieur des monticules, oblitèrent les caractéristiques de la partie concordante des dépôts. Ainsi, les caractéristiques propres à la partie concordante des monticules, tels le litage des sulfures massifs concordants et la distribution concordante des métaux, sont principalement détruites par la présence des cheminées.

3.2.5 Configuration spatiale des dépôts

La configuration spatiale des dépôts vise à établir la géométrie des

parties concordante et discordante de chacun des dépôts composant le gisement d'Orchan. Les paramètres géométriques des monticules et des cheminées, utilisés pour construire les projections en plan et en section longitudinale des dépôts, sont présentés à l'intérieur de tableaux. Ces données servent à établir la dimension et la répartition des CSM et des cheminées de talc massif par rapport à la géométrie des monticules. Ces données servent également à évaluer la proportion de sulfures massifs contenus dans les CSM par rapport aux monticules. La répartition des CSM est étudiée en ce qui concerne les cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule (CSMU) et les cheminées de sulfures massifs sous-jacentes aux monticules (CSMO). La méthodologie, pour la collecte des données, est la même que celle décrite pour le gisement d'Isle-Dieu, à l'exception des données correspondant aux lettres l et m. Ces lettres ne sont pas toujours présentées dans les tableaux sous la forme de pourcentages de la surface occupée par le monticule et par les CSM présentes à l'extérieur du monticule en fonction de la surface occupée par le dépôt, mais plutôt sous forme de tonnages. Le calcul du tonnage des parties concordante et discordante est plus précis que l'estimation présentée en pourcentage.

Les dépôts du gisement d'Orchan, projetés sur une vue en plan horizontal, ont une forme elliptique dont l'orientation ouest-nord-ouest est relativement constante d'un dépôt à l'autre (Fig. 94). Projetés en section longitudinale, les dépôts possèdent un angle de chute vers l'ouest-nord-ouest. Cette inclinaison, comme expliquée pour les gisements d'Isle-Dieu et de Lac

Mattagami, est attribuable à l'orientation du plan de la Tuffite Clef contenant les monticules par rapport à l'orientation du plan contenant les cheminées. Sur une vue de plan horizontal, cette différence angulaire entre les deux plans est en moyenne de 20°. Les vues de plan horizontal des niveaux 2 et 7 présentent des différences angulaires de 20° formées par la direction des monticules, contenus dans le plan de la Tuffite Clef et la direction des cheminées (Figs. 107 et 110).

Dans l'ensemble, les sulfures massifs composant les dépôts du gisement d'Orchan sont concentrés de 25% à 65% à l'intérieur des monticules et de 35% à 75% à l'intérieur des CSM extérieures aux monticules. La moyenne est de 45% pour les sulfures massifs concentrés à l'intérieur des monticules et de 55% pour les CSM extérieures aux monticules. Les CSMO sont généralement présentes sur toute la longueur des monticules sauf dans les extrémités de ceux-ci où elles se terminent par des cheminées à filonnets de sulfures. Les CSMU possèdent une longueur égale et localement supérieure aux CSMO. Les CSM, possédant la hauteur maximale à l'intérieur des dépôts, sont localisées dans la partie centrale des dépôts où les CSMO et les CSMU sont présentes. Les cheminées à caractère massif de magnétite et de talc sont associées au volumineux dépôt no 2. Des cheminées riches en talc sont également associées au dépôt no 1. Les cheminées de talc massif, sous-jacentes au monticule no 2, sont présentes sur toute la longueur du monticule, sauf dans ses extrémités où elles se terminent par des cheminées à filonnets de talc. Cependant, les cheminées de talc massif sus-jacentes au monticule ne sont présentes que localement dans la partie centrale du

monticule. Les cheminées à filonnets de talc et de magnétite sont localement observées dans la partie sus-jacente des monticules.

3.2.5.1 Dépôt no 1

Le dépôt no 1 est le deuxième plus volumineux dépôt du gisement d'Orchan. Ce dépôt possède des CSM bien développées et des cheminées riches en talc. La partie sommitale de ce dépôt ayant été érodée, la proportion de sulfures massifs contenue dans les CSM par rapport au monticule n'a pas été évaluée. Les figures 113 et 114 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où la partie basale du monticule, les CSM et les cheminées de talc sont illustrées. Les figures 95 et 96 présentent respectivement les sections géologiques 1+00 O et 4+00 O qui recoupent transversalement le dépôt. La vue de plan horizontal du niveau 2, recoupant ce dépôt, est présentée à la figure 106. Les CSMO et les cheminées de talc, bien développées, sont présentes sur toute la longueur du monticule (Figs. 113 et 114). Les CSMU ne sont pas observées car la partie sommitale du dépôt est érodée. Les CSM atteignent une hauteur observable, localisée entièrement sous le monticule, de 67,05 m sur trois sections transversales (Tableau 23). La largeur maximale des CSMO et des cheminées de talc est respectivement de 27,43 m et 10,67 m. Le tableau 24 présente la composition des cheminées à leur sommet et à leur base ainsi que les références d'où proviennent ces informations. Ce tableau révèle que les CMM n'ont pas été observées sous ce dépôt bien que les cheminées à filonnets de magnétite soient présentes. Les cheminées à filonnets de sulfures et de talc possèdent une hauteur plus élevée que les

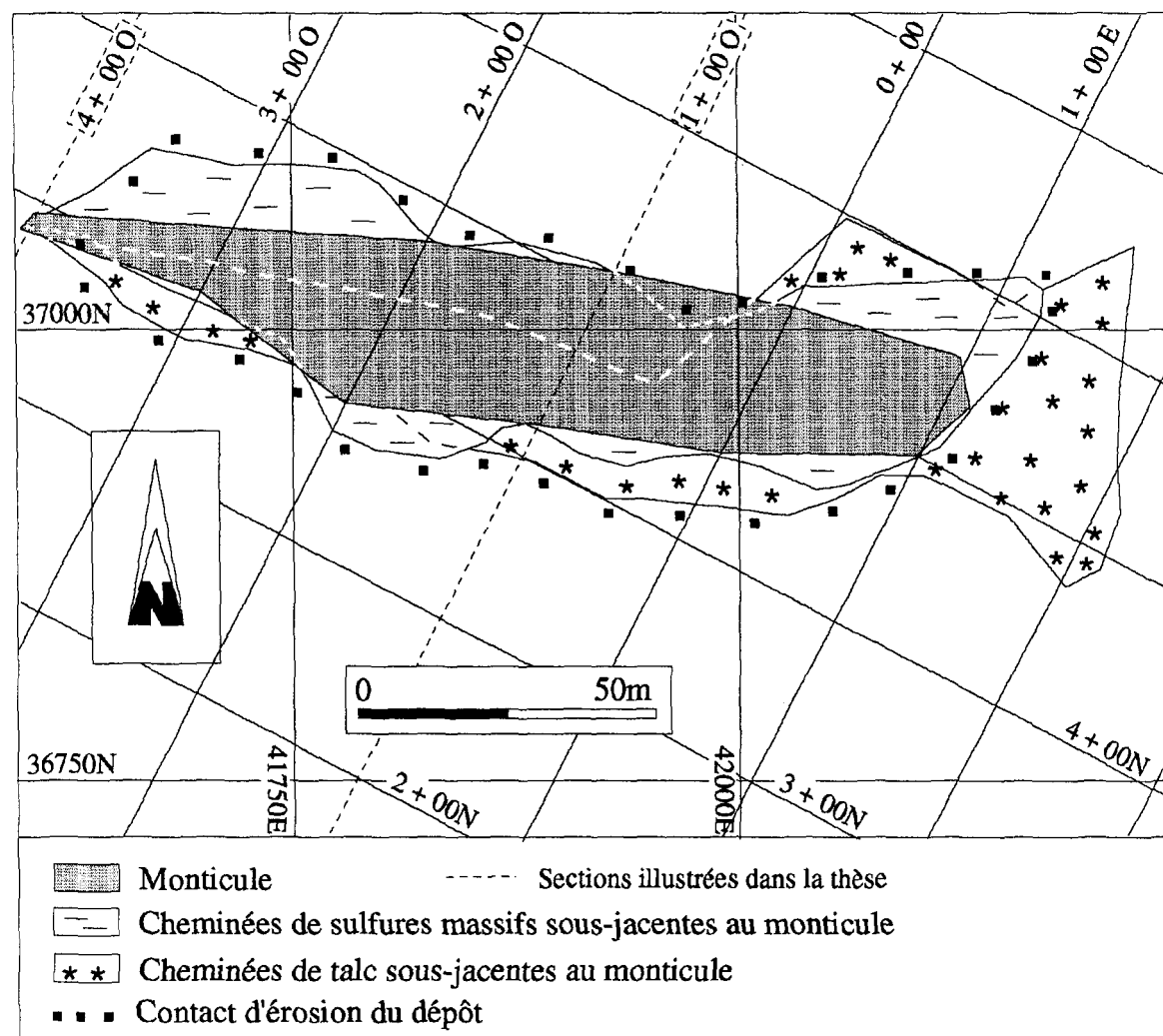


Figure 113: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.

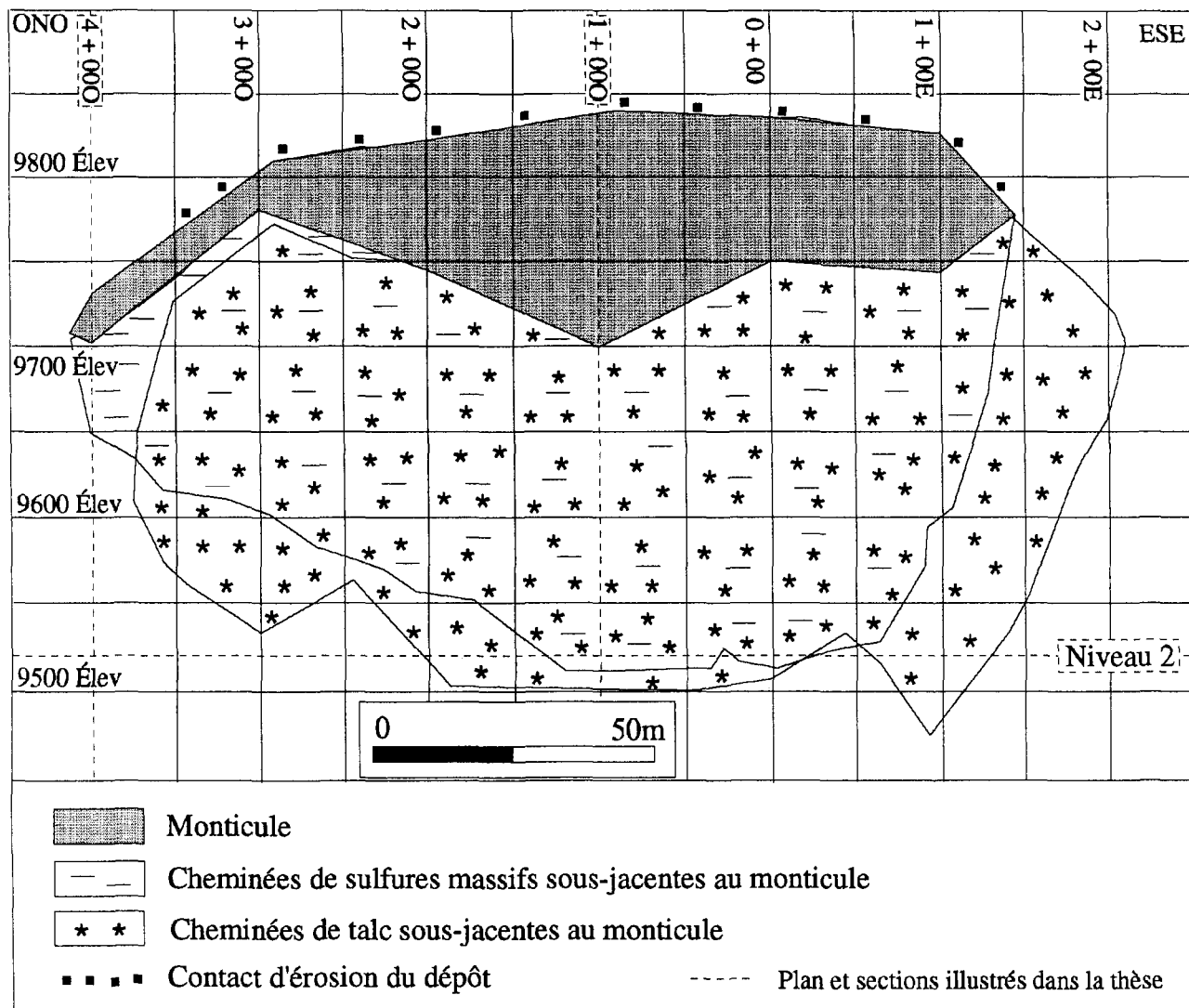


Figure 114: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	h Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g, h et i ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)
100 E	Nul	67,05	Nul	67,05	Nul	27,43	3,05	27,43	39,62	Nul
50 E	Nul	67,05	Nul	67,05	Nul	16,76	3,05	16,76	47,24	Nul
000	Nul	60,96	Nul	60,96	Nul	10,67	9,14	10,67	45,72	Nul
50 O	Nul	57,91	Nul	57,91	Nul	10,67	6,10	10,67	42,67	Nul
100 O	Nul	67,05	Nul	67,05	Nul	15,24	10,67	15,24	30,48	Nul
150 O	Nul	60,96	Nul	60,96	Nul	27,43	7,62	27,43	25,91	Nul
200 O	Nul	48,77	Nul	48,77	Nul	13,72	7,62	13,72	35,05	Nul
250 O	Nul	51,81	Nul	51,81	Nul	22,86	6,10	22,86	36,57	Nul
300 O	Nul	54,86	Nul	54,86	Nul	13,72	10,67	13,72	51,81	Nul
350 O	Nul	39,62	Nul	39,62	Nul	9,14	7,62	9,14	18,29	Nul
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule										

Tableau 23: Paramètres géométriques du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	60,96	000 / U-500	Sulfures massifs rubanés, présence de talc, (85% Py, Sp, Cp) 19,00% Zn, 0,25% Cu / 3,35m
Cheminées à filonnets de sulfures	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	137,15	300 O / C-33	(20% de sulfures Py, Cp) 0,14% Zn, 3,71% Cu / 1,52
Cheminées de magnétite massive	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	1,50	100 O / C-8	(Sp, Py, Cp et Magnétite) 29,60% Zn, 3,71% Cu / 1,52 m
Cheminées de talc massif	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	79,24	100 O / U-464	Forte schistosité, présence de chlorite et talc / 7,01m
Cheminées à filonnets de talc	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	115,82	100 O / C-8	Forte schistosité, présence de chlorite, talc, carbonates et pyrite cubique / 12,50m

Tableau 24: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1 du gisement d'Orchan.

cheminées à caractère massif de même composition. Les cheminées de talc massif atteignent une hauteur observée de 79,24 m sous la Tuffite Clef en comparaison avec une hauteur de 67,05 m pour les CSM (Tableau 23).

3.2.5.2 *Dépôt no 1A*

Le dépôt no 1A présente la particularité d'avoir des CSMU très bien développées (Figs. 95 et 97). Cependant, entre les sections 2+00 O et 0+50 O, une mince partie du sommet de ces CSMU a été érodée (Fig. 115). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 65% (89 583 t / 138 950 t) à l'intérieur du monticule tandis que 35% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 25). Les figures 115 et 116 montrent respectivement les projections en section longitudinale et en plan du dépôt où le monticule et les CSM sont illustrés. Les figures 95 et 97 montrent respectivement les sections géologiques 1+00 O et 2+50 O, qui recoupent transversalement le dépôt. La vue de plan horizontal du niveau 2, recoupant ce dépôt, est présentée à la figure 107. Les CSMO et les CSMU sont présentes sur toute la longueur du monticule, sauf dans ses extrémités (Figs. 115 et 116). Par contre, les CSMO ne sont pas directement situées sous les CSMU, mais sont localisées plus au sud (Figs. 95, 97 et 116). De plus, vue en plan horizontal, l'orientation des deux types de cheminées varie de 15° (Fig. 116). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 62,48 m sur trois sections (Tableau 25). Sur la section 2+00 O, 22,86 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 39,62 m au-dessus de celle-ci dont 30,48 m sont situés au-dessus du monticule. Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 9,14 m et de 10,67 m. Le tableau 26 révèle que seul

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Surface du monticule et des CSMI sur les sections (m ²)	m Tonnage du monticule et des CSMI sur les sections (t)
000	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	45,54	2 470,05
50 O	39,62	Nul	32,00	39,62	9,14	Nul	Nul	Nul	7,62	178,90	9 704,17
100 O	41,15	21,33	33,53	62,48	9,14	6,10	6,10	21,33	7,62	191,45	10 384,57
150 O	42,67	19,81	38,10	62,48	10,67	7,62	7,62	12,19	4,57	183,09	9 931,03
200 O	39,62	22,86	30,48	62,48	6,10	9,14	9,14	22,86	9,14	321,56	17 442,83
250 O	18,29	15,24	15,24	33,53	3,05	4,57	4,57	12,19	3,05	397,30	21 551,72
300 O	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	217,94	11 822,14
350 O	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	115,71	6 276,77
											89 583,48
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule								(89 583,48 / 138 950) 100 = 65% des sulfures massifs du dépôt sont présents à l'intérieur du monticule et des CSMI et 35% dans les CSM extérieures au monticule.			

Tableau 25: Paramètres géométriques du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.

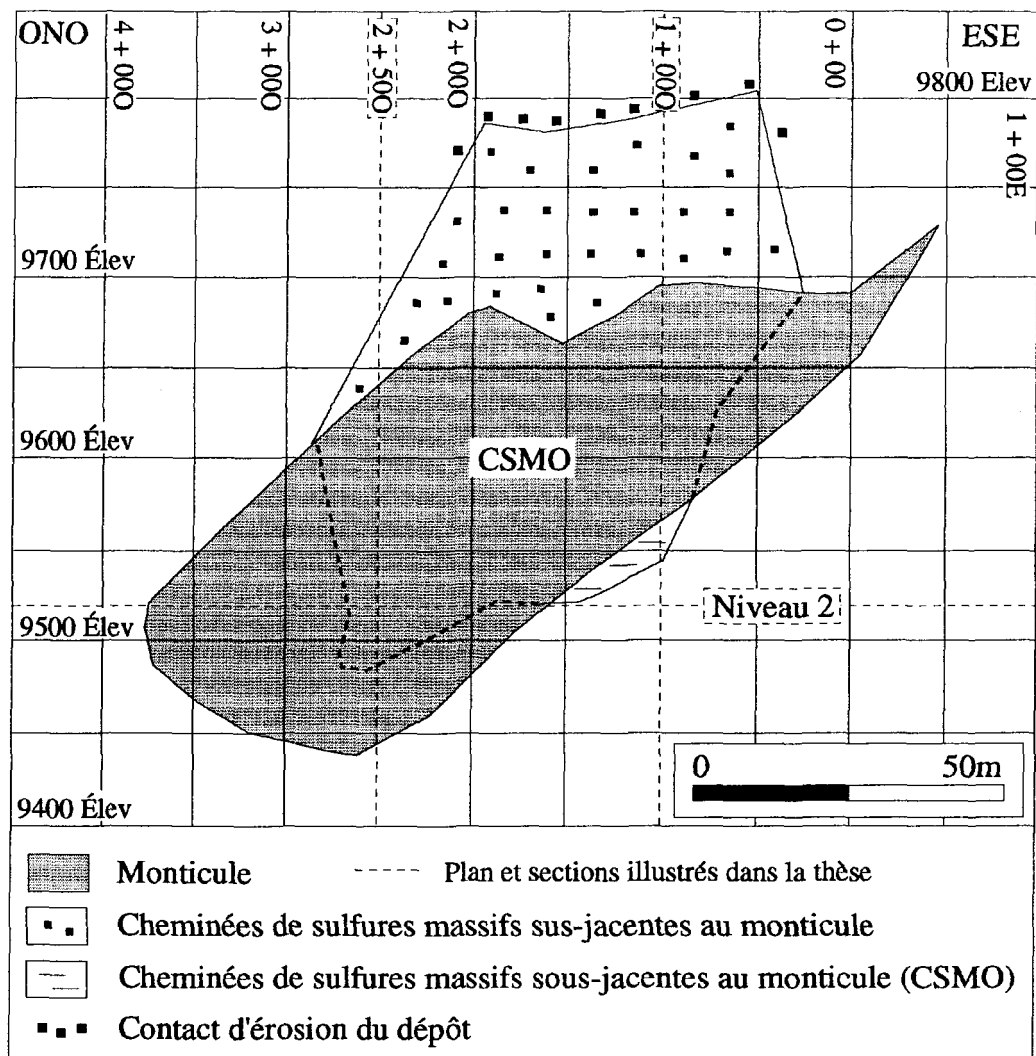


Figure 115: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.

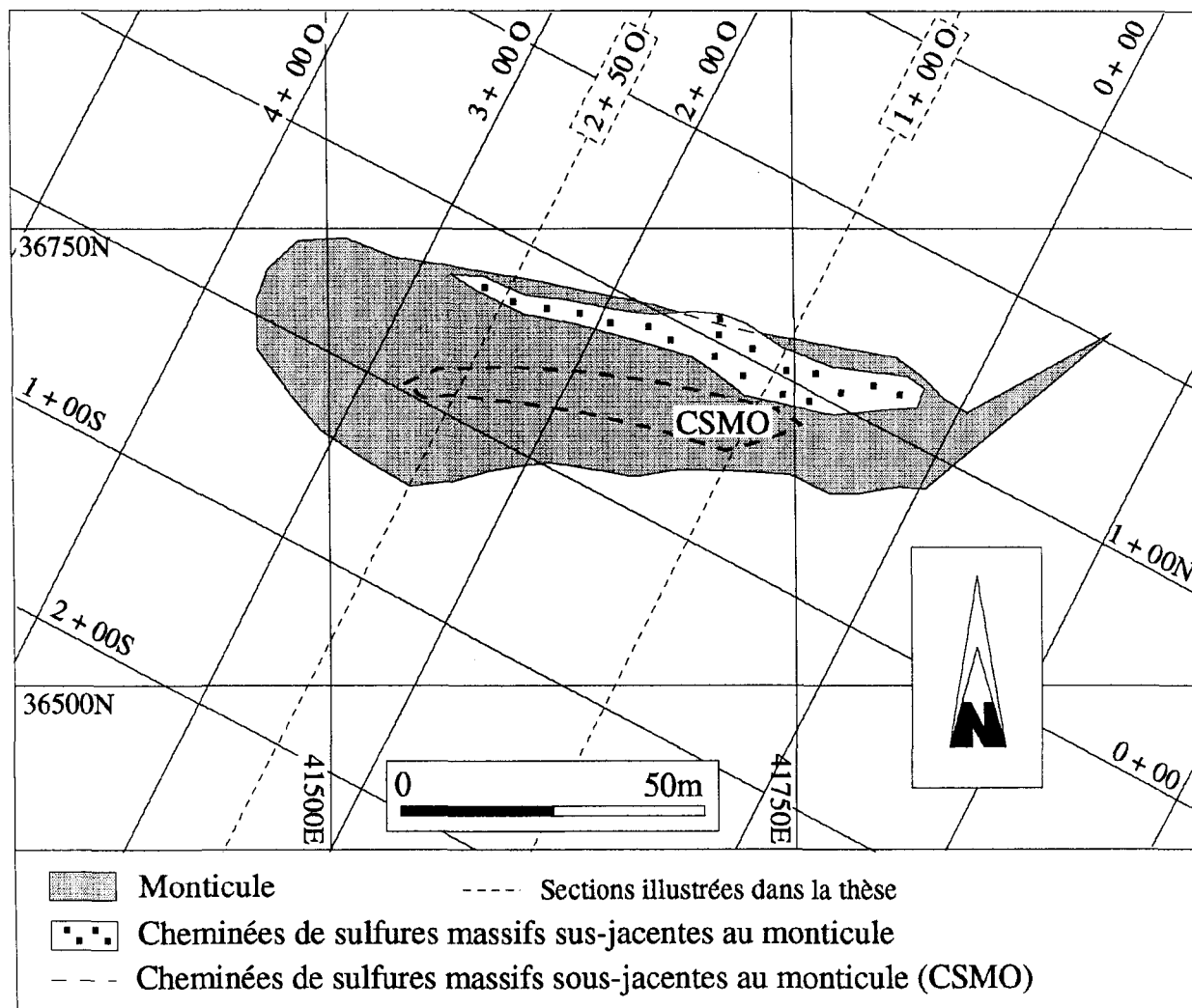


Figure 116: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	41,15	100 O / U-670	Sulfures massifs (75% de sulfures Py, Sp, Cp) 8,24% Zn, 4,75% Cu / 3,05m	12,19	100 O / U-750	Présence de chlorite, (60% de sulfures Py, Cp) 15,00% Zn, 5,05% Cu / 1,22m
Cheminées à filonnets de sulfures	41,15	100 O / U-670	(15% de sulfures Py, Cp) 0,15% Zn, 0,73% Cu / 4,27m	70,10	150 O / U-955	Présence de chlorite, (10% Py, Cp, Sp) 0,71% Zn, 0,64% Cu / 3,66m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées

Tableau 26: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 1A du gisement d'Orchan.

les cheminées de sulfures ont été observées dans ce dépôt. Les cheminées à filonnets de magnétite et même à filonnets de talc sont probablement présentes, mais en faibles concentrations, et celles-ci n'ont donc pas été documentées dans les descriptions de carotte de forage.

3.2.5.3 *Dépôt no 2*

Le dépôt no 2, le plus volumineux dépôt du gisement, possède les CSM les mieux développées de tous les dépôts de ce gisement. De plus, les CMM sont les mieux développées de tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Le dépôt no 2 se classe au second rang, après le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami, pour la dimension de ses cheminées de talc massif. Les sulfures massifs, composant ce dépôt, sont concentrés à 35% à l'intérieur du monticule (moyenne pondérée entre les pourcentages tirés des tableaux 27 et 28) tandis que 65% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule. Le dépôt no 2 a été séparé en deux parties par une faille, formant ainsi les dépôts nos 2A et 2B (Fig. 94). Les figures 117 et 118 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt no 2A, tandis que les figures 119 et 120 présentent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt no 2B. Le monticule, les CSM et les cheminées de talc massif sont illustrés sur ces quatre figures. La section géologique, recoupant transversalement le dépôt no 2A, est présentée à la figure 98, tandis que celles recoupant le dépôt no 2B se retrouvent aux figures 99 et 100. La vue de plan horizontal, recoupant le dépôt no 2A, se retrouve à la figure 108, tandis que celle recoupant le dépôt no 2B est illustrée à la figure 109. Les CSMO sont

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	h Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g, h et i ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Surface du monticule et des CSMI sur les sections (m2)	m Tonnage approximatif du monticule et des CSMI sur les sections (t)
900E	Nul	70,10	Nul	70,10	Nul	6,10	Nul	6,10	42,67	0,61	Nul	Nul
850 E	Nul	195,06	Nul	195,06	Nul	9,14	Nul	9,14	167,63	2,13	223,98	12 149,73
800 E	21,33	188,97	21,33	210,30	7,62	15,24	Nul	45,72	173,73	6,10	256,04	13 889,29
750 E	30,48	195,06	30,48	225,54	10,67	19,81	3,05	39,62	170,68	7,62	330,86	17 947,37
700 E	24,38	158,49	24,38	182,87	12,19	39,62	3,05	39,62	134,11	6,10	507,81	27 550,82
650 E	18,29	146,30	Nul	164,58	4,57	42,67	1,52	42,67	118,87	7,62	876,86	47 565,34
600 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	822,49	44 616,15
550 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	1 164,50	63 167,88
												226 886,57
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule												

Tableau 27: Paramètres géométriques du dépôt no 2A du gisement d'Orchan.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	h Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g, h et i ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Surface du monticule et des CSMI sur les sections (m2)	m Tonnage approximatif du monticule et des CSMI sur les sections (t)
1100 E	42,67	124,96	21,33	167,63	3,05	7,62	12,19	21,33	106,67	21,33	851,30	46 177,86
1050 E	Nul	67,05	Nul	97,53	Nul	39,62	18,29	57,91	51,81	30,48	1 349,91	73 225,05
1000 E	Nul	97,53	Nul	128,01	Nul	48,77	9,14	70,10	79,24	30,48	2 228,16	120 865,70
950 E	Nul	102,10	Nul	124,96	Nul	30,48	24,38	57,91	83,82	22,86	1 259,29	68 310,34
900 E	54,86	112,77	30,48	167,63	15,24	39,62	15,24	60,96	60,96	24,38	1 357,81	73 654,26
850 E	48,77	97,53	27,43	146,30	12,19	28,95	6,10	48,77	51,81	21,33	2 010,22	109 044,46
800 E	Nul	88,39	Nul	118,87	Nul	15,24	3,05	30,48	73,15	30,48	3 025,09	164 095,28
750 E	48,77	54,86	15,24	103,63	9,14	19,81	Nul	19,81	18,29	25,91	1 575,74	85 475,50
700 E	54,86	51,81	24,38	106,67	13,72	13,72	Nul	22,86	18,29	27,43	921,00	49 960,07
650 E	64,00	48,77	59,43	112,77	21,33	10,67	Nul	30,48	25,91	6,10	1 147,30	62 235,03
600 E	67,05	45,72	54,86	112,77	21,33	6,10	Nul	27,43	24,38	10,67	450,74	24 450,09
550E	54,86	24,38	48,77	79,24	21,33	1,52	Nul	6,10	15,24	6,10	231,41	12 552,63
500 E	38,10	6,10	35,05	44,19	18,29	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	101,77	5 519,96
450 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	326,21	17 695,10
400 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	6,10	203,53	11 040,83
350 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	94,80	5 142,47
												929 444,65
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule									[(226 886,57 / 3 134 104) + (929 444,65 / 3 134 104)] 100 = 35% des sulfures massifs du dépôt no 2 sont présents à l'intérieur du monticule et des CSMI et 65% dans les CSM extérieures au monticule.			

Tableau 28: Paramètres géométriques du dépôt no 2B du gisement d'Orchan.

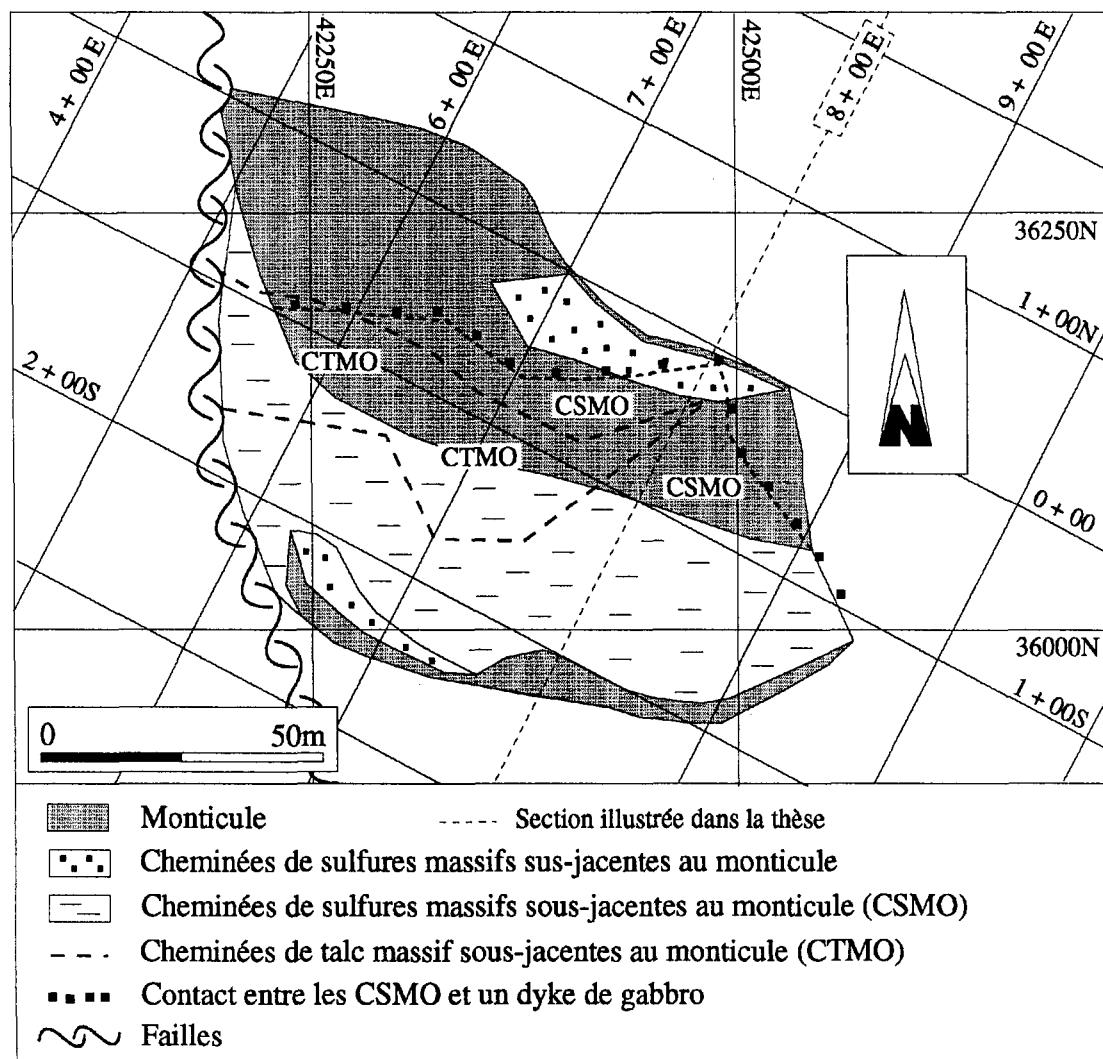


Figure 117: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2A du gisement d'Orchan.

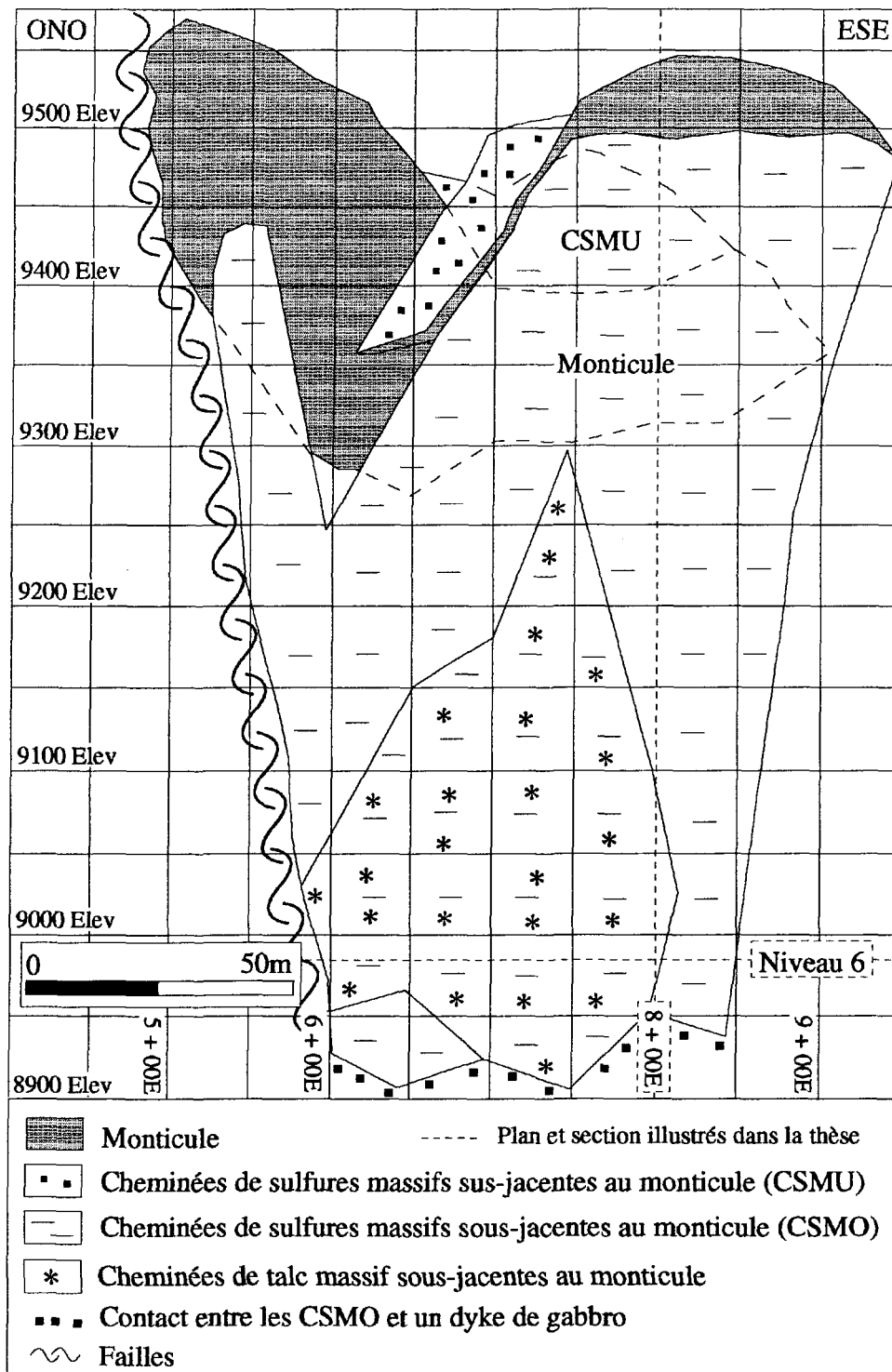


Figure 118: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2A du gisement d'Orchan.

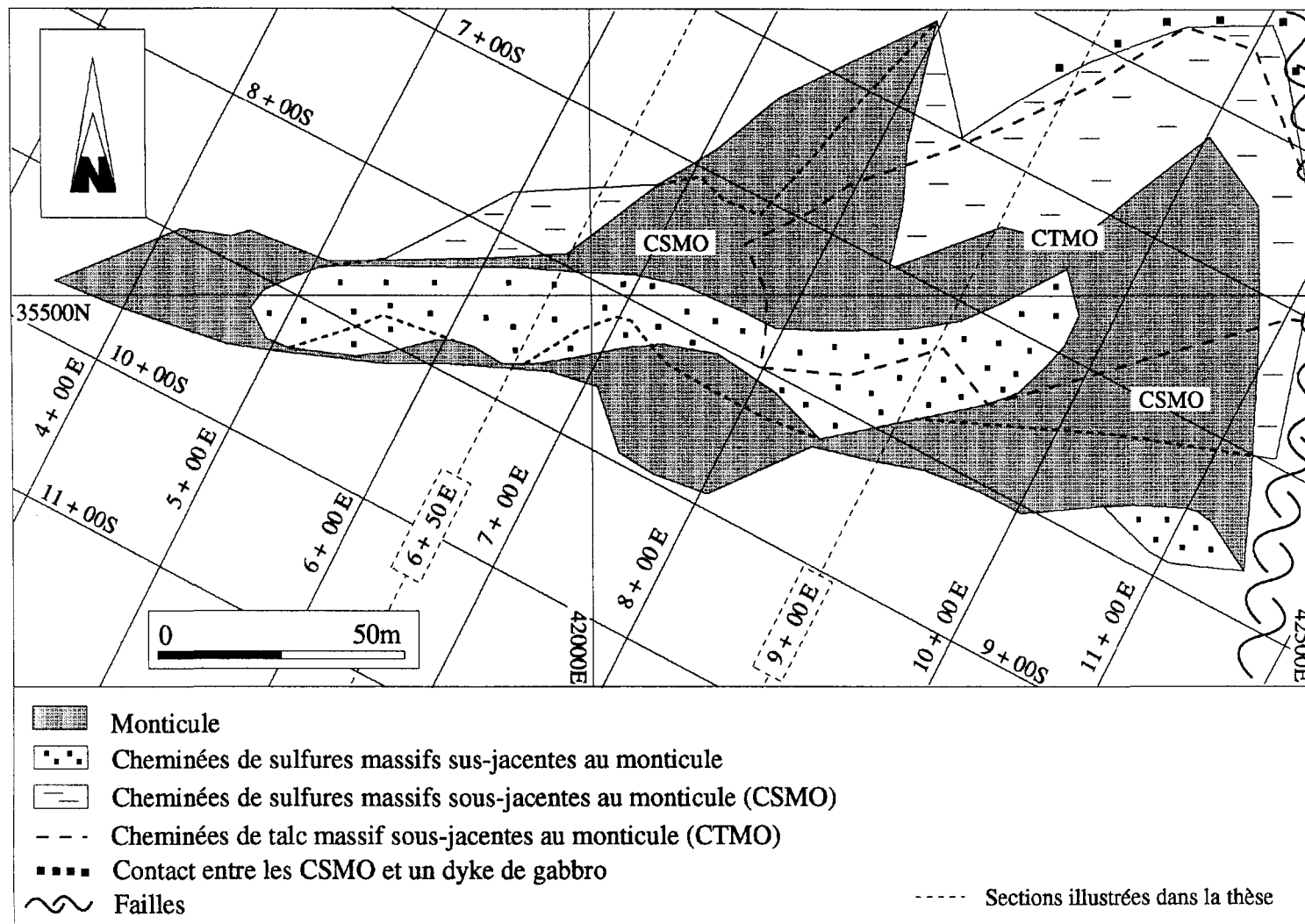


Figure 119: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 2B du gisement d'Orchan.

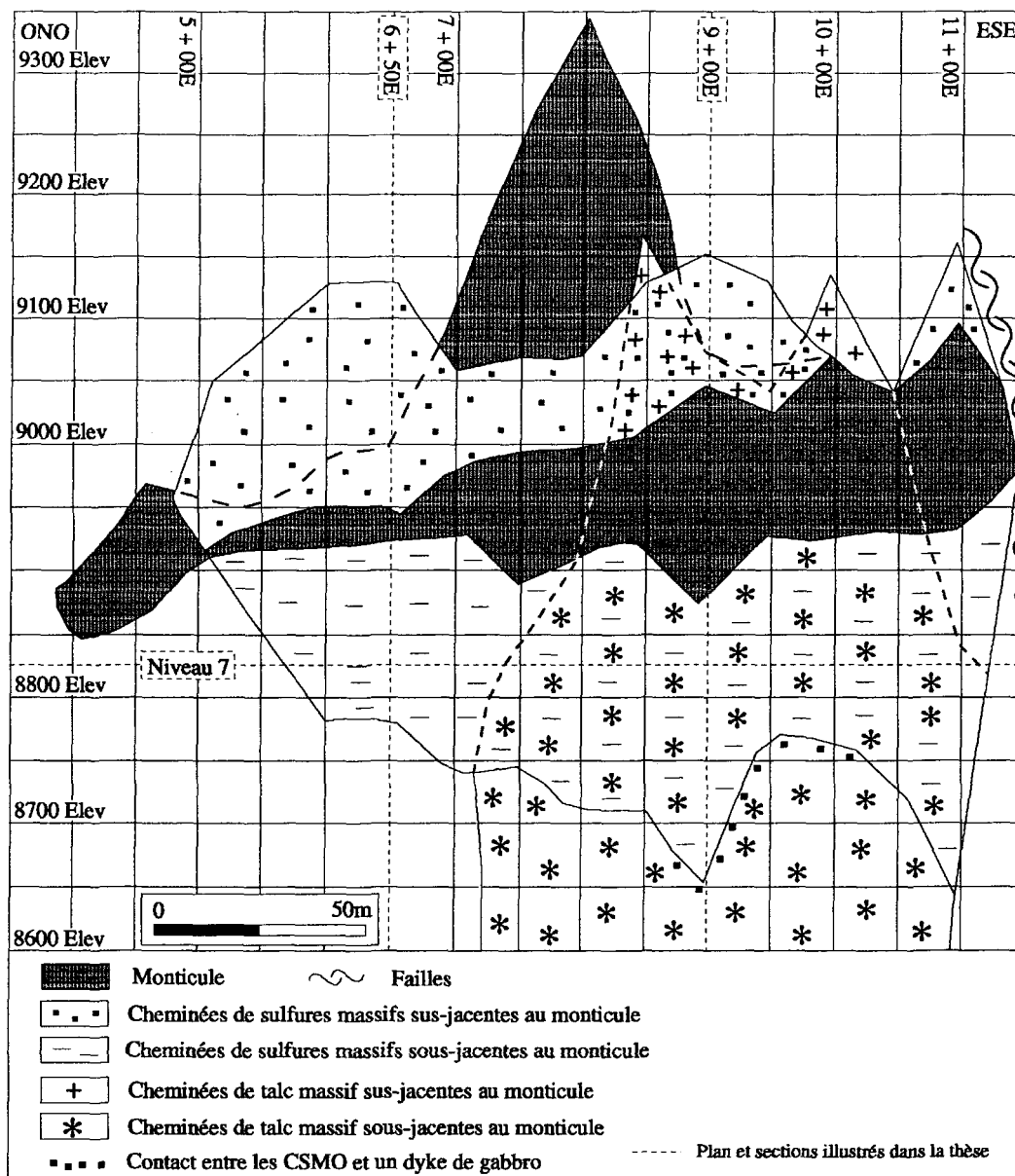


Figure 120: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 2B du gisement d'Orchan.

présentes sur toute la longueur du monticule, sauf dans l'extrémité ouest du dépôt (Figs. 117 à 120). La partie basale des CSM de ce dépôt est recoupée par un dyke de gabbro de forte puissance entre les sections 6+00 E et 8+50 E pour le dépôt no 2A ainsi qu'entre les sections 8+75 E et 10+25 E pour le dépôt no 2B. Les CSMU sont continues et bien développées entre les sections 4+75 E et 9+75 E pour le dépôt no 2B, tandis qu'elles sont présentes que sporadiquement dans le reste du dépôt (Figs. 117 à 120). Les cheminées de talc massif sont présentes sur toute la longueur du dépôt, sauf à l'ouest de la section 7+50 E du dépôt no 2B ainsi que dans l'extrémité est du dépôt no 2A. Les CSM atteignent une hauteur de 225,54 m à l'intérieur du dépôt no 2A. De cette hauteur, 195,06 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 30,48 m au-dessus de celle-ci, dont la quasi totalité de cette hauteur est située au-dessus du monticule (Tableau 27). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 48,77 m et de 21,33 m, tandis que la largeur maximale des cheminées de talc massif sous le monticule est de 24,38 m. Le tableau 29 indique que les cheminées de magnétite n'ont pas été observées au-dessus de la Tuffite Clef, mais les cheminées de talc massif atteignent une hauteur de 33,53 m. Tous les types de cheminées sont présents sous la Tuffite Clef où les CMM et les cheminées de talc massif atteignent respectivement des hauteurs de 50,29 m et 195,06 m. Dans tous les cas, les cheminées à filonnets possèdent une hauteur plus élevée que les cheminées à caractère massif de même composition.

3.2.5.4 Dépôt no 4EEN

Le dépôt no 4EEN est un petit dépôt satellite du dépôt no 2 localisé à

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	67,05	600 E / U-251	80% Py, Sp et localement Cp 3,92% Zn, 1,62% Cu / 12,80m	195,06	750 E / U-381	90% Po, Py 7,02% Zn, 0,63% Cu / 4,88m
Cheminées à filonnets de sulfures	70,10	600 E / U-332	Roche riche en chlorite, 15-20% Py 0,25% Zn, 0,64% Cu / 2,74m	195,06 et plus	750 E / U-381	Prolongement vers le bas, sous le dyke, de la CSM ci-haut mentionnée
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	50,29	900 E / U-6	99% de Magnétite massive à grains fins avec traces de sulfures 3,20% Zn, 0,15% Cu / 4,57m
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	70,10	900 E / U-7	Présence de talc, schistosité modérée, 5% Py, 40% magnétite, 0,00% Zn, 0,20% Cu / 0,61m
Cheminées de talc massif	33,53	550 E / U-273	Talc massif avec traces de Py Tr de Zn, 0,83% Cu / 0,91m	195,06	750 E / U-381	Talc et chlorite avec schistosité modérée, traces de Py et Sp
Cheminées à filonnets de talc	33,53 et plus	550 E / U-273	Prolongement vers le bas de la CTM ci-haut mentionnée	195,06 et plus	750 E / U-381	Prolongement vers le bas de la CTM ci-haut mentionnée

Tableau 29: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 2 du gisement d'Orchan.

l'ouest-nord-ouest de celui-ci (Fig. 94). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 45% à l'intérieur du monticule, tandis que 55% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 30). Les figures 121 et 122 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 101 présente la section géologique 3+00 E recoupant transversalement le dépôt. Les CSMO et les CSMU sont présentes sur toute la longueur du monticule (Figs. 121 et 122). Les CSMU de ce dépôt sont bien développées et celles-ci se retrouvent même à l'ouest du dépôt où le monticule est absent (Fig. 122). De plus, les CSMU présentent la particularité d'être localisées au nord des CSMO (Figs. 101 et 121). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 54,86 m sur la section 2+00 E. De cette hauteur, 27,43 m sont localisés sous la Tuffite Clef et la même hauteur est présente au-dessus de celle-ci dont 15,24 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 30). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 4,57 m et de 9,14 m. Le tableau 31 indique que seul les cheminées de sulfures ont été observées au-dessus de la Tuffite Clef. De plus, les cheminées à caractères massif de magnétite et de talc sont absentes sous la Tuffite Clef, mais les cheminées à filonnets de magnétite et de talc ont été observées à de faibles profondeurs (9,14 m) sous la Tuffite Clef.

3.2.5.5 *Dépôt no 4EES*

Le dépôt no 4EES est également un petit dépôt satellite du dépôt no 2 comme le dépôt no 4EEN (Fig. 94). Ce dépôt est en fait composé de deux

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
450 E	13,72	7,62	7,62	21,33	3,05	3,05	3,05	6,10	6,10	60	40
400 E	22,86	13,72	15,24	36,57	3,05	3,05	3,05	13,72	7,62	50	50
350 E	15,24	15,24	9,14	30,48	1,52	4,57	4,57	12,19	6,10	50	50
300 E	24,38	22,86	18,29	47,24	3,05	3,05	3,05	22,86	6,10	30	70
250 E	24,38	25,91	16,76	50,29	3,05	4,57	4,57	18,29	7,62	35	65
200 E	27,43	27,43	15,24	54,86	9,14	4,57	4,57	18,29	12,19	35	65
										45	55
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 30: Paramètres géométriques du dépôt no 4EEN du gisement d'Orchan.

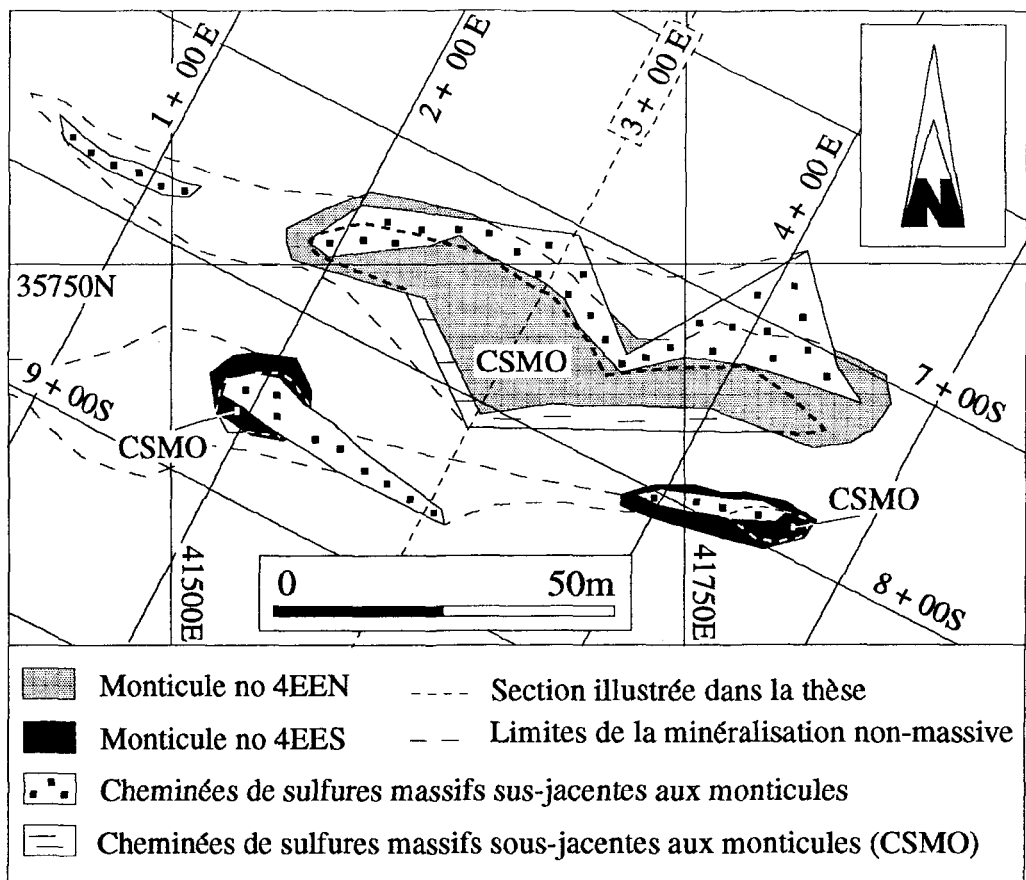


Figure 121: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts nos 4EEN et 4EES du gisement d'Orchan.

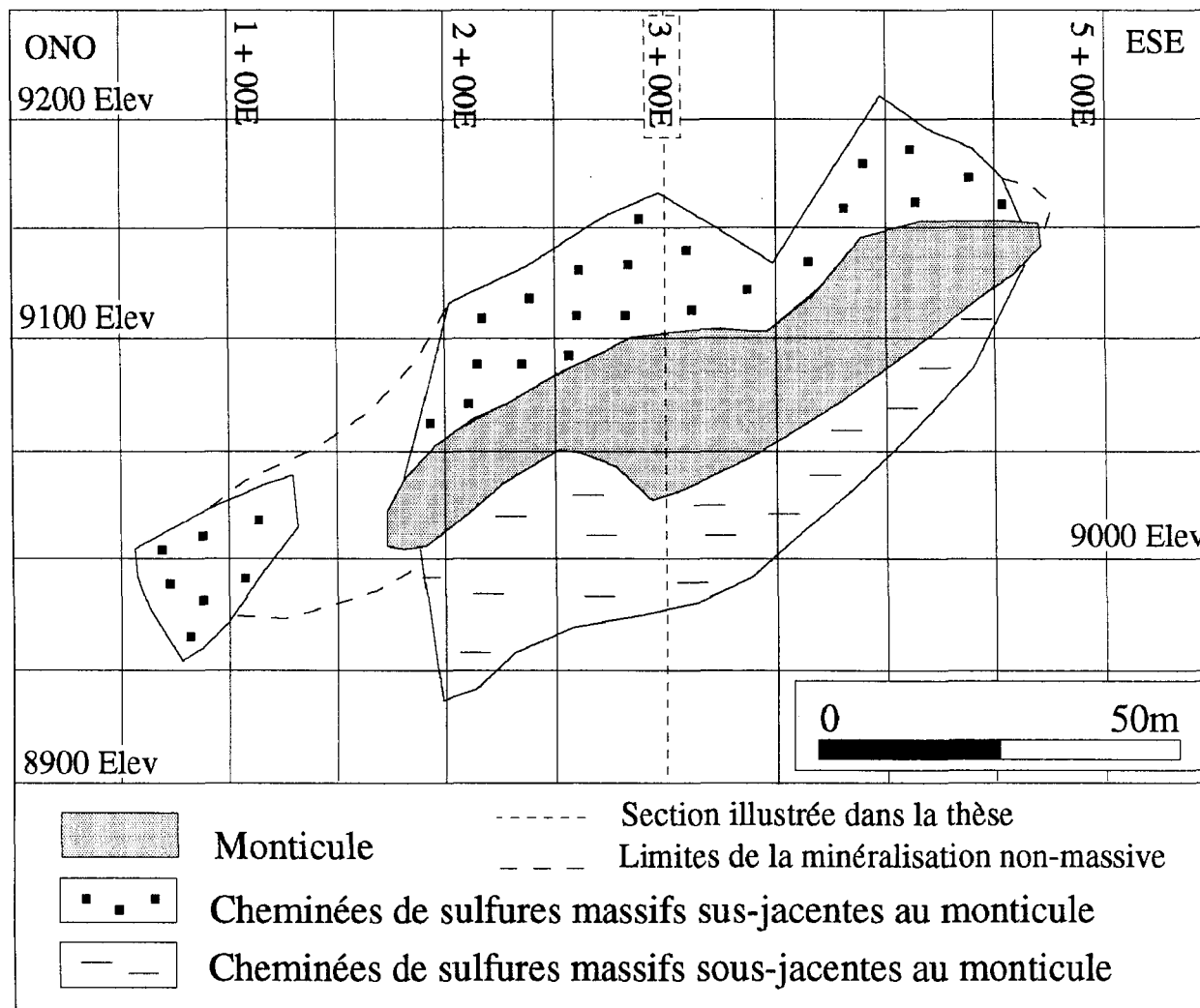


Figure 122: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4EEN du gisement d'Orchan.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	18,29	200 E / U-386	Sulfures massifs avec bandes de matériel encaissant riches en chlorite (80% de sulfures Py, Sp, Cp) 5,74% Zn, 1,81% Cu / 6,71m	7,62	150 E / U-875	(70% de sulfures Py, Cp, Sp) 3,47% Zn, 1,05% Cu / 1,52m
Cheminées à filonnets de sulfures	33,53	200 E / U-779	Présence de chlorite, (10% de sulfures Py, traces de Sp et Cp) 0,16% Zn, 0,10% Cu / 10,67m	50,29	150 E / U-1034	(40% de sulfures Py, Cp, Sp) 0,32% Zn, 0,38% Cu / 9,14m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	9,14	200 E / U-637	Présence de magnétite et de bandes de matériel encaissant riches en chlorite, (55% de sulfures Py, Po, Sp, Cp) 1,29% Zn, 0,55% Cu / 15,24m
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	9,14	200 E / U-637	Présence de chlorite et talc, (40% de sulfures Py, Po, Cp, Sp) 2,63% Zn, 0,73% Cu / 3,05m

Tableau 31: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4EEN du gisement d'Orchan.

petits dépôts voisins qui sont localisés le long d'une même structure synvolcanique (Figs. 94 et 121). Les sulfures massifs composant les dépôts sont concentrés à 40% à l'intérieur des monticules tandis que 60% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 32). Les figures 121 et 123 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale des dépôts où les monticules et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 101 présente la section géologique 3+00 E recoupant transversalement un des dépôts. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du monticule localisé à l'ouest, tandis que les CSMU, très bien développées, sont présentes sur toute la longueur du monticule et se poursuivent jusqu'à 20 m à l'est de celui-ci où les CSMO sont absentes. Les CSMO et les CSMU sont également présentes sur toute la longueur du monticule, localisé à l'est, sauf dans l'extrémité ouest (Fig. 123). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 42,67 m sur la section 2+00 E. De cette hauteur, 10,67 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 32,00 m au-dessus de celle-ci, dont 28,95 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 32). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 6,10 m et de 3,66 m.

3.2.5.6 Dépôt no 4EO

Le dépôt no 4EO est un petit dépôt localisé sur la même structure synvolcanique que le dépôt no 4EEN (Fig. 94). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 35% à l'intérieur du monticule tandis que 65% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 33). Les figures 124 et 125 montrent respectivement les projections en plan et en

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
450 E	15,24	16,76	6,10	32,00	3,05	4,57	6,10	15,24	9,14	65	35
400 E	7,62	Nul	3,05	7,62	2,44	Nul	Nul	Nul	4,57	70	30
350 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
300 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
250 E	6,10	Nul	6,10	6,10	3,05	Nul	Nul	Nul	Nul	0	100
200 E	32,00	10,67	28,95	42,67	3,66	6,10	6,10	10,67	6,10	25 40	75 60
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 32: Paramètres géométriques du dépôt no 4EES du gisement d'Orchan.

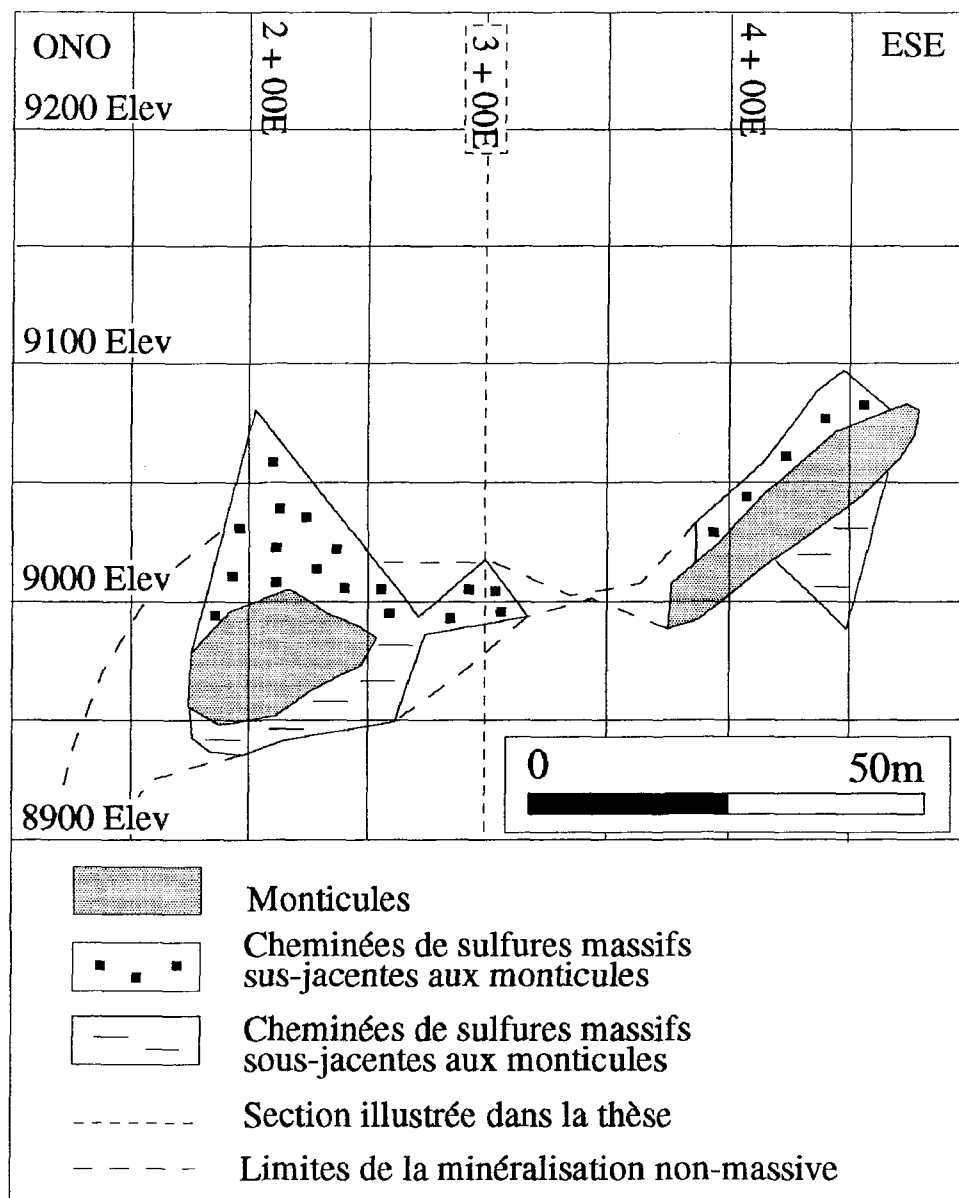


Figure 123: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4EES du gisement d'Orchan.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
50 O	19,81	Nul	16,76	19,81	6,10	Nul	Nul	Nul	3,05	20	80
100 O	24,38	15,24	16,76	39,62	12,19	3,05	3,05	3,05	7,62	40	60
150 O	42,67	15,24	19,81	57,91	4,57	10,67	10,67	10,67	16,76	70	30
200 O	30,48	18,29	16,76	48,77	6,10	3,05	3,05	7,62	13,72	35	65
250 O	18,29	Nul	18,29	18,29	3,05	Nul	Nul	Nul	Nul	0	100
										35	65
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 33: Paramètres géométriques du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.

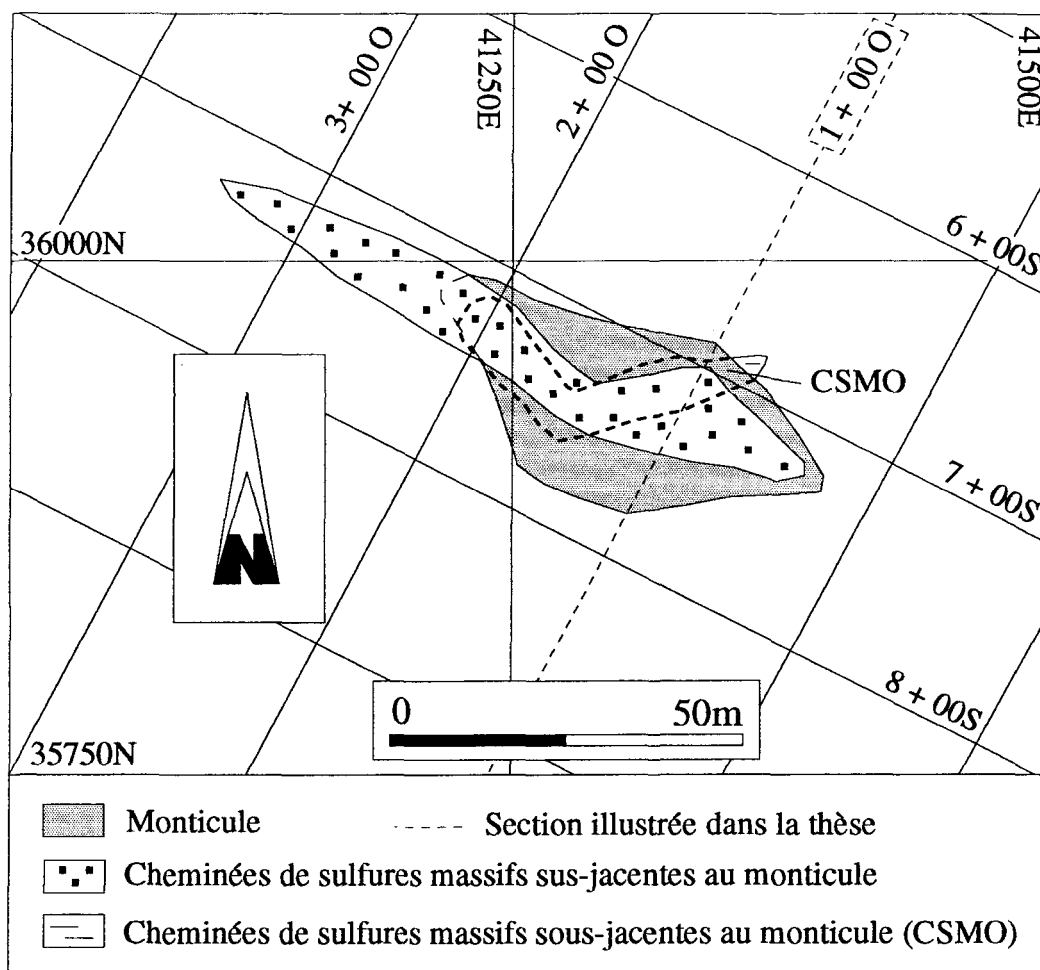


Figure 124: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.

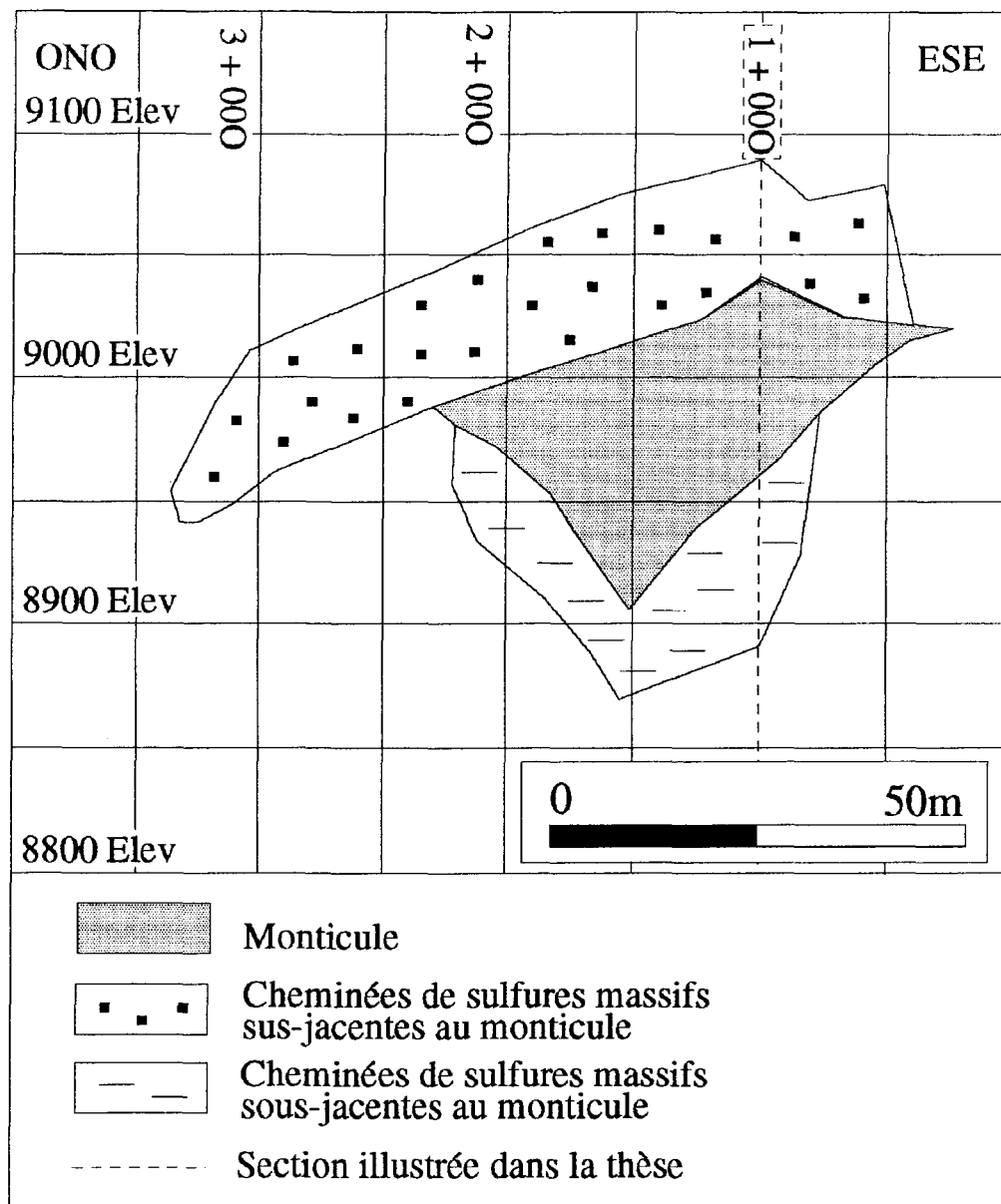


Figure 125: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.

section longitudinale du dépôt où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 102 montre la section géologique 1+00 O qui recoupe transversalement le dépôt. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans l'extrémité est de celui-ci, tandis que les CSMU sont présentes sur toute la longueur du monticule et se poursuivent sur 45 m à l'ouest de celui-ci où les CSMO sont absentes. Les CSM atteignent une hauteur maximale de 57,91 m sur la section 1+50 O. De cette hauteur, 15,24 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 42,67 m au-dessus de celle-ci, dont 19,81 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 33). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 10,67 m et de 12,19 m. Le tableau 34 révèle que les cheminées de magnétite et de talc n'ont pas été observées dans ce dépôt. Les cheminées à filonnets de magnétite et même de talc sont probablement présentes en faibles concentrations mais n'ont pas été décrites dans les descriptions des carottes de forage.

3.2.5.7 Dépôt no 4ON

Les dépôts nos 4ON et 4OS sont deux petits dépôts localisés au nord-ouest du dépôt no 2 (Fig. 94). Les sulfures massifs composant ce dépôt sont concentrés à 35% (13 709 t / 39 169 t) à l'intérieur du monticule, tandis que 65% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 35). Les figures 126 et 127 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 103 présente la section géologique 8+00 O qui recoupe transversalement le dépôt. Les CSMO sont présentes

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	27,43	150 O/ U-825	Sulfures massifs (60% Py) 1% Zn, 0,29% Cu / 0,61 m	7,62	50 O/ U-833	Sulfures massifs (70% Py, Sp, Cp) 10,28% Zn, 0,41% Cu / 3,05 m
Cheminées à filonnets de sulfures	27,43 et plus	150 O/ U-825	Prolongement vers le haut de la CSM ci-haut mentionnée	19,81	150 O/ U-804	30% de sulfures (Py, Sp, Cp) 1,63% Zn, 1,65% Cu / 8,23 m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées

Tableau 34: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4EO du gisement d'Orchan.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Surface du monticule et des CSMI sur les sections (m2)	m Tonnage du monticule et des CSMI sur les sections (t)
600 O	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	1,52	12,98	703,81
650 O	12,19	Nul	9,14	12,19	4,57	Nul	Nul	Nul	3,05	25,96	1 407,94
700 O	22,86	Nul	19,81	22,86	3,05	Nul	Nul	Nul	3,05	52,11	2 827,00
750 O	13,72	3,05	9,14	16,76	4,57	1,52	1,52	7,62	4,57	31,71	1 720,78
800 O	18,29	3,05	15,24	21,33	3,05	4,57	4,57	3,05	3,05	35,23	1 910,39
850 O	22,86	10,67	19,81	33,53	3,05	6,10	6,10	4,57	3,05	58,91	3 195,10
900 O	9,14	15,24	1,52	24,38	6,10	3,05	3,05	12,19	3,05	35,85	1 944,06
											13 709,08
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule								(13 709,08 / 39 169) 100 = 35% des sulfures massifs du dépôt sont présents à l'intérieur du monticule et des CSMI et 65% dans les CSM extérieures au monticule.			

Tableau 35: Paramètres géométriques du dépôt no 40N du gisement d'Orchan.

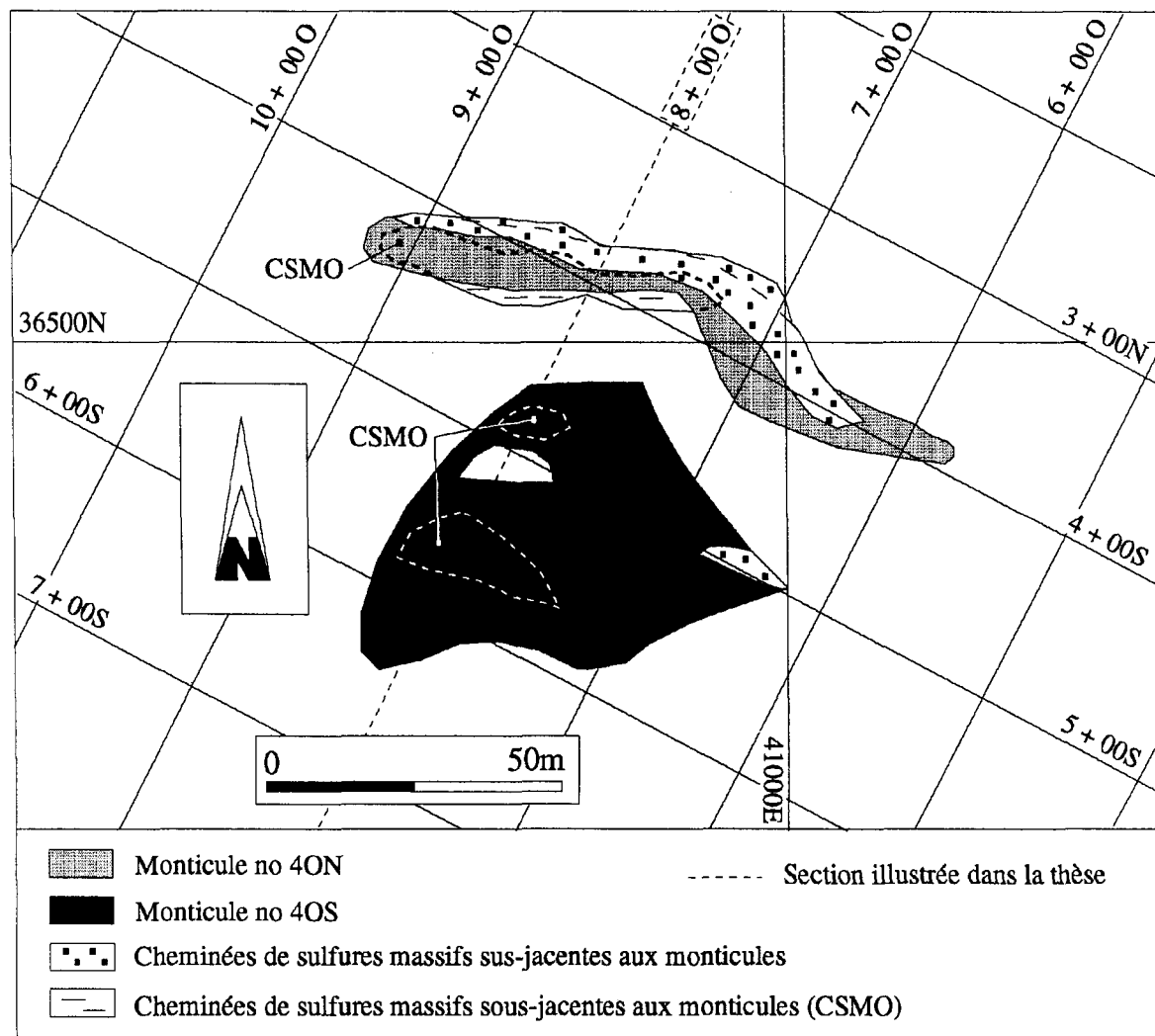


Figure 126: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts nos 40N et 40S du gisement d'Orchan.

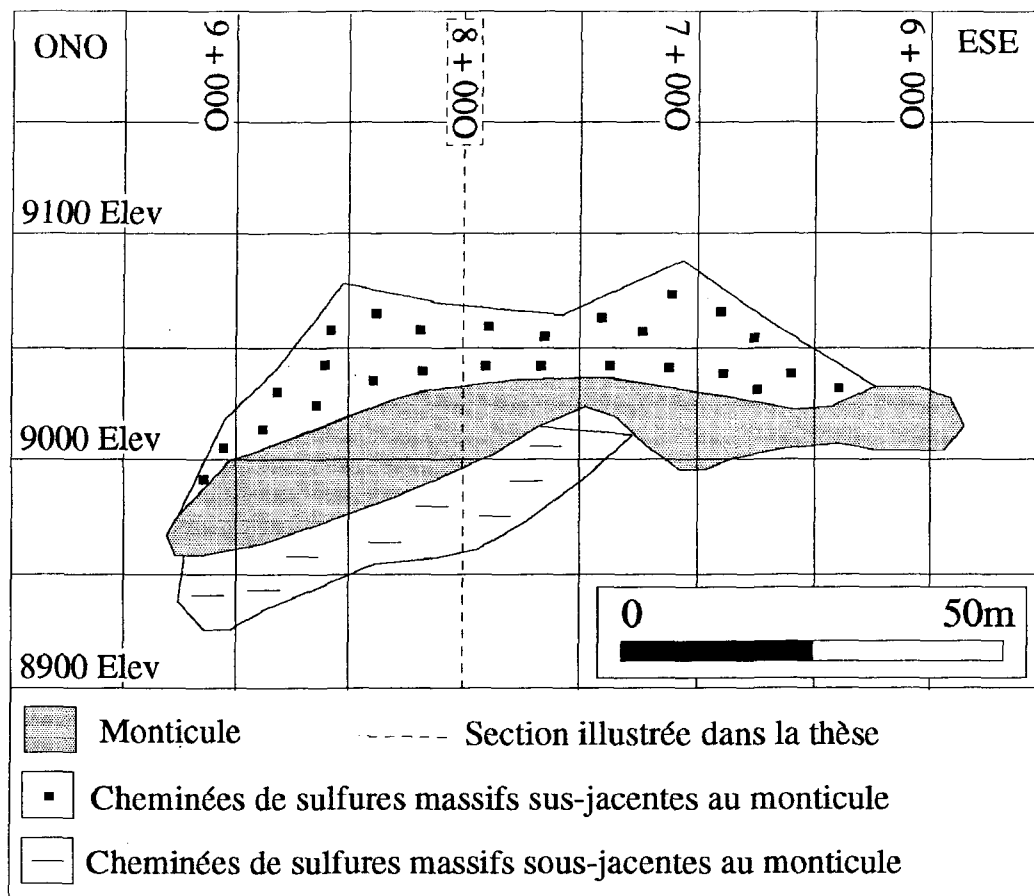


Figure 127: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 40N du gisement d'Orchan.

sur toute la moitié ouest du monticule, tandis que les CSMU sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans l'extrémité est de celui-ci (Figs. 126 et 127). Les CSMU présentent la particularité d'être localisées au nord des CSMO (Figs. 103 et 126). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 33,53 m sur la section 8+50 O. De cette hauteur, 10,67 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 22,86 m au-dessus de celle-ci, dont 19,81 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 35). Les CSMO et les CSMU ont des largeurs maximales de 6,10 m. Le tableau 36 révèle que les cheminées de magnétite et de talc n'ont pas été observées dans ce dépôt. Les cheminées à filonnets de magnétite et même de talc sont probablement présentes en faibles concentrations mais n'ont pas été décrites dans les descriptions des carottes de forage.

3.2.5.8 *Dépôt no 4OS*

Les sulfures massifs composant le dépôt no 4OS sont concentrés à 60% (33 818 t / 56 365 t) à l'intérieur du monticule, tandis que 40% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 37). Les figures 126 et 128 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt, où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. La figure 103 présente la section géologique 8+00 O qui recoupe transversalement le dépôt, tandis que la figure 110 montre la vue de plan horizontal du niveau 7 recoupant ce dépôt. Les CSMO sont localisées dans la partie ouest du dépôt, tandis que les CSMU, peu développées, sont situées dans l'extrémité est du dépôt (Figs. 126 et 128). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 21,33 m sous la Tuffite Clef sur la section 8+00 O

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	22,86	850 O/ U-1185	Sulfures massifs (70% Py, Sp, Cp) 13,42% Zn, 0,22% Cu / 3,05m	9,14	900 O/ U-1061	Sulfures massifs rubanés, matériel encaissant riche en chlorite (70% Py, Cp, Sp) 9,30% Zn, 0,15% Cu / 1,52m
Cheminées à filonnets de sulfures	22,86 et plus	850 O/ U-1185	Prolongement vers le haut de la CSM ci-haut mentionnée	39,62	900 O/ U-1059	Présence de chlorite (20% Py, Cp) 0,13% Zn, 1,87% Cu / 1,52m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées

Tableau 36: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4ON du gisement d'Orchan.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Surface du monticule et des CSMI sur les sections (m ²)	m Tonnage approximatif du monticule et des CSMI sur les sections (t)
650 O	10,67	Nul	9,14	10,67	3,05	Nul	Nul	Nul	1,52	28,83	14 572,60
700 O	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	7,62	156,47	9 193,83
750 O	Nul	9,14	Nul	9,14	Nul	2,13	2,13	6,10	3,05	169,52	8 488,21
800 O	Nul	21,33	Nul	21,33	Nul	6,10	6,10	7,62	9,14	268,66	1 564,25
											33 818,89
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule								(33 818,89 / 56 365) 100 = 60% des sulfures massifs du dépôt sont présents à l'intérieur du monticule et des CSMI et 40% dans les CSM extérieures au monticule.			

Tableau 37: Paramètres géométriques du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan.

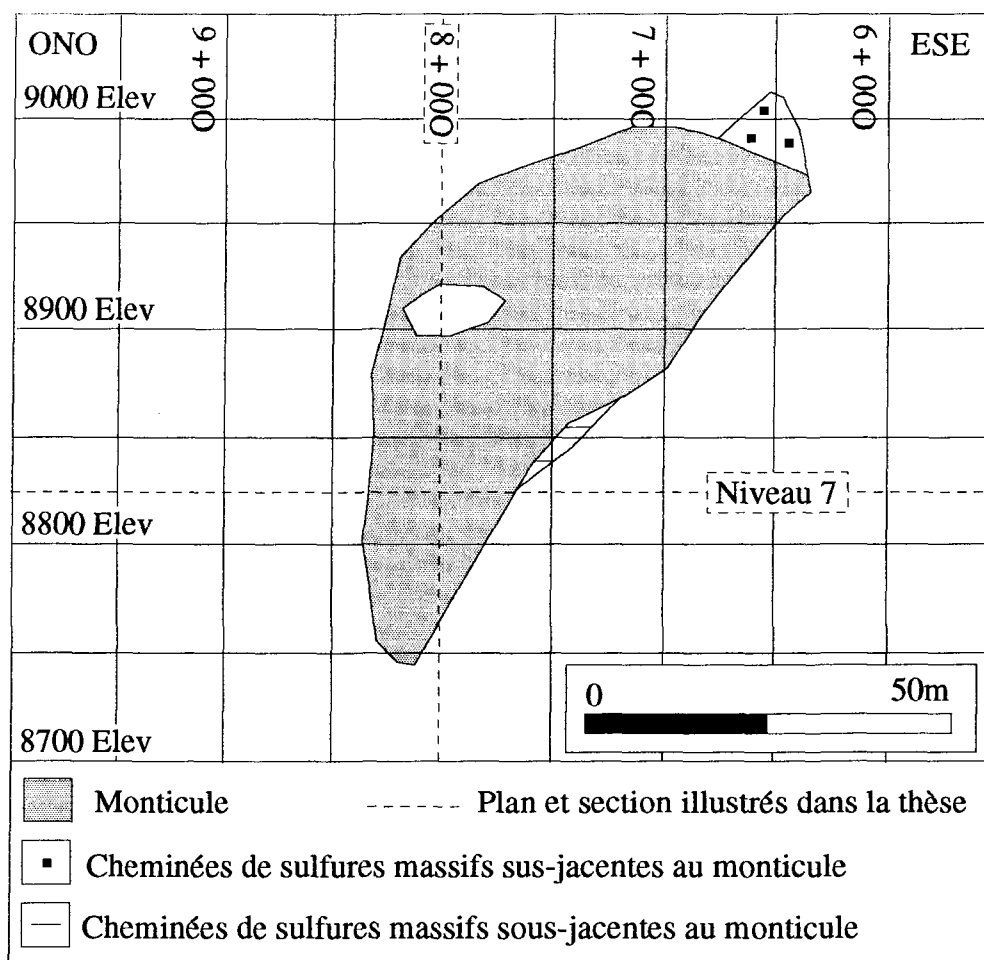


Figure 128: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 40S du gisement d'Orchan.

(Tableau 37). Les CSMO et les CSMU ont respectivement des largeurs maximales de 6,10 m et de 3,05 m. Le tableau 38 révèle que les cheminées de magnétite et de talc n'ont pas été observées pour ce dépôt. Les cheminées à filonnets de magnétite et même de talc sont probablement présentes en faibles concentrations mais n'ont pas été décrites dans les descriptions des carottes de forage.

3.2.5.9 Dépôt no 5

Le dépôt no 5 est localisé à l'extrémité nord-ouest du gisement d'Orchan (Figs. 4 et 94). Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 25% (30 878 t / 129 128 t) à l'intérieur du monticule, tandis que 75% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 39). Les figures 129 et 130 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt, où le monticule et les CSM les mieux développées sont illustrés. Les figures 104 et 105 montrent respectivement les sections géologiques 12+00 O et 16+00 O qui recoupent transversalement le dépôt. La vue de plan horizontal, qui recoupe les CSMU, est présentée à la figure 111. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du monticule à l'ouest de la section 13+75 O ainsi qu'à l'est de la section 13+25 E, tandis que les CSMU sont présentes sur toute la longueur du monticule (Figs. 129 et 130). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 106,67 m sur la section 15+50 O. De cette hauteur, 70,10 m sont localisés sous la Tuffite Clef et 36,57 m au-dessus de celle-ci, dont 28,95 m sont situés au-dessus du monticule (Tableau 39). Les CSMO et les CSMU ont des largeurs maximales de 6,10 m. Le tableau 40 indique que les cheminées à caractère massif de

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	4,57	650 O/ U-1161	Sulfures massifs (90% Py, Sp, Cp) 11,0% Zn, 0,74% Cu / 2,13m	10,67	800 O/ U-1058	Sulfures massifs rubanés, matériel encaissant riche en chlorite (70% Py, Sp, Cp) 8,26% Zn, 0,03% Cu / 2,44m
Cheminées à filonnets de sulfures	4,57 et plus	650 O/ U-1161	Prolongement vers le haut de la CSM ci-haut mentionnée	16,76	800 O/ U-1058	Sulfures localement rubanés, présence de chlorite (30% Py, Cp, Sp) 2,04% Zn, 1,26% Cu / 2,13m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées

Tableau 38: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 4OS du gisement d'Orchan.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Surface du monticule et des CSMI sur les sections (m2)	m Tonnage approximatif du monticule et des CSMI sur les sections (t)
1200 O	9,14	7,62	6,10	16,76	3,05	4,57	4,57	4,57	3,05	13,94	755,90
1250 O	15,24	15,24	9,14	30,48	1,52	6,10	6,10	7,62	6,10	27,88	1 512,70
1300 O	15,24	Nul	12,19	15,24	1,52	Nul	Nul	Nul	3,05	26,02	1 411,98
1350 O	33,53	Nul	31,09	33,53	3,05	Nul	Nul	Nul	2,44	35,78	1 941,02
1400 O	35,05	18,29	30,48	53,34	4,57	2,44	2,44	33,53	4,57	66,91	3 629,76
1450 O	32,00	41,15	24,38	73,15	6,10	3,05	3,05	41,15	7,62	133,83	7 259,53
1500 O	39,62	64,00	32,00	103,63	6,10	6,10	19,82	27,43	7,62	167,29	9 074,41
1550 O	36,57	70,10	28,95	106,67	3,05	4,57	7,62	39,62	7,62	55,76	3 024,50
1600 O	33,53	36,57	28,95	70,10	4,57	6,10	6,10	18,29	4,57	41,82	2 268,60
											30 878,40
CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule								(30 878,40 / 129 128) 100 = 25% des sulfures massifs du dépôt sont présents à l'intérieur du monticule et des CSMI et 75% dans les CSM extérieures au monticule.			

Tableau 39: Paramètres géométriques du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.

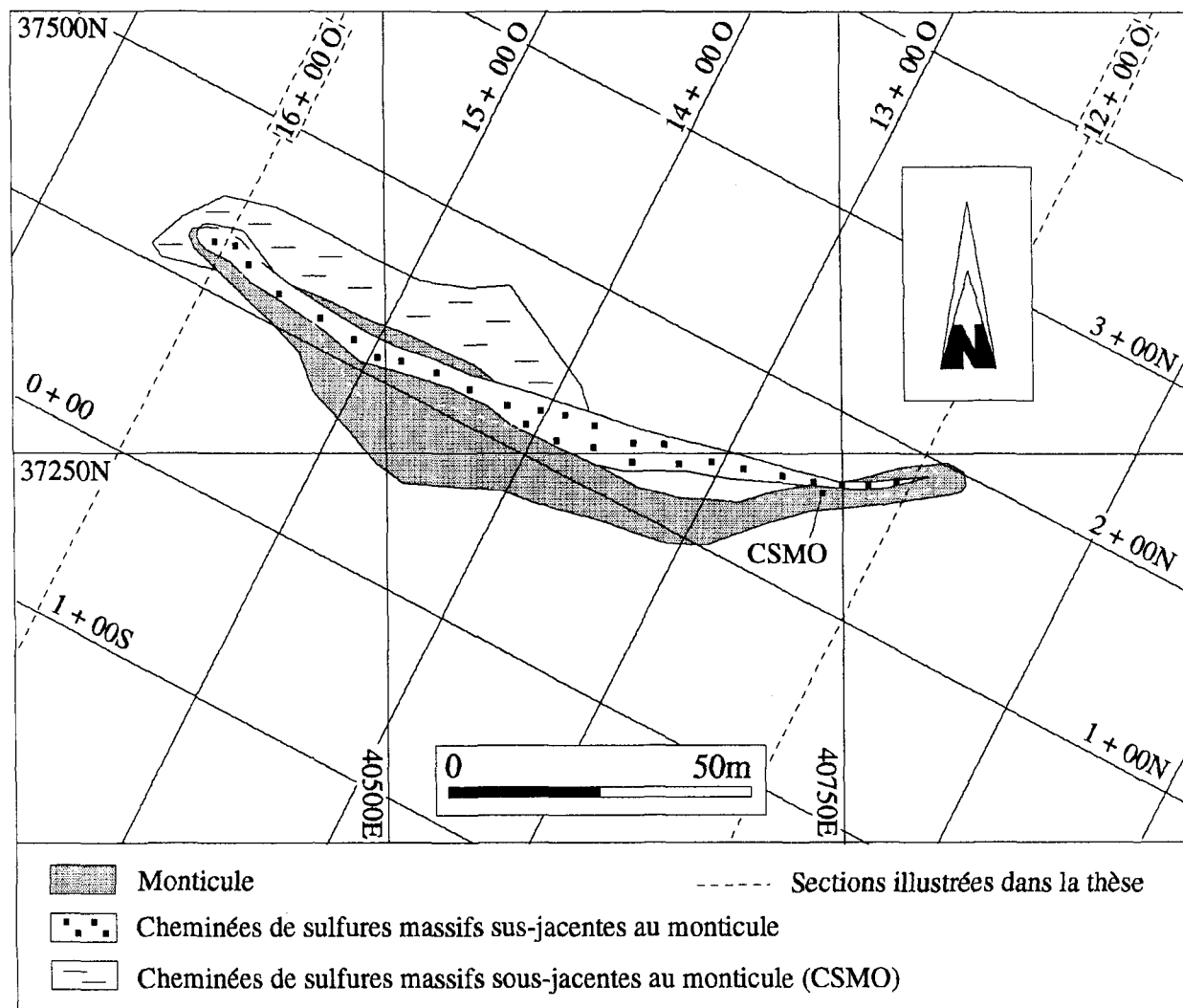


Figure 129: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.

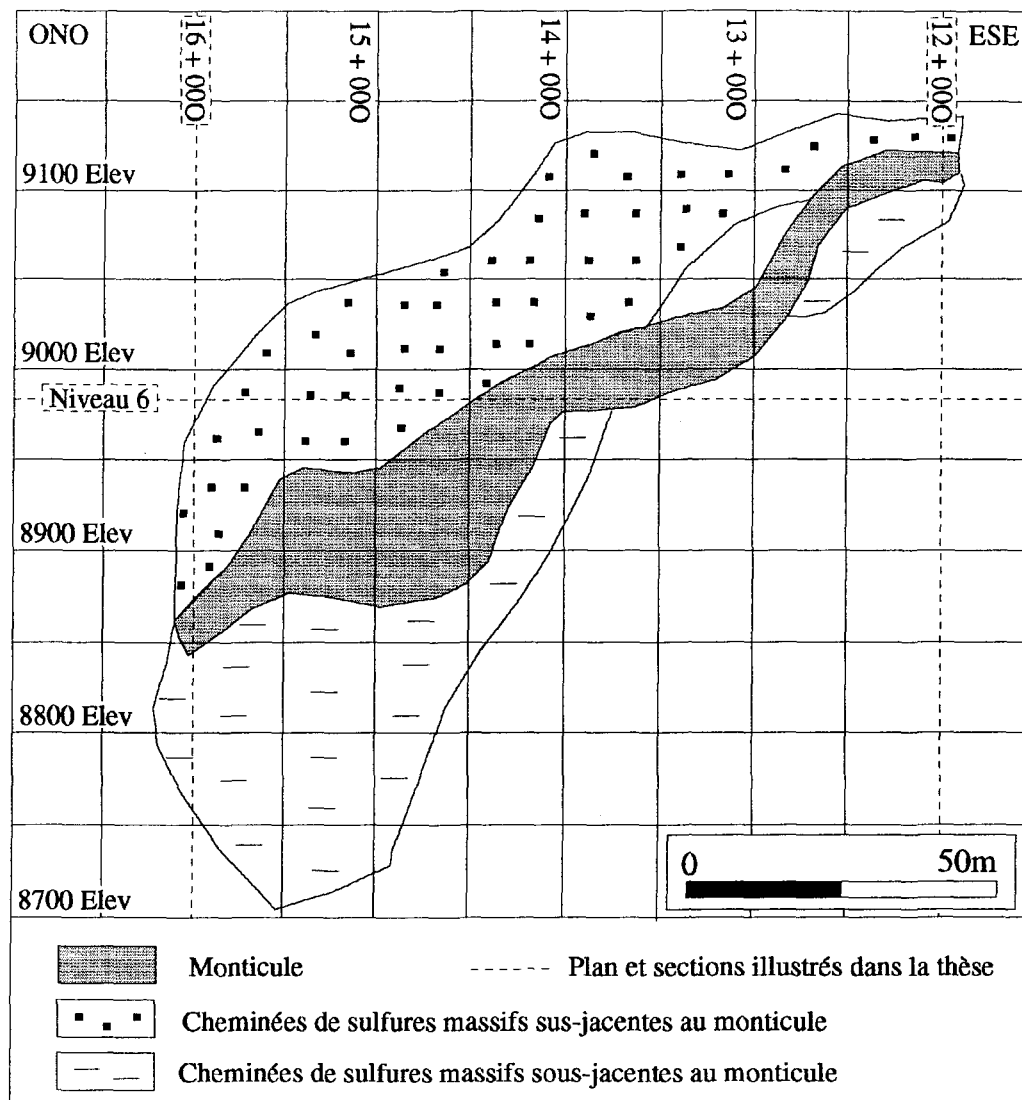


Figure 130: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	39,62	1500 O/ U-1289	Sulfures massifs rubanés (80% Py, Sp, Cp) / 3,96 m 19,00% Zn, 0,89% Cu / 3,05m	70,10	1550 O/ U-1266	Sulfures massifs / 4,57 m 8,88% Zn, 2,19% Cu / 2,74 m 28,0% Zn, 0,42% Cu / 1,83 m
Cheminées à filonnets de sulfures	39,62 et plus	1500 O/ U-1289	Prolongement vers le haut de la CSM rubanée ci-haut mentionnée	70,10 et plus	1550 O/ U-1266	Prolongement vers le bas de la CSM ci-haut mentionnée
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	Non-observées	33,53	1400 O/ U-1273	Talc et chlorite, localement cisailés avec présence locale de magnétite / 9,14 m
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	35,05	1400 O/ U-1256	Schistosité modérée et présence de talc / 4,88 m	57,91	1400 O/ U-1230	Présence de talc et chlorite / 3,35 m 0,18% Zn, 0,13% Cu / 0,61 m

Tableau 40: Caractéristiques des cheminées du dépôt no 5 du gisement d'Orchan.

magnétite et de talc sont absentes dans ce dépôt. Par contre, les cheminées à filonnets de talc atteignent une hauteur de 35,05 m au-dessus de la Tuffite Clef, tandis que les cheminées à filonnets de magnétite et de talc atteignent respectivement des hauteurs de 33,53 m et de 57,91 m sous la Tuffite Clef.

3.3 GÉOLOGIE DU DÉPÔT DU GISEMENT DE BELL ALLARD SUD

Le gisement de Bell Allard Sud est localisé au sud-est du gisement d'Orchan (Fig. 4). Ce gisement est composé d'un seul petit dépôt dont le tonnage de minerai exploité ne représente que 0,7% du tonnage de minerai exploité sur le flanc sud de l'anticlinal.

3.3.1 Environnement géologique du dépôt

Le dépôt de Bell Allard Sud, recouvert de 15 m de dépôts glaciaires, a été exploité par fosse à ciel ouvert (Fig. 131). Une mince partie du sommet du dépôt, localisée au nord-est de celui-ci, a été érodée (Fig. 132). Les dykes, présents à proximité de ce dépôt, sont des dykes mafiques et felsiques de faibles puissances qui recoupent le dépôt (Figs. 131 et 132). Un dyke de gabbro de forte puissance, recoupant les laves rhyolitiques présentes sous le dépôt, est également observé. Une seule faille orientée nord-sud, ayant un mouvement dextre, a été observée au sud du dépôt (Sharpe 1968). Des zones de fractures, possédant une attitude N295°/80°, sont également présentes sous le dépôt.

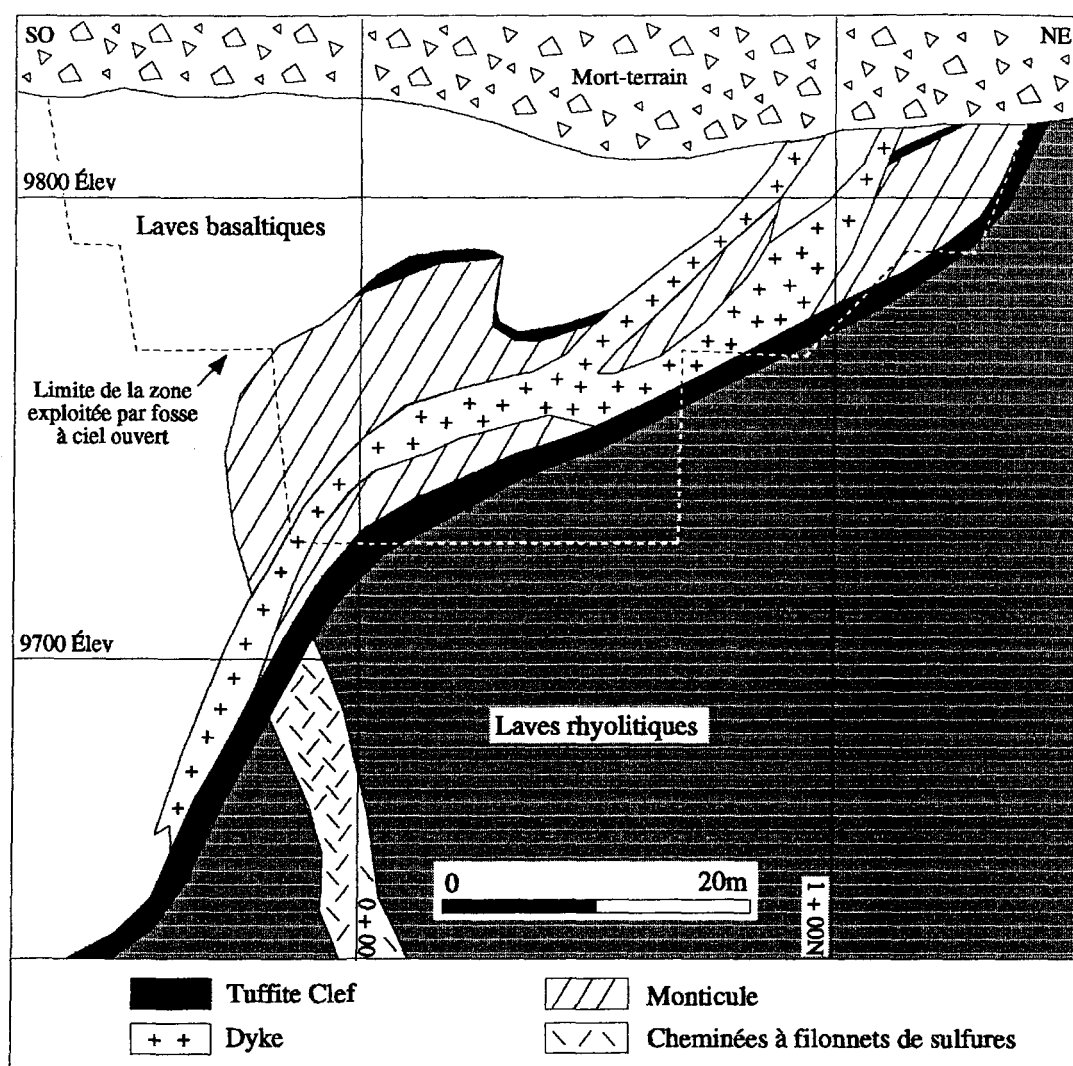


Figure 131: Géologie du dépôt de Bell Allard Sud présentée sur la section transversale 7 + 00 E. Modifiée de Orchan Mines LTD (1965).

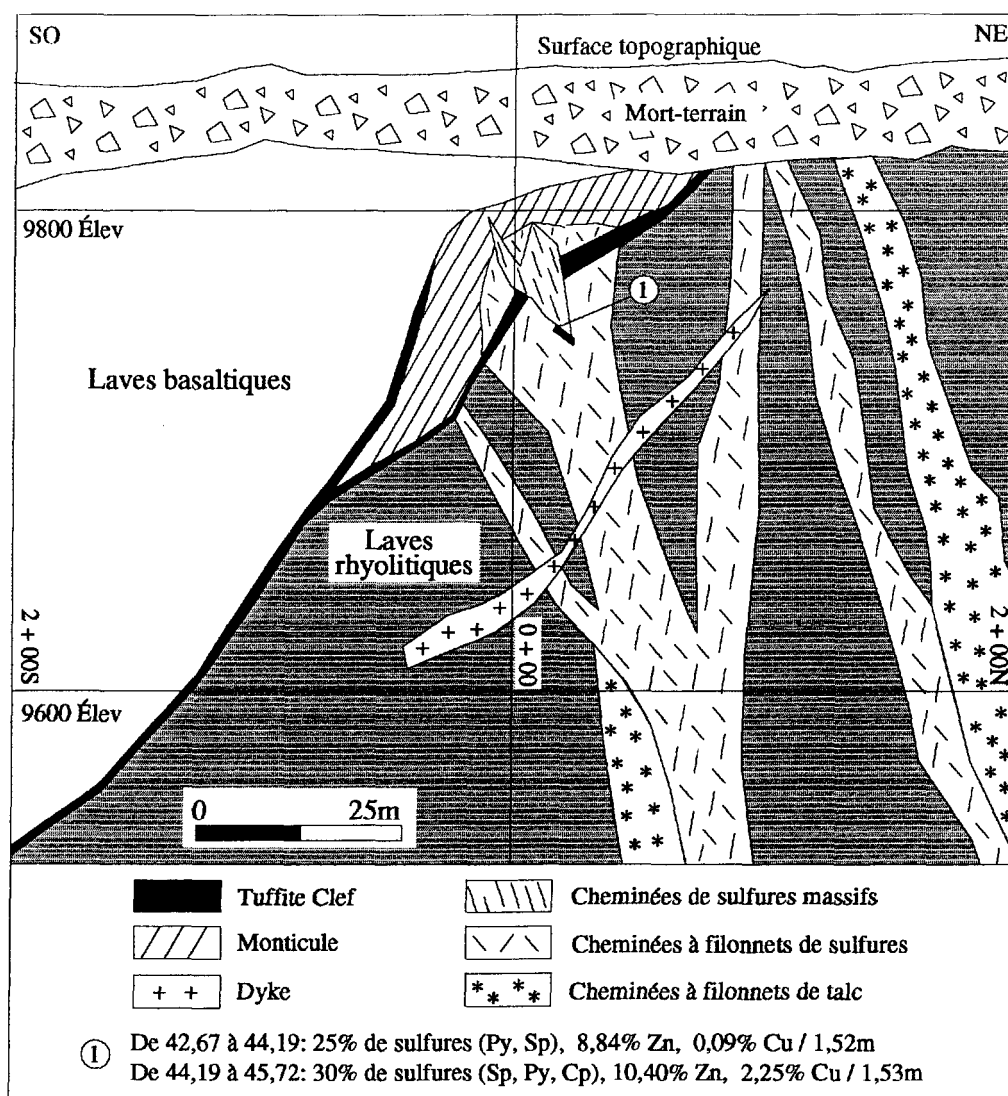


Figure 132: Géologie du dépôt de Bell Allard Sud présentée sur la section transversale 5 + 00 E.

3.3.2 Caractéristiques du dépôt

Le dépôt de Bell Allard Sud possède un tonnage exploité de 234 232 t. Toutefois, le tonnage total de ce dépôt est approximativement de 261 542 t,; car une portion de la partie sommitale du dépôt a été érodée. La reconstitution géométrique de la partie érodée, pour chacune des sections transversales au dépôt, a permis d'estimer le tonnage qui a été soustrait par érosion. Les teneurs du minerai, calculées pour le gisement, sont de 9,24% Zn, 1,14% Cu, 37,02 g/t Ag et 0,51 g/t Au. Sharpe (1968) décrit le dépôt du gisement de Bell Allard Sud comme étant composé de 47% de pyrite, 15% de pyrrhotite, 15% de sphalérite, 4% de chalcoppyrite, 4% de magnétite et 15% de matériel de gangue.

3.3.2.1 *Partie concordante du dépôt*

Le dépôt de Bell Allard Sud est composé d'un monticule, reposant sur la Tuffite inférieure, et celui-ci est recouvert par la Tuffite supérieure (Fig. 132). La Tuffite Clef, qui présente les mêmes caractéristiques que celles décrites pour les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal, a fait l'objet d'études détaillées par MacLean et Davidson (1977) ainsi que par Liaghat et MacLean (1992). Les sulfures massifs concordants du monticule, principalement composés de sphalérite et de pyrite, sont intercalés avec des horizons de chert. Ces horizons contiennent des lits millimétriques de pyrite à grains fins et parfois à grains nodulaires ainsi que de la magnétite, de la pyrrhotite et de la sphalérite. Le matériel de gangue, présent à l'intérieur des sulfures massifs concordants, est composé de grains de quartz et de fragments de chert.

3.3.2.2 Partie discordante du dépôt

La partie discordante du petit dépôt de Bell Allard Sud est composée de cheminées à filonnets de sulfures, de magnétite et de talc ainsi que de CSM peu développées. Les zones de cheminées, les cheminées individuelles ainsi que le rubanement des minéraux présents à l'intérieur des cheminées ont une attitude N295°/80°. Les sulfures composant les cheminées se présentent sous forme de filonnets ou d'étroites bandes formant une texture rubanée. La pyrite est le principal constituant des cheminées et la concentration de ce constituant, par rapport aux autres constituants, augmente vers la base des cheminées. La magnétite se présente sous forme de grains disséminés dans les bandes de pyrite ou encore sous forme de filonnets millimétriques. La chalcoppyrite, présente sous forme de filonnets, est principalement associée aux fragments de matériel encaissant riches en chlorite, qui sont constitués des laves rhyolitiques, de la Tuffite inférieure ou d'horizons de chert. Les CSM recoupent le monticule à différents niveaux stratigraphiques, comme pour les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal (Fig. 132). Toutefois, étant donnée que la partie sommitale du dépôt a été érodée, les CSMU ne sont pas observées.

3.3.3 Relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante du dépôt

Les relations chronologiques et géométriques observées pour le dépôt du gisement de Bell Allard Sud sont identiques à celles décrites pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 52). Les cheminées n'ont été observées que dans la partie basale du dépôt car la partie sommitale a été érodée. De

plus, les CSM sont peu développées et les cheminées à caractère massif de magnétite et de talc sont absentes, étant donné la faible puissance du dépôt. Les CSM et les cheminées à filonnets de talc se terminent à différents niveaux stratigraphiques à l'intérieur du monticule tandis que les cheminées à filonnets de magnétite sont principalement rencontrées à la base du monticule.

3.3.4 Configuration spatiale du dépôt

La méthodologie utilisée, pour effectuer la collecte des données en vue d'établir la configuration spatiale du dépôt, est la même que celle décrite pour le gisement d'Isle-Dieu. Les sulfures massifs composant le dépôt sont concentrés à 80% à l'intérieur du monticule, tandis que 20% se retrouvent dans les CSM extérieures au monticule (Tableau 41). Projetés sur une vue de plan horizontal, le dépôt a une forme elliptique dont l'orientation est nord-ouest (Fig. 133). Les figures 133 et 134 montrent respectivement les projections en plan et en section longitudinale du dépôt où le monticule, et les CSM les mieux développées sont illustrées. Les figures 131 et 132 présentent respectivement les sections géologiques 7+00 E et 5+00 E, qui recoupent transversalement le dépôt. Les CSMO sont présentes sur toute la longueur du monticule sauf dans sa partie est (Figs. 133 et 134). Les CSM atteignent une hauteur maximale de 30,48 m sous la Tuffite Clef, tandis que la largeur maximale des CSMO est de 7,62 m. Le tableau 42 révèle que les cheminées à caractère massif de magnétite et de talc n'ont pas été observées, tandis que les cheminées à filonnets de magnétite et de talc atteignent respectivement des hauteurs de 0,5 m et de 68,58 m sous la Tuffite Clef.

a Sections	b Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	c Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	d Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	e Hauteur totale des CSM (m)	f Largeur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	g Largeur maximale des CSM sous le monticule (m)	i Largeur maximale des zones de CSM sous le monticule (m)	j Profondeur sous la Tuffite Clef où les mesures g et h ont été effectuées (m)	k Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	l Proportion de la surface composant le monticule et les CSMI sur les sections (%)	m Proportion de la surface composant les CSMO et les CSMU sur les sections (%)
250 E	Nul	12,19	Nul	12,19	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	95	5
300 E	Nul	27,43	Nul	27,43	Nul	3,05	3,05	27,43	9,14	70	30
350 E	Nul	21,33	Nul	21,33	Nul	6,10	6,10	21,33	9,14	65	35
400 E	Nul	30,48	Nul	30,48	Nul	7,62	7,62	21,33	9,14	50	50
450 E	Nul	15,24	Nul	15,24	Nul	6,10	6,10	15,24	6,10	70	30
500 E	Nul	15,24	Nul	15,24	Nul	4,57	4,57	15,24	13,72	80	20
550 E	Nul	18,29	Nul	18,29	Nul	3,05	3,05	18,29	15,24	80	20
600E	Nul	16,76	Nul	16,76	Nul	3,05	3,05	16,76	6,10	75	25
650 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	15,24	100	0
700E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	13,72	100	0
750 E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	15,24	100	0
800E	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	3,05	95	5
										80	20
CSMU : Cheminées de sulfures massifs sus-jacentes au monticule CSMI : Cheminées de sulfures massifs présentes à l'intérieur du monticule CSMO : Cheminées de sulfures massifs sous-jacentes au monticule											

Tableau 41: Paramètres géométriques du gisement de Bell Allard Sud.

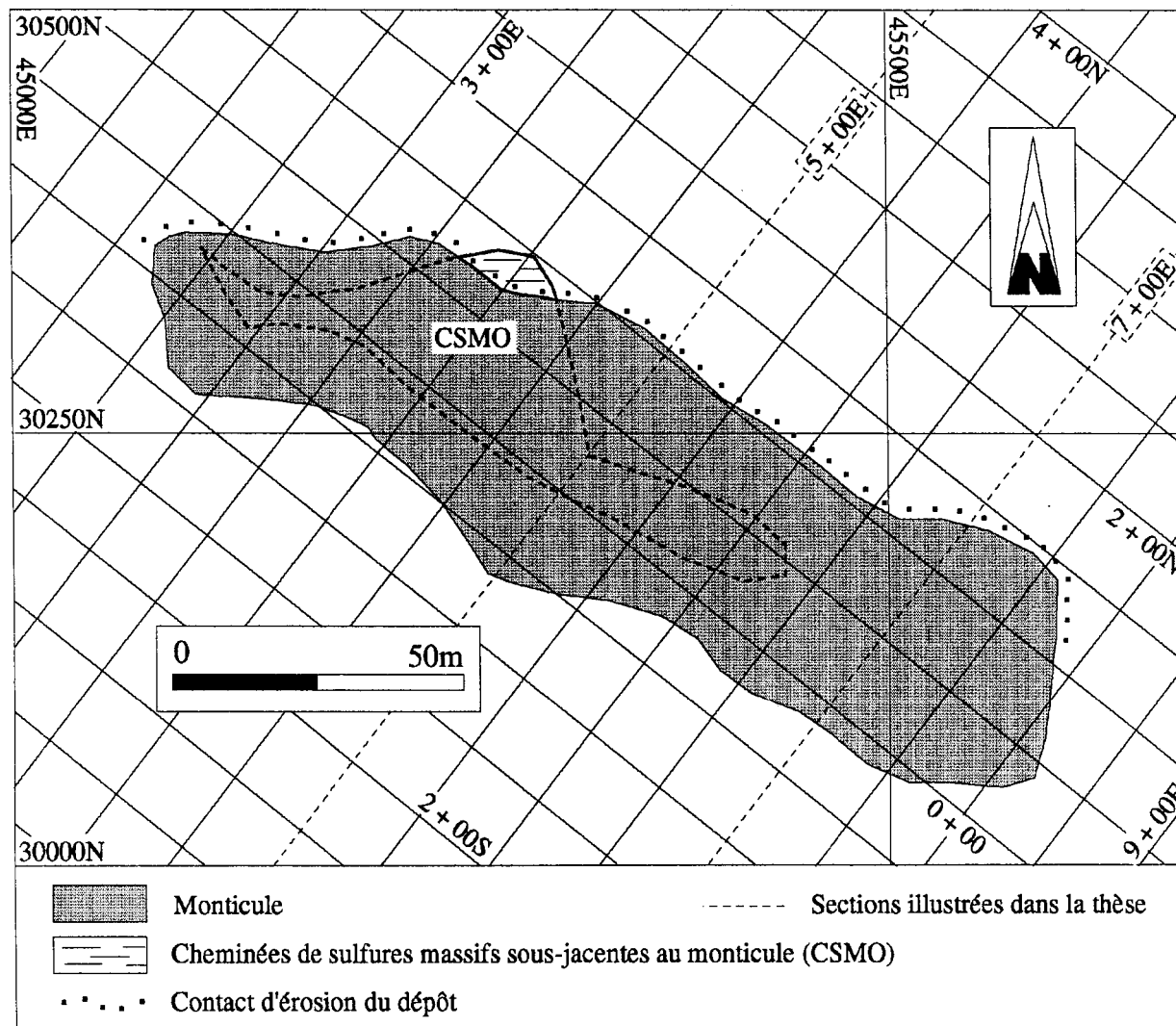


Figure 133: Projection sur une vue de plan horizontal du dépôt de Bell Allard Sud.

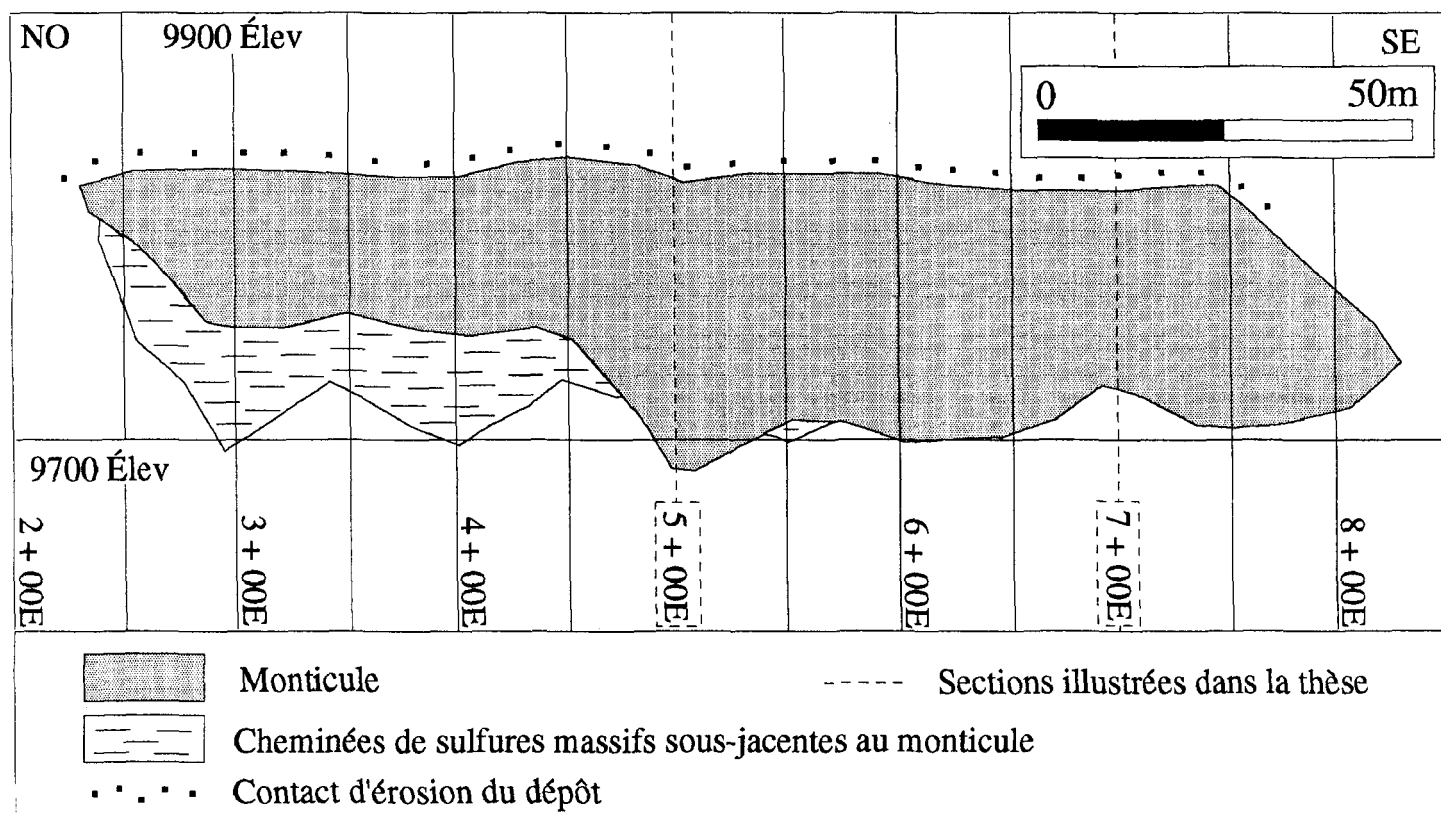


Figure 134: Projection sur une vue en section longitudinale du dépôt de Bell Allard Sud.

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	19,81	600 E / S-33	80% de sulfures (Py, Sp, Cp) 9,10% Zn, 1,95% Cu / 1,52m
Cheminées à filonnets de sulfures	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	51,81	350 E / S-119	Présence de chlorite 20% de sulfures (Py, Cp, Sp) 8,44% Zn, 2,51% Cu / 0,91m
Cheminées de magnétite massive	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	0,5	500 E / S-36	65% de sulfures rubanés (Sp, Py, Cp) et 25% de magnétite
Cheminées de talc massif	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de talc	—	—	La partie sommitale du dépôt est érodée	68,58	500 E / S-36	Laves rhyolitiques riches en chlorite et talc avec pyrite disséminée

Tableau 42: Caractéristiques des cheminées du gisement de Bell Allard Sud.

3.4 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DU GÎTE D'ORCHAN OUEST

Le gîte d'Orchan Ouest, qui est présent le long de la même structure synvolcanique que le gisement d'Orchan, est situé au sud du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 4). Ce gîte n'a été exploré, jusqu'à maintenant, que de la surface et, pour cette raison, les données relatives à celui-ci sont peu abondantes. Les informations présentées dans cette partie sont tirées de l'étude de mise en valeur du gîte d'Orchan Ouest (Lavallière et Bonenfant, 1992).

3.4.1 Environnement géologique des dépôts

Sur le flanc sud de l'anticlinal, les dépôts sont tous localisés au niveau stratigraphique de la Tuffite Clef, sauf un des dépôts associé au gîte d'Orchan Ouest (Fig. 135). Ce dépôt, composé de sulfures massifs, est localisé à 350 mètres au-dessus de la Tuffite Clef; à l'intérieur des laves basaltiques. Ce dépôt n'a été recoupé que par deux forages, latéralement distants de 200 mètres, qui ont révélé des teneurs de 7,95% Zn et de 1,78% Cu sur 12 m ainsi que des teneurs de 6,27% Zn et de 0,90% Cu sur un mètre. L'information disponible n'est pas suffisante pour définir la géométrie de ce dépôt.

Comme pour les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal, le pendage de la Tuffite Clef varie à proximité des dépôts du gîte d'Orchan Ouest. La Tuffite Clef est inclinée à 50° vers le sud-ouest au nord des dépôts, et à 70° vers le sud-ouest au sud de ceux-ci (Figs. 135, 136, 137 et 138). La figure 136 montre la vue en plan horizontal des dépôts où la ligne marquant le changement de pendage de la stratigraphie est illustrée. Toutefois, la

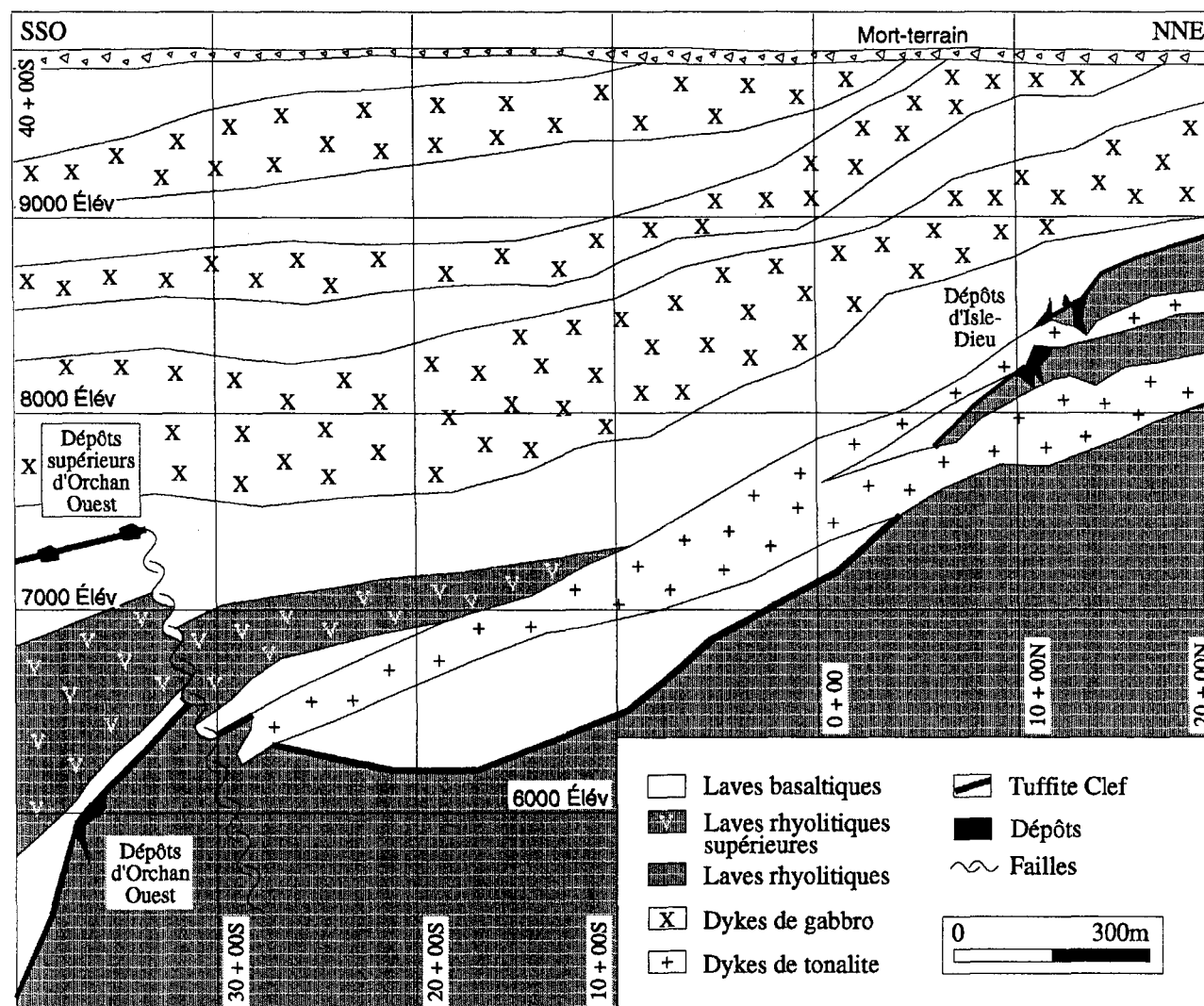


Figure 135: Géologie du flanc sud de l'anticlinal présentée sur la section transversale 19+00 E recoupant les dépôts du gisement d'Isle-Dieu et les dépôts du gîte d'Orchan Ouest.

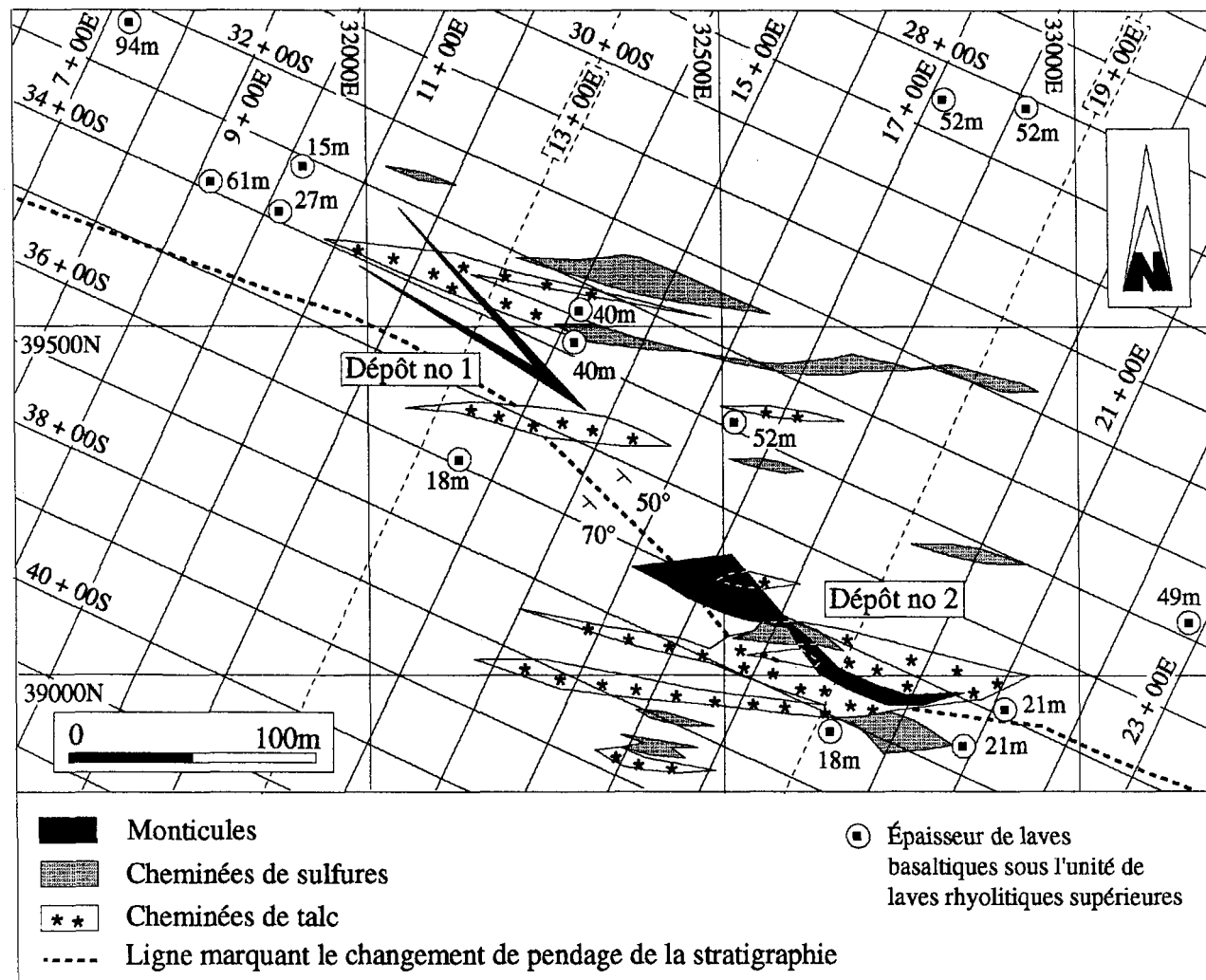


Figure 136: Projection sur une vue de plan horizontal des dépôts du gîte d'Orchan Ouest.

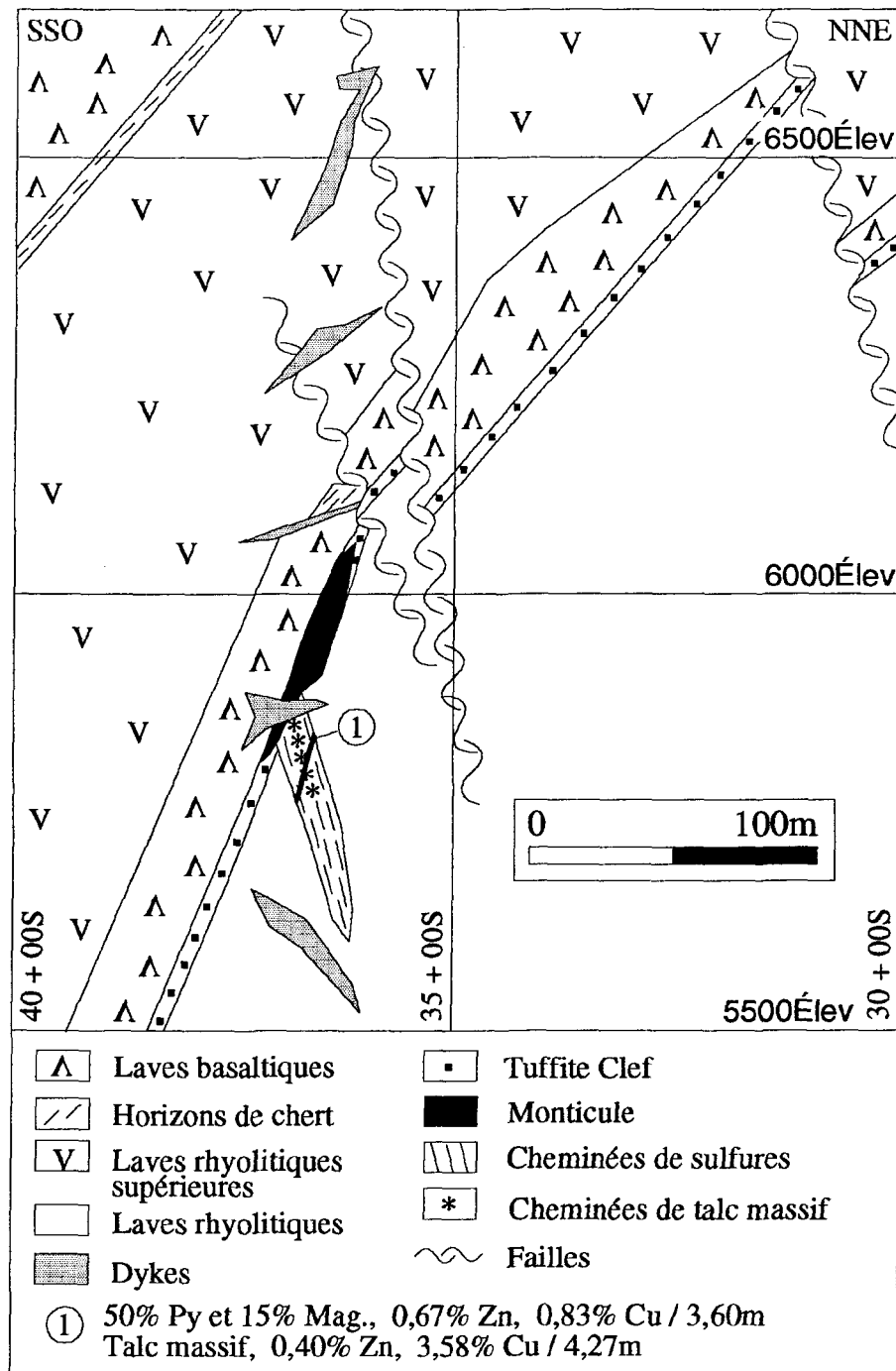


Figure 137: Géologie du dépôt no 2 du gîte d'Orchan Ouest présentée sur la section transversale 19 + 00 E.

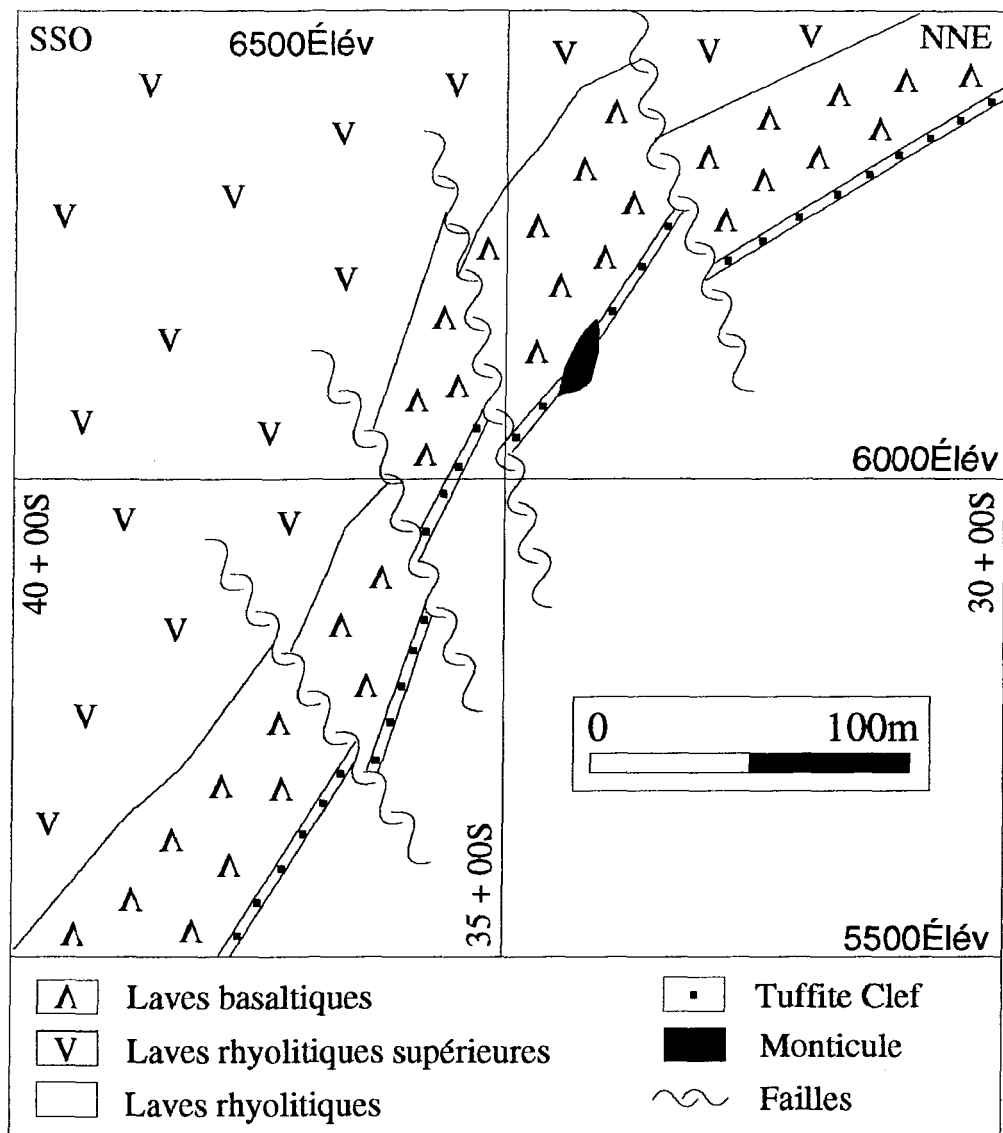


Figure 138: Géologie du dépôt no 1 du gîte d'Orchan Ouest présentée sur la section transversale 13 + 00 E.

présence d'une unité de laves rhyolitiques, à l'intérieur des laves basaltiques (Fig. 135), suggère que la variation d'attitude de la Tuffite Clef, à proximité des dépôts, n'est pas attribuable à la présence d'anticlinaux mais plutôt à des variations de la topographie. Ces laves rhyolitiques, d'une épaisseur moyenne de 200 mètres, sont nommées laves rhyolitiques supérieures. Cette unité représente un excellent marqueur pour établir la paléotopographie des laves rhyolitiques sous-jacentes au gîte. L'épaisseur de laves basaltiques sous l'unité de laves rhyolitiques supérieures est faible dans la partie sus-jacente au gîte et cette épaisseur augmente progressivement en s'éloignant latéralement du gîte (Figs. 135 et 136). Cette observation implique que les laves rhyolitiques forment un haut topographique sous le gîte. La surface topographie ainsi formée constitue une structure en forme de dôme.

De nombreux dykes mafiques et felsiques de faibles puissances sont présents à proximité des dépôts (Fig. 137). Des dykes de gabbro de fortes puissances sont également présents à l'intérieur des laves basaltiques sus-jacentes au gîte (Fig. 135), mais les dépôts ne sont recoupés par aucun de ces dykes. De plus, plusieurs failles, d'attitude $N315^{\circ}/65^{\circ}$, sont présentes à proximité des dépôts et recoupent localement ceux-ci (Figs. 135, 137 et 138).

3.4.2 Caractéristiques des dépôts

Au niveau stratigraphique de la Tuffite Clef, le gîte est composé de deux dépôts (nos 1 et 2). Les figures 136 et 139 présentent respectivement les projections en plan et en section longitudinale de ces deux dépôts. Les réserves géologiques possibles ont été évaluées, jusqu'à maintenant, à

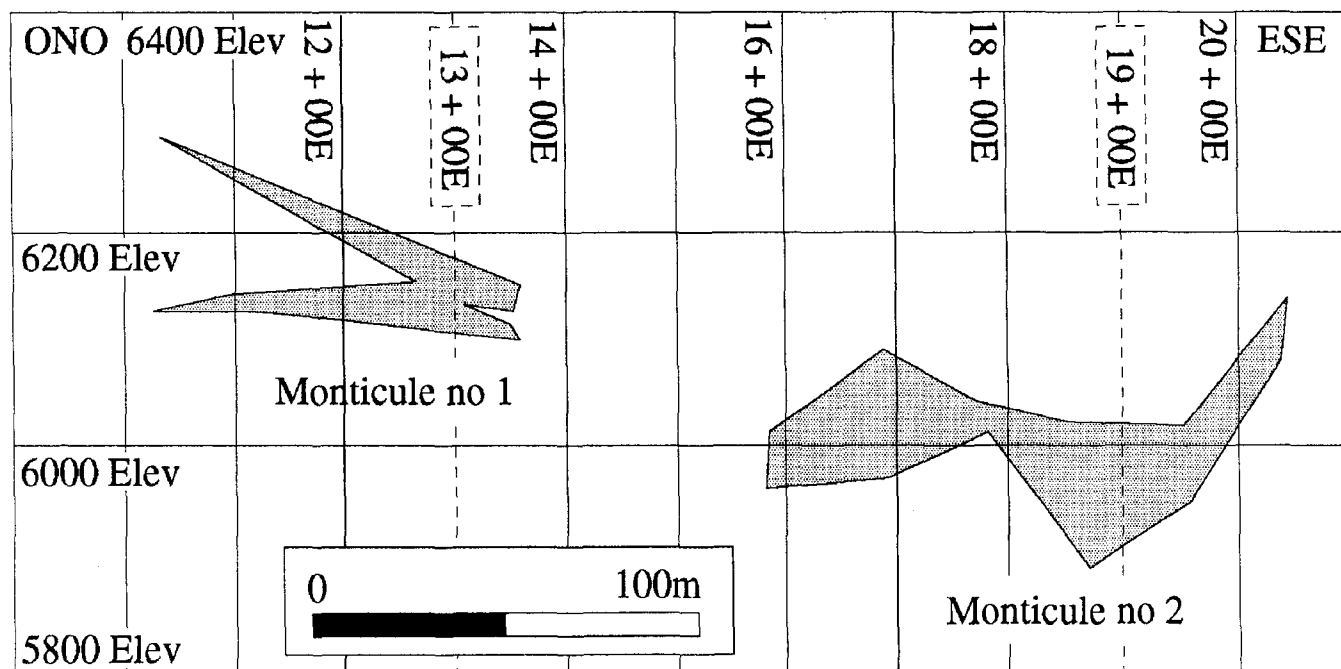


Figure 139: Projection sur une vue en section longitudinale des monticules du gîte d'Orchan Ouest.

816 700 t pour le dépôt no 1 et à 1 179 700 t pour le dépôt no 2. Les teneurs associées à ces tonnages sont de 12% Zn, 1,6% Cu, 27,43 g/t Ag et 0,45 g/t Au.

3.4.2.1 Partie concordante des dépôts

La partie concordante des dépôts du gîte d'Orchan Ouest est composée des monticules et de la Tuffite Clef. Les monticules, qui sont enveloppés par la Tuffite Clef, reposent sur la Tuffite inférieure, tandis que la Tuffite supérieure les recouvre. La Tuffite inférieure est composée de lits de chert, riches en chlorite, qui alternent avec des lits de chert de couleur rougeâtre. La Tuffite supérieure est composée de lits de chert dans lesquels des lits de pyrite sont localement interstratifiés. Les monticules sont principalement constitués de sphalérite de couleur brun-rouge. Localement, des lits de pyrite et des horizons de chert sont interstratifiés avec la sphalérite. La partie sommitale des monticules est plus riche en zinc que la partie basale et celle-ci est recoupée par de nombreuses cheminées riches en pyrite, pyrrhotite, chalcoppyrite, magnétite et talc.

3.4.2.2 Partie discordante des dépôts

La partie discordante des dépôts est composée de cheminées à caractère massif de sulfures et de talc ainsi que de cheminées à filonnets de sulfures, de magnétite et de talc (Tableau 43). Les zones de cheminées et les cheminées individuelles ont une attitude N280°/80° (Fig. 136). Le rubanement des minéraux, présents à l'intérieur des cheminées à caractère massif, possède la même attitude. Les CSM, principalement composées de pyrite, sont

Types de cheminées	Hauteur des cheminées au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie sommitale des cheminées	Hauteur des cheminées sous la Tuffite Clef (m)	Sections/ forages	Descriptions de la partie basale des cheminées
Cheminées de sulfures massifs	167,63	2000E / OR-90-13	Sulfures massifs (Py, Cp) 0,08% Zn, 2,43% Cu / 1,62m	6,10	2000E / OR-90-13	80% de sulfures (Py, Po, Cp) 0,04% Zn, 0,15% Cu / 0,52m
Cheminées à filonnets de sulfures	198,11	1550 E / OR-90-15	5 à 20% de sulfures (Py, Cp) 0,01% Zn, 0,03% Cu / 0,85m	143,25	1300E / OR-91-17A	3% de sulfures (Cp) 0,01 % Zn, 2,24% Cu / 3,47m
Cheminées de magnétite massive	—	—	Non-observées	—	—	Non-observées
Cheminées à filonnets de magnétite	18,29	1300E / OR-91-17	Sulfures massifs rubanés Sp, Cp, Py) avec traces de magnétite et de talc 6,35% Zn, 3,98% Cu / 5,30m	39,62	1075E / OR-91-20	3% (Sp), 6% (Py, Po), 3% de magnétite, présence de chlorite et de talc / 17,86m
Cheminées de talc massif	—	—	Non-observées	6,10	1900 E / OR-91-13C	Talc et chlorite massifs, 0,40% Zn, 3,58% Cu / 4,27m
Cheminées à filonnets de talc	18,29	1300E / OR-91-17	Sulfures massifs rubanés Sp, Cp, Py) avec traces de magnétite et de talc 6,35% Zn, 3,98% Cu / 5,30m	76,20	1300E / OR-91-17A	Présence de chlorite, talc et carbonates, 3% de grains de pyrite cubiques

Tableau 43: Caractéristiques des cheminées des dépôts d'Orchan Ouest.

présentes sous la Tuffite Clef, et celles-ci sont fréquemment rencontrées au-dessus de la Tuffite Clef. La composition d'un échantillon, qui provient d'une CSM recoupant les laves basaltiques à 50 mètres au-dessus de la Tuffite Clef, est présentée dans le tableau 4. Les cheminées à filonnets de magnétite et de talc sont présentes dans les parties sous-jacente et sus-jacente de la Tuffite Clef mais les cheminées de magnétite massive n'ont pas été observées (Tableau 43). Les cheminées de talc massif sont peu nombreuses et celles rencontrées sont localisées sous la Tuffite Clef, dans les zones où les monticules atteignent leurs plus fortes épaisseurs. Ces cheminées, composées essentiellement de talc avec de faibles concentrations (moins de 10%) de chlorite, possèdent une foliation bien définie. Le tableau 43 révèle également que la hauteur des cheminées à filonnets est plus élevée que la hauteur des cheminées à caractère massif de même composition.

CHAPITRE IV

SYNTHÈSE ET DISCUSSIONS

4.1 INTRODUCTION

Les données recueillies et présentées dans le chapitre II indiquent que le développement des sulfures massifs discordants pour les dépôts du gisement d'Isle-Dieu doit être relié à un processus qui est synvolcanique. Ces sulfures massifs discordants font donc partie intégrale des cheminées des dépôts au sens génétique du mot.

La synthèse des données, présentée dans le présent chapitre, traite d'abord de la géométrie, puis des caractéristiques des éléments concordants et discordants dépôts. L'importance de la présence des CSM à l'intérieur des dépôts nécessite de discuter des points suivants:

- i) Les CSM issues d'un processus de mise en place synvolcanique ne résultent pas de modification ultérieure à la formation des dépôts.
- ii) Un processus de développement particulier doit être envisagé pour les CSM.
- iii) Le processus développé est discuté en fonction de son implication sur le système hydrothermal synvolcanique.

4.2 GÉOMÉTRIE DES DÉPÔTS

Les paramètres géométriques, présentés dans les tableaux et les figures des chapitres 2 et 3, sont reportés sur des graphiques en vue de synthétiser l'information et de faire ressortir pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal:

- i) les tendances majeures et ii) les écarts majeurs. La modélisation de la géométrie des dépôts a permis de subdiviser les dépôts du flanc sud de

l'anticlinal en trois groupes et les dépôts de chacun de ces groupes possèdent des caractéristiques communes malgré des modifications qui s'amplifient du groupe 1 au groupe 3. Ces groupes de dépôts seront traités ultérieurement dans la discussion.

Le tableau 44 présente par ordre décroissant de tonnage, pour chaque dépôt du flanc sud de l'anticlinal, les proportions de sulfures massifs composant: i) les CSM extérieures aux monticules (CSMO et CSMU) et ii) les monticules et les CSM présentes à l'intérieur des monticules (CSMI). Les proportions de sulfures massifs, composant les CSMO et les CSMU en fonction du tonnage des dépôts, sont reportées sur le graphique de la figure 140. La distribution de points évasée de part et d'autre de la droite d'équation $y = 66,987 - 6,1867 * \text{Log}(x)$, avec un coefficient de corrélation de -0,088, suggère que la répartition des sulfures massifs à l'intérieur des dépôts n'est pas fonction du tonnage des dépôts. Le coefficient de corrélation mesure la dépendance linéaire entre les deux variables (proportion de sulfures massifs composant les CSM extérieures aux monticules et tonnage des dépôts). Ainsi, les sulfures massifs, contenus dans les petits dépôts tels 4ON et 5 du gisement d'Orchan aussi bien que dans le volumineux dépôt no 2, sont plus abondants dans les CSMO et les CSMU que dans les monticules et les CSMI. Dans tous les autres dépôts, c'est le contraire qui est observé (Tableau 44). Les sulfures massifs des dépôts nos 1, 2A et 2C du gisement d'Isle-Dieu ainsi que du dépôt no 2 Sud du gisement de Lac Mattagami sont fortement concentrés à l'intérieur des monticules et des CSMI. Les CSM extérieures aux monticules sont donc moins bien

Dépôts	Tonnages (t)	Proportions de sulfures massifs présentes dans les CSMU et les CSMO (%)	Proportions de sulfures massifs présentes dans les monticules et les CSMI (%)
MLM1N	27 407 240	25	75
MLM1S		25	75
O2	3 134 104	65	35
MLM2N	1 422 413	20	80
ID1	1 214 256	10	90
OO2	1 179 700	----	----
O1	1 042 338	----	----
ID2B	892 349	20	80
OO1	816 700	----	----
ID2C	279 109	5	95
BAS	261 542	20	80
O1A	138 950	35	65
MLM2S	131 820	15	85
O5	129 128	75	25
O4EO	112 246	35	65
ID1C	93 300	----	----
O4EEN	91 898	45	55
O4EES	90 331	40	60
ID2A	79 736	15	85
O4OS	56 365	40	60
ID1D	54 067	----	----
O4ON	39 169	65	35

Terminologie utilisée
<p>Gisement d'Isle-Dieu</p> <p>Dépôt no 1: ID1</p> <p>1C: ID1C</p> <p>1D: ID1D</p> <p>2A: ID2A</p> <p>2B: ID2B</p> <p>2C: ID2C</p>
<p>Gisement de Lac Mattagami</p> <p>Dépôt no 1N: MLM1N</p> <p>Dépôt no 1S: MLM1S</p> <p>Dépôt no 2N: MLM2N</p> <p>Dépôt no 2S: MLM2S</p>
<p>Gisement d'Orchan</p> <p>Dépôt no 1: O1</p> <p>Dépôt no 1A: O1A</p> <p>Dépôt no 2: O2</p> <p>Dépôt no 4EEN: O4EEN</p> <p>Dépôt no 4EES: O4EES</p> <p>Dépôt no 4EO: O4EO</p> <p>Dépôt no 4ON: O4ON</p> <p>Dépôt no 4OS: O4OS</p> <p>Dépôt no 5: O5</p>
<p>Gisement de Bell Allard Sud: BAS</p>
<p>Gîte d'Orchan Ouest</p> <p>Dépôt no 1: OO1</p> <p>Dépôt no 2: OO2</p>
<p>CSMU : CSM sus-jacentes au monticule</p> <p>CSMI : CSM présentes à l'intérieur du monticule</p> <p>CSMO : CSM sous-jacentes au monticule</p>

Tableau 44: Répartition des sulfures massifs à l'intérieur des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

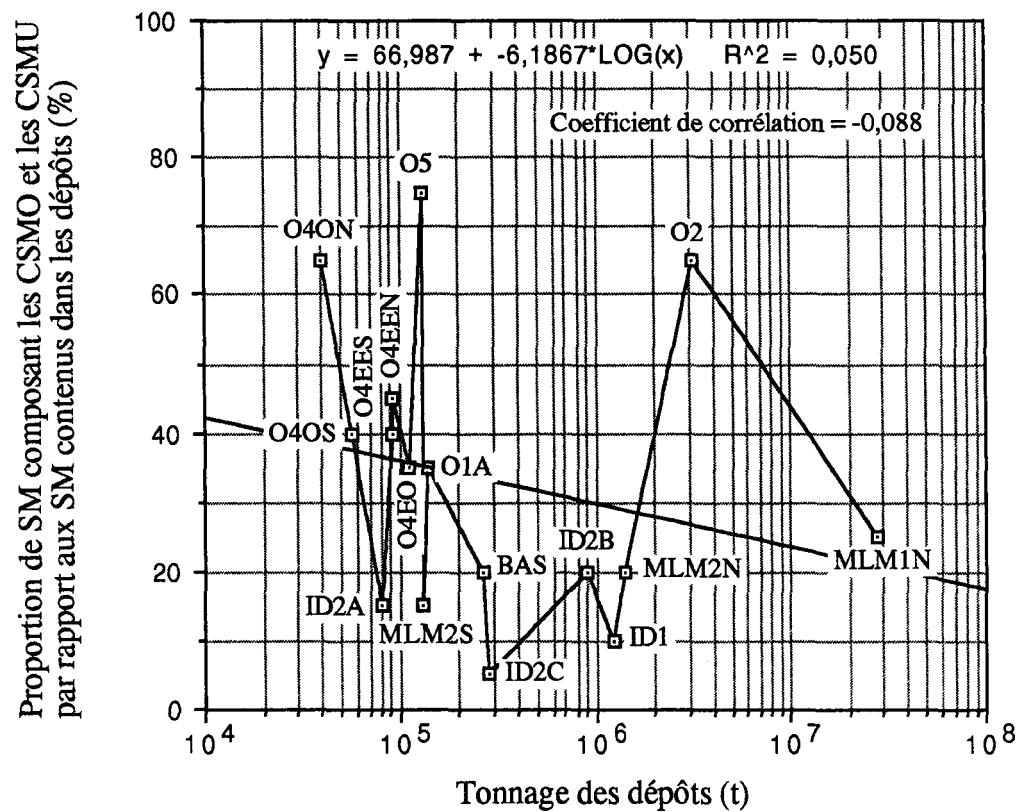


Figure 140: Graphique de la proportion de sulfures massifs (SM) composant les CSMO et les CSMU par rapport aux SM contenus dans les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie utilisée.

développées pour ces quatre dépôts. Les autres dépôts (MLM1N, MLM2N, ID2B, BAS, O1A, O4EO, O4EEN, O4EES et O4OS), regroupés à proximité de la droite, ont des proportions de sulfures massifs présentes dans les CSMO et les CSMU qui varient entre 20% et 45%. La répartition des sulfures à l'intérieur des dépôts permet ainsi de définir trois groupes de dépôts, où les sulfures massifs sont concentrés de 5% à 15% dans les CSM extérieures aux monticules pour le groupe 1, de 20% à 45% pour le groupe 2 et de 65% à 75% pour le groupe 3 (Tableau 44 et fig. 140). Les groupes 1, 2 et 3 sont respectivement composés des dépôts: (ID1, ID2A, ID2C et MLM2S), (ID2B, MLM1N, MLM1S, MLM2N, O1, O1A, O4EEN, O4EES, O4EO, O4OS et BAS) et (O2, O4ON et O5) (Tableau 44).

Le tableau 45 présente les longueurs maximales des monticules, des CSMO et des CSMU, mesurées pour chacun des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Les valeurs de ces longueurs sont respectivement reportées sur les graphiques des figures 141, 142 et 143. Sur la figure 141, la distribution de points est modélisée par la droite d'équation $y = -742,97 + 172,37 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,711, révèle que la longueur maximale des monticules est croissante lorsque le tonnage des dépôts augmente. Les monticules des dépôts nos 2B et 2C du gisement d'Isle-Dieu sont toutefois plus longs que la longueur moyenne correspondant à leurs tonnages, tandis que les monticules du dépôt no 1 du gisement d'Orchan ainsi que du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami sont moins longs. Le monticule du dépôt no 1 du gisement d'Orchan est moins long que la longueur moyenne correspondant à son

Dépôts	Tonnages (t)	Longueur maximale des monticules (m)	Longueur maximale des CSMO (m)	Longueur maximale des CSMU (m)
MLM1N	27 407 240	579,09	563,85	350,50
MLM1S		134,38	82,81	-----
O2	3 134 104	365,74	341,36	252,97
MLM2N	1 422 413	210,30	128,01	109,72
ID1	1 214 256	356,60	256,02	170,68
OO2	1 179 700	-----	-----	-----
O1	1 042 338	161,54	161,54	-----
ID2B	892 349	390,12	380,98	137,15
OO1	816 700	-----	-----	-----
ID2C	279 109	313,93	109,72	51,81
BAS	261 542	164,58	115,82	-----
O1A	138 950	143,25	67,05	82,29
MLM2S	131 820	183,33	68,52	100
O5	129 128	131,06	137,50	128,01
O4EO	112 246	54,86	42,67	88,39
ID1C	93 300	-----	-----	-----
O4EEN	91 898	91,44	85,34	106,67
O4EES	90 331	29,41	14,71	38,24
ID2A	79 736	152,63	52,63	60,53
O4OS	56 365	67,05	30,48	15,24
ID1D	54 067	-----	-----	-----
O4ON	39 169	106,67	60,96	88,39
Voir la terminologie utilisée dans le tableau 44.				

Tableau 45: Longueur des monticules et des cheminées pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

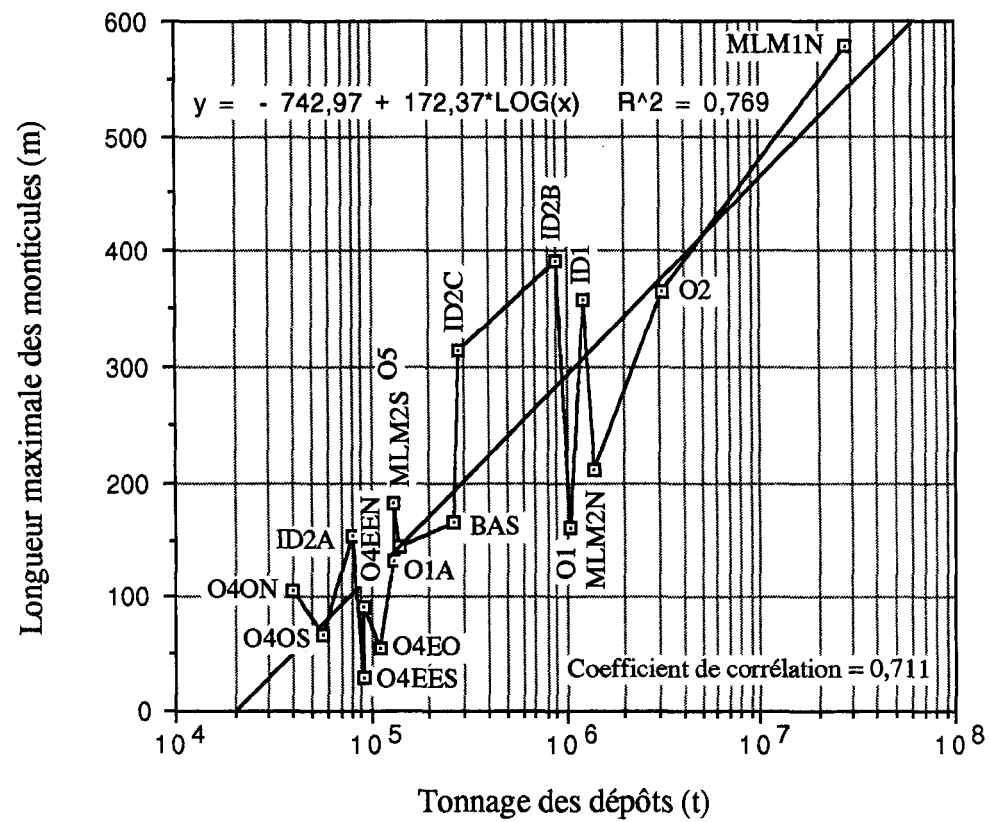


Figure 141: Graphique de la longueur maximale des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir tableau 44 pour la terminologie.

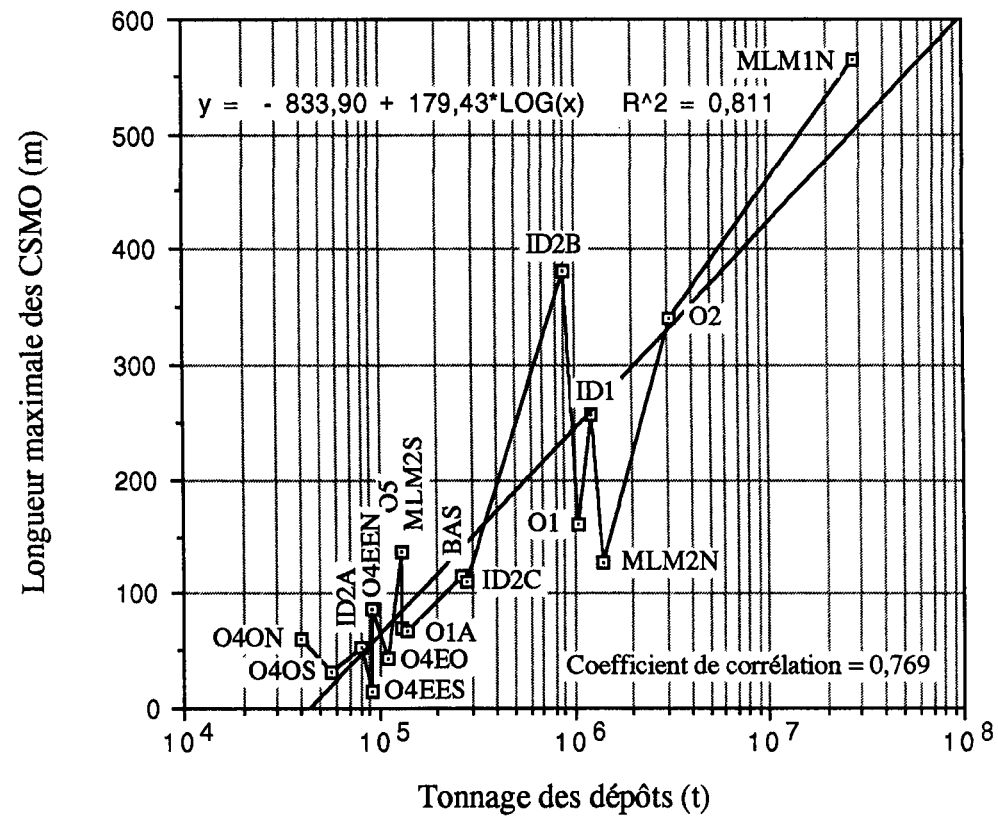


Figure 142: Graphique de la longueur maximale des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

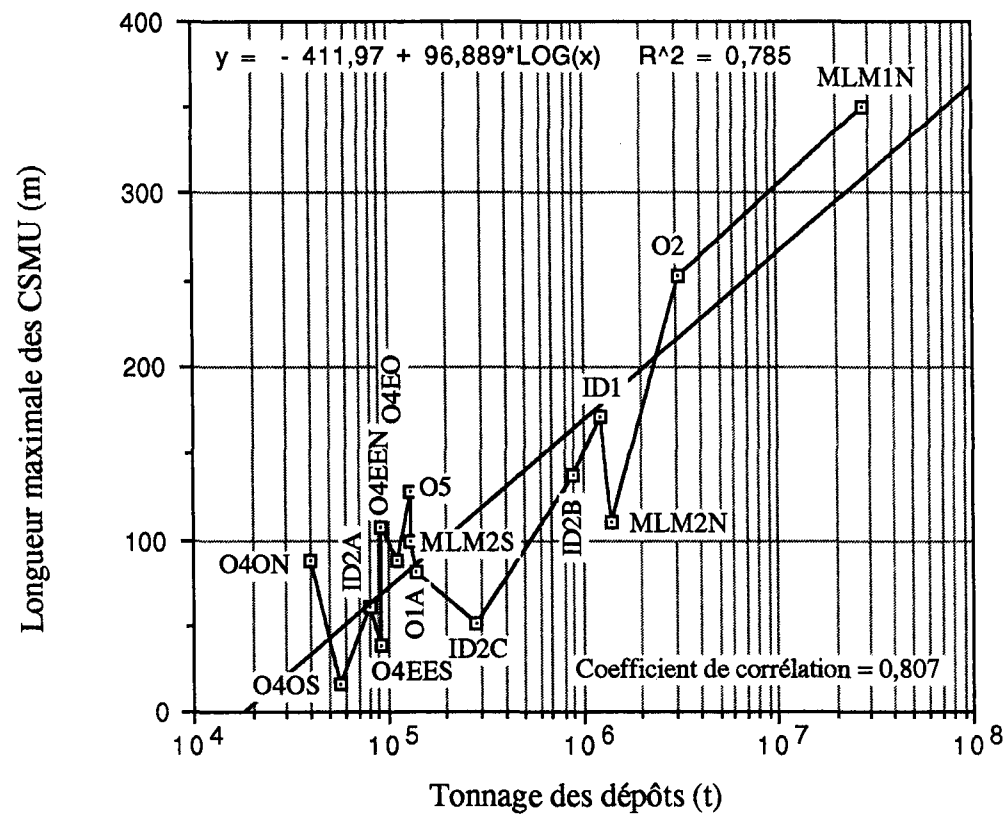


Figure 143: Graphique de la longueur maximale des CSMU en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

tonnage car ce monticule est en partie érodé et sa longueur réelle est inconnue. La distribution de points sur le graphique de la figure 142, qui possède un coefficient de corrélation de 0,769, indique que la longueur maximale des CSMO croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. La droite d'équation $y = -833,90 + 179,43 \cdot \text{Log}(x)$ modélise la distribution de points. Le dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu possède des CSMO plus longues que la longueur moyenne correspondant à son tonnage, tandis que les cheminées du dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami sont moins longues. Pour ce qui est de la longueur maximale des CSMU, la distribution de points, sur le graphique de la figure 143, est modélisée par la droite d'équation $y = -411,97 + 96,889 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution de points, avec un coefficient de corrélation de 0,807, révèle que la longueur maximale des CSMU est croissante lorsque le tonnage des dépôts augmente. Le dépôt le plus distant de la droite est le dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami. Ce dépôt possède des CSMU qui sont moins longues que la longueur moyenne des CSMU correspondant au tonnage du dépôt.

Le tableau 46 présente les largeurs maximales des monticules, des CSMO, des CSMU et des zones de CSMO. Ces largeurs sont respectivement reportées sur les graphiques présentés aux figures 144, 145, 146 et 147. Le graphique illustré à la figure 144, présente une distribution de points qui est modélisée par la droite d'équation $y = -256,06 + 57,104 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,879, indique que la largeur maximale des monticules croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. Deux points sont distants, de façon significative, de la droite soit

Dépôts	Tonnages (t)	Largeur maximale des monticules (m)	Largeur maximale des CSMO (m)	Largeur maximale des CSMU (m)	Largeur maximale des zones de CSMO (m)	Largeur maximale des cheminées de talc sous le monticule (m)
MLM1N	27 407 240	215,00	32,00	42,67	137,15	82,29
MLM1S		40,63	21,33	----	21,33	----
O2	3 134 104	105,17	48,77	21,33	70,10	24,38
MLM2N	1 422 413	84,00	15,24	18,29	30,48	----
ID1	1 214 256	88,89	21,33	12,19	21,33	3,05
OO2	1 179 700	----	----	----	----	----
O1	1 042 338	29,03	27,43	----	27,43	10,67
ID2B	892 349	68,75	15,24	16,76	15,24	----
OO1	816 700	----	----	----	----	----
ID2C	279 109	58,82	7,62	7,62	7,62	----
BAS	261 542	48,39	7,62	----	7,62	----
O1A	138 950	39,06	9,14	10,67	9,14	----
MLM2S	131 820	64,81	9,14	6,10	9,14	----
O5	129 128	23,44	6,10	6,10	19,82	----
O4EO	112 246	27,78	10,67	12,19	10,67	----
ID1C	93 300	----	----	----	----	----
O4EEN	91 898	25,00	4,57	9,14	4,57	----
O4EES	90 331	13,24	6,10	3,66	6,10	----
ID2A	79 736	50,00	10,67	10,67	10,67	----
O4OS	56 365	33,87	6,10	3,05	6,10	----
ID1D	54 067	----	----	----	----	----
O4ON	39 169	16,13	6,10	6,10	6,10	----
Voir la terminologie utilisée dans le tableau 44.						

Tableau 46: Largeur des monticules et des cheminées pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

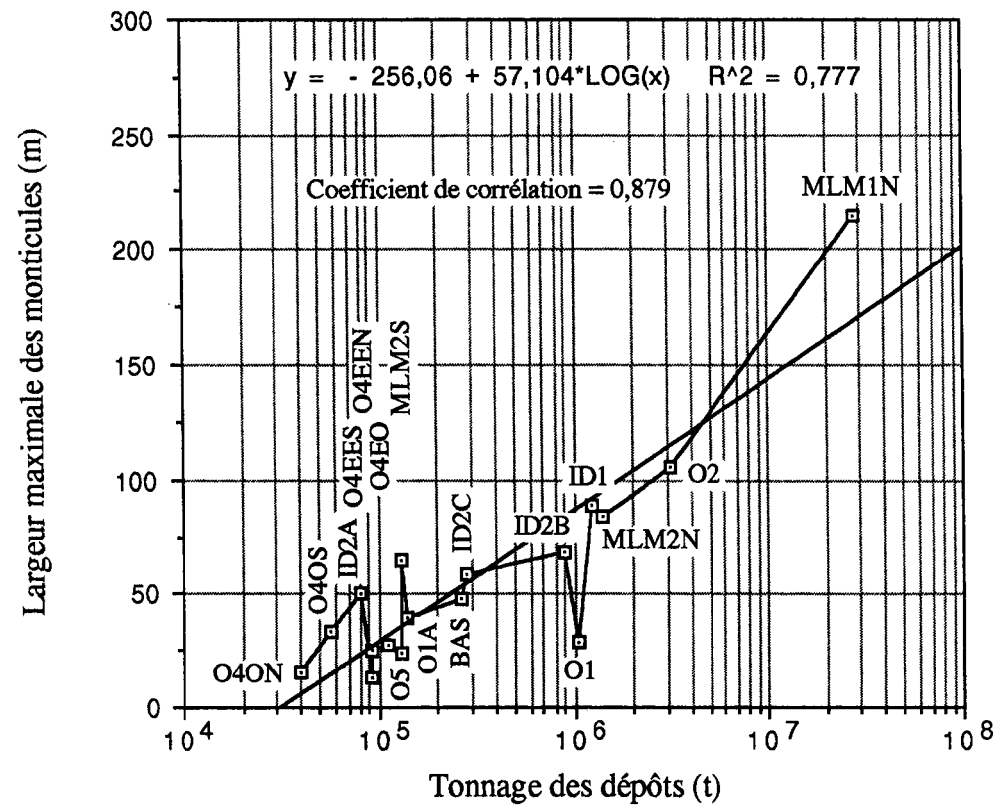


Figure 144: Graphique de la largeur maximale des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

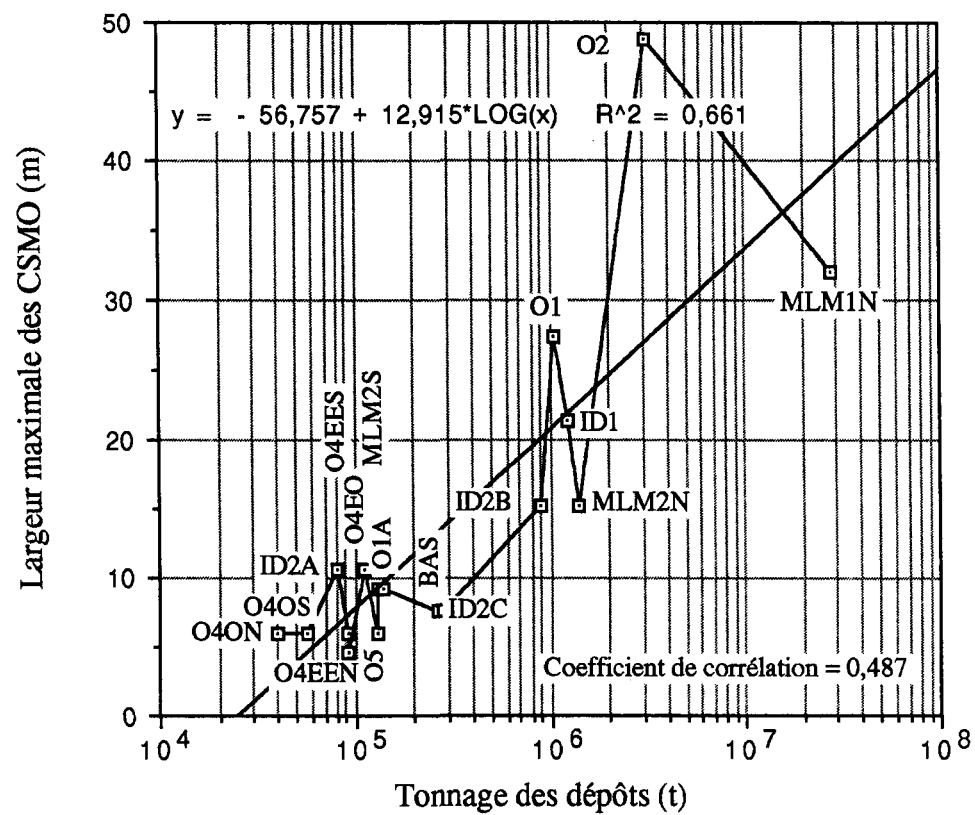


Figure 145: Graphique de la largeur maximale des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

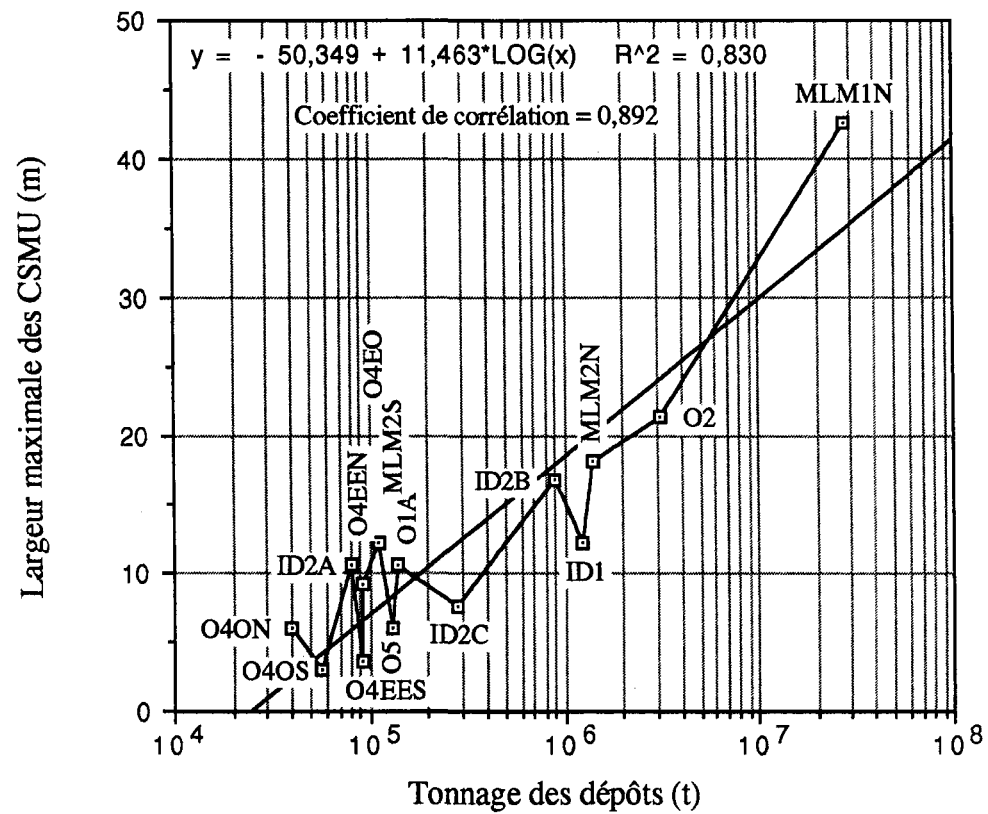


Figure 146: Graphique de la largeur maximale des CSMU en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

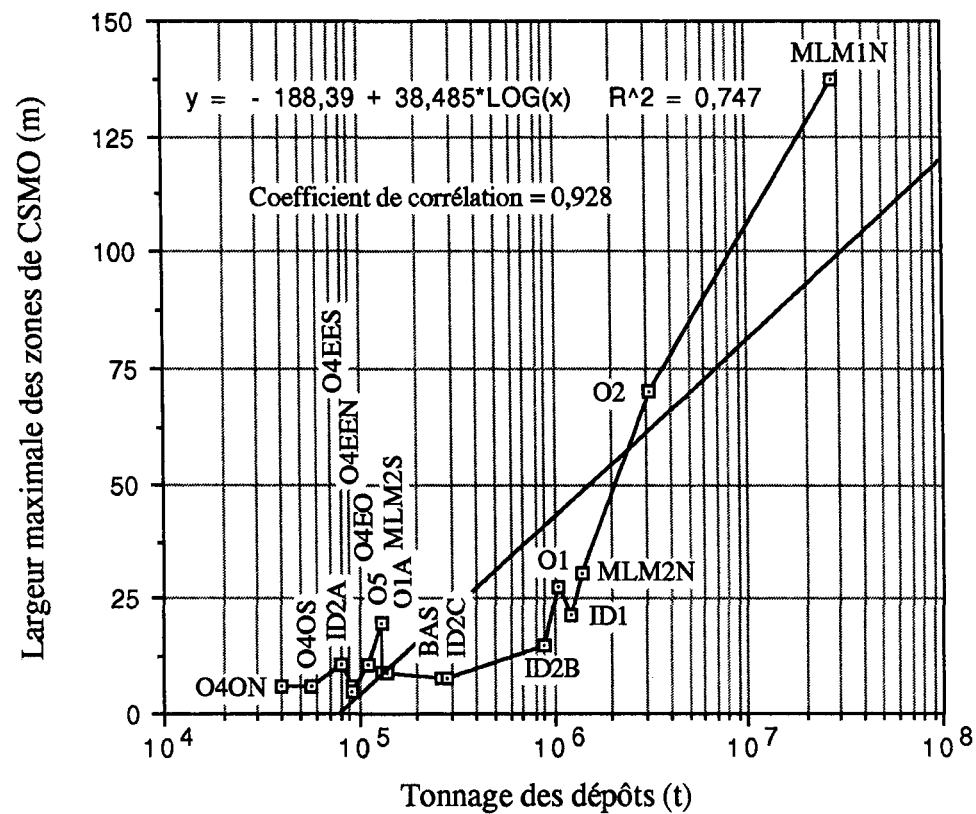


Figure 147: Graphique de la largeur maximale des zones de CSM sous le monticule en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami, dont la largeur maximale du monticule est plus élevée que la largeur moyenne correspondant au tonnage du dépôt, et le dépôt no 1 du gisement d'Orchan dont la largeur est moins élevée. Pour ce dernier dépôt, la faible largeur que possède le monticule est attribuable au fait que le monticule est érodé et que la largeur réelle est inconnue. La figure 145 illustre une distribution de points qui est modélisée par la droite d'équation $y = - 56,757 + 12,915 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,487, indique que la largeur maximale des CSMO croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. Toutefois, cette largeur n'est pas très bien corrélée avec le tonnage des dépôts. La faible corrélation est attribuable, dans bien des cas, à l'augmentation du nombre de CSMO plutôt qu'à l'augmentation de la largeur des CSMO. Ceci a pour effet de faire augmenter la largeur des zones de CSMO lorsque le tonnage des dépôts augmente plutôt que de faire augmenter la largeur des CSMO individuellement. Les CSMO du dépôt no 2 du gisement d'Orchan possède une largeur beaucoup plus élevée que la largeur moyenne correspondant à son tonnage. Cette observation est en accord avec le fait que les CSM de ce dépôt sont exceptionnellement bien développées (Tableau 44 et fig. 140). La densité des CSMO de ce dépôt est suffisamment élevée pour ne former que quelques larges CSMO. Le graphique présenté à la figure 146 révèle que la largeur maximale des CSMU est croissante lorsque le tonnage des dépôts augmente. La distribution de points, qui possède un coefficient de corrélation de 0,892, est modélisée par la droite d'équation $y = - 50,349 + 11,463 \cdot \text{Log}(x)$. Finalement, la largeur maximale des zones de CSM sous les monticules est croissante lorsque le tonnage des

dépôts augmente. C'est ce que le graphique de la figure 147 illustre par une distribution de points qui possède un coefficient de corrélation de 0,928. Cette distribution est modélisée par la droite d'équation $y = -188,39 + 38,485 \cdot \text{Log}(x)$. La largeur des zones de CSMO pour le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami est plus élevée que la largeur moyenne correspondant à son tonnage. Cette observation s'explique par le fait que les zones de cheminées de ce dépôt sont composées de CSM qui alternent avec de nombreuses cheminées de talc massif (Fig. 77), augmentant ainsi la largeur des zones de CSMO. Le tableau 46 présente également la largeur maximale des cheminées de talc qui se retrouvent dans quatre dépôts parmi les plus volumineux du flanc sud de l'anticlinal. Cette largeur est croissante lorsque le tonnage des dépôts augmente. Cependant, ces cheminées n'ont pas été observées pour le dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami et la largeur de ces cheminées est légèrement faible pour ce qui est du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Pour ces deux dépôts, les cheminées de talc ne sont que localement composées de talc massif, le reste des cheminées étant constitué de filonnets de talc. Les cheminées composées entièrement de talc massif ne sont présentes que dans le dépôt no 1 du gisement de Lac Mattagami et dans le dépôt no 2 du gisement d'Orchan.

Le tableau 47 présente, pour chacun des dépôts du flanc sud de l'anticlinal, la hauteur totale et maximale des CSM, la hauteur maximale des CSM sous et au-dessus de la Tuffite Clef, la hauteur maximale des CSMU ainsi que la hauteur maximale des monticules au-dessus de la Tuffite Clef. Ces hauteurs sont respectivement reportées sur les graphiques des figures

Dépôts	Tonnages (t)	Hauteur totale et maximale des CSM (m)	Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule (m)	Hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CMM sous la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CMM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CFM sous la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CFM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CTM sous la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CTM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CFT sous la Tuffite Clef (m)	Hauteur des CFT au-dessus de la Tuffite Clef (m)
MLM1N	27 407 240	252,97	192,01	149,34	64,00	143,25	----	----	64,00	121,91	213,35	109,72	228,59	121,91
MLM1S		45,72	45,72	----	----	45,72	----	----	----	----	----	----	----	----
O2	3 134 104	225,54	195,06	67,05	59,43	30,48	50,29	----	70,10	----	195,06	33,53	195,06	33,53
MLM2N	1 422 413	155,44	70,10	85,34	18,29	51,81	----	----	----	86,86	----	----	115,81	----
ID1	1 214 256	106,67	36,57	76,20	39,62	36,57	28,95	----	60,96	65,53	12,19	65,53	76,20	65,53
OO2	1 179 700	----	----	----	----	----	----	----	39,62	18,29	6,10	----	76,20	18,29
O1	1 042 338	67,05	67,05	----	----	----	----	----	1,50	----	79,24	----	115,82	----
ID2B	892 349	70,10	30,48	45,72	30,48	21,33	18,29	----	30,48	----	----	----	----	----
OO1	816 700	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
ID2C	279 109	47,24	18,29	42,67	18,29	33,53	7,62	----	21,33	----	----	----	----	----
BAS	261 542	30,48	30,48	----	----	15,24	----	----	0,50	----	----	----	68,58	----
O1A	138 950	62,48	22,86	42,67	10,67	9,14	----	----	----	----	----	----	----	----
MLM2S	131 820	48,77	19,81	42,67	21,33	21,33	----	----	----	----	----	----	----	----
O5	129 128	106,67	70,10	39,62	32,00	7,62	----	----	33,53	----	----	----	57,91	35,05
O4EO	112 246	57,91	18,29	42,67	19,81	16,76	----	----	----	----	----	----	----	----
ID1C	93 300	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
O4EEN	91 898	54,86	27,43	27,43	18,29	12,19	----	----	9,14	----	----	----	9,14	----
O4EES	90 331	42,67	16,76	32,00	28,95	9,14	----	----	----	----	----	----	----	----
ID2A	79 736	36,57	27,43	27,43	15,24	16,76	----	----	----	----	----	----	----	----
O4OS	56 365	21,33	21,33	10,67	9,14	9,14	----	----	----	----	----	----	----	----
ID1D	54 067	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
O4ON	39 169	33,53	15,24	22,86	6,10	4,57	----	----	----	----	----	----	----	----
CMM: Cheminées de magnétite massive CFM: Cheminées à filonnets de magnétite CTM: Cheminées de talc massif CFT: Cheminées à filonnets de talc Voir le tableau 44 pour la terminologie supplémentaire														

Tableau 47: Hauteur des cheminées pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

148 à 152. Sur le graphique de la figure 148, la distribution de points est modélisée par la droite d'équation $y = - 348,98 + 78,564 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,725, révèle que la hauteur totale et maximale des CSM croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. Pour les dépôts nos 2 et 5 du gisement d'Orchan, la hauteur totale des CSM est supérieure à la hauteur moyenne correspondant à leurs tonnages. Cette observation est compatible avec le fait que les CSM de ces dépôts sont mieux développées que les CSM des autres dépôts (Tableau 44 et fig. 140). Cependant, la hauteur totale des CSM du dépôt no 1 du gisement d'Orchan, du dépôt de Bell Allard Sud ainsi que des dépôts nos ID2B et ID2C du gisement d'Isle-Dieu est inférieure à la hauteur moyenne correspondant à leurs tonnages. Pour les deux premiers dépôts, l'érosion des CSMU et d'une partie des CSMI est responsable de ce phénomène, tandis que pour les deux derniers dépôts, ce sont des dykes qui ont recoupé la partie basale des CSM. Le graphique de la figure 149 montre une distribution de points qui est modélisée par la droite d'équation $y = - 288,23 + 61,749 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,720, indique que la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. La hauteur des CSM sous la Tuffite Clef, pour les dépôts nos 2 et 5 du gisement d'Orchan, est très supérieure à la hauteur moyenne correspondant aux tonnages de ces dépôts. Cette observation est compatible avec le fait que les CSM de ces dépôts sont mieux développées que pour la moyenne des dépôts (Fig. 140). La hauteur des CSM sous la Tuffite Clef, pour les dépôts nos 1 et 2B du gisement d'Isle-Dieu, est inférieure à la hauteur moyenne correspondant aux tonnages de ces

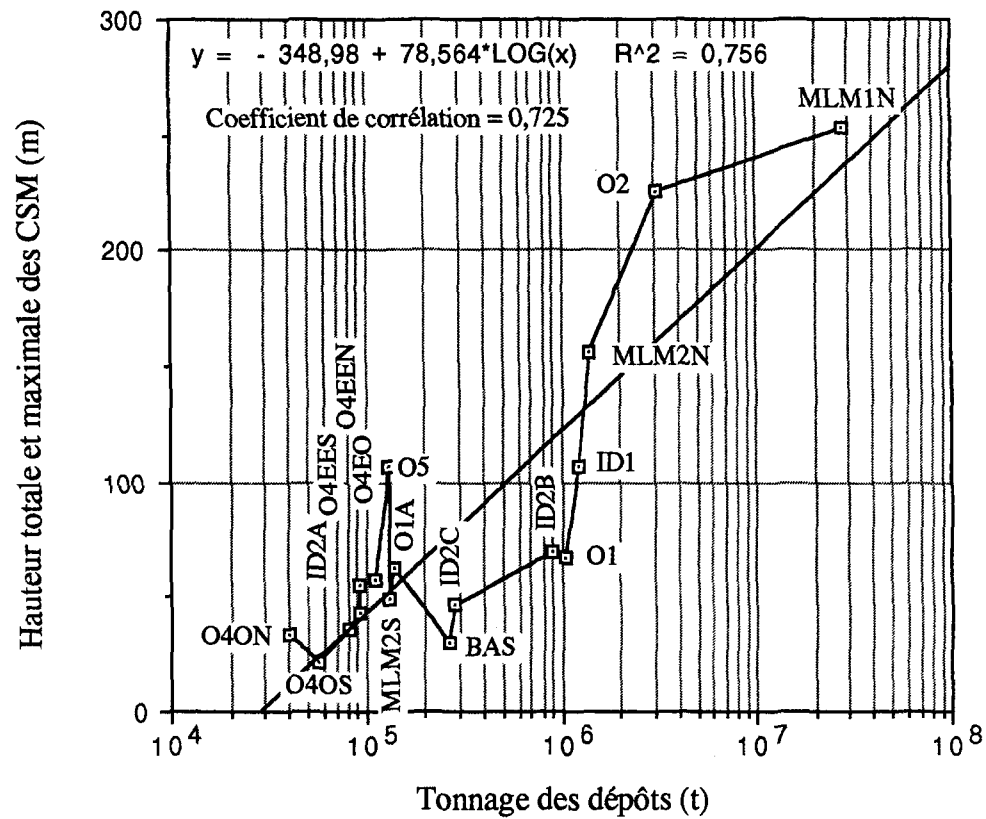


Figure 148: Graphique de la hauteur totale et maximale des CSM en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

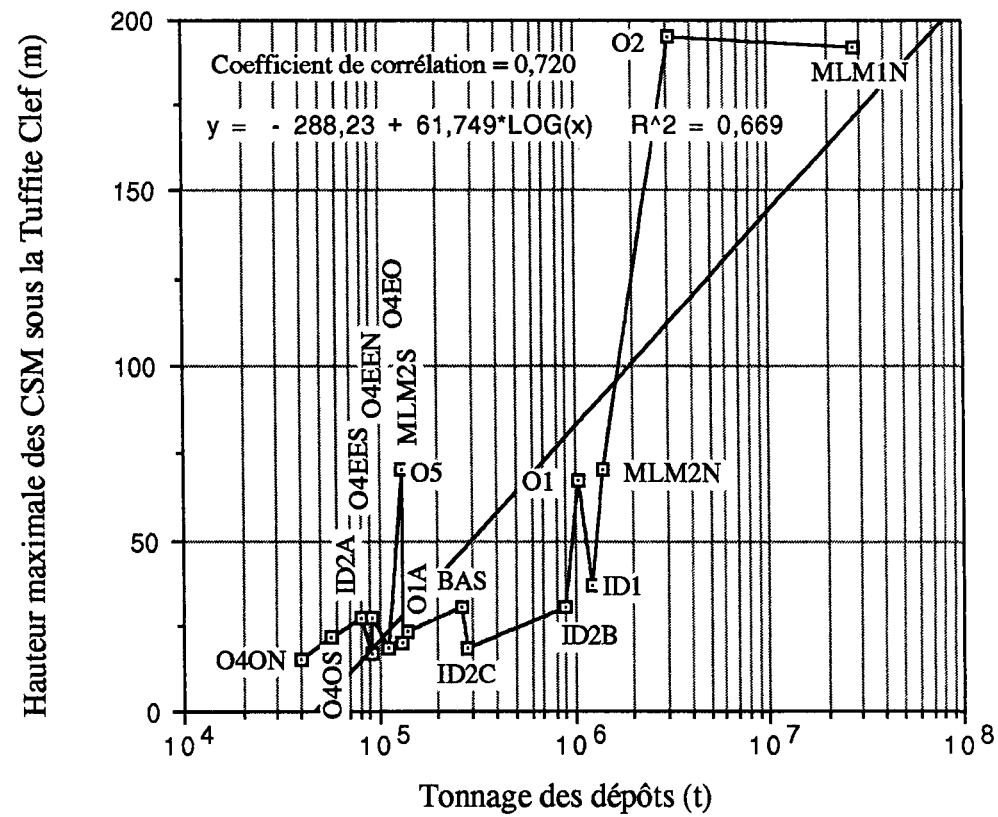


Figure 149: Graphique de la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

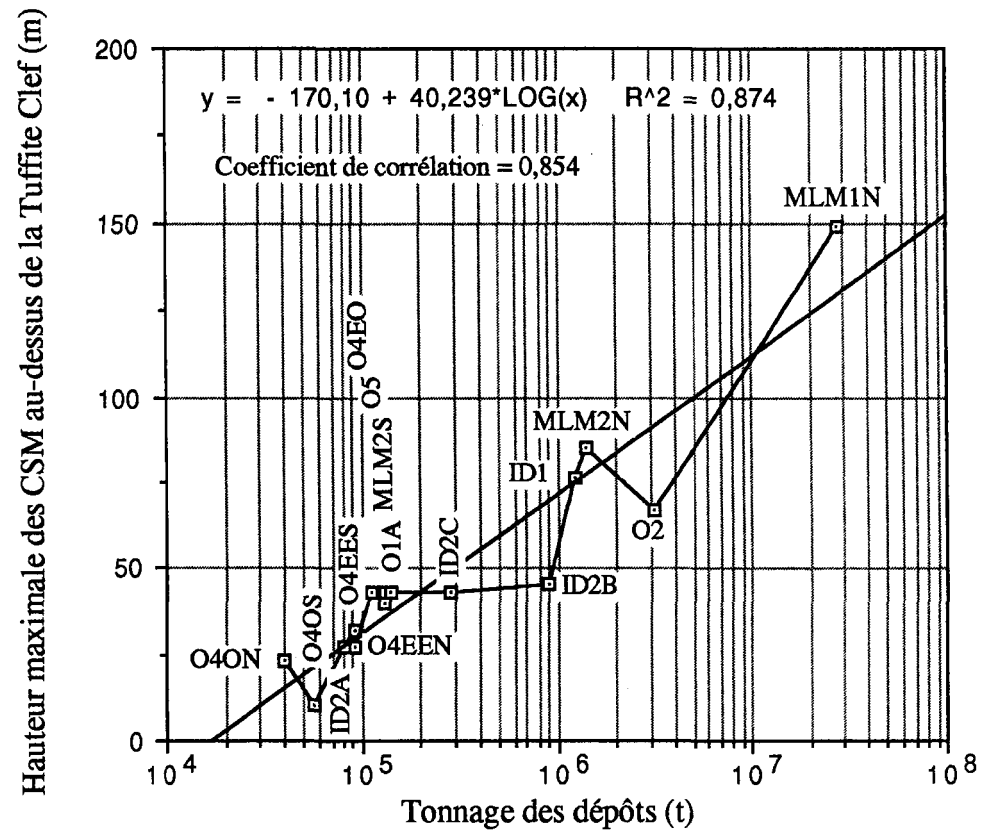


Figure 150: Graphique de la hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

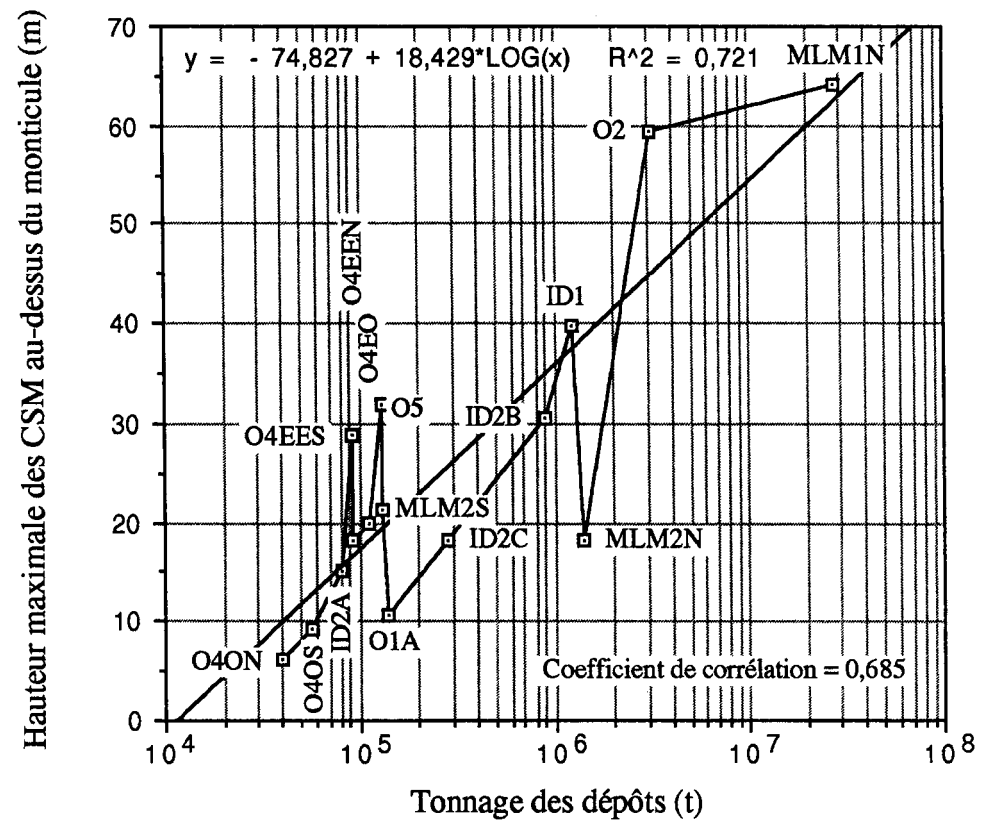


Figure 151: Graphique de la hauteur maximale des CSM au-dessus du monticule en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

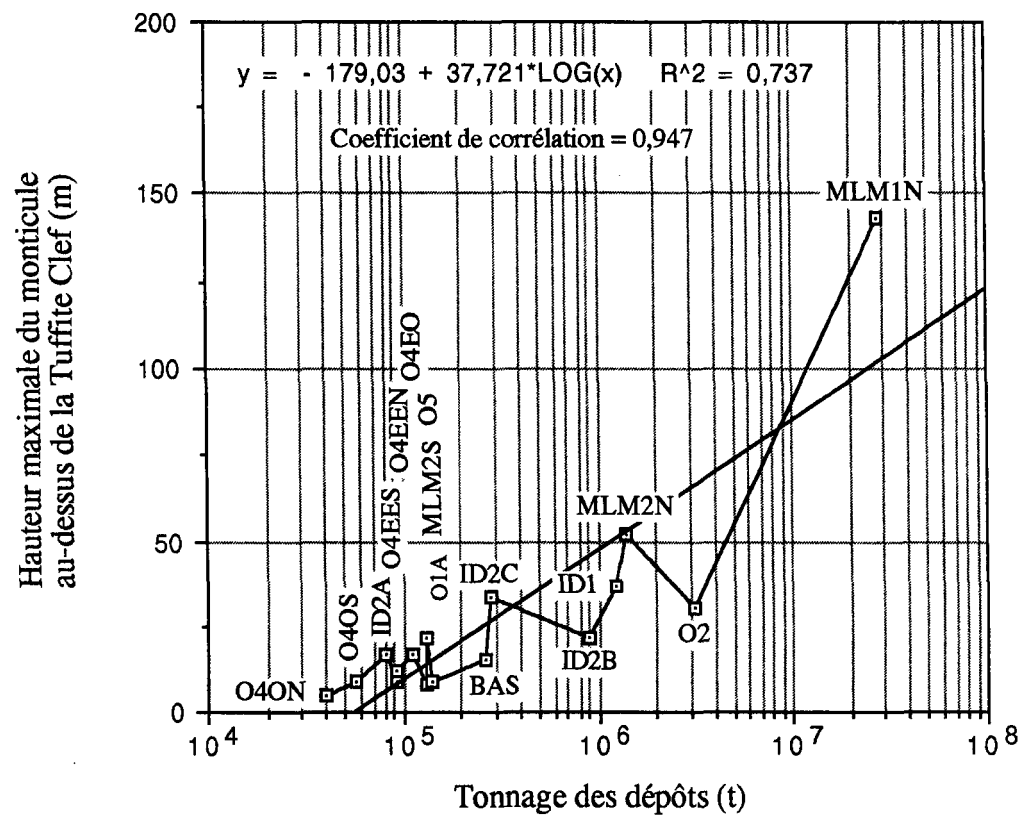


Figure 152: Graphique de la hauteur maximale du monticule au-dessus de la Tuffite Clef en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

dépôts. Pour le dépôt no 1, la base des CSMO, qui est recoupée par un dyke, explique cette faible valeur. Le graphique de la figure 150 présente une distribution de points modélisée par la droite d'équation $y = -170,10 + 40,239 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,854, révèle que la hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. La distribution de points, présentée à la figure 151, est modélisée par la droite d'équation $y = -74,827 + 18,429 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,685, indique que la hauteur maximale des CSM au-dessus des monticules croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. Cette hauteur est fonction de la hauteur des CSM au-dessus de la Tuffite Clef ainsi que de la hauteur des monticules (Fig. 57). Pour les dépôts nos 2, 5 et 4EES du gisement d'Orchan, cette hauteur est supérieure à la hauteur moyenne correspondant aux tonnages des dépôts, tandis que celle-ci est inférieure pour le dépôt no 2 Nord du gisement de Lac Mattagami. Le graphique de la figure 152 présente une distribution de points modélisée par la droite d'équation $y = -179,03 + 37,721 \cdot \text{Log}(x)$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,947, indique que la hauteur maximale des monticules au-dessus de la Tuffite Clef croît lorsque le tonnage des dépôts augmente. Toutefois, la hauteur maximale du monticule pour le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami est supérieure à la hauteur moyenne correspondant au tonnage de ce dépôt, tandis que la hauteur du monticule du dépôt no 2 du gisement d'Orchan est inférieure.

Sur le graphique de la figure 153, la distribution de points est

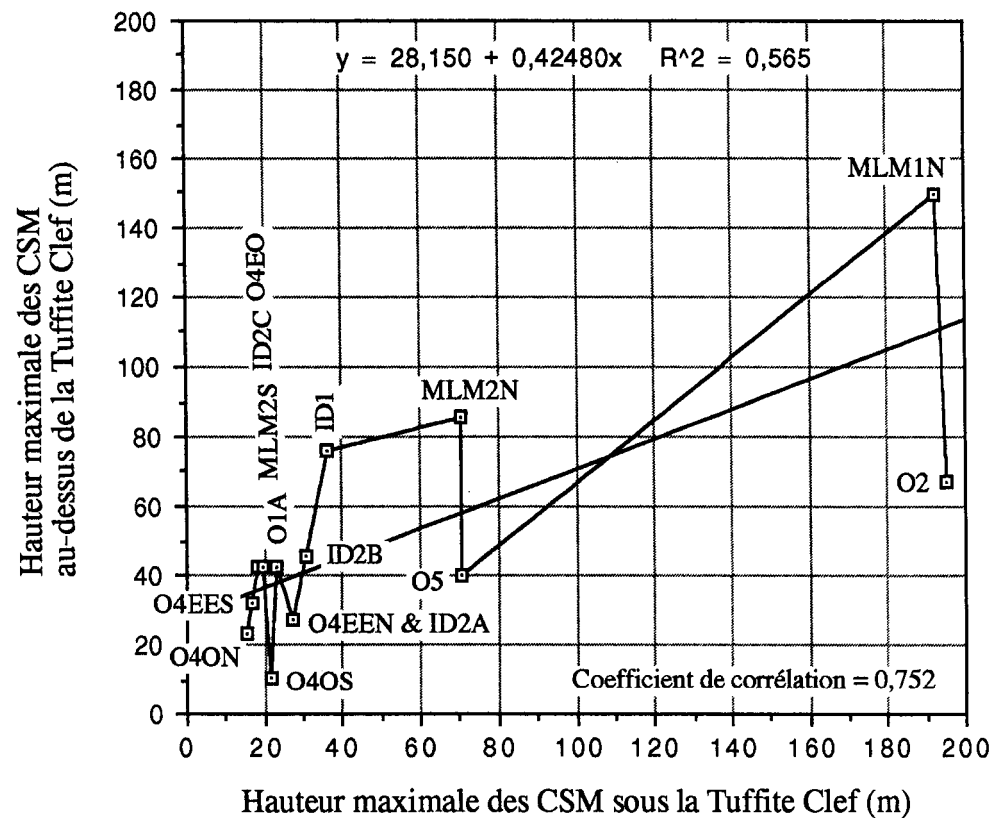


Figure 153: Graphique de la hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef en fonction de la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

modélisée par la droite d'équation $y = 28,150 + 0,42480x$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,752, révèle que la hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef croît lorsque la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef augmente. Cette relation n'est pas valable pour le dépôt no 1 du gisement d'Orchan ainsi que pour le dépôt de Bell Allard Sud dont les parties sommitales sont érodées. Pour les dépôts nos 2 et 4OS du gisement d'Orchan, la hauteur des CSM au-dessus de la Tuffite Clef est faible par rapport à la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef. Par contre pour les dépôts nos 1 Nord et 2 Nord du gisement de Lac Mattagami ainsi que pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu, la hauteur des CSM au-dessus de la Tuffite Clef est élevée par rapport à la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef. La distribution de points de la figure 154 est modélisée par la droite d'équation $y = 41,751 + 0,49334x$. Cette distribution, avec un coefficient de corrélation de 0,911, indique que la longueur maximale des CSMU croît lorsque la longueur des CSMO augmente. Cette relation n'est pas valable pour le dépôt no 1 du gisement d'Orchan ainsi que pour le dépôt de Bell Allard Sud dont les parties sommitales sont érodées. De plus, la longueur des CSMU du dépôt no 2B du gisement d'Isle-Dieu est faible par rapport à la longueur des CSMO.

La figure 155 résume les hauteurs maximales que peuvent atteindre les cheminées à caractère massif, au-dessous et au-dessus de la Tuffite Clef, pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Ces hauteurs représentent les relations chronologiques entre les cheminées à caractère massif et la séquence stratigraphique. Les CSM, qui sont présentes dans tous les dépôts, recoupent

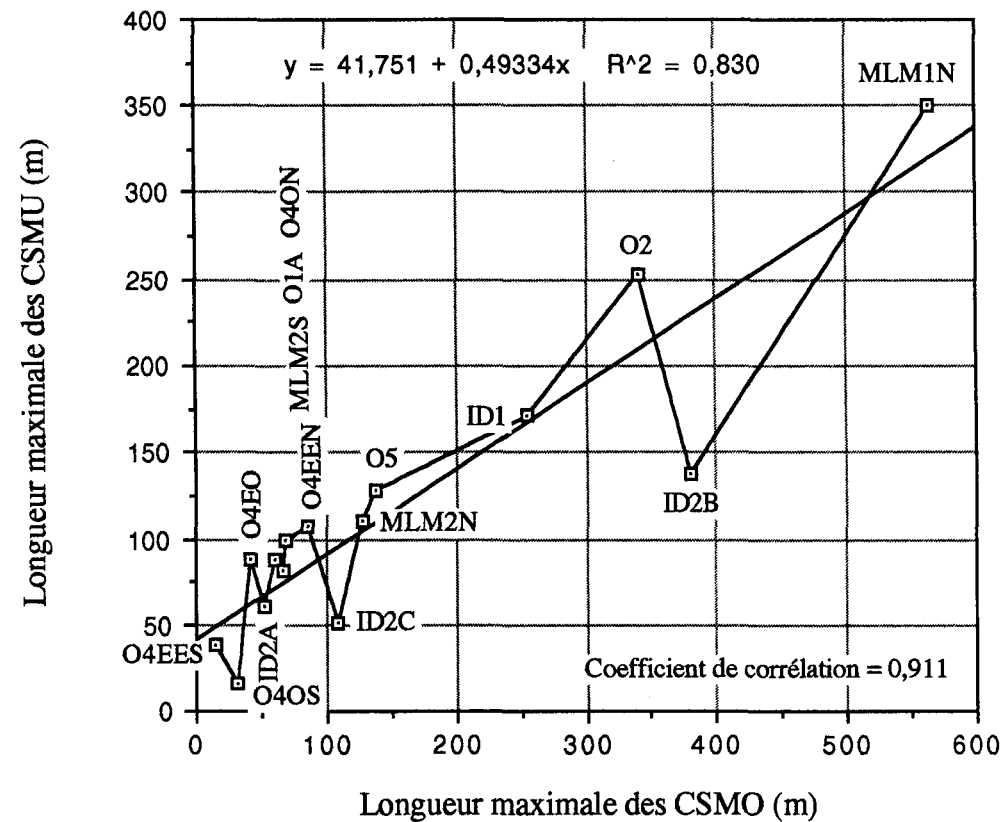


Figure 154: Graphique de la longueur maximale des CSMU en fonction de la longueur maximale des CSMO pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

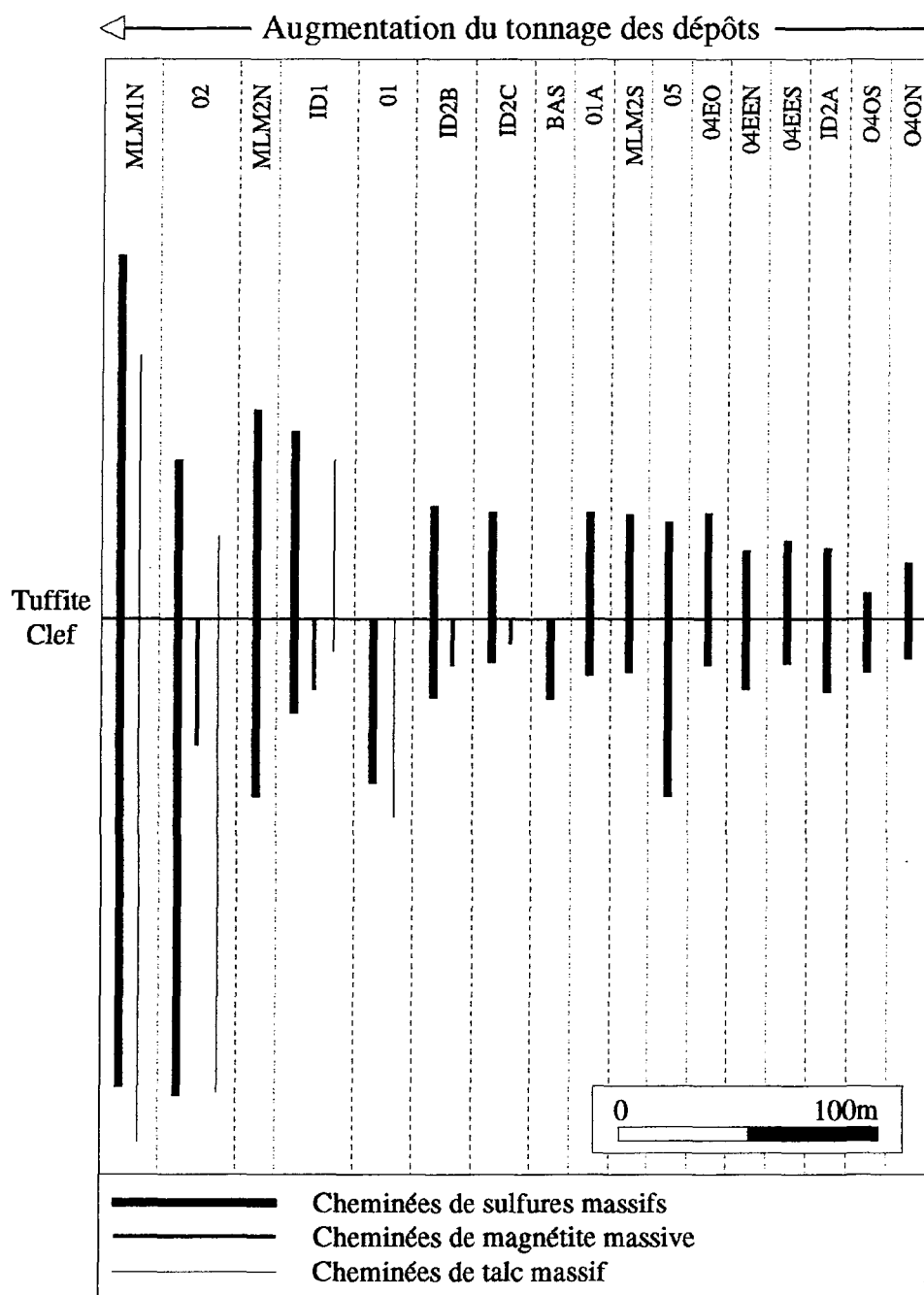


Figure 155: Relations chronologiques entre les cheminées à caractère massif et la Tuffite Clef pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

toutes les unités lithologiques et leur hauteur sous et au-dessus de la Tuffite Clef croît lorsque le tonnage des dépôts augmente (Figs. 149 et 150). Cette figure illustre également les écarts (supérieurs ou inférieurs) que les graphiques précédents ont révélés. Ainsi, la hauteur totale des CSM pour les dépôts nos 2 et 5 du gisement d'Orchan est supérieure à la hauteur moyenne correspondant à leurs tonnages (Fig. 148). Ceci est attribuable à la hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef qui est supérieure à la hauteur moyenne correspondant à leurs tonnages (Fig. 149). Les CSM sus-jacentes à la Tuffite Clef, pour les dépôts nos 2 et 4OS du gisement d'Orchan, possèdent une hauteur peu élevée par rapport à la hauteur des CSM présentes sous la Tuffite Clef tandis que cette hauteur est très élevée pour les dépôts 1 Nord et 2 Nord du gisement de Lac Mattagami ainsi que pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu (Fig. 153). La hauteur totale des CSM pour le dépôt no 1 du gisement d'Orchan est inférieure à la moyenne (Fig. 148) car la partie sommitale du dépôt est érodée. La partie sommitale du dépôt de Bell Allard Sud est également érodée. De plus, pour les dépôts nos 1 et 2B du gisement d'Isle-Dieu, la hauteur des CSM sous la Tuffite Clef est inférieure à la hauteur moyenne (Fig. 149). Les cheminées de magnétite massive ne se retrouvent que dans quatre dépôts et leur hauteur croît régulièrement lorsque le tonnage des dépôts augmente. Toutefois, ces cheminées ne sont présentes que sous la Tuffite Clef ainsi que dans la partie basale des monticules. De plus, les cheminées de talc massif ne sont présentes que dans quatre dépôts. Ces cheminées recoupent toutes les unités lithologiques sauf pour le dépôt no 1 du gisement d'Orchan où la séquence stratigraphique sus-jacente au dépôt est érodée. Pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu, les

cheminées de talc sus-jacentes à la Tuffite Clef sont mieux développées que celles sous-jacentes à la Tuffite Clef.

Les coefficients de corrélation présentés dans le tableau 48 indiquent que les différents paramètres géométriques sont corrélés positivement avec le tonnage des dépôts à l'exception de la proportion de sulfures massifs composant les CSMO et les CSMU par rapport aux sulfures contenus dans les dépôts. Ainsi, la modélisation des paramètres géométriques indique que tous les paramètres croissent lorsque le tonnage des dépôts augmente. Toutefois, la largeur maximale des CSMO est faiblement corrélée avec le tonnage des dépôts car, comme expliqué antérieurement, c'est le nombre de CSMO qui augmente plutôt que la largeur des CSMO, lorsque le tonnage des dépôts augmente. La proportion de sulfures massif composant les CSMO et les CSMU par rapport aux sulfures contenus dans les dépôts n'est cependant pas corrélée avec le tonnage des dépôts. Ainsi, les sulfures massifs composant les dépôts peuvent être principalement concentrés dans les CSM extérieures aux monticules ou dans les monticules et les CSMI indépendamment du tonnage des dépôts. Le tableau 48 présente également les dépôts dont les valeurs des paramètres géométriques, présentées dans les graphiques des figures 140 à 152, constituent des écarts majeurs (supérieurs ou inférieurs) par rapport aux valeurs moyennes correspondant au tonnage des dépôts.

Paramètres géométriques des dépôts	Coefficients de corrélation	Dépôts dont la valeur des paramètres géométriques est largement supérieure à la moyenne correspondant au tonnage du dépôt	Dépôts dont la valeur des paramètres géométriques est largement inférieure à la moyenne correspondant au tonnage du dépôt
Hauteur maximale des monticules au-dessus de la Tuffite Clef (m)	0,947	MLM1N	O2
Largeur maximale des zones de CSM sous les monticules (m)	0,928	MLM1N	—
Largeur maximale des CSMU (m)	0,892	—	—
Largeur maximale des monticules (m)	0,879	MLM1N	O1
Hauteur maximale des CSM au-dessus de la Tuffite Clef (m)	0,854	—	—
Longueur maximale des CSMU (m)	0,807	—	MLM2N
Longueur maximale des CSMO (m)	0,769	ID2B	MLM2N
Hauteur totale et maximale des CSM (m)	0,725	O2 et O5	O1
Hauteur maximale des CSM sous la Tuffite Clef (m)	0,720	O2 et O5	ID1 et ID2B
Longueur maximale des monticules (m)	0,711	ID2B et ID2C	O1 et MLM2N
Hauteur maximale des CSM au-dessus des monticules (m)	0,685	O2, O5 et O4EES	MLM2N
Largeur maximale des CSMO (m)	0,487 Faible corrélation	O2	—
Proportion de sulfures massifs composant les CSMO et les CSMU par rapport aux sulfures massifs contenus dans les dépôts (%)	-0,088 Pas de corrélation	O2, O4ON et O5	ID1, ID2A, ID2C et MLM2S

Tableau 48 : Relations entre les paramètres géométriques et le tonnage (t) des dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

Voir le tableau 44 pour la terminologie.

4.3 CARACTÉRISTIQUES DES DÉPÔTS PAR RAPPORT À L'AMPLITUDE DES CSM

La modélisation de la géométrie des dépôts a démontrée que la dimension des paramètres géométriques croît lorsque le tonnage augmente. De plus, cette modélisation a permis de définir trois groupes de dépôts dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 49. Le premier groupe possède les caractéristiques suivantes: i) les sulfures massifs composant les dépôts sont concentrés de 5% à 15% dans les CSM extérieures aux monticules et de 85% à 95% à l'intérieur des monticules et des CSMI, ii) les CSM de ces dépôts sont relativement peu développées et iii) les caractéristiques propres à la partie concordante, tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert à l'intérieur des monticules, ainsi que la Tuffite inférieure sont bien préservées. Les caractéristiques du second groupe se définissent comme suit: i) les sulfures massifs composant les dépôts sont concentrés de 20% à 45% dans les CSM extérieures aux monticules et de 55% à 80% à l'intérieur des monticules et des CSMI, ii) les CSM de ces dépôts sont bien développées et iii) les caractéristiques propres à la partie concordante des dépôts sont considérablement détruites par la présence des CSM. Et finalement, le troisième groupe est caractérisé par les points suivants: i) les sulfures massifs composant les dépôts sont concentrés de 65% à 75% dans les CSM extérieures aux monticules et de 25% à 35% à l'intérieur des monticules et des CSMI, ii) les CSM de ces dépôts sont très développées et iii) les caractéristiques propres à la partie concordante des dépôts sont essentiellement détruites par la présence des CSM.




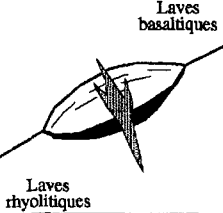
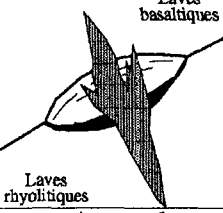
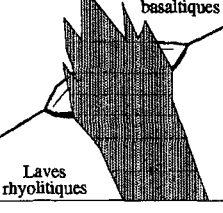
	Sections schématisées des dépôts	Dépôts	Proportion de sulfures massifs composants les CSM extérieures aux monticules	Proportion de sulfures massifs composants les monticules et les CSMI	Caractéristiques des cheminées	Caractéristiques des monticules
	 Tuffite Clef  Monticule  CSM					
Groupe 1		ID1 ID2A ID2C MLM2S	5% à 15%	85% à 95%	Les CSM sont relativement peu développées	Les caractéristiques propres à la partie concordante tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert à l'intérieur des monticules ainsi que la Tuffite inférieure sont bien préservées.
Groupe 2		ID2B MLM1N MLM2N O1 O1A O4EEN O4EO O4OS BAS	20% à 45%	55% à 80%	Les CSM sont bien développées	Les caractéristiques propres à la partie concordante tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert à l'intérieur des monticules ainsi que la Tuffite inférieure sont considérablement détruites par la présence des CSM.
Groupe 3		O2 O4ON O5	65% à 75%	25% à 35%	Les CSM sont très bien développées	Les caractéristiques propres à la partie concordante tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert à l'intérieur des monticules ainsi que la Tuffite inférieure sont essentiellement détruites par la présence des CSM.

Tableau 49: Classification des dépôts du flanc sud de l'anticlinal en fonction de leur géométrie et de leurs caractéristiques.
Voir le tableau 44 pour la terminologie.

La description des caractéristiques pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu, présentée dans le chapitre II, résume bien les caractéristiques qui sont communes à tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Toutefois, seul les dépôts du premier groupe (Tableau 49) ont préservé toutes ces caractéristiques quasi intactes. Les dépôts du deuxième groupe ont des CSM mieux développées et les caractéristiques propres aux monticules ont partiellement été transformées en des caractéristiques propres aux CSM. Finalement, les dépôts du troisième groupe possèdent principalement des caractéristiques propres aux CSM dont les principales sont: i) une distribution discordante des minéraux et des métaux et ii) une texture rubanée où les rubans sont sub-verticaux.

4.4 DISCUSSIONS

Cette seconde partie du chapitre IV consiste d'abord à démontrer que les modifications ultérieures à la formation des dépôts ne peuvent pas être responsables du développement des CSM. Par la suite, à partir du recueil (chapitres II et III) et de la synthèse (première partie du chapitre IV) des données, un modèle génétique responsable de la formation des CSM sera élaboré. Ce modèle permettra également d'expliquer les mécanismes responsables de l'édification des monticules ainsi que du contrôle de la minéralisation.

4.4.1 Rejet de l'hypothèse des modifications ultérieures pour la formation des CSM

Les sulfures massifs discordants ne peuvent pas provenir des monticules suite à la formation de grabens associés aux fractures synvolcaniques pour deux raisons: i) à l'intérieur des sulfures massifs discordants, aucune caractéristique sédimentaire, tels du litage ou des horizons de chert, ne sont observée contrairement aux monticules et ii) les rubans de sulfures massifs discordants recoupent le litage des monticules.

La texture rubanée des sulfures massifs, présente à l'intérieur des sulfures massifs discordants, peut donc résulter de la déformation des sulfures massifs ou encore d'un processus relié à la mise en place des dépôts. Clark (1983) a soulevé trois hypothèses concernant la déformation des sulfures massifs pour les dépôts du gisement d'Orchan: i) les rubans de sulfures massifs seraient des reliques sédimentaires à l'intérieur d'une masse de sulfures massifs plissée, ii) les rubans de sulfures massifs représenteraient une texture gneissique résultant d'une intense déformation et iii) les rubans de sulfures massifs résulteraient du remplacement progressif de la roche encaissante le long des plans de clivage métamorphique à l'intérieur de zones de cisaillement, lors de la déformation. Ces trois mécanismes, pouvant produire une texture rubanée, sont décrits par Vokes (1969). La formation de rubans à partir du remplacement progressif de la roche encaissante, lors de la déformation, a également été décrite par Hanson (1920), Newhouse et Flaherty (1925) et Watson (1959).

Bien que les rubans de sulfures massifs possèdent la même attitude que la foliation observée dans certaines zones riches en talc et en chlorite,; l'hypothèse de la déformation est rejetée pour les cinq raisons suivantes:

i) Premièrement, l'empilement volcanique du flanc sud et plus particulièrement les dépôts présents sur le flanc sud sont très peu déformés. Cette affirmation est soutenue par l'excellente préservation, entre les cheminées, des caractéristiques sédimentaires propres à la partie concordante des dépôts, tels: a) le litage des sulfures massifs concordants, b) la distribution concordante des métaux, c) les horizons de chert à l'intérieur des monticules, d) la Tuffite inférieure, e) la Tuffite supérieure et f) les contacts entre ces unités. Il est à noter que les dépôts du gisement d'Isle-Dieu ont tous été cartographiés en détail, à une échelle de 1:10, et que le degré de préservation de ces caractéristiques sédimentaires est omniprésent. De plus, l'étude de la minéralogie des dépôts du gisement d'Isle-Dieu, qui est en accord avec les études minéralogiques effectuées dans les autres gisements du flanc sud, indique que les minéraux sont d'origine primaire et que ceux-ci ne résultent pas de phénomène secondaire attribuable à la déformation.

ii) Deuxièmement, les minéraux propres aux monticules ne se retrouvent pas à l'intérieur des CSM et vice-versa. Ainsi, la tétrahédrite, qui est un minéral propre au monticule ne se retrouve pas dans les cheminées. Bien que la sphalérite, la galène, la marcassite, l'arsénopyrite, le quartz et les carbonates soient présents dans les cheminées, ceux-ci sont principalement concentrés dans le monticule. À l'opposé, la pyrite, la chlorite, le

stilpnomélane et le talc sont présents en faible concentration dans le monticule, à proximité des cheminées, mais ceux-ci sont principalement concentrés dans les cheminées.

De manière globale, à l'intérieur des monticules, le contenu en sphalérite augmente de la base vers le sommet, tandis que le contenu en magnétite, chalcopryrite, pyrrhotite et pyrite diminue par ordre d'importance dans lequel ceux-ci sont mentionnés. Cette variation verticale dans la composition des monticules est principalement attribuable à l'abondance des cheminées dans la partie basale des monticules, ce qui modifie la composition de ceux-ci (Fig. 14). La composition des sulfures massifs concordants, qui sont éloignés de la zone de cheminées, varie très peu de la base vers le sommet des monticules. De plus, à l'intérieur des CSM, les minéraux suivants: chalcopryrite, magnétite, pyrrhotite, pyrite et sphalérite sont généralement distribués du centre vers l'extérieur des cheminées.

Cette sélection des minéraux ne peut donc pas être reliée à la déformation. Ces associations minéralogiques indiquent qu'un processus primaire favorise la concentration de certains minéraux dans le monticule et des autres minéraux dans les cheminées. À l'intérieur du monticule, les minéraux possèdent une distribution qui est concordante. Cette distribution est associée à la précipitation des minéraux liés à la décharge des fluides hydrothermaux. Par contre, à l'intérieur des cheminées, la distribution des minéraux est discordante. Cette dernière est essentiellement associée à la précipitation de minéraux lors du transport ascendant de ceux-ci.

iii) Troisièmement, les isocontours des métaux indiquent que les teneurs en cuivre sont plus élevées dans les CSM ainsi qu'à l'intérieur des monticules aux endroits coïncidant avec la position des CSM. Cet ajout local de cuivre, dont les isocontours épousent la forme des CSM, ne peut être attribuable à la déformation mais plutôt à un enrichissement en cuivre à partir des fluides hydrothermaux à l'intérieur des CSM qui recoupent les monticules.

iv) Quatrièmement, à toutes les échelles d'observation, les rubans de sulfures massifs discordants et le litage des sulfures massifs concordants possèdent les mêmes caractéristiques. Pour cette raison, seules les relations chronologiques et géométriques entre les parties concordante et discordante des dépôts permettent d'affirmer qu'on est en présence de rubans ou de litage. Ce sont ces mêmes relations, montrant que certaines cheminées à caractère massif (CSM, cheminées de magnétite massive et cheminées de talc massif), recoupent toutes les unités lithologiques de la séquence hôte comprenant les laves rhyolitiques à la base, la Tuffite inférieure, le monticule, le litage des sulfures massifs concordants du monticule, la Tuffite supérieure et finalement les laves basaltiques, tandis que d'autres cheminées se terminent à différents niveaux stratigraphiques (Fig. 16) à l'intérieur des ces unités, ce qui permet d'affirmer que les cheminées à caractère massif sont contemporaines à l'édification des monticules et ne résultent pas de la déformation. Le fait que les cheminées à caractère massif se terminent à différents niveaux stratigraphiques impliquent que le développement de ces cheminées doit être relié à un processus qui est synvolcanique.

La foliation, qui se concentre que localement dans les zones de faible compétence riches en talc et chlorite à l'intérieur des cheminées, est essentiellement postérieure à la mise en place des sulfures, comme en témoigne la présence de certaines cheminées de talc massif dans les dépôts du gisement d'Orchan qui n'ont pas subi de déformation (Clark, 1983). Cependant, l'attitude de cette foliation est la même que celle des fractures synvolcaniques qui ont canalisé l'écoulement des fluides hydrothermaux.

v) Et finalement, la géométrie des dépôts permet également de rejeter l'hypothèse de la déformation et de favoriser le développement des CSM à partir d'un processus qui est synvolcanique. Comme les CSMU ne sont que sporadiquement présentes au-dessus des CSMO, ceci implique que les CSM ne résultent pas de la déformation car les CSMU seraient présentes sur toute la longueur des CSMO. La présence commune des CSMO et des CSMU coïncide avec la partie centrale des dépôts, fortement altérée, où les CSM sont les mieux développées. Cette relation géométrique indique que les CSMU ne se sont développées que localement à partir des CSMO aux endroits où une perméabilité élevée favorisait la décharge des fluides hydrothermaux, le long des fractures synvolcaniques.

L'ensemble des arguments présentés ci-haut, pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée, implique que le développement des cheminées à caractère massif est relié à un processus qui est synvolcanique. Les cheminées de ces dépôts sont donc des cheminées au sens génétique du mot.

4.4.2 Processus responsable du développement des CSM

Les rubans de sulfures massifs de différentes compositions, parallèles aux fractures synvolcaniques, témoignent du processus responsable de l'enrichissement des cheminées de sulfures ainsi que du développement des CSM en plusieurs épisodes de fracturation et de remplissages successifs par la précipitation de sulfures. Lors du processus minéralisateur, les fluides hydrothermaux gagnent la zone de décharge en circulant le long d'un réseau de fractures synvolcaniques à travers les laves rhyolitiques. Une perturbation de l'écoulement des fluides serait responsable de la précipitation des sulfures à l'intérieur du réseau de fractures, formant ainsi une cheminée à filonnets de sulfures (Figs. 156a et 24). Les filonnets auraient agi comme un bouchon obstruant la cheminée. Une propagation de fractures est donc nécessaire, à l'intérieur de la cheminée, pour permettre à nouveau l'écoulement des fluides hydrothermaux. Ce mécanisme de fracturation et remplissage, répété à plusieurs reprises, permet d'augmenter le contenu en sulfures de la cheminée. L'ajout de rubans de sulfures transforme progressivement le centre de la cheminée à filonnets de sulfures en CSM (Figs. 156, 24, 25 et 26). La texture ainsi formée est nommée "texture de rubans par ajouts" (J. Guha, 1992; communication personnelle). Cette transformation modifie la texture des sulfures qui passe de bréchique en périphérie des cheminées à rubanée au centre de celles-ci (Figs. 24a à 27a). Le matériel encaissant, ainsi recoupé par de multiples rubans de sulfures, est progressivement remplacé par de la chlorite puis par des sulfures en réaction avec les fluides hydrothermaux. Cette affirmation est appuyée par les données recueillies révélant que l'augmentation de la concentration de

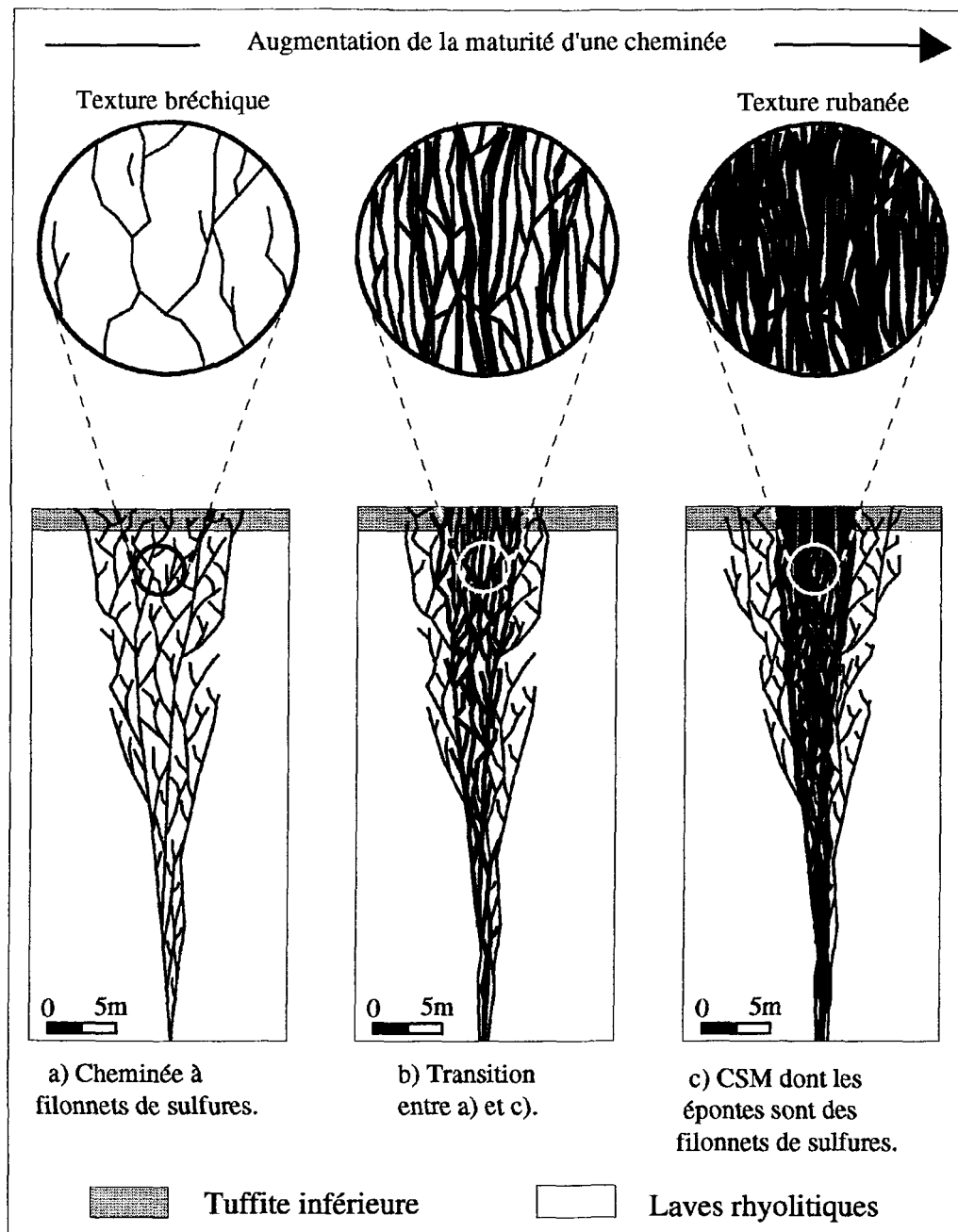


Figure 156: Modèle de croissance des cheminées de sulfures massifs.

sulfures provoque une augmentation du contenu en chlorite associé aux fragments de matériel encaissant (Figs. 18b et 27b).

Le processus responsable du développement des rubans à l'intérieur des CSM implique un changement des conditions physico-chimiques des fluides hydrothermaux. Ce point est analogue avec le résultat des travaux de Piché (1991), qui a démontré que la précipitation de silice, à la base du système hydrothermal, produit des veinules de quartz qui forment un horizon silicifié imperméable scellant le réseau de fractures (Fig. 157). Ce phénomène d'auto-obstruction a également été décrit par Henley et Thornley (1979) pour les dépôts de type Kuroko. Le phénomène d'auto-obstruction combiné à la propagation périodique de fractures est responsable des épisodes multiples de précipitation des sulfures. La longévité de ce mécanisme contrôle la maturité des cheminées (Fig. 156). Le contenu de sulfures, de matériel encaissant et de chlorite ainsi que la composition et la texture des sulfures permet de supposer que toutes les cheminées résultent du même processus de croissance et que les différences s'expliquent par des variations en maturité.

Les cheminées de sulfures, peu matures, sont de composition polyminéralique (Fig. 25b). Pour que tous ces minéraux, et principalement ceux précipitant à basses températures comme la sphalérite, se soit préservés à l'intérieur des CSM, les réseaux de fractures permettant aux fluides hydrothermaux de circuler devaient être continuellement modifiés car dans le cas contraire la circulation de fluides hydrothermaux à température plus

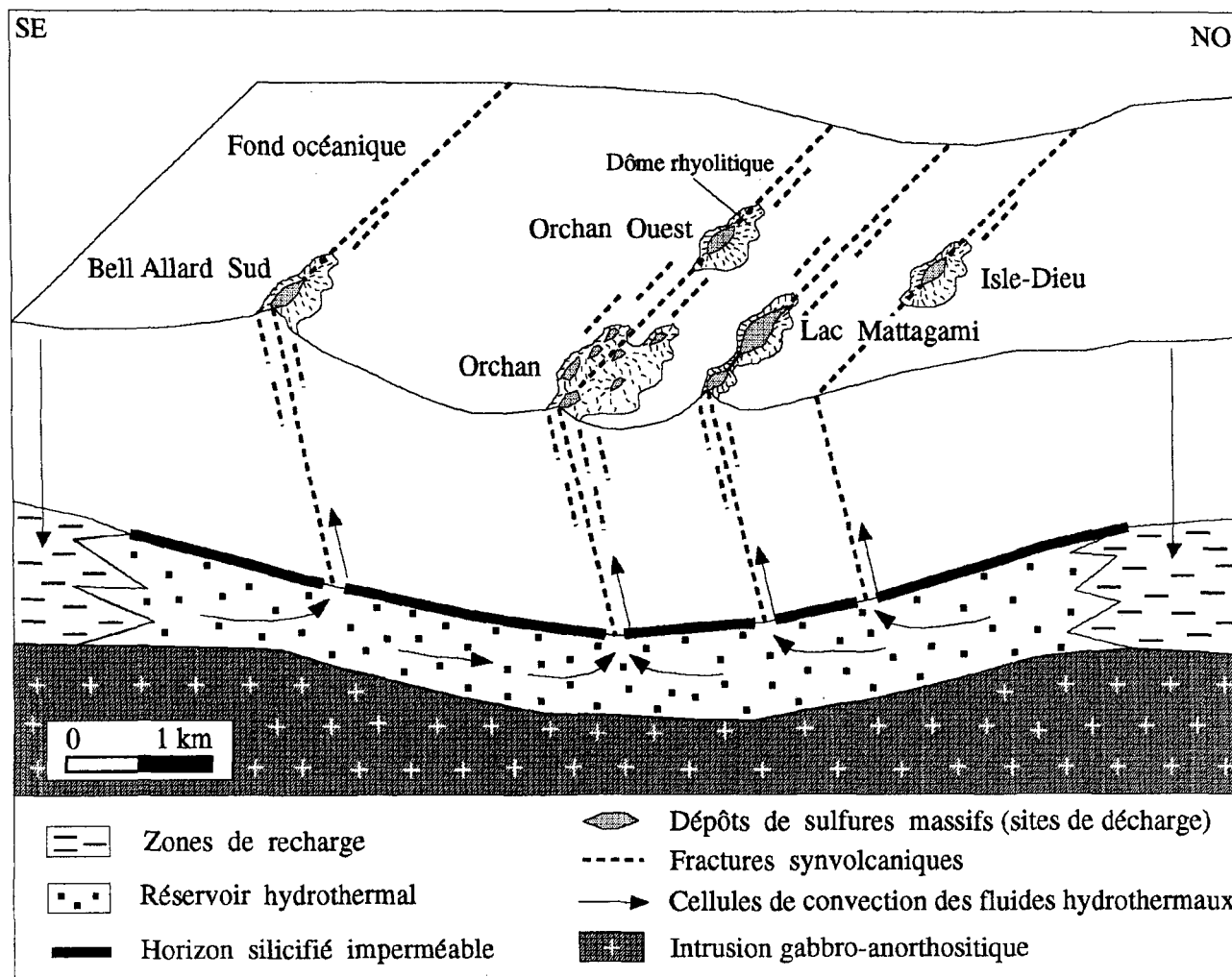


Figure 157: Paléo-système hydrothermal du flanc sud de l'anticlinal de Galinée. Modifiée de Piché 1991.

élevée aurait remobilisé les minéraux formés à basses températures. C'est ce qui est observé pour les cheminées de sulfures les plus matures. Celles-ci tendent à développer une composition monominérale riche en pyrite (Fig. 29). Les fluides qui migrent à travers les cheminées de sulfures précipitent des minéraux à la rencontre de gradients thermiques moins élevés. Lors du développement des CSM, les fluides remplacent successivement les minéraux précoces pour les transformer en assemblage de minéraux plus stables à haute température. Ainsi, lors de la croissance d'une CSM, la composition des sulfures n'est pas stationnaire. Celle-ci se modifie en fonction de l'évolution thermique des fluides et de la stabilité relative des différents minéraux. Goldfarb et al. (1983), Hékinian et al. (1983) et Tivey et Delaney (1986) ont fait les mêmes observations pour expliquer la croissance des cheminées se retrouvant sur les fonds océaniques actuels.

Les textures de surcroissance idiomorphe et nodulaire des grains de magnétite, présents à l'intérieur des cheminées de magnétite, suggèrent que ces cheminées sont composées de grains de magnétite d'origine primaire. Les cheminées à filonnets de magnétite se seraient transformées en cheminées de magnétite massive à partir du même processus que celui décrit pour les cheminées de sulfures. Toutefois, les cheminées de magnétite massive ne se sont développées qu'au début de l'édification des monticules, car elles ne recoupent que les laves rhyolitiques, la Tuffite inférieure et la partie basale des monticules, incluant le litage des sulfures massifs concordants. Cette mise en place précoce des cheminées de magnétite pourrait être attribuable à

une température plus élevée des fluides hydrothermaux, au début de la formation des dépôts.

Les cheminées de talc massif représentent les points de décharge des fluides hydrothermaux à très haute température à l'intérieur des dépôts. Costa et al. (1984) ont noté, à partir d'inclusions fluides, des températures atteignant jusqu'à 300°C pour le gisement de Lac Mattagami. Ces cheminées se développent principalement dans les volumineux dépôts, tels le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami et le dépôt no 2 du gisement d'Orchan, où de grandes quantités de fluides hydrothermaux ont circulé. Roberts et Reardon (1978) et Costa et al. (1983) suggèrent que le développement des cheminées de talc massif est contemporain à l'édification des monticules et correspond donc à un processus qui est synvolcanique. La présente étude, qui a démontré que certaines cheminées de talc massif ne recoupent que la partie inférieure des monticules, tandis que d'autres recoupent la totalité des monticules, permet de confirmer ce modèle. Lonsdale et al. (1980), Costa et al. (1983), Aggarwarl et Nesbitt (1984) et Bowers et al. (1985) ont démontré que le talc est produit à partir du mélange des fluides hydrothermaux chauds et ascendants et de l'eau de mer froide et descendante. Dans des conditions de perméabilité élevée, la portion supérieure du système hydrothermal est affectée par l'infiltration d'eau de mer dont le temps de résidence est relativement court dans les roches jusqu'aux points de décharge. C'est à ces points de décharge que les températures élevées favorisent la transformation de la chlorite en talc par addition de magnésium issu de l'eau de mer (Roberts et Reardon, 1978).

Le modèle de cellules de convection de Lonsdale et al. (1980), Costa et al. (1983), Aggarwarl et Nesbitt (1984) et Bowers et al. (1985), permettant d'expliquer la formation du talc à l'intérieur des dépôts, est également utile pour modéliser la dimension des zones de décharge des fluides hydrothermaux. La figure 158 présente une section schématisée recoupant les dépôts et l'empilement du flanc sud de l'anticlinal. Les fractures synvolcaniques, canalisant les fluides hydrothermaux ascendants, créent un effet d'entraînement générant un écoulement descendant pour l'eau de mer dans les zones de fractures, à proximité des dépôts. Les fractures synvolcaniques majeures sont celles qui canalisent le plus grand volume de fluides hydrothermaux ascendants. Par le fait même, ces fractures permettent la formation de grandes cellules de convection pour l'eau de mer qui pénètre profondément à l'intérieur des laves rhyolitiques. Tel que démontré par Large (1977), la rencontre de l'eau de mer froide avec les fluides hydrothermaux chauds favorise la précipitation des minéraux. Ainsi, la profondeur maximale de pénétration de l'eau de mer déterminerait approximativement la profondeur à laquelle les cheminées à caractère massif de sulfures, de magnétite et de talc peuvent se former. Les grandes cellules de convection d'eau de mer permettent la formation de cheminées à caractère massif à grande profondeur sous les dépôts. Ces mêmes structures synvolcaniques majeures sont responsables de l'édification des dépôts les plus volumineux. Les fractures synvolcaniques de moindre importance génèrent de plus petites cellules de convection d'eau de mer et les cheminées à caractère massif sont présentes à moins grande profondeur sous les dépôts qui sont également moins volumineux. Ce modèle permet d'expliquer la

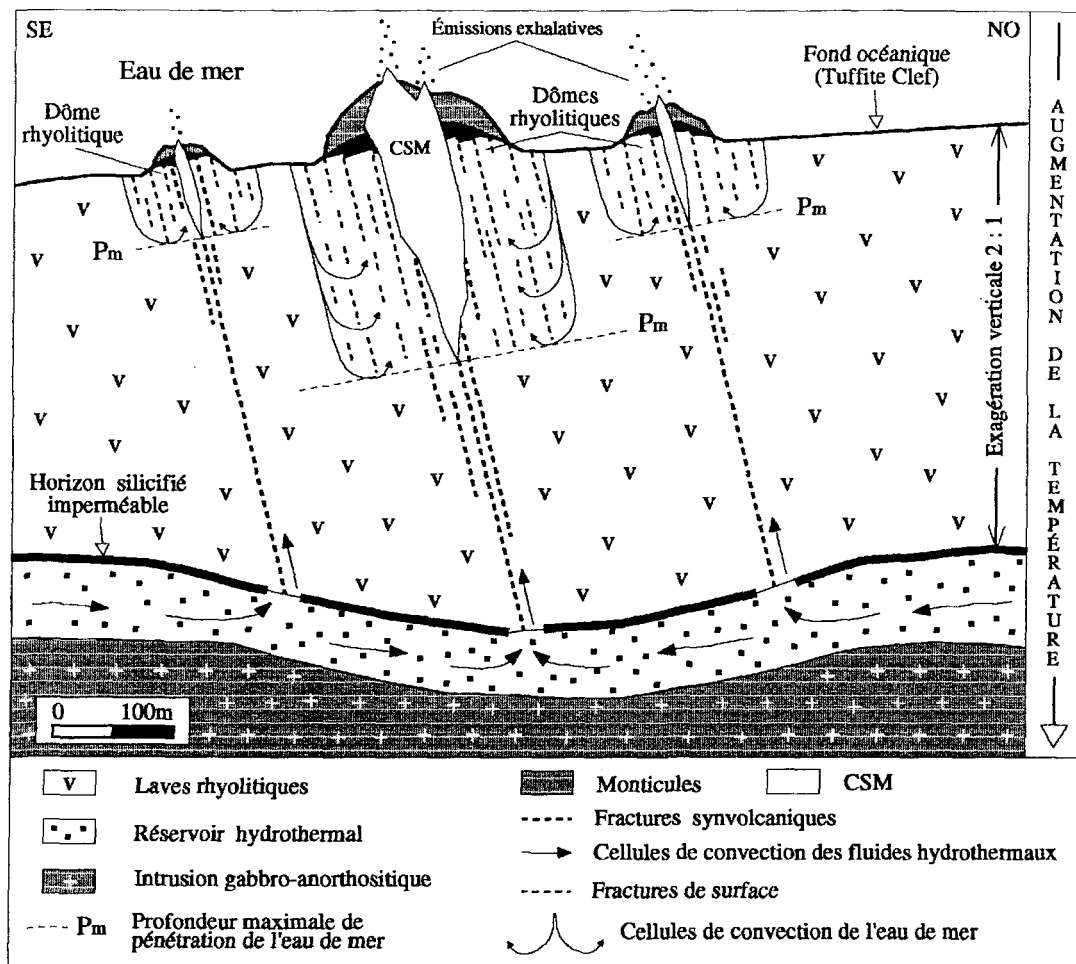


Figure 158: Modélisation de la dimension des zones de décharge pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

relation entre le tonnage des dépôts et la hauteur de leur cheminées à caractère massif.

4.4.2.1 Édification des monticules en relation avec le développement des CSM

L'édification des monticules en relation avec le développement contemporain des cheminées est illustrée aux figures 159 à 162. La présence de la Tuffite inférieure sous les monticules implique que les fluides hydrothermaux, se déchargeant sur le fond océanique, ont commencé par précipiter du chert sur la paléosurface des laves rhyolitiques (Fig. 159). La Tuffite inférieure, pouvant atteindre jusqu'à 20 mètres d'épaisseur à proximité des zones de cheminées, s'est accumulée dans un fossé d'effondrement situé dans la zone de décharge des fluides hydrothermaux. Ce fossé coïncide avec la position des zones de cheminées et se serait formé dans les laves rhyolitiques suite aux mouvements associés aux fractures synvolcaniques. Ce phénomène est également observé pour les dépôts de sulfures massifs récents retrouvés sur les fonds océaniques (S. D. Scott, 1992; communication personnelle). Le chert se serait accumulé dans cette dépression allongée à fond plat, située le long de la zone de fractures. Les sulfures massifs composant les monticules se sont édifiés sur cette accumulation de chert encaissée dans les laves rhyolitiques. Lors de la formation de la Tuffite inférieure, les cheminées à filonnets de sulfures et de magnétite prennent place à l'intérieur des réseaux de fractures existants.

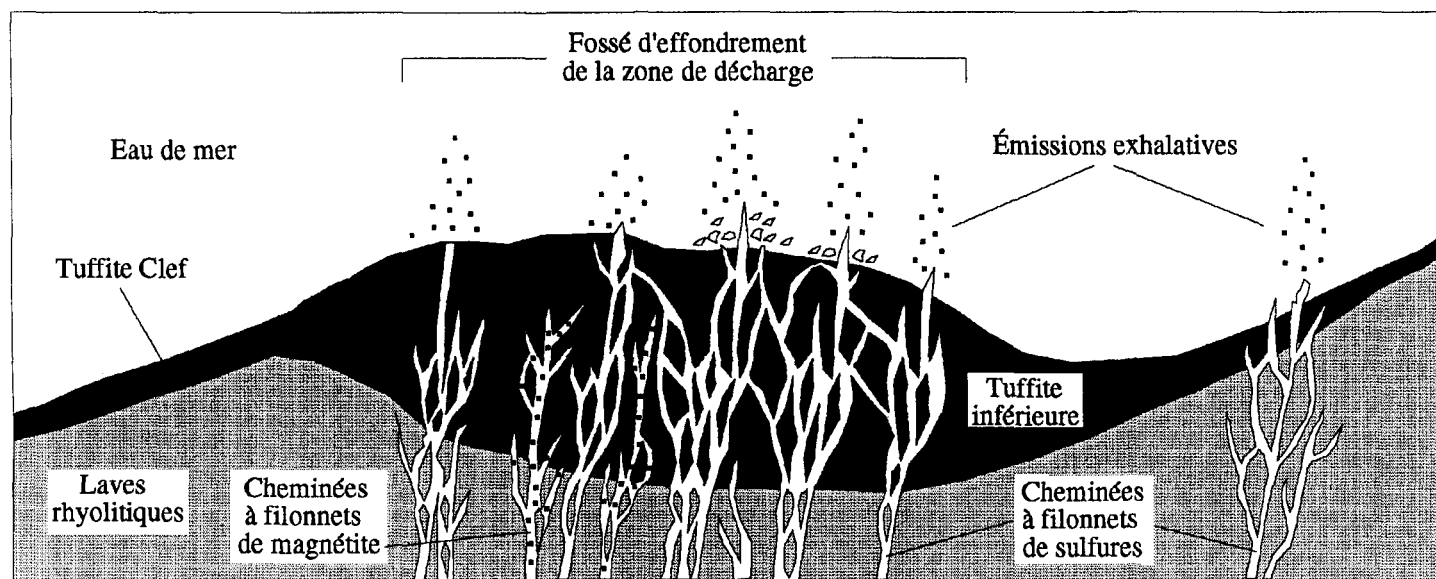


Figure 159: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Formation des cheminées à filonnets et de la Tuffite inférieure.

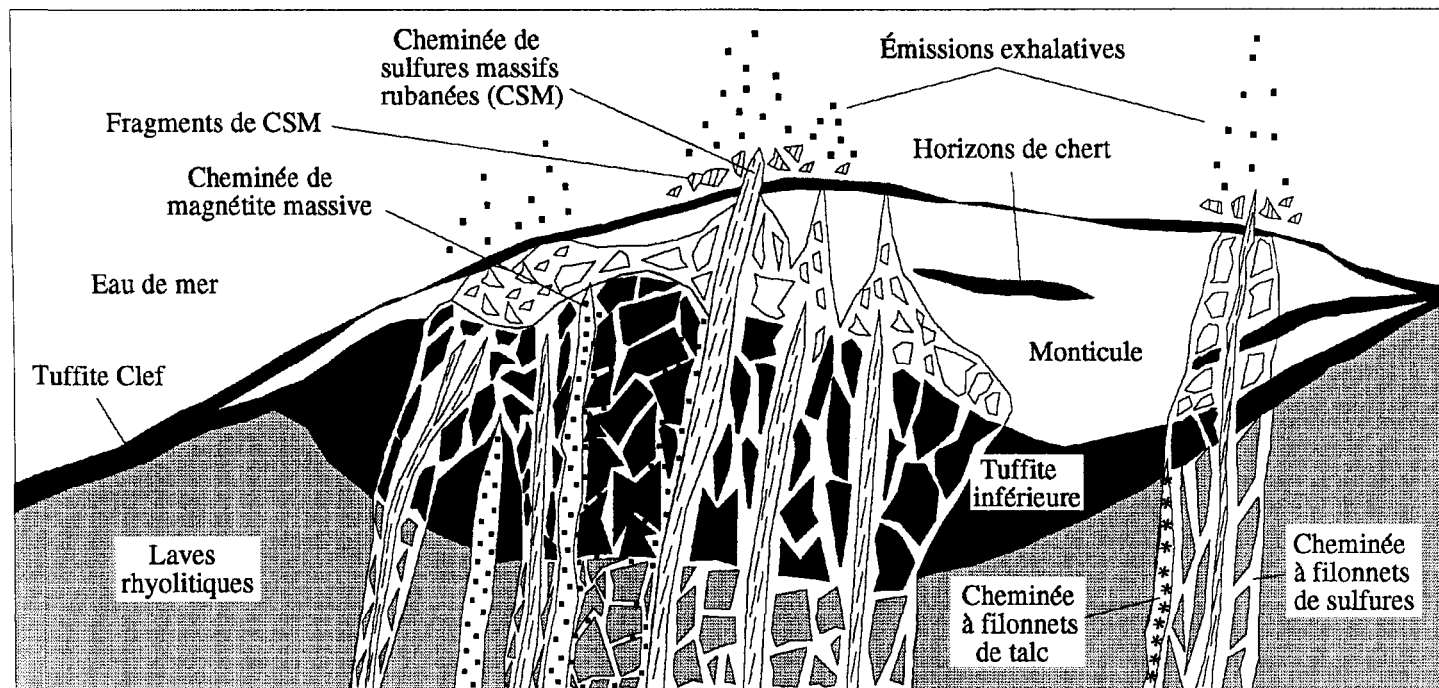


Figure 160: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Développement des cheminées à caractère massif et de la partie basale du monticule.

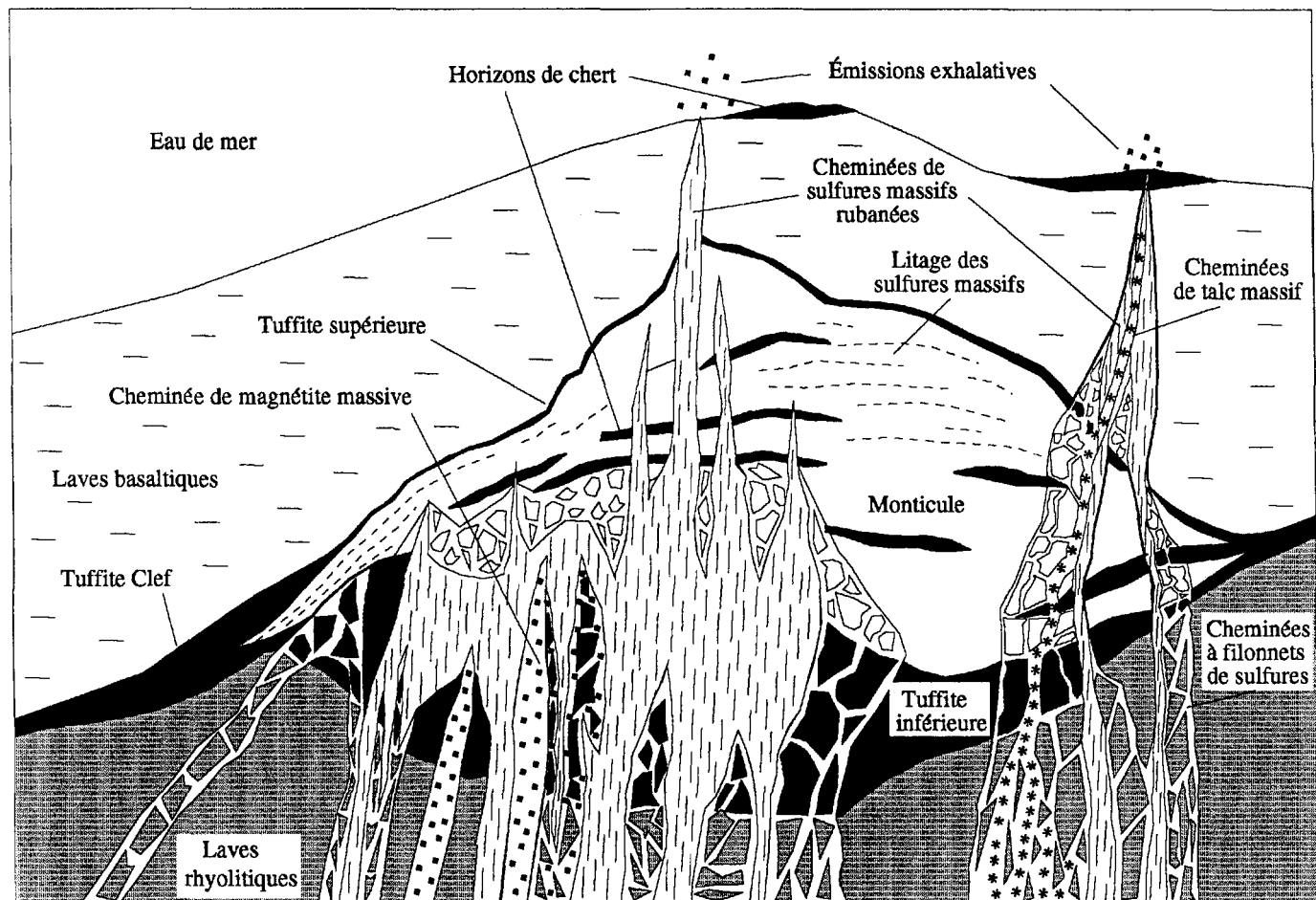


Figure 161: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Formation de la partie sommitale du monticule et de la Tuffite supérieure, mise en place d'une certaine épaisseur de laves basaltiques et recouvrement par les cheminées de sulfures et de talc à caractère massif.

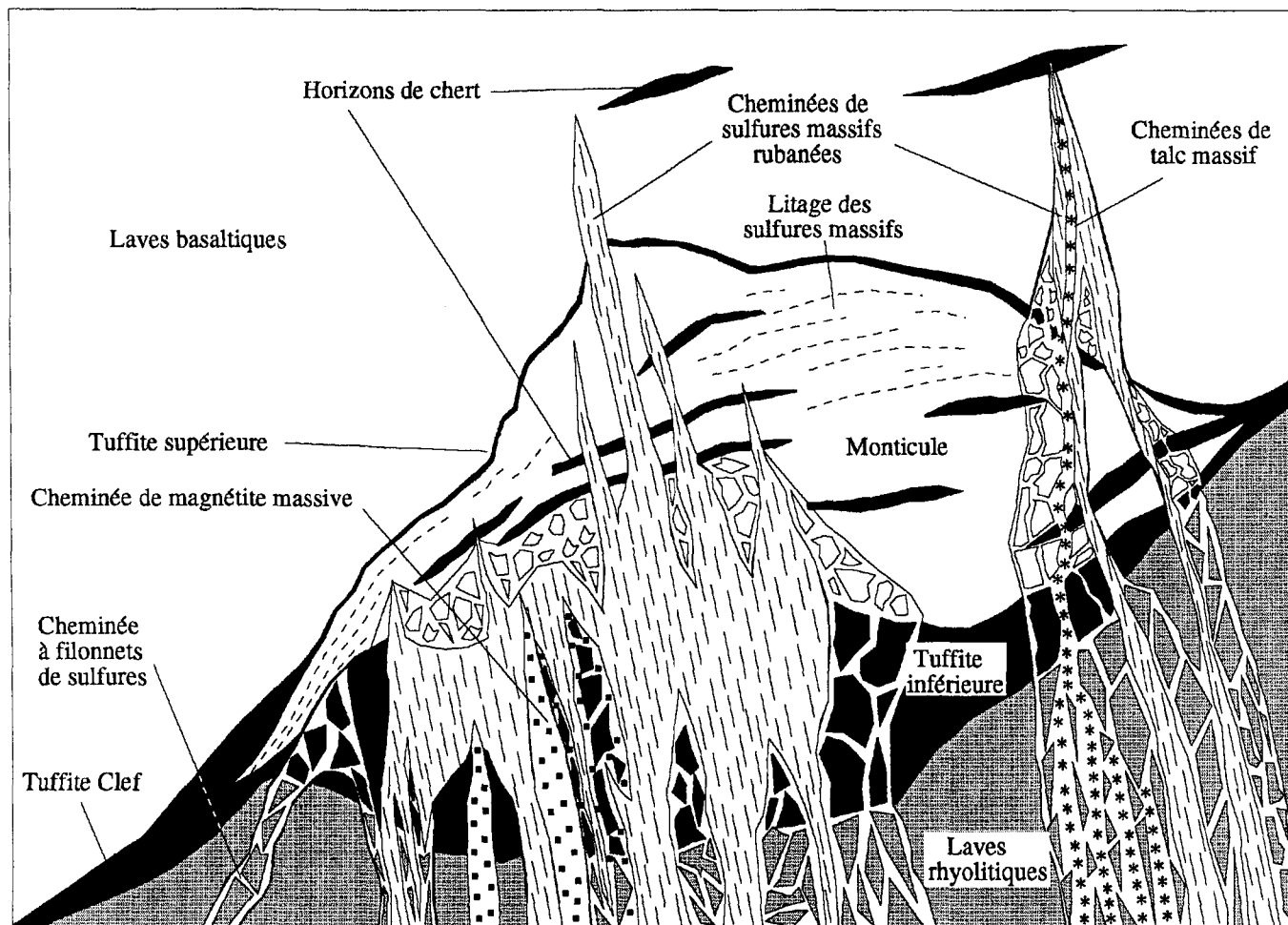


Figure 162: Modèle de croissance du dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu. Mise en place et plissement de l'empilement volcanique produisant l'architecture actuelle.

La Tuffite Clef régionale est constituée de produits exhalatifs issus des zones de décharge des fluides hydrothermaux de l'ensemble des dépôts, présents sur le flanc sud. Par contre, les Tuffites inférieure et supérieure associées à un dépôt sont principalement constituées des produits exhalatifs issus du dépôt en question, comme en témoignent les lits riches en sphalérite et en chlorite qui ne sont présents qu'à proximité des dépôts. Toutefois, les Tuffites inférieure et supérieure possèdent certains lits formés par l'accumulation des produits exhalatifs issus des différents dépôts, présents sur le flanc sud. Les produits exhalatifs provenant de l'ensemble des dépôts pouvaient s'accumuler en quantité suffisante lorsque l'édification d'un dépôt était sporadiquement interrompue.

Le contact net entre la partie basale du monticule et la Tuffite inférieure indique que les conditions physico-chimiques des fluides hydrothermaux ont été modifiées de façon abrupte. Les sulfures massifs concordants, issus des cheminées de sulfures, s'accumulent ainsi sur la Tuffite inférieure (Fig. 160). De façon contemporaine à l'édification des monticules, les CSM, de magnétite massive et de talc massif, se développent respectivement à partir des cheminées à filonnets de sulfures, de magnétite et de talc (Fig. 160). Les cheminées à filonnets prennent également de l'expansion en se logeant dans les nouvelles fractures synvolcaniques.

La présence d'horizons de chert à l'intérieur des monticules (Fig. 161) reflète des périodes d'accalmie au niveau de l'accumulation des sulfures massifs concordants, ce qui indique des changements dans la composition des

fluides lors de l'édification des monticules. Les contacts nets entre les horizons de chert et les sulfures massifs concordants impliquent que les changements de composition des fluides hydrothermaux sont rapides. Les contacts nets entre les différents lits de sulfures massifs concordants reflètent également le caractère abrupt des changements de composition des fluides hydrothermaux. Lorsque débute l'édification de la partie sommitale des monticules, les cheminées de magnétite massive atteignent leur apogée et celles-ci cessent de croître à cause d'un changement dans les conditions physico-chimiques des fluides hydrothermaux. Plusieurs CSM cessent également de croître et les fluides hydrothermaux ne sont canalisés que dans quelques CSM. Ainsi, les CSM sont présentes en plus grande quantité dans la partie basale des monticules que dans la partie sommitale (Fig. 161). L'arrêt de croissance des CSM est attribuable aux fractures synvolcaniques qui ont cessé de se propager à l'intérieur de certaines cheminées. L'alimentation en fluides hydrothermaux est alors interrompue à l'intérieur de ces cheminées. Les cheminées dont le développement s'est maintenu ont canalisé les fluides hydrothermaux à travers les monticules permettant aux sulfures massifs concordants de se surimposés aux accumulations antérieures. Ces accumulations sont responsables de l'édification des monticules (Fig. 161). La circulation de fluides hydrothermaux à l'intérieur des monticules détruit le litage des sulfures massifs concordants ainsi que la distribution concordante des minéraux et des métaux. Ces fluides hydrothermaux, qui recoupent les sulfures massifs concordants riches en sphalérite pour les transformer progressivement en pyrite, permettent le développement des CSM à l'intérieur des monticules ainsi qu'une distribution discordante des

minéraux et des métaux. La préservation des CSM de pyrite et de la distribution discordante des minéraux et des métaux implique que les monticules étaient des édifices essentiellement rigides lors de la formation des cheminées. Simmons (1973) est arrivé à la même conclusion, pour le gisement de Millenbach, en ce qui concerne la préservation du patron de distribution des métaux à l'intérieur du monticule.

L'édification des monticules se termine par une mince accumulation de chert (Tuffite supérieure) qui revêt les monticules. Par la suite, des coulées de laves basaltiques recouvrent les monticules. Toutefois, la présence de CSM dans les laves basaltiques sus-jacentes aux monticules (Fig. 161) implique une activité hydrothermale prolongée. Certaines CSM demeurent actives et se développent à l'intérieur des laves basaltiques sus-jacentes aux monticules. Ce sont ces CSM, riches en pyrite, qui sont les plus matures à l'intérieur des dépôts. Les émissions de particules exhalatives issues de ces CSM forment de minces horizons de chert qui s'accumulent sur les coulées de laves basaltiques. Ces horizons de chert sont par la suite recouvert de nouvelles coulées de laves basaltiques. Certaines cheminées de talc massif se développent également à l'intérieur des laves basaltiques. Et finalement, la séquence stratigraphique est plissée en une large structure anticlinale (Fig. 162).

La modélisation de la géométrie des dépôts a révélé que tous les paramètres géométriques des dépôts sont corrélés positivement avec le tonnage des dépôts. C'est-à-dire que la valeur de ces paramètres augmente

parallèlement au tonnage des dépôts. Ceci suggère qu'un même processus est responsable de la formation de tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Seule la répartition des sulfures massifs à l'intérieur des dépôts n'est pas fonction du tonnage. Ce paramètre varie d'un dépôt à l'autre en fonction de l'activité du processus responsable du développement des CSM, indépendamment du tonnage. Ainsi, le nombre d'épisodes de fracturation et de remplissage simultanés des fractures par la précipitation de sulfures contrôle la répartition des sulfures massifs à l'intérieur des dépôts. Ce nombre d'épisodes de fracturation augmente du groupe de dépôts no 1 au groupe no 3 (Tableau 49). Ainsi, les caractéristiques propres à la partie concordante des dépôts, tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert et la Tuffite inférieure, sont affectées par le nombre d'épisodes de fracturation. Plus celui-ci est élevé, plus ces caractéristiques sont détruites pour être remplacées par des caractéristiques propres aux CSM, tels les rubans de sulfures massifs et la distribution discordante des minéraux et des métaux. La composition globale du dépôt est également modifiée. Les cheminées à caractère massif étant mieux développées, les dépôts sont moins riches en sphalérite et plus riches en minéraux associés aux cheminées, tels la pyrite, la pyrrhotite, la chalcoppyrite, la magnétite et le talc. Cette relation est évidente pour le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu (Groupe 1), dont le minéral le plus abondant est la sphalérite (69% en volume), tandis que ce minéral ne représente que 18% en volume pour le dépôt no 2 du gisement d'Orchan (Groupe 3). La pyrite, qui représente 52% en volume, est le minéral présent en plus grande abondance dans ce dernier dépôt.

Certains dépôts possèdent des CSMU mieux développées que leurs CSMO (ID1, ID2B, ID2C, MLM2N, MLM2S, O1A, O4EO et O4EES). Cette géométrie particulière, non-commune à tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal, résulte de la chronologie entre les épisodes de fracturation et de remplissage simultanés des fractures par la précipitation de sulfures, permettant la croissance des dépôts, et l'édification de la séquence stratigraphique. Cette géométrie implique que les épisodes de fracturation étaient plus nombreux après, qu'avant la formation des monticules et la mise en place des coulées de laves basaltiques. Comme l'empilement s'est édifiée et que le processus minéralisateur responsable de la mise en place des dépôts est en déclin, les minéraux précipitent à une élévation supérieure. Le processus minéralisateur ne permettant plus le développement des CSM en profondeur dans les laves rhyolitiques, seules les CSMI et les CSMU se développent.

4.4.2.2 Contrôles de la minéralisation

Sur le flanc sud de l'anticlinal, la distribution des dépôts de sulfures massifs est régi par deux contrôles, soit un contrôle stratigraphique et un contrôle structural. Le contrôle stratigraphique principal correspond au niveau stratigraphique de la Tuffite Clef, sur lequel tous les dépôts se sont édifiés. La Tuffite Clef marque le sommet des laves rhyolitiques et donc la fin du cycle felsique qui coïncide avec la période d'activité du processus minéralisateur. Un deuxième contrôle stratigraphique a été observé à 350 mètres au-dessus du gîte d'Orchan Ouest. Ce niveau stratigraphique, auquel est associé une accumulation de sulfures massifs de dimension restreinte, ne

possède pas d'extension connue. De tels dépôts superposés ne sont pas observés pour les autres dépôts du flanc sud de l'anticlinal parce que la séquence stratigraphique sus-jacente à ces dépôts est érodée. Des cas de dépôts superposés similaires au gîte d'Orchan Ouest ont également été documentés dans le camp minier de Rouyn-Noranda pour les gisements d'Amulet no A et d'Old Waite (Gibson et Watkinson, 1990).

Bien que les dépôts soient distribués le long d'un horizon stratigraphique précis (Tuffite Clef), un deuxième contrôle d'ordre structural, qui se matérialise par des zones de fractures synvolcaniques, est responsable de la distribution des dépôts sur cet horizon stratigraphique. Les dépôts sont ainsi localisés à l'intersection du contrôle stratigraphique (Tuffite Clef) et du contrôle structural (zones de fractures synvolcaniques). Les résultats de la présente étude ont permis de préciser que les fractures synvolcaniques ont une attitude moyenne de $N280^{\circ}/80^{\circ}$ qui est identique à celle des cheminées et du rubanement des sulfures, de la magnétite et du talc. Les zones de fractures synvolcaniques majeures, identifiées à ce jour, sont au nombre de trois sur le flanc sud de l'anticlinal (Fig. 4). Tous les dépôts connus sont localisés le long de ces trois zones de fractures synvolcaniques. Toutefois, la distribution des dépôts le long des zones de fractures synvolcaniques demeure plus problématique.

L'étude du gîte d'Orchan Ouest a permis de démontrer la présence d'un haut topographique pour les laves rhyolitiques localisées sous les dépôts. Comme ce haut topographique ne peut pas résulter d'une phase de plissement

des laves rhyolitiques se produisant durant l'activité volcanique, celui-ci doit donc être issu d'une zone de sortie des laves rhyolitiques, produisant des dômes rhyolitiques. Yawnghwe (1973) mentionne également que le dépôt no 1 Nord du gisement de Lac Mattagami pourrait être localisé au sommet d'un dôme rhyolitique plutôt qu'au sommet d'un anticlinal. De plus, deux observations supplémentaires permettent de soutenir cette hypothèse. Bien que les roches intrusives soient toutes plus anciennes que la formation de l'anticlinal, Roberts (1966) suggère que l'intrusion de péridotite, localisée au nord du gisement de Lac Mattagami, serait plus récente car elle recoupe la structure en forme de dôme sur laquelle est localisé le dépôt. Cette structure est interprétée par Sharpe (1964) comme un anticlinal relié à la formation de l'anticlinal de Galinée. Ainsi selon les observations de Roberts (1966), l'intrusion de péridotite serait plus récente, que la formation de l'anticlinal. Toutefois cette affirmation entre en conflit avec les résultats de Sharpe (1964) qui propose que l'intrusion de péridotite est génétiquement reliée au Complexe de la Rivière Bell qui est plus ancien que la formation de l'anticlinal. Ces observations sont des éléments de plus suggérant que la structure en forme de dôme n'est pas un anticlinal mais plutôt un dôme formé par la mise en place des laves rhyolitiques. Selon cette interprétation, l'intrusion de péridotite serait plus récente que le dôme mais plus ancienne que la formation de l'anticlinal de Galinée. La présence de nombreux dykes de faibles puissances, fortement concentrés à l'intérieur ou à proximité des dépôts, suggère que les roches avoisinantes aux dépôts offrent un environnement de perméabilité élevée pour la mise en place des dykes. Un tel environnement est en accord avec la présence de dômes rhyolitiques qui

représentent des zones de sortie des laves (Gibson et Watkinson, 1990; Franklin et al., 1981).

Bien que la reconnaissance de dômes rhyolitiques sous tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal fournit un élément de plus pour raffiner les stratégies d'exploration, le problème persiste quant au mécanisme responsable de la distribution des dômes à l'intérieur des zones de fractures synvolcaniques. Les dépôts, qui sont distribués régulièrement tous les 1600 mètres, suggèrent qu'un second contrôle structural est présent. Par contre, l'étude de la structure détaillée des dépôts n'a révélé aucune structure d'origine synvolcanique autre que les structures d'attitude N280°/80°. Toutefois, ces structures divergent et convergent localement, à l'intérieur des dépôts, avec une variation angulaire de 10° à 20°. En traçant des lignes dont la direction ne varie pas plus de 10° à 20° avec la direction des structures synvolcaniques majeures, on note que plusieurs dépôts sont alignés le long de ces lignes (Fig. 163). De telles structures, recoupant les structures synvolcaniques majeures, pourraient constituer le second contrôle structural.

Les gisements du flanc sud de l'anticlinal, qui sont localisés le long des zones de fractures synvolcaniques, sont tous constitués d'un volumineux dépôt entouré d'une agglomération de petits dépôts, sauf pour le dépôt de Bell Allard Sud. Cette observation suggère que les fractures synvolcaniques majeures alimentaient les fractures synvolcaniques de moindre importance à l'intérieur des zones de décharge. Analogiquement, cette interprétation est applicable aux accroissements sporadiques de l'épaisseur et du contenu en

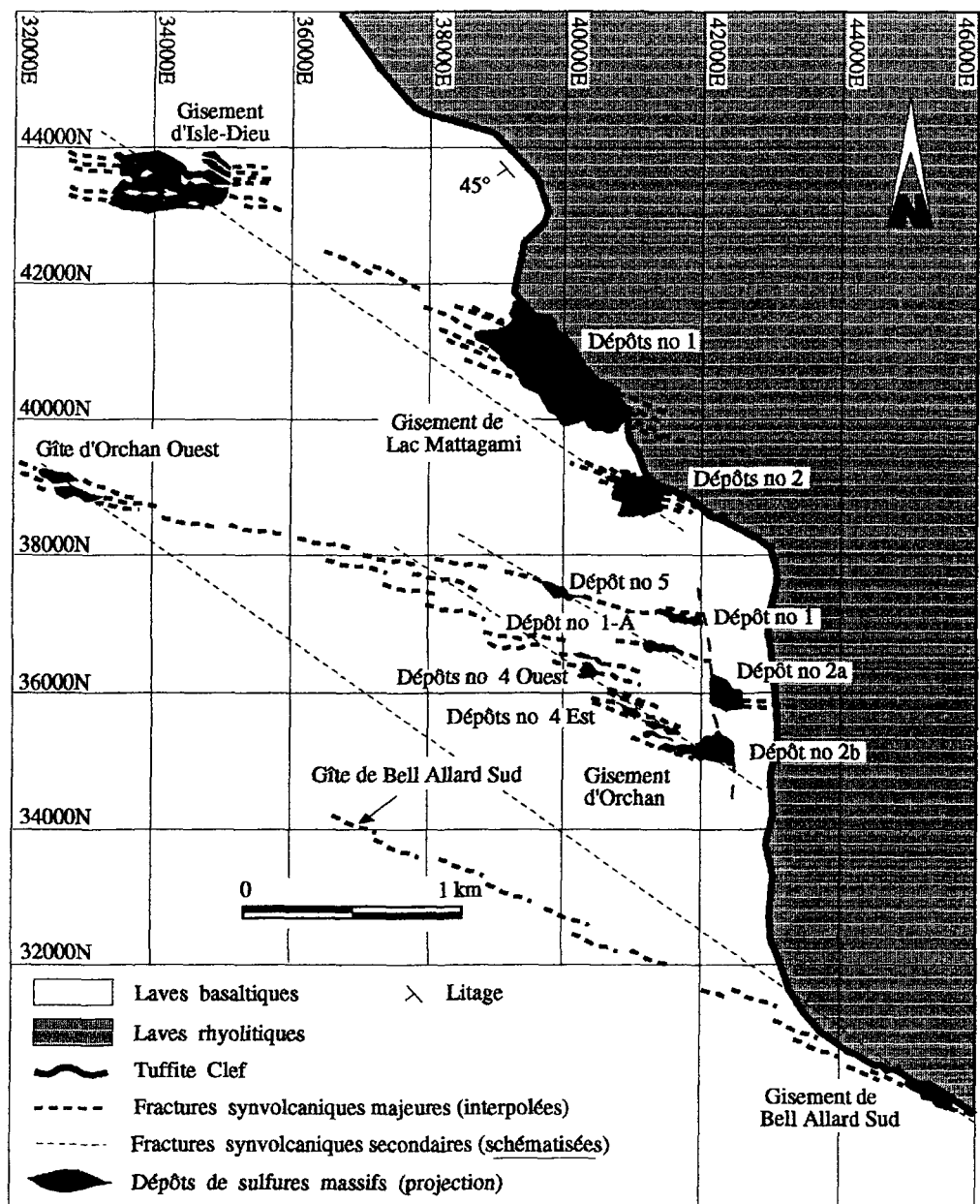


Figure 163: Contrôles structuraux synvolcaniques de la minéralisation.

métaux de la Tuffite Clef, à proximité des dépôts. Ces accroissements sont contrôlés par la position de petites zones de décharge distribuées sporadiquement à l'intérieur des zones de fractures synvolcaniques majeures. D'une façon générale, le contenu en métaux et l'épaisseur de la Tuffite Clef augmentent en direction des dépôts mais les accroissements majeurs ne sont pas graduels. Ces accroissements sont plutôt fonction de la densité des fractures synvolcaniques qui est plus forte à proximité des dépôts. Une distribution plus régulière, qui est attribuable aux émanations dans l'eau de mer des particules exhalatives, est également présente mais n'explique pas les accroissements majeurs.

4.4.3 Impact du processus développé par rapport au système hydrothermal

Le présent travail de recherche a démontré que les sulfures massifs discordants ainsi que les cheminées de magnétite massive et les cheminées de talc massif représentent les cheminées des dépôts au sens génétique du mot. Ces cheminées ont servi de conduits aux fluides hydrothermaux alimentant les sites de décharges où se sont édifiés les dépôts. Pour produire ces cheminées, il faut évoquer un processus de mise en place différent de ce qui est actuellement connu. Ce processus synvolcanique fait intervenir une décharge cyclique des fluides hydrothermaux qui pourrait augmenter la durée de vie globale du système hydrothermal. Cette nouvelle façon de percevoir le processus de formation des dépôts de SMV pourrait permettre de raffiner les plus récents modèles concernant les systèmes hydrothermaux synvolcaniques. Ainsi, les problématiques reliées à la formation des dépôts

volumineux, tels le flux de chaleur nécessaire et le temps minimal requis pour que les fluides hydrothermaux atteignent une concentration appréciable en métaux, pourront être revues à la lueur de ce nouveau modèle.

La géométrie atypique des dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée nécessite que des stratégies particulières soient développées en vue d'optimiser l'exploration et l'exploitation de ces dépôts. Ces stratégies, spécialement adaptées à la géométrie de la minéralisation, sont présentées dans le prochain chapitre.

CHAPITRE V

IMPLICATIONS POUR L'EXPLORATION ET L'EXPLOITATION

5.1 IMPLICATIONS POUR L'EXPLORATION

Ce cinquième chapitre de la thèse, qui est axé sur la recherche et le développement (R&D), vise à élaborer une stratégie d'exploration ainsi qu'une stratégie de définition des dépôts à partir des résultats théoriques obtenus. Ces stratégies devront être adaptées à la géométrie particulière des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Cependant plusieurs des principes de base élaborés sont applicables à l'exploration de la plupart des dépôts de sulfures massifs volcanogènes dont l'environnement géologique est bien connu.

Les premiers gisements reconnus et exploités, sur le flanc sud de l'anticlinal, étaient localisés près de la surface sous 30 mètres de mort-terrain. Ces dépôts ont d'abord été repérés par des levés géophysiques aéroportés, puis leur présence fût confirmée par de courts sondages. Toutefois, comme la Tuffite Clef est inclinée à 45°, les dépôts qui restent à découvrir sont situés plus profondément et ceux-ci exigent une stratégie d'exploration rigoureuse. Une campagne de sondages stratigraphiques, visant à vérifier le contenu de la Tuffite Clef à partir de sondages verticaux, a alors été entreprise et celle-ci a permis la découverte du gisement d'Isle-Dieu. C'est à partir des données fournies par ces travaux, interprétés en relation avec les résultats de la thèse, que la stratégie d'exploration a été développée. Cette stratégie a également été mise en application, durant les vingt-huit mois de travaux effectués à la division Matagami de Minéraux Noranda Inc., en vue de vérifier son applicabilité et son efficacité. Cette stratégie a pour objectif de diminuer le nombre de mètres de sondage pour

explorer de grandes régions, situées en profondeur, en plus d'augmenter la qualité de l'information géologique recueillie par ces sondages.

La figure 164 présente la structure de la stratégie élaborée pour explorer les régions du flanc sud de l'anticlinal susceptibles de contenir des dépôts. La première étape consiste à compiler les données, à modéliser la géométrie des dépôts ainsi qu'à définir le processus responsable de la mise en place de la minéralisation (Fig. 164 a). Cette étape a également permis de définir les contrôles de la minéralisation qui sont les suivants: i) un contrôle stratigraphique correspondant à la Tuffite Clef et ii) un contrôle structural matérialisé par les fractures synvolcaniques. À partir de ces résultats théoriques, la deuxième étape consiste à développer la première des deux phases de la stratégie d'exploration (Fig. 164 b'). L'attitude de la cible recherchée a été définie, permettant d'établir l'orientation et la plongée optimales des sondages. De plus, les paramètres géométriques des cibles ont été modélisés en fonction du tonnage minimal recherché pour être jugé économique à la profondeur où s'effectue l'exploration. Ces paramètres géométriques, présentés dans deux tableaux de références, peuvent ainsi être consultés rapidement pour établir la maille des grilles de sondages en fonction de la profondeur où sont situées les cibles à explorer. Pour connaître le tonnage minimal recherché, à la profondeur où s'effectue l'exploration et tenir compte de la proximité des infrastructures minières existantes, une carte d'isocontours a également été construite. La réalisation de ces deux points permet d'entreprendre la seconde phase de la stratégie d'exploration (Fig. 164 b'') qui consiste d'abord à construire une carte

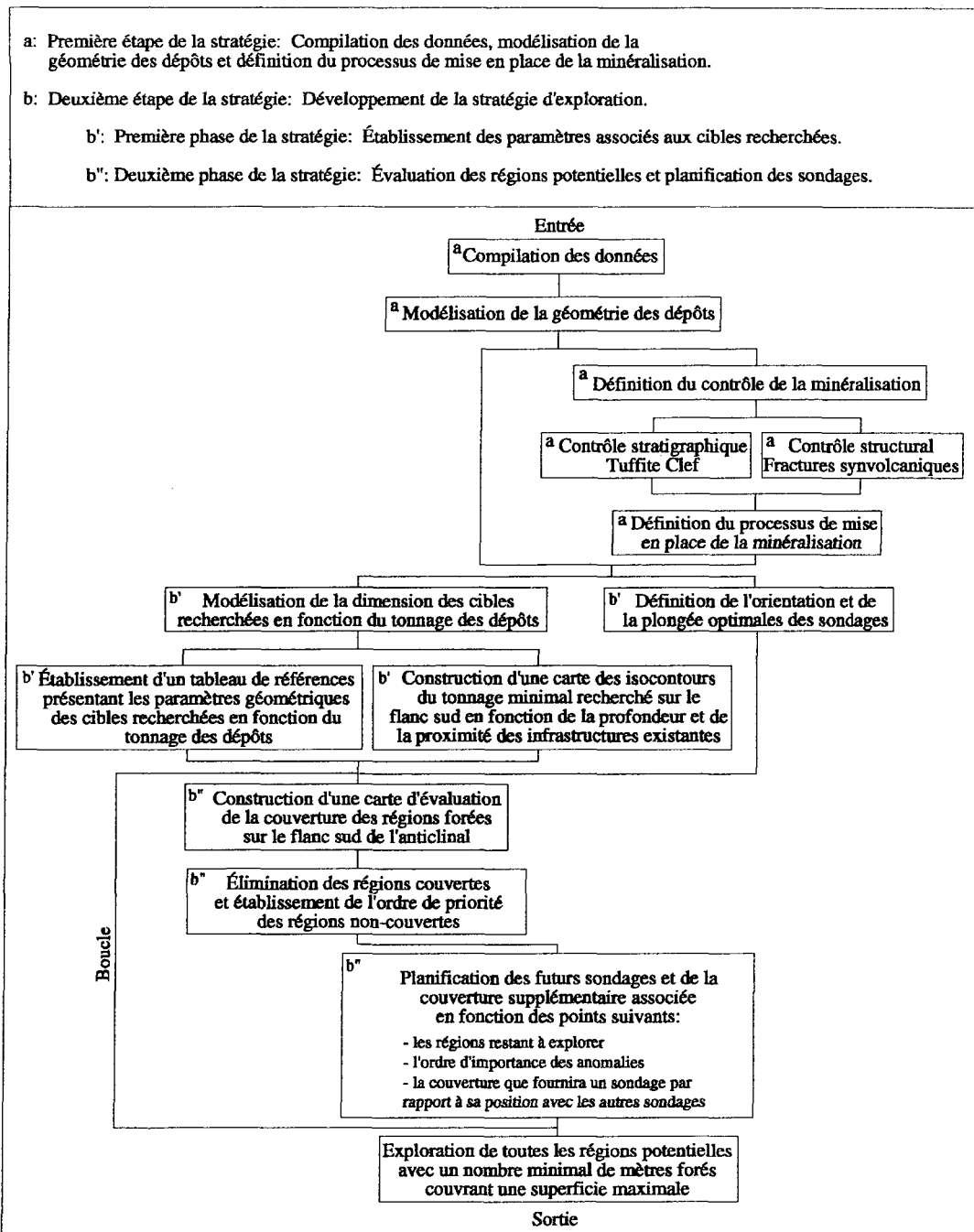


Figure 164 : Structure de la stratégie d'exploration développée pour le flanc sud de l'anticlinal.

d'évaluation de la couverture des régions forées jusqu'à présent. L'étude de la localisation des secteurs couverts et des zones de fractures synvolcaniques, propices à contenir de la minéralisation, permet d'éliminer les régions non-potentielles et ainsi d'établir l'ordre de priorité des régions restant à explorer. À cette étape, des sondages sont planifiés et effectués. Ces sondages peuvent intersecter de la minéralisation. Dans ce cas, des travaux de définition devront être entrepris. Dans le cas contraire, les sondages auront servi à augmenter la couverture de la région potentielle en plus de permettre le recueil de nouvelles informations pouvant conduire à des anomalies. La campagne de sondages terminée, une nouvelle carte d'évaluation de la couverture des régions potentielles doit être construite et la boucle recommence jusqu'à ce que toutes les régions potentielles sur le flanc sud de l'anticlinal soient couvertes adéquatement (Fig. 164).

La première étape de la stratégie d'exploration, qui consiste à effectuer la compilation des données, à modéliser la géométrie des dépôts et à définir le processus de mise en place de la minéralisation (Fig. 164 a), est présentée dans les chapitres II, III et IV de cette thèse. Le présent chapitre consiste donc à expliquer en détail la deuxième étape de la stratégie d'exploration qui comprend deux phases (Fig. 164 b' et b"). Pour ce faire, la surface-cible recherchée, qui est la plus grande surface associée aux dépôts, doit d'abord être définie. La figure 165 présente, dans les trois dimensions, les surfaces d'un dépôt projetées sur les plans horizontal et vertical, définissant ainsi la géométrie typique de la cible d'exploration. La surface projetée sur le plan vertical et longitudinal au dépôt est supérieure à celle qui est projetée sur les

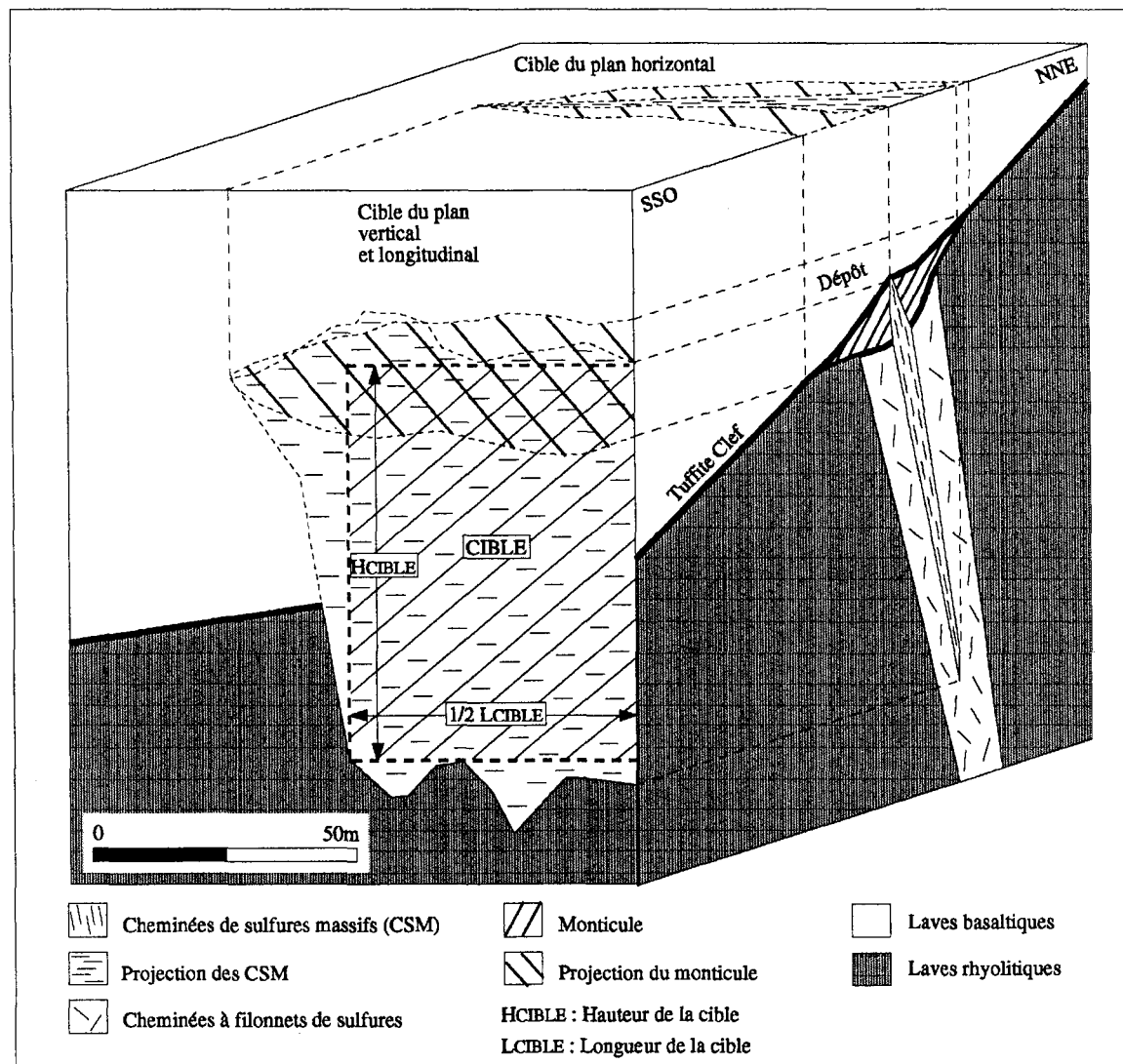


Figure 165 : Définition de la cible d'exploration à partir de la projection, dans les trois dimensions, des surfaces d'un dépôt.

deux autres plans. Pour cette raison, la surface-cible recherchée est définie comme étant un plan sub-vertical (pendage de 80° vers le nord) et longitudinale au dépôt, correspondant aux CSMO (Lavallière et al., 1993). Les CSMU ne peuvent pas servir de cible d'exploration car celles-ci ne sont que sporadiquement présentes à l'intérieur des laves basaltiques.

L'exploration systématique des régions potentielles, basée sur la recherche des CSMO, nécessite dans un premier temps d'effectuer des sondages verticaux pour localiser la Tuffite Clef. Dans plusieurs régions du flanc sud de l'anticlinal, les sondages résultant de travaux antérieurs sont déjà présents. Par la suite, des sondages inclinés sont effectués, à une profondeur constante sous la Tuffite Clef, à l'intérieur des laves rhyolitiques, en vue d'intersecter les CSMO (Fig. 166). Pour cette raison, la direction des sondages inclinés est ainsi définie perpendiculairement à la direction des CSMO ($N280^\circ/80^\circ$) et la plongée est définie parallèlement au plan que forme la Tuffite Clef ($N130^\circ/45^\circ$) (Fig. 166) (Lavallière et al., 1994). Ces sondages, initiés à partir de la surface ou d'infrastructures souterraines, ont donc une attitude de $N190^\circ/45^\circ$. La détection des CSMO permet, à l'aide d'un ou de plusieurs sondages additionnels, de localiser le monticule situé à l'intersection des CSM et de la Tuffite Clef (Fig. 166). Ces sondages additionnels sont effectués à partir des sondages principaux et sont dirigés, à l'aide de coins défecteurs, dans les secteurs désirés.

Bien que l'attitude des sondages soit maintenant déterminée, l'espacement à utiliser entre les sondages doit également être défini. Pour

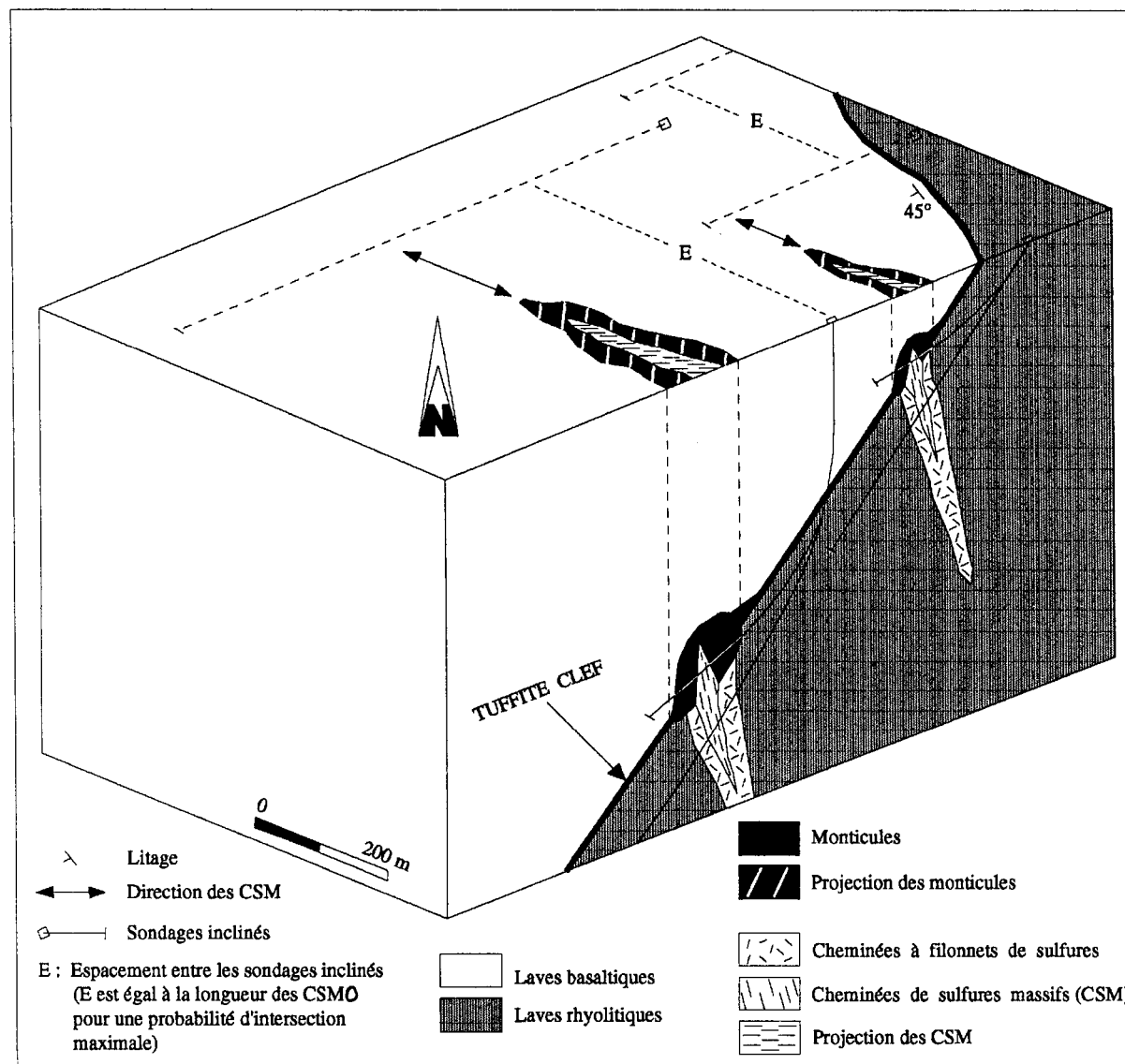


Figure 166 : Bloc diagramme illustrant la stratégie d'exploration développée pour le flanc sud de l'anticlinal.

que la probabilité d'intersecter la cible d'exploration soit maximale, l'espacement entre les sondages ne doit pas excéder la longueur de la cible. Comme la cible correspond aux CSMO (Fig. 165), la longueur de la cible est égale à la longueur des CSMO. De même, les sondages ne doivent pas recouper les laves rhyolitiques sous les CSMO; alors la hauteur de la cible sous la Tuffite Clef est égale à la hauteur des CSMO (Fig. 165). L'étude de la géométrie des dépôts a révélé que cette longueur et la hauteur des CSMO sont corrélées positivement avec le tonnage des dépôts. Toutefois, la modélisation de la longueur de la cible doit tenir compte de la hauteur des CSMO (Fig. 167). Cette figure, montrant la projection longitudinale d'un dépôt ainsi que la cible d'exploration associée, indique que la longueur de la cible pourrait être augmentée si la hauteur de celle-ci était réduite. De façon analogique, la hauteur pourrait être augmentée si la longueur était réduite. Ces deux paramètres géométriques sont donc dépendants l'un de l'autre et doivent être ajustés pour être maximaux. Le tableau 50 présente ces paramètres modélisés pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Ces valeurs, qui sont corrélées positivement avec le tonnage des dépôts, ont été reportées sur les graphiques des figures 168 et 169. Pour la figure 168, la droite d'équation $y = - 510,97 + 109,68 * \text{Log}(x)$ modélise la distribution de points qui possède un coefficient de corrélation de 0,802. Cette équation permet de calculer, pour tous les tonnages désirés, la longueur des CSMO qui correspond à la longueur de la cible ainsi qu'à l'espacement devant être utilisé entre les sondages. Ces espacements, correspondant à une probabilité d'intersection P(I) maximale, sont présentés dans le tableau de références no 51. Les espacements, correspondant à la probabilité d'intersection P(I)

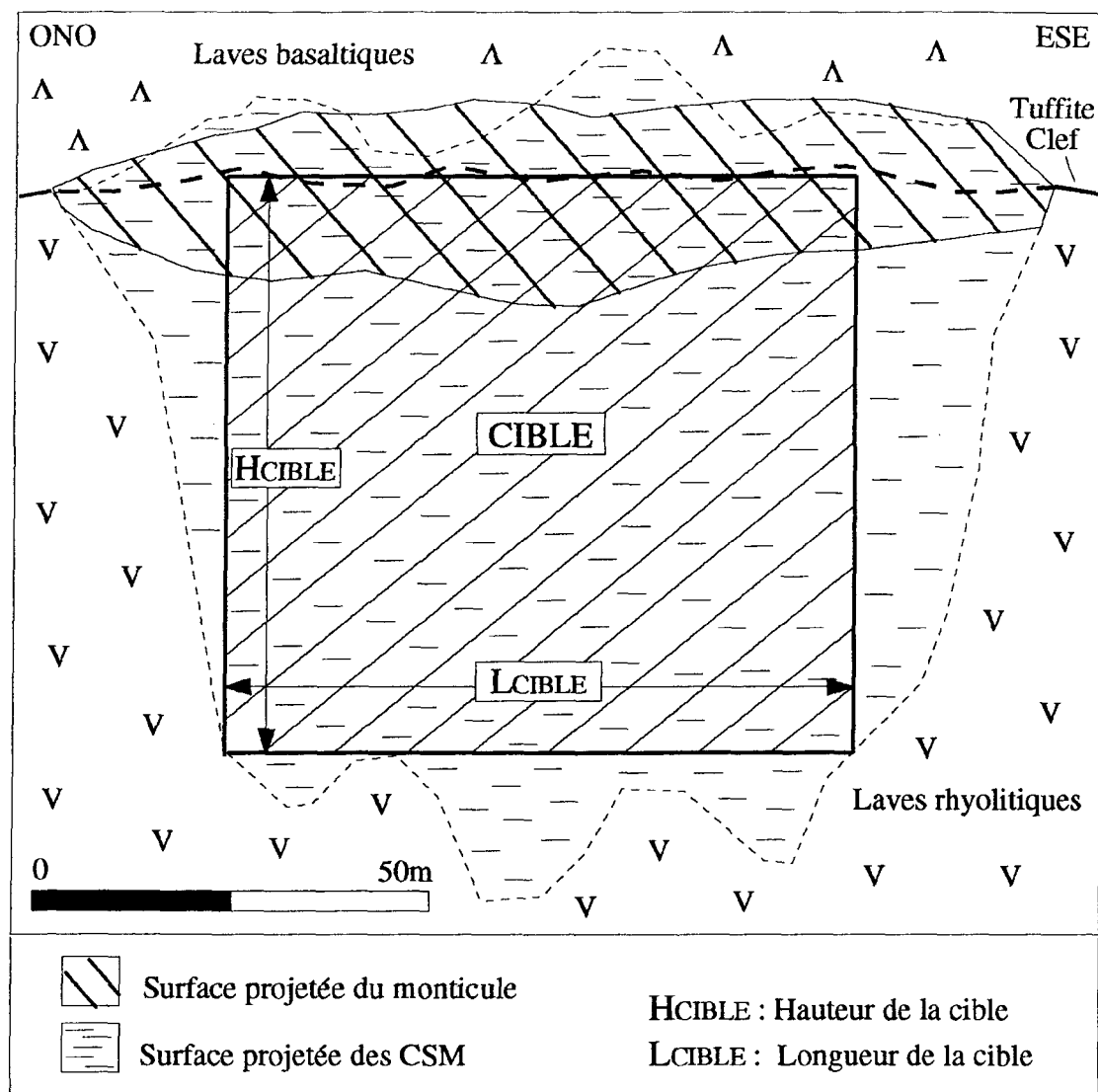


Figure 167 : Modélisation de la longueur et de la hauteur de la cible.

Dépôts	Tonnages (t)	Longueur modélisée des CSMO (m)	Hauteur modélisée des CSMO (m)
MLM1N	27 407 240	335	64
MLM1S		-----	-----
O2	3 134 104	226	46
MLM2N	1 422 413	111	27
ID1	1 214 256	177	35
OO2	1 179 700	-----	-----
O1	1 042 338	143	34
ID2B	892 349	98	24
OO1	816 700	-----	-----
ID2C	279 109	58	15
BAS	261 542	88	15
O1A	138 950	49	15
MLM2S	131 820	49	6
O5	129 128	58	18
O4EO	112 246	30	15
ID1C	93 300	-----	-----
O4EEN	91 898	61	14
O4EES	90 331	-----	-----
ID2A	79 736	30	11
O4OS	56 365	15	9
ID1D	54 067	-----	-----
O4ON	39 169	18	11
Voir terminologie utilisée dans le tableau 44.			

Tableau 50: Paramètres géométriques modélisés des CSMO pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

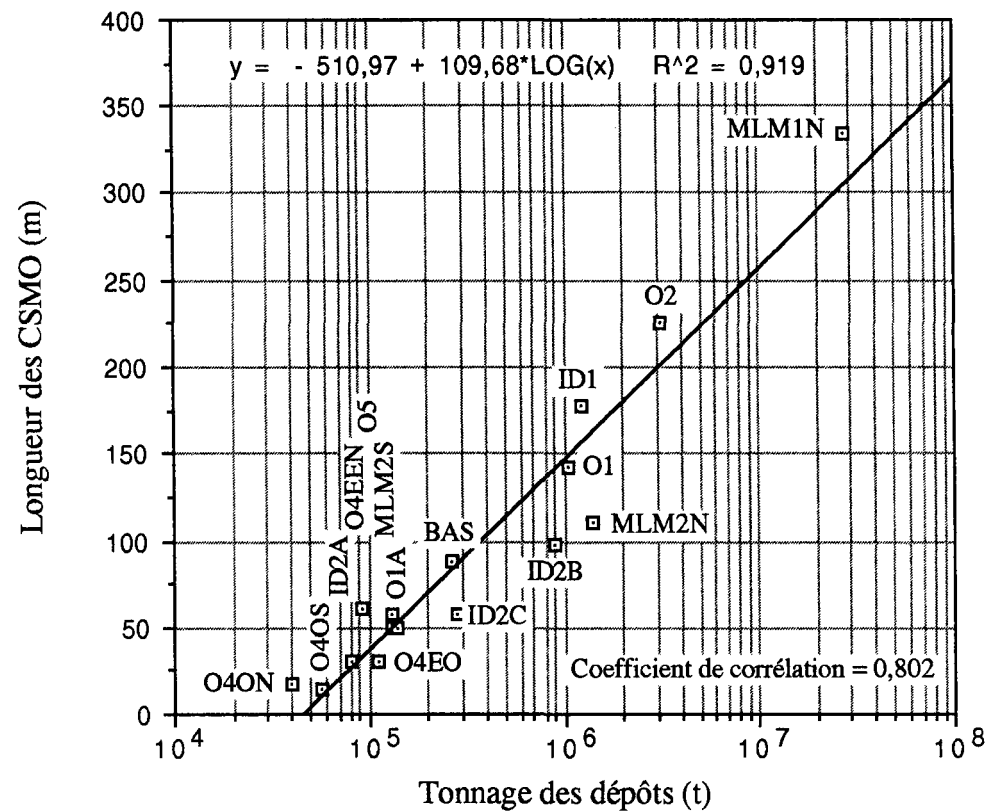


Figure 168 : Modélisation de la longueur des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

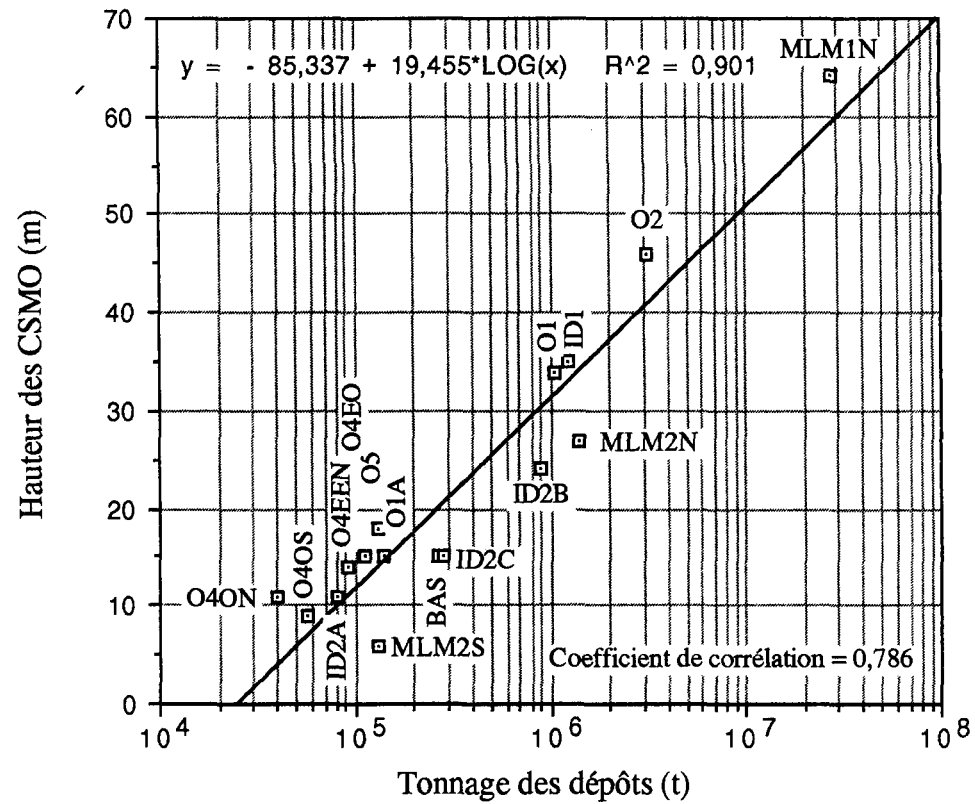


Figure 169 : Modélisation de la hauteur des CSMO en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

Tonnage recherché (t)	Hauteur des CSMO correspondant à la profondeur maximale que doivent pénétrer les sondages sous la TuffiteClef (m)	Longueur des CSMO correspondant aux espacements utilisés entre les sondages (m)	
		P(D)maximale	P(D)moyenne
200 000	18	70	140
500 000	26	114	228
750 000	29	133	266
1 000 000	31	147	294
1 500 000	35	166	332
2 000 000	37	180	360
3 000 000	41	199	398
4 000 000	43	213	426
4 500 000	44	219	438
5 000 000	45	224	448
6 000 000	47	232	464
7 000 000	48	240	480
8 000 000	49	246	492
9 000 000	50	252	504
10 000 000	51	257	514
12 500 000	53	267	534
15 000 000	54	276	552
17 500 000	56	283	566
20 000 000	57	290	580
22 500 000	58	295	590
25 000 000	59	300	600
27 500 000	59	305	610
30 000 000	60	309	618

Tableau 51: Tableau de références des valeurs modélisées de la profondeur des sondages sous la Tuffite Clef et de l'espacement entre les sondages, en fonction du tonnage recherché.

moyenne, sont également présentés dans ce tableau de références. La probabilité d'intersection moyenne, qui représente 50% de la probabilité d'intersection maximale, est utilisée dans les régions peu ou pas explorées. Dans ces régions, des dépôts de grandes dimensions sont recherchés pour être économiques et une probabilité d'intersection d'environ 50% est jugée acceptable, pour une première phase d'exploration. Par contre à proximité d'un gisement en exploitation, des dépôts de petites dimensions sont économiques et ceux-ci ne doivent pas être laissés sur place; alors la probabilité d'intersection maximale est utilisée. Le graphique de la figure 169 montre une distribution de points, modélisée par la droite d'équation $y = -85,337 + 19,455 \cdot \text{Log}(x)$, qui possède un coefficient de corrélation de 0,786. Cette équation permet de calculer la hauteur des CSMO qui correspond à la hauteur de la cible ainsi qu'à la profondeur maximale à laquelle les sondages doivent pénétrer à l'intérieur des laves rhyolitiques, sous la Tuffite Clef. Ces hauteurs sont présentées dans le tableau de références no 51.

En vue d'évaluer la couverture des sondages verticaux existants, la même modélisation a été effectuée pour une cible d'exploration définie à partir de la projection de la surface d'un dépôt dans le plan horizontal (Fig. 165). Dans ce plan, la surface-cible est représentée par la surface du monticule, qui est toutefois inférieure à la surface des CSMO projetée dans le plan vertical et longitudinal aux dépôts. Dans le plan horizontal, la géométrie des monticules est intermédiaire entre un cercle et une ligne et celle-ci se schématise à partir d'une ellipse. Comme l'aire d'influence d'un

trou de sondage vertical est égale à la surface de la cible recherchée dans le plan horizontal (Drew, 1967; Singer et Drew, 1976), cette aire se définit comme étant la longueur (2a) des monticules multipliée par la largeur (2b) des monticules. Ces deux paramètres ont été modélisés pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal et sont présentés dans le tableau 52. La modélisation consiste uniquement à réduire les valeurs trop élevées sans toutefois ne jamais augmenter celles qui sont trop faibles car, dans ce dernier cas, la probabilité d'intersection ne serait plus maximale. Ces valeurs, qui sont corrélées positivement avec le tonnage des dépôts, ont été reportées sur les graphiques des figures 170 et 171. Dans le cas de la figure 170, la droite d'équation $y = -726,95 + 167,09 \cdot \text{Log}(x)$ modélise la distribution de points qui possède un coefficient de corrélation de 0,783. Cette équation permet de calculer, pour tous les tonnages désirés, la longueur des monticules qui correspond à la longueur de la cible d'exploration dans le plan horizontal. Ces longueurs sont présentées dans le tableau de références no 53. Le graphique de la figure 171 montre une distribution de points, modélisée par la droite d'équation $y = -270,30 + 59,433 \cdot \text{Log}(x)$, qui possède un coefficient de corrélation de 0,842. Cette équation permet de calculer la largeur des monticules qui correspond à la largeur de la cible d'exploration dans le plan horizontal. Ces largeurs sont présentées dans le tableau de références no 53.

Les tableaux de références nos 51 et 53, qui présentent les paramètres géométriques des cibles recherchées en fonction du tonnage des dépôts, sont maintenant disponibles. Cependant, la carte des isocontours du tonnage

Dépôts	Tonnages (t)	Longueur modélisée des monticules (m)	Largeur modélisée des monticules (m)
MLM1N	27 407 240	540	190
MLM1S		-----	41
O2	3 134 104	365	105
MLM2N	1 422 413	210	85
ID1	1 214 256	310	90
OO2	1 179 700	-----	-----
O1	1 042 338	-----	-----
ID2B	892 349	290	70
OO1	816 700	-----	-----
ID2C	279 109	200	60
BAS	261 542	165	50
O1A	138 950	145	40
MLM2S	131 820	150	40
O5	129 128	130	25
O4EO	112 246	55	30
ID1C	93 300	-----	-----
O4EEN	91 898	90	25
O4EES	90 331	-----	15
ID2A	79 736	120	25
O4OS	56 365	70	20
ID1D	54 067	-----	-----
O4ON	39 169	60	10
Voir terminologie utilisée dans le tableau 44.			

Tableau 52: Paramètres géométriques modélisés des monticules pour les dépôts du flanc sud de l'anticlinal.

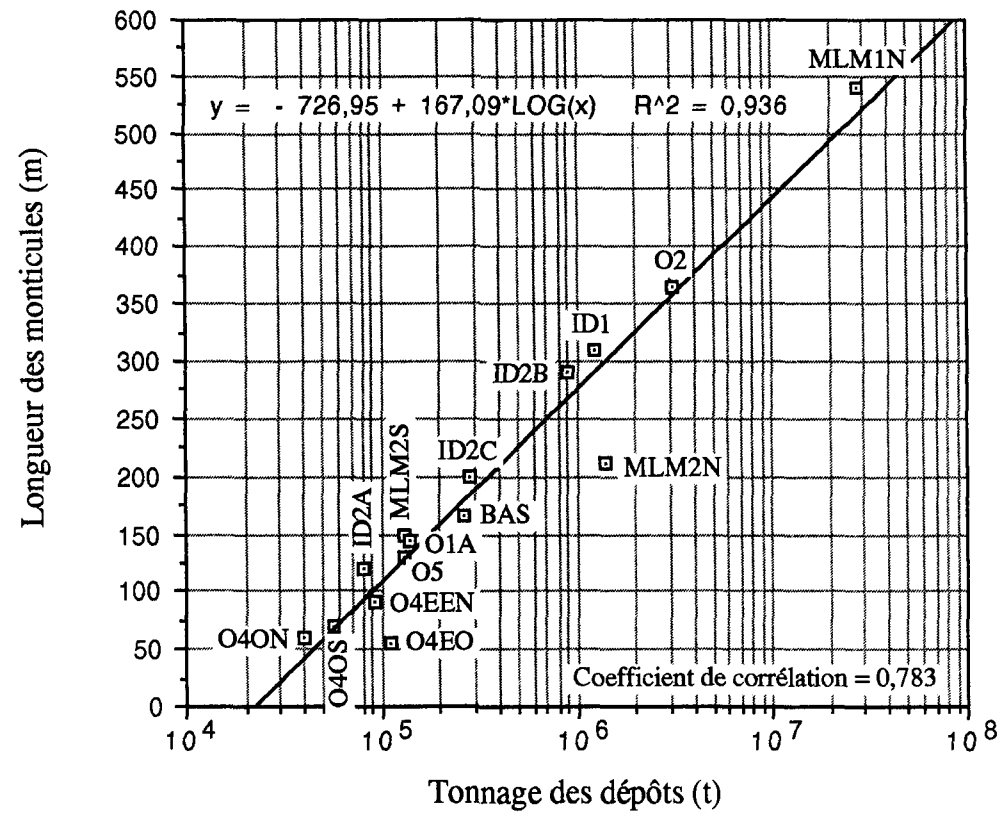


Figure 170 : Modélisation de la longueur des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

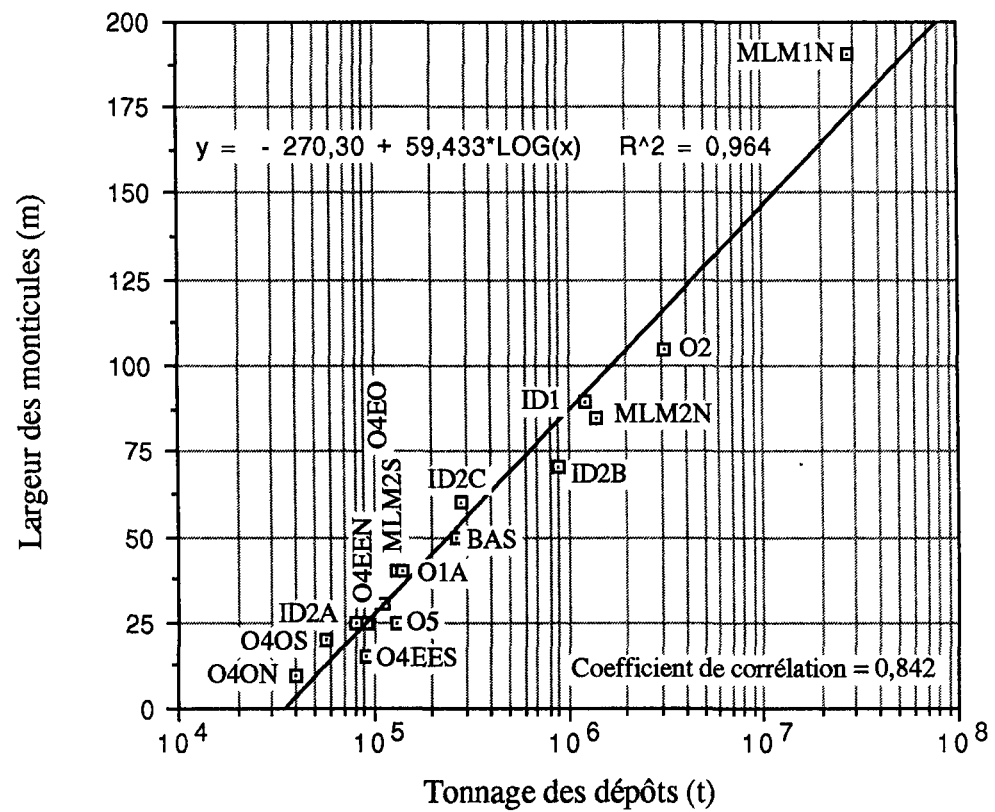


Figure 171 : Modélisation de la largeur des monticules en fonction du tonnage des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Voir le tableau 44 pour la terminologie.

Tonnage recherché (t)	Grand axe (2a) des monticules correspondant à la longueur de la cible (m)	Petit axe (2b) des monticules correspondant à la largeur de la cible (m)	2b / 2 (m)
200 000	159	45	22,5
500 000	225	68	34,0
750 000	255	79	39,5
1 000 000	276	86	43,0
1 500 000	305	97	48,5
2 000 000	326	104	52,0
3 000 000	355	115	57,5
4 000 000	376	122	61,0
4 500 000	385	125	62,5
5 000 000	392	128	64,0
6 000 000	406	133	66,5
7 000 000	417	137	68,5
8 000 000	426	140	70,0
9 000 000	435	143	71,5
10 000 000	443	146	73,0
12 500 000	459	151	75,5
15 000 000	472	156	78,0
17 500 000	483	160	80,0
20 000 000	493	164	82,0
22 500 000	502	167	83,5
25 000 000	509	169	84,5
27 500 000	516	172	86,0
30 000 000	522	174	87,0

Tableau 53: Tableau de références des valeurs modélisées du grand axe (2a) et du petit axe (2b) des monticules, définissant les dimensions de la cible, en fonction du tonnage recherché.

minimal recherché doit être construite avant d'entreprendre la deuxième phase de la stratégie d'exploration. Cette carte a été construite par M. André Bonenfant de Minéraux Noranda Inc. (Division Matagami) en collaboration avec différents spécialistes du domaine minier à l'intérieur du Groupe Noranda. Cette carte, illustrée à la figure 172, présente les isocontours du tonnage minimal recherché sur le flanc sud de l'anticlinal. Ces isocontours tiennent compte de la profondeur où s'effectue l'exploration ainsi que de la proximité des infrastructures minières existantes. La carte a également été construite pour être relativement indépendante de la fluctuation du prix des métaux. C'est-à-dire que les calculs des tonnages minimaux recherchés, basés sur les teneurs moyennes des métaux présents dans les dépôts du flanc sud de l'anticlinal ainsi que sur les conditions d'exploitation vécues au cours des trente dernières années dans le camp minier, sont suffisamment souples pour laisser une marge de manoeuvre lors de la fluctuation du prix des métaux. Les isocontours orientés parallèlement à la direction de la séquence stratigraphique, qui est inclinée vers le sud-ouest, indiquent que le tonnage minimal recherché augmente avec la profondeur en direction sud-ouest. La carte des isocontours de la profondeur de la Tuffite Clef, sur le flanc sud de l'anticlinal, est présentée à la figure 173. Cette carte indique que la profondeur de la Tuffite Clef augmente du nord-est vers le sud-ouest (Fig. 173) comme le tonnage minimal recherché (Fig. 172). De plus, à proximité des infrastructures existantes (Mine d'Isle-Dieu) ou envisageables (Gîtes d'Orchan Ouest et de Bell Allard Sud), le tonnage minimal diminue car les coûts reliés à l'exploitation sont plus faibles. À noter qu'à la date de parution de la carte des isocontours du tonnage minimal recherché

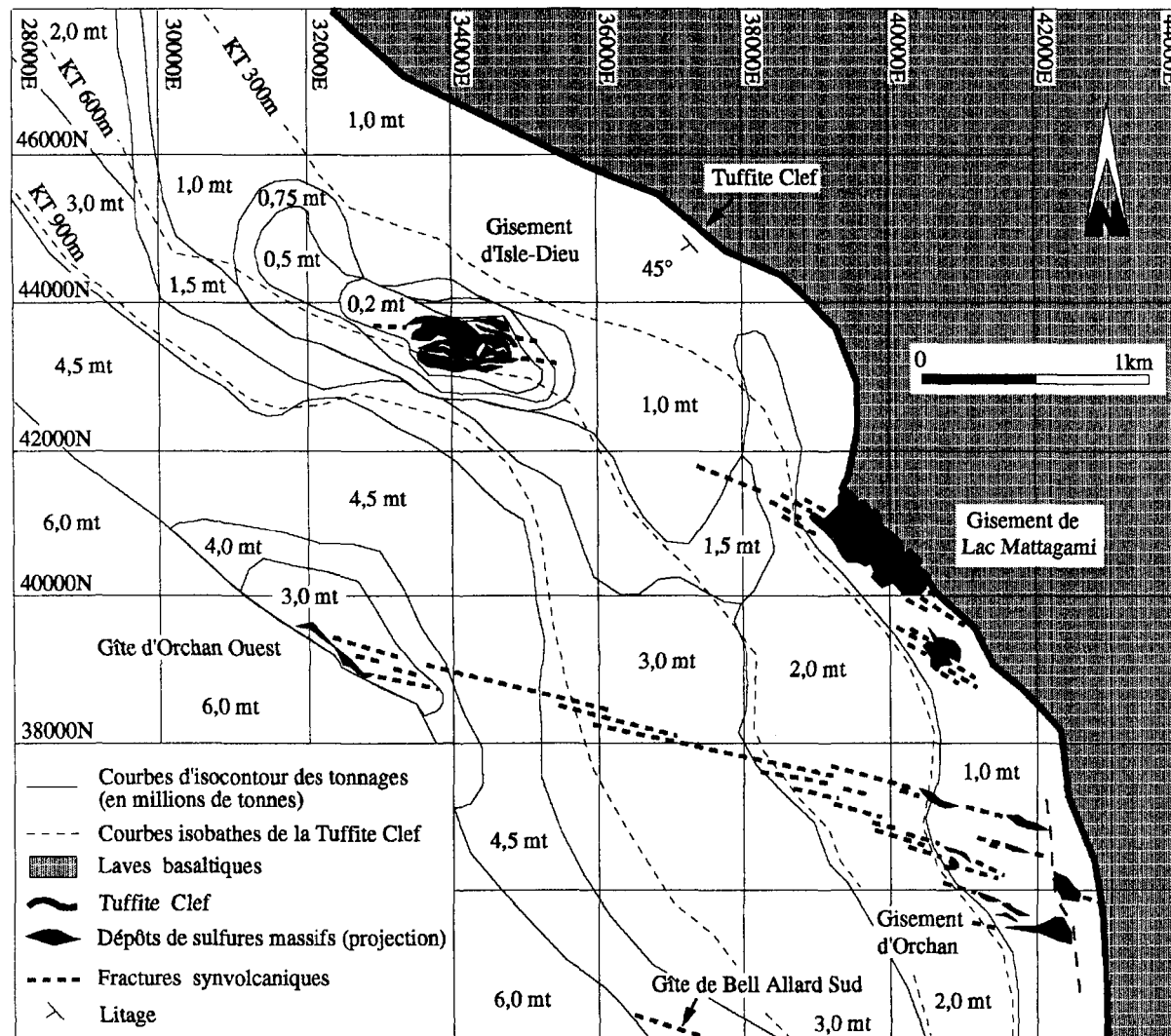


Figure 172 : Carte des isocontours du tonnage minimal recherché sur le flanc sud de l'anticlinal.
Modifiée de Bonenfant, A. (1993), Minéraux Noranda Inc., Division Matagami.

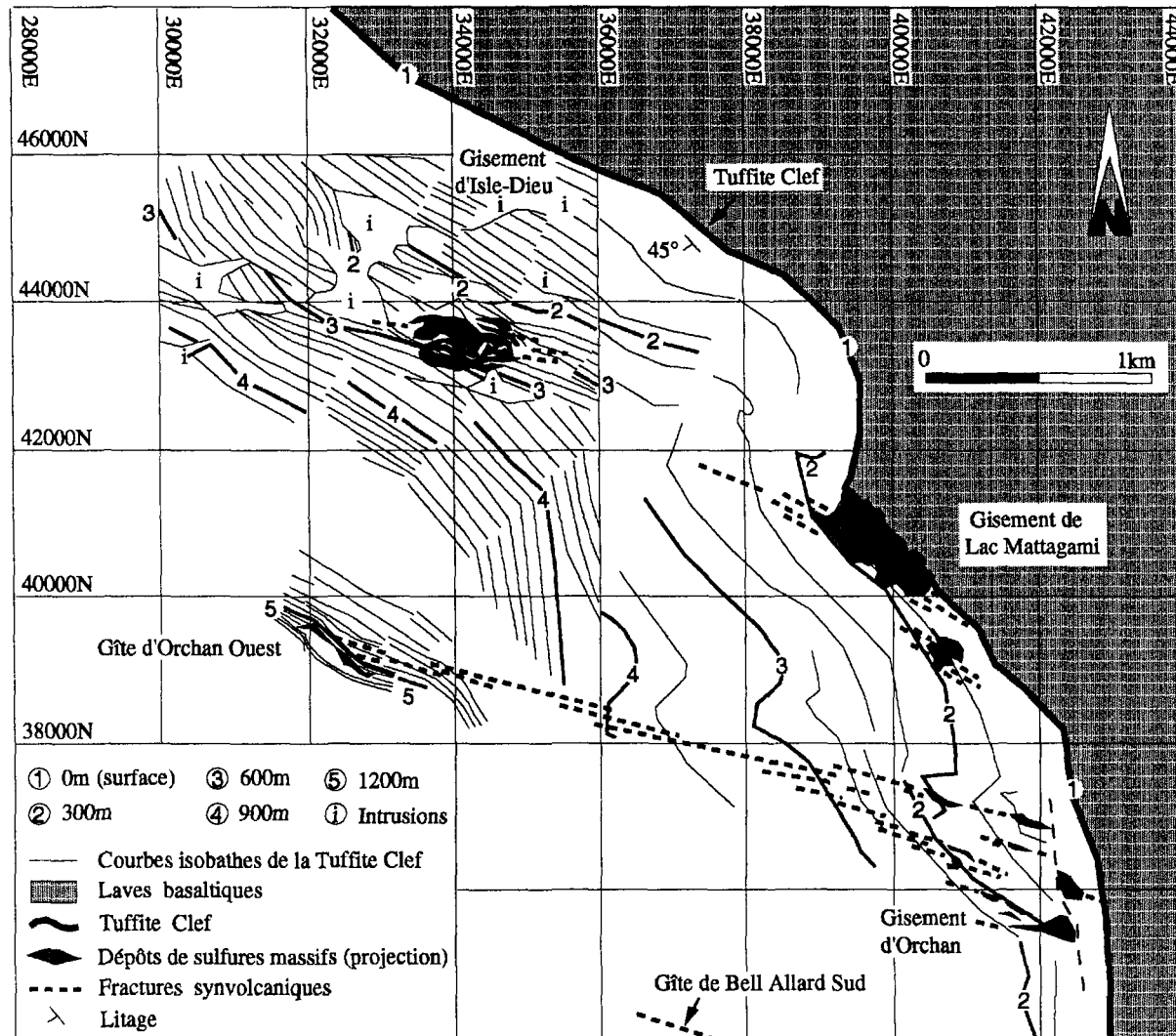


Figure 173 : Carte des courbes isobathes de la Tuffite Clef sur le flanc sud de l'anticlinal.

(Fig. 172), les isocontours n'avaient pas été calculés pour le gîte de Bell Allard Sud.

La deuxième phase de la stratégie d'exploration consiste d'abord à évaluer la couverture de la région forée. Les sondages d'exploration, présents dans cette région, sont illustrés à la figure 174. La construction d'une carte de couverture permettra d'éliminer les secteurs où des dépôts de dimensions économiques ne peuvent pas être présents, car ceux-ci auraient été détectés par les sondages existants. De plus, les secteurs potentiels non-couverts par les sondages seront mis en évidence. Les couvertures par les sondages sont de trois types: 1) couverture reliée à la longueur des CSM, 2) couverture reliée à la largeur des CSM et 3) couverture reliée à la surface du dépôt projetée sur le plan horizontal. La profondeur maximale que doivent pénétrer les sondages sous la Tuffite Clef, présentée dans le tableau 51, est uniquement fonction du tonnage minimal recherché et celle-ci est indépendante du type de couverture utilisé.

La figure 175 présente la couverture de type 1, établie pour une probabilité d'intersection maximale des sondages, dans un secteur de 9,57 kilomètres carrés, situé autour de la mine d'Isle-Dieu. La figure 176a illustre la méthode utilisée pour établir ce type de couverture. La surface horizontale comprise entre deux sondages parallèles est considérée couverte si: i) le sondage recoupant les laves rhyolitiques sous la Tuffite Clef est situé à une profondeur inférieure ou égale à celle présentée dans le tableau de références no 51 pour le tonnage minimal recherché et ii) l'espacement

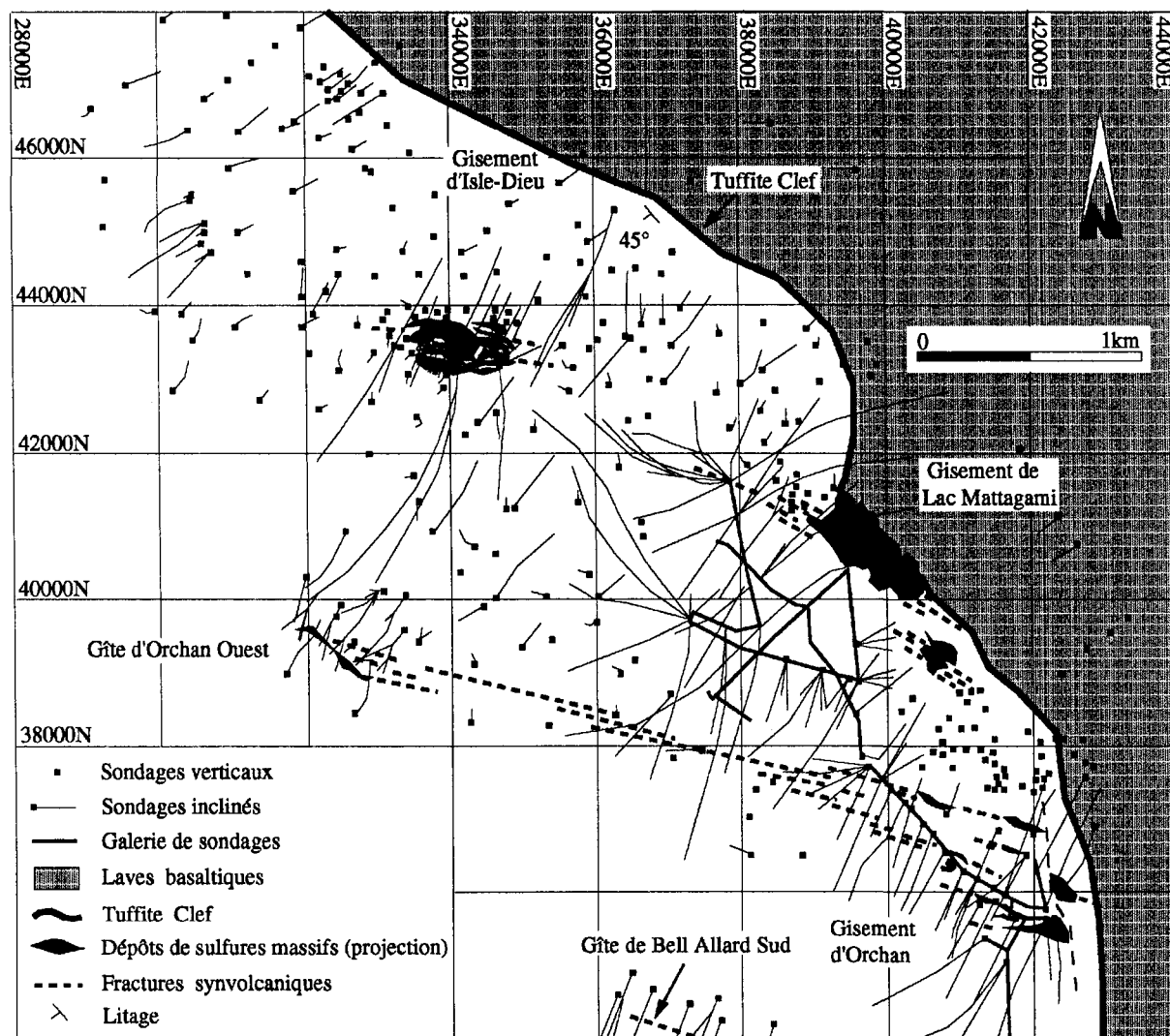


Figure 174 : Carte présentant la compilation des sondages d'exploration effectués sur le flanc sud de l'anticlinal.

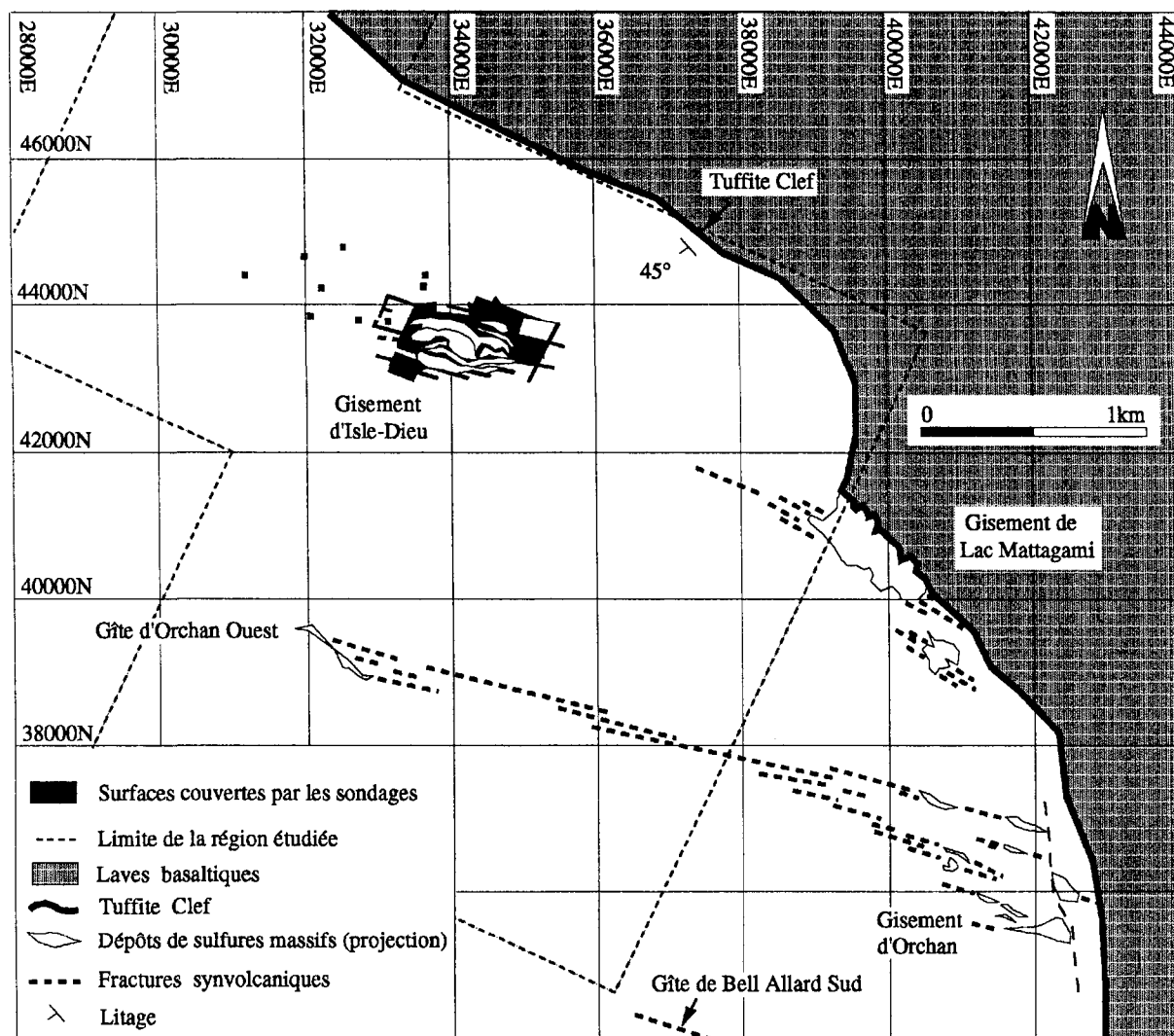


Figure 175 : Couverture de type 1, établie à partir d'une probabilité d'intersection maximale.

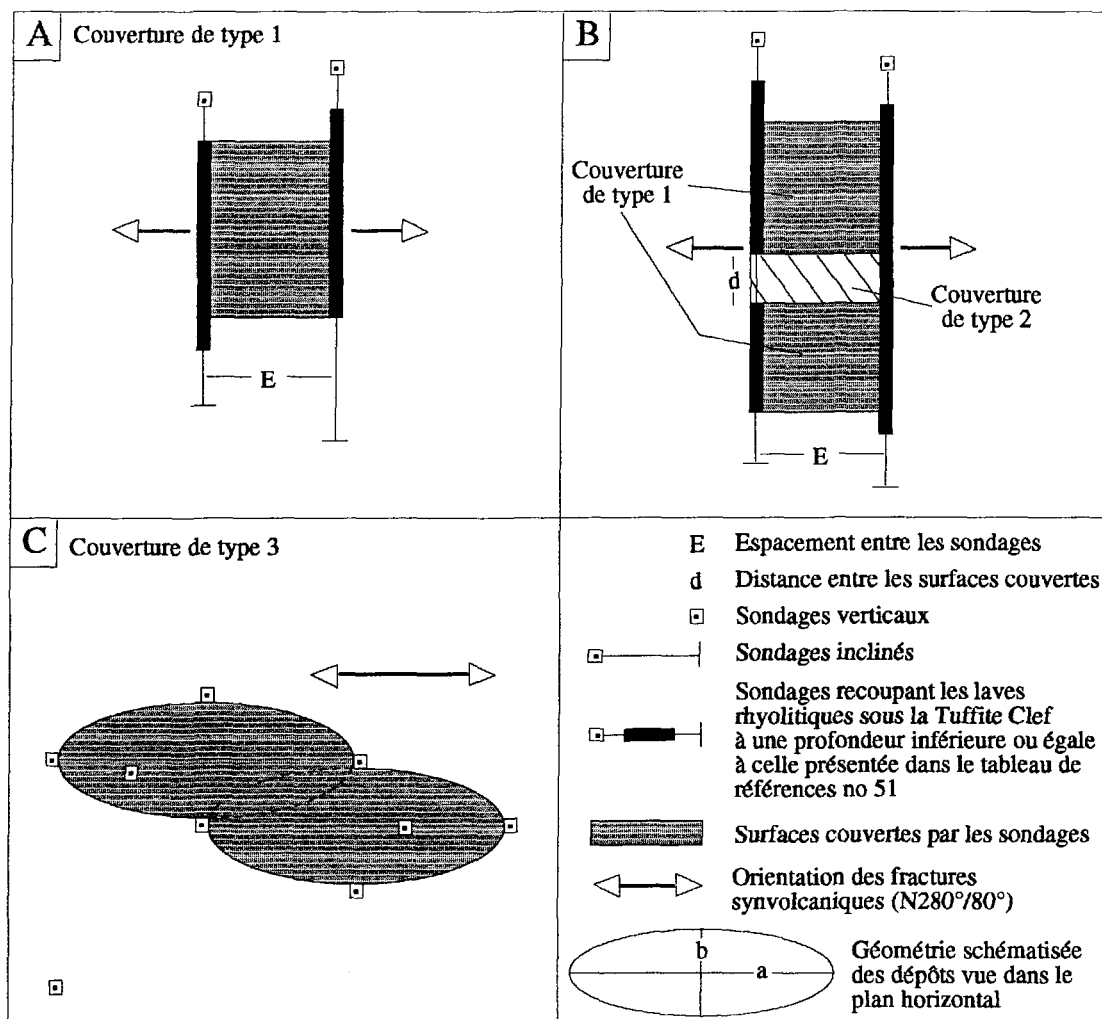


Figure 176 : Types de couverture utilisés pour la construction des cartes de couverture par les sondages.

entre les sondages ne dépasse pas l'espacement, correspondant à la probabilité d'intersection maximale, présenté dans le tableau de références no 51 pour le tonnage minimal recherché. L'espacement et la profondeur lus dans le tableau de références doivent également correspondre au tonnage minimal recherché en fonction de la profondeur où s'effectue l'exploration. La figure 177 présente également le premier type de couverture par les sondages, mais pour une probabilité d'intersection moyenne. Cette couverture s'établit de la même façon que pour la couverture présentée à la figure 175 sauf que l'espacement lu dans le tableau de références no 51 est celui correspondant à la probabilité d'intersection moyenne. La surface couverte à partir de cette dernière probabilité est supérieure à celle correspondant à la probabilité d'intersection maximale. Ainsi, lorsque la probabilité d'intersecter un dépôt augmente, l'espacement entre les sondages ainsi que la surface couverte diminue. La figure 178 présente le deuxième type de couverture par les sondages établi à partir d'une probabilité d'intersection moyenne. La figure 176b illustre la méthode utilisée pour établir ce type de couverture. Il s'agit de vérifier si la surface entre deux surfaces couvertes par la couverture de type 1 est couverte ou non. Cette surface est couverte si: i) le sondage recoupant les laves rhyolitiques sous la Tuffite Clef est situé à une profondeur inférieure ou égale à celle présentée dans le tableau de références no 51 pour le tonnage recherché et ii) la distance d (Fig. 176b) séparant les deux surfaces est inférieure ou égale à la largeur $2b/2$ lue dans le tableau de références no 53. Cette valeur, qui correspond à la demi-largeur des dépôts, représente la largeur des zones de CSMO et celle-ci est acceptable pour une probabilité d'intersection moyenne

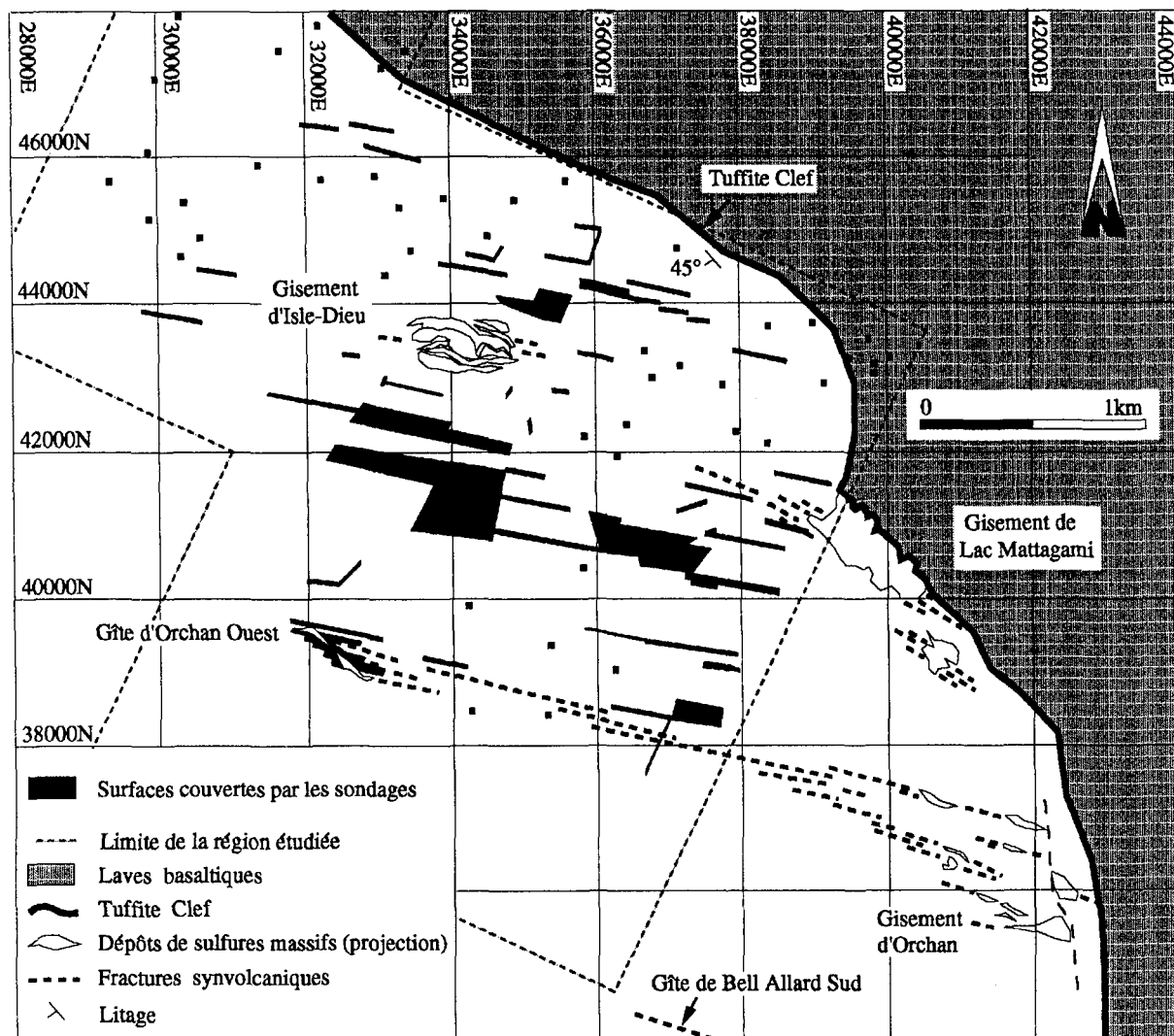


Figure 177 : Couverture de type 1, établie à partir d'une probabilité d'intersection moyenne.

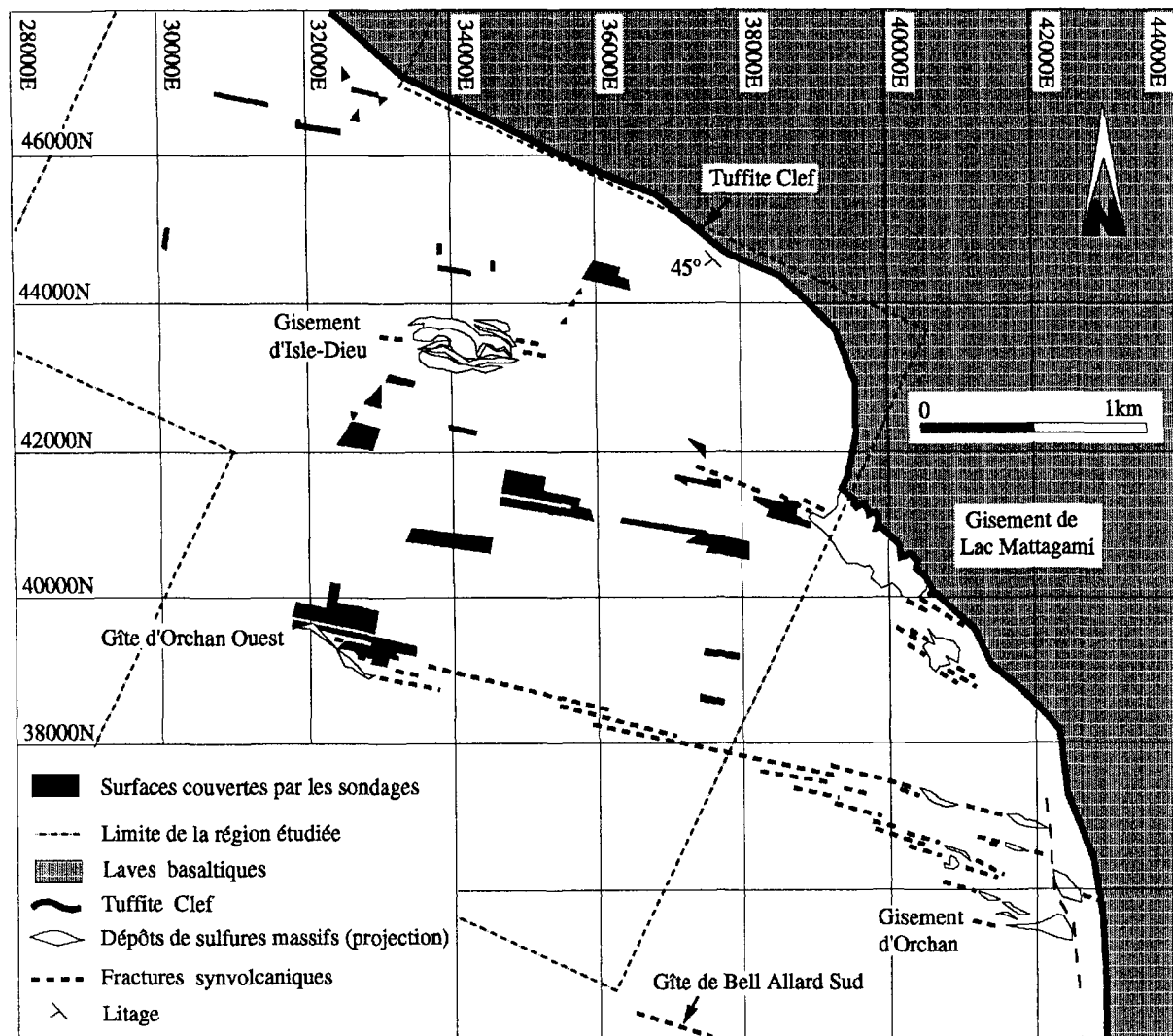


Figure 178 : Couverture de type 2, établie à partir d'une probabilité d'intersection moyenne.

(environ 50%). Finalement, la figure 179 présente le troisième type de couverture qui est établi pour une probabilité d'intersection moyenne. La figure 176c illustre la méthode utilisée pour établir ce type de couverture. La surface $2a \times 2b$ de l'ellipse est considérée couverte si cette surface, correspondant au tonnage minimal recherché, ne peut être disposée entre les sondages sans être intersectée par ceux-ci (Fig. 176c). Les valeurs $2a$ et $2b$ sont tirées du tableau de références no 53. De plus, l'axe long ($2a$) des ellipses doit être orienté parallèlement à la direction des structures synvolcaniques, pour coïncider avec l'orientation de l'axe long des dépôts. L'ensemble de ces couvertures, présentées dans les figures 175, 177, 178 et 179, constitue la couverture totale pour le secteur étudié (Fig. 180). Cette couverture est basée sur une probabilité d'intersection globale qui varie de moyenne à maximale en fonction des différents secteurs forés et des types de couverture applicables. De plus, cette couverture, dont la surface est de 0,95 kilomètre carré, représente 10% de la surface de la région étudiée.

Le flanc sud de l'anticlinal semble donc très peu exploré mais celui-ci n'est pas considéré comme ayant un potentiel de découverte uniforme. La carte de la figure 180 permet d'éliminer les secteurs couverts et d'établir le degré de potentialité des secteurs non-couverts. Parmi ces secteurs non-couverts, les secteurs à plus fort potentiel de découverte sont: i) les trois zones de fractures synvolcaniques présentes sur le flanc sud de l'anticlinal, ii) les secteurs présents à proximité des dépôts découverts et iii) les autres secteurs où des informations anomaliques ont été recueillies. À l'aide de ces informations, des sondages pourront être planifiés en respectant deux points

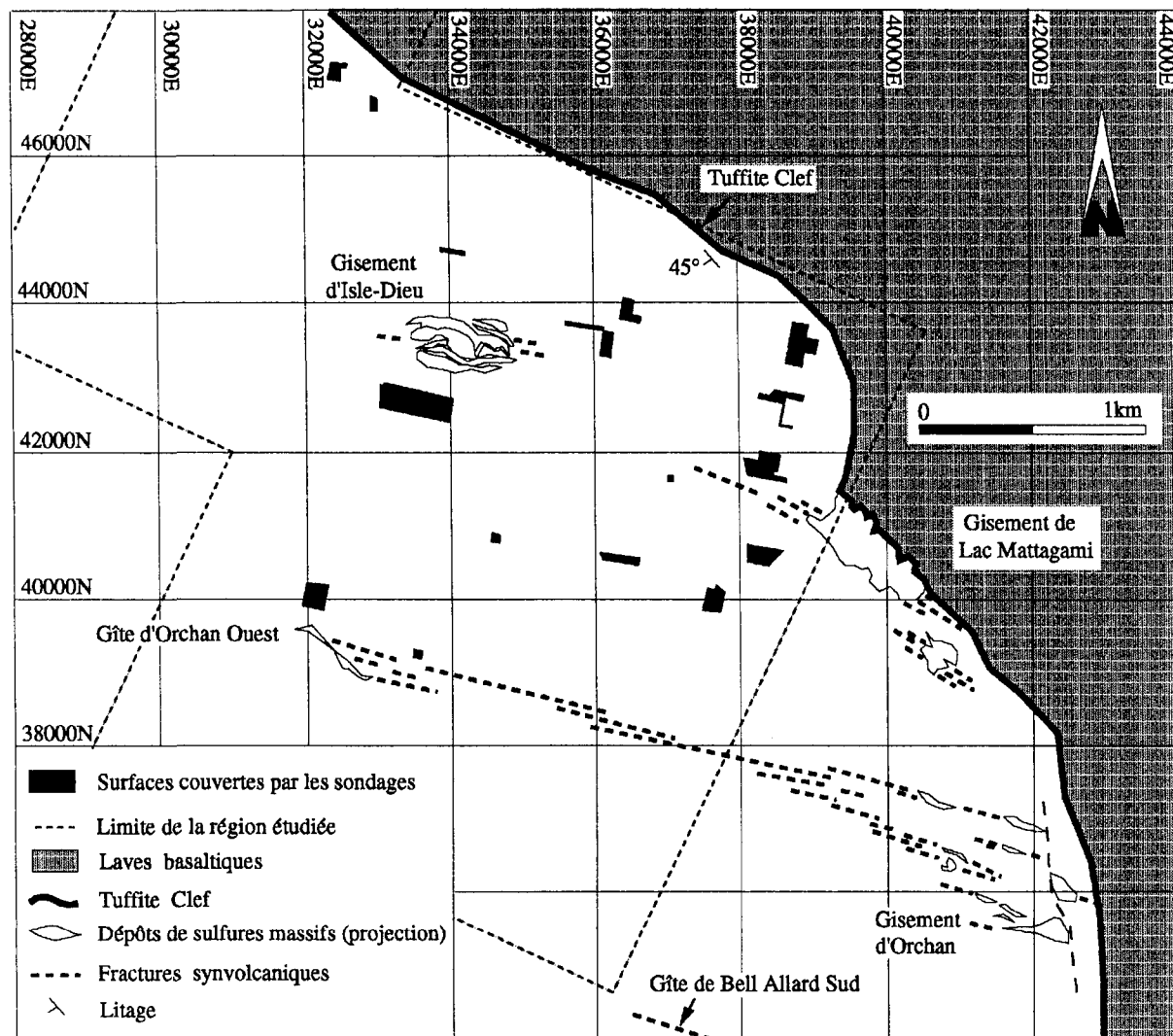


Figure 179 : Couverture de type 3, établie à partir d'une probabilité d'intersection moyenne.

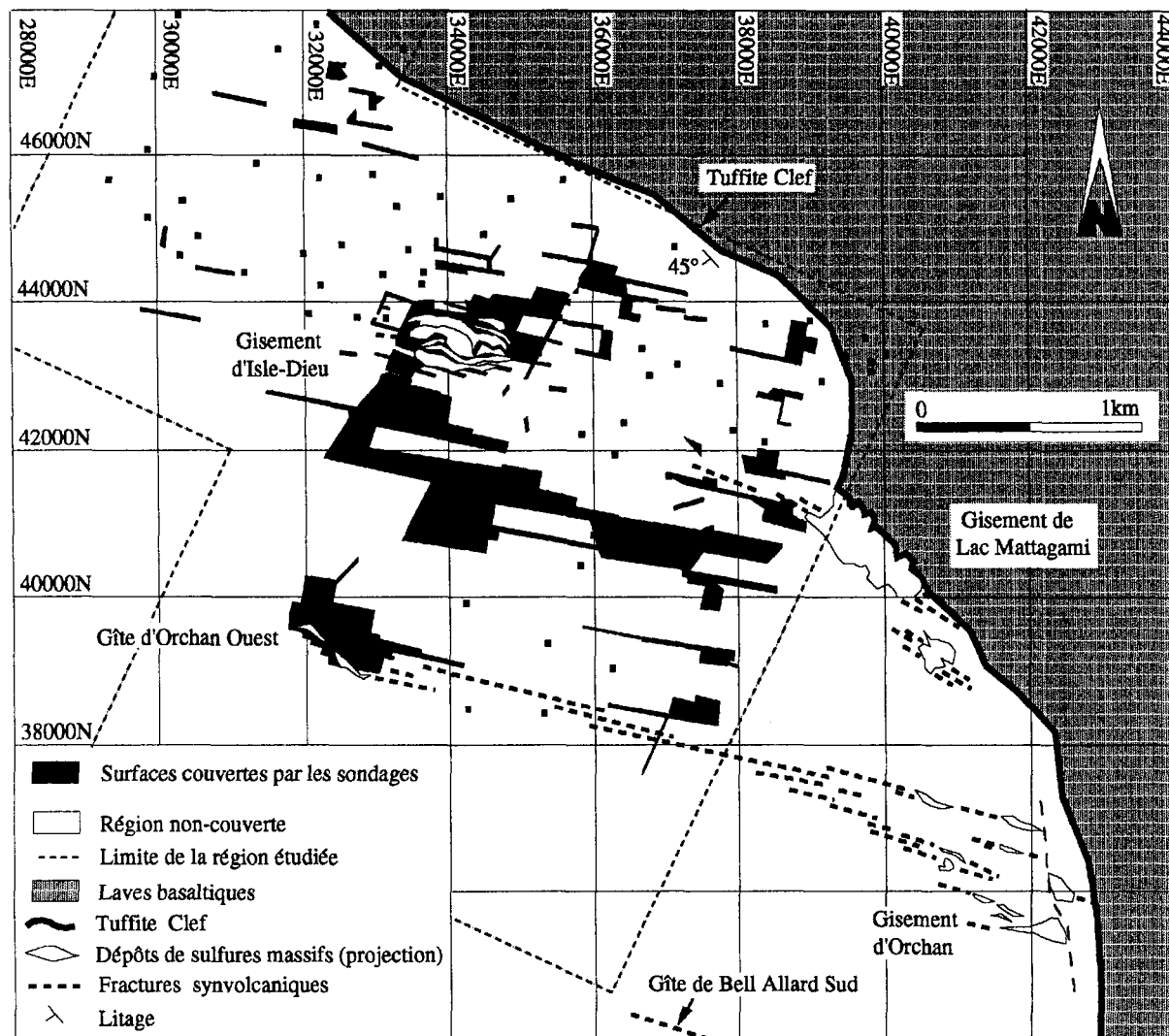


Figure 180 : Couverture totale pour le secteur étudié.

fondamentaux: i) les sondages doivent être effectués de façon prioritaire dans les secteurs à plus haut potentiel de découverte et ii) les sondages doivent couvrir la plus grande surface possible avec un nombre minimal de mètres de sondage.

5.2 IMPLICATIONS POUR L'EXPLOITATION

La présence des CSM a permis d'optimiser la stratégie d'exploration des dépôts du flanc sud de l'anticlinal mais sert également à optimiser la stratégie de définition de ces dépôts. Ceux-ci étant composés de deux parties de sulfures massifs économiques, l'une concordante (monticule) et l'autre discordante (CSM), deux types de patron de sondages en éventail ont été développés afin de recouper perpendiculairement chaque partie (Fig. 181) (Lavallière et al., 1994). Un premier patron de sondage recoupe perpendiculairement les monticules ainsi que le litage des sulfures massifs concordants, tandis que le second patron recoupe perpendiculairement les CSM et les différents rubans de sulfures massifs. L'utilisation de ces deux patrons de sondage plutôt qu'un seul, pour définir l'ensemble des dépôts, permet: i) une définition plus précise des contacts du minerai et ii) une évaluation plus précise de la teneur du minerai. L'utilisation de cette stratégie de définition permet d'effectuer une récupération sélective et optimale des CSM sous les monticules, se traduisant par une exploitation plus optimale et par des gains de tonnages supplémentaires pour certains chantiers.

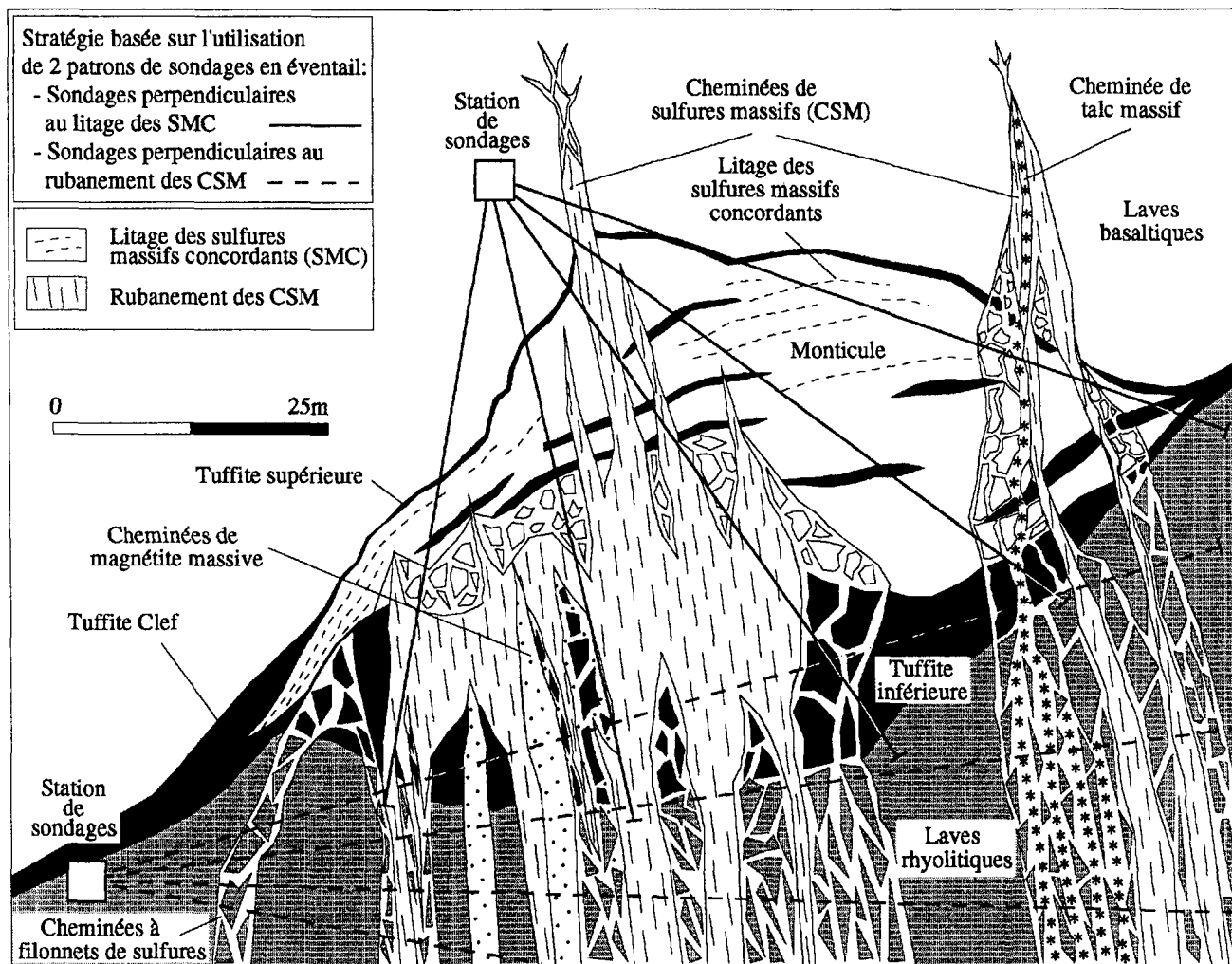


Figure 181 : Stratégie de définition des dépôts, développée pour optimiser la récupération du minéral.

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS

En plus de répondre aux objectifs visés par cette étude, la présente thèse constitue un ouvrage de références sur les caractéristiques et la morphologie atypique de chacun des dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Cette banque de données est accompagnée de compilation, de corrélation, de modélisation, d'interprétation ainsi que de stratégies d'exploration et d'exploitation des dépôts, qui ont été développées en analogie avec les modèles récents, élaborés pour les dépôts de SMV retrouvés sur les fonds océaniques actuels. Ces résultats fournissent deux contributions d'importance: l'une au niveau scientifique en présentant un nouveau processus de mise en place pour les dépôts de SMV et l'autre au niveau économique en développant des stratégies d'exploration et d'exploitation optimales qui permettent une réduction des coûts et un accroissement du rendement. Les principales conclusions de l'étude, qui répondent à ces objectifs et permettent d'offrir ces contributions, peuvent être résumées ainsi:

1) Les dépôts du flanc sud de l'anticlinal sont constitués de deux parties de sulfures massifs distinctes. Ces deux parties, qui sont économiquement exploitables, sont les suivantes: i) une partie concordante composée de sulfures massifs lités qui forme les monticules et ii) une partie discordante composée de sulfures massifs rubanés qui constitue les cheminées de sulfures massifs dont certaines recoupent les monticules.

2) Les cheminées de sulfures, de magnétite et de talc à caractère massif sont composées de plus de 60% de leur constituant principal. Ces

cheminées, d'attitude N280°/80°, possèdent une texture rubanée et sont délimitées par des contacts nets. Le matériel encaissant, présent à l'intérieur de ces cheminées, est principalement composé de chlorite. Les cheminées à caractère massif bien que discordantes n'atteignent pas toutes le même niveau stratigraphique. Certaines cheminées ne recoupent que la partie inférieure des monticules tandis que d'autres recoupent la totalité des monticules et même les laves basaltiques. Toutefois, les cheminées de magnétite massive ne recoupent que la partie basale des monticules.

3) Les paramètres géométriques des dépôts sont tous corrélés positivement avec le tonnage des dépôts suggérant qu'un même processus est responsable de la formation de tous les dépôts du flanc sud de l'anticlinal. Toutefois, la répartition des sulfures massifs à l'intérieur des dépôts est fonction de l'activité du processus minéralisateur et celle-ci varie d'un dépôt à l'autre indépendamment du tonnage. Basé sur cette variable, les dépôts du flanc sud de l'anticlinal ont été subdivisés en trois groupes qui sont les suivants: Groupe 1: ID1, ID2A, ID2C et MLM2S, groupe 2: ID2B, MLM1N, MLM1S, MLM2N, O1, O1A, O4EEN, O4EES, O4EO, O4OS et BAS et groupe 3: O2, O4ON et O5 (voir les figures 4, 5, 70, 94 et 136 ainsi que le tableau 44 pour la localisation et la terminologie). Du groupe 1 au groupe 3, les modifications suivantes s'amplifient: i) le volume de sulfures massifs composant les CSM augmente au dépend du volume de sulfures massifs contenus dans les monticules, ii) les caractéristiques propres à la partie concordante des dépôts, tels le litage des sulfures massifs concordants, la distribution concordante des métaux, les horizons de chert et la Tuffite

inférieure, sont détruites pour être remplacées par des caractéristiques propres aux CSM tels les rubans de sulfures massifs et la distribution discordante des minéraux et des métaux et iii) la composition globale du dépôt évolue de riche en sphalérite à riche en pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, magnétite et talc.

4) Les caractéristiques et la géométrie des dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée, présentées aux points 1 à 3, indiquent que ces dépôts sont atypiques par rapport aux autres dépôts de SMV rencontrés à travers le monde. Les dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée reflètent donc des conditions de formation et un processus de mise en place qui est particulier.

5) Par analogie avec les SMV typiques, les dépôts du flanc sud de l'anticlinal de Galinée sont également issus d'un processus de mise en place qui est synvolcanique. En conséquence, la localisation des dépôts se situe à l'intersection du niveau stratigraphique, marqué par la Tuffite Clef, et des zones de fractures synvolcaniques. Par contre, le rubanement des sulfures massifs, présent à l'intérieur des CSM, ainsi que la pénétration des CSM à différents niveaux stratigraphiques, témoignent du développement des CSM, à partir de répétitions périodiques de fracturation et de remplissage simultanés des fractures par la précipitation de sulfures. Ce processus, qui est contemporain à l'édification des monticules, demeure actif, sporadiquement, même après la mise en place des monticules. Les cheminées de talc massif et de magnétite massive se sont formées à partir du même processus. Cependant, les cheminées de magnétite massive se sont

développées qu'au début de l'édification des monticules. La préservation des caractéristiques propres à la partie concordante indique que les dépôts n'ont pas ou peu subi de déformation importante.

6) Les démarches de la présente thèse ont démontré que les parties discordantes, composées de sulfures massifs, représentent les CSM des dépôts au sens génétique du mot. Un processus de mise en place, différent de ce qui est actuellement connu, est nécessaire pour produire ces CSM. La reconnaissance de cette géométrie atypique ainsi que du processus synvolcanique à caractère cyclique fournissent de nouveaux éléments de compréhension, s'ajoutant aux connaissances acquises sur les processus de formation des SMV. Cette nouvelle façon de percevoir le processus de formation des dépôts de SMV contribuera à raffiner les modèles récents concernant les systèmes hydrothermaux synvolcaniques.

7) La présence de CSM introduit un changement de philosophie au niveau de l'exploration et de la définition des dépôts. La stratégie d'exploration développée permet de diminuer le nombre de mètres de sondage utilisés pour explorer de grandes régions à haut potentiel de découverte, situées en profondeur, en plus d'augmenter la qualité de l'information géologique recueillie par ces sondages. La stratégie d'exploration développée est basée sur la recherche des CSMO, qui constituent la surface-cible de plus grande extension associée aux dépôts. En vue d'intersecter perpendiculairement les CSMO, l'attitude des sondages a été définie comme étant N190°/45°. Des tableaux de références présentent les

valeurs de l'espacement qui doivent être utilisés entre les sondages inclinés en fonction du tonnage des dépôts recherchés ainsi que de la profondeur où ceux-ci sont situés. Cette approche permet de relever le défi d'explorer de grandes régions situées en profondeur, avec un nombre minimal de mètres forés, et de détecter les dépôts de dimensions économiques.

8) La stratégie de définition développée, qui est basée sur l'utilisation de deux types de patron de sondages en éventail recoupant perpendiculairement les parties concordante et discordante des dépôts, permet i) une définition plus précise des contacts du minerai et ii) une évaluation plus précise de la teneur du minerai. L'utilisation de cette stratégie de définition permet d'effectuer une récupération sélective et optimale des CSM sous les monticules se traduisant par une exploitation plus optimale et par des gains de tonnages supplémentaires pour certains chantiers.

La présente étude fait ressortir des orientations pour des travaux futurs. Ces travaux vont au-delà des objectifs fixés pour cette thèse et sont énumérés ici en guise de recommandations. À l'échelle régionale, il serait utile d'étudier à la fois les caractéristiques des laves rhyolitiques sous-jacentes aux dépôts en vue de démontrer la présence de dômes rhyolitiques ainsi que de développer un modèle spatial des éléments structuraux synvolcaniques afin de déceler les contrôles spécifiques de localisation de chaque dépôt. La combinaison de ces deux éléments aidera d'avantage la stratégie d'exploration. À l'échelle plus locale, il serait intéressant

d'examiner les subtilités du système hydrothermal provoquant la mise en place des cheminées à minéralogie variable et d'établir un schéma de l'évolution du fluide minéralisateur. Ce dernier, couplé à nos connaissances de l'empreinte géochimique de l'altération sous-jacente aux dépôts, ainsi qu'à l'altération étendue sub-concordante, pourra donner une image encore plus fidèle du système hydrothermal ayant donné naissance au camp minier de Matagami.

RÉFÉRENCES

- AFTABI, A., 1980, Polymetamorphism, Textural Relations and Mineralogical Changes in Archean Massive Sulfide Deposits at the Garon Lake Mine, Matagami, Quebec, Master Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, 253 p.
- AGGARWAL, P. K., and NESBITT, B. E., 1984, Geology and Geochemistry of the Chu Chua Massive Sulfide Deposit, Bristish Columbia, *Economic Geology*, 79, p. 815-825.
- BAILES, A. H., SYME, E. C., GALLEY, A., PRICE, D. P., SKIRROW, R., et ZIEHLKE, D. J., 1987, Early Proterozoic volcanism, hydrothermal activity, and associated ore deposits at Flin Flon and Snow Lake, Manitoba: Geological Association of Canada - Mineralogical Association of Canada, Joint Annual Meeting, Saskatoon, Saskatchewan, Field Trip 1, 95 p.
- BAILES, A. H., et SYME, E. C., 1989, Geology of the Flin Flon - White Lake Area. Manitoba Energy and Mines, Geological Services, Geological Report GR 87-1, 287 p.
- BANCROFT, J. A., 1912, A report on the Geology and Natural Resources of Certain Parts of the Drainage Basins of the Harricana and Nottaway Rivers, to the North of the National Transcontinental Railway in the Northwerstern Quebec; Quebec Bureau Mines, Report on Mining Operations, p. 131-198.

- BARRETT, T. J., MACLEAN, W. H., et CATTALANI, S., 1991, Massive sulfide deposits of the Noranda area, quebec. III. The Ansil mine. Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 28, p. 1699-1730.
- BATEMAN, A. M., 1950, Economic Mineral Deposits, 2nd ed. Wiley, New York, 916 p.
- BEAUDRY, C. J., et GAUCHER, E., 1986, Cartographie géologique de la région de Matagami, Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MB 86-32, 147 p.
- BÉLAND, R., 1953, Allard River Area; Quebec Department of Mines, Geological Report 57, 30 p.
- BELL, R., 1895, Geological Survey Canada, Annual Report, Vol. VIII, Part A, p. 74-85.
- BELL, R., 1900, Geology of the Basins of the Nottaway River; Geological Survey of Canada, Vol. XIII, Part K.
- BLACK, J. M., 1942, The Bell River Complex, Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, 174 p.
- BLOOMER, S. H., STERN, R. J., and SMOOT, N. C., 1989, Physical volcanology of the submarine Mariana and Volcano arcs. Bulletin of Volcanology, Vol. 51, p. 210-224.
- BONAVIA, F. F., 1981, The Geology and Geochemistry of Radiore No 2 Mine, Matagami, Quebec, Master Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 146 p.
- BONAVIA, F. F., and MACLEAN, W. H., 1986, Geology and Ore Enrichment Factors at Radiore No 2 Mine, Matagami, Quebec, Mineralium Deposita, 12, p. 137.

- BOWERS, T. S., VON DAMM, K. L., and EDMOND, J. M., 1985, Chemical Evolution of Mid-Ocean Ridge Hot Springs: *Geochemica and Cosmochimica Acta*, 49, p. 2239-2252.
- BROWN, E. H., 1971, Phase Relations of Biotite and Stilpnomelane in the Greenschist Facies; *Contribution Mineralogy and Petrology*, 31, p. 275-299.
- BRYNDZIA, L. T., SCOTT, S. D. et FARR, J. E., 1983, Mineralogy, geochemistry, and mineral chemistry of siliceous ore and altered footwall rocks in the Uwamuki 2 et 4 deposits, Kosaka Mine, Hokuroku District, Japan, in Ohmoto, H. and Skinner, B. J., eds., *Kuroko and related Volcanogenic Massive Sulphide Deposits: Economic Geology, Monograph 5*, p. 507-522.
- CAMPBELL, I. H., FRANKLIN, J. M., GORDON, M. P., HART, T. R., et SCOTT, S. D., 1981, The role of subvolcanic sills in the generation of massive sulfide deposits: *Economic Geology*, Vol. 76, p. 2248-2253.
- CANN, J. R., et STRENS, M. R., 1982, Black smokers fuelled by freezing magma: *Nature*, Vol. 298, p. 147-149.
- CANN, J. R., STRENS, M. R., et RICE, A., 1985, A simple magma-driven thermal balance model for the formation of volcanogenic massive sulphides: *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 76, p. 123-134.
- CARSON, J. T., 1986, Mineralogy and Middling Ratings of the Isle-Dieu Deposit, Rapport interne, Groupe Noranda , 35 p.
- CATHLES, L. M., 1978, Hydrodynamic Constraints on the Formation of Kuroko Deposits: *Mining Geology*, Vol. 28, p. 257-265.

- CATHLES, L. M., 1983, An Analysis of the Hydrothermal System responsible for Massive Sulphide Deposition in the Hokuroku Basin of Japan, in Ohmoto, H. and Skinner, B. J., eds., Kuroko and Related Volcanogenic Massive Sulphide Deposits: Economic Geology, Monograph 5, p. 439-487.
- CHOWN, E. H., DAIGNEAULT, R., MUELLER, W., and MORTENSEN, J., 1992, Tectonic Evolution of the Northern Volcanic Zone, Abitibi Belt, Quebec, Canadian Journal of Earth Sciences, 29, p. 2211-2225.
- CLARK, R. J., 1983, The Geology and Trace Element Distributions of the Sulfide Bodies at Orchan Mine, Matagami, Quebec, Ph. D. Thesis, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA, 450 p.
- COSTA, U. R., 1980, Hydrothermal Footwall Alteration and Ore Formation at Matagami Lake Mine, Matagami, Quebec, Ph. D. Thesis, University of Western Ontario, London, Ontario, 289 p.
- COSTA, U. R., BARNETT, R. L., and KERRICH, R., 1983, The Mattagami Lake Mine Archean Zn-Cu Sulfide Deposit, Quebec: Hydrothermal Coprecipitation of Talc and Sulphides in a Sea-Floor Brine Pool, Evidence from Geochemistry $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, and Mineral Chemistry, Economic Geology, 78, p. 1144-1203.
- COSTA, U. R., BARNETT, R. L., et KERRICH, R., 1984, The Mattagami Lake Mine Archean Zn-Cu Sulfide Deposit, Quebec: Hydrothermal Coprecipitation of Talc and Sulfides in a Seafloor Brine Pool, Evidence from Geochemistry, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, and Mineral Chemistry, a reply, Economic Geology, 79, p. 1953-1955.

- CRAIG, J. R., et VAUGHAN, D. J., 1981, Ore Microscopy and Ore Petrography, ed. John Wiley & Sons, 406 p.
- CRANE, K., et NORMARK, W. R., 1977, Hydrothermal activity and crestal structure of the East Pacific Rise at 21°N: Journal of Geophysical Research, Vol. 82, p. 5336-5348.
- DAVIDSON, A. J., 1977, Petrology and Chemistry of the Key Tuffite at Bell Allard, Matagami, Quebec, Master Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 131 p.
- DREW, L. J., 1967, Grid-Drilling Exploration and its Application to the Search for Petroleum, Economic Geology, 62, p. 698-710.
- FINLOW-BATES, T., 1980, The Chemical and Physical Controls on the Genesis of Submarine Exhalative Orebodies and their Implications for Formulating Exploration Concepts: A review, 4, Geologisches Jahrbuch, 40, p. 131-168.
- FRANCHETEAU, J., NEEDHAM, H. D., CHOUKROUNE, P., et JUTEAU, T., 1979, Massive deep-sea sulphide ore deposits discovered on the East Pacific Rise: Nature, Vol. 277, p. 523-528.
- FRANKLIN, J. M., KASARDA, J., et POULSON, K. H., 1975, Petrology and Chemistry of the Alteration Zone of the Mattabi Massive Sulfide Deposit: Economic Geology, Vol. 70, p. 63-79.
- FRANKLIN, J. M., LYDON, J. W., and SANGSTER, D. F., 1981, Volcanogenic-associated Massive Sulphide Deposits, Economic Geology, 75th Anniversary Volume, p. 485-627.

- FRATER, K. M., 1985, Mineralization at the Golden Grove Cu-Zn Deposit, Western Australia; 1. Premetamorphic Textures of the Opaque Minerals, Canadian Journal of Earth Sciences, 22, p. 1-14.
- FREEMAN, B. C., 1936, Mattagami Lake, Geological Survey of Canada, Map 571A.
- FREEMAN, B. C., 1939, The Bell River Complex, Northwestern Quebec, Journal of Geology, 47, p. 27-46.
- FREEMAN, B. C., and BLACK, J. M., 1944, The Opaoka River Area, Quebec Department of Mines, Geological Report 16.
- GALLEY, A.G., 1993, Characteristics of semi-conformable alteration zones associated with volcanogenic massive sulfide districts. Journal of Geochemical Exploration, Vol. 48, p. 175-200.
- GALLEY, A. G., BAILES, A. H., et KITZLER, G., 1993, Geological Setting and Hydrothermal Evolution of the Chisel Lake and North Chisel Zn-Pb-Cu-Ag-Au Massive Sulfide Deposits, Snow Lake, Manitoba. Exploration and Mining Journal, Vol. 2-4, p. 271-295.
- GARTNER, J. F., 1986, Geology and Geochemistry of the Intrusive and Volcanic Rocks on the Norita and Radiore West Properties, Matagami, Quebec, Master Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 124 p.
- GEMMELL, J. B., and LARGE, R. R., 1992, Stringer System and Alteration Zones Underlying the Hellyer Volcanic-Hosted Massive Sulfide Deposit, Tasmania, Australia, Economic Geology, 87, p. 620-649.

- GIBSON, H. L., and WATKINSON, D. H., 1990, Volcanic Massive Sulphide Deposits of the Noranda Cauldron and Shield Volcano, Quebec, In The Northwestern Quebec Polymetallic Belt, ICM Special Volume 43 p. 119-132.
- GIBSON, H. L., 1989, The Mine Sequence of the Central Noranda Volcanic Complex: Geology, Alteration, Massive Sulfide Deposits and Volcanological Reconstruction. Ph. D. thesis, Carleton University, Ottawa, Ontario, 715 p.
- GIBSON, H. L., and WATKINSON, D. H. et COMBA, C. D. A., 1983, Silicification: hydrothermal alteration in an Archean geothermal system within the Amulet Rhyolite Formation, Noranda, Quebec: Economic Geology, Vol. 78, p. 954-971.
- GILMOUR, P., 1976, Some Transitional Types of Mineral Deposits in Volcanic and Sedimentary Rocks, in Wolf, K. H., ed., Handbook of Stratabound and Stratiform Ore Deposits: Elsevier, Amsterdam, 1, p. 111-160.
- GOLDFARB, M. S., CONVERSE, D. R., HOLLAND, H. D., and EDMOND, J. M., 1983, The Genesis of Hot Spring Deposits in the East Pacific Rise, 21°N, Economic Geology, Monograph 5, p. 184-197.
- GRAHAM, R. B., 1960, Geology of the New Hoscoe Mines Limited Copper-zinc Deposits, Matagami Area (Abstract), Canadian Mining Journal, 81, p. 94.

- GREGORY, R. T., et TAYLOR, H. P., 1981, An oxygen isotope profile in a section of Cretaceous oceanic crust, Samail Ophiolite, Oman: Evidence for ^{18}O buffering of the oceans by deep (>5 km) seawater-hydrothermal circulation at mid-ocean ridges. *Journal of Geophysical Research*, 86, 2737-2755.
- HALLAM, R. H., 1964, Mattagami Lake Mines LTD., Some Aspects of the Geology and Ore Control, *Canadian Mining and Metallurgy Bulletin*, 57, p. 389-396.
- HANSON, G., 1920, Some Canadian Occurrences of Pyritic Deposits in Metamorphic Rocks: *Economic Geology*, 15, p. 574-609.
- HARRIS, D. C., 1972, Mineralogical Examination of a Low-grade Ni-Cu-Bearing Peridotite from the Mattagami Lake Mine, Matagami, Quebec, Department of Energy, Mines and Resources, Canada, Report IR 72-53, 8 p.
- HEATON, T. H. E., et SHEPPARD, S. M. F., 1977, Hydrogen and oxygen isotope evidence for sea-water-hydrothermal alteration and ore deposition, Troodos Complex, Cyprus, in *Volcanic Processes in Ore Genesis*: Geological Society of London, Special Publication, No. 7, p. 42-57.
- HÉKINIAN, R., FRANCHETEAU, J., RENARD, V., Ballard, R. D., CHOUKROUNE, P., CHEMINÉE, J. L., ALBAREDE, F., MINSTER, J. F., CHARLOU, J. L., MARTY, J. C., and BOULEGUE, J., 1983, Intense Hydrothermal Activity at the Axis of the East Pacific Rise near 13°N : Submersible Witnesses the Growth of a Sulfide Chimney, *Marine Geophysical Researches*, 6, p. 1-14.

- HENLEY, R. W., and THORNLEY, P., 1979, Some Geothermal Aspects of Polymetallic Massive Sulfide Formation, *Economic Geology*, 74, p. 1600-1612.
- HODGSON, C. J., et LYDON, J. W., 1977, Geological setting of volcanogenic massive sulphide deposits and active hydrothermal systems: some implications for exploration: Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Bulletin, Vol. 70, p. 95-106.
- HUTCHINSON, R. W., 1973, Volcanogenic Sulphide Deposits and their Metallogenic Significance, *Economic Geology*, 68, p. 1223-1246.
- HUTCHINSON, M. N., et SCOTT, S. D., 1981, Sphalerite Geobarometry in the Cu-Fe-Zn-S System, *Economic Geology*, 76, p. 145-153.
- JENNEY, C. P., 1961, Geology and Ore Deposits of the Matagami Area, Quebec, *Economic Geology*, 56, p. 740-757.
- JOKLIK, G. F., 1960, The discovery of a Copper-zinc Deposit at Garon Lake, Quebec, *Economic Geology*, 55, p. 338-353.
- KLAU, W., and LARGE, D. E., 1980, Submarine Exhalative Cu-Pb-Zn Deposits - A Discussion of their Classification and Metallogenesis, *Geologisches Jahrbuch*, 40, p. 13-58.
- KRANODIOTIS, P., 1985, Geology, Geochemistry and Hydrothermal Alteration at the Phelps Dodge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec, Master Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 166 p.
- LAMBERT, I. B., and SATO, T., 1974, The Kuroko and Associated Ore Deposits of Japan: A review of their Features and Metallogenesis, *Economic Geology*, 69, p. 1215-1236.

- LARGE, R. R., 1977, Chemical Evolution and Zonation of Massive Sulfide Deposits in Volcanic Terrains, *Economic Geology*, 72, p. 549-572.
- LARGE, R. R., 1992, Australian Volcanic-hosted Massive Sulfide Deposits: Features, Styles and Genetic Models, *Economic Geology*, 83, No. 3, p. 471-510.
- LATULIPPE, M., 1959, The Matagami Area of Northwestern Quebec, *Geological Association of Canada, Proceedings II*, p. 46-54.
- LATULIPPE, M., 1966, The Relationship of Mineralization to Precambrian Stratigraphy in the Matagami Lake and Val D'Or Districts of Quebec, *Geological Association of Canada, Special Paper 3*, p. 21-42.
- LAVALLIÈRE, G., et BONENFANT, A., 1992, Étude de mise en valeur du gîte d'Orchan Ouest, *Rapport Interne, Groupe Noranda*, 19 p.
- LAVALLIÈRE, G., GUHA, J., DAIGNEAULT, R., et BONENFANT, A., 1992, Contrôles structuraux synvolcaniques et mécanisme d'enrichissement des cheminées minéralisées: Dépôts de SMV du camp minier de Matagami, Québec : Applications à l'exploration, *Conférence 143, 94^{ième} Congrès Annuel de l'Institut Canadien des Mines de la Métallurgie et du Pétrole, Montréal, Québec, Canada*.
- LAVALLIÈRE, G., GUHA, J., DAIGNEAULT, R., et BONENFANT, A., 1993, Morphologie et développement des cheminées de sulfures massifs atypiques du gisement d'Isle-Dieu, Matagami, Québec; Implications pour l'exploration, *Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV93-03*, p. 77-81.

- LAVALLIÈRE, G., GUHA, J., DAIGNEAULT, R., et BONENFANT, A., 1994, Les cheminées de sulfures massifs atypiques du gisement d'Isle-Dieu, Matagami, Québec; Implications pour l'exploration, *Exploration and Mining Geology, Journal of the Geological Society of CIM*, Vol. 3, No. 2, p.109-129.
- LAWRENCE, L. J., 1972, The Thermal Metamorphism of a Pyritic Sulfide Ore, *Economic Geology*, 67, p. 487-496.
- LIAGHAT, S., and MACLEAN, W.H., 1992, The Key Tuffite, Matagami Mining District: Origin of the Tuff Components and Mass Changes, *Exploration and Mining Geology*, 1, No. 2, p. 197-207.
- LISTER, R. R. B., 1972, On the thermal balance of a mid-ocean ridge: *Royal Astronomical Society, Geophysical Journal*, Vol. 26, p. 515-535.
- LONGLEY, W. W., 1943, Kitchigama Lake Area; Quebec Department Mines, *Geological Report* 12, 34 p.
- LONSDALE, P. F., BISCHOFF, J. L., BURNS, V. M., KASTNER, M. and SEENEY, R. E., 1980, A High-Temperature Hydrothermal Deposit on the Seabed at a Gulf of California Spreading Center, *Earth and Planetary Sciences Letters*, 49, p. 8-20.
- LOWELL, R. P., et RONA, P. A., 1985, Hydrothermal models for the generation of massive sulphide ore deposits: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 90, p. 8769-8783.
- LYDON, J. W., 1984, Volcanogenic Massive Sulfide Deposits, Part 1: A Descriptive Model, *Geoscience Canada*, 11, No. 4, p. 145-153.

- LYDON, J. W., 1988, Volcanogenic Massive Sulphide Deposits, Part 2: Genetic Models, *Geoscience Canada*, Vol. 15, No. 1, p. 155-181.
- LYDON, J. W., et GALLEY, A. G., 1986, The chemical and mineralogical zonation of the Mathiati alteration pipe, Cyprus and its genetic significance. In *Metallogeny of basic and ultrabasic rocks*, edited by M. J. Gallagher, R. A. Ixrer, C. R. Neary and H. M. Prichard, London Institute of Mining and Metallurgy, p. 49-68.
- MACGEEHAN, P. J., 1978, The Geochemistry of Altered Volcanic Rocks at Matagami, Quebec: A Hydrothermal Model for Massive Sulphide Genesis, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, p. 551-570.
- MACGEEHAN, P. J., 1979, The Petrology and Geochemistry of Volcanic Rocks at Matagami, Quebec, and their Relationship to Massive Sulphide Mineralization, Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 414 p.
- MACGEEHAN, P. J., and MACLEAN, W. H., 1980, An Archean Sub-Seafloor Geothermal System, 'Calc-Alkali' Trends, and Massive Sulfide Genesis, *Nature*, 286, p. 767-771.
- MACGEEHAN, P. J., MACLEAN, W. H., and BONENFANT, A., 1981, Exploration Significance of the Emplacement and Genesis of Massive Sulphide in the Main Zone at the Norita Mine, Matagami, Quebec, *Bulletin of Canadian Institute of Mining and Metallurgy*, Bulletin, Vol. 74 (828), p. 59-75.

- MACLEAN, W.H., 1984, Geology and Ore Deposits of the Matagami District, In Chibougamau - Stratigraphy and Mineralisation, Edited by J. Guha et E. H. Chown, Special Volume 34, Canadian Institute of Mining, p. 483-495.
- MACLEAN, W.H., 1988, Rare Earth Element Mobility at Constant Initial REE Ratios in the Alteration Zone at the Phelps Dodge Massive Sulphide Deposit, Matagami, Quebec, MERI, Paper 77-3, 55 p.
- MACLEAN, W.H., and DAVIDSON, A. J. 1977, Case History of the Bell-Allard Mine, Matagami, Quebec, Mineral Exploration Research Institute, Paper 77-3, 55 p.
- MACLEAN, W. H., and KRANIDIOTIS, P., 1987, Immobile Elements as Monitors of Mass Transfer in Hydrothermal Alteration: Phelps Dodge Massive Sulphide Deposit, Matagami, Quebec, Economic Geology, 82, p. 951-962.
- MACLEAN, W.H., MACGEEHAN, P. J., and YOUNG, G., 1977, Depositional Environment of Massive Sulphides in the Main Zone at the Norita Mine, Matagami, Quebec (Abstract), Canadian Mining and Metallurgy Bulletin, Vol. 70, p. 70.
- MILLER, R. J. M., 1960. Geology of the Mattagami Lake Mines (Abs.), Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Bulletin, 53, No. 575, p. 194.
- MILLER, R. J. M., 1965, Contribution to Symposium on Strata-bound Sulphides, Canadian Mining and Metallurgy Bulletin, 58, p. 991-992.

- MORTENSEN, J. K., 1987, U-Pb zircon ages for volcanic and plutonic rocks of the Noranda - Lac Abitibi area, Abitibi Subprovince, Québec. In Current research, part A. Geological Survey of Canada, Paper 87-1A, pp. 581-590.
- MORTON, M. L., HUDAK, G. J., WALKER, J. S., and FRANKLIN, J. M., 1990, Physical volcanology and hydrothermal alteration of the Sturgeon Lake caldera complex. In: J. M. franklin, B. R. Schnieders and E. R. Koopman (eds.), Geological Survey of Canada, Open File 2164, Mineral Deposits in the Western Superior Province, Ontario, 8th IAGOD Field Trip Guidebook, p. 74-94.
- MUNHA, J., et KERRICH, R., 1980, Seawater basalt interaction in spilites from the Iberian Pyrite Belt. Contributions to Mineralogy and Petrology, Vol. 73, p. 191-200.
- NEWHOUSE, W. H., and FLAHERTY, G. F., 1930, The Texture and Origin of some Banded or Schistose Sulphide Ores: Economic Geology, 25, p. 600-620.
- OFTEDAHL, C., 1958, On exhalative-sedimentary ores: Geologiska Föreningens I Stockholm Förhandlingar, Vol. 8, p. 1-19.
- OHMOTO, H., et RYE, R. O., 1974, Hydrogen and oxygen isotopic compositions of fluid inclusions in the Kuroko deposits, Japan: Economic Geology, Vol. 69, p. 947-953.
- OHMOTO, H., and SKINNER, B. J., 1983, The Kuroko and Related Volcanogenic Massive Sulphide Deposits, Economic Geology, Monograph 5, 604 p.

- PALMASON, G., 1967, On heat flow in Iceland in relation to the mid-Atlantic ridge: *Societas Scientiarum Islandica*, Vol. 38, p. 111-127.
- PICHÉ, M., 1991. Synthèse géologique et métallogénique du camp minier de Matagami, Québec, Thèse de doctorat, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec, Canada, 249 p.
- PICHÉ, M., GUHA, J., DAIGNEAULT, R., SULLIVAN, J. R., et BOUCHARD, G., 1990, Les gisements volcanogènes du camp minier de Matagami: Structure, stratigraphie et implications métallogéniques, Dans *La Ceinture polymétallique du Nord-Ouest québécois*, Édité par M. Rive, P. Verpaelst, Y. Gagnon, J.-M. Lulin, G. Riverin, et A. Simard, Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie, Montréal, Volume Spécial 43, p. 325-335.
- PICHÉ, M., GUHA, J., and DAIGNEAULT, R., 1993, Stratigraphic and Structural Aspects of the Volcanic Rocks of the Matagami Mining Camp, Quebec: Implications for the Norita Ore Deposit, *Economic Geology*, 88, p. 1542-1558.
- PERFIT, M. R., et FORNARI, D. J., 1983, Geochemical studies of abyssal lavas recovered by DSRV "Alvin" from eastern Galapagos Rift, Inca Transform, and Ecuador Rift: 2. Phase chemistry and crystallization history: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 88, p. 10530-10550.
- RAMDHOR, P., 1980, *The Ore Minerals and their intergrowths*, 2 ed., Pergamon Press, Vol. 1, 1202 p.
- RIVERIN, G., and HODGSON, C. J., 1980, Wall-rock alteration at the Millenbach Cu-Zn mine, Noranda, Québec, *Economic Geology*, Vol. 75, p. 424-444.

- ROBERTS, R. G., 1966, Geology of the Mattagami Lake Mine, Galinee Township, Quebec, Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 224 p.
- ROBERTS, R. G., 1975, The Geological Setting of the Mattagami Lake Mine, Quebec: A Volcanogenic Massive Sulphide Deposit, *Economic Geology*, 70, p. 115-129.
- ROBERTS, R. G., and REARDON, E. J., 1978, Alteration and Ore-forming Processes at Mattagami Lake Mine, Quebec, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, No. 1, p. 1-21.
- ROSCOE, S. M., 1965, Geochemical and Isotopic Studies, Noranda and Matagami Areas, *Canadian Mining and Metallurgy Bulletin*, 58, p. 965-971.
- SAKRISON, H. C., 1967, Chemical Studies of the Host Rocks of the Lake Dufault Mines, Quebec, Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 138 p.
- SANGSTER, D. F., 1972, Precambrian Volcanogenic Massive Sulphide Deposits in Canada: A review, *Geological Survey of Canada, Paper 72-22*, 44 p.
- SANGSTER, D. F., and SCOTT, S. D., 1976, Precambrian Strata-bound, Massive Cu-Zn-Pb Sulphide Ores of North America, in Wolf, K. H., ed., *Handbook of Stratabound and Stratiform Ore Deposits*, Elsevier, Amsterdam, 6, p. 129-222.

- SAWKINS, F. J., et KOWALIK, J., 1981, The source of ore metals at Buchans: magmatic versus leaching models, in Swanson, E. A., Strong, D. F., et Thurlow, J. G., eds., The Buchans Orebodies: Fifty Years of Geology and Mining: Geological Association of Canada, Special Paper 22, p. 255-267.
- SHARPE, J. I., 1964. Precambrian Geology and Sulphide Deposits of the Matagami Area, Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 202 p.
- SHARPE, J. I., 1965. Field Relations of Matagami Sulphide Masses Bearing on their Disposition in Time and Space, Canadian Mining and Metallurgy Bulletin, 58, p. 951-964.
- SHARPE, J. I., 1968. Geology and Sulfide Deposits of the Matagami Area, Quebec, Department of Natural Resources, Geological Report 137, 122 p.
- SIBSON, R. H., MOORE, J. McM., et RANKIN, A. H., 1975, Seismic pumping - a hydrothermal fluid transport mechanism: Geological Society of London, Journal, V. 131, p. 653-659.
- SIMMONS, B. D., 1973, Geology of the Millenbach Massive Sulfide Deposits, Noranda, Quebec, Canadian Mining Metallurgy Bulletin, 66, No. 739, p. 67-78.
- SINGER, D. A., and DREW, J., 1976, The Area of Influence of an Exploration Hole, Economic Geology, 71, p. 642-647.
- SMITH, C. S., 1964, Some Elementary Principles of Polycrystalline Microstructure, Metallurgical Reviews, 9, p. 1-48.

- SOLOMON, M., 1976, "Volcanic" Massive Sulphide Deposits and their Host Rocks - A Review and Explanation, in Wolf, K. H., ed., Handbook of Strata-bound and Stratiform Ore Deposits, Elsevier, Amsterdam, 2, p. 21-50.
- SPOONER, E. T. C., 1977, Hydrodynamic model for the origin of the ophiolite cupriferous pyrite ore deposits of Cyprus, in Volcanic Processes in Ore Genesis: Geological Society of London, Special Publication 7, p. 58-71.
- SPOONER, E. T. C., et FYFE, W. C., 1973, Sub-seafloor metamorphism, heat and mass transfer: Contributions to Mineralogy and Petrology, Vol. 42, p. 287-304.
- SPRY, A., 1969, Metamorphic Textures: Pergamon Press Ltd., New York, 350 p.
- STANTON, R. L., 1955, The genetic relationship between limestone, volcanic rocks and certain ore deposits: Australian Journal of Science, Vol. 17, p. 173-175.
- STANTON, R. L., 1972, Ore Petrology; McGraw-Hill, New York, 713 p.
- STANTON, R. L., 1985, Stratiform ores and geological processes: Royal Society of New South Wales, Vol. 118, p. 77-100.
- STANTON, R. L., 1990, Magmatic evolution and the ore type-lava type affiliations of volcanic exhalative ores: Australian Institute of Mining and Metallurgy, Monograph 15, p. 101-107.

- TANGUAY, R., 1990, Caractéristiques pétrologiques et géochimiques de la cheminée d'altération du gisement Isle-Dieu, Matagami, Québec, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec, Canada, 118 p.
- TAYLOR, B. E., et SOUTH, 1985, Regional stable isotope systematics of hydrothermal alteration and massive sulfide deposition in the West Shasta District, California. *Economic Geology*, Vol. 80, p. 2149-2163.
- THURLOW, J. G., SWANSON, E. A., and STRONG, D. F., 1975, Geology and Lithogeochemistry of the Buchans Polymetallic Sulfide Deposits, Newfoundland, *Economic Geology*, 70, p. 130-144.
- TIVEY, M. D., and DELANEY, J. R., 1986, Growth of Large Sulfide Structures on the Endeavour Segment of the Juan de Fuca Ridge, *Earth Planetary Science Letters*, 77, p. 303-317.
- TURNEAURE, F. S., 1965, Discussion, in Symposium on Strata-bound Sulfides, *Canadian Mining Bulletin*, 58, p. 987-988.
- URABE, T. et SATO, T., 1978, Kuroko deposits of the Losaka mine, Northeast Honshu, Japan - Products of submarine hot springs on Miocene sea floor: *Economic Geology*, Vol. 73, p. 161-179.
- URABE, T., et SCOTT, S. D., S. D., 1983, Geology and footwall alteration of the South Bay massive sulfide deposits, northwestern Ontario. *Canadian Journal of Earth Science*, Vol. 20, p. 1862-1879.
- VOKES, F. M., 1969, A review of Metamorphism of Sulphide Deposits; *Earth Sciences Review*, 5, p. 99-143.

- WANG, S., 1973, Sphalerite Pole Figure Analysis and Metamorphic Textures, Matagami, Lake Mine, Quebec, Canada, Ph. D. Thesis, Columbia University, Canada, 174 p.
- WATSON, K. D., 1959, Origin of Banded Structure in some Massive Sulphide Deposits: Canadian Mining and Metallurgy Bulletin, 62, p. 351-354.
- WIGGINS, L. B., et CRAIG, J. R., 1980, Reconnaissance of the Cu-Fe-Zn-S System: Sphalerite Phase Relationships, Economic Geology, 75, p. 742-752.
- WOLERY, T. J., et SLEEP, N. H., 1976, Hydrothermal circulation and geochemical flux at mid-ocean ridges: Journal of Geology, Vol. 84, p. 249-275.
- YAWNGHWE, H., 1973, A Study for Deep Exploration at Matagami Lake Mines, Matagami, Quebec, Rapport interne, Groupe Noranda, 13 p.

ANNEXE I

ANALYSES DES MÉTAUX POUR LES DÉPÔTS DU GISEMENT D'ISLE-DIEU

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1001N	1010N	4,09	1,52	27,09
1010N	1019N	5,47	0,63	10,33
1019N	1022N	22,21	5,86	20,88
1022N	1025N	14,03	0,33	2,30
1025N	1030N	1,78	0,13	6,81
1030N	1114N	NE	NE	NE
1114N	1115N	3,06	1,47	32,45
1115N	1117N	NE	NE	NE
1117N	1119N	4,19	0,13	3,01
1119N	1123N	NE	NE	NE
1123N	1125N	2,45	0,05	2,00
1125N	1128N	2,25	0,02	0,88
1128N	1129N	NE	NE	NE
1129N	1132N	2,30	0,01	0,43
1132N	1136N	1,30	0,01	0,76
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 11</p> <p>Longitude de la traverse: 816 E (point de soutirage 4-2, forage ID-401)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
996N	1004N	3,08	0,24	7,23
1004N	1009N	3,45	0,61	15,02
1009N	1015N	3,25	0,65	16,67
1015N	1017N	13,28	1,79	11,88
1017N	1022N	4,86	7,39	60,33
1022N	1029N	0,53	2,79	84,04
1029N	1035N	0,15	1,09	87,90
1035N	1130N	NE	NE	NE
1130N	1139N	4,41	0,42	8,70
1139N	1145N	3,39	0,10	2,87
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 9</p> <p>Longitude de la traverse: 860 E (point de soutirage 4-2, forage ID-403)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
997N	1006N	4,36	0,51	10,47
1006N	1016N	2,34	0,44	15,83
1016N	1026N	5,44	1,05	16,18
1026N	1037N	0,82	1,17	58,79
1037N	1047N	0,28	0,75	72,82
1047N	1057N	0,04	0,22	84,62
1057N	1072N	1,08	0,27	20,00
1072N	1082N	0,12	0,26	68,42
1082N	1092N	0,06	0,51	89,47
1092N	1102N	0,68	0,34	33,33
1102N	1112N	2,01	0,19	8,64
1112N	1125N	6,99	1,72	19,75
1125N	1138N	8,72	1,56	15,18
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 13</p> <p>Longitude de la traverse: 900 E (point de soutirage 4-4, mur ouest)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p>				

Tableau des teneurs en zinc et cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1001N	1012N	6,36	3,11	32,84
1012N	1022N	9,67	1,10	10,21
1022N	1032N	10,96	0,54	4,70
1032N	1042N	3,89	1,27	24,61
1042N	1052N	2,05	1,02	33,22
1052N	1062N	1,51	1,53	50,33
1062N	1072N	3,93	0,39	9,03
1072N	1082N	7,32	1,02	12,23
1082N	1092N	11,84	0,64	5,13
1092N	1102N	6,04	0,14	2,27
1102N	1112N	1,87	0,81	30,22
1112N	1122N	15,57	0,41	2,57
1122N	1132N	3,91	4,52	53,62
1132N	1142N	4,35	4,79	52,41
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 14</p> <p>Longitude de la traverse: 915E (point de soutirage 4-4, mur est)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1012N	1022N	7,03	2,81	28,56
1022N	1032N	2,55	3,77	59,65
1032N	1042N	3,53	4,36	55,26
1042N	1052N	4,35	0,48	9,94
1052N	1065N	2,34	0,49	17,31
1065N	1097N	NE	NE	NE
1097N	1109N	14,76	5,07	25,57
1109N	1124N	8,47	0,24	2,76
1124N	1132N	2,36	1,30	35,52
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 8 Longitude de la traverse: 945 E (point de soutirage 4-5, mur ouest) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1006N	1019N	13,87	2,81	16,85
1019N	1031N	7,89	3,27	29,30
1031N	1038N	7,33	2,00	21,44
1038N	1041N	0,29	0,03	9,38
1041N	1043N	3,25	1,56	32,43
1043N	1053N	0,92	0,08	8,00
1053N	1059N	4,62	0,57	10,98
1059N	1064N	NE	NE	NE
1064N	1074N	5,38	0,07	1,28
1074N	1084N	1,22	0,11	8,27
1084N	1091N	3,34	0,28	7,73
1091N	1099N	1,49	1,64	52,40
1099N	1108N	8,78	1,92	17,94
1108N	1123N	0,46	1,10	70,51
1123N	1131N	0,49	0,75	60,48
1131N	1132N	NE	NE	NE
1132N	1135N	0,38	4,52	92,24
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 15</p> <p>Longitude de la traverse: 960 E (point de soutirage 4-5, mur est)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1007N	1027N	0,57	0,34	37,36
1027N	1029N	NE	NE	NE
1029N	1036N	6,80	1,09	13,81
1036N	1043N	2,55	0,38	12,97
1043N	1061N	4,00	0,93	18,86
1061N	1071N	1,83	0,15	7,58
1071N	1081N	4,00	0,24	5,66
1081N	1093N	1,68	0,23	12,04
1093N	1105N	1,51	0,22	12,72
1105N	1115N	1,17	0,55	31,98
1115N	1125N	0,37	0,25	40,32
1125N	1135N	0,20	0,94	92,46
1135N	1144N	2,65	1,90	41,76
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 12</p> <p>Longitude de la traverse: 988 E (point de soutirage 4-6, mur ouest)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1011N	1026N	0,56	0,17	23,29
1026N	1032N	NE	NE	NE
1032N	1043N	2,81	0,23	7,57
1043N	1053N	3,79	0,28	6,88
1053N	1065N	9,71	0,51	4,99
1065N	1073N	3,98	0,17	4,10
1073N	1083N	4,45	0,56	11,18
1083N	1093N	5,33	0,16	2,91
1093N	1103N	1,62	0,47	22,49
1103N	1113N	2,92	0,12	3,95
1113N	1123N	0,25	0,43	63,24
1123N	1133N	0,12	1,26	91,30
1133N	1142N	0,11	1,40	92,72
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 12</p> <p>Longitude de la traverse: 1005 E (point de soutirage 4-6, mur est)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1055N	1065N	2,90	0,12	3,97
1065N	1075N	2,51	1,33	34,64
1075N	1085N	5,21	0,69	11,69
1085N	1095N	10,15	0,23	2,22
1095N	1105N	12,58	0,09	0,71
1105N	1115N	6,31	0,59	8,55
1115N	1125N	1,41	1,15	44,92
1125N	1135N	1,25	0,26	17,22
1135N	1145N	11,00	0,97	8,10
1145N	1155N	11,92	1,02	7,88
1155N	1165N	20,02	0,07	0,35
1165N	1172N	13,55	0,09	0,66
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 12 Longitude de la traverse: 1033 E (point de soutirage 4-7, mur ouest) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1066N	1076N	3,33	0,47	12,37
1076N	1086N	8,17	2,02	19,82
1086N	1096N	1,97	0,17	7,94
1096N	1106N	5,62	0,08	1,40
1106N	1115N	6,35	0,26	3,93
1115N	1125N	0,73	0,21	22,34
1125N	1135N	0,73	0,62	45,93
1135N	1144N	5,98	0,44	6,85
1144N	1154N	10,80	0,54	4,76
1154N	1164N	15,65	0,18	1,14
1164N	1174N	14,00	0,15	1,06
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 11 Longitude de la traverse: 1050 E (point de soutirage 4-7, mur est) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
953N	962N	1,74	0,06	3,33
962N	972N	2,58	0,92	26,29
972N	982N	2,34	0,08	3,31
982N	992N	0,28	0,03	9,68
992N	1002N	0,49	0,02	3,92
1002N	1012N	1,34	0,01	0,74
1012N	1022N	0,84	0,03	3,45
1022N	1032N	0,58	0,01	1,69
1032N	1042N	0,73	0,03	3,95
1042N	1052N	6,14	0,06	0,97
1052N	1062N	15,61	1,49	8,71
1062N	1067N	7,35	0,09	1,21
1067N	1077N	NE	NE	NE
1077N	1087N	9,65	4,79	33,17
1087N	1092N	3,97	3,54	47,14
1092N	1097N	4,18	0,57	12,00
1097N	1105N	3,29	0,11	3,24
1105N	1112N	0,66	0,06	8,33
1112N	1122N	1,41	0,27	16,07
1122N	1132N	0,42	0,05	10,64
1132N	1142N	1,49	0,06	3,87
1142N	1152N	1,13	0,20	15,04
1152N	1162N	1,78	0,06	3,26
1162N	1172N	6,65	0,13	1,92
1172N	1179N	4,32	0,05	1,14
1179N	1187N	2,07	0,04	1,90
Nombre d'échantillons de la traverse: 25 Longitude de la traverse: 1080 E (point de soutirage 4-8, mur ouest) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1065N	1069N	11,75	0,28	2,33
1069N	1077N	NE	NE	NE
1077N	1079N	5,68	0,24	4,05
1079N	1083N	9,42	0,16	1,67
1083N	1087N	16,18	2,64	14,03
1087N	1095N	16,41	4,34	20,92
1095N	1097N	33,22	0,72	2,12
1097N	1102N	6,33	0,13	2,01
1102N	1105N	11,24	0,18	1,58
1105N	1108N	1,54	0,08	4,94
1108N	1109N	7,04	0,05	0,71
1109N	1115N	4,11	0,09	2,14
1115N	1119N	2,69	0,14	4,95
1119N	1125N	2,30	0,07	2,95
1125N	1133N	1,99	0,13	6,13
1133N	1135N	1,80	0,24	11,76
1135N	1140N	2,02	0,12	5,61
1140N	1142N	2,04	0,15	6,85
1142N	1150N	3,50	0,20	5,41
1150N	1152N	16,49	0,39	2,31
1152N	1157N	29,35	0,22	0,74
1157N	1162N	2,18	0,13	5,63
1162N	1164N	9,00	0,15	1,64
1164N	1171N	13,44	0,20	1,47
1171N	1181N	1,29	0,32	19,88
1181N	1190N	2,63	0,02	0,75
1190N	1200N	0,20	0,00	0,00
1200N	1202N	2,52	0,32	11,27
1202N	1206N	0,14	0,01	6,67
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 28 Longitude de la traverse: 1085 E (point de soutirage 4-8, forage ID-318) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1027N	1037N	0,45	1,02	69,39
1037N	1047N	0,69	0,92	57,14
1047N	1053N	NE	NE	NE
1053N	1060N	5,90	1,67	22,06
1060N	1070N	3,65	0,70	16,09
1070N	1075N	NE	NE	NE
1075N	1083N	5,52	2,24	28,87
1083N	1093N	22,74	3,55	13,50
1093N	1099N	14,25	0,88	5,82
1099N	1110N	1,31	0,11	7,75
1110N	1115N	0,69	0,12	14,81
1115N	1121N	1,17	0,05	4,41
1121N	1127N	0,13	0,00	2,99
1127N	1133N	2,96	0,30	9,20
1133N	1143N	1,63	0,09	5,23
1143N	1151N	0,36	0,03	7,69
1151N	1155N	5,74	0,06	1,03
1155N	1162N	3,87	0,06	1,53
1162N	1170N	2,62	0,04	1,50
1170N	1180N	15,86	0,53	3,23
1180N	1184N	2,42	0,04	1,63
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 19 Longitude de la traverse: 1095 E (point de soutirage 4-8, mur est) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1064N	1075N	2,50	1,02	28,98
1075N	1096N	2,11	0,06	2,76
1096N	1106N	9,35	0,83	8,15
1106N	1116N	6,35	0,59	8,50
1116N	1124N	3,77	0,08	2,08
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 5 Longitude de la traverse: 1125 E (point de soutirage 4-9, mur ouest) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1066N	1081N	2,36	1,75	42,58
1081N	1097N	0,83	0,06	6,74
1097N	1104N	8,42	0,56	6,24
1104N	1114N	1,92	2,44	55,96
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 4</p> <p>Longitude de la traverse: 1140 E (point de soutirage 4-9, mur est)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1023N	1027N	3,10	0,08	2,52
1027N	1046N	NE	NE	NE
1046N	1054N	0,61	0,34	35,79
1054N	1059N	NE	NE	NE
1059N	1065N	5,60	2,70	32,53
1065N	1073N	0,22	0,22	50,00
1073N	1080N	0,42	0,19	31,15
1080N	1086N	0,36	0,48	57,14
1086N	1089N	5,04	0,44	7,75
1089N	1091N	0,85	0,27	24,11
1091N	1093N	2,20	0,09	3,93
1093N	1104N	2,83	0,11	3,74
1104N	1106N	6,56	0,18	2,67
1106N	1108N	9,20	0,98	9,63
1108N	1111N	5,20	1,67	24,31
1111N	1113N	5,24	1,98	27,42
1113N	1117N	8,11	0,47	5,48
1117N	1119N	14,58	0,62	4,08
1119N	1122N	12,45	0,52	4,01
1122N	1124N	10,45	0,22	2,06
1124N	1126N	2,49	0,06	2,35
1126N	1128N	5,09	0,10	1,93
1128N	1134N	8,74	0,06	0,68
1134N	1140N	10,29	0,14	1,34
1140N	1149N	3,38	0,36	9,63
1149N	1156N	1,71	0,86	33,46
1156N	1161N	1,78	0,04	2,20
1161N	1164N	9,60	0,31	3,13
1164N	1168N	8,67	2,31	21,04
1168N	1175N	1,69	0,04	2,31
1175N	1177N	2,84	0,14	4,70
1177N	1181N	0,89	0,16	15,24
1181N	1184N	0,23	0,77	77,00
1184N	1193N	0,62	0,50	44,64
1193N	1200N	1,73	0,59	25,43
1200N	1202N	7,84	0,83	9,57
1202N	1206N	0,92	0,53	36,55
1206N	1209N	9,54	1,25	11,58
1209N	1215N	8,41	0,25	2,89
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 37</p> <p>Longitude de la traverse: 1180 E (point de soutirage 4-10, forage ID-320)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1110N	1125N	3,41	0,75	18,03
1125N	1140N	0,90	0,98	52,13
1140N	1152N	2,27	1,21	34,77
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 3 Longitude de la traverse: 1215 E (point de soutirage 4-11, mur ouest) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1114N	1128N	2,59	0,27	9,44
1128N	1143N	0,29	0,41	58,57
1143N	1153N	1,95	0,37	15,95
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 3 Longitude de la traverse: 1230 E (point de soutirage 4-11, mur est) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1007N	1011N	1,24	0,04	3,13
1011N	1012N	16,13	0,28	1,71
1012N	1014N	5,90	0,55	8,53
1014N	1018N	0,15	4,69	96,90
1018N	1025N	0,50	11,77	95,93
1025N	1029N	0,12	1,91	94,09
1029N	1038N	0,05	0,64	92,75
1038N	1045N	0,05	0,20	80,00
1045N	1049N	0,06	0,94	94,00
1049N	1053N	0,11	0,28	71,79
1053N	1059N	0,08	0,62	88,57
1059N	1065N	0,53	1,45	73,23
1065N	1067N	4,03	0,99	19,72
1067N	1070N	7,04	0,10	1,40
1070N	1073N	0,47	0,43	47,78
1073N	1080N	2,10	0,31	12,86
1080N	1084N	2,04	0,98	32,45
1084N	1093N	0,92	0,47	33,81
1093N	1097N	3,95	0,33	7,71
1097N	1101N	0,87	1,48	62,98
1101N	1103N	2,32	0,51	18,02
1103N	1106N	5,72	1,05	15,51
1106N	1109N	2,74	0,28	9,27
1109N	1112N	9,36	0,59	5,93
1112N	1122N	2,28	0,35	13,31
1122N	1126N	2,57	0,90	25,94
1126N	1135N	0,38	0,30	44,12
1135N	1141N	2,35	0,46	16,37
1141N	1145N	1,57	0,97	38,19
1145N	1148N	0,17	1,49	89,76
1148N	1153N	0,06	0,75	92,59
1153N	1162N	0,05	0,17	77,27
1162N	1172N	0,04	0,02	33,33
1172N	1179N	0,08	0,08	50,00
1179N	1188N	0,07	0,20	74,07
1188N	1197N	0,22	0,55	71,43
1197N	1199N	0,34	0,62	64,58
1199N	1202N	0,31	0,56	64,37
1202N	1204N	0,93	1,63	63,67
1204N	1211N	2,67	0,55	17,08
1211N	1217N	0,68	0,13	16,05
1217N	1219N	3,13	0,53	14,48
1219N	1226N	1,60	0,22	12,09
1226N	1234N	0,13	0,01	7,14
1234N	1241N	2,39	0,02	0,83
Nombre d'échantillons de la traverse: 45				
Longitude de la traverse: 1263 E (point de soutirage 4-12, forage ID-323)				
Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)				
N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
950N	954N	3,61	0,04	1,10
954N	964N	7,85	0,90	10,29
964N	973N	19,42	0,85	4,19
973N	978N	1,05	0,37	26,06
978N	1006N	NE	NE	NE
1006N	1016N	0,67	0,04	5,63
1016N	1026N	1,83	3,39	64,94
1026N	1036N	0,07	1,19	94,44
1036N	1046N	0,06	1,15	95,04
1046N	1049N	NE	NE	NE
1049N	1054N	0,14	1,72	92,47
1054N	1064N	0,20	2,67	93,03
1064N	1073N	0,78	0,78	50,00
1073N	1082N	3,51	0,61	14,81
1082N	1090N	4,61	0,49	9,61
1090N	1105N	4,60	0,50	9,80
1105N	1117N	12,79	0,74	5,47
1117N	1130N	12,30	0,87	6,61
1130N	1143N	9,42	0,32	3,29
1143N	1152N	0,13	0,49	79,03
1152N	1161N	0,14	0,51	78,46
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 19</p> <p>Longitude de la traverse: 1305 E (point de soutirage 4-13, mur ouest)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
950N	955N	0,27	0,02	6,90
955N	963N	4,91	0,20	3,91
963N	968N	16,40	1,33	7,50
968N	976N	0,29	0,77	72,64
976N	977N	22,00	0,15	0,68
977N	984N	2,82	0,40	12,42
984N	1018N	NE	NE	NE
1018N	1028N	1,82	1,86	50,54
1028N	1038N	0,14	1,46	91,25
1038N	1048N	0,06	0,99	94,29
1048N	1057N	0,16	1,46	90,12
1057N	1062N	1,13	4,62	80,35
1062N	1069N	0,56	4,16	88,14
1069N	1074N	0,59	1,73	74,57
1074N	1078N	2,88	1,63	36,14
1078N	1086N	3,70	0,90	19,57
1086N	1095N	2,25	0,69	23,47
1095N	1105N	0,33	0,46	58,23
1105N	1108N	3,09	0,51	14,17
1108N	1117N	3,44	0,42	10,88
1117N	1119N	NE	NE	NE
1119N	1129N	0,52	0,41	44,09
1129N	1138N	0,36	0,57	61,29
1138N	1145N	7,14	0,44	5,80
1145N	1155N	2,76	0,20	6,76
1155N	1165N	0,61	0,64	51,20
1165N	1241N	NE	NE	NE
1241N	1246N	0,67	2,10	75,81
1246N	1248N	0,05	0,04	44,44
1248N	1256N	4,31	0,13	2,93
1256N	1263N	2,59	0,56	17,78
1263N	1266N	0,30	0,53	63,86
1266N	1270N	2,04	0,55	21,24
1270N	1279N	3,04	0,17	5,30
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 31 Longitude de la traverse: 1309 E (point de soutirage 4-13, forage ID-309) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
950N	958N	2,26	2,05	47,56
958N	963N	13,42	0,55	3,94
963N	973N	11,54	0,90	7,23
973N	978N	10,46	0,26	2,43
978N	1003N	NE	NE	NE
1003N	1013N	1,07	0,03	2,73
1013N	1023N	4,03	0,58	12,58
1023N	1033N	1,51	1,39	47,93
1033N	1043N	2,92	1,46	33,33
1043N	1053N	0,11	1,24	91,85
1053N	1063N	0,72	1,22	62,89
1063N	1073N	0,15	1,34	89,93
1073N	1083N	5,81	0,88	13,15
1083N	1088N	6,16	2,24	26,67
1088N	1096N	7,89	0,47	5,62
1096N	1106N	8,34	0,17	2,00
1106N	1107N	1,07	0,14	11,57
1107N	1113N	4,39	0,07	1,57
1113N	1120N	7,42	0,27	3,51
1120N	1135N	13,22	2,19	14,21
1135N	1145N	16,89	0,14	2,37
1145N	1155N	1,55	0,33	17,55
1155N	1165N	0,76	0,39	33,91
1165N	1175N	0,08	0,06	42,86
Nombre d'échantillons de la traverse: 23 Longitude de la traverse: 1320 E (point de soutirage 4-13, mur est) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
954N	961N	8,29	0,19	2,24
961N	971N	9,68	1,22	11,19
971N	978N	7,25	0,93	11,37
978N	985N	3,92	1,70	30,25
985N	991N	0,36	1,35	78,95
991N	999N	0,15	1,00	86,96
999N	1021N	NE	NE	NE
1021N	1029N	0,06	0,56	90,32
1029N	1038N	0,31	0,34	52,31
1038N	1046N	0,14	0,90	86,54
1046N	1052N	4,35	0,99	18,54
1052N	1061N	0,25	0,93	78,81
1061N	1075N	NE	NE	NE
1075N	1083N	0,08	1,83	95,81
1083N	1091N	0,11	1,93	94,61
1091N	1099N	0,14	2,16	93,91
1099N	1104N	0,24	2,42	90,98
1104N	1110N	0,48	6,17	92,78
1110N	1120N	0,77	1,92	71,38
1120N	1123N	8,29	0,83	9,10
1123N	1132N	3,25	1,01	23,71
1132N	1140N	3,29	0,77	18,97
1140N	1148N	3,29	0,77	18,97
1148N	1158N	0,59	0,21	26,25
1158N	1163N	2,47	0,16	6,08
1163N	1173N	0,37	0,09	19,57
1173N	1176N	3,18	0,12	3,64
1176N	1182N	0,43	0,33	43,42
1182N	1188N	0,10	0,47	82,46
1188N	1193N	0,28	2,56	90,14
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 28 Longitude de la traverse: 1350 E (point de soutirage 4-14, forage ID-314) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
950N	959N	0,58	0,07	10,77
959N	969N	12,03	0,26	2,12
969N	973N	11,95	0,22	1,81
973N	980N	0,11	0,21	65,63
980N	990N	0,75	0,09	10,71
990N	997N	0,27	2,34	89,66
997N	1004N	0,48	0,93	65,96
1004N	1015N	0,46	0,42	47,73
1015N	1028N	1,82	0,41	18,39
1028N	1032N	2,22	7,65	77,51
1032N	1042N	2,32	3,73	61,65
1042N	1048N	0,62	0,82	56,94
1048N	1058N	0,22	0,65	74,71
1058N	1068N	1,87	1,40	42,81
1068N	1078N	0,09	0,26	74,29
1078N	1088N	0,20	1,35	87,10
1088N	1098N	0,23	0,99	81,15
1098N	1108N	0,12	0,71	85,54
1108N	1118N	0,11	0,23	67,65
1118N	1128N	0,30	0,58	65,91
1128N	1133N	1,03	0,35	25,36
1133N	1140N	8,20	0,35	4,09
1140N	1150N	8,23	0,36	4,19
1150N	1159N	7,05	0,51	6,75
1159N	1165N	0,26	1,74	87,00
1165N	1175N	0,27	2,42	89,96
1175N	1186N	0,16	1,09	87,20
1186N	1193N	0,09	0,76	89,41
1193N	1203N	0,24	4,08	94,44
1203N	1209N	0,24	1,79	88,18
1209N	1214N	0,12	0,02	14,29
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 31</p> <p>Longitude de la traverse: 1395 E (point de soutirage 4-15, mur ouest)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
950N	962N	0,34	0,05	12,82
962N	963N	0,14	0,05	26,32
963N	969N	3,47	0,28	7,47
969N	973N	7,93	0,29	3,53
973N	977N	13,20	0,43	3,15
977N	978N	0,28	0,02	6,67
978N	988N	1,98	0,37	15,74
988N	994N	6,21	1,36	17,97
994N	1002N	0,24	1,20	83,33
1002N	1011N	0,81	0,81	50,00
1011N	1016N	0,40	0,36	47,37
1016N	1018N	1,00	1,50	60,00
1018N	1028N	3,66	0,29	7,34
1028N	1039N	2,06	0,44	17,60
1039N	1048N	0,46	0,86	65,15
1048N	1058N	1,12	0,66	37,08
1058N	1067N	1,88	0,93	33,10
1067N	1073N	7,68	1,32	14,67
1073N	1083N	0,73	0,33	31,13
1083N	1093N	0,27	1,19	81,51
1093N	1103N	0,17	1,07	86,29
1103N	1109N	0,90	0,47	34,31
1109N	1117N	4,00	0,15	3,61
1117N	1128N	0,60	0,53	46,90
1128N	1138N	1,46	0,69	32,09
1138N	1143N	9,91	1,48	12,99
1143N	1149N	7,46	1,07	12,54
1149N	1160N	5,17	0,53	9,30
1160N	1170N	5,86	1,44	19,73
1170N	1172N	0,65	3,28	83,46
1172N	1182N	0,49	1,83	78,88
1182N	1192N	0,21	1,04	83,20
1192N	1194N	0,15	2,28	93,83
1194N	1204N	0,28	4,16	93,69
1204N	1207N	2,59	1,06	29,04
1207N	1211N	0,13	0,48	78,69
1211N	1221N	0,05	0,11	68,75
1221N	1231N	0,08	0,03	27,27
1231N	1236N	0,15	0,02	11,76

Nombre d'échantillons de la traverse: 39
 Longitude de la traverse: 1430 E (point de soutirage 4-15, forage ID-307)
 Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)
 N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine
 NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
955N	960N	0,34	0,12	26,09
960N	970N	2,36	0,13	5,22
970N	980N	0,96	0,13	11,93
980N	990N	11,93	0,18	1,49
990N	1000N	2,32	0,23	9,02
1000N	1007N	1,02	0,21	17,07
1007N	1012N	0,14	0,54	79,41
1012N	1128N	NE	NE	NE
1128N	1138N	0,10	0,26	72,22
1138N	1148N	4,69	2,49	34,68
1148N	1158N	6,40	0,24	3,61
1158N	1168N	5,09	0,72	12,39
1168N	1178N	0,51	1,26	71,19
1178N	1188N	0,10	0,65	86,67
1188N	1198N	0,09	0,99	91,67
1198N	1208N	0,09	2,17	96,02
1208N	1214N	0,08	1,17	93,60
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 16</p> <p>Longitude de la traverse: 1410 E (point de soutirage 4-15, mur est)</p> <p>Élévation moyenne: 8210 (niveau 4)</p> <p>N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine</p> <p>NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio $[Cu/(Zn+Cu)]100$ recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
963N	970N	4,91	0,43	8,05
970N	971N	NE	NE	NE
971N	974N	0,66	0,02	21,43
974N	976N	0,69	0,02	29,00
976N	981N	1,48	0,05	3,27
981N	985N	NE	NE	NE
985N	988N	1,04	0,04	3,70
988N	990N	4,50	0,04	0,88
990N	992N	5,01	0,05	0,99
992N	993N	7,36	0,05	0,67
993N	999N	6,51	0,55	7,79
999N	1009N	1,13	0,68	37,57
1009N	1013N	0,21	0,74	77,89
1013N	1019N	0,33	5,06	93,88
1019N	1029N	0,40	0,87	68,50
1029N	1032N	NE	NE	NE
1032N	1037N	0,98	0,21	17,65
1037N	1047N	NE	NE	NE
1047N	1054N	0,62	0,35	36,08
1054N	1063N	0,70	0,71	50,35
1063N	1068N	2,86	0,27	8,63
1068N	1071N	5,90	0,16	2,64
1071N	1119N	NE	NE	NE
Nombre d'échantillons de la traverse: 18 Longitude de la traverse: 1437 E (forage ID-399) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1119N	1124N	0,74	0,02	2,63
1124N	1134N	6,73	0,12	1,75
1134N	1137N	0,44	0,57	56,44
1137N	1141N	0,66	0,51	43,59
1141N	1144N	0,41	0,31	43,06
1144N	1151N	1,48	0,33	18,23
1151N	1156N	1,19	0,18	13,14
1156N	1165N	1,45	0,16	9,94
1165N	1171N	2,88	0,32	10,00
1171N	1172N	1,30	0,21	13,91
1172N	1177N	7,30	0,18	2,41
1177N	1187N	1,29	0,27	17,31
1187N	1191N	0,50	0,11	18,03
1191N	1196N	3,98	0,20	4,78
1196N	1197N	5,68	0,07	1,22
1197N	1199N	1,20	0,03	2,44
1199N	1202N	1,69	0,05	2,87
1202N	1206N	1,48	0,33	18,23
1206N	1209N	2,17	0,64	2,81
1209N	1213N	0,42	0,38	47,50
1213N	1217N	0,91	3,72	80,35
1217N	1223N	0,51	5,70	91,79
1223N	1228N	0,89	7,82	89,78
1228N	1233N	0,30	5,18	94,53
1233N	1235N	0,55	6,13	91,77
1235N	1238N	NE	NE	NE
1238N	1241N	0,05	0,24	82,76
1241N	1246N	0,22	0,31	58,49
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 27 Longitude de la traverse: 1437 E (forage ID-399, suite) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Latitude des échantillons		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
1137N	1140N	1,72	0,02	1,26
1140N	1147N	NE	NE	NE
1147N	1152N	3,85	0,00	0,10
1152N	1163N	1,58	0,01	0,75
1163N	1169N	NE	NE	NE
1169N	1182N	1,52	0,02	1,17
1182N	1189N	3,50	0,05	1,41
1189N	1199N	0,34	0,28	44,81
1199N	1206N	0,49	0,59	54,61
1206N	1216N	NE	NE	NE
1216N	1222N	4,95	0,17	3,23
1222N	1231N	2,36	0,07	2,72
1231N	1235N	0,78	0,10	11,54
1235N	1246N	1,47	0,06	3,67
1246N	1253N	3,63	0,31	7,91
1253N	1257N	3,22	0,14	4,28
1257N	1269N	4,65	0,36	7,15
<p>Nombre d'échantillons de la traverse: 14 Longitude de la traverse: 1500 E (forage ID-424) Élévation moyenne: 8210 (niveau 4) N. B. La latitude et la longitude correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : Non-échantillonné (absence de sulfures)</p>				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 recueillis perpendiculairement aux zones de cheminées sous le dépôt no 1 du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	1,68	34,63	4,89	16,59
1,68	3,20	44,74	2,18	4,65
3,20	4,72	40,94	4,93	10,75
4,72	6,25	40,24	2,18	5,14
6,25	7,77	36,23	3,89	9,70
7,77	9,30	31,83	4,24	11,75
9,30	11,28	27,02	10,01	27,03
11,28	12,34	24,72	6,04	19,64
12,34	13,87	31,03	3,95	11,29
13,87	15,39	30,83	3,22	9,46
15,39	16,76	26,42	0,29	1,09
16,76	18,44	7,26	0,33	4,35
18,44	19,66	16,08	0,27	1,65
19,66	21,49	21,41	0,40	1,83
21,49	23,47	14,26	1,65	10,37
23,47	25,14	9,70	0,49	4,81
No. trou de forage: ID-153 Nombre d'échantillons: 16 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8362 Élev., 1176N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8318 Élev., 1247N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100
pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	0,46	7,38	0,31	4,03
0,46	1,07	20,12	0,41	2,00
1,07	2,90	19,36	1,08	5,28
2,90	4,27	12,06	1,33	9,93
4,27	5,79	28,33	0,36	1,25
5,79	7,31	14,94	0,55	3,55
7,31	8,99	15,86	0,82	4,92
8,99	10,36	14,13	0,95	6,30
10,36	12,04	17,25	0,83	4,59
12,04	13,56	7,71	1,16	13,08
13,56	15,09	30,85	0,22	0,71
15,09	16,61	34,80	0,36	1,02
16,61	18,31	41,92	0,71	1,67
18,31	19,66	14,81	2,25	13,19
19,66	21,18	24,62	0,76	2,99
21,18	24,23	19,10	2,00	9,48
24,23	27,28	37,37	0,60	1,58
27,28	30,33	31,54	0,83	2,56
30,33	32,00	38,36	0,58	1,49
32,00	34,74	29,86	2,28	7,09
34,74	37,64	1,71	0,36	17,39
37,64	40,38	5,74	0,62	9,75
40,38	43,28	0,30	0,11	26,83
43,28	46,33	0,97	0,04	3,96
46,33	49,38	0,57	0,16	21,92
No. trou de forage: ID-155				
Nombre d'échantillons: 25				
Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8369 Élev., 1111N)				
Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8256 Élev., 1227N)				
N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100
pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	3,05	29,84	1,25	4,02
3,05	6,10	29,69	1,06	3,45
6,10	9,14	21,32	0,71	3,22
9,14	12,19	19,92	0,52	2,54
12,19	15,24	23,33	0,73	3,03
15,24	18,29	21,04	3,35	13,74
18,29	21,33	24,96	1,68	5,31
21,33	24,38	11,69	1,82	13,47
24,38	27,43	12,06	2,65	18,01
27,43	30,48	12,35	2,00	13,94
30,48	32,61	19,70	0,55	2,72
32,61	35,66	11,40	0,55	4,60
35,66	36,88	10,98	0,46	4,02
36,88	39,93	1,10	0,20	15,38
39,93	42,97	1,07	0,21	16,41
42,97	46,02	0,18	0,64	78,05
46,02	49,07	0,13	0,55	80,88
49,07	52,12	0,07	0,12	63,16
52,12	54,56	0,47	0,44	48,35
No. trou de forage: ID-157 Nombre d'échantillons: 19 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8351 Élev., 1083N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8199 Élev., 1178N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	1,22	7,93	0,38	4,57
1,22	4,27	25,71	1,84	6,68
4,27	7,31	37,26	0,52	1,38
7,31	10,36	19,06	0,34	1,75
10,36	13,41	19,34	0,30	1,53
13,41	16,15	13,99	0,20	1,41
16,15	17,98	10,08	0,02	0,20
17,98	21,03	15,44	0,08	0,52
21,03	23,16	10,03	0,22	2,15
23,16	25,60	1,48	0,37	20,00
25,60	28,65	1,12	0,26	18,84
28,65	31,70	1,67	0,40	19,32
31,70	34,14	1,19	0,53	30,81
34,14	35,96	9,68	0,95	8,94
35,96	38,40	0,82	0,48	36,92
38,40	41,45	0,42	2,07	83,13
41,45	44,19	0,11	1,80	94,24
44,19	46,94	0,13	2,00	93,90
46,94	50,59	0,10	0,14	58,33
No. trou de forage: ID-159 Nombre d'échantillons: 19 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8329 Élév., 1049N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8174 Élév., 1110N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	1,98	33,92	0,10	0,29
1,98	3,51	32,62	0,08	0,24
3,51	5,03	18,40	0,11	0,59
5,03	6,71	30,33	0,41	1,33
6,71	7,92	9,09	0,56	5,80
7,92	9,75	9,62	0,08	0,82
9,75	12,65	3,24	0,25	7,16
12,65	14,32	3,06	1,51	33,04
14,32	15,85	1,59	1,59	50,00
15,85	18,90	8,78	1,79	16,93
18,90	21,94	11,98	0,68	5,37
21,94	24,99	2,38	1,93	44,78
24,99	25,91	0,51	4,18	89,13
25,91	28,04	1,39	4,47	76,28
28,04	31,09	0,34	1,06	75,71
31,09	33,98	1,94	0,52	21,14
33,98	36,27	0,24	0,08	25,00
36,27	38,71	0,26	0,01	37,04
38,71	41,76	1,03	0,20	16,26
41,76	43,28	0,23	0,69	75,00
No. trou de forage: ID-163 Nombre d'échantillons: 20 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8305 Élev., 1016N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8164 Élev., 1026N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100
pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	1,52	3,18	0,12	3,64
1,52	3,05	17,62	0,64	3,50
3,05	6,10	7,25	0,67	8,46
6,10	9,14	11,24	1,32	10,51
9,14	12,19	17,42	0,57	3,17
12,19	15,24	1,82	0,51	21,89
15,24	18,29	4,29	0,48	10,06
18,29	20,42	2,31	0,95	29,14
20,42	21,33	4,21	0,68	13,91
21,33	24,38	3,02	1,37	31,21
24,38	27,43	1,71	1,18	40,83
27,43	29,87	0,14	0,37	72,55
No. trou de forage: ID-165 Nombre d'échantillons: 12 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8251 Élev., 968N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8154 Élev., 953N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	3,51	0,25	0,06	19,35
3,51	6,55	0,61	0,10	14,08
6,55	9,30	10,00	0,29	2,82
9,30	11,43	0,56	0,13	18,84
11,43	14,48	0,17	0,01	5,56
14,48	17,53	0,23	0,02	8,00
No. trou de forage: ID-167 Nombre d'échantillons: 6 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8205 Élev., 920N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8158 Élev., 902N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100
pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	2,13	0,49	0,08	14,04
2,13	3,05	1,01	0,06	5,61
3,05	5,94	4,55	0,08	1,73
5,94	6,40	4,40	0,23	4,97
6,40	8,23	28,22	0,69	2,39
8,23	10,06	25,25	0,61	2,36
10,06	12,80	3,89	0,04	1,77
12,80	13,56	2,05	0,21	9,29
13,56	21,64	NE	NE	NE
21,64	23,47	7,33	0,17	2,27
23,47	24,99	9,69	2,77	22,23
24,99	26,06	0,67	2,28	77,29
26,06	27,28	12,72	2,56	16,75
27,28	28,04	2,45	2,35	48,96
28,04	31,09	0,48	1,85	79,40
31,09	34,14	0,14	1,63	92,09
34,14	36,27	0,31	1,74	84,88
36,27	39,32	7,08	1,74	19,73
39,32	40,54	5,28	0,40	7,04
40,54	42,67	2,13	0,24	10,13
42,67	45,41	10,70	0,81	7,04
45,41	48,46	4,98	0,14	2,73
48,46	50,29	12,02	0,29	2,36
50,29	53,19	12,54	0,43	3,32
No. trou de forage: ID-311 Nombre d'échantillons: 23 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8226 Élev., 942N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8265 Élev., 1261N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine NE : N on-échantillonné (absence de sulfures)				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
53,19	54,56	17,40	3,66	17,38
54,56	57,60	13,21	0,45	3,29
57,60	58,67	20,81	0,35	1,65
58,67	61,57	10,58	0,18	1,67
61,57	64,61	0,93	0,88	48,62
64,61	66,44	0,16	1,21	88,32
66,44	69,19	0,08	0,14	63,64
69,19	71,01	0,09	0,01	10,00
71,01	72,84	0,06	0,01	14,29
72,84	73,76	0,09	0,02	18,18
73,76	75,28	0,04	0,02	33,33
75,28	76,81	0,12	0,03	20,00
76,81	78,33	0,10	0,28	73,68
78,33	79,85	0,04	0,01	20,00
79,85	81,38	0,05	0,01	16,67
81,38	82,90	0,50	0,03	5,66
82,90	85,19	2,51	0,13	4,92
85,19	85,95	0,16	0,10	38,46
85,95	87,32	0,35	0,19	35,19
87,32	88,69	0,91	0,64	41,29
88,69	90,37	0,18	1,59	89,83
90,37	92,65	2,05	1,61	43,99
92,65	95,09	8,40	3,29	28,14
95,09	97,23	4,25	0,54	11,27

No. trou de forage: ID-311 (suite)
Nombre d'échantillons: 24
Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8226 Élev., 942N)
Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8265 Élev., 1261N)
N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine
NE : N on-échantillonné (absence de sulfures)

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100
pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	1,37	25,13	0,07	0,28
1,37	2,59	1,95	0,08	3,94
2,59	5,64	3,69	0,11	2,89
5,64	7,01	16,31	0,51	3,03
7,01	9,75	28,44	0,48	1,66
9,75	11,28	5,80	0,33	5,38
11,28	13,72	8,00	0,66	7,62
13,72	15,54	1,59	0,11	6,47
15,54	17,68	1,54	0,21	12,00
17,68	20,12	17,50	0,76	4,16
20,12	21,33	8,06	0,89	9,94
21,33	24,69	27,57	1,23	4,27
24,69	27,74	23,06	1,25	5,14
27,74	29,26	17,48	0,17	0,96
29,26	30,78	17,48	0,15	0,85
30,78	32,00	10,65	0,43	3,88
32,00	34,75	14,77	0,29	1,93
34,75	37,34	12,46	0,38	2,96
37,34	39,62	40,43	0,43	1,05
39,62	41,76	20,18	0,94	4,45
41,76	43,74	27,60	0,33	1,18
43,74	45,87	23,43	1,87	7,39
45,87	48,00	35,31	1,07	2,94
48,00	50,90	27,57	1,35	4,67
50,90	53,34	14,46	0,82	5,37
No. trou de forage: ID-312 Nombre d'échantillons: 25 Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8243 Élev., 961N) Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8304 Élev., 1128N) N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine				

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100 pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.

Distance à partir du collet du trou de forage (m)		Teneurs en métaux		Ratio des teneurs
de	à	Zinc (%)	Cu (%)	[Cu/(Zn+Cu)]100 (%)
0,00	1,52	0,07	0,02	22,22
1,52	2,44	0,07	0,01	9,09
2,44	3,05	0,25	0,00	0,40
3,05	4,27	29,18	0,14	0,48
4,27	5,49	1,66	0,05	2,92
5,49	7,31	15,85	0,21	1,31
7,31	8,84	38,55	1,27	3,19
8,84	10,06	27,80	0,13	0,47
10,06	11,58	28,70	0,06	0,21
11,58	13,11	18,48	1,51	7,55
13,11	14,63	29,45	0,95	3,13
14,63	15,85	26,60	3,65	12,07
15,85	17,37	23,75	0,23	0,96
17,37	18,90	28,80	0,06	0,21
18,90	19,81	21,85	0,32	1,44
19,81	20,42	1,90	0,16	7,77
20,42	21,94	17,25	0,54	3,04
21,94	23,47	16,90	0,33	1,92
23,47	24,23	20,75	0,43	2,03
24,23	25,60	11,80	1,80	13,24
25,60	26,21	7,49	0,06	0,79
26,21	27,74	6,92	2,59	27,23
27,74	29,26	5,68	0,42	6,89
29,26	30,63	2,61	0,54	17,14
30,63	32,31	4,02	0,59	12,80
32,31	33,53	8,35	3,95	32,11
33,53	35,05	5,47	1,44	20,84
35,05	35,96	5,87	0,64	9,83
35,96	36,88	12,60	0,41	3,15
36,88	37,49	15,25	0,20	1,29
37,49	39,01	5,76	2,78	32,55
39,01	39,93	6,62	3,68	31,84
39,93	41,76	1,16	1,81	60,94
41,76	43,28	0,44	3,13	87,68
43,28	44,80	0,29	1,75	85,78
44,80	46,02	0,38	2,25	85,55
46,02	47,55	0,09	1,27	93,38
47,55	49,07	0,05	1,17	95,90
49,07	50,59	0,08	2,52	96,92
50,59	52,42	0,04	0,05	55,56
52,42	54,25	NE	NE	NE
54,25	55,17	0,07	2,56	97,34

No. trou de forage: IM85-14
Nombre d'échantillons: 41
Coordonnées du trou de forage au début de l'échantillonnage: (8367 Élev., 1056N)
Coordonnées du trou de forage à la fin de l'échantillonnage: (8187 Élev., 1058N)
N. B. Les coordonnées correspondent à la grille d'exploitation de la mine
NE : N on-échantillonné (absence de sulfures)

Tableau des teneurs en zinc et en cuivre et du ratio [Cu/(Zn+Cu)]100
pour la section 13 + 00 E du dépôt no 1B du gisement d'Isle-Dieu.