

Vue à vol d'oiseau et coupe imaginaire dans la région de nickel de Sudbury ; en regardant vers le sud-ouest.

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. G. McCONNELL, SOUS-MINISTRE.

DIVISION DES MINES
EUGENE HAANEL, PH. D., DIRECTEUR.

L'INDUSTRIE DU NICKEL

PARTICULIÈREMENT DANS LA RÉGION
DE SUDBURY, ONTARIO

PAR

A. P. Coleman, Ph.D.



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1915

N° 179

LETTRE D'ENVOI.

Au Dr. EUGÈNE HAANEL,
Directeur de la Division des Mines,
Bureau des Mines, Ottawa.

Monsieur:—J'ai l'honneur de vous transmettre une monographie sur l'Industrie du Nickel, particulièrement dans la région de Sudbury; avec une carte géologique générale, ainsi que des cartes spéciales des mines les plus importantes; l'ensemble représentant les progrès faits dans notre connaissance de la région, pendant trois étés de travail sur le terrain.

En plus des descriptions de tous les gisements de minerai connus dans l'Ontario, vous y trouverez celles des méthodes d'exploitation et de réduction des minerais, et des principales régions nickelifères des autres pays.

Le travail a été grandement simplifié grâce à l'active collaboration de tous ceux qui s'occupaient d'exploitation et de réduction des minerais de nickel dans la région de Sudbury.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur,
Votre obéissant serviteur,
(Signé) A. P. COLEMAN.

Département de Géologie,
Université de Toronto,
Toronto, Ont.

28 Mars. 1912.

AVIS

Cette monographie a été publiée primitivement en anglais dans l'année 1913.

MINISTÈRE DES MINES.

Hon. ROBERT ROGERS, Ministre; A. P. LOW, Sous-Ministre,
Division des Mines,
Eugene Haanel, Directeur.

TABLE DES MATIÈRES.

Introduction.....	1
Situation et moyens de communication.....	2
Physiographie de la région de nickel.....	3
Esquisse de la géologie générale.....	5
Le Keewatin.....	6
Série de Grenville.....	6
Série de Sudbury.....	6
Roches éruptives acides de la série de Sudbury.....	7
Roches éruptives basiques de la série de Sudbury.....	8
Le Laurentien.....	8
Le Huronien inférieur.....	9
Le Huronien supérieur ou Animikie.....	9
La feuille de norite-micropegmatite.....	10
Dykes postérieurs.....	11
Historique du développement de la région de nickel de Sudbury.....	12
La Canadian Copper Company.....	14
H. H. Vivian and Company.....	17
Dominion Mining Company.....	17
Mond Nickel Company.....	18
Autres opérations d'exploitation et de réduction.....	20
Dominion Nickel Copper Company.....	20
Description des minerais de nickel de Sudbury.....	21
Pyrrhotine.....	21
Pyrite.....	23
Marcasite.....	23
Pentlandite.....	24
Autres minerais de nickel, polydymite, millérite, gersdorffite et nickélite.....	25
Chalcopyrite et autres minerais de cuivre.....	26
Magnétite et autres oxydes.....	27
Minéraux métalliques postérieurs.....	28
Gaz naturel.....	29
Minéraux oxydes ferrugineux.....	29
Minéraux des métaux précieux.....	30
Sperrylite.....	30
Provenance des minerais.....	31
Roches associées avec le minerai.....	32
Transformation de la norite en micropegmatite.....	35
Types des gisements de minerai.....	35
Gisements de lisière.....	36
Gisements de projection.....	37
Gisements particuliers de la région de nickel de Sudbury.....	41
La mine Sultana.....	41
La mine Chicago.....	43
De la mine Chicago à la mine Victoria.....	43
La mine Victoria.....	45
La mine Vermilion.....	47
La projection de Worthington.....	49
La mine Crean Hill.....	51
De la mine Crean Hill à la mine Gertrude.....	56
La mine Gertrude.....	57
La mine Creighton.....	58
La mine de North Star.....	64
La projection de Copper Cliff.....	65
La mine de Copper Cliff.....	70
Autres mines sur la projection.....	73
La mine Evans.....	74
La mine Elsie.....	75
La mine Murray.....	75
De la mine Murray à Mt. Nickel.....	77
La projection de Froid-Stobie.....	78
La mine Froid ou No. 3.....	80
La mine Stobie.....	83
La mine Blezard.....	84

TABLE DES MATIÈRES—*Suite*

De la mine Blezard à la mine Garson.....	85
La mine Garson.....	87
La zone orientale de nickel.....	90
La région du lac Bleu.....	92
La mine Whistle.....	94
La zone nord.....	96
La projection Foy.....	97
Les mines Levack et Strathcona.....	99
Zone de nickel dans Trill.....	102
Lisière acide de l'éruptive nickelifère.....	105
Zone méridionale.....	106
Zones est et nord.....	108
Ressources minérales du bassin intérieur.....	109
Mines de quartz.....	111
Composition de la roche éruptive nickelifère de Sudbury.....	113
Proportion des métaux dans les minerais de Sudbury.....	117
Métaux précieux.....	117
Autres gisements de nickel canadiens.....	120
Minerais de nickel dans la région de Cobalt.....	121
La mine Alexo.....	121
Gisements de nickel dans les Etats-Unis.....	123
Le minerai de fer nickelifère dans Cuba.....	125
Les minerais de nickel en Europe.....	125
Les mines norvégiennes.....	126
Autres gisements européens.....	127
Minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie.....	128
Minerais de nickel de la Colonie du Cap.....	132
Statistiques de production du nickel.....	133
District de Sudbury.....	133
Nouvelle-Calédonie.....	134
Méthodes de prospection et d'exploration.....	135
Usage de la perforatrice diamantée.....	136
Méthodes d'exploitation.....	137
Traitement mécanique des minerais de Sudbury.....	143
Séparation magnétique.....	143
Triage à la main.....	146
Procédés métallurgiques.....	146
Grillage du minerai.....	148
Usine de réduction, Copper Cliff.....	149
Fusion dans les hauts fourneaux.....	154
Perfectionnements récents à Copper Cliff.....	155
Four à réverbère.....	158
Usine motrice, Canadian Copper Company.....	160
Procédé de raffinage des Compagnies Orford et Mond.....	166
Méthodes employées à Evje et à Kristiansand.....	176
Traitement des minerais de la Nouvelle-Calédonie.....	178
Usages du nickel.....	178
Métal monel.....	180

APPENDICES.

Brevets ayant trait à la séparation du nickel et du cuivre, et au raffinage du nickel.....	183
(a) Méthode de séparation des sulfures de nickel et de cuivre.....	185
(b) Procédé de raffinage de la matte cuivre-nickel.....	188
(c) Procédé Hybinette pour la séparation économique des alliages dans leurs constituants, par électrolyse.....	192
(d) Procédé pour le traitement des pyrites magnétiques contenant du nickel et du cuivre, et la séparation du nickel et du cuivre contenus dans ces minerais.....	201

TABLE DES MATIÈRES—*Suite*

ILLUSTRATIONS.

Photographies.

FRONTISPICE—Vue à vol d'oiseau et coupe théorique de la région de nickel de Sudbury, en regardant sud-ouest		
Planche	I. Clear Lake, lisière du bassin de nickel, zone est.....	6
	II. Calcaire cristallin de Grenville, à un mille au nord de Wanup.....	6
	III. Quartzite de l'Huronien inférieur, Wanapitei.....	8
	IV. Gneiss Laurentien, au nord de Quartz.....	8
	V. Plaque mince de verre volcanique (tuf vitrophyre) Onaping.....	10
	VI. Bassin intérieur de la lisière intérieure de la roche éruptive nickelifère, à Azilda.....	12
	VII. Mine de Copper Cliff.....	14
	VIII. Fonderie Mond, Victoria Mines.....	18
	IX. Convertisseurs, usines Mond, Victoria Mines.....	18
	X. Plaques polies des minerais de pyrrhotine avec pentlandite et chalcopyrite, d'après Campbell et Knight.....	22
	XI. Plaques minces de norite etc.....	32
	XII. Diagramme montrant le gisement de lisière type.....	36
	XIII. Diagramme montrant le gisement de lisière de faille.....	36
	XIV. Diagramme (a) montrant un arrangement possible pour un gisement de projection.....	38
	XV. Diagramme (b) montrant un arrangement possible pour un gisement de projection.....	38
	XVI. Diagramme montrant un gisement de projection parallèle.....	40
	XVII. Mine Victoria: montrant le hangar à minerai; benne à minerai sur câble.....	44
	XVIII. Blocs de diorite dans la pyrrhotine: mine Howland.....	50
	XIX. Mine Crean Hill.....	52
	XX. Mine Creighton: ciel ouvert, 2ième niveau.....	59
	XXI. Chevalements, mine Creighton.....	60
	XXII. Perforatrice à air: ciel ouvert, mine Creighton.....	62
	XXIII. Mine North Star montrant l'inclinaison du mur de gisement.....	64
	XXIV. Conglomérat broyé, au sud de la zone de nickel.....	72
	XXV. Faille, au sud de la zone de nickel.....	78
	XXVI. Conglomérat broyé, Copper Cliff.....	78
	XXVII. Mine Flood, ou No. 3, 1910.....	80
	XXVIII. Mine Garson.....	80
	XXIX. Mine Whistle.....	96
	XXX. Brèche broyée sous la norite, Trill.....	96
	XXXI. Cristaux d'olivine (changée en serpentine et magnétite) renfermés dans la pyrrhotine, mine Alexo.....	120
	XXXII. Mine Flaad, Satersdal, Norvège.....	126
	XXXIII. Portes des tuyères actionnées par l'air comprimé.....	138
	XXXIV. Mine Crean Hill, mur sec.....	140
	XXXV. Mine Crean Hill, 4ième niveau.....	142
	XXXVI. Terrain de grillage de la Canadian Copper, Copper Cliff Company.....	148
	XXXVII. Victoria Mines, construction des lits de grillage.....	148
	XXXVIII. Lits de grillage, Copper Cliff.....	148
	XXXIX. Pelle à vapeur au chantier de grillage, Canadian Copper Company, Copper Cliff.....	148
	XL. Erosion par la pluie là où la végétation a été détruite par les vapeurs sulfureuses, Copper Cliff.....	150
	XLI. Fonderie de la Canadian Copper Company, Copper Cliff.....	150
	XLII. Plancher de chargement: fonderie de la Canadian Copper Company Copper Cliff.....	152
	XLIII. "Reservoir": fonderie de la Canadian Copper Company, Copper Cliff.....	152
	XLIV. Intérieur de la construction du haut fourneau, fonderie de la Canadian Copper Company, Copper Cliff.....	154
	XLV. Déversement de la scorie: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	154
	XLVI. Machine à refroidir la scorie: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	154
	XLVII. Hangar à matte: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	154

TABLE DES MATIÈRE—*Suite*

Planche		
XLVIII.	Cheminée du haut fourneau: fonderie de la Canadian Copper Company à Copper Cliff.....	154
XLIX.	Ancien matériel du convertisseur acide: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	156
L.	Convertisseur basique: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	156
LI.	Convertisseur basique: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	156
LII.	Matériel du four à réverbère: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	158
LIII.	Intérieur de la construction du four à réverbère: fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.....	158
LIV.	Établissement de la Canadian Copper Company, à High Falls, Spanish River.....	160
LV.	Générateurs, High Falls.....	160
LVI.	Usine auxiliaire à Copper Cliff.....	160
LVII.	Usine motrice, mine Crean Hill.....	164
LVIII.	Vue générale des usines de nickel Mond, à Clydach, près de Swansea..	168
LIX.	Fonderie d'Evje, à Saetersdal, en Norvège.....	176
LX.	Fonderie d'Evje, à Saetersdal, en Norvège.....	176
LXI.	Usines de réduction; Kristiansand, Norvège.....	176
LXII.	Fourneaux "à chemises d'eau": à Evje, en Norvège.....	176
LXIII.	Fourneau pour matre de haute qualité: Evje, Norvège.....	176

Dessins.

Fig. 1.	Plan du 4e niveau.....	53
2.	Coupe verticale de la mine Creighton, montrant l'inclinaison du gisement de minerai.....	59
3.	Coupe du puits: mine No. 2.....	68
4.	Coupe verticale à travers la mine de Copper Cliff.....	72
5.	Coupe obtenue par forage au diamant, à la mine No. 3.....	81
6.	Coupe de la mine Alexo.....	122
7.	Gradins renversés, dans la mine Crean Hill.....	142
8.	Disposition de la fonderie à Copper Cliff.....	151
9.	Diagramme illustrant les cinq opérations du procédé Mond.....	
10.	Coupes verticales à travers le décomposeur: procédé Mond, d'après Roberts-Austen.....	169
11.	Agencement général du matériel du procédé Mond: d'après Roberts-Austen	170
12.	Agencement des réductions et volatiliseurs: pour l'extraction du nickel: élévation et plan: d'après Roberts-Austen.....	173
13.	Coupe transversale des réducteurs et des volatiliseurs d'après Roberts-Austen.....	175
14.	Appareil pour la séparation économique des alliages dans leurs constituants par l'électrolyse.....	194

Cartes.

No. 171.	Carte géologique de la région de nickel de Sudbury, Ont.....
172.	Carte géologique de la mine Victoria, district de Sudbury, Ont.....
173.	Carte géologique de la mine Crean Hill, district de Sudbury, Ont.....
174.	Carte géologique de la mine Creighton, district de Sudbury, Ont.....
175.	Carte géologique décrivant le contact de la norite et du Laurentien, dans le voisinage de la mine Creighton, district de Sudbury, Ont.....
176.	Carte géologique de la projection de Copper Cliff, district de Sudbury, Ont.
177.	Carte géologique de la mine No. 3, district de Sudbury, Ont.....
178.	Carte géologique des mines Stobie et No. 3, et les environs, district de Sudbury, Ont.....

L'INDUSTRIE DU NICKEL PARTICULIÈREMENT DANS LA RÉGION DE SUDBURY, ONTARIO

PAR

A. P. Coleman, Ph.D.

INTRODUCTION.

Conformément aux instructions du Dr. Eugène Haanel, directeur des Mines, le travail de révision de la carte de la région nickelifère de Sudbury et de recherches pour la préparation de la monographie sur le nickel a été entrepris pendant l'été de 1911. Au cours des deux étés précédents, l'auteur avait étudié la géologie et dressé des cartes de plusieurs travaux miniers importants pour la "Canadian Copper Company," et grâce à la générosité de cette Compagnie, les notes ainsi obtenues purent servir à élaborer la monographie actuelle. Chaque mine exploitée le long des zones nickelifères fut visitée et examinée le mieux possible; la plupart des prospectes où le minerai ou l'oxyde métallique se rencontre furent aussi visités lors d'une suite d'expéditions faites sur la plus grande partie de la limite de la norite, à laquelle tous les dépôts de minerai se rattachent. Dans cet ouvrage, la carte de la région préparée par l'auteur pour le Bureau des Mines d'Ontario en 1904, et différentes cartes faites vers la même époque, par le Dr. Barlow, ont servi de base pour être modifiées ou augmentées.

C'est avec le plus grand plaisir que je rends hommage au bienveillant appui donné par les personnes intéressées aux mines de nickel, auprès de qui je me suis renseigné; appui sans lequel la monographie eût été moins complète. Toutes les compagnies faisant des travaux dans la région nous ont été de bon service, particulièrement la Canadian Copper Company, la plus grande d'entre elles et naturellement la plus importante; je désire remercier le Président et les Officiers de la compagnie pour l'assistance qu'ils m'ont offerte; surtout Mr. David H. Browne, qui est non seulement un métallurgiste habile et expérimenté, mais encore, un homme de science s'intéressant à tous les problèmes se rapportant à la région, et la connaissant à fond. Avec la permission de Mr. A. P. Turner, Président de la Compagnie, Mr. Browne, le surintendant John Lawson, et d'autres membres du personnel m'ont donné nombre d'informations utiles.

Mr. C. V. Corliss, gérant de la Mond Company, et Mr. O. Hall, surintendant des mines pour la même Compagnie, me rendirent de précieux services, en autant que le règlement de leur Compagnie le leur permettait. Mr. J. A. Holmes, gérant général de la "Dominion Nickel Copper Company," m'assista personnellement dans ce travail et dans beaucoup d'autres cas, spécialement pour les zones Est et Nord; et Mr. Kirby Thomas, employé alors à la "Nickel Alloys Co," de New York, me rendut de grands services dans l'examen des emplacements Trillabelle à l'extrémité sud-est des zones.

A tous ces messieurs et à beaucoup d'autres, je désire exprimer ma gratitude. Je suis également reconnaissant des bons services rendus par feu Mr. T. Culbert et le Dr. T. S. Moore. Tous deux furent mes principaux collaborateurs au début des travaux et m'aidèrent à préparer la première carte géologique détaillée de la région nickelifère, carte d'après laquelle fut faite celle qui accompagne la monographie actuelle. Je n'oublierai pas non plus les précieux concours du Bureau des Mines de l'Ontario, pour les informations qu'il me fournit directement ou celles obtenues indirectement,

d'après ses rapports. La compilation des plans et cartes ci-joints est l'oeuvre de Mr. R. R. Rose, qui a acquis beaucoup d'expérience dans les travaux sur le terrain et le dessin topographique dans le district de Sudbury.

Situation et moyens de communication.

Sudbury, d'où la région minière tire son nom, est à 46° 30' de latitude et 81° de longitude ouest, et située à environ 35 milles au nord de la baie Georgienne, dans la partie nord-est du lac Huron. On peut y arriver de Montréal après un parcours de 439 milles vers l'ouest, par la ligne principale de la voie ferrée du Canadian Pacific; de Toronto en un parcours de 260 milles vers le nord sur un embranchement du chemin de fer du Canadian Pacific, ou sur le chemin de fer Canadian Northern. Sudbury elle-même, la plus grande ville de la région, se trouve un peu au sud-est de la zone de nickel la plus importante, les mines les plus proches étant à deux milles au nord et trois milles à l'ouest.

La région nickelifère a des bornes d'une nature géologique nettement définies, vu que tous les dépôts sont reliés à une grande nappe unique de roche éruptive, en forme de navire, avec une proue emoussée au sud-ouest et une poupe carré au nord-est concordant avec l'allure générale des roches archéennes du district. Il n'y a que les lèvres renversées de la nappe qui soient visibles, étant donné qu'elle a la forme d'un bassin étant à l'intérieur rempli de roches sédimentaires. Le bassin a 36 milles de long, du sud-ouest au nord-est, et 16 milles de large, et tous les dépôts connus de minerais se trouvent soit le long du bord de la nappe ou à moins de quatre milles de celle-ci en projections ou en "dépôts en projection."

La région du nickel est desservie par six lignes de voie ferrée. La principale voie du Canadian Pacific traverse le bassin diagonalement du sud-est au nord-ouest et l'embranchement du "Soo" passe au sud-ouest de Sudbury parallèlement à sa lisière sud et touche la mine Worthington sur l'une de ses ramifications. L'Algoma Central se dirige de l'ouest de Sudbury aux mines Victoria, longeant un nombre de mines importantes, et le Canadian Northern traverse le bassin du nord au sud vers la limite est, envoyant un embranchement à la mine Garson, et se reliant avec le chemin de fer de la Nickel Range qui se dirige vers la mine Whistle au nord-est du bassin. De plus, la Canadian Copper Company a des lignes privées pour quelques-unes de ses mines et construit en ce moment une voie de quatre milles de long pour relier Copper Cliff avec la mine Frood No. 3 au nord-est; chaque mine ayant produit quelques mille tonnes de minerai est reliée par des voies ferrées, quoique quelques-uns de ces embranchements aient été enlevés à la fermeture des mines qu'ils desservaient.

Les dépôts de nickel furent d'abord groupés en deux zones: la première zone ou zone méridionale et une zone septentrionale; mais vu qu'il a été prouvé que les minerais sont tous reliés avec les bords d'une nappe unique de roche éruptive, on peut supposer qu'ils font partie d'un prolongement d'une seule zone ovalaire. Il a été démontré, cependant, que les dépôts importants ne sont pas distribués uniformément autour du bassin, mais qu'il y a des portions riches séparées par des parties stériles. Il est probable que dans l'avenir une troisième zone sera reconnue, et peut-être une quatrième zone occidentale; quoique bien éloignés, les dépôts de minerai, à cette limite, ne sont pas considérés très importants.

A l'heure actuelle la principale zone de nickel peut se définir comme s'étendant de la mine Sultana à six milles au sud-est de la mine Victoria, tournant alors au nord-est sur 23 milles vers la mine Sheppard; et enfin à l'est sur quatre milles vers la mine Garson. Il y a cependant un espace

libre d'environ cinq milles du côté sud-est entre les mines Cream Hill et Gertrude où aucun minerai n'a été trouvé. Le long de cette ligne quelque peu irrégulière de 33 milles sur la lisière ouest du gisement éruptif de nickel, dix-sept mines ont fourni du minerai; sur un parcours de deux ou trois milles au sud de ce gisement, dix autres mines ont été exploitées.

Pratiquement parlant, tous les minerais extraits et fondus jusqu'ici dans la région peuvent être crédités à la zone principale ou méridionale. La zone septentrionale n'a pas autant de continuité que celle du sud, mais on la reconnaît généralement comme une extension de certains dépôts du canton de Levack à la mine Whistle, au coin nord-est du bassin, soit à une distance de 25 milles. Il y a là, cependant, sur cette étendue, deux interruptions de six milles chacune, l'une entre Levack et le coin sud-ouest du canton de Howell, et l'autre s'étendant du centre du canton de Wisner à la mine Whistle dans le canton de Norman; de sorte que sur la zone septentrionale, il n'y a que treize milles de lisière nickelifère contenant du minerai. Cependant, on a trouvé du minerai, à six milles à l'est le long d'une projection commençant près du centre du canton de Howell et finissant à peu près au milieu du canton de Foy. A vrai dire, il serait plus conforme à l'arrangement connu des dépôts de minerai, de détacher la mine Whistle de la zone nord, qui aurait alors une étendue de près de 18 milles, et d'en faire la limite nord d'une zone orientale qui s'étendrait de 13½ milles au sud des propriétés de Falconbridge.

Les trois zones sont à des phases de développement très inégales; la zone méridionale étant desservie dans presque toute sa longueur par des voies ferrées pour le transport de son minerai, tandis qu'une seule autre mine, la mine Whistle, à la limite nord de la zone orientale, a des communications par voie ferrée.

Les propriétés bordant la zone méridionale peuvent presque toutes être atteintes par des chemins, quelques-uns très bien faits et propres à l'usage des automobiles, d'autres incommodes, raboteux, avec ponts, et garnis de troncs d'arbres tombant en pourriture. On atteint plus facilement la zone septentrionale à pied ou par eau; la zone orientale est presque aussi inaccessible. La petite zone occidentale peut être visitée par un chemin boisé au sud, mais les affleurements nord sont mieux atteints en canot.

La vallée centrale du bassin de nickel qui contient en grande partie du terrain propre à la culture est actuellement divisée en fermes et très bien colonisée. Elle est traversée par la voie principale du Canadian Pacific, ainsi que par l'embranchement nord de la ligne principale du chemin de fer Canadian Northern, de sorte qu'elle est bien pourvue de moyens de communication. D'un autre côté elle est traversée par des chaînes raboteuses de collines, à partir des mines au nord et au sud, les marchés naturels pour ses produits.

Le bassin entier a une superficie de 550 milles carrés, divisée en 24 cantons de la grandeur et de la forme réglementaires. L'exploitation minière s'est établie dans huit de ces cantons; on sait aussi que des gisements importants existent dans plusieurs autres.

Sans compter les villages reliés à la région fermière de l'intérieur du bassin, l'industrie minière du nickel est une source de richesse pour les deux villes, Sudbury et Copper Cliff, et quatre villages, renfermant environ une population de 10,000 habitants.

Physiographie de la région de nickel.

La physiographie de la région est intimement liée à la géologie de la roche éruptive nickelifère et sert souvent de guide pour la découverte des gisements de minerai. Le Huronien inférieur et les roches laurentiennes

comprenant le bassin, présentent la surface ordinaire irrégulière de l'Archéen, avec granites durs ou gabbros ou quartzites les surplombant en collines rugueuses ou sous forme de crêtes basses sans aucun ordre défini, si ce n'est que les structures se dirigent N. 60° ou 70° E. La nappe de nickel, d'un autre côté, est d'une uniformité surprenante. La lisière externe (et inférieure) est formée de norite rocheuse facilement désagrégée et souvent d'autant plus friable qu'elle contient plus de sulfures, tandis que sa portion de parement (son sommet) est constituée de micropegmatite, roche dure et résistante, qui est d'habitude en forme de hautes collines. Juste au centre de ces collines de granite apparaît le conglomérat et le tuf, éléments les plus inférieurs des séries sédimentaires qui occupent le bassin; ces roches ont été alors métamorphosées et fortement renforcées par l'action de la roche éruptive sous-jacente, formant ainsi une bande de collines même plus rugueuses que la micropegmatite. L'intérieur du bassin est tapissé par des sédiments tendres, tuf et schiste, avec quelques basses collines anticlinales d'arkose ou de sable vers le centre.

La physionomie du terrain qui en résulte est caractéristique. Tout autour du bassin s'élèvent les collines tumultueuses de l'ancienne roche archéenne, suivie par une vallée qui représente la lisière basique, facilement décomposé de l'éruptive, nickelifère large sur le côté méridional où la norite est large, mais relativement étroite sur les côtés nord et est. La lisière basique a été fréquemment rongée en cavités qui sont actuellement remplies de drift, muskegs (marécages) ou de petits lacs, cachant la couche actuelle de norite et rendant l'exploitation des dépôts de minerai plus difficile. On trouve ordinairement des lambeaux de minerai sur les rampes de roches plus dures qui entourent cette ceinture de terrain bas.

A part les lacs étroits de la lisière basique, il y a plusieurs nappes d'eau plus considérables enchevêtrées au milieu de la roche éruptive. Un coup d'œil sur la carte montre combien souvent les lacs ont cette position, fournissant souvent les seules barrières convenables entre le plancher intérieur du bassin et la vallée étroite de la lisière basique. Les portions de la zone nickelifère nord sont le mieux atteintes après avoir quitté l'extrémité des routes carrossable de l'intérieur du bassin, par bateaux sur un lac, ou par les chemins d'hiver sur la glace.

Nombre de lacs longeant la lisière basique de l'éruptive nickelifère de la zone septentrionale sont si petits qu'ils n'ont aucun nom. Treize d'entre eux ont été indiqués sur la carte, mais beaucoup d'étangs sont plutôt trop petits pour figurer sur l'échelle employée. Sur la zone est, ces lacs de lisière sont plus étendus et comprennent du nord au sud le lac Selwin, le lac Waddell, le lac Ella, le lac Clair, le lac Bleu et le lac Pyrrhotine, à côté de plusieurs étangs sans nom.

La zone nickelifère méridionale avec sa bande plus large de norite contient comparativement peu de lacs; mais en tout il n'y a pas moins de trente petites nappes d'eau, le long de la bordure basique de la norite, ayant souvent des gîtes de minerai qui s'enfoncent sous elle dans le roc en talus. Ces lacs sont parfois considérés comme emplacements nickelifères.

Les lacs appartenant à la partie acide de l'éruptive nickelifère sont généralement plus larges que ceux de la portion basique; ils comprennent les lacs Cameron, Fairbank, Whitewater, Whitson et Garson du côté sud; les lacs Joes, Trout et Moose dans la zone nord; tandis que le lac Windy s'étend presque à travers l'éruptive nickelifère. Ces lacs sont précieux pour les mineurs de nickel, car ils servent tant à indiquer les endroits où le minerai a été attaqué profondément, qu'à approvisionner d'eau les camps de mineurs ou les smelters.

Le bassin nickelifère est presque entièrement égoutté par la rivière Vermilion et ses affluents; les rivières Rapid, Nelson, le ruisseau Sand-Cherry et la rivière Onaping coulant du nord à l'ouest; le ruisseau Cameron au sud-ouest; la rivière Levy et le ruisseau Whitson à l'est. Le réseau entier de lacs et de rivières est réglé par la forme du bassin de l'éruptive nickelifère, et la tendreté ou la résistance relative des sédiments qui s'y sont déposés. La rivière Vermilion entre dans le bassin par un passage bas près de l'extrémité nord-est, et le quitte par un passage encore plus bas près de la limite sud-ouest. En pénétrant à l'intérieur du bassin, elle s'étend et forme le lac Onwatin à la limite est, et juste au moment de disparaître, elle s'élargit et forme le lac Vermilion à l'extrémité ouest. Le reste du bassin intérieur est presque dépourvu de lacs, formant un contraste frappant avec le terrain renfermant l'éruptive nickelifère qui l'entoure.

Aperçu de la géologie générale de la région de Sudbury.

La région de Sudbury renferme des roches qui doivent appartenir, selon toute probabilité, à toutes les subdivisions du Précambrien tel qu'établi en Amérique, mais les roches sédimentaires fossilifères qui s'en rapprochent le plus sont à peu près à 40 milles en amont de l'île Manitoulin dans le lac Huron, et aucune relation absolue ne peut être établie parmi les roches intermédiaires. Et tandis que les formations solides de la région se terminent probablement avec le Précambrien, une grande partie de la surface est couverte de dépôts de glaciers ou d'anciens lacs du Pléistocène.

Les gisements de minerais sont souvent amalgamés très étroitement avec les structures des roches plus anciennes, qui ont altéré fortement leur dimension, leur forme et leur position.

La classification qui a été admise pour le Précambrien de la région des lacs supérieurs est la suivante:

- Keweenawien.
- Huronien supérieur ou Animikie.
- Huronien moyen.
- Huronien inférieur.
- Keewatin.
- Laurentien.

Dans ce système, le Laurentien est considéré comme totalement éruptif, toujours postérieur en âge au Keewatin, et quelquefois aussi postérieur à l'Huronien inférieur.

On trouve, dans la région étudiée, des roches qui appartiennent à toutes les subdivisions données ci-dessus, excepté le Huronien central, et très probablement aussi les roches qui représentent la série Grenville du sud-ouest de l'Ontario. Ces dernières sont distinctement plus vieilles que le Laurentien, mais quant à être les équivalents du Keewatin, rien ne le prouve.

Les roches supportant la nappe de l'éruptive nickelifère peuvent être divisées en un groupe cristallin principalement éruptif, qui renferme le Keewatin, les séries Grenville, et Laurentienne, et on y voit un groupe principalement sédimentaire composé de Huronien inférieur et une série de Sudbury nouvellement définie qui s'inclinent aujourd'hui sous des angles élevés et qui sont injectés de diverses éruptives. Les roches qui surplombent la nappe éruptive de nickel composent un troisième groupe, presque complètement sédimentaire, quoiqu'en partie pyroclastique, ployée en synclinal, mais non disposée en pente raide. La nappe de norite micropegmatitique est la plus récente, étant probablement du Keewatin, quoique certains

dykes qui recourent toutes les autres roches, semblent être de l'âge Paléozoïque.

Dans ce bref aperçu géologique, les différentes formations seront décrites aussi bien que possible, suivant l'ordre de leur ancienneté.

LE KEEWATIN.

Dans ce district le Keewatin comprend des greenstones et des schistes verts; dans sa partie supérieure, il y a de petites quantités de fer. Le greenstone dut d'abord être du gabbro, mais il est maintenant—de même que le schiste vert—transformé en grande partie en hornblende.

Plusieurs bandes et des surfaces irrégulières de greenstone sont comprises dans la partie cartographiée comme Laurentien, car l'échelle de la carte ne permet pas de les séparer en détail. Ils forment fréquemment le mur des gîtes de minerai et une brèche de leurs fragments est souvent cimentée à la norite et au minerai.

La formation ferrugineuse comprise dans la région étudiée, consiste en petits affleurements de quartzite silicaté entrelacés avec la magnétite près du lac Clair dans le comté de Wisner et dans un étang au sud. Le tout renfermé dans les gneiss Laurentien n'a aucune valeur pratique, quoique les dépôts de minerai similaire du comté de Hutton, à quelques milles au nord, soient d'une importance considérable.

SÉRIE DE GRENVILLE.

Jusqu'à présent, la série Grenville n'a pas été reconnue dans la région de Sudbury, mais certaines roches dans le canton de Dill, associées avec une mine de quartz qui est exploitée par la Canadian Copper Co., ont tous les caractères de cette série, et se trouvent à 60 milles au sud-est dans le canton de Mills, et s'étendent au sud à plus de 40 milles de Parry Sound. Les roches dans le canton de Dill, que l'on a proposé d'appeler Grenville, renferment le quartz blanc grossier qui est exploité, ainsi que du gneiss gris à grain fin et du schiste ayant en partie une structure granulaire distincte, dans les plaques minces. A moins de deux milles au nord, il y a une petite bande de calcaire cristallin contenant des grains de serpentine verte, exactement comme les calcaires cristallins de Parry Sound.

Le gneiss gris ne diffère pas du Couchiching de l'Ontario ouest, mais les calcaires de l'Huronien de cette région sont entièrement différents de l'affleurement Dill et sont beaucoup plus modernes en apparence.

SÉRIE DE SUDBURY.

Postérieur en âge au Grenville et au Keewatin, mais plus ancienne que le Laurentien, il y a une grande série de sédiments, principalement de la quartzite, mais contenant aussi de l'arkose, du grauwasche, du schiste et quelques rares feuilles de conglomérat. Celles-ci sont fortement inclinées et de temps en temps plissées, et ont été pénétrées et en partie transformées par les éruptives acides et basiques. Elles ont été rattachées jusqu'ici à l'Huronien inférieur, mais non loin de l'ouest, elles diffèrent tellement en position et en affinité de l'Huronien inférieur typique, qu'elles doivent appartenir à une période plus ancienne, et équivalent peut-être à la série du Timiskaming, décrite par le Dr. Miller et autres géologues de la région de Cobalt, comme plus ancienne que le Huronien. On a proposé de les nommer séries de Sudbury.

PLANCHE I.



Clear Lake, lisière du bassin de nickel, zone est.

PLANCHE II.



Calcaire cristallin de Grenville, à un mille au nord de Wanup.

La série Timiskaming et les roches que nous mentionnons ici ne doivent pas être prises comme du "Huronien le plus inférieur" encore au-dessous du fond généralement reconnu de cette série, mais comme une nouvelle division de l'Archéen, d'une classe égale à celle de l'Huronien et du Keewatin.

Si l'on classe ces roches dans la position proposée, cela signifiera également que le conglomérat qui se trouve près du lac Ramsay, jusqu'ici nommé Huronien central, doit être diminué d'une époque et nommé Huronien inférieur. Le conglomérat du lac Ramsay ressemble plus à celui de Cobalt et du lac Echo des régions de l'Huronien inférieur, jusqu'ici étudiées avec minutie, que les roches sédimentaires qui les supportent, ce qui est à l'appui du changement proposé.

Ces roches forment une bande de 10 à 12 milles de large, s'étendant à travers tout le district, juste au sud-est de la zone principale de nickel; elles sont cependant, en général, séparées de la norite par une ceinture très irrégulière de roches éruptives basiques et acides de différentes espèces tant soit peu plus anciennes, mais, jusqu'à présent, comprises avec elles. Le côté sud-est de la bande de sédiments consiste principalement en quartzite, plus ou moins métamorphisée, mais contenant encore une stratification très distincte et souvent une stratification croisée et ayant d'une façon générale une inclinaison de 45° au sud-est, avec plusieurs variations locales comprenant un pli anticlinal indistinct sur le lac Ramsay. Les couches de quartzites sont souvent séparées par de rares filons de schiste ou de grauwacke; et de nombreux monticules ou bandes de greenstone les pénètrent et détruisent la régularité de leur structure.

Ces quartzites ont une largeur de 3½ à 6 milles, et si elles n'ont pas été doublées par des failles, ce que l'on ignore, elles ont de 15,000 à 20,000 pieds d'épaisseur, ce qui en ferait l'une des plus importantes formations nettement définies dans l'Ontario.

Apparemment sous les quartzites, se trouve une bande plus mince, mais tout de même importante, de grauwacke et de schiste, aussi bien stratifiée et montrant ses formes primitives quand elle n'ont pas été trop affectées par les roches éruptives avoisinantes. Elle a une largeur de deux milles ou plus, et une épaisseur de plusieurs mille pieds, et dans différents endroits elle vient en contact avec les gisements de minerai en projection, mais touche à peine la zone principale de nickel.

Une troisième et probablement plus basse division des sédiments est plus énigmatique, depuis qu'il est intervenu de plus grands changements, oblitérant fortement sa structure primitive. Elle se compose de quartzite ou arkose, de coloration rose, fortement recristallisée, s'étendant du nord-est au sud-ouest comme une suite de collines n'ayant guère plus d'un demi-mille en largeur de la mine Frood jusqu'à un point au sud-est de Creighton. Cette roche voisine de la mine Copper Cliff fut décrite anciennement comme felsite.

Ces trois formations sédimentaires peuvent avoir, en tout, une épaisseur de 30,000 pieds. Dans certains endroits, elles sont d'importance économique, car elles fournissent du quartz aux mineurs et de la pierre à bâtir employée à Sudbury et dans d'autres localités.

ROCHES ÉRUPTIVES BASIQUES DE LA SÉRIE DE SUDBURY.

Dans beaucoup d'endroits des greenstones et de grossiers porphyrites hornblendiques d'origine indéterminée s'élèvent à travers les roches sédimentaires mentionnées plus haut; il y a aussi deux zones de roches éruptives basiques mieux définies, d'une continuité considérable: l'une est la zone laccolitique de Sudbury, commençant à un groupe de collines à l'est

de la ville, et s'étendant à neuf milles au sud-ouest jusqu'à la limite inférieure du lac Kelly; l'autre suit, sauf quelques interruptions, la lisière basique de la zone méridionale du nickel, à partir de son extrémité est à la mine Little Stobie. Elle est séparée par intervalles de la norite par une bande de granite, jusqu'à un point situé à un mille à l'est de la mine Crean Hill; elle suit alors la lisière basique de la norite jusqu'à son extrémité près de la mine Sultana.

Ces roches éruptives basiques ont une grande variété. La chaîne de collines laccolitiques de Sudbury comprend le gabbro qui pousse le grau-wacke sur chaque côté, et contient le long de son sommet irrégulier des gisements de quartz, des ségrégations ou enclaves de quartzite, dont une a été exploitée comme fondant. Un peu de pyrrhotine nickelifère a été trouvé dans deux ou trois endroits de ces collines, et le gabbro est probablement une ségrégation du magma nickelifère antérieure à la grande nappe de norite.

La longue bande irrégulière de greenstones qui succède à la zone nickelifère, au sud, consiste en roches extrêmement variées; la moins modifiée est composée de coulées de lave où l'on aperçoit des structures ellipsoïdales et amygdaloïdes. Elles sont souvent constituées de norite parfaitement fraîche, beaucoup plus basique que la roche nickelifère, sillonnée de rubans de hornblende verte, puis passant à travers des porphyrites de différentes espèces qui, de temps en temps, ressemblent à celles trouvées au sud dans les quartzites. Toutes ces roches ont transportée des amas de grau-wacke ou quartzite, qui sont ordinairement plus ou moins transformées en gneiss ou schiste, tandis que le grau-wacke adjacent a formé d'innombrables cristaux de staurolite dû au métamorphisme par contact.

Les coulées de lave de "norite plus ancienne" semblent avoir fourni une surface de moindre résistance suivi plus tard de l'éruption contenant le nickel, et ils servent fréquemment de mur aux gisements de minerai de la zone méridionale.

ROCHES ÉRUPTIVES ACIDES DE LA SÉRIE SUDBURY.

Après les coulées de lave de "norite plus ancienne" vinrent des éruptions de roches acides en profondeur, granite grossier, syénite et gneiss granitoïde, généralement couleur de chair entraînant fréquemment des greenstones, déjà mentionnées, ainsi que du grau-wacke, et envoyant des dykes parmi ces roches. La plus grande étendue de granite se dirige du sud-ouest de Copper Cliff à proximité de Crean Hill, en une bande de un à deux milles et demi de largeur, formant la roche encaissante de la zone de nickel pour plus de la moitié de cette distance, et renfermant la fameuse mine de Creighton. Ces roches sont différentes en texture et en âge, quelques-unes étant indubitablement plus vieilles que l'éruptive nickelifère, les autres plus récentes, vu que de temps en temps le minerai s'est refroidi contre elles les ayant au mur, et elles étaient parfois coupées par des dykes de granit plus récent, qui est ordinairement de grain plus fin que les éruptions supérieures.

LE LAURENTIEN.

La lisière sud-est de l'Huronien inférieur est bornée par du gneiss granitoïde et du schiste hornblendique, etc., postérieurs en âge, mais rattachés généralement au Laurentien; l'ouest entier, puis le nord-ouest et le nord de la région sont occupées par des roches similaires, qui sont ordinairement du gneiss granitoïde strié de bandes vert foncé et de lentilles qui sont évidemment des greenstones arrondis du Keewatin. La structure

PLANCHE III.



Quartzite de l'Huronien inférieur, Wanapitei

PLANCHE IV.



Gneiss laurentien, au nord de Quartz.

schisteuse de ces roches a généralement la direction habituelle de la région, 60° à 80° au nord-est, et pente verticale ou très rapide. Elles sont monotones et ont peu d'importances pratique, excepté lorsque la roche encaissante forme la base des dépôts de la zone septentrionale. La norite et le minerai semblent souvent moulés contre les rampes de ces collines Laurentiennes, débris laissés lorsque la majeure partie du gisement fut érodée et déplacée.

Sauf le long des lèvres brèchiformes des gisements de minerai à la lièvre basique de la norite, le Laurentien a été peu étudié; maïsses gneiss et ses granites semblent plus récents que le Timiskaming ou le Huronien inférieur; quoiqu'ils puissent être du même âge que l'ensemble des roches éruptives du Huronien inférieur, d'où ils sont presque toujours séparés sur le terrain.

Ils sont, cependant, beaucoup plus vieux que l'éruptive nickelifère et le sédiment qui les recouvrent; car le gneiss laurentien et les schistes à hornblende, ainsi que toutes les roches décrites plus loin, ont été consolidés, poussés dans les replis des montagnes et érodés à une surface plane avant que les sédiments du Huronien supérieur fussent déposés. L'interruption à cette époque dut être énorme.

L'HURONIEN INFÉRIEUR.

Ce qui a été décrit comme Huronien moyen dans les rapports précédents est maintenant considéré comme Huronien inférieur; il n'est développé que sur une petite partie de la région voisine de Sudbury, au nord du lac Ramsay, où un curieux conglomérat à blocaux s'étend sur près de deux milles et demi, avec une plus grande largeur d'environ un demi-mille. Cette roche a une pâte gris foncé de grauwacke sans indice de stratification, dans laquelle sont encastrés des cailloux et des blocs de très vieilles roches formées spécialement de granite et de quartzite. Les blocs sont angulaires et semiangulaires ou bien arrondis, et de toutes grandeurs, pesant jusqu'à une tonne, et l'aspect total fait songer à une ancienne argile à blocaux, quoique l'on ait pas trouvé de pierres striées. Des roches de même structure, mais qui couvrent une très large surface, se trouvent dans la région de Wana-pitei à l'est.

Comme les blocs de quartzite sont semblables à la quartzite du Timiskaming ou Huronien postérieur au sud-est, on en conclut que ces roches sont d'une époque plus ancienne. Etant donné qu'on a trouvé à peine un indice de stratification, leur emplacement relativement aux roches plus récentes n'est pas toujours certain, quoiqu'à un endroit sur la rive nord du lac Ramsay, un conglomérat basique peut être vu reposant en discordance sur la quartzite considérée ici comme étant plus ancienne.

Si ce conglomérat est transmis au Huronien inférieur, l'Huronien moyen semble par cela même disparaître, vu que la série suivante de roches a en général les caractères de l'Huronien supérieur ou Animikie.

L'HURONIEN SUPÉRIEUR OU ANIMIKIE.

Longtemps après le Timiskaming ou Huronien inférieur et le Laurentien, il se déposa sur leur surface aplanie une deuxième série importante de sédiments, dont l'âge exact n'est pas précis, à cause de l'absence de roches fossilifères, quoiqu'ils ressemblent dans beaucoup de cas à l'Animikie ouest, de nos jours rattaché à l'Huronien supérieur, et peuvent au moins provisoirement être placés dans cette position.

Dans la région de Sudbury, ces roches occupent un bassin dans l'éruptive nickelifère et n'ont été trouvées nulle part ailleurs; elles ne sont pas à

présent en contact avec l'Huronien inférieur et le Laurentien, puisque l'éruptive nickelifère est venue comme une nappe plus récente, séparant les roches nouvelles des plus anciennes.

Ces roches forment une des séries bien définies commençant avec un conglomérat basique et se changeant en tuf, schiste et grès, et on leur a donné des noms distincts de formation d'après les localités caractéristiques, comme suit:—

Grès Chelmsford.....	800—1,500	pieds.
Schiste Onwatin.....	3,700	"
Tuf Onaping.....	3,800	"
Conglomérat Trout Lake.....	450	"

8,750—9,450 pieds.

Le conglomérat de Trout Lake forme une bande continue autour du bassin qui recouvre immédiatement le côté acide de l'éruptive nickelifère mais il varie beaucoup en largeur; ayant dans un cas, un mille de large et dans presque tous les autres, quelques centaines de pieds; d'autres fois il s'enfoncé à moins de cent pieds. La roche est trouvée dans sa forme la moins changée comme un conglomérat à blocs avec une pâte vert foncé à grain fin au nord de la mine Sultana où la micropegmatite se montre très étroite; la lisière mince de la roche éruptive a comparativement peu de puissance de métamorphisme. Sur le long d'autres portions de la lèvres acide, le conglomérat est très changé et, dans certains endroits, a été pressée ou cisailée en conglomérat schisteux.

Le tuf Onaping est principalement formé de fragments de verre très fins tombés en pluie comme de la cendre volcanique, mais comprend aussi une grande quantité de sédiment ordinaire, tels que du granite et des cailloux de quartzite. Il forme aussi une bande continue, s'élevant dans beaucoup d'endroits, en collines escarpées, autour du bassin intérieur. Le schiste Onwatin est une roche boueuse chargée suffisamment de charbon pour avoir une coloration foncée, et comme c'est la roche la plus tendre de la série, elle est généralement enfouie sous des terrains d'alluvions utilisés pour la culture, bien que de temps en temps, de petites collines s'y rencontrent. Il s'y trouve parfois de curieuses veines d'anthraxolite.

Finalement, le grès Chelmsford s'étend comme une rangée disjointe de petites collines jusqu'au centre du bassin. Quoique dénommé grès à l'origine, on peut aussi l'appeler arkose ou même grauwaacke; vu que les grains de quartz se sont mélangés avec une bonne quantité d'autres substances. La série entière des sédiments est de nos jours courbée en un bassin synclinal, avec une inclinaison interne d'environ 30° tandis qu'au centre le grès Chelmsford a été mis en forme de petits dômes anticlinaux, au cours des transformations.

Tel qu'indiqué dans un tableau en une page précédente, les sédiments de l'Huronien supérieur sont d'une épaisseur considérable, et leurs relations générales, telles que le plongement et la largeur, sont plus complètement connues que celles des formations plus anciennes, et méritent une description plus exacte. Leur grande épaisseur de près de 10,000 pieds, est probablement un facteur important agissant sur la ségrégation des substances minérales, car cette opération a dû exiger une plus longue période de fluidité pour le magma nickelifère; cette énorme manteau de sédiment doit avoir beaucoup retardé le refroidissement.

LA NAPPE DE NORITE-MICROPEGMATITE.

Après que la succession des sédiments précités, se furent déposés, le vaste amas de roches fondues de l'éruptive nickelifère s'éleva en grande partie de sous un espace proche du milieu de la zone méridionale comme on

PLANCHE V.



Plaque mince de verre volcanique (tuf vitrophyre) Onaping.

le verra plus loin. Pendant que le magma fondu s'élevait, les roches cristallines formant le toit du grand creuset s'affaissèrent graduellement en une masse de douze à quinze milles de long et de plusieurs milles de large, donnant naissance à de grandes failles et fissures.

Le flot de matière fondue trouva une issue pour s'étendre entre l'ancienne surface des roches les plus vieilles et le conglomérat basique des sédiments, et produisit une nappe laccolitique d'une superficie de plus de 500 milles carrés. Etant donné que plus tard plusieurs mille pieds de roches ont été érodées dans la contrée, la surface de la couche primitive doit avoir été beaucoup plus grande que cela. Une extension d'un mille dans toutes les directions ajouterait environ cent milles carrés de superficie, et il est très probable qu'un mille s'est séparé de la bordure depuis l'époque Cambrienne. La nappe éruptive s'est refroidie très lentement, ce qui est dû en partie au grand amas de matières fondues et aussi à l'épais manteau de roches sédimentaires qui la recouvrait; puis pendant le refroidissement, beaucoup de minerai s'enfonça jusqu'au fond, quoique sa partie supérieure restât mélangée avec la norite qui, finalement, s'allia avec la micropegmatite ou granite sur le sommet; les trois substances s'étant placées d'elles-mêmes, suivant leur poids spécifique respectif.

L'affaissement des fondations de la roche plus ancienne força la nappe refroidie de magma à prendre la forme d'un bassin, et presque tous les sédiments au-dessus, jadis presque plats prirent la même forme, s'encastrèrent dans la micropegmatite plastique qui rongea et métamorphisa considérablement le conglomérat du Trout Lake juste au-dessus.

La nappe de norite-micropegmatite est l'une des plus grandes couches laccolitiques que l'on connaisse, ne contenant actuellement pas moins de 600 milles cubes, et très probablement ayant renfermé autrefois un amas beaucoup plus grand.

Le moment où cette masse formidable de métal fondu atteignit sa position actuelle n'est pas précis, quoique selon toute probabilité, l'évolution se fit pendant le Keeweenavien.

DYKES POSTÉRIEURS.

Après que la norite et le minerai furent complètement refroidis, la région fut recoupée par de longues fissures, et des dykes de diabase pénétrèrent impartialement toutes les roches ci-dessus mentionnées. Des douzaines de ces dykes sont connus spécialement à l'intérieur et près des gisements de minerai en massifs compacts dont la géologie a été très soigneusement étudiée; quelques-uns d'entre eux ont 100 verges ou plus de large et jusqu'à sept milles de long; de sorte que la diabase n'est nullement une quantité négligeable. Cette dernière éruption se fit probablement à un moment quelconque des époques du Paléozoïque; et à part la coupe transversale du minerai, qui cause plus ou moins d'ennui au mineur, les dykes n'ont pas produit d'effet appréciable sur les mines. Quelques petits dykes de granite traversent la diabase elle-même, et sont ainsi les roches les plus récentes de la région.

La relation ici exposée est une des plus complexes possibles, renfermant presque toutes les formations du Précambrien et une suite de roches éruptives des éléments les plus variés et de toutes les phases séculaires jusqu'au Paléozoïque. De ce moment jusqu'au Pleistocène, des forces destructives firent sentir leur activité, en déplaçant des milliers de milles cubes de roche solide. Pendant le Pleistocène d'importants lits de matière morainique, argile à blocs, et dépôts de lacs furent déposés de tout côté, couvrant une étendue considérable.

Historique du développement de la région de nickel de Sudbury.

On a beaucoup écrit sur les mines de nickel de Sudbury et celles des environs, mais l'histoire primitive de la région se trouve résumée dans deux rapports: celui du Dr. Barlow sur les "Gisements de Nickel et de Cuivre du district minier de Sudbury,"¹ puis le dernier rapport sur "Le terrain nickelifère de Sudbury," par l'auteur de cette monographie.²

Le rapport du Dr. Barlow donne d'amples détails sur les différentes phases du développement jusqu'à 1903, décrivant l'insuccès aussi bien que le succès des essais d'exploitation et de réduction des minerais, et nombre de détails traités par lui peuvent être omis dans cette monographie. Depuis 1905, le plus important ouvrage qui a peut-être paru sur ce sujet a été un compte rendu de "L'Industrie du Nickel et du Cuivre de l'Ontario," par Alex. Gray,³ lequel cependant s'en tient uniquement au développement des mines et des smelters de la Canadian Copper Co., de beaucoup les plus importantes de la région mais non pas les seules. Comme plus importantes du côté pratique, que les rapports écrits sur la région, nous citerons les cartes géologiques qui ont paru successivement et qui ont été fournies par la Commission géologique à Ottawa et par le Bureau des Mines d'Ontario, comprenant les progrès faits dans notre connaissance des relations sur le terrain des gîtes de minerai. Relativement au rapport géologique de 1890, quatre ans après que la véritable exploitation minière fut entreprise, une carte préparée par le Dr. Bell, avec aide du Dr. Barlow et d'autres, démontra les relations géologiques de certaines parties des zones de nickel sud et nord, indiquant les zones de diorite qui accompagnaient les gisements de minerai. Cette carte, quoique faite sur une petite échelle de quatre milles au pouce, fut d'une grande utilité et fut rééditée par le Bureau des Mines en 1902, avec quelques changements, mais sur une échelle de deux milles au pouce.

En 1904, le Bureau des Mines publia sur la même échelle une carte faite par l'auteur de cet ouvrage qui faisait connaître la zone nickelifère septentrionale et indiquait la situation permanente de l'éruptive nickelifère connue aujourd'hui comme norite; son affleurement s'étend en ellipse autour de la surface de roches sédimentaires située entre les deux zones de nickel indiquées sur la carte du Dr. Bell. La nappe de roche éruptive nickelifère formait un bassin synclinal, comme on a pu le prouver. La carte montre aussi la bordure acide de la roche éruptive qui en diffère, et fait ressortir le fait important que les dépôts de minerai étaient reliés principalement aux projections en forme de baies et aux saillies étroites de la lisière basique de l'éruptive et furent très fréquentes et importantes là où la largeur de l'affleurement de norite et de micropegmatite était le plus étendu.

La même année le Dr. Barlow publia deux cartes à l'échelle d'un mille au pouce, comprenant les mines de Copper Cliff et Victoria, et deux autres cartes de la Mine Copper Cliff et Murray, sur une échelle de 400 pieds au pouce. La carte des Mines Victoria était défectueuse en ce qu'elle ne séparait la norite qui contenait le nickel des greenstones avoisinantes. Quant aux autres cartes, elles sont excellentes.

En 1905 la première carte suffisamment complète de la géologie de la région fut publiée par le Bureau des Mines sur une échelle de un mille et demi au pouce. Cette carte a rendu d'immenses services mais demanderait nombre de petites corrections; son édition est maintenant presque épuisée.

¹ Com. Geol. Can., Partie H, Vol. XIV., 1904.

² Bureau des Mines, Ont., Vol. XIV., Part III., 1905.

³ Mining World, Vol. XXXII., Nos. 20, 21 et 22, 1910.

PLANCHE VI.



Bassin intérieur de l'arête interne de la roche éruptive nickelifère, Azilda.

Le nickel fut découvert dans la région par Murray, qui le signala en 1856.¹ Salter, l'arpenteur bien connu, constata un affolement de la boussole sur la méridienne au nord du lac Whitfish, et conseilla un nouvel examen des lieux par Murray. Il trouva une "masse énorme de trapp magnétique," dont les échantillons furent envoyés pour être analysés à Sterry Hunt. Les pyrites magnétiques furent trouvées disséminées à travers la roche et l'analyse démontra la présence d'un peu de nickel et de cuivre. La ligne de Salter est aujourd'hui la frontière entre les cantons Creighton et Snider, et on trouva la roche qui contenait la pyrrhotine un peu à l'ouest de la fameuse mine de Creighton, la mine de nickel la plus vaste du globe. Cependant, cette découverte n'attira que peu d'attention, car à cette époque le nickel métallique était rare et d'importance peu pratique; en plus, la contrée était tout à fait sauvage et dépourvue de routes, les canots y étant alors le seul moyen pratique de transport.

En 1883, le chemin de fer du Canadian Pacific atteignit la région de Sudbury, et l'étendue de vallée à l'intérieur du bassin nickelifère y attira les ingénieurs du chemin de fer, qui firent monter la ligne par une pente raide depuis Sudbury à ce qui devint plus tard la mine Murray, d'où la voie ferrée descend à Azilda entre les collines qui appartiennent à la lisière acide de la roche éruptive. On dit que vers cette époque, le Dr. Howie découvrit sur le sommet du défilé un petit monticule de pyrrhotine avec un peu de chacopyrite². Des spécimens montrés au Dr. Selwyn, alors directeur de la Commission géologique, furent reconnus sans valeur, vu que la pyrrhotine du sol canadien n'avait pas contenu jusque-là plus de un pour cent de nickel.

Au début de 1884, le chemin de fer atteignit ce dépôt, et une tranchée mit à jour des pyrites de cuivre à l'endroit, qui porta dans la suite le nom de mine Murray. D'autres découvertes minières suivirent bientôt et devinrent les mines Lady MacDonald, Evans, Copper Cliff, Stobie, et Blezard; toutes étant prises pour des mines de cuivre, la présence du nickel passa d'abord inaperçue. La mine de Creighton fut de nouveau découverte peu de temps après par un autre arpenteur, John McAree, qui inspectait un canton adjacent quoique la mine ne fut ouverte que plusieurs années après, vu son accès difficile.

Les prospecteurs arrivèrent en foule dans la région, fouillant en tous sens pour découvrir le chapeau de fer qui accusait la présence de minerai, et des hommes tels que Thomas Froot, Henry Ranger, William McVittie, A. McCharles et d'autres, reconnurent promptement que le métal oxydé et le minerai accompagnaient seulement un genre de roches appelé alors diorite, et maintenant reconnu comme norite. En peu de temps, presque tous les principaux dépôts furent localisés, et deux zones, l'une méridionale ou zone principale, et une autre septentrionale, commencèrent à être distinguées.

Le premier sondage minier important fut exécuté en 1886, à Copper Cliff, où une excavation fut faite contre une colline escarpée couverte de métal oxydé. Le travail fut entrepris par la Canadian Copper Co., alors nouvellement formée, qui ouvrit bientôt aussi les mines Stobie et Evans. Le premier minerai exploité fut supposé n'être que du minerai de cuivre, ainsi que le nom de la Compagnie l'implique, et jusqu'au moment où 3,000 tonnes furent envoyées à Constable Hook, afin d'y être traitées, la présence du nickel n'y fut pas soupçonnée. Il se présenta pourtant des difficultés pour la réduction du minerai, et des essais démontrèrent que le nickel était l'élément perturbateur. Le premier minerai exploité fut dé-

¹ G. S. C., 1853-6, pp. 180-181.

² Dr. Barlow, C. G. C., Vol. XIV., Partie H.

claré avoir une teneur extraordinaire de cuivre, en contenant de 15 à 20% probablement à cause du fait qu'il s'était enrichi au-dessus du niveau de l'eau. Par la suite, la teneur du minerai s'abaisse, la proportion de cuivre demeurant cependant plus forte que celle du nickel. La même chose s'est faite pour une autre mine, la Crean Hill.

Les rapports de l'exploitation minière et de la réduction dans la région de Sudbury sont si intimement liés avec la Canadian Copper Co., que ses progrès seront suivis en premier lieu, et nous nous occuperons ensuite des compagnies plus récentes.

LA CANADIAN COPPER COMPANY.

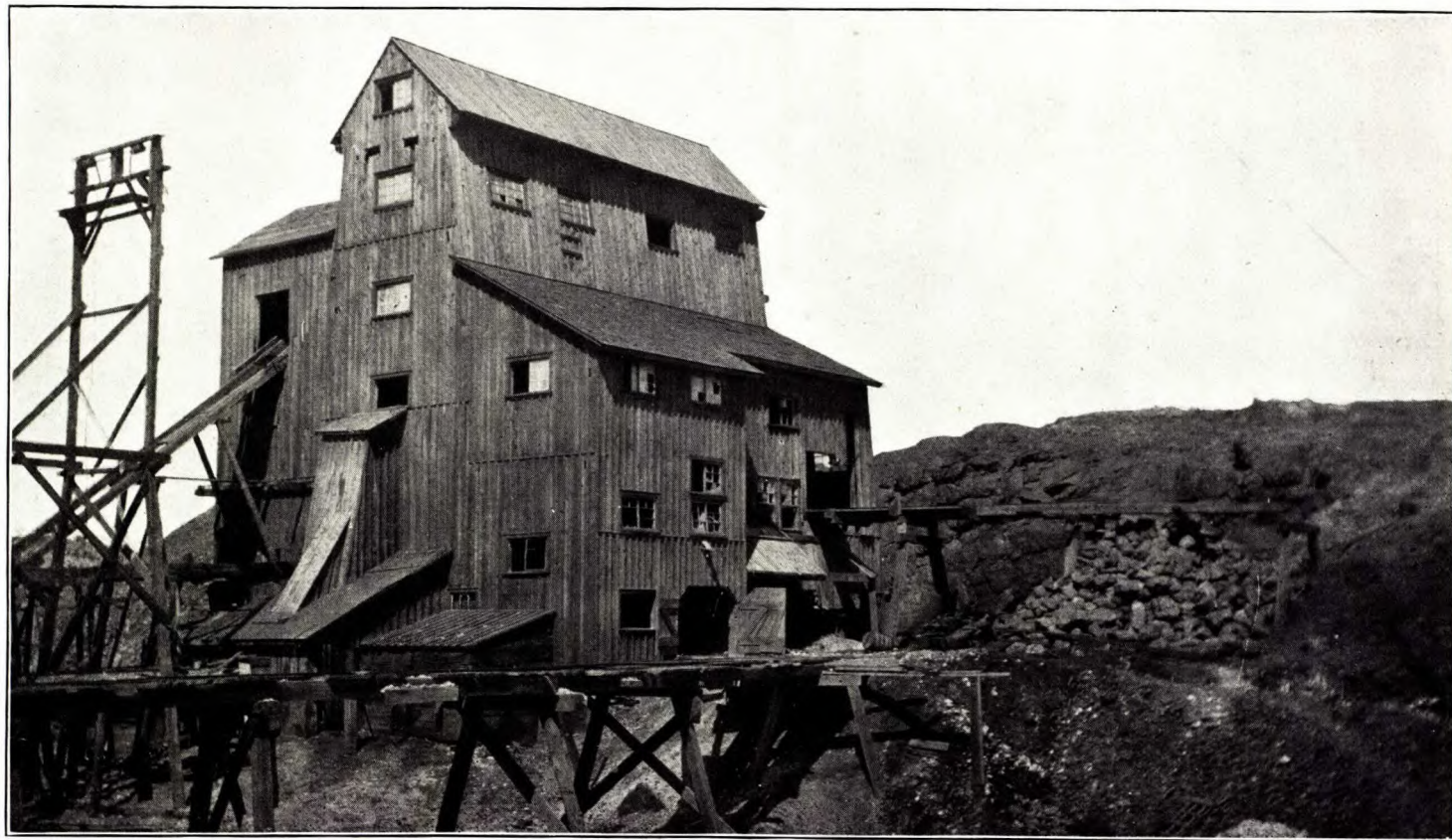
En 1888, le Dr. Peters fut mis en charge des opérations de réduction à Copper Cliff, les lits de grillage furent mis en opération et à la fin de l'année un fourneau à chemises d'eau réfrigératrices Herreshoff produisit la matte de cuivre et nickel, afin de réduire les frais de transport.

En dix années les trois mêmes mines produisirent la plupart du minerai qui se fondait à Copper Cliff; mais en 1899 la mine Evans fut fermée, et en 1901 la mine Stobie cessait le travail, après avoir produit plus de 400,000 tonnes de minerai de basse teneur, mais riche en sulfures, fournissant un bon mélange fondant avec le minerai rocheux de Copper Cliff.

À commencement de 1898, de nouvelles mines se développèrent dans le même temps, mine N° 1, au sud-ouest de Copper Cliff, et N° 2, au nord; la première fit voir un dépôt minime mais riche, tandis que la dernière fut plus vaste, mais de teneur moyenne. En plus, les mines No. 4 et No. 5, au nord-ouest du N° 2, fournirent un peu de métal en 1899; et en 1900, la mine Froid, appelée depuis N° 3, à un mille au sud-ouest de la mine Stobie, commença des opérations; le minerai des deux mines fut envoyé par chemin de fer à Copper Cliff, où il fut mélangé avec le minerai d'autres mines sur les lits de grillage.

La grande mine Creighton, à six milles à l'ouest de Copper Cliff, fut l'une des dernières à s'ouvrir, vu que les communications de voies ferrées manquaient; mais en 1900, les voies ferrées y furent commencées, et l'année suivante, on envoya le minerai par le chemin de fer Algoma Central à Copper Cliff. Comme le gisement est immense et le minerai de plus belle qualité que celui de la plupart des autres mines, et mélangé avec un peu de roches, la mine Creighton a fourni pendant quelques années la majeure partie du métal fondu par la Canadian Copper Company; en conséquence, leurs autres mines furent fermées les unes après les autres, la Copper Cliff atteignant ensuite le 14e niveau à une profondeur de 1,052 pieds.

Depuis son ouverture la mine Creighton avec ses grandes ressources en riches sulfures a pris la suprématie, mais on trouva opportun d'avoir une réserve de minerai plus rocheux avec une plus forte teneur en cuivre pour mélanger avec comme fondant et pour y faire entrer une proportion convenable pour la séparation des métaux nickel et cuivre. Pour cette raison, la mine Crean Hill à huit ou neuf milles au sud-ouest de Creighton et à environ 14 milles de Copper Cliff, fut ouverte en 1905, et en 1906, on commença à envoyer le minerai à Copper Cliff, sur l'embranchement "Soo" du chemin de fer Canadian Pacific. Pendant plusieurs années ces deux mines fournirent la totalité du minerai pour la Compagnie; mais la demande pour le minerai de nickel allait en augmentant, et en 1910, la mine N° 2, qui avait été fermée depuis 1902, commença de nouveau ses opérations. À ce moment, la riche petite mine Vermilion, à un mille sud-ouest de Crean Hill, fournit aussi 1,200 tonnes de minerai presque aussi riche en nickel et en cuivre que certaines quantités de matte.



Mine de Copper Cliff.

Pour faire face à une augmentation du rendement de nickel, la mine N° 3, quelquefois nommée la mine Froot, fut sondée avec soin avec la perforatrice-diamantée, montrant des réserves de minerai estimées par M. Alex Gray à 30,000,000 ou 35,000,000 de tonnes;¹ puis, en 1911, on y commença un travail en faisant creuser un puits pour percer ce grand gîte de minerai, et un chemin de fer de quatre milles de longueur fut commencé afin de la relier directement à Copper Cliff.

Comme il a été prouvé par les sondages que la mine de Creighton, contenait 5,000,000 de tonnes de minerai, on verra qu'elle et le N° 3, sans mentionner plusieurs autres dépôts qui ne sont nullement épuisés, contiennent une réserve de minerai pour de longues années à venir, même si le taux de production augmentait beaucoup.

Les premières usines de réduction à Copper Cliff furent érigées en 1888, sous la direction du Dr. Peters, bien connu comme métallurgiste en cuivre, ayant comme assistants Mr. James McArthur et Mr. J. D. Evans. Ce fut la fonderie Est qui commença à envoyer la matte l'année suivante. L'établissement fut agrandi tant bien que mal d'une année à l'autre et comme les besoins de commodité augmentaient chaque année, en 1891 et en 1892, on se procura un appareil "bessemer." En 1890, le Dr. Peters quitta la Compagnie et Mr. Woodbury devint gérant pour trois mois, et fut ensuite remplacé par Mr. Evans qui occupa cette position jusqu'en 1893. Mr. McArthur lui succéda alors jusqu'en 1902. Durant son exercice, une nouvelle fonderie fut mise en opération à l'ouest près de la mine N° 2; trois ans plus tard, la fonderie à l'est suspendit ses travaux, et puis fut incendié peu de temps après. En 1900, une nouvelle méthode de production de la matte-étalon en matte de haute qualité fut introduite par la "Orford Copper Company," qui établit les usines "Ontario Smelting Works," à un demi-mille au sud-ouest de la mine Copper Cliff. Ici la matte supérieure ou matte de fourneau fut grillée dans les fours à calcination Brown, puis fondue une seconde fois dans le four à chemises d'eau changeant alors la matte contenant environ 30% de nickel et cuivre en matte atteignant 75% des deux métaux, équivalent presque à la première matte "bessemer."

En avril 1902, l'organisation entière de la Compagnie fut changée, et la Canadian Copper Company devint l'auxiliaire de la "International Nickel Company," qui avait été formée dans le but d'affilier un certain nombre de Compagnies s'intéressant à l'exploitation minière, à la réduction et au raffinage du nickel et du cuivre. En vue de ce changement, Mr. A. P. Turner fut élu président de la Canadian Copper Company, et Mr. John Lawson surintendant général.

Dans son deuxième rapport annuel, la "International Nickel Company" est décrite comme une association de mines et de smelters dans les Etats-Unis, le Canada, la Grande-Bretagne, la Nouvelle-Calédonie, y compris la Canadian Copper Company, Oxford Copper Company, Anglo-American Iron Company, Vermilion Mining Company, American Nickel Works, Nickel Corporation, Limited, et la Société Minière Calédonienne. D'après son état financier en 1904, les ressources totales de la Compagnie étaient de \$30,896,167, divisées comme suit; Propriété des compagnies constituanes, \$26,864,275; Ray Copper Mine, \$40,000; avances aux Compagnies de la Nouvelle-Calédonie, \$348,363, inventaires, \$2,827,774; espèces en mains et comptes courants, \$815,755; actif total, \$30,896,167; actions communes, \$8,912,626; actions préférentielles, \$8,912,626; première hypothèque à 5% d'intérêt, \$10,221,636; emprunts, comptes, etc., \$1,617,476; fonds de dépréciation \$412,709; fonds de réserve, \$763,257; total, \$30,896,167.

¹ The Mining World, Vol. XXXII, 1910, p. 1025.

La bilan de l'année montre les recettes suivantes: Gains des compagnies constituantes, \$936,471; autre actif, \$29,754. Les charges étaient: pour les dépenses générales: \$112,185; intérêts, \$512,938; total, \$626,123. La différence montrait un surplus de \$341,102.¹

Par suite de la combinaison précitée, plusieurs changements s'opérèrent dans le travail de la Compagnie. L'exploitation minière fut graduellement limitée à la mine Creighton, et l'on fit des expériences en vue des nouvelles méthodes pour le traitement du minerai; par exemple la réduction de la pyrite au lieu du grillage du minerai avant la fusion. Plusieurs améliorations furent faites à la ville de Copper Cliff, et le transport de la plupart des lits de grillage du voisinage de la ville à un maréage derrière les collines au nord permit à la végétation de se développer, et la ville fut entourée de nouveau de prairies et d'arbres verdoyants.

On décida de construire une nouvelle fonderie sur des plans perfectionnés et agrandis s'étendant à un demi-mille de l'est de la fonderie ouest; les travaux furent terminés vers l'automne de 1904. Vers le même temps, les ateliers "Ontario Smelting Works" et la fonderie de l'ouest furent brûlés, arrêtant ainsi les opérations pour le moment. Après cela, la matte de teneur inférieure fut envoyée aux mines Victoria, dont la fonderie fut louée six mois par la Compagnie Mond, et là bessemerisée, en attendant l'achèvement de l'atelier convertisseur de la nouvelle fonderie. Une description de la nouvelle fonderie est donné dans la section de la fusion; il serait donc superflu d'en parler ici.

Depuis 1904, les progrès les plus importants survenus ont été l'introduction de quelques grands convertisseurs au lieu de nombreux petits convertisseurs garnis de quartz et l'érection d'un atelier contenant un four à réverbère afin de traiter les fins et la poussière de la tuyauterie.

Le prix du combustible pour obtenir la force motrice est très élevé dans la région de Sudbury, et la Canadian Copper Company obtint en 1904 le droit d'établir une usine motrice à High Falls sur la Spanish river, 23 milles à l'ouest de Copper Cliff, et depuis lors, un barrage de 85 pieds pour énergie électrique a été fait, non seulement pour les besoins de la fonderie, mais aussi pour les mines de la Compagnie. Ceci représente une très importante économie.

Dans les premières années, la Canadian Copper Company eut à vaincre les difficultés qu'entraîne toujours une entreprise nouvelle et compliquée, jusqu'à ce que les meilleures méthodes de traitement eussent été inventées. Heureusement la Compagnie devint propriétaire de vastes mines de grande valeur, si bien que le problème de l'approvisionnement du minerai ne lui a pas causé trop d'ennuis. Avec une réserve de minerai suffisante pour 60 ans et un atelier de réduction, probablement l'un des plus importants en Amérique comme perfection et production, l'avenir s'annonce brillant pour la Compagnie.

En 1909, d'après le rapport de Mr. Gray à la Compagnie, le minerai exploité donnait de \$5 ou \$6 par tonne de nickel et de cuivre, avec une estimation au bas mot de \$1.50 à \$2.00 de bénéfice par tonne exploitée, ce qui signifie "un profit annuel de \$522,900 ou \$697,200." On dit que "les 13,000,000 de livres de nickel vendues en 1909 donnèrent un bénéfice de 7½% par livre, après l'exploitation minière et les frais de réduction compris ainsi que ceux du raffinage" ce qui équivaut à un "profit total de \$1,027,000".²

¹ Mineral Industry, 1903, p. 276.

² Mining World, Vol. XXXII, 1910, pp. 1022-3. Ceci ne devrait-il pas être \$975,000 ?

Sur les mêmes bases, en 1910, Mr. Gibson, dans le rapport du Bureau des Mines, estime le profit sur le minerai fondu à environ \$726,253 ou \$968,338, et sur le nickel vendu sur le marché \$2,377,100.¹

Dans son sixième rapport annuel la Compagnie déclare qu'un dividende de 6% a été payé sur ses actions préférentielles et 7½% sur ses actions communes. La valeur de ses placements et ateliers s'élève à \$27,262,138, et déclaration est faite que la demande pour les produits de cette Compagnie est la plus considérable dans ses annales et cela est dû grandement au développement de l'industrie des véhicules à force motrice.²

Il est évident que cette compagnie pionnière qui, après des années de peu de bénéfice et d'aucun profit réalisé sur le capital investi, est devenue très prospère en ces dernières années, et comme elle fut pendant longtemps le soutien des mines de la province d'Ontario, même dans des conditions défavorables, sa fortune actuelle semble bien méritée.

H. H. VIVIAN ET COMPAGNIE.

La deuxième compagnie qui exploita une mine et une fonderie dans la région de Sudbury fut celle des Vivian de Swansea, Wales, renommés pour leur vaste établissement métallurgique. Ils acquirent la mine Murray, la première découverte dans le district, qui commença à se développer en 1889, et continua les opérations, avec une ou deux interruptions de peu de durée, jusqu'en 1896. En 1890, le premier haut-fourneau y fut construit, le minerai y fut traité par le moyen ordinaire, c'est-à-dire par grillage en tas, fondu dans des fourneaux à chemises d'eau comme matte de qualité inférieure et bessemerisée en matte de haute qualité. Le convertisseur Manhès fut d'abord employé pour la concentration de la matte de nickel à la fonderie Murray. On dit que la matte à teneur inférieure contenait seulement 9.4% de nickel, et 4.7% de cuivre, et donnait des scories plus pures que la méthode de Copper Cliff, qui produisait une matte contenant 30 à 35 pour cent des deux métaux. La matte bessemerisée de la mine Murray atteignit presque la même qualité que celle de Copper Cliff, contenant de 30 à 35% des deux métaux. Cette matte fut envoyée à Swansea pour subir le dernier traitement. Depuis 1894, la mine resta fermée, mais 5,000 à 6,000 tonnes de minerai grillé furent fondues en 1896, et la matte fut dirigée aux Wharton de New-Jersey.

On rapporte que le minerai contenait 35% de fer, 23% de soufre, 2% de nickel, 0.8% de cuivre, et près de 40% de gangue. Les sulfures avaient une moyenne de 3.6 à 3.75 de nickel, et près de la moitié autant de cuivre.

En 1912, cette mine était rachetée par la "Dominion Nickel Copper Company", et l'on dit qu'au moins 4,000,000 de tonnes de nickel ont été découvertes au moyen de la perforatrice diamantée.

Quoique la mine Murray ne fut pas l'une des plus riches, il est probable qu'une administration locale compétente aurait donné de meilleurs résultats que ceux obtenus par la direction agissant en l'Angleterre. L'insuccès de l'entreprise faite par une si forte compagnie, exerça durant plusieurs années, un effet défavorable au développement industriel du nickel.³

DOMINION MINING COMPANY.

La mine Blezard, à un mille au nord de Stobie, du lot No. 4, concession II du canton du même nom, et la mine Worthington à 25 milles à l'ouest de Sudbury sur la ligne du "Soo" furent exploitées pendant quelque temps

¹ Bureau de mines, Vol. XX, Part. I, 1911, p. 28.

² E. M. J. Vol. 92, juillet-déc., 1911, p. 458.

³ Bureau des Mines, Vol. XIV, Partie III, pp. 141-2.

par la Dominion Mining qui ouvrit la première mine en 1889 et la dernière en 1890. Une fonderie construite à la mine Blezard servit au traitement du minerai des deux mines qui, au moyen des fourneaux Herreshoff, produisit une matte contenant en moyenne 27% de nickel et 12½% de cuivre, qui était mise sur le marché sans être bessemerisée. On dit que du minerai de Worthington était suffisamment riche pour être expédié sans fusion. La mine Blezard ferma en 1893 et la mine Worthington l'année suivante. Mr. Robert McBride, qui était en charge de la mine Blezard en 1892, déclare que 100,000 tonnes de minerai y furent trouvées en tout, renfermant en moyenne 5 à 7 pour cent de nickel et cuivre, le total du nickel étant le double de celui du cuivre, si bien que le minerai semblait avoir la valeur de celui de Creighton et surpassait de beaucoup celui de la mine Murray.

Le minerai de Worthington ne produisit seulement qu'environ 25,000 tonnes, mais il était le plus riche de la région, à l'exception de celui de la mine Vermillon, une mine encore plus petite. On rapporte qu'il a contenu 8% et plus de nickel et de cuivre.

Hormis quelque sondage au diamant et le drainage des mines pour en pratiquer l'examen, peu de chose a été fait sur ces propriétés depuis la fermeture de la fonderie, bien que quelques wagons de minerai furent obtenus de Worthington en 1908 et expédiés à la fonderie de la mine Victoria, trois milles à l'est.

THE MOND NICKEL COMPANY.

Le procédé au protoxyde pour l'affinage du nickel, par lequel un composé volatil de nickel peut être obtenu, puis décomposé, ensuite, afin d'obtenir le dépôt du métal, fut découvert par le Dr. Carl Langer, alors qu'il travaillait à un autre problème, dans le laboratoire du Dr. Mond. Ayant découvert une méthode pour l'affinage du métal, le Dr. Mond chercha naturellement un gisement de minerai nickelifère et en 1899 il acheta ce que l'on nommait alors la mine McConnell, sur le lot 8, concession IV du canton de Denison, à trois milles nord-est de Worthington.

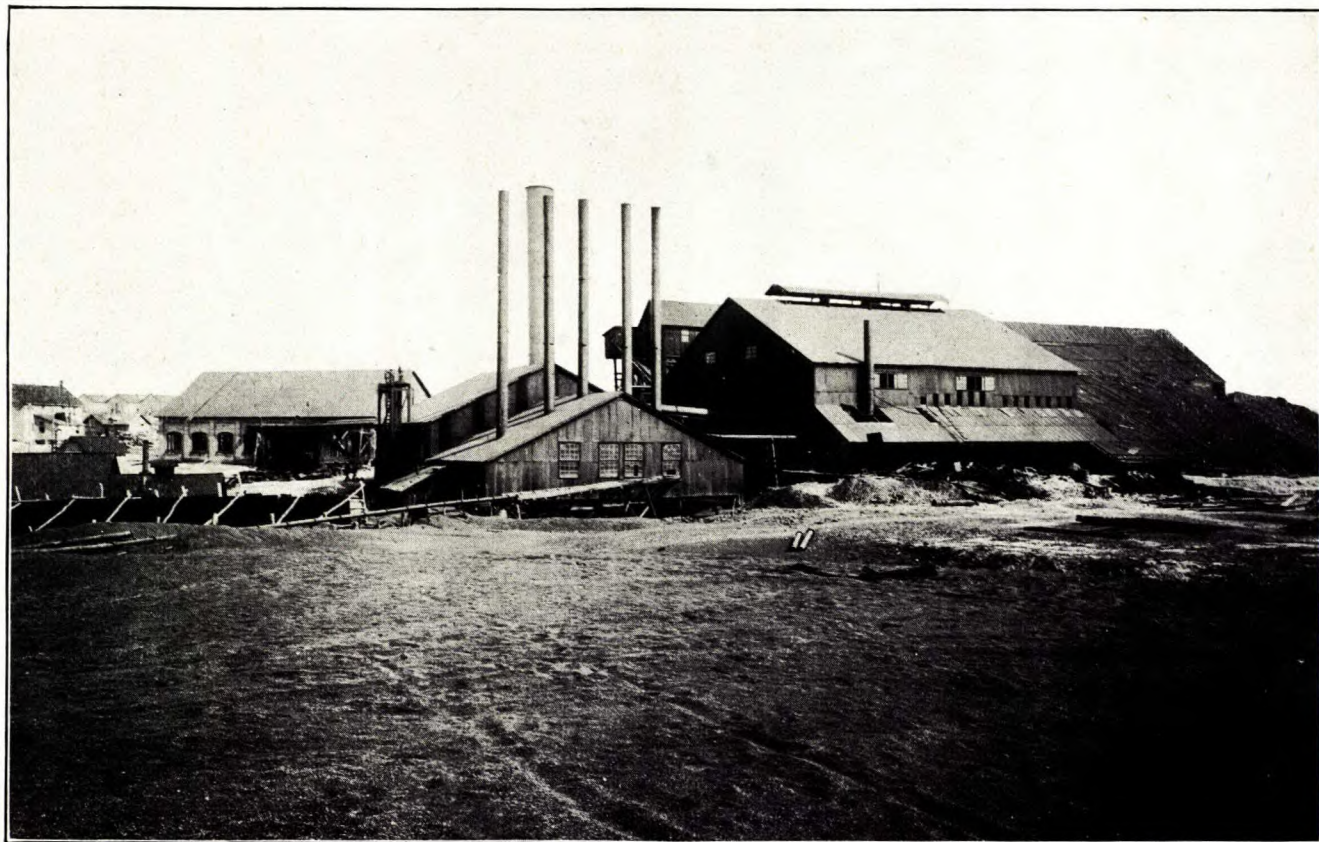
Les ateliers de réduction furent érigés derrière l'embranchement "Soo" du Canadian Pacific, à deux milles sud de la mine Victoria, comme on appelait alors ce dépôt, et un tramway sur cable fut mis en fonction pour transporter le minerai à 11,000 pieds de la mine jusqu'à la fonderie. En 1900, la Mond Nickel Company se forma avec un capital de £600,000 pour prendre la mine et la fonderie; l'année suivante, la matte bassemerisée dut produire sous la direction de Mr. Hiram W. Hixon, qui avait acquis de l'expérience comme fondeur de cuivre dans les Etats de l'Ouest.

