ET 85-04

LE MANGANESE DANS LA REGION DE SCHEFFERVILLE

Documents complémentaires

Additional Files



Licence

License

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

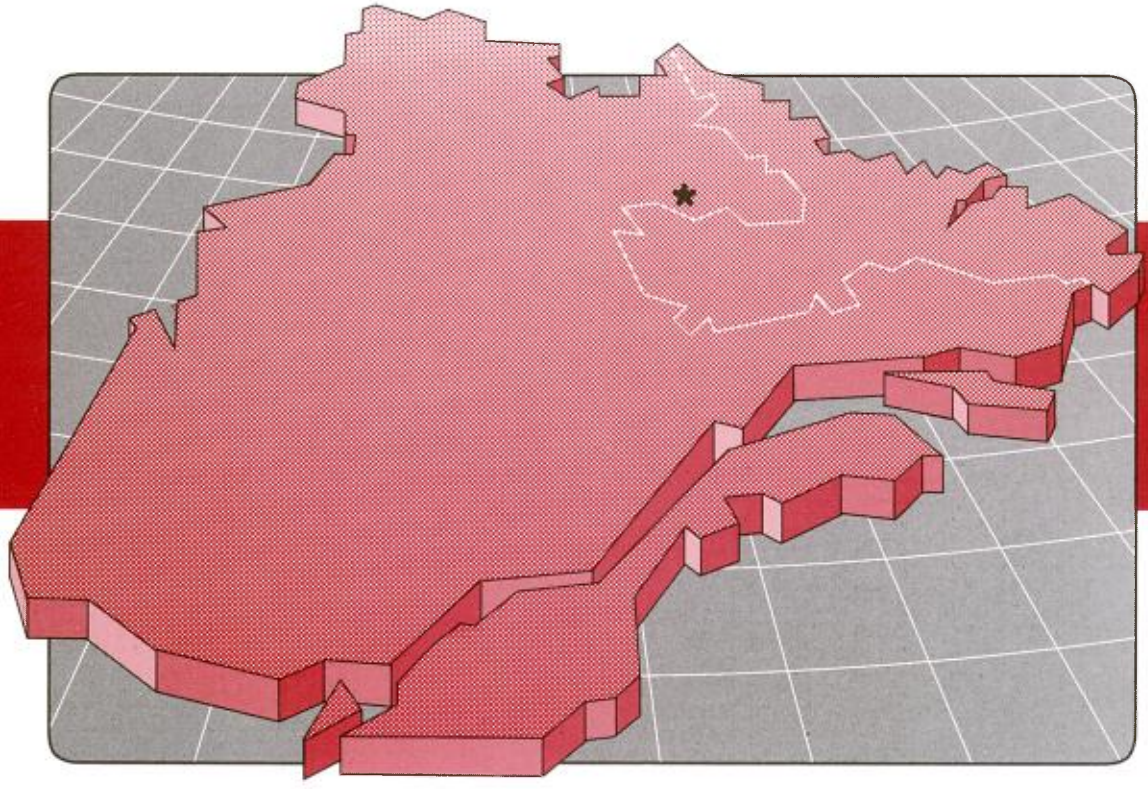
Énergie et Ressources naturelles
Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

Le manganèse dans la région de Schefferville

Par

L. Kish
Y. Bourque
R. Darling
M. Polgári
M. Valade



ET 85–04 1986

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

Le manganèse dans la région de Schefferville

Par
L. Kish
Y. Bourque
R. Darling
M.Polgári
M.Valade

ET 85-04 **1986**

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE
Sous-ministre adjoint : A.F. Laurin

DIRECTION DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
Directeur : J.L. Caty

SERVICE DE LA GÉOLOGIE
Chef : J. Cimon

Manuscrit soumis le 85-05-15
Accepté pour publication le 85-05-22

Lecteurs critiques
Partie A : L. Kish et Y. Bourque
Partie B : L. Kish et Y. Bourque
Partie C : T. Clark
Partie D : P. LaSalle et Y. Bourque

Éditeur
M. Van de Walle

Préparé par la Division de L'Édition (Service da la Géoinformation, DGEGM)

Dépôt légal - 1er trimestre 1986
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-12142-2
©Gouvernement du Québec. 1986

PRÉFACE

Le « Projet Manganèse » a été mis sur pied dans le cadre d'une coopération entre le Ministère de l'Énergie et des Ressources et la compagnie Iron Ore du Canada Ltée. Son exécution a été prévue en trois étapes basées sur trois étés consécutifs de travaux de terrain. Les rapports contenus dans ce volume font état des résultats obtenus sur l'évaluation du potentiel en manganèse du district minier de Schefferville.

L'étape I (travaux de 1982) est une étude d'orientation. Le travail a été fait à contrat par l'IREM-MERI[1] et le rapport (Partie A de ce volume) est signé par R. Darling. L'auteur passe en revue le marché du manganèse, traite de la géologie régionale et locale et donne une appréciation qualitative de la minéralisation manganésifère de la région de Schefferville. Les conclusions sont basées sur l'étude de minéralisations ponctuelles connues et sur la littérature pertinente.

L'étape II (travaux de 1983) est une étude systématique du district minier de Schefferville. Le programme de travail de l'étape II a été élaboré en considérant la grande quantité de données accumulées dans les filières de la compagnie IOC. Il a donc été formulé, pour éviter les répétitions, de s'attarder plutôt sur des points intéressant moins directement l'exploitation du fer comme telle soit l'étude des zones non-altérées, les formations autres que la formation de fer et la géologie des dépôts meubles.

M. Polgári, une coopérante attachée à l'équipe et spécialiste de la géochimie du manganèse, rapporte ses travaux analytiques à la microsconde (Partie B).

Le rapport de L. Kish et Y. Bourque (Partie C) présente les analyses chimiques et minéralogiques des échantillons répartis sur l'ensemble du district et tente d'établir un modèle de mise en place de la minéralisation manganésifère.

La sous-équipe de M. Valade a cartographié pour sa part les dépôts meubles de la région. Son rapport (Partie D) sur la géologie glaciaire complète l'étape II.

Les travaux de terrain de l'étape III ont été effectués pendant l'été 1984. Il s'agit d'un travail d'évaluation quantitative par forage de certaines zones d'intérêt délimitées à l'étape II. L'estimation des teneurs et des tonnages à partir des analyses de forages ainsi que la synthèse du Projet Manganèse sont résumées dans les derniers chapitres du rapport de Kish et Bourque (Partie C).

---

1. Institut de recherche en exploration minière – Mineral Exploration Research Institute.

L. Kish

Coordonnateur du projet
Québec, 1985

Table générale des matières

Page

PARTIE A – Le potentiel en manganèse de la Fosse du Labrador : une évaluation qualitative, par Richard Darling 1

PARTIE B – Minéralogie, texture et distribution des principaux éléments dans le Sous-groupe de Ferriman de la région de Schefferville, par Márta Polgári 43

PARTIE C – Le manganèse dans le Sous-groupe de Ferriman de la région de Schefferville, par Leslie Kish et Yve Bourque 75

PARTIE D – Géologie des sédiments meubles de la région de Schefferville, par Michel Valade 103

PARTIE A

Le potentiel en manganèse de la Fosse du Labrador : une évaluation qualitative

Par

Richard Darling
(IREM/MERI)

Novembre 1983

Table des matières

Page

LE MANGANÈSE DANS LE MONDE 5

Remerciements 5
Introduction 5
Usage 5
Nodules de manganèse 6
Prix 6
Aperçu de la production mondiale 6
Présence au Québec 8
Perspectives 8

LE MANGANÈSE DANS LA FOSSE DU LABRADOR 11

Introduction 11
Réserves de minerai manganésifère dans la région de Schefferville 11
Contexte géologique 12
Géologie et distribution géographique des gisements de fer manganésifères 12

DESCRIPTION DES LIEUX VISITÉS 17

Introduction 17
Indice de manganèse de Ruth Lake 17
Indice de manganèse de la Mine French 17
Indice de manganèse du lac Shmoo 19
Indice de manganèse du lac Star 20
Indice de manganèse du lac Abel 20
Indice de manganèse de Annabel 21
Gisement de fer manganésifère de James Mine West 22
Gisement de fer manganésifère de Redmond 5 22
Gisement de fer manganésifère de Lance Ridge 1 24
Gisement de fer manganésifère de Star Creek 24
Sections types 24
Minéralogie des lieux visités 24
Géochimie des lieux visités 30

LA GENÈSE DES GISEMENTS DE MANGANÈSE 35

Gisements connus 35
Fosse du Labrador 36

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 39

Conclusions 39

RÉFÉRENCES 41

FIGURE

1 – Gisements de fer et indices de manganèse dans la région de Schefferville . . . . . hors texte

Le manganèse dans le monde

Remerciements

Nous tenons à remercier d'abord tous les gens de la Compagnie Iron Ore qui nous ont grandement facilité le travail de terrain et qui nous ont fourni libre accès à toute documentation. Les conseils de S. Zajac et J. Orth furent particulièrement appréciés.

Je voudrais remercier aussi M.-A. Cloutier qui m'a aidé sur le terrain et dans les travaux de microscopie ainsi que D. Giovenazzo qui a complété ce dernier travail et qui a fait les analyses à la microsonde. Les figures sont le travail de A. Lacombe de l'École Polytechnique. Je tiens aussi à remercier mon collègue, G. Perrault, qui m'a aidé dans la lecture critique du manuscrit.

Des remerciements spéciaux à madame Raymonde Robert pour son travail dactylographique soigné exécuté en toute première priorité.

Introduction

Le manganèse est un élément irremplaçable pour la fabrication de l'acier et du fer. En fait sa consommation est principalement dépendante de l'activité dans l'industrie sidérurgique. Par contre, aucun substitut adéquat n'existe présentement pour le remplacer dans ce domaine.

Comme pour plusieurs autres éléments, l'U.R.S.S. et l'Afrique du Sud sont les géants des pays producteurs. Viennent ensuite le Brésil, la République populaire de Chine, l'Inde, le Gabon, l'Australie et le Mexique. Le Canada importe principalement du minerai de manganèse et du ferromanganèse du Gabon, de l'Afrique du Sud, du Brésil et des États-Unis. C'est au Québec, à Beauharnois, que sont installées les deux seules sociétés consommatrices de minerai de manganèse de qualité métallurgique. Il n'y a pas, au Canada, de gisement de manganèse ; les quelques gîtes connus n'ont pas une teneur assez élevée en manganèse pour être mis en production.

Il n'y a pas encore d'entente au sujet des immenses ressources que représentent les nodules de manganèse. Malgré des coûts considérables, des essais de récupération des nodules dans les profondeurs de l'Océan Pacifique ont été réussis. Il reste donc aux différents pays à s'entendre pour la juridiction de ces ressources.

Des négociations entre producteurs et consommateurs ont lieu annuellement pour fixer les prix. Différentes variables entrent alors en jeu telles que la qualité du minerai, la quantité, l'échéance de livraison, les coûts du transport, les douanes, les assurances, etc. D'après Dehuff et Jones (1979), le fret équivaut généralement au tiers du prix d'importation aux États-Unis pour les livraisons aux ports de la côte est. Pour envisager l'avenir du manganèse, il faut suivre l'évolution de l'industrie sidérurgique, attendre les résultats des discussions concernant l'exploitation des nodules de manganèse et connaître la situation des principaux pays producteurs.

Usage

L'industrie sidérurgique consomme 95% de tout le manganèse produit dans le monde. Un lien intime s'établit donc avec les niveaux mondiaux de production de fer et de l'acier. Le manganèse est essentiel comme désulfurant et désoxydant lors de la fabrication de l'acier et du fer. Il améliore la résistance, la dureté et la durabilité de l'acier.

Les minerais de manganèse se classifient normalement suivant trois catégories :

1) Minerai de manganèse : contient au moins 35% de manganèse.
2) Minerai ferrugineux de manganèse : contient de 10 à 35% de manganèse.
3) Minerai de fer manganésifère : contient de 5 à 10% de manganèse.

C'est sous forme de ferromanganèse ou autres ferroalliages que l'on utilise généralement le manganèse. Aux États-Unis en 1981, d'après Jones (1982), des 5,44 kg de manganèses consommée pour produire une tonne courte d'acier, 4,67 kg étaient du ferromanganèse, 0,68 kg du silico-manganèse, 0,09 kg du manganèse métal. Au Canada, Law-West (1980) estime qu'on ajoute 5,8 kg de manganèse par tonne d'acier brute produite.

Les minerais peuvent être concentrés en nodule, en « aggloméré » ou en minerai synthétique. Le terme minerai synthétique est utilisé pour du matériel de qualité équivalente ou meilleure que le minerai naturel. Il peut servir aux mêmes fins mais est concentré par d'autres moyens que ceux employés habituellement, soient la « calcination », l'« agglomération frittée », ou le « bouletage ». L'application de ce terme est surtout importante pour le bioxide de manganèse, produit chimiquement ou électrolytiquement et utilisé dans la fabrication de piles sèches comme dépolarisateur.

Entre autres utilisations, il existe un acier au manganèse ou « Hadfield » qui contient de 10 à 14% de manganèse. Son extrême dureté et sa résistance en font un acier dédié à la fabrication de pièces de broyeurs de roches, d'engrenages, et de dents de matériel de terrassement. Des alliages de manganèse avec différents métaux nonferreux sont également fabriqués : alliage manganèse-

aluminium, manganèse-magnésium, manganèse-cuivre (manganin).

Une faible proportion du manganèse est utilisée dans l'industrie chimique ; cependant cela représente une foule de produits. Pour ne citer que les plus connus, le permanganate de potassium comme purificateur d'eau dans les réseaux d'aqueduc, le sulfate de manganèse et l'oxyde de manganèse comme engrais. L'oxyde de manganèse est ajouté aux tiges à souder et aux fondants. Le chlorure de manganèse est utilisé pour fabriquer une forme organo-métallique de manganèse qui, ajoutée au mazout, empêche la formation de fumée et améliore la combustion.

Les minerais de manganèse et/ou divers produits chimiques de manganèse permettent de produire des effets de couleur dans les briques de revêtement et de colorer ou décolorer le verre et la céramique. Ils sont également utilisés comme durcisseurs de peinture et vernis, pigments de teinture, fongicides et produits pharmaceutiques.

Pour son application sidérurgique aucun substitut valable n'existe. Le recyclage, principalement de l'acier Hadfield, ne représente qu'une quantité insignifiante.

Nodules de manganèse

Les réserves de manganèse comptabilisées aujourd'hui ne tiennent pas compte des immenses quantités de manganèse contenues dans les nodules sur le fond des océans. Ces masses sphériques ou lenticulaires de 2-10 cm de diamètre sont formées par l'accumulation, autour d'un noyau magnétique, d'oxyde de manganèse et de fer en plus d'une faible quantité de nickel, cuivre et cobalt.

Une estimation des ressources totales (Dehuff et Jones, 1979) indique qu'il y aurait 80 milliards de tonnes courtes de nodules d'une teneur variant de 20-30% de Mn en plus d'environ, 1,0% Ni, 1,0% Cu et 0,35% Co.

Depuis quelques années, des compagnies constituées en consortiums font des essais de récupération de nodules dans les grandes profondeurs du Pacifique. Le succès a été atteint mais les discussions sur la coopération internationale et la juridiction sur les nodules de manganèse de fond océanique ne sont pas encore terminées. Les effets seront d'une certaine amplitude sur le marché du manganèse ; ce sont certainement des activités à surveiller.

Prix

Le minerai de manganèse est vendu en unité de tonne métrique (u.t.m.), ce qui représente 1% de Mn dans une tonne métrique. Le prix officiel est établi pour une teneur minimale de 48% Mn.

Le prix américain officiel de minerai de manganèse, publié dans **Metals Week** (tableau 1), a augmenté en 1980, est resté stable durant tout 1981 ainsi que dans la première moitié de 1982, et a commencé à descendre vers le milieu de 1982. Cette baisse du prix officiel fut provoquée par des coupures de prix négociées par des consommateurs japonais durant les premiers mois de 1982 (Tinsley, 1983). Les contrats annuels de vente de minerai sont négociés d'habitude durant la période allant de avril à juin, mais en 1982, quelques fournisseurs majeurs (Gabon, Brésil, Afrique du Sud, Australie) annonçaient déjà en février et mars des coupures de prix importantes. Tous les autres pays exportateurs ont suivi.

TABLEAU 1 – Prix américain, en dollars US, selon la revue « Metals Week ». D'après Tinslay (1980-81-82-83).

MINERAI		1979 $	1980 $	1981 $	1982 $
Minerai de manganèse, unité de tonne métrique*, c.a.f. aux ports des E.U. (teneur minimale 48% Mn)	minimum	1,38	1,66	1,66	1,58
	maximum	1,42	1,75	1,75	1,68
Ferromanganèse régulier, la tonne métrique (teneur minimale 78% Mn)	minimum	490	490	490	385
	maximum	530	530	530	410

*u.t.m. = 1% Mn dans une tonne métrique = 22,4 livres de Mn

Une idée du prix du minerai à basse teneur est fournie par Tinsley (1983). Il cite le cas du minerai à 28-30% Mn, exporté de l'Inde au Japon, qui coûtait en 1982 environ 1,00 $ (U.S.) l'unité de tonne métrique.

Le prix américain officiel de ferromanganèse régulier, publié dans **Metals Week**, a baissé en 1982 à 385-410 $ la tonne métrique. Mais la majeure partie de la capacité de production américaine fut fermée vers la fin de l'année 1982 ; le prix du ferromanganèse importé aux États-Unis est descendu aussi bas que 350 $ la tonne.

Aperçu de la production mondiale

La production mondiale a été estimée par le « U.S. Bureau of Mines » à 23,7 millions de tonnes métriques en 1981, ce qui marquait une diminution de 11% par rapport à 1980. Elle a probablement diminué légèrement aussi en 1982 et 1983. L'U.R.S.S. est toujours le premier producteur du monde avec 40% de la production totale. Si on exclut l'U.R.S.S., dans les pays de l'Ouest c'est l'Afrique du Sud qui est au premier rang avec 35% de la production mondiale (voir Tableau 2).

Les États-Unis et le Canada sont totalement dépendants des pays producteurs. En 1981, huit pays produisaient plus de 500 000 t.m.p.a. (tonnes métriques par année). Si on exclut l'U.R.S.S. et la Chine de ce nombre, ce sont généralement des pays exportateurs.

TABLEAU 2 – Production de minerai de manganèse, de 1976 à 1981.

PAYS	Mn (%)	1976	1977	1978	1979	1980[1]	1981[2]
				(10^3 X tonnes métriques)			
URSS	35	8 636	8 591	9 057	10 244	9 750	9 398
Afrique du Sud	30-48+	5 452	5 048	4 317	5 182	5 695	5 039
Brésil	38-50	1 696	1 516	1 917	2 259	2 360	1 896
Chine	20+	998	1 134	1 270	1 497	1 588	1 597
Inde	10-54	1 835	1 866	1 619	1 755	1 645	1 497
Gabon	50-53	2 217	1 851	1 710	2 300	2 147	1 488
Australie	37-53	2 154	1 389	1 249	1 698	1 961	1 409
Mexique	35+	453	487	523	493	447	578
Ghana	30-50	312	292	316	272	252	225
Maroc	50-53	117	114	126	136	131	110
Japon	24-28	142	126	104	88	80	87
Hongrie	30-33	125	120	114	83	88	83
Roumanie	22	82	82	82	82	82	82
Bulgarie	30-	40	40	40	42	49	50
Chili	33-40	24	18	23	25	28	27
Yougoslavie	30+	19	25	27	30	30	25
Turquie	35-46	17	19	20	19	41	22
Thaïlande	46-50	50	77	72	35	54	11
Zaïre	30-57	182	38	–	–	17	10
Argentine	16-22	53	82	18	10	6	3
Philippines	35-45	11	21	4	4	3	2
Malaisie	bas	94	45	43	31	4	–
Iran	33+	40	40	30	20	–	–
Vanuatau[3]	40-44	35	23	21	11	–	–
Autres pays[4]	—	43	39	27	33	25	20
Total		24 827	23 083	22 729	26 349	26 483	23 659

Sources : Dehuff (1980) et Jones (1982)

(1) préliminaire ; + = plus que

(2) estimatif ; – = jusqu'à

(3) autrefois New Hebrides ;

(4) comprend 10 pays, chacun produisant depuis 1975 moins de 20 000 tonnes par année.

L'afrique du Sud compte trois grandes sociétés productrices de minerais de manganèse de qualité métallurgique (30%). La mine Wessels appartenant à la S.A. Manganese Amcor Limited (SAMANCOR), l'Associated Manganese Mines of South Africa Limited (AMMSOSAL), et depuis 1979, l'Anglo American Corporation of South Africa Limited avec sa mine souterraine Middelsplaats d'une capacité de 1,1 million de t.m.p.a. et des réserves de 52 millions de tonnes métriques à 38% de manganèse. Au total la production de 1981 est estimée à 5,0 millions de t. Celle-ci semble se maintenir pour 1982-83. Près des trois-quarts des réserves mondiales de manganèse, excepté l'U.R.S.S., se trouvent en Afrique du Sud, soit 1520 millions t (Tableau 3). L'Afrique du Sud s'avère un important exportateur de minerai de manganèse et de ferromanganèse.

TABLEAU 3 – Réserves mondiales de manganèse (d'après Tinslay, 1980).

PAYS	t X 10^6
URSS	1 223
Afrique du Sud	1 522
Australie	158
Gabon	91
Mexico	13,6
Brésil	63
Chine	31
Autres	159
Total	3 260

Au Gabon, la production récente correspond à la capacité actuelle du réseau de transport du pays qui est de 2 à 2,5 millions t.m.p.a. La mine Moanda, seule exploitation de la Compagnie minière de l'Ogooué (COMILOG), pourra doubler à 5 millions t.m.p.a. sa production, lorsque les travaux de construction de la voie ferrée trans-Gabon seront terminés en 1986-1987. La presque totalité du minerai est de qualité métallurgique ; en 1981, la te-

neur moyenne de ce minerai s'établissait à 51% en manganèse. Le Canada est un client principal du Gabon dont il a acheté 29% des exportations en 1979.

Au Brésil, la production estimée de 1981 s'établissait à 1,9 million de t. Industria & Comércio de Minerias S.A. (ICOMI) expédia, en 1979, de sa mine de Serva do Navio, région d'Amapa, 1 189 800 tonnes métriques de produit de minerai de manganèse dont 67% destinées à l'Europe, 16% à l'Asie, 15% à l'Amérique du Nord et 2% à l'Amérique du Sud. Dans la région de Carajas des réserves de 45 millions t à 40% de manganèse sont ouvertes au développement et différentes firmes, incluant ICOMI, s'intéressent au projet.

L'Australie, septième pays producteur, a produit 1,4 million t en 1980, ce qui correspond à la capacité actuelle de la Groote Eylandt Mining Company Proprietary Company Limited (GEMCO), propriété de la Broken Hill Proprietary Company Limited (B.H.P.). En 1979, des 1 617 000 t extraites de Groote Eylandt, 700 000 t étaient exportées en Asie. En 1978, le minerai de manganèse produit en Australie avait une teneur moyenne de 48,7%. Malgré l'annonce de réfection de ses installations pour augmenter la production de manganèse en 1982, la GEMCO a dû annuler ses projets suite à la situation précaire de l'industrie de l'acier.

En Inde 320 mines produisent 1,5 million t.m.p.a., dont la moitié provient d'environ 310 petites opérations de moins de 35 000 t.m.p.a. Approximativement 90% du matériel produit vient des États d'Orissa, Karnataka, Madhya Pradesh et Maharashtra. La compagnie Manganese Ore India Limited (MOIL), du secteur public, produit plus de 75% de tout le minerai de haute teneur et plus du quart de la production totale du pays (en 1978-1979). La « Mineral Development Corporation », nouvellement formée, a découvert un large dépôt d'une teneur moyenne de 38% en manganèse dans le bassin Sandur dans l'État de Karnataka. Par ailleurs, le gouvernement indien maintient l'interdiction d'exporter du minerai de qualité métallurgique et du ferromanganèse.

Au Mexique, huitième pays producteur, la production estimée de 1981 s'établit à 578 000 t. Le gouvernement mexicain possède une large part de la Cia. Minera Autlan S.A. de CV, principale compagnie du pays. En 1978, son exploitation de Molango dans l'État d'Hidalgo produisait 387 000 t à 39% de manganèse. De ce total, 216 140 t étaient destinées à la consommation domestique. La plus grande partie de la production est destinée à la division de ferromanganèse de cette société.

Toujours premier producteur, l'U.R.S.S. dispose de ses plus importantes productions, réserves et ressources à Chiatura en Georgie ainsi qu'à Nikopol et Ordzhonikdze dans le bassin de Dnieper en Ukraine. La production totale estimée en 1980 équivalait à 9,4 millions de t, avec des réserves de 1 250 millions t. L'U.R.S.S. a récemment coupé ses exportations vers les pays de l'Europe de l'Est, après avoir coupé en 1979 ses exportations vers le Japon, ce qui l'exclut du marché mondial.

D'autres faits à surveiller sont l'étude accordé à la Kaiser Engineers, par la Sinai Manganese Co. d'Égypte, sur le dépôt Umm Bugma. Ce dépôt, dans la péninsule du Sinai, pourrait contenir des réserves possibles de 2 millions t. On étudie également la reconstruction d'installations de production de ferromanganèse, détruites en 1967 lors de la guerre israélo-égyptienne.

Dans le Mining magazine de juin 1982 (page 447) on annonçait la découverte en Chine, près de la frontière vietnamienne, d'un gisement manganèse ayant des réserves de plus de 100 millions de tonnes.

Présence au Québec

Il n'y a aucune exploitation de manganèse au Québec, ni même dans le reste du Canada. Il existe cependant des dépôts à faible teneur en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et en Colombie Britannique (Law-West, 1980 ; Johnston & McCartney, 1965). Le plus grand est celui situé près de Woodstock au Nouveau-Brunswick qui contient 45 millions de tonnes ayant une teneur moyenne de 11% en manganèse et 14% en fer. Dans les conditions actuelles, ce dépôt n'est pas exploitable.

Les deux seuls producteurs de ferromanganèse du Canada sont établis au Québec : L'union Carbide du Canada Limitée (UCC) et la Chromasco Limitée. Toutes deux importent du minerai de manganèse de qualité métallurgique pour l'alimentation de leurs installations. Ces deux sociétés ont des usines à Beauharnois. L'UCC possède également des installations à Chicoutimi.

En juin 1981, l'Union Carbide Corporation des États-Unis a vendu ses installations de production de ferromanganèse et de silico-manganèse aux États-Unis et en Norvège à l'Elkem (la plus grande entreprise non gouvernementale norvégienne), la Jebsen, la Bergensbank et à un groupe d'investisseurs de Norvège. Les installations de l'UCC à Beauharnois et à Chicoutimi donnent lieu à d'autres négociations. Les produits des sociétés installées au Québec sont principalement destinés aux producteurs intérieurs d'acier.

Perspectives

L'activité du monde du manganèse dépend largement de l'évolution de l'industrie sidérurgique étant donné que celle-ci consomme 95% de tout le manganèse produit dans le monde. La relance de l'industrie de l'acier dépend principalement de trois domaines d'application : la construction, le transport et la machinerie. Le U.S. Bureau of Mines a établi un taux de croissance annuelle de 2,9% pour le monde entier comparativement à 1,6% pour les États-Unis.

De plus en plus, les pays producteurs ont tendance à augmenter leur production de ferro-alliage soit pour ex-

porter, soit pour alimenter leur propre industrie sidérurgique. De plus, certains gouvernements de pays comme le Mexique, le Ghana, l'Inde et le Brésil, s'impliquent directement dans le développement de leur industrie de manganèse. De leur côté, les États-Unis ont augmenté graduellement depuis quelques années leur importation de ferromanganèse tout en diminuant leur production. La production de ferromanganèse est passée de 800 723 tonnes courtes en 1972 à 317 102 tonnes courtes en 1979. Ce changement subi par les États-Unis a diminué l'importance au marché américain du minerai de manganèse qui se transporte maintenant vers le Japon.

Le manganèse n'a pas de substitut adéquat dans l'industrie de l'acier. Seuls des progrès apportés aux techniques de désulfurisation pourraient nuire à l'utilisation du manganèse. D'après Law-West (1980), pour contrebalancer l'utilisation du charbon contenant toujours plus de soufre, l'industrie sidérurgique exigera plus de désulfurant.

Une note optimiste nous vient de Dykstra (1982) qui nous dit que malgré un surplus apparent de manganèse dans les marchés mondiaux, nous seront confrontés dans la prochaine décade avec une insuffisance — particulièrement pour le minerai à haute teneur — de manganèse. Il faut cependant toujours garder à l'esprit la possibilité de l'entrée sur les marchés mondiaux des énormes quantités de manganèse provenant de l'exploitation des nodules des fonds océaniques.

Le manganèse dans la Fosse du Labrador

Introduction

Au début de ce projet, nous avons découvert que tous les indices connus de Mn dans la fosse qui avaient des teneurs intéressantes (ou même marginales) étaient d'origine supergène et qu'ils ont été formés à peu près en même temps et dans la même région que les gisements résiduels de fer. De loin la plus grande concentration de tels indices se situe aux environs de la ville de Schefferville et c'est donc pour cette région la plus prometteuse que nous avons fait la quasi-totalité de nos recherches subséquentes.

Réserves de minerai manganésifère dans la région de Schefferville

La compilation actuelle la plus complète des données concernant le manganèse dans la région de Schefferville est celles de Gay & Balakrishnan (1980). La distribution géographique des principaux indices de manganèse et des gisements de fer manganésifères, tirée de ce rapport, est présentée à la figure 1 (hors texte).

En 1979, on estimait que les gisements de fer dans cette région contenaient 11,7 millions de tonnes de « minerai de fer manganésifère », dont 9,5 millions de tonnes au Québec. La teneur minimum en Mn pour cette catégorie de minerais est de 3,5% Mn, et le total Fe+Mn doit dépasser 50%. La teneur moyenne (au Québec) était de 6,08% Mn. Des gisements individuels (au Québec) avaient des teneurs moyennes entre 4,05 (Éclipse 1) et 11,73 % (Lance Ridge 1). Le plus grand tonnage est celui du gisement Star Creek 1 avec 2,4 millions de tonnes. Le tableau 4 donne la teneur et le tonnage de minerais manganésifères connus en 1979 pour tous les gisements dans le région de Schefferville. Il est à noter cependant que le système de classification de minerai employé par la Cie Iron Ore à Schefferville exclut tout matériel pour lequel le total Fe+Mn est plus faible que 50%. Certains gisements de fer contiennent donc un tonnage inconnu de roche « stérile », riche en manganèse, qui n'est pas inclus dans ces réserves.

Les indices de manganèse de la figure 1, qui sont les plus importants connus à ce jour, sont sans exception très petits. (Le plus grand, l'indice de Ruth Lake, ne contient que quelques dizaines de milliers de tonnes.) Nous avons visité tous les indices sauf la série entre Perrault Lake et Freddy Lake qui ont été décrits comme « bog manganese » par les géologues de la Cie Iron Ore.

TABLEAU 4 – Réserves de minerai de fer manganésifère de la région de Schefferville. Données de la Cie Iron Ore, 1979 (d'après Gay & Balakrishnan, 1980).

QUÉBEC			TERRE-NEUVE		
Gisement	**K tonnes**	**% Mn**	**Gisement**	**K tonnes**	**% Mn**
Ferriman North & Stockpile	18	4,69	Gill Mine	293	6,98
			Ruth Lake 7 (Rowe Mine)	45	4,88
Ferriman 4 (Dufresne Mine)	1 071	6,82	Ruth Lake 8	171	5,06
Ferriman South (Rowe Mine)	57	5,23	Ruth Lake 9	81	8,50
Malcom 1	419	5,81	Kivivic 3 North	114	3,74
Fleming 8 (Knox Mine)	242	5,06	Houston 3	155	8,35
Fleming 9	16	5,20	Knob Lake 1	358	8,34
Denault 1	916	5,36	Redmond 5	592	6,77
Sawmill 1	60	4,87	Houston 2 South	40	7,63
Barney	194	5,14	Wishart 2	9	4,35
Fleming 6	23	7,01	Houston 1	290	8,45
Éclipse 1	2 036	4,05	Redmond 2	17	4,13
Goodwood 1	1 197	6,61			
Leroy 1	68	7,01			
Star Creek 1	2 356	6,57			
Star Creek 2	78	5,37			
Trough 1	228	5,78			
Lance Ridge 1	518	11,73			
TOTAL	9 497	6,08	TOTAL	2 165	7,11

De plus, Gay & Balakrishnan (1980) font état dans leur tableau 3 de 190 échantillons individuels (« grab samples ») recueillis durant les travaux de cartographie dans la région et qui titrent plus que 10% en Mn. Aucun de ces derniers sites, pour lesquels nous avons à toute fin pratique aucune information supplémentaire, n'a été visité.

Contexte géologique

L'évolution géologique de la Fosse du Labrador fut expliquée par Dimroth (1968, 1970, 1972, 1978), Dimroth *et al.* (1970) et par Harrison *et al.* (1972). Dans la région de Schefferville, la Formation de Sokoman, la roche hôte pour la plupart des gisements de fer manganésifères, a été étudiée par Dimroth et Chauvel (1973), Chauvel et Dimroth (1974), Zajac (1974), Klein & Fink (1976) et Fryer (1977). Les gisements mêmes furent décrits par Stubbins et al. (1961), Gross (1968), Dimroth et Chauvel (1972). Schwellnus (1957) et Krishnan (1976) ont fait des études du contrôle structural de mise en place de ces gisements.

Les roches hôtes protérozoïques qui renferment les gisements de fer et les indices de manganèse dans la région de Schefferville furent d'abord déposées dans la partie occidentale (la partie miogéosynclinale) d'un immense bassin sédimentaire allongé qui épousait le flanc nord est d'un craton archéen. La table des formations, toujours pour la région de Schefferville, est présentée dans le tableau 5 tandis que les subdivisions de la Formation de Sokoman se trouvent dans le tableau 6.

Toutes les roches de la Fosse ont été plissées, faillées et métamorphisées pendant la phase tectonique hudsonienne. Les failles de chevauchement et les plis qui en sont résultés ont des directions nord-ouest et des pendages tout comme des plans axiaux inclinés vers l'est.

Dans la région de Schefferville, la Formation de Sokoman est répétée environ quinze fois par ces failles de chevauchement. De plus, elle fut fracturée à proximité de ces failles et aussi dans les charnières des plis formés à ce moment, ce qui a permis la circulation plus tard des eaux météoriques responsables de la formation des gisements de fer et des indices de manganèse.

Une importante période d'altération météorique et d'érosion a suivi la déformation Hudsonienne. Les gisements de fer furent formés à ce moment par l'altération superficielle de la Formation de Sokoman.

Une deuxième phase tectonique, d'âge crétacé, a causé une série de fractures transversales, fortement inclinées, qui recoupent les structures Hudsoniennes et les gisements de fer. Par endroit, des zones de minerai blocailleux (fragments de minerai de fer cimenté dans une matrice d'hématite) sont associées à ces fractures. Ailleurs on trouve des sédiments d'âge crétacé supérieur préservés dans un graben formé par deux de ces fractures. Des mouvements tardifs le long des failles hudsoniennes se produisaient aussi pendant cette deuxième période tectonique.

Géologie et distribution géographique des gisements de fer manganésifères

Tous les gisements de fer ont subi un contrôle structural évident. Ils sont associés, sans exception, à des zones fracturées à proximité des failles de chevauchement hudsoniennes ou à des charnières de plis synclinaux du même âge. A ces endroits la Formation de Sokoman a été altérée par des eaux météoriques descendantes qui ont formé des gisements de fer résiduels. Il est à noter que souvent la partie plus riche en manganèse des gisements de fer manganésifères est la partie inférieure. Parfois des concentrations plus élevées de ce métal se trouvent dans le minerai blocailleux à proximité des fractures crétacées. Les figures 8, 9 et 10 donnent quelques exemples typiques du contrôle structural de mise en place des gisements de fer manganésifères.

Le minerai manganésifère dans les gisements de fer semble aussi avoir été formé dans un intervalle stratigraphique assez bien défini : parmi les 30 gisements décrits par Gay & Balakrishnan (1980), 25 contiennent du minerai manganésifère dans les membres I à III de la Formation de Sokoman alors que 8 seulement en contiennent dans d'autres membres. Les membres I et III en particulier semblent avoir été favorisés : le membre I pour 18 et le membre III pour 16 gisements.

L'importance apparente des membres I et III de la formation de Sokoman comme « protore » pour la formation de minerai de fer manganésifère nous a incité à comparer la minéralogie de ces membres avec la composition des gisements de fer. La figure 2, basée sur les faciès de Zajac (1974), démontre qu'à proximité de Schefferville les gisements sont relativement pauvres en manganèse dans la région du faciès silicaté du membre I et que les gisements en sont relativememt plus riches dans la région de faciès carbonaté. Il est intéressant de noter en même temps que tous les indices de manganèse se trouvent aussi dans cette zone où le faciès carbonaté du membre I est dominant.

TABLEAU 5 – Sommaire des formations de la région de Schefferville (d'après Zajac, 1974).

ÈRE	SUPER-GROUPE	GROUPE	FORMATION	ÉPAISSEUR (mètres)	LITHOLOGIE DOMINANTE
MÉSOZOÏQUE			REDMOND		Blocaille, argile
DISCORDANCE					
PROTÉROZOÏQUE					Diabase
	CONTACT INTRUSIF				
	KANIAPISKAU	KNOB LAKE	MENIHEK	305+	Schiste argileux, ardoise
			SOKOMAN	91-213+	Formation de fer
			NIMISH	0-91	Laves & pyroclastites mafiques
			DISCORDANCE (LOCALE ?)		
			WISHART	18-61	Quartzite
			DISCORDANCE LOCALE		
			FLEMING	0-122	Brèche de chert
			DENAULT	0-183	Dolomie
			ATTIKAMAGEN	0-305+	Schiste argileux, ardoise
DISCORDANCE					
ARCHÉENNE					Gneiss

TABLEAU 6 – Subdivisions de la Formation de Sokoman, région de Schefferville (d'après Zajac, 1974).

LA CIE IRON ORE (1952)		MINES DE LA CIE IRON ORE (1958-1961)	MINES DE LA CIE IRON ORE (1962)	ZAJAC (1974)
	LC	(lean cherty)	LC	X
LEAN CHERT	RUIF	(red upper iron formation)	RUIF	IX VIII
	GUIF	(grey upper iron formation)	GUIF	VII
	URC	(upper red cherty)	URC	VI
METALLIC IRON FORMATION (MIF)	BC	(brown cherty)		
	GC	(grey cherty)	PGC	V
	PC	(pink cherty)		
	LRC	(lower red cherty)	LRC	IV
SILICATE-CARBONATE IRON FORMATION (SCIF)	SCIF	(silicate carbonate iron formation)	SCIF et LIF	III
ARDOISE DE RUTH	RS	(ardoise de Ruth)	Ardoise de Ruth	II I

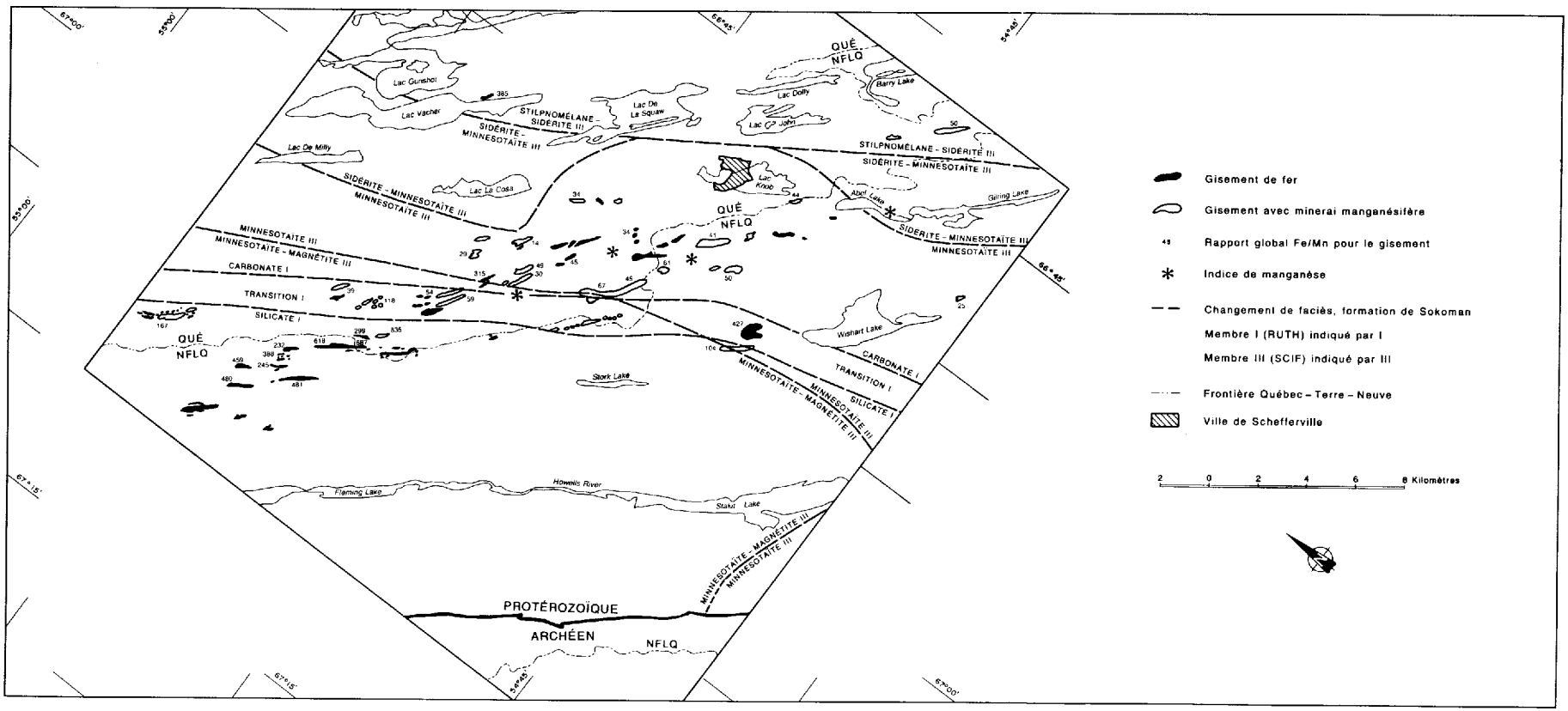


FIGURE 2 – Rapport Fe/Mn pour les gisements de fer dans la région de Schefferville.

Descriptions des lieux visités

Introduction

Les travaux sur le terrain dans la région de Schefferville comportaient l'examen et l'échantillonnage des indices de manganèse de Abel Lake, lac Annabel, la mine French, Ruth Lake, lac Shmoo et lac Star ainsi que les gisements de fer manganifères de James Mine West, Lance Ridge 1 et Redmond 5. De plus, deux séries d'échantillons non altérés des formations de Sokoman, Wishart et Fleming furent prélevés à Gill Mine Ridge et à Elizabeth Lake, le long de deux sections types avec affleurement en abondance. L'accès au lac Shmoo se fit par hélicoptère et celui à tous les autres sites, par camion.

La plupart des indices et gisements affleurent mal ou pas du tout. La majorité de nos échantillons de ces sites viennent des tas de déblai à côté des anciennes tranchées maintenant effondrées. Ces derniers échantillons, quoique n'étant plus en place, sont probablement localisés à un ou deux mètres de leur place d'origine et nous donnent une assez bonne idée de la séquence des roches exposées autrefois au fond des tranchées.

Indice de manganèse de Ruth Lake

Cet indice, de loin le plus important trouvé jusqu'à présent dans la région de Schefferville, se trouve à environ 2,5 km à l'ouest de la ville.

La géologie de l'indice est présentée à la figure 3 qui donne aussi la localisation des tranchées et des sites d'échantillonnage. La séquence de brèche à chert de Fleming et de quartzite de Wishart a ici une direction globale nord-ouest et un pendage de 45° à 65° vers l'est et se trouve vraisemblablement sur le flanc nord-est d'un pli anclinal. Cette séquence est recoupée et répétée par une faille de chevauchement ayant environ la même attitude que les strates.

L'indice de manganèse se trouve dans une zone de brèche qui longe le côté est de cette faille et qui traverse toute la région de la figure 3. Partout dans cette zone de brèche se trouvent des filons de goethite et d'oxydes de manganèse qui recoupent la Formation de Fleming, mais le matériel très riche en manganèse est limité à deux lentilles qui se trouvent à l'intérieur de la zone de brèche. Une lentille principale, d'environ 150 m de longueur et d'une épaisseur maximale de 20 m, est exposée dans les tranchées 1 à 7. L'échantillonnage systématique datant de 1949 avait donné une teneur moyenne de 32% Mn et les deux trous verticaux de forage 101 et 102, faits la même année, ont intersecté 10,1 m à 29% Mn et 7,9 m à 18% Mn respectivement. Il est à noter cependant que ces deux trous ont percé la lentille près de ses extrémités et ne réflètent ni l'épaisseur ni la teneur de l'ensemble du dépôt.

La lentille principale riche en manganèse, composée en grande partie d'oxydes de manganèse massifs, se trouve immédiatement au nord d'une zone très riche en goethite qui la sépare de la faille de chevauchement. Le long du flanc nord-est de la même lentille principale se trouve une zone caractérisée par une grande abondance de filonnets d'oxydes de manganèse qui recoupent la brèche à chert. L'altération météorique subséquente de cette zone a produit un sable à quartz qui contient d'abondants fragments d'oxydes de manganèse. La brèche à chert fut désagrégée pour former un sable et les filonnets d'oxydes de manganèse furent alors brisés en morceaux.

Une deuxième lentille riche en manganèse, d'environ 100 m de longueur et jusqu'à 15 m de largeur en surface, est recoupée par les tranchées 11 à 14. La vraie épaisseur de cette lentille n'est pas connue, faute de pendages mesurés à proximité, mais si on l'estime 45° cela nous donne une épaisseur maximale de 10 m environ. Nous n'avons pas les résultats d'échantillonnage systématique ou des forages comme pour la lentille principale, mais le déblai nous suggère qu'elle est composée en partie d'oxydes de manganèse massifs et en partie d'un mélange de brèche à chert altérée et d'oxydes de manganèse. La teneur en manganèse de cette deuxième lentille serait vraisemblablement plus basse que celle de la lentille principale. Une autre caractéristique de cette deuxième lentille est la faiblesse relative de l'altération en goethite la long de son contact sud-ouest.

Indice de manganèse de la mine French

Cet indice se trouve à environ 5 km à l'ouest-nord-ouest de la ville de Schefferville et immédiatement au nord du tas de déblai de la mine French.

La géologie de l'indice est présentée à la figure 4 qui donne aussi la localisation des tranchées et des sites d'échantillonnage. L'indice se trouve à cheval sur une faille normale ayant une direction nord-ouest et un pendage mesuré dans une tranchée de 70° vers le sud-ouest.

Au nord de la faille, la brèche à chert de Fleming et le quartzite de Wishart sont plissés autour d'un anticlinal avec un axe nord-ouest et un faible plongement vers le sud-est. Au sud de la même faille, la Formation de Ruth est plissée en structure synclinale ayant aussi un axe nord-ouest et un faible plongement vers le sud-est.

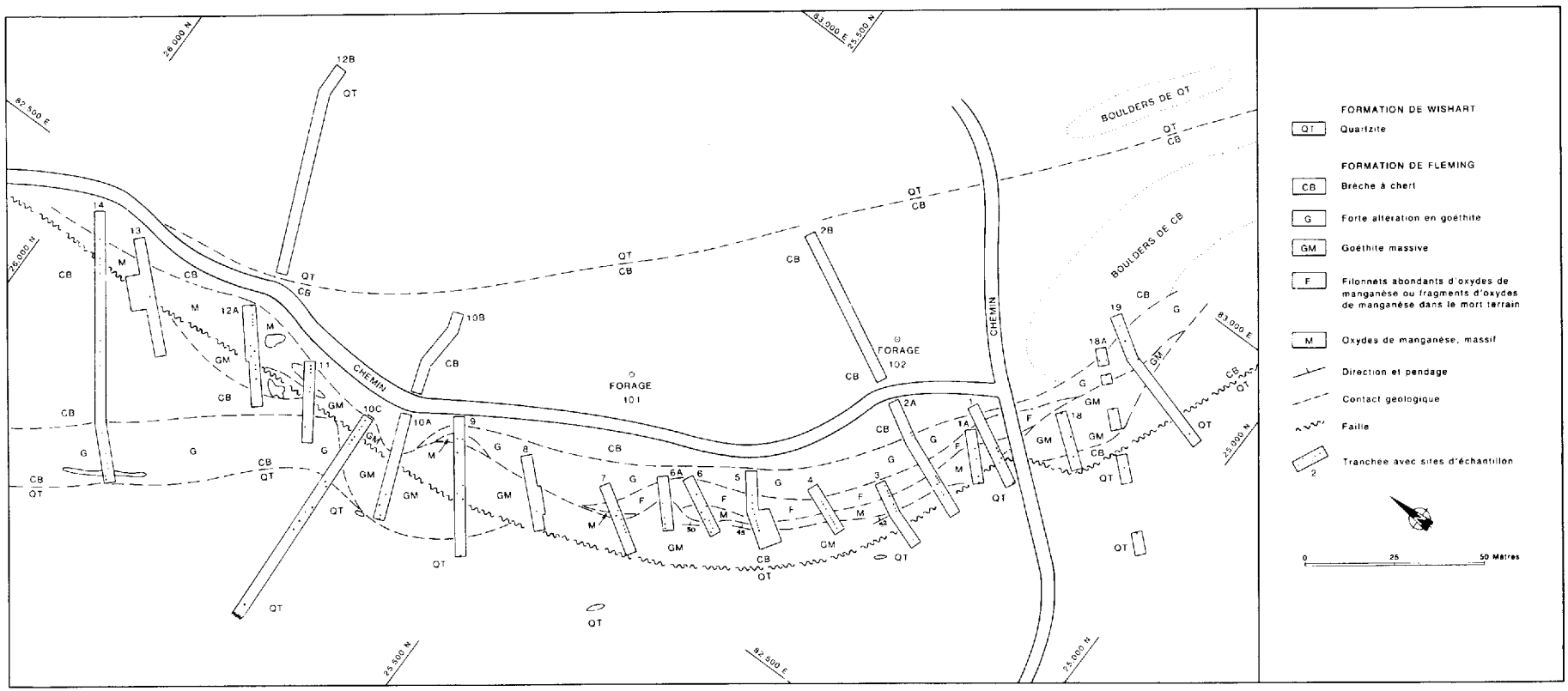


FIGURE 3 – Indice de manganèse de Ruth Lake, T.N.

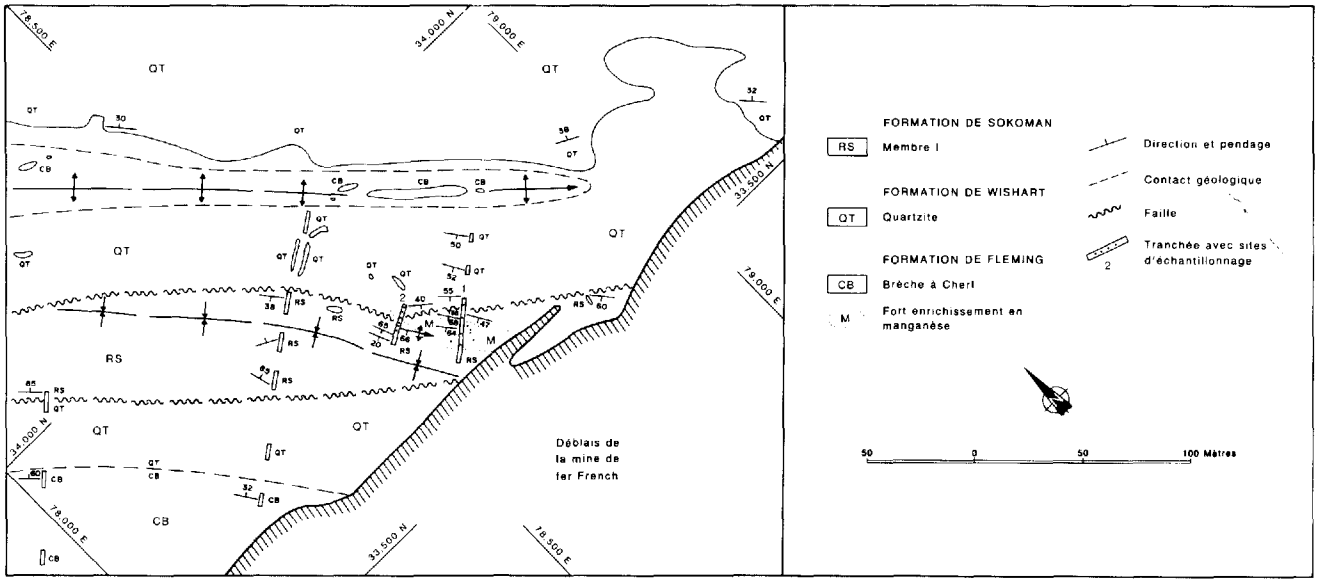


FIGURE 4 – Indice de manganèse de la mine French, Qué.

L'indice de manganèse se trouve surtout dans la Formation de Ruth au sud de la faille normale, et semble, à partir de cette faille, suivre les strates de cette formation sur au moins 50 m vers le sud-est, peut-être en partie suivant l'axe d'une zone de plissement à petite échelle. Au nord de la faille normale, l'enrichissement en manganèse semble s'étendre seulement sur quelques mètres dans le quartzite de Wishart.

Indice de manganèse du lac Shmoo

Cet indice, accessible par hélicoptère ou par hydravion (atterrissage au Lac Éclipse), se trouve sur le bord du Lac Micheline, à 600 m au nord-est du Lac Shmoo et à 82 km au nord-ouest de Schefferville.

La géologie de l'indice est présentée à la figure 5 qui montre aussi la localisation des échantillons. La partie

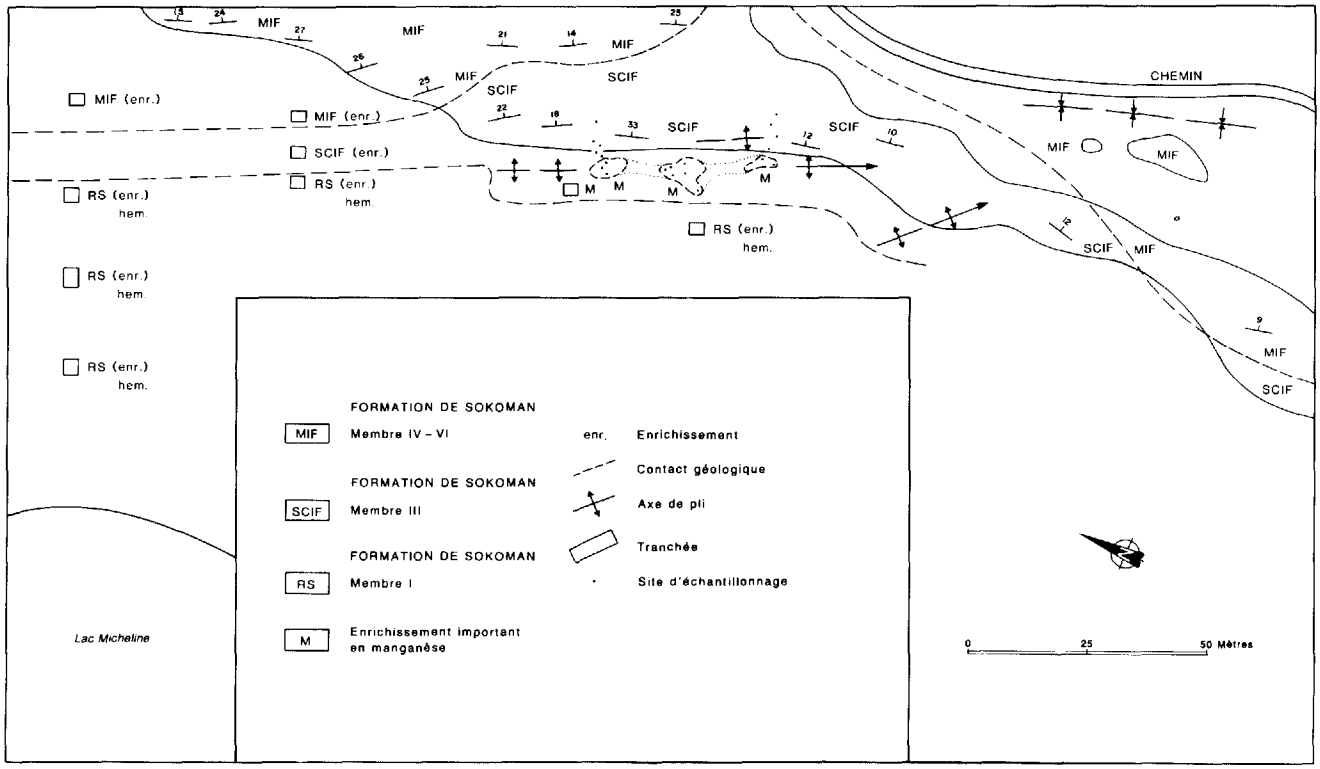


FIGURE 5 – Indice de manganèse du lac Shmoo, Qué.

inférieure de la Formation de Sokoman a ici une direction générale nord-ouest et un faible pendage vers le nord-est. Ces roches affleurent sur une faible pente s'abaissant vers le sud-ouest ; en bas de ces affleurements, la pente devient très faible. Les affleurements à proximité de l'indice montrent une série de plis mineurs ayant des axes nord-ouest à très faibles plongements vers le sud-est. L'indice même se trouve le long de l'axe d'un pli anticlinal ce qui lui donne une zone d'affleurement très large comparée à l'épaisseur réelle de l'intervalle stratigraphique enrichie en manganèse, qui ne dépasse probablement pas un ou deux mètres. Le niveau minéralisé ici semble être la partie basale du membre III de la Formation de Sokoman.

Indice de manganèse du lac Star

Cet indice se trouve à environ 10 km à l'ouest-nord-ouest de la ville de Schefferville et à environ 400 m au sud du lac Big Star.

La géologie de l'indice est présentée à la figure 6 qui montre aussi la localisation des échantillons. Le membre VI de la Formation de Sokoman, qui à cet endroit a une direction est-ouest, un pendage de 50° environ vers le sud et se trouve sur le flanc sud-ouest d'un pli anticlinal avec axe nord-ouest, a été coupé par une faille de direction nord-est avec mouvement du côté ouest vers le bas. A proximité de cette faille et, si la faille est normale, sur le côté supérieur, le membre VI a été très localement enrichi en manganèse.

Un « affleurement » de quelques 6 m de longueur et 15 m de largeur, immédiatement au nord de la faille (figure 7), est enrichi en hématite et surtout en oxydes de manganèse. Sur le bord de l'indice la Formation de Sokoman est enrichie en hématite mais recoupée aussi par des veinules tardives d'oxydes de manganèse. Sur le côté sud de l'indice et à proximité de la faille, la roche est une brèche composée de fragments de formation de fer enrichie en manganèse dans une matrice d'oxydes de manganèse massifs. Cette zone de brèche a au moins 4 m de largeur.

Indice de manganèse du lac Abel

Cet indice se trouve à environ 6 km au sud-ouest de la ville de Schefferville et à environ 70 m à l'est du lac Abel.

La géologie de cette région et la localisation des sites d'échantillonnage sont présentées à la figure 8. La Formation de Wishart et la partie inférieure de la Formation de Sokoman ont une direction nord à nord-ouest et un pendage d'environ 50° vers l'est. Elles sont recoupées par deux séries de failles transversales ayant des directions de N65-80°W et de N40-75°E.

Le long de ces failles transversales, qui affleurent dans la partie nord de la région, les roches sont fracturées et minéralisées en oxydes de manganèse et quartz. Cet enrichissement en manganèse se trouve surtout dans ces zones de fractures qui ont normalement quelques centimètres de largeur seulement. L'indice même est exposé, en tranchée seulement, dans la partie sud de la région et consiste en une aire lenticulaire où la Formation de Sokoman est bréchifiée et minéralisée surtout en goethite et

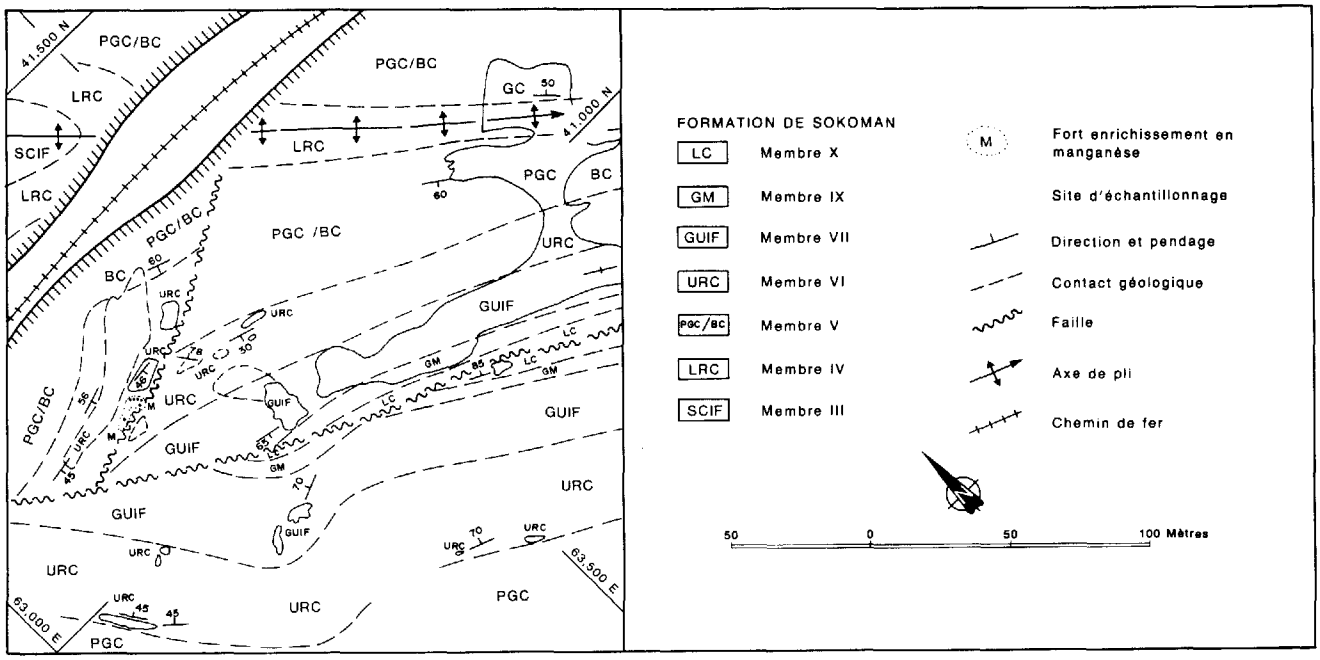


FIGURE 6 – Indice de manganèse du lac Star, Qué.



FIGURE 7 – L'indice de manganèse du Lac Star, vue vers l'ouest.

en oxydes de manganèse. Cette aire est d'environ 200 m de longueur et 40 m de largeur. Nos échantillons de l'indice contiennent en moyenne 20% d'oxydes de manganèse.

Indice de manganèse de Annabel

Cet indice se trouve à 41 km au nord-ouest de la ville de Schefferville à environ 600 m au nord-est de l'extrémité nord du Lac Annabel et 1 km à l'est du point terminal de l'actuel système routier (figure 1).

Les quelques affleurements à proximité de l'indice sont composés des membres IV-VI de la Formation de Sokoman. L'indice, qui consiste en plusieurs boulders plus ou moins en place et enrichi en manganèse, se trouve à environ 100 m stratigraphiquement au-dessus du contact supérieur du membre I. Ces roches ont une direction constante nord-ouest et un pendage de 35° à 50° vers l'est.

Les boulders minéralisés se trouvent sur une distance de 15 m le long du flanc ouest d'une petite vallée très prononcée de direction N35°E. Il est possible que cette vallée marque le tracé d'une faille transversale qui a joué un rôle important dans la mise en place de la minéralisation. Un affleurement qui se trouve à 6 m seulement au sud-est de l'indice consiste en des formations de fer fraîches, sans fracturation ou altération visible, et l'extension possible

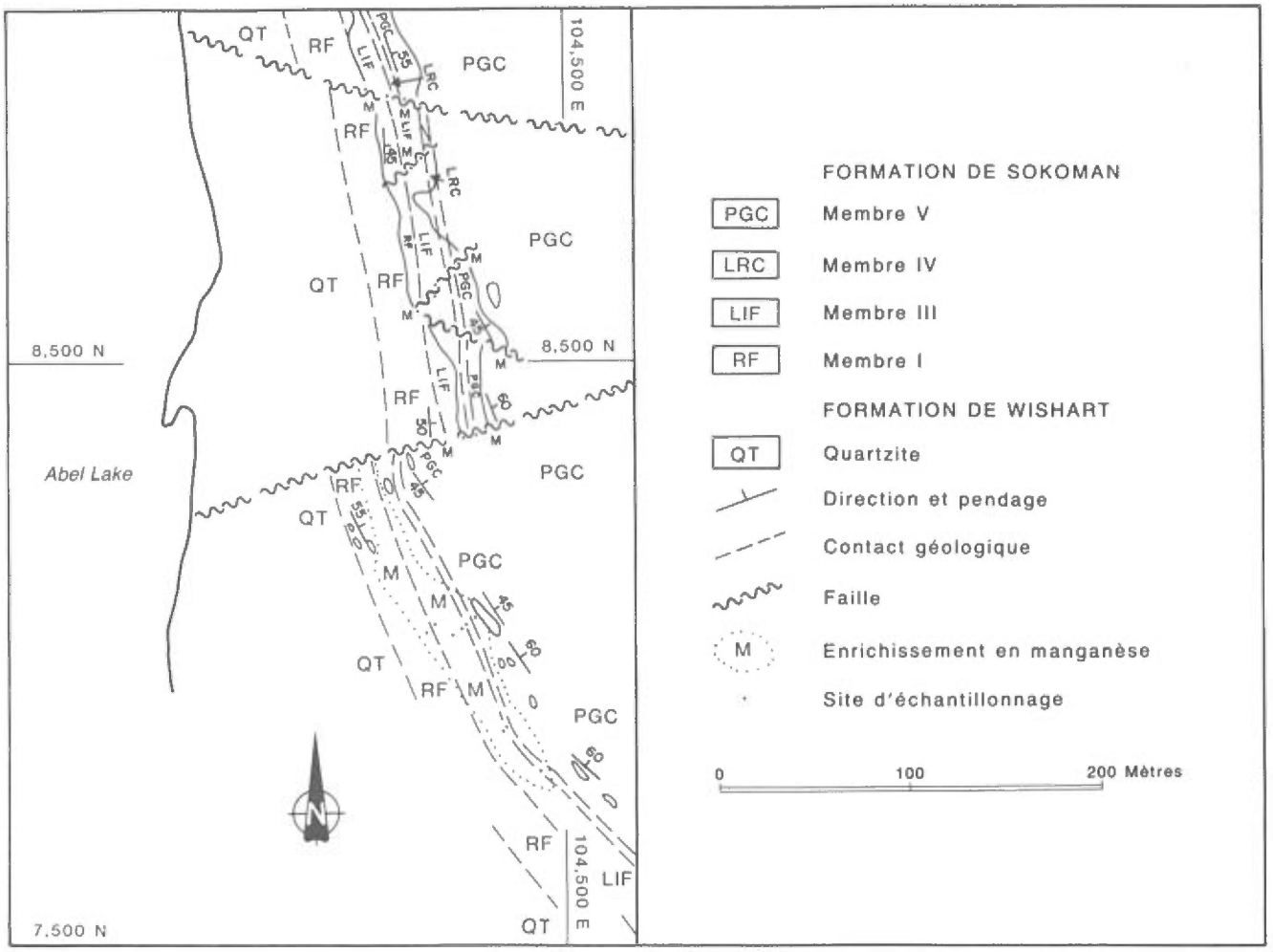


FIGURE 8 – Indice de manganèse de Abel Lake, T.N.

de la zone minéralisée semble être très limitée dans cette direction. Toutefois les autres affleurements ou tranchées les plus proches se trouvent à 30 m au nord-est, 120 m au sud-ouest et 230 m au nord-ouest. Deux échantillons de l'indice analysés auparavant titraient 32 et 44% Mn et, quoique nous y ayions aussi prélevé des échantillons d'oxydes de manganèse massifs, nos échantillons contiennent en moyenne environ 20% de filons de ces oxydes recoupant une formation de fer cherteuse.

Gisement de fer manganésifère de James Mine West

Ce gisement se trouve à 2 km au sud-ouest de la ville de Schefferville et affleure sur une forte pente dévalant vers le nord-est.

La géologie aux environs du gisement, décrite par Verdone (1979), est présentée à la figure 9 qui montre aussi les quelques sites d'échantillonnage. Dans le voisinage immédiat du gisement les membres III à IX de la Formation de Sokoman ont une direction nord-ouest et un pendage de 45°-60° vers le nord-est. Cette séquence est coupée par deux failles de chevauchement nord-ouest (dont une traversent le gisement) et trois failles tardives transversales (dont deux traversent le gisement principal). Une autre faille transversale ayant une direction N10°E et un pendage de 82° vers l'ouest fut observée dans la tranchée est-ouest qui traverse le bout sud-est du gisement. Le gisement de James Mine West offre un bon exemple de l'importance des failles transversales tardives dans la formation de minerai manganésifère.

Gisement de fer manganésifère de Redmond 5

Ce gisement se trouve à 10 km au sud de la ville de Schefferville.

La géologie aux environs du gisement, décrite par Beavan (1976), est présentée à la figure 10 qui montre aussi les sites d'échantillonnage dans deux tranchées. Les formations de Fleming et Ruth ainsi que les membre I-VII de la Formation de Sokoman sont ici plissés autour d'un grand synclinal ayant un axe nord-ouest. Le plongement du synclinal est variable : au sud-est du gisement, il est environ 25° vers le nord-ouest, dans le gisement il est faible et de direction variable, et au nord-ouest du gisement elle est encore plus faible mais uniformément vers le nord-ouest. Le flanc sud-ouest du synclinal est coupé par deux failles de direction nord-ouest. Ces failles furent décrites par A. Beavan (1976) comme des failles de chevauchement, mais les dislocations des contacts suggèrent qu'au moins le dernier (et le plus important) mouvement le long de ces failles fut normal. Le flanc nord-est du synclinal est coupé par deux failles transversales à direction approximative est-ouest.

Le gisement de Redmond 5 épouse fidèlement la forme du synclinal et il est évident que cette structure a fourni un contrôle très important pour la formation de ce gisement. Les membres I à V de la Formation de Sokoman sont minéralisés, et il est à noter que le minerai riche en manganèse se trouve dans les parties périphériques et inférieures du gisement qui correspondent aux membres I et III.

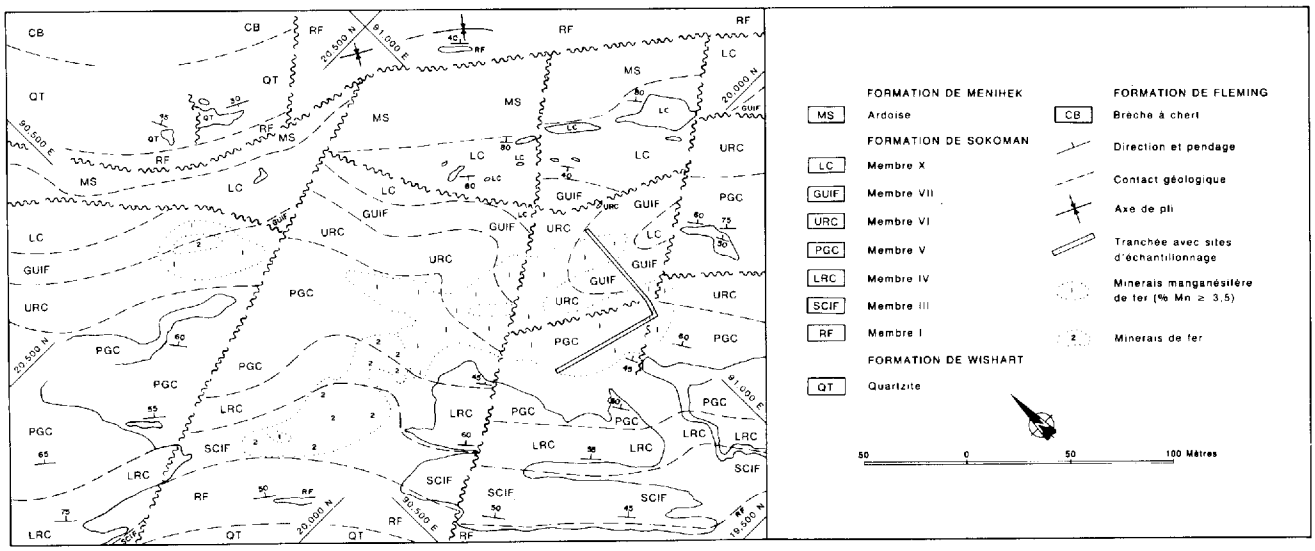


FIGURE 9 – Gisement de fer manganésifère de James Mine West, T.N.

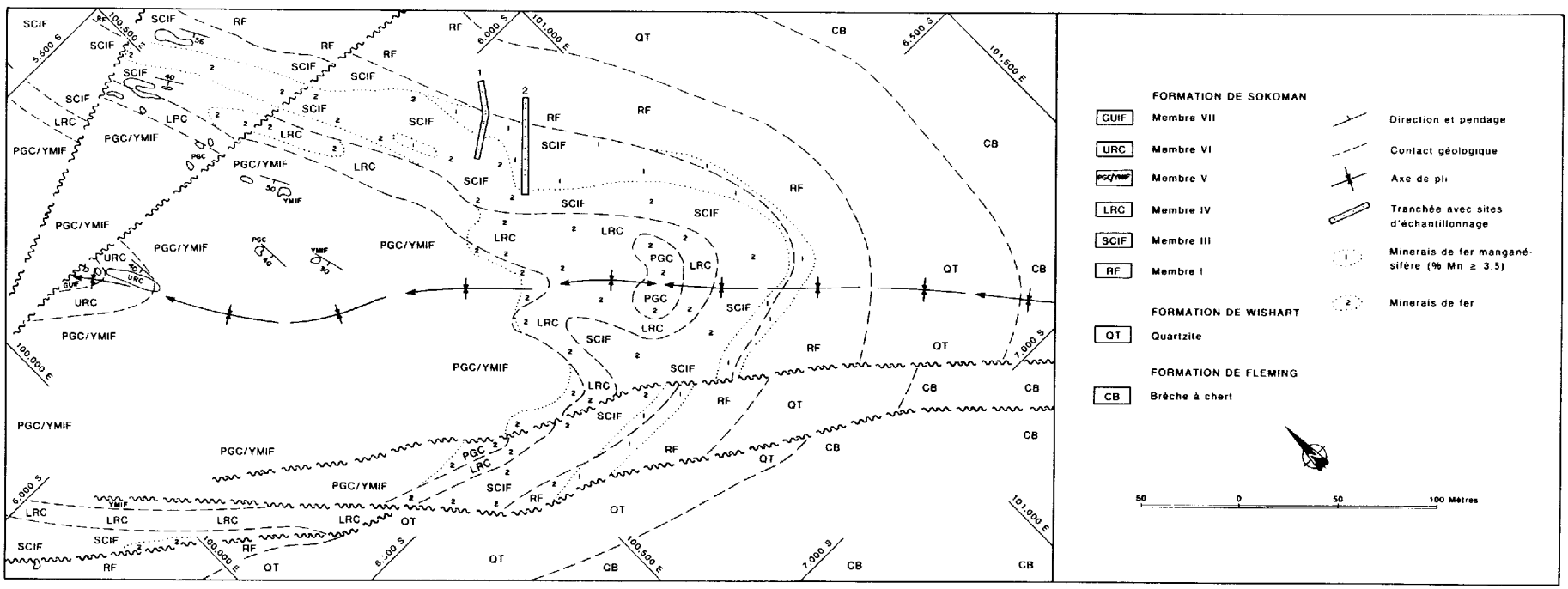


FIGURE 10 – Gisement de fer manganésifère de Redmond 5, T.N.

Gisement de fer manganésifère de Lance Ridge 1

Ce gisement se trouve à 10 km au nord-ouest de la ville de Schefferville.

La géologie aux environs du gisement, décrite par Daigneault (1979), est présentée à la figure 11 en plan et à la figure 12 en section transversale verticale. Les formations de Fleming et Wishart et les membres I-IX de la Formation de Sokoman sont plissés autour de deux plis ouverts synclinal-anticlinal ayant des axes de direction nord-ouest. Le plongement général de ces quatre plis est faible et vers le sud-est, quoique le pli anticlinal sur le côté nord-est de la région a un renversement local de direction de plongement, ce qui donne une petite structure en dôme dans le coin est de la région. Deux failles de chevauchement à direction nord-ouest recoupent aussi cette région ; celle qui est plus au nord sépare effectivement les deux plis synclinal-anticlinal décrits plus haut. Une faille transversale, ayant une direction nord-sud, traverse le coin est de la région.

La plus grande partie du minerai sur cette propriété se trouve dans le pli synclinal au nord de la faille de chevauchement septentrionale et à proximité de celle-ci. Des quantités moins importantes de minerai sont localisées dans le pli synclinal au sud (surtout dans le coin nord-ouest de la propriété) et le long de la faille de chevauchement méridionale (surtout sur le côté sud de la propriété). Les membres I-VII de la Formation de Sokoman sont transformés en minerais mais il est à noter que la partie manganésifère se présente presque toujours dans la partie inférieure du gisement et se trouve le long des parois et le fond des structures synclinales. Les membres I et III, à la base stratigraphique de la Formation de Sokoman, ont donc fourni une partie dominante du minerai manganésifère.

Gisement de fer manganésifère de Star Creek

Ce gisement se trouve à 10 km au nord-ouest de la ville de Schefferville.

Le gisement de fer Star Creek, décrit par Hétu (1973), se trouve dans les membre I-V de la formation de Sokoman qui sont plissés suivant trois paires de plis anticlinal-synclinal d'axes ouest-nord-ouest et coupés par quatre failles de chevauchement ayant une direction parallèle. Le gisement est d'environ 730 m de longueur et 180 m de largeur en surface et atteint une profondeur maximale de 150 m.

Nos travaux de terrain au gisement de Star Creek se sont limités à l'examen de plusieurs fractures ou failles transversales exposées le long du mur nord-est de la fosse.

Ce travail s'est effectué à un point à environ 30 m au nord de l'extrémité sud-est du gisement. A cet endroit nous avons relevé six fractures transversales ayant une direction sud-sud-ouest et de fort pendage à l'est, sur une distance de 55 m seulement. La figure 13 montre trois de ces fractures.

Sections types

Les formations de Fleming et Wishart ainsi que les membres I-V de la Formation de Sokoman furent échantillonnés le long de deux sections-types. Celle de Gill Mine Ridge est à environ 2 km au sud-ouest de la ville de Schefferville et à environ 500 m au sud-est de Gill Mine et la section-type de Elizabeth Lake est à environ 10 km au sud-ouest de la ville de Schefferville et immédiatement au nord du lac du même nom (figure 1). Géologiquement parlant, la section de Gill Mine Ridge se trouve dans la région couverte par le faciès de carbonate du membre I de la formation de Sokoman. Par contre, la section de Elizabeth Lake se trouve dans le faciès de transition du membre I.

Minéralogie des lieux visités

Afin d'éviter la répétition et aussi pour donner au lecteur une idée cohérente de la séquence d'événements qui ont produit les indices de manganèse et les gisements de fer manganésifères, nous avons choisi d'intégrer les observations minéralogiques faites sur tous nos sites et sur tous nos échantillons dans une seule description globale. Cette dernière est disposée en ordre chronologique des événements.

L'hématite, présente dans tous les indices de manganèse et dans tous les gisements de fer manganésifères, est le minéral d'altération formé en premier lieu. Par exemple, le quartzite au sud-ouest de l'indice de manganèse de Ruth Lake est partout légèrement hématitisée. Par endroits et surtout à proximité du contact quartzite-brèche à chert, cette altération est plus intense. En détail, l'hématite remplace la matrice entre les grains de quartz et pénètre la roche à partir des fractures (figure 14).

La goethite est aussi présente dans tous les indices de manganèse et dans tous les gisements de fer manganésifères. Elle est le deuxième minéral d'altération à se former. Sa distribution spatiale autour des indices et sa concentration dans les mêmes structures que les oxydes de manganèse suggèrent que le dépôt de goethite est relié directement au dépôt de manganèse. Le quartzite, déjà hématitisé, est altéré en goethite dans une large zone au sud-ouest de l'indice de manganèse du Ruth Lake mais une altération beaucoup plus intense en goethite a affecté une bande de quartzite d'environ 20 m de largeur juste au sud-ouest de l'indice. Cette forte altération en goethite

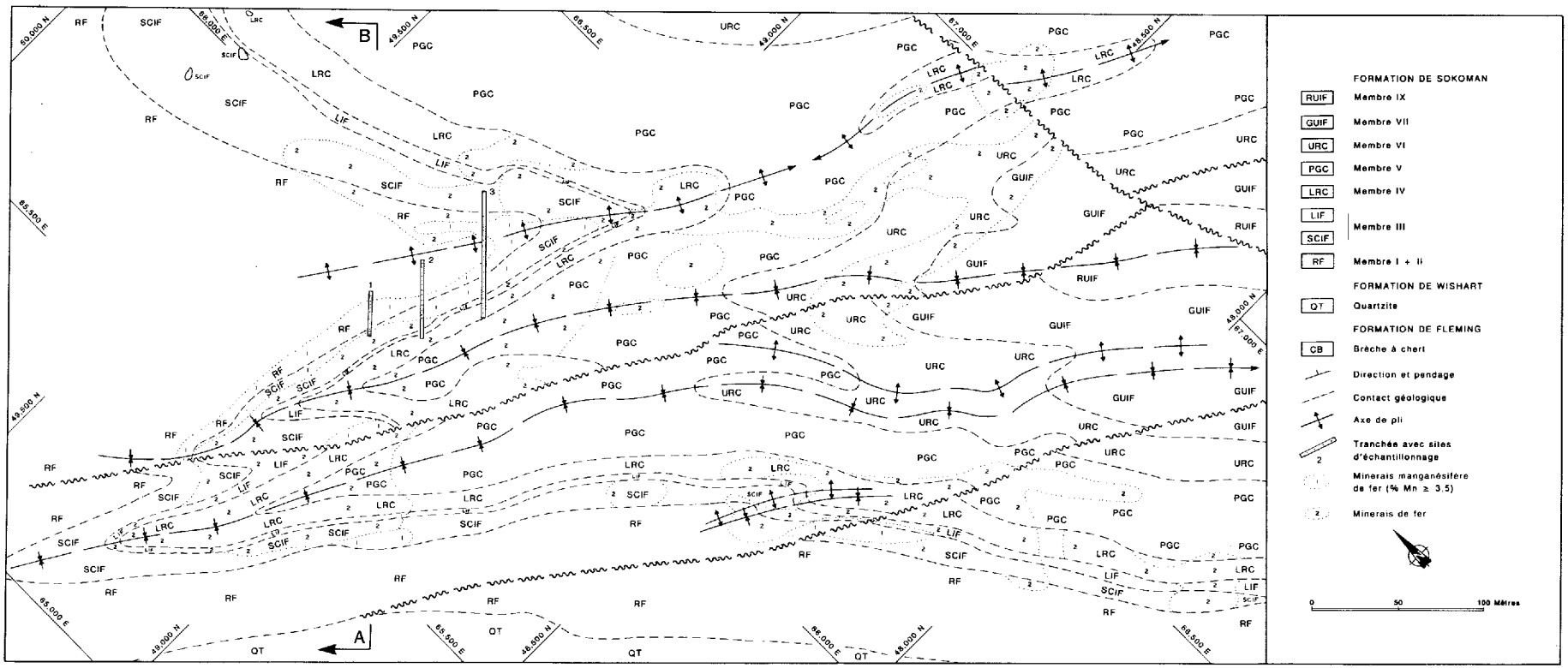


FIGURE 11 – Gisement de fer manganésifère de Lance Ridge 1, Qué.

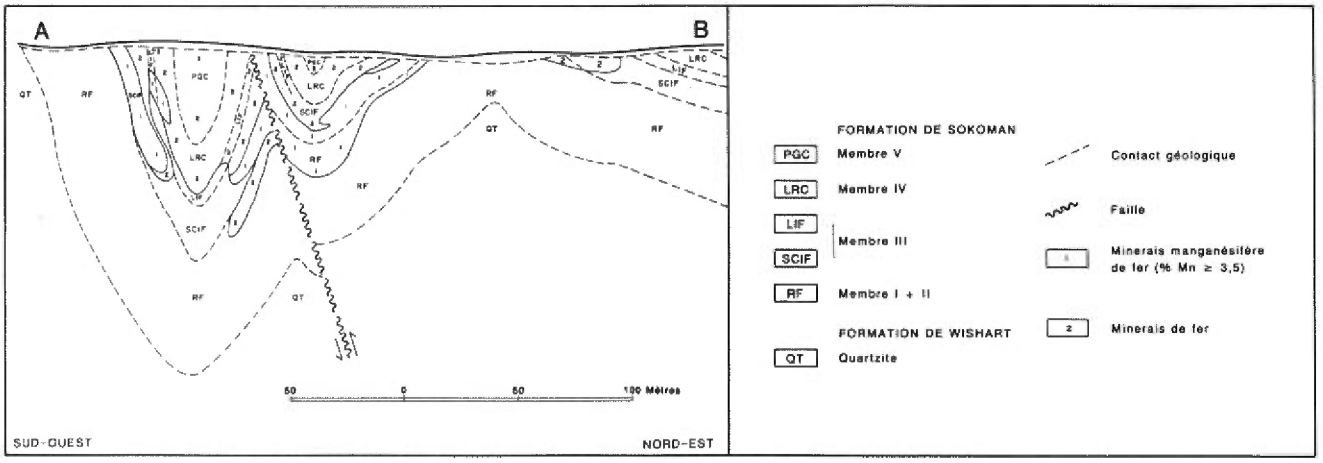


FIGURE 12 – Section transversale verticale A-B, gisement de fer manganésifère de Lance Ridge 1, Qué.



FIGURE 13 – Fractures transversales, gisement de fer manganésifère de Star Creek.

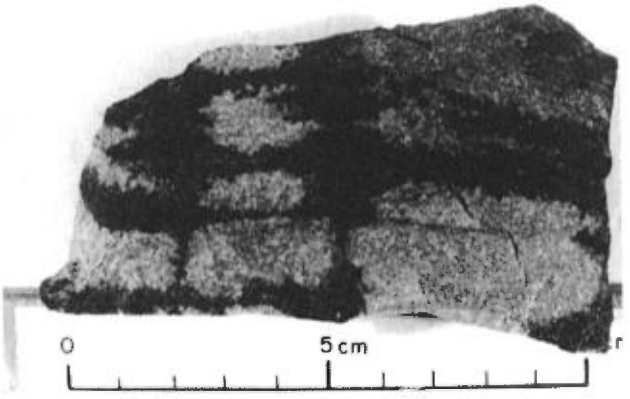


FIGURE 14 – Quartzite hématitisé. Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R10C-14).

a affecté aussi la brèche à chert à proximité de l'indice (figure 15). Il arrive souvent que la roche-hôte soit bréchifiée avant sa minéralisation en goethite (figure 16) et parfois la plupart des fragments dans cette brèche sont aussi altérés en goethite. Un affleurement typique, riche en goethite, est montré à la figure 17. Le matériel, parfois riche en goethite, a une texture botryoidale et souvent les veinules qui recoupent la roche hôte ont la même texture (figure 18). Au microscope, la goethite est en grande partie de couleur brune mais il existe aussi une génération tardive de ce minéral ayant une plus haute réflectivité et une couleur rougeâtre (figure 19).

Les oxydes de manganèse se sont déposés après que l'altération et la minéralisation en goethite eurent été en majeure partie achevées. Des fragments de roche-hôte, altérés sur les bords par l'hématite puis par la goethite, ont été inclus dans une matrice d'oxydes de manganèse (figure 20). Des fragments complètement goethitisés de roche-hôte peuvent être inclus dans une telle matrice ou une roche-hôte goethitisée peut être recoupée par des veinules d'oxyde de manganèse. Au microscope, on observe des structures qui suggèrent la même séquence d'événements : des roches-hôtes, déjà altérées en hématite ou en goethite, qui sont recoupées par des veinules d'oxyde de manganèse (figure 21) ; les espaces ouverts autour de la goethite botryoidale qui ont été remplis d'oxydes de manganèse (figure 22) ; la goethite qui est recoupée par des veinules de ces oxydes (figure 23) ; des fragments de goethite botryoidale qui se trouvent dans une matrice d'oxydes de manganèse (figure 24).

Les oxydes de manganèse massifs contiennent un pourcentage variable des fragments de roche-hôte (figure 25). Ces fragments sont souvent, mais pas toujours, hématitisés et/ou goethitisés. Ceci peut prendre la forme d'un réseau de veinules ou des cristaux finement disséminés (figure 26). Les oxydes de manganèse massifs montrent souvent des textures botryoidales qui indiquent que la pyrolusite est presque toujours le dernier minéral déposé (figure 27).

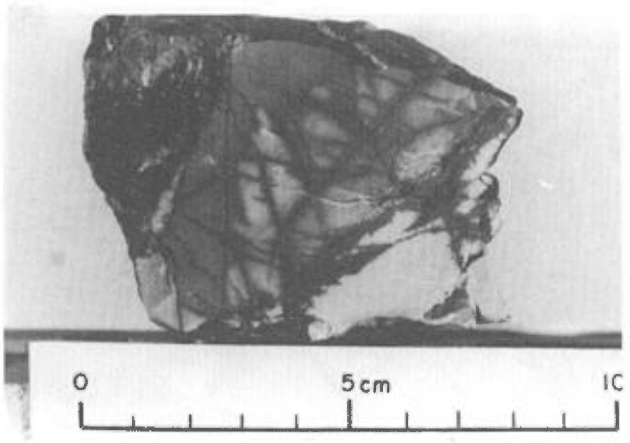


FIGURE 15 – Brèche à chert avec forte altération en goethite. Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R14-13).



FIGURE 18 – Veinule de goethite botryoïdale recoupant la brèche à chert. Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R19-3-1, lumière polarisée transmise, 36X).

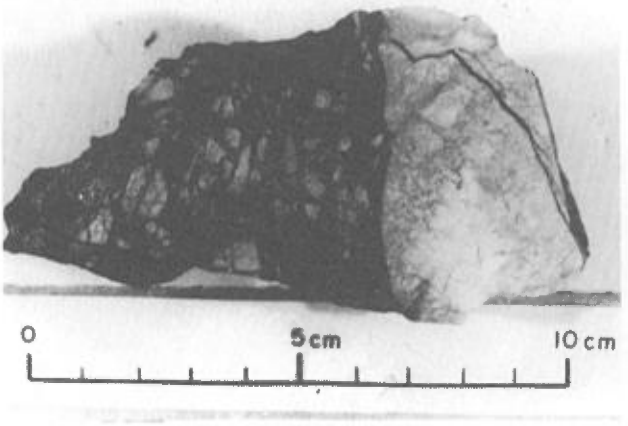


FIGURE 16 – Brèche à chert, bréchifiée et minéralisée en goethite. Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R19-2).

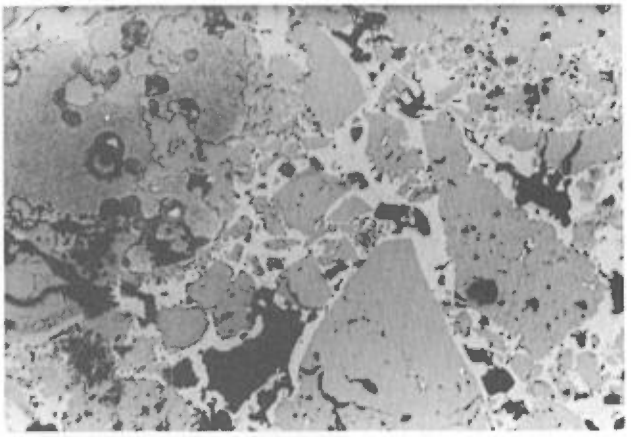


FIGURE 19 – Fragments de goethite brune (gris) dans une matrice de goethite tardive rouge (blanc). Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R11-2-3, lumière naturelle réfléchie, 115X).



FIGURE 17 – Affleurement de goethite massive, tranchée 5. Indice de manganèse de Ruth Lake.

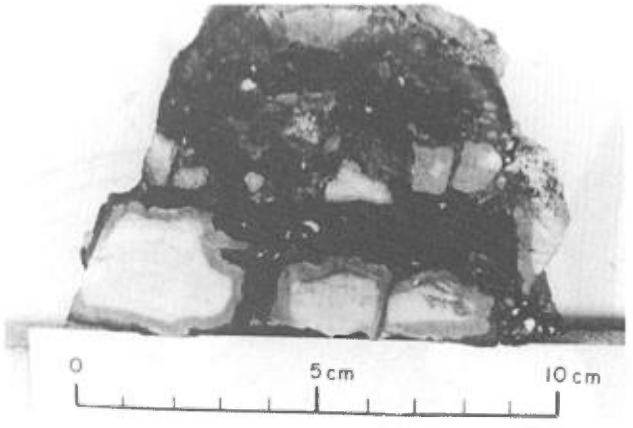


FIGURE 20 – Fragments de chert, altérés en hématite (gris foncé) et goethite (gris), dans une matrice d'oxydes de manganèse (noir). Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R12-1).

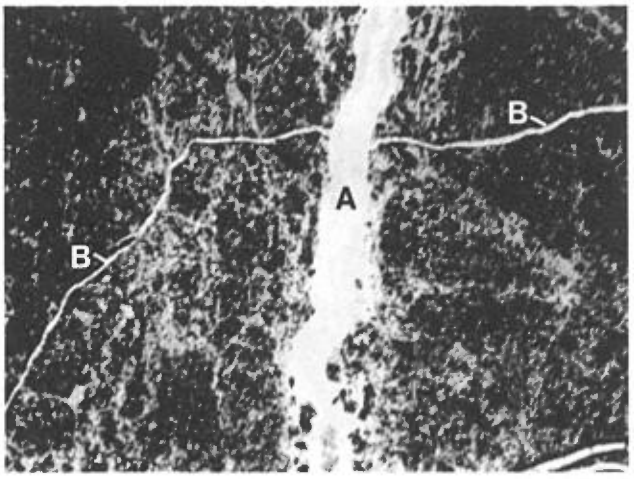


FIGURE 21 – Veinule de cryptomélane (A) recoupant une petite veinule d'hématite (B), gisement de fer manganésifère de Lance Ridge 1 (éch. L–3B, lumière naturelle réfléchie, 57X).



FIGURE 24 – Fragments de goethite botryoïdale (gris) dans une matrice de cryptomélane (gris pâle) et pyrolusite (blanc). Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R13-1, lumière naturelle réfléchie, 230X).

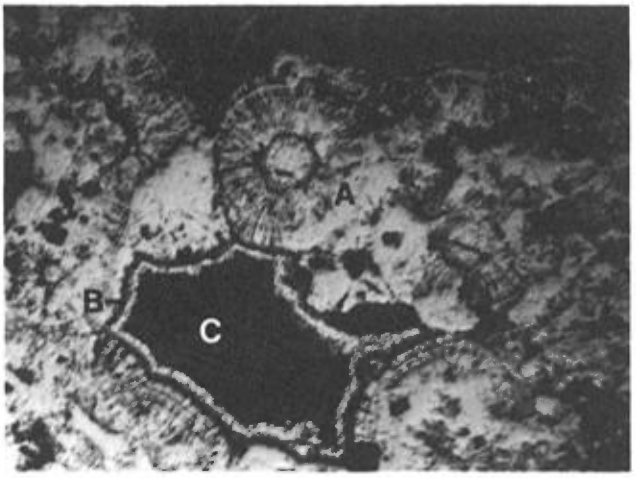


FIGURE 22 – Goethite botryoïdale (A) couverte d'une couche tardive de pyrolusite (B) entourant les vides (C). Indice de manganèse de la Mine French (éch. F–12, lumière naturelle réfléchie, 230X).



FIGURE 25 – Fragments de chert dans des oxydes de manganèse. Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R1A-1, 14 cm de long).



FIGURE 23 – Veinule de cryptomélane (blanc) recoupant la goethite botryoïdale (gris). Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R13-1, lumière naturelle réfléchie, 230X).

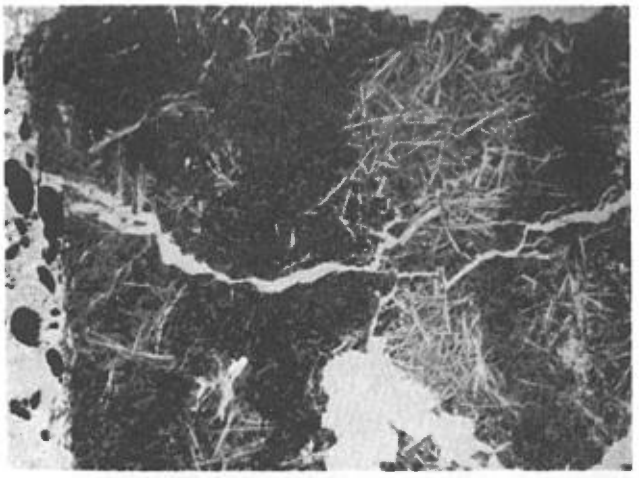


FIGURE 26 – Cryptomélane (blanc) en veinules et en fines aiguilles dans un chert, gisement de fer manganésifère Lance Ridge 1 (éch. L-3A, lumière naturelle réfléchie, 115X).

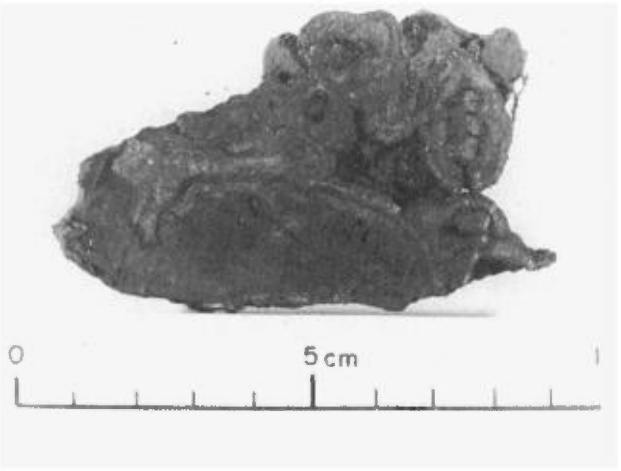


FIGURE 27 – Oxydes de manganèse massifs avec texture botryoïdale. Indice de manganèse de la Mine French. Remarquer que la pyrolusite (brillant) est le dernier minéral formé (éch. F-9).

Au microscope, on voit que l'ordre de dépôt des oxydes de manganèse commence d'habitude avec le cryptomélane ou la hollandite et se termine avec la pyrolusite (figures 28, 29, 30). Quelques rares exemples démontrent cependant que cet ordre peut être localement renversé (figure 31). On observe aussi des textures rubannées ou botryoidales avec une alternance de cryptomélane et pyrolusite (figure 32) ; il est parfois difficile de déterminer lequel de ces deux minéraux fut déposés le premier et lequel le dernier. Le minéral psilomélane fut observé dans une lame de l'indice de manganèse du lac Abel : une veinule composée de pyrolusite au centre et de psilomélane sur les bords suggère que la place de ce minéral dans la séquence de dépôt est similaire à celle du cryptomélane. Dans le même échantillon, de la bixbyite se trouve sous forme d'enclaves dans la hollandite, le tout se trouvant à l'intérieur d'une veinule composée de hollandite au bord et de pyrolusite au centre. Cette même veinule d'ailleurs recoupe une formation de fer goethitisée (figure 33). Le

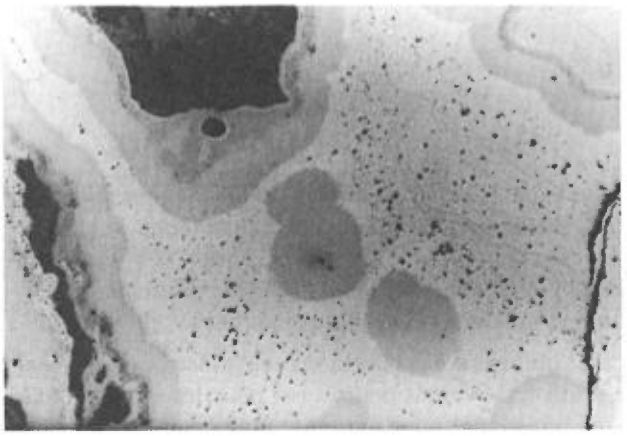


FIGURE 28 – Fragments de goethite (gris foncé) entourés successivement de cryptomélane (gris) et de pyrolusite (gris pâle). Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R13-1, lumière naturelle réfléchie, 115X).

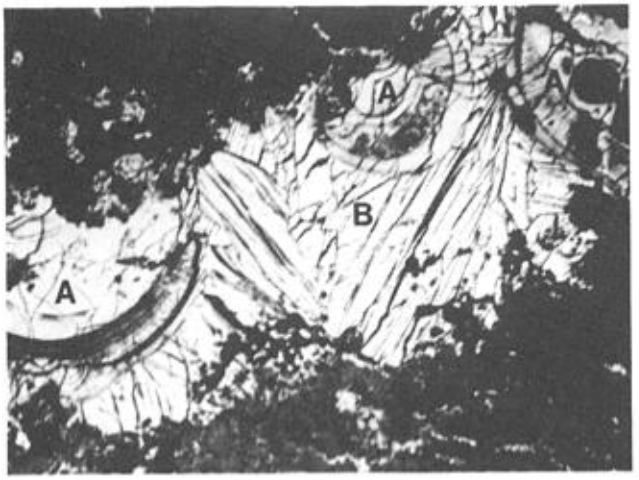


FIGURE 29 – Veinule composée de cryptomélane botryoïdal (A) entouré de pyrolusite (B). Indice de manganèse du Lac Shmoo (éch. SM – 19, lumière naturelle réfléchie, 57X)

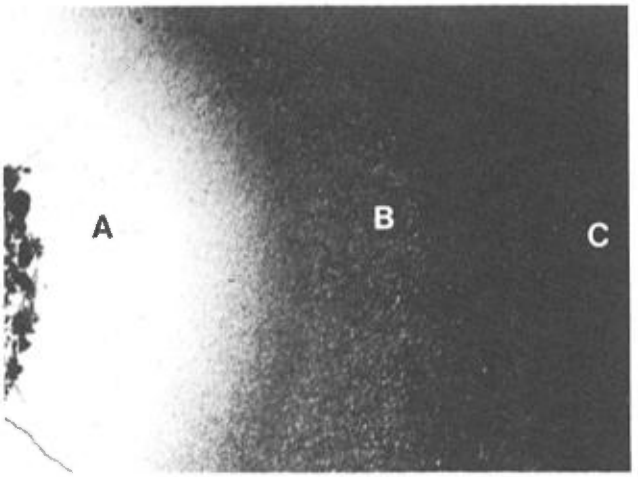


FIGURE 30 – Une veinule zonée montrant le dépôt successif de cryptomélane riche en Al (A), cryptomélane (B) et pyrolusite (C). Gisement de fer manganésifère de James Mine West (éch. J6, lumière naturelle réfléchie, 57X).

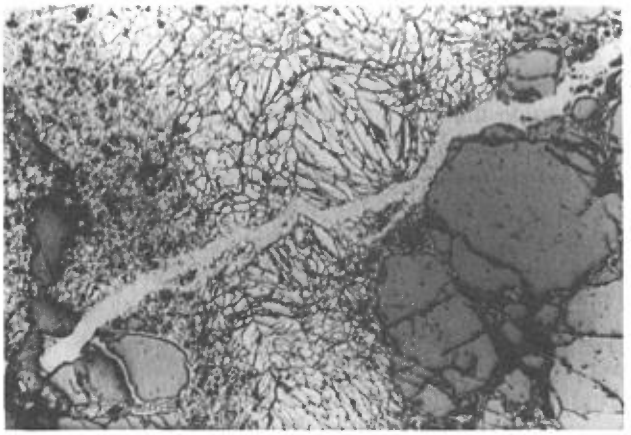


FIGURE 31 – Veinule de cryptomélane (gris pâle) recoupant la pyrolusite (blanc, bien cristallisé). Indice de manganèse de Ruth Lake (éch. R4-7, lumière naturelle réfléchie, 115X).

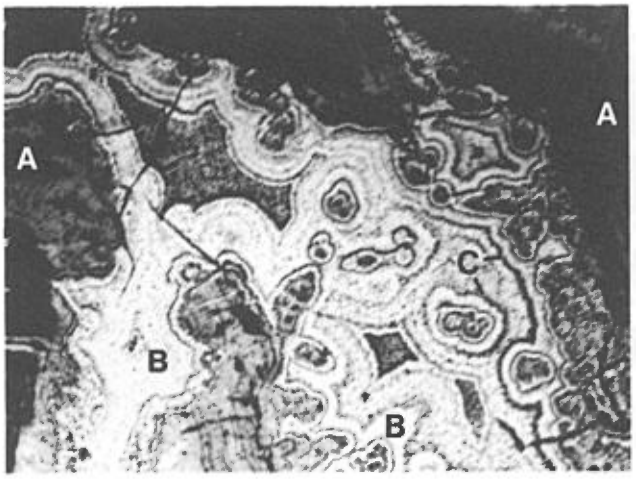


FIGURE 32 – Une veinule d'oxydes de manganèse botryoïdale, contenant des fragments de goethite (A), montre une alternance de dépôt de pyrolusite (B) et de cryptomélane (C). Indice de manganèse de la Mine French (éch. F14, lumière naturelle réfléchie, 57X).

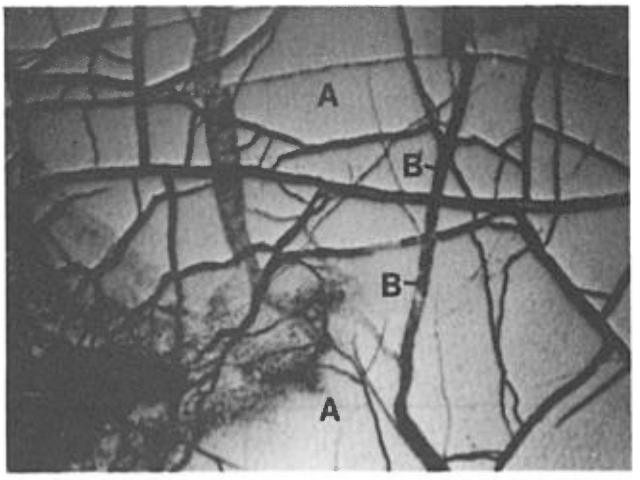


FIGURE 34 – Cryptomélane (A) recoupé par des veinules de hollandite (B). Indice de manganèse de Abel Lake (éch. A12, lumière naturelle réfléchie, 115X).

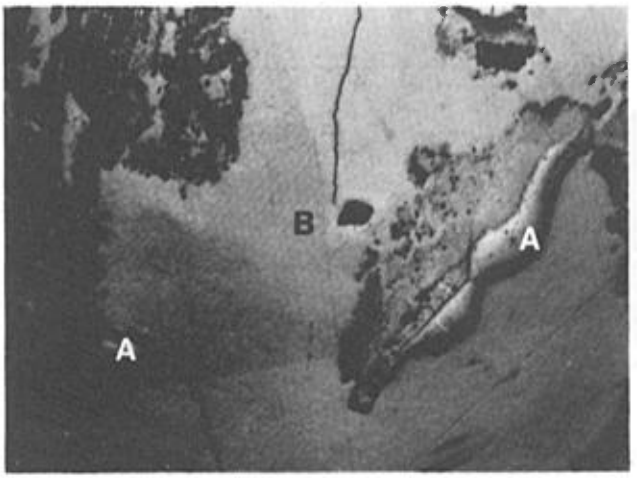


FIGURE 33 – Enclaves de bixbyite (A relief élevé et brunâtre, poreux) dans la hollandite (B). Indice de manganèse de Abel Lake (éch. A18, lumière naturelle réfléchie, 57X).

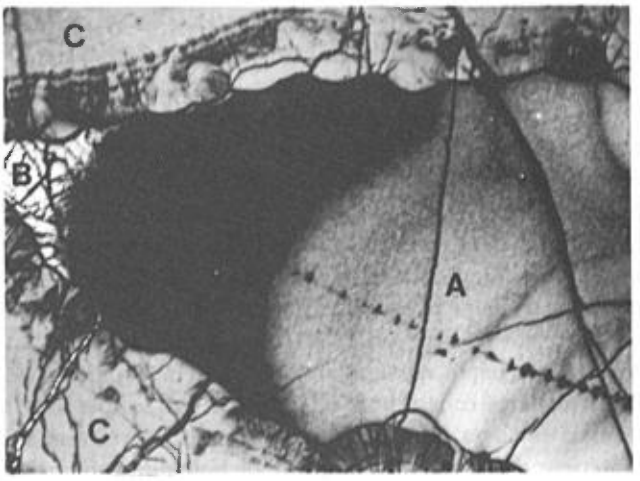


FIGURE 35 – Veinule de cryptomélane (A) et de pyrolusite (B) recoupant la goethite (C). Indice de manganèse du Lac Shmoo (éch. SM2, lumière naturelle réfléchie, 57X).

minéral bixbyite semble donc le premier oxyde de manganèse à avoir été déposé.

La composition du cryptomélane varie de façon régulière : il est alumineux au commencement du dépôt de ce minéral mais le cryptomélane formé plus tard est moins riche en aluminium et plus riche en barium (tableau 7). Cette tendance se poursuit avec le dépôt de la hollandite (l'analogue riche en barium du cryptomélane) après le cryptomélane (figure 34). La composition de la pyrolusite ne semble pas beaucoup varier mais il y a une tendance pour la génération la plus tardive d'être mieux cristallisée. Une texture très intéressante, développée surtout dans le cryptomélane, semble suggérer que certaines fractures, maintenant pleines d'oxydes de manganèse, furent remplies progressivement du bas vers le haut (figure 35).

Géochimie des lieux visités

Les échantillons non altérés des formations de Sokoman, Wishart et Fleming qui furent prélevés le long de deux sections types à Gill Mine Ridge et à Elizabeth Lake, furent analysés pour des éléments majeurs, mineurs et en trace (tableau 8).

Une quinzaine d'échantillons de l'indice de manganèse de Ruth Lake furent dosés aussi pour les éléments majeurs, mineurs et pour une suite plus grande d'éléments en trace (tableau 9). Le profil composé de ce tableau montre très bien que le dépôt de manganèse est entouré d'une zone d'altération et minéralisation en goethite qui est pauvre en Mn mais très riche en Fe. On voit aussi que

le dépôt a des teneurs plus élevés en Al, K, Sr, Li, Cu, Ni, Zn, As et perte au feu (P.A.F.) que la formation de Fleming la moins altérée à proximité (échantillon R2-9).

Une comparaison des tableaux 8 et 9 indique que l'indice de manganèse et les roches encaissantes altérées sont enrichis en Ba.

TABLEAU 7 – Compositions du cryptomélane et de la hollandite d'après des analyses à la microsonde.

LOCALITÉ	ÉCHANTILLON	PHOTO	SITE	MINÉRAL	COMPOSITION
Indice du lac Abel	A-3	—	1	Cryptomélane	$[K_{0.7}\ Ba_{0.3}]\ [Mn^{+2}_{0.5}\ Mn^{+4}_{7.5}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
			2	Hollandite	$[K_{0.4}\ Ba_{0.6}]\ [Mn^{+2}_{0.5}\ Mn^{+4}_{7.5}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	A-9	—	2	Cryptomélane précoce	$K\ [Mn^{+2}_{.72}\ Mn^{+4}_{7.28}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
		—	3	Cryptomélane tardive	$[Al_{.50}\ K_{.25}\ Si_{.05}\ Ba_{.20}]\ [Mn^{+2}_{2.4}\ Mn^{+4}_{5.6}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
		—	6	Hollandite	$[K_{.10}\ Si_{.01}\ Ba_{.80}\ P_{.09}]\ [Mn^{+2}_{1.0}\ Mn^{+4}_{7.0}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	A-12	—	2	Hollandite (tardive)	$Ba\ [Mn^{+2}_{1.0}\ Mn^{+4}_{7.0}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
			4	Cryptomélane (précoce)	$[K_{0.9}\ Ba_{0.1}]\ [Mn^{+2}_{0.8}\ Mn^{+4}_{7.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
		23	6,7	Hollandite	$Ba\ [Mn^{+2}_{1.0}\ Mn^{+4}_{7.0}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
			8	Cryptomélane	$[K_{0.1}\ Ba_{0.9}]\ [Mn^{+2}_{0.8}\ Mn^{+4}_{7.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	A-18	22	1	Hollandite	$[K_{0.3}\ Ba_{0.7}]\ [Mn^{+2}_{0.8}\ Mn^{+4}_{7.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
Indice du lac Annabel	AN-2	—	3	Cryptomélane précoce	$[Al_{.25}\ K_{.25}\ Si_{.25}\ Ba_{.25}]\ [Mn^{+2}_{2.0}\ Mn^{+4}_{6.0}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$ $O_{16} \cdot n\ H_2O$
	AN-3	—	2,3	Cryptomélane	$[K_{.99}\ Ba_{.01}]\ [Mn^{+2}_{1.0}\ Mn^{+4}_{7.0}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
Indice de la mine French	F-9	—	1	Cryptomélane	$[Al_{0.6}\ K_{0.4}]\ [Mn^{+2}_{1.6}\ Mn^{+4}_{6.4}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	F-14	21		Cryptomélane tardive	$[Al_{0.3}\ K_{0.7}]\ [Mn^{+2}_{0.8}\ Mn^{+4}_{7.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
Gisement de James Mine West	J-4	—	1	Cryptomélane tardive	$[Al_{0.4}\ K_{0.6}]\ [Mn^{+2}_{0.8}\ Mn^{+4}_{7.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
			2	Cryptomélane précoce	$[Al_{.75}\ K_{.25}]\ [Mn^{+2}_{4.8}\ Mn^{+4}_{3.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	J-4	—	3	Cryptomélane précoce	$[Al_{0.6}\ K_{0.4}]_{1.5}\ [Mn^{+2}_{1.6}\ Mn^{+4}_{6.4}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
			5	Cryptomélane tardive	$[Al_{0.3}\ K_{0.7}]\ [Mn^{+2}_{0.8}\ Mn^{+4}_{7.2}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	J-6	19	1	Cryptomélane précoce	$[Al_{.15}\ K_{.80}\ Ba_{.05}]\ [Mn^{+2}_{1.6}\ Mn^{+4}_{6.4}]\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
			2	Cryptomélane tardive	$K\ Mn_8O_{16} \cdot n\ H_2O$
Gisement de Lance Ridge 1	L-3A	—	1	Cryptomélane précoce	$[Al_{0.6}\ K_{0.4}]_2\ [Mn^{+2}_{.35}\ Mn^{+4}_{.65}]_8\ O_{16} \cdot n\ H_2O$
	L-5	—	2	Cryptomélane	$[Al_{0.6}\ K_{0.4}]_2\ [Mn^{+2}_{.35}\ Mn^{+4}_{.65}]_8\ O_{16} \cdot n\ H_2O$

Analyste : D. Giovenazzo

TABLEAU 8 – Analyses chimiques d'échantillons non altérés prélevés à Elisabeth Lake et à Gill Mine Ridge.

Formation	Échant. No.	SiO_2 %	Al_2O_3 %	K_2O %	Na_2O %	Ba ppm	Sr ppm	Ti %	Zr ppm	Fe_t %	FeO %	Mn %	MgO %	CO_2 %
Sokoman V	E-11	?	0,1	0,0	0,07	24	13	0,02	3	31,5	19,0	0,16	5,33	0,20
Sokoman V	E-10	47,0	0,1	0,0	0,06	26	5	0,02	3	33,8	3,3	0,03	0,70	0,15
Sokoman IV	E-9	40,5	0,2	0,0	0,11	26	6	0,01	3	40,5	3,3	0,08	0,35	0,12
	E-8	23,8	0,2	0,0	0,04	24	8	0,01	3	53,5	12,6	0,11	0,85	0,15
Sokoman III	E-7	52,3	0,3	0,1	0,08	25	8	0,01	3	28,9	22,9	0,17	3,10	0,54
Sokoman I	E-5	54,0	12,7	10,0	0,18	550	103	2,32	350	6,9	0,9	0,05	0,72	7,66
Wishart	E-4	92,2	2,7	1,2	0,01	222	77	0,03	71	1,8	1,1	0,01	0,25	0,14
Wishart	E-3	92,1	2,4	0,7	0,07	124	35	0,03	2,4	38	0,4	0,01	0,10	0,23
Fleming	E-2	94,7	2,2	0,5	0,05	40	36	0,02	42	1,3	0,8	0,02	0,09	0,26
Fleming	E-1	98,2	0,4	0,1	0,08	48	27	0,00	3	0,6	0,5	0,01	0,02	0,31
Sokoman V	G-8	59,5	0,1	0,0	0,00	30	5	0,03	3	27,9	0,8	0,03	0,06	0,28
Sokoman IV	G-7	37,0	0,1	0,0	0,00	32	9	0,02	3	43,9	1,5	0,17	0,08	0,21
Sokoman III	G-6	35,6	0,2	0,1	0,01	29	9	0,03	3	35,8	28,0	0,43	4,40	6,51
Sokoman III	G-5	18,5	0,3	0,0	0,01	27	9	0,03	3	48,4	2,5	0,06	0,03	1,31
Sokoman I	G-4	61,5	11,7	6,9	0,15	513	85	,43	468	7,1	0,7	0,03	0,69	3,22
Wishart	G-3	85,0	5,5	2,8	0,06	421	72	0,10	164	3,2	3,5	0,02	0,87	0,22
Wishart	G-2	87,9	3,2	1,5	0,10	232	68	0,10	40	3,2	4,1	0,15	0,58	0,60
Fleming	G-1	97,2	0,5	0,0	0,01	71	27	0,04	14	1,1	1,5	0,03	0,14	0,12

TABLEAU 9 – Analyses chimiques, profil composé, Indice de manganèse de Ruth Lake.

	Échantillon	Mn Total %	Fe Total %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	K_2O %	P_2O_5 %	PAF* %	Ba ppm	Sr ppm	Li ppm	V ppm	Cu ppm	Ni ppm	Zn ppm	As ppm	Mo ppm	Cr ppm
Brèche de chert du Fleming, (altérée en goethite) près du dépôt de Mn	R2-9	0,3	1,2	96,5	0,46	0,06	0,01	0,4	804	5	5	7,1	2	7	10	3,6	2,9	16
	R1A-6	0,3	26,2	57,1	0,77	0,10	0,03	4,8	346	5	6	16,1	9	16	20	10,0	2,6	19
Dépôt de manganèse de Ruth Lake	R1A-4A	55,8	5,7	1,9	1,74	3,56	0,13	11,8	409	220	17	35,4	38	29	83	16,9	4,8	25
	R1A-5	37,5	22,6	1,7	2,16	2,10	0,26	12,0	184	272	12	25,3	32	36	84	18,7	4,7	23
	R3-9	31,6	1,8	45,5	2,14	1,56	0,07	7,3	638	229	11	23,2	22	6	29	12,1	3,4	25
	R5-9	25,2	5,9	48,9	1,75	1,66	0,07	6,6	474	199	14	23,9	14	9	26	13,9	3,0	30
	R5-6	28,6	3,5	45,9	2,47	1,74	0,07	7,4	636	120	11	25,3	19	10	42	12,7	1,4	21
Brèche de chert Fleming, altérée en goethite	R3-5	5,9	49,2	6,8	1,35	0,33	0,47	11,1	771	43	4	22,4	26	45	92	12,6	3,0	37
	R3-3	3,9	66,5	38,9	0,75	0,22	0,16	7,3	747	25	5	15,6	20	32	77	12,1	2,6	16
	R3-2	0,8	56,1	6,1	1,02	0,06	0,21	11,1	209	1	5	23,1	13	42	58	13,0	3,1	29
	R5-1	0,2	39,7	30,4	3,61	0,77	0,37	7,6	594	10	10	18,7	22	44	68	27,4	3,6	30
	R1-3	0,3	37,1	34,3	1,91	0,34	1,54	7,4	134	3	7	16,4	11	40	67	17,7	4,2	23
Quartzite du Wishart (altérée en goethite) ; près du contact avec la brèche de chert	R6A-3	0,3	31,8	46,1	0,60	0,02	0,13	6,4	352	3	4	13,7	11	29	49	17,9	2,9	18
	R1-2	0,0	1,5	96,4	0,89	0,02	0,03	0,4	69	8	4	5,0	5	6	10	5,4	4,3	16
	R3-1	0,0	2,1	92,7	2,03	0,04	0,04	1,0	483	6	6	21,0	3	10	10	12,0	1,9	25

* PAF = perte au feu

La genèse des gisements de manganèse

Gisements connus

Les gisements de manganèse, d'après Roy (1981) et Varentsov et Rakhmanov (1980), se classent comme étant soit d'origine hydrothermale, soit sédimentaire ou supergène. La grande majorité des dépôts exploitables sont du type sédimentaire.

Du point de vue économique, les dépôts de manganèse d'origine hydrothermale ont une valeur très limitée. Les plus communs sont des gisements filoniens exploités surtout pour la fluorine, la barytine, les métaux de base ou les métaux précieux et qui contiennent une quantité mineure de manganèse. Ces derniers montrent cependant une zonalité minéralogique qui est fort intéressante. Dans la partie la plus profonde, ont été déposées les minéraux de manganèse qui contiennent le Mn^{+2} seulement (rhodochrosite, rhodonite, tephroite, alabandite) en association avec les métaux de base (Cu, Pb, Zn) ou avec les métaux précieux. Dans une zone de profondeur intermédiaire, où commençait le mélange des eaux hydrothermales ascendantes avec les eaux météoriques descendantes riches en oxygène, furent déposés des oxydes de manganèse qui contiennent le manganèse de valence inférieure (bixbyite-braunite). La zone la moins profonde est caractérisée par les oxydes de manganèse qui contiennent le manganèse de valence supérieure (cryptomélane, psilomélane, pyrolusite, coronadite). On voit ici la relation étroite entre le Eh du milieu de dépôt, la valence de Mn, et la minéralogie, chose importante pour la formation de gisements de manganèse de tout type génétique.

On peut subdiviser les gisements sédimentaires de manganèse en deux types : volcano-sédimentaire et sédimentaire. Le premier, pour lequel au moins une partie du manganèse est d'origine endogène (hydrothermale sous-marine ou volcanique) est formé dans un eugéosynclinal durant un stage précoce de son développement. Les dépôts eux-mêmes sont associés aux roches volcaniques, aux tufs et parfois au jaspe, shale siliceux, ou aux sédiments riches en silice et en carbonate, toujours dans une série volcanique. Les gisements les plus riches sont formés à certaine distance des centres volcaniques où la dilution par les pyroclastites est au minimum. A grande échelle, cependant, la localisation de ces gisements est contrôlée par les sites des centres volcaniques, qui suivent l'orientation générale du géosynclinal. Les dépôts volcano-sédimentaires sont relativement petits comparés aux gîtes sédimentaires et leur présence dans un empilement volcanique est sporadique, reflétant ainsi le fait qu'ils sont formés par de courtes pulsations intermittentes d'activité hydrothermale sous-marine. Ils sont parfois associés directement à des gisements filoniens hydrothermaux. La composition d'un gisement peut être riche en manganèse, riche en fer, ou un mélange des deux. Le milieu réducteur associé au volcanisme provoque la précipitation des carbonates et silicates de manganèse, souvent associés aux sulfures d'autres métaux comme le Pb et le Zn, et favorise aussi la formation des oxydes (comme la braunite) qui contiennent le manganèse de valence inférieure.

Les « vrais » gisements sédimentaires de manganèse sont des produits indirects de l'intempérisme. Le manganèse mis en solution lors de l'altération météorique d'un socle est transporté par les eaux souterraines et de surface vers un bassin marin voisin et y est précipité. Le fer et le manganèse, libérés tous les deux par l'intempérisme, ont des propriétés chimiques semblables et se trouvent souvent concentrés ensemble dans la nature. Un problème majeur relié à la formation des gisements sédimentaires de manganèse est l'élimination du fer, qui est 50 fois plus abondant que le manganèse dans la croûte terrestre, des eaux qui transportent au départ les deux mais qui forment plus tard des gisements beaucoup plus riches en manganèse. Plusieurs processus ont été proposés mais l'augmentation lente du pH et/ou Eh, suggérée par Krauskopf (1957), semble encore le mécanisme le plus propable : le champ de stabilité de Mn^{++} est plus grand que celui de Fe^{++} et ce dernier est oxydé et précipité le premier, ce qui laisse une solution plus riche en Mn^{++}, précipité à son tour pour former un gisement de manganèse. Les gisements sédimentaires de manganèse se trouvent dans les sédiments terrigènes (type Nikopol) ou dans des carbonates. Le premier type, associé typiquement aux sédiments silteux-argileux et rarement gréseux, renferme la plus grande partie des réserves mondiales de manganèse. Il est formé dans des eaux peu profondes sur le bord d'un craton stable et sa position stratigraphique est sur ou très proche du craton. Le deuxième type, associé aux carbonates rouges dans une séquence terrigène et aux formations de calcaire-dolomie du type plate-forme et du type géosynclinal, est composé d'oxydes ou de carbonates de manganèse. Un troisième type, plus rare que les deux premiers, est associé aux formations de fer des types Superior et Algoma, et se trouve en séquences sédimentaires des types plate-forme et géosynclinal.

Les gisements supergènes de manganèse sont formés par sa concentration résiduelle en place ou par sa mise en solution et reprécipitation ailleurs dans la zone d'altération météorique. Le manganèse, plus mobile que le fer, est souvent plus concentré dans la partie inférieure de cette zone. Le climat idéal pour former un tel gisement est tropical. Quoique n'importe quelle roche riche en manganèse peut servir de protore, un dépôt résiduel ex-

ploitable nécessite normalement un socle ayant au moins 5% Mn (Roy, 1981).

Fosse du Labrador

Les très importants gisements sédimentaires de manganèse du type Nikopol semblent au premier coup d'oeil se situer dans un contexte géologique qui se compare peut-être avec la zone miogéosynclinale de la Fosse du Labrador. Ils ont été déposés cependant sur un socle rigide ou sur la partie médiane stable d'un géosynclinal ayant un massif médian et non dans un bassin s'affaissant comme celui de la Fosse. La vitesse d'accumulation des sédiments qui entourent ces gisements fut très petite : dans la partie du bassin de la Mer Noire qui contient les fameux gisements oligocènes, la section oligocène (au complet) a seulement 20 m d'épaisseur comparé à 10-20 fois cette épaisseur ailleurs dans le même bassin (Varentsov et Rakhmanov, 1977). En plus, ces gisements furent déposés dans des eaux peu profondes à proximité du socle qui a fourni le manganèse : un tel gisement dans la Fosse se trouverait dans la partie occidentale de la région de Schefferville, près du socle archéen qui longe ce côté de la Fosse. Il serait étonnant qu'un tel gisement n'ait pas déjà été découvert après plus de 40 ans de prospection intensive dans cette région.

Les gisements sédimentaires associés aux carbonates et les gisements volcano-sédimentaires associés aux volcanites mafiques se trouvent d'habitude dans des eugéosynclinaux. Le premier type, associé aux calcaires, dolomies, calcaires foncés manganésifères et ardoise noire (parfois pyriteuse) est une composante mineure d'une épaisse séquence de roches carbonatées non manganésifères. Il n'existe pas un contexte lithologique semblable dans la partie eugéosynclinale de la Fosse. Les gisements volcano-sédimentaires sont associés aux cherts, jaspes, et ardoises à jaspe qui se trouvent dans une série de roches éruptives et tufs de composition mafique à intermédiaire, surtout vers la base d'une séquence eugéosynclinale. La Formation de Bacchus, qui fut déposée au commencement de la période d'affaissement rapide du géosynclinal de la Fosse, contient des unités basaltiques et gabbroïques mais les cherts et jaspes associés à ce type de gisement sont absents. Les formations de Mistamisk, Murdock, Thompson Lake et Willbob, qui contiennent aussi des laves et pyroclastites basaltiques, furent cependant déposées durant le stade tardif de sédimentation lente dans l'eugéosynclinal et ils ne contiennent pas non plus les cherts et jaspes associés à un gisement de manganèse volcano-sédimentaire typique.

Les gisements sédimentaires associés aux formations de fer se trouvent en forme de couches et de lentilles conformes dans une séquence de formation de fer avec ou sans dolomie, déposée dans un environnement miogéosynclinal-plateforme. Les gisements sont inclus dans la formation de fer, au contact entre la dolomie et la formation de fer, et associés aux roches détritiques dans une formation de fer non associée à la dolomie. Dorr (1973), qui a étudié les gisements brésiliens de ce type, suggère que le dépôt de manganèse est associée à un changement rapide d'environnement qui est reflété par la transition formation de fer-dolomie ou par la présence des unités détritiques dans la formation de fer. Dans la Fosse du Labrador, on n'a pas trouvé de gisements de ce type et comme pour les gisements du type Nikopol, il serait étonnant qu'un tel gisement ait passé inarperçu pendant plus de 40 ans de prospection systématique de la formation de fer dans la Fosse. Le fait que la Formation de Sokoman ne contienne essentiellement ni les horizons de dolomie ni des unités terrigènes, puisque déposée dans un environnement relativement constant, expliquerait peut-être l'absence de ce type de gisement.

Deux types de gîtes supergènes de manganèse sont représentés dans la région de Schefferville. Dans le premier type une période importante d'intempérisme au jurassique-crétacé a formé des gisements de fer manganésifères et des indices de manganèse. Des analyses chimiques des différents membres de la Formation de Sokoman indiquent que les membres I, III et VII, qui sont les plus riches en carbonate, sont aussi les plus riches en Mn (Gross, 1968 ; Klein & Fink, 1976 ; Zajac, 1974 ; Tableau 8). Une partie importante du manganèse qui se trouve maintenant dans les gisements supergènes est donc dérivée probablement d'un ou de plusieurs de ces niveaux riches en carbonate. Les gisements de fer manganésifères résiduels, formés essentiellement en place par la mise en solution et l'enlèvement des composantes de la formation de fer autre que le fer, à savoir le manganèse et l'oxygène, sont très abondants. Ils ont été brièvement décrits dans la deuxième partie où on a noté que la majorité du minerai manganésifère se trouve au niveau stratigraphique des membres I et III de la Formation de Sokoman et que les dépôts plus riches en manganèse se trouvent dans la partie est de la région de Schefferville. Cette dernière zone semble coïncider avec l'occurence du faciès carbonaté du membre I de la Formation de Sokoman. Cependant sans ou avec un faciès carbonaté, une plus grande mobilité du manganèse aurait probablement produit une zonalité chimique latérale dans cette formation ; en effet, le fer et le manganèse, venant du socle Archéen à l'ouest du bassin protérozoïque, furent déposés en ordre de mobilité décroissante. Il en résulte que la région ayant le plus grand potentiel pour les gisements riches en manganèse se trouve à l'est de la limite orientale du faciès carbonaté du membre I de la formation de fer (figure 2).

Le deuxième type de gîte supergène de manganèse, le gîte d'infiltration, est aussi bien représenté dans la région de Schefferville mais ce sont plutôt des indices de manganèse. Les eaux souterraines associées à l'altération météorique mobilisent sous forme réduite le manganèse qui se trouve dans la formation de fer et le transporte à un

site de précipitation qui n'est pas trop loin mais qui peut se trouver quand même en dehors de la formation de fer. D'après Borchert (1970), c'est la matière organique dans les eaux météoriques qui permettent de mobiliser le manganèse sous forme réduite. Les solutions contiennent aussi du fer mais ce fer est précipité en premier et sa quantité est relativement petite, surtout vers la fin de la période de transport. Le dépôt d'un indice de manganèse requiert probablement une structure ouverte qui pénètre à partir de la surface topographique et dans laquelle des eaux météoriques oxydantes descendantes peuvent rencontrer des eaux souterraines plus réductrices contenant le manganèse. Quand ces eaux souterraines pénètrent une telle structure pleine d'eau oxydante ou montent dans la partie oxydante de la structure, le manganèse est oxydé et précipité. Nos travaux minéralogiques indiquent que le manganèse dans ces gisements résiduels fut déposé très tard, après les minéraux de fer. L'ordre de précipitation des oxydes de manganèse confirme qu'il s'agit de l'oxydation progressive d'une solution : la séquence chronologique de dépôt : bixbyite – cryptomélane – pyrolusite – est aussi l'ordre de stabilité croissante dans un milieu oxydant, réaction décrite par Bricker (1965). Nous avons remarqué que les gisements riches en manganèse sont souvent caractérisés par la présence de plusieurs fractures ou failles transversales. Krishnan (1976) a suggéré que ces structures étaient d'âge Crétacé et qu'ils auraient été formés ou réactivés après la formation des gisements de fer.

Conclusions et recommandations

Conclusions

- Cette étude préliminaire fut consacrée à la région de Schefferville parce que cette dernière renferme la majorité des dépôts supergènes de fer et de manganèse connus dans la Fosse du Labrador. La probabilité d'y trouver des gisements de manganèse d'autres types génétiques ne semble pas très grande ; la région de Schefferville reste cependant la partie de la Fosse avec le plus grand potentiel en manganèse.
- A Schefferville, il y a une réserve de 11,6 millions de tonnes de minerai de fer manganésifère. Mais il existe aussi un tonnage important mais inconnu de matériel riche en manganèse mais qui ne figure pas dans les réserves parce qu'il contient moins que 50% de fer et manganèse combinés.
- Les indices connus de manganèse sont tous très petits et ne semblent pas représenter un potentiel minier.
- Les membres riches en carbonate de la Formation de Sokoman (les membres I, III et VII) sont aussi les plus riches en manganèse. Il n'est donc pas surprenant que la majorité du minerai de fer manganésifère se trouve au niveau stratigraphique des membres I et III.
- La distribution géographique des indices de manganèse ainsi qu'une variation systématique du rapport Fe/Mn pour les gisements de fer indiquent que la zone de potentiel maximum en manganèse se trouve le long du côté est du district de Schefferville et coïncide avec le faciès carbonaté du membre I de la formation de Sokoman.
- L'étude minéralogique de quelques gisements manganésifères indique que les minéraux de manganèse sont précipités tard dans l'évolution de ces gisements. Il est possible que des fractures transversales tardives soient importantes pour la formation de minerai manganésifère dans ces gisements.
- L'étude minéralogique de quelques indices de manganèse suggère que l'ordre général de précipitation des minéraux est : goethite – crypto mélane – hollandite – pyrolusite, ce qui représente une oxydation progressive des eaux souterraines. Cette oxydation est causée probablement par une montée vers la surface topographique ; on doit donc s'attendre à ce que ces indices deviennent plus riches en goethite et moins riches en manganèse en profondeur.

Références

BEAVEN, A., 1976 – Preliminary Geological Report on the Redmond No. 5 Deposit : Report 1976-8, Iron Ore Co. of Canada, Schefferville.

BORCHERT, H., 1970 – On the ore-deposition and geochemistry of manganese ; Mineralium Deposita 5, 300-314.

BRICKER, O.-P., 1965 – Some stability relations in the system Mn-O-H_2O at 25° and one atmosphere total pressure ; American Mineralogist 50, 1296-1354.

CHAUVEL, L.-J. – DIMROTH, E., 1974 – Facies types and depositional environment of the Sokoman Iron Formation, Central Labrador Trough, Quebec, Canada ; Journal of Sedimentary Petrology, vol. 44, pp. 299-327.

DEHUFF, G.-L., 1980 – Manganese : Minerals Yearbook 1978-1979. Volume 1, Metals and minerals ; U.S. Bureau of Mines.

DEHUFF, G.-L. – JONES, T.S., 1979 – « Manganese », Mineral Commodity Profile ; U.S. Bureau of Mines, 20 p.

DAIGNEAULT, J., 1979 – Le dépôt de Lance Ridge 1, Rapport Géologique Préliminaire ; Rapport 1979-23, Cie Iron Ore du Canada, Schefferville.

DIMROTH, E., 1968 – The evolution of the central segment of the Labrador geosyncline, Part I : Stratigraphy, facies and paleogeography ; Neues Jahrbuch fuer Geologie und Palaeontologie, Abhandlungen ; Vol. 132, pp. 22-54.

——— 1970 – Evolution of the Labrador Geosyncline ; Geological Society of America Bulletin vol. 81, pp. 2717-2742.

——— 1972 – The Labrador geosyncline revisited ; American Journal of Science, vol. 272, pp. 487-506.

——— 1978 – Région de la Fosse du Labrador entre les latitudes 54°30′ et 56°30′, Rapport Géologique 193 ; Québec, Ministère des Richesses naturelles, 396 p.

DIMROTH, E. – BARAGAR, W.-R.-A. – BERGERON, R. – JACKSON, G.-D., 1970 – The filling of the Circum-Ungava geosyncline **dans** Symposium on basins and geosynclines of the Canadian Shield ; Geological Survey of Canada, Paper 70-40, pp. 45-142.

DIMROTH, E. – CHAUVEL, L.-J., 1972 – Pétrographie des minerais de fer de la Fosse du Labrador ; Geologische Rundschau, vol. 61, pp. 97-115.

——— 1973 – Petrography of the Sokoman Iron Formation in part of the Central Labrador trough ; Geological Society of America Bulletin, vol. 84, pp. 111-134.

DORR, J.-V.-N., 1973 – Iron formation and associated manganese in Brazil **dans** Genesis of Precambrian Iron and Manganese Deposits, pp. 105-113: UNESCO, Earth Sciences, 9.

DYKSTRA, E.-R., 1982 – « Manganese ». Mining Engineering, Vol. 34, No. 5, p. 566.

FRYER, B.-J., 1977 – Trace-element geochemistry of the Sokoman Iron Formation ; Canadian Journal of Earth Science, 14, 1598-1610.

GAY, F. – BALAKRISHNAN, T., 1980 – Inventory of Manganiferous Ores in the Schefferville Mining District ; Iron Ore Compagny of Canada, Development Report No. 1980-19, 81 pp.

GROSS, G.-A., 1968 – Geology of iron deposits in Canada, vol. III : iron ranges of the Labrador Geosyncline ; Geological Survey of Canada, Economic Geology Report 22, 179 pp.

HARRISON, J.-M. – HOWELL, J.-E. – FAHRIG, W.-F., 1972 – A geological cross-section of the Labrador miogeosyncline near Schefferville, Quebec ; Geological Survey of Canada, Paper 70-37.

HÉTU, G., 1973 – Development Report on Star Creek Mine ; Report 1971-28, Iron Ore Co. of Canada, Schefferville.

JOHNSTON, A.-G. – MCCARTNEY, W.-D., 1965 – Manganese occurences in Canada ; Geological Survey of Canada, Paper 64-37.

JONES, T.-S., 1982 – « Manganese », Minerals Yearbook 1981, Vol. 1, Metals and minerals ; U.S. Bureau of Mines.

KLEIN, C.-K. – FINK, R.-P., 1976 – Petrology of the Sokoman Iron Formation in the Howell's River Area, at the western edge of the Labrador Trough ; Economic Geology 71, 453-487.

KRAUSKOPF, K.-B., 1957 – Separation of manganese from iron in sedimentary processes ; Geochimica Cosmochimica Acta, vol. 12, pp. 61-84.

KRISHNAN, T.-K., 1976 – Structural studies of the Schefferville Mining District, Quebec-Labrador, Canada ; Ph.D. thesis, University of California at Los Angeles.

LAW-WEST, D.-G., 1980 – « Le manganèse ». Annuaire des minéraux du Canada. Énergie, Mines et Ressources, Canada.

ROY, S., 1981 – Manganese Deposits ; Academic Press, New York, 458 pp.

SCHWELLNUS, J.-E.-G., 1957 – Ore controls in deposits of the Knob Lake area, Labrador Trough ; Ph.D. thesis, Queen's University, Kingston, Ont.

STUBBINS, J.-B. – BLAIS, R. – ZAJAC, I.-S., 1961 – Origin of the soft iron ores in the Knob Lake iron range ; Canadian Institute of Mining Metallurgy Trans., vol. 54, pp. 43-58.

TINSLEY, C.-R., 1980 – Manganese : Engineering and Mining Journal, vol. 181, No. 3, p. 147-155.

——— 1981 – Manganese : Engineering and Mining Journal, vol. 182, No. 3, p. 117-119.

——— 1982 – Manganese : Engineering and Mining Journal, vol. 183, No. 3, p. 85-89.

——— 1983 – Manganese : Engineering and Mining Journal, vol. 184, No. 3, p. 74-75.

VARENTSOV, I.-M. – RAKHMANOV, V.-P., 1977 – Deposits of manganese **dans** Ore Deposits of the U.S.S.R., Vol. 1 ; Smirnov, V.-I., editor ; Pitman Publishing, London.

——— 1980 – Manganese Deposits of the U.S.S.R. (A Review) **dans** Geology and Geochemistry of Manganese, vol. 2, Manganese Deposits on Continents ; Varentsov, I.-M. et Grasselly, G., editors ; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

VERDONE, R., 1979 – Development Project Report on the James Mines Area ; Report 1975-11, Iron Ore Co. of Canada.

ZAJAC, I.-S., 1974 – The stratigraphy and mineralogy of the Sokoman Formation in the Knob Lake area, Quebec and Newfoundland ; Geological Survey of Canada Bulletin 220, 159 pp.

PARTIE B

Minéralogie, texture et distribution des principaux éléments dans le Sous-groupe de Ferriman de la région de Schefferville

Par

Márta Polgári
(adaptation française par Yve Bourque)

Table des matières

Page

RÉSUMÉ 47

INTRODUCTION 49

MINÉRALOGIE ET TEXTURE 51

Minéralogie 52
Formation de Sokoman 52
Hématite – martite 52
Magnétite 52
Goethite – limonite 52
Minnesotaite 52
Quartz (chert) 52
Carbonates 52
Formation de Deneault 52
Formation de Wishart 52
Texture 52
Oolites et granules 52
Oolites brisées 53
Déformation 53
Texture colloforme 53

ANALYSE À LA MICROSONDE 55

Roches non-altérées 55
Roches légèrement altérées 55
Enrichissement secondaire en manganèse 55
Roches volcaniques 56

DISCUSSION 57

CONCLUSIONS 59

RÉFÉRENCE 61

ANNEXE

Figures photomicrographiques 63

RÉSUMÉ

L'analyse microscopique nous indique que les principaux minéraux de la Formation de Sokoman sont la magnétite, l'hématite, la goethite, le quartz, la minnesotaïte et, dans les zones non altérées, des carbonates. L'étude texturale, pour sa part, montre que les déformations diagénétiques causées principalement par la compaction sont fréquentes. Les textures d'oolites, de granules et de colloformes sont fréquentes également. Les oolites brisées indiquent un environnement de sédimentation de haute énergie ou des mouvements tectoniques tardifs.

L'étude à la microsonde confirme le fait que les roches non altérées de la Formation de Sokoman contiennent une bonne quantité de carbonate (Mn, Fe, Ca) primaire. Le fer et le manganèse ont été mis en solution et, plus ou moins bien séparés, ont précipités comme minéraux secondaire dans les microfractures, les pores et les cavités sous forme de goethite, de pyrolusite, de cryptomélane, ou de quelqu'autres oxydes de fer et de manganèse. La structure la plus caractéristique de cet enrichissement secondaire est la structure colloforme qui a pu être causée par le manganèse, le potassium, le fer ou quelquefois par le couple manganèse-potassium.

Dans les échantillons de roches volcaniques, quelques minéraux sont manganésifères, (des carbonates (?), de la pyrophanite (?) ou des pyroxènes (?)), fait qui soulève l'idée d'une source éventuellement volcanique du manganèse.

Introduction

Plusieurs membres des formations de fer protérozoiques contiennent du manganèse. Dans la région de Schefferville, cette minéralisation se trouve surtout associée à la Formation de fer de Sokoman. La recherche géologique et minière de cette formation s'est poursuivie pendant plus de 30 ans.

Dans le cadre du projet « Le manganèse dans la fosse du Labrador », la contribution du laboratoire de recherche géochimique de l'Académie Hongroise des Sciences a consisté en la participation de l'auteur aux travaux de terrain 1983 et aux études en laboratoire de la minéralogie et des textures (études microscopiques) et de la distribution des principaux éléments (études par microsonde).

Les échantillons provenaient principalement de la Formation du Sokoman et des formations adjacentes. Pour l'étude à la microsonde, des échantillons altérés et non altérés ont été choisis. La numérotation des échantillons et la nomenclature des membres du Sokoman sont identiques à celles utilisées dans le rapport de Kish et Bourque (ce volume).

Minéralogie et texture

Pour l'étude minéralogique et texturale, 38 lames minces polies ont été examinées au microscope polarisant en lumière transmise et en lumière réfléchie.

La proportion des différents minéraux a été déterminée dans chaque lame mince. Ces résultats ont été convertis en pourcentage-poids (Tableau 1).

TABLEAU 1 – Distribution des minéraux dans les échantillons (pourcentage-poids).

ECH	TYPE	OPAQUE	QUARTZ CHERT	CARBONATE	GOETHITE LIMONITE	MINNÉSOTAÏTE	FELDSPATH
A-136	DOL	—	—	100	—	—	—
A-120	CB	5	80-90		10		—
A-137	CB	—	90	5-10	—	—	—
A-138	QT	—	98	—	—	—	1-2
A-199	QT	—	95	—	5	—	1
A-121	QT	1-2	90-95	—	—	—	5
A-174	QT	—	98	—	—	—	1-2
A-178	QT	—	98	—	—	—	1-2
A-170	QT	2	98	—	—	—	2
A-210	QT	10	90	—	0-5	—	—
A-188	QT	—	99	—	—	—	1
A-123	RS	—	40	—	—	60	—
A-102	LIF	40	10-20	10	—	40	—
A-109	LIF	50	40-50	10-25	—	—	—
A-115	LIF	—	10	—	30	60	—
A-116	LIF	20-30	60-70	—	10	—	—
A-103	LRC	33	57	10	—	—	—
A-111	LRC	60	35	—	5	—	—
A-117	LRC	60	30-40	—	10-20	—	—
A-155	LRC	60	35	—	5	—	—
A-176	LRC	40	50	—	10	—	—
A-104	PGC	65	2-5	5-10	15-20	—	—
A-104A	PGC	8	50-60	20-30	1-2	—	—
A-164	PGC	40-60	20	—	20	—	—
A-112	PGC	20	70-80	10	—	—	—
A-202	PGC	60-70	25	—	15	—	—
A-204	PGC	30	40	—	15	15	—
A-157	PGC	70	25	—	5	—	—
A-173	PGC	35-40	50	10	5-10	0-5	
A-105	URC	50	48	—	2	—	—
A-127	URC	60	35	—	5	—	—
A-165	URC	50	50	—	—	—	—
A-119	URC	70	25	—	5	—	—
A-106	GUIF	30	60-65	—	—	5-10	—
A-128	GUIF	3-10	70	20	—	7	—
A-107	RUIF	20-30	70	—	10-20	—	—
A-142	DIVERS	8-10	90	—	—	1-2	—

Abréviations :

DOL = Dolomite (Formation de Denault)
CB = Chert Breccia (Formation de Fleming)
QT = Quartzite (Formation de Wishart)
RS = Ruth slate (Formation de Ruth)
LIF = Lower iron formation (Formation de Sokoman)
LRC = Lower red chert (Formation de Sokoman)
PGC = Pink-grey chert (Formation de Sokoman)
URC = Upper red chert (Formation de Soloman)
GUIF = Grey upper iron formation (Formation de Sokoman)
RUIF = Red upper iron formation (Formation de Sokoman)

NOTE : La distribution des minéraux dans les lames minces est très hétérogène. Les pourcentages indiqués ne sont que des moyennes approximatives.

Minéralogie

FORMATION DE SOKOMAN

Hématite – martite

Ces minéraux sont présents en quantité variable dans tous les types de roches rencontrées sauf les quartzites et les dolomies. Ils en sont les principaux composants minéralogiques. Il est toutefois difficile de distinguer ces deux minéraux l'un de l'autre, tout spécialement dans les petits grains à cause de leurs propriétés optiques similaires. Ces deux minéraux se présentent en chaînes, en nuages, en aggrégats ou apparaissent en grains individuels dans une matrice de quartz. Leur dimension et leur forme sont variables (angulaire, subangulaire ou arrondie).

La proportion d'hématite (martite) peut atteindre 80 à 90% à certains niveaux. Quelquefois, l'hématite (martite) forme une texture poivre et sel avec le quartz ou encore enveloppe ou forme des structures concentriques dans les oolites. Elle est également finement dissiminée dans le quartz donnant une couleur rougeâtre.

Magnétite

Elle apparaît principalement dans les roches non altérées, en grains euhédraux ou en masses lancéolées. Dans plusieurs cas, les nombreux grains opaques angulaires à subangulaires sont probablement de la martite pseudomorphe de la magnétite.

Goethite – limonite

Ces hydroxides de fer à grains fins sont très fréquents dans les échantillons altérés et légèrement altérés surtout ceux qui contiennent des petits grains de minéraux opaques. La goethite et la limonite proviennent de la magnétite, de l'hématite, de la minnesotaïte et des carbonates de fer. Elles forment aussi le recouvrement et le remplissage des veines. La goethite est habituellement présente en grains distincts ou associés à l'hématite, à la martite et au quartz.

Ces deux minéraux sont des produits de l'altération.

Minnesotaite

La minnesotaïte est un constituant commun des formations de fer non altérées. En lame mince, le minéral apparaît en amas denses, en nuages radiaux, en aiguilles dissiminées, en bandes, en granules ou en plages irrégulières et rarement en fibres dans les fractures et les veines. La minnesotaïte est souvent en intercroissance avec le chert et les carbonates. La couleur de ce minéral est vert pâle – gris – brun. La minnesotaïte apparaît aussi autour de grains opaques (probablement de l'hématite) et s'altère également en goethite.

On la retrouve dans le LIF, le GUIF, le SCIF, le RS et dans les brèches de Fleming (voir tableau 1 pour abréviations).

Quartz (chert)

Comme matériel de gangue, le quartz se retrouve dans tous les types de roches rencontrées. Il est micro ou cryptocristallin, à grains très fins ou amorphe, en intercroissance complexe. A quelques endroits, les grains sont bien orientés. De minces veinules de quartz sont également visibles en lame mince.

Carbonates

Les grains des carbonates sont très fins et les variétés apparaissent mélangées les unes aux autres et avec le chert. Au microscope, une identification claire des différentes variétés de carbonate est difficile. On observe plus de carbonates (grains fins, dissiminés ou en intercroissance avec d'autres minéraux) que ne le laisse présager un examen à l'oeil nu des échantillons.

Les carbonates sont fréquents dans les roches non altérées ou légèrement altérées. Ils apparaissent aussi comme minéraux secondaires en veines et plus rarement dans les oolites.

FORMATION DE DENEAULT

Elle est constituée essentiellement de dolomie. La roche est à grains fins et équigranulaires.

FORMATION DE WISHART

Cette roche, si non altérée, contient de 95 à 98% de quartz. Les grains de quartz, de fins à grossiers, sont bien arrondis, rarement angulaires et bien classés. Ils montrent souvent de très fines inclusions peu ou pas orientées qui forment des chaînes. Les grains clastiques sont cimentés par du quartz cryptocristallin (chert). Quelques grains de feldspath (surtout de la microcline) sont visibles et sont parfois partiellement altérés en séricite.

En lames minces, on observe aussi des grains de mica, de minéraux argileux et de minéraux opaques, tout comme de la goethite et de l'oxyde de manganèse d'origine secondaire. Le contact entre la goethite et l'oxyde de manganèse est net.

Texture

OOLITES ET GRANULES

Les oolites sont variables, de peu à bien développés et comportent plusieurs anneaux concentriques. Le noyau (unique ou multiple) des oolites peut être constitué de calcédoine, de quartz micro- ou cryptocristallin, de grains opaques ou quelquefois de une ou de plusieurs petites oolites ou de fragments d'oolites. Les anneaux concentriques des oolites sont faits de quartz (ou de carbonates) et d'hématite. Le contact entre le noyau et les anneaux est diffu. Les oolites sont cimentés par du chert. Ils sont fréquents dans le LRC.

La présence d'oolites indique un environnement de dépôt de haute énergie. La structure concentrique témoigne des cycles de quelques facteurs environnementaux : la cristallisation, l'apport de matériel, etc.

Les granules apparaissent près des oolites dans presque tous les cas mais peuvent être vus aussi sans oolites. Ils sont communs dans le LIF, le LRC et le URC. Leur grosseur est variable et leur forme est généralement allongée. Les granules se composent principalement de quartz (quartz micro- ou cryptocristallin ou calcédoine avec de l'hématite et de la goethite finement disséminées) et de minéraux opaques. Ils ne présentent pas de structures concentriques comme les oolites. Le contact entre les granules et les parties environnantes est net. Les granules sont aussi cimentés par du chert. L'origine des granules peut être variée ; perte d'eau d'un gel, courant fort, diagénèse etc.

OOLITES BRISÉES

Elles se retrouvent quelquefois près des microfractures ou encore comme noyau d'oolites régulières plus jeunes. On les retrouve aussi dans le chert.

Ces oolites ont été brisées dans un environnement turbulent lors du dépôt ou par de mouvements tectoniques tardifs.

DÉFORMATION

La déformation est visible par l'élongation éllipsoïdale des oolites. La direction de l'élongation est très souvent parallèle aux niveaux opaques que l'on retrouve dans les formations de fer.

Il est possible que cette déformation ait été causée par la compaction et la perte d'eau durant la diagénèse.

TEXTURE COLLOFORME

Cette texture reflète l'état colloïdale des sédiments. Elle est bien visible dans le ciment (de quartz cryptocristallin, de calcédoine et de goethite) des roches de la Formation de Fleming.

Analyse à la microsonde

L'analyse à la microsonde révèle séparément les éléments des minéraux mais ne sert pas à l'identification directe des minéraux. Cette dernière est faite par d'autres méthodes comme la microscopie, l'analyse diffractométrique aux rayons X etc. (voir le rapport de Darling, ce volume). L'identification précise des minéraux de manganèse est spécialement problématique à cause de la grande variété du degré d'oxydation, de la présence d'éléments mineurs (K, Ba), d'eau etc.

La minéralogie des échantillons manganésifères de la zone minière principale de Schefferville a été étudiée par le minéralogiste C.M. Lesher de la compagnie minière IOC – (mémo attaché au rapport no. 1980-19 déposé dans les filières de IOC). Monsieur Lesher a écrit :

> « ... le minéral de manganèse prédominant est la pyrolusite ; tous les cristaux tabulaires suffisamment gros pour être visibles à l'oeil sont de la pyrolusite. Le cryptomélane est un constituant important du matériel cryptocristallin à texture botryoïdale, bien que la pyrolusite, le psilomélane et/ou la hollandite peuvent également y être intimement mélangés. La goethite est un constituant majeur de la plupart des échantillons comme minéral pur ou encore mélangé avec des oxydes de manganèse cryptocristallins. La nsutite et des oxydes de manganèse amorphes (wad) sont présents dans quelques échantillons. » (Traduction libre de l'anglais).

L'étude minéralogique de notre projet (rapport de Darling, ce volume) supporte l'assertion de M. Lesher.

Un des problèmes majeurs inhérents à l'analyse à la microsonde est l'impossibilité de la détermination directe de certains éléments. Par exemple, la distinction entre les oxydes et les carbonates n'est pas possible car l'oxygène et le carbone ne peuvent être déterminés. Dans la plupart des cas, le contexte géologique et la détermination visuelle servent de guide à l'identification minéralogique. Le signe « ? » sera donc utilisé après le nom d'un minéral pour montrer que l'identification est incertaine.

La distribution des éléments a été déterminée avec les microsondes Jeol JXA-5 et Jeol Superprobe 733, équipées respectivement de deux et trois spectromètres. Les paramètres suivants ont été utilisés : voltage d'accélération 25 kv et un courant de $2 - 3 \times 10^{-7}$ mA. Les échantillons ont été recouverts d'un mince film de charbon de 200 Å d'épaisseur à l'aide d'un évaporateur sous vide.

Les analyses quantitatives n'ont pas été faites à cause du manque de standard fiable et de la quantité plus ou moins grande d'eau dans les oxydes et les hydroxides de manganèse et de fer.

* * *

Nous avons analysé les roches altérées et non altérées de la Formation de Sokoman et des formations adjacentes, les minéraux caractéristiques de l'enrichissement secondaire en manganèse ainsi que des échantillons de roches volcaniques présentes dans la région immédiate de Schefferville. Les photographies électroniques les plus représentatives sont reproduites en annexe (figures I à X).

Roches non altérées

Dans tous les échantillons non altérés, le manganèse se retrouve sous forme de carbonate de manganèse, de fer et de calcium (figures I a, b, c, d, e ; figures II a, b, c, d). Le magnésium est sous le seuil de détection. Dans l'échantillon A-103, un cristal idiomorphe de carbonate est visible (figure I f). Les teneurs en manganèse, en fer et en calcium varient dans les différents minéraux de carbonates dans un même échantillons.

Les autres minéraux rencontrés sont principalement l'hématite, la magnétite, le quartz. Une faible quantité de calcite, un grain d'apatite et quelques grains de barytine ont été trouvés. Des processus secondaires n'ont pas été détectés dans la séquence.

Roches légèrement altérées

Dans la séquence de roches légèrement altérées du Sokoman échantillonnées près de la mine French, la quantité de manganèse est sous le seuil de détection de la microsonde. La calcite est fréquente. Les principaux composants sont le quartz, l'hématite, la magnétite et la minnesotaite. Par contre, près du lac Elisabeth, le GUIF contient passablement de carbonates de Mn, Fe, Ca.

La brèche cherteuse de Fleming de cette même zone ne contient pas de manganèse ; seulement quelques oxydes de fer et de la sidérite (?) ont été trouvés à la microsonde. Dans les ardoises de Ruth, le manganèse apparaît avec le fer et une petite quantité de calcium, probablement dans un carbonate.

La quantité de manganèse est sous le seuil de détection de la microsonde dans l'échantillon de dolomie du lac Slimy (Formation de Deneault). A quelques endroits, le fer apparaît près du calcium et du magnésium et quelques grains de feldspath sont également visibles (figures III a, b, c, d).

Enrichissement secondaire en manganèse

Les structures colloformes et le remplissage d'origine secondaire des veines, des cavités et des microfractures

sont communs et fréquents dans tous les échantillons d'enrichissement en manganèse. Par exemple, un échantillon riche en fer, probablement de la goethite, a été subséquemment recoupé par des veines de manganèse (indiqué par le potassium) sous forme d'oxydes (cryptomélane (?)) (figures IV a, b, c, d ; figures V a, b, c, d). On remarquera dans ces exemples que le manganèse est relativement bien séparé du fer et que le potassium est associé étroitement au manganèse. Cette association ne se présente pas dans les roches non altérées et est caractéristique du processus secondaire d'enrichissement en manganèse.

Les figures VI a, b, c, d montrent une séquence chronologique de précipitation. Des structures colloformes riches en fer recouvertes de cryptomélane ont été par la suite veinées par du manganèse (potassium) également sous forme de cryptomélane. Ici aussi, le manganèse et le fer sont bien séparés.

Les structures colloformes et le remplissage de cavités sont très fréquents dans l'échantillon A-266 prélevé dans un dépôt de marais près du prospect Houston. Le manganèse et le fer sont bien séparés ; le manganèse (potassium) forme probablement du cryptomélane (?) et les phases riches en fer contiennent une petite quantité de silice. Remarquer la distribution particulière du potassium (figures VII a, b, c, d, e).

Le manganèse se présente sous trois formes différentes dans l'échantillon A-481. D'abord, la forme la plus fréquente est riche en manganèse et en potassium dans laquelle par la suite des veines de manganèse (probablement pyrolusite) ont précipité. Finalement, la troisième forme est du cryptomélane (?) (Mn, K, $\pm$ Ca) dans laquelle du fer et quelquefois des structures colloformes de potassium peuvent être vus (figures VIII a, b, c, d, e, f).

La minéralisation manganésifère se retrouve aussi à l'extérieur de la zone minière de Schefferville. Le « showing » du lac Shmoo est un exemple ; ici la minéralisation se présente soit dans les veines massives, soit formant des textures colloformes (figure IX). Le fer est nettement séparé du manganèse.

Roches volcaniques

Presque tous les échantillons de roche volcanique contiennent une certaine quantité de manganèse dans différents types de minéraux. Leur contenu en Ti et Mg sont aussi distinctifs.

À titre d'exemple, un échantillon prélevé près du prospect Houston à l'est de Schefferville contient un minéral (pyrophanite ?) riche en fer, titane, magnésium, manganèse (figures X a, b, c, d, e, f).

Discussion

L'association de manganèse avec la Formation de Sokoman et les formations adjacentes est commune et fréquente peu importe le type de roche.

Les roches non altérées ne contiennent pas d'oxydes de manganèse. Le manganèse décelé dans les analyses provient des carbonates qui sont plus fréquents qu'on ne le pensait. Selon Zajac (1962) la teneur en carbonates dans différentes parties de la formation de fer varie approximativement de 8 à 20%, la moyenne étant de 14% en poids et de 16 à 18% en volume. Ces carbonates, présumés primaires, contiennent environ 3% Mn.

Dans la zone altérée, la dolomie est plus abondante dans le MIF et le UIF tandis que la sidérite est plus commune dans le SCIF. La calcite est confinée presqu'entièrement dans les veines et les zones de fractures.

Durant l'investigation à la microsonde, aucun élément trace n'a été trouvé dans les carbonates ni dans les oxydes. Cette absence montre que l'accumulation de manganèse s'est fait originellement sous forme de carbonates. En effet, la structure du carbonate de manganèse ne permet pas l'infiltration d'élément trace comme c'est le cas généralement dans les oxydes de manganèse.

Le manganèse, le potassium, le couple (Mn, K) et le Fe ont été mobilisés par une altération postérieure à la lixiviation de la silice. Se déplaçant en solution dans les roches fracturées et poreuses, ces éléments ont précipité et ont rempli les veines et les cavités. La séparation du fer et du manganèse s'est produite dans le temps par une précipitation différentielle à partir de ces solutions. La présence, dans certains échantillons, d'oxydes de fer et de manganèse indique une phase de transition dans ce processus.

Dans les roches volcaniques, différents minéraux contenant du manganèse (carbonates (?), pyrophanite (?), pyroxène manganifère (?)) sont connus. Pour établir une relation entre le contenu en manganèse des roches volcaniques et celui des sédiments protérozoïques (hypothèse populaire en Europe), des études plus poussées seraient évidemment nécessaires.

Conclusion

Selon l'examen des échantillons, la présence de manganèse associé à la Formation de Sokoman est fréquente. Même si la teneur en manganèse dans les carbonates est relativement faible, les processus secondaires et la séparation du fer pourraient avoir produit, sur ce très large territoire, des accumulations importantes de manganèse.

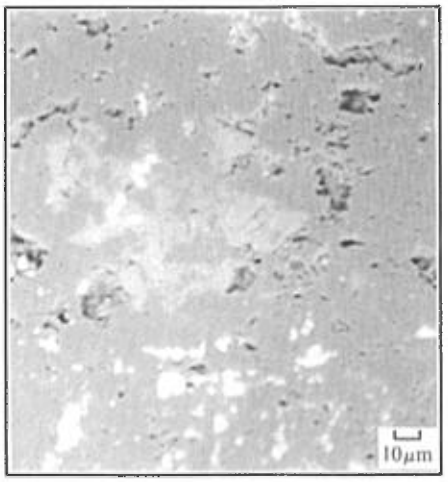
Pour mettre en lumière cette possibilité, il faut localiser les endroits montrant un enrichissement secondaire en manganèse et en faire l'évaluation quantitative.

Référence

ZAJAC, I.S., 1962 – The Mineralogy and Textures of Unaltered Magnetic Iron Formation Knob Lake, Ridge Iron Formation. Rapport de dossier IOC.

ANNEXE

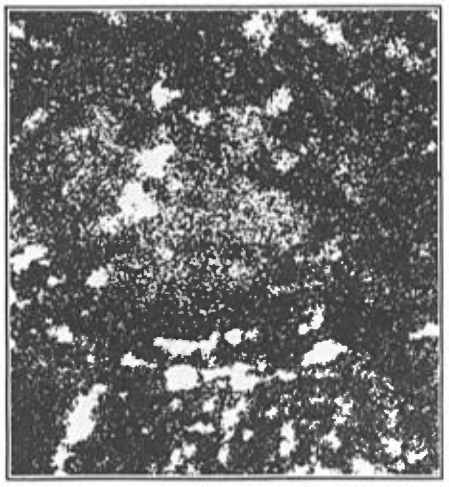
Figures photomicrographiques



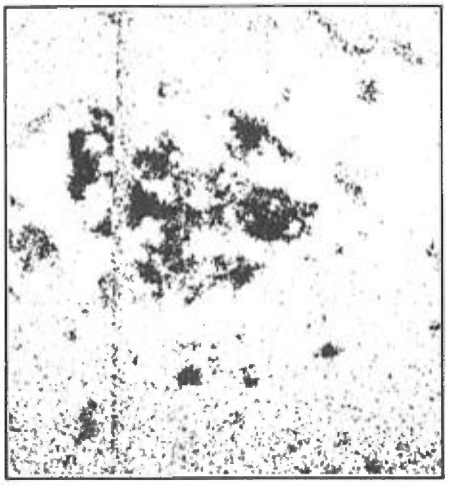
a – Image d'électrons rétro-diffusée (ERD) d'un carbonate de Mn, Fe, Ca.



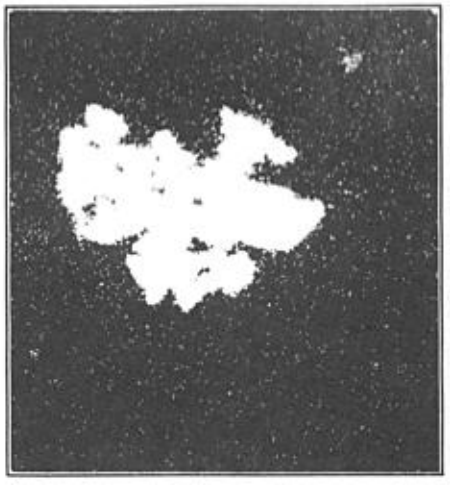
b – Surface balayée aux rayons X pour Mn.



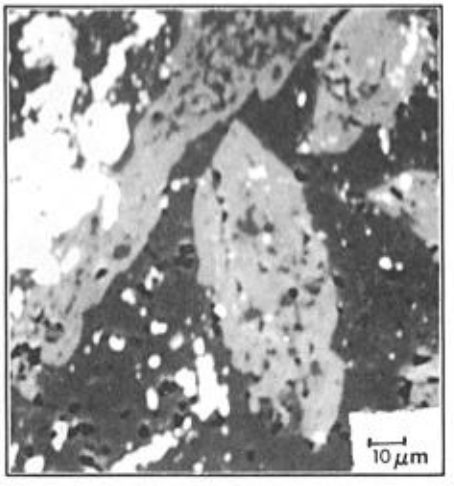
c – Surface balayée aux rayons X pour Fe.



d – Surface balayée aux rayons X pour Si.

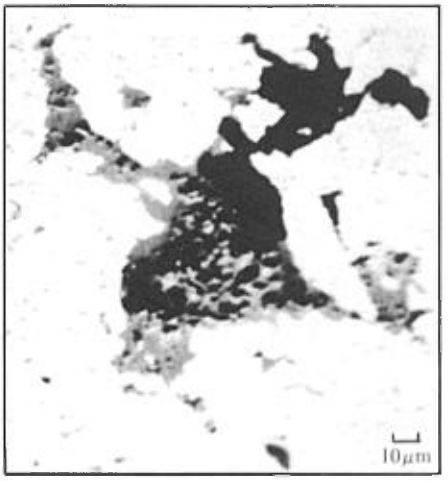


e – Surface balayée aux rayons X pour Ca.

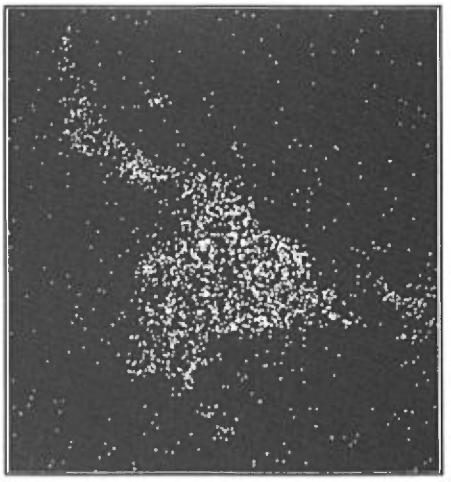


f – Image ERD d'un carbonate idiomorphe.

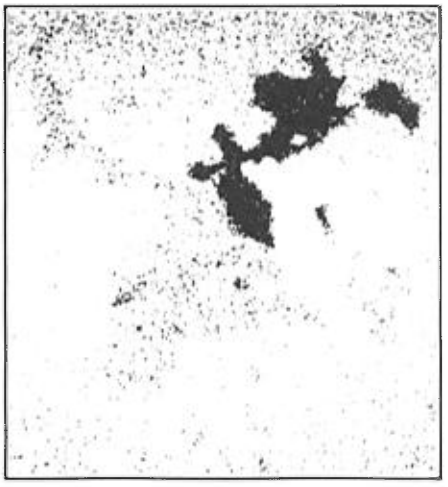
FIGURE I – Sokoman non altéré (LRC). Échantillon A-103 (LOC : Carrière).



a – Image ERD d'un carbonate de Mn, Fe, Ca.



b – Surface balayée aux rayons X pour Mn.



c – Surface balayée aux rayons X pour Fe.

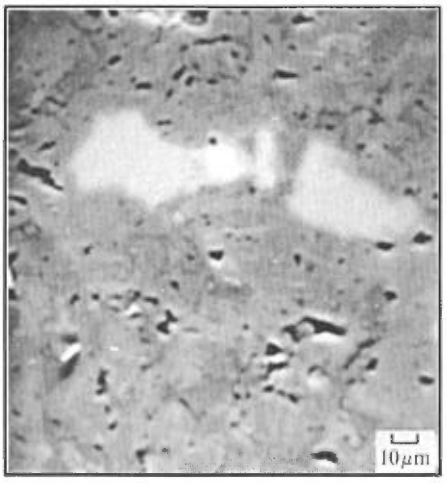


d – Surface balayée aux rayons X pour Ca.

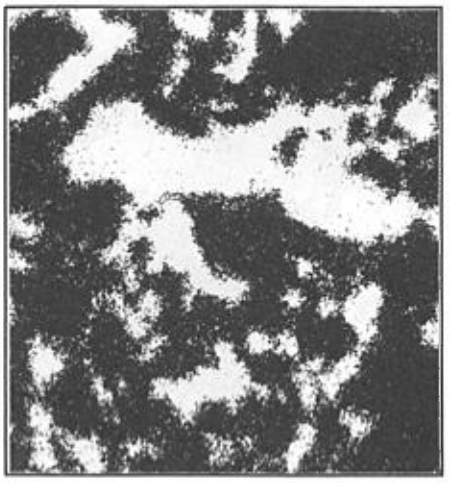


e – Surface balayée aux rayons X pour Si.

FIGURE II – Sokoman non altéré (URC). Échantillon A-105 (LOC : Carrière).



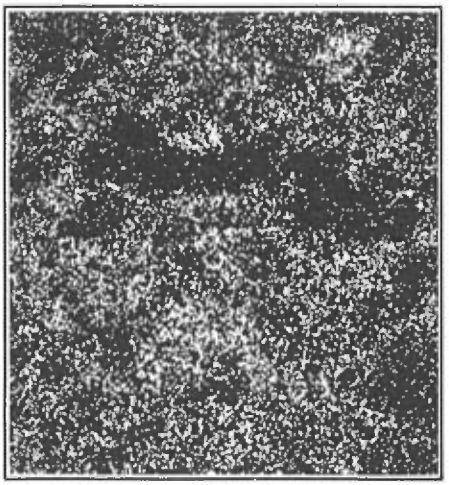
a – Image ERD. Partie grise (riche en Ca, Mg) et partie gris pâle (silicate, possiblement feldspath).



b – Surface balayée aux rayons X pour Si.

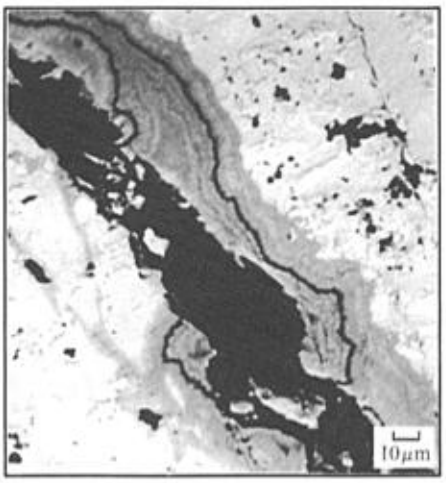


c – Surface balayée aux rayons X pour K.



d – Surface balayée aux rayons X pour Fe.

FIGURE III – Dolomie de Denault. Échantillon A-136 (LOC : Lac Slimy).



a – Image ERD. Texture colloforme (grise) et fracture (noire).



b – Surface balayée aux rayons X pour Mn.

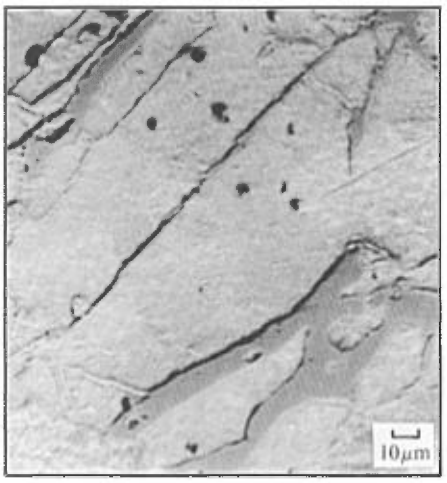


c – Surface balayée aux rayons X pour K.



d – Surface balayée aux rayons X pour Fe.

FIGURE IV – Minéralisation secondaire de manganèse dans la Formation de Ruth. Échantillon A-187 (LOC : Gill Mine).



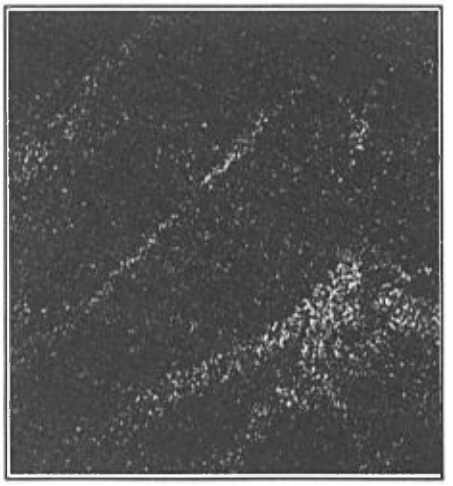
a – Image ERD. Partie gris pâle (riche en Fe) et partie grise (riche en Mn et K).



b – Surface balayée aux rayons X pour Mn.

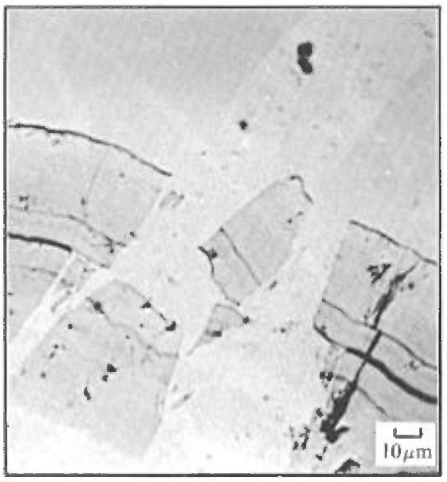


c – Surface balayée aux rayons X pour Fe.



d – Surface balayée aux rayons X pour K.

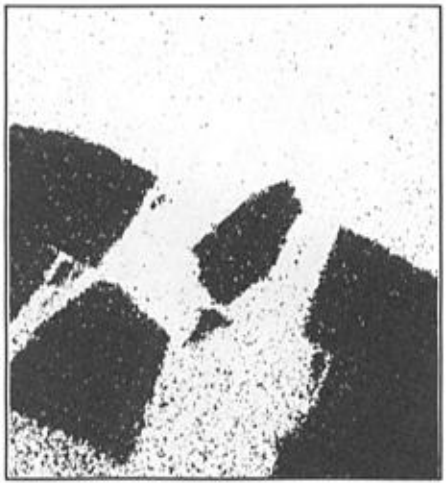
FIGURE V – Minéralisation secondaire de Mn dans la Formation de Sokoman. Échantillon A-232 (LOC : Mine Wishart II).



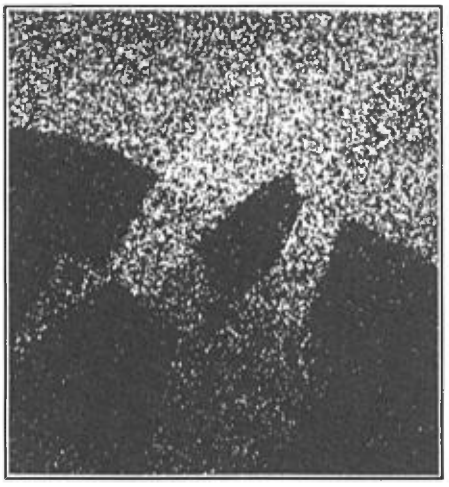
a – Image ERD. Partie de la texture colloforme (riche en Fe).



b – Surface balayée aux rayons X pour Fe.



c – Surface balayée aux rayons X pour Mn.



d – Surface balayée aux rayons X pour K.

FIGURE VI – Minéralisation secondaire et séparée de Fe et de Mn dans la Formation de Wishart. Échantillon A-448 (LOC : Mine Gagnon A).



a – Image ERD d'une texture colloforme.



b – Surface balayée aux rayons X pour K.



c – Surface balayée aux rayons X pour Mn.

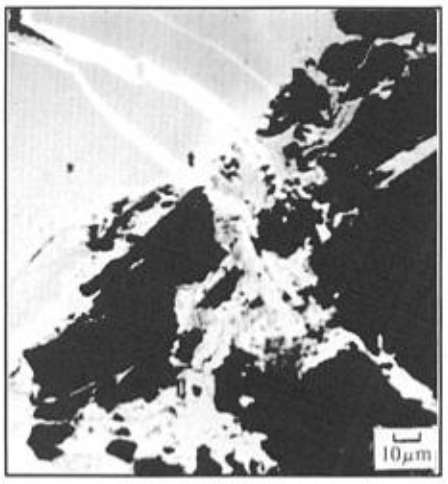


d – Surface balayée aux rayons X pour Si.



e – Surface balayée aux rayons X pour Fe.

FIGURE VII – Minéralisation (Mn) de l'encroutement. Échantillon A-266 (LOC : Prospect Houston).



a – Image ERD.



b – Surface balayée aux rayons X pour Mn.



c – Surface balayée aux rayons X pour K.



d – Surface balayée aux rayons X pour Ca.



e – Surface balayée aux rayons X pour Fe.



f – Surface balayée aux rayons X pour Si.

FIGURE VIII – Minéralisation secondaire (Mn) dans le quartzite de Wishart. Échantillon A-481 (LOC : Mine Burnt Creek).



a – Image ERD des veinules d'oxyde de Mn.



b – Surface balayée aux rayons X pour K.

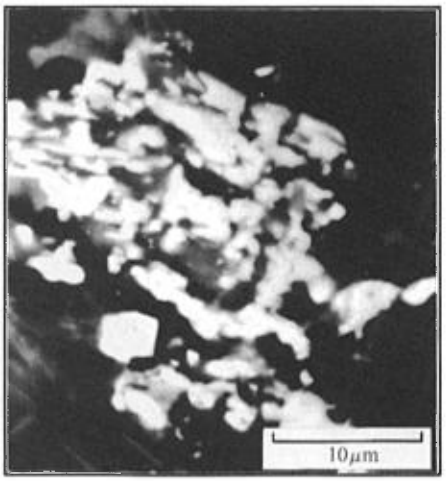


c – Surface balayée aux rayons X pour Mn.



d – Surface balayée aux rayons X pour Fe.

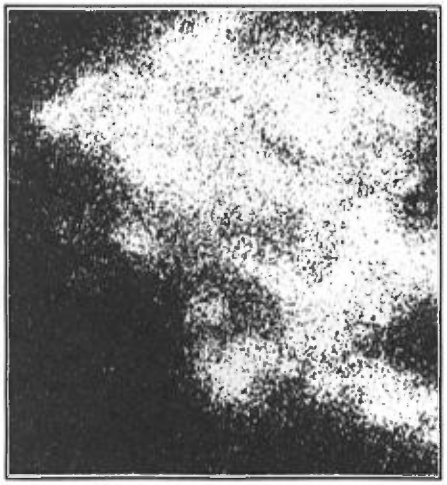
FIGURE IX – Minéralisation manganésifère à l'extérieur de la zone minière de Schefferville. Échantillon B – 131 (LOC : Lac Shmoo).



a – Image ERD.



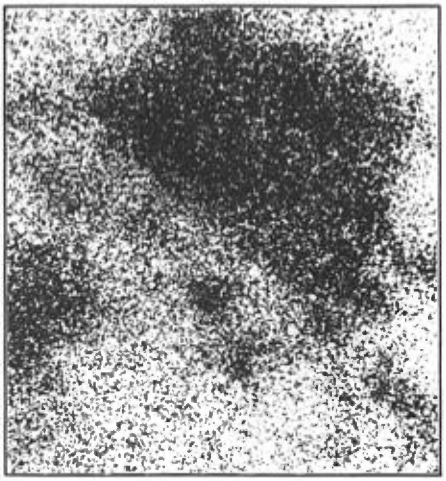
b – Surface balayée aux rayons X pour Fe.



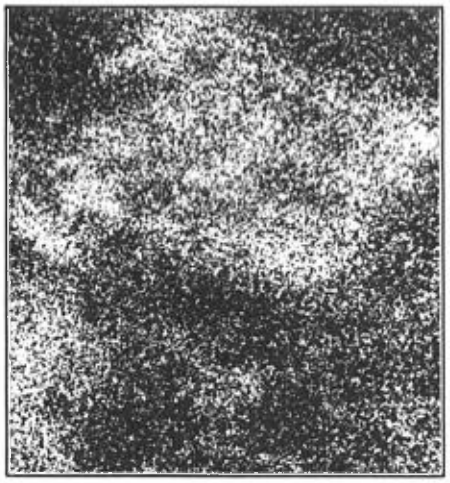
c – Surface balayée aux rayons X pour Ti.



d – Surface balayée aux rayons X pour Mn.



e – Surface balayée aux rayons X pour K.



f – Surface balayée aux rayons X pour Mg.

FIGURE X – Roche d'origine volcanique. Échantillon A-244 (LOC : Prospect Houston).

PARTIE C

Le manganèse dans le Sous-groupe de Ferriman de la région de Schefferville

Par

Leslie Kish et Yve Bourque

Table des matières

Page

INTRODUCTION 79

Travail sur le terrain 79
Remerciements 79

SITUATION GÉOLOGIQUE ET TERMINOLOGIE 81

Structure 81

CHIMISME, TEXTURES ET MINÉRALOGIE 85

Les données des échantillons de surface 85
Composition chimique 85
Formation de Le Fer 85
Formation de Denault 85
Formation de Fleming 86
Formation de Wishart 86
Formation de Ruth 86
Formation de Sokoman 86
Textures et minéralogie 86
Conclusions de l'étude des échantillons de surface 89
Données des forages de la Compagnie minière IOC 91
Analyse statistique 91
Conclusions de l'étude des forages 92

RECONSTITUTION CHRONOLOGIQUE 93

ÉVALUATION ÉCONOMIQUE 95

La composition des échantillons de surface de l'enrichissement secondaire 95
Évaluation d'une zone minéralisée 96

SOMMAIRE DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 99

RÉFÉRENCES 101

CARTES

1 – Situation régionale, district minier de Schefferville (1:50 000) . . . . . hors texte
2 – Détails des forages (1:2400) . . . . . " "

Introduction

La Formation de Sokoman de la séquence protérozoïque de la Fosse du Labrador contient de grandes réserves de fer sédimentaire à basses teneurs. Localement, les roches du Sokoman et des formations sous-jacentes (Ruth et Wishart) ont été altérées par un lessivage météorique au Mésozoïque. L'effet principal de cette altération a été la mobilisation de la silice et, conséquemment, l'enrichissement relatif en fer. Les mines de fer de la région de Schefferville sont situées dans ces zones enrichies.

Le minerai de fer de Schefferville est localement manganésifère. Selon les données analytiques accumulées pendant 30 ans d'exploitation par la compagnie Iron Ore du Canada, le minerai de fer manganésifère du Sokoman ne contient pas d'enrichissement économiquement exploitable pour le manganèse.

Le travail décrit dans ce rapport est complémentaire à celui fait par la compagnie IOC dans le domaine de l'exploration. Nos objectifs étaient de déterminer les différences chimiques entre les zones altérées et celles non altérées, de dévoiler les conditions spécifiques du district minier de Schefferville qui ont contribué à la remobilisation et à la concentration du manganèse avec ou sans fer et éventuellement, en utilisant ces données, de délimiter de nouvelles zones-cibles d'enrichissement en manganèse.

Travail sur le terrain

Un réseau routier développé par la compagnie IOC relie Schefferville et le district minier et facilite le déplacement entre les sites de mine dispersés dans une bande de 10 km de large d'orientation NW-SE. La distance entre le prospect Goodwood à l'extrémité NW et la mine Redmond au SE est de 60 km.

Pour une étude géologique et pétrochimique comparative, nous avons effectué des cheminements et procédé à l'échantillonnage de toutes les mines, de la plupart des prospects de fer, des indices manganésifères ainsi que des terrains hors de la zone minière.

Le bureau de terrain était situé dans les locaux de la compagnie IOC. Toutes les données géologiques disponibles à Schefferville ont été mises à la disposition du MER. L'analyse routinière (Fe, Mn, Al, Si) de près de 400 échantillons prélevés durant la saison 1983 a été faite dans les laboratoires de la compagnie IOC à Sept-Iles. Les analyses (Fe, Mn) des échantillons de forage (saison 1984) ont été exécutées dans les laboratoires du Centre de Recherche minérale du MER.

Deux autres régions de la Fosse ont été visitées brièvement pour vérifier le potentiel en manganèse de leur formation de fer. Ce sont la région du lac Hématite et la région de la Baie aux Feuilles-Lac Bédard. Aucune de ces régions ne contient un potentiel semblable à celui de Schefferville. Il n'en sera donc fait aucune mention dans ce rapport.

Remerciements

Des remerciements sont adressés premièrement au personnel de la compagnie IOC à Schefferville et à Sept-Iles pour leur précieuse collaboration à l'avancement de nos travaux ainsi qu'à M. Thomas Clark, pour ses commentaires constructifs de notre manuscrit.

Les auteurs tiennent à remercier aussi M. Polgári et M. Valade, géologues, pour leur participation ainsi que H. Daxl, étudiant, G. Gabriel et E. St-Onge, hommes d'équipes, qui se sont acquittés de leur tâche avec diligence.

Situation géologique et terminologie

Le district minier de Schefferville se situe dans la Fosse du Labrador. Cette dernière est constituée d'une séquence de roches sédimentaires clastiques et chimiques et de roches extrusives et intrusives associées. La géologie régionale des parties centrales et sud de la Fosse est décrite par Dimroth (1978). La situation géographique des mines et des prospects du district minier est illustrée sur la carte 1.

La stratigraphie et la structure détaillée des mines ont été décrites à plusieurs reprises dans un grand nombre de rapports géologiques de la compagnie IOC. Un résumé de la géologie du district minier de Schefferville est présenté dans le mémoire de S. Zajac (1974). Une liste exhaustive de références sur le sujet paraît dans le rapport de R. Darling (ce volume).

La subdivision lithostratigraphique de la région de Schefferville, adaptée d'après Dimroth (1978), est présentée au tableau 1.

Cette subdivision est légèrement différente de celle proposée par Zajac (1974) reproduite dans le rapport de Darling (ce volume). Zajac considère la Formation de Ruth comme faisant partie de la Formation de Sokoman à cause de son contenu en fer tandis que Dimroth, pour sa part, formalise le statut du Ruth comme formation.

L'intérêt économique se porte principalement sur la Formation de Sokoman car elle contient le minerai de fer. Au cours des années de développement minier, beaucoup de détails sur la structure et la stratigraphie ont été étudiés et la subdivision des formations en membres et en sous-membres est devenue possible. La subdivision du Ferriman utilisée par les géologues de la compagnie IOC et que nous acceptons comme telle est reproduite dans le tableau 2.

Le Sokoman est un assemblage de sédiments marins de faible profondeur, contenant en abondance du chert, des oxydes de fer et des carbonates. Son âge est protérozoïque inférieur (aphébien).

Structure

Le principal évènement tectonique de la Fosse a été l'orogénèse hudsonienne. L'intensité de la déformation et le patron structural développé pendant cette période varient le long de la Fosse. Dans la région de Schefferville, les roches ont été plissées et faillées selon des axes NNW. Les plis sont généralement fermés et souvent légèrement déjetés vers le sud-ouest. Les lits et les plans axiaux sont inclinés vers le NE et les pendages vont de modérés à forts. La séquence sédimentaire est répétée à plusieurs reprises par des failles de chevauchement distribuées en échelon. La coupe schématique idéalisée de la figure 1 illustre une telle situation structurale. Elle montre aussi les bandes lixiviées qui sont situées le long de zones de faiblesse structurale créées par la déformation hudsonienne et qui ont facilité la pénétration de l'eau météorique pendant le Mésozoïque.

TABLEAU 1 – Subdivisions lithostratigraphiques du Groupe de Knob Lake.

Groupe	Sous-groupe	Formation	Lithologie principale
KNOB LAKE	FERRIMAN	Sokoman	(voir tableau 2)
		Ruth	
		Wishart	
	ATTIKAMAGEN	Dolly	Ardoise
		Fleming	Brèche de chert
		Denault	Dolomie
		Le Fer	Ardoise

TABLEAU 2 – Subdivision du Sous-groupe de Ferriman (nomenclature de la compagnie IOC)

Sous-groupe	Formation			Membre	Faciès dominant
FERRIMAN	SOKOMAN	UIF (Upper Iron Formation)	LC	Lean Chert	Silicate-carbonate
			RUIF	Red Upper Iron Formation	
			GUIF	Grey Upper Iron Fromation	
		MIF (Middle Iron Formation)	URC	Upper Red Cherty	Oxyde
			PGC	Pink Grey Cherty	
			LRC	Lower Red Cherty	
		LIF (Lower Iron Formation)	SCIF	Silicate-carbonate Iron Formation	Silicate-carbonate
			LIF	Lower Iron Formation	
	RUTH	RF (Ruth Formation)	JSP	Jaspilite	Silicate
			RC	Ruth Chert	
			RS	Ruth Slate	
	WISHART	QT	Quartzite		

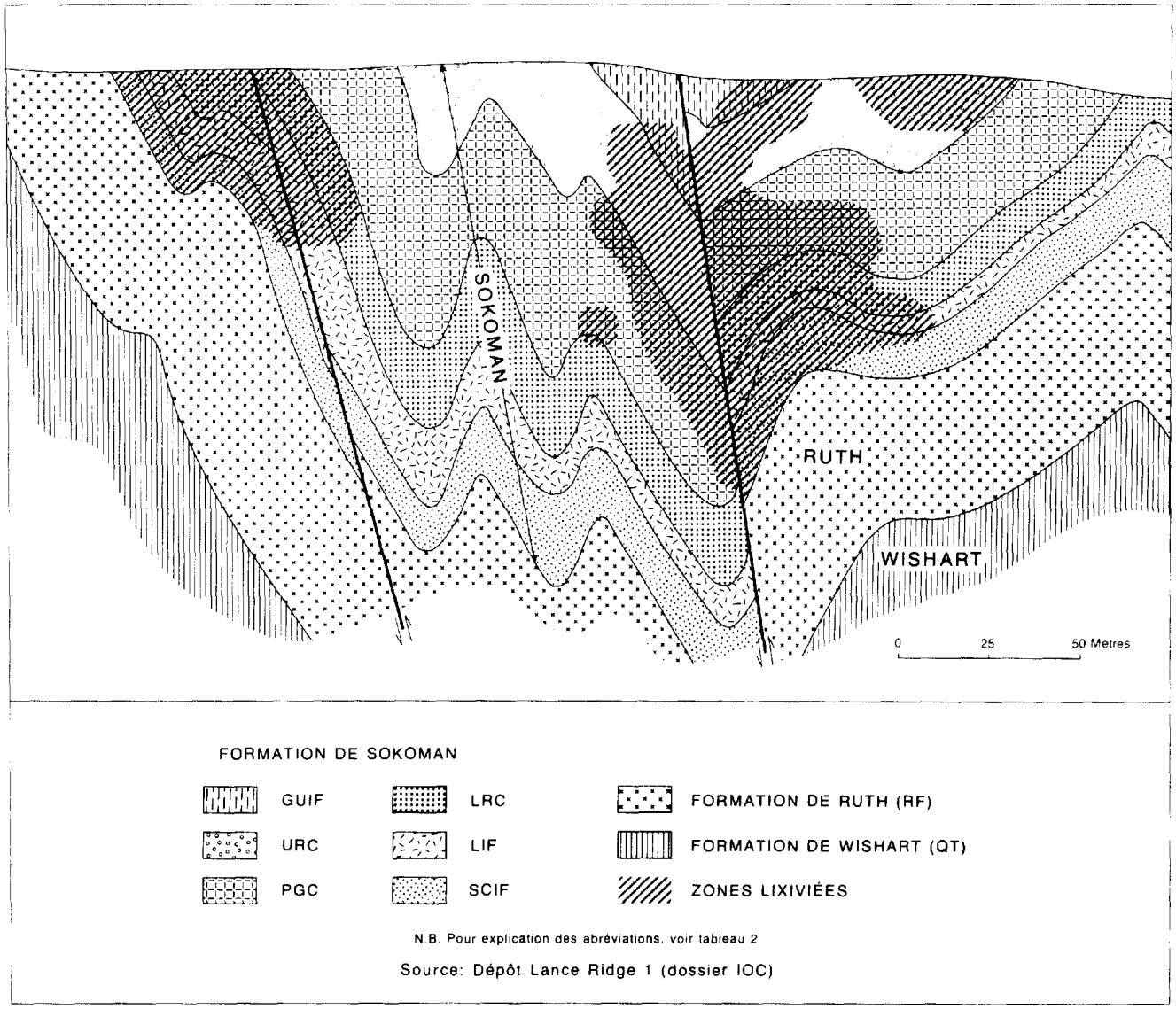


FIGURE 1 – Coupe structurale schématique idéalisée.

Chimisme, textures et minéralogie

La première partie de ce chapitre traite des échantillons de surface recueillis lors des cheminements. Cette étape vise surtout à établir la variation compositionnelle des roches du Sokoman et du Ruth par rapport au degré d'altération. Les termes « altération » ou « roches altérées », utilisés dans ce rapport, font référence essentiellement à l'altération causée par la lixiviation de la silice.

La deuxième partie du chapitre présente les données analytiques des carottes de forage mises à notre disposition par la compagnie IOC. Ces données permettent d'étudier en détail la variation de la composition des membres du Sokoman dans les zones lixiviées.

L'étude à la microsonde de la distribution des éléments principaux dans les échantillons de surface effectuée par M. Polgári et le rapport de R. Darling qui présente une description détaillée des textures et de la minéralogie en lames minces des indices manganésifères sont complémentaires à notre étude chimique.

Les données des échantillons de surface

COMPOSITION CHIMIQUE

L'aire couverte par l'échantillonnage s'étend au-delà des limites de la région minière dans le but d'effectuer une étude comparative entre des roches des zones altérées et celles des zones non altérées à des niveaux stratigraphiques identiques (pour orientation géographique, voir carte 1).

La discussion des résultats et la présentation des analyses respectent la classification des formations du tableau 1.

La perte au feu (PAF) apparaît dans certains tableaux seulement, à savoir là où elle est significative. Elle est due soit à la perte d'eau présente dans les oxydes, soit à la perte de CO_2 dans les carbonates. Les teneurs en Ca et en Mg nous indiquent généralement si la PAF signifie la présence du carbonate ou la présence des oxydes hydratés de fer.

La Formation de Dolly, sous-jacente à celle de Fleming et de Wishart, n'est pas représentée dans la région ; elle n'est donc pas traitée dans la description suivante.

Formation de Le Fer

Cette formation (Dimroth, 1978) porte, dans l'usage courant de la IOC, le nom de Formation d'Attikamagen, ce qui entraine une certaine confusion avec le sous-groupe du même nom (voir tableau 1).

La Formation de Le Fer, stratigraphiquement en-dessous de la dolomie de Denault, est constituée d'ardoise gris verdâtre non altérée.

Les échantillons analysés « d'ardoise d'Attikamagen » (A-327, A-408, cf. tableau 3) contiennent jusqu'à 17 % Al_2O_3, 2 à 3 % Fe et seulement des traces de manganèse.

Formation de Denault

La dolomie de Denault, dans tous les cas étudiés, est dure, massive et non altérée. Elle contient 24-25 % CaO, 16-17 % MgO, 17-18 % SiO_2 et indique une perte au feu de 36-37 % (échantillons A-136, A-185, cf. tableau 3).

Localement, la dolomie est gréseuse. Une autre variété est brèchique et recimentée par des carbonates (échantillons A-274, A-275, cf. tableau 3).

Les contenus en fer et en manganèse dans le Denault sont minimes.

TABLEAU 3 – Composition de l'ardoise d'Attikamagen et de la dolomie de Denault (% poids).

No. Échant.	Fe %	Mn %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Cao %	MgO %	PAF* %	Lithologies
A-327	3,02	0,00	70,57	16,95	0,09	—	3,27	Ardoise verte Loc : Timmins 1
A-408	2,07	0,03	66,24	16,77	0,09	1,23	4,39	Ardoise grise Loc : Barney K_2O : 8,8 %
A-136	0,16	0,07	17,05	0,56	25,19	17,33	37,61	Dolomie Loc : Slimy L.
A-185	0,17	0,08	18,34	1,46	24,18	16,69	36,25	Dolomie Loc : Knox Mine
A-274	0,33	2,57	58,43	0,78	11,35	6,78	18,13	Dolomie gréseuse Loc : Redmond 1
A-275	0,25	0,32	34,17	0,22	19,70	11,82	29,91	Brèche de carbonate Loc : Redmond 1

* PAF = Perte au feu

Formation de Fleming

Le Fleming est une brèche de chert recimentée par de la silice à grain très fin qui peut contenir des grains clastiques de quartz. Elle est composée essentiellement de SiO_2 (95-98 %) et de Al_2O_3 (1-3 %). Le fer et le calcium sont présents en trace (tableau 4).

On ne retrouve ni manganèse ni carbonate (perte au feu = 0 %) dans cette brèche de chert. Localement, le Fleming est affecté par une lixiviation. La roche altérée est blanchâtre et le ciment est friable et poreux.

Formation de Wishart

Le Wishart est un sédiment clastique, constitué de grès quartzeux localement feldspathique. Le nom de « quartzite » est accepté dans l'usage courant par les géologues de la compagnie IOC. Bien que la texture soit fort différente, la composition chimique du Wishart, contenant plus de 90 % SiO_2, est semblable à celle du Fleming (tableau 5). Dans la variété feldspathique, l'analyse indique que le feldspath du quartzite est potassique.

Le quartzite de Wishart est altéré à plusieurs endroits. Il s'agit d'une dissolution (partielle) du ciment siliceux qui rend la roche poreuse. L'analyse « au poids » n'exprime pas l'altération mais cette dernière apparaît clairement dans la texture.

Localement, les pores du quartzite altéré sont remplis d'oxydes de fer et de manganèse secondaires. Nous allons décrire la nature de cet enrichissement dans la partie traitant de l'évaluation économique.

Formation de Ruth

Trois membres de la Formation de Ruth sont présents dans la région : l'ardoise (RS du tableau 2), le chert (RC) et la jaspilite (JSP). Le Ruth est minéralisé en fer et certains auteurs (dont Zajac, 1974) l'ont considéré comme faisant partie de la Formation de Sokoman.

Le tableau 6 donne des analyses partielles. Elles indiquent que la majorité des roches classifiées sur le terrain comme RS (ardoise) sont plus siliceuses et moins alumineuses qu'une ardoise moyenne et méritent, à ce titre, le nom de siltstone. Cette variation compositionnelle est, de plus, compliquée par la lixiviation qui a affecté les membres du Ruth en changeant, comme pour le Sokoman, le rapport Fe/Si.

Les basses teneurs en Al_2O_3 du Ruth lixivié et enrichi en fer suggèrent que la roche a aussi perdu une bonne partie de son alumine pendant la lixiviation. Le contenu en H_2O (% PAF) du RS varie indépendamment de la teneur en fer.

Les teneurs en manganèse dans les échantillons du Ruth, altérés ou non, sont majoritairement inférieures à 1 %. Le Ruth lixivié, lorsque associé avec le Wishart minéralisé, contient des teneurs plus élevées en manganèse (A-474 du tableau 6).

Le membre cherteux (RC) est aussi altéré localement par la lixiviation et montre une variation compositionnelle semblable à celle de l'ardoise (RS).

Formation de Sokoman

La subdivision et la nomenclature de terrain du Sokoman sont reproduites au tableau 2. Les mines de fer sont situées dans le Sokoman. À cause de son intérêt économique, c'est la formation la plus étudiée du Groupe de Knob Lake. La partie moyenne (MIF) de cette séquence est riche en oxydes de fer tandis que les parties inférieures (LIF) et supérieures (UIF) sont dominées par le faciès « silicate-carbonate ».

Le tableau 7 présente quelques analyses comparatives ; celles-ci illustrent les différences chimiques entre des roches lixiviées et non lixiviées de la même unité. Le changement le plus évident est l'augmentation du rapport Fe/Si dans les roches lixiviées.

Les rapports $\frac{Fe + Si}{Mn}$ et les teneurs en manganèse de certains échantillons (% Mn $\geqslant$ 5%) provenant des mines et des prospects manganésifères majeurs du district, sont illustrées sur la carte 1. La présence de Si dans le calcul du rapport $\frac{Fe + Si}{Mn}$ permet de pondérer l'effet de la lixiviation et, selon le cas, de diminuer l'importance du Fe pour les roches non ferrifères.

La teneur en manganèse des roches non lixiviées varie de trace à 1,5 %.

TEXTURES ET MINÉRALOGIE

Les analyses chimiques n'expriment que le changement quantitatif des éléments d'une place à l'autre. Considérant que des roches ayant des textures et des minéralogies différentes peuvent avoir la même composition

TABLEAU 4 – Composition de la brèche de chert de Fleming (% poids).

No. Échant.	Fe %	Mn %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	CaO %	Lithologies
A-120	0,44	0,00	98,00	0,71	0,00	Brèche dure Elisabeth L.
A-137	0,00	0,00	95,03	2,95	0,02	Brèche dure Slimy L.
A-184	0,55	0,00	96,98	1,24	0,00	Brèche altérée Knox Mine
A-194	0,00	0,00	99,10	0,43	0,00	Brèche dure Green L.
A-198	0,76	0,02	97,13	0,53	0,00	Brèche dure Green L.
A-291	0,00	0,06	99,53	0,21	0,00	Brèche dure French Mine

TABLEAU 5 – Composition du quartzite de Wishart (% poids).

No. Échant.	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe %	Mn %	Lithologies
A-108	97,72	1,56	0,23	0,00	Quartzite dur Loc : NO de French Mine
A-121	96,85	1,40	0,22	0,00	Quartzite dur Loc : Elisabeth L.
A-138	96,5	1,15	1,02	0,00	Quartzite dur Loc : Slimy L.
A-151	88,17	3,13	3,70	0,00	Quartzite impur Loc : Star Creek Mine
A-166	94,42	0,84	0,71	0,01	Quartzite dur Loc : Denault L.
A-170	94,83	0,56	2,56	0,00	Quartzite poreux Loc : Denault L.
A-174	84,04	5,49	2,87	0,00	Quartzite dur Loc : Denault L.
A-178	95,25	2,03	0,35	0,00	Quartzite feldspathique Loc : Retty Mine
A-179	92,29	2,21	1,39	0,00	Quartzite dur Loc : Knox Mine
A-188	97,25	1,59	0,52	0,00	Quartzite dur Loc : Ruth L. 1
A-199	94,14	1,88	1,17	0,00	Quartzite dur Loc : Green L.
A-209	89,68	6,25	0,00	0,14	Quartzite dur Loc : Gill Mine
A-210	69,30	1,77	1,89	13,93	Quartzite lixivié Loc : Gill Mine
A-224	90,01	2,22	4,08	0,00	Quartzite lixivié Loc : Wishart 2
A-238	96,67	1,64	0,14	0,00	Quartzite dur Loc : Houston
A-292	98,71	1,56	0,01	0,05	Quartzite dur Loc : French Mine
A-318	91,39	2,75	2,73	0,00	Quartzite dur Loc : Timmins 4
A-328	94,28	1,52	2,2	0,00	Quartzite dur Loc : Timmins 1

chimique, on ne peut parvenir à une bonne compréhension des transformations et de l'enrichissement que si le chimisme est appuyé par une étude texturale et minéralogique.

Une telle étude révèle un certain ordre séquentiel de l'altération et de l'enrichissement. Les changements les plus importants sont notés dans la formation de fer. La transformation et l'altération du Ruth sont très semblables à celles du Sokoman et les deux formations sont traitées ensemble ici.

Les constituants opaques des échantillons non lixiviés sont les oxydes de fer non-hydratées telles que l'hématite et la magnétite, fréquemment oxydée en martite. Quelques textures typiques sont illustrées aux figures 2 et 3.

L'altération par lixiviation se révèle dans les analyses chimiques par l'augmentation du rapport Fe/Si et des valeurs de perte au feu plus élevées. La roche lixiviée devient friable pour former le « minerai tendre ». Dans ce minerai, l'oxyde de fer non hydraté est transformé en limonite et en goethite poudreuse colorant les roches en rouge, jaune ou brun ocre. Les textures indiquent nettement que cette altération est due à la lixiviation ou à la dissolution des parties cherteuses de la roche.

D'autres textures, en contraste avec celles de dissolution, ont été formées par l'apport et la précipitation des oxydes opaques ; il s'agit de l'enrichissement secondaire. Les précipités secondaires ont cimenté des débris de roches lixiviées pour former un minérai dur et lourd, le « minerai blocailleux » (rubble ore). Ils se trouvent aussi dans les fractures et les fissures des roches ou tapissant l'intérieur des cavités. De la goethite précipitée est illustrée à la figure 4.

Les oxydes en solution ont migré à l'extérieur du Sokoman et ont pénétré les roches altérées des formations sous-jacentes. Dans le Wishart lixivié, la minéralisation secondaire se trouve sous deux formes :

1. Les solutions se sont infiltrées dans les interstices crées par la dissolution précédente du chert et les oxydes y ont précipité (figure 5) ;

TABLEAU 6 – Composition des membres de la Formation de Ruth (% poids).

No. Échant.	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe %	Mn %	CaO %	PAF* %	Fe/SiO_2	Lithologies
A-122	54,38	0,15	27,90	0,05	—	4,96	0,513	RC Elisabeth L.
A-123	65,25	0,27	20,63	0,46	—	—	0,316	RS Elisabeth L.
A-139	75,50	0,37	14,03	0,13	—	—	0,185	RC Slimy L.
A-161	28,68	1,15	45,29	0,05	0,01	5,34	1,579	RS Star Creek Mine
A-162	19,64	0,37	50,18	0,07	—	8,85	2,555	RC Denault L.
A-180	5,50	1,86	56,25	2,91	—	7,87	10,227	RF Knox Mine
A-181	5,72	1,32	58,06	0,05	—	10,57	10,150	RF Knox Mine
A-189	62,90	10,35	6,11	0,03	0,28	6,06	0,097	RS (K_2O=9,2) Ruth L. 1
A-223	22,82	0,29	51,64	0,10	—	—	2,263	RS Wishart 2
A-227	5,23	1,22	59,20	2,92	0,01	—	11,319	RC Wishart 2
A-240	51,61	13,38	9,42	0,25	0,11	7,47	0,182	RS (K_2O=9,2) Houston
A-243	75,32	0,46	16,74	0,01	0,00	—	0,222	RC Houston
A-255	31,56	2,67	40,67	1,40	0,00	2,44	1,289	RS Houston
A-264	42,12	0,18	38,98	0,04	—	—	0,925	RS Houston
A-319	11,82	0,94	60,38	0,03	—	—	5,108	RS Timmins 4
A-329	61,59	4,37	21,56	0,07	0,03	—	0,350	RS Timmins 1
A-345	23,64	1,32	49,02	0,04	0,01	—	2,074	RC Barney 1
A-353	65,42	0,73	22,82	0,00	0,01		0,349	RC Barney 1
A-355	6,30	0,24	58,90	0,02	0,02	10,13	9,349	RC Barney 1
A-368	39,83	0,36	39,56	0,01			0,993	RC Barney 2
A-385	44,49	4,26	31,86	0,00	0,03	4,08	0,716	RS Ferriman 1
A-423	42,10	0,35	30,17	1,52	0,33	10,88	0,717	RS Wishart L.
A-474	3,08	0,96	51,07	9,81	0,02	8,35	16,581	RC Rowe Mine

* PAF = perte au feu

2. Les oxydes ont précipité dans des fractures, des fissures ou d'autres ouvertures formant ainsi une minéralisation massive.

Le contact entre la minéralisation interstitielle et la minéralisation massive est généralement bien défini, comme l'illustre la figure 6. La pénétration des solutions a été contrôlée par des zones de faiblesse structurale comme les fractures, joints, microfailles (figure 7). Le quartzite lixivié mais non affecté par la pénétration des solutions a gardé sa couleur rose pâle, est resté friable et forme des dépressions dues à l'érosion récente de la surface. Nous allons discuter des changements chimiques subis par le Wishart lors de cet enrichissement secondaire dans la partie traitant de l'évaluation économique.

L'étude microscopique de la minéralisation massive révèle une alternance des oxydes hydratés de fer (goethite) et des oxydes de manganèse (pyrolusite et psilomélane) indiquant nettement une précipitation rythmique de composition alternée. La figure 8 montre un microlitage dans le psilomélane causé par la précipitation récurrente de l'oxyde de manganèse.

TABLEAU 7 – Composition de quelques membres lixiviés et non lixiviés du Sokoman (% poids).

No. Échant.	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe %	Mn %	Fe/SiO_2	Lithologies
A-103	49,64	0,20	33,13	0,18	0,667	LRC non altéré Loc : Quarry
A-111	42,25	0,49	39,63	0,03	0,938	LRC altéré légèrement Loc : Crête près de French Mine
A-117	42,31	0,20	39,88	0,02	0,942	LRC altéré légèrement Loc : Face train près French Mine
A-478	26,87	0,13	49,87	0,34	1,856	MIF : très altéré, minérai Loc : French Mine Pit
A-479	13,95	0,09	59,49	0,17	4,264	MIF : très altéré, minérai Loc : French Mine Pit
A-475	17,30	0,55	54,84	0,23	3,170	MIF : très altéré, minérai Loc : Rowe Mine Pit
A-153	36,54	0,27	44,33	0,02	1,213	LRC : altéré légèrement Loc : Star Creek Côté
A-489	8,29	0,14	62,85	0,41	7,581	MIF : très altéré, minérai Loc : Star Creek Pit
A-106	62,28	0,25	26,38	0,23	0,423	GUIF : altéré Loc : Quarry
A-113	40,00	0,41	40,98	0,05	1,024	URC : altéré légèrement Loc : Crête près de French Mine
A-119	28,97	0,15	48,48	0,08	1,673	URC : altéré Loc : Face train près French Mine

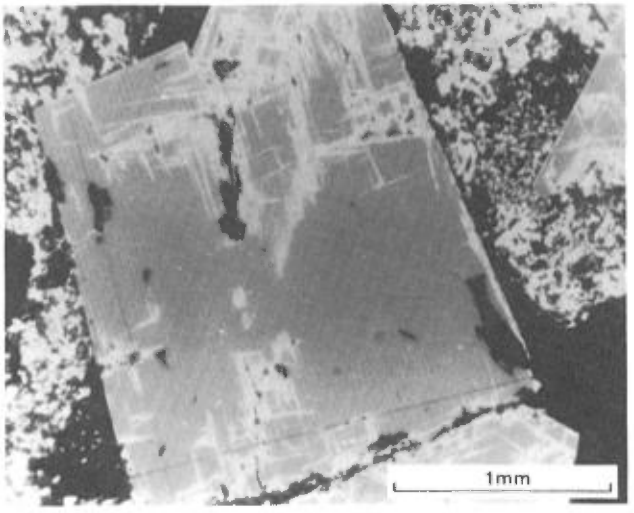


FIGURE 2 – Photomicrographie. Échantillon A-125. Magnétite légèrement hématitisée (section polie).

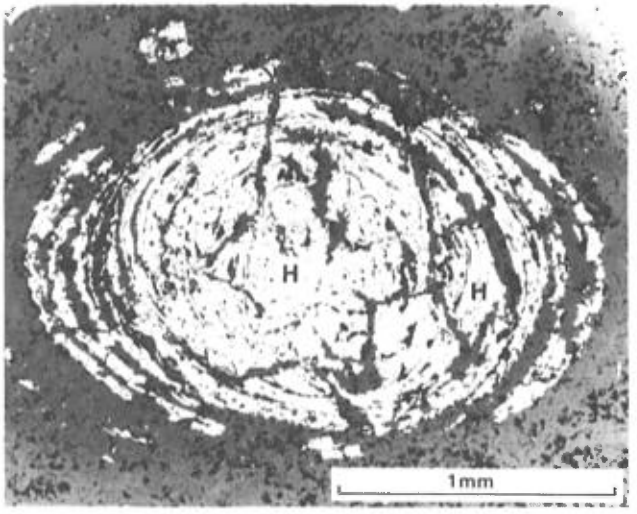


FIGURE 3 – Photomicrographie. Échantillon A-468. Oolite remplacée par l'hématite (H) (section polie).

CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE DES ÉCHANTILLONS DE SURFACE

L'étude chimique, texturale et minéralogique des échantillons montre que la principale différence compositionnelle entre les roches altérées et non altérées, au même niveau stratigraphique, est marquée par le rapport Fe/Si. L'augmentation de ce rapport est proportionnelle au degré de lixiviation.

On peut distinguer deux types majeurs d'enrichissement dans la région étudiée :

i) « l'enrichissement par lixiviation de la silice » est le résultat de la dissolution et de l'enlèvement, dans une proportion variable, du contenu en silice (chert) des roches. Le degré d'altération est proportionnel à la quantité de la silice mobilisée. Ce sont principalement les membres cherteux et ferrifères du Sokoman et du Ruth qui ont été affectés. Le produit de cet enrichissement relatif en fer et, au même titre, en manganèse là où il était présent, est le « minerai tendre ».

ii) « l'enrichissement par précipitation », un processus tardif par rapport à la lixiviation de la silice, est l'addition des oxydes opaques aux roches lixiviées pour produire le minerai blocailleux et l'enrichissement secondaire du Fe et du Mn dans les formations sous-jacentes, comme le Wishart et le Fleming.



FIGURE 4 – Goethite précipitée.

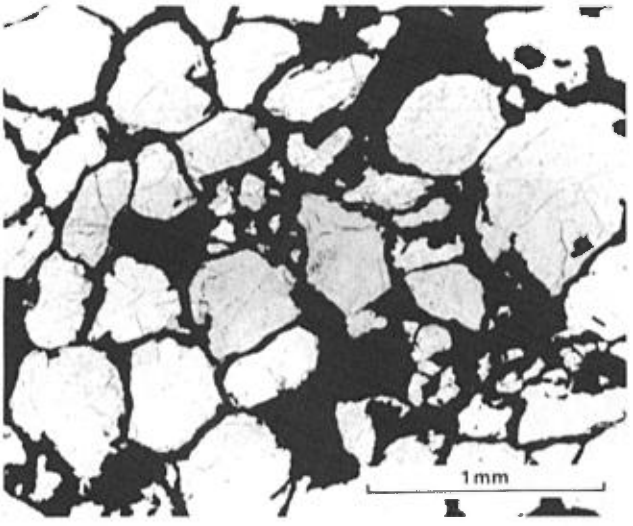


FIGURE 5 – Les oxydes (noirs) précipités dans les interstices du Wishart lixivié (lumière transmise).

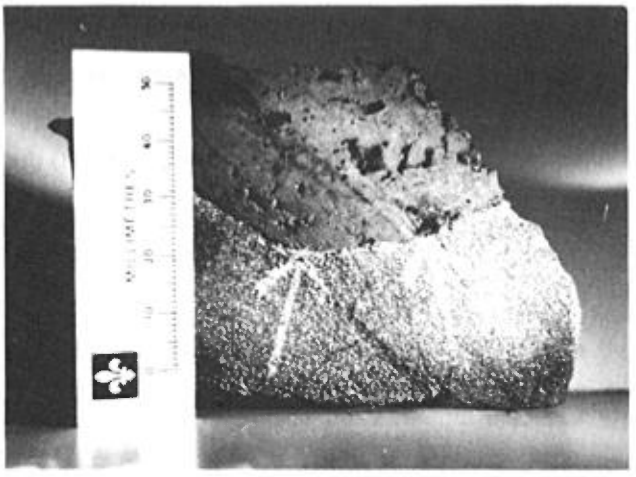


FIGURE 6 – Contact entre la minéralisation interstitielle et la minéralisation secondaire massive dans la Formation de Wishart.



FIGURE 7 – Surface d'érosion du quartzite minéralisé de la Formation de Wishart. Noter la texture « en grappe » de la minéralisation secondaire.

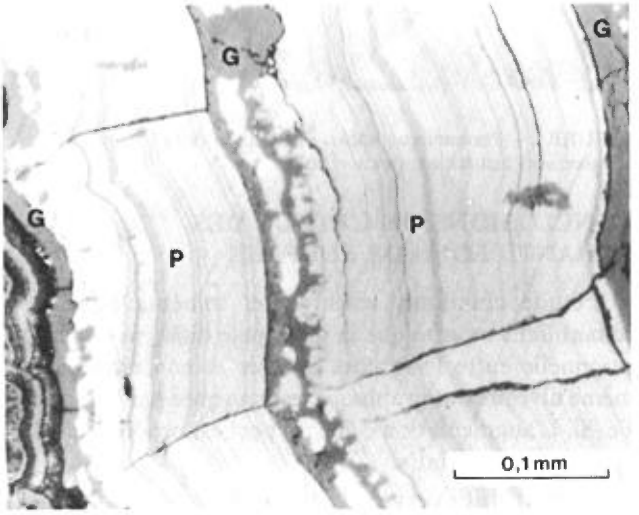


FIGURE 8 – Photomicrographie. Échantillon A-312. Microlitage causé par la précipitation récurrente de l'oxyde de manganèse (P = psilomélane ; g = goethite) (section polie).

Les études sur la solubilité des éléments impliqués (Si, Fe, Mn) suggèrent que les conditions géochimiques pour former l'un ou l'autre type d'enrichissement mentionné sont nettement différents : la solubilité de la silice s'accroit avec l'alcalinité, tandis que la solubilité du Fe et du Mn augmente avec l'acidité du milieu. La formation des deux types de minerai mentionnés ci-haut exprime donc deux processus différents qui sont obligatoirement séparé dans le temps puisqu'ils ont eu lieu dans la même région. D'après les études de textures, la mobilisation du fer (et du manganèse) était l'événement tardif dans la région de Schefferville.

L'analyse chimique a démontré que les rapports Mn/Fe dans la minéralisation formée par précipitation (Wishart) sont localement supérieurs à ceux observés dans les minerais enrichis par lixiviation (Sokoman). Les études sur la solubilité du Fe et du Mn à basse température et basse pression (Varentsov et Grasselly, 1980) explique ce phénomène ; elles montrent qu'une légère variation du pH et des conditions oxydo-réductrices (Eh) peuvent déclencher la précipitation alternante de l'un ou l'autre élément et que le champ de solubilité du Mn est plus grand que celui du Fe (figure 9).

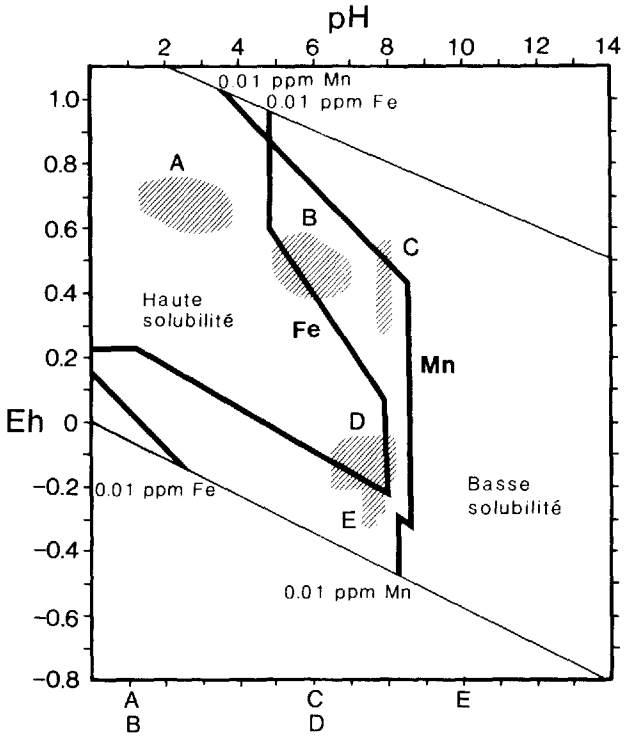


FIGURE 9 – Solubilité différentielle du Fe et du Mn en fonction de Eh – pH

DONNÉES DES FORAGES DE LA COMPAGNIE MINIÈRE IOC

Les échantillons de surface dont il est traité dans les chapitres précédents nous renseignent sur la variation compositionnelle entre les roches altérées et non altérées des différentes formations à l'échelle régionale. A partir des données fournies par des forages de la compagnie IOC, nous avons tenté de déterminer s'il existe une association préférentielle du manganèse avec l'un ou l'autre membre du Sokoman dans la zone altérée.

Analyse statistique

L'analyse chimique des forages a été faite par **sections** de 1,5 ou de 3 mètres de longueur. Nous avons considéré qu'une section est riche en manganèse si elle en contient au moins 2%. Pour filtrer cette énorme quantité de données, nous n'avons retenu que les trous de forages qui comportaient un **intervalle** d'au moins 3 sections consécutives riches ($\geqslant$ 2 %) en manganèse.

Les 728 trous de forage ainsi retenus couvrent 39 mines et prospects. Cette première sélection élimine plusieurs mines et prospects qui se trouvent aux extrémités nord-ouest et sud-est de la région minière de Schefferville (voir carte 1). Les données statistiques des 728 trous retenus (tableau 8) reflètent une première constatation de la distribution du manganèse sur l'ensemble de la zone altérée de la région.

Formant généralement le minérai exploitable, les membres RF, SCIF, LRC et PGC représentent plus de 80 % de l'échantillonnage (RF et SCIF plus de 50 % ; LRC et PGC plus de 30 %). La teneur en manganèse est plus élevée dans le SCIF, le RF et le LRC. Il en est de même pour le LC mais d'une manière erratique.

L'examen de surface indiquait que la zone entre les mines Star Creek et Gill est la plus riche en manganèse. Pour approfondir notre étude, nous avons repris les données de cette zone. Les 240 forages ainsi retenus nous fournissent les résultats du tableau 9.

TABLEAU 8 – Distribution du manganèse par membre stratigraphique dans la région minière de Schefferville.

Membres	Nombre d'intervalles $\geqslant$2%	Longueur totale (pieds)	% Mn moyenne pondérée
LC	21	989	2,47
RUIF	30	964	1,88
GUIF	94	5 914	1,94
URC	168	11 081	1,29
PGC	274	19 795	1,37
LRC	312	17 527	2,21
SCIF	374	25 845	3,58
RF*	429	36 512	2,64
QT	56	1 175	1,24

* RS et RC inclus (voir tableau 2 pour les abréviations).

En comparaison avec les résultats du tableau 8, le SCIF, RF, LRC et PGC demeurent les plus importants porteurs de manganèse dans la zone des mines Star Creek-Gill.

Dans le tableau 10, les données sont regroupées pour déterminer le pourcentage des sections riches ($> 2\%$) par rapport au nombre total de sections de chaque membre dans les 240 forages retenus.

D'après ce tableau 10, il est évident que le SCIF est le plus fréquemment riche en manganèse, suivi du LRC, RF, PGC et URC.

Conclusions de l'étude des forages

L'analyse statistique des données de forages de la zone entre les mines Star Creek et Gill suggère que les membres à carbonate du Sokoman contiennent une teneur plus élevée en manganèse que les membres cherteux. Cette distribution, évidente malgré la lixiviation, refléterait la distribution primaire ou syndépositionnelle du manganèse dans la formation de fer. Les rapports géologiques de la IOC et d'autres publications pertinentes (Zajac, 1974) arrivent à la même conclusion.

TABLEAU 9 – Distribution du manganèse par membre stratigraphique dans la zone entre les mines Star Creek et Gill.

Membres	Nombre d'intervalles >2% Mn	Longueur totale (pieds)	Mn %
LC	14	834	2,58
RUIF	17	474	1,43
GUIF	29	1 698	1,92
URC	54	3 899	2,37
PGC	84	6 695	2,82
LRC	92	6 033	3,40
SCIF	115	9 482,5	4,16
RF	139	11 190	2,90
QT	18	479	1,06

TABLEAU 10 – La fréquence des sections riches (manganèse $\geq$ 2%) par membre, dans la zone entre les mines Star Creek et Gill.

Membres	Nombre total des sections	Nombre sections enrichies	Fréquence (%)
LC	159	44	27,7
RUIF	92	16	17,4
GUIF	311	45	14,5
URC	624	224	35,9
PGC	812	357	44,0
LRC	747	337	45,1
SCIF	1 181	736	62,3
RF	1 464	653	44,6
QT	57	6	10,5

Reconstitution chronologique

Les données accumulées de travaux de cartographie, d'exploration et d'exploitation dévoilent un ordre chronologique des événements majeurs depuis le dépôt des sédiments au Protérozoïque jusqu'à la dernière érosion majeure au Pléistocène.

Dans la Fosse du Labrador, le développement du style structural décrit dans le chapitre sur la géologie (figure 1) est attribué à l'orogénèse hudsonienne.

L'altération latéritique intense qui s'est attaquée principalement à la silice (chert) s'est déroulée sur une période prolongée au Mésozoïque. Cette altération causée par l'eau météorique a affecté une mince couche à la surface (de 10 à 15 m), l'intensité diminuant avec la profondeur.

Dans la région de Schefferville, l'élévation topographique combinée à la structure particulière des failles, des plis, des fractures et des microfractures avaient créé des zones favorables à l'écoulement des solutions de lessivage. Cet écoulement particulier rendait graduellement ces zones de plus en plus poreuses, favorisant davantage la canalisation des eaux météoriques. Il s'est donc créé lentement des « dépressions » assez importantes et profondes de matériel lixivié et enrichi en fer, relativement à la silice. Elles constituent aujourd'hui les zones de réserves exploitables de minerai tendre.

L'autre enrichissement « par précipitation » a formé le minerai blocailleux. Ce dernier contient des fragments de roches lixiviées ; la précipitation est donc postérieure à la lixiviation de la silice. Cet enrichissement par précipitation, nous l'appelerons ici « enrichissement secondaire ».

L'étude des textures du Wishart minéralisé nous a indiqué la présence de deux types de mise en place des précipités secondaires :

1 – Imprégnation interstitielle, formant le ciment du grès ;
2 – Remplissage des ouvertures (fractures) formant la minéralisation massive.

Comme décrit dans le chapitre sur les textures, le contact entre les deux types est bien défini. Ceci indique que les roches lixiviées ont été localement imprégnées avant qu'un événement « tectonique tardif » ne réactive les ouvertures, fractures et joints favorisant la pénétration des solutions chargées. En effet, les coupes exposées dans les mines démontrent l'existence d'une phase tectonique tardive, postérieure à la lixiviation, qui n'a pas, dans l'ensemble, modifié grandement la structure régionale mais a réactivé certaines fractures et formé une série de failles transverses à pendage abrupt. Selon toute probabilité, c'est cet événement tectonique tardif qui s'est produit au cours de la période de mise en place de la minéralisation secondaire.

Les fossiles retrouvés au fond de zones d'effondrement à la mine Redmond ont été identifiés comme appartenant à « l'étage inférieur du Crétacé supérieur » (Blais, 1959). Cette datation place l'activité tectonique tardive au Crétacé.

Les textures dans la partie massive de la minéralisation secondaire, comme la répétition des microlits, indiquent que la précipitation des oxydes a persisté bien après cet événement tectonique tardif.

Le dernier événement susceptible d'apporter des changements de condition fut la glaciation. Le contact entre le soubassement et les dépôts glaciaires est bien exposé à plusieurs endroits dans le district. Le contact net et clair montre une surface pré-glaciaire continue, sans dépression au-dessus des zones altérées (figure 10).



FIGURE 10 – Contact entre minerai et dépôt glaciaire.

Évaluation économique

Les mines de fer de la région de Schefferville sont distribuées selon la structure NNW. Leurs dimensions sont variables ; la profondeur moyenne varie de 30 à 80 m (100 à 250 pieds) et peut atteindre par endroit de 150 à 200 mètres (450 à 600 pieds). On observe en général une diminution de l'effet de la lixiviation avec la profondeur.

Selon la définition de la compagnie IOC, **le minerai de fer** contient au moins 50 % de Fe. Le **minerai de fer manganésifère**, selon la même définition, titre au moins 3,5 % Mn dans un total Fe+Mn d'au moins 50 %. Nous avons introduit l'expression «**minerai de manganèse** » pour dénoter le matériel enrichi en manganèse représentant un volume à potentiel économique.

Le **minerai de fer** exploité était majoritairement du minerai tendre mais incluait localement le minerai blocailleux aussi. Ce dernier, étant un produit de cémentation, est dur et résistant. Le minerai tendre est très friable et pulvérulent, même s'il est suffisamment solide dans l'ensemble pour supporter l'édifice. En effet on n'observe pas de structures d'effondrement sauf le long des failles. Malgré l'altération, plusieurs caractéristiques lithologiques de la taconite sont reconnaissables dans ce minerai qui représente les grandes réserves de Schefferville.

Le **minerai de fer manganésifère** représente, selon les calculs effectués en 1980 (tableau 3 du rapport Darling, ce volume) par la compagnie IOC, des réserves de 11,7 millions de tonnes contenant 45,6 % Fe et 6,3 % Mn.

Sur le plan régional, la zone comprise entre les mines Star Creek et Gill (carte 1), est particulièrement riche en manganèse. A elle seule, la mine Star Creek contient approximativement 2,4 millions de tonnes de minerais de fer manganésifère. Toutefois, ces réserves ne sont pas exploitables économiquement pour le manganèse seulement.

Du point de vue de l'importance économique, les **minéralisations manganésifères** (autres que les minerais de fer manganésifère) de la région de Schefferville peuvent être classées en trois groupes :

1. Concentration du manganèse des marais (bog deposits) ;
2. Minéralisation supergène, dans la zone de la formation de fer ;
3. Enrichissement secondaire à l'extérieur de la formation de fer.

Les concentrations du manganèse des marais sont des encroutements post-glaciaires formées dans des dépressions topographiques. Le matériel est friable et il est mélangé avec les débris organiques. Les teneurs en manganèse sont élevées (échantillons A-263 et A-266, tableau 11) mais les quantités sont toujours très faibles.

Les **minéralisations supergènes** associées avec la formation de fer contiennent de fortes concentrations locales de manganèse près de la surface (jusqu'à 45 % Mn). Les indices connus dans la région de Schefferville sont décrits en détail dans le rapport de Darling (ce volume). Ils sont associés à des fractures et à des brèches dans les zones généralement peu lixiviées du Sokoman. Les plus représentatifs sont l'indice de Ruth Lake (analyse A-293, tableau 11), l'indice de French Mine, l'indice de Christine (analyse A-445, tableau 11) et l'indice de Shmoo Lake (analyse B-130, tableau 11).

Les autres concentrations associées au Sokoman sont connues dans les puits de Star Creek Mine et North Ferriman Mine (analyses A-488, A-282 et A-457 du tableau 11). Même si ces indices contiennent des lentilles minéralisées presque massives, aucun d'eux ne représentent des réserves de dimension économique.

Le troisième type de minéralisation manganésifère est celui qui forme **des zones d'enrichissement secondaire à l'extérieur de la formation de fer**, principalement dans le Wishart altéré. Ce type de minéralisation est moins riche que les indices mentionnés ci-haut, mais il est moins limité en volume et offre le plus grand potentiel économique. Il est décrit dans la section suivante.

La composition des échantillons de surface provenant d'une zone d'enrichissement secondaire

Les murs d'érosion des mines Gagnon et Burnt Creek nous laissent bien voir le quartzite altéré, mou et friable, de couleur crémeuse ou rose-pâle, et la minéralisation secondaire, gris foncé, remplissant les ouvertures et infiltrant les épontes (figure 11).

La minéralogie de l'enrichissement secondaire comme décrit dans la section « Textures et minéralogie » se présente surtout sous forme de goethite, de limonite, de pyrolusite et de cryptomélane. La distribution des éléments dans les minéraux, déterminée à l'aide d'une microsonde, est bien décrite et illustrée en détail dans le rapport de Polgári (ce volume). (Le numérotage des échantillons des deux rapports correspond.)

La composition chimique des échantillons typiques de Wishart minéralisé est présentée dans le tableau 11 (analyses A-454, A-481, A-284, A-312, A-447, A-448). Les pourcentages élevés de la perte au feu (PAF) des analyses indiquent nettement la grande proportion des minéraux hydratés.

Dans les échantillons de surface, on note une prédominance de manganèse sur le fer, mais les rapports sont variables même dans les échantillons d'un seul affleurement (analyses A-284 et A-312 du tableau 11).

Évaluation d'une zone minéralisée

Nous avons choisi une zone minéralisée consistant en grès de Wishart dans le but de la tester en profondeur. Cette zone est située entre le mur SW de la mine Gagnon « C » et le mur NE de la mine Gagnon « A » (carte 1). Ces mines sont situées à 6 km au NW de la ville de Schefferville et sont accessibles par la route principale.

Nous avons procédé à l'évaluation par le biais de forages. Deux types de forage ont été effectués. Une première série de trous ont été faits à l'aide d'une foreuse portative à tarière, modèle Minuteman (trous M-1 à M-7 sur la carte 2). Les tarières ont un diamètre de 7,6 cm (3 pouces) et les échantillons ont été prélevés à sec par intervalle de 0,91 m (3 pieds). La pénétration maximale réussie avec cet équipement était de 15 pieds (4.6 m).

Une deuxième série de trous ont été faits à l'aide d'une foreuse à tarière, modèle Mobil B-50 (trous M-51 à M-70 sur la carte 2). Le forage s'est effectué au tricône d'un diamètre de 7,6 cm (3 pouces). Les échantillons ont été prélevés par circulation d'eau et récupérés en surface, par intervalle de 1,52 m (5 pieds), dans un bassin de sédimentation. A quelques occasions, une boue de forage (GS-550) a été utilisée pour faciliter le forage et amélio-



FIGURE 11 – Minéralisation secondaire à la mine Gagnon C.

TABLEAU 11 – Composition des échantillons minéralisés en manganèse (% poids).

No. Échant.	SiO_2 %	Mn %	Fe %	PAF* %	Lithologies
A-263	11,69	28,41	15,09	19,62	encroûtement de surface, Prospect Houston
A-266	2,90	22,55	31,90	16,61	encroûtement de surface, Prospect Houston
A-293	0,12	54,00	3,00	9,39	Indice de manganèse, French Mine
A-445	16,20	37,80	8,01	11,22	Indice de manganèse, Christine
B-130	25,71	44,73	1,68	9,66	Indice de manganèse, Shmoo Lake
A-488	4,78	22,94	33,55	10,84	Minerai enrichi en manganèse, Pit, Mine Star Creek
A-282	0,34	54,07	0,87	13,10	Minerai de manganèse, Stock pile adjacent Mine Star Creek
A-457	1,34	39,14	16,17	12,69	Minerai de manganèse Pit, North Ferriman
A-454	14,24	27,16	20,10	12,30	Wishart altéré, imprégné, North Ferriman
A-481	16,07	45,98	0,40	10,58	Wishart imprégné, Burnt Creek
A-284	13,93	20,06	29,54	11,21	Wishart imprégné, Gagnon C
A-312	22,90	27,01	14,36	11,70	Wishart imprégné, Gagnon C
A-447	6,66	31,50	18,77	13,42	Fleming lixivié, imprégné, Gagnon A
A-448	5,38	34,56	17,61	12,36	Wishart altéré, imprégné, Gagnon A

* PAF = perte au feu

rer la récupération des particules. Cette boue particulière ne contamine en rien l'échantillon.

La profondeur des trous forés par le Mobil B-50 varie entre 10 m (33 pieds) et 48,8 m (160 pieds) pour une moyenne approximative de 30,5 m (100 pieds).

Les limitations suivantes ont empêché un échantillonnage systématique :

- La foreuse est fixée sur un camion à quatre roues motrices dont le déplacement est fonction des chemins ; certains points bien minéralisés n'ont donc pas été échantillonnés à cause des difficultés d'accès ;
- La profondeur moyenne des trous réussis est de 30 m. Cette pénétration n'échantillonne que la fraction supérieure de la minéralisation qui, au fond de la mine Gagnon C, par exemple, affleure à une profondeur de 137 m.

La bande de quartzite de Wishart échantillonnée par forages fait de 100 à 150 mètres de largeur par plus de 1500 mètres de longueur. La carte 2 montre la bande de quartzite et la localisation exacte des trous de forage. Pour chacun d'eux, un diagramme indique l'altitude du col, la profondeur en pieds[1] ainsi que les teneurs en fer et en manganèse rencontrées.

La couleur de la boue sédimentée et, encore plus, celle de l'eau de récupération est indicatrice de la teneur en fer et en manganèse. Ainsi, les échantillons blanc, beige ou brun pâle ont des teneurs faibles en fer et en manganèse. Les échantillons brun foncé, brun rouge ou rouges ont des teneurs nettement supérieures en fer tandis que les échantillons brun très foncé, gris ou noirs montrent un contenu plus élevé en manganèse.

Le fer est omniprésent dans tous nos échantillons. Les teneurs varient de 0,45 % à 64,7 %. A l'intérieur d'un forage, les teneurs en fer sont très variables et se présentent souvent en dent de scie sur le diagramme. Les trous les plus caractéristiques à cet égard sont M-59, M-63, M-67. Les trous les plus riches en fer sont M-54, M-61, M-67. Le trou M-62 a la particularité d'être situé au ou près du contact entre le quartzite et la formation de fer. Les trous qui présentent les moins fortes teneurs sont M-60, M-68, M-69 et M-70. En général, les données indiquent une légère tendance à avoir des teneurs en fer plus élevées dans la portion supérieure des trous. Par contre, sur l'ensemble de la zone, on n'observe latéralement aucune variation systématique.

Les teneurs en **manganèse** varient de 0,01 % à 29,5 %, mais généralement elles sont inférieures à 1 %. Il n'est pas possible de dégager une corrélation entre teneurs en manganèse et profondeur.

Le rapport Mn/Fe varie de 0,001 à 2,785, il est presque partout inférieur à 1. La corrélation entre les teneurs en fer et celles en manganèse est faible. Tout au plus peut-on observer qu'une augmentation de la teneur en manganèse est souvent associée à une augmentation de la teneur en fer alors que l'inverse est faux.

Les trous M-59, M-63, M-64 et M-66 intersectent des zones minéralisées sur au moins 50 pieds d'épaisseur. Le trou M-66 a donné les meilleures teneurs. Ici, les moyennes d'une intersection de 38 m (125 pieds) sont de 13,2 % Mn et 18,6 % Fe. Si on exclut le quart supérieur du trou, riche en Fe, les teneurs sur une longueur de 29 m (95 pieds) deviennent : 15,2 % Mn et 12,4 % de Fe. Les moyennes du trou M-64 sur une intersection de 12,2 m (40 pieds) sont : 10 % Mn et 12 % Fe.

En utilisant 150 pieds (45,7 m) comme rayon d'influence du trou de forage, les tonnages respectifs sont estimés à 600 000 t et 200 000 t (densité 2,6).

Un traitement préliminaire des échantillons broyés nous renseigne sur les caractéristiques de concentration de ce minerai manganésifère. Nous avons fait analyser les fractions résultant d'une séparation granulométrique à 30 « mesh » ; il est apparu que la fraction grossière (les morceaux de concrétions) contient 10 à 20 fois plus de manganèse que la fraction fine (sable de quartz).

La fraction lourde d'une séparation par densité (D = 2,85) constitue de 57 à 62 % de l'échantillon et contient 34 à 44 % Mn de plus que l'échantillon intégral.

1. Les paramètres techniques de l'équipement de forage, comme la longueur des tiges étant basés sur le système impérial, nous diffusons les données tel quel, pour éviter les imprécisions.

Sommaire des conclusions et recommandations

Les membres inférieurs du Sokoman, spécifiquement les membres carbonatés, sont la source principale du manganèse. La circulation des solutions chargées a été contrôlée par des caractéristiques structurales et texturales post-tectoniques des roches (fractures, cavités, porosités), plutôt que par la variation lithologique de la séquence stratigraphique.

Les précipités secondaires sont essentiellement des oxydes hydratés de fer sans manganèse dans les parties NW et SE du district et des oxydes manganésifères dans la partie centrale du district minier.

Les concentrations secondaires du manganèse se trouve dans les formations siliceuses et altérées, sous-jacentes au Sokoman, principalement dans le Wishart lixivié que la compétence et la porosité rendent favorable comme roche hôte.

D'après les forages effectués, les zones minéralisées se présentent sous forme de poches irrégulières et discontinues contenant de 200 000 à 600 000 tonnes de minerai, titrant 10-15% de manganèse et 12-18% de fer. L'aire minéralisée totale est grande et une évaluation globale serait possible suite à une campagne de forages systématiques.

A notre avis, une évaluation régionale doit être précédée par des essais métallurgiques. Les teneurs du minerai sont basses en manganèse par rapport au minerai du marché. Néanmoins, un traitement sur place, peu coûteux, basé sur la séparation par gravité des produits broyés, pourrait améliorer les teneurs.

Références

BLAIS, R.A., 1959 – L'origine des minerais crétacés du gisement de fer de Redmond, Labrador. Le Naturaliste Canadien volume 86, no. 12.

DIMROTH, E., 1978 – Région de la Fosse du Labrador. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; RG-193, 396 pages.

DIMROTH, E. – CHAUVEL, L.J., 1973 – Petrography of the Sokoman Iron Formation in part of the Central Labrador Trough ; Geological Society of America Bulletin, volume 84, pages 111-134.

GAY, F. – BALAKRISHNAN, T., 1980 – Inventory of Manganiferous Ores in the Schefferville Mining District ; Iron Ore Compagny of Canada, Development report no. 1980-19, 81 pages.

GROSS, G.A., 1968 – Geology of iron deposits in Canada ; vol. I : General geology and evaluation of iron deposits ; Geological Survey of Canada, Economic Geology Report no. 22, 165 pages.

SCHWELLNUS, J.E.G., 1956 – Structural aspects of Labrador Iron Ores, Iron Ore Company of Canada, 12 pages.

——— 1957 – Ore controls in deposits of the Knob Lake area, Labrador Trough ; Ph. D. Thesis, Queen's University, Kingston, Ont.

STIBBINS, J.B. – BLAIS, R. – ZAJAC, I.S., 1961 – Origin of the soft iron ores in the Knob Lake iron range ; Canadian Institute of Mining and Metallurgy Trans., volume 54, pages 43-58.

ZAJAC, I.S., 1974 – The stratigraphy and mineralogy of the Sokoman Formation in the Knob Lake area, Quebec and Newfoundland ; Geological Survey of Canada Bulletin 22O, 159 pages.

VARENTSOV, I.M. – GRASSELLY, G., 1980 – Geology and Geochemistry of Manganese, Akadémiai Kiadó, Budapest, volume I.

PARTIE D

Géologie des sédiments meubles de la région de Schefferville

Par

Michel Valade
(texte revisé par Yve Bourque)

Table des matières

Page

INTRODUCTION 107

Généralités 107
Localisation 107

ÉCOULEMENT GLACIAIRE 109

STRATIGRAPHIE 111

Till 111
Till d'ablation 111
Sédiments fluvio-glaciaires 111
Sédiments glacio-lacustres 112
Sédiments fluviatiles et alluvionnaires 112
Sédiments organiques 112

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE 113

CARTE

1 – Carte géologique des dépôts meubles (1:50 000) (feuillets nord et sud) . . . . . hors texte

Introduction

Généralités

L'étude de base de la géologie glaciaire que nous avons effectuée comprenait : la cartographie de base des sédiments meubles, l'inventaire des différentes marques d'érosion glaciaire, l'échantillonnage systématique du till de surface sur l'ensemble du territoire et finalement, des comptages de blocs (environ une centaine) pour des études de dispersion glaciaire. Ce travail a été effectué dans le cadre du projet « Manganèse dans la Fosse du Labrador » de L. Kish et Y. Bourque, durant l'été 1983.

Notons que la région de Schefferville a déjà fait l'objet de nombreuses études sur la géologie du quaternaire dans le passé. L'intérêt historique de ce secteur réside dans le fait que cette région du Nouveau-Québec aurait vraisemblablement été le centre de dispersion glaciaire durant la dernière glaciation continentale et le site final avant la disparition de la calotte glaciaire Laurentienne.

Ce rapport résume donc les principales observations de terrain sur la géologie glaciaire du secteur aux alentours immédiats de Schefferville en traitant plus spécifiquement des écoulements glaciaires observés, de la stratigraphie des sédiments meubles et de l'impact économique des dépôts meubles.

Localisation

Le territoire inventorié forme une bande orientée NW-SE d'environ 15 kilomètres de largeur par 30 kilomètres de longueur. D'une superficie d'environ 450 km^2, la région cartographiée est limitée au nord par la latitude 55° et au sud par la ville de Schefferville.

Ce territoire se situe dans la région physiographique de la Fosse du Labrador et est caractérisé par une topographie en « cuesta » et « hogback ». Ce type de topographie donne lieu à de longues crêtes allongées, orientées NW-SE, généralement arrondies et montrant des aspects de roches moutonnées. Les sommets et les crêtes atteignent une altitude de 840 mètres (mont Irony[1]). Le relief maximum est d'environ 300 mètres et le relief moyen de 60 à 120 mètres.

1. Nom non officiel.

Écoulement glaciaire

Nos travaux nous ont permis de distinguer deux principaux systèmes d'écoulement glaciaire dans le secteur.

Orienté parallèlement au bâti structural de la Fosse du Labrador, le premier système (le plus vieux) montre une orientation NW-SE (140°) avec des variations de l'ordre de 20°. De nombreux sites mettent en évidence des stries en tête de clou, des stries en queue-de-rat ainsi que des macro-formes d'érosion glaciaire qui nous indiquent que le sens de l'écoulement se faisait du NW vers le SE. Ces mêmes macro-formes nous suggèrent de plus que ce premier système a été le principal responsable du remodelage de la topographie et de la plus forte érosion glaciaire.

Il ne nous a malheureusement pas été possible dans notre territoire de travail d'évaluer une distance de transport associée à ce système d'écoulement glaciaire.

Le second système (le plus récent), orienté perpendiculairement au premier, montre une direction d'écoulement glaciaire du SW vers le NE. L'ordre chronologique de ces deux systèmes est particulièrement évident sur de nombreux affleurements le long de la route reliant Schefferville au lac Iron Arm.

La présence de nombreux blocs erratiques dont l'origine est vraisemblablement le complexe d'Ashuanipi à l'ouest vient corroborer ce qui a été dit plus haut sur la direction d'écoulement de ce deuxième système. Leur présence près du lac Iron Arm nous suggère d'autre part une distance de transport minimale de l'ordre de 40 kilomètres. Ce second système d'écoulement, comparativement au premier, semble avoir été plutôt marqué par un transport glaciaire important et une érosion relativement faible.

Il semble donc que l'effet total de l'érosion glaciaire sur la topographie régionale ait été plutôt faible à l'exception, localement, de la présence de chenaux d'érosion pouvant atteindre 30 mètres. L'effet en fut donc un de remodelage modéré de la physiographie pré-glaciaire.

Stratigraphie

La stratigraphie des dépôts meubles de la région de Schefferville compte six unités distinctes et n'est établie ici que d'une façon informelle. L'ensemble de ces unités semble être associé à la dernière glaciation (Tableau 1).

Till

Le till est le sédiment glaciaire le plus abondant dans la région de Schefferville. On le retrouve partout en surface et il forme de grandes plaines ondulantes. L'épaisseur de ce diamicton est en général de un à deux mètres mais peut atteindre localement de dix à quinze mètres dans certaines vallées.

Ce diamicton est rouge, massif, homogène et très compact. Il est composé de 1 à 2% de blocs, de 1 à 5% de galets, de 15 à 30% de cailloux, de 30 à 60% de sable et enfin, de 30 à 60% de silt et d'argile. La texture silto-sablonneuse ainsi que la couleur rougeâtre de ce till reflètent directement la nature des roches protérozoïques sous-jacentes et nous indiquent clairement une provenance locale de ces débris glaciaires.

Les clastes qui composent cette unité montrent une composition lithologique d'environ 95% de roches protérozoïques locales et 5% de gneiss granitique et de gneiss du complexe d'Ashuanipi. Des mesures de l'orientation préférentielle des cailloux dans ce till montrent une excellente fabrique sud-est.

L'ensemble des caractéristiques de ce diamicton d'origine glaciaire suggère qu'il s'agit d'un till de fond (lodgement till) sédimenté par un glacier actif s'écoulant vers le sud-est. La présence de ce till, probablement associé au premier système d'écoulement, nous laisse croire que ce système était aussi caractérisé par une sédimentation importante.

Till d'ablation

Le till d'ablation dans la région de Schefferville est constitué d'une mince couche de gravier à blocs. Généralement d'une épaisseur inférieure à un mètre, le till d'ablation se reconnait par une concentration élevée de gros blocs en surface. On le rencontre surtout dans la partie nord de notre territoire de travail.

Contrairement à la nature locale des clastes du till de fond, les galets et les blocs dans le till d'ablation montrent une composition lithologique indiquant une région-source plutôt distale. En effet, ce till est composé en moyenne de 20 à 25% de roches provenant du complexe d'Ashuanipi, indiquant par le fait même une provenance de l'ouest ou du sud-ouest.

De par sa position stratigraphique, sa composition et notre interprétation génétique, il est possible que ces sédiments résultent de la fonte de la glace intra et supraglaciaire suite au second écoulement vers le nord-est.

Sédiments fluvio-glaciaires

Les sédiments fluvio-glaciaires se présentent un peu partout sur le territoire, principalement à l'embouchure

TABLEAU 1 – Stratigraphie des sédiments meubles de la région de Shefferville.

<table>
<tr><td rowspan="5">QUATERNAIRE</td><td colspan="2">HOLOCÈNE</td><td>SÉDIMENTS ORGANIQUES
ALLUVIONS</td></tr>
<tr><td rowspan="4">PLÉISTOCÈNE</td><td rowspan="4">WISCONSIN</td><td>SÉDIMENTS GLACIO-LACUSTRES</td></tr>
<tr><td>SÉDIMENTS FLUVIO-GLACIAIRES</td></tr>
<tr><td>TILL D'ABLATION</td></tr>
<tr><td>TILL DE FOND</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3">PROTÉROZOÏQUE ET ARCHÉEN</td><td>ROCHE</td></tr>
</table>

des chenaux d'érosion. Les plus importantes accumulations se retrouvent dans le creux topographique des lacs Star et Big Star, près des lacs Denault et Ridge, à l'extrémité nord-ouest du lac La Cosa ainsi que le long du lac Slimy jusqu'au lac Bean. Une importante tranchée à l'est du mont Irony met également à jour une séquence de sédiments fluvio-glaciaires.

Ces sédiments sont surtout composés de sable et de gravier contenant souvent des blocs. Lorsque la quantité de ces blocs devient importante, il est parfois difficile de distinguer le sédiment fluvio-glaciaire du till d'ablation.

Sédiments glacio-lacustres

Dans la dépression topographique près des lacs La Cosa et Squaw, au nord-est de la région, on retrouve des sédiments qui ont vraisemblablement été mis en place dans un environnement glacio-lacustre. Ceux-ci couvrent généralement de petites étendues et sont, de ce fait, difficilement cartographiables.

On reconnait deux types de sédiments glacio-lacustres : des sables stratifiés, bien triés, possiblement deltaïques et des silts et argiles massifs sédimentés dans un environnement lacustre de faible énergie.

Ces deux types de sédiments sont adjacents l'un à l'autre près du lac La Cosa et forment un complexe de sédiments glacio-lacustres qui s'étend exceptionnellement ici sur plusieurs kilomètres carrés.

On retrouve également dans cette même dépression topographique, des petites crêtes allongées recouvertes d'un gravier mal trié ressemblant à un till remanié.

Sédiments fluviatiles et alluvionnaires

Ce type de sédiment est relativement peu abondant dans la région de Schefferville. Constitués soit de gravier, soit de sable ou de silt, ces sédiments se retrouvent dans les plaines inondées au fond de certaines vallées. Ils se présentent localement en petites terrasses et l'épaisseur maximum observée est de deux mètres.

Sédiments organiques

Les sédiments organiques ayant déjà fait l'objet de nombreux travaux, nous nous contenterons de noter qu'ils sont relativement abondants dans les secteurs est et nord-est de Schefferville. Ils se présentent dans les tourbières, dans les marécages et dans les lacs peu profonds.

Géologie économique

Le potentiel économique des sédiments meubles de la région de Schefferville réside essentiellement dans sa disponibilité comme source d'agrégats. Trois accumulations importantes de sable et de gravier ont été observées : la première près des lacs Denault et Ridge, la seconde près des lacs Star et Big Star et la troisième près de Howse, immédiatement au nord-est du mont Irony.

La nature granulométrique des agrégats est très variable. L'épaisseur des accumulations varie de quelques mètres à plus de 40 mètres à Howse.