Les terrains de grillage étaient d'abord près de la fonderie et du village, mais après un incendie au débarcadère du minerai, ce qui nécessita plus ou moins de reconstruction, les lits de grillage furent transportés sur un plateau à mi-chemin entre la mine et la fonderie.¹

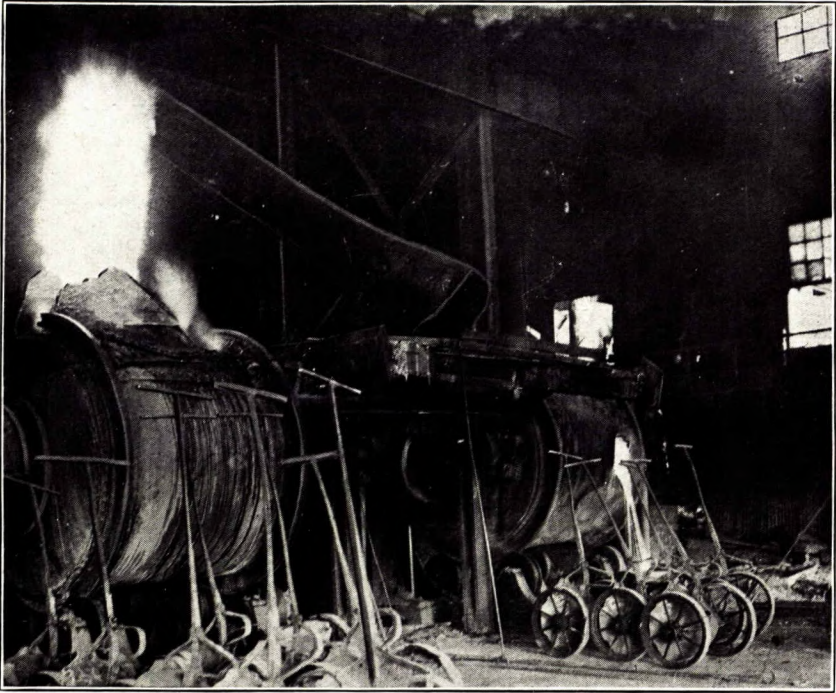
Certains ennuis aux raffineries de Clydach, près de Swansea, Wales, causèrent aussi des retards sur ce côté-ci de l'Océan, mais le procédé Mond fut finalement mis en bon ordre et la Compagnie s'occupa dès lors à rechercher de nouveaux gisements de minerai, vu que la mine Victoria n'est pas très vaste.

Après plusieurs essais analytiques de petits dépôts de minerai, tels que le North Star et le Little Stobie, en 1907 un plus vaste dépôt fut acheté du côté de la limite Est de la principale zone de nickel, appelée mine Garson, d'après le canton où elle est située, sur le lot 5, concession III. Mr. C. V. Corliss, surintendant des mines, devint gérant après la démission de Mr.

¹ G. S. C., Vol. XIV, Partie H, pp. 40-43.



Ateliers de réduction Mond, Mines Victoria.



Convertisseurs, Usines Mond, Mines Victoria.

Hixon en 1908, et Mr. O. B. Hall fut promu surintendant de la mine. Pendant cette année, la mine Garson commença l'envoi du minerai aux mines Victoria, par le chemin de fer du Canadian Northern à Sudbury, puis par l'embranchement "Soo" du Canadian Pacific à la fonderie. A ce moment, la mine Victoria et la fonderie étaient pourvus d'énergie électrique, provenant des chutes Wabageshik de la rivière Vermilion, à neuf milles au sud-ouest; la mine Garson était alimentée par le courant de la rivière Wanapitei.

En 1910 on fora au diamant les propriétés Cochrane et McVittie, qui couvrent un coin du gisement de la grande mine Frood, et cette dernière fut achetée pour fournir un approvisionnement additionnel de minerai. On fit aussi des plans pour la construction d'une nouvelle fonderie à Coniston, où 3,700 acres furent achetées comme emplacement, à un certain point plus rapproché des mines principales, les extensions Garson et Frood.

La Compagnie Mond a le privilège d'exploiter la mine la plus profonde de l'Ontario et, malgré les petits dépôts de minerai, la Compagnie prospéra, de sorte qu'elle projette nonseulement de construire de plus grandes fonderies au Canada, mais de doubler sa raffinerie de Clydach.

L'état suivant a été publié récomment comme état financier de la Compagnie:

Le capital primitif de la Compagnie était de £600,000, divisées en £250,000 d'actions préférentielles cumulatives de £5, à 7%; £300,000 ordinaires, £50,000 en actions différées de £1 chacune, sans débetures ou autres charges antérieures. Les parts ordinaires avaient un dividende préférentiel de 7%, partageant ensuite avec les parts différées les bénéfices en surplus. En 1908, le capital était porté à £850,000 par la création de 50,000 actions préférentielles cumulatives dont 30,000 étaient émises, élevant le capital d'actions préférentielles à £400,000. Ce ne fut qu'en 1905 que les bénéfices de la Compagnie rapportèrent quelque chose aux actionnaires ordinaires; depuis lors, elles ont pris le dessus par de constantes augmentations et les profits pour les trois dernières années ont été:

	Année jusqu'au 30 avril		
	1909	1910	1911
Profit net.....	111,320	114,107	140,803
Dividende préférentiel 7%.....	22,716	26,377	26,367
Dividende ordinaire.....	42,751	42,375	45,906
Dividende différé.....	15	15	16½
	22,800	22,600	26,131
Intérêt %.....	48	48	55½
Balance de l'année.....	23,053	22,765	42,399
Entrée.....	29,923	32,976	20,741
Comme réserve.....	52,976	55,741	63,140
A Réserve.....	20,000	35,000	35,000
Reporté.....	32,976	20,741	28,140

En 1906 les actionnaires ordinaires reçurent d'abord un dividende supérieur à celui qui avait été stipulé (7 pour cent), 10 pour cent étant payé, suivi par 12½ pour cent en 1907, 15 pour cent pour les trois années suivantes, et maintenant 16¼ pour cent pour les douze derniers mois, tandis

que les détenteurs des parts référées recevaient 18 pour cent en 1906, 33 pour cent en 1907, 48 pour cent pour les trois dernières années, et maintenant 55½ pour cent.

AUTRES TRAVAUX D'EXPLOITATION ET DE RÉDUCTION.

Plusieurs autres compagnies ouvrirent des mines et produisirent de la matte, ou cherchèrent à séparer le nickel par des méthodes expérimentales variées. La plus ancienne fut la Drury Nickel Company, qui était propriétaire de la mine Travers ou Chicago; elle grilla et réduisit plusieurs mille tonnes de son minerai en 1891, et en 1896, envoya sa matte aux États-Unis.

Une entreprise plus importante fut celle de la Lake Superior Power Company, ou Lake Superior Corporation, du Sault Ste. Marie, qui ouvrit en 1899 la mine Gertrude à un mille ou deux à l'ouest de Creighton, et un peu après la mine Elsie, voisine de la mine Murray. Le minerai de la mine Gertrude fut d'abord regardé comme une source de soufre pour le moulin de pulpe de sulfite, et plus tard de nickel et de fer, en vue de la production de ferro-nickel provenant du minerai grillé. On trouva pourtant alors qu'il y avait beaucoup trop de cuivre dans le minerai pour cette fabrication; et la méthode ordinaire de grillage en tas et de fusion en fourneau à chemises d'eau fut adoptée. Les fourneaux et la fonderie pour les minerais des deux mines étaient situés à la mine Gertrude, les deux mines étaient reliées l'une à l'autre ainsi qu'avec la mine de Sudbury par leur propre chemin de fer, le manitoulin et le North Shore ou Algoma Central, comme on l'appelle généralement de nos jours. Les opérations cessèrent avec la débâcle financière de la compagnie affiliée, et selon toute apparence, rien de leur matte de fournaise ne fut bessemerisée ou raffinée si ce n'est à titre d'essai.

On creusa des puits dans d'autres mines et un travail considérable de développement fut accompli, sans qu'il en soit résulté un fort rendement de minerai et sans que ces mines aient établi leurs fonderies sur une grande échelle. Il en est fait mention dans l'historique très détaillée de Mr. Barlow sur le développement de la région; il serait donc superflu d'en donner ici les détails.

Deux essais de méthodes nouvelles de réduction et de raffinage des minerais méritent d'être mentionnés. La Great Lake copper Co., fit une expérience de ce genre à la mine Mount Nickel, lots 5 et 6, con. II de Blezard, entre les mines Little Stobie et Blezard. On rapporte que la mine est riche en minerai, mais les fonderies, établies d'après les plans d'Auton Graf, de Vienne, furent un insuccès et les travaux cessèrent bientôt. La Hoëppner Refining Company, de Hamilton, entreprit en 1899 le raffinage électrolytique du nickel et du cuivre et construisit des ateliers immédiatement à l'ouest de Worthington mais son procédé ne réussit pas; une tentative, pas plus heureuse, fut faite plus tard par Mr. Hans A. Frasch, de sorte que les travaux durent être abandonnés en 1901.

DOMINION NICKEL COPPER COMPANY.

Un important progrès dans le développement de la région a été fait dans les trois dernières années par la formation d'une compagnie importante pour l'exploitation des zones nickelifères est et nord, auxquelles, pendant quelque temps, on avait accordé peu d'attention. La Dominion Nickel Copper Company fut formée dans ce but par des capitalistes d'Ottawa, Mr. J. N. Glidden, agissant comme gérant pendant un ou deux ans, quoique récemment, Mr. J. A. Holmes ait pris cette position. Leur propriété la

plus importante est la mine Whistle à l'angle nord-est de la roche éruptive nickelifère et elle fut sondée en 1910 au diamant et un puits fut creusé sur l'un des gisements de minerai. Le petit chemin de fer Nickel Range fut construit pour relier la mine avec le chemin de fer Canadian Northern et l'embranchement fut fait avec la ligne de transmission de la Wanapitei Power Company afin de donner à bon marché l'énergie électrique pour les nécessités de l'exploitation. Pendant l'année écoulée les gisements de minerai de la mine Whistle ont été sondés systématiquement avec la perforatrice-diamantée et l'on découvrit un gros gîte de minerai; c'est alors que le village de Nickelton s'éleva peu à peu sur une plaine s'étendant au nord. Sur nombre d'autre propriétés, sises au sud, ainsi que le long de la zone nord-ouest du chemin de fer Canadian Northern, des gisements de minerai considérables ont été découverts au moyen de la perforatrice diamantée, on pense qu'avant longtemps un emplacement pour une fonderie sera choisi et que le travail commencera sur le troisième établissement pour la production du nickel dans la région de Sudbury. Au cours de 1912, la mine Murray fut achetée ce qui augmenta largement leurs ressources en minerai. Un fort appui financier et un ample approvisionnement de minerai, rendent très brillantes les perspectives de la nouvelle Compagnie.

Description des Minerais de la région de Sudbury.

Un nombre considérable de minéraux nickelifères ont été notés dans la région de Sudbury, et la liste contient la pyrrhotine, la pyrite, la marcasite, la pentlandite, la gersdorffite, la millérite, la nickélite; mais dans le nombre il y en a très peu d'importants quant aux gisements de minerai; la pyrrhotine et la pentlandite sont les seules que l'on trouve communément, et la pyrrhotine est la seule visiblement présente dans tous les dépôts de minerai. Cependant on doute que la pyrrhotine contienne du nickel en elle même, puisque ses constituants nickelifères semblent provenir de pentlandite finement disséminée. Si ceci est vrai, cette dernière est le seul minerai nickelifère important de la région, quoiqu'on ne la rencontre pas dans le minerai de la plupart des mines.

On pourra observer que tous ceux des minéraux mentionnés sont des composés de fer et de nickel ou des deux métaux renfermant du soufre et de l'arsenic. Les minéraux secondaires de nickel sont presque inconnus dans la région, quoique la genthite verte silicatée soit rencontrée plus loin à l'est de la mine Wallace. Sous ce rapport, les dépôts de Sudbury ressemblent à ceux de la Norvège et diffèrent fondamentalement de la source de nickel New Caledonia, la suivante comme importance, ou les sulfures, ou arséniures de nickel, sont presque inconnus.

PYRRHOTINE.

Comme la pyrrhotine est le plus commun de tous les minéraux métalliques, nous la traiterons naturellement en premier lieu. La pyrrhotine ou pyrite magnétique forme la plus vaste portion des sulfures de chaque mine du district, exception faite pour la mine Vermilion, gisement remarquablement riche, bien que petit, et unique sous maints rapports. La composition de la pyrrhotine est quelque peu variable, donnant d'après Dana les formules suivantes: $Fe_5 S_6$ à $Fe_{16} S_{17}$ les atomes de fer n'égalant pas tout à fait en nombre les atomes de soufre. Il est difficile de séparer la pyrrhotine de petites quantités des autres éléments, comme la pentlandite, la chalcopyrite et la magnétite qui se trouvent plus ou moins dans la plupart des échantillons de minerai. Après une soigneuse séparation magnétique plusieurs fois répétée, suivie d'un traitement à l'acide nitrique

dilué pour dissoudre la pyrrhotine, ne laissant que la magnétite, le Dr. C. W. Dikson trouva que la plupart des analyses de la pyrrhotine de Sudbury donnaient la formule $Fe_8 S_9$, que l'on peut regarder comme la proportion typique du fer au soufre dans la région.

La pyrrhotine présente rarement des indices des formes cristallines, le seul exemple rapporté étant un cristal imparfait obtenu par Mr. G. R. nickel, d'un mineur de Worthington. Il l'a décrit ainsi: "Le cristal est selon toute évidence un prisme hexagonal présentant un clivage basique accentué; deux de ses côtés sont intacts et des deux autres il ne reste que des parties. Les dimensions sont de 1.3-10 pouce, ou 32 millimètres, par $\frac{1}{2}$ pouce ou 13 millimètres; la pesanteur est 26.4 grammes, et une analyse d'un petit fragment du cristal a donné 2.3 pour cent de nickel." Ce spécimen unique se trouve dans la collection minéralogique de l'Université de Toronto.

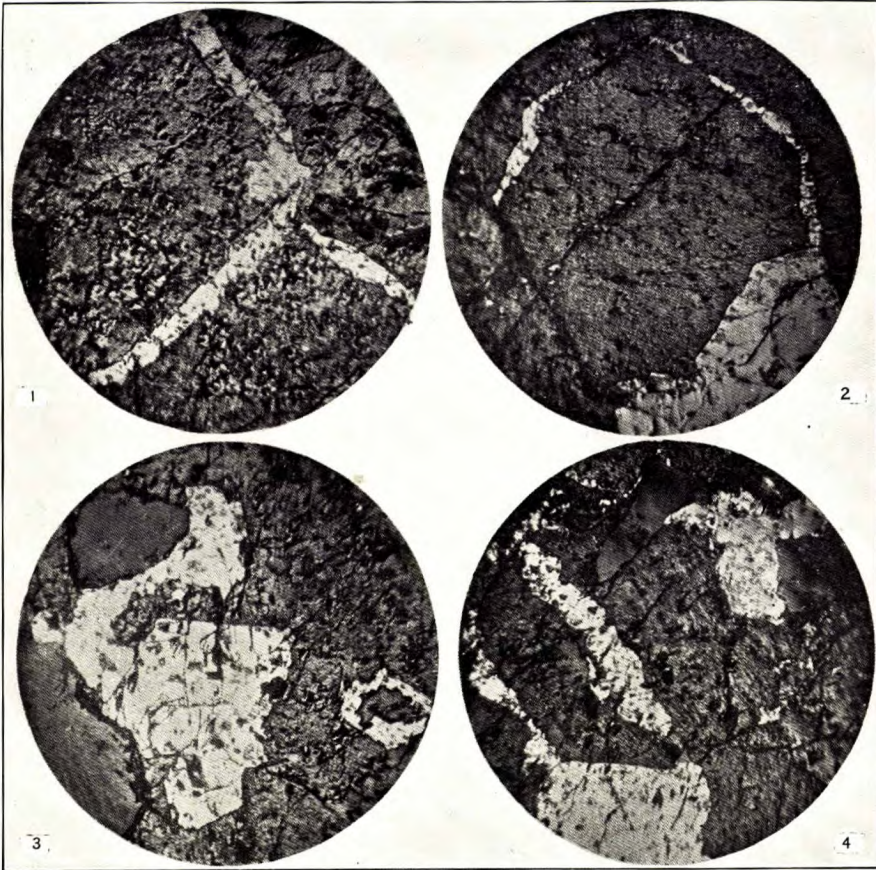
Bien que les cristaux manquent toujours, on trouve dans un certain nombre de localités un clivage distinct en plaques, probablement de base, comme dans le comté de Levack et la mine Crean Hill; les échantillons qui viennent de Levack montrent des surfaces de clivage d'une largeur de deux pouces. Plusieurs autorités sérieuses pensent que la texture grossière du minerai plastique est plus riche que les variétés au grain fin, mais on doute que cette règle existe partout ailleurs dans la région, puisque dans la plupart des mines, même lorsque ce minerai est riche, ce clivage de base peut à peine être remarqué. Sur les surfaces fraîches le minerai est d'un gris acier brillant avec un reflet de bronze, mais change ensuite vivement en une coloration distincte de bronze.

La pyrrhotine de Sudbury semble varier beaucoup en magnétisme; quelques échantillons sont peu magnétiques, affectant à peine l'aiguille de la boussole, pendant que certains échantillons provenant des environs du lac Bleu, sur la zone Est, montrent une polarité particulière et attirent la limaille de fer. Généralement les petits fragments de pyrrhotine n'affectent l'aiguille de la boussole qu'à de très petites distances. La cause de cette variation n'a pas été déterminée, mais il est possible que la magnétite finement disséminée joue un rôle dans la plupart des variétés fortement magnétiques. Il arrive que des quantités considérables de magnétite se trouvent mélangées à la pyrrhotine, et la différence de force du magnétisme des deux minéraux permet de les séparer magnétiquement par un travail minutieux.

Comme la pyrrhotine pure contient 60% de fer, elle surpasse en pourcentage beaucoup de minerais exploitables de ce métal et peut être regardée comme une source possible de fer aussi bien que de nickel. Le seul essai qui a été tenté dans ce sens a échoué cependant. Au début le minerai de la mine Gertrude, était ordinairement exempt de pyrites de cuivre, et était fondu sur une petite échelle pour la fabrication du ferro-nickel par la Lake Superior Power Company, après avoir été grillé lentement, et l'anhydride sulfureux SO_2 servait pour la pulpe de sulfite. Cependant, on remarquait que les pyrites de cuivre augmentaient tellement à mesure que la mine se développait, que le procédé fut abandonné. Une petite quantité de cuivre ne fut plus regardée comme spécialement nuisible à l'acier, et il est probable que ces dépôts se trouveront assez insignifiants en cuivre pour être employés de cette manière. Le minerai de l'une des mines de la zone septentrionale paraît être convenable pour cette fabrication.

Si la chalcopyrite trouvée avec la pyrrhotine n'était pas si intimement mélangée, comme le fait se produisit dans la plupart des cas, les deux minéraux pourraient être séparés magnétiquement.

Comme la pyrrhotine de Sudbury contient toujours de petites quantités de roche ou des minéraux constituant la roche, même après un choix min-



Plaques polies de pyrrhotine avec pentlandite et chalcopyrite: Minerai de Copper Cliff.
D'après MM. Campbell et Knight. X 50 au microscope.
Pyrrhotine: surface foncée et grossière.
Pentlandite: pâle dans les Nos. 1 et 2.
Chalcopyrite: pâle aussi, au haut du N^o. 4.

utieux, 40 à 45 pour cent de fer est probablement tout ce que l'on peut espérer retirer des mines exploitées sur une grande échelle; mais ce rendement équivalait à celui de beaucoup de minerais ferrugineux qui sont maintenant exploités et fondus dans d'autres parties du globe.

PYRITE.

Les pyrites de fer Fe S_2 se trouvent dans beaucoup de mines; leur dureté, leur résistance aux influences atmosphériques, leur faible coloration jaune cuivre, les fait vivement distinguer de la pyrrhotine. Elle peut être plus répandue qu'on ne le suppose, disséminée dans la pyrrhotine. A Blue Lake et dans d'autres endroits, des octaèdres de pyrite bien conformés se trouvent encastrés dans la pyrrhotine, mais dans la plupart des cas, cela arrive dans les masses séparées, souvent comme une partie des veines traversant les dépôts de minerai et par conséquent plus antérieurs. Dans le dernier cas ils ne contiennent pas de nickel, comme on l'a reconnu, par exemple, dans un essai de pyrite cubique trouvée avec du quartz et de la calcite à la mine Elsie; mais de la pyrite unie à la pyrrhotine de la même époque semblent être nickelifères. Le professeur T. L. Walker y trouva 4·34 pour cent de nickel, 39·70 pour cent de fer, 49·31 pour cent de soufre, avec 5·76 pour cent de matière insoluble, dans la pyrite de la mine Murray; et il exprime l'opinion que le nickel remplace une partie du fer dans la pyrite vu que la quantité de soufre qui y est présente est trop grande pour tout autre composé de nickel que le Ni S_2 .¹ Dana mentionne aussi que le nickel et le cobalt remplacent quelquefois une partie de fer dans la pyrite ou se rencontrent comme mélange.

La pyrite est plutôt commune dans le grauwacke huronien rouillé et le schiste situé au sud de la roche éruptive de nickel, mais il n'est pas supposé renfermer du nickel quoique quelques-unes de ces bandes de faille aient été prises comme gisements avec l'idée qu'elles étaient réunies avec des projections de la zone.

La pyrite des veines nouvellement formées, traversant les gisements de nickel, est fréquemment bien cristallisée et souvent apparaît avec des faces de cubes et de dodécaèdres pentagonaux; mais la pyrite formant partie, à l'origine du minerai de nickel, semble généralement être un octaèdre ou encore comme la pyrrhotine, sans aucune forme de cristaux.

MARCASITE

Le genre rhombique sous forme de marcasite, se montre dans un certain nombre de mines, remplaçant largement de temps en temps la pyrrhotine comme le long des parties de la projection de Worthington au nord-est de la mine de Worthington. Quoique l'on n'y ait trouvé aucun cristal, la coloration blanchâtre et l'apparence générale du minerai démontrent qu'il n'est pas de la pyrite ordinaire. Un essai fait par le professeur T. L. Walker montre qu'il contenait 4·5 pour cent de nickel et une analyse plus approfondie du Dr. Hildebrand, du Service géologique des États-Unis, donne les résultats suivants:

Fer.....	38·36
Nickel.....	4·57
Soufre.....	45·11

Le reste des constituants du minerai étaient complètement insolubles excepté 2% de calcite. On suppose qu'un peu de polydymite est mélangée à la marcasite pour remplacer le nickel quoique rien ne le prouve.²

¹ Am. Jour. Sc., 3ième série, Vol. XLVII, pp. 312-314.

² C. G. C., 1890-91, SS.

Quoiqu'on ne trouve pas de cristaux près de Worthington, le professeur Walker mentionne avoir vu de beaux cristaux de marcasite près d'une veine étroite traversant le minerai de la mine Murray. Il ne contenait cependant pas de nickel, et était sans doute d'une origine plus ancienne que le nickel proprement dit, ayant un rapport similaire à celui des cristaux de pyrite mentionnés précédemment.

On ne s'attendrait même pas à trouver la pentlandite ou polydymite avec leurs petites proportions de soufre, intimement mélangées avec un composé de fer contenant deux atomes de soufre pour un de fer, de sorte que tout probablement le nickel trouvé dans la pyrite et la marcasite remplace réellement le fer dans ces minéraux avec la formule $Ni S_2$, comme l'a suggéré le Professeur Walker.

PENTLANDITE.

Le minéral, sans contredit, le plus important des dépôts de Sudbury, est la pentlandite $(Fe Ni) S$, étant donné que dans la grande majorité des cas, elle est considérée comme le vrai minéral nickelifère, néanmoins elle est vue plus rarement dans les minerais, et n'a pas été trouvée dans un grand nombre de mines. Un examen minutieux des minerais de Crean Hill et de Creighton la révèle souvent, et les vieilles mines Evans et Worthington en ont aussi fourni. La pentlandite de Sudbury est sans forme cristalline mais a un clivage octaédrique caractéristique qui la distingue de la pyrrhotine qui l'entoure, laquelle n'a pas en général de surfaces de clivage définies. Sur les surfaces fraîches, les deux minéraux ont presque la même couleur, et la pentlandite est difficile à reconnaître si ce n'est par un œil bien exercé; mais bientôt elle se décompose en un jaune cuivre qui se détache sur le fond bronzé de la pyrrhotine. Les surfaces de clivage ont parfois un diamètre d'un pouce ou plus, quoique ceci ne soit pas du tout fréquent.

Les proportions de fer par rapport au nickel dans la pentlandite sont très variables; le minéral tel que décrit primitivement par Scheerer contenant seulement 18.35 pour cent de nickel, alors que quelques échantillons de Sudbury renferment près de 40-pour cent du métal comme on peut le voir par les analyses suivantes:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Nickel.....	18.35	21.07	34.23	34.82	33.70	34.98	39.85
Cobalt.....			0.85	0.84	0.78	0.85	traces
Fer.....	42.70	40.21	30.25	30.00	29.17	30.04	25.81
Soufre.....	36.45	36.64	33.42	32.90	32.30	33.30	34.35
Cuivre.....	1.16	1.78					
Gangue.....			0.67				
	98.66	99.70	99.42	98.56	95.95	99.17	100.15

Les deux premières, analysées par Scheerer, sont de Lillehammer; la troisième est de Sudbury, analysée par J. K. Mackenzie (Dana, 6me édition, page 65); la IVe par le professeur Penfield; la Ve, la VIe et la VIIe par le Dr. Dickson.¹

La pentlandite fut aperçue pour la première fois, dans les minerais de Sudbury en 1891, par le professeur Walker, alors chimiste à la mine Murray, qui nomma un échantillon que lui envoya de Worthington "le Dr. Barlow, "Eisen nickel kies," le terme allemand désignant ce minéral."²

¹ Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1903.

² C. G. C., Vol. XIV, Partie H.

Comme la pentlandite est en pratique non magnétique et que la pyrrhotine est ordinairement attirée par l'aimant, il est plausible de penser que les deux minéraux pourraient se séparer magnétiquement; des essais laborieux en vue de cette séparation furent tentés par Browne, Barlow, Dickson et autres; mais on trouva que les minéraux étaient trop intimement mélangés pour permettre une séparation complète, excepté par des méthodes trop coûteuses pour être mises en pratique. Un rapport sur ce travail sera fait plus loin.

Quelques analyses font voir que la pentlandite contient de 78 à 85 pour cent de cobalt, expliquant la présence du cobalt dans la matte supérieure de la région. Les trois métaux unis intimement: fer, nickel et cobalt, se remplacent mutuellement, plus ou moins, dans leurs composés.

POLYDYMITE.

La polydymite, $Ni_4 S_5$ d'après Dana, provenant de Grünau, Westphalie, est un sulfure de nickel contenant une petite quantité de fer et une très petite quantité de cobalt remplaçant une partie du nickel.¹ Des échantillons analysés de la région de Sudbury contiennent de 15 à 18 pour cent de fer, mais comme ils ressemblent, sous d'autres rapports, au métal primitif; on peut aussi leur donner ce nom. Les proportions de nickel et de fer par rapport au soufre suivent de près celles trouvées pour le fer et le soufre dans la pyrrhotine, tandis que la pyrrhotine cristallise en formes hexagonales; la polydymite, comme la pentlandite, est isométrique. Il n'a pas été trouvé de cristaux; mais il y a un clivage cubique bien accentué rendant certain le système de cristallisation.

La polydymite de notre région est d'un gris fer, foncé, avec un beau lustre métallique sur les surfaces fraîches, mais elle se ternit rapidement et tombe bientôt en poudre au contact de l'air.

Le seul endroit où on l'a trouvée avec certitude est à la mine Vermilion, où elle est associée avec les pyrites de cuivre souvent intimement enchevêtrées, quoique des amas considérables puissent se rencontrer presque exempts de pyrite. Les analyses suivantes donnent sa composition:

	I.	II.	III.	IV.
Nickel.....	53.51	53.13	41.96	36.85
Fer.....	3.84	4.12	15.57	18.17
Cobalt.....	0.61	.....	.....	.....
Soufre.....	40.27	39.20	40.80	38.43
Antimoine.....	0.57	1.15	.....	.....
Arsenic.....	1.04	2.30	.....	.....
Cuivre.....	.....	.....	0.62	4.47
Silice.....	.....	.....	1.02	.....
	99.78	99.90	99.97	98.45

Les Nos. I et II sont de Grünau, faites par Laspeyres, et citées par Dana; le No. III de Clark et de Catlett,² et le No. IV de David Browne.³

Il est possible que la polydymite au lieu de la pentlandite remplace le nickel dans plusieurs des mines où le dernier minéral n'a pas été rencontré.

¹ Dana, 6ième édition, p. 75.

² Am. jour. Sc., Vol. XXXVII, 1899, pp. 372-4.

³ Engineering and Mining Journal, Vol. LVI, p. 566.

De ses relations du métal au soufre, elle accompagnerait mieux la pyrrhotine que la pentlandite ne pourrait le faire, et si elle était finement disséminée, on ne pourrait pas l'apercevoir dans la pyrrhotine.

Il serait surprenant que ce minéral se trouvât par centaines de tonnes en une mine et pas du tout dans les autres gîtes de la région.

MILLÉRITE.

La millérite, $Ni S$, est de tous les métaux le plus riche en nickel, en contenant, lorsqu'elle est pure, 64.6 pour cent. On pensait, au début du développement de la région, qu'elle était disséminée à travers la pyrrhotine, formant ainsi le véritable minerai de nickel; mais la découverte de la pentlandite dans plusieurs des mines rend ceci tout à fait improbable. La millérite a été signalée près de la mine de Copper Cliff par les Dr. Peters et Dr. Dickson, ce dernier la considérait en second lieu, après la pentlandite. On en a aussi rencontré à la mine Sheppard, lot I, Concession III du canton de Blezard, et le professeur Walker et l'auteur lui-même trouvèrent quelques cristaux lamellaires sur la halde de la mine Vermillon, il y a quelques années; mais c'est également sans importance comme source de nickel.

GERSDORFFITE.

Tous les minéraux mentionnés jusqu'ici sont des composés des mêmes éléments; nickel, cobalt, et fer avec soufre, mais en proportions variées et aux caractères physiques très différents. Dans d'autres régions où les sulfures prédominent, on y trouve aussi des minéraux arsénicaux; mais autant qu'on a pu voir, ils sont presque complètement dans le district de Sudbury, excepté sur quelques petits affleurements peu importants longeant la projection de Worthington au sud-ouest des mines Victoria. L'un de ces minéraux, la gersdorffite $Ni S As$, contient en même temps du soufre et de l'arsenic. Elle est blanche ou gris d'acier et d'apparence fortement métallique, contenant, lorsqu'elle est pure, 35.4 pour cent de nickel. Elle se trouve spécialement au nord-est de Worthington, où elle est plus ou moins mélangée à la nickelite. Un prospect qui en contenait a été nommée à cause de cela, la mine Gersdorffite.

NICKELITE OU NICCOLITE.

La nickelite, du nom allemand "Kupfer Nickel", $Ni As$, contient 43.9 pour cent de métal, et fut la source primitive du nickel. Cette couleur pâle cuivreuse et son beau lustre métallique en font un très joli minéral. Elle n'a été que rencontrée dans la région de Sudbury sur la projection de Worthington, principalement associée à la gersdorffite, mais n'a pas d'importance pratique comme source du métal.

CHALCOPYRITE.

En plus des sulfures contenant du nickel et du fer, il y a un minerai très important de cuivre presque invariablement présent, qui est la chalcopryrite ou cuivreuse pyrite, $Cu Fe S_2$. Au contraire de la plupart des minerais de nickel mentionnés ci-dessus, la chalcopryrite est presque constante dans sa composition, contenant à l'état pur 34.5 pour cent de cuivre, 30.5 pour cent de fer et 35 pour cent de soufre. La chalcopryrite vient après la pyrrhotine et la pentlandite pour la quantité; elles est toujours un composé du minerai plus visible que ce dernier

minéral, à cause de sa nuance vert airain prononcée et sa facilité à ternir en prenant une couleur iridescente. Les beaux cristaux de ces minéraux semblent manquer. Les pyrites de cuivre peuvent, ou être intimement mélangées à la pyrrhotine, ou former, par elles-mêmes, des masses considérables. Elles sont apparemment plus facilement dissoutes et déposées de nouveau que la pyrrhotine et sont, par conséquent, plus fréquemment rencontrées dans les fissures de la roche encaissante; on les trouve communément près des murs des gîtes de minerai ou associées aux masses de roche renfermées dans les sulfures; de sorte qu'en général le minerai rocheux contient une plus haute teneur de cuivre que le minerai riche en sulfures. Dans deux mines importantes, la Copper Cliff et la Crean Hill, le cuivre est présent en plus grandes quantités que le nickel, et aux mines Garson et Victoria, il est environ égal au nickel; mais toutes les autres mines renferment plus de nickel que de cuivre. Comme le pourcentage de cuivre dans la chalcopyrite est à peu près égal à la teneur en nickel de la pentlandite, nous pouvons en conclure, d'après la théorie usuelle, que la pentlandite se trouve en plus fortes quantités que les pyrites de cuivre dans la plupart des minerais, quoiqu'on la voit si rarement.

AUTRES MINÉRAUX DE CUIVRE.

La bornite et la chalcocite furent trouvées au début à la mine Vermilion, mais on ne les rencontra pas lors de l'ouverture récente de la mine, qui fut exploitée sur une grande échelle en 1910; elles se présentaient probablement comme minéraux secondaires formés par la surface des eaux et n'atteignant pas une grande profondeur. La malachite apparaissait aussi en taches vertes dans de nombreuses mines, mais elle est tout à fait superficielle, provenant de la décomposition des pyrites de cuivre.

Le cuivre natif a été trouvé souvent à la mine Vermilion et on l'a rencontré à des profondeurs pouvant atteindre 15 pieds; mais il est le plus souvent en pellicules légères trop fragiles pour être conservées. On ne peut douter qu'il n'ait été précipité de la solution de sulfate par quelque agent réducteur, probablement par une matière organique charriée par l'écoulement des eaux. La même chose semble aussi être vraie pour le cuivre natif signalé à la mine Copper Cliff, quoiqu'il ait été trouvé à mille pieds en dessous de la surface, ce qui rend son origine douteuse. Tous ces minéraux de cuivre sont d'origine secondaire, dérivés des pyrites de cuivre primaires.

MAGNÉTITE.

Quoique les sulfures prédominent considérablement sur tous les minéraux de Sudbury, les oxydes s'y rencontrent aussi, particulièrement la magnétite $Fe_3 O_4$, qui est quelquefois vue en cristaux éparpillés dans la pyrrhotite, et forment à l'occasion des masses de minerai pesant jusqu'à des tonnes, comme à la mine Clarabelle au nord de Copper Cliff; elle est fortement magnétique et n'est pas de la variété titanifère. Des cristaux remarquables dans la pyrrhotite, ont des formes octaédriques et autres, polies et un peu arrondies, comme si les arêtes aigues avaient été comme dissoutes. Dans le minerai d'un affleurement du canton Levack, les cristaux de magnétite s'élèvent au-dessus d'environ dix pour cent de la totalité; et des forages au diamant dans certaines parties de la zone nord ont mis à nu suffisamment de magnétite pour avoir l'importance d'un minerai de fer, si toutefois les dépôts sont d'assez grande dimension.

MAGNÉTITE TITANIFÈRE.

La variété de magnétite titanifère est presque toujours trouvée dans les roches basiques ignées et se rencontre fréquemment dans la norite contenant le nickel, qui se reconnaît par un bord blanchâtre de leucoxène autour des cristaux en plaques minces. Le professeur Walker a trouvé le minerai de fer titanifère en petites quantités dans la pyrrhotine de la mine Murray, mais il semble beaucoup moins commun dans le minerai que la variété plus magnétique mentionnée ci-dessus.

CASSITÉRITE.

La cassitérite ou oxyde d'étain, est le seul autre oxyde intéressant dans les minerais de nickel, mais elle se présente en quantités insignifiantes; elle a été vue seulement près de la mine Vermilion, où Messieurs Penfield et Wells la trouvèrent avec la sperrylite.

MINÉRAUX MÉTALLIQUES PLUS RÉCENTS.

À l'exception de la millérite et des minerais de cuivre autres que la chalcoppyrite, tous les minéraux mentionnés plus haut semblent être des portions primitives des dépôts dans lesquels on les trouve. Les plus importants sont : la pyrrhotine, la pyrite, la marcasite, la pentlandite et la chalcoppyrite, qui paraissent avoir été les constituants réguliers du magma de la norite-micropagmatite qui s'est déposée lentement au fond de la masse fondue, semblable à la matte séparée de la scorie provenant des fourneaux de réduction. Ils sont, dans un sens, des minéraux constituant la roche, alliés avec la magnétite et les silicates de la norite, situés sur sa lisière inférieure ou basique, et ayant leur position actuelle avant le refroidissement final de la nappe de la roche éruptive. Il y a eu là quelque nouvel arrangement depuis ce temps, spécialement dans les dépôts de projection; mais les substances dissoutes transportées et replacées provenaient de la norite elle-même, et ne furent pas déplacées bien loin de leur source. Elles ne sont pas mélangées avec les minéraux formés par l'eau, tels que le quartz et la clacite. Cependant, elles sont d'un autre côté dans la plupart des dépôts de minerai, des veines antérieures de formation aqueuse caractéristique, contenant du quartz, des carbonates et un peu de sulfures métalliques autres que ceux décrits plus haut.

La pyrite ou marcasite, la galène, le blende de zinc et la molybdenite se trouvent dans certaines veines de plusieurs des mines, spécialement sur les projections. Les mines de Creighton, de Crean Hill, de Copper Cliff et Garson en contiennent; et on en trouverait probablement en d'autres endroits, en faisant des recherches.

Ces veines, ordinairement très étroites, coupent transversalement la norite et le minerai, elles se sont évidemment formées, dans des conditions totalement différentes, des textures typiques du minerai. Elles peuvent provenir des roches sus-jacentes ou sous-jacentes vu que les mêmes sulfures et minéraux de gangues ont été trouvés dans le schiste et le grauwacke huroniens qui les supportent, ainsi que dans la roche sédimentaire du bassin, au-dessus de la phase acide de la roche éruptive de nickel.

La blende de zinc de coloration brun noirâtre et de texture grossière se rencontre assez souvent à Crean Hill, elle est même connue à un ou deux autres endroits. C'est le seul composé de zinc connu.

La galène est quelque peu plus commune et se présente en quantités considérables à la mine Garson; une veine de plusieurs pouces d'épaisseur traverse le gisement. Elle est en cristaux grossiers. On la trouve égale-

ment à Copper Cliff et à Creighton en de très petites proportions, semblant toujours déposée antérieurement au minerai. On a pensé que la galène qui se présente dans quelques-uns des minerais, peut expliquer la présence de petites quantités d'argent qui se trouvent dans la matte; mais la galène se trouve trop peu fréquemment et est trop irrégulièrement répartie pour avoir quelque importance dans ce cas, étant donné surtout que les échantillons analysés avaient une basse teneur en argent.

La molybdénite a été trouvée une seule fois, près de la projection Worthington, qui contient une plus grande variété de minéraux que toute autre partie de la région.

GAZ NATUREL.

Dans la mine de Copper Cliff, dans les niveaux inférieurs, on a observé un gaz combustibile sans odeur, mais aucun examen sérieux n'en a été fait. On a pensé que c'était un agent réducteur capable de produire le cuivre natif, trouvé sur le 12e niveau de la mine.

Un peu de graphite a été recueilli sur la halde de la mine Lady Macdonald, au nord de Copper Cliff. L'origine du carbone et des hydro-carbures est inconnue, à moins qu'ils ne soient dérivés en quelque manière du schiste jadis bitumineux qui recouvrait la roche éruptive de nickel.

LES MINÉRAUX OXYDÉS (DU CHAPEAU DE FER).

La pyrrhotine est aisément attaquée par les agents atmosphériques et la chalcopryrite, sous l'action de l'air, se ternit aussi bientôt et tombe en décomposition; c'est pour cela qu'un certain nombre de composés de fer, de nickel et de cuivre y sont formés, pour la plupart peu résistants. Celui qui est familier avec la région de nickel peut se souvenir de l'odeur de couperose particulière des dépôts de nickel surtout par les temps humides.

La première phase du procédé est la formation des hydro-sulfates des trois métaux, qui peuvent souvent être aperçus semblables à des croûtes ou sous forme de petits glaçons là où il y a des masses de minerai suspendues ou en saillie. Les sulfates complètement hydratés sont d'un vert bleuâtre, mais tournent au blanc, par perte d'humidité. Ces sulfates sont des composés tout à fait éphémères méritant à peine le nom de minéraux. Ils sont très solubles et donnent leur coloration vert bleuâtre particulière à l'eau des étangs qui recouvrent les minerais où remplissent les excavations des mines abandonnées. Le principal sulfate est donc forcément celui de fer, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (mélantérite ou couperose); mais ceux du cuivre, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (chalcanthite), de nickel, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (morénosite), et probablement aussi celui de Cobalt, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (biébérite) doivent aussi se rencontrer.

La phase suivante est la formation de la limonite, sesquioxyde hydraté de fer, qui est le produit oxydé typique de la région. Que deviennent les sulfates de nickel et de cuivre, on l'ignore, quoique à l'occasion une pellicule de malachite verte se trouve là où le minerai est riche en cuivre. Aucun composé secondaire permanent de nickel n'a été signalé jusqu'ici dans la région.

Le chapeau de fer rouge brunâtre est le signe le plus caractéristique des dépôts de nickel des zones, et là où le chapeau oxydé est très répandu et épais, il se trouve très certainement sous lui du minerai d'une égale importance. La limonite est un minéral très stable qui se trouve souvent en petits monticules ou collines, mais très peu d'années suffisent pour transformer le minerai formé de pyrrhotine sur les haldes de la mine en une masse de débris rouillés dont la plus grande partie de cuivre et de nickel a été emportée

par les eaux. C'est pour cela qu'il est insensé d'ouvrir des dépôts sur une grande échelle avant que le minerai soit requis pour la fonderie, à moins qu'il ne puisse être mis à couvert.

Des millions de tonnes de nickel et de cuivre ont probablement été dissous, et entraînés par l'écoulement des eaux de la région, depuis sa première exposition à l'air à l'époque Paléozoïque; et cette longue phase d'usure ne semble pas avoir eu pour résultat la concentration des métaux dans des dépôts exploitables secondaires. Ils sont probablement passés en solution dans la mer, et sont à jamais perdus pour l'homme.

MINÉRAUX DES MÉTAUX PRÉCIEUX.

Tous les minerais de Sudbury contiennent de petites quantités de métaux précieux, mais on en trouve rarement dans les minéraux. L'or natif a été trouvé au début sur le chapeau de la mine Vermilion, qui fut d'abord prise pour une mine d'or, et bientôt après on en recueillit à la mine Victoria à un mille ou deux à l'ouest. On en a trouvé aussi un peu à Crean Hill quand la mine fut découverte. Quant aux autres métaux précieux: argent, platine, palladium, la source d'un seul d'entre eux, le platine, est connue.

SPERRYLITE.

La sperrylite, $Pt As_2$, arséniure de platine, fut d'abord obtenue près du chapeau de fer de la mine Vermilion, et plus tard près de la mine Victoria, appelée alors propriété McConnell. Ce nom lui fut donné par MM. Wells et Penfield, en honneur de Mr. F. L. Sperry, chimiste de la Canadian Copper Company, qui leur en avait envoyé pour l'examiner. Le minéral fut trouvé lors du concassage et du lavage de la matière pour obtenir de l'or dans un petit moulin à bocard où il fut recueilli avec l'or sur un feutre où la pulpe passait. Sa couleur brillante argentée et son lustre naturel surprirent les chercheurs d'or.

Elle cristallise en cubes minuscules et en octaèdre avec quelques autres formes du système isométrique; elle est très dure (de 6 à 7) et résiste parfaitement à l'action atmosphériques. Son poids spécifique est 10.6; on la rencontre concentrée avec l'or dans les débris du chapeau de fer au-dessus des dépôts de minerai. La moyenne de deux analyses faites par Messrs. Wells et Penfield lui donnent la composition suivante:

Arsenic.....	40.98
Antimoine.....	0.50
Platine.....	52.57
Rhodium.....	0.72
Palladium.....	trace
Fer.....	0.07
Cassiterite ($Sn O_2$).....	4.62
Total.....	99.46

La sperrylite des minerais est principalement contenue dans les pyrites de cuivre et peut être obtenue en dissolvant le dernier minéral avec un acide tel qu'indiqué par Mr. Mickle, et plus tard par le Dr. Dickson, mais elle se montre plus parcimonieusement dans d'autres sulfures, comme dans la polydimitite. Ce minéral n'a pas été trouvé dans d'autres mines, quoique le platine obtenu de la matte provenant de leurs minerais révèle sa présence.

On a reconnu que le palladium se présente dans les minerais de Sudbury en plus fortes quantités que le platine, mais aucun composé de palladium n'a encore été découvert. On ne tient compte de l'argent que s'il se trouve dans les pyrites de cuivre.

Provenance des Minerais.

D'après la description précédente, il est évident que dans la plupart des mines de Sudbury, les minerais sont peu nombreux et très peu variés; la pyrrhotine, la pentlandite et la chalcopryrite en constituent presque exclusivement la majorité; et même ces trois minéraux ne se présentent jamais en forme de cristaux. En outre, nous savons qu'elles sont invariablement associées avec une seule roche, la norite, qui a un aspect aussi régulier que les sulfures et se mélange avec eux en toutes proportions. L'association est si frappante que le géologue cherche inévitablement une connexion causale entre eux; on peut même ajouter que tous les géologues qui ont étudié les relations sur le terrain sont convaincus que la connexion causale est une ségrégation magmatique. La masse fondue de roche éruptive était chargée de sulfures de fer, nickel et cuivre, qui se séparèrent avant que le refroidissement fut complet.

Il est cependant intéressant de constater que certains métallurgistes et autres qui ont étudié les minerais, principalement dans le laboratoire ou au microscope, ont une opinion tout à fait différente, et sont d'avis que les minerais ont été apportés par les eaux, et remplacent les minéraux constituant la roche.

Le premier à émettre cette opinion dans un sens décisif fut le Dr. Dickson¹ qui étudia les coupes de roches et de minerai; mais le travail de MM. Wm. Campbell et C. W. Knight, illustré de nombreuses microphotographies de plaques polies, est le plus important peut-être, dans ce sens.² Par l'étude d'échantillons du minerai des nombreuses mines de Sudbury, de même que pour ceux de la Norvège des autres régions, ils ont démontré d'une manière concluante qu'un ordre de succession caractérisé peut être reconnu parmi les sulfures, la pyrrhotine étant la plus vieille, la pentlandite la suivante, et la chalcopryrite arrivant la dernière. Là où se trouvent des roches minérales en formation l'ordre suivant est remarqué: la magnétite, les silicates la pyrrhotine, la pentlandite et la chalcopryrite.

Ces résultats peuvent être acceptés sans discussion, par ceux qui ont foi dans la théorie magmatique, étant donné que l'étude des plaques polies démontre simplement la disposition définitive des minéraux. Ceci ne peut pourtant par nous renseigner sur l'origine de ces minéraux, si ce n'est qu'en affirmant qu'une certaine quantité de débris de pyrrhotine ait permis à la chalcopryrite ou à la pentlandite de s'infiltrer dans les fissures; mais la provenance des minéraux plus récents est encore un problème à résoudre. La théorie de ségrégation magmatique s'applique à tous les minerais, les séparant plus ou moins complètement de la roche, fondue, mais ne nie point qu'il y ait eu de nouvelles dispositions entre eux; on voit donc que les deux théories se complètent et sont en harmonie.

De nombreuses preuves en faveur de la théorie magmatique sont données par le Dr. Barlow,³ qui semble avoir été le premier à en venir à une telle conclusion, quoiqu'un nombre d'autres, tels que von Foulton, Vogt, Adams, Browne, Walker, Kempt, et l'auteur de cet ouvrage, aient argumenté en sa faveur.

Il serait superflu d'insister ici sur l'évidence de la théorie magmatique, étant donné que la plupart des géologues et ingénieurs en mines qui s'intéressent aux gisements de Sudbury sont déjà persuadés de son exactitude. Dans le cours du rapport suivant sur la région, la rectitude de la théorie deviendra claire sans aucune addition formelle aux arguments.

¹ Trans. Am. Inst. Min. Eng., 1904, p. 36.

² Econ. Géol., Vol. II, No. 4, 1907, pp. 350-366.

³ C. G. C. Vol. XIV, Partie H.

Roches associées avec le Minerai.

Les pyrrhotines de Sudbury renferment toujours de petites quantités de roches minérales en formation comme le feldspath pyroxène et le plagioclase, et ces dernières peuvent augmenter jusqu'à ce que les silicates équivalent en quantité aux sulfures, alors le mélange peut se nommer pyrrhotine-norite. De telles roches intermédiaires se trouvent dans chaque dépôt de minerai, autant qu'on a pu s'en assurer, ce qui forme une transition vers la norite ordinaire. Dans les échantillons récents, il y a quelques globules ou mouchetures de sulfures dans la pyrrhotine, et de la chalcoppyrite en moindre quantité, on les voit disséminées dans la roche grise ordinaire. Quand les sulfures sont exposés à l'air, ils se dissolvent ou se transforment en oxyde de fer, et la surface brunâtre de la roche est tachetée de limonite ou contient beaucoup de trous rouillés d'où les sulfures ont été enlevés. Cette surface criblée de trous caractérise la norite voisine des gisements de minerai. On trouve souvent quelques globules de minerai ou de petites cavités rouillées dans la roche, à des centaines de verges plus loin et parfois aussi à un mille ou deux de la lisière basique de la norite. Cela sert souvent de guide pour l'exploration du terrain, car aucune autre roche de la région ne possède la même particularité. Pour cela et pour d'autres raisons, la pyrrhotine est presque toujours associée à des pyrites de cuivre et peut être regardée comme faisant partie de la succession de produits de différenciation de la grande nappe lacolihique mentionnée au commencement.

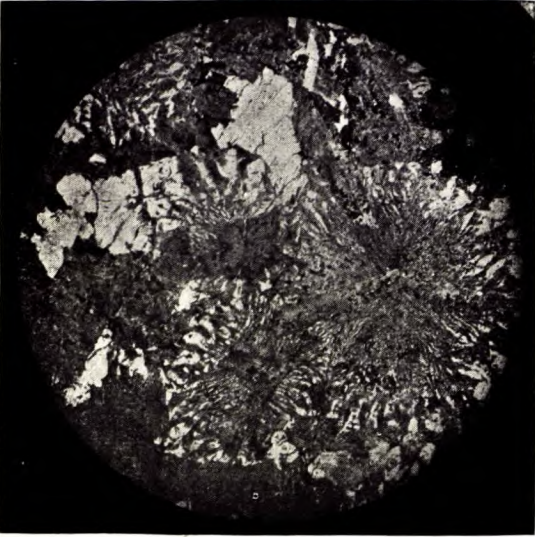
La norite de la lisière basique qui accompagne le minerai varie grandement en fraîcheur et en aspect, aussi faut-il que le prospecteur ou l'ingénieur minier possède une certaine expérience pour la reconnaître, dans les différentes localités. La norite typique de la zone méridionale est plutôt grossière; c'est une roche massive gris foncé, dans laquelle on peut distinguer un peu de biotite brune et du quartz bleuâtre en globules clairsemés, quoique le volume de la roche soit nettement constitué de feldspath gris et d'un minéral gris plus sombre ou verdâtre en quantités plus petites. Le minéral plus foncé a souvent le caractère de la hornblende, aussi, dès le commencement, le nom de diorite fut-il donné à la roche, et la plupart des prospecteurs emploient encore ce terme. Cependant on a reconnu que des échantillons récents contenaient deux variétés de pyroxène, l'augite ordinaire et l'hyperstène; la dernière s'y trouve d'habitude en quantités considérables, de sorte que la hornblende est évidemment d'origine secondaire. Le fait que la roche nouvelle est de la norite et non de la diorite ou du gabbro, a été prouvé, d'abord, par le Baron von Foullon¹ qui visita la mine Murray en 1891, et confirmé par le Dr. F. L. Walker, deux ans après, sur la même mine et sur la mine Blezard.² Ce fait fut du plus grand intérêt, car il permettait de placer les dépôts de Sudbury sur le même rang que ceux de la Norvège, explorés antérieurement par le professeur Vogt.

Au cours du travail du Dr. Barlow et de l'auteur de cet ouvrage, la présence de la norite fraîche a été démontrée dans beaucoup d'autres endroits, y compris la grande mine Creighton, et les minéraux constituants sont souvent trouvés intacts lorsqu'ils sont en contact avec les masses disséminées du minerai.

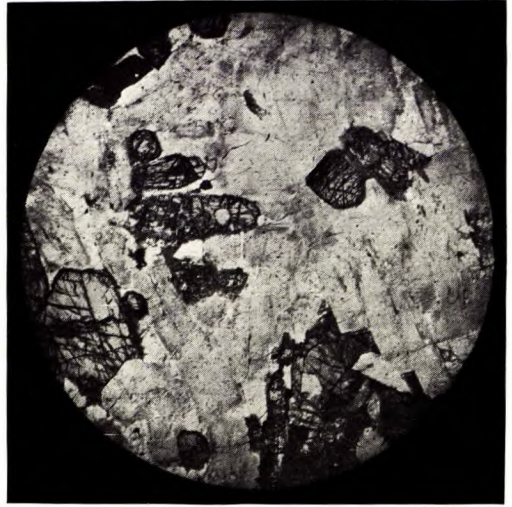
Dans les plaques minces de la pyrrhotine-norite, le minerai lui-même, lorsqu'il n'est pas affecté par les derniers changements, est groupé avec la plupart des minéraux basiques comme on peut s'y attendre. Il adhère

¹ Jarbruch der K. K. Geol. Reichstnstatl, Vienne, 1892, pp. 233-310.

² Quâr. Jour. Geol. Soc. Vol. LIII, pp. 40-46.



1.—Micropegmatite.
Lumière polarisée X 10
Quartz, pâle, andésine, gris pâle;
hornblende, gris foncé.



2.—Norite: mine Creighton.
Lumière ordinaire X 10
Labradorite, gris pâle;
hypersthène, gris plus foncé.



3.—Pyrrhotine-Norite X 10.
Labradorite gris pâle; hypersthène gris foncé;
pyrrhotine noire.

souvent à la magnétite, les deux minéraux opaques formant une masse unique, ou il peut encore renfermer la magnétite ou en être entouré. Il est trouvé le long de l'hypersthène ou augite en cristaux, et encastré dans le mica, ou à côté de celui-ci. Il peut cependant se trouver entre les minéraux foncés et les feldspaths.

Là où la roche est moins altérée, les contours des masses minérales sont aussi tranchants et apparemment aussi peu dérangés que ceux des autres minéraux; et on doit conclure, naturellement, que la pyrrhotine prit sa position de la même manière que les autres minéraux formant la roche. Tous sont remarquablement frais même les hypersthènes, qui sont ordinairement parmi les premiers des silicates attaqués et réarrangés.

Quand l'hypersthène commença à se transformer en hornblende fibreuse, la pyrrhotine et la chalcopyrite montrèrent cependant quelque dérangement, en pénétrant dans les fissures des minéraux adjacents partiellement décomposés. Pour quelqu'un qui n'est pas familiarisé avec les associations géologiques générales, cela peut lui paraître un déplacement, quoi qu'il n'en soit pas ainsi en réalité; c'est un simple arrangement de substances déjà présentes dans la roche, et non pas un transport de matières à quelque distance, devant prendre la place d'ingrédients qui ont été dissous.

Même dans les spécimens fortement décomposés de la roche où les pyroxènes sont transformés en uralite, les globules de minerai se trouvent complètement encastrés, souvent éloignés l'un de l'autre, et le microscope ne montre pas de chenaux à travers lesquels les solutions aient pu s'infiltrer. Chacun admet qu'une certaine quantité de solution et qu'une disposition nouvelle soient survenues dans plusieurs des dépôts de minerai, mais ce fait était de la nature d'un nouvel arrangement des minéraux rocheux et non une introduction de nouvelles substances. C'est en conséquence parfaitement en harmonie avec la théorie approuvée de la ségrégation magmatique.

Adoptant cette théorie et admettant aussi que la pesanteur joua un rôle prépondérant dans la séparation du minerai d'avec la roche, comme elle sépare la matte de la scorie dans la métallurgie pratique, on peut tirer des conclusions pratiques de très grande importance. Les principaux gisements de minerai se rencontrent là où eurent lieu les dépressions les plus considérables dans le plancher sur lequel la norite fondue reposa comme pour concentrer le minerai dans un endroit au lieu de lui permettre de s'étendre en nappe mince sur un fond uni. De plus, là où l'épaisseur du magma fondu était plus grande, on rencontrera une accumulation plus considérable de minerai, en supposant qu'il y eût une dissolution apparente dans le magma primitif. Ces deux faits ont été prouvés d'une manière conclusive par les travaux sur le terrain.

D'un autre côté il serait inutile de chercher du minerai sur les déviations du mur en haut et en bas, vu que les sulfures fondus se déposent dans les cavités de chaque côté. Ceci est également confirmé par les résultats obtenus en exploitant les terrains. Il est alors évident qu'un travail minutieux de la limite de la norite et de l'épaisseur des différentes parties de la nappe de la norite-micropegmatite, serait d'importance capitale pour déterminer la position et la dimension des accumulations de minerai.

On a prouvé que le minerai de nickel est toujours accompagné de norite, pour la bonne raison qu'il a formé une partie du magma ordinaire. Quoiqu'il n'y ait pas de minerai sans norite, l'inverse n'existe pas, puisqu'il y ait de grandes étendues de norite avec peu ou point de minerai, en conformité avec la disposition de la roche encaissante sous-jacente comme on l'a vu plus haut.

La norite typique, grise et grossière, contenant un peu de mica et de quartz bleu, qui a été décrite plus haut, se montre le long de l'endroit le plus productif de la principale zone de nickel depuis la mine Victoria jusqu'à la mine Blezard; mais le long des autres parties de la lisière basique, la roche change quelque peu d'aspect, étant de coloration plus pâle, et montrant moins des deux minéraux accessoires. Dans quelques endroits, comme près de la mine Garson, elle a été entaillée et comprimée dans un schiste gris pâle qui ne contient rien des minéraux de norite primitif, et elle n'aurait jamais été reconnue comme appartenant à cette roche si le contact n'avait pas été suivi sans interruption de la région typique jusqu'au sud-ouest. Dans les zones nord et est la norite a un grain aussi grossier mais elle est d'une couleur plus pâle.

La lisière basique de la norite et les gîtes de minerais en bordure s'enfoncent partout vers l'axe central du synclinal et repose en discordance sur les bords tronqués des roches plus vieilles, qui peuvent être de toute nature sans influencer les gîtes du minerai. Dans la zone nord, la roche encaissante est principalement formée de gneiss granitoïde grisâtre ou rose, avec des bandes de schistes vert et des dykes de pegmatite caractérisant le gneiss laurentien de l'Archéen canadien. Dans la zone est, la roche souterraine est principalement formée de schiste vert et de diorite avec des dykes de granite probablement de l'époque du Keewatin. La roche encaissante de la zone méridionale présente la plus grande variété. Au commencement de l'angle sud-ouest du synclinal, il y a de la diorite et des granites entremêlés qui peuvent être de l'âge du Laurentien ou peut-être d'une époque plus récente. A la mine Chicago, les greenstones sont en grande partie remplacées par l'anorthosite gris pâle ou blanche suivie par les greenstones à la mine Victoria et à Crean Hill. A l'est de cet endroit, un granite plus ancien forme la limite pendant un mille ou deux, suivi par le greenstone que le granite a pénétré. A la mine Gertrude, une bande de roches volcaniques confuses, contenant une norite plus ancienne, s'étend presque jusqu'à Creighton où un gneiss granitoïde grossier gît sous la norite et le minerai. Des roches granitoïdes fines et grossières s'étendent depuis celle-ci jusqu'à la région de Copper Cliff, après quoi il y a d'autres roches volcaniques comprenant la norite plus ancienne et la lave ellipsoïdale. Puis viennent deux ou trois milles d'un granite à grain moyen, probablement plus ancien que la norite, auxquelles succèdent, à Little Stobie, des norites plus postérieures et des coulées de lave, qui atteignent la mine Blezard. Ensuite, la roche encaissante est principalement composée de greenstone avec un peu de grauwacke ou quartzite.

La norite et le minerai, le long des différentes parties de la limite, reposent sur au moins une douzaine de types de roche servant de mur au gisement, la plupart éruptifs mais variant en composition du granite acide à une norite très basique ou diorite, ne contenant pas plus de 50 pour cent de silice. Ces roches sont en partie des roches plutoniques grossières qui se sont refroidies à de grandes profondeurs, et en parties des coulées de lave. A certains endroits, le minerai apparaît aussi contre les sédiments. Aucune de ces roches n'a eu le plus léger effet sur la norite ou sur le minerai, autrement que comme base solide formant une surface irrégulière, sur laquelle le minerai et la roche pourraient se solidifier. La magma de l'éruptive nickelifère était de la même famille que le minerai, et la roche encaissante, plus loin et plus bas, était chose purement accidentelle, pouvant influencer la formation des masses minérales seulement par sa forme et autres propriétés physiques, et non pas par sa composition et ses propriétés chimiques.

Dans différents endroits, comme aux mines Murray et Creighton, le minerai et la norite ont un grain qui devient plus fin près de la roche encaissante au-dessous, ce qui prouve que celle-ci était alors froide et congela les matières fondues avec lesquelles elles venaient en contact.

TRANSITION DE LA NORITE A LA MICROPEGMATITE.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, il n'y a pas d'interruption entre la norite de la lisière basique de l'éruptive nickelifère et la micropegmatite de la lisière acide de la même roche. Si on la traverse à l'une de ses parties la plus large, par exemple près de la mine Creighton ou Murray, on passe du minerai à la pyrrhotine-norite en un ou deux cents pieds; puis au delà de quelque cents verges, on atteint la norite typique, la roche grise grossière, avec des taches de rouille où les globules ronds de minerai ont disparu sous l'influence atmosphérique comme il a été dit plus haut. Pendant un mille et demi ou deux, l'aspect de la roche change peu, sauf qu'elle contient peu ou presque pas de globules de minerai, et dans cet espace, elle se change quelque peu rapidement en masses arrondies, entourées de sable grossier et de gravier provenant de sa propre décomposition. Le microscope ne fait pas voir un changement notable sous ce rapport dans la roche, excepté une augmentation dans le quartz développé avec les feldspaths; mais au-dessus, la roche éruptive devient rougeâtre sur les surfaces exposées à l'action de l'air, et paraît comme une syénite brune, quoique le microscope montre principalement des plagioclases, comme le feldspath, avec une quantité considérable de micropegmatite entre les cristaux. On y remarque un peu d'orthose, quoique les analyses prouvent que cette phase de la roche contient presque autant de potasse que de soude.

La variété rouge grossière se rend rarement jusqu'à la lisière acide, où la roche ordinaire se transforme en grains plus fins, de coloration grise ou verdâtre, et souvent tant soit peu schisteuse; c'est pourquoi on l'a désignée sur les cartes comme gneiss ou schiste Huronien. Les cristaux de feldspath vus au microscope sont de l'andésine aussi bien que de l'orthose ayant en général des formes lamellaires faisant penser à la structure trachitique. La micropegmatite a augmenté en quantité, et les cristaux d'andésine sont aptes à être enclavés dans une large bordure d'excroissances en panache de quartz et de feldspath, que l'on peu à peine apercevoir même avec les plus forts grossissements du microscope. Les analyses montrent peu de changement dans la composition chimique, à l'exception d'une légère augmentation de silice.

Types de gisements de minerai dans la région de Sudbury.

A l'époque où les minerais de Sudbury attirèrent l'attention pour la première fois, les ségrégations magmatiques étaient rarement reconnues comme des dépôts de minerai, et les termes en usage pour dénommer les gisements de Sudbury furent naturellement ceux qui s'appliquaient aux dépôts mieux connus qui avaient été formés par les eaux circulantes. On les nommait "veines", "stockwerks" ou "lentilles", suivant les formes qu'elles affectaient. Quelques-uns supposèrent, cependant, qu'ils pouvaient être des dépôts secondaires ou de contact et il y a des points que l'on peut trouver en faveur de cette supposition. Parfois, les dépôts ont des murs définis, et sont quelque peu en forme de veine, comme cela existe près des exploitations d'Orford, à Copper Cliff; et la plupart des masses minérales ont certaines de leurs parties qui ressemblent à des stockwerks où le minerai fait un réseau autour des débris de roche encaissante; mais dans les deux

cas, le minerai a pénétré dans les petites fissures pendant la fusion, sous la pression du magma sus-jacent. Les fissures elles-mêmes et les brèches dans lesquelles le minerai joue le rôle de pâte provenaient de la faille et de l'écrasement de la roche qui la supportait par suite des mouvements du magma nickelifère pour atteindre sa position actuelle.

D'autre part, les masses minérales ont parfois une forme lenticulaire grossière, bien qu'elles ne soient symétriques comme elles devraient l'être dans les lentilles typiques. La partie du côté de la roche encaissante peut se définir assez bien, mais celle qui va vers la norite n'a pas de limite définie.

Là où l'action secondaire des eaux d'écoulement est bien marquée, les minerais ont jusqu'à un certain point l'apparence de substances déposées par dissolution et dépôt secondaire, bien que cela soit erroné, vu que les minerais n'ont pas été introduits du dehors, mais ont été simplement réarrangés à l'endroit même de leur origine.

Les gisements de minerai ont souvent l'apparence de dépôts de contact, reposant comme le font ordinairement ces derniers dans l'intervalle de la roche encaissante comme le granite et la diorite, ainsi que l'immanquable norite; mais ce ne sont pas des dépôts de contact dans le sens usuel impliquant que la roche encaissante a été un réactif nécessaire pour opérer la précipitation du minerai.

Il y a toute évidence qu'aucun des termes qui précèdent, tirés des études des dépôts de minerai provenant de l'écoulement des eaux, ne s'appliquera convenablement aux masses de minerai ayant une origine aussi essentiellement différente que la ségrégation magmatique.

Dans le but de tourner cette difficulté, les deux principales variétés de gisement de minerai, situées dans la région, furent divisées par l'auteur de ce travail, en dépôts de "lisière" et en dépôts de "projection", termes n'ayant pas de relation avec ceux employés pour les dépôts formés par l'eau.¹

DÉPÔTS DE LISIÈRE.

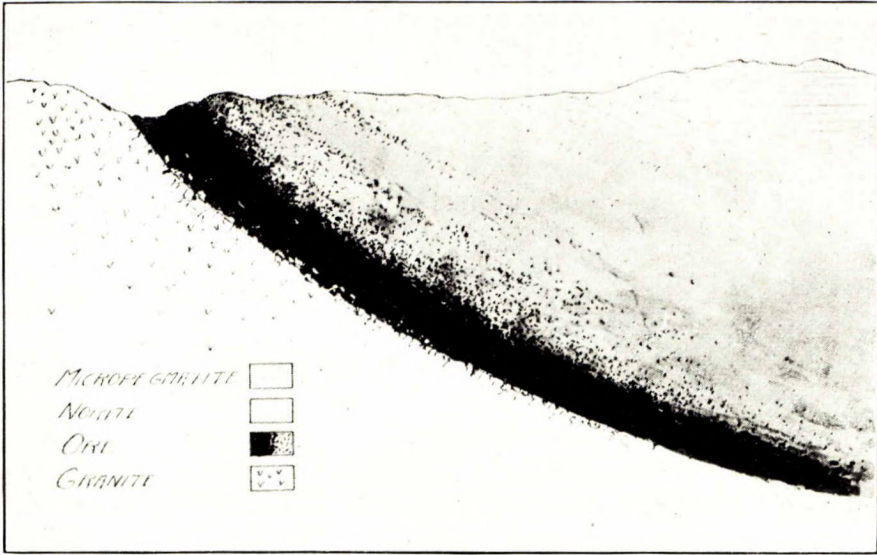
Un grand nombre des dépôts de nickel les plus importants se rencontrent sur la lisière basique de la norite, et se trouvent entre cette dernière et de la roche encaissante voisine. On les trouve ordinairement en nappes irrégulières, occupant les parties les plus basses de la roche encaissante, pénétrant toutes ses fissures et en renfermant des blocs de toutes formes et de toutes dimensions. Cependant, ils peuvent avoir un mur très distinct où la roche encaissante ne fut pas broyée par l'affluence du minerai et de la norite ou encore là où la faille a formé une surface polie de la roche encaissante contre le minerai.

Après une épaisseur variable de minerai pur renfermant très peu de minéraux rocheux, vient le mélange de roche et de minerai appelé pyrrhotine-norite, se transformant finalement en norite avec quelques globules de minerai. La lisière intérieure et supérieure n'est pas bien définie, elle se trouve simplement fixée là où la quantité de matière rocheuse présente est trop considérable pour être exploitée avec profit. L'épaisseur du minerai exploitable peut varier de quelques pieds à cent pieds ou plus, comme à la mine Creighton. La longueur varie également et s'étend de un ou deux cents pieds à sept cents pieds, ce qui équivaut à plusieurs fois son épaisseur. Souvent les extrémités s'amincissent sans cesser complètement, et une roche très rouillée peut relier un dépôt à un autre, comme le fait se produit aux mines Elsie et Murray, de sorte que plus ou moins de minerai s'étend à une distance d'un demi-mille ou plus.

La profondeur qu'atteignent les dépôts de lisière est inconnue. La mine Creighton a été découverte après un forage à sept cents pieds de la

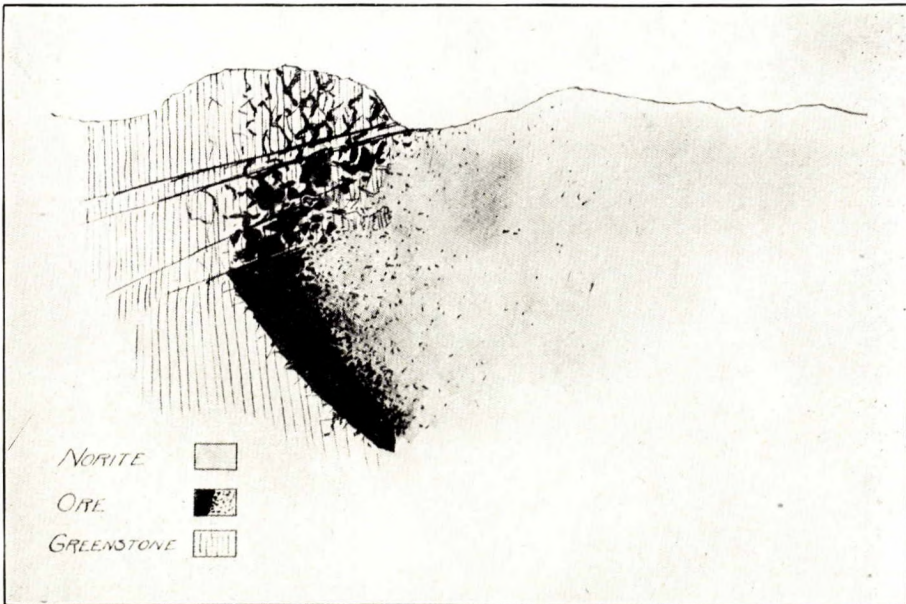
¹ Bureau des Mines, Ont., Vol. XIV, 1905, pp. 19, etc.

PLANCHE XII.



Dépôt de lisière type.

PLANCHE XIII.



Dépôt de lisière disloqué.

surface, et l'on reconnut, au moyen du forage au diamant, qu'elle s'étendait au moins à 900 pieds. Théoriquement, rien n'empêche de croire que ces gisements de minerai ne pénètrent indéfiniment plus bas, pourvu que la dépression de la roche encaissante se continue dans le sous-sol.

Les gisements de lisière s'enfoncent ordinairement suivant des angles modérés vers l'axe du pli synclinal, les inclinaisons observées sont ordinairement de 20° à 65° , avec une moyenne de 30° à 35° . A la mine Creighton, l'inclinaison du mur est de 34° dans la partie supérieure, et s'infléchit de 32° dans les niveaux inférieurs.

Etant donné qu'il existe des dépôts de lisière de tous côtés du bassin de nickel, il y a des gisements de minerai disposés dans chaque direction; ceux de la zone méridionale plongeant au nord ou vers le nord-ouest et ceux du nord s'enfonçant au sud-est; ceux de l'extrémité est s'enfoncent profondément à l'ouest, et réciproquement. Parfois la faille empêche la régularité de la disposition, mais en général, les dépôts concordent d'une manière bien surprenante avec l'aperçu qui vient d'être donné.

Ces gisements de minerai peuvent être symétriques suivant un plan vertical à angles droits, en ce qui regarde l'inclinaison, mais ils ne sont jamais symétriques par leurs côtés supérieurs et inférieurs, vu que le côté inférieur est généralement bien défini, tandis que le supérieur se perd dans la masse de norite. Il y a généralement un bon mur, mais pas de toit définie.

DÉPÔTS DE LISIÈRE DISLOQUÉS.

Depuis que l'on a fait le relevé précédent de la région, deux dépôts très intéressants ont été ouverts, faisant apercevoir des caractères tout à fait différents de ceux des dépôts de lisière ordinaires, tout en étant si intimement liés à la lisière de norite qu'ils étaient, par leur position, des dépôts de lisière. Ces dépôts sont les mines Clean Hill et Garson.

Dans chaque cas, le dépôt a été formé ou au moins commencé comme la lisière ordinaire typique, occupant une cavité dans la roche encaissante sous-jacente; mais les failles récentes de différence nature ont charrié des masses de roche encaissante au-dessous ou à l'intérieur de la lisière basique de la norite, confondant les relations et donnant naissance à un minerai beaucoup plus riche en cuivre que celui des mines de lisière ordinaires.

Pendant la dislocation, la roche encaissante a été plus ou moins écrasée ou divisée en blocs grands et petits, et le minerai pénétra entre les blocs par des fissures, soit alors en sulfures fondus ou plus tard par l'écoulement des eaux. Comme la chalcopyrite est partout le plus transportable des sulfures, elles s'y introduisit en plus grande quantité que la pyrrhotine. Des quantités extraordinaires de quartz, de carbonates, de sulfures de zinc ou de plomb, sont trouvées dans ces deux mines comme résultat des eaux d'écoulement, et ces dernières opérations ont joué un grand rôle dans la plupart des autres gisements de minerai de la région soit de lisière ou de projection.

DÉPÔTS DE PROJECTION (OFFSETS).

Le terme projection (offset) fut introduit pour s'appliquer aux gisements de minerai liés aux projections en forme de dykes, de l'arête basique de la norite, et aux masses plus ou moins séparées de minerai et de norite n'étant pas visiblement reliées avec le gisement principal de la roche, mais constituant pour la plupart des ramifications souterraines. Le Dr. Barlow préfère séparer les gisements isolés de minerai comme troisième type; et il y

a de bonnes raisons pour cela;¹ mais le rôle général des deux est tellement similaire qu'ils peuvent être discutés ensemble.

Les dépôts de lisière occupent des dépressions de la roche encaissante sous la norite, mais souvent ces baies ou dépressions se terminent en forme d'entonnoir, dans des projections ressemblant un peu à un dyke, quoique plus souvent irrégulières dans leur forme et leurs contours. A cause de cette irrégularité et aussi à cause des interruptions fréquentes dans ces bandes de norite et de minerai, il semble préférable d'employer le mot "projection" plutôt que celui de dyke pour les décrire.

On peut penser que la roche encaissante du sous-sol a été brisée et écrasée dans beaucoup d'endroits par effondrement, pendant le déplacement de la roche en fusion au-dessous, et aussi par l'action mécanique de la nappe laccolitique qui s'étalait au-dessus de celle-ci. Les fissures et les passages tortueux qui séparaient les blocs furent submergés par la norite, très fluide, et le minerai agissant sous la pression de trois milles de masse magmatique et de roc massif. Le mur de la norite fortement chargé de sulfures s'infiltra dans chaque conduit qu'il remplit et se fit une issue en plusieurs endroits à travers des zones de roche brisée, entraînant nombre de fragments arrachés sur son passage. Il se fit indubitablement un broiement des surfaces entr'elles, au cours de ce sus, ce qui explique les fragments de roches en forme de galets qui se trouvent dans le minerai.

Les projections peuvent parfois s'étendre avec continuité de la lisière basique de la norite à une distance d'un mille ou deux, comme à Copper Cliff ressemblant d'abord, à un entonnoir qui se rétrécit irrégulièrement, puis en une forme de dyke d'une largeur de cent à deux cents pieds seulement. A la fin, il se termine brusquement. Plus ou moins de minerai apparaît le long de la partie en forme d'entonnoir, ressemblant dans sa position aux dépôts de lisière mentionnés plus haut, tandis que le long de la projection étroite à partir de l'entonnoir, la norite contient beaucoup de minerai, et de petits gisements de minerai se présentent, mais ordinairement sans grande importance. Quand se termine la bande de pyrrhotine-norite, on peut cependant y voir un fort gisement de minerai important, dépôts de projection typique, comme à la mine No. 2, à Copper Cliff. C'est comme s'il y avait eu un arrêt du progrès, ayant permis aux sulfures de s'y accumuler.

Après une interruption plus ou moins longue de roche encaissante stérile, la norite et le minerai réapparaissent ici en petits gisements isolés, là en affleurements allongés, avec la plus grande partie du minerai à leur extrémité.

Ces affleurements séparés peuvent s'aligner d'une manière définie, comme dans la projection de Worthington ou peuvent être disséminés tout à fait irrégulièrement, comme à Copper Cliff, vu que l'arrangement provient des accidents des conduits où furent refoulés minerai et magma. Leur relation a été exprimée très justement par le Dr. Peters qui les compare à des "saucisses" attachées par une corde, mais avec un long bout de corde entre les saucisses."²

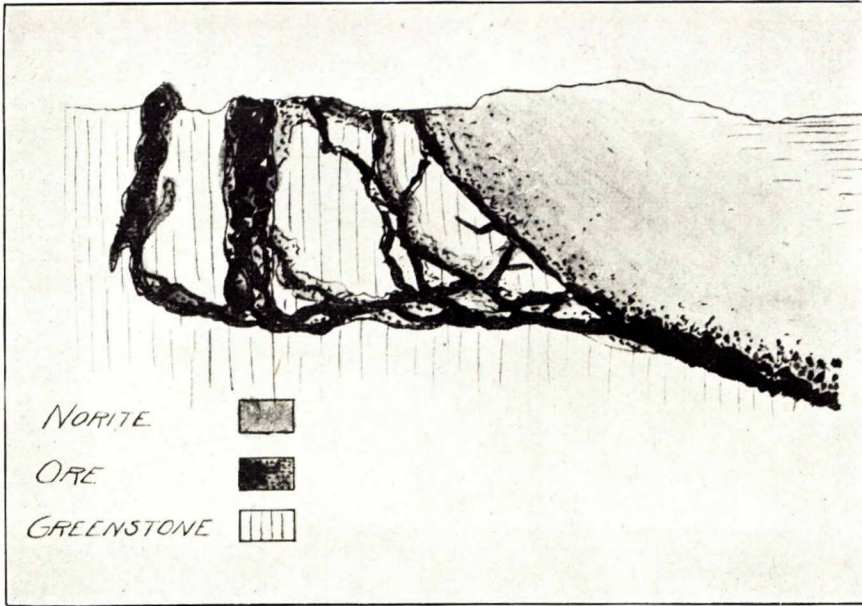
Le mot projection est employé pour la série complète des affleurements qui peuvent être de petite étendue avec dépôt unique de minerai, ou de grande étendue renfermant autant que quatre ou cinq gîtes distincts, et contenant en tout une centaine de mille tonnes de minerai.

Comme on peut s'y attendre, lorsqu'une dépression se termine au-dessus de la lisière basique d'une projection, il ne s'y trouve pas de dépôts de lisière

¹ C. G. C., Partie H, Vol. XIV.

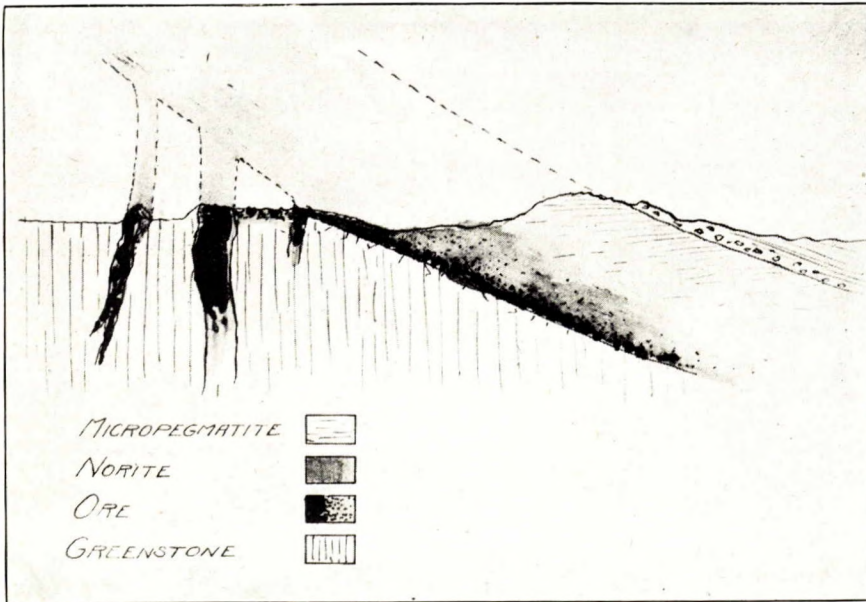
² Mineral Resources of Ontario, p. 104.

PLANCHE XIV.



Arrangement possible de dépôt de projection.

PLANCHE XV.



Arrangement possible de dépôt de projection.

importants, la plupart du minerai s'étant arrêtée devant les différentes obstructions et devenant des dépôts de projection.

DÉPÔTS DE PROJECTION EN COLONNES.

Au point de vue de la forme, les dépôts de projection typiques diffèrent complètement des dépôts de lisière décrits dans une page précédente. Ils peuvent être passablement symétriques comme ils paraissent à la surface, et ont ordinairement un plus long diamètre dans la direction de la projection, et un diamètre plus court dans sa largeur. Parfois le minerai peut remplir presque la largeur totale entre les murs de la roche encaissante, quoiqu'il existe toujours plus ou moins de norite tachetée par le minerai qui lui est associé. Lorsqu'on les approfondit, au cours des opérations minières, on s'aperçoit que ce sont les gisements les plus extraordinaires du monde, et on peut les considérer comme tout à fait uniques à la lueur des développements récents.

Dans le dernier rapport sur la région nickelifère, le dépôt de Copper Cliff fut reconnu comme s'enfonçant à mille pieds sans interruption, semblable à un tuyau ovale avec des diamètres variant de 50 à 200 pieds, et une inclinaison de $77\frac{1}{2}^{\circ}$ au nord-est.

Depuis ce temps, les deux gisements de minerai de la mine Victoria, quoique plus petits en diamètre, ont été approfondis à 1,400 pieds, sans aucune indication qu'ils ne pouvaient se continuer indéfiniment. Ces deux petits cylindres de minerai de plus de 1,400 pieds de longueur sont tout près l'un de l'autre, mais ne se rencontrent jamais, ce qui ne peut s'expliquer facilement que par la théorie magmatique, et cette continuité à une si grande profondeur ne fut pas soupçonnée dans les études antérieures de la région.

Le cylindre beaucoup plus considérable de la mine N^o. 2 à Copper Cliff, atteint une profondeur de 700 pieds, s'enfonçant presque verticalement. Comme forme et comme disposition, ces dépôts curieux nous rappellent tant soit peu les conduits diamantifères du Sud Africain, quoique avec des diamètres beaucoup plus petits et un remplissage qui était beaucoup plus liquide que les substances volcaniques des terrains diamantifères.

Le contenu de ces gisements, en forme de tuyaux, diffère considérablement de celui des dépôts de lisière, étant plus rocheux, comme on a pu le voir; ils contiennent ordinairement plus de minerai de cuivre, aussi bien que des métaux précieux, tels que l'or, l'argent, le platine et le palladium. La matière rocheuse est principalement tachetée de norite, mais elle contient aussi des débris de roche encaissante, avoisinantes souvent assez bien arrondis. A cet endroit, l'action ordinaire de l'eau est plus visible que dans des mines de lisière et souvent une certaine quantité de quartz et de carbonates rouillés est mélangée avec le minerai, probablement comme derniers effets des eaux magmatiques.

Le mode par lequel ces colonnes de minerai, relativement étroites et presque verticales, atteignent leur position actuelle, dut être complètement différent de celui qui a été suggéré pour les dépôts de lisière où le minerai s'est arrangé par la gravitation en étangs dans les concavités de la roche encaissante au-dessous. C'est probable qu'après une semblable séparation la partie la plus basse et la plus liquide de la masse pulpeuse, a été dans un sens, injectée dans chaque issue apte à recevoir la pression hydraulique de la masse fondue rendue encore plus lourde par les sédiments épais recouvrant le bassin.

On pourrait supposer naturellement que les sulfures les plus denses et les plus liquides s'enfoncèrent du sommet dans des ouvertures qui s'offrirent dans la roche encaissante; dans ce cas, les colonnes disjointes du minerai peuvent avoir été alimentées par des conduits supérieurs, aujourd'hui

déplacés par l'érosion terrible à laquelle la région a été soumise. Cependant, d'un autre côté, il est possible que la partie la plus fluide du magma, la pyrrhotine-norite, pénétrant par toutes les fissures produites par l'effondrement de la roche sous-jacente, s'éleva d'en dessous, par la pression hydraulique, et put dans un sens, percer des trous à travers les zones concassées de la roche sus-jacente.

La dernière explication est celle qui paraît la plus plausible, bien que nos connaissances ne soient pas encore assez complètes pour émettre une conclusion définitive. Quelle que soit leur cause, ces colonnes de minerai, presque verticales, peuvent se distinguer de toutes les autres comme un type tout à fait particulier, qui peut être appelé "projections en colonnes."

Le mot "tuyau" eût été plus approprié et plus descriptif que celui de "colonne," mais son usage antérieur pour les "tuyaux diamantifères" a un sens défini tout à fait différent, qui le rendrait impropre dans ce dernier cas.

PROJECTIONS PARALLÈLES.

Il y a un autre type de projection avec des caractères très différents du type à colonnes, que l'on pourrait considérer comme la plus grande masse de minerai de nickel du district et du monde entier, c'est la projection Frood Stobie. Dans ce cas, on ne peut pas observer de communication avec la lisière basique de la norite; autant qu'on peut le voir à la surface, la bande de minerai est sans aucune liaison avec la zone principale de nickel.

La projection Frood-Stobie a un parcours presque parallèle à la lisière basique, mais à une distance variant de $\frac{3}{4}$ de mille à un mille et demi au sud-est. Le minerai ressemble plus à celui d'un dépôt de lisière qu'à celui des projections ordinaires, et le gisement de minerai plonge à un angle de 60° vers la lisière basique. C'est une longue nappe irrégulière qui renferme beaucoup de roche et sa liaison avec la lisière de la norite est probablement à une profondeur considérable au-dessous de la surface. La lisière de norite qui lui est parallèle montre peu de minerai en comparaison; les sulfures qui lui appartiennent ayant été entraînées à travers un ensemble compliqué de fissures au dépôt de Frood-Stobie. Par forage au diamant on a pu voir que le minerai s'étend au nord-ouest, sous la roche encaissante, à une profondeur de plus de 1,000 pieds, et aux points les plus bas, il s'aplatit distinctement vers la lisière basique de la norite. Aucun autre dépôt de ce genre n'a été découvert jusqu'ici, seulement la zone de minerai de Frood-Stobie est si importante et si distincte des autres types, qu'elle mérite de former par elle-même une catégorie spéciale.

Les deux types de dépôts peuvent être définis succinctement comme suit:

TYPES DE DÉPÔTS DE MINERAI DE SUDBURY

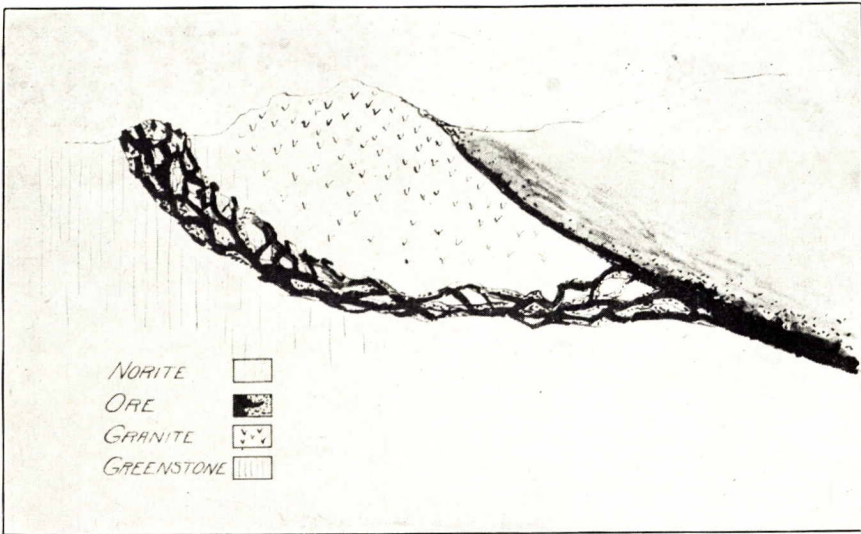
En lisière—*a.* Plongeant vers l'axe du bassin—minerais contenant comparativement peu de roche et deux autant de nickel que de cuivre.

b. Lisière disloquée—irrégulière comme forme et caractère—mélangée ordinairement à beaucoup de roche et renfermant autant de cuivre que de nickel, quelquefois plus.

Projections—*a.* Projections en colonnes, gisements à peu près cylindriques presque verticaux et s'enfonçant très profondément. Minerai habituellement riche en cuivre et en métaux précieux.

b. Projections parallèles—non en colonnes, mais en mappe s'enfonçant intérieurement vers l'arête basique. Minerai comme celui des dépôts de lisière ordinaires.

PLANCHE XVI.



Dépôt de projection parallèle.

Dépôts particuliers de la région nickelifère de Sudbury.

Ayant discuté les relations générales de la nappe laccolihique de Sudbury aux gisements de minerais nickel et cuivre qui y sont associés, et ayant déterminé les genres les plus importants des gisements de minerai trouvés dans le district, les dépôts particuliers peuvent dès lors être considérés en détail. Comme ils sont liés intimement à l'extérieur ou bien à la limite extérieure ou basique de la norite, il serait nécessaire de suivre cette lisière de point en point jusqu'au bord du pli synclinal de forme elleptique nous occupant non seulement des dépôts déjà exploités ou supposés aptes à être exploités, mais aussi aux autres points intéressants, quelques-uns de ceux-ci n'étant pas d'importance économique, mais ayant une portée réelle en vue de l'histoire et de la structure de la région.

Dans ce but, les différentes zones seront considérées non pas dans l'ordre de leur importance, mais de manière à englober l'ensemble sphérique de la lisière basique de la norite. Comme l'exploration et le développement des gisements de minerai sont intimement liés à certains caractères géologiques, ceux-ci devront être décrits succinctement le long des portions de la lisière où aucun gisement de minerai n'est connu. Le levé commencera à l'extrémité sud-ouest du pli synclinal et suivra sa lisière à l'est et au nord le long de la zone méridionale ou de la zone principale de nickel, puis au nord le long de la zone est, ensuite à l'ouest et au sud-ouest le long de la zone nord, pour arriver enfin au point de départ de la limite sud-ouest du pli synclinal.

MINE SULTANA.

A la limite sud-ouest du pli synclinal, se trouvent des particularités inaccoutumées vu que la norite s'étale sur les collines des roches anciennes, de sorte que la limite des deux est pour ainsi dire impossible à déterminer. La lisière basique a donc un contour plus irrégulier que dans la plupart des autres parties de la région nickelifère. Sur l'une des cartes les plus anciennes, on a glissé rapidement sur cette partie de la lisière, car son importance ne paraissait pas bien notable, quelques affleurements s'y rencontraient à peine, vu la nature boisée de la région. Depuis ce temps, le feu et le bûcheron ont enlevé presque tout le bois; et l'été dernier, on a pu faire le travail sur le terrain avec beaucoup plus de détail.

La roche encaissante sur la limite sud-ouest, se compose de diorite mélangée, probablement de l'époque du Keewatin, et pénétrée de granite, peut-être laurentien, s'élevant en collines précisément au sud-ouest et à l'ouest d'une vallée marécageuse dans laquelle on aperçoit quelques collines de norite. Les versants de collines sont par-ci par-là tapissées de lambeaux de minerai dans les cavités, et de la norite au grain fin se montre en morceaux sur le front des collines, en partie comme une pâte renfermant des masses de diorite. Quelques-uns de ces lambeaux de norite sont à cent pieds à l'ouest du chapeau de fer qui recouvrait les gîtes de minerai. Il est évident que la roche sous-jacente était fortement broyée, vu que la norite et le minerai la pressèrent pour sortir, de sorte que les substances solides et fondues furent mélangées d'une manière bizarre.

Au sud-est des affleurements de minerai, un poteau de fer marque la limite séparant les lots 7 et 8 dans la concession VI du canton de Drury, et la majeure partie du minerai se trouve dans le lot 8, concession I du canton de Trill. Les chantiers d'exploitation furent mesurés à partir de ce point lors d'un premier examen de la propriété, et l'on remarqua que trois petits puits avaient été creusés à environ cent verges à l'est de la ligne entre les lots 7 et 8, à des distances de 13, 19 et 22½ arpents, au nord

de la limite entre les cantons de Drury et de Trill. Le puits le plus profond s'enfonce à 110 ou 120 pieds, et il se trouve une quantité considérable de minerai sur la halde. Un trou de sonde à l'est du dernier puits montre trente pieds d'argile et de sable, puis de la norite suivie d'un peu de minerai, et finalement de la diorite avec plus ou moins de minerai.

En outre des petits gisements de minerai mis au jour par le puits sur le versant de la colline, il y a de minces bandes de minerai sur les talus supérieurs s'étendant sur neuf chaînes à partir d'un emplacement situé un peu au nord de la borne cornière et atteignant une hauteur de 117 pieds au-dessus de la vallée. Le minerai se montre dans un ou deux endroits le long du versant de la colline au sud de la ligne de concession, dans le canton de Drury, quoique en quantité de peu d'importance, de sorte que le chapeau de fer où le minerai s'étend à une distance de 30 chaînes (trois-huitièmes de mille) du nord au sud, le long du versant de la colline.

Les nappes minces et irrégulières de minerai plongeant vers l'est à des angles variant de 12° à 35° ou 40° , ces derniers plongements se dirigeant vers le pied de la colline.

Aucun des gîtes de minerai exposés par dépouillement ou se trouvant dans les petits puits, ne semble important, mais il est possible qu'il s'en trouve de plus forts en dessous du marécage qui s'étend vers l'est au pied de la colline. Le fait que la norite se projette comme une baie considérable dans la roche encaissante semble favorable, mais la largeur totale, puis l'épaisseur probable de la roche éruptive en cet endroit, ne sont pas très grandes, ce qui peut être considéré comme un mauvais indice. Comme on peut le voir sur la carte, la lisière acide de la roche éruptive s'étend vers l'ouest, du lac Cameron, avec une largeur d'environ un mille et trois quarts seulement pour toute la roche éruptive, de sorte que l'épaisseur probable du magma, d'après lequel le minerai eût pu se déposer, est beaucoup moindre que dans la plupart des autres parties du bassin.

La mine Sultana est séparée de la mine Sultana-Est par une route marécageuse d'où se projette une colline de norite. A un demi-mille à l'est des travaux qui viennent d'être décrits, une colline similaire de greenstones mélangés s'élève brusquement du terrain marécageux, faisant face au nord-ouest et au nord, et contenant des lambeaux et des nappes de chapeau de fer et de minerai le long de ses flancs et à sa base, plongeant à 55° ou 40° sous le marais. Il s'est fait du dépouillement, çà et là le long du talus, sur une distance d'environ 230 verges. Cet affleurement est précisément dans le canton de Trill, dans les lots 7 et 6, mais la lisière de norite se dirige maintenant au sud dans le lot 6 et entre dans le comté de Drury montrant toujours quelques taches de chapeau de fer, mais pas de minerai.

Sur la cime des hautes collines s'étendant comme un promontoire vers le nord, et dans le marécage, il y a beaucoup de lambeaux de norite de base comme sur la colline ouest de la mine principale Sultana, ce qui indique que l'éruptive nickelifère couvrait autrefois toute la région, probablement à une profondeur d'environ un mille, d'après la plongement et la largeur de l'affleurement à la mine Sultana-Est. Depuis elle a été complètement enlevée par l'érosion, avec le minerai qu'elle pouvait contenir excepté si l'on excepte les lambeaux précités.

Le minerai à la mine Sultana, autant qu'on peut le voir sur la halde bien décomposée, était principalement de la pyrrhotine, laissant apercevoir très peu de chalcopryrite. Les maisons, construites quand le travail se faisait à la mine principale Sultana, ont été brûlées à l'exception d'une, aujourd'hui en ruines, mais le chemin qui conduit à la voie ferrée à Worthington, à six milles au sud-est, a été conservé en bon état par les compagnies

d'exploitation du bois, qui travaillent dans Trill et dans d'autres cantons environnants, au nord.

Quittant la mine Sultana est, on retrouve la lisière basique de la norite avec plusieurs petites irrégularités, pendant environ un demi-mille au sud-est, après quoi les marécages étendus et les plaines la cachent à la vue.

LA MINE CHICAGO.

La limite de la norite près du granite d'apparence laurentienne et du gneiss, est de nouveau en vue à une distance d'un mille et un quart au sud-est, non loin de la mine Chicago, ou Travers, ou Inez, sur le lot 3, concession V du canton de Drury. Ici, le long de la route nord de la station de Worthington au lac Fairbank, un petit monticule de roches plus anciennes s'élève au-dessus du drift, contenant de la notire grise grossière, et quelques lambeaux rouilleux s'appuyant contre cette dernière. La mine est tout à côté de la route, à environ un tiers de mille au sud de la lisière. Le gneiss granitoïde entre les deux est fortement mélangé de greenstone formant une brèche broyée, et les gîtes de minerai se présentent dans cette dernière roche. Comme aucune relation n'a été établie entre la mine et la lisière de la norite, c'est évidemment une petite projection.

Vers le sud et à quelque distance à l'est et à l'ouest, le greenstone se change en gabbro très grossier, souvent blanc, suffisamment feldspathique pour se nommer anorthosite et mélangé à des variétés schisteuses et porphyritiques. Les travaux d'exploitation comprennent un petit puits à l'ouest de la route, une tranchée et un autre puits que l'on dit atteindre une profondeur de 160 pieds vers l'est. Tout près, sont situés les petits lits de grillage, et précisément au nord-ouest se trouve la fonderie où l'on réduisait le minerai grillé en matre. La maison de pension et le bureau sont situés près de la lisière basique de la norite au nord.

Le coke et les autres fournitures y étaient apportés pour la mine et la fonderie; la matre était expédié par tramway à rail unique (système Decauville), avec dormants et courroie de fer, sur lequel un cheval pouvait traîner des wagons oscillants sur le rail; mais cette voie est tombée en ruines depuis longtemps, elle est recouverte aujourd'hui presque entièrement par des buissons, le long de la route de Worthington, à quatre ou cinq milles au sud-est.

Selon Mr. Barlow, on commença l'exploitation de la mine en 1891, et la plus grande partie du minerai provenait de tranchées ouvertes, dont l'une avait soixante pieds de long et trente pieds de largeur et de profondeur, et une autre quatre-vingt pieds sur quarante pieds avec trente pieds de profondeur; 3,500 tonnes de minerai ont été retirées et fondues jusqu'au moment où la mine fut fermée en 1892, mais dans l'année suivante, un peu avant que l'établissement fut de nouveau fermé, un peu de minerai fut extrait et transformé en matre. Elle fut finalement réouverte en 1896, par la "Trill Nickel Mining and Manufacturing Company," sous le nouveau nom de mine Inez, et fermée de nouveau avant août 1897.

Il semble que les dépôts de minerai aient été trop faibles pour mériter qu'on y installe une usine complète d'exploitation et de réduction. Cela est probablement dû à ce que la lisière basique de l'éruptive nickelifère y est presque en ligne droite sans aucune dépression en entonnoir apte à amasser un grand gisement de minerai.

DE LA MINE CHICAGO A LA MINE VICTORIA.

Sur trois quarts de mille, au sud-est de la mine Chicago, la lisière de la norite se perd sous les marais et le drift, bien que des collines de la roche grise à grain grossier s'élèvent à un mille au nord-est. La limite paraît

suivre la base d'un monticule très escarpé de greenstones de différentes sortes; et auprès de l'angle sud-est du lot 2, concession V de Drury, la norite se montre elle-même de nouveau, avec plusieurs taches rouillées; on l'aperçoit alors sous forme de colline assez élevée. Près de la ligne de démarcation séparant les concessions 4 et 5, la colline fléchit au sud jusqu'à un terrain bas, et la norite peut être vue mélangée de blocs de greenstone. Sur ce versant de colline, il y a des étendues considérables de chapeau de fer, et du déblaiement y a été fait.

Comme l'arête de norite se dirige, ici, du sud-est, presque vers l'est, et que la bande de roche éruptive y est large, les conditions sont favorables à un gisement de minerai; on pourrait même s'attendre à un dépôt de minerai, plus fort que tout ce qui a été révélé par le déblaiement et les petits puits, qui s'étendent sur un parcours de 200 à 300 verges. De cet endroit, la lisière basique s'avance presque à l'est vers la ligne de démarcation entre les cantons de Drury et de Denison, qu'elle traverse à quelques pas au sud de la concession V, mais au delà, elle est dissimulée sur une distance d'un demi-mille, sous le drift.

Dans le lot 12, concession IV du canton de Denison, un brusque monticule de grauwacke, avec une inclinaison verticale et une direction de 60° nord-est, peut être suivie durant environ un mille, bien que la norite soit trouvée à quelque distance au nord, mais on ne peut pas les apercevoir en contact. A environ un quart de mille à l'ouest de la ligne de démarcation entre les lots 12 et 11, et à un huitième de mille au sud de la concession V, la lisière de la norite s'aperçoit auprès d'une étendue de greenstone de basse altitude, ressemblant à un sommet recouvert de chapeau de fer, là où le minerai a été mis au jour dans plusieurs puits sur l'inclinaison méridionale de la colline comme dans le dernier cas.

Dans le lot suivant à l'est, près de la limite nord de la concession IV, et non loin de l'extrémité escarpée de la croupe de grauwacke, il y a un grand étalage du chapeau de fer et de minerai, où une demi-douzaine de puits et de tranchées ont été faits sur un gisement s'inclinant de 30° à 35° vers le nord. Ici, la disposition est tout à fait normale, la norite et le minerai occupant le terrain le plus bas et s'appuyant contre la colline de roche encaissante, qui est formée de grauwacke avec greenstone à l'est. Cette mine fut exploitée sur une petite échelle dans les dernières années, et deux larges fosses furent ouvertes en grande profondeur mais le minerai est en partie mélangée à des matières rocheuses, telles que greenstone et schiste vert avec un peu d'actinolite et un peu de quartz.

Au nord, la norite grossière est, en certains endroits broyée et cisailée en un conglomérat avec pâte schisteuse, et une veine de quartz de dix à quinze pieds de largeur, contenue dans un schiste vert au sud, fut exploitée il y a quelques années pour en obtenir le quartz nécessaire au garnissage des convertisseurs de la fonderie des mines Victoria; mais l'approvisionnement de quartz fut obtenu un peu plus tard près du village, et cette mine, située à un mille et demi à l'ouest, qu'on ne pouvait atteindre que par une route impraticable, fut abandonnée.

Le gîte de minerai décrit plus haut se présente sur une petite baie de norite; vers le sud, où la limite tourne au nord-est se conformant ainsi à la règle générale de la région de nickel.

Au delà de cet endroit, la lisière de la norite se dirige au nord-est, mais se trouve en grande partie cachée par les marécages, tandis que les roches du côté sud, telles qu'on les voit le long de la route carrossable de la mine Victoria, consistent principalement en greenstones et grauwackes, en mélange parfois compliqué. A un endroit, environ un demi-mille au nord de la concession IV, sur la démarcation séparant les lots 10 et 9, la limite de



Mine Victoria: hangar à minerai. Benne à minerai sur le câble transporteur.

la norite tourne au sud-est, mais les marais la cachent de nouveau en grande partie. Comme on peut s'y attendre, aucun minerai n'a été trouvé à l'intérieur de cette courbe de contact, mais lorsque l'on avance au sud-est vers la mine Victoria, le chapeau de fer apparaît là où la lisière de la norite rencontre les greenstones avoisinantes.

MINE VICTORIA.

A environ un tiers de mille au nord-ouest de la mine Victoria, vers la limite méridionale du lot 9 de la concession V, une bonne quantité d'affleurements et le puits N° 3 ont été approfondis; et un autre affleurement de minerai où une petite exploitation a été commencée se fait voir sur la ligne de démarcation entre les lots 9 et 8 à l'est du puits N° 3. Dans les deux cas, le greenstone a été broyé sous la roche éruptive et le minerai s'étend à 50 pieds ou plus dans les fissures au delà de la norite caractéristique, qui s'enfonce en s'éloignant des roches plus anciennes, de sorte qu'une bande de chapeau de fer recouvre une partie de la roche encaissante. Au-dessus du deuxième plan recouvert par le chapeau de fer, la lisière de la norite penche au sud-est de la mine Victoria, quoique la limite exacte soit recouverte par un terrain marécageux renfermant un petit lac au nord-est.

A travers le marais et le lac une chaîne de roches très rouillée, consistant principalement en greenstone, s'élève de vingt à trente pieds, s'étendant de la mine Victoria vers le nord-est, et un certain nombre de tranchées et de puits montrent des relations similaires à celles mentionnées plus haut, sur une distance d'un quart de mille, après quoi un terrain bas recouvre une fois de plus la lisière de la norite. Au nord du marais et de l'étang, on trouve le grès typique, puis la norite à grain grossier, et cela continue sans changement perceptible pendant un mille ou deux.

Sur chaque côté du bassin, qui vient d'être mentionné, nous trouvons la norite avec une frange de minerai s'enfonçant à l'intérieur sur un fond de greenstone éclatée, les deux bandes du chapeau de fer convergeant en forme d'entonnoir vers un endroit juste au nord des puits ouverts de la mine Victoria. Le terrain bas empêche de voir le tracé des deux côtés de l'entonnoir jusqu'à la mine, et il semble être séparé du principal gisement de norite par une petite étendue de roche encaissante. Ce puits ouvert et un autre plus petit au sud-est de l'amas de roche forment de petits dépôts de projection, provenant évidemment de l'accumulation du minerai au nord de l'entonnoir contenant la norite.

Les roches renfermant la mine à l'ouest, au sud et à l'est, consistent en greenstones de différentes sortes ayant l'aspect de diorite, hornblende, porphyrite et schiste vert, suivies au sud par du schistes ou grauwacke avec des bandes épaisses de quartzite, ces dernières roches étant bien stratifiées. Sur la halde de roches de la mine Victoria, il y a des débris de toutes ces roches, aussi bien que de la norite à grain fin et de l'actinolite résultant vraisemblablement de son altération; il est démontré que de petits dykes de diabase traversent le gisement de minerai oriental entre les huitième et dixième niveaux.

Les masses de minerai des deux côtés de l'entonnoir au nord-ouest et au nord-est plongent à environ 45° dans le marécage, et sont des dépôts de lisière caractéristiques, malgré leur petitesse, tandis que les deux gisements de minerai sont également des dépôts de projection types, s'approfondissant en colonnes brusquement inclinées, de forme quelque peu irrégulière, allant, dit-on, à une profondeur de plus de 1,600 pieds. Ils sont à environ 169 pieds l'un de l'autre et plongent uniformément à l'est, sous un angle d'environ 70° suivant le rapport de l'inspecteur de la mine.

Les ciels ouverts sont suivis vers le sud-est par deux petites collines recouvertes du chapeau de fer; l'une d'elles, où un puits a été creusé et une quantité considérable de minerai obtenue, est reliée, par un tramway avec le principal bâtiment du puits. Ce n'est pas certain, mais il est probable que cette projection décrit une courbe au sud-ouest et se continue comme la rangée de dépôts près de la mine Worthington. Elle peut aussi se joindre à la mine Vermilion, à un mille et demi au sud-est, et certains des prospecteurs locaux croient que l'alignement de dépôts de Worthington est relié aux mines Vermilion et Crean Hill, plutôt qu'à la mine Victoria; bien que l'espace libre qui les sépare soit long et sans aucune indication superficielle de connexion souterraine.

L'éruptive nickelifère a une largeur d'un peu plus de quatre milles et demi à la mine Victoria, ce qui n'est dépassé dans aucune partie de la nappe laccolithique, mais bien que la minerai de la projection soit riche, la quantité semble beaucoup moindre que l'épaisseur de l'éruptive ne le ferait supposer.

La mine Victoria, comme beaucoup d'autres mines de projection, présente des traces de récentes eaux circulantes par la présence dans le minerai, de quartz et de carbonates, et Mr. H. W. Hixon, le premier gérant de la mine, est fermement convaincu que le dépôt est dû entièrement à l'action aqueuse, et en fait, s'objecte à la théorie que c'est la ségrégation magmatique qui aurait provoqué les dépôts de nickel de la région. Cependant les preuves géologiques en faveur de cette théorie sont si écrasantes que tous les géologues qui ont fait des études sur le district sont convaincus de son exactitude.

La mine Victoria fut d'abord développée par Mr. Rinaldo McConnell, au moyen de dépouillements et de puits d'essai, ouvrant la surface recouverte par le chapeau de fer dont nous avons déjà parlé, et c'est pourquoi la propriété fut appelée mine McConnell.

En 1897, ce fut l'une des mines visitées par la section géologique de la British Association, après son congrès de Toronto, et l'obtention de l'or et de la sperrylite du chapeau de fer y souleva le plus grand intérêt. La sperrylite fut découverte précédemment dans le voisinage de la mine Vermilion, qui fut le deuxième emplacement renommé pour ce minéral, mais la mine McConnell fut la première mine distinctive de nickel où de l'or et du platine aient été trouvés, étant donné que la mine Vermilion avait été attaquée comme mine d'or et non comme mine de nickel et de cuivre.

Pendant la même année, Mr. G. R. Mickle fit un examen de la mine McConnell, et démontra que l'or et la sperrylite se trouvaient non seulement dans le chapeau de fer mais, comme on pouvait s'y attendre, également dans les sulfures non décomposés. Ses essais démontrèrent que le platine est principalement associé avec les pyrites de cuivre, quoique la pyrrhotine en contienne aussi. La moyenne des six échantillons de minerai solide donna un peu plus de 3 dwt. de platine et une trace d'or, tandis que la pyrrhotine, avec peu de chalcopyrite, donna beaucoup moins que la moyenne et un échantillon de minerai avec beaucoup de chalcopyrite donna 7 dwt. 12 gr. de platine et une trace d'or. Son essai le plus élevé montra 1 oz. 3 dwt. de platine et 3 dwt. d'or venant du minerai décomposé reposant sur le minerai solide¹.

En 1899, la propriété fut achetée par le Dr. Mond, et nommée mine Victoria, et en 1901, la mine et la fonderie furent mises en opération sous la direction de Mr. Hixon.

¹ Bureau des Mines, Vol. XIV, Partie III, p. 161

La fonderie fut placée sur le ruisseau Fairbank, à deux milles au sud de la mine, près du "Soo Railway" et le minerai fut transporté aux lits de grillage près de la fonderie par un tramway à câble d'une longueur de 11,000 pieds. Plus tard les lits de grillage furent transportés sur un terrain plat d'anciens dépôts de lac, à mi-chemin entre la mine et la fonderie, et les environs du village, qui s'était élevé près du chemin de fer, commencèrent à se relever de leur désolation causée par les vapeurs sulfureuses.

Le chemin de fer Algoma Central passe maintenant entre la mine et les lits de grillage, et avant longtemps, la vieille fonderie et le tramway à câble seront abandonnés, et le minerai sera transporté par voie ferrée à la nouvelle fonderie à Coniston.

Un peu au nord de la fonderie actuelle, une mine ou carrière a été ouverte pour le quartzite, qui servira de fondant, et aussi de garnissage pour les convertisseurs Bessemer.

LA MINE VERMILION.

A un mille et demi au sud-est de la mine Victoria, dans le lot 6, concession IV du canton de Dension, se trouve la mine Vermilion, qui touche la courte voie de chemin de fer qui relie l'embranchement "Soo" aux mines Victoria avec Crean Hill, à environ deux milles au nord-est du village. Le dépôt est une petite projection à plus d'un mille de la partie la plus proche de la norite, mais la texture de son minerai fait croire qu'il est ou était probablement relié, de quelque façon, avec la mine Victoria. Un petit lambeau de norite moucheté de sulfures s'élève sur une colline composée d'un mélange écrasé de lave ancienne (maintenant devenue du greenstone à structure ellipsoïdale), ainsi qu'un peu de felstite et de grauwacke; ces substances ont été broyées et roulées ensemble en formes de blocs avec de la norite et du minerai comprimé entre eux.

La mine Vermilion fut attaquée d'abord pour l'or en 1887, et l'année suivante un puits fut creusé par MM. Tough et Stobie, sur une petite veine de quartz, à 930 pieds au nord de la mine actuelle, et juste au dessus du chemin de fer de Crean Hill, le nom dérivant de la rivière Vermilion, qui coule au sud-ouest à deux ou trois milles. On creusa un puits de quarante pieds dans le filon de quartz et l'on trouva sur la surface un peu de métal précieux (fil d'or) ainsi qu'une certaine quantité dans la roche encaissante. Mr. B. Charlton, président de la "Vermilion Gold Mining Co.," déclare que plusieurs milliers de dollars d'or furent obtenus au moyen d'un bocardeur de prospection à trois pilons, pendant le fonçage du puits.

Le minerai riche fut alors bientôt épuisé, et l'on trouva de l'or dans le chapeau de fer sur la colline à la mine actuelle, lequel fut traité au petit moulin à bocards. Les ouvriers qui travaillaient furent étonnés de trouver l'étamine dont ils faisaient usage pour recueillir l'or brut parsemée de grains brillants d'un minéral blanc étain, que l'on a nommé depuis sperrylite, comme on l'a indiqué dans une page précédente. Etant donné que les propriétaires faisaient la recherche de l'or et non celle du platine, la mine fut vendue en 1890 à la Canadian Copper Company.

On trouva alors que le chapeau de fer contenait du palladium, aussi bien que du platine et de l'or, et la Canadian Copper Company essaya de vendre le minéral à différentes compagnies qui faisaient le commerce des métaux rares, telles que les maisons "Balbach & Co." et "Johnson, Matthey & Co." En 1896, ces deux compagnies déclarèrent que le minerai contenait de 6 à 9 onces de platine et de 8 à 14 onces de palladium. En 1897, une consignation de quatorze barriques (5 tonnes) de sable platinifère fut faite à Johnson, Matthey Company qui trouva que le traitement était

chose bien difficile, "car le minerai ne pouvait être lavé ni traité avec succès par aucun procédé à l'acide, et par fusion, les constituants du palladium étaient sacrifiés. Les constituants du platine ne pouvaient être obtenus que par fusion avec une forte proportion de minerai d'argent, ce qui augmentait considérablement le coût de sa séparation subséquente." En 1899, ils payèrent la tonne de minerai à un taux de £8 par tonne, et après déduction des différents frais, le produit net de la consignation fut \$22 la tonne. Une offre fut faite pour l'achat du minerai au taux de £9 5sh. par tonne, si l'on expédiait des quantités de cent tonnes ou plus, mais il ne semble pas qu'on leur en ait envoyé d'autres, probablement à cause des prix si bas, pour un minerai donnant une moyenne de 7 onces de platine et 11 onces de palladium par tonne. Le platine valait alors environ \$16.00 l'once.

Des négociations furent engagées en 1899 et en 1900 avec une compagnie française, sur le pied de 35 pour cent de la valeur des deux métaux, le palladium devant être regardé comme ayant une valeur égale au platine, mais apparemment sans résultat.

En 1902, une petite quantité de sable platinifère fut envoyée aux ateliers d'Orford, à Bayonne, et en septembre, dit Mr. A. Wadhams, des expériences sur la séparation des métaux précieux furent faites sous la direction de Mr. Hybinette. Ces expériences ne paraissent pas avoir donné de résultats, et finalement les produits furent traités avec la matte ordinaire nickel-cuivre, de sorte qu'on ne recueillit qu'un petit pourcentage de platine.

En octobre 1903, 155.65 tonnes de platine brut furent expédiées aux ateliers d'Orford, d'après les rapports officiels de Copper Cliff; et Mr. Browne déclare que 90 barils de chapeau de fer furent retirés, en 1903, contenant 6.88 pour cent de cuivre, 2.91 pour cent de nickel, avec 6.5 onces de palladium, 4.1 onces de platine, 4.3 onces d'argent, et 0.28 onces d'or par tonne.

Depuis que la sperrylite et l'or sont facilement séparés du chapeau de fer par le lavage, il n'y a pas de doute que la majeure partie du platine et de l'or pourrait avoir été recueilli au moyen de sluices et de berceaux, et c'est étonnant de voir que la "Johnson, Matthey & Co." certifie que le minerai ne pouvait être lixivié. La source du palladium est inconnue, vu que des analyses de la sperrylite montrent seulement des traces de ce métal.

En 1902, la Canadian Copper Company commença à extraire le minerai non décomposé, en creusant le puits principal à environ cinquante pieds, avec galeries dans différentes directions afin de suivre le minerai en profondeur, et l'on dit que 198.28 tonnes ont été expédiées en 1905. Ce minerai était très riche en nickel et en cuivre, ayant une moyenne de vingt à vingt-cinq pour cent des métaux combinés. Les essais faits apparemment en 1903, démontrèrent que le minerai contenait 4 onces d'argent, 4 onces de palladium, 1.5 once de platine et un tiers d'once d'or par tonne.

Un essai de chalcopirite débourbée, fait par Mr. Waern, dans le laboratoire de la Canadian Copper Company, en septembre 1909, montra une trace d'or, 0.79 oz. de platine, 3.62 oz. de palladium, 3.78 oz. d'argent, ce qui donne un total de 8.13 oz. par tonne des métaux précieux.

Le même chimiste obtint les résultats suivants par l'analyse de ces minerais:—

	Moyenne de minerai 6-11 sept.	Moyenne de minerai 12-18 sept.	Polydymite.
Cuivre.....	10.65	11.70	0.50
Nickel.....	8.80	15.15	0.50
Fer.....	18.30	20.70	42.35
Soufre.....	19.80	23.10	12.45
Silice.....	28.45	16.60	38.75
		Balance insoluble	94.45

Dans les trois dernières années, la mine située sur la colline a fourni une quantité considérable de minerai contenant beaucoup de polydymite et rapportant deux à quatre fois autant de nickel et de cuivre que la plupart des autres mines. Ce minerai a été en partie fondu séparément pour obvier à la perte, mais on rencontre des difficultés pour récupérer et séparer les métaux précieux qui y sont contenus, vu que l'or et le platine pouvaient être récupérés par les méthodes ordinaires du moulin à bocarder, mais on perdait le palladium, puisqu'on ne le trouve associé avec aucun composé défini, comme la sperrylite.

La découverte de l'or et de la sperrylite dans les deux mines Victoria et Vermilion, met bien en évidence leur intime liaison, quoiqu'il n'y en ait aucune indication à la surface, et il n'y a pas d'évidence positive qui puisse indiquer de quelle manière la petite quantité de norite et de minerai a pris cette position. Quelle que soit la manière dont les choses se sont produites, le minerai fut considérablement enrichi de métaux précieux avant d'atteindre la mine Vermilion.

Le minerai de la mine Vermilion est assez riche en nickel et en cuivre pour égaler certaines catégories de matte, et une grande partie de la production de la mine a été envoyée directement aux convertisseurs, sans fusion préalable, dans le four à chemises d'eau réfrigératrices. Le Bureau des Mines d'Ontario mentionne que 1,229 tonnes de minerai ont été extraites de cette mine, en 1910.

PROJECTION DE WORTHINGTON.

De petits affleurements de minerai apparaissent sur la mine Victoria, à environ six cents verges au sud-est des puits, et feu Mr. M. T. Culbert, mon assistant, lorsque la région fut inspectée en premier lieu par le Bureau des mines, croyait qu'une ligne circulaire de taches de chapeau de fer pouvait être suivie de point en point jusqu'à la projection de Worthington.

Le premier développement minier de la projection se trouve dans le lot 10 de la concession III du canton Denison, où deux puits furent foncés sur le mineral mélangé avec la norite tachetée. A un quart de mille au sud-ouest, juste au bord du lot II, et à 50 verges au sud d'un creek sinueux, il y a un puits plus grand à la mine McIntyre, où le minerai et la norite renferment de nombreuses masses arrondies de roche encaissante principalement, du greenstone près du pied d'une haute colline au sud qui se compose de greenstone et de diabase. Une grande partie de la contrée environnante est couverte de drift, mais des collines et des monticules de diorite, de schiste vert et de grauwacke s'élèvent fréquemment au-dessus du niveau général.

Près du sommet élevé de la colline, à cinquante pas au sud de l'ouverture, on a une bonne vue de la projection, et l'on aperçoit plusieurs collines couvertes de chapeau de fer presque en ligne avec le massif rocheux de Worthington, à deux milles au sud-ouest.

Les affleurements de minerai suivants sont aux mines Gersdorffite et Robinson, au-dessus de la limite nord-ouest d'un petit lac; immédiatement après avoir passé la démarcation entre les cantons de Denison et Drury, près de la limite nord de la concession II, se trouve la mine Howland où une excavation a mis au jour un intéressant conglomérat broué contenant des blocs de greenstone de deux ou trois pieds de diamètre enclavés dans le minerai. Un petit dyke de diabase traverse brusquement le gisement de minerai s'étendant du nord-ouest au sud-est.

Dè la mine Howland à la mine Worthington, sur une distance d'un mille, il existe une suite de collines tachetées de chapeau de fer, interrompue en un point par une bande irrégulière de diabase plus récente.

Cette rangée de petits affleurements de minerai est remarquable par un groupement intéressant de minéraux, renferment beaucoup de marcasite, et un peu de gersdorffite et de nickelite, déposées selon toute probabilité par l'écoulement des eaux et accompagnées par du quartz ressemblant à une gangue minérale. On ne connaît pas de sperryliyte auprès de cette projection, mais les minéraux arsenicaux de nickel avec du quartz, montrent peut-être une autre séparation de matières où les eaux bouillantes ont joué un grand rôle.

À la mine Worthington, qui est de beaucoup la plus importante comme gîte de minerai, sur la projection qui prend son nom, il existe un monticule bas, mais assez raide, de greenstone recouvert de chapeau de fer qui s'élève précisément au nord de la station sur la ligne "Soo." La mine, qui fut découverte pendant la construction de la voie ferrée, comme plusieurs autres mines dans le nord de l'Ontario, devint la propriété de la "Dominion Mineral Co." et l'exploitation fut commencée, selon le Dr. Barlow, en 1890, et continuée jusqu'en septembre 1894; deux puits y furent creusés: un à une profondeur de 175 pieds, et un autre à 100 pieds. On dit qu'environ 25,000 tonnes de minerai très riche furent obtenues et expédiées à la fonderie de Blezard pour y être traitées.

Lorsque la mine fut ouverte pour être examinée, quelques années après, les chantiers inférieurs furent trouvés remplis de glace, que l'on dut faire sauter avant de pouvoir l'enlever.

Ce fut dans le minerai de la mine Worthington que le Dr. Walker reconnut d'abord la pentlandite, le seul minéral de nickel important de la région de Sudbury; et son minerai n'a été surpassé en richesse que par le petit dépôt de la mine Vermilion. En 1891, un envoi de 123 tonnes contenait 10 pour cent de nickel et 3 pour cent de cuivre, et Mr. Attwood, le gérant, a déclaré qu'il fut expédié une quantité considérable de pyrites de cuivre choisies, renfermant 18 pour cent de cuivre et 2.5 pour cent de nickel.

Comme la gersdorffite et la nickelite, aussi bien que la pentlandite, se rencontrent à Worthington, cette mine peut être considérée comme ayant la plus grande variété de minerais de nickel que l'on connaisse dans la région. L'amas de roches renferme très peu de norite tachetée, mais une quantité considérable de roche d'actinolite, probablement un produit du réarrangement de la norite ou de quelqu'autre roche basique, provenant de l'écrasement et du cisaillement si prononcé, le long de la projection.

En continuant au sud-ouest, à travers la voie de chemin de fer de la mine Worthington, au puits de 60 pieds de profondeur a été foncé sur une colline recouverte de chapeau de fer, située à quelque cent verges au delà, et beaucoup de travail a été fait sur la ligne Totten, à environ un demi-mille

PLANCHE XVIII.



Cailloux de greenstone dans la pyrrhotine. Mine Howland.

plus loin, dans le lot 2, concession I du canton de Drury. Ici comme dans beaucoup d'autres cas, la pyrrhotine forme la roche-mère d'un conglomérat broyé. A un quart de mille au sud-ouest, le monticule tacheté de chapeau de fer oxydé de la mine Totten, s'enfonce dans un marais suivi d'un petit lac. Sur l'autre côté du lac, des taches rouillées s'étendent jusqu'au canton de Lorne, et celles-ci ont été suivies sur presque un mille au delà de la mine Totten, mais aucun gîte de minerai important n'a été trouvé dans cette extension.

Les roches encaissantes au sud-ouest de Worthington varient beaucoup; elles renferment: greenstone, grauwacke, schiste et quartzite; toutes se rencontrent en fragments arrondis ou en blocs, le long de l'étroite zone d'étirage avec de la norite au grain fin, et du minerai comme pâte. Cette projection a été suivie complètement sur une distance de quatre milles, presque en ligne droite, et représente une des zones principales de dislocation de l'époque où l'éruptive nickelifère atteignit sa position actuelle.

Cette rangée de dépôts, exception faite pour la mine de Worthington, a produit comparativement peu de minerai. Quelques centaines de tonnes ont été retirées de la mine Totten, pour des essais dans deux ateliers à l'ouest de la station de Worthington, dont l'un situé sur le versant escarpé de la colline au nord de la voie ferrée, était très grand, mais aucun procédé n'a donné satisfaction.

En plus des gîtes de minerai s'étendant le long de la projection, on connaît nombre de petits affleurements à différents endroits peu éloignés, et plusieurs de ceux-ci sur le côté nord des lots 5 et 6, concession III du canton de Drury, furent visités sous la conduite de Mr. Hermann, qui prêta également son concours pour l'inspection des mines situées le long de la projection. Il y a au moins huit affleurements visibles, quelques petits lambeaux de pyrrhotine et de chalcopyrite, s'étendant brusquement à l'est et à l'ouest, le long d'un groupe de hautes collines de greenstone et de grauwacke avec un peu de diorite. Plusieurs excavations ont été creusées dans le minerai, et dans un cas, un petit puits, mais la quantité de minerai qui a été aperçue n'était pas importante.

Beaucoup d'autres petits affleurements de pyrrhotine existent dans les cantons de Lorne et de Nairn, au sud-ouest, et l'on peut croire que la norite et le minerai de la projection ont été comprimés à travers un certain nombre de petits conduits, entre les blocs disloqués de la roche encaissante; ces conduits étaient trop étroits pour permettre à une forte quantité de magma de s'accumuler à une seule place.

En général, la direction de la projection doit correspondre à l'allure des roches sédimentaires et schisteuses adjacentes, et il n'y a pas de doute que le plan de brisure et de faille a été beaucoup influencé par la structure des roches sous-jacentes.

LA RÉGION DE CREAN HILL.

Au delà de la déviation vers le sud de la lèvre de la norite à la mine Victoria, la lisière basique continue pendant environ un mille au nord-est, et se dirige alors vers l'est de la mine Crean Hill (ou Krean Hill), sur le sud, à moitié du lot 5, concession V du canton de Denison. Entre ces deux points les roches encaissantes sont: la diorite, le schiste vert, et de petites quantités de quartzite entremêlées. La norite est sous forme de grès à grain rude, variété commune à la zone méridionale, et quelquefois mouchetée à l'endroit où la pyrrhotine a été décomposée, bien qu'aucun minerai important n'ait été vu le long de cette partie de la lisière basique.

Dans le lot 6, il y a un groupe de hautes collines, qui dévient du chemin de fer de l'Algoma central au sud, mais elles s'affaissent au lot 5, de sort

que la voie ferrée longe la partie septentrionale, près de la lisière ouest de ce lot, et se dirige alors à l'est vers la mine Crean Hill, qui est voisine de l'autre côté du lot. La voie ferrée dans cette partie suit la lisière de la norite et continue de cette manière sur une distance de quelques centaines de verges dans le lot 4.

La mine Crean Hill a une disposition correspondante à une lisière de dépôts de nickel, et sa partie occidentale correspond aux caractères ordinaires de tels dépôts. Sa limite sud-est, cependant, a des caractéristiques qui la font ressembler à un dépôt de projection et présente des problèmes très intéressants. Conformément à la classification des dépôts de minerai, donnée dans un chapitre précédent, c'est un dépôt de lisière de faille.

Quand on arrive de l'ouest vers le dépôt, on rencontre des surfaces de norite mêlée de chapeau de fer contre la diorite, immédiatement au-delà d'un petit ruisseau et d'un ravin au nord de la courbe du chemin de fer de l'Algoma central. Ici une quantité considérable de minerai fut extraite d'un ciel ouvert dans la première exploitation de la mine, et dans le voisinage, il y a une veine de quartz où de l'or libre fut trouvé en petite quantité. Plus loin sur le versant méridional d'une colline qui s'enfoncé dans un terrain marécageux, il y a de la diorite rouillée et de la norite dans les déblais et un puits assez large s'étend jusqu'aux principaux chantiers de la mine, sur une colline séparée recouverte de chapeau de fer. Sur cette distance d'environ 1,400 pieds, l'arrangement est celui d'un dépôt normal de lisière.

La colline orientale, où l'on trouve la partie la plus intéressante de la mine, bien que couverte de chapeau de fer et de beaucoup de minerai, consiste presque entièrement en greenstone et autres roches de la région, tandis que la norite qui s'élève au nord d'un petit ravin ne contient aucun minerai quoiqu'elle soit tachetée de chapeau de fer. L'ouverture en profondeur de la mine par la Canadian Copper Company a résolu une solution du problème, solution que nous donnerons ici, avec la bienveillante permission de la Compagnie.

Quoique découverte dès les premiers temps de l'histoire de la région de nickel, elle ne fut ouverte avant 1906 que par déblaiement et creusement de puits d'essai. En février 1906, le premier minerai fut expédié sur des traîneaux à la voie ferrée du "Soo", et de là par chemin de fer à Copper Cliff; mais bientôt, une autre ligne de chemin de fer fut embranchée avec le "Soo", à trois milles de la ligne sud-ouest. En 1910, la voie ferrée de l'Algoma central l'atteignit près de Creighton et donna à la mine Copper Cliff un parcours, moins long, lorsque l'embranchement s'étendant au village de Victoria Mines fut abandonné.

Bien que la mine fut exploitée d'abord en carrière, on commença, peu après, les galeries souterraines, et aujourd'hui le puits a atteint le septième niveau à environ 600 pieds au-dessous de la surface.

La colline elle-même s'enfoncé de tous côtés avec des talus plutôt à pic dans le terrain inférieur, le sommet consistant principalement en greenstone et en schiste vert, avec quelques bandes de grauwacke et de quartzite, le tout broyé en blocs petits ou grands, bien souvent roulés et écrasés les uns contre les autres avec du minerai enveloppant les blocs. Vers le nord, le broyage a été plus complet que vers le sud, et au nord, il y a une falaise escarpée, faisant face à un petit ravin avec un versant de norite à pente douce. Dans les ciels ouverts, on ne trouve que des greenstones et les minerais environnants sont à nu, mais dans les amas de roches se trouve aussi de la norite mouchetée, ce qui indique qu'à de plus grandes profondeurs, cet accompagnement universel des minerais dans la région ne fait pas défaut.



Mine Crean Hill.

La norite se trouve dans sa position ordinaire, comme l'a fait remarquer Mr. Bedford, à différents points sur les 4^{ème} et 5^{ème} niveaux.

Au point de vue géologique, aussi bien qu'au point de vue minier, l'un des caractères les plus intéressants de la mine est la présence de deux zones

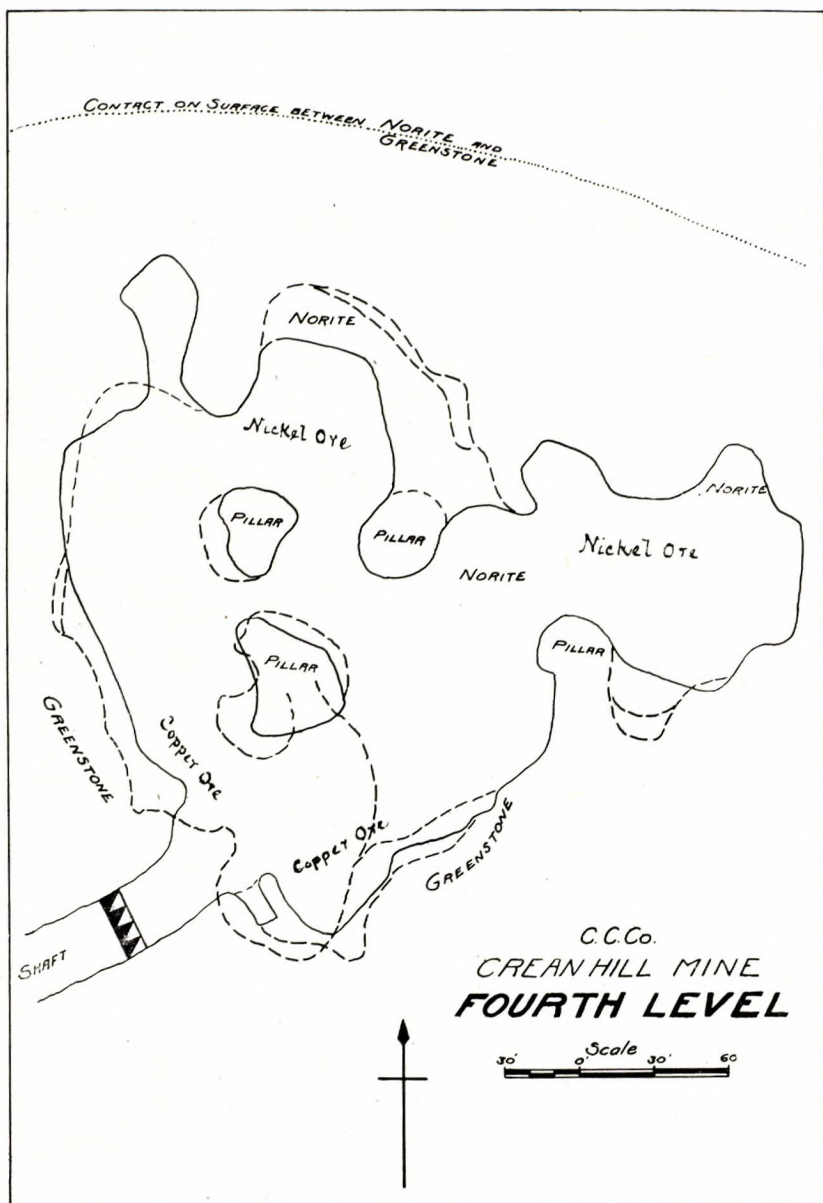


Fig. 1.—Mine Crean Hill. 4^e Niveau.

d'écrasement à environ vingt pieds l'une de l'autre; elles sont indiquées par des éboulements d'argile s'enfonçant diagonalement, d'un bout à l'autre de la mine; là où la roche a été moulue en petits fragments mêlés

à de l'argile. Ces éboulements d'argiles commencent dans le puits, à 35 pieds au-dessous du troisième niveau, et après avoir traversé ce niveau ils atteignent le deuxième vers le côté nord-est, s'élevant dans cette direction sous un angle de $23^{\circ} 40'$. L'extrémité supérieure de ces éboulements se montre sur la surface d'une vallée étroite au nord-est de la colline recouverte de chapeau de fer, et la vallée montre évidemment la ligne de moindre résistance là où cette zone d'écrasement et de glissement sépare les greenstones mélangés, de la colline d'avec la norite se dirigeant vers le nord.

Les éboulis d'argile représentent des plans de failles formant un angle extraordinairement bas avec l'horizon; il est probable que là plusieurs exemples d'éboulements et de glissements dans les autres parties de la mine indiquent des plans de faille moins réguliers. On estime que le rejet horizontale de la faille est d'au moins 200 pieds, si non plus.

Lorsque les greenstones et les sédiments qui forment la colline furent charriés en masse sur la lisière de la norite vers le nord, il a dû y avoir dans l'intérieur un concassage et une pulvérisation extraordinaires parmi les blocs vers la partie inférieure et là où la norite a subi le plus de frottement, ce qui explique la structure bréchiforme de la colline.

La présence des plans de glissement a été la cause de bien des ennuis et des dangers pour les opérations minières à cause de l'ébranlement constant de la roche, jusqu'au moment où les travaux d'exploitation arrivèrent au delà de cette zone affaiblie.

L'effet des phénomènes de dislocation précités se manifeste dans la halde de roches où il s'en trouve de toutes qualités depuis les roches assez solides et les roches récentes jusqu'à l'actinolite et le talc qui représentent les matériaux complètement réarrangés durant la compression et le cisaillement dus aux rejets des failles.

Le puits s'enfonçait encore dans la diorite jusqu'au sixième niveau, mais n'avait pas atteint la norite, quoique cette dernière puisse se trouver à de plus grandes profondeurs. On n'a pas encore pu déterminer jusqu'ou se prolongent l'écrasement et les dislocations.

Il semble que l'évènement géologique le plus récent constaté dans les roches de fond de la région fut la découverte d'un grand dykes de diabase, à travers toutes les autres roches, le long du versant sud-ouest de la colline renfermant le gisement de minerai principal. Ce dyke de 50 ou 60 pieds de largeur avec une inclinaison de 80° au sud-ouest s'avance presque directement vers le sud-ouest à travers la norite, dévie un peu au sud près du ciel-ouvert et continue au delà de cette excavation sa course irrégulière. Il a pris sa position après la faille et semble avoir été parfois détourné de sa direction par la confusion provenant de la faille elle-même.

MINÉRAIS DE LA MINE CREAN HILL.

Il y a plus de variété dans les minéraux à la mine Crean Hill que dans la plupart des autres mines de nickel de la région, bien que la pyrrhotine et la chalcopryrite y soient plus communes que les autres sulfures. La pyrrhotine se trouve souvent sous forme de plaques, ayant quelquefois des surfaces de clivage d'un pouce, et la chalcopryrite s'y rencontre en plus grandes quantités que dans aucune autre mine importante de la région, à l'exception de Copper Cliff. La pentlandite s'y trouve en beaux échantillons, et l'on y a trouvé un peu de gersdorffite, mais la polydimite, si remarquable à la mine Vermilion, à un mille au sud-ouest, paraît faire défaut.

Parmi d'autres minéraux métalliques, la marcasite abonde là où l'eau pouvait circuler, comme auprès des éboulis d'argile; la blende de zinc se

rencontre en plus petite quantité, et la magnétite s'y est formée en grandes masses. Comme minéraux à gangue, le quartz et la calcite ou ankérite y sont tout à fait communs, mais souvent le minerai s'y trouve disséminé parmi les lames d'actinolite si caractéristiques des zones cisailées entre les amas rocheux les moins décomposés. La tourmaline se montre mélangée au minerai, dans un échantillon, et il y a évidemment eu dans ce gîte une action secondaire considérable.

Le lavage du chapeau de fer à plusieurs endroits sur la colline mit à jour quelques fines particules de sperrylite et de très rares et plus fines couleures d'or, mais la mine est beaucoup plus pauvre sous ce rapport que celles de Victoria et de Vermillon à l'ouest et au sud.

La mine Crean Hill a produit plus de cuivre que de nickel, si l'on intervertit les proportions des deux métaux à la mine Creighton, qui sont d'environ 2 pour cent de cuivre et 5 pour cent de nickel. En 1907, le minerai de Crean Hill avait une moyenne de 4.84 pour cent de cuivre et 2.35 pour cent de nickel. Etant donné que la chalcoppyrite contient 34 pour cent de cuivre, alors que les sulfures ordinaires de la région ont une moyenne de 3 à 5 pour cent de nickel, il est évident que le minerai de Crean Hill, avec la quantité ci-dessus mentionnée de cuivre, contiendra beaucoup plus de roches et aura une apparence plus pauvre que celle de la mine Creighton. Elle peut être pour les trois quarts en roche et cependant contenir 5 pour cent de cuivre et 2 pour cent de nickel.

Il y a beaucoup moins de régularité dans la répartition du minerai à Crean Hill que dans la plupart des mines de la région, et il ne s'y trouve pas beaucoup de chambres d'abatage où l'on puisse voir plus de quelques pieds de minerai. Généralement les pyrites de cuivre sont plus fortement mélangées avec la roche que la pyrrhotine, et des débris de roches différentes peuvent y être renfermés, le minerai formant une pâte avec cailloux anguleux ou arrondis et avec blocs de toutes dimensions. Dans quelques chambres d'abatage, on aperçoit des masses bien arrondies de greenstone ou de porphyrite amphibolique de trois ou quatre pieds de diamètre environnées d'étroites ceintures de sulfures, elles rendent souvent l'obtention du minerai un problème sérieux, et les galets complètement incrustés dans le minerai sont quelquefois embarrassants pour les trieurs de roche, quand ils classent le minerai.

Le fait établi dans la région que les pyrites de cuivre se présentent en plus grande quantité près de la roche encaissante, est corroboré tout spécialement à Crean Hill, étant donné que de riches amas de cuivre se trouvent à tous les niveaux, dans l'angle formé entre le mur et la roche stérile au sud-est, comme on peut le voir sur le diagramme du 4ème niveau. La disposition est celle d'un triangle rectangle irrégulier avec du minerai riche en cuivre au sommet, se changeant graduellement en pyrrhotine vers l'hypoténuse du triangle. Le minerai riche plonge à environ 60° à l'est, de sorte que dans les niveaux inférieurs il est à cent pieds ou plus à l'est de l'ouverture du puits où le gisement de minerai fut d'abord ouvert. Le minerai de nickel est généralement associé avec la norite et le minerai de cuivre avec les greenstones et d'autres roches; les limites du minerai de cuivre le plus riche sont assez bien définies au sud et à l'ouest, mais les bornes du minerai de nickel vers le nord et l'est sont moins bien caractérisées, des pièces entières s'étendant sur le versant nord de la colline, ainsi qu'on peut le voir par les déblais.

Quoique la mine de Crean Hill présente plusieurs des caractéristiques d'un dépôt de projection, elle est d'une espèce rare, vu que le mouvement du minerai paraît avoir été ascensionnel sur la lisière supportant la norite, à plusieurs centaines ou peut-être quelques milliers de pieds au-dessous,

au lieu de se produire en dehors de la lisière basique de la norite. Dans les dépôts de projection décrits jusqu'ici, la norite et le minerai se poussent latéralement ou en contrebas à travers les fissures irrégulières conduisant des projections de norite en forme de baie à la roche encaissante. Ici on n'aperçoit guère de baie de norite, quoiqu'il y en ait probablement une en dessous, et le minerai remonta à sa position actuelle, au moins dans les parties les plus hautes de la mine, non accompagné de norite, fait unique en son genre. Qu'il soit arrivé à l'état fondu dans les fissures entre les blocs, ou bien qu'il ait été transporté plus tard par les eaux chaudes circulantes, cela est hypothétique, mais il est démontré par la présence de quartz, de carbonate et de minéraux hydratés secondaires, tels que le talc, ou l'action de l'eau y a été pour beaucoup.

En règle générale dans les dépôts de projection, plus le trajet suivi par le minerai pour arriver à sa position finale a été long et présenté de difficultés, plus le pourcentage en cuivre s'est trouvé élevé, vu que la chalcopyrite semble plus facilement transportable que la pyrrhotine. Ici, la distance ascensionnelle n'était pas probablement très grande, mais les eaux bouillantes qui remontaient de la lisière basique de la norite peuvent avoir effectué une séparation inaccoutumée du cuivre d'avec le minéral de nickel. Dans ce cas, on peut prévoir que le pourcentage du nickel au cuivre augmentera avec la profondeur jusqu'à ce qu'on trouve, à la longue, un minerai riche en nickel comme dans les dépôts de lisière ordinaires. Jusqu'au 6ème niveau on voit cependant peu d'indication d'un semblable changement.

Jusqu'en juillet 1909, la mine de Crean Hill a produit plus de 250,000 tonnes de minerai, et en 1910, elle donna un surcroît de 89,211 tonnes, ce qui peut la faire regarder comme l'une des plus grandes mines de la région. Une grande partie du cuivre produit dans l'Ontario, comme l'indiquent les statistiques du Bureau des Mines des années récentes, a dû provenir de cette mine, qui a probablement fourni 15,000 tonnes de métal. En ces derniers temps, jusqu'en 1909, le pourcentage en cuivre était 3.97 pour cent, et celui du nickel, 2.30 pour cent.

DE CREAN HILL A LA MINE GERTRUDE.

Au delà de la mine Crean Hill, la lisière de la roche éruptive demeure composée de chapeau de fer sur une certaine étendue, et se dirige vers le nord-est, renfermant vers le sud de la quartzite comme roche encaissante. A environ les deux tiers du chemin à travers le lot 4, elle tourne au sud-est, et à son extrémité ou dans la quartzite voisine, se trouvent des amas de chapeau de fer et du minerai qui occasionnèrent le creusage de plusieurs petits puits d'essai dans cette dernière roche au nord de la voie ferrée. A peu près sur la ligne entre les lots 4 et 3, à mi-chemin dans la concession V, la lisière basique traverse la voie ferrée au sud-est et est alors cachée par un marais sur une diastance de presque un demi-mille. S'élevant alors au-dessus du marais vers l'est, en suivant la voie ferrée, la norite tachetée de minerai se rencontre à environ un sixième de mille au sud où on peut voir des collines couvertes de chapeau de fer.

La plus haute colline représente une phase de transition dans la lisière basique contenant de la diorite au sud et du granite à l'est, ce dernier renfermant un petit lac de 200 verges sur le versant de la colline. Ce lac est traversé presque en son milieu par la ligne entre les lots 2 et 1 vers le côté sud de la concession V. Une quantité considérable de dépouillement a été fait sur les collines, et il y a apparemment une quantité considérable de minerai, que l'on dit de qualité inférieure, et c'est pourquoi la Canadian Copper Company, qui en était la propriétaire, ne l'a pas exploitée.

De ce point la limite de la norite tourne vers le nord-est, avec du granite comme roche encaissante, et il n'y a aucune trace de minerai sur une certaine distance, mais dans le lot 1 du canton de Denison, à 400 verges au nord-est d'une courbe brusque de la voie ferrée vers le sud on aperçoit des surfaces de chapeau de fer qui se continuent vers l'est durant environ 400 verges, en passant dans le lot 12 du canton de Graham, où quelque exploitation fut faite il y a quelques années par Mr. W. McVittie.

Plus loin, la lisière de la norite s'avance quelque peu du nord à l'est du terrain bas près de la rivière Vermilion, et ni minerai ni chapeau de fer ne furent observés le long de cette partie de son parcours. Le granite, au sud, devient grossier, rouge, et fortement porphyritique, lorsqu'on approche de la rivière, et est probablement plus ancien que la norite, quoique rien jusqu'ici ne l'ait prouvé.

En traversant la rivière Vermilion, le granite et le marécage s'étendent à environ 650 pas au nord de la voie ferrée avant que l'on rencontre la norite grise et grossière de type normal; puis le long de cette partie de la lisière, on rencontre du chapeau de fer, mais par endroits et non en continuité. La limite a des irrégularités très légères et s'avance presque en ligne droite jusqu'à l'angle nord-est du lot 8 dans la concession VI du canton de Graham; elle passe alors dans le canton de Creighton suivant à peu près la même direction, à 60° à est du nord. Les roches du sud-ouest comprennent principalement de la diorite traversée par des dykes et amas de granite rouge.

MINE GERTRUDE.

Sur un petit ruisseau du lot 5, concession I du canton de Creighton, le premier indice des gisements de minerai de la mine Gertrude apparaît dans un petit tunnel qui entre dans le flanc de la vallée. La norite varie du grain grossier au grain fin formant un mélange irrégulier; le minerai s'étend contre la diorite et pénètre dans les fissures de la roche plus récente. De cet endroit vers l'est, il y a plus ou moins de chapeau de fer le long de la lisière de la norite jusqu'à ce que l'on ait atteint le puits principal, presque sur la ligne de démarcation entre les lots 4 et 3, et à moins d'un quart de mille au nord de l'extrémité du canton de Creighton.

Il y a là trois puits et plusieurs ciels-ouverts le long du chapeau de fer qui s'étend de l'ouest à l'est sur une distance d'environ trois cinquièmes de mille, et la perforatrice diamanté montre qu'au moins un autre gisement existe au nord du puits principal, où un trou de sonde a pu atteindre une profondeur de 120 pieds, et l'à 15 pieds de minerai mélangé et 20 pieds de minerai solide furent trouvés avec plongement de 55° à 67° au nord. Les relations des deux gites de minerai sont dues probablement aux dislocations.

Au sud de la norite nickelifère, à la mine Gertrude, on rencontre pour la première fois une frange étroite de norite plus ancienne, plus basique, et à grain plus fin, apparemment une éruption plus antérieure du même magma qui atteignit la surface sous forme de coulées de lave, au lieu de se refroidir à de grandes profondeurs; désormais, on la trouve de point en point le long de la zone méridionale, souvent dans le voisinage des gisements importants de minerai, et elle semble préparer la voie pour la nappe laccolithique plus importante qui a apporté le minerai, quoique la norite plus récente semble elle-même dénuée de minerai. Encore plus loin au sud, on aperçoit des collines de greenstone recoupé par du granite, et à moins d'un mille, le granite devient la roche prédominante.

La mine Gertrude fut achetée en 1899, par "The Lake Superior Power Company," du Sault Ste. Marie, et deux puits furent foncés: l'un à une

profondeur de 120 pieds, et l'autre à 80 pieds. Dans le printemps de 1901, le Manitoulin & North Shore Railway, maintenant généralement nommé chemin de fer de l'Algoma central, atteignit la mine, ce qui facilitait un nouveau développement de sorte que des lits de grillage purent y être installées, et une fonderie érigée, et le minerai de la mine Elsie, située à quelques milles plus loin à l'est, fut traité avec celui de la mine Gertrude. Après quelques mois de travail, la mine et la fonderie fermèrent en 1902, et dans l'année suivante, la Compagnie qui lui était associée fit aussi faillite, ce qui mit fin aux opérations à la mine Gertrude.¹ Quelques constructions du village ont été brûlées, mais plusieurs d'entre elles, y compris la fonderie, existent encore. On dit que le minerai de la mine Gertrude était très riche en nickel, contenant parfois au-dessus de 6 pour cent de nickel, et moins de 1 pour cent de cuivre.

Juste à l'est de la ligne de démarcation entre les lots 3 et 2, la lisière de la norite tourne au nord, puis suit une courbe à l'est et au sud-est vers un petit lac à la limite ouest de la colline de Creighton. A l'endroit où se produit la courbe vers le nord, il y a une petite projection au sud sur laquelle un peu de minerai a été découvert par dépouillement, mais le long de la courbe nord, on n'a pas vu de minerai, on n'y trouve qu'un peu de chapeau de fer. La roche qui remplit l'étendue au sud de la courbe consiste principalement en une variété de "norite ancienne," à grain fin, mélangée avec de la diorite, mais on trouve aussi un peu de granite et d'arkose recristallisée.

Près du petit lac d'où l'eau est pompée pour les besoins de la mine Creighton, les terrains environnants sont principalement marécageux, quoique l'on trouve dans un endroit la norite décomposée à l'air, et dans un autre endroit, au nord-est du lac, on la voit en contact avec les roches gneissoïdes qui s'enfoncent sous le marais.

LA MINE CREIGHTON.

Bientôt après que la lisière de norite a tourné vers l'est un talus rouilleux de collines s'élève au nord d'un petit lac; c'est le commencement de l'affleurement de Creighton, avec le chapeau de fer et le minerai. La colline s'affaisse au sud-est, et devient plus complètement couverte de chapeau de fer lorsque l'on s'avance vers la mine elle-même. Au-dessus du grand ciel ouvert de la mine, la limite de la norite se dirige brusquement un peu au nord-ouest sur un demi-mille et alors fait une courbe au nord-est.

Un coup d'œil sur la carte peut faire voir une combinaison particulière de circonstances. L'éruptive nickelifère est ici à peu près à sa plus grande largeur, s'étendant à quatre milles et demi au nord-ouest de la mine, et la mine occupe l'anse la plus définie de la norite, n'ayant aucune sortie sur la projection le long de la zone de nickel méridionale. Cette anse s'étend entre les deux plus grandes projections, celles des mines Victoria et Copper Cliff, et est plus près de Copper Cliff, la plus grande des deux.

Nous avons ici toutes les conditions requises pour rencontrer un grand gisement de minerai et trouvons comme résultat la plus grande mine de nickel de la région de Sudbury ou même du monde entier.

La forte épaisseur du magma fondu a fourni une grande quantité de sulfures, et la dépression profonde et à grand orifice dans la roche encaissante a fourni un bassin spacieux dans lequel le minerai s'est déposé, tandis qu'aucune fissure importante dans les roches voisines n'offrait d'issue au minerai fondu.

¹ G. S. C., Vol. XIV, pp. 39-40.



Mine Creighton: ciel-ouvert, deuxième niveau.

La mine de Creighton est naturellement regardée comme le dépôt de lisière typique. La mine est près du côté ouest du lot 10, concession 1 du canton de Snider, mais la bande de chapeau de fer et probablement le minerai au-dessous s'étendent dans le lot 1 de la concession 1 de Creighton, ce qui explique son nom. La mine est environ à mi-chemin entre l'embranchement "Soo" et la principale voie du Canadian Pacific Railway, mais est séparée des deux par une contrée d'aspect rude et montagneux,

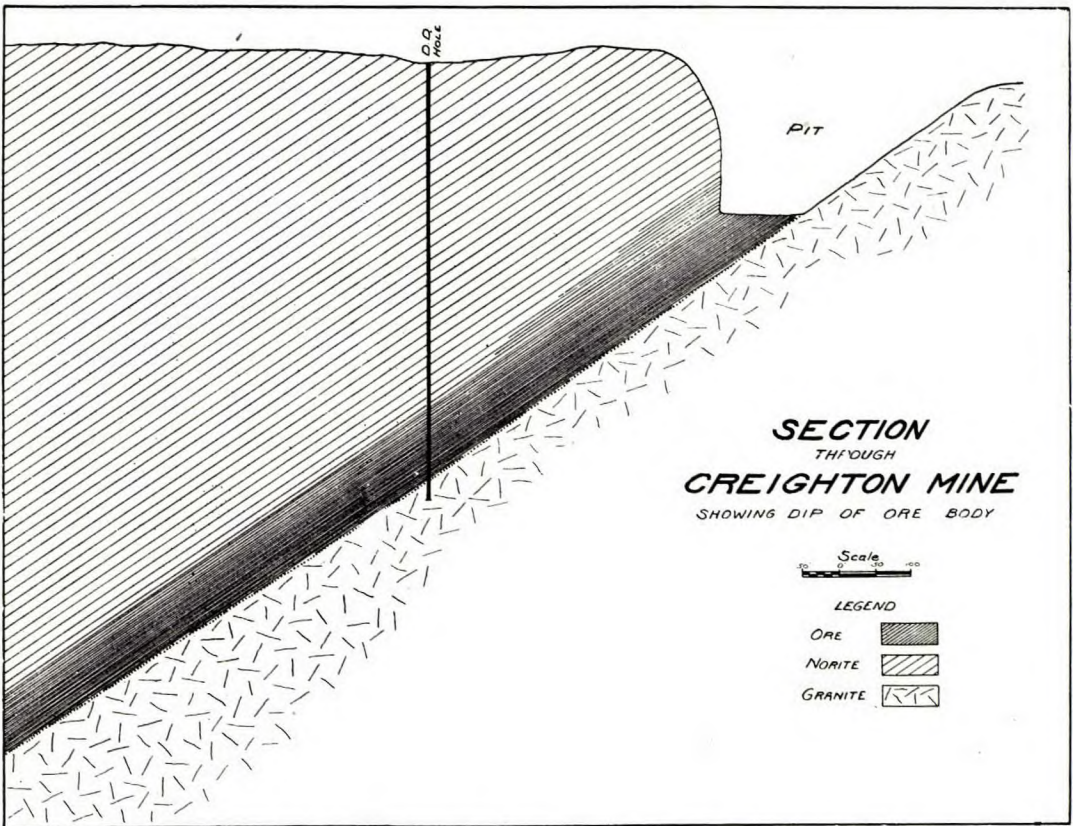


Fig. 2.—Coupe à travers la mine Creighton, montrant la profondeur du gîte.

de sorte que la seule voie pour y arriver est le chemin de fer de l'Algoma central, s'étendant à onze milles à l'est de Sudbury, on une route charretière d'une longueur de huit milles à Copper Cliff. Le minerai est expédié par le chemin de fer de l'Algoma Central à la jonction de Clarabelle, d'où il est envoyé ensuite au sud, aux lits de grillage ou à la fonderie de Copper Cliff.

Quoique la mine Creighton soit le plus ancien des dépôts de nickel, elle fut l'une des dernières à être développée, vu son inaccessibilité avant d'être atteinte par le chemin de fer. En 1890, elle devint la propriété de la Canadian Copper Company, mais ce ne fut que dix années plus tard qu'elle fut ouverte en vue de l'expédition du minerai. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, la mine a acquis une grande importance, à cause de la quantité et de la richesse de son minerai, de sorte que pendant quelque temps, elle fournit presque tout le minerai employé par la Compagnie.

ASSOCIATIONS GÉOLOGIQUES.

La mine de Creighton étant la plus importante de la région, ses relations géologiques doivent être considérées tant soit peu en détail. La grande étendue de norite, s'étendant à environ deux milles au nord-ouest avant de se perdre dans la micropegmatite, est de l'espèce typique, consistant principalement en labradorite, en hyperstène et en pyroxène ordinaire, avec débris plus disséminés de mica brun et de quartz bleuâtre. Elle a généralement un grain grossier mais s'affine lorsqu'elle approche de la lisière, et à un demi-mille de la lisière, elle commence à faire voir des taches rouillées arrondies, indiquant des globules de minerai, qui augmentent bien que d'une manière irrégulière, lorsqu'on approche du gisement. Près du bord du versant abrupt de la colline, vers le terrain bas avec ses marais et son petit étang où le grand puits fut ouvert, le chapeau de fer a une tendance marquée à apparaître dans plusieurs bandes parallèles vers le sommet de la colline, comme s'il y avait là des feuilles irrégulières de roche complètement chargées et d'autres moins chargées de globules de minerai.

Près du ciel ouvert au début, des travaux le chapeau de fer était épais et continu excepté là où les dépôts de drift couvraient la roche. Lorsque l'argile quelque peu caillouteuse et sablonneuse fut enlevée du nord du puits, en 1904, des surfaces magnifiquement polies et striées de pyrrhotine parfaitement fraîche y furent vues, mais elles ont été maintenant complètement exploitées. La grande excavation, après avoir été ouverte, présentait un mur formé de sulfures presque purs de soixante pieds de haut sur la paroi nord, donnant un spectacle des plus impressionnants, lorsque le soleil le frappait de ses rayons.

Ce grand affleurement de minerai arrive brusquement contre le mur de gisement de gneiss granitoïde grossier au nord-est et au sud-est, et un bloc énorme de la même roche était renfermé dans le minerai et dans la pyrrhotin-norite, sur le côté nord-est du dépôt, ayant probablement glissé au moment où les substances étaient encore fondues, à moins qu'une faille ne lui ait fait atteindre sa position à une époque ultérieure.

A travers le gneiss granitoïde, et en partie à travers le minerai et la norite, un nombre de dykes de diabase s'infiltrèrent à une époque ultérieure, quand tout était froid et solide. La diabase, qui est bien fraîche et souvent porphyritique, s'est refroidie très rapidement contre le minerai, formant une lisière cristalline, mais moins rapidement contre le gneiss et la norite, démontrant que le minerai solide était meilleur conducteur que la roche. Les dykes étaient d'un pied ou deux à vingt pieds de largeur, mais envoyèrent souvent des apophyses, d'à peine quelques pouces de largeur, et à l'occasion des projections très curieuses en forme de loupe ou de blocs ayant la même surface glacée que les dykes où elles étaient attachées. La plupart de ces filons ont été enlevés au cours des opérations minières. Dans un cas, deux dykes d'intersection murèrent complètement un grand gisement de minerai, le séparant du dépôt principal, mais celui-ci fut obtenu en brisant les murs.



Chevalements à Creighton.

Au cours des deux dernières années un grand dyke situé au nord-est et au sud-ouest, qui était autrefois caché par le chapeau de fer, a été rencontré sur le côté nord d'un ciel ouvert très agrandi. Mr. Hambly, le directeur de la mine, déclare qu'il descend verticalement jusqu'au 4e niveau et qu'il se termine en courbe sous un angle de 45° ou 50° vers le nord.

Cet enchevêtrement de dykes traversant le gisement de minerai pourrait influencer ce dernier dans quelque sens, mais il n'y a aucune preuve que tel était le cas sauf un peu de dislocation et de remaniement à l'époque où les filons s'introduisirent. Ils semblent plus rares à d'autres endroits, peut-être parce que l'angle entre les deux murs de la roche encaissante et la grande nappe de minerai avait fourni une région d'affaiblissement plus facile à broyer que les autres.

La disposition générale de la norite se perdant dans le minerai au sud-est, et renfermée sur deux côtés dans le gneiss granitoïde puis traversée par un enchevêtrement de filons ultérieurs de diabase, fut immédiatement remarquée pendant le premier examen de la mine, et a paru très simple;¹ mais pendant les dernières années, quand les parties environnantes furent ouvertes, et que l'exploitation de la mine et le forage au diamant progressèrent, la disposition fut trouvée quelque peu plus complexe qu'on ne l'avait cru tout d'abord.

La norite qui se trouve auprès du gîte de minerai contient de larges bandes ou blocs de diorite à grain fin et de schiste vert; dont une qui fut sondée par la perforatrice diamantée avait une épaisseur de 500 pieds; et le gneiss granitoïde varie en caractère, du granite à la syénite ou diorite; le tout traversée par un granite d'une coloration plus rouge et au grain plus fin. Une partie du mur de gisement consiste en une roche vert foncé, à grain fin qui se change en "norite plus ancienne" et doit avoir atteint cette position et s'être consolidée longtemps avant la venue du minerai. On peut l'apercevoir à un endroit au premier niveau, près du chevalement du puits No. 1; et le minerai contient des blocs de cette norite plus ancienne et des roches granitoïdes en quantité considérable près du mur, et s'enfonce, en petites veines étroites dans le roc sous-jacent.

Sur la colline au sud-est de la mine, les roches anciennes furent trouvées terriblement écrasées et mélangées; le gneiss grossier, couleur de chair, était mélangé d'amas de diorite et traversé par de la syénite ou gneiss à grain fin. Il y eut évidemment une dislocation et un réarrangement considérable parmi les roches souterraines, lorsque le minerai et la norite se frayèrent un passage pour sortir du centre de l'éruption vers les bords, mais aucune voie d'échappement ne semble avoir été ouverte aux flots de matières fondues leur permettant de se distribuer le long de la projection.

LE GISEMENT DE CREIGHTON.

Les minéraux du gisements de la mine de Creighton sont peu nombreux et de caractères peu variés, ils ne renferment, comme constituants importants, que de la pyrrhotine, de la pentlandite et de la chalcopyrite, la pyrrhotine formant le corps du minerai, avec les deux autres minéraux disséminés à travers. Sur les surfaces fraîches, la pentlandite ressemble tellement à la pyrrhotine, par sa couleur, qu'elle peut facilement passer inaperçue, tandis qu'on distingue immédiatement les taches jaune verdâtre de la chalcopyrite, mais en réalité, la pentlandite forme environ 15 pour cent du minerai, et la chalcopyrite seulement 6 pour cent. On trouve aussi une petite quantité de magnétite en tout petits octaèdres arrondis sur les bords, et il y a partout, même dans les sulfures les plus purs, des particules ou

¹ Bureau des Mines, Ont., Vol. XIV, Part III, pp. 33-34.

cristaux des minéraux formant la roche de la norite, spécialement le plagioclase et les pyroxènes. Il y a en outre, des quantités insignifiantes de minéraux plus récents formés par les eaux tels que la galène, la pyrite, le quartz et les carbonates.

Outre les minéraux distincts, il y a toujours des fragments plus petits ou plus grands de roche, granite ou norite plus ancienne provenant du mur ou des portions de norite mouchetée venant de la roche de même famille dans le minerai; et près du mur, une quantité insignifiante de granite graphique a été trouvée, provenant de l'action intermédiaire de la norite et du granite; et comme rareté, on trouve la fluorite. Les pyrites de cuivre se montrent en quantités considérables contre le mur, et aussi en petites veines qui pénètrent la roche, encaissante et quelquefois, des amas considérables de ces pyrites se trouvent dans cette position. Les minerais, comme la norite, ont un grain plus fin contre le mur et se refroidissent évidemment dans leur position actuelle; et il est très important de noter que l'on trouve de la norite parfaitement fraîche—la plus fraîche du voisinage—dans le ciel ouvert, à côté du minerai, et mouchetée de globules de ce dernier. Cependant, il y a eu là un petit remaniement secondaire formé par l'eau, tel qu'indiqué par les minerais formés par l'eau, comme on l'a vu précédemment, et par les pellicules de chalcopryrite; et moins souvent la pyrrhotine dans les petites fissures des dykes de diabase. Ces sulfures ont dû s'infiltrer dans les petites fissures après que les dykes se fussent refroidies et quelque peu rétrécies.

Jusqu'en septembre 1910, le minerai de la mine de Creighton contenait une moyenne de 5.08 pour cent de nickel, et 1.63 pour cent de cuivre, ce qui fait un total pour les deux métaux de 6.71 pour cent, faisant de cette mine la plus riche de toutes les grandes mines, Copper Cliff exceptée. Le minerai de Crean Hill en approche, mais avec proportions inverses des deux métaux. C'est aussi la plus riche en sulfures et toutes les grandes mines; en d'autres termes, elle renferme moins de matière rocheuse que les autres, 75 ou 80 pour cent de minerai étant en sulfures. La qualité de son minerai à quelque peu baissé au cours des années récentes, étant donné qu'il contient plus de roche qu'autrefois; mais les sulfures paraissent être très uniformes dans leur moyenne de pourcentage de nickel et de cuivre. En 1891, lorsque l'on commença à exploiter le ciel ouvert, et que des sulfures presque purs furent recueillis, les pourcentages furent 5.11 pour cent de nickel, et 2.19 pour cent de cuivre.

Si l'on en déduit 25 pour cent de matière rocheuse, les sulfures contiennent les trois métaux dans les proportions suivantes:

Fer.....	56.44
Nickel.....	6.77
Cuivre.....	2.17

et les sulfures s'y trouvent dans une proportion d'environ 80 pour cent de pyrrhotine, 20 pour cent de pentlandite, et moins de 10 pour cent de chalcopryrite.

FORME GÉNÉRALE DU GÎTE.

Comme d'autres gisements nickelifères de lisière, le gisement de minerai de la mine Creighton est peu symétrique; ayant, au mur, des caractères tout différents de ceux du toit. Ce n'est pas un gisement filonien ni un remplacement, et bien qu'il se montre entre deux roches différentes, la norite et le gneiss granitoïde, ce n'est pas non plus un gisement de contact.

Sur la surface, le gîte apparaît tant soit peu en masses pyriformes, avec son extrémité la plus large vers le nord-est. Le ciel ouvert a actuellement une étendue de 570 pieds du nord-est au sud-ouest, et la plus grande longueur le long du plan du puits No. 1, a 355 pieds, avec une largeur mo-



Sonde à air comprimé, ciel ouvert, à Creighton.

venne d'environ 300 pieds. En déduisant la partie du toit, enlevée pour l'exploitation de la mine, la surface primitive du gisement doit avoir eu environ deux tiers de ces dimensions, c'est-à-dire à peu près 380 pieds par 240 pieds. En admettant pour la profondeur du gisement de minerai une largeur de 240 pieds, ceci signifie une épaisseur d'environ 180 pieds. La coupe pyriforme que l'on aperçoit par le ciel ouvert ne donne pas cependant une idée exacte de la forme ou superficie du gisement comme elle apparaissait dans les travaux exécutés antérieurement. Aux premier et deuxième niveaux, le puits montre un mur de granite, quelque peu irrégulier, mais bien défini, avec une inclinaison de 42° à l'ouest, tandis que le toit était indéfini, étant simplement la limite où le mélange de minerai et de norite fut trouvé de qualité trop inférieure pour être exploité avec profit. Dans les niveaux inférieurs, l'inclinaison du mur a fléchi jusqu'à environ 34 degrés et l'épaisseur du minerai s'est affaïssée jusqu'à 50 ou 60 pieds. Au-dessous des exploitations minières, les moyens uniques dont on peut se servir pour déterminer l'inclinaison du mur de gisement et celle du gisement de minerai sont plusieurs forages au diamant, atteignant dans un cas une profondeur de 672 pieds. Ces données indiquent que la profondeur du gisement s'aplatit à environ 32° et que l'épaisseur diminue tant soit peu, variant de 36 à 52 pieds; tandis que la perforatrice-diamantée a prouvé que le minerai atteint au moins 1,250 pieds dans une direction presque occidentale. Il apparaît que le gisement de minerai s'amincit rapidement sur la partie supérieure, et reste presque de la même épaisseur aussi loin que la perforatrice-diamantée a pu l'atteindre, quoique la largeur semble augmenter en grande profondeur. Il est intéressant de noter qu'un nouveau gisement de minerai d'étendue considérable a été récemment découvert par les exploitations minières à une petite distance des exploitations principales, démontrant que plusieurs dépôts n'ont pas du tout atteint la surface.

Depuis sa diminution au fond des ciels ouverts, le gisement de Creighton s'est continué si uniformément et si régulièrement, comme l'ont démontré l'exploitation minière et la perforatrice-diamantée que l'on pense naturellement qu'il s'étend bien au-delà des limites actuellement connues; et théoriquement, il n'y a aucune raison pour qu'il ne se continue pas indéfiniment, comme le sillon de la roche encaissante avec lequel il se ramifie.

M. McCaulley, l'un des ingénieurs de Copper Cliff, fait l'hypothèse intéressante suivante: que l'épaississement remarquable du gisement à la surface représente une sorte d'épanchement au-dessus du minerai fondu. C'est tout probable cependant, que le minerai s'éleva jadis, beaucoup plus haut que la surface actuelle de la région et que plusieurs millions de tonnes de ce minerai ont été enlevées pendant les époques qui se sont écoulées, depuis que les intempéries ont fait disparaître la lisière de l'éruptive nickelifère.

La mine de Creighton a été durant ces dernières années, celle qui a produit le plus de nickel au monde, avec son rendement annuel de plus de 200,000 tonnes de minerai, renfermant une moyenne de 4.68 pour cent de nickel, et 1.65 pour cent de cuivre. La production totale obtenue vers la fin de l'année 1910 était 2,088,531 tonnes, et l'exploitation s'est maintenue depuis ce temps à un taux régulier. La production annuelle de cette mine de nickel a surpassé probablement celle de toutes les autres mines de nickel du globe.

Dans le mois de juillet 1909, il fut extrait 32,348 tonnes de minerai et le prix de fabrication s'élevait seulement à 34.4 cents par tonne, l'extraction par homme employé à la mine étant de six tonnes et un tiers. Il y a probablement peu de mines qui surpassent ces résultats quant à l'économie de la main d'œuvre et du prix de revient.

La mine de Creighton fut exploitée d'abord à ciel ouvert, le puits N^o. 1 ayant été creusé plus tard sur une inclinaison de 59° dans la roche encaissante au sud-est pour atteindre le minerai. Les 2^{ème} et 3^{ème} niveaux furent alors ouverts jusqu'au premier, et le 4^{ème} est aujourd'hui ouvert sur le plancher du puits qui a une profondeur d'environ 260 pieds. Afin de faire face à la production requise, le puits N^o. 2 fut creusé à 330 pieds au sud-ouest sur une inclinaison de 47°, et la plus grande partie du troisième niveau et les parties au-dessous demandent un travail souterrain, à cause de la profondeur du gisement mentionné plus haut.

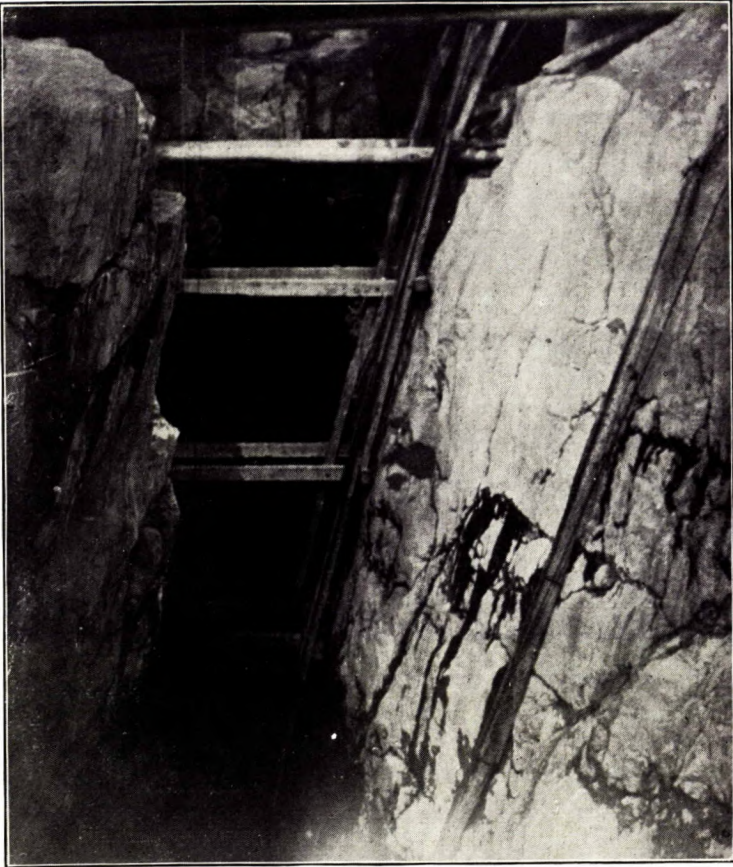
MINE NORTH STAR.

La lisière basique de la norite, après une légère déviation du nord à l'ouest, au-delà du ciel ouvert de Creighton, s'infléchit vers le nord-est à une distance de un mille et demi à travers les marais et le terrain bas, avant d'atteindre la mine de North Star au sud, au milieu du lot 9, concession III du canton de Snider. La roche, au sud-est, consiste principalement en granite grossier ou syenite, variant de la coloration rouge chair à la couleur grise; on la voit souvent porphyritique et gneissoïde, quoique tachetée de diorite; et quand on approche de la mine, on y trouve quelque conglomérat broyé, renfermant des blocs de diorite et une bande irrégulière de norite ancienne, comme celle trouvée près des mines Gertrude et Creighton. Le bord de la norite devient plus rouillée, à mesure que les structures de la mine s'aperçoivent plus visiblement. Les roches granitiques grossières sont plus anciennes que la norite, vu que cette dernière acquiert un grain plus fin contre elles, mais un filon de granite à grain fin d'un pied de largeur, peut être suivi sur une certaine distance à travers la norite, ce qui montre qu'il y existait des éruptions de granite postérieures.

La mine North Star a été attaquée en 1902 par la Compagnie Mond, en premier lieu à ciel ouvert et étroit, et plus tard (en 1904) par un puits de 170 pieds de profondeur. Le dépôt a un plongement de 75° ou 80° vers le nord-ouest, c'est le plus accentué qu'on ait remarqué dans les mines de lisières de la région. Comme l'a signalé Mr. Corliss, alors chargé de la direction de la mine, le minerai est tout à fait compact et parfaitement défini contre le mur, quoiqu'il renferme des galets roulés et des masses angulaires de granite et de diorite; mais vers la norite, le tout s'efface de la manière habituelle. Comme le mur est à coupe extraordinairement nette et à surface lisse, il se peut que l'inclinaison escarpée provienne d'une dislocation.

Après avoir été débarrassé de la roche, le minerai de la North Star est extraordinairement riche; et l'on doit noter que l'importante mine de Creighton avec son riche minerai, est flanquée de chaque côté de dépôts moins considérables; la mine Gertrude et la North Star ayant un minerai de qualité semblable; les plus petits gisements occupant seulement de légères échancrures de la lisière de la norite, tandis que la grande masse de minerai est accumulée dans une dépression profonde de la norite dans la couche inférieure archéenne.

La North Star, inexploitée depuis quelque temps, a été rouverte en 1912 par la Mond Company. Pendant un mille au-delà de la mine North Star, l'embranchement et la ligne principale de la voie ferrée suivent approximativement la lisière de la norite, qui s'étend vers le nord-est et est plus ou moins rouillée mais ne laisse voir aucun gisement. La roche au sud se compose principalement de granite, quoiqu'il y ait quelques lambeaux de diorite qui y sont mélangées. Dans le lot 8, concession III du canton de Snider, la lisière de la norite se dirige vers le sud du chemin de fer et



Mine North Star, montrant l'inclinaison du mur.

tourne à l'est; et peu après, on trouve du minerai s'étendant en une masse peu visible sur le versant d'une colline de granite, sur le lot 7. Il y a quelques années, un puits d'essai y fut creusé, puis abandonné selon toute apparence, il fut de nouveau percé en 1911 par MM. Kirby Thomas et H. L. Carpenter. A peu de distance de celui-ci, on voit une grosse masse de granite renfermée dans la norite, près de sa lisière, et la contrée est beaucoup plus montueuse qu'entre les mines Creighton et North Star.

Dans le lot 6, concession III, la lisière basique tourne encore une fois, au nord-est, et la quantité de diorite dans la roche encaissante dépasse celle du granite. A l'échancrure peu profonde ou se fait la couche nord-est, il y a plusieurs petits affleurements de minerai sur lesquels plusieurs sondages ont été pratiqués, et l'on trouve un peu de "norite plus ancienne" juste au sud-est.

La lisière se trouve alors vers l'est pendant un demi-mille, et non loin de la ligne entre les lots 6 et 5, mais probablement dans l'intérieur du dernier lot, il y a une autre courbe vers le nord-est avec un petit affleurement de minerai sur lequel des sondages ont été faits.

De ce point à un petit lac, près de l'extrémité méridionale du lot 5 concession IV, la direction nord-est de la lisière de la norite se continue, avec de la diorite comme roche encaissante, et l'on n'y aperçoit pas de minerai. Au-delà du lac, la lisière suit la même direction, traversant la voie ferrée et atteignant sa position la plus septentrionale, presque sur la ligne entre les lots 4 et 3, et à environ un quart de mille au sud de la concession V du canton de Snider. La limite se dirige ensuite vers le sud-est, traverse la voie ferrée dans un marais de près de cinq milles, et s'incline vers l'est sur une petite étendue, et va alors au sud et au sud-est, vers le lac Clarabelle.

A sa partie septentrionale, ce promontoire de granite et de gneiss est à moins de deux milles et demi de la lisière de l'éruptive nickelifère, qui est ici plus étroite que partout ailleurs sur la zone méridionale, excepté près du lac Whitson, à quelques milles au nord-est. L'absence presque totale de minerai ou du chapeau de fer le long de cette partie de la lisière basique, se conforme à la règle observée dans d'autres cas. La norite est de texture grossière, mais acquiert un grain plus fin vers la lisière, où elle est plus ou moins mélangée avec des fragments de la roche, encaissante principalement de granite porphyritique grossier ou gneiss granitoïde, de sorte qu'elle est évidemment la roche la plus ancienne des deux. Le gneiss granitoïde s'élève en un groupe de collines escarpées dans l'angle rentrant de la norite, mais il arrive qu'à l'extrémité, la norite forme un plateau avec le granite s'enfonçant au-dessous, positions qui sont très visibles près d'un petit lac au sud du chemin de fer sur la ligne séparant les lots 2 et 3 de la concession IV du canton de Snider. Au sud-est de cet étang, la lisière basique peut être considérée comme se perdant dans la projection de Copper Cliff.

PROJECTION DE COPPER CLIFF.

La lisière basique de la norite s'infléchit au sud-est de la région stérile qui vient d'être décrite, et en marchant un demi-mille vers l'est, le long du chemin de fer, juste au sud du Pump Lake, on atteint l'autre côté de la norite de la projection qui renferme à moitié une petite superficie de granite rouge, envoyant une ramification au nord-est, à partir de la mine Lady Violet. En partant de cette mine, la lisière se dirige au sud du N° 6 ou mine Clarabelle, près du côté nord du lac de même nom, où la projection n'a qu'environ 600 pieds de largeur; mais précisément au sud-est, elle s'élargit de près d'un demi-mille, puis se rétrécit rapidement de nouveau vers le

lac Lady McDonald où sa largeur se réduit à 100 pieds. Elle plonge sous un lac peu profond, puis réapparaît à l'extrémité est de Nickel Island; elle est alors encore recouverte d'eau sur une étendue d'environ mille pieds, puis se dirige quelque peu au sud-est, sur une distance d'un demi-mille en une bande étroite et irrégulière vers la mine N° 2.

Vient ensuite une interruption d'environ 1,500 pieds sur laquelle on voit seulement du drift et quelques petits affleurements de diorite et de gräuwacke, après quoi une petite lentille de norite couleur de rouille se montre près d'un ruisseau, puis à environ 200 pieds plus au sud, la colline rouilleuse de Copper Cliff s'élève brusquement sur le drift, et se dirige vers le sud sur une distance de 400 pieds et s'infléchit au sud-est de la mine elle-même. Un large plateau formé de drift sépare cette mine à partir de la projection suivante située à deux mille pieds au sud-ouest, après quoi la norite rouilleuse s'élève sur un versant de la colline et peut être suivie presque sans interruptions pendant 1,900 pieds, se dirigeant quelque peu au sud-ouest. La limite méridionale de l'affleurement s'enfonce de nouveau sous les dépôts d'une fondrière et d'un vieux lac, à plus de 4,000 pieds, et là un monticule de norite mélangée à d'autres roches et au chapeau de fer s'élève sur la mine Evans à quelque distance au sud du chemin de fer "Soo." On ne connaît pas au-delà de ce point d'affleurement de norite nickelifère.

Comme la projection de Copper Cliff est de beaucoup la plus importante que l'on connaisse sur la circonférence de la feuille laccolithique, en ce qui concerne la quantité et la qualité du minerai, il serait opportun de décrire ses configurations en détail.

D'après la description qui vient d'être faite, on pourra voir que la bande de norite-micropegmatite atteint presque sa plus grande largeur au nord de la projection où elle se courbe graduellement des deux côtés pour former un entonnoir, large d'un mille au commencement mais se réduisant à environ 600 pieds vers le lac Clarabelle, puis s'élargissant et envoyant une ramification au nord-est, avant de se rétrécir finalement à une largeur de 100 pieds au lac Lady McDonald. Au-delà de celui-ci, elle a tout au plus 200 pieds de largeur, et dans quelques endroits, elle est interrompue, autant qu'on peut le voir à la surface par des étendues de la roche encaissante ne montrant aucun indice de norite ou de minerai.

On verra d'après la carte qu'après ce rétrécissement, la projection de norite surgit de place en place, d'une manière qui semble déréglée. La bande s'oriente avec assez de continuité vers la mine N° 2, mais on la trouve ensuite à l'ouest de sa première direction, à la mine de Copper Cliff, et même plus loin à l'ouest de la mine N° 1. Les apparentes interruptions de continuité peuvent être moins étendues qu'elles ne le semblent, car il peut y avoir des raccordements sous le drift souterrain; mais dans plusieurs cas, les interruptions sont absolument réelles, la roche encaissante qui coupe la projection étant bien visible. Dans des cas semblables, on suppose naturellement qu'il y a des canaux de communication souterrains quoiqu'il soit possible que la conduite souterraine traverse des roches sous-jacentes postérieurement mises à nu. Plusieurs mille pieds ont probablement été enlevés de la région depuis l'époque Cambrienne, au moment où la norite est supposée avoir atteint sa position actuelle.

La longueur de la projection, mesurée au commencement de la partie étroite près du lac Lady MacDonal, est de 14,400 pieds, dont moins de 5,000 pieds peuvent être suivis sur la surface, mais peut-être y en a-t-il davantage de caché sous le lac ou sous les dépôts de drift. Partout où la bande de norite peut être suivie, elle est très riche en minerai. Si la projection est supposée commencer à l'endroit où l'entonnoir se rétrécit

vers le sud-est, sa longueur augmente d'au moins un mille, ce qui lui donne un total de bien près de quatre milles.

GISEMENTS DE MINERAI AU NORD-OUEST DU LAC LADY MACDONALD.

Sur le côté sud-ouest de l'entonnoir où la norite s'élève contre le gneiss granitoïde mentionné précédemment, le minerai et le chapeau de fer paraissent manquer, mais sur le côté est, deux gisements de minerai ont été plus ou moins ouverts et il y existe une quantité importante de chapeau de fer. La différence peut provenir de l'élargissement prononcé de la roche éruptive vers le nord-est, en comparaison du sud-ouest. Le premier gisement de minerai se trouve à la mine Lady Violet, au sud du Pump Lake, à la moitié nord du lot 1, concession III où dans les débuts, les Vivians de Swansea ouvrirent deux puits au contact de la norite avec la diorite. Le dépôt est une lisière, avec de la norite à grain grossier à l'ouest, mais sans indice de relations de projection.

À un demi-mille au sud, près de la rive nord du lac Clarabelle, il y a une autre étendue considérable de chapeau de fer avec deux puits, appelée mine Clarabelle ou mine N° 6. La majeure partie de la roche de la région comprise entre les deux mines est formée de granite, mais la colline de Clarabelle, recouverte par le chapeau de fer est formée de fragments de diorite se perdant dans les schistes chloritiques et hornblendiques. La halde rocheuse contient en plus de la norite tachetée, et des différentes variétés de la roche encaissante, de la calcite, du quartz de la dolomie et de l'actinolite en lames ayant plusieurs pouces de longueur, ce qui dénote une action secondaire des eaux circulantes.

Pendant les travaux d'exploitation, une masse de magnétite d'environ cinq tonnes fut trouvée complètement renfermée dans le minerai à Clarabelle, la magnétite étant mélangée légèrement avec les sulfures et les schistes verts, et paraissant intimement liée aux minerais réguliers, l'oxygène remplaçant le soufre.

La mine Clarabelle fut pendant quelque temps, reliée par le chemin de fer avec Copper Cliff, et a fourni 4,000 tonnes de minerai contenant environ 2 pour cent de nickel et 1.68 pour cent de cuivre; mais pendant quelques années, elle n'a pas été exploitée, les rails furent enlevés et la mine alors abandonnée. Une grande partie de la norite au sud-ouest de Clarabelle est très rouillée, donnant à supposer qu'on pourrait trouver plus de minerai si le besoin s'en faisait sentir.

Au contact sud-ouest, la norite rencontre le gneiss granitoïde presque verticalement, et devient plus fine vers le bord, puis se mêle plus ou moins au granite et pénètre toutes les fissures de la roche plus ancienne.

Le contact le long du chemin de fer, au sud-est de Clarabelle, montre la norite consolidée renfermant de nombreux fragments de norite plus ancienne à grain fin, et de la diorite ou schiste vert, les roches avoisinantes. Plus loin il s'infléchit au nord-est sur une colline abrupte s'élevant à environ 100 pieds au-dessus du lac. Le sommet de la colline est formé en partie de diorite rouilleuse, bréchiforme, et sur le versant méridional, à côté d'une lame de norite, se trouvent les grands ciels ouverts et les ateliers de la mine N° 4. La dimension des ateliers indique un gisement d'une superficie considérable; et dans les dernières années, la mine a fourni 43,500 tonnes de beau minerai renfermant 3 pour cent de nickel et 1.25 pour cent de cuivre, ce qui est presque le rendement normal d'une mine de lisière. Le N° 4 est à un quart de mille à l'est de la mine Clarabelle, à un point où la projection s'est élargie à environ un demi-mille du nord-est au sud-ouest.

Sur le côté sud de cette expansion de norite, il y a principalement du gneiss granitoïde grossier du type Laurentien, mais à l'ouest auprès du

lac Clarabelle, le granite est intimement mêlé à la diorite, et il est certainement la roche la plus récente. Vers le nord, il y a les collines inégales consistant en un mélange de roche renfermant la pyrrhotine hornblendique avec de larges clivages de ce minéral, schiste hornblendique, diorite, et des débris de roche sédimentaire, grauwacke ou quartzite, le tout fortement bouleversé. Il semble que cette grande anse de norite s'enfonça en manière de coin le long du contact séparant le granite de la diorite qui était évidemment une zone de moindre résistance.

Il y a un autre gisement nommé mine Lady MacDonald ou mine N° 5, à l'endroit où la projection se rétrécit sur la côte nord-ouest du lac Lady MacDonald, c'est la première de la série des mines sur la projection de Copper Cliff qui ait été exploitée. Les travaux consistent principalement en un ciel ouvert près du lac et de la lisière de norite contre une brèche broyée de diorite et de gneiss granitoïde. La norite et le minerai de cette mine semblent traversés par un dyke plus récent de pegmatite, mais l'affleurement n'est pas suffisant pour en donner la certitude. La halde contient des fragments de pegmatite, de porphyrite hornblendique, de schiste hornblendique et d'arkose, et quelques lamelles de granite ont été trouvées dans un amas de roche gneissoïde. La mine a été autrefois reliée par une voie d'évitement avec la voie ferrée du N° 4, allant à Copper Cliff, et on rapporte qu'elle a fourni 8,000 tonnes de minerai de moyenne qualité, renfermant 2.83 pour cent de nickel et 1.06 pour cent de cuivre.

Ces proportions des deux métaux sont celles que l'on trouve communément dans les mines de lisière, de sorte que l'on peut supposer que les quatre gisements décrits jusqu'ici appartiennent au type lisière, et il s'ensuit que la véritable projection prend naissance au sud de cet emplacement. On ne voit pas exactement pourquoi tout le minerai se trouve du côté est de la baie de norite.

DE LA PROJECTION DE COPPER CLIFF A LA MINE N° 2.

Le lac Lady MacDonald a été endigué pour pourvoir à un approvisionnement d'eau; c'est pourquoi il cache jusqu'à un certain point les dispositions des roches, mais sur une petite île dans la partie nord du lac, on voit la norite recouverte du chapeau de fer en contact avec le granite au sud-ouest; tandis que la norite rouilleuse s'élève au-dessus d'une anse au sud-est avec une largeur d'environ 100 pieds, s'élargissant à 180 pieds un peu au sud. Pour les premiers 450 pieds, la bande de norite repose entre le schiste vert entremêlé de grauwacke à l'est, et de gneiss granitoïde grossier à l'ouest; mais à partir de cet endroit elle a son toit et son mur en gneiss jusqu'à la mine N° 2, où la diorite y vient en contact une fois de plus.

Toute la surface de la bande de norite est marquée soit de taches rouillées là où le minerai a disparu par ablation atmosphérique, ou recouverte avec le chapeau de fer, et une succession de ciels ouverts, maintenant remplis d'eau indiquent l'endroit où de petits gisements de minerai furent exploités et transportés par un petit tramway allant aux hangars de la mine N° 2.

La norite est ici à grain fin et est de la variété de projection, son grain devient encore plus fin près du gneiss granitoïde, montrant qu'elle est d'époque plus récente. A un endroit, cependant, à mi-chemin entre la baie et la fosse ouverte du N° 2, un dyke de granite de dix pieds de largeur s'étend diagonalement au travers de la norite, de sorte qu'il y eut des granites des deux époques, un plus vieux et un autre plus jeune que la norite. Le granite plus récent est gris et à grain plus fin que l'autre. Le gneiss granitoïde, près de la norite, a été fortement broyé et cisailé, et forme souvent un brèche gigantesque dans laquelle la texture schisteuse s'est

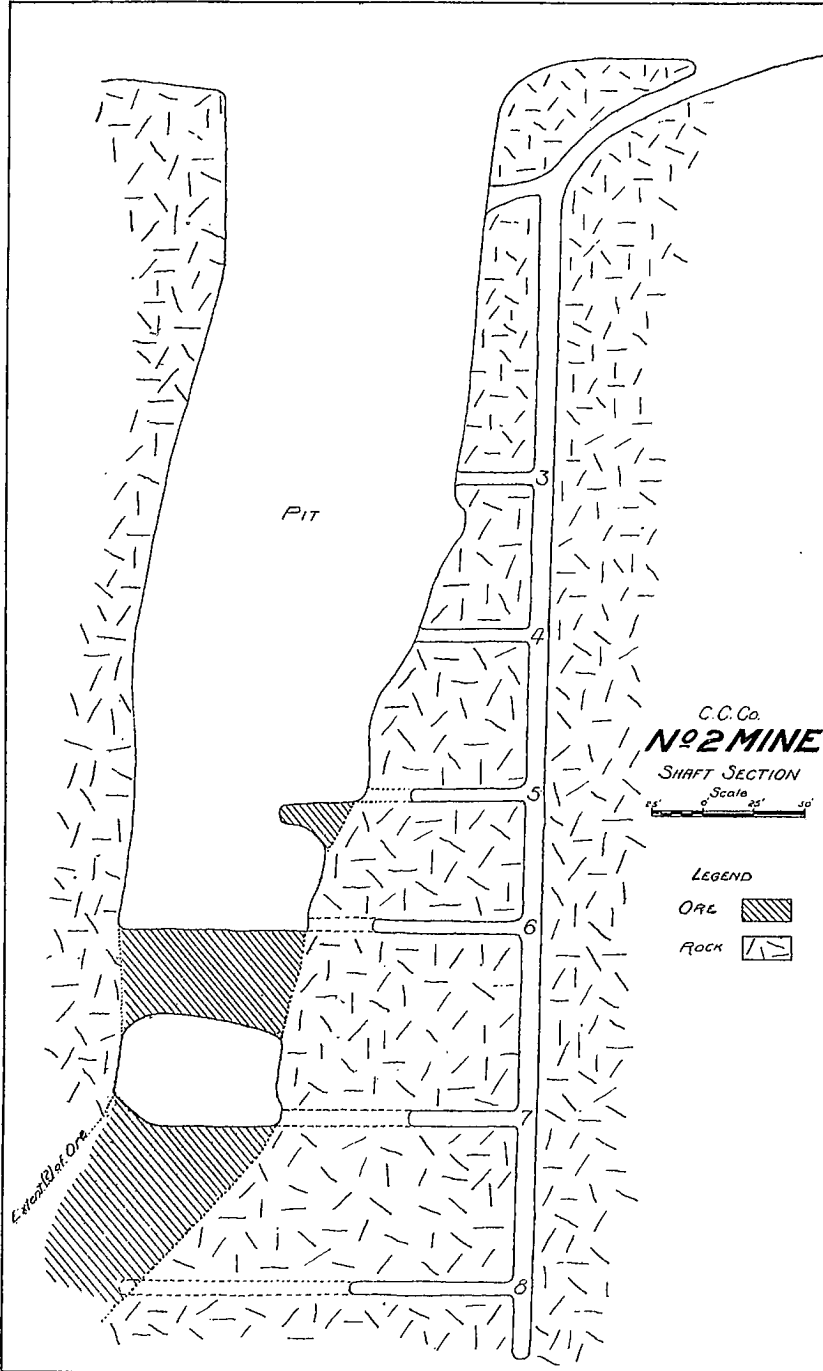


FIG. 3.—Mine No 2. Coupe du puits.

dirigée différemment en divers blocs, tandis que la pâte qui sépare les blocs est à grain fin et semble être seulement du granite broyé de même espèce que les blocs.

Immédiatement au nord du ciel ouvert de la mine N° 2, une nappe de drift recouvre la bande de norite, et les relations y sont confuses, mais un dyke de diabase de 30 pieds de largeur fortement décomposé à l'air s'y trouve et semble la traverser de l'est à l'ouest.

La grande excavation de la mine occupe presque toute la largeur de la projection, montrant que le minerai s'y est accumulé près de l'extrémité d'une bande étroite de norite, en quantité beaucoup plus grande qu'à d'autres endroits en un flot ininterrompu, de l'entonnoir jusqu'au nord-ouest. Il n'y reste qu'une petite quantité de norite mouchetée de minerai entre le puits et le gneiss granitoïde. Le puits a environ 230 pieds de long, suit la direction de la projection, et est environ à moitié aussi large mais il n'est pas tout à fait ovale, vu qu'une projection de norite bombe du côté sud-ouest. Le puits a une profondeur de 278 pieds, et plus bas le monticule de norite s'efface; la cheminée de minerai prend une forme plus régulière, et il y a des galeries souterraines qui atteignent une profondeur d'environ 400 pieds.

Le minerai de la mine N° 2 renferme une bonne quantité de débris et de masses arrondies de roche; il est de qualité moyenne, contenant 2.70 pour cent de nickel et 1.94 pour cent de cuivre; les proportions des deux métaux du type de la projection, contenant plus de cuivre qu'on n'en trouverait dans un dépôt de lisière.

La mine N° 2 fut ouverte en 1898 et produisit du minerai jusqu'en 1903, alors que le rendement énorme de Creighton rendit inutile le travail dans les autres mines produisant du minerai de qualité inférieure, et alors, on la ferma. C'est une des plus grandes mines de la région, ayant fourni 399,000 tonnes de beau minerai pendant ses exploitations. La mine contient encore de grandes quantités de minerai, et pour faire face à l'augmentation de la demande pour le nickel, la Canadian Copper Company recommença en 1911 son exploitation.

MINE DE COPPER CLIFF.

La petite colline escarpée, recouverte du chapeau de fer qui, au centre de la ville de Copper Cliff, s'élève d'une large plaine d'argile stratifiée, attire de suite l'attention, et il n'est pas étonnant qu'une particularité si remarquable ait été promptement découverte, même dans une région alors très fortement boisée. Bien que ce gisement de nickel n'ait pas été le premier découvert, il a été le premier à être exploité sur une grande échelle et, à l'exception de Creighton, qui fut ouvert beaucoup plus tard, il a formé la mine la plus importante du district de Sudbury. Cette mine est située près de l'angle nord-ouest du lot 12, concession II du canton McKim, et se termine près de la limite du canton de Snider.

La colline de Copper Cliff s'élève à environ 400 verges à l'ouest de l'extension normale de la bande de norite et s'étend du lac Lady MacDonald à la Mine N° 2; mais la direction de la colline est presque parallèle à son extension. Il se peut que dans une région aussi accidentée la séparation due à la faille ait eu lieu sur une grande échelle, de sorte qu'un grand bloc renfermant la mine a été transporté sur une distance d'un quart de mille dans une direction de quelques degrés à l'ouest du sud. Il est cependant plus probable que quelque conduit souterrain relie réellement la norite et le minerai des deux mines.

La colline de norite rouillée qui a 600 pieds de long et 200 pieds de large est entourée des trois côtés par du drift, mais à l'est, elle rejoint une

colline plus élevée de roche sédimentaire, de conglomérat à grauwacke vers le nord, et d'arkose vers le sud, tous deux fracturés par la faille et le broyage qui a préparé une voie pour l'arrivée de la norite et du minerai.

L'arkose, qui est à grain fin et couleur de chair, a été recristallisée de telle sorte qu'elle ressemble à une roche éruptive, et fut, en conséquence, prise tout d'abord pour de la syénite ou felsite; mais sa relation avec des sédiments prouve, sans aucun doute, qu'elle est aussi sédimentaire. Deux petits dykes de diabase traversent la notite mouchetée de la colline, et dans l'arkose, juste à l'est, il y a deux dykes de granite rougeâtre, gris, à grain moyen de six ou huit pieds de largeur qui ne peuvent être suivis bien loin, à cause du chapeau de fer couvrant le contact de la norite. Le granite des dykes est semblable à celui du dyke au nord de la mine N° 2.

Sur la halde au sud-est de la mine, on peut trouver des spécimens de toutes ces roches et en plus, de la diabase d'un dyke de couleur noire et à grain fin, quelquefois d'une largeur de 55 pieds, qui fut suivie de la troisième à la treizième galerie pendant les opérations minières. Des forages au diamant faits sous la 13° galerie montrent de la norite mouchetée et du minerai, de la diabase, et un dyke de granite à grain moyen qui traverse l'arkose. A côté de ces roches qui apparaissent, en formes caractéristiques, à la surface, la halde met à jour les blocs de norite se changeant en granit rouge et formant aussi des variétés grossières, avec de grandes surfaces de clivage gris de plagioclase, et des masses de biotite et de hornblende, à grain rude, et selon toute apparence, produits de ségrégation d'un caractère pegmatitique. On peut décrire quelques-uns de ces blocs comme anorthosite, lorsque le plagioclase est plus ou moins mélangé aux minéraux plus foncés. Quoiqu'il n'y ait pas d'exemple de semblable différenciation connu sur la surface de projection, des coïncidences similaires peuvent pourtant se rencontrer aux mines Elsie et Murray, au nord. Il n'y a aucune évidence que l'on ou l'autre des filons ou produits de différenciation ait aucune relation spéciale avec le minerai et les filons étaient certainement beaucoup plus récents.

En plus de la pyrrhotine et de la chalcopyrite de minerai, plusieurs autres minéraux sont trouvés sur la halde, tels que le quartz, la calcite ou l'ankérite; et le long d'un côté du dyke suivi par les travaux de la mine, y a une couche de quartz avec un peu de minerai, et sur un autre une lisière de calcite. Le contact du filon avec la norite provoqua évidemment des fissures par lesquelles l'eau put circuler, déposant des minéraux secondaires, tels que le quartz, les carbonates et la galène, mais ces dépôts furent formés longtemps après que le minerai eut atteint sa position accompagné de la norite pulpeuse de la même famille. La circulation des eaux, aussi loin qu'on peut le voir, apporta peu de nouvelles substances, mais remania jusqu'à un certain point les minéraux du gisement qui existaient déjà.

Ce fut principalement l'étude de tels réarrangements des minerais et des autres métaux de Copper Cliff, et des mines de projection voisines, qui amenèrent MM. Dickson, Campbell et Knight, à considérer les gisements de minerai de nickel comme étant des dépôts formés par l'eau provenant du remplacement des minéraux rocheux par les sulfures.

Les travers-bancs de la mine de Copper Cliff et les plans des différentes galeries qui ont été fournis grâce à la bienveillance du capitaine Lawson, montrent que le gisement forme un cylindre grossier se rétrécissant et s'élargissant d'une galerie à une autre, et fourchant à environ 500 pieds endessous de la surface. Son plus grand diamètre varie de 75 à plus de 200 pieds suivant la direction de la colline, et le plus court est de 50 à 90 pieds. Comme on peut le voir dans la coupe verticale, à travers le puits, le cylindre quelque peu aplati s'enfonce très uniformément à un angle de $77\frac{1}{2}^\circ$ vers l'est,

et atteint une profondeur de plus de mille pieds. Le puits le plus ancien suivant l'inclinaison apparente de l'affleurement s'éloigna trop du gisement de minerai, et un nouveau puits fut ouvert sur la troisième galerie ayant l'inclinaison qui vient d'être mentionnée.

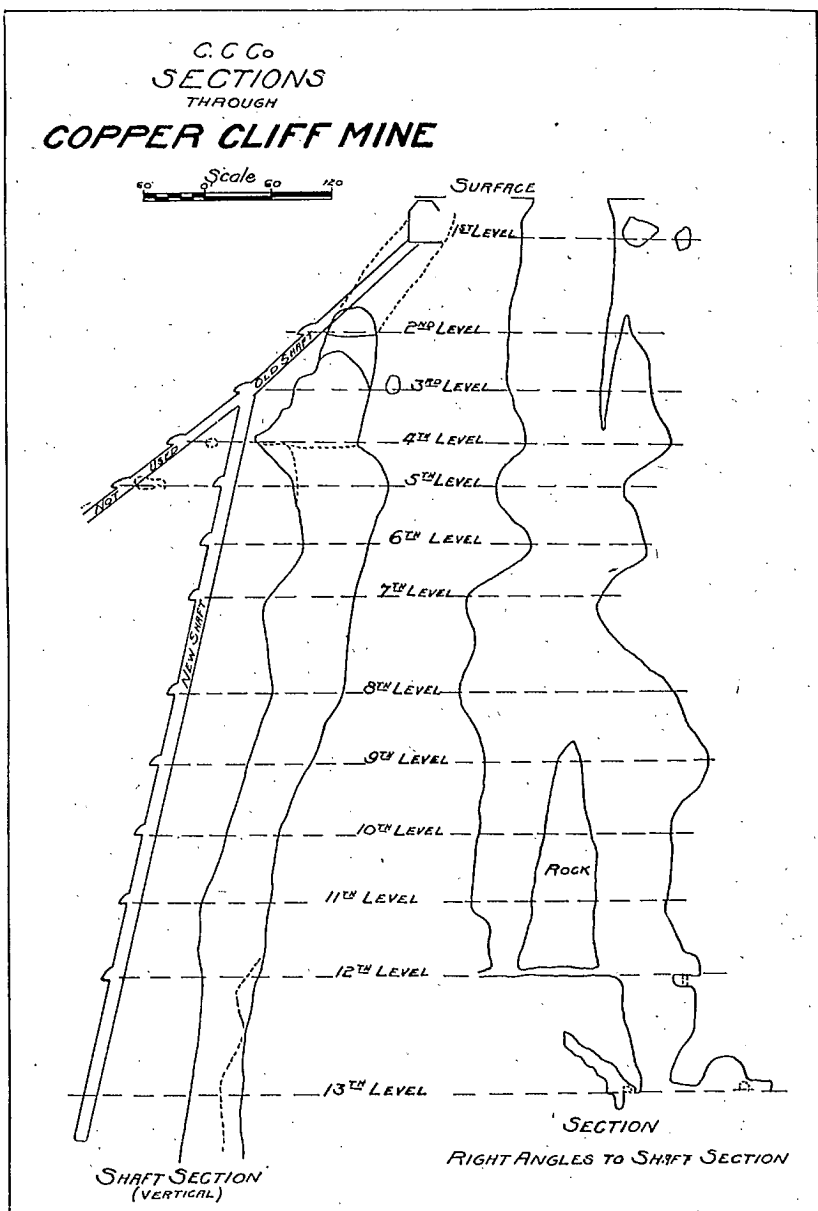


Fig. 4.—Coupes à travers la mine Copper Cliff.

Dans l'exploitation minière de Copper Cliff, on observa promptement que quand le gisement de minerai s'élargissait, il devenait plus riche en nickel; tandis que les portions les plus étroites étaient plus riches spéciale-



Conglomérat broyé, au sud de la zone de nickel.

ment en cuivre; ce fut le premier cas qui établit la règle générale à savoir: que les minerais de cuivre s'accumulèrent près de la roche encaissante, et les minerais de nickel, plus loin de celle-ci.

La mine de Copper Cliff, comme son nom l'indique, fut ouverte dès le commencement comme mine de cuivre, les constituants nickelifères du minerai ne furent découverts que plus tard. Dans un sens elle demeura mine de cuivre jusqu'à la fin, vu que, des 9·53 pour cent des métaux combinés dans son minerai, il y avait 5·63 pour cent de cuivre et 3·90 seulement de nickel. Comme valeur, le nickel était le plus important, mais comme quantité, les trois-cinquièmes de la production du métal étaient composés de cuivre. Sous ce rapport, elle n'a été égalée que par la mine de Crean Hill, dont le minerai était cependant de qualité beaucoup plus inférieure.

Durant son existence, c'est-à-dire depuis 1886, jusqu'à sa fermeture, la mine produisit 369,000 tonnes de minerai très riche, mais contenant une bonne quantité de roche; et quant à sa production des deux métaux, aucune autre mine ne l'a égalée à l'exception de la mine de Creighton.

Lorsque la mine fut fermée, il y avait encore en vue du minerai très riche, bien que le volume du gisement ait diminué considérablement. En 1910, le hangar fut détruit, et de nos jours, il reste bien peu de chose à cette fameuse mine, excepté un petit ciel ouvert et la halde. A quelques autres points de la colline de chapeau de fer au nord, on voit de petits gisements de minerai qui ont été exploités, et on peut encore y voir des veines de pyrites de cuivre en quelques endroits.

MINE N° 1.

A 2,000 pieds au sud-ouest de la mine Copper Cliff, la norite renfermant le minerai s'élève au-dessus de l'argile stratifiée sur les flancs d'une haute colline formée principalement de roches sédimentaires, de grauwaacke à l'est et arkose à l'ouest. Il y a trois ou quatre petits affleurements de minerai et de norite rouilleuse, s'étendant quelque peu au sud-ouest sur une distance d'environ 1,900 pieds, suivant d'assez près le contact du grauwaacke avec l'arkose, probablement parce que c'était une surface de moindre résistance le long de laquelle des failles et des fissures se produisirent quand la norite fit irruption.

Cinq puits ont été ouverts sur cette rangée de petits gisements la mine N° 1 étant la plus importante, mais tous ces puits sont aujourd'hui remplis d'eau, ce qui fait que l'on ne voit guère aujourd'hui que la roche encaissante. En quelques endroits, la norite et le minerai se ramifient entre des blocs de grauwaacke, comme sur la projection de Worthington. Au puits sud, on aperçoit une petite bande de porphyrite hornblendique vert foncé, probablement plus ancienne que la norite; et trois dykes de diabase traversent et la norite et la roche encaissante sur chaque côté. Cette partie de la projection est plus étroite que la plupart des autres, et à un ou deux points, le minerai occupe presque tout l'espace qui sépare les murs de la roche encaissante, à peu près comme une veine ordinaire le ferait, et à l'extrémité méridionale, il se réduit à une largeur de dix pieds seulement.

Pendant un certain temps, la mine N° 1 et ses dépendances produisirent du minerai de haute qualité, le total de sa production s'élevant à 23,000 tonnes, et contenant une moyenne de 6·98 pour cent de nickel et du cuivre en proportions à peu près égales (Ni. 3·56, Cu. 3·42). Ces puits furent exploités seulement pendant peu de temps vers 1898.

MINE EVANS.

A l'exception de quelques projections inférieures de grauwacke, on ne voit aucune roche jusqu'à l'une des projections du dernier affleurement de norite, à deux tiers de mille au sud de la mine précédemment décrite, à la mine Evans, où un petit monticule de chapeau de fer s'élève au-dessus des dépôts du vieux lac. Ici, on les voit seulement sur deux ciels ouverts, remplis d'eau et de déblais de la roche montrant peu de chose d'intérêt géologique.

Le minerai peut avoir été quelque peu rocheux, d'après les dimensions de la halde et l'on trouve la norite en partie tachetée de minerai, de l'actinolite provenant de la forte décomposition de quelques roches basiques comme la norite, la diabase provenant probablement de dykes et du grauwacke. Les roches de la halde montrent de nombreuses marques de cisaillement et de glissement.

La mine Evans fut exploitée par des puits ouverts à une profondeur de 160 pieds, puis ensuite par des galeries souterraines à une profondeur de 250 pieds en tout. Elle fut une des premières mines exploitées dans la région, le travail ayant été commencé vers 1886, peu de temps après que la mine de Copper Cliff fut mise à jour; et, avec quelques interruptions, elle continua à fournir du minerai jusqu'à la fin de 1899. Son hangar à charpente massive servait de limite au sud du chemin de fer jusqu'au moment de sa destruction il y a quelques années. On rapporte que la mine Evans a produit 234,000 tonnes de minerai renfermant 3 pour cent de nickel et 2.66 pour cent de cuivre, de sorte que comme quantité et qualité de minerai elle est l'une des mines les plus importantes de la région.

À un quart de mille au sud de l'affleurement de la mine Evans, s'élève une colline de gabbro à travers le grauwacke, et dans mon étude antérieure de la région, — avant que les rapports authentiques de la feuille laccolitique de norite eussent été complètement achevés — on se demanda si elle n'était pas reliée réellement avec cette masse éruptive plutôt qu'avec la lisière basique de la norite beaucoup plus éloignée. Cependant, la différence bien marquée entre la norite mouchetée de minerai de la mine et le gabbro vert bleuâtre pâle, dépourvu de minerai, au sud parut suffisante pour établir la liaison avec la projection, à deux-tiers d'un mille au nord.

La projection de Copper Cliff est de beaucoup la plus importante connue, avec ses trois grandes mines, — N° 2, Copper Cliff et Evans — sans mentionner les nombreux gîtes plus petits qui ont été exploités. Elle a fourni plus de 100,000 tonnes de minerai dont la grande partie était d'une qualité sont à fait supérieure renfermant environ 35,000 tonnes de cuivre et 33,000 tonnes de nickel; et il y a tout lieu de croire qu'au moins l'une des mines, la N° 2, continuera à fournir du minerai pendant longtemps encore.

On compare naturellement la projection de Copper Cliffs avec la projection Worthington de la mine Victoria, à 15 milles au sud-ouest. Cette dernière a la même longueur que la première, mais n'est pas reconnue comme contenant des gîtes de première qualité.

On remarquera sur la carte géologique que l'une et l'autre quittent la lisière basique de la norite à des points où l'éruptive nickelifère a un affleurement extraordinairement large, avec un changement de direction des deux lisières acide et basique. Les deux projections suivent les directions de failles, d'écrasements et de cisaillements considérables de la roche encaissante, comme s'il s'était produit là un grand bouleversement; et cela est probablement dû à un affaissement partiel et au tassement d'un grand bloc de la roche sous-jacente, lorsque la norite liquide s'éleva pour se répandre entre les sédiments supérieurs et les roches plus anciennes.

Si ce bloc perdit l'appui du magma fondu une fois emprisonné dessous il dut se produire des mouvements importants à chaque extrémité, avant que les substances se fussent fixées, de nouveau. A la mine Creighton, il n'y avait pas d'ouvertures semblables, et le minerai ne put pas s'échapper.

MINE ELSIE.

En retournant à la lisière basique de la zone principale, le contact peut être suivi au nord-ouest de la mine Lady Violet, passant au sud-est du Pump lake, et se tournant à l'est vers la mine Elsie. La norite est de la variété grise et grossière habituelle, avec des globules bleuâtres de quartz et des taches brunes de biotite; et près du Pump lake, la roche voisine est du granite, mais à l'est il y a une colline escarpée de diorite diverse et de "norite plus ancienne." Le contraste entre cette masse hérissée de roches antérieures et la surface basse et plate de norite est très frappant; dans les régions calcinées au nord, on observe que celle-ci est attaquée beaucoup plus rapidement par l'air que les roches plus anciennes au sud. Elle devient transformée en amas de roches arrondies, partiellement enterrées dans les substances sablonneuses grossières, résultant de la désagrégation de la roche encaissante, la destruction commençant aux joints qui permirent à l'eau de pénétrer.

Les roches au sud consistent principalement en laves montrant encore en certains endroits la structure ellipsoïdale et les amigdaloides produits à l'endroits où un courant de lave coula dans la mer. Cependant, certaines parties ont été changées, de la norite fraîche "plus ancienne," en diorite, porphyrite hornblende et porphyrite plagioclase. Avec les roches volcaniques, beaucoup de petits et de grands fragments de grauwacke et de quartzite furent saisis et toutes les variétés de roches mentionnées apparaissent plus ou moins recouvertes de chapeau de fer sur la lisière méridionale du gisement et sont même enfermées dans le minerai.

Les parties fraîches de la norite "plus ancienne" comprennent la labradorite avec beaucoup d'hyperstène et de magnétite, de sorte que la roche est beaucoup plus basique que la norite contenant le nickel. A la mine Elsie, précisément, la lisière basique se dirige vers le nord-est, si bien qu'elle occupe une petite anse, comme cela se voit souvent dans les mines de lisière; puis le ciel ouvert sur la mine montre un mur de diorite et de grauwacke formant une inclinaison au nord-ouest sous un angle de 29 degrés. Vingt pieds de minerai propre ont été abattus en beaucoup d'endroits, mais le toit de la pyrrhotine-norite est très mal défini, et quelquefois 40 pieds de roche mélangée furent trouvés assez riches pour être enlevés. Il s'est fait beaucoup de glissement le long du mur et les surfaces de mirois de faille purent s'y apercevoir lorsque la mine était exploitée; mais aujourd'hui, tout ceci est caché par l'eau qui a rempli les travaux souterrains aussi bien que le puits ouvert.

La mine Elsie fut ouverte en juillet 1901, par la "Lake Superior Power Co.," et le minerai expédié aux chantiers de grillage et à la fonderie de la mine Gertrude, pour y être traité vers la fin de l'année; une voie d'évitement contournant le côté ouest de la colline escarpée au sud de la mine, la reliant avec la ligne principale du chemin de fer de l'Algoma central. La mine fut fermée à cause de la crise financière de la compagnie associée, après que l'on eut expédié 25,700 tonnes de minerai de qualité plutôt inférieure.

MINE MURRAY.

La lisière de la norite couverte du chapeau de fer contre la diorite à la mine Elsie se prolonge presque sans interruption sur environ un demi-mille au nord-ouest jusqu'à la mine Murray; le premier gisement trouvé

dans la région, et l'un des premiers exploités. Ses relations géologiques ont été étudiées par plusieurs bons géologues, d'abord par le baron Von Foullon, qui prouva que la roche accompagnant le minerai devait être de la norite et non de la diorite, comme on l'a nommée. Plus tard, le Dr. T. L. Wlacker établit la géologie de la mine et ses environs avec beaucoup de détail, alors qu'il était chimiste à la Compagnie Vivian;¹ et plus tard encore, le Dr. Barlow étudia la région et prépara une carte de la géologie sur une échelle de 400 pieds au pouce.² Il ne sera donc pas nécessaire d'en donner des détails vu que la mine n'a pas été exploitée bien longtemps, qu'aucun affleurement récent n'a été aperçu, et que la mine elle-même est remplie d'eau, ce qui rend impossible son examen.

En 1893, le capitaine Richards déclara à l'inspecteur des mines que "le gîte qui possède une épaisseur moyenne de 70 pieds, se dirige au nord-est et au sud-est et plonge vers le nord-ouest à 45° degrés de l'horizontale. Cette masse agglomérée de pyrrhotine nickelifère et de diorite est renfermée dans des épontes de diorite. Le mur, à certains points, comme le prouvent les travaux d'exploitation, présente l'apparence d'une surface fissurée, sur laquelle le gisement de minerai s'est transporté, tel que prouvé par la matière usée qui sépare le minerai du mur. En quelques endroits, il y a de grandes enclaves, des lambeaux ou intrusions de diorite contenant des fragments de granite".

Cette description s'appliquerait à un nombre de gisements de lisière de nickel tels qu'aujourd'hui connus, sauf que pour la diorite, il faudrait mettre la norite au nord-ouest et la porphyrite hornblendique traversée diversement par du granite plus récent au sud-est.

Outre la description faite ci-dessus, on peut mentionner que les ségrégations acides de quelques pouces ou de quelques pieds de largeur se présentent dans la norite, dans laquelle des cristaux énormes d'hornblende et de plagioclase se trouvent souvent avec du quartz dans le centre. Il se peut que des fragments de quartzite qui surviennent avec la diorite, non loin, aient été assimilés pour produire ces masses étranges dans la norite.

Le Dr. Barlow a démontré que la diorite vers le sud-est a été fortement brisée et pénétrée par un granite postérieur formant une brèche; et il a dessiné deux grands dykes de diabase olivine ayant une direction d'environ 120°, traversant la norite et la paroi rocheuse en un angle droit vers le contact. La diabase est très fraîche et est beaucoup plus récente que le gîte.

La mine Murray fut exploitée par les Vivians de Swansea, Wales, de 1889 à 1894; le smelter commença à fonctionner en 1890, mais les opérations semblent avoir marché avec pertes. En 1896 et 1897, la fonderie fut mise en opération et réduisit environ 6,000 tonnes de minerai grillé, abandonnée par le Vivians, la matte étant expédié à Camden, N. J., pour produire du nickel.³

Le Dr. H. Winters d'Ottawa, nous donne aimablement de mémoire, l'information suivante obtenue quand il était comptable à la mine il y a dix-sept ans passés. La plus grande profondeur qui ait été atteinte dans la mine fut 225 pieds, avec des galeries ayant la même longueur dans chaque direction au niveau de 100 pieds, et une galerie d'environ 100 pieds vers le sud-ouest au niveau de 200 pieds.

Environ 200 tonnes de minerai furent traitées par journée de dix heures, mais la mine était ordinairement fermée pour trois ou quatre mois en hiver, lorsque la production du minerai était considérée comme plus onéreuse.

¹ Quar. Journ. Geol. Soc. Vol. LIII, pp. 40-46.

² G. S. C., Ann. Rep., Vol. XIV, Part H.

³ Ibid. pp. 30-31.

Quoique le minerai était supposé contenir $2\frac{1}{4}$ pour cent de nickel, on n'a pas pu obtenir plus de $1\frac{1}{2}$ pour cent du cubilot. Environ 40 tonnes de matte, donnant une moyenne de 40 pour cent de nickel et 20 pour cent de cuivre furent produites par mois, tel que le Dr. Winter, croit s'en souvenir par le fait que l'argent reçu pour payer les salaires dépendant du chargement de matte que l'on expédiait chaque mois, et il était quelquefois difficile d'obtenir du minerai en quantité assez grande pour envoyer le chargement complet. Le Dr. Winters n'ose pas donner une évaluation de la quantité totale de minerai produite par la mine.

DE LA MINE MURRAY AU MONT NICKEL.

La zone de chapeau de fer des mines Elsie et Murray se prolonge sans interruption, quoique en quantité moindre, à une longue distance au nord-est, et à différents points des puits d'essai ont été creusés découvrant plus ou moins de minerai, mais les dépôts paraissent trop petits pour être importants. Sur à peu près deux milles de la lisière bien droite, on trouve de petits gisements de minerai, ou de pyrrhotite-norite avec assez de minerai pour former le chapeau de fer oxydée, et la quantité totale du minerai dans cette étendue doit être grande, mais il n'y avait pas de dépression marquée sur le plancher dans laquelle il eût pu couler, de manière à former un grand gisement, comme on pourrait s'y attendre là où la roche éruptive nickelifère montre un affleurement très large.

Pendant plus des trois-quarts d'un mille au nord-est de la mine Murray, la roche encaissante se compose de diorite ou de phases décomposées de la norite plus ancienne; souvent plus ou moins brèchiforme et pénétrée par du granit; mais au-dessus et à peu près dans la même direction la roche encaissante se change en granite de couleur rose chair et à grain moyen s'élevant en collines plutôt aiguës. Le long du granit, il y a comparativement peu de minerai visible jusqu'à la mine Cameron que l'on atteint dans le lot 7, concession VI du canton McKim, quoique il y ait trois ou quatre puits d'essai à un demi-mille au sud-ouest.

A la mine Cameron, il y a une petite anse de norite et un puits, ainsi que plusieurs dépouillements attestant la présence du minerai. Les dispositions le long de cette partie de la limite sont cachées par des galeries, quoiqu'il y ait assez d'affleurements pour montrer que sur une distance d'environ deux milles, le granite forme la roche encaissante; mais on ne sait trop s'il est antérieur ou postérieur à la norite. Le fait que la norite avec le minerai s'appuient contre le granite fait penser que ce dernier est postérieur, mais dans plusieurs cas, il y a un peu de diorite ou "norite plus ancienne" immédiatement auprès de petits amas de minerai; et l'on peut concevoir que la roche primitive était de la diorite, et que le granite est postérieur à la norite, s'étant placé presque le long du vieux contact.

L'âge relatif de cette chaîne de collines de granite et de norite est du plus grand intérêt pratique par rapport à l'étendue approximative des gisements de minerai de la projection de Frood Stobie au sud-est. Si le granite est plus ancien, le dépôt Frood peut s'étendre beaucoup plus loin au nord-ouest; tandis que s'il est récent, le minerai et la norite sont probablement détachés de la zone principale, et la largeur du dépôt au nord-ouest sera fixée par l'amas granitique.

Au-delà de la mine Cameron, la lisière basique s'infléchit quelque peu vers l'est sur une distance d'un demi-mille jusqu'à la mine Little Stobie, le granite s'élevant au sud ou au sud-ouest pour la majorité de la distance. A la mine Little Stobie commencent la diorite, le schiste vert et la norite plus ancienne; mais cette partie de la région est aussi couverte d'un bon nombre de galeries; de sorte que les liaisons ne sont pas toujours claires.

Le ciel ouvert fait apercevoir la porphyrite hornblendique et du schiste vert, mais la norite voisine est si enchevêtrée à certains endroits, avec de petits fragments de norite plus ancienne, qu'elle ressemble à un conglomérat ou à une brèche. La mine Little Stobie fut, pendant peu de temps, en 1902, exploitée par la Compagnie Mond; a 1,584 tonnes de minerai étant envoyées à la mine Victoria pour être traitées, mais à présent tout cela est caché par une seconde croissance de buissons.

A environ un mille au nord-ouest de la mine Little Stobie, dans le lot 8, concession II du canton de Blezard, un petit gisement de minerai fut trouvé par l'aiguille d'inclinaison, il y a quelques années; et un puits d'essai et un forage au diamant y furent faits par des explorateurs envoyés par Mr. Edison, pour chercher du minerai de nickel, mais sans succès cependant, car aucun minerai ne fut découvert en dessous du puits d'essai. Le forage montra de la norite décomposée par l'air et de la norite fraîche à une profondeur de 1,030 pieds, mais interrompue par une bande de schiste à environ 260 pieds, et par une épaisseur considérable de granit à grain fin s'étendant entre 900 et 950 pieds.

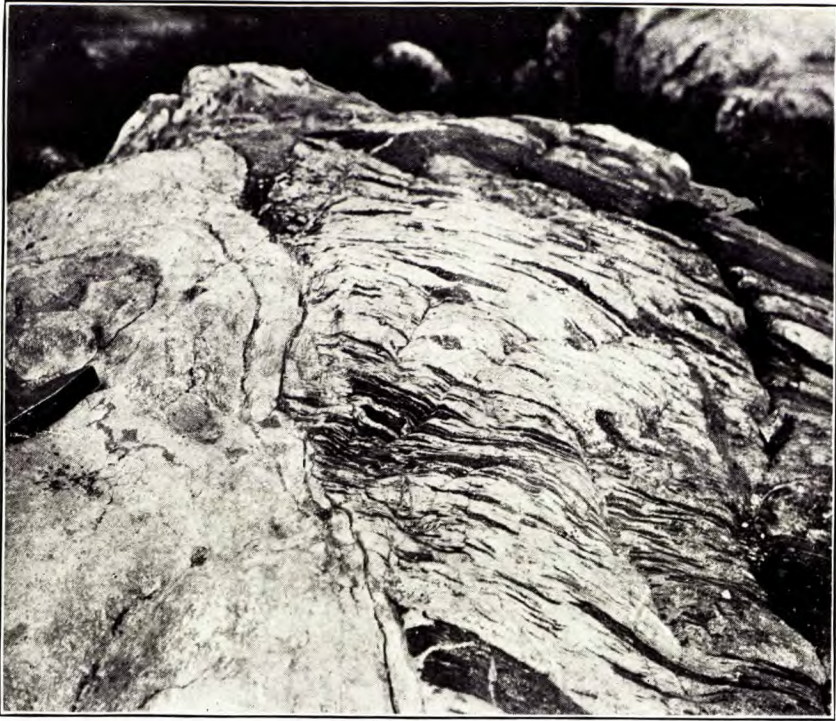
A cette distance de la lisière basique, si l'inclinaison est de 30°, il serait probablement nécessaire d'approfondir à 1,500 ou 2,000 pieds afin d'atteindre le contact de la norite avec la roche sous-jacente où l'on aurait pu croire rencontrer le minerai, et les chances eussent été fortement contre la rencontre d'un gisement de minerai rémunérateur.

De Little Stobie, le contact se dirige au nord-est au nord des lots 5 et 6, concession I du canton de Blezard, puis à l'est en forme de petit ban à la mine Mount Nickel. Il y a eu là un travail considérable d'abatage, comprenant l'ouverture des deux tranchées et le creusement d'un puits d'une profondeur de 165 pieds, et aussi plusieurs galeries souterraines au niveau de 75 pieds. Dans ces opérations, il se forma une halde de dimension et de qualité respectable, maintenant transformée en chapeau de fer par les agents atmosphériques. On fit de plus nombre de forages au diamant, certains d'entre eux en 1911 sous la direction de Mr. Kirby Thomas; et il est déclaré que le gisement de minerai est assez large et s'incline sur un angle d'environ 30° vers le nord. Dans les tranchées ouvertes, on voit d'abord la norite tachetée avec du minerai, puis une brèche grossière de diorite avec du minerai pénétrant dans toutes les fissures et servant de pâte aux fragments de roche; la coupe fait supposer que la pyrrhotine fondue et la chalcopryrite furent injectées dans toutes les ouvertures de la roche encaissante.

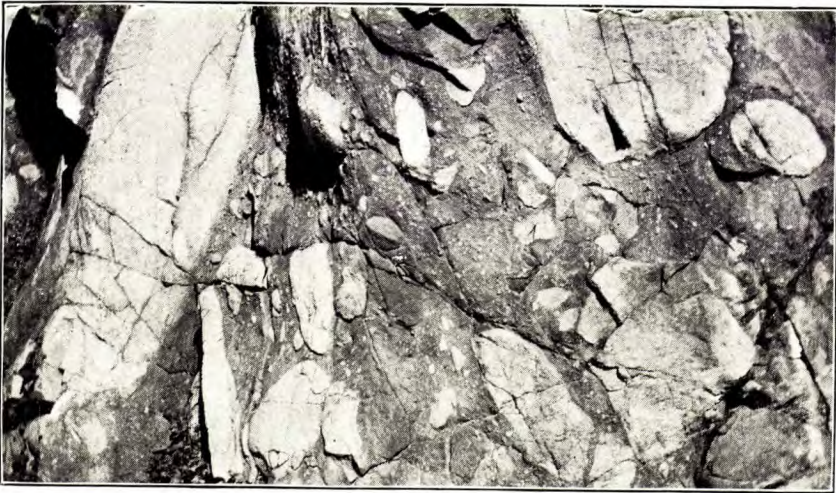
LA PROJECTION FROOD-STOBIE.

Quoique l'éruptive nickelifère soit large entre la mine Murray et Mount Nickel, on trouve comparativement peu de minerai le long de cette partie de la lisière basique de la norite, particulièrement sans doute, parce que la lisière s'infléchit légèrement à l'intérieur plutôt qu'à l'extérieur. Ce manque de minerai le long de la lisière de la norite est compensé par les gisements immenses qui se trouvent dans la projection de Frood Stobie, qui s'étendent sur presque deux milles, presque parallèlement à celle-ci, à environ un mille au sud-est, mais séparés de la zone principale par les collines de granite mentionnées précédemment, s'étendant du sud de la mine Murray à la mine Little Stobie. La projection Frood Stobie n'est pas tout-à-fait parallèle à la lisière de la norite, vu que sa limite sud-ouest en est à un mille et un quart et sa limite nord-est a seulement trois quarts de mille.

La bande de roche contenant le minerai peut être regardée comme une projection parallèle, différant tellement des autres gisements de la



Faille, au sud de la zone de nickel.



Conglomérat broyé, à Copper Cliff.

région, qu'elle pourrait former par elle-même une catégorie car on ne trouve aucune connexion de surface conduisant à la lisière basique, et aucune baie de norite l'atteignant comme dans la plupart des projections.

On peut supposer qu'il y a ou qu'il y avait une connexion souterraine entre ces deux grands gisements de minerai de nickel et la principale zone au nord-ouest, de sorte que le minerai se détachant de la grande épaisseur de norite-micropegmatite fit son chemin à travers un canal large mais quelque peu intermittent, sorte de réseau de canaux communiquant entre eux, et atteignit sa position actuelle ou comme on l'a montré dans un diagramme qui illustre les projections parallèles sur une page précédente.

Ceci a été suggéré dans mon dernier rapport de la région et confirmé par les résultats obtenus par des forages au diamant lors des dernières années, montrant que le gisement s'incline vers la zone principale avec des angles qui s'aplatissent de plus en plus en profondeur. Il est cependant possible que la chaîne des collines granitiques soit plus ancienne que la norite et ait coupé une connexion qui existait avant son éruption. Le caractère général des deux gîtes montre un mélange des caractéristiques de gisements de projection et de lisière, vu que le minerai contient un plus grand pourcentage de nickel comparé au cuivre que dans d'autres projections, mais le minerai est plus mélangé de roches que dans les gisements de lisière typiques. L'angle de l'inclinaison n'est pas loin de ce qu'on peut attendre d'une mine de lisière et les gisements de minerai sont plus longs que larges deux caractéristiques inaccoutumées dans une mine de projection. L'affleurement s'élève au-dessus de marais et d'un terrain bas sur chaque côté, en un monticule très apparent de roches rouillées sur lequel croissent des pins et des arbres éparpillés; et les points les plus élevés atteignent environ 100 pieds au-dessus du niveau général, avec des talus si escarpés vers le marais qu'il ressemble à une falaise. Le chapeau de fer formé par la décomposition du minerai est une substance très résistante qui a fortement protégé les roches qu'il a recouvert contre les attaques de l'atmosphère.

La bande de roches rouillées varie beaucoup en largeur, et la norite est complètement coupée en deux endroits, tandis que vers le nord il y a trois interruptions de 300 à 700 pieds avant d'atteindre la mine Stobie. La plus large partie de la bande de norite et du chapeau de fer est de 900 pieds, un peu au sud de la mine Froid; et la superficie totale du chapeau de fer dépasse de beaucoup toute autre dans la région de nickel, étant probablement quatre fois aussi large que la surface du chapeau de fer oxydé des mines Creighton ou Whistle, qui viennent ensuite. C'était autrefois un axiome chez les prospecteurs qu'une grande surface de chapeau de fer marquait un gisement de minerai important, et dans ce cas, au moins, leur croyance était justifiée.

Le monticule qui s'élève au-dessus des marais ne consiste pas totalement en norite et en minerai, mais comprend des superficies considérables d'autres roches, spécialement du grauwaacke, de la diorite, et du gabbro différant considérablement de la norite renfermant le minerai.

Le granite qui sépare la projection de la lisière basique de la principale zone de nickel, ne vient nulle part en contact avec le monticule couvert de chapeau de fer, plus de 800 pieds de grauwaacke et de norite survenant là où le marécage ne cache pas la roche. La plupart des roches adjacentes ont des structures schisteuses en forme de couche qui s'avancent parallèlement à la lisière de la norite; l'inclinaison des sédiments étant élevés et généralement vers le nord-ouest. La norite semble se présenter à travers une zone irrégulière de moindre résistance dans les plus vieilles roches, spécialement là où le rétrécissement permet une séparation facile

entre les couches de grauwacke ou à la séparation du grauwacke d'avec les bandes de la diorite.

Comme les cavités obtenues par la perforatrice-diamantée montrèrent une inclinaison considérable du minerai et de la norite au nord-ouest, puis comme cette inclinaison s'infléchissait aux endroits les plus profonds qui furent atteints, nous devons supposer que la roche éruptive traverse les structures en profondeur ou bien que les surfaces structurales de grauwacke et de schiste se recourbent très rapidement au nord-ouest au-dessous de la surface.

On pensa d'abord que cette projection pouvait se relier avec la zone principale de la mine Blezard, à deux milles au nord, la liaison suivant peut-être une série de marais; mais une étude subséquente de la région s'y oppose, vu que la diorite et la norite "plus ancienne" sont en continuité dans les affleurements profonds qui traversent la liaison supposée.

MINE FROOD OU N° 3.

On nomme généralement le gisement de minerai du sud-ouest, mine Frood, en souvenir d'une des premiers prospecteurs quoique la Canadian Copper Company qui en possède la plus grande partie, la nomme mine N° 3. La surface du chapeau de fer commence presque sur la ligne de démarcation entre les concessions V et VI du canton de McKim, 1,800 pieds à l'ouest de la limite entre les lots 7 et 6; la norite se répand irrégulièrement sur un sommet de grauwacke et de schiste, le grauwacke contenant queque fois beaucoup de pseudomorphes de la staurolite. La norite s'étend à 1,500 pieds dans la direction nord-est, avec une largeur d'environ 200 pieds; mais à cet endroit, il y a une étroite dépression à travers le monticule, le grauwacke arrivant d'un côté à l'autre, et traversant la roche minéralisée. Il est intéressant de remarquer que la perforatrice-diamantée a montré que cette interruption de surface ne s'enfonce que peu profondément, laissant supposer que la norite s'étend comme une feuille continue aux galeries inférieures.

Le monticule de norite s'élève de nouveau rapidement et s'élargit à environ 400 pieds avec un versant escarpé de grauwacke au sud-est et une zone de roche bréchiforme au nord-ouest, consistant en grande partie en blocs angulaires de grauwacke avec du minerai se montrant entre eux à plusieurs endroits. Au-delà de la brèche, au nord-ouest, de petits monticules de diorite s'élèvent du marécage, et encore au-delà se trouvent les hautes collines de granite.

Après 700 pieds d'une suite continue de norite, on atteint la partie la plus large et la plus haute du sommet du chapeau de fer où l'on trouve comme roche principale du gabbro plus ancien, peut-être une effusion ultérieure du magma qui renfermait le nickel. Il ressemble sous maints rapports à la vraie norite, et se trouve parfois chargée de sulfure, mais les plaques minces montrent peu ou point d'hypersthène.

Cette roche éruptive plus ancienne semble avoir été fracassée de sorte que la norite antérieure avec ses sulfures put pénétrer dans toutes les directions, mais les amas de minerai qui y ont pénétré ne sont que petites, quoique le sommet entier de la colline soit recouvert du chapeau de fer sur une largeur de 900 pieds. Il fut impossible de séparer les deux roches dans la carte. Ces deux éruptives forment la largeur totale du monticule en cet endroit, et le grauwacke disparaît de chaque côté, quoique plusieurs monticules de diorite grossière ou de porphyrite se montrent au nord-ouest.

PLANCHE XXVII.



Mine Frood ou mine N° 3, 1910.

PLANCHE XXVIII.



Mine Garson.

Tandis que le sommet du monticule ne montre que de petites masses de minerai dans les puits d'essai, qui été foncés pour les besoins de l'exploration, le côté nord-est était, au début, la partie la plus productive du

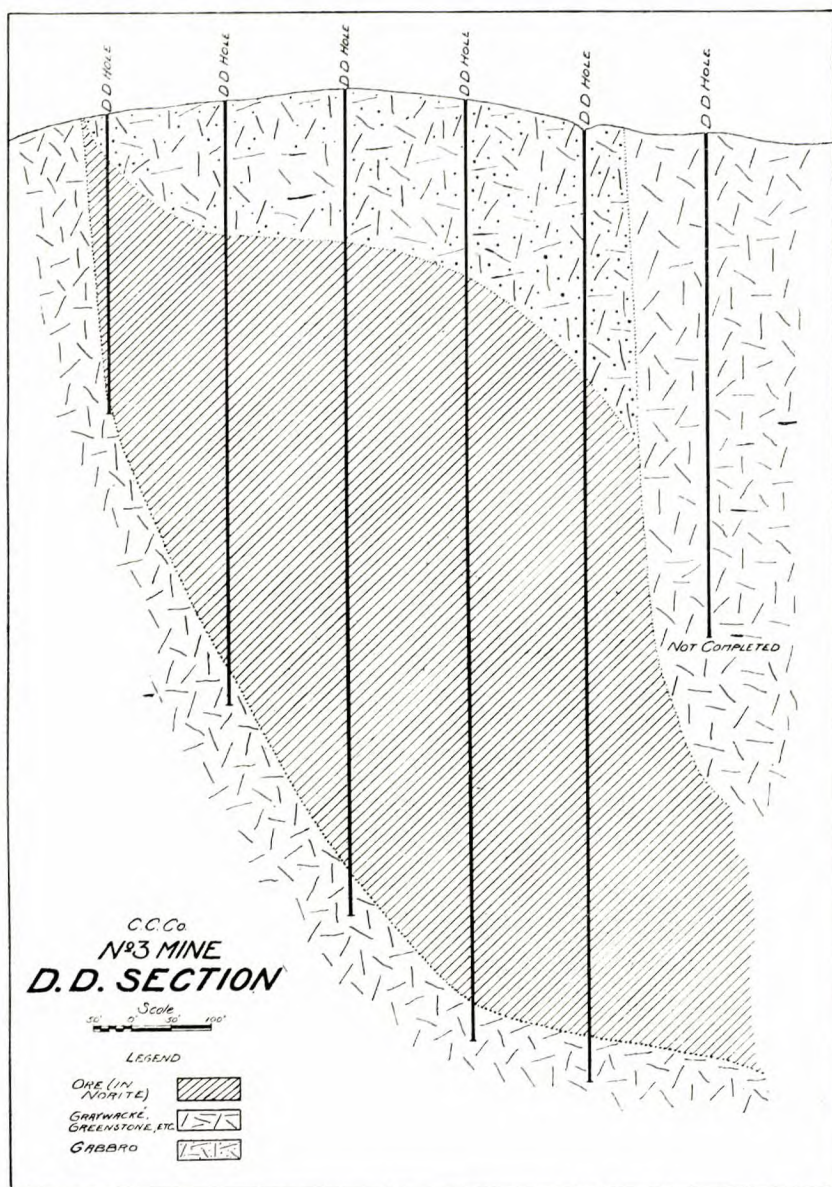


FIG. 5. Mine No 3. Coupe obtenue par forage au diamant.

gisement, et deux grands puits montrent où des milliers de tonnes de minerai furent extraites. Le rebord des puits est en partie, formé de gabbro, mais on y trouve aussi beaucoup de norite tachetée de minerai.

Plus tard, la mine fut exploitée au moyen d'un puits, bien que le minerai fut mélangé de beaucoup de roches; la grosse halde s'étendant vers

le marécage donne une idée des substances les plus fraîches obtenues dans l'exploitation. On trouve principalement de la norite tachetée et du grauwacké, mais quelques blocs d'actinolite et de talc montrent que ceux-ci proviennent des remaniements secondaires résultant de cisaillement et de dissolution. Il y a aussi des amas angulaires et arrondis de roche renfermées dans le minerai, quelque-unes larges, d'autres de simples galets; ces derniers sont si bien arrondis qu'ils évoquent l'action de l'eau. On a trouvé un galet de quartzite blanche semblable à un affleurement à environ un mille de là, mais il est probable que ces fragments provenaient de l'écrasement et qu'ils ont été arrondis par roulement entre les surfaces de faille.

Au nord-est des ciels ouverts, la norite s'enfonce soudainement et est presque traversée par la diorite, mais elle s'élargit bientôt et s'élève de nouveau, montrant le minerai dans un certain nombre de puits de recherche. Elle peut être suivie sur une distance de 2,400 pieds au nord-ouest du grand puits, avec un peu de brèche broyée de chaque côté, elle est alors traversée par la diorite, quoique quelques lambeaux de norite s'élèvent un peu au delà.

La longueur totale de la portion Frood de la projection a 6,500 pieds, et la surface du chapeau de fer (quelquefois plus large que la norite) est évaluée à une largeur moyenne de 300 pieds, donnant une surface de chapeau de fer d'à peu près 35 acres. Il y a plus ou moins de minerai presque partout, sur cette surface, quoique la plus grande partie soit beaucoup trop disséminée à travers la roche pour pouvoir être exploitée.

Quoique la mine N° 3 fut l'une des premières découvertes dans la région elle ne fut pas exploitée, à part quelque déblaiement et quelques creusages de puits, avant 1899. L'année suivante, une voie d'évitement établie près de la mine Stobie, facilita le transport du minerai de la mine, mais quatre ans après, en 1903, la mine fut fermée après que 107,942 tonnes de minerai eussent été envoyées au smelter de Copper Cliff. Le minerai contenait 2.66 pour cent de nickel et 1.39 pour cent de cuivre, les deux métaux faisant un total de 4.05 pour cent, de sorte que cette mine était considérablement plus riche que sa voisine, la mine Stobie.

Les résultats obtenus par des forages systématiques à travers le gisement par la Canadian Copper Company, ont prouvé depuis que la quantité de minerai de qualité semblable devait être considérable, et donner certainement 35,000,000 de tonnes. Le gisement plonge dans sa partie supérieure à 65° au nord-ouest ainsi que le montrent les forages qui atteignent environ 1,000 pieds; tandis que les derniers trous de sonde, plus profonds et plus éloignés vers le nord-ouest, montrent qu'il se prolonge en une masse intacte, mais avec une inclinaison moins profonde, de sorte que la quantité de minerai dans l'intérieur qui a été atteinte par des puits de profondeur raisonnable, est très grande; peut-être plus grande que les réserves connues de minerai dans toutes les autres mines du district de Sudbury.

Le monticule Frood presque entier appartient à la Canadian Copper Company, à part un petit angle qui est renfermé dans la moitié nord du lot 7, concession VI, autrefois propriété de Messrs. Cochrane et McVittie. Quatre trous de forage furent faits près de l'angle sud-est de cette propriété par la Compagnie Mond, qui fut satisfaite de la quantité de minerai utilisable, et acheta la propriété. Afin de l'exploiter, on y creuse maintenant un puits jusqu'à 800 ou 900 pieds. La Canadian Copper Company y perce aussi une ouverture à trois compartiments à une profondeur de 500 pieds, et est à construire un tramway direct à Copper Cliff, ce qui donne une connexion plus courte que celle qui existait auparavant au-delà de Stobie et de Sudbury. On peut prévoir que ce gisement de nickel, le plus grand

qui soit connu, enverra bientôt le minerai aux smelters des deux compagnies productrices, augmentant ainsi considérablement la production de la région.

MINE STOBIE.

A partir de l'extrémité de la bande presque continue de la norite et du chapeau de fer de la mine Froot ou N° 3, presque toute la distance jusqu'à la mine Stobie consiste en marécages ou est recouverte de drift, quoique, de point en point, des débris de norite rouillée se montrent parmi la diorite et le grauwacke broyés. La mine est située sur le lot 5, concession I du canton de Blezard, juste au nord d'une haute colline escarpée de diorite s'inclinant sur un ciel ouvert. Le parement du chapeau de fer oxydé s'élève à pic à l'ouest des puits, montrant comparativement peu de norite vu que la surface consiste en un mélange confus de roches, de schiste vert, de porphyrite horneblendique et de grauwacke, tous plus ou moins brèchiformes avec un petit amas de granite aussi sur le côté sud. A travers les espaces qui séparent les amas de vieilles roches, la norite et le minerai ont été comprimés par dessous comme à travers un crible. L'étendue du chapeau de fer oxydé est d'environ 1,000 pieds de l'est à l'ouest, avec une largeur de la moitié, mais les nombreux puits d'essai qui existent sur la colline elle-même ne révèlent pas de grands gisements, de sorte que sous maints rapports, elle ressemble à la colline recouverte du chapeau de fer de la mine Froot.

Au nord, on trouve un marécage, et à l'ouest, du grauwacke, au sud se trouve la colline plus haute de schiste vert et de porphyrite horneblende, et à l'est se trouvent les tranchées de la mine, les haldes et le hangar à minerai, cachant la plus grande partie de la surface; quoique sur le terrain bas, il y ait des affleurements de porphyrite horneblendique ainsi que du grauwacke renfermant une bande de galets, évidemment formés par l'eau, car ils sont bien arrondis et comportent différentes et nombreuses sortes de roche. La halde montre de la norite tachetée, du gabbro, du grauwacke et de la quartzite. La grandeur des tranchées de cette mine est impressionnante, et les plans de la mine montrent des gites larges et irréguliers ayant une inclinaison de 65° vers l'ouest, quelque peu comme dans la mine N° 3. La première exploitation fut faite aux moyens de ciels ouverts, quoique plus tard, le travail fut fait dans des galeries souterraines atteignant une profondeur d'environ 250 pieds.

La mine Stobie, qui fut une des premières découvertes, commença à rapporter pendant l'année 1887 puis fut fermée en 1901, après avoir fourni 418,991 tonnes de minerai, la plus forte production obtenue de toute mine de la région, la mine de Creighton exceptée. Le minerai contenait 2.13 pour cent de nickel et 1.58 pour cent de cuivre, soit 3.71 pour cent des deux métaux combinés, de sorte qu'il était comparativement de qualité inférieure; mais ce minerai était riche en sulfures et fit un bon fondant avec le minerai de haute teneur, mais rocheux, de la mine de Copper Cliff, qui s'obtenait alors en grande quantité.

La mine fut fermée parce que ce genre de minerai n'était pas requis lorsque la mine de Creighton commença l'exploitation sur une grande échelle, mais on dit que la minerai est loin d'être épuisé. Le minerai se présentant de même façon qu'à la mine Froot et avec la même direction, il est probable qu'il pourra aussi s'étendre avec une inclinaison plus plate vers le nord-ouest. La mine Froot et la mine Stobie ont produit ensemble 535,933 tonnes de minerai, quantité dépassée seulement par l'ensemble de la projection de Copper Cliff et la Creighton.

Les roches du voisinage de la mine Stobie montrent la variété la plus grande de tout le district de Sudbury y compris les roches éruptives et sédimentaires. Sur le côté nord, à part la diorite et des porphyrites hornblendiques mentionnées plus haut, s'élèvent des collines rugueuses formées de "norite plus ancienne," de diorite sphériques, de laves ellipsoïdales, et de ce qui semble être du schiste hornblendique criblé de morceaux de quartzite blanche, en forme de fèves, peut-être jadis une amygdaloïde.

Les roches sédimentaires sont, en grande partie, du grauwaacke et ses modifications, quelquefois très bien préservées et montrant de la lamellation, avec stratification entrecroisée sur les surfaces décomposées; d'autres sont modifiées sous des formes schisteuses ou même en gneiss à grain fin provenant des actions des roches éruptives avoisinantes. Souvent on les voit criblées de cristaux pâles de staurolite de toutes dimensions, jusqu'à quatre ou cinq pouces de largeur, qui au microscope paraissent être des pseudomorphes consistant en séricite et en quartz. Une variété de grauwaacke est parsemée de masses de quartzite de forme pisolitique variant de la dimension d'un pois à un diamètre de trois ou quatre pouces; les plus grandes ressemblant ordinairement à un oeil avec son sourcil comme si une écaille en forme de croissant s'était divisée et séparée d'elle-même à un demi-pouce de la masse ovale. En plus, il y des bandes de conglomérat et plusieurs petits affleurements de quartzite grise ou blanche.

Toutes ces roches et toutes les bandes de roches éruptives qui les pénètrent ont une direction régulière de 40° à 55° au nord-est et des plongements très élevés, qui s'inclinent verticalement ou en pente rapide au nord-ouest. Elles se dirigent parallèlement à la projection de norite que nous venons de décrire et s'y sont probablement dirigées par force lorsque la norite et le minerai se firent une issue souterraine de la lisière de la zone principale de nickel.

MINE BLEZARD.

Revenant à la principale zone de nickel à Mount Nickel, la lisière basique s'infléchit légèrement vers le nord-est pendant trois-quarts de mille jusqu'à la mine Blezard dans le lot 4, concession II du canton du même nom. La lisière actuelle est presque entièrement couverte de drift et sur quelque distance, des affleurements de roche sont en petit nombre et bas, la norite formant une plaine d'une largeur d'un mille ou deux avec quelques petits monticules qui s'élèvent au-dessus de la plaine. Il y a aussi des marécages le long des affluents d'un ruisseau qui coule paresseusement vers le nord dans le lac Whitson (ou Blezard), et qui traverse la lisière acide de la roche éruptive à deux milles et demi au nord-ouest. La lisière basique à la mine Blezard est du genre typique de la zone méridionale, se composant de norite gris foncé avec du quartz bleuâtre et quelques lamelles de biotite, dont une partie est très fraîche et a fourni au professeur Walker quelques-uns des premiers spécimens de vraie norite trouvés dans la région.

À la mine, la roche encaissante s'élève en brusques monticules de diorite et de quartzite au sud-est, mais à cause des haldes et du chapeau de fer, les environs sont difficiles à voir. Le puits paraît presque entièrement renfermé dans la roche encaissante et de nos jours il est rempli d'eau, de sorte que le rapport du Dr. Bell sur ce dépôt tel qu'il a été vu dans les premiers jours peut être cité.

"Le minerai consiste en un amas de chalcopryrite et de pyrrhotine nickelifère mélangées et confondues avec plus ou moins de substances rocheuse donnant à l'ensemble l'apparence d'un conglomérat. L'allure générale des roches est ici comme partout ailleurs dans la localité à peu près nord-est et sud-ouest. La zone renfermant le minerai, qui est

associé avec le quartz-diorite foncé à environ 100 pieds de large et s'incline au nord-ouest sous un angle de 65°. Elle est recouverte d'une couche massive de grauwacke couleur cendrée, dont les surfaces stratifiées présentent des lignes rétiiformes soulevées. Immédiatement au nord-ouest des puits, il y a un dyke d'une largeur de 30 à 50 pieds, de diabase cristalline foncée, d'un gris brunâtre se décomposant à la surface en masses de blocs arrondis qui s'écaillent concentriquement." Le "quartz-diorite foncé" est de la norite, et le "grauwacke de couleur cendrée" avec les "lignes rétiiformes soulevées" est sans aucun doute de la "norite plus ancienne", qui se montre de point en point le long de presque toute cette partie de la lisière basique."

On dit que le puits a 60 pieds de profondeur et que les travaux les plus profonds de la mine atteignent une profondeur de 172 pieds. A une petite distance à l'ouest de la mine, et reliée avec elle par un tramway, se trouve le smelter avec ses lits de grillage et une plateforme formée par les haldes de scories. Comme l'a signalé le Dr. Barlow, la "Dominion Mineral Company" commença ses opérations en 1889, en extrayant un volume de minerai de 120 à 150 tonnes par jour, mais les opérations minières cessèrent en 1893, quoique la fonderie ait fonctionné jusqu'en juillet 1895, principalement avec le minerai de la mine Worthington, dont la même Compagnie était propriétaire.

On dit que le total de la production de minerai de la mine Blezard est d'au moins 100,000 tonnes, et les sulfures du minerai contenaient environ 4 pour cent de nickel et 2 pour cent de cuivre.¹

Il est probable, cependant, que le minerai une fois fondu contenait une bonne quantité de roches, et atteindrait un chiffre considérablement plus bas.

La mine Blezard est la dernière mine de la zone méridionale qui ait été exploitée sur une grande échelle, jusqu'à ce que l'on atteigne la mine Carson cinq milles et demi à l'est.

DE LA MINE BLEZARD A LA MINE GARSON.

On ne voit plus la lisière basique qui est perdue dans le terrain bas le long du ruisseau sur une distance d'environ un demi-mille au nord-est de la mine Blezard, et quand elle reparait, il y a peu d'indication de minerai jusqu'à ce que l'on atteigne la mine Sheppard dans la moitié sud du lot 1, concession III du canton de Blezard. La route qui va de Blezard à cette propriété est pénible à suivre à cause des broussailles. Il existe peut être une petite baie vers le sud-est vis-à-vis l'extrémité d'un petit lac le long de la route, mais on ne voit pas de minerai à cet endroit.

La mine Sheppard, ou Beatrix, ou Davis, a été prospectée avec quelque soin, et on y a creusé un puits dans les premiers jours, comme j'en ai été informé par Mr. Kirby Thomas, à une profondeur de 110 pieds où deux galeries pratiquées. Il s'y trouve une sur surface considérable du chapeau de fer, et un dyke de diabase d'une largeur de dix pieds traverse diagonalement le contact. Le puits paraît avoir été creusée dans la diorite un peu au sud de la lisière basique, et la "norite plus ancienne" se montre tout près. D'après Mr. Kirby Thomas, sept changements de minerai furent expédiés par traineau en mars et en avril 1892, contenant environ 125 tonnes de minerai avec une teneur de 5.75 pour cent de nickel, puis deux autres chargements dont l'un contenait 5.50 pour cent de nickel, et 0.32 pour cent de cuivre, le second 5.60 pour cent de nickel et 0.38 pour cent de cuivre. Lors de ma première visite à la mine, en 1904, les sulfures n'étaient

¹ Dr. Barlow, C. G. C., Vol. XIV, Partie H.

pas fortement décomposées mais renfermaient un minerai s'attaquant facilement, que l'on crut être de la polydymite. S'il s'y trouve de la polydymite cela peut expliquer le haut pourcentage du nickel comparé au cuivre dans le minerai, comme on l'a vu par les essais mentionnés plus haut. A présent la mine est d'un accès difficile, à cause du ruisseau dont le pont est brûlé, et les sulfures trop profondément décomposés pour donner quelque indication.

Au delà de la mine Sheppard, la lisière basique passe dans le canton de Garson, devient schisteuse et contient des fragments des roches éruptives vertes adjacentes étirées en petites bandes étroites. Il est évident que la compression aux angles droits de la lisière ou une faille à rejet horizontal l'ont forcée à prendre cette conformation. A la mine Garson, la lisière tourne vers l'est et à présent un peu de l'est au sud, et à l'intersection du chemin de fer Canadien Nord, elle est normale, non broyée, et contient plusieurs lentilles de minerai; le contact actuel se trouve caché par le drift quoique le diorite s'élève un peu au sud, montrant sa position approximative. La roche éruptive de nickel est extraordinairement étroite là où elle passe dans le canton de Garson, ayant une largeur de deux milles seulement; mais de ce point vers l'est la largeur augmente graduellement jusqu'au moment où l'on atteint la mine Garson.

A l'est du chemin de fer et juste au delà de la ligne de démarcation entre les lots 11 et 10, un peu du chapeau de fer et du minerai se montrent, à un tiers de mille au nord de la concession II où un puits d'essai a été creusé par Malbeuf et Martin. Au sud du puits il y a du grauwacke bien stratifié qui forme de petites collines s'élevant à travers le sol argileux que l'on a pris comme terres à culture. La norite en allant depuis cet affleurement vers l'est, a une couleur gris pâle, mais si ce n'était sa continuité avec la norite typique près de la mine Blezard, elle pourrait n'être pas reconnue comme roche nickelifère. Aucun minerai ou chapeau de fer ne fut rencontré jusqu'à ce que l'on atteignit la mine Kirkwood dans le lot 8, mais la lisière était en partie cachée sous le drift, si bien que les basses collines de norite, situées au nord, étaient souvent très éloignées des diorites au sud. Ces dernières montrent parfois la structure ellipsoïdale caractéristique des amygdaloïdes de laves anciennes, et sont en partie de la "norite plus ancienne."

A la mine Kirkwood, vers l'angle sud-est du lot 8, concession III, une bonne quantité de travail a été faite dans les premiers temps comprenant le creusage de deux puits à environ un huitième de mille l'un de l'autre, ainsi qu'une quantité considérable de dépouillement; mais le feu a détruit les bâtiments de la mine, et les puits sont remplis d'eau.

Le puits ouest est situé sur une colline basse de diorite recouverte de chapeau de fer; et la norite apparaît au pied de la colline, à quatorze pas au nord, tandis que le puits de l'est se trouve précisément sur la lisière. Ici, la norite est fortement écrasée et cisailée, et d'un gris pâle comme celle que l'on trouve dans cette partie de la région. Au sud, les roches renferment de la diorite, du grauwacke et de la quartzite, souvent broyée en brèche ou conglomérat; et l'on voit à un endroit, à un demi-mille au sud-ouest, un petit amas de norite rouillée sur une colline située près de l'angle nord-est du lot 7, concession II, qui est quelquefois nommée la mine McConnell. Ici, il y a un puits rempli d'eau que l'on dit être d'une profondeur de 60 pieds, et un petit crassier qui contient de la norite rouillée tachetée de minerai. La colline qui s'élève à l'ouest montre le grauwacke mêlé par bandes à la quartzite et le conglomérat de formation aqueuse, ayant une direction de 100° et une inclinaison verticale. Ces roches sédimentaires ont été plus ou moins broyées et disloquées, mais leur allure se dirige parallèle-

ment à la lisière de la norite, à un huitième de mille vers le nord. Ce petit gisement est évidemment une projection, mais une galerie le couvre au nord et cache là toute liaison le reliant avec la lisière basique, qui forme ici une baie peu profonde.

Plus loin, vers l'est, la lisière de la norite se perd sous le drift et le marécage jusqu'à ce que l'on atteigne la mine Garson, tandis que la norite elle-même s'élève des terrains inférieurs sous forme de collines assez hautes, au nord de la limite, quoiqu'au sud, sur une distance de près d'un mille, il n'y ait aucune roche visible. C'est un renversement complet de disposition, plus à l'ouest, où la norite forme ordinairement le terrain inférieur, et la roche encaissante au sud s'élève en collines. On peut trouver une explication partielle de cette différence dans le broiement et dans l'altération de la norite dans cette section orientale de la zone, en une roche contenant une hornblende secondaire au lieu de l'hyperstène facilement attaquée, augmentant ainsi son pouvoir de résistance à la décomposition.

MINE GARSON

La mine Garson, appelée tout d'abord Mine Cryderman, se trouve située vers la limite sud des lots 5 et 4, concession III du canton de Garson, et est de beaucoup le gisement le plus important connu sur la zone méridionale à l'ouest de la mine Blezard, et de même l'une des mines les plus intéressantes de Sudbury au point de vue de la complexité de ses relations géologiques.

Lorsqu'elle fut visitée en 1904, et décrite sous le nom de mine Cryderman, son fort étalage de chapeau de fer fut remarqué, mais à part quelque dépouillement et le creusage de puits de recherche, peu de travail y fut fait. Depuis lors, cette mine a été acquise par la Compagnie Mond, qui a défriché le terrain avoisinant et établi au sud un joli village sur les gisements sablonneux. Un embranchement de la voie ferrée du Canadien Nord, qui part de la mine principale à un mille au nord de Sudbury Junction, a été construit au nord-est sur environ $3\frac{1}{2}$ milles jusqu'à la mine, afin de transporter le minerai de la mine Victoria, pour le moment, et ensuite à Coniston, quand le nouveau smelter y sera construit.

Au nord, la norite est de la coloration grise habituelle dans cette partie de la zone, plutôt grossière et tachée de sulfures par-ci par-là, et s'élève en collines faisant contraste à la roche encaissante au sud, laquelle disparaît sous les plaines de sable. Sur la colline à un quart de mille au nord de la mine plusieurs filons de granite gris, à grain fin, traversent la norite de l'est à l'ouest, mais ni la diabase, ni d'autres filons ne furent aperçus sur la mine, fait plutôt rare dans la région.

La mine proprement dite est sur une petite colline se projetant vers le sud dans la plaine de sable, s'inclinant à pic vers l'ouest avec un versant recouvert du chapeau de fer, et plus doucement à l'est sur une vallée étroite contenant un ruisseau et un étang, s'étendant vers le sud-ouest. Le hangar pour le minerai est placé près du côté ouest de la colline, et le remblai du chemin de fer ainsi qu'une grosse halde cachent une grande partie de la roche.

La surface recouverte du chapeau de fer est d'une forme particulière, formant un quart de cercle irrégulier allant du sud au nord-est et finalement à l'est, avec une large projection vers le nord-ouest près du centre de la courbe. Juste au nord du chapeau de fer après une légère inclinaison de la norite vers le bas de la colline, on rencontre une bande de roche très schisteuse grise et à grain fin, avec une inclinaison presque verticale autant qu'on peut le voir. Elle s'étend d'un petit ravin à l'ouest sur une distance de 100 verges vers l'est après quoi elle est recouverte par du drift et se

réunit à la norite au nord sans une interruption. C'est évidemment une partie broyée de cette roche semblable aux phases schisteuses de la norite qui ont été remarquées dans beaucoup d'endroits le long de cette partie de la zone.

Au sud de la bande schisteuse, il y a une surface très rouillée principalement de diorite, mais en grande partie mélangée à la norite, s'étendant lorsqu'elle n'est pas cachée par les amas, sur 350 pieds vers l'est, c'est-à-dire aussi loin que se trouve le minerai. L'extension est du chapeau de fer et de la diorite a été ouverte par quatre puits d'essai, tandis que juste vers le nord une bande de quartz peut être suivie sur quelque distance dans la vallée étroite déjà mentionnée. Au sud du petit monticule du chapeau de fer on aperçoit encore de la norite mouchetée, laquelle s'étend le long des versants de la colline, sur une centaine de verges, jusqu'à ce qu'elle se perde sous le drift, à côté d'un étang. C'est le seul cas qui soit connu d'une étendue considérable de norite existant au-delà d'un gisement de minerai, et naturellement des doutes s'élevèrent quant à l'origine du gisement.

La bande du chapeau de fer allant vers le nord-ouest couvre la norite en partie schisteuse, mélangée avec de la diorite, passant, vers le sud-ouest, à de la diorite et du schiste vert et longeant le versant, jusqu'à ce qu'elle se perde sous le drift. L'infléchissement du chapeau de fer et de la norite, à l'ouest du hangar de minerai, s'arrête contre la diorite contenant des blocs de grauwacke et est sans doute la lisière actuelle de la norite.

Au cours de l'exploitation minière, on a reconnu que le minerai contenait de vastes amas de roche encaissante, principalement de la diorite, de façon à faire croire que la roche a été fracturée en larges blocs qui furent transportés de sorte que le minerai peut se ramifier entre les fissures et les espaces libres. Le long du côté nord du gisement de minerai, on voit une large bande de quartz, à peu près sur le plan occupé par la norite schisteuse et le quartz dans la vallée étroite entre le chapeau de fer et la norite, à la surface. La même bande de quartz, plus large même, apparaît sur la première galerie de la mine sur une longueur de 40 pieds ou plus, et une continuité de quartz minéralisé atteint la troisième galerie à 300 pieds au-dessous de la surface. Le quartz est en assez grande quantité pour servir de revêtement aux convertisseurs de la fonderie de la mine Victoria.

Il y a dans ce gisement du minerai plusieurs caractéristiques d'un genre unique. Comme on l'a déjà dit, beaucoup du minerai se trouve au nord d'une grande étendue de norite, cas unique dans méridionale, tandis que les trous de sonde de la perforatrice diamantée ont démontré que le gisement de minerai s'incline vers le sud-est sous cette surface de norite au-delà de la mine. Ceci et la courbe singulière du gisement avec sa projection, au nord-ouest, sont des faits sans précédent dans la région nickelifère. On peut ajouter que le minerai a tout à fait le caractère de celui d'un dépôt de projection, quoique la mine Garson se montre en partie sur la lisière de la norite, et en partie entourée de norite des deux côtés.

Ces anomalies semblent pouvoir s'expliquer par la vaste faille dans laquelle la norite qui se trouve sur le côté nord au-delà de la zone de schiste et de quartz s'est déplacée horizontalement vers l'est, ou que la norite située au sud du minerai a biaisé vers l'ouest; et la dernière supposition est probablement la meilleure. La fente horizontale a pu atteindre 750 pieds, vu que la bande de diorite et de minerai s'étend jusqu'à cette distance vers l'est entre la norite du nord et celle du sud; et le plan de la faille peut s'être incliné considérablement au sud.

Dans cette opération, les blocs de diorite qui sont maintenant disposés irrégulièrement en forme de quart de cercle doivent avoir été traînés hors de leur position, et plus ou moins roulés. On peut penser que dans

le commencement, la limite de diorite du gisement de minerai qui est trouvée maintenant à l'ouest du hangar se trouvait à 750 pieds plus loin à l'est, et en continuité avec la diorite et le minerai à l'extrémité est du dépôt; le tout décrivant une courbe ou baie extérieure, comme on en trouve souvent dans les dépôts de lisière. Il est tout probable qu'à une très grande profondeur un dépôt de lisière ordinaire gît sous la section disloquée, tout entière, et que suivant la règle générale, on rencontrera du minerai plus riche en nickel qu'en cuivre lorsqu'on aura pratiqué des travaux d'approfondissement suffisants.

Il est malheureux que tout ce qui se trouve au sud de la mine soit couvert de galeries, de sorte que la lisière de norite ne peut être vue. Le trou de sonde le plus profond, creusé sur une inclinaison, montre que le minerai s'étend sur plusieurs centaines de pieds au sud-est de l'affleurement de la norite, et Mr. A. L. Sharp, directeur de la mine, déclare que sous le village il se trouve du sable mouvant à une profondeur de 80 pieds, de sorte que la solution finale de ces problèmes doit attendre le résultat des exploitations minières.

En somme, cette situation fait penser à celle de la mine Crean Hill, décrite dans une page précédente, quoique dans ce cas l'endroit de la faille était inclinée à plat et le mouvement tel qu'il poussa la diorite au nord par-dessus la norite, tandis qu'ici, une partie de la lisière de la norite fut chassée latéralement au-dessus du minerai et de la diorite. Les larges lambeaux de diorite entourés par les sulfures, qui résultent en un type de minerai très rocheux extraordinairement riche en cuivre, se trouvent dans les deux mines, montrant par cela même qu'elles ont plusieurs points qui leur sont communs.

Il faut dire en toute justice que Mr. L. Hall, qui a la direction générale des opérations minières de la Compagnie Mond, n'accepte pas l'interprétation des relations complexes de la mine Garson données ci-dessus; mais une étude de la mine Crean Hill, où il y a un exemple quelque peu moins compliqué d'un type similaire, rend l'explication plausible au moins. Elle n'est naturellement pas donnée comme solution définitive de ce problème difficile, mais plutôt comme une hypothèse pouvant aider à l'explication des faits.

La mine Garson a été exploitée jusqu'au septième niveau, les galeries des niveaux ayant chacune 100 pieds, et un trou obtenu par la perforatrice-diamantée fait voir le minerai à 1,300 pieds, s'enfonçant au sud-est sous le village. Comme résultat de la faille décrite précédemment, il y a dans la mine plusieurs couches d'argiles et de quartz, et quelques veines de galène sans apparence d'argent. L'exploitation de cette mine avec ses bandes de minerai comparativement étroites, entourant les grands lambeaux de roche le tout disposé en un quart de cercle irrégulier, avec une inclinaison au sud-est sur sa fourche orientale, mais plus à l'est sur sa courbe méridionale, a présenté de grandes difficultés qui ont été tournées avec beaucoup d'habileté. La disposition des travaux d'exploitation de la mine est indiquée très clairement dans le bureau, par des plans des diverses galeries, préparés sur des plaques de verre suspendues de manière à faire ressortir l'inclinaison du gisement.

Au moment de ma visite, la mine produisait 350 tonnes de minerai par jour, ce qui s'élevait à deux fois autant que la production de la mine Victoria, sur laquelle la compagnie comptait dans les années précédentes, pour son approvisionnement principal. Le Bureau des Mines signale qu'il y fut extrait 95,542 tonnes en l'année 1910, en comparaison avec 42,488 tonnes provenant de la mine plus ancienne.

Sur une distance de trois quart de mille à l'est de la mine Garson, la lisière basique de la norite est cachée par les plaines sablonneuses d'un vieux lac glaciaire, très étendues, et la lisière actuelle est aperçue d'abord contre la diorite dans le lot 3, presque à un quart de mille au nord du point le plus méridional de la norite visible près de la mine. Il y a évidemment ici une baie très prononcée de norite, ce qui, avec la largeur plus grande de l'éruptive nickelifère sur cet endroit, explique probablement pourquoi la quantité de minerai contenue dans la mine Garson est beaucoup plus grande que dans tout autre gisement connu dans l'intérieur du canton. On peut suivre de basses collines de diorite grossière tant soit peu de l'est au nord, sur une distance d'un quart de mille, près de la ligne de démarcation entre les lots 3 et 2 du canton de Garson; tandis que la norite, de la variété gris pâle, comprimée, s'élève en collines beaucoup plus élevées au nord, avec quelques indications de minerai.

A moins d'un mille à l'est de Garson, une route s'avance vers le nord suivant le niveau d'un vieux chemin de fer construit par la "Emery Lumber Company," montrant une coupe de la roche éruptive nickelifère; et un embranchement du chemin de fer peut être parcouru jusqu'au lac de Wanapitei formant une autre section qui traverse la largeur totale de l'éruptive, mais avec comparativement peu d'affleurements de roche.

Au delà de la ligne de démarcation entre les lots 3 et 2, des surfaces de marais et de drift, cachent la lisière basique pendant près de trois milles, quoiqu'il ait y là de nombreux affleurements de norite le long d'une route boisée tournant à l'est vers quelques exploitations anciennes dans le canton de Falconbridge. Ce fait et l'étendue ininterrompue de la lisière basique sur le côté nord de la ceinture de la roche éruptive montre que l'affleurement de la feuille laccolitique est continue ici comme ailleurs. Non loin au sud de la lisière probablement basique, il y a des affleurements de quartzite huronienne, qui résiste beaucoup mieux aux agents atmosphériques que la diorite, et qui s'élève en collines dans plusieurs endroits, au-dessus des vastes plaines de sable.

En tout, il y a environ trois milles de lisière basique sur le côté est du canton de Garson, et la moitié ouest du canton de Falconbridge, où la lisière actuelle de norite est cachée; mais il se peut que l'exploration à travers les couches du Pleistocène, le long de cette étendue supposée stérile, découvre dans l'avenir de précieux gîtes de minerai.

La Zone Orientale de Nickel.

A peu près sur la ligne de démarcation entre les lots 8 et 7 et à presque un demi-mille au nord de la concession III de Falconbridge une colline de diorite s'élève au sud-est, mais un terrain marécageux la sépare des affleurements de la norite au nord et au nord-ouest, de sorte que le contact n'est pas visible. Il est évident qu'ici, la limite fait une courbe brusque presque de l'est avec une direction quelque peu au nord-est.

De cet affleurement de diorite, la route tourne à environ 30° au nord-est, principalement au-dessus de dépôts de drift sur une distance d'un demi-mille, alors que la roche apparaît une fois de plus avec une épaisse couverture de chapeau de fer, près de la ligne de démarcation entre les concessions IV et V et au centre du lot 7. De cet endroit pendant un demi-mille vers le nord, on trouve fréquemment du minerai et du chapeau de fer, et plusieurs claims achetés dans les premières années. L'endroit où l'on voit le plus de minerai se trouve là où la direction nord-est de la lisière de la norite tourne presque au nord, formant la baie nécessaire pour constituer un gisement de lisière, sur la moitié ouest de la moitié nord du lot 7, concession IV. Plusieurs de ces propriétés ont été achetées par la "Dominion Nickel Copper

Company," dont MM. J. R. Booth et M. J. O'Brien d'Ottawa sont les principaux actionnaires, et je suis bien redevable à Mr. J. A. Holmes, leur gérant, de l'aide qu'il m'a donnée en les visitant, ainsi que pour les informations utiles concernant la région. C'est le point le plus oriental de la nappe de norite-micropegmatite, le plus à l'est.

La norite est de la variété plutôt pâle trouvée communément à l'est de la mine Blezard, et la lisière se trouve généralement contre la diorite mélangée de roches granitoïdes et gneissoïdes, quoiqu'à un endroit une petite surface de quartz apparaisse à côté de la norite.

Sur les affleurements méridionaux, les premiers propriétaires ont fait certains travaux de dépouillement et creusé un petit puits; mais en ce moment, la "Dominion Nickel Copper Company" fait des recherches sur ces propriétés au moyen de la perforatrice-diamantée. Le minerai s'y trouve en bonne quantité mélangé à la diorite brèchiforme et à grain fin, puis se mélange vers l'est de la manière habituelle, à la pyrrhotine-norite. Les trous de sonde montrent qu'au moins à un endroit, le minerai descend presque verticalement à 800 pieds, de sorte que le gîte n'a pas l'inclinaison intérieure habituelle dans les gisements de lisière, probablement par suite de dislocations. Il y a une forte preuve d'un grand gisement de minerai dans cette baie de norite au sud-est, en conformité de la règle générale dans la région, et contre-balançant le grand gisement de la mine Whistle à l'angle nord-est du bassin.

A part la série de dépouillements et de puits de recherche s'étendant sur plus de 200 verges, près de la ligne de concession entre 1V et V, il y a un affleurement intéressant à un demi-mille au nord au-delà du terrain bas et marécageux profond ouvert récemment par Mr. Cryderman au moyen de dépouillements et de puits de recherche. Les associations sont celles de la norite attenante à la diorite, avec plusieurs bandes de minerai se ramifiant entre les blocs broyés de la roche encaissante. Il est établi que dans cette partie de la zone orientale, le minerai en plaque, à grain grossier est plus riche que le minerai à grain fin; et bien que les minéraux que l'on aperçoit sur les haldes soient de la pyrrhotine ordinaire et de la chalcopryrite, il s'y trouve du minerai riche en nickel, ce qui montre que l'on peut y rencontrer de la pentlandite.

Au nord du prospect de Cryderman, pendant presque trois milles, les prospecteurs n'ont trouvé aucun minerai, et la lisière basique se trouve perdue sous les dépôts épais de drift qui recouvre la plus grande partie de la région. On peut prouver, cependant, qu'il n'existe pas d'interruption dans la roche éruptive, par les affleurements vers l'ouest où la micropegmatite forme une bande irrégulière de collines d'un gris rose pâle.

Le gisement de minerai suivant qui est connu se trouve dans les concessions de Boland juste au sud-ouest de la baie Massey du lac Wanapitei, sur une surface de chapeau de fer qui n'était pas connu lors de notre premier examen de la région, ce qui montre qu'il s'y fait encore des découvertes. Le dépouillement a été fait principalement sur le lot 8, concession II du canton de Maclennan, 20 chaînes au sud du poteau d'angle et 100 verges à l'ouest de la ligne de démarcation entre les lots 8 et 7; l'affleurement est près du sommet de la colline escarpée se dirigeant vers la baie, dans la diorite avec du schiste vert renfermant un peu d'arkose ou de quartzite. La lisière actuelle de la norite peut être située sur le sommet de la colline où le drift recouvre tout pendant près d'un demi-mille à l'ouest, quoiqu'il soit possible que le minerai appartienne à une projection. Le minerai en vue consiste en pyrrhotine à grain fin avec un peu de chalcopryrite, soit en couches solides ou se ramifiant dans la roche; la quantité que l'on voit n'est pas très grande.

RÉGION DE BLUE LAKE.

Au-delà de la concession Boland, le drift cache encore une fois la lisière sur une distance d'un mille, après quoi les couches superficielles s'aminçissent et le terrain consiste en collines rocheuses séparées par des vallées étroites souvent recouvertes par un lac. La lisière basique dans cette partie se dirige à peu près au nord-ouest sur une distance de six milles; et cette étendue peut se nommer la région de Blue Lake. A cause de la présence de bonne roche, cette zone fut divisée au début en une série de claims qui s'avancent sans interruption sur toute la distance. Ils sont à présent plutôt inaccessibles, vu que le seul chemin qui s'y trouve est en très mauvaise condition et s'arrête tout à fait à Blue Lake, au delà duquel toute excursion doit être faite à pied sur une région très escarpée ou bien sur une chaîne de lacs très pauvrement reliés par des sentiers de portage pendant les saisons où les eaux sont basses; comme pendant l'été de 1911.

Lors de la première inspection, cette partie de la zone de nickel fut explorée par mon aide, feu M. M.-T. Culbert; et pendant l'examen qui fut pratiqué en 1911, on ne jugea pas nécessaire de faire aucun changement dans son dessin, excepté par les menus détails.¹ Il s'est fait peu de progrès dans les conditions depuis 1905; aucune exploitation n'ayant été faite dans la suite sur aucune de ces propriétés, et la décomposition atmosphérique du minerai et des haldes est tellement avancée qu'on ne peut obtenir des échantillons frais qu'en brisant de grandes masses. La plupart de ces propriétés appartiennent à la "Lake Superior Power Corporation", ou à MM. Cochrane et McVittie.

La route carrossable de Sudbury à Blue Lake se détache de la route décrite comme se dirigeant au nord à travers l'éruptive nickelifère non loin de la mine Carson, puis tournant au nord-est en passant à travers le ruisseau Massey, qui se déverse définitivement dans la baie Massey, près de celle de Boland. A cet endroit, la route touche presque la lisière de la norite après avoir traversé une étendue de deux ou trois milles sur des plaines sablonneuses, puis descend alors dans une vallée étroite suivit par un puit affluent du ruisseau Massey. Cet affluent, avec les étangs et les marais dans lesquels il s'étend, marque presque exactement la lisière basique de la norite, et pendant au moins un mille et demi, la route qui suit le ruisseau est à peine à 100 verges de l'arête. La norite est décomposée beaucoup plus rapidement que le granite et la diorite au nord-est, ainsi que la roche intermédiaire et la micropegmatite de la lisière acide au sud-ouest, de sorte qu'une tranchée d'environ un quart de mille de largeur a été ouverte tout le long de son affleurement.

Les quatre premiers claims, WD4, WD6, WD3, et F8, ne montrent pas de grands gîtes, quoique la norite soit presque partout parsémée de chapeau de fer là où elle touche la diorite à grain fin ou le granite Laurentien qui constitue la roche encaissante.

F7 et F6 furent pris sur la rive est d'un petit lac s'avancant au nord et au sud, et WD7, un emplacement extraordinairement large, couvre son côté ouest. Cette petite nappe d'eau fut appelée lac Moose par les premiers prospecteurs, mais comme il se trouve déjà deux autres lacs du même nom dans le district, on l'a appelé lac Pyrrhotine sur la carte actuelle. Le nom est approprié, puisqu'une grande partie de son côté oriental, est recouverte du chapeau de fer, et un certain nombre de grands puits d'essais ainsi que deux ou trois petites fosses font apercevoir des sulfures, principalement de la pyrrhotine.

¹ Bureau des mines, Vol. XIV, Part. III, pp. 73-4.

La plupart des puits sont très près du rivage qui s'élève plutôt à pic à 20 ou 30 pieds, mais d'autres s'étendent à environ 100 pas plus haut sur la colline. Tous les chantiers sont anciens, et les sulfures des parements des puits et des haldes se sont en grande partie changés en chapeau de fer, mais on peut voir dans plusieurs endroits qu'il y a une épaisseur de 5 ou 6 pieds de minerai solide. En général, cependant, le minerai se trouve pas mal mélangé à la roche, en partie de la norite mouchetée, mais plus souvent c'est de la diorite en un conglomérat broyé qui constitue la roche encaissante. La diorite a subi beaucoup d'étirement et de cisaillement, et aussi parfois le granite qui, sous forme de dykes, s'est introduit dans la roche plus ancienne. Le mur de diorite rouillée a une surface très inégale, dont la majeure partie du minerai et de la norite ont été décomposés, laissant les remblais arrondis et de dépressions, l'ensemble s'enfonçant vers l'ouest aux du lac Pyrrhotine à des angles variant de 15° à 54°.

Cette inclinaison de chapeau de fer et du minerai dans le lac fait penser qu'il peut y avoir des dépôts considérables sous son lit, étant donné spécialement que bien peu de norite peut être aperçue dans les puits, ou au-dessus mélangée au minerai. La norite remarquée à une coloration gris foncé, à grain variant du moyen au fin, avec de petits cristaux de biotite, et ressemblant beaucoup à la norite de la mine Creighton; des coupes minces montrent la même composition sous le microscope, à l'exception du changement de l'hyperstène en hornblende. Cette norite gris foncé paraît être limitée au voisinage immédiat du minerai, et à un quart de mille à l'ouest, sur l'autre bord du lac Pyrrhotine, la roche a la couleur gris pâle de la norite orientale. Les plaques de cette norite examinées sous le microscope font voir un peu plus de quartz, et pas de biotite.

La roche éruptive de nickel est ici extraordinairement étroite, la largeur y étant seulement d'un mille et demi, dont un tiers peut être considéré comme norite, et le reste de la diorite quartzeuse ou syénite dioritique avec quartz micropegmatitique.

Non loin du sud, la roche éruptive a une largeur d'environ un mille et quart, et l'on ne pourrait pas espérer trouver un très grand dépôt de minerai la séparant d'une épaisseur si légère de magma; néanmoins, le chapeau de fer et le minerai au lac Pyrrhotine s'étendent à 1,200 pieds, longeant la rive, puis en ligne droite sur une distance de 760 pieds, avec une largeur de 200 pieds, en certains endroits de sorte que les dispositions de cette surface sont favorables, et le minerai est à grain extraordinairement rude et riche.

Au-delà du lac, vers le nord-est dans le lot F5, plusieurs fosses et un petit puits sur une colline à côté d'un étang, déploient une bonne quantité de chapeau de fer, quoique l'on ne voit pas beaucoup de minerai; puis au-delà on voit une colline escarpée s'élevant sur la rive de Blue Lake, avec du chapeau de fer sur son versant et deux dépôts curieux sur son sommet. Le plus grand a 75 pieds de long du nord au sud, et 35 pieds de large; il est complètement renfermé dans la diorite, et semble être un dépôt de projection en forme de colonne, quoiqu'il ne soit qu'à une petite distance de la lisière de la norite; l'autre est à quelques verges au sud-est. Il y a sept ans, la "Lake Superior Power Company" fit quelques sondages avec la perforatrice diamantée à Blue Lake, et reconnut l'existence d'un gisement de minerai considérable, mais le manque de voie ferrée de communication les empêcha d'exploiter la mine.

Le Blue Lake comprend deux parties jointes par un petit détroit, et les gisements ci-devant mentionnés apparaissent à l'est du détroit et au sud de la partie nord-est du lac, l'expansion sud-ouest étant totalement renfermée dans l'intérieur de l'éruptive nickelifère. A travers l'expansion

nord-est, un petit affleurement de minerai apparaît vis-à-vis de ceux que nous avons décrits dans l'emplacement W1. A partir de cet endroit, la lisière de la norite s'avance au nord-ouest sur la rive est du lac Clear, dans W2 et W3, où l'on voit des dépouillements et de petites fosses qui montrent du minerai, en grande partie tout près du bord de l'eau, mais quelquefois à 100 ou 150 verges sur le versant de la colline. La roche encaissante au nord-est du lac Clear descend avec des inclinaisons très escarpées vers une lisière plutôt étroite de diorite et un conglomérat broyé, s'avançant au nord-ouest et au sud-est parallèlement au lac, qui a environ un mille de longueur et moins d'un quart de mille de largeur. Le bassin du lac fut évidemment formé par la décomposition de la norite basique avec sa frange de minerai.

La décharge du lac Clair se trouve au-dessus des substances morainiques, et la roche solide est couverte au lac Emma, le petit lac ou étang suivant, de sorte que la position de la lisière de norite semble douteuse. A une petite distance au nord du lac Emma, il y a des collines de gneiss granitoïde grossier, de sorte que la lisière basique se continue évidemment au nord-est sous le drift vers une baie du lac Ella. Comme le lac Bleu, le lac Ella est double, ayant des extensions au nord-est et au sud-ouest unies par un détroit, mais la plus grande partie du rivage nord-est est du granite ou de la diorite mélangée de granite; et dans l'emplacement WR11, on n'a vu aucun minerai.

Juste au nord-est de la décharge du lac dans WR10 où un petit ruisseau coule au nord vers la baie ouest du lac Wanapitei, on aperçoit un amas considérable de chapeau de fer, et l'on a foncé un grand puits de recherche découvrant le minerai mélangé avec la roche, et le chapeau de fer avec de la norite et du minerai, apparaissent dans un ravin au nord-est de l'extrémité du lac dans WR2. WR9 et WR2 sont dans l'intérieur du canton de Norman.

Entre ce point et le lac Waddell, on a beaucoup de difficulté à localiser la lisière de la norite, vu que la colline paraît être le plan de contact de la norite et du minerai contre la diorite sous-jacente. La surface totale est un conglomérat broyé, parsemé çà et là de chapeau de fer et des petits globules de norite tachetés de minerai. Mr. Culbert a dessiné la lisière de la norite comme tournant au nord-est vers une baie sur le côté est de WR2; et il y a indubitablement des parties rouillées de norite s'étendant aussi loin que cela, mais elles paraissent n'être que des débris se projetant à un peu plus de profondeur qu'à l'ordinaire dans le mur de gisement, et ne sont par conséquent d'aucune importance comme indications d'un gisement de minerai. A cause de cela, on a pensé qu'il valait mieux placer la limite presque en plein nord jusqu'au lac Waddell. Le long de sa rive, une difficulté indéniable se rencontre, vu que le granite apparaît dans son angle sud-est dans WR23, suivit par la diorite plus loin au nord, partiellement recouverte par une frange de norite et de chapeau de fer s'étendant dans WR7, où un petit affleurement de minerai apparaît au nord-est de l'extrémité du lac, probablement une petite projection, étant donné que les roches plus anciennes occupent les rives nord-est, plus loin.

LA MINE WHISTLE.

On a regardé pendant longtemps la mine Whistle comme le dépôt le plus important du côté est du bassin de nickel, à cause de la grande étendue de chapeau de fer déployée, et aussi vu que le minerai a été mis à jour au moyen de nombreux puits d'essai percés dans les premières années. Lorsqu'on a dressé la première carte de la région, cette mine n'était pas très accessible excepté par canotage en suivant la chaîne de lacs mentionnée comme conduisant au nord-ouest du lac Bleu, mais à présent elle est atteinte par

le chemin de fer Nickel Range, s'étendant sur une distance de trois milles et demi à l'est de Nickelton Junction sur le Canadien Nord.

La mine est principalement sur le lot 6, concession IV du canton de Norman, mais le gisement s'étend quelque peu dans le lot 6, concession V, juste au nord, et au-delà le village minier de Nickelton s'élève sur une plaine de dépôts d'un vieux lac. C'est la propriété de la "Dominion Nickel Copper Company," et elle est jusqu'à présent la plus importante en tonnage de minerai, minerai de leurs nombreuses propriétés sur les zones est et nord.

En remontant du sud, il y a une frange de norite stérile le long de la rive est du lac Selwyn, qui est traversée par sa baie orientale, et s'étendant avec une arête très irrégulière le long de collines basses sur la décharge du lac dans le Post creek. A environ cent verges en aval du Post creek, un affluent coule du nord-ouest sur une large voie marécageuse qui cache la limite sur une petite distance. Au nord du confluent des deux cours d'eau, près d'une route conduisant au nord-ouest de la mine, on voit le chapeau de fer se développer sur le versant de la colline à l'est, sur ce que l'on appelle le gisement Wildcap. Après quelques interruptions, le chapeau de fer et le minerai peuvent être suivis irrégulièrement le long du versant de la colline escarpée ou bien au sommet de la colline à l'endroit où les exploitations principales ont été faites près de la construction du puits, à une distance de plus d'un tiers de mille. Ici la limite tourne brusquement vers l'ouest, traversant la voie ferrée à un huitième de mille au nord-ouest du hangar à minerai qui est à environ 180 verges au sud-ouest de la construction du puits.

La lisière du chapeau de fer de norite et du minerai s'étend d'un bout à l'autre sur une distance d'un demi-mille mesurant la surface rouilleuse s'étendant de 250 verges à l'endroit le plus large, et sur une colline escarpée qui s'élève à 230 pieds au-dessus de la vallée est des plus impressionnantes. Le minerai et le chapeau de fer s'étendent jusqu'au sommet de la colline et peuvent être suivis le long du versant jusqu'à une petite étendue marécageuse au bas de la colline. Beaucoup de puits d'essai furent creusés de point en point dans les premiers jours, montrant des dépôts de minerai superficiels ou profonds sur la mine Whistle; et depuis qu'elle a passé aux mains de ses propriétaires actuels, on y a fait beaucoup de sondage au moyen de la perforatrice diamantée, sur un plan systématique, afin d'examiner plus à fond la propriété. Une galerie fut faite dans le versant de la colline, à mi-chemin, traversant un gisement à 432 pieds et amenant comme résultat la production de plusieurs mille tonnes de minerai. Un trou de sonde dans le marais au bas de la colline fit découvrir le minerai à une profondeur de 893 pieds, démontrant que le versant de la colline ne révèle pas tout le minerai du gisement.

La mine Whistle est un gisement de lisière typique, formé là où la lisière de la norite fait une courbe brusque du nord à l'ouest, de sorte qu'elle suit la loi générale du district, et forme un grand gisement de minerai où se trouve une baie prononcée de norite s'étendant dans la paroi rocheuse. La forme du gisement est très complexe, vu que le gisement du minerai et de la diorite est inégal avec des projections et aussi des excavations dans lesquelles le minerai put se fixer. Une élévation distincte du dépôt Archée sépare au sud la mine Wildcat, et la mine Whistle au sud qui est elle-même en gisements presque séparés par des projections de la roche sous-jacente dont une masse s'enfonce à 45° vers l'ouest, et une autre passe dans la surface plate au sud-ouest.

A l'exception de celle qui touche au minerai, la norite près de la mine Whistle est à gros grain et d'une rare coloration gris pâle; comme on peut

la voir où elle s'élève comme une colline aux rampes escarpées un peu à l'ouest du hangar. La norite qui touche au minerai, cependant, est à grain très fin et quelquefois mélangée de débris de roches diverses telles que la diorite et le granite ou gneiss semblable à un conglomérat broyé, disposition trouvée dans beaucoup d'autres mines de nickel. Il est probable que cette mine connue depuis longtemps produira du minerai sur une vaste échelle dans un an ou deux.

À l'ouest de la mine Whistle, la limite de la norite avec son chapeau de fer, est perdue dans la vallée traversée par le ruisseau et sur un quart de mille, on ne voit pas de contact, car la colline qui la traverse est largement boisée et couverte de drift. À un demi-mille à l'ouest en suivant le chemin de fer, de petits puits situés sur la surface du chapeau de fer montrent un peu de minerai à cent pas au sud de la voie, et à moins d'un quart de mille au-delà, on voit le chapeau de fer, un peu au nord du chemin de fer.

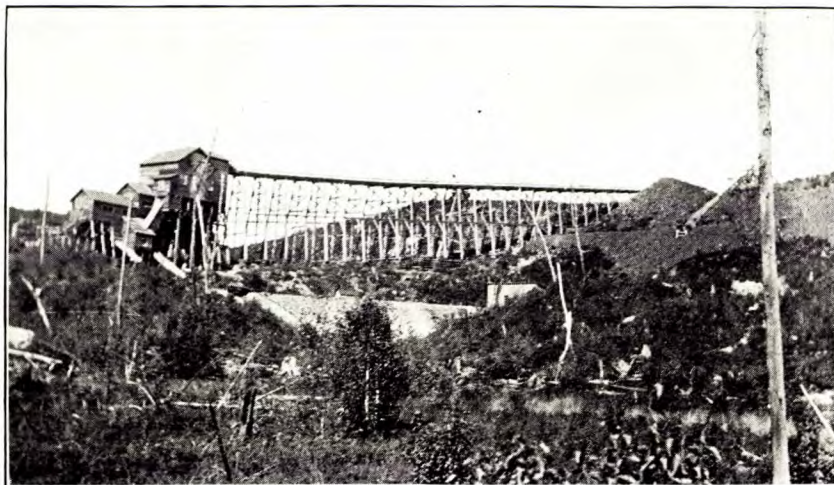
De larges gisements de lac cachent la lisière basique sur quelque distance au-delà, mais ici et là, la norite avec peu de minerai s'élève contre des collines de granite renfermant du schiste vert. À environ deux milles et demi à l'ouest de la mine, en suivant le chemin de fer, un sentier conduit à un quart de mille nord-ouest à un ravin entre une colline escarpée de norite vers le sud-ouest et de Laurentien vers le nord-est. Sur les flancs de la dernière colline, il existe du minerai que l'on peut voir dans un petit puits dont la halde comprend principalement du conglomérat broyé mélangé au minerai. On ne connaît pas au-delà de cet endroit et jusqu'à la rivière Vermillon, d'affleurements de chapeau de fer.

La Zone Nord.

La lisière de norite à la rivière Vermillon est en grande partie couverte de drift, et l'on n'a remarqué aucun contact actuel près de la rivière, ni le long du chemin de fer Canadien Nord à Nickelton Junction; la norite grise et grossière, plutôt pâle, trouvée sur une distance d'un quart de mille, au nord de la jonction invisible sur une distance de plusieurs cents pieds avant le gneiss Laurentien rougeâtre, s'élève dans une tranchée de la roche. Pendant deux milles au sud-ouest de ce point, des Kames et dépôts morainiques recouvrent profondément la couche rocheuse dans beaucoup d'endroits, mais la lisière de la norite apparaît s'élevant en formes de collines auprès du Laurentien près d'un petit lac à l'angle des lots 2 et 3, concessions III et IV du canton de Wisner. On ne voit ni mineri ni chapeau de fer oxydé, et les prospecteurs n'ont pas pris de claims jusqu'au lot 4 que l'on atteint dans la troisième concession. Un sentier bien battu conduit de Nickelton Junction jusqu'aux collines ci-devant mentionnées, puis suit la chaîne des claims s'étendant à travers vers l'ouest quatre milles sur la largeur du canton, en des endroits élargis ou remplacés par une route d'exploitation forestière.

La lisière basique du lot 4 au lac Joe suit principalement une vallée avec des lisières marécageuses, où le contact actuel de la norite avec les roches anciennes au nord est ordinairement caché, et ni chapeau de fer ni minerai n'ont été observés, quoique les prospecteurs aient acquis une demi-douzaine de claims le long de cette partie de la zone. La lisière se courbe ici vers l'intérieur de sorte que l'on chercherait difficilement du minerai en quantité; mais vers le côté ouest de la location WR14, au nord-ouest du lac Joe, et de la partie adjacente WD16 à l'ouest, il y a une courbe extérieure qui donne quelque espérance, principalement dans ce dernier claim. Ici la limite de la norite est composée du chapeau de fer auprès de la diorite concassée, et dans WD16, les puits d'essai et les trous de sondage de la perforatrice-diamantée indiquent la présence d'une quantité considérable de minerai.

PLANCHE XXIX.



Mine Whistle.

PLANCHE XXX.



Conglomérat broyé sous la norite, Trill.

La limite s'infléchit au sud-ouest dans ce lot, et encore une fois à l'ouest dans WD13, où du chapeau de fer et du minerai sont vus dans les puits de recherche. On a aussi trouvé du minerai dans WD15, où la norite tourne un peu au sud-ouest avant de sortir du canton de Wisner.

Dans le canton de Bowell, la lisière basique s'étend diagonalement de la concession III sur le côté est à l'angle sud-ouest juste au nord du canton Lumsden. On peut voir le minerai sur WD13 et sur WD208, mais les gisements donnant le plus d'espoir sont près du centre du canton, où une longue projection s'étend vers l'ouest. Le chapeau de fer commence à apparaître contre les collines de granite près du coin nord-est du lot WD35, mais on le trouve en quantités beaucoup plus grandes sur un versant de colline dans WD 155, que l'on peut prendre comme le commencement de la projection.

LA PROJECTION FOY.

La projection Foy, comme on peut l'appeler, s'étend au-delà du lac Nickel dans une direction nord-ouest, puis s'infléchit vers l'est, dépassant un autre petit lac, et finit juste au nord d'un étang presque exactement au milieu du canton de Foy. Elle a six milles de long, est assez continue, quoique la norite se rétrécisse et s'élargisse et ne soit pas toujours facile à distinguer de certaines roches grises basiques s'élevant ça et là dans le Laurentien. La roche est fortement chargée de minerai pour le premier mille, et il y a un gisement de minerai distinct dans la location WR5, souvent appelée la mine Ross, à l'extrémité ouest; mais l'étendue qui la sépare montre un peu de chapeau de fer, quoique sa longueur totale ait été examinée par les prospecteurs.

Le chapeau de fer est étendu sur les lots situés près du lac Nickel, et les fosses d'essai et les trous de sonde dénotent que le minerai apparaît sur nombre de points dans WD155, où la roche adjacente est dans différents endroits si largement constituée de cristaux de plagioclase blanc, qu'on peut l'appeler anorthosite; il s'y trouve en même temps des veines de magnétite ainsi que des sulfures. De semblables relations se continuent au nord-ouest dans WD150. Audelà du lac Nickel, la bande de norite se rétrécit et devient fortement mélangée de blocs et de fragments angulaires d'une norite à grain plus grossier et des roches encaissantes, qui sont du gneiss gris de la diorite, et une roche blanche avec des feldspaths porphyritiques non dissemblables à l'anorthosite citée plus haut. Le conglomérat entier est plus ou moins couvert du chapeau de fer oxydé, et des conditions tout à fait similaires sont aperçues près du petit lac suivant, où le chapeau de fer et la bande de roche broyée s'élèvent au-dessus des eaux.

Le long de cette partie de la projection, le Laurentien est du granite rouge à gros éléments, fait rare dans la région, où il consiste ordinairement en gneiss gris avec raies ou amas de diorite. Un peu de chapeau de fer ou de minerai se voit au-delà, le long de la projection, jusqu'à ce que l'on atteigne la mine Ross, où deux affleurements s'élèvent près des berges marécageuses d'un petit lac contre le versant habituel de la colline du gneiss Laurentien; mais même ici, la quantité de minerai visible n'est pas grande. On rapporte que l'essai analytique ne donna que 2.75 pour cent de nickel, ce qui n'est pas une haute moyenne.¹

La nature broyée et bréchiforme de la roche le long de cette projection ressemble à celles des deux autres longues projections, à Copper Cliff et à Worthington, et peut être attribuée comme dans les autres cas aux effondrements et dislocations lors de l'arrivée de l'éruptive nickelifère. Cette

¹ G. S. C., 1890, partie R, pp. 43-4.

projection a cependant plus de continuité que les autres, montrant à peine quelques interruptions, quoique sa largeur varie de 20 à 500 pieds dans différents endroits. Excepté dans la plus ancienne partie, près du lac Nickel, il n'y a aucune raison de s'attendre à trouver un grand gisement de minerai sur cette projection nord, et la contenance minime de nickel à la mine Ross n'est pas spécialement attrayante.

Au-delà de la projection Foy, la limite de norite suit la rive sud du lac Roland et tourne alors au sud-ouest vers un autre lac étroit qui s'étend entre la norite et les collines du Laurentien au nord. L'emplacement suivant qui offre de l'intérêt est dans le lot WD238, où une petite projection se dirige au nord vers la lisière s'avancant vers une vallée étroite dans la location WD 37, et montrant du chapeau de fer oxydé et du minerai mis à jour par le déblaiement. Le chapeau de fer est trouvé à plusieurs endroits au sud-ouest, et quelques puits d'essai montrent du minerai sur les claims WD231, WD241, et WD251, la dernière étant à l'angle sud-ouest du canton. La roche encaissante le long de cette partie de la lisière basique est du Laurentien gneissique, s'élevant souvent sous forme de crêtes ou de collines très escarpées, avec du minerai généralement vers le pied du versant. A plusieurs endroits, cependant, la lisière se trouve dans un terrain bas et est recouverte par du drift et un marécage.

Prenant dans son ensemble la zone nord, le nombre des gisements de minerai qui promettent est plutôt limité quoique au moins deux portions, au nord-ouest du lac Joe et au commencement de la projection de Foy, soient reconnus contenir des dépôts importants. Le minerai n'est pas ordinairement de haute teneur et diffère considérablement de celui de la zone sud qui contient moins de cuivre et plus de magnétite. Dans un lot, il n'y a que 0.15 pour cent de cuivre avec 50.57 pour cent de fer. Environ 10 pour cent de ce minerai est de la magnétite, et le soufre qui y est présent donne seulement 30 à 32 pour cent, de sorte que par simple grillage, on peut préparer un excellent minerai de fer contenant tout le nickel. La quantité de cuivre présente est si petite qu'apparemment le minerai grillé peut être employé directement pour la production de l'acier au nickel, proposée il y a des années par la "Lake Superior Corporation, pour le minerai de la mine Gertrude.

LISIÈRE BASIQUE DANS MORGAN ET LEVACK.

La lisière basique de la norite contenant plus ou moins de minerai à mesure qu'elle s'étend diagonalement vers l'angle sud-ouest du canton de Howell, perd son minerai presque immédiatement après son entrée dans le canton de Morgan. A ce point, au sud d'un petit lac, il y a deux amas de chapeau de fer sur lesquels quelque dépouillement a été fait, tandis qu'au nord du lac, il y a le gneiss granitoïde laurentien. La lisière de roche éruptive nickelifère ne montre ni chapeau de fer ni minerai de ce lac à la limite du canton de Levack, à l'extrémité nord de la concession IV, en autant que nos recherches ont pu se faire, et aucun lot n'a été acquis par les prospecteurs, dont les yeux pénétrants ne manquent jamais de découvrir un affleurement de chapeau de fer. La raison de ceci est probablement le fait que la roche éruptive est ici à son plus étroit, ayant seulement une largeur de trois quarts de mille dans le lot 2, concession V et VI, et n'excédant pas un mille et demi jusqu'à ce que la lisière se courbe à l'ouest vers les gisements de minerai du canton de Levack.

Le caractère pétrographique de l'arête extérieure de la roche éruptive se trouve en conformité avec rétrécissement de cette roche, étant d'un gris pâle rougeâtre, ayant la composition de la syénite plutôt que de la norite. La comparaison des échantillons des deux arêtes montre très peu de différence, et l'on peut conclure assez justement que la partie basique, ou norite,

de la roche éruptive manque ici la phase acide ou micropegmatite constituant la largeur totale, de sorte que, vu ces circonstances, l'absence de minerai sur une distance de six milles ne surprend pas.

La roche encaissante, où on l'a examinés à chaque demi-mille ou plus souvent à travers le canton, est du gneiss granitoïde à gros élément du type Laurentien contenant plusieurs bandes et amas de schiste hornblendique ou de diorite. Le gneiss se dirige à peu près à l'est et à l'ouest et a ordinairement une inclinaison verticale, et la limite de la roche éruptive montre toujours du Laurentien sous-jacent écrasé et bréchiforme.

A cause de sa stérilité, il ne semble pas nécessaire de décrire en détail la lisière de la roche éruptive dans cette partie.

La partie nord du canton de Morgan est presque partout dénuée de route et a été laissée dans des conditions précaires par les entrepreneurs de bois, mais on peut y arriver par canotage par les lacs Moose et Trout, et par une route incommode sur des plaines de sable et de gravier à un vieux camp près de la bifurcation de Sandcherry creek.

MINES LEVACK ET STRATHCONA.

Comme la roche éruptive nickelifère s'élargit au nord du lac Moose près de la limite est du canton de Levack, son arête extérieure devient de nouveau plus grise, bien que peu foncée, et on peut l'appeler de nouveau norite. L'élargissement continue à travers le premier des deux premiers lots du canton de Levack, et atteint presque une distance de deux milles et demi en face des mines Strathcona et Big Levack. Près de la limite nord du lot 1, concession IV de Levack, 150 verges à l'ouest d'un petit lac, le chapeau de fer et le minerai ont été aperçus dans plusieurs puits d'essai; et 100 verges plus loin à l'ouest, des dépouillements montrent une surface considérable de chapeau de fer, la dernière selon toute probabilité dans le lot 2. La roche encaissante se compose de granite ou de gneiss granitoïde, puis une colline de ces roches se projette au sud, séparant le dépouillement qui vient d'être cité de l'affleurement plus grand et du chapeau de fer, généralement appelé la mine Big Levack. Ici, la lisière de norite et de minerai est très irrégulière et s'étend sur une longueur de 130 verges du nord au sud avec une largeur de 70 verges. La surface sous-jacente de granite est mamelonnée avec des dépressions et des projections, de sorte que le minerai atteint quelquefois une profondeur de plusieurs pieds, comme l'indiquent les puits de recherche, tandis que dans d'autres endroits intervient la surface nue et rouillée du granite. L'inclinaison de l'arête basique est, en conséquence, très variable, avec un moyenné d'environ 20° ou au delà.

Il paraît que la plupart de la norite et du minerai a été décomposée ne laissant que ce qui était protégé dans les excavations de la roche plus dure au-dessous. Il se peut, cependant, que le marécage qui se trouve au pied du talus cache les portions les plus épaisses du gîte.

Une étendue stérile couverte de marécages sépare la propriété de Big Levack de la mine Strathcona dans le lot 3, où la lisière de la norite se projette sur une petite distance à l'ouest. Ici, comme sur le Big Levack, le minerai et la norite sont largement, mais très irrégulièrement répandus, comme on l'a vu dans les nombreux puits d'essai. Mr. Ernest A. Sjostedt, qui a inspecté la propriété il y a déjà quelques années, lorsque les travaux étaient récents, rapporte à leur sujet ce qui suit:

"La zone minéralisée s'avance diagonalement au N. E. et au S. O. à travers la moitié nord du lot 3, et la moitié sud du lot 4, dans la concession IV du canton de Levack, puis est limitée au nord-ouest par une zone de granite syénitique, avec laquelle il forme un contact direct; et au sud-est par une vaste zone de norite, qui ordinairement constitue un côté de la zone

minéralisée à travers le district de Sudbury. Le plus grand dépôt de minerai connu est à l'extrémité nord-est du lot 3, quoique la ligne d'attraction magnétique soit pratiquement continue à travers les deux lots, et le minerai apparaît également à différents endroits du lot 4. Près de la limite nord-est du lot 3, le travail principal d'exploration a été exécuté, le défrichement ayant été fait sur un espace de 3 ou 4 acres d'arbres et de broussailles, et par places, la formation déblayée expose la coiffe et le chapeau de fer, qui atteint généralement une profondeur de 2 à 8 pieds. Une partie du gisement de minerai est ici mise à jour au moyen de tranchée et de fosses, et aussi par deux puits, dont le N° 1 a une profondeur de 45 pieds, passant à 8 pieds à travers le chapeau de roche stérile, puis à travers 25 pieds de minerai mélangé, et alors à travers 12 pieds de pyrrhotine solide; un trou de sonde de 10 pieds a été creusé au fond du puits, découvrant du minerai sur toute la distance. Le puits N° 2 (250 pieds au nord du N° 1) est à 30 pieds de profondeur, 6 pieds se trouvant dans le chapeau de la roche, et 24 pieds dans la pyrrhotite solide.

La fosse A (à 320 pieds du puits N° 1) et la fosse D (40 pieds au nord de la fosse A) montrent le minerai à deux pieds de la surface; et la tranchée C, le long du versant d'une colline basse, à peu près au milieu entre la fosse A et le puits N° 2, montre une surface de minerai de 50 pieds de long, au centre de laquelle une fosse fut creusée à travers le minerai massif.

D'après les données fournies pour les fosses ci-dessus, ainsi que pour les puits, c'est-à-dire pour une surface d'environ 600 pieds de longueur et de largeur, la quantité de minerai en vue sur le lot 3 est de quelque 60,000 tonnes, mais ceci comprend une étendue de moins d'un dixième du terrain couvert par des surfaces donnant également des espérances; par conséquent, il y a tout lieu d'espérer un gisement beaucoup plus grand. Le minerai existe principalement en amas massifs dans une zone de 200 à 600 pieds de large et d'environ 1,400 pieds de long.

Nous donnons ci-dessous un certain nombre d'analyses d'échantillons prises sur les exploitations cités précédemment avec un tableau faisant voir les caractères du minerai.

Provenance de l'échantillon	Echantillonné par	Fer. insol	Cu.	Ni.
Puits 1, 1 pd. du fond.	D. C. Schuler.		0.57	2.78
" 1, morceau provenant de la halde.	E. A. Sjotedt.		1.35	3.55
" 2, de la halde.	D. C. Schuler.		0.70	3.85
" 25 pds. profond.	"	5.03	2.11	3.54
" morceau de la halde.	E. A. Sjotedt.		0.14	4.65
Fosse A, surface.	D. C. Schuler.		0.67	2.24
" B, surface.	"		5.47	2.02
" B, fond.	"	6.10	1.54	3.37
" C, surface.	"		0.33	2.40
" C, tranchée.	"	3.40	1.24	3.27
" C, 13 pds. fosse.	"		0.28	2.72
" D, terrain bas.	"	4.00	50.4	0.30
Forage au diamant, près A, 26 pieds.	A. B. Wilmott.		0.65	3.80
Forage au diamant, près A, 40 pieds.	"		0.58	2.60
Puits, sur toutes les haldes.	R. H. Aiken.	5.01	54.3	2.23
Près du mur de norite.	"		1.49	1.68
Près du mur de norite.	"		2.43	1.70
Moyenne.		4.71	52.3	1.31
Echantillons pris par MM. Cohen et Bradley, experts pour J. R. De Lamar, N. Y.			1.99	2.67
Moyenne totale.			1.70	2.82

Il est évident que le minerai est copieusement répandu dans ces deux mines, qui sont réellement une série de gisements, mais une très grande partie en a été enlevée durant un laps de temps, de sorte qu'il ne reste maintenant que des débris sur les surfaces exposées. Il s'agirait maintenant de démontrer ce qui peut encore être préservé en-dessous des marécages et du drift au sud-est.

Tel que le montrent les tables de moyenne de Mr. Sjostedt le minerai était dans l'ensemble d'une qualité inférieure à celle de la zone méridionale de nickel, quoiqu'il égale celle de deux ou trois grandes mines qui ont été exploitées avec profit. De la norite de coloration plutôt gris pâle s'élève en collines au sud de la chaîne des étangs et des marais représentant la lisière basique de la colline.

A la mine Levack, une route carrossable commence, suivant la lisière basique plutôt proche au sud-ouest du croisement de la rivière Onaping, dans le lot 9, sur le côté méridional du canton de Levack. Au-delà, la route reste sur la rive ouest du cours d'eau, qui tourne ici au sud, jusqu'au chemin de fer du Canadian Pacific à Levack, sur une distance d'un peu plus de cinq milles le long de la zone de nickel, puis elle se poursuit sur environ deux milles au sud à travers les phases les plus acides de la roche éruptive.

La lisière basique s'avance sur une distance de deux milles au sud-ouest de la mine Strathcona, puis tourne vers le sud pendant deux tiers de mille et dépasse un petit lac dans le lot 6, sur la limite entre les concessions II et III. Aucun minerai n'a été trouvé au nord-ouest de la courbe, comme on aurait pu s'y attendre, mais le chapeau de fer apparaît sur le versant d'une colline s'inclinant à pic jusqu'au bas du lac à son extrémité sud. Il se peut que le plancher marécageux de la vallée au nord cache le minerai qui n'apparaît pas sur les roches qui s'élèvent au-dessus, et, supposant qu'un dépôt de minerai pouvait exister au-delà du marais et du lac, Mr. Black jalonna un claim à son embouchure.

Les fosses d'essai avoisinantes montrent de la pyrrhotine en plaque renfermant de petits cristaux ou globules arrondis de substances rocheuses; il en est de même d'un grand gisement, généralement appelé la propriété Tough et Stobie, à deux tiers de mille au sud-est, là où la route passe au-dessus du chapeau de fer près du pied d'une colline élevée sur laquelle plusieurs fosses d'essai ont été creusées.

Le terrain laurentien en arrière se compose de granite, de gneiss et de diorite à grain fin, il est très peu bréchiforme en cet endroit et s'incline assez uniformément sur un angle de 33° au sud-est, sous le marécage ordinaire, tandis que des collines de norite grise, s'élèvent à travers le creek à un quart de mille plus loin. Toutes les propriétés de Levack semblent des vestiges de nappes de minerai, jadis importantes, s'appuyant contre le gneiss laurentien, avec l'idée possible que l'épaisseur originale du gisement peut encore être préservée en dessous de la galerie ou du marais qui recouvre régulièrement la base des collines.

Au sud-ouest de cet emplacement, des plaines de sable et de gravier commencent à s'étendre le long de la vallée traversée par une rivière, et l'arête basique est presque entièrement cachée pour les deux ou trois milles suivants.

La courte étendue de la lisière basique renfermée dans le canton de Dowling entre la rivière Onaping et le lac Windy est largement couverte de drift, et on n'y connaît pas l'existence du minerai. Près du chemin de fer du Canadian Pacific, sur le rivage nord-est du lac Windy, on voit de la norite dioritique grise, mais la limite précise qui la sépare du Laurentien se trouve sous le drift. Au-delà, le Laurentien consiste en gneiss avec des inclusions schisteuses foncées.

Le lac Windy recoupe deux milles de la lisière basique, seul exemple d'une grande nappe d'eau existant sur la circonférence du bassin. Un large promontoire s'étendant de sa rive nord-ouest est traversé par la lisière de norite, qui est ici rendue confuse par les moraines et les crêtes d'eskers, et une petite baie se dirigeant au nord à partir de l'extrémité du lac, forme une nouvelle interruption, suivie par de larges marécages au sud-ouest dans la direction du lac Mink. La rive du lac Mink est entièrement composée du Laurentien, et le chemin de portage entre ce lac et le lac Mosquito au sud-ouest, ne traverse que du gneiss granitoïde grossier et du drift. Sur le côté sud-est du petit cours d'eau se déversant dans le lac Mink, dans une petite branche du lac Mosquito, la norite s'élève comme un mur rocheux à pic, qui continue le long du rivage de ce bras nord-est et borde aussi la partie principale du lac. Un bras étroit au sud du lac marque probablement ici la limite, mais il n'y a pas de roche visible sur son rivage.

Une pointe, se projetant de la rive sud-ouest du lac principal, consiste en norite tachetée contre le Laurentien et il est déclaré que le minerai fut découvert dans deux fosses un peu plus bas sur la pointe et sur une petite île loin de la rive; mais à présent une digue à la décharge du lac Mosquito a tellement fait exhausser l'eau que celle-ci a couvert toutes les ouvertures. Il y a déjà plusieurs années que le travail d'exploitation a été fait par M.M. McConnell et Tough, et la petite halde visible s'est changée en chapeau de fer. Mr. W. Stephens un trappeur qui connaît bien la région, dit qu'une étroite bande de roche rouillée avec du minerai se trouve aussi sur la rive d'un long bras au sud-est du lac Ministique (appelé dans la région lac Mystic); mais vu le manque d'un canot à ce moment, on ne put en faire l'examen. Les petits dépôts des lacs Mosquito et Ministique paraissent faire partie d'une projection.

La limite méridionale du lac Mosquito traverse le canton de Trill, et un portage conduit à l'ouest, en grande partie au-dessus du drift, à l'extrémité nord-est du lac Armstrong dans ce canton. Y compris l'étendue du lac Windy, il existe une interruption d'environ neuf milles entre les derniers affleurements de minerai dans le canton de Levack, et celui qui vient d'être mentionné, Cascaden, le plus grand espace stérile connu sur la lisière basique de la roche éruptive de nickel. L'espace stérile le plus grand qui vient ensuite est dans le canton de Morgan au nord-est, où la roche éruptive est plus étroite que partout ailleurs. La partie du lac Windy de la roche éruptive n'est pas plus étroite qu'à l'ordinaire, de sorte que diverses explications doivent être attendues dans ce cas; et il peut se faire tout simplement que les gisements de minerai existent, mais sont sous l'eau du lac ou sont recouverts par le drift de large étendue et le marais qui cachent la roche solide sur une grande partie de la région.

LA ZONE DE NICKEL DANS LE CANTON DE TRILL.

Pendant environ deux milles au sud de la norite que l'on a remarquée sur le lac Mosquito, la lisière basique paraît se perdre sous les dépôts de drift, bien qu'un rocher de norite fut découvert à peu près au centre du côté sud du lot 9, concession V. La limite s'étend apparemment près de la rive ouest d'un petit lac sans nom, où des collines de granite s'élèvent juste à l'ouest, mais le premier contact actuel fut trouvé dans le lot 10, concession V, à 200 ou 300 verges au sud du lac qui vient d'être mentionné, sur une colline qui s'incline à l'est, où un peu de norite apparaît en amas sur le Laurentien. On peut suivre la limite par les interruptions couvertes par le drift sur le même versant de la colline pendant une distance d'un demi-mille. Environ un quart de mille au sud de la concession V, sur la ligne de démarcation qui sépare les lots 10 et 11, l'inclinaison de la colline

devient escarpée et se dirige à l'ouest, et sur son côté méridional on aperçoit le chapeau de fer en quantités considérables et plusieurs fosses d'essai qui montrent plus ou moins de minerai. Au-delà, la limite est de nouveau indistincte, les taches de norite se rencontrant dans le gneiss cisailé sur quelque distance en haut de la colline au-delà de la roche éruptive massive, et à présent, la lisière basique tourne au sud sur trois quarts de mille, puis au sud-est. Il y a là beaucoup de drift recouvrant cette portion, de sorte que rien ne précise la position de la limite et un peu au nord de la seule construction qui existe encore, on voit un petit amas Laurentien, sorte de monticule s'élevant comme une île à travers la norite environnante.

Le contact de la norite, et du granite mélangé et la diorite du Laurentien est extraordinairement plat dans cette grande baie vers l'ouest, ayant souvent une pente de pas plus de 5° à 10° , et l'on trouve sur les vieilles roches beaucoup de filaments de norite concassée, à grain très fin et parfois tachetée de minerai, semblables à des lambeaux détachés, qui vont même à des centaines de verges au-delà de la lisière de la norite solide. Au poteau du coin, entre les lots 10 et 11, et les concessions III et IV, une colline de diorite s'élève à pic faisant face au nord-est, et sur ses flancs le minerai apparaît en beaucoup d'endroits à la mine Trillabelle ou Gillepsie, où dans les premières années beaucoup de travail a été fait consistant en dépouillement, ouverture de fosses et creusage de puits. Les vieilles constructions sont toutes disparues, et l'on voit des arbustes qui ont poussé sur leurs fondations mais les amas du chapeau de fer recouvrant la roche peuvent encore être étudiés.

Le versant rocheux de la colline consiste largement en conglomérat concassé que l'on trouve si souvent en dessous de la norite, ainsi que de la norite à grain fin et du minerai comme roche-mère des grands et des petits fragments de diorite; l'inclinaison du contact est de 35° à 45° au nord-est, contrastant fortement avec l'inclinaison douce de la roche encaissante représentée à quelque distance au nord-ouest. Il semble que les inclinaisons escarpées endessous de la norite, ici de même qu'à trois quarts de mille au nord, arrêterent la masse fondue et permirent la séparation du minerai, bien que l'inclinaison plus facile entre ces deux points eût permis un déplacement sans obstacle.

Plus loin, à un quart de mille au sud-est, il y a une fosse isolée contenant du minerai, et à 200 verges plus au sud, une autre fosse de dimension considérable. Plus loin au sud la marge de la norite est généralement couverte d'une galerie et ni minerai ni chapeau de fer n'y furent observés quoique dans divers endroits on aperçoive du granite taché de diorite, ou de la diorite exempte de granite peuvent se rencontrer à l'ouest, et la norite à l'est de la vallée est suivie par la route jusqu'à Worthington. A deux endroits, il y a des lambeaux détachés de norite, avec du Laurentien tout autour.

Un monticule dénudé de norite gris pâle s'élève comme une frontière sur la ligne séparant les lots 9 et 10, près de l'extrémité méridionale de la concession III, juste à l'ouest de la vallée marécageuse du creek Cameron, et disparaît à un quart de mille plus loin au sud. Après un demi-mille de marais, la norite s'élève de nouveau sur les versants de la colline à l'ouest de l'anse près de sa courbe à l'est, et continue jusqu'au centre du lot 9, concession 1, le point le plus éloigné vers le sud-ouest atteint par la roche de nickel éruptive.

Aucun minerai ou chapeau de fer n'a été observé le long de cette lisière de norite, probablement parce que la lisière actuelle est partout recouverte par des amas, bien qu'en une telle projection on eut pu s'attendre à trouver du minerai.

Autour de la courbe du creek Cameron, tout est perdu sous l'eau stagnante et les marécages, à cause d'un barrage se trouvant précisément en avant; c'est à ce moment qu'un problème embarrassant se présente. A partir de la norite non douteuse jusqu'au plus proche gisement de minéral de la mine Sultana il y a moins d'un mille dans une direction un peu au sud-est, mais il semble que toute trace de norite est perdue dans l'espace de séparation. Au nord de la digue, une roche schisteuse quelque peu rougeâtre s'élevait en collines et au sud un groupe de collines encore plus escarpées, consistait en diorite. En suivant attentivement la surface de la roche éruptive de la mine Sultana, afin d'être assuré qu'il n'y avait aucune solution de continuité, il a été prouvé que la partie basique de la roche éruptive manque ici, et que la roche schisteuse rougeâtre entre directement dans la phase acide de la roche éruptive. Elle a été cependant entaillée et comprimée sur la diorite à travers le creek et peut être traversée par la faille. A cause de la couverture de drift au sud-ouest, les relations dans cette direction ne sont pas visibles, mais il semble certain que l'extrémité sud-ouest du pli synclinal allongé est partiellement séparée par une masse de diorite d'un demi-mille de longueur et d'un quart de mille de largeur.

Dans les anciennes cartes de cette partie de la région, le canton de Trill était recouvert de bois, et les affleurements rocheux n'étaient pas faciles à découvrir, de sorte que la limite de la norite fut dessinée avec trop de régularité. Depuis lors, la splendide forêt de pin a été coupée par le marchand de bois, et la région a été brûlée très à propos, de sorte qu'il a été comparativement facile de suivre les limites rocheuses, excepté aux endroits où les marais et les élévations pierreuses morainiques cachent tout l'ensemble. La carte actuelle fait voir beaucoup d'irrégularité de la lisière basique que la première, à l'extrémité ouest du bassin de nickel.

Dans le travail autour de la mine Trillabelle, beaucoup d'aide fut apportée par Mr. Kirby Thomas, qui examina la propriété comme ingénieur des mines.

En vue de donner une idée plus complète des constituants de nickel-cuivre dans les minerais des diverses zones non suffisamment représentés dans les moyennes données, nous ajouterons les essais suivants. De beaux échantillons de minéral furent pris dans chaque cas, mais on comprendra, naturellement, qu'il s'agit de échantillons particuliers, et peuvent ne pas représenter la moyenne exacte de minéral des dépôts mentionnés.

No.	Localité	Insol.	Cu.	Ni.	Co.	EN SULFURES PURS.		
						Cu.	Ni.	—
1	Mine Sultana.....	10.27	0.26	2.68	.....	0.29	2.99	
2	Mine Mt. Nickel.....	7.62	0.31	3.07	.....	0.33	3.33	
3	" Whistle.....	6.60	0.10	2.76	.....	0.11	2.96	
4	" Chicago (Travers)..	9.80	0.24	2.50	.....	0.26	2.77	
5	" Levack.....	1.50	0.84	4.76	.....	0.85	4.83	
6	W. D. 150, zone N du ct. de Bowell.....	9.52	0.10	2.51	.....	0.11	2.77	
7	Mine Worthington.....	17.00	0.56	6.45	.....	0.67	7.77	
8	" Totten, project, Worthington.....	29.52	0.08	6.41	3.07	0.11	9.40	4.35
9	Mine Blezard.....	13.42	2.42	3.90	.....	2.80	4.50	
10	" Victoria.....	0.62	0.70	7.95	.....	0.70	8.00	
11	" North Star.....	10.09	0.26	4.56	.....	0.29	5.07	
12	" Elsie.....	31.84	3.38	1.26	.....	4.96	1.85	
13	" Little Stobie.....	6.32	0.20	1.58	.....	0.21	1.69	
14	W. D. 155, rangée N. du ct. Bowell.....	7.47	0.32	3.57	.....	0.34	3.86	
15	Mine Gertrude.....	8.75	0.14	3.88	.....	0.15	4.14	

Lisière acide de l'éruptive nickelifère.

Lorsque le professeur T. L. Walker découvrit que la norite associée au minerai de nickel à la mine Murray se perdait dans une roche plus acide, la micropegmatite, vers le nord, et que la norite près du lac Windy passait à une roche analogue vers le sud, une solution fut donnée pour l'explication du problème complet des zones de nickel et de leurs relations générales. D'après les instructions du directeur du Bureau des Mines d'Ontario, le travail pour la cartographie aussi complète que possible des zones de nickel fut entrepris par moi-même et mes assistants y compris MM. Culbert et Moore. En suivant les différentes zones de nickel, il y avait de nombreux et quelquefois de grandes espaces stériles où aucun minerai ne fut découvert par les prospecteurs. On constata souvent que ces espaces libres provenaient des marais et des dépôts de drift, dans d'autres cas, on put suivre la norite sans interruption mais avec une courbure intérieure qui ne permit pas au minerai de se rassembler.

Pour éviter l'incertitude occasionnée par ces interruptions il fut décidé de dessiner aussi la lisière acide de la roche éruptive nickelifère, quoique d'une manière succincte, et de temps en temps, selon que l'occasion le permettait, on dessina la lisière intérieure de la micropegmatite. Cette limite fut marquée aussi loin que possible à chaque demi-mille, et souvent plus fréquemment, de sorte que sa position donnée sur le dessin doit être raisonnablement exacte, quoique le travail n'ait pas été fait en grand détail.

Les résultats de ces travaux ont donné plus de certitude en ce qui regarde la continuité des zones de nickel, spécialement en enchaînant ensemble les limites sans liaison, par exemple près de la mine Sultana à l'ouest, et de Falconbridge à l'est. Au fur et à mesure qu'avancait le travail, on obtenait d'autres résultats précieux. On trouva que la grande largeur de la roche éruptive était accompagnée de minerai en gros gisements; et la largeur moyenne contenait de plus petits gisements de minerai, tandis que les parties les plus étroites de la roche éruptive ne contenaient aucun gîte sur leur lisière basique.

On constata que la lisière basique de la roche éruptive contient ordinairement du minerai aux baies extérieures, ce qui s'expliquait en supposant que les sulfures très lourdes s'étaient placés suivant leur poids spécifique dans les cavités. D'après cette théorie, on ne pouvait s'attendre à trouver aucun minerai sur la lisière acide ou supérieure de la roche éruptive et de fait aucun minerai de nickel et très peu de minerai de cuivre n'a été trouvé sur cette lisière, quoiqu'il y ait un nombre considérable de petits dépôts de minerai d'une autre espèce soit sur la lisière acide ou bien dans les sédiments supérieurs, qui ont été plus ou moins transformés par celle-ci. Jusqu'à présent, aucun de ces dépôts n'a été trouvé suffisamment grand pour être développé en exploitation minière, quoiqu'il soit possible que l'on en trouve d'autres plus importants lorsque l'arête acide aura été vérifiée aussi soigneusement par les prospecteurs que l'arête basique.

En portant sur la carte la lisière acide, des difficultés inattendues furent rencontrées. On trouva que la lisière était souvent dépassée, même sur cent verges ou plus, à cause de la grande ressemblance de la micropegmatite avec le conglomérat s'étendant sous le lac Trout, qui fut souvent et complètement transformé par les fluides bouillants provenant de la roche éruptive, qu'il fut lui-même transformé en micropegmatite d'un genre quelque peu plus rugueux, près de la lisière éruptive. Seuls, les plus gros galets de granite et les blocs du conglomérat résistèrent à cette opération et demeurèrent en amas confus de substance granitoïde plus rude et plus rouge.

Un autre difficulté fut causée par la variété des phases de la micropegmatite elle-même, qui était quelquefois plutôt grossière, rouge et d'apparence granitique ou syénitique, tandis qu'à d'autres endroits elle semblait de texture gneissoïde, et à d'autres points encore, elle formait un schiste vert clivable et à grain fin. Sur le terrain, l'une des variétés fut assimilée à l'autre, mais, dans les spécimens de manipulation, les types extrêmes ne seraient jamais reconnus comme une seule et même roche. Cependant, les plaques minces vues sous le microscope, ont toujours montré le développement intermédiaire caractéristique du quartz et du feldspath appelé micropegmatite.

LISIÈRE ACIDE DE LA ZONE MÉRIDIIONALE.

La lisière intérieure de l'éruptive nickelifère sur la zone méridionale commence vers le sud-ouest par une courbe brusque qui se dirige vers le lot 7, concession II du canton de Trill, formant la proue du synclinal en forme de bateau, et à partir duquel on peut la suivre jusqu'au lac Cameron, puis au-delà jusqu'à la baie nord du lac Fairbank. Dans cette partie de son trajet elle est à grain fin et schisteuse une coloration vert foncé, et n'a absolument rien de la syénite ou du granite quoique sa composition chimique et la structure de la micropegmatite, vue au microscope, démontre qu'elle est l'équivalent de ces roches. Un peu au sud, elle passe dans des collines qui sont indubitablement de la syénite rougeâtre.

Après avoir continué un mille et demi à l'est, la lisière acide tourne au nord-est du lac Gordon, dont elle longe la rive sud, puis tourne alors subitement au sud sur une distance d'un mille, avant de tourner au nord-est. Mais sa limite auprès du conglomérat est aussi indéterminée ici que celle de la norite voisine du Laurentien dans Trill; et pour une raison similaire, vu que la profondeur de la micropegmatite en dessous du sédiment est très légère et que l'arête du conglomérat ressort irrégulièrement sur la surface de la roche éruptive.

Il y a un autre caractère intéressant près de cette grande baie de conglomérat; les galets sont plus ou moins roulés d'une manière schisteuse, et le clivage de la micropegmatite et du conglomérat schisteux ont une brisure de 65° ou 70° , i.e. non parallèle à la direction du contact éruptif, tandis que l'inclinaison est d'environ 45° au sud-est. Cela ne correspond pas à la couche qui apparaît en couches vagues contenant plus ou moins de galets à une profondeur de 25° ou 30° vers le nord-ouest.

Il est probable que ces traits caractéristiques doivent être reliés avec la longue projections de Worthington de la zone de nickel qui prend naissance à quatre ou cinq milles plus loin au sud-ouest. L'aplatissement et l'élargissement du conglomérat, la direction de la structure schisteuse et son inclinaison au sud-est, de même que les lignes complexes de brèche le long de la projection, peuvent être attribuée au fait qu'un grand bloc de l'Archéen qui la supportait glissa en dessous de la nappe fondue de norite-micropegmatite, le plan de la faille et de cisaillement s'avancant du sud-ouest au nord-est.

Après la courbe remarquable de la lisière acide, celle-ci prend de nouveau la direction normale nord-est, en traversant la rivière Vermillon, puis atteignant le lac Emma, environ au centre. Après cela, elle suit le creek Levey d'assez près, jusqu'à sa sortie du lac Whitewater. La route par canotage est rarement à plus d'un quart de mille de la lisière et il est évident que le contact de la roche éruptive acide avec les roches sédimentaires qui la recouvrent fournirent une surface de moindre résistance dans laquelle la vallée put être coupée; quoique le cours actuel du ruisseau se trouve généralement un peu au nord du conglomérat du Trout lake, dans le tuf

Onaping. La lisière acide est encore schisteuse avec des collines d'apparence syénitique s'élevant immédiatement au sud, et se dirige à environ 80° au nord-est. Juste au-delà de la lisière, le quart nord-ouest du lot 4, concession V, a été pris comme concession de zinc.

Le lac Whitewater fait une interruption de trois milles dans l'affleurement de micropegmatite, qui, à un certain endroit en-dessous de ses eaux, s'infléchit plus au nord que le long du creek Levey. Il y a un promontoire sur le côté nord du lac, qui consiste en un conglomérat schisteux, ayant une allure de 60° ou 70° parallèle à la direction moyenne de la roche éruptive de nickel, et le clivage s'incline à 45° dans la direction sud-est.

Des argiles d'anciens lacs cachent la roche massive sur une distance d'un demi-mille au nord du lac Whitewater, près d'Azilda, mais des roches d'apparence syénitique s'élèvent vers son extrémité est, et il s'y trouve une colline rocheuse à un demi-mille au nord-ouest de la station, juste au nord de la voie ferrée, qui étale de la roche éruptive acide en contact avec le conglomérat. Tous deux sont d'un rouge pâle et décidément schisteux, le clivage ayant une allure de 15° et une inclinaison de 15° à 30° à l'est, quoique la limite entre les deux roches se dirige à 30° , à l'est du nord et à l'ouest du sud.

Il y a là évidemment une courbe bien prononcée de la lisière acide à partir de 75° ou 80° jusqu'à 30° à l'est du nord, quoique l'endroit où le changement de direction commence se trouve sous le lac, et il faudra noter que la courbe a lieu juste vis-à-vis la baie de norite conduisant à la grande projection de Copper Cliff, coïncidence qui n'est presque certainement pas accidentelle.

C'est en effet l'extrémité opposée d'un grand bloc de la roche sous-jacente, qui glissa en dessous pendant la venue de la roche éruptive de nickel et dont il fut parlé à propos de la brusque courbe vers le sud de la lisière acide vis-à-vis de la projection de Worthington. Il est intéressant de constater que cette position d'un bloc de la croûte terrestre de $10\frac{1}{2}$ milles de long sur la lisière acide et de 15 milles de long sur le côté basique commence et finisse avec d'importantes projections de norite et de minerai se pressant dans les régions broyées et dérangées des roches plus anciennes, et que l'ensemble renferme le grand gisement de minerai de la mine de Creighton.

La lisière acide dans le canton de Rayside s'avance au nord-est à travers son angle sud-est, et dans le lot 2 concession III, elle est accompagnée de plusieurs petits gisements de galène et de blende de zinc qui ont été retenus comme emplacements miniers. Les minerais sont associés avec la pyrite, le quartz, l'ankérite et apparaissent dans des veines irrégulières de fissures qui ont été déblayées et ouvertes par les puits d'essai. Les veines sont dans la micropegmatite quelque peu schisteuse ou dans le conglomérat schisteux adjacent ou du tuf. Le clivage des roches sédimentaires a une allure de 80° au nord-est, conformément à la direction changeante de l'éruptive nickelifère et a une inclinaison de 57° au sud.

Passant dans le canton de Blezard, la lisière acide tourne presque vers l'est, et la roche éruptive entière se rétrécit considérablement à partir de sa partie la plus large, vis-à-vis la projection Frood-Stobie. Elle n'est plus schisteuse après avoir passé le moment critique de la surface de la faille, mais a l'apparence granitique ou syénitique, et cette texture continue au lac Whitson vers le côté est du canton.

Au-delà du lac Whitson, la lisière acide s'avance dans une direction de 80° nord-est à travers le canton de Garson près de son côté nord et tourne enfin subitement vers le nord au coin sud-ouest du canton MacLennan. Une partie de la micropegmatite et le conglomérat adjacent et le tuf s'élèvent en collines à pic à l'est et à l'ouest; dans d'autres parties, la lisière

est cachée par les marécages ou par de petits lacs. Environ à moitié chemin à travers le canton de Garson, la roche éruptive s'élève comme un monticule de texture felsitique, et est pénétrée par nombre de petites veines de quartz, mais sur le lot 4, elle est grisâtre et schisteuse, avec un clivage de 125°, beaucoup plus au sud-est que l'allure générale de la roche éruptive elle-même.

Il est bon de remarquer qu'à une certaine distance de chaque côté, des surfaces de faille bornant le bloc central qui est supposé avoir glissé sur les structures schisteuses, tournent vers le sud; du côté ouest vers le sud-ouest, du côté est vers le sud-est, la région entière ayant subi des efforts de tension et de cisaillement qui eurent pour résultat ces structures aux courbes irrégulièrement semi-circulaires.

Les divers types de roches qui apparaissent dans cette partie de la lisière acide furent d'abord cartographiées comme Laurentien par la Commission géologique, fait qui justifieraient leurs caractères sur le terrain si on ne savait pas qu'elles passent par gradations insensibles à la limite de la zone nickelifère vers le sud et le sud-est.

LISIÈRE ACIDE DES ZONES EST ET NORD.

La lisière acide de la zone est fut étudiée principalement par mon assistant, Mr. Culbert, qui découvrit que la phase de la micropegmatite commence à une petite distance du côté basique de la roche éruptive, comme on peut s'y attendre là où l'ensemble est extraordinairement étroit. Il la décrit en général de couleur chair et à gros grain, mais où je l'examinai moi-même, dans le lot, 1 concession III du canton de Capreol, elle est à grain plutôt fin et légèrement gris rougeâtre, pâle sur la surface décomposée et plus foncée sur les surfaces fraîches. Elle ne montre rien de la structure schisteuse si commune sur la bande sud.

La lisière acide de la zone méridionale se courbe doucement à l'ouest près de l'angle sud-ouest du canton de Norman, et là où elle est traversé par le chemin de fer Canadian Northern elle a un grain plus fin et ressemble plus à la diorite qu'à la syénite ou au granite. Elle s'avance dans le canton de Wisner presque dans une direction ouest, et son contact avec le conglomérat est très bien vu auprès de la rive de l'extrémité sud du lac Joe, où une surface usée par l'eau et la glace prépare une coupe idéale. La phase acide de la roche éruptive est comme granitique et envoie des projections irrégulières dans le conglomérat avec des lisières tout à fait vagues, si bien qu'il est peu facile d'en fixer la limite. La micropegmatite se confond avec sa roche-mère, quoique les amas de granite plus grossier et plus rouge représentent des blocs non complètement assimilés. A 400 pieds environ au sud de la lisière, le tuf remplace le conglomérat.

L'un des plus intéressants contacts des deux roches se trouve sur la rive sud du lac Trout (dans le canton Bowell) où quelques petits îlots et une petite péninsule montrent une section même meilleure, la phase granitique pénétrant le conglomérat à 100 verges ou plus.

A l'est de la baie sud-est du lac Trout, un petit puits d'essai s'enfonce dans la roche vert foncé, probablement une variété de conglomérat ou tuf, qui montre un peu de minerai, et près de la baie sud-ouest dans le lot WD252, une certaine quantité de travail minier a été exécutée sur un très grand gisement dans le conglomérat ainsi que dans la roche-mère vert foncé. Ici, il y a des veines distinctes de blende de zinc, galène et un peu de pyrites de cuivre avec une gangue de quartz, cette dernière se montrant en cristaux bien conformés, se projetant dans le minerai qui y fut déposé évidemment plus tard. Un petit puits a été creusé, mais la quantité de minerai obtenue n'a pas été encourageante. Ces gisements aux deux

extrémités du lac sont tous deux dans le conglomérat du lac Trout, un peu au sud de la phase grandement altérée du contact décrit plus haut.

La lisière acide au-delà du lac Trout passe au sud-ouest à travers l'angle du canton de Lumsden, avec des caractères tels que ceux qui viennent d'être décrits. Près de la rivière Nelson, elle est recouverte de roche volcanique sur une petite distance, mais sur un petit lac qui n'a pas de nom, à l'ouest elle est une roche gris verdâtre qui ressemble plutôt à une variété rocheuse aperçue dans la zone méridionale bien qu'elle ne soit pas schisteuse. A peu près à moitié chemin à travers le canton de Morgan, la roche éruptive est plus étroite avec une largeur d'un peu moins d'un mille, et la phase acide paraît s'étendre transversalement de sorte que les spécimens des deux côtés paraissent semblables.

A la pointe sud-est du lac Moose, la lisière acide est rose chair et l'apparence granitique avec de petites veines d'épidote verte, et des amas semblables arrondis d'épidote verte avec du feldspath de coloration rouge chair se montrent non loin de là dans la roche-mère du conglomérat. Près du chemin de fer voisin de la rivière Onaping, la lisière est gris verdâtre et à grain fin avec un développement de feldspath en plaques, tandis que non loin de là au nord-ouest, la voie ferrée qui la traverse met à découvert de la syénite rougeâtre grossière. Au sud-est du lac Windy, la phase acide est rose chair, et d'apparence granitique ou gneissoïde, tandis que le conglomérat au contact semble être une variété grossière de gneiss Laurentien dans des endroits, et a été dessiné de cette manière dans les premiers examens de la région.

Au-delà, la lisière acide tourne plus au sud, et traverse les extrémités du lac Ross, et un lac sans nom du lot 7, concession III du canton de Trill; sa texture demeure presque semblable le long de la partie sud-ouest de la lisière. La partie acide de la roche éruptive est ici beaucoup plus large que la partie basique, et s'élève sous forme de collines se composant de roches à gros éléments et d'apparence syénitique, puis à l'arête auprès du conglomérat, elle a un grain plus fin, et est ordinairement grise plutôt que rose chair; mais elle est rarement schisteuse, ayant évidemment subi beaucoup moins de compression et de broiement que sur l'alignement méridional. Il ne semble pas qu'il y ait eu de grands affaissements de roche plus ancienne en dessous de la roche éruptive de la zone nord pour correspondre à la disposition entre la mine Victoria et celle de Copper Cliff au sud.

Il est probable qu'une bonne quantité du conglomérat s'étendant au-dessus s'est arrêté et a été englouti dans plusieurs endroits amenant la lisière supérieure de la roche éruptive presque en contact avec la base de la formation suivante, la roche Onaping, et à d'autres points, la lisière est plus foncée et verdâtre, comme si elle eût absorbé plus ou moins de substance plus basique. Là où la bande de conglomérat est large, la coloration de la lisière acide est généralement plus pâle, avec une nuance rosée.

Ressources minérales du bassin intérieur.

Les minerais de zinc et de plomb avec plus ou moins de pyrite et de chalcopryrite ont été signalés sur quelques points ou tout près de la lisière de l'éruptive nickelifère, et d'autres ont été signalés par les prospecteurs, mais ne furent pas visités, à cause de leur peu d'importance commerciale. Il y a des gisements semblables, contenant ordinairement plus de pyrite à l'intérieur du bassin, à une plus grande distance de la micropegmatite, et qui probablement s'y relieront encore. Comme le travail géologique entrepris dans la région se rapportait spécialement aux minerais de nickel et à leurs associations, on ne visita qu'incidemment les autres gisements.

L'un de ceux qui attira le plus d'attention est la mine d'or de Creighton, dans le lot 11 des concessions IV et V du canton de Creighton, où, de 1892 à 1895, Mr. J. R. Gordon essaya d'exploiter une grande veine de quartz dans le tuf. Une compagnie possédant un capital de \$1,000,000 fut formée, un puits creusé à 200 pieds, et le quartz exploité au moyen d'un ensemble de galeries et par forage au diamant. On dit que l'on a trouvé quelquefois l'or pur dans le quartz, mais il était en somme de trop nasse teneur pour pouvoir justifier l'exploitation, et après un fonctionnement de courte durée du petit moulin Crawford qui y avait été érigé les travaux cessèrent.¹

Un gisement analogue fut prospecté sur le lot 2, concession IV du canton de Fairbank, à environ deux milles à l'ouest, mais dans ce cas, on fit beaucoup moins de travail,² de petites veines de quartz furent trouvées à plusieurs endroits, mais n'attirèrent que peu d'attention, et il est inutile de les citer en détail.

A Stobie Falls, sur la rivière Vermilion, dans le lot 10, concession VI du canton de Creighton, on voit dans le schiste Onwatin un gisement considérable de blende de zinc avec de la pyrite, que l'on a ouvert sur une petite échelle, près du bord de la rivière.

Il faut remarquer que tous ces gisements s'étendent le long de l'extension de la zone de broyage et de dislocation sur le côté ouest du bloc, qui glissa durant l'arrivée de la roche éruptive de nickel, comme on l'a décrit dans les premières pages.

On trouve de petits gisements de pyrite et de pyrrhotine, (presque dépourvu de nickel) sur d'autres points dans le schiste par exemple au nord du chemin de fer Canadian Pacific, à un mille ou deux à l'ouest de Larchwood, à l'extrémité est du lac Onwatin; ce dernier fut attaquée comme gisement de nickel, quoiqu'il ne contienne seulement que des traces de nickel. Mr. R. R. Ross m'informe que des puits d'essai ont été creusés sur un dépôt de galène, de sphalérite et de pyrite avec beaucoup de quartz, sur le lot 9, concession V du canton de Balfour.

Les gisements les plus intéressants dans le schiste Onwatin sont, cependant, des veines d'anthraxolite qui le traversent dans différents endroits, donnant naissance aux découvertes de charbon citées; le mieux connu d'entre eux se trouve sur le lot 10, concession I du canton de Balfour, non loin de Stobie Falls au nord, le long de la même zone de dislocation. Ceci a été rapporté par l'auteur de cet ouvrage ainsi que, par le Dr. W. H. Ellis, et on peut le décrire brièvement comme étant à l'origine une veine bitumineuse, dérivant du schiste noir environnant, qui contient de 6.8 à 10 pour cent de carbone, comme Mr. Ellis l'a démontré. Cependant, le produit a perdu maintenant presque complètement ses hydrocarbures et son oxygène, et a de beaucoup la composition de l'anthracite. Des échantillons analysés par le Dr. Ellis montrent la composition suivante:

	Moyenne.	Choisis.
Humidité.....	4.00	4.00
Matière volatile.....	1.30	1.80
Carbone fixe.....	74.20	90.10
Cendre.....	20.50	4.10
	100.00	100.00

¹ Bureau des mines, Ont., II, p. 236; Vol. III, pp. 47 et 7; Vol. IV, p. 233 et C Vol. V, p. 261.

² Ibid., Vol. III, p. 47.

³ Ibid., Vol. VI, pp. 159-166.

Comme la cendre est du quartz, qui occupe des surface de retrait dues à la perte de la substances volatile, il est possible d'obtenir de petites masses cubiques brillantes d'anthraxolite avec encore moins de cendre. Un tel échantillon a donné les résultats suivants à l'analyse élémentaire:

Carbone.....	94.92
Hydrogène.....	0.52
Azote.....	1.04
Soufre.....	0.31
Cendre.....	1.52
Oxygène.....	1.69
	100.00

Soustrayant la cendre dans les deux cas, le Dr. Ellis compare l'anthraxolite du canton de Balfour avec l'anthracite de Pennsylvanie, comme suit:

	Substance volatile	Carbone fixe
Anthraxolite.....	1.98	97.02
Anthracite.....	7.83	92.17

montrant que la perte de la matière volatile constituante a été plus forte dans l'anthraxolite que dans l'anthracite.

La découverte de l'anthraxolite de Balfour éveilla naturellement l'espoir de trouver une région importante de charbon à quelques milles au nord des mines de nickel, et de soi-disant experts en anthracite de Pennsylvanie affirmèrent que les roches étaient de nature similaire et prophétisèrent le développement de précieux gisements de charbon. La mine primitive fut bientôt abandonnée, car l'anthraxolite y est mélangée avec 20 ou 30 pour cent et même plus de quartz et de pyrite en quantité considérable, et tout l'anthraxolite aperçu ne donnerait pas plus de quelques mille tonnes tout au plus.

On a cherché du charbon sur plusieurs autres endroits dans la même région, et une compagnie fut formée pour en exploiter une récemment trouvée sur le lot 4, concession II du canton de Balfour, laquelle a été ouverte il y a deux ans. L'anthracite pur est du carbone concentré, qui donnerait un combustible fort, mais de combustion lente, si on pouvait l'obtenir exempt de son mélange de quartz et de pyrite. Il est décidément peu probable qu'on puisse l'extraire libre de ces impuretés à cause de son origine provenant de la volatilisisation des hydrocarbures, laissant des espaces de retrait qui furent remplis en dernier lieu par les eaux circulantes.

Il est probable que le schiste Onwatin était fortement chargé de substance bitumineuse dans le commencement, comme les schistes oléifères de l'Ecosse et d'autres régions, et que la chaleur de la roche éruptive nickelifère, quand elle se répandit en dessous, envoya d'abord une partie du pétrole ou de la poix dans les fissures du schiste, puis volatilisa les hydrocarbures, ne laissant que le carbone fixe.

Mines de Quartz.

Les procédés employés pour la réduction du minerai de Sudbury exigent du quartz et quelquefois de la pierre à chaux comme fondant, sous certaines conditions, et aussi du quartz pour la garniture des convertisseurs, de sorte que la silice assez pure est nécessaire. Ce quartz a été exploité en certaines endroits par les compagnies, qui ont fondu les minerais

pour obtenir la matte. La compagnie Mond employa d'abord le quartz venant d'une grande veine un peu au sud du gisement de minerai de nickel, deux milles à l'ouest de la mine Victoria, mais elle a obtenu tout dernièrement son quartz d'une couche de quartzite au nord de la fonderie actuelle. Les lits de quartzite se trouvent presque verticaux avec une inclinaison d'environ 110° , et le rendement de la substance, d'une moyenne de 88 pour cent de silice, est inépuisable.

La Canadian Copper Company a exploité plusieurs mines, la plus ancienne placée commodément à environ un mille au sud de Copper Cliff, sur le sommet d'une chaîne de collines de gabbro le long de la rive nord du lac Kelley. Cette mine avait l'apparence d'une ségrégation gigantesque sortie du gabbro, car le quartz pur et vitreux se trouvait mélangé à ses lisières avec un intercroissement de feldspath blanc, constituant le "granit graphique". Autour de cela, arriva une roche grossière consistant en feldspath blanc et en cristaux verts d'hornblende et finalement du gabbro vert-grisâtre.

Il se trouve un certain nombre de grandes masses blanches du même genre le long de la crête de la colline, mais apparemment pas aussi vaste que celle qui fut exploitée, où journallement pendant un temps, on obtint un rendement de 100 tonnes. Il est possible, et peut-être probable, que ces masses quartzieuses avec leur bord de la roche d'apparence pegmatitique-acide, étaient à l'origine de grands blocs de quartzite "pendeloques de toiture" lorsque le gabbro laccolitique s'éleva, et dans ce cas, la roche feldspathique qui les entoure est réellement une "bordure de réaction".

Lorsque cette mine fut épuisée, une autre mine de quartz fut creusée dans le Huronien sur le lot 8, concession IV du canton de Water, à environ un mille et demi au nord-est de la station de Naughton, sur l'embranchement "Soo", d'où l'on put retirer en 1907, 150 tonnes de quartz par jour.

En 1910, un gisement nouveau de quartz fut exploité dans le canton de Dill, près de la station du chemin de fer du Nord Canadien appelée Quartz, et à environ dix milles au sud du Canadian Pacific. Ce gisement est situé dans une région que l'on a toujours dessinée comme Laurentienne, quoique ses relations immédiates font penser à la série de Grenville plutôt qu'au gneiss ordinaire du Laurentien.

Quelque peu à l'ouest de la mine, il y a une colline de gneiss grossier, rougeâtre et très fracturé caractéristique du Laurentien avec une direction de 60° à 80° et un plongement vertical, mais après avoir traversé un creek près de la voie ferrée, le gneiss grisâtre à grain fin s'élève en un monticule bien stratifié ressemblant au gneiss de Grenville, avec une inclinaison de 150° et une profondeur de 45° à 50° à l'est. Selon toute apparence les deux sont séparés par une faille dans le lit du creek recouvert par la galerie. Avec les roches sédimentaires grises, il y a plusieurs couches de schiste hornblendique vert recoupé par de petits dykes de granite, et dans une tranchée de la voie ferrée à l'est, on trouve une bande de quartzite cristalline grossière, suivie de gneiss gris grossier, avec une allure de 20° et un plongement de 45° à l'ouest.

Au delà du chemin de fer à l'est, se trouve le ciel ouvert de la mine, avec de la quartzite à gros éléments, séparée par des petites feuilles de schiste micacé, avec direction à 150° et plongement à 45° à l'est. La texture paraît être anticlinale, mais les relations sont trop confuses pour être facilement interprétées. A l'est de la large bande de quartzite de la mine, un monticule de pegmatite rugueuse, d'un âge postérieur à la quartzite, puisqu'elle en a transporté des blocs s'étend au nord et au sud, puis au-delà il y a de la quartzite plongeant encore à 45° à l'est. A 500 pieds à l'est de la colline, se trouve une bande parallèle de gneiss gris.

L'âge de ces bandes de quartzite est incertain, mais elles sont beaucoup plus cristallisées et métamorphisées que les quartzites du système Huronien ou Temiscaming, à quelques milles au nord. Elles sont distinctement plus anciennes que la pegmatite qui les traverse; et leur association avec le gneiss de Grenville et la présence de pierre à chaux cristallines non loin au nord, montre selon toute probabilité que toute la série de roches sédimentaires est ici plus ancienne que le système Huronien. Le quartz de la mine Dill promet de durer plus longtemps que les autres et fournit de la silice pure jusqu'à concurrence de 300 tonnes par jour.

Le calcaire comme fondant est apporté d'une certaine distance. Le calcaire cristallin se rencontre dans les amphibolites laurentiennes à environ deux milles au nord de la mine de quartz, dans une tranchée d'un embranchement de la voie ferrée de Toronto du Canadian Pacific; son étendue n'est pas vaste, et d'après une analyse, ne paraît contenir que 76.87 pour cent de carbonate de calcium CaCO_3 , de sorte qu'elle est trop impure pour remplacer le fondant qui est aujourd'hui en usage. Cet affleurement comparativement petit constitue le seul dépôt de calcaire de la région de Sudbury, et si l'on pouvait trouver des gisements plus purs et plus grands, ils répondraient à une très forte demande dans la région.

Composition de l'éruptive nickelifère de Sudbury.

Dans une première coupe, on avait reconnu que l'éruptive nickelifère consiste en micropegmatite sur la lisière intérieure, ou acide passant graduellement en norite sur la lisière extérieure ou basique, la partie la plus basique s'étant déposée au fond du bassin, où dans les baies ou projections, il se mélange comme pyrrhotine-norite, et se termine avec des masses solides de minerai ne contenant que quelques cristaux ou fragments des silicates constituant la roche.

Il est intéressant de suivre la transition, et dans ce but, nous donnons les analyses suivantes; elles ont été pour la plupart faites par le professeur T. L. Walker,¹ mais ont été en partie prises dans les rapports du Bureau des Mines.²

¹ Quar. Journ. Geol. Soc. Lon. Vol. LIII, p. 56.

² The Sudbury Nickel Field, Vol. XIV, Part III, pp. 116-117.

		N° 1.	N° 2.	N° 5.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.	N° 8.	N° 9.	N° 10.	N° 11.	
SiO ₂		10.10	9.90	51.52	56.89	60.15	68.48	64.85	61.93	68.95	69.27	67.76	
Al ₂ O ₃		6.85	16.32	19.77	19.39	18.23	12.70	11.44	13.03	12.74	12.56	14.00	
Fe ₂ O ₃	} (Fe)	44.68	13.5447	.38	1.51	2.41	2.94	.5	.46	2.89
FeO.....				6.77	7.11	6.04	4.50	6.02	8.00	5.15	4.51	5.18	
MgO.....		1.40	6.22	6.49	2.11	3.22	.74	1.60	1.76	1.57	.91	1.00	
CaO.....		1.19	6.58	8.16	8.11	4.01	1.41	3.49	4.02	1.72	1.44	4.28	
Na ₂ O.....		.....	1.82	2.66	3.31	1.28	3.72	3.92	3.18	3.80	3.12	5.22
K ₂ O.....		.....	2.25	.70	1.04	1.68	3.36	3.02	2.80	3.28	3.05	1.19
H ₂ O.....		.....	.76	1.68	1.35	.55	1.13	.78	1.95	1.50	.76	1.01
TiO ₂.....		.....	1.47	1.39	.43	1.34	.61	.....	.84	.43	.78	.46
P ₂ O ₅.....		.....	.17	.10	.11	.23	.20	.24	.32	.20	.06	.19
MnO.....		.....	trace	trace	.30	.29	.05	trace	.18	.13	trace	trace
BaO.....		.....	.....	.....	.....	.25	.....	.....	trace	trace	.....	.....
LiO.....		.....	.....	.....	.....	.14	.....	.....	.....	.....	.....	.....
NiO.....	(Ni)	5.62	.....	.....	.....	.17	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Cu.....		1.77	.....	.....	.....	.16	.....	.....	.....	.....	.....	.....
S.....		27.48	.....	.....	.....	.54	.....	.....	.19	.....	.....	.....
Total.....		98.99	99.03	99.71	100.53	99.79	99.31	98.30	98.76	99.93	99.35	100.29	
Poids spécifique.....		.....	3.026	2.832	2.834	.....	2.673	2.788	2.757	2.694	2.724	2.709

Dans la table d'analyses qui précède, le No. 1 est du minerai de la mine de Creighton, d'après Mr. David H. Brown¹. Les N^{os} 2 et 3 proviennent de la lisière basique de la zone sud près de la mine Blezard; l'analyse a été faite par le Dr. T. L. Walker. Le N^o 4 vient du voisinage de la lisière basique de la zone nord d'Onaping, chimiste: M. E. G. Ardagh, du département chimique de l'université de Toronto. Le N^o 5 a été pris sur la lisière basique près de la mine de Creighton, et analysé par Mr. T. Culbert. Le N^o 6 est un échantillon d'apparence syénitique pris au milieu de la section Onaping, chimiste: Dr. Walker. Le N^o 7 a été relevé au milieu de la coupe du lac Blezard-Whitson, chimiste: Dr. Walker. Le N^o 8 vient de la lisière acide de la section Onaping, la roche étant de couleur gris verdâtre, chimiste: Mr. Ardagh. Le N^o 9 a été pris près de la lisière acide, sur la rive nord du lac Fairbank, la roche étant d'un gris foncé verdâtre et quelque peu schisteuse, chimiste, Mr. Ardagh. Les N^{os} 10 et 11 proviennent d'emplacements voisins de la lisière acide de la section du lac Blezard-Whitson; Mr. C. B. Fox chimiste de la "Hamilton Iron and Steel Company," analysa le N^o 10, et le Dr. Walker le N^o 11.

Les analyses sont disposées pour montrer d'abord la substance la plus basique, le minerai, puis la norite (N^{os} 2 et 5), ensuite la micropegmatite aux diverses phases jusqu'à la lisière acide. Dans la table, le No. 5 de la lisière basique près de la mine de Creighton n'est pas d'un caractère typique, vu qu'il semble avoir absorbé un peu du granite adjacent et contient de la micropegmatite et du microcline, tandis que les plaques minces des autres échantillons qui touchent au minerai sont presque exemptes de ce minerai.

Dans les cas des N^{os} 6 et 8, il se présente une anomalie, vu que la soi-disant lisière acide (N^o 8), contient moins de silicates que le milieu de la roche éruptive (N^o 6); ces relations étant dues probablement de l'absorption de la substance basique du tuf qui recouvre le No. 8, causant sa couleur verdâtre en comparaison avec l'échantillon d'apparence syénitique rouge du milieu de la roche éruptive.

En omettant les analyses des N^{os} 5 et 8, nous avons les N^{os} 2, 3 et 4 qui représentent le côté basique de la roche éruptive, et les N^{os} 6, 7, 8, 9, 10 et 11, qui appartiennent au côté acide. Il est intéressant de donner la composition moyenne de la norite et de la micropegmatite, qui s'effectue de la manière suivante:—

	Moyenne basique	Moyenne acide	Composition moyenne
Silice SiO ₂	52.770	57.862	62.831
Alumine Al ₂ O ₃	18.493	12.688	14.623
Oxyde ferrique Fe ₂ O ₃	0.283	1.740	1.254
Oxyde ferreux FeO.....	9.140	5.072	6.428
Oxyde de magnesium MgO.....	4.930	1.164	2.423
Oxyde de calcium CaO.....	7.617	2.468	4.184
Oxyde de sodium Na ₂ O.....	2.597	3.956	3.503
Oxyde de potassium K ₂ O.....	1.330	2.780	2.297
Eau H ₂ O.....	1.263	1.050	1.121
Oxyde de titane TiO ₂	1.097	0.456	0.670
Anhydride phosphorique P ₂ O ₅	0.130	0.178	0.162
Oxyde manganoux MnO.....	.....	0.036	0.024
Total.....	99.760	99.450	99.520
Poids spécifique.....	2.897	2.718	.....

¹ Economic Geology, Vol. I, p. 471.

Le long de la zone sud, la portion basique (norite) s'étend sur une distance de la moitié de la largeur, mais sur les zones est et nord, elle ne comprend qu'un peu moins d'un quart de l'ensemble. Pour cette raison, en calculant la composition moyenne de la roche éruptive, la portion acide, (micropegmatite) fut regardée comme contenant deux fois les produits qui formaient la portion basique, avec les résultats donnés dans la troisième colonne.

On remarquera que la silice et les alcalis existent en plus petites quantités sur le côté basique que sur le côté acide, tandis que le fer, le magnésium, le calcium, ont augmenté en quantité. Il serait facile de continuer la série au-delà du minerai moyen de Creighton jusqu'à la pyrrhotine pure, où le fer peut former 60 pour cent du total. Toute gradation pourrait être obtenue d'une roche contenant 69 pour cent de silice et 4 pour cent de fer, au minerai qui peut être regardé comme la phase la plus basique de la roche, avec 60 pour cent de fer sans silice.

Avec la concentration du sulfure de fer dans les excavations sous la norite, survint la concentration du nickel, des sulfures de cobalt et de cuivre, ainsi que des métaux précieux, tels que l'or, l'argent, le platine, le palladium, et dans un sens général plus l'espace traversé par ces substances était long, plus complète était la séparation, de sorte que les gisements de projections sont beaucoup plus riches en métaux précieux que les gisements de lisière. La ségrégation n'a pas séparé seulement la micropegmatite de la norite, et la norite du minerai, mais a contribué à concentrer les substances les plus pesantes de toutes dans les projections.

Quoique le minerai ne soit que le constituant le plus pesant de la roche magmatique, et soit en réalité une phase ultra basique de la roche, sa quantité totale, autant qu'on peut voir, est relativement insignifiante. Si elle était mêlée, une fois de plus avec la roche stérile, elle serait presque imperceptible.

La quantité de minerai exploitée jusqu'à présent dans la région est en chiffres ronds, de 5,500,000 tonnes, dont selon toute probabilité 4,000,000 étaient représentés par des sulfures contenant peut-être 2,400,000 tonnes de fer et ses métaux associés, le nickel lui-même n'atteignant qu'environ 133,000 tonnes. La plus grande partie de ce minerai vient de ciels ouverts, d'à peu près 200 pieds en profondeur. Si elle était répartie uniformément le long des 40 milles de la zone méridionale cela représenterait 100,000 tonnes de sulfures par mille. On est encore loin de la quantité réelle, puisque seuls, les meilleurs catégories du minerai ont été exploités, et que le vaste amas de sulfures dans la pyrrhotine-norite n'a pas été atteint. Plus de la moitié de l'ensemble total est provenu des quelques cents pieds de la lisière de la mine de Creighton, ce qui fait que la distribution est très inégale.

Y compris la grande projection de Froid-Stobie, il y a certainement 30,000,000 de tonnes de minerai exploitable sur la zone méridionale avec une profondeur de 1,000 pieds et peut être plus encore. Tout bien considéré, il n'y a pas d'exagération à croire qu'il y existe 100,000,000 de tonnes de sulfures, ouvrables et non ouvrables, le long de la zone entière, qui peut contenir environ 2,500,000 tonnes par mille.

La largeur moyenne de l'éruptive nickelifère de la zone méridionale est d'un peu plus de trois milles, et l'inclinaison moyenne du mur de gisement est de 30° ce qui porte l'épaisseur de la roche éruptive à 10,000 pieds, pour arriver au total de minerai estimé précédemment. En admettant cette épaisseur de roche magmatique, avec 1,000 pieds de base, chaque mille de la nappe contiendrait environ 52,800,000 pieds cubes de roche, ou 4,400,000 tonnes, et les 2,500,000 tonnes de minerai par mille donneraient 0.057 pour cent. La quantité probable de minerai qui existe dans la zone

méridionale de nickel constitua alors une quantité tout à fait négligeable de la nappe entière de substance fondue, en ce qui concerne le pourcentage quoique ce fut une partie extrêmement importante au point de vue minier. Il y a beaucoup plus de fer combiné avec la silice dans les pyroxènes de la roche ou avec l'oxygène dans sa magnétite qu'avec les sulfures dans les minerais, étant donné que les analyses montrent de 5 à 13½ pour cent de fer, et les sulfures autant qu'on a pu voir ne contiennent que 0.057 pour cent, où il y entre comme fer 60 pour cent. Cependant, cette proportion minime de sulfures paraît avoir concentré en elle-même la plupart des métaux précieux comme dans un minimum de matte, provenant d'une énorme quantité de scories.

PROPORTIONS DES MÉTAUX DANS LES MINERAIS DE SUDBURY

On a montré que la quantité connue de sulfures dans le magma primitif était très petite au point de vue du pourcentage, quoique de grande importance pratique lorsqu'elle est concentrée dans les gisements de minerai. Dans ces gisements de minerai eux-mêmes avec les méthodes actuelles de réduction par lesquelles le fer est entièrement sacrifié, les quantités de métaux précieux recueillies ne représentent qu'une petite fraction de l'ensemble, comme on peut le voir dans les statistiques citées plus haut. Le nickel donna une moyenne de 2.69 pour cent et le cuivre 1.85, chiffres auxquels il faudrait ajouter la quantité perdue par le grillage et la fusion, estimée de 10 à 20 pour cent des métaux contenus dans le minerai. Si on suppose 15 pour cent de perte, les proportions de métaux dans le minerai seront 3.09 de nickel et 2.12 de cuivre, avec un total de 5.21 pour cent.

Le fer est alors présent dans les sulfures en quantité beaucoup plus grande et probablement les moyennes atteignent près de 45 pour cent dans les minerais après l'extraction et ensuite 3.09 pour cent de nickel et 2.12 pour cent de cuivre. Vient ensuite le cobalt qui se trouve présent dans tous les minerais, quoique à peine représenté par les statistiques, puisqu'il représente seulement une fraction de un pour cent du minerai, et il est si bien scorifié qu'il apparaît rarement dans les analyses de matte. Les quelques analyses qui décèlent sa présence montrent une moyenne de 1.40 à 1.333 de cobalt autant que de nickel.

Les Métaux précieux.

Les métaux précieux apparaissent en quantités encore plus minimes, la matte bessemetisée contenant 2½ à 7 onces d'argent par tonne; 0.17 à 0.5 onces de métaux platines et 0.02 à 0.3 onces d'or par tonne.

ANALYSES DE LA MATTE.

Le résultat des analyses les plus complètes des mattes bessemerisées ou autres de qualité supérieure est donné dans la table suivante:—

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.
Nickel.....	48.82	{ 41.58	40.37	41.18	39.96	{ 41.88
Cobalt.....		{ 0.71	0.78			{ 0.33
Cuivre.....	25.92	24.99	24.95	44.87	43.36	37.37
Fer.....	2.94	9.82	9.64	0.94	0.30	1.07
Soufre.....	22.50			11.62	13.67	.....
Or.....	0.02	onces	onces	onces	onces	onces
		0.15	0.10	0.30	0.1	0.66
					0.2	
Argent.....	3.14		2.50	5.10	7.0	4.87
Platine.....	0.13	0.50	0.44		0.25	.40
Iridium.....	0.02					
Osmium.....	0.00					
Rhodium.....	traces					
Palladium.....	traces					

I L'analyse est de M. T. L. Walker,—matte bessemerisée de la mine Murray.¹

II et III ont été faites par M. Donald Locke,—matte de la Ontario Smelting Works,² principalement du minerai de la mine de Creighton.

IV est de M. J.—W. Blain, matte de 1899, du minerai des mines Stobie, Copper Cliff et Evans.³

V par M. Titus Ulke en 1894, minerai de Copper Cliff et d'Evans, probablement avec du minerai de Stobie⁴.

VI vient de Mr. Donald Locke, et provient de la matte bessemerisée des mines Victoria.⁵

Les analyses I, II et III sont de la matte dont le minerai provenait principalement des grands gisements de lisière des mines Murray et Creighton. IV et V comprenant en partie du minerai des mines de la projection de Copper Cliff (Copper Cliff et Evans), mais en partie de la mine Stobie. VI est d'une projection minière, mais très voisine de la lisière de l'éruptive nickelifère à la mine Victoria.

On remarquera que les métaux précieux augmentent quand il y a plus de cuivre contenu dans la matte, et que les gisements de projection, qui renferment toujours plus de cuivre que les gisements de lisière, sont aussi plus riches en or, argent et en métaux de platine. Cependant, ces derniers augmentent à un taux beaucoup plus grand que le cuivre, comme si les métaux les plus légers étaient plus ou moins laissés en arrière dans les pérégrinations à travers les sinuosités de la lisière de la norite jusqu'aux gisements de projection.

Comparant la quantité des métaux précieux dans une tonne de matte à la quantité correspondante de sulfures requise pour fournir la matte, on obtient les résultats suivants:—

	Argent	Or	Métaux de platine
I. Murray.....	0.13	0.0009	0.007
II et III. Mine Creighton, etc.....	0.21	0.0083	0.037
IV. Copper Cliff, Stobie, etc.....	0.28	0.0166	.....
V. Copper Cliff, Evans, etc.....	0.583	0.0125	0.0146

Les Nos. II et III renfermaient du minerai des mines de projection de la Canadian Copper Company, et ne représentent pas seulement celle de Creighton.⁶

On remarquera que dans les analyses de matte données ci-dessus une seulement contient du palladium, et rien qu'une trace. Ce fut donc une surprise d'apprendre que, depuis plusieurs années on recueillait plus de palladium que de platine de la matte de la Canadian Copper Company par le procédé de raffinage exécuté à Constable Hook. En 1902, pas moins de 2,375 onces de platine et 4,411 de palladium furent recueillies, appartenant sans doute en partie au minerai exploité dans les années précédentes. Si le tout provenait du minerai extrait en 1902, il y avait

¹ Am. Journ. Sc. Vol. 1, 4ième série, 1896, p. 112.

² Dr. Barlow, p. 206.

³ Bureau des Mines, 1900, p. 218.

⁴ Min. Industry, Vol. III, p. 460.

⁵ Dr. Barlow, p. 206.

⁶ Bureau des Mines, Vol. XIV, Part III, p. 153.

0·0102 onces de platine et 0·0189 onces de palladium, ou 0·0291 des métaux combinés, par tonne de minerai. En 1903, les quantités s'élevaient à 0·0077 de platine et 0·0144 de palladium, et en 1904, 0·0052 onces de platine et 0·0093 de palladium, montrant une baisse rapide, due probablement au fait que le minerai de Creighton (de lisière) avait remplacé amplement les minerais de la projection de Copper Cliff.¹

Depuis 1904, ni platine ni palladium n'a été consigné, quoique le travail récent de la mine Vermilion si riche en sperrylite doive avoir fourni au moins une quantité considérable de platine.

On a vu dans un chapitre précédent que le minerai de la mine Vermilion peut contenir jusqu'à 8·13 onces de métaux précieux par tonne, comprenant une trace d'or, 0·79 onces de platine 3·62 de palladium et 3·78 d'argent. Il est digne de remarque que la mine Vermilion est la projection la plus petite exploitée jusqu'ici et qu'elle est éloignée de la lisière de la norite et sans aucun indice de relation avec celle-ci.

Puisque la mine Victoria dans les premiers jours contenait autant de sperrylite et d'or qu'ils pouvaient être lessivés de son chapeau de fer, c'est probable que la raffinerie de Clydach dans laquelle sa matte bessemerisée est traitée doit séparer des quantités importantes d'or et de platine ainsi que de palladium, quoiqu'on n'ait pas publié de rapport de la production de ces métaux.

On compare naturellement nos minerais avec ceux de Norvège qui leur sont similaires, mais en comparant les proportions des métaux dans les deux pays, il faut se rappeler que leurs gisements correspondent à nos gisements de lisière et non pas à nos gisements de projection. Le Prof. Vogt donne la composition suivante de deux mattes bessemerisées de Norvège:—

	Ringerike pour cent	Evje pour cent
Nickel.....	51·16	41·50
Cobalt.....	1·98	0·97
Cuivre.....	16·40	23·00
Fer.....	10·87	(13)
Soufre.....	19·58	(20)
	onces par tonne	onces par tonne
Or.....	0·0145	0·029
Argent.....	2·46	4·06
Platine.....	0·075	0·09
Iridium } environ.....	0·003	.....
Osmium }		

Par la table des analyses des mattes de Sudbury donnée sur une page précédente, on verra que les proportions sont tout à fait les mêmes que celles des analyses I, II et III des gisements de minerai de lisière, mais que les trois autres donnent des pourcentages plus élevés des métaux pré-

¹Ibid, Part I, 5-8.

cieux. Il faudra prendre note que le pourcentage de cuivre des trois gisements de projection est beaucoup plus grand que dans les mattes norvégiennes. La palladium n'a pas que je sache, été signalé dans les minerais de nickel norvégiens.

Le professeur Vogt déclare qu'en Norvège les proportions des deux métaux sont d'une partie d'or contre 120 d'argent, d'une de platine contre 30 d'argent, et d'une d'argent contre 5,000 de nickel.¹ Dans nos minerais, il serait plus naturel de comparer les métaux précieux avec le suivre qu'avec le nickel, puisque leur teneur augmente avec celle du cuivre, quoiqu'un peu plus rapidement.

Autres gisements de nickel canadiens.

Les gisements de nickel exploités au Canada appartiennent à la nappe laccolitique de Sudbury, mais les cas nombreux où la pyrrhotine contient plus ou moins de nickel sont connus dans d'autres parties du Dominion, spécialement dans l'Ontario. Les cantons voisins des zones de nickel ont été naturellement examinés avec soin par les prospecteurs, et de petits affleurements de minerai de grade inférieur ont été trouvés en nombre d'endroits spécialement au-delà des limites est et ouest des surfaces connues de norite. Près de Nairn Centre, à huit ou dix milles au sud-ouest de Worthington, plusieurs petits gisements apparaissent, reliés peut-être à distance avec cette projection; quelque dépouillement a été fait sur certains d'entre eux, mais sans donner de résultats importants. Du minerai contenant 1.95 pour cent de nickel est signalé sur les lots 1 et 2, concession II du canton de Nairn, et l'on en connaît un peu sur le canton de Lorne, au sud-ouest d'Worthington.

À l'est de l'éruptive nickelifère, au nord-est du lac Wanapitei plusieurs lots furent exploités pour nickel il y a quelques années et le minerai de la mine Boucher donna 1.57 pour cent de nickel, ou 2.1 pour cent, si l'on prend la pyrrhotine exempte de gangue. De semblables petits gisements de pyrrhotine s'aperçoivent au sud du lac Ramsay.

Tous ces dépôts ont une connexion possible avec la principale roche éruptive de nickel, puisqu'ils se trouvent à quelques milles dans les roches qui ont été considérablement dérangées et disloquées.

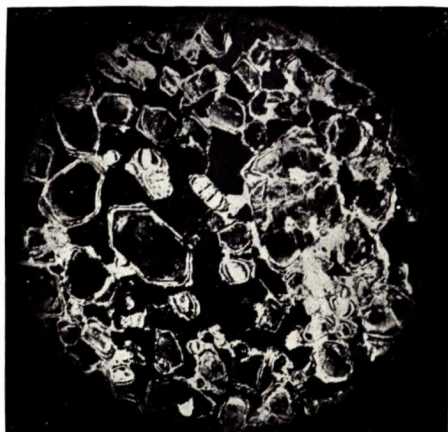
Un certain nombre de gisements de minerai de nickel de qualité inférieure ont été mentionnés dans plusieurs régions éloignées de l'Ontario et aussi dans d'autres provinces. Le Dr. Barlow en donne un rapport suffisamment complet, autant qu'on pouvait les connaître jusqu'à 1904,² mais vu que beaucoup de ceux qu'il a mentionnés n'ont pas été trouvés importants au point de vue économique, il ne sera pas nécessaire de les décrire ici. Les gisements de St. Stephen, N.B., sont associés avec une roche éruptive basique décomposée, probablement du gabbro, et ressemblent à ceux de la région de Sudbury, mais contiennent beaucoup moins de nickel; les essais de deux échantillons de minerai montrent les constituants suivants:—

	I.	II.
Nickel.....	1.72	1.82
Cobalt.....	0.16	0.17
Cuivre.....	0.31	0.33

¹ Zeitschr. für prakt. Geol. Année 1902, pp. 258-60.

² C. G. C., Vol. XIV, 1904, Partie H,

PLANCHE XXXI.



Cristaux d'olivine (changée en serpentine et en magnétite) renfermés dans la pyrrhotine;
mine Alexo.

Pour plus amples détails on pourra consulter l'étude, du Dr. Barlow sur le sujet.

Depuis que son rapport a été publié, la fameuse région d'argent de Cobalt a atteint son apogée, fournissant comme sous-produit, une quantité considérable de minerai de nickel, et un gisement intéressant de nickel fut trouvé dans une étendue de serpentine dans le comté de Dundonald, dans le nord de l'Ontario. Ces deux sources possibles de nickel peuvent être mentionnées brièvement, quoique jusqu'à présent rien n'ait prouvé qu'elles fussent de grande importance.

MINERAIS DE NICKEL DE LA RÉGION ARGENTIFÈRE DE COBALT.

L'un des premiers minéraux trouvés dans la région de Cobalt fut la nickelite (NiAs), et la chloanthite (NiAs₂), de même que la millérite (NiS), et le minerai de chapeau de fer l'annabergite (Ni₃As₂O₈+8H₂O) s'y voit fréquemment.¹ La nickelite était un des premiers minéraux déposés dans les veines argentifères, et la quantité totale qui existait dans les mines est très considérable. Pour avoir un rapport complet de la géologie et de la minéralogie de la région, on pourra consulter l'excellent rapport du Dr. Miller. Mr. T. W. Gibson, sous-ministre des mines, estime qu'en 1910, 34,282 tonnes de minerai et de produits concentrés qui furent expédiés de Cobalt contenaient une moyenne de 1.47 pour cent de nickel. La production annuelle du métal est estimée à 604 tonnes, et le total de la production s'éleva à 2,601 tonnes.

Il est probable qu'une partie en était récupérée dans différents établissements métallurgiques après que l'argent en eut été séparé mais on ne peut trouver de mention du total, puisque l'on ne payait rien pour le nickel contenu dans le minerai. On peut mentionner que les trois Compagnies canadiennes de réduction établies à Copper Cliff, à Dolerc et à Thorold, à la fin de 1910 avaient traité 28,013 tonnes minerai. On peut ajouter que le cobalt, métal ordinairement plus rare, s'y trouvait avec une teneur de 6.76 pour cent.

Les minerais de Cobalt forment dans leurs veines étroites et très irrégulières un contraste très frappant avec les masses immenses de minerai solide de Sudbury, et toutes deux sont d'origine également différente, les minerais de Cobalt provenant de l'écoulement des eaux, et les minerais de Sudbury de la ségrégation magmatique. Le nickel se trouve combiné à l'arsenic dans les minerais de Cobalt, tandis que les sulfures des minerais de Sudbury sont presque exempts d'arsenic.

MINE ALEXO.

La découverte de minerai nickelifère la plus encourageante, trouvée récemment au Canada, à part les gisements de Sudbury, est la mine Alexo, dans le canton Dundonald, près de Matheson dans le nord de l'Ontario, ou la pyrrhotine avec de la chalcopyrite est associée à la serpentine, originellement de la péridodite, et de la même manière que les sulfures le sont avec la noïte dans la région de Sudbury. La serpentine avec sa lisière de minerai s'appuie sur une surface de la roche antérieure, apparemment de l'andésite, quoique celle-ci soit trop décomposée et en trop mauvais état pour qu'on puisse être certain de sa composition primitive;² elle s'incline

¹ Bureau des Mines, Ont., 1905, Part. II.

² Mr. Uglow, dans le rapport du Bureau des Mines, Vol. XX, 1911, Part II, pp. 34-38, appelle la serpentine la roche la plus ancienne du district, et parle d'une colline au sud comme étant de la rhyolite; cependant, la serpentine semble couper l'autre roche sous forme d'un filon, et les spécimens les plus frais de la roche venant de la colline consistent en feldspath plagioclase en forme de lattes et en hornblende, ne contenant pas de quartz, de sorte que la roche se rapproche de l'andésite comme composition minéralogique.

suivant des angles de 45° à 60° au nord, tel que démontré par le forage au diamant, exactement comme les gisements de lisière le font près de Sudbury.

Le minerai pur se trouve presque à toutes les phases depuis les mélanges intimes de minerai et de serpentine, jusqu'à la serpentine pure; et des cristaux réguliers d'olivine, transformés maintenant en serpentine et en magnétite, sont vus dans les sections minces complètement entourées par le minerai sans indice de décompositions secondaires sur les pseudomorphes qui y sont inclus. Au-delà de l'affleurement étroit au pied de la colline d'andésite; des dépôts de drift recouvrent la serpentine, et la superficie et les relations générales de cette roche sont inconnues, si ce n'est qu'elle semble plus récente que l'andésite.

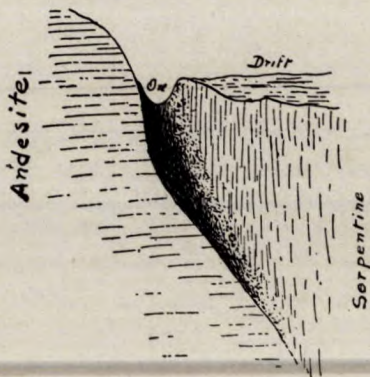


FIG. 6. Coupe de la mine Alexo. Échelle, 100 pds. au pouce.

Le minerai affleure sur une distance d'environ 200 pieds, avec quelque six pieds de minerai solide à l'endroit le plus large, suivis par plusieurs pieds de mélange de minerai et de roche, et finalement par de la serpentine contenant seulement quelques taches de minerai. Plus bas que la surface, le minerai massif s'amincit et à 100 pieds de profondeur, il n'y a qu'un mélange de minerai et de roche contre le mur de gisement.

Le minerai a une haute teneur; un spécimen prélevé par moi-même a donné 5.79 pour cent, tandis que ceux examinés par Mr. W. L. Uglow avaient une moyenne de 7.08 pour cent. Ce dernier a fait l'étude des surfaces polies du minerai, y trouvant des veinules délicates et des veines de pentlandite, de sorte que l'association des minéraux est celle qui est précisément reconnue dans les minerais de la région de Sudbury.

La quantité totale de nickel mise à jour par la perforatrice-diamantée mise en œuvre par la Canadian Copper Company, ne fut pas suffisante pour justifier l'achat de la propriété, et des forages faits plus tard par la Compagnie Mond le confirmèrent, de sorte que le nouvel emplacement de nickel ne rivalisera pas avec la région de Sudbury, à moins que d'autres dépôts plus grands ne soient cachés quelque part par les gisements largement étendus de drift.

L'analogie qui existe entre la mine Alexo et les gisements de lisière de Sudbury est telle qu'on émet naturellement la même théorie pour expliquer leur origine, attribuant la source probable du minerai à la ségrégation magmatique de la roche olivine originaire, transformée de nos jours en serpentine.

Après une étude des surfaces polies du minerai, Mr. Uglow conclut que ce dernier est d'origine secondaire aqueuse, mais beaucoup de raisons données à l'appui de cette opinion sont réellement favorables à la théorie

magmatique; et ses autres arguments démontrent simplement que le minerai a été plus tard réarrangé par l'action de l'eau, comme c'est souvent le cas dans les gisements de projection de Sudbury. Le minerai se trouve dans une baie d'andésite, mais est limité à la serpentine et diminue en s'enfonçant, ce qui prouve que son origine était dans la partie supérieure et non dans le sol inférieur, comme la théorie de remplacement semble l'exiger.

On trouvera de plus amples rapports sur le gisement d'Alexo dans la *Géologie Economique*¹ par l'auteur de cet ouvrage et dans le rapport de Mr. Uglow mentionné précédemment.

Gisements de Nickel dans les États-Unis.

La mine Gap, dans le comté de Lancaster en Pennsylvanie, fut d'abord exploitée comme mine de cuivre, comme il arriva pour la mine de Copper Cliff dans Sudbury, mais elle obtint peu de succès jusqu'en 1852, où l'on découvrit que le minerai contenait du nickel. Mais ce ne fut qu'en 1862, que l'exploitation de la mine commença sérieusement, lorsqu'elle passa entre les mains de M. David Wharton. Elle fut la plus grande productrice de nickel de son époque, et resta en activité un grand nombre d'années, mais fut fermée finalement en 1891, à cause de la concurrence croissante de la Nouvelle-Calédonie.

Les associations se rapprochent beaucoup de celles de Sudbury, les minerais visibles consistant en pyrrhotine et chalcopyrite, reliées avec une masses lenticulaire d'amphibolite, jadis sans doute, du gabbro; et le minerai n'apparaît que sur les bords de la masse éruptive à côté de la roche encaissante du schiste micacé.

Comparée aux gisements les plus importants de Sudbury, cette mine était tout à fait insignifiante, mais elle suffit cependant à la demande de nickel dans les États-Unis pendant un certain nombre d'années. Le gisement exploité était situé verticalement avec une profondeur de 250 pieds et une largeur maximum de 30 pieds; le minerai contenait 1.3 pour cent de nickel, 0.25 à 0.75 pour cent de cuivre et 0.05 à 0.15 pour cent de Cobalt.² Sa production totale s'est élevée à 2,000 tonnes, son importance pour l'introduction du nickel a été considérable, et elle aida puissamment à développer les méthodes traitement de ces minerais de nickel et de cuivre réputés difficiles.

Des minerais de sulfures associés avec les roches basiques ont été trouvés à d'autres endroits dans les États-Unis, comme à la mine de Key West dans le Nevada, où la diabase contenue dans les schistes cristallins renferme des sulfures donnant 3.5 pour cent de cuivre, 2.5 pour cent de nickel, une à trois onces d'argent et 0.25 à 0.30 onces de platine par tonne. Le minerai apparaît en lentilles de 10 à 15 pieds d'épaisseur, et 50 à 60 pieds de longueur, et un gisement est estimé en contenir 150,000 tonnes; mais jusqu'ici, on n'a pas fondu de nickel provenant de ces gisements.³

Des gisements quelques peu analogues bien que de qualité inférieure sont signalés dans les comtés de Floyd et Roanoke en Virginie, où la "United Chemical and Nickel Corporation" s'occupe de minerais de pyrrhotine prétendus contenir 1.75 pour cent de nickel, moins de un pour cent de cuivre et moins de 0.4 pour cent de Cobalt.⁴ Il est douteux que des minerais aussi pauvres puissent rivaliser avec ceux de Sudbury.

¹ Ecom. Geol. Vol. V, 1910, pp. 373-376.

² Barlow, C. G. C., Vol. XIV, Partie H, et Kemp, Ore Deposits of U. S. and Can. III Ed., pp. 432-4.

³ Eng. Min. Journ. Vol. 86, juillet-déc., 1908, p. 173.

⁴ Ibid. Vol. 92, 1912, p. 884; aussi Trans. Am. Inst. Min. Eng., Vol. XXXVIII, 1908, pp. 683-97.

La plupart des autres gisements de nickel des Etats-Unis sont d'une tout autre espèce, étant constitués par la décomposition de péridotite légèrement nickelifère ou de serpentine formant en conséquence des nappes de résidus superficielles ou pouches à la surface comme celles de la Nouvelle-Calédonie. La mine Webster, comté de Jackson, dans la Caroline du Nord est un bon spécimen de gisements de ce genre; elle est, connue depuis un certain nombre d'années et a été décrite par le Dr. Barlow.¹

Le minerai est de la genthite, ressemblant beaucoup à la garnièrite de la Nouvelle-Calédonie, un silicate hydraté de nickel et de magnésie, de couleur vert pâle ou vert pomme, provenant de la décomposition de la dunité; mais on mentionne qu'il ne contient que 2 pour cent de nickel; de sorte qu'il ne pourra être utilisé que pour la production directe de l'acier-nickel. En 1909, on rapporta qu'il avait été fondu sous forme d'une masse dans un four électrique avec environ 10 pour cent de coke, afin de produire un silicate de nickel et de fer qui devait ensuite être réduit en acier au nickel.²

Un minerai analogue fut connu pendant plusieurs années dans l'Orégon méridional, ayant été découvert en 1864; mais comme les gisements n'ont pas encore produit une grande quantité de minerai, on peut conclure qu'ils ne sont pas aptes à rivaliser sérieusement avec ceux de la Nouvelle-Calédonie ou de la région de Sudbury.³

Pratiquement tout le nickel obtenu du minerai natif aux Etats-Unis depuis la fermeture de la mine Gap, a été un sous-produit, provenant de l'exploitation et de la réduction des minerais de plomb dans le Missouri; d'abord de la mine La Motte, qui produisit 22,500 livres en 1899, puis petit à petit descendit à 5,748 livres, en 1912.⁴ En 1905, la "North American Lead Company" de Fredericktown, Mo., commença à fournir, comme accompagnement de son minerai de plomb, 50 tonnes par jour de sulfures concentrés contenant chacun en moyenne 5 pour cent de cuivre et 3 pour cent de cobalt et de nickel. En 1906, on mentionne qu'un établissement spécial fut érigé pour la réduction et le raffinage électrolytique, et l'année suivante une première expédition fut faite de 10,000 livres de nickel avec 98 pour cent de nickel pur. En 1908 et 1909, sa production fut estimée à 500,000 livres pour chaque année, mais en 1910, elle passa aux mains des percepteurs et fut vendue à la "Dominion Nickel Copper Company," d'Ottawa, mentionnée précédemment dans ce rapport comme exploitant des mines sur les zones de nickel nord et est de la région de Sudbury.⁵

La méthode de séparation et de raffinage du minerai nickel-cuivre est celle brevetée au nom de Mr. Hybinette et employée avec succès pour la matte des minerais Norvégiens à Kristiansand; et l'on pense que la mine produira bientôt encore du plomb, du nickel et du cuivre sous la nouvelle direction.

Une petite quantité de nickel est obtenue aussi des minerais complexes provenant de l'ouest d'Omaha, qui envoie du cuivre à la "American Smelting and Refining Company" de Perth, près de Baltimore afin de subir le traitement final; mais le tout réuni ensemble, la quantité totale de nickel produite par les Etats-Unis peut être considérée comme insignifiante si on la compare avec celle préparée de la matte de la région de Sudbury.

¹ G. S. C., Vol. XIV, Part. H. p. 176; aussi Journ. Can. Min. Inst., Vol. IX, p. 33, etc.

² Mineral Industry, Vol. XVIII, 1909, pp. 544-5.

³ C. G. C., Vol XIV, Partie H.

⁴ Ibid., p. 179.

⁵ Min. Industry, 1905, p. 461; 1906, p. 589; 1907, p. 735; 1908, p. 663; 1909, p. 545, et 1910, p. 501.

Minerai de fer nickelifère de Cuba.

Une autre région de l'hémisphère occidental deviendra peut être importante pour la production de l'acier au nickel, vu que les vastes gisements de minerai ferrugineux de l'extrémité est de Cuba sont supposés contenir suffisamment de ce métal pour augmenter la valeur de l'acier produit avec ses minerais. Comme l'a mentionné M. Dwight-E. Woodbridge,¹ les gisements, sont de la nature des latérites, les minerais sont bruns, à haute teneur d'eau, contiennent de l'alumine, mais renferment peu de silice et de phosphore, et ont une moyenne de 0·8 pour cent de nickel, les extrêmes étant 0·44 et 1·28 pour cent. Une analyse typique de ces minerais séchés à 212° Fahrenheit donne les résultats suivants:—

Silice.....	3·37
Fer.....	43·67
Alumine.....	13·07
Chrome.....	1·745
Nickel et Cobalt.....	0·8025
Phosphore.....	0·008
Soufre.....	0·107
Soufre.....	0·107
Eau combinée.....	11·59

On remarquera que ces gisements ne fourniront pas le minerai de nickel dans le sens strict de production, mais que la petite quantité de nickel présente représenterait 1·86 pour cent s'il était inclus dans les 43 pour cent de fer. Les minerais se trouvent comme un sol composé de feuilles relativement minces, largement étendues, et la présence du nickel et du chrome a naturellement fait supposer qu'ils provenaient de la désagrégation de la roche éruptive basique, probablement de la périodite, vu que de la serpentine fut trouvée avec les gisements; ils peuvent être comparés aux minerais de la Nouvelle-Calédonie.

Minerais de nickel en Europe.

Le nickel a été longtemps obtenu de gisements européens, qui furent naturellement les premières sources du métal connues du monde scientifique, quoique des alliages de nickel aient été en usage en Chine longtemps auparavant. La première découverte du métal fut faite par Cronstedt dans des minerais renfermant de la nickelite mélangée aux minéraux de cobalt de Helsingland, Suède, et depuis une quantité du métal a été produite en Suède, quoique beaucoup moindre qu'en Norvège, la contrée voisine.

Les gisements européens exploités jusqu'ici sur une grande échelle se trouvent en Scandinavie, et sont associés à la norite, ressemblant ainsi aux mines de Sudbury; mais celles de la Norvège peuvent être prises comme typiques.

Ces gisements ont été examinés et décrits par le Prof. J. H. L. Vogt de Christiania, longtemps avant que les mines de Sudbury eussent attiré quelque attention, et son travail sur la théorie du magma au sujet de leur origine fut précieux pour les géologues canadiens dans leur étude de la région de Sudbury. Un compte rendu de ses résultats se trouve, dans divers numéros de la "Zeitschrift für Praktische Geologie,"² comprenant des rapports succincts sur les mines norvégiennes, ainsi que des allusions aux

¹ Can Mining Journal, Vol. XXXII, 1911, pp. 738-741, aussi de Iron Ore Resources of the World, Vol. II, p. 795.

² Vol. I, 1893, pp. 125, 257, et Vol. II, pp. 41, 134, et 173.

autres régions européennes où l'on trouve le même type de gisements et sur Sudbury, la Nouvelle-Calédonie, etc.

Il n'y a pas moins de quarante affleurements de minerai de nickel connus en Norvège, disséminés en différentes parties de la contrée, principalement dans les schistes Archéens, mais accompagnant toujours les surfaces de norite et d'un gabbro trop décomposé pour qu'on puisse être certain de sa constitution primitive.

Il décrit les gisements de minerai des meilleures mines comme n'atteignant pas plus de 200 mètres de profondeur, et n'ayant ordinairement pas plus de 120 à 150 mètres de longueur, avec une épaisseur maximum de 15 mètres et une épaisseur moyenne de 3 mètres (10 pieds environ). Les moyennes de minerai sont 1.5 à 2.5 pour cent de nickel, quoique les sulfures purs aient souvent une teneur plus considérable de minerai.

Vogt discute d'une manière intéressante les relations entre la dimension des gisements du minerai et les surfaces de la norite, avec lesquelles elles se rattachent arrivant à la conclusion que les grands gisements de minerai concordent généralement avec les grandes superficies de roche éruptive, et vice versa, quoiqu'il n'y ait pas de relation strictement intime entre les deux. On peut comparer cela avec les résultats de cartographie de la région de Sudbury, où les plus grands gisements sont dans des baies de norite et où la largeur de l'éruptive nickelifère est à son maximum.

La mine Faad dans Saetersdal, nommée quelquefois mine Evje, du village à trois milles au sud ou a été érigée la fonderie, fut visitée en juin 1911, dans le but de la comparer avec les gisements d'Ontario; elle est l'unique mine de nickel exploitée en Norvège ou en Europe.

La mine est située sur une colline escarpée s'élevant de plusieurs cents pieds au-dessus de la vallée et a été ouverte dans le commencement comme mine de cuivre, à l'exemple de Copper Cliff, et ce n'est que plus tard qu'on découvrit qu'elle renfermait du nickel.

Le minerai se trouve au bord d'un amas de norite de six milles de longueur, maintenant décomposé, de sorte qu'aucun hyperstène ne reste dans les sections minces; il ressemble beaucoup à la norite grossière décomposée de la zone méridionale de nickel à Sudbury. La roche encaissante se compose de gneiss hornblendique ou d'amphibolite pénétré par des granits à grain rude et à grain fin. La norite qui touche au gisement de minerai est criblée de taches de minerai, c'est de la véritable pyrrhotine-norite, se perdant dans le minerai sur un côté, et de la norite exempte de minerai sur l'autre. Les sulfures minéraux recueillis sont de la pyrrhotine et de la chalcopyrite, cette dernière ayant, comme à Sudbury, une tendance à suivre les lisières broyées de la roche encaissante. Un peu de magnétite fut remarquée sur le mur de la fosse, minéral rare dans les mines de Sudbury, mais chaque caractéristique du gisement et de ses environs peut trouver son équivalent dans plusieurs points de notre région de nickel.

Des dykes d'aplite de quelques pouces à un pied de largeur pénètrent dans la roche encaissante ainsi que dans le minerai, et un dyke de pegmatite de 30 pieds de largeur traverse la norite; mais un peu de minerai s'enfonce dans l'aplite en assises minces comme il arrive dans les dykes de diabase qui traversent le minerai de la mine Creighton.

Le gisement de minerai que l'on a suivi sur un plan incliné de 45° jusqu'à une profondeur de 530 pieds, commençait à la surface avec une longueur de 67 pieds seulement, longueur qui, avec la profondeur, atteignit 300 pieds. Le minerai renferme souvent la substance rocheuse en masses grandes ou petits, quelquefois angulaires et quelquefois arrondies.

Le minerai choisi, au moment de ma visite, contenait 4.6 pour cent de nickel et 1.5 pour cent de cuivre, mais la moyenne était déclarée être 2.3



Mine Flaad, Saetersdal, Norvège.

pour cent de nickel et 1.2 pour cent de cuivre ce qui est supérieur aux résultats donnés d'années en années dans l'industrie minière; par exemple en 1909, alors que 6,600 tonnes de minerai furent extraites, donnant 168 tonnes de matte et 70 tonnes de nickel. On extrayait 115 tonnes de minerai par jour qui étaient envoyées par un tramway à câble à la fonderie Evje, à 4.8 kilomètres au sud, le pouvoir de dix chevaux-vapeur nécessaire pour ce travail étant fourni par une chute de la rivière Otra, à la fonderie.

La halde de minerai à la fonderie était rocailleuse et ne semblaient pas plus riche en sulfures que les haldes voisines de Sudbury mais les frais d'exploitation et de réduction sont si bas en Norvège, que le minerai semble être exploité avec profit.

Je suis bien reconnaissant envers M. B. Thorkildsen, E. M., d'Evje, qui m'a servi de guide dans cette mine, et m'a fourni nombre d'informations précieuses.

La mine Flaad est relativement petite comparée aux statistiques canadiennes; elle n'a produit dans l'ensemble que 35,000 tonnes de minerai jusqu'en 1893, comme le mentionne M. Vogt, tandis que son plus grand rendement a été de 6,600 tonnes, en 1909, tel que mentionné précédemment.¹

Les gisements de nickel de la Suède et de la Finlande semblent être du même genre que ceux qui existent en Norvège, mais comme ils ont moins produit, et qu'aucune mine n'est exploitée en ce moment, il ne sera pas nécessaire d'en faire une mention spéciale.

Un certain nombre d'autres gisements européens reliés avec des roches éruptives basiques et probablement formés par ségrégation comme ceux de Sudbury ont été décrits; tel est le dépôt de Varallo dans le Piémont, ainsi que d'autres près d'Horbach et de Totmoos, dans le grand duché de Bade, où la pyrrhotine, dit-on, contient 12 pour cent de nickel; mais comme ils ne sont pas maintenant d'importance économique, il n'est pas nécessaire de les mentionner plus en détail; il en est de même pour les gisements de la Russie et de l'Espagne, qui produisent le minerai en quantité quelconque,² quoique l'un d'entre eux, près de Bilbao, en Espagne, contienne un minerai tenant 6 pour cent de nickel, 7 pour cent de cuivre et 3 pour cent de cobalt.

L'un des gisements de nickel les plus intéressants d'Europe, dans l'île de Locris en Grèce, à l'est d'Athènes, attire actuellement beaucoup d'attention et semble promettre de devenir, d'une grande valeur. Il ne fut pas visité par l'auteur, à cause du manque de temps, et il ne semble pas qu'on en ait imprimé une description.

Grâce à la bienveillance du Dr. Mohr, de Londres, et de M. V. Hybnette, de Kristiansand, en Norvège, des rapports succints sur la mine m'ont été donnés, ainsi que des échantillons de minerai. La mine fut ouverte en vue de l'hématite, et fut exploitée comme mine de fer; mais en-dessous du minerai de fer, on trouva d'autres minerai assez riche en nickel, d'apparence brunâtre sombre et terreuse, mais contenant des bandes ou taches d'une substance vert-pomme, faisant penser à la genthite ou garniërite.

¹ E. M. J., Vol. 89, p. 1,271.

² C. G. C. Vol. XIV, Partie H.

Une analyse complète faite à la raffinerie de nickel à Kristiansand donne la composition suivante:—

Silice.....	37.00	
Alumine.....	9.81	
Oxyde ferrique.....	28.37	(Fer = 19.86 p.c.)
Oxyde manganoux.....	2.85	(Manganèse = 1.92 p.c.)
Oxyde de Calcium.....	0.39	
Oxyde de Magnésium.....	1.91	
Soufre.....	0.06	
Arsenic.....	0.15	
Oxyde de Cuivre.....	0.07	(Cuivre = 0.06 p.c.)
Oxyde de Nickel.....	9.17	(Nickel = 7.22 p.c.)
Cobalt.....	Traces	
Anhydride phosphorique.....	0.09	
Perte au feu.....	8.50	
Anhydride chromique.....	1.37	
	<hr/>	
Total.....	99.74	

D'après son aspect, le minerai semble provenir de la décomposition de la roche éruptive basique, comme la péridotite ou la serpentine, avec accumulation de nickel vers la base des produits de la décomposition, ce qui peut être comparé aux gisements de la Nouvelle Calédonie, quoique avec beaucoup moins de silicate de nickel et magnésie vert, la garniérite.

Ce gisement de minerai a été examiné par la Compagnie Mond, et la Compagnie Norvégienne, et la dernière a employé un chargement de minerai, dont on peut encore voir un reste à la fonderie Evje. Une partie du nickel produit à la raffinerie de Kristiansand n'est par conséquent pas de provenance norvégienne, mais provient de minerai grec.

Autant qu'on peut voir aujourd'hui, aucun gisement de nickel l'euro-péen n'est assez important ou n'est de grade suffisamment élevé pour rivaliser sérieusement avec les mines canadiennes ou celles de la Nouvelle-Calédonie; et la plus grande partie du nickel raffiné en Europe vient de ces deux régions.

Minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie.

Après la région de Sudbury vient la colonie pénitencière française de la Nouvelle-Calédonie, à 900 milles à l'est de l'Australie, latitude 22°, qui est la plus importante source de nickel de l'univers. Le nickel y fut découvert en 1865 par Mr. Jules Garnier, et ce fut grâce à ses efforts que l'exploitation minière du nickel y prospéra. Nombre de rapports sur la région furent donnés en français et en anglais, la description des mines et de leurs conditions faite par M. E. Glasser pour le gouvernement français,¹ bien que de bons rapports sur la région de nickel soient donnés par M. Barlow,² M. G. M. Colvocoresses³ et d'autres. Le rapport suivant est tiré de celui de M. Glasser, et a été traduit par l'auteur pour le Bureau des Mines d'Ontario.

L'île consiste en schistes anciens et en sédiments mézoïques, pénétrés par de nombreuses roches éruptives, dont la plus importante est une roche très basique, la péridotite, consistant en olivine et le plus complet d'entre eux étant en entastite, maintenant plus ou moins transformé en serpentine. Les gisements de nickel, cobalt et chrome sont associés à la serpentine. La

¹ Annales des Mines, 15^e série, Tome IV, 1903, pp. 299-392 et 397-536.

² C. G. C., Vol. XIV, Partie H.

³ Eng. Min. Journ., Vol. 84, 1907, pp. 582-5.

⁴ Vol. XIV, Part III, pp. 147-150.

péridotite primitive est sans aucun doute l'origine du minerai, et les analyses démontrent que la roche fraîche renferme de petits pourcentages de nickel et de cobalt. Un échantillon d'olivine de l'une des mines contient 0·11 pour cent de nickel et d'oxyde de cobalt, tandis que l'enstatite qui y est alliée en minime quantité en contient 0·4 pour cent. Des spécimens de péridotite trouvés contiennent, dit-on, jusqu'à $2\frac{1}{2}$ pour cent de nickel. Les péridotites couvrent la plus grande partie de l'extrémité sud-est de l'île et forment une chaîne d'affleurements sans continuité, s'étendant presque jusqu'à l'extrémité nord-ouest comme une chaîne de montagnes s'élevant à certains endroits à 5,500 pieds. Dans la plupart des cas, la serpentinisation est fort avancée, et en nombre d'endroits la serpentine s'est transformée en une substance rougeâtre argileuse, qui est associée au minerai de nickel.

Les minerais sont tous des silicates hydratés où le nickel a plus ou moins remplacé la magnésie. Les silicates les plus riches, qui sont mous et verts, peuvent contenir également 48·6 pour cent d'oxyde de nickel, et sont appelés garniérite et nouméaïte, les deux variétés semblant se confondre l'une dans l'autre. Leurs compositions paraissent varier amplement, mais leur nickel contient des moyennes plus élevées que ceux de la genthite qu'on dit se trouver dans l'Orégon et la Caroline du Nord.

Les minéraux verts apparaissent en petites veines dans la serpentine ou péridotite, sous forme d'écaillés recouvrant des fragments de la roche, ou en amas de concrétion. La coloration varie du vert pâle au vert sombre ou presque noir, et la garniérite est associée à un minerai brun chocolat, qui fut d'abord rejeté, mais que l'on reconnaît maintenant peut être un minerai de nickel similaire coloré d'oxyde ferrique, formant la plus grande partie du minerai exploité. Il y a aussi masses silicieuses de coloration verte, ne contenant cependant que 9 à 10 pour cent de nickel.

Comme exemples de la meilleure garniérite, les analyses suivantes ont été données dans le rapport de M. Glasser:—

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.	p.c.
SiO ₂	42·61	35·45	44·40	37·78	38·35	37·49	47·90
NiO.....	21·91	45·15	38·61	33·91	32·52	29·72	24·00
MgO.....	18·27	2·47	3·45	10·66	10·61	14·97	12·51
Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0·89	0·50	1·68	1·57	0·55	0·11	3·00
FeO.....			0·43				
CaO.....			1·07				..trace
H ₂ O.....	15·40	15·55	10·34	15·83	17·97	17·60	12·73
	99·08	99·12	99·98	99·75	100·00	99·89	100·14

Il peut se trouver dans tous ces spécimens des minerais de tous grades qui viennent de diverses parties de l'île, du silicate de magnésie avec un petit pourcentage de nickel seulement, de sorte que le minerai a la composition de la serpentine dans laquelle une quantité variable de nickel a remplacé la magnésie.

Mr. Glasser distingue quatre variétés de gisements de minerai, gisements en forme de veines, gisements bréchiformes, masses de serpentine altérée et imprégnée de nickel, et terres nichelifères.

Tandis que la garniérite pure est très riche, la plupart du minerai est d'un grade beaucoup plus bas, et les mineurs mélangent les minerais riches et pauvres afin d'arriver à une production ayant pour moyenne de 7 pour cent de nickel, après avoir été desséchés à 100°C. Ceci signifie pratiquement que les minerais hydratés, avant la dessiccation, contiennent $5\frac{3}{4}$ à $5\frac{1}{2}$

pour cent de nickel, vu que le pourcentage en eau est élevé. Les haldes peuvent contenir 3 à 4 pour cent de nickel.

Les veines sont rarement larges, et ne sont jamais exploitées à des profondeurs importantes de sorte qu'il existe peu de mines souterraines. La plupart des gisements constituent des nappes qui recouvrent la surface, n'ayant nulle part plus de 15 à 20 pieds d'épaisseur, et sont exploitées à ciel ouvert. Le plus grand groupe de mines mentionné par M. Glasser, sur le plateau de Thio, a produit jusqu'au moment de son rapport 250,000 tonnes; et pendant sa plus grande prospérité, en 1890-1894, il a atteint une production de 25,000 à 30,000 tonnes annuellement, chiffre qui tomba plus tard à 10,000 tonnes. La teneur du minerai était au début de 10 à 12 pour cent, mais plus tard, est tombée à $6\frac{1}{2}$ pour cent de nickel. Une quantité considérable de roche inutile doit maintenant être rejeté, et le groupe des mines est près d'être épuisé.

Les gisements se trouvent toujours sur des inclinaisons douces ou bassins sur les flancs des montagnes et s'étendent entre l'argile rouge mentionnée précédemment et dans la roche. Ils proviennent de la décomposition superficielle de la roche, accompagnée par une concentration du nickel en silicate due aux eaux de surface; le nickel étant précipité plus rapidement que la magnésie. Dans ces conditions, on ne peut s'attendre à ce qu'aucun des gisements ne couvre avec continuité, une grande surface. Les plus larges des bandes de minerai ne sont pas de plus d'un demi-mille de long et sont comparativement étroites. Beaucoup de ces gisements sont déjà exploités, un grand nombre fournissent encore du minerai, et il est probable que d'autres gisements seront encore découverts. Si la teneur du minerai requis tombait à 5 pour cent de nickel, la quantité que l'on pourrait fournir augmenterait considérablement.

Comme les gisements sont situés généralement sur le haut des montagnes où les chemins sont difficiles à construire, le transport constitue une difficulté sérieuse, et l'on s'est servi souvent d'un tramway à cable. Un autre ennui est la grande épaisseur de l'argile rouge qui doit être enlevée sur beaucoup de ces gisements avant qu'ils puissent être exploités à ciel ouvert, ce qui est la méthode usuelle. L'insuffisance de la main d'œuvre que l'on obtient des Canaques, forcats et quelquefois des Japonais, est encore un mécompte mentionnée par Mr. Glasser, qui ajoute que l'interminable traversée de l'Océan et la situation reculée de l'île empêche le trafic du minerai à un taux lucratif.

Bien que le minerai de nickel ait été découvert par Garnier en 1865, l'exploitation commença à peine avant 1875, et la production n'atteignit une grande importance jusqu'en 1899, où vers ce moment 21,000 tonnes de minerai furent expédiées. Cette quantité s'est augmentée à 103,908 tonnes en 1899, et à 128,563 tonnes en 1902, selon les statistiques fournies par Mr. Glasser. En 1889, la teneur de nickel dans le minerai envoyé de la Nouvelle Calédonie s'éleva à 1,680 tonnes, tandis qu'auparavant, elle n'avait pas atteint 1,000 tonnes. En 1902, la contenance de nickel fut estimé à 7,045 tonnes, quoique Mr. Glasser ait des doutes sur l'exactitude du rapport.

Les mines les plus productives sont encore les anciennes, dans le voisinage de Thio, sur le côté nord-est de l'île près de son extrémité sud-est, mais leur production diminue, et le total est maintenant en travaillant un grand nombre de petites veines dans diverses parties de l'île.

Mr. Glasser discute d'une manière intéressante la concurrence formidable des mines de nickel du Canada, quoiqu'il déclare que "grâce à l'entente plus ou moins complète qui existe entre les producteurs, la Nouvelle-Calédonie conserve son rang; mais il n'en n'est pas moins vrai que l'industrie du nickel se développe au Canada, et que la production de ses

mines s'est augmentée bien rapidement ces dernières années. Peut-on dire que la Nouvelle-Calédonie ait beaucoup à craindre de cette concurrence? Nous ne le pensons pas, car, autant que nous pouvons en juger, par les documents que nous possédons, les conditions naturelles des gisements du Canada, sont, par elles-mêmes, beaucoup moins favorables que celles de notre colonie." Il démontre que les minerais de Sudbury sont des sulfures de nickel et de cuivre, variables en pourcentage des deux métaux et exigeant un procédé de raffinage compliqué. Commentant les statistiques du Bureau des Mines, il admet que les ressources du nickel de la région sont considérables, quoique la teneur du minerai semble diminuer. Il était influencé, dans cette idée par l'évaluation absurdemement élevée de nos réserves de minerai, publié dans un rapport officiel du Secrétaire de la Marine des Etats-Unis en 1890.

Quoique Mr. Glasser trouve nos perspectives moins brillantes que celle de la Nouvelle-Calédonie, il admet certains avantages. "D'un autre côté, la situation industrielle générale du Canada paraît être très favorable, et a permis pendant ces dernières années un important développement dans l'exploitation et dans le traitement du minerai; c'est pourquoi la production du nickel au Canada augmente d'une manière constante."

Le minerai de la Nouvelle-Calédonie a un avantage apparent sur le nôtre au point de vue du traitement, vu son absence de sulfures, et un autre avantage réel, en ce qu'il est exempt de cuivre. Le premier avantage est cependant neutralisé par le fait que le minerai de la Nouvelle-Calédonie est fondu au coke, lequel contient toujours du soufre. A cause de la grande affinité du nickel pour le soufre, celui-ci est absorbé par le métal, et doit ensuite en être séparé. Ce fait vient à l'encontre de l'idée primitive de Garnier quant à la fusion directe du nickel, et il est maintenant fondu avec des composés sulfurés, tels que le gypse, et réduit en matte qui doit être raffinée ensuite par des procédés qui ne sont pas bien différents des nôtres. L'absence du cuivre rend sa séparation inutile, mais le cuivre après sa séparation est un élément qui a sa valeur dans les minerais de Sudbury.

Depuis 1903, époque où le rapport précédent fut écrit, les conditions ont changé quelque peu pour les mines de la Nouvelle Calédonie, et les minerais de catégorie relativement basse, contenant 6.5 pour cent de nickel, sont maintenant envoyés en Europe. Un sérieux inconvénient pour les minerais de la Nouvelle-Calédonie est la longueur du voyage, faisant à moitié le tour du monde, avant d'être mis sur le marché, jointe aux frais de transport auxquels il faut faire face.

Pour diminuer les dépenses, il était tout naturel d'essayer la première réduction en matte sur l'île; mais les premiers efforts dans ce but ne furent pas couronnés de succès. En 1909, cependant, un nouveau procédé électrolytique fut essayé et en 1910 un fourneau de cette nature fut mis en œuvre, de sorte que 769 tonnes figurent dans les statistiques d'exportation, tandis que deux autres fourneaux étaient presque prêts à entrer en opération. La production du minerai s'est maintenue pendant quelque temps à 80,000 à 120,000 tonnes, et l'on pense qu'une forte taxe fut imposée sur les terres nickelifères non exploitées dans l'île, pour forcer les propriétaires, et spécialement l'un des plus grands, la "Société de Nickel", à exploiter plus activement les mines louées par le gouvernement. Il reste à voir quels résultats seront obtenus au moyen de ces mesures.

La International Nickel Company est mentionnée comme possédant des mines de nickel dans la Nouvelle-Calédonie, mais à présent, elle exploite seulement les mines de Sudbury, qui répondent presque totalement à la demande de nickel de toute l'Amérique; tandis que les minerais de la Nouvelle-Calédonie sont employés en France, en Allemagne et en Ecosse dans

nombre de petites fonderies et raffineries que font fonctionner les succursales de la Société de Nickel. La Compagnie Mond emploie la matte du Canada, et la Compagnie canadienne se sert principalement du minerai de Norvège.

Il est intéressant de remarquer que les minerais de la Nouvelle Calédonie ne contiennent pratiquement jamais de soufre, l'unique exemple de sulfure de nickel mentionné par M. Glasser consistait en un peu de millérite trouvée dans la mine de chrome Espérance; de sorte que ces minerais méridionaux, provenant de la décomposition et de la concentration superficielle de la roche olivine basique, forment un contraste extrême avec les minerais sulfurés constitués par la ségrégation de la norite, roche beaucoup moins basique, dans la région de Sudbury. Les deux types de gisement de minerai sont d'un caractère presque aussi opposée qu'on peut l'imaginer, le dernier étant formé directement des masses fondues, grandement séparées par leurs poids spécifiques, tandis que le premier résulte de deux opérations très lentes, la transformation de l'olivine en serpentine par hydratations, puis la décomposition de la serpentine en argile, avec l'accumulation de la quantité minime de nickel dans la roche primitive comme dépôt secondaire du silicate hydraté de nickel, et la magnésie appelée garniërite.

La présence du nickel a été signalée à un ou deux endroits en Australie; la plus intéressante localité est à Trial Harbour au nord du port Macquarie, en Tasmanie, où le minerai sulfuré fut trouvé dans une mine exploitée pour l'amiante, évidemment dans la serpentine, de sorte que le gisement ressemble plus à celui de la mine Alexo dans l'Ontario, qu'aux mines de la Nouvelle-Calédonie. On rapporte en 1904, que 136 tonnes de ce minerai évaluées à £554, furent exportées de cette mine, mais comme aucune autre indication sur ce gisement ne put être trouvée, ce qui prouve que probablement il ne doit avoir que peu d'importance.¹

Minerais de nickel de la Colonie du Cap.

Des minerais de nickel furent découverts à Insizwa, Colonie du Cap il y a plusieurs années, mais n'ont attiré beaucoup d'attention que récemment. Décrits par M. du Toit, du Bureau d'inspection du Cap, ils ont beaucoup de ressemblance avec les gisements de Sudbury, consistant principalement en pyrrhotine avec chalcopirite et pentlandite, quoique quelques autres minéraux de nickel et de cuivre s'y montrent aussi, de même que le platine métallique. Les minerais accompagnent le gabbro ou la norite qui forment une nappe en forme de bassin comme à Sudbury. La nappe a 2,000 ou 3,000 pieds d'épaisseur.

Deux chargements de minerai pour essai d'environ cinq tonnes chacun furent expédiés à MM. Johnson Mathey and Co. en Angleterre pour être examinés et fournirent le résultat suivant.²

	I.	II.
Cuivre.....	3.40 p. c.	3.50 p. c.
Nickel et Cobalt.....	4.90 p. c.	5.25 p. c.
Or (par tonne).....	6 grains	6 grains
Platine.....	2 dwts. 12 grs.	12 grains
Argent.....	10 dwts.	12 dwts.

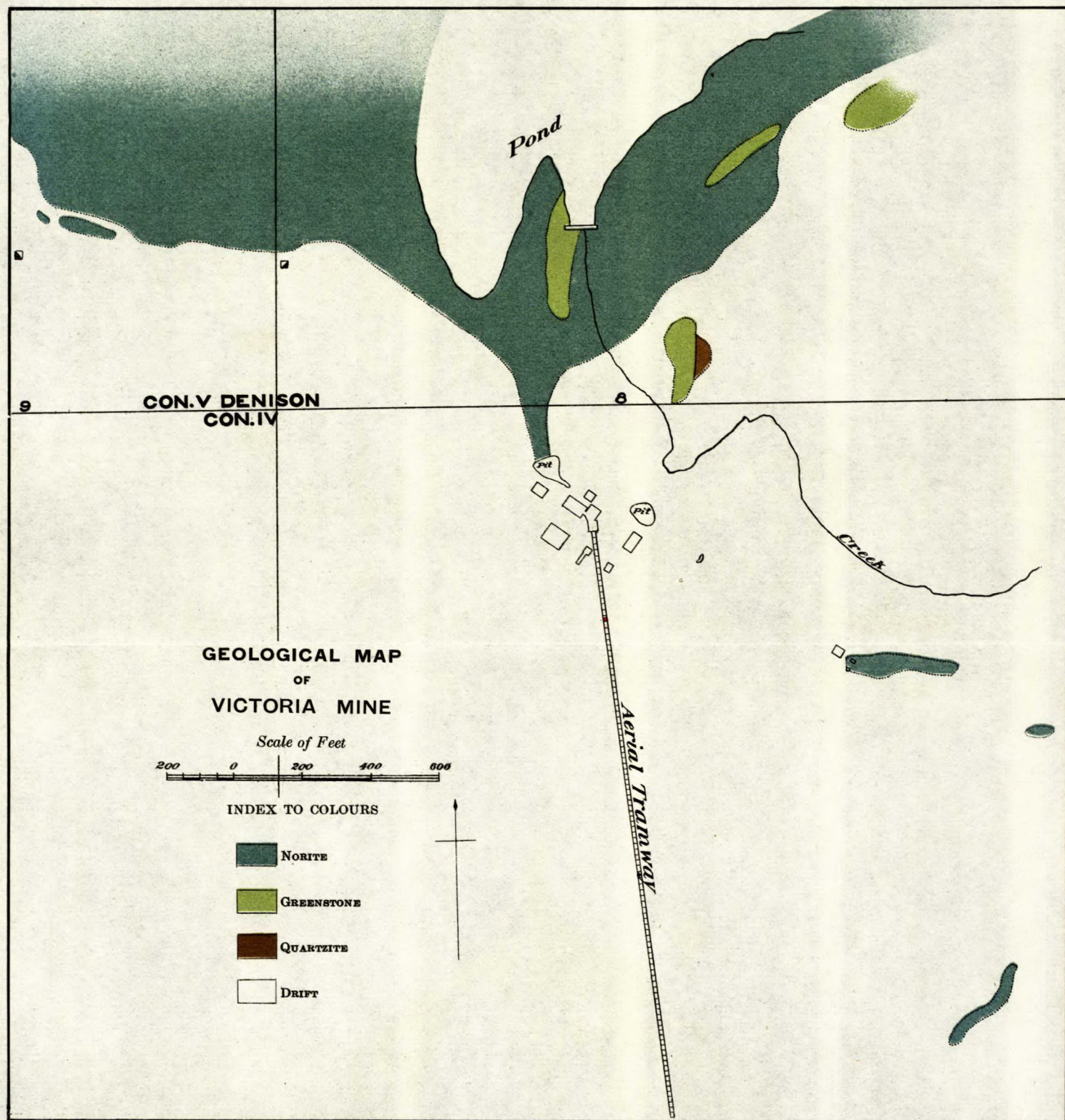
Si le minerai envoyé représente la valeur moyenne des gisements, ils paraissent être de haute teneur et si le minerai y est présent en grande quantité, la région peut avoir de l'importance.

¹ Eng. Min. Journ., Vol. 78, 1904, pp. 95 et 382.

² Dept. of Mines, 15th Ann. Rep. Geol. Com. Cape of Good Hope, 1910, pp. 111-142.

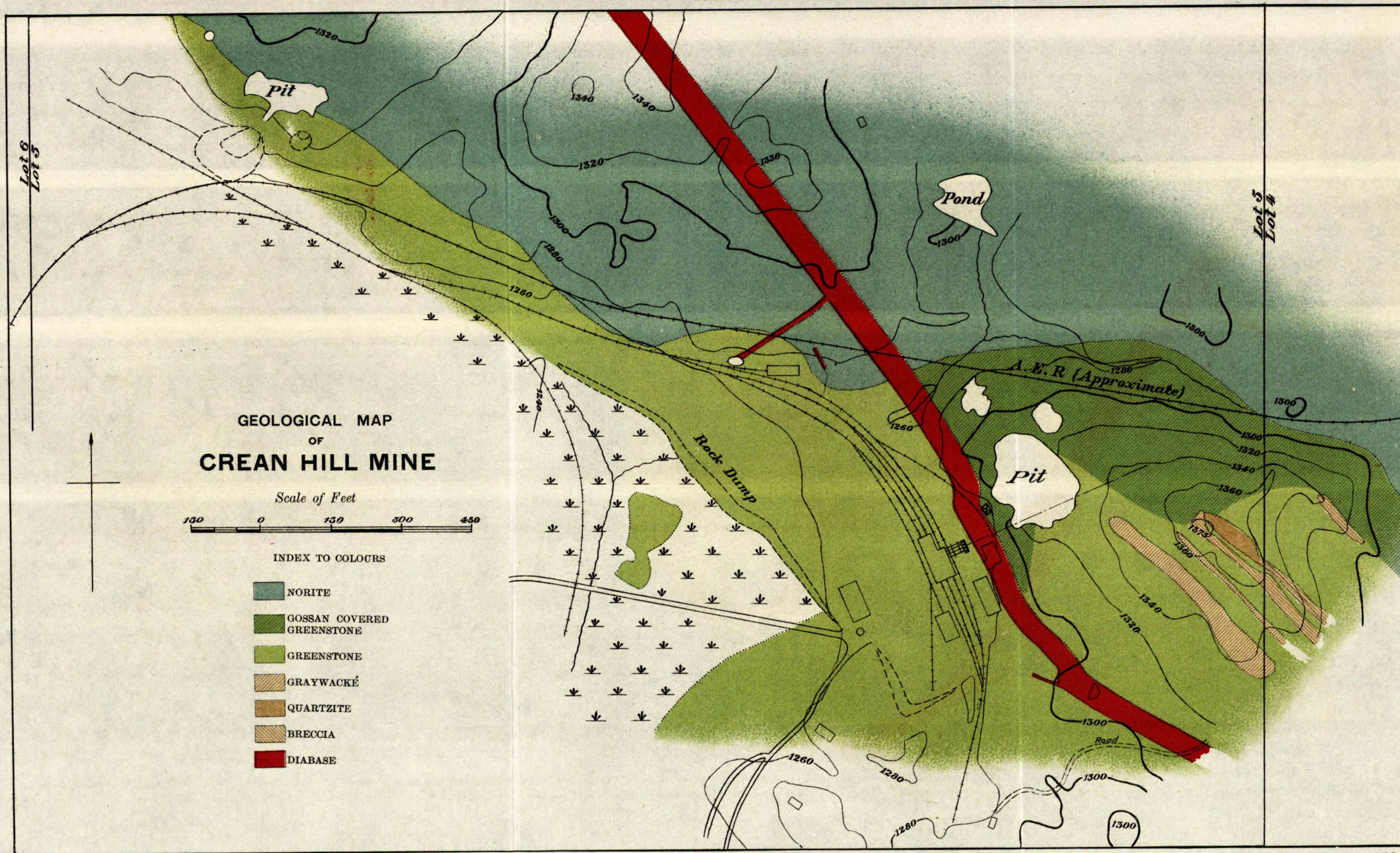
CANADA
DEPARTMENT OF MINES
MINES BRANCH

HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER;
EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTOR.
1912

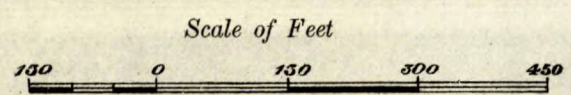


CANADA
 DEPARTMENT OF MINES
 MINES BRANCH

HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER;
 EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTOR.
 1912



GEOLOGICAL MAP
 OF
CREAN HILL MINE

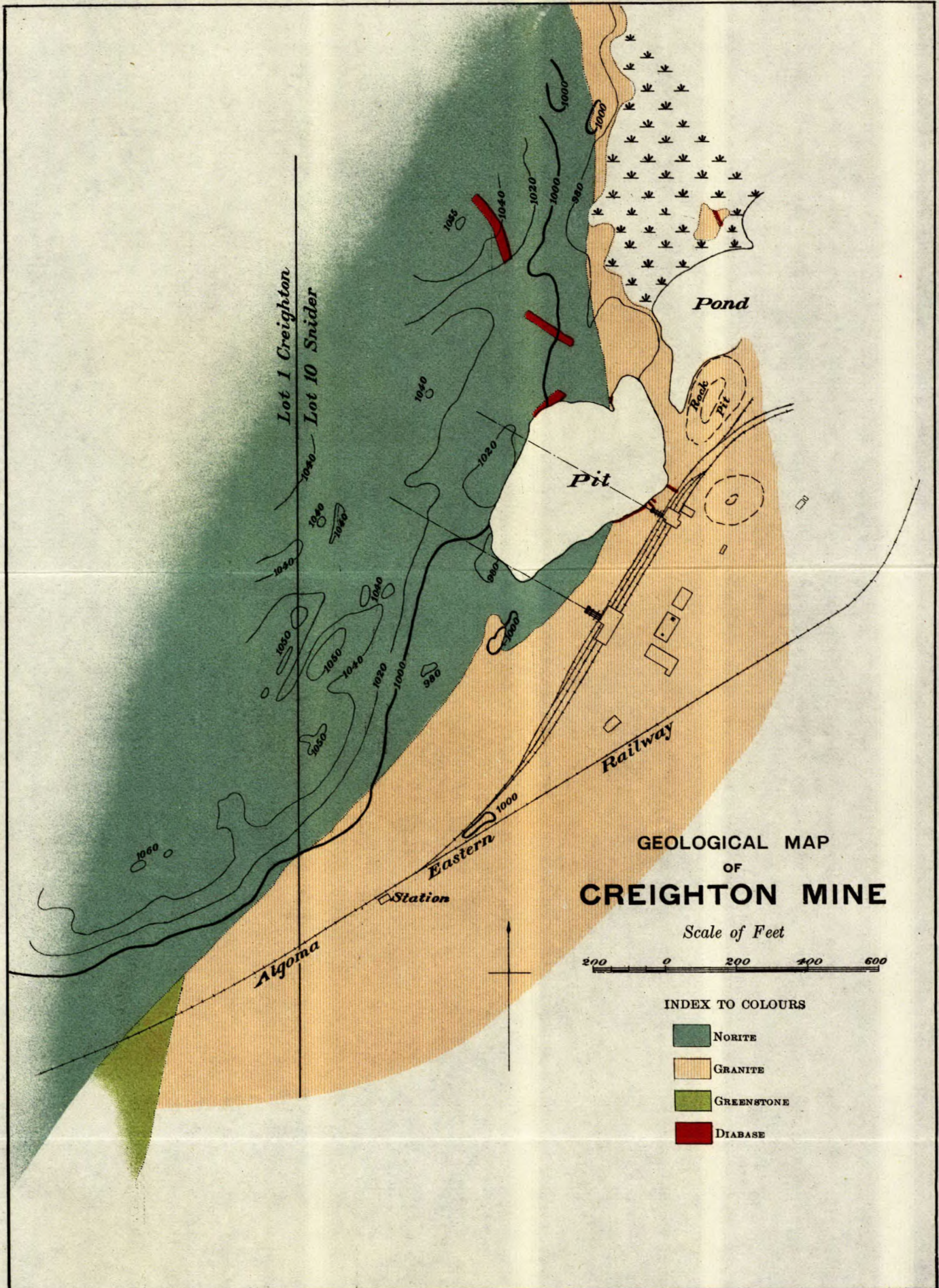


- INDEX TO COLOURS
- NORITE
 - GOSSAN COVERED GREENSTONE
 - GREENSTONE
 - GRAYWACKÉ
 - QUARTZITE
 - BRECCIA
 - DIABASE

CANADA
DEPARTMENT OF MINES
MINES BRANCH

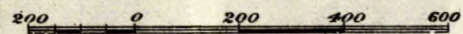
HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER;
EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTOR.

1912




GEOLOGICAL MAP
OF
CREIGHTON MINE

Scale of Feet

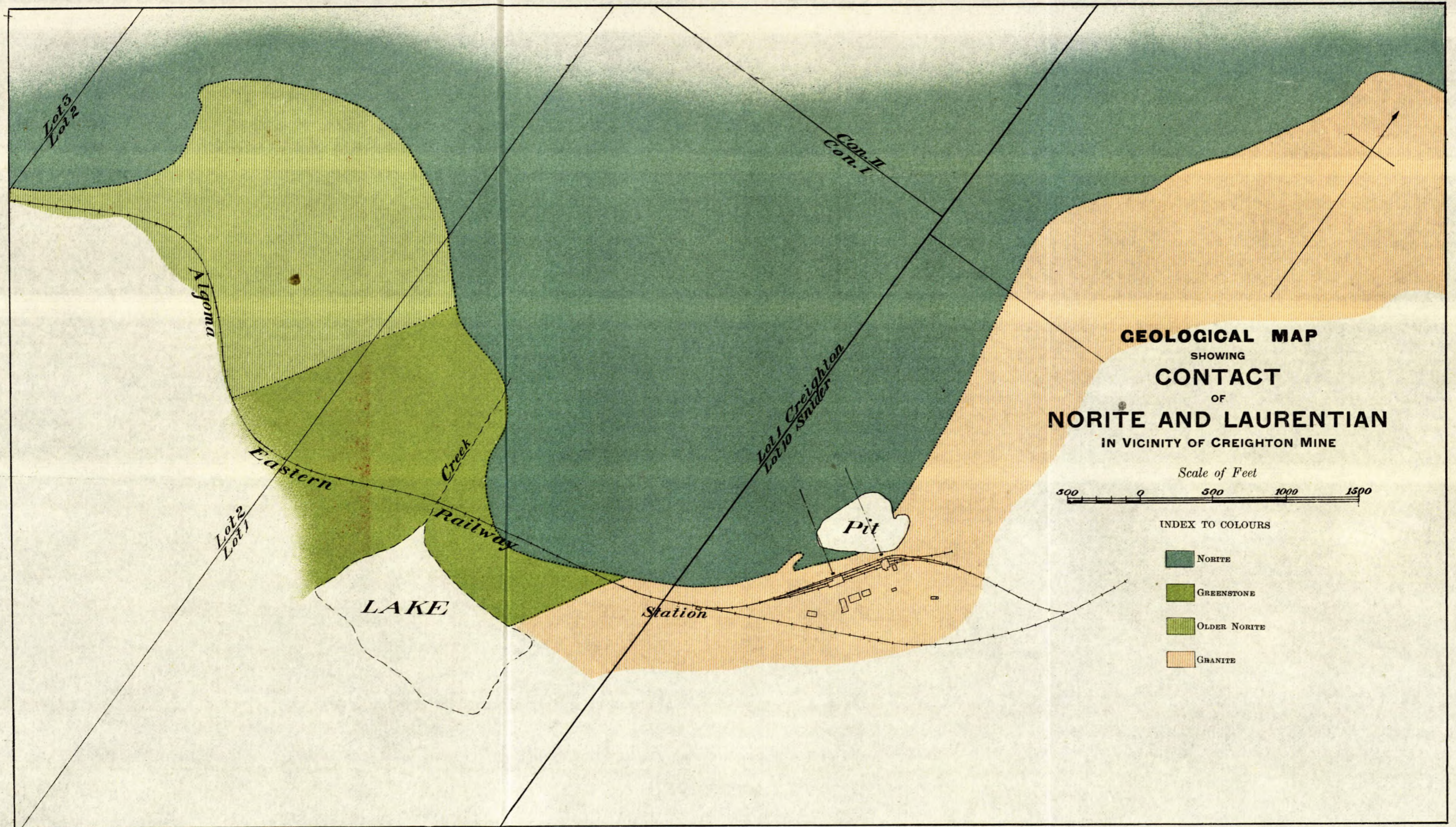


INDEX TO COLOURS

-  NORITE
-  GRANITE
-  GREENSTONE
-  DIABASE

CANADA
DEPARTMENT OF MINES
MINES BRANCH

HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER;
EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTOR.
1912

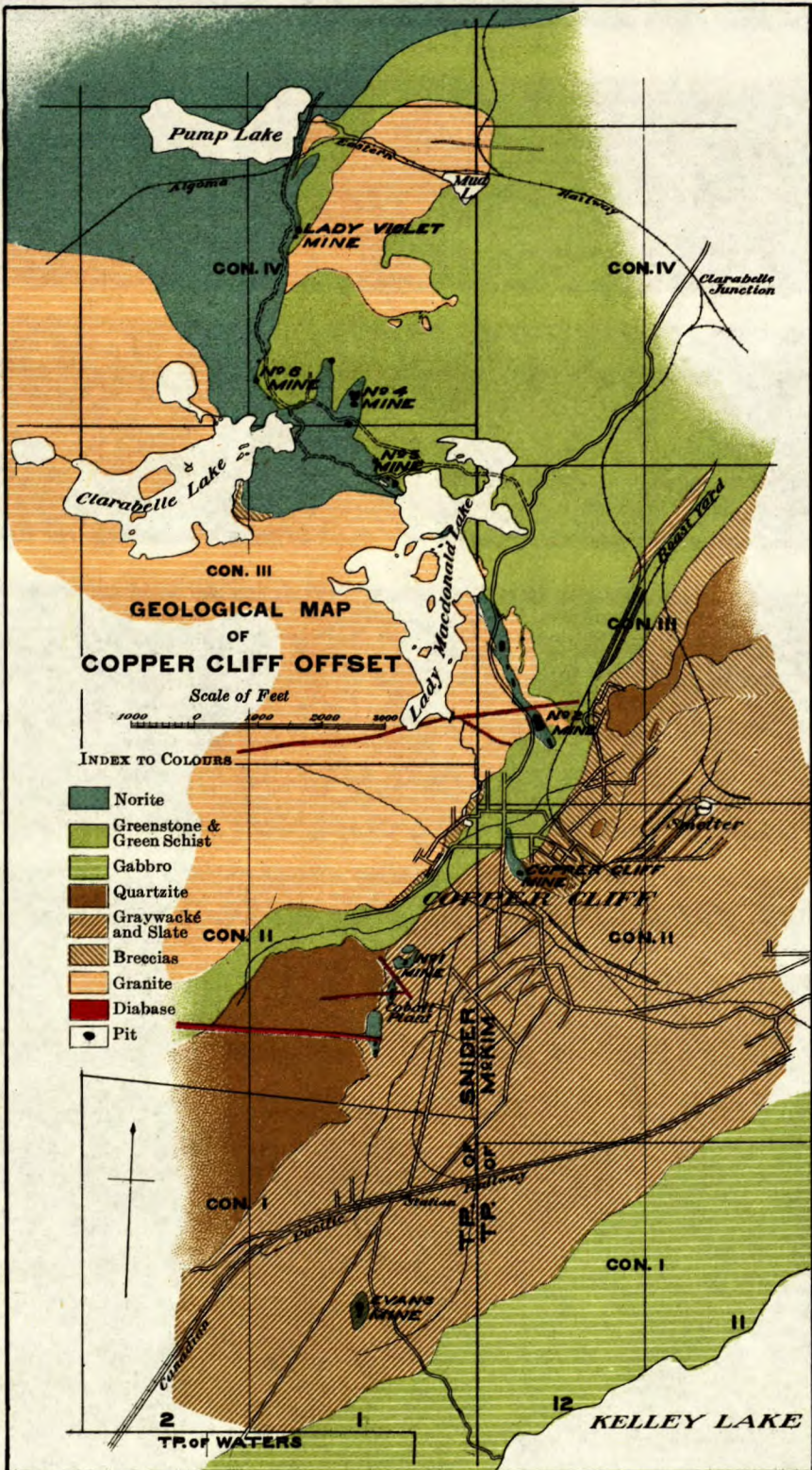


CANADA
DEPARTMENT OF MINES

MINES BRANCH

HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER;
 EUGENE HAANEL, Ph.D., DIRECTOR.

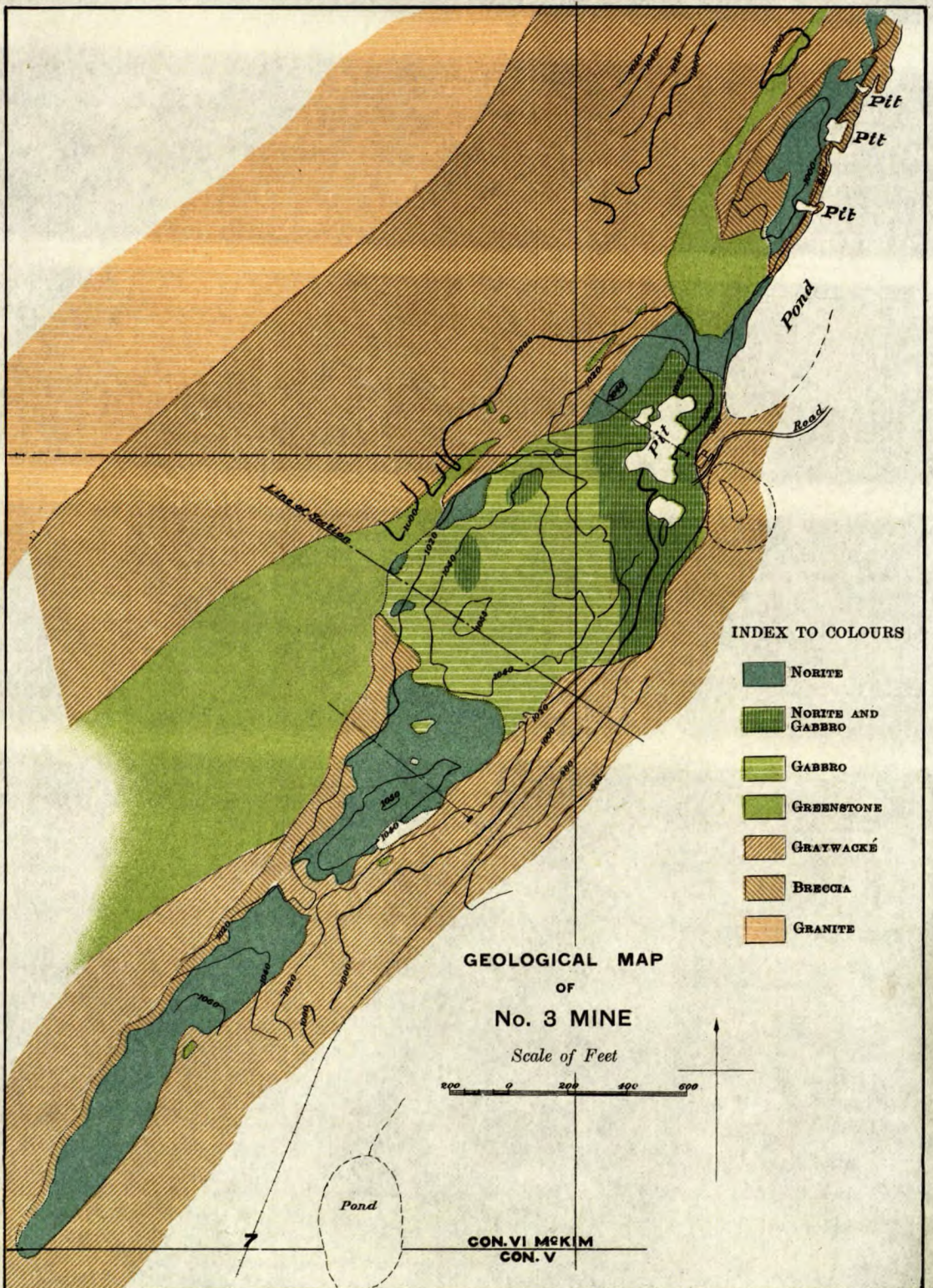
1912



CANADA
DEPARTMENT OF MINES

MINES BRANCH

HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER;
 EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTOR.
 1912

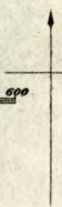
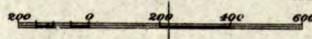


INDEX TO COLOURS

- NORITE
- NORITE AND GABBRO
- GABBRO
- GREENSTONE
- GRAYWACKÉ
- BRECCIA
- GRANITE

GEOLOGICAL MAP
 OF
No. 3 MINE

Scale of Feet

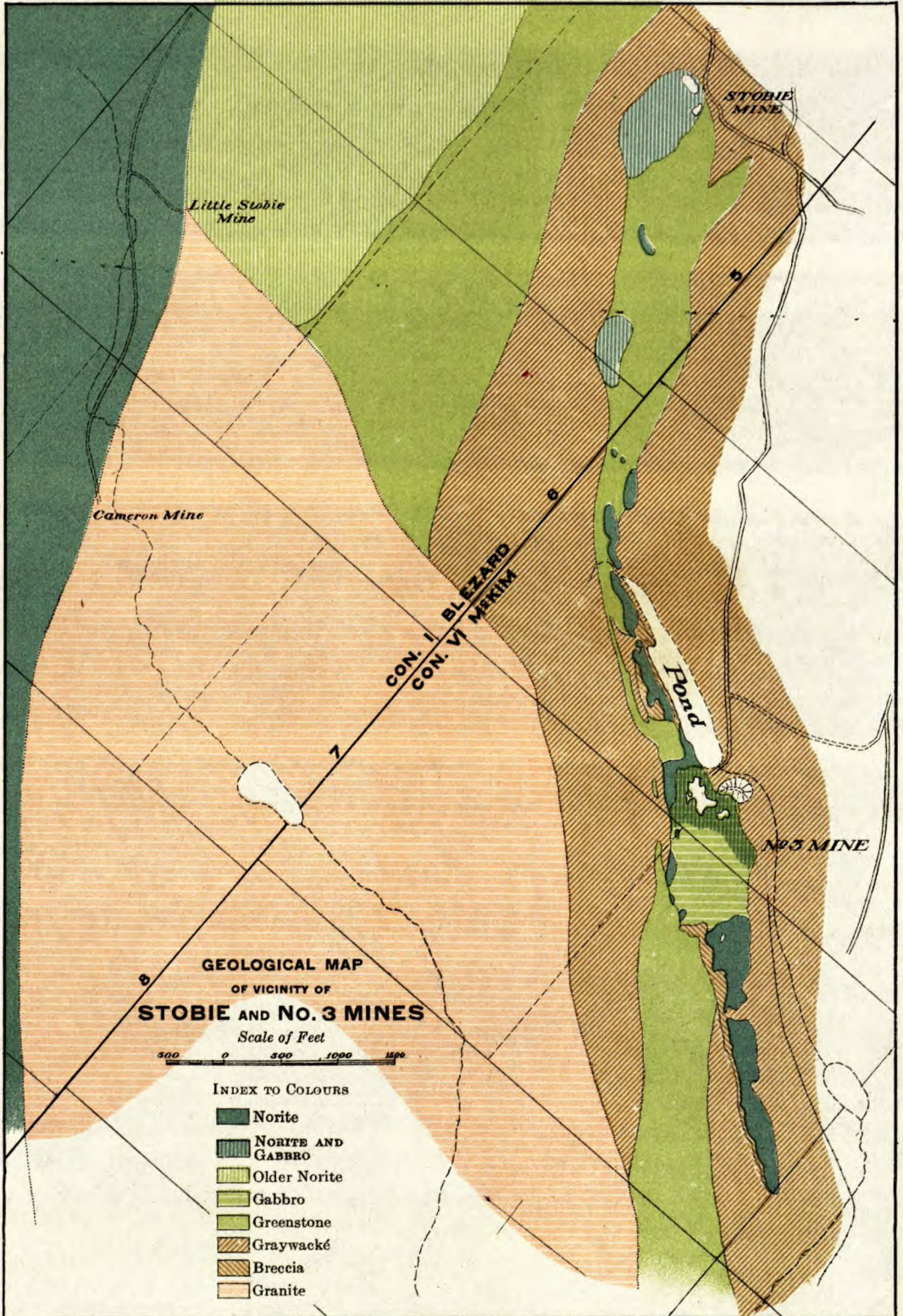


CON. VI MCKIM
 CON. V

CANADA
DEPARTMENT OF MINES
MINES BRANCH

HON. ROBERT ROGERS, MINISTER; A. P. LOW, LL.D., DEPUTY MINISTER:
 EUGENE HAANEL, PH.D., DIRECTOR.

1912



ANNEE.	MINERAL.		NICKEL.			CUIVRE			COBALT.		
	Tonnes extraites	Tonnes fondues	Tonnes Ni.	Ni %	Valeur \$	Tonnes Cu.	Cu. %	Valeur \$	Tonnes Co.	Co. %	Valeur \$
Avant 1890.....	100,000										
1890.....	130,278	59,329									
1891.....	85,790	71,480									
1892.....	72,34	61,924	2,082	3.36	590,902	1,936	3.19	234,135	8½	.0137	3,713
1893.....	64,043	63,944	1,653	2.21	454,702	1,431	2.38	115,200	19	.0299	9,400
1894.....	112,037	87,916	2,570½	2.92	612,724	2,748	3.14	195,750	3¼	.0037	1,500
1895.....	75,439	86,546	2,315¾	2.67	404,861	2,365½	2.73	160,913			
1896.....	109,097	73,505	1,948½	2.67	357,000	1,868	2.54	130,660			
1897.....	93,155	96,094	1,999	2.08	359,651	2,750	2.86	200,067			
1898.....	123,920	121,924	2,783¾	2.28	514,220	4,186¾	3.43	268,080			
1899.....	203,118	171,230	2,872	1.67	526,104	2,834	1.68	176,236			
1900.....	216,695	211,960	3,540	1.67	756,626	3,364	1.58	319,681			
1901.....	326,945	270,380	4,441	1.64	1,859,970	4,197	1.55	589,080			
1902.....	269,538	233,388	5,945	2.54	2,210,961	4,066	1.74	616,763	6.1	.0026	2,873
1903.....	152,940	220,937	6,998	3.17	2,499,068	4,005	1.81	583,646	13.1	.0058	6,123
1904.....	203,388	102,844	4,729	4.60	1,513,280	2,042	1.98	285,966	12.8	.0124	6,060
1905.....	284,090	257,745	9,503	3.69	3,354,934	4,524	1.76	688,993			
1906.....	343,814	340,159	10,776	3.17	3,839,419	5,260	1.55	806,413			
1907.....	351,916	359,076	10,602	2.95	2,270,442	7,003	1.95	1,020,913			
1908.....	409,551	360,180	9,563	2.65	1,866,059	7,501	2.08	1,062,680			
1909.....	451,892	462,336	13,141	2.84	2,790,798	7,873	1.61	1,122,219			
1910.....	652,392	628,947	18,636	2.96	4,005,961	9,630	1.53	1,374,103			
	4,832,387	4,311,744	116,108½	.....	30,787,682	79,584½	.....	9,951,498			

Les statistiques précédentes sont prises dans les divers rapports du Bureau des Mines d'Ontario. En ce qui regarde la quantité de nickel produite en 1910, une table résumant la production totale depuis 1910 fournit ce que nous donnons ci-après; mais les statistiques générales pour 1910 portent 19,140 tonnes du métal, vu que 504 tonnes qui sont regardées comme contenues dans le cobalt minéralisé envoyé à diverses fonderies y sont incluses. Cependant, il est probable que bien peu de cette quantité supplémentaire avait alors été raffiné.

De la quantité de minerai exploité en 1910, 391,575 tonnes provenaient de la mine de Creighton, 82,219 de la mine de Crean Hill, 26,381 de la mine N° 2, et 1,229 de la mine Vermilion, appartenant à la Canadian Copper Company, tandis que la Compagnie Mond a produit 93,542 tonnes sur la mine Garson, 42,488 tonnes de la mine Victoria No. 1, et 7,958 tonnes de la mine Victoria N° 4.¹

Il est probable que 15 pour cent des deux métaux se perd par grillage, réduction et raffinage des minerais, de sorte que les constituants primitifs des minerais étaient 15 pour cent plus grands que les quantités données dans la table.

NOUVELLE-CALÉDONIE.

Année.	Tonnes de Minerai	Fondues dans l'île	Valeur \$	Tonnes de Nickel	Fondues dans l'île
1875.....	327	.....	65,400	39	.....
1876.....	3,406	.....	340,600	408	.....
1877.....	4,377	.....	344,400	525	.....
1878.....	155	.....	9,200	18	.....
1879.....	.....	.....	.....	.....	.....
1880.....	2,528	.....	101,200	253	.....
1881.....	4,069	5,058	162,800	407	506
1882.....	9,025	6,292	324,800	812	537
1883.....	6,881	6,768	248,000	620	615
1884.....	10,888	7,994	315,752	871	637
1885.....	5,228	1,095	146,384	418	99
1886.....	921	.....	36,840	92	.....
1887.....	8,602	.....	515,000	688	.....
1888.....	6,616	.....	165,400	530	.....
1889.....	21,000	1,250	525,000	1,680	114
1890.....	24,590	1,900	565,400	1,960	174
1891.....	54,081	160	1,135,600	4,326	15
1892.....	35,951	.....	644,700	2,507	.....
1893.....	45,613	.....	775,400	3,180	.....
1894.....	40,089	.....	561,246	2,795	.....
1895.....	38,976	.....	389,760	2,484	.....
1896.....	37,467	.....	317,203	2,388	.....
1897.....	57,639	.....	403,473	3,458	.....
1898.....	74,614	.....	671,526	4,356	.....
1899.....	103,908	.....	1,101,425	5,640	.....
1900.....	100,319	.....	1,175,400	5,975	.....
1901.....	133,676	.....	916,000	7,218	.....
1902.....	129,653	.....	915,800	7,045	.....
1903.....	77,360	.....	.....	.....	.....
1904.....	98,653	.....	.....	.....	.....
1905.....	125,289	.....	.....	.....	.....
1906.....	130,688	.....	.....	.....	.....
1907.....	101,708	.....	.....	.....	.....
1908.....	120,028	.....	.....	.....	.....
1909.....	82,937	.....	.....	.....	.....
1910.....	11½,342	.....	.....	.....	.....

¹ Bur. Mines, Ont., Vol. XX, Part I, 1911, p. 26.

Dans la table donnée ci-dessus, les statistiques jusqu'à 1902 sont prises dans le rapport de Mr. Glasser, sur la Nouvelle-Calédonie,¹ et parmi les derniers rapports de l'Industrie Minérale.² La teneur du minerai et de ses constituants en nickel ne sont pas donnés pour les dernières années, mais la moyenne des constituants du minerai est estimée à 6½ pour cent. En comparant ces statistiques avec celles du district de Sudbury, une quantité incertaine de perte par la fusion pourrait être allouée.

La production du nickel en Norvège et en d'autres contrées a été ces dernières années presque nulle ou très petite, en comparaison avec les deux grands producteurs dont on a donné les statistiques précédemment.

Si les constituants du nickel dans les minerais de la Nouvelle-Calédonie sont estimés à 6½ pour cent, sa production du métal en 1910 serait de 7,497 tonnes, dont on pourrait probablement déduire 15 pour cent de perte par la fusion; de sorte que Sudbury a produit deux fois et demie autant de métal que sa rivale la plus proche.

Méthodes de prospection et d'exploration.

Le glissement des glaciers pendant l'époque glaciaire doit avoir balayé la plupart des gisements de nickel dénués de chapeau de fer, laissant des surfaces nettes de sulfures non transformés; mais après le recul de la couche de glace du Labrador, il y a plusieurs milliers d'années, les opérations de décomposition y redevinrent actives. La pyrrhotine est l'un des sulfures les plus facilement attaqués, et où elle n'était pas protégée, les surfaces fraîches devinrent très rapidement rouilleuses, et dans l'espace de peu d'années la surface fut transformée en limonite, et l'on n'y aperçoit que peu ou point du minerai primitif. Les surfaces balayées par la glace peuvent cependant être scellées hermétiquement par une couche d'argile en blocs laissée par la glace; et une fois ceci depouillé, comme le fait eut lieu, il y a plusieurs années à Creighton, la surface nette de pyrrhotine et de chalcopyrite est trouvée inaltérée avec des stries distinctes.

Probablement dans la plupart des cas il y a des portions du gîte exposées à la décomposition et à la formation du chapeau de fer, et dans le commencement, les prospecteurs recherchèrent naturellement ces surfaces recouvertes de chapeau de fer. On découvrit bientôt que le chapeau de fer communiquant avec une roche particulière, "diorite," comme on l'appelait alors, indiquait seul un bon minerai. Et seulement quelques années après 1883, lors de la découverte de la mine Murray, tous les gisements importants avaient été découverts, tant les prospecteurs étaient devenus familiers avec les indications du minerai.

Dans la plupart des cas, les gisements s'élevaient en collines rouilleuses ou couvraient les versants escarpés de collines, de sorte qu'ils attiraient l'attention, et pouvaient difficilement passer inaperçus lorsqu'on marchait à travers bois. Copper Cliff, la mine Murray, Creighton, Frood, et d'autres gisements qui sont devenus célèbres depuis, provoquent l'attention par leurs surfaces brunes rouilleuses s'élevant de la verdure des marécages, et point n'est besoin d'avoir une grande habileté pour les localiser une fois la direction générale des zones découvertes, de manière à garder l'exploitation dans des limites raisonnables. Mais un certain nombre d'autres affleurements se trouvent dans les terrains profonds recouverts de drift et de marais, et il a fallu dans ce cas plus de patience.

Il se peut que des dépôts importants restent cachés endessous de semblables surfaces de drift ou de marécages (muskegs), ou aucun emplace-

¹ Ann. des Mines, 10 séries, Tome IV, p. 512.

² Vol. XIX, 1910, p. 505.

ment de chapeau de fer ne s'élève au-dessus du manteau de recouvrement. Jusqu'à présent, cependant, il n'y a eu que peu de découvertes de ce genre faites dans la région.

Il fut aussi bientôt remarqué par les prospecteurs que la boussole est sans utilité près des gisements de nickel, vu que la pyrrhotine (pyrites magnétiques) est cause d'attraction locale; et l'on a naturellement pensé que les perturbations magnétiques peuvent être utiles pour découvrir ces minerais. Dans certains cas, l'aiguille d'inclinaison fut employée sur le terrain marécageux, et dans le cas des missions de Mr. Edison, une large zone de la région fut soumise à un tel examen magnétique, avec peu ou point de mention de relations géologiques, et sans donner des résultats de quelque valeur, puisqu'après plusieurs mois de travail aucun gisement n'était localisé. La méthode fut dès lors injustement discréditée.

Une difficulté sérieuse dans l'usage des méthodes de recherche magnétique se trouve dans la quantité variable du magnétisme dans la pyrrhotine, qui est faible dans diverses localités et fortes dans d'autres, mais jamais cependant aussi forte que celle de la magnétite. Puisque sa force attractive est ordinairement faible, la présence d'une roche contenant une petite quantité de magnétite peut affecter l'aiguille d'inclinaison aussi fortement qu'un gisement considérable de minerai, et le dépouillement a parfois prouvé que ceci était réel.

Des méthodes plus rigoureuses, dans lesquelles on employait le magnétomètre Thompson-Thalen, furent plus tard introduites par M. Nystrom, ingénieur suédois qui a reçu son éducation dans le vieux monde, méthodes appliquées dernièrement par d'autres ingénieurs, dans la région. Pour avoir un rapport complet et scientifique sur cette méthode et ses principes, on pourra consulter: "Location and Examination of Magnetic Ore Deposits by Magnetometric Measurements" par le Dr. Eugène Haanel.

Quoique les méthodes magnétométriques aient des limites distinctes, elles ont rendu de grands services, non pas tant en découvrant les gisements de nickel qu'en définissant les limites et donnant une idée de la quantité de minerai dans les gisements connus. Au moins deux des compagnies intéressées dans la région pratiquent systématiquement une telle méthode avant d'en employer de plus coûteuses; et des jalons régulièrement disposés dans ce but pourraient bloquer la surface de la plupart des gisements non encore exploités.

USAGE DE LA PERFORATRICE DIAMANTÉE.

Le levé magnétométrique est regardé comme une méthode préliminaire peu coûteuse pour l'examen de la propriété, mais avant l'achat, on fait ordinairement un examen plus complet à moyen de la perforatrice-diamantée dont on se sert aussi pour déterminer les réserves de minerai dans les mines en exploitation et pour fixer la position la plus appropriée et l'inclinaison des puits pour l'exploitation des gisements. De fait l'emploi fréquent de la perforatrice-diamantée est un des caractères les plus frappants des procédés modernes dans la région nickelifère. Autrefois, lorsqu'une sonde était mise en œuvre, les positions et les directions des trous de sonde étaient décidées plutôt au hasard, mais dernièrement le travail a été systématisé avec soin par les compagnies les plus importantes; les trous de sonde furent projetés de manière à se trouver à des distances régulières les uns des autres suivant des plans définis, donnant des coupes transversales plus ou moins complètes du gisement de minerai, d'après quoi la quantité de minerai peut être trouvée avec beaucoup de certitude. Le forage est maintenant fait suivant les lois de la géologie, spécialement dans les gisements de lisière et de projection parallèle, et de cette façon on obtient des résultats plus satisfaisants, avec

une quantité beaucoup moindre de forages stériles. Dans les premiers jours, les trous de sonde étaient percés fréquemment sur la roche encaissante où l'on n'apercevait pas de minerai, mais les relations de la norite avec le minerai et la roche encaissante sont de nos jours beaucoup mieux comprises, et les forages donnent beaucoup plus d'informations efficaces.

La Canadian Copper Company, par exemple, a développé un système complet non seulement pour la disposition des trous de sonde, mais aussi pour l'examen des carottes et pour la classification des produits minéraux; avec des formules minutieusement établies pour inscrire les résultats, de manière à ce qu'on puisse les consulter immédiatement. Les coupes transversales de minerai et de la roche encaissante sont facilement préparées d'après ces indications et donnent des résultats dignes de confiance quant à la quantité et à la teneur du minerai présent, de sorte que l'exploitation peut être entreprise avec une certitude plus complète.

Toutes les compagnies qui prospectent ou qui exploitent les mines dans la région depuis les dernières années, ont fait un grand usage de la perforatrice-diamantée, et les deux plus importantes compagnies ont percé plusieurs mille pieds de forages pour déterminer la valeur des propriétés, et pour décider de la méthode la plus efficace pour les développer.

Méthodes d'exploitation.

Tous les systèmes d'abatage sont illustrés dans les mines du district de Sudbury, à partir des terrains où quelque dépouillement a été fait jusqu'aux grandes mines soigneusement organisées, comme la mine de Creighton, qui extrait et expédie plus de 1,000 tonnes de minerai par jour; et les méthodes employées varient conséquemment.

Nombre des dépôts en sont restés à la période de prospection, au cours de laquelle les limites superficielles du minerai ont été ouvertes par les tranchées ou les puits à fouille, et la présence d'une certaine quantité de minerai a été prouvée par des fosses d'essai d'une profondeur plus ou moins grande. Ce point a été atteint par des douzaines de propriétés, non seulement sur la zone sud, mais encore sur celles à l'est et au nord; aucun minerai n'en a été expédié, quoique dans quelques cas des centaines ou quelquefois des milliers de tonnes soient empilées dans les amas de minerai, exposées aux agents atmosphériques et rapidement transformées en chapeau de fer sans valeur. Dans de nombreux cas aussi des puits ont été creusés de quelques pieds à 200 pieds de profondeur pour montrer l'étendue du gisement de minerai ou pour préparer des travaux d'exploitation minière qui n'ont jamais eu lieu. Quelquefois, des centaines de pieds de galeries ont été creusés à un ou plusieurs niveaux avec le même but en perspective.

Le nombre des mines qui ont produit du minerai pour le commerce, n'est cependant pas grand, et dépasse à peine 20; et seulement 9 semblent avoir produit jusqu'à 100,000 tonnes, et ainsi avoir atteint le rang de mines importantes. Par contre, une autre mine a produit plus de 2,000,000 de tonnes de minerai.

Ordinairement les mines ont dû passer à travers deux périodes plus ou moins distinctes demandant diverses méthodes d'exploitation, commençant par des ciels ouverts et finissant par des exploitations souterraines, avec une phase intermédiaire de méthodes mixtes les reliant.

Pendant la période de prospection, le travail se fait à la main ou à l'aide d'un cheval, plus tard on se sert d'une installation à vapeur temporaire de treuils et perforatrices, le combustible provenant la plupart du temps de la forêt voisine. Quand la mine commence à fournir du minerai, une installation plus complète est érigée pour l'extraction et les forages à air

comprimé, le combustible se composant de charbon, qui est très coûteux à Sudbury. Finalement, dans toutes les mines modernes importantes, les machines à vapeur sont remplacées par l'électricité provenant des chutes d'eau, qui se trouvent à environ 25 milles plus loin, et les machines à vapeur sont mises en réserve en cas d'accident aux turbines ou à l'installation de transmission.

Dans la première période de l'ouverture d'une mine, le travail se pratique principalement à ciel ouvert, mais ensuite, il est nécessaire de percer un puits dans la roche encaissante tout près, sur un angle convenable, de manière à demeurer à une distance facile du gisement de minerai. Le minerai exploité dans les ciels ouverts est chargé à la main dans des chariots qui s'avancent sur une voie étroite et mobile, qui part du court tunnel conduisant au puits, où le minerai est culbuté dans des wagons automatiques et transporté dans les hangars, qui s'élèvent juste en arrière du puits.

Dans le cas de la mine Creighton, le puits N° 1 avec deux compartiments d'extraction et échelle, fut creusé sur une inclinaison de 59° dans le gneiss granitoïde juste au sud-est du ciel ouvert, sur le premier niveau à une profondeur de 60 pieds. Plus tard, la fosse s'étendit jusqu'au second niveau à 140 pieds, et une galerie fut creusée dans le minerai qui était alors abattu jusqu'au premier niveau, ce qui forma un grand ciel ouvert d'une longueur de 500 pieds, avec une largeur de 300 pieds. Dans l'intervalle, le puits N° 2 était creusé à 330 pieds au sud-ouest, car le minerai s'inclinait dans cette direction. On fit de l'abatage au troisième niveau à partir des deux puits, et la partie est du gisement de minerai fut abatue jusqu'au plancher du deuxième niveau, approfondissant le ciel ouvert à 190 pieds; on continua la même méthode au quatrième niveau. Au delà de cette profondeur, les chantiers sont sous terre. On trouvera une description succincte de la mine dans le rapport de Mr. G. E. Sylvester.¹

Il y a deux puits situés parallèlement à environ 300 pieds l'un de l'autre.

Le puits N° 1, dont l'inclinaison est de 59°, possède deux élévateurs et une descenderie il est encore desservi par le hangar primitif, à charpente rustique et dont l'intérieur est quelque peu modifié.

Le puits N° 2, incliné à 47°, possède, outre la descenderie trois élévateurs, dont l'un est réservé plus particulièrement aux travaux d'abatage et pour l'enlèvement de la roche stérile, laissant les deux autres pour le transport du minerai hors du puits, sans entrave.

Le hangar à minerai, de 45 pieds par 90 pieds, est construit en béton armé jusqu'aux fond des caisses inclusivement. Les caisses qui sont à trois rangs, desservies par trois voies souterraines, ont 12 pieds sur 15 pieds, sur 14 pieds de profondeur, construites en planches de 3 pouces sur 10 pouces, posées à plat, et recouvertes par des planches de deux pouces. La construction au-dessus des caisses est formée de bois de charpente très résistant, avec un double revêtement en bois.

Le minerai est entassé sur des grilles à une hauteur d'environ 70 pieds au-dessus du niveau de la surface. A partir du pied des grilles le minerai est transporté par des couloirs massifs inclinés, directement dans deux broyeurs à mâchoires de 18 à 30 pouces, lesquels sont suffisamment grands pour prendre tout ce qui peut être chargé dans les chariots souterrains. Ces couloirs sont déplaçables, au cas où le minerai serait mélangé, ce qui nécessiterait un triage sur le plancher du broyeur. Les plaques de revêtement des broyeurs sont en acier manganésé. Chaque broyeur se décharge dans un crible tromelliforme de 36 pouces sur 10 pieds, pourvu de plaques

¹ Journ. Can. Min. Inst., Vol. XII, 1909, pp. 220, etc.



Trappes des couloirs actionnés par l'air comprimé.

d'acier manganésé avec des trous d'un pouce, attendu que l'on ne sépare que deux sortes de minerai, le fin et le gros.

Le gros de chaque crible tombe sur une courroie à triage en caoutchouc de 36 pouces, et de 50 pieds de long entre les centres, en deux sections. Il y a aussi un crible et une courroie de triage sous les grilles. De ces courroies, le minerai et la roche sont envoyés dans leurs casiers respectifs. Les broyeurs, les cribles et les courroies sont mus par des moteurs à induction d'une force de 50 chevaux à une vitesse constante. Le hangar à minerai a une capacité d'environ 1,200 tonnes pour 24 heures. Le plancher de triage est chauffé à la vapeur. Quelques serpentins à vapeur dans les caisses pour le minerai fin, recouverts d'un double fond d'acier plaqué, empêche avec efficacité la gelée et la suspension des fins humides.

Les voies ferrées sous les deux hangars à minerai sont sur un plan incliné, de sorte que les chariots vides peuvent être placés sur la partie supérieure, et alors entraînés par leur propre poids, puis chargés sans l'aide d'une locomotive.

Dans la mine, le sondage est presque tout fait par des perforatrices d'un type modèle, et les blocs sont percés au moyen du perforateur à air et à main du genre marteau. La pression des perforatrices, est d'environ 95 livres.

Les chariots ont 18 pouces de largeur et 18 pouces à la base des roues. Les boîtes d'essieu d'avant et d'arrière sont reliées rigidement sur chaque côté par une pièce unique d'acier, boulonnée sur le châssis latéral garantissant un alignement exact et permanent des axes. Les roues ont 14 pouces de diamètre, et sont fabriquées en acier manganésé, l'une fixe et l'autre libre sur chaque axe. Les chariots pèsent 2,000 livres et contiennent environ trois tonnes.

Les bennes ont 46 pouces de largeur, et contiennent le plein chargement d'un chariot. Les roues sont en acier manganésé et ont 14 pouces de diamètre, avec de larges marches sur les roues de derrière pour le renversement. Les traverses de la voie ferrée ont 8 sur 10 pouces, chaussées par des courroies en acier de trois par $\frac{5}{8}$ de pouce. Les guidages en bois ont 6 pouces sur 8, avec des courroies de $2\frac{1}{2}$ par $\frac{3}{8}$ de pouce.

Les puits et les stations sont éclairés avec des lampes à incandescence, et munis de signaux électriques indicateurs, mais dans les chambres d'abatage, on emploie de grandes torches à acétylène, avec des lampes spéciales pour les galeries et les espaces restreints.

Les pompes de la mine sont d'action verticale simple, du genre manivelle à trois cylindres, avec moteurs d'une puissance de 15 chevaux.

La construction pour la machine à vapeur a 93 sur 39 pieds, avec murs en brique et fondations en béton. Des colonnes d'acier élevées dans les murs supportent une grue roulante et un toit à armature d'acier. La toiture est en planches, recouverte de 3 x 3 de papier goudronné.

Une tour en brique contenant un commutateur à haute tension, de 10 pieds sur 11 pieds, est adjacent à l'édifice, à un coin mû à l'électricité, et la chambre du transformateur a 8 pieds sur 20 et est maçonnée à l'intérieur. Une grue locomobile de 10 tonnes, à main, parcourt la pleine longueur de la pièce pour la machine. Le plancher est en béton armé recouvert de tuiles cimentées.

L'outillage est comme suit:

Deux machines d'extraction, dont une à deux cylindres pour le puits N° 1, et l'autre à trois cylindres pour le puits No. 2. Les cylindres ont 60 pouces de diamètre, et ont une capacité de 1,000 pieds de câble d'un pouce par tour. Les cylindres sont arrangés de manière à pouvoir s'élever séparément, ou en paire comme contre-poids. Chaque machine est munie

d'un moteur à induction d'une vitesse variable, d'une puissance de 150 chevaux, la vitesse d'élévation était de 600 à 800 pieds par minute.

Un compresseur cross-compound de 1,650 pieds, relié directement à un moteur à induction d'une puissance de 300 chevaux, à 120 r.p.m. injecte de l'air à une pression de 100 livres. Il y a un second refroidisseur de même qu'un interrefroidisseur extra-large. En plus, l'humidité condensée est chassée dans un conduit spécial par la voie à air du puits.

Une pompe à incendie avec turbine à 4 révolutions de 6 pouces, d'une capacité de 1,000 gallons, reliés à un moteur à induction d'une puissance de 150 chevaux, protège contre l'incendie toutes les constructions de la mine, et une turbine à révolution unique, de trois pouces, pouvant contenir 250 gallons, transporte l'eau froide aux transformateurs et au compresseur.

Le bureau et l'entrepôt forment un bâtiment de 30 pieds sur 60 pieds de dimensions. Les murs sont en briques, sur fondation en béton, avec un toit à armature d'acier recouvert de tuiles creuses avec du goudron et du gravier. Le plancher est en béton armé. Dans le sous-sol se trouve l'appareil de chauffage à vapeur.

La sécherie, ou vestiaire, a 36 pieds par 80 pieds de dimension, sa construction est similaire à celle de l'entrepôt. Elle est munie d'éviers, de douches à eau chaude et froide, de water-closets et urinoirs. Il y a une cellule ouverte sanitaire en acier de 12 sur 16 pieds pour chaque homme et une chambre particulière pour les contre-maîtres. La bâtisse est chauffée et éclairée partout, et est sous la surveillance continue d'un gardien.

L'eau pour les besoins des différents édifices et pour la protection contre le feu est pompée dans un petit lac à 3,000 pieds de distance, dans un réservoir en acier contenant 60,000 gallons, situé juste en dehors de l'atelier pour la machine. La pompe est une turbine d'une puissance motrice de 20 chevaux, à deux étages, 4 pouces, et contient 250 gallons, dans une bâtisse en ciment.

Le réservoir est relié directement avec la succion de la pompe à incendie, et approvisionne tous les bâtiments en général.

MINE DE CREAN HILL—MÉTHODE D'EXPLOITATION.

La mine, dans ses premières phases, fut développée avec l'idée de ne retirer que le cuivre de haute qualité le long du mur de gisement, qui est assez régulier et bien défini, car on pensait que les divers amas de minerai de cuivre inférieur et de nickel plus élevé, percés par les trous de sonde de la perforatrice-diamantée dans le toit du gisement, ne pouvaient probablement pas être exploités avec profit. Cependant, des travaux d'exploitation subséquents montrèrent que le minerai était de continuité satisfaisante et que la roche environnante apparaissait en masses quelquefois très grandes, et ordinairement pas intimement mélangée avec le minerai. On se demanda alors comment extraire ce minerai de nickel à un prix économiquement possible. Il est évident qu'un très grand pourcentage du terrain dépecé consisterait en roche, dont il faudrait nécessairement disposer promptement et sans beaucoup de frais en faisant l'abatage.

Nous donnons ci-après une brève description de la méthode qui est employée aujourd'hui.

A chaque niveau, le terrain est traversé par des galeries d'exploration, qui se suivent jusqu'à la limite de la zone minéralisée. Là où l'enrichissement apparaît, ces galeries sont élargies et élevés à une hauteur d'environ 16 pieds, et alors disposées en gradins.

Dans l'abatage par gradins, les parties les plus riches seulement sont enlevées, afin d'éviter la manipulation de la roche, mais sur les gradins renversés où l'on peut disposer immédiatement de la roche, presque toute



Mur en pierre sèche, à la mine Crean Hill.

la roche contenant le minerai est concassée et travaillée, excepté celle qui est en trop grandes masses, que l'on laisse pour servir de piliers, car on prend soin de disposer des piliers partout où il y a de la roche.

En attendant qu'un espace suffisant ait été aménagé dans les gradins toute la roche aussi bien que le minerai doit être enlevée, mais autant que l'on peut le pratiquer sans entraver les travaux sur les gradins, la roche est empilée le long des parois des gradins.

On emploie alors des maçons pour construire les murs de pierre sèche, qui remplacent des boisements pour protéger les tramways. Les murs sont faits à environ 4 pieds d'épaisseur et 7 pieds de hauteur, renforcés ici et là par des billes de bois. Ces murs sont plus résistants et moins coûteux que les boisements. A travers ces murs sont construits les couloirs inclinés pour le minerai et les descenderies. Ces dernières commencent au plancher, de forme rectangulaire, et suffisamment larges pour laisser circuler un tramway. Dans ces voies sont placées les échelles et les couloirs de forage.

Les couloirs à minerai sont construits solidement jusqu'aux bases qui sont formées de bois revêtu de plaques d'acier ou de fonte. Ces couloirs sont de forme circulaire, au-dessus du toit des galeries, qui, à l'endroit où se trouve les descenderies et les couloirs, sont d'une hauteur d'environ 12 pieds. Les principaux tramways sont à voie double et recouverts avec des billes de pin.

Aucun effort n'est nécessaire pour remplir le sommet des murs avec la roche des gradins, le vide étant rempli par de la roche non utilisée à la surface et rejetée dans les couloirs aménagés dans ce but, toute la roche élevée directement ou rejetée dans le hangar à minerai retournant à la mine. Le premier remblai est fait en dedans de 8 à 10 pieds de l'arrière et est soigneusement nivelé avec de la roche broyée, afin d'obtenir un plancher uni.

L'abatage par gradins renversés est commencé sur le sommet du remblai par des tranchées et des élévations, jusqu'à ce que l'arrière atteigne une hauteur de 35 à 40 pieds au-dessus du plancher rempli, le gradin est alors transformé en gradin droit mais avec l'avantage que la base est retranchée. Par ces moyens, une profondeur maximum est atteinte par les sondeurs, et le tonnage maximum par le sondage.

Le sondage s'accomplit sur des barres, sur le sommet de la vase, et les trous de sonde, après que la hauteur convenable a été obtenue, sont presque tous de haut en bas ou humides (ce qui a un avantage sérieux dans un terrain si dur). On atteint facilement le toit pour en détacher le minerai, et il s'écoule très peu de temps après le sautage, et jusqu'à ce que les hommes manœuvrant les machines puissent les mettre de nouveau en mouvement. Les rouleurs aussi peuvent commencer promptement leur travail, au commencement de la relève.

Sur un nouveau remblai, une perte considérable de minerai fin est inévitable, mais en laissant tomber une tranche de 30 pieds d'épaisseur, et en la maniant sur le plancher, cette perte peut être grandement diminuée.

Un travail d'ingénieur très soigné est requis afin de disposer des halles convenables pour les roches rejetées sur les gradins en arrière. Avec cette idée en vue, les gradins sont placés l'un devant l'autre (c'est-à-dire l'un plus haut que l'autre) en forme de terrasses, les gradins s'avancant du côté opposé du remblai, et le déchet d'un gradin formant le remblai pour celui qui vient ensuite.

La roche renfermant le minerai est transportée des couloirs aux chariots au moyen de portes à air comprimée. La porte est pendue parallèlement à la lèvre du couloir, sur un arbre carré placé sous le fond de la lèvre, et est

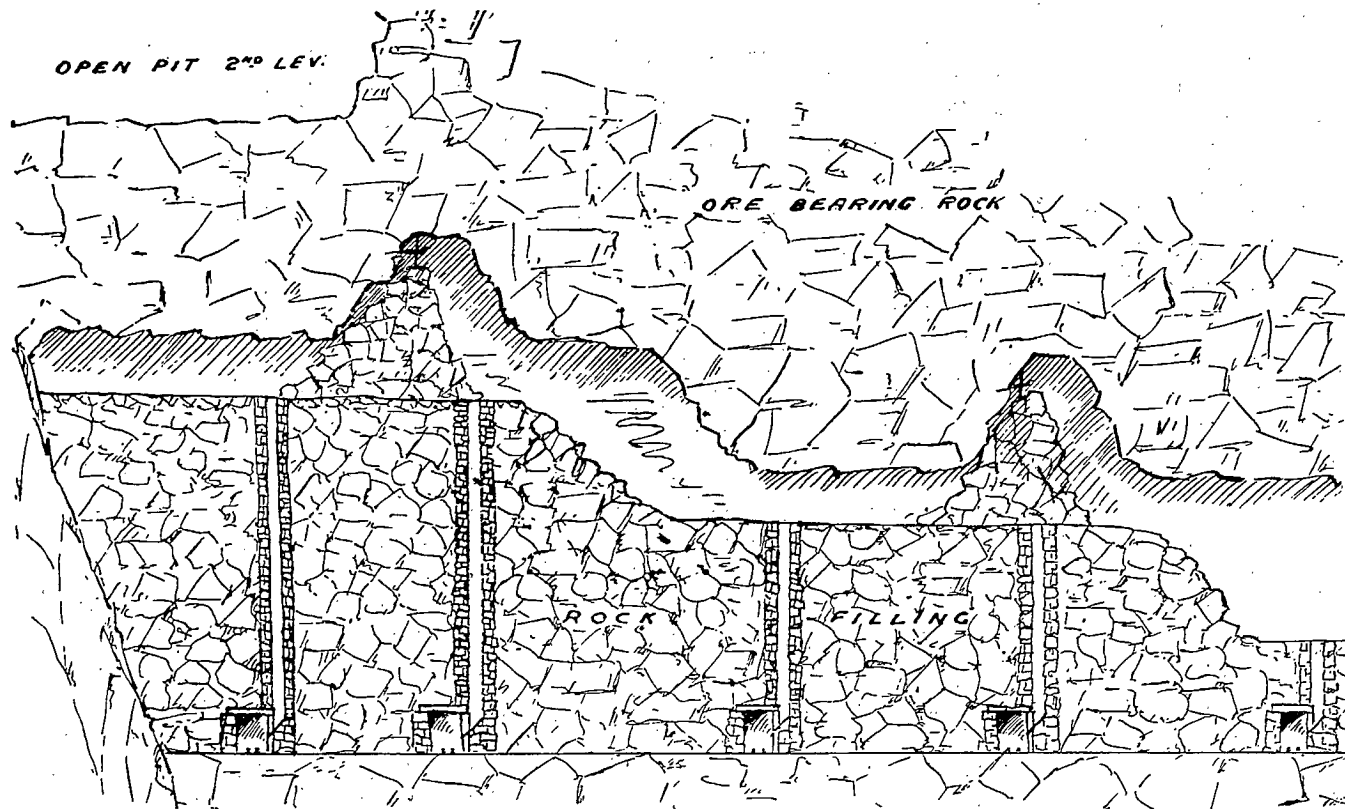
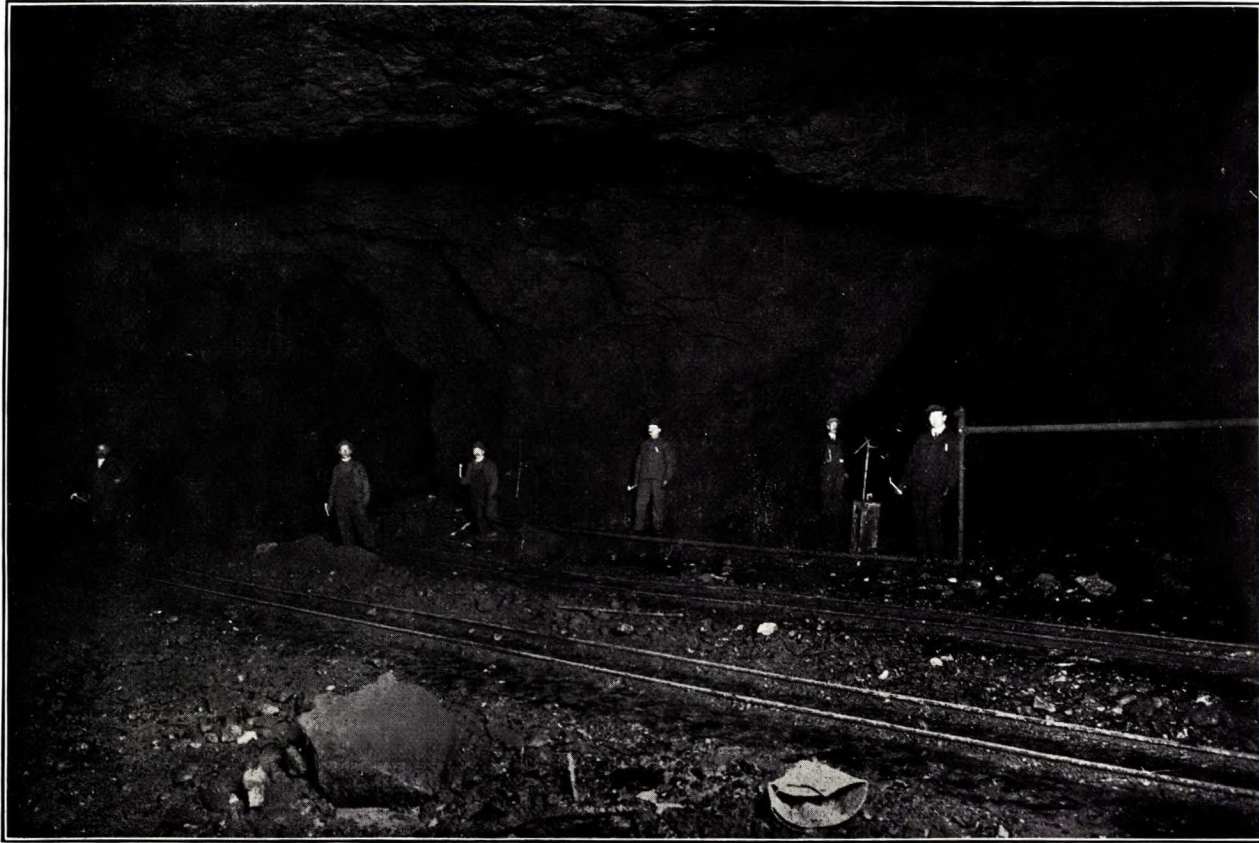


FIG. 7. Gradius renversés dans la mine Crean Hill.



Quatrième niveau, mine Crean Hill.

maintenue dans cette position au moyen de bras qui sont des parties intégrante de la porte. Le fond de la lèvre est à environ un pied au-dessus de la paroi du chariot. Quand la porte est ouverte, elle oscille sous la lèvre. Le courant de minerai se déverse dans le chariot jusqu'à ce que celui-ci soit rempli. Le chariot est rempli dans toute sa capacité et bien entassé, mais ne déborde pas. La conduite d'air est ouverte et la porte va à travers la pile de roc grossier, séparant la roche du chariot de celle du couloir. Aucun ajustage de la charge n'est nécessaire, et on ne subit aucun retard, à moins que le couloir ne soit engorgé. L'opération totale du chargement ordinaire ne demande pas plus d'une minute.

Les chariots et les bennes contiennent trois tonnes chaque.

MINE CREIGHTON.

Dans tous les niveaux de la mine inférieurs au troisième, et dans toute la partie ouest de tous les niveaux, la méthode d'exploitation ressemble à celle qui se pratique à Crean Hill, excepté que les murs et le remblai consistent entièrement en minerai. Par cette méthode, une grande réserve de minerai broyé est toujours utilisable en cas d'une pénurie de main-d'œuvre, ou une demande soudaine pour un tonnage plus élevé. On fit face à une telle circonstance, l'an dernier, par l'enlèvement du remblai d'une partie d'un gradin dans lequel le travail d'abatage avait été complété.

Traîtement des minerais de Sudbury.

PROCÉDÉS MÉCANIQUES.

Les minerais de Sudbury ne renferment essentiellement que quatre éléments, un sulfure magnétique de fer, qui est pratiquement exempt de nickel et de cuivre; un sulfure de nickel et de fer, non magnétique; un sulfure contenant fer et cuivre en parties égales, et qui n'est pas non plus magnétique et une grande quantité variable de substances rocheuse qui se compose de plusieurs genres différents dans le centre du non-magnétique, principalement de la norite ou des produits de sa décomposition.

Les constituants précieux du minerai sont le nickel et le cuivre, le premier étant d'une valeur beaucoup plus grande que le dernier; ces deux métaux doivent être d'abord séparés des substances inutiles, et ensuite l'un de l'autre.

Quelques minerais sont faibles en cuivre et plus riches en fer, et si ceux-ci pouvaient être choisis de manière à ne contenir qu'un minimum de cuivre, la grande quantité de fer présent dans le minerai pourrait être utilisée directement pour former le ferro-nickel; et le prix élevé pour la séparation du cuivre pourrait être évité. Ce serait certainement la méthode idéale à employer, mais le seul essai qui fut mis en pratique sur une grande échelle, par la "Lake Superior Power Co." sur le minerai de la mine Gertrude, fut un insuccès à cause de la présence d'une trop grande quantité de cuivre.

Le fait que les constituants du minerai renferment un minéral qui est magnétique, alors que les autres ne le sont pas, ou le sont très faiblement, nous indique un moyen naturel de le concentrer, par broyage et en faisant passer le minerai broyé à travers un séparateur magnétique. Ceci a attiré l'attention d'un nombre de chercheurs qui se sont intéressés à ces minerais ainsi qu'à la façon de les traiter, et un grand nombre d'expériences ingénieuses ont été faites dans le but de trouver une méthode économique de séparation magnétique, jusqu'ici sans succès. Le fait que la pyrrhotine varie dans sa puissance magnétique augmente la difficulté de séparation.

La question de séparation magnétique a été discutée à fond par le Dr. Barlow, qui donne des renseignements assez complets dans un opuscule traitant le sujet, de même qu'un compte rendu d'expériences faites à l'Université McGill sous sa direction, en vue de son propre rapport.¹ Un travail soigné a été fait sur ce sujet par Mr. David Browne, le métallurgiste bien connu,² le Dr. C. W. Dickson,³ et M. W. M. Ogilvie,⁴ ce dernier s'étant servi de minerais apportés par le Dr. Barlow.

Mr. Browne donne le tableau suivant des résultats qu'il a obtenus de trois mines importantes de la Canadian Copper Company, avec du minerai de nickel trié:

MINE COPPER CLIFF, 7^e NIVEAU.

	Analyse de l'ensemble du minerai	Magnétique	Analyse	Non magnétique	Analyse	Nickel dans la partie magnétique Pyrrhotine	Nickel dans la partie non magnétique Pentlandite
Cuivre.....	0.00	78.6	0.00	21.4	0.00	34.00	66.00
Nickel.....	11.00		4.62		35.05		
Fer.....	50.40		55.70		29.80		
Soufre.....	38.01		38.58		34.35		

MINE STOBIE.

Cuivre.....	0.00	97.175	0.00	2.825	0.00	72.00	28.00
Nickel.....	2.75		2.15		34.70		
Fer.....	58.00		57.00		29.90		
Soufre.....	35.35		36.10		33.90		

MINE EVANS.

Cuivre.....	trace	84.04	0.00	15.96	0.00	35.47	64.53
Nickel.....	9.02		34.12		34.12		
Fer.....	51.50		29.95		29.95		
Soufre.....	39.28		33.90		35.43		

Les résultats des expériences du Dr. Dickson sur des spécimens de pyrrhotine broyée pour passer à travers des cribles à mailles diverses sont donnés dans la table suivante, le N^o. I montrant les constituants primitifs

¹ C. G. C., Vol. XIV, Partie H.

² Eng. Min. Journ. 1893, p. 566.

³ Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1903.

⁴ Dr. Barlow, Rep. pp. 136-140.

du nickel; le N°. II ceux du concentré magnétique passant à travers un tamis de 100 mailles, le N°. III se composant des mêmes échantillons broyés d'abord grossièrement, puis de plus en plus finement, avec concentration magnétique dans chaque cas, puis le N°. IV le concentré final après une suite de broyages similaires se terminent par un broyage dans un mortier d'agate.

La table est également intéressante en ce qu'elle montre les constituants du nickel, de pyrrhotine approximativement pure, et en plus de la pentlandite des mines diverses.

Mine.	I. Nickel et cuivre	II. Ni.	III.	IV.	Description des échantillons.
1 Mine Elsie.....	2.44	2.22	0.98	....	Pyrrhotine à grain fin.
2 " Stobie.....	3.05	2.14	0.68	....	" " "
3 " Froot.....	2.40	2.07	1.05	0.65	" à grain grossier.
4 " Mt. Nickel.....	3.06	2.14	0.75	0.70	" " " moyen.
5 " No. 2, Copper Cliff.....	4.00	2.00	0.70	....	" " " grossier.
6 " No. 4, Copper Cliff.....	3.30	2.32	0.83	....	" " " "
7a " Creighton.....	2.32	2.25	1.20	0.70	" " " "
7b " Creighton.....	4.15	....	....	0.45	" " " fin.
8 " Gertrude.....	4.00	2.30	1.10	....	" " " massif.
9 " Victoria.....	3.40	2.46	0.80	....	" " " fln.

On pourra voir que par les séparations magnétiques successives, dans lesquelles les substances sont broyées de plus en plus finement, les parties non magnétiques étant enlevées, la quantité de nickel dans la partie magnétique est grandement réduite, quoique pas complètement perdue même après un broyage très fin.

Les expériences faites par Mr. Ogilvie dans le laboratoire des mines de l'université McGill, pour le rapport du Dr. Barlow furent poussées plus loin, et comprenaient des minerais des mines Creighton, Victoria, Garson (Cryderman) et Mt. Nickel, puis ceux des propriétés Tough et Stobie, du canton Levack, et de ceux de la propriété Cochrane, près du lac Bleu. Le minerai provenait d'emplacements très éloignés, principalement de la zone méridionale, ainsi qu'un peu des zones est et nord, afin d'y faire représenter équitablement les gisements de lisière de la région. Le travail fut fait au moyen du séparateur magnétique Wetherill, qui permit de faire diverses vérifications de la puissance du courant, de la distance des deux aimants, ainsi que de la vitesse des courroies de transmission amenant le minerai pulvérisé. On remarqua que la substance variait beaucoup en propriétés magnétiques, le minerai de Creighton étant moins magnétique et celui de lac Bleu l'étant plus. On peut consulter le rapport du Dr. Barlow pour connaître en détail ce procédé.

Les résultats obtenus par ce travail fut la séparation des trois produits, l'un magnétique, l'autre faiblement magnétique, le troisième non magnétique; et l'on trouva dans le cas du minerai de Creighton, que près de 40 et même 50 pour cent de nickel resta dans la portion magnétique, ce qui représentait de 75 à 90 pour cent de la totalité de l'échantillon, tandis que le reste était contenu principalement dans la partie faiblement magnétique. On trouva aussi que le cuivre était largement concentré dans les parties qui étaient faiblement magnétique ou non magnétiques. Les résultats des autres minerais étaient semblables, montrant que la pentlandite est fortement mise de côté dans la séparation magnétique, mais qu'une trop

grande quantité en est emportée avec la pyrrhotine, pour faire de ce procédé un succès commercial.

Un coup d'œil sur les microphotographies des surfaces polies de minerai de quelques-unes de ces mines, illustrées par Campbell et Knight, montre pourquoi la séparation magnétique est si incomplète, vu que la pentlandite et aussi la chalcopyrite se ramifient à travers la pyrrhotine de la manière la plus minutieuse et la plus compliquée¹. Il paraît, par conséquent, que dans les conditions présentes, la séparation magnétique est hors de question comme procédé économique pour les minerais ordinaires de Sudbury. En tout cas, ce procédé de séparation laisserait mélangés les riches minerais de nickel et de cuivre, de sorte qu'il faudrait encore employer le procédé le plus difficile et le plus coûteux.

L'autre élément inutile dans le minerai est la substance rocheuse entrainée, qui pourrait être enlevée au moyen de moulins à concentration convenables, car les sulfures ont un poids spécifique beaucoup plus élevé que le plagioclase ou pyroxène; mais jusqu'ici, ce procédé n'a pas été jugé nécessaire.

Dans la plupart des mines, une certaine quantité de sélection du minerai est faite par triage à la main, soit dans la mine même, soit sur les courroies de transmission ou encore dans le hangar à minerai, de sorte que les masses pierreuses inférieures à une certaine catégorie sont enlevées. Cependant, les vastes haldes étalent ordinairement une quantité considérable de minerai, surtout dans les mines renfermant beaucoup de roche, comme à Crean Hill, où les pyrites de cuivre composent en partie le minerai. Dans quelques cas, il y a sur les haldes des centaines de mille tonnes de roche de rebut, qui peuvent contenir $1\frac{1}{2}$ et même 2 pour cent des métaux, principalement du cuivre, déposée là, parce qu'une certaine qualité de minerai est requise pour la fonderie. Quelques-unes de ces haldes contiennent autant de cuivre que les minerais exploités sur une grande échelle dans les mines de l'ouest, par exemple dans la contrée limitative de la Colombie britannique; et on s'attend à ce que d'ici quelque temps, ces minerais rocheux de basse teneur soient soumis à des moulins à concentration pour en extraire la grande quantité de sulfures qu'ils contiennent. Ceci ne peut avoir lieu, cependant, que lorsque l'on ne pourra plus obtenir une quantité suffisante de minerai des mines de haute teneur, comme celle de Creighton.

On traite du minerai presque aussi rocheux et d'une basse teneur que les haldes de certaines des mines de Sudbury, apparemment avec profit, dans la vallée de Evje, dans la Norvège méridionale, comme nous le montrerons plus loin.

La séparation mécanique des sulfures de la roche ne peut jamais être très complète, à cause du mélange intime des deux éléments dans la pyrrhotine-norite, dans laquelle le minerai solide s'introduit ordinairement. Le broyage de la roche grossière en roche assez fine pour laisser libre le minerai qu'elle contient, doit résulter en une grande quantité de roche pulvérisée contenant des minéraux tendres et fragiles, comme la pyrrhotine, la pentlandite et la chalcopyrite; et le dernier traitement des fins est ennuyeux.

Procédés métallurgiques.

La métallurgie ordinaire des minerais de Sudbury consiste en quatre procédés distincts, (1) grillage servant à enlever une partie du soufre, (2) fusion dans les fours à chemises d'eau réfrigératrices pour la production de la matte de fourneau ou de haute catégorie, (3) refusion de la matte

¹ Journ. Can. Min. Inst. Vol. X, 1907, pp. 274, etc.

supérieure dans les convertisseurs afin d'obtenir une matre contenant 75 à 80 pour cent de nickel et de cuivre, et (4) la séparation et le raffinage du cuivre et du nickel.

Au moins six compagnies dans la région de Sudbury ont produit de la matre supérieure, la "Drury Nickel Company" à la mine Chicago ou Travers, la "Mond Nickel Company" à la mine Victoria, la "Lake Superior Power Corporation" à la mine Gertrude, la "Canadian Copper Company" à Copper Cliff, les Vivians à la mine Murray, et la "Dominion Mining Company" à la mine Blezard. En outre, plusieurs établissements ont été installés dans un but d'essai sans pouvoir atteindre le point voulu pour produire une grande quantité de matre ou de métal. Toutes les compagnies qui ont employé des fonderies ont suivi la méthode de grillage et de réduction en masse dans un four à chemises d'eau, pour matre, et les méthodes générales qui ont été employées ne diffèrent guère en principe, quoique dans la dimension et le matériel des divers établissements il y eut beaucoup de divergence.

Cette phase fut suivie d'innombrables variations dans les procédés de production de la matre de haute catégorie; les fourneaux Manhès furent mis en œuvre par les Vivians, les convertisseurs à revêtement acide employés par la Compagnie Mond et au début aussi par la Canadian Copper Company, tandis qu'un four du type réverbère a été employé pendant quelques années par la "Orford Company" pour élever la matre étalon de Copper Cliff à une plus haute catégorie.

Au cours de l'année dernière la Canadian Copper Company a introduit d'immenses convertisseurs à revêtement basique, que Mr. David Browne décrira plus tard. En plus, ils ont ajouté aux fourneaux ordinaires des fours à réverbère afin de traiter les fins et la poussière fine et légère, qui s'accumulent en un tonnage considérable.

Les procédés décrits jusqu'ici sont en usage dans la région même de Sudbury, et les méthodes sont bien connues, de sorte que l'on en fait aucun secret dans les fonderies. La dernière suite d'opérations, dans lesquelles les métaux de nickel et de cuivre sont réduits de la matre à 80% et séparés l'un de l'autre, sont accomplies dans d'autres pays par des procédés qui ont été brevetés en partie et sont pour la plupart tenus secrets.

Les divergences de méthode jusqu'à l'obtention de la matre supérieure sont peu importantes, particulièrement au point de vue du principe appliqué, mais la séparation finale et le raffinage des deux métaux sont basés sur un ensemble de méthodes tout à fait différentes.

La matre canadienne de Copper Cliff est traitée par des méthodes spéciales de fusion à Bayonne, N. J., par la "International Nickel Company", tandis que la matre canadienne de la mine Victoria est traitée par le procédé Mond, à Clydach, Wales, dans lequel les métaux réduits sont traités par l'oxyde de carbone, et le nickel séparé du cuivre comme un composé volatil, décomposé par la suite laissant libre le nickel. Finalement, la matre norvégienne, très similaire à la matre des convertisseurs canadiens, est séparée électrolytiquement par le procédé Hybinette, à Kristiansand, Norvège.

Il y a donc trois manières pour obtenir et séparer le nickel et le cuivre de la matre de haute catégorie, chacune différant absolument des autres, et n'étant pas seulement des variations indépendantes d'une méthode unique. Les trois procédés semblent obtenir un grand succès commercial, et être aptes à se faire concurrence les uns aux autres, et avec les procédés quelque peu différents employés dans le traitement des minerais de la Nouvelle-Calédonie. A ce propos, le nickel est unique parmi les métaux produits sur une assez grande échelle.

GRILLAGE DU MINÉRAI.

Tous les minerais de nickel-cuivre de Sudbury contiennent beaucoup plus de soufre que n'en demande la matte titrée, de sorte qu'une grande partie de cet élément doit être enlevée avant l'obtention de la matte. Pour le moment, la plus grande partie du soufre a été retirée par la méthode la plus simple possible, le grillage en tas.¹ Des tentatives ont été faites par la Canadian Copper Company pour introduire la fusion pyritique, mais avec peu de succès, de sorte que la plus grande partie de leur minerai est encore grillée en tas. Toutes les autres Compagnies qui ont produit de la matte ont grillé un grand pourcentage de leur minerai. Il a été souvent suggéré que l'on devrait adopter un procédé plus scientifique de grillage, comprenant la fabrication de l'acide sulfurique, afin d'empêcher la perte du soufre et pour préserver la contrée avoisinante de l'action des vapeurs d'anhydride sulfureux. Cependant, il y a peu de demande pour l'acide sulfurique dans la région de Sudbury, et les frais de transport seraient à considérer avant d'expédier à quelque distance, un produit si peu coûteux, et comme la région avoisinant les lits de grillage est ordinairement de peu de valeur comme terre à culture, la méthode la plus simple et la meilleure de se débarrasser du soufre se continuera probablement pendant quelques années encore.

Pour faire le grillage en tas, on prépare une surface plane qui peut être égouttée; des terrains marécageux ou des terrasses d'anciens lacs sont ordinairement choisis dans ce but, bien que quelques petits établissements aient employé des surfaces planes de roche. Le principe général qu'implique le grillage est que le soufre du minerai lui-même sert de combustible lorsqu'il est enflammé, de sorte qu'il faut simplement se procurer assez de bois pour mettre le feu, et ensuite s'assurer que la combustion s'étend uniformément sur la totalité du tas.

Pour préparer le grillage en tas, on place une couche de bois de corde ou de sapin mort des alentours, à une profondeur d'un pied ou dix-huit pouces, l'espace entre les plus gros troncs étant rempli de morceaux plus petits, afin d'obtenir une surface nivelée. De petits canaux remplis de bois d'allumage conduisant à des intervalles de huit à dix pieds vers le centre de la pile, afin d'allumer uniformément le tas entier. Sur ce lit, on place le minerai grossier, soit au moyen de brouettes, ou par le déchargement de chariots allant et venant sur un tréteau grossièrement fait, ce minerai compose les deux tiers environ de la totalité. On ajoute ensuite le minerai de dimension moyenne, et le tout est alors recouvert de minerai fin, le tas total représentant dans la plupart des cas une quantité de 2,000 à 3,000 tonnes, arrangé en une forme rectangulaire, avec un sommet presque plat et les côtés s'inclinant à un angle de stabilité pour retenir le minerai.

Le bois est alors allumé, et selon le capitaine McArthur, il brûle environ 60 heures, après quoi le soufre est alors bien enflammé et continuera à brûler sans aucun aide, quoique sa combustion rapide sur tous les points est arrêtée en le couvrant de minerai fin. Les larges tas ordinaires demandent de trois à quatre mois de combustion, alors que tout le soufre moins 10 ou 11 pour cent a disparu et que le fer est plus ou moins complètement oxydé, de sorte que le tas prend une couleur rougeâtre.

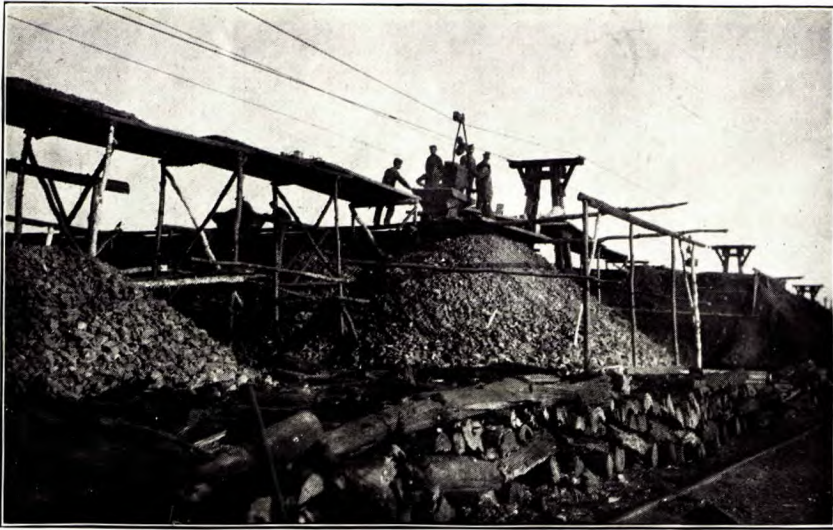
Dans les premières phases, une bonne quantité de soufre se sublime à la partie inférieure du tas, et se condense en une couleur jaune pâle,

¹La fusion pyritique des minerais de Sudbury est discutée longuement dans "The Engineering and Mining Journal," par Mr. G. T. Beardsley, qui fit des essais pour la Canadian Copper Company (Vol. 84, 1907, pp. 343, etc.); et par Mr. Hixon (Ibid., p. 507); tandis que les autres font part de leur expérience dans la fusion pyritique des minerais de cuivre, dans le même volume (Ibid., pp. 601, 749 et 837.).



Canadian Copper Company: chantier de grillage, Copper Cliff.

PLANCHE XXXVII.



Construction des lits de grillage.

PLANCHE XXXVIII.



Lits de grillage, à Copper Cliff.



Pelle à vapeur, au chantier de grillage de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.

revêtant la partie supérieure plus froide, mais plus tard, ceci est aussi brûlé. Les vapeurs d'anhydride sulfureux SO_2 , sont denses et ne s'élèvent pas tout de suite dans l'atmosphère, mais se condensent avec l'humidité dans l'air pour former un nuage qui va planer avec le vent le long du sol inférieur, produisant une atmosphère suffocante à respirer, quoique l'on ne l'ait pas trouvée apparemment malsaine pour les hommes qui travaillent dans les chantiers de grillage.

Ces tas, à forme régulière, sont disposés en rangées parallèles à quelques pieds d'intervalle, et au nord de Copper Cliff, par exemple, on peut étudier les tas à chaque phase depuis leur construction jusqu'à ceux qui sont calcinés et refroidis et sont transportés sur les chariots pour la fonderie.

Pendant le procédé de grillage, spécialement lorsque la pluie tombe, il se forme divers sulfites de fer, de nickel et de cuivre, en masses vertes sous forme de stalactites dans les cavités entre les morceaux de minerai, et une quantité assez considérable des métaux peut être ainsi lessivée et perdue. Une vieille pioche ou une pelle introduite dans l'eau verdâtre d'une concavité ou dans un fossé, est graduellement remplacée par le cuivre, donnant une preuve visible de la perte due à cette cause.

Le minerai grillé est ordinairement quelque peu amalgamé, et peut être fondu en des masses tellement solides, que l'on doit recourir aux explosifs pour les briser. Tnadis que les surfaces des lambeaux de minerai sont bien grillées et d'apparence rouilleuse, il reste encore dans l'intérieur des blocs une certaine quantité de sulfures non grillés.

Les effets des vapeurs sulfureuses sur la végétation environnante sont désastreux, surtout pour les arbres de la famille des conifères, de sorte que peu après la construction d'un terrain de grillage, les marécages voisins contenant des cèdres, ne laissent voir que des troncs dénudés, et des plantes meurent même à deux ou trois milles au loin, dans la direction des vents prédominants. Il est intéressant de noter que l'érable résiste aux vapeurs sulfureuses mieux que tous les autres arbres, de sorte que de petits groupes d'érables peuvent se voir sur beaucoup de versants dénudés des collines, près de Copper Cliff, depuis que le chantier de grillage a été transporté à un mille au nord, derrière un groupe de collines. Mr. Turner, président de la Canadian Copper Company, a fait des essais sur un grand nombre de plantes dans son jardin, et a trouvé que quelques fleurs résistent aux effets du soufre beaucoup mieux que d'autres. Si l'on en prend bien soin, l'herbe forme de nouveau une pelouse à Copper Cliff, et un grand champ de maïs croît précisément derrière l'hôpital.

Un effet géologiquement intéressant résulte du procédé de grillage, vu que la destruction de la végétation qui recouvre les lits du vieux lac dans le voisinage expose l'argile à l'érosion causée par la pluie qui se fait très rapidement.

Les lits de grillage envoient dans l'air des centaines de tonnes d'anhydride sulfureux par vingt-quatre heures, et il est peut-être étonnant que ce réactif puissant n'ait pas accompli plus de destruction qu'on a en remarqué. Heureusement, il n'y a pratiquement pas d'arsenic dans le minerai, de sorte que les gaz bien que gênants pour la respiration ne sont pas toxiques. Probablement que leur effet le plus désastreux se fait sentir sur le fer ou sur l'acier, qui sont rapidement corrodés, de sorte que les clôtures de fer et les fils télégraphiques à portée des vapeurs, ne durent que peu de temps.

FONDERIE DE NICKEL-CUIVRE A COPPER CLIFF.

Après le grillage en tas, l'opération suivante est la fusion du minerai dans les fourneaux "à chemises d'eau" pour la matte étalon. Une description concise d'une fonderie et de son équipement tel qu'en usage à la Cana-

dian Copper Company à Copper Cliff, fut donnée par Mr. G. E. Sylvester, de cette Compagnie, en 1909;¹ et le rapport actuel est essentiellement de lui, quoique modifié afin de s'accorder avec les changements introduits depuis 1909. Les gisements relatifs à ces changements m'ont été gracieusement fournis par Mr. D. H. Browne, et ont été introduits en transcrivant mon premier rapport.

Les hauts-fourneaux et les convertisseurs basiques employés dans les deux procédés de fusion à Copper Cliff sont dans les constructions voisines et l'agencement général sera d'abord décrit.

L'emplacement de la fonderie fut choisi après un examen minutieux des environs couvrant l'ensemble du terrain utilisable de tout le voisinage. Le niveau de la voie de réception, sur le sommet des caisses d'emmagasinage, ayant été fixé à 67 pieds au-dessus du niveau de l'emplacement de la fonderie, il était nécessaire d'ajuster ces deux nivellements dominants dans la topographie, de manière à donner à chacun une communication aussi facile que possible avec la voie ferrée, et en même temps une halde pour les scories, avec un espace suffisant et une profondeur convenable pour pouvoir l'emplir durant plusieurs années sans en extirper les scories. Toutes ces conditions sont remplies dans l'emplacement actuel, comme on peut le voir sur le dessin ci-joint.

Les caisses d'emmagasinage, la chambre à poussière, la forge, la bêtisse pour l'échantillonnage, ainsi que le laboratoire, sont tous bâtis sur le roc solide, et la construction pour le fourneau, l'usine génératrice à vapeur et celle pour la transmission électrique, le sont aussi presque entièrement. Les autres bâtiments furent construits plus tard, sur 15 à 20 pieds de scorie répandue.

Les caisses d'emmagasinage sont d'une construction massive en bois de charpente, avec des courbures dont les centres ont 6 pieds, soutenues par des fondations en maçonnerie. Elles ont 700 pieds de long, 30 pieds de large et 32 pieds de haut, portant deux voies de largeur maximum, à des centres de 15 pieds. Ces caisses sont recouvertes d'un hangar roulant ayant une ventilation continue, puis plaquées et couvertes avec des poutres garnies de 3/16 pce. d'amiante. La capacité totale d'emmagasinage est d'environ 400,000 pieds cubes. Sous les casiers et sur le même niveau que le plancher de la fournaise il y a deux voies parallèles, de 36 pouces de largeur, et de 15 pieds de centre. Le fond des caisses est à double trémie avec des portes de changement à tous les six pieds, directement au-dessus de chacune de ces voies. Les portes sont d'un modèle breveté, convexes sur la partie inférieure, et mises en mouvement au moyen de manivelles à engrenage.

À une extrémité des caisses et sur chaque voie ferrée se trouvent des bascules d'une capacité de trois tonnes, avec des poutres et le bureau pour le contrôle de la pesée situé entre les rails. Le long de cette partie se trouvent de petits réservoirs servant à vérifier les constituants de la charge. Deux autres bascules seront installées près du centre de ces réservoirs pour décongestionner les bascules actuelles.

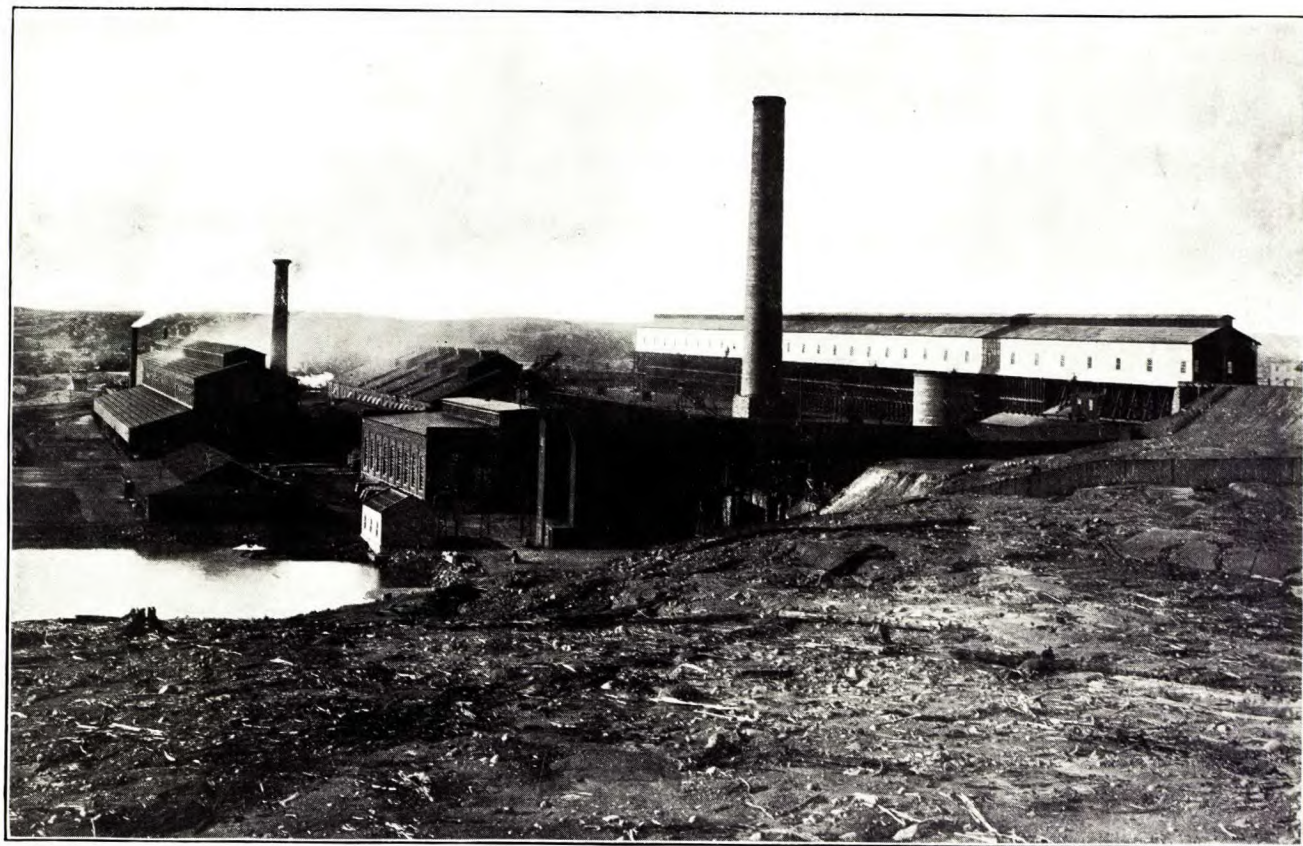
La ligne centrale des caisses à minerai est parallèle à celle du bâtiment contenant le fourneau, et à une distance de 200 pieds de celui-ci. Les voies sous les caisses sont placées en un demi-cercle à chaque extrémité, ainsi qu'à travers le bâtiment du fourneau, une voie sur chaque côté des fourneaux, formant une ligne de ceinture à voie double, avec des traverses aux points convenables. Ces voies sont couvertes entre les constructions par des appentis de bois, et sur une distance considérable le long de la voie destinée aux scories du fourneau, elles s'avancent sur un tréteau reposant sur des

¹ Journ. Can. Min. Inst., Vol., 1909, pp. 218-239.

PLANCHE XL.



Erosion causée par la pluie, là où la végétation a été détruite par les vapeurs sulfureuses,
à Copper Cliff.



Fonderie de la Canadian Copper Co. à Copper Cliff.

piliers de maçonnerie de 14 pieds. Cette précaution a pour effet de prévenir le danger d'échappement de scories en feu des chariots à cendre. Dans ce tréteau, sous les voies de chargement, il y a des sacs de charbon avec des couloirs qui les déchargent sur le devant des chaudières dans l'usine génératrice, que nous décrirons plus tard. Il y a aussi deux poches à refroidissement pour les locomotives. Les tréteaux mentionnés plus haut sont en bois, mais seront bientôt remplacés par une charpente en acier.

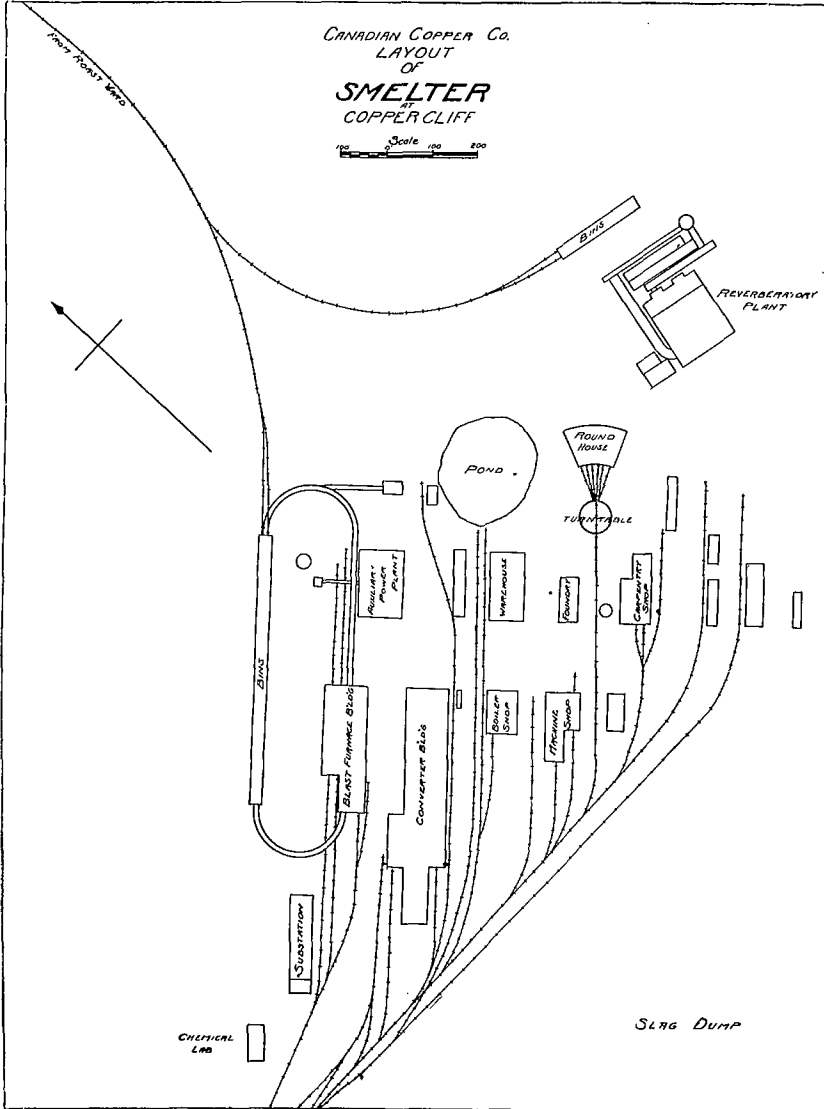


FIG. 8. Disposition des usines de réduction à Copper Cliff.

Autour de la ligne de ceinture, les cinq trains desservant les fourneaux sont mis en marche, allant toujours dans la même direction. Chaque train se compose de huit ou neuf wagons d'acier à bascule latérale, pour le minerai, pesant environ, 1,500 livres et transportant 3,000 livres de minerai,

traînés par une locomotive électrique de cinq tonnes, avec une barre de traction de 1,200 livres à six milles par heure, muni d'un trolley élevé et employant un courant direct de 250 volts. Les wagons à charge ont 6 pieds de longueur totale, ce qui est également la longueur des portes de chargement du fourneau, et le centre correspond à celui des portes des caissons. Ces voies d'acier pèsent 56 livres, avec joints en cuivre d'un bout à l'autre. Les trains de chargement transportent aussi les sacs de charbon comme il a été dit plus haut, le charbon étant pesé pendant le trajet.

La construction pour le fourneau a 370 pieds de long sur 80 pieds de large, avec un appui au hangar de 30 pieds de large et 280 pieds de long sur le côté. C'est une construction toute en acier, sauf un côté du mur qui est en brique, avec de forts pilastres, qui supportent une voie pour une grue roulante, et ayant, à tous les 20 pieds, des portes cintrées de 8 pieds. La toiture est en tuile renforcée. Une section du toit de 12 pieds de large dans chaque intervalle qui sépare les fourneaux s'élève de deux pieds au-dessus du niveau général, pour effectuer la ventilation. Un moniteur, renfermé dans des tourelles, est aussi placé à 8 pieds au-dessus du toit principal autour de chaque fourneau. La partie inférieure du bâtiment est divisée longitudinalement en trois portions ou baies, comme suit:

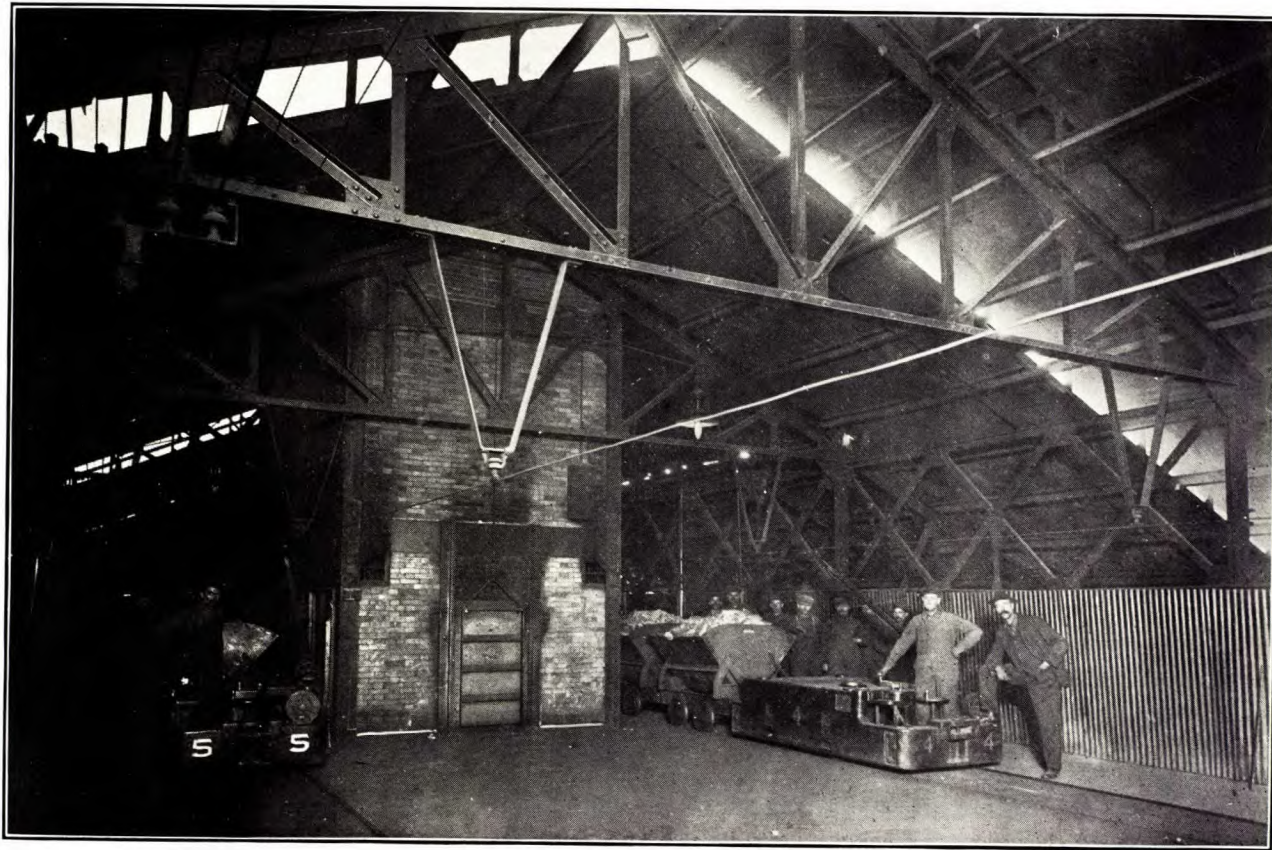
a. Le plancher à scories, en arrière, de 33 pieds de largeur, desservi par deux voies de jaugeage ordinaires.

b. Le plancher à matre sur le devant, de 33 pieds de large, desservi par une grue électrique à palette de 50 tonnes et une autre de 20 tonnes, et par une voie ferrée de 80 pieds à une extrémité de la construction.

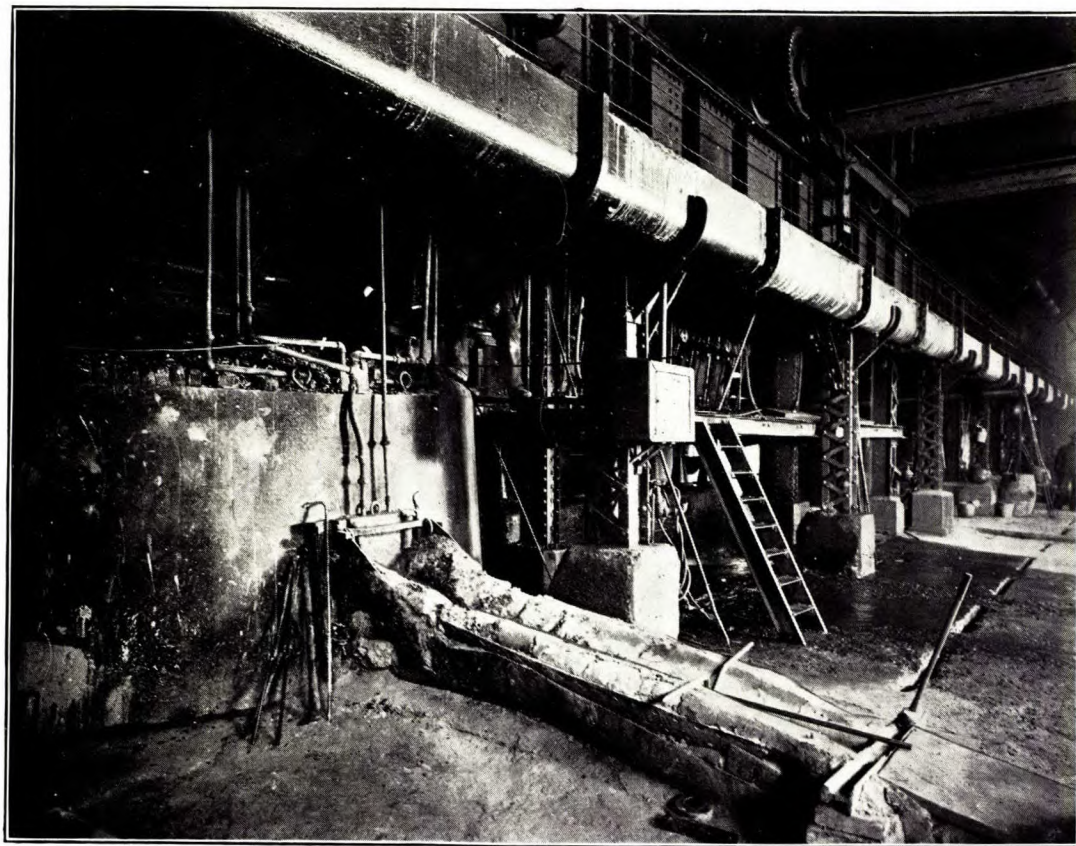
c. Le fourneau et le plancher fixe au centre, a 20 pieds de large et 10 pieds au-dessus du reste du plancher. La partie élevée consiste en murs de maçonnerie massive ainsi que pour les colonnes qui portent le plancher de chargement et le chemin de roulement de la grue. Ces murs sont remplis antérieurement et recouverts de ciment, lequel s'étend au-dessus du plancher à matre à environ 9 pieds sur des supports d'acier, formant une plateforme à coulée continue, et un chemin de roulement pour le fourneau. Le plancher de chargement est à 35 pieds au-dessus du plancher à matre et à scorie et à 25 pieds au-dessus de celui du fourneau. Il a 30 pieds de large, est en béton armé sur un cadre massif en acier, avec les parois plaquées jusqu'au toit, formant une enceinte séparée.

Les haut-fourneaux, au nombre de cinq, sont du type rectangulaire à chemises d'eau, 50 sur 204 pouces à l'intérieur, aux tuyères, de 19 pieds de haut depuis la plaque du foyer au niveau de chargement, et ont une capacité de 500 tonnes par jour. Ils sont espacés en ligne, à 61 pieds 6 pouces au centre, avec leur ligne centrale longitudinale coïncident avec celle de la construction. La charpente de support est massive et en acier, le pont de chargement est en fonte. Le capuchon ou superstructure au-dessus du pont de chargement est en brique réfractaire, avec des murs de 18 pouces renforcés par une armature en acier massif. Les murs d'extrémité se relient dans une arche, pour former le toit; le haut de l'arche est à 33 pieds au-dessus du niveau de chargement, ce qui met la hauteur totale du fourneau à 58 pieds au-dessus de la plate-forme de coulée. Les murs de côté sont verticaux, et dans l'un d'eux est l'ouverture de la trappe inférieure, avec son centre à 27 pieds au-dessus du plancher de chargement.

La prise d'air a 8 pieds de diamètre, et est revêtue de 4 pouces de brique réfractaire pour les 20 premiers pieds. Elle s'incline en ligne droite à 30 degrés du fourneau à la chambre à poussière, passant au-dessus des voies à scories. Le modèle des capuchons sur ces fourneaux a donné une grande satisfaction au point de vue du tirage parfait, et d'une exception presque complète d'écaillement. La plaque du foyer est supportée par des cheva-



Plancher de chargement, à la fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



Réservoir de dépôt : à la fonderie de la Canadian Copper Company, Copper Cliff.

lets sur un piédestal de ciment. Il y a deux rangées de chemises d'eau, les inférieures ou chemises des tuyères étant de huit pieds, et les supérieures de 6 pieds 4 pouces de haut. Les chemises des tuyères en fonte ont été substituées dans la rangée inférieure à celles d'acier plaqué ordinairement employées auparavant; et elles ont des tuyaux pour la circulation de l'eau moulés dans une plaque solide, avec bandages de soutien.

Il y a un haut-fourneau nouveau modèle maintenant en construction, (1912), qui est du même genre, mais quelque peu grand, ayant un diamètre de 50 pouces par 255, et des tuyères arrangées de même manière, mais de 50 pouces plus longues. Toutes les chemises à tuyère employées au cours des trois ou quatre dernières années, étaient en fonte avec les tuyaux de circulation d'eau moulés dedans tels que décrits plus haut. Les puits de dépôt qui étaient primitivement ronds avec 16 pieds de diamètre et une hauteur de 5 pieds 6 pouces, et les dépotoirs, le foyer du four de fusion ainsi le dégorgeoir sont revêtus de brique chromée. Le nouveau type de dépotoir est de forme ovale et très large, ayant des diamètres de 16 pieds par 19 pieds 6 pouces, avec deux chemises au sommet, pour la matte. Le dépotoir le plus grand donne de la scorie inférieure en cuivre et en nickel, de 0.1 à 0.15 pour cent des métaux; comme il y a deux trous de coulé, on peut s'il y en a un d'obstrué, se servir de l'autre, et le réparer, pendant que le deuxième est en fonction.

Les dégorgeoirs en fonte refroidis par circulation d'eau des vases clarificateurs se déversent dans les chariots à cendre de 25 tonnes munis de bassins à section en fonte, et avec crémaillère et serpentins embrayés, sur des chariots jaugés. De petits pots, mis en mouvement par des serpentins à air comprimé, reçoivent les flux de scorie pendant qu'elle se déverse du wagon.

La matte des vases clarificateurs est coulée dans des cuvettes en acier plaqué de 7 tonnes à revêtement d'argile, qui sont placées par les grues roulantes sur des chariots de transport peu élevé, tirés par un treuil à air comprimé dans la construction renfermant le convertisseur.

Les chemises d'eau se déversent dans deux auges en fonte qui sont placées de chaque côté des fourneaux, s'inclinant sur deux voies à partir du fourneau central, et coule alors à travers 20 pouces de tuyaux de drainage dans un réservoir ouvert pour le refroidissement.

Comme la quantité d'eau fournie est limitée, et que les fourneaux seuls emploient chacun environ 1,000 gallons impériaux par minute, la plus grande partie de cette eau est pompée de nouveau du réservoir et sert encore un grand nombre de fois. Trois pompes sont installées à cet effet, deux de 8 pouces, à 1,500 gallons, et une de 14 pouces, fournissant 5,000 gallons. Toutes les turbines sont à révolution unique et reliées directement à des moteurs à induction d'une vitesse constante. Ces turbines se déchargent par un tuyau en fonte rebordé de 18 pouces, dans un réservoir en béton armé de 25 pieds de diamètre et de 32 pieds de hauteur. Les principaux conduits doubles en fonte reliés à ce réservoir, s'avancent de l'un ou de l'autre côté des fours juste en-dessous du plancher de chargement. Ce réservoir est aussi relié avec le conduit principal alimentant la fonderie, la pression statique de ce dernier étant simplement balancée dans le réservoir. Cet agencement donne une pression constante aux fourneaux, la hauteur de pression étant de 28 pieds au-dessus des chemises.

La chambre à poussière est en acier plaqué de 5/16 du genre ballon, de 20 pieds de diamètre, 34 pieds de haut et 500 pieds de long, soutenu par des colonnes d'acier avec des joints d'extension à environ tous les 60 pieds. Le seul revêtement se trouve dans une section d'environ 12 pieds carrés à l'opposé de chaque ouverture de la prise inférieure. La sole est munie de

trémies et de portes pour enlever la poussière sur tous les 6 pieds, vident celle-ci directement dans les chariots sur une voie ferrée continue, en-dessous.

La cheminée a 210 pieds de haut et 15 pieds de diamètre intérieur au sommet. La partie supérieure de 150 pieds est circulaire, construite en brique perforée; la base qui a 24 pieds carrés est faite en maçonnerie de granite, avec un revêtement circulaire de brique réfractaire. Ce bûcher sert aussi à la chaudière de l'usine génératrice à vapeur.

RÉDUCTION DANS LES HAUT-FOURNEAUX.

La méthode actuelle du haut-fourneau est décrite par Mr. Browne, comme suit:—Lorsque le minerai est bien grillé, il contient de 10 à 11 pour cent de soufre. Il est enlevé des tas de grillage par une pelle à vapeur, et placé dans des chariots d'acier à fond mobile de 50 tonnes, et transporté aux caisses à minerai qui alimentent les fourneaux.

Les cinq trains à minerai dont nous avons parlé plus haut, s'avancant sur la voie ovale qui relie les caisses à minerai et les fourneaux, comprennent huit ou neuf chariots d'acier, à décharge latérale, les trois premiers transportant la charge de coke, laquelle est vérifiée à la pesée suivant un certain pourcentage du poids du minerai et de celui du fondant; cette quantité varie de 10 à 12 pour cent. Les trois chariots venant après le coke contiennent le minerai, ordinairement environ 9,000 à 10,000 livres de minerai grillé formant la charge. Un autre chariot porte 2,000 à 3,000 livres de minerai de Crean Hill, lequel, contenant peu de soufre, (12 à 14 pour cent) ne demande pas à être grillé. Si parfois, le minerai est bien calciné, 2,000 à 3,000 livres du minerai vert de Creighton peuvent aussi être employées dans la charge. Les riblons du fourneau, lorsqu'on les emploie, sont transportés dans un chariot séparé, comme on fait pour le quartz, la quantité de celui-ci employée variant de peu de chose à 2,000 livres par charge, suivant la quantité de silice qui se trouve dans le minerai.

Si les fourneaux sont engorgés par le minerai siliceux ou le minerai fin, on peut se servir de la chaux pour quelques charges à la place du quartz. Le coke est d'abord versé dans le fourneau, puis le minerai avec son fondant, et alors les riblons ou les criblures du plancher. Le soufflage contient normalement 24,000 pieds cubes d'air libre par fourneau et environ 25 à 35 onces de pression. Si les fourneaux sont engorgés par le minerai fin, le soufflage fera des trous, lançant la chaleur au sommet des fourneaux et formant des incrustations ou blocs de matière à moitié fondue. Dans ce cas, le soufflage diminue, et une charge "nettoyeuse" de minerai vert et de chaux est ajoutée. Ce mélange fond rapidement et porte la chaleur à la partie inférieure du four, traversant le dessous des blocs, que l'on déplace alors facilement par écartement.

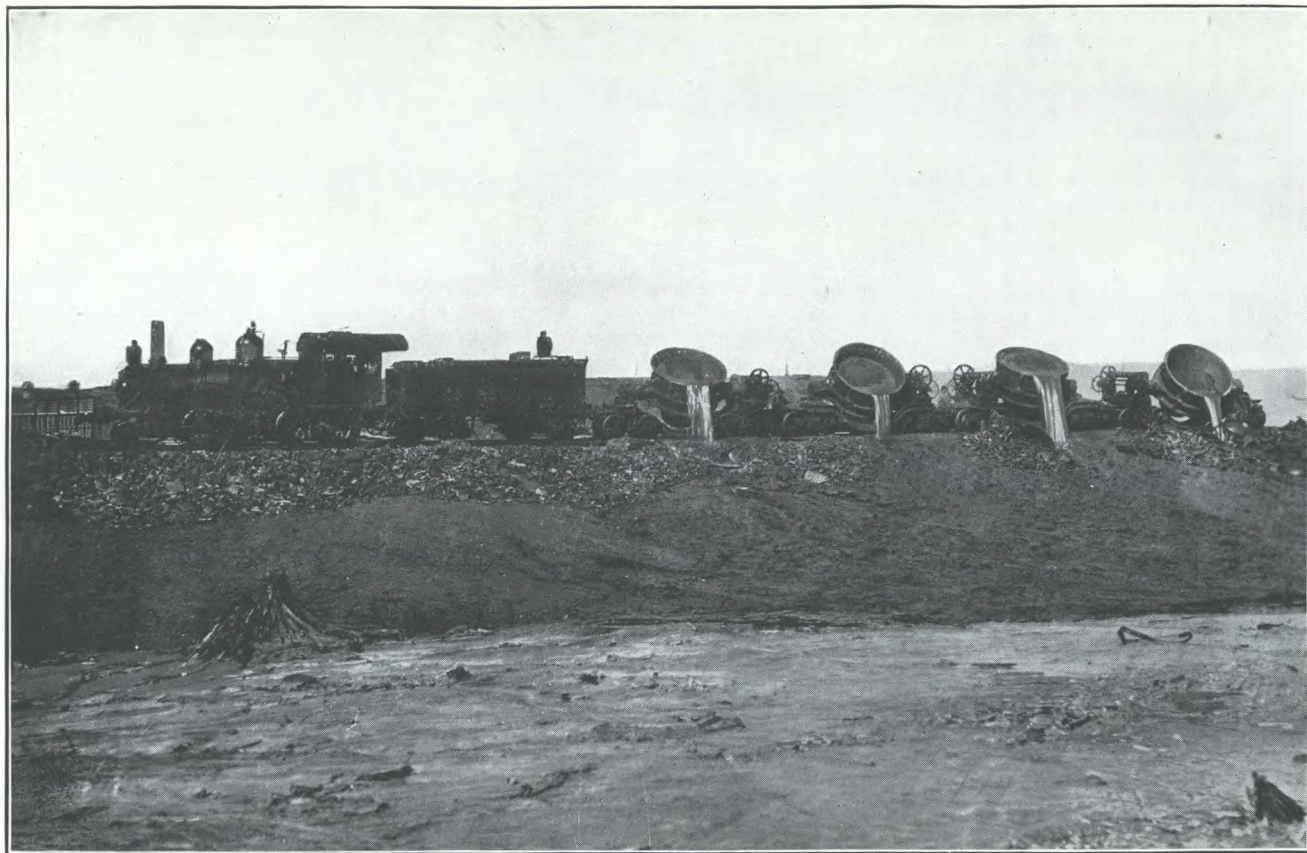
Il n'y a pas de règle fixe pour la marche des fourneaux; la charge peut varier journellement, et souvent changer d'heure en heure, suivant que le minerai change chimiquement ou physiquement de constitution. Les cinq fourneaux fondent de 40,000 à 50,000 tonnes de minerai par mois; la quantité de minerai vert à ajouter varie avec la qualité du minerai grillé. On peut faire la charge de deux parties de minerai grillé pour une de minerai vert, si le minerai de Crean Hill n'est pas reçu en quantité suffisante.

Le minerai vert pourrait être employé seul dans les hauts fourneaux, mais il en résulterait une matte de degré inférieur, ce qui imposerait beaucoup de travail à l'atelier convertisseur.

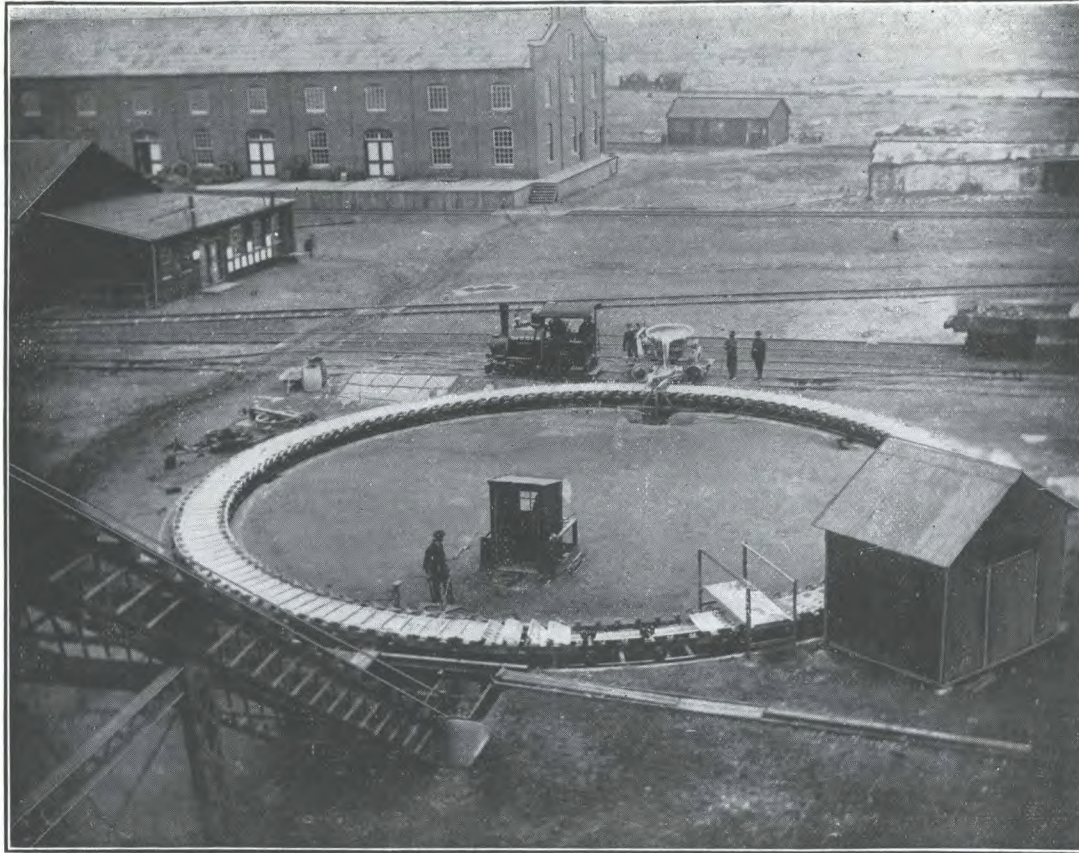
Il est intéressant de comparer la quantité de travail nécessaire pour convertir la matte de teneurs différentes en matte bessemerisée. Pour obtenir 100 tonnes de matte bessemerisée par jour avec une matte de four-



Intérieur de la construction pour le haut fourneau, usines de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



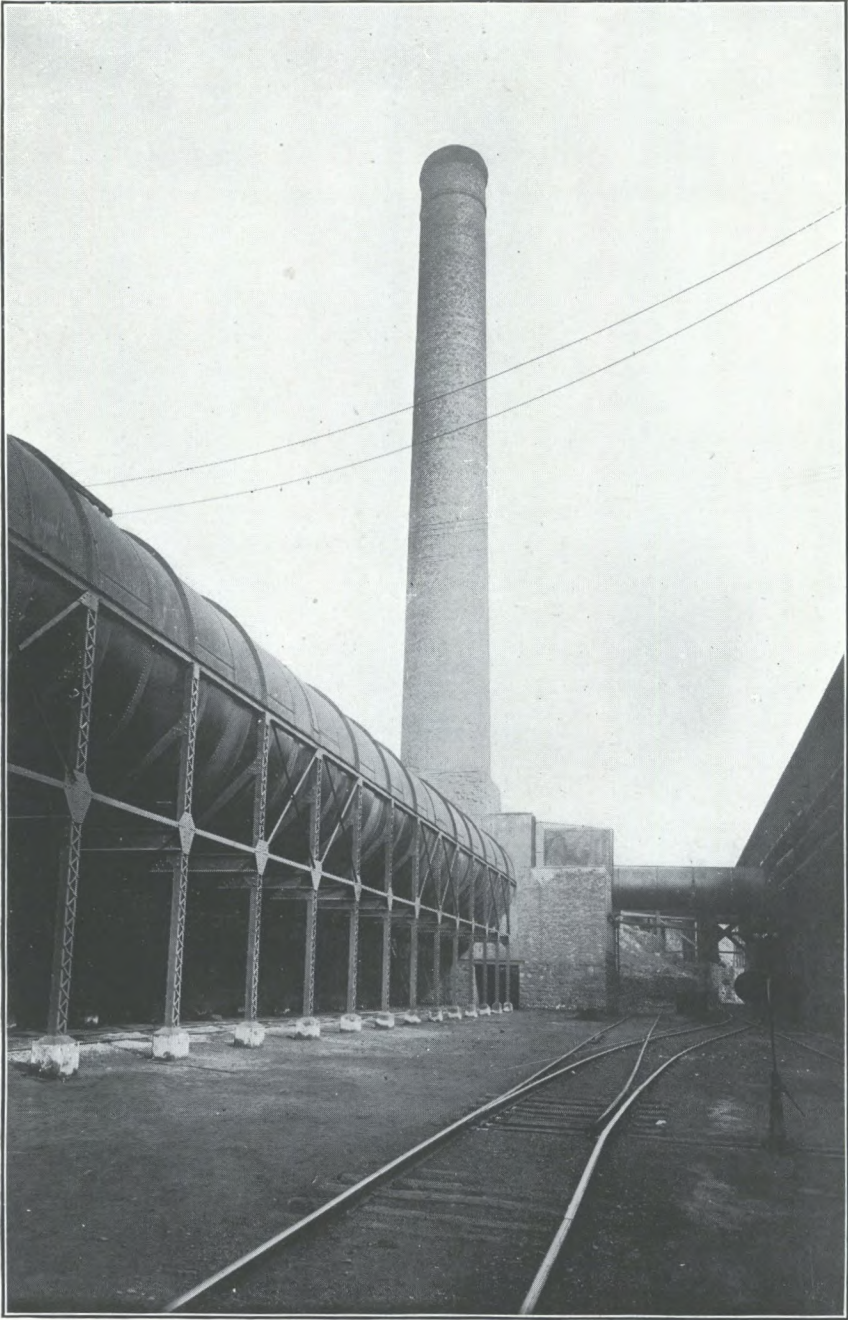
Déversement des scories: usines de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



Machine à refroidir les scories, usines de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



Hangar pour la matte, fonderie de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



Cheminée du haut fourneau, usines de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.

neau de 10 pour cent, on devrait employer 14 convertisseurs basiques; la matte à 15 pour cent, demanderait 7 convertisseurs; celle à 20 pour cent, 5 convertisseurs; la matte à 25 pour cent, 4 convertisseurs; et celle à 30 pour cent, 3 convertisseurs.

L'ensemble des procédés de fusion demande beaucoup tâtonnement. Actuellement, il y a 5 convertisseurs fonctionnant, ce qui devrait permettre d'employer de la matte à 20 pour cent.

BÂTIMENT POUR LE CONVERTISSEUR.

L'intérieur du bâtiment est construit en acier et solidement ancré, à cause des lourdes grues roulantes. L'atelier principal a 552 pieds de long, 60 pieds de large et 47 pieds au toit, avec des appentis aux hangars de 30 pieds de large, 392 pieds de long sur un côté, et 112 pieds sur l'autre côté. Un moniteur de 24 pieds de large et de 8 pieds de haut, avec des louvres, traverse la longueur entière à l'exception des baies des extrémités. La toiture est en béton armé et le blindage est en fer galvanisé et plissé, excepté sur une surface de 130 pieds vers l'extrémité sud qui est recouverte de mortier cimenté sur métal, ce qui protège efficacement contre la gelée. Le bâtiment renferme différents ateliers; 280 pieds de long sont employés pour la ventilation, tandis que le reste sert au séchage et au calcinage du quartz, etc. Anciennement, on employait ce bâtiment pour sécher, moudre, et concasser le quartz et l'argile, pour revêtir les convertisseurs acides, et pour l'opération lente de leur revêtement. L'introduction de grands convertisseurs basiques, tels que décrits par Mr. David Browne, a apporté des changements considérables sous ce rapport.

AMÉLIORATIONS ET ACQUISITIONS RÉCENTES A L'ÉTABLISSEMENT DE LA CANADIAN COPPER COMPANY.

(Le rapport suivant a été pris sans rien y changer d'un opuscule rédigé par Mr. Browne pour le "Canadian Mining Institute," 1912.)

Dans l'année 1910, la Canadian Copper Company avait en fonctionnement dix convertisseurs acides. Les cornues avaient 84 pouces sur 126, et étaient garnies du mélange ordinaire de quartz et d'argile. Chaque cornue renfermait huit tuyères, d'un pouce de diamètre et à six pouces les unes des autres. Le centre ou moule, autour duquel se trouvait le garnissage, était de forme ovale, mesurant trois pieds quatre pouces de haut, 5 pieds sur 2 pieds 6 pouces au sommet, et 4 pieds et six pouces sur 2 pieds à la base. Chaque cornue consommait environ 3,000 pieds cubes d'air libre par minute, avec 9 à 11 livres de pression.

La production de matte donnée par ces cornues dépendait principalement du degré de la matte de fourneau qui lui était fourni. Pour 36 pour cent de matte de fourneau, un revêtement durait environ 8 heures, produisait 7 tonnes de matte bessemerisée achevée, avec 80 pour cent de cuivre-nickel. Avec une matte de fourneau de 30%, un revêtement était bon pour produire 5.3 tonnes de matte bessemerisée.

Comme la quantité de métal perdue dans la scorie du fourneau dépend fortement du degré de la matte de fourneau obtenue, on a pensé qu'il serait préférable de produire une matte de fourneau à teneur plus basse, avec des scories plus nettes, imposant aux convertisseurs un fardeau augmentant chaque année. Les convertisseurs reçurent des mattes de fourneau de qualité inférieure, contenant non seulement moins de cuivre-nickel, mais plus de fer. Pour une matte de fourneau de 40 pour cent, une livre

de nickel-cuivre est accompagnée par 0.88 livre de fer; dans une matte de 30 pour cent, par 1.28 livre de fer, et dans une matte de 20 pour cent, par 2.4 livres de fer.

Comme ce fer est enlevé par l'oxydation et la combinaison avec la silice, pour former un laitier, et comme la quantité d'air qui traverse les convertisseurs est d'une capacité déterminée, virtuellement 3,000 pieds cubes par minute, il est évident que les mattes de basse teneur prennent plus de temps à chauffer, que celles de teneur élevée. Quand on emploie une matte de 36 pour cent, il faut environ une heure et cinq minutes de soufflage pour produire une tonne de matte bessemerisée de 80 pour cent, tandis qu'avec une matte de 30 pour cent une heure et cinquante-cinq minutes.

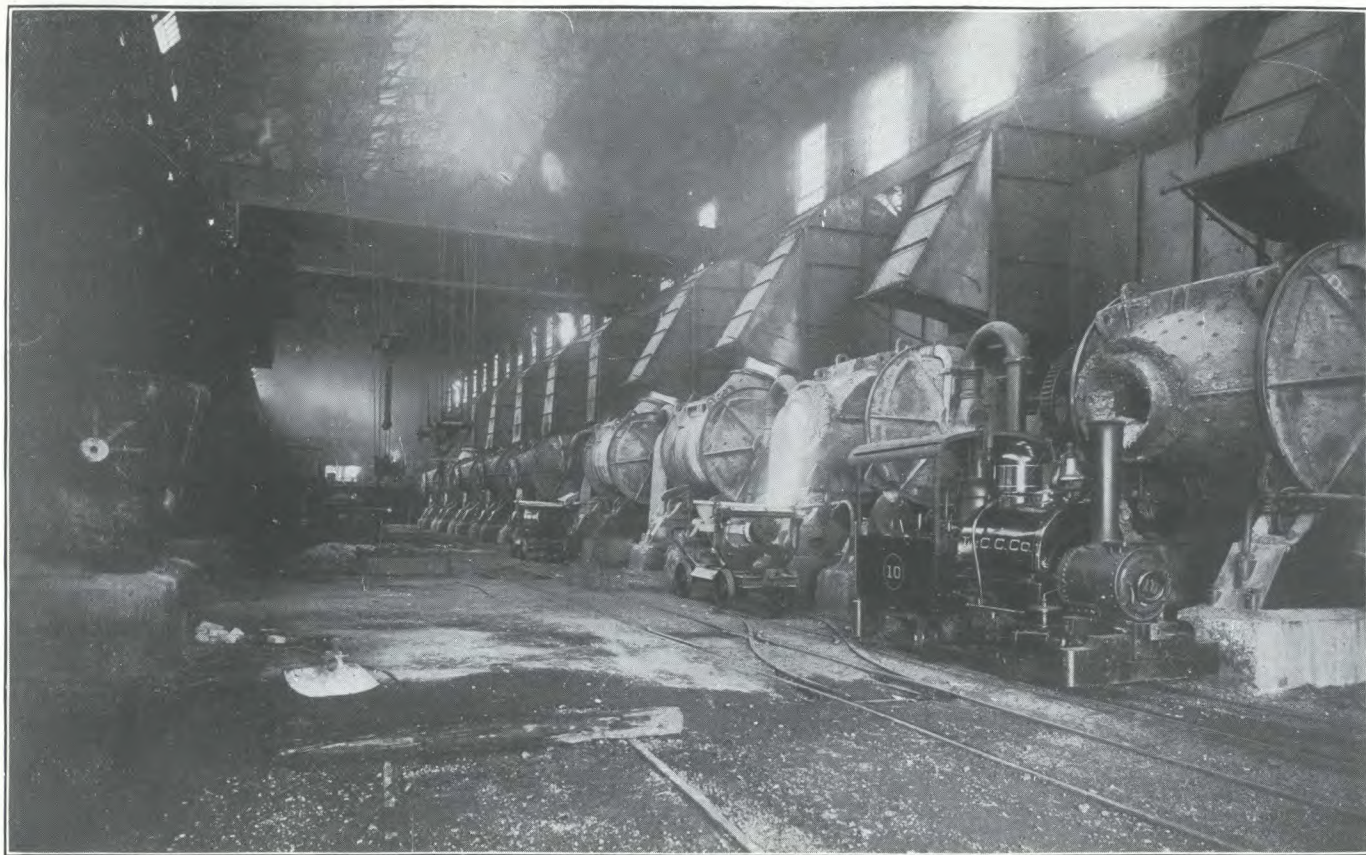
De plus, la quantité de riblons et de substances qui s'échappent par la bouche du convertisseur pendant l'insufflation est un facteur de la durée de l'opération. La quantité rejetée par le soufflage est à peu près la même par heure. En conséquence, comme la matte du four a une teneur de plus en plus basse, la production des convertisseurs diminue aussi de plus en plus, premièrement parce qu'ils ont plus de fer à enlever, ce qui demande plus de temps pour cette opération, et en second lieu, parce que durant ce temps plus long ils laissent tomber de plus en plus de substances sur le sol de l'atelier.

Ces considérations décidèrent la Canadian Copper Company à abandonner ce genre de convertisseurs acides et de leur substituer les convertisseurs basiques, comme ceux qui ont été installés par Messieurs Smith et Pierce, dans les ateliers de "The American Smelting and Refining Co." à Garfield.

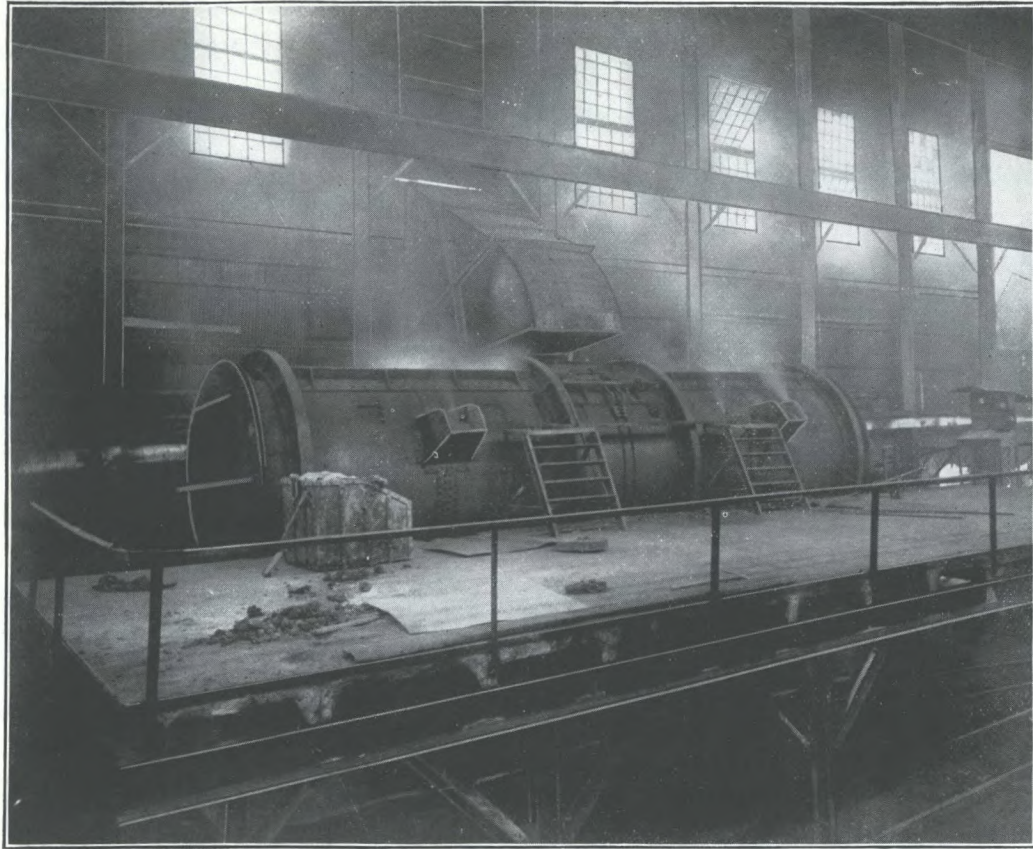
Le convertisseur basique est simplement un cylindre garni de briques magnétiques. Le fonctionnement du convertisseur est exactement le même que celui des convertisseurs acides. L'air insufflé dans les tuyères passe à travers la matte fondue et le fer s'oxyde. C'est alors que l'oxyde de fer se combine à la silice, pour former un laitier. La différence consiste en ce que dans les convertisseurs acides, la matière siliceuse est refoulée pour former le garnissage du convertisseur. Le fer attaque ce garnissage et le fond pour atteindre la silice, de sorte qu'après quelques heures de marche, le garnissage est complètement traversé, et la cornue doit être garnie de nouveau. Dans le convertisseur basique, le garnissage consiste en briques basiques, et le quartz ou autre substance à base de silice est jeté dans le convertisseur par dessus la matte autant de fois que le besoin s'en fait sentir. Les briques magnétiques qui forment le garnissage sont très vite consumées au-dessus des tuyères, mais un convertisseur basique donnera trois ou quatre mille tonnes de matte bessemerisée avant d'avoir besoin de réparation, tandis qu'un convertisseur acide exige un nouveau garnissage après n'avoir produit que 6 ou 7 tonnes.

En mars 1911, le premier convertisseur basique fut employé. Pendant le reste de l'année, les convertisseurs acides furent enlevés et remplacés par des convertisseurs basiques. A présent, tous les convertisseurs acides ont été enlevés, et remplacés par cinq basiques.

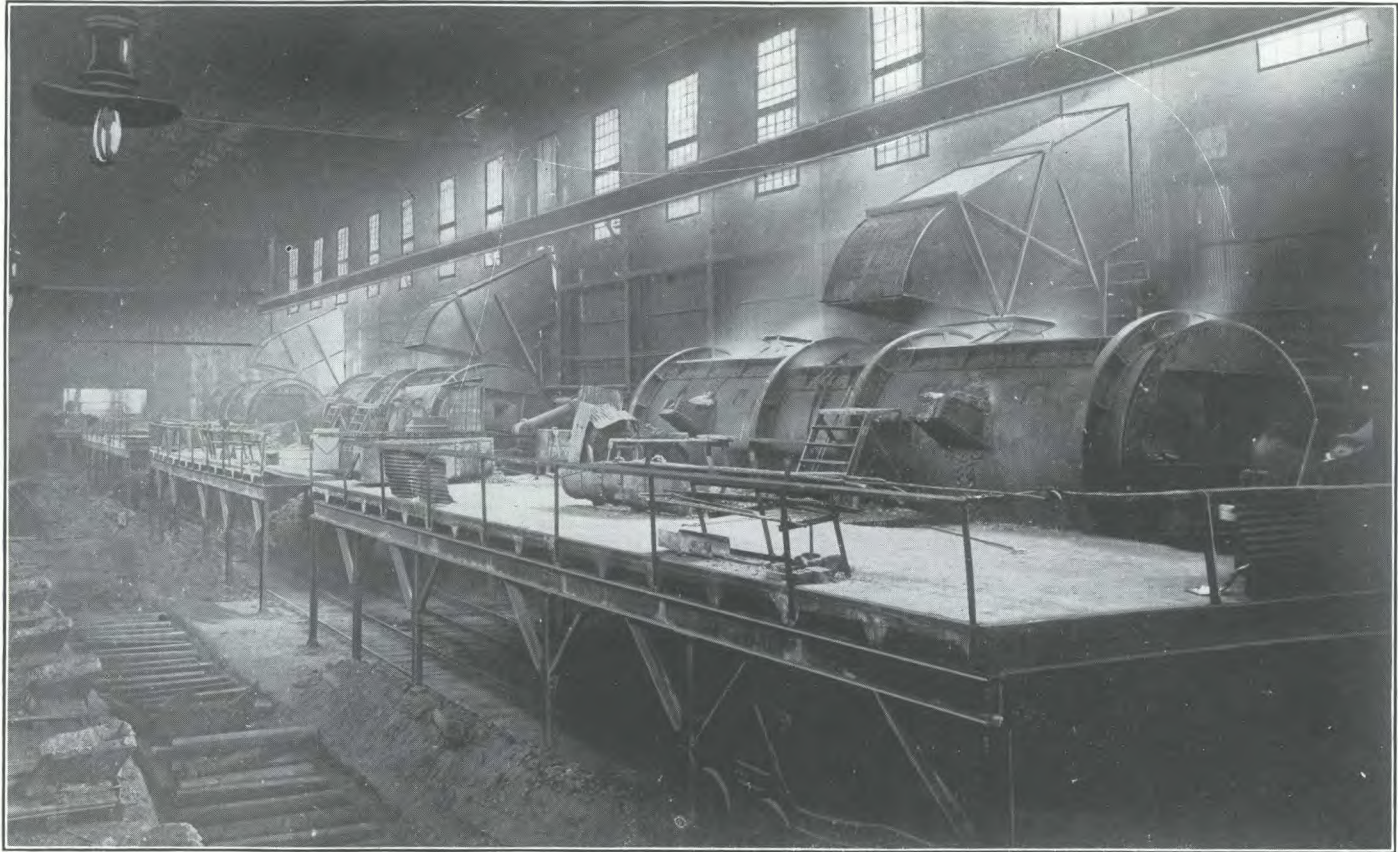
Ces convertisseurs basiques ont 37 pieds et deux pouces de long sur 10 pouces de diamètre, mesure extérieure. Ils fonctionnent sur quatre cercles de 12 pieds de diamètre. La cheminée ou ouverture dans le toit pour l'échappement des gaz, se trouve au centre du cylindre au lieu de se trouver à l'extrémité, comme à l'établissement de Garfield. Ils possèdent 44 tuyères, de 1 $\frac{1}{4}$ pouce de diamètre espacées de 7 pouces. Il n'y a pas de tuyère directement au-dessous de la cheminée. La longueur entière du garnissage est de 33 pieds 3 pouces. Le fond a deux pieds d'épaisseur, la



Ancien atelier du convertisseur acide, à Copper Cliff.



Convertisseur basique, usine de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



Convertisseurs basiques, Canadian Copper Company, usine_de_Copper Cliff.

paroi arrière ou de tuyère a 18 pouces, et celle de devant 15 pouces d'épaisseur. Le toit forme une arcade de 12 pouces. La brique qui enveloppe les tuyères a une épaisseur de 24 pouces.

Ces convertisseurs ont deux ouvertures ou gouttières dans le mur de façade en face mais au-dessus de la ligne des tuyères. Le cylindre est renversé pour répandre la scorie et la matte par ces ouvertures, et retournée pour souffler, au moyen de deux câbles en fer qui l'encerclent sur l'un ou l'autre côté de la cheminée centrale. Ces câbles sont fixés à un piston hydraulique fonctionnant dans un cylindre horizontal ayant un jeu de neuf pieds.

Comme l'agencement hydraulique ordinaire ne peut pas être employé vu le climat du nord de l'Ontario, on emploie l'huile au lieu d'eau, puisque celle-ci reste liquide à des températures basses. Elle est envoyée dans les cylindres au moyen de l'air comprimé. On a placé deux bassins, l'un pour l'emploi régulier, l'autre en cas d'accident. Ces réservoirs sont en acier de $\frac{3}{4}$ de pouce, mesurant 4 pieds de diamètre sur 15 pieds de haut. On pompe dans ces réservoirs une petite quantité d'huile, et l'espace au-dessus de l'huile est rempli d'air à une pression de 75 livres. Une pompe à pression électrique porte ensuite encore de l'huile dans les cylindres, donnant une pression d'air de 300 livres. A cette pression la pompe s'arrête automatiquement. Quand on désire que le convertisseur se renverse, on ouvre une valve sur la plateforme du convertisseur pour permettre à l'huile de passer sur un ou l'autre côté du cylindre hydraulique, mettre le piston en mouvement et ainsi au moyen d'une poulie avec câble, on fait prendre au convertisseur la position voulue. Pendant cette manœuvre, l'air qui se trouve au-dessus du réservoir se répand et perd sa pression. Quand la pression du bassin descend à 200 livres, la pompe à l'huile se met automatiquement en mouvement, faisant arriver l'huile dans le réservoir, jusqu'à ce que la pression s'élève à 300 livres.

Comme l'agencement complet de l'usine est actionné par l'électricité, il est manifeste que si pour quelque raison le pouvoir manquait, la soufflerie du convertisseur cesserait d'insuffler l'air dans les tuyères. La matte reviendrait alors à travers les tuyères, vu que le mécanisme qui renverse le convertisseur, étant aussi mu par l'électricité, ne serait d'aucune utilité. Pour éviter ceci, il y a un réservoir de rechange qui contient toujours de l'huile sous une pression de 300 livres. Ce réservoir est relié avec le cylindre hydraulique par une valve qui est toujours tenue fermée par un frein solénoïde. Le volant du soufflet du convertisseur est de dimension suffisante pour maintenir l'appareil en mouvement de sorte qu'il continue à insuffler l'air pendant 15 ou 29 secondes après que le pouvoir a cessé. Le frein-solénoïde est commandée par l'énergie électrique, et du moment que le pouvoir cesse, le frein-solénoïde se décroche, ouvrant la valve, et faisant arriver l'huile sur le bon côté du cylindre pour renverser le convertisseur.

Il arrive quelquefois qu'un orage ayant lieu à 25 milles de Copper Cliff, arrête le courant électrique. Les dispositifs de sûreté décrits plus haut, étant absolument automatiques et complètement séparés du système régulièrement employé ont donné une très grande satisfaction.

Le convertisseur basique prend une charge initiale d'environ 60 tonnes de matte de fourneau. Environ 10 pour cent de roche quartzeuse, séchée au préalable, est vidée dans le convertisseur, et la soufflerie est mise en marche. L'insufflation est faite entièrement par un système d'horlogerie. La charge est soufflée pendant environ une demi-heure ou trois quarts heure, puis renversée pour permettre d'écumer la scorie. Quand la scorie est enlevée, 5 ou 6 tonnes de matte de fourneau sont versées dans le con-

vertisseur. Après que la scorie est déversée, on ajoute environ 3 tonne de quartz ou de minerai siliceux avec du quartz, et l'on recommence l'insufflation pour un autre laps de temps déterminé. La longueur de l'insufflation, la quantité de scorie retirée, le poids de matte ajoutée chaque fois qu'on a enlevé l'écume, et le pourcentage de fondant requis ont tous une influence sur la qualité de la matte, et doivent être déterminés par l'expérience.

L'insufflation et l'addition de la matte est continuée jusqu'à ce qu'il reste dans le convertisseur 70 à 80 tonnes de produit terminé. Ceci peut demander de 300 à 400 tonnes de matte de fourneau et de 30 à 50 heures d'insufflation, selon la qualité de la matte. La matte terminée est alors fondue dans des moules, et le cycle des opérations recommence.

Le convertisseur basique a plusieurs avantages sur le convertisseur acide. Les unités sont beaucoup plus grandes. Il simplifie le problème du traitement des grandes quantités de matte. En pratique, il n'y a aucune substance jetée en dehors du convertisseur pendant l'insufflation, et il ne faut pas autant de matte de fourneau pour produire une tonne de matte bessemerisée. La scorie obtenu est plus bas en silice, ce qui signifie une économie de fondant. La scorie au convertisseur contient moins de cuivre-nickel que la scorie du convertisseur acide, mais étant donné que toute la scorie des convertisseurs doit être traitée de nouveau, cela n'a pas d'importance. En somme, l'opération du convertisseur a été de beaucoup simplifiée par ce changement.

LE FOUR A RÉVERBÈRE.

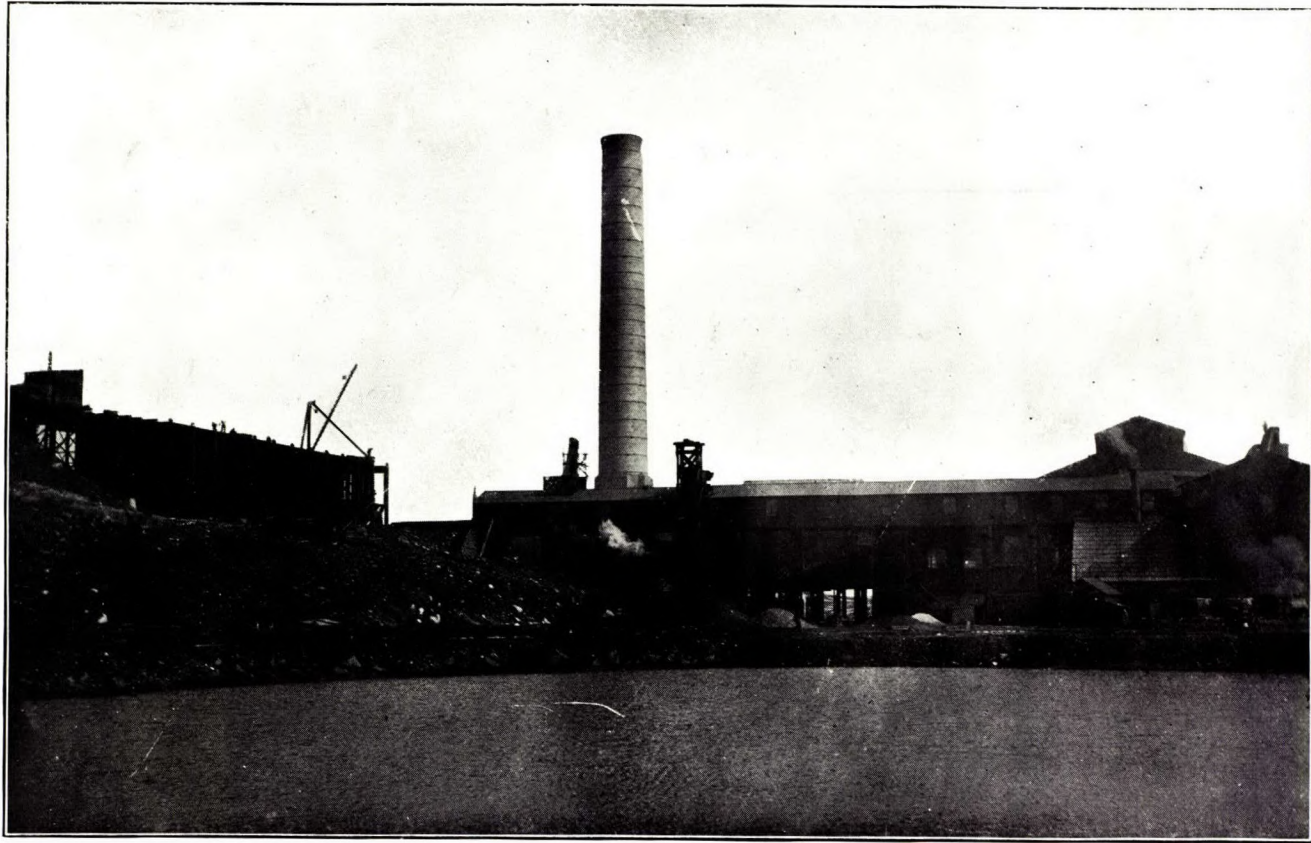
Pendant les dernières années, environ cinquante mille tonnes de poussière fine ont été des chambres à poussière de hauts fourneaux. Plusieurs tentatives ont été faites pour fabriquer des briquettes ou des croutes avec cette poussière, afin de l'employer utilement comme charge d'un haut fourneau, mais ces essais n'ont pas donné de résultat, soit à cause d'un défaut de méthode ou d'une dépense exagérée. La poussière de la cheminée a donc été mise en tas, en attendant la construction de fourneaux à réverbère. Il y a eu une accumulation semblable de matières fines de minerai vert provenant des mines, mesurant moins d'un quart de pouce de diamètre, ce qui est trop petit pour les hauts fourneaux.

Dans l'année 1911, la Canadian Copper Company commença l'érection de deux grands fours à réverbère. Le premier fut allumé à la fin de décembre 1911.

Ces fours à réverbère sont intéressants, en ce qu'ils sont les premiers qui brûlèrent le charbon en poudre. Des expériences pour l'emploi du charbon pulvérisé ont été faites d'abord par M. Chas. Shelby, à Cananea, et par M. S. S. Sorensen, à la fonderie de Highland Boy, mais tandis que ces essais prouvaient que cette méthode de chauffage au charbon pulvérisé pouvait être employée, les conditions locales empêchèrent de l'adopter. Dans aucun cas, les fours n'étaient spécialement construits pour s'adopter aux conditions requises par ce combustible.

Les fours construits à Copper Cliff ont 112 pieds sur 19 de surface de foyer. Les parois latérales ont 27 pouces d'épaisseur. La toiture a 20 pouces d'épaisseur pour les premiers 35 pieds près des brûleurs à charbon, et 15 pouces d'épaisseur pour le reste. La hauteur maximum à l'intérieur est des 6 pieds. La sole est une arche renversée en briques de magnésite avec un ressort de 12 pouces. Le ressort de la voûte du toit a 19 pouces, avec un pouce d'élévation au pied.

La fondation de ces fourneaux fut faite sur un tréteau d'environ 14 pieds de hauteur, en déversant la scorie des fourneaux du haut de ce tréteau,



Installation du four à réverbère, usines de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.



Intérieur du bâtiment du four à réverbère, usines de la Canadian Copper Company, à Copper Cliff.

afin de construire dans les murs extérieurs un bloc solide de scorie de 10 pieds au-dessus du niveau du chantier. Sur cette fondation, on construisit les murs latéraux des fours à réverbère. La scorie fut versée à l'intérieur de ces murs pour former une sole de foyer ou de four d'environ deux pieds d'épaisseur. Par ce moyen, une masse solide de scories d'environ 12 pieds d'épaisseur fut formée sous le four. Entre les fours, des ouvertures furent formées par des murs en ciment, de façon à ménager des tunnels pénétrant dans les fondations de scorie au niveau de la cour, sur les deux côtés de chaque four. A travers ces tunnels, on porte la scorie fondue du convertisseur au four à réverbère, et la matte en est rapportée.

Le foyer du fourneau est formé par le nivellement du fond en scorie versée, mélangée de ciment, de manière à obtenir une voûte renversée de la même courbe que le garnissage de la brique de magnésite. Sur cet emplacement, une couche de brique réfractaire de une épaisseur de $2\frac{1}{2}$ pouces fut posée à plat. Par-dessus, on a mis deux pouces de minerai de terre de chrome, et finalement, on a placé la sole de 9 pouces de brique de magnésite. Ce foyer en brique fut posée sur un mélange de terre de magnésite et d'huile de lin. De petites lattes de bois, pour l'expansion, furent placées entre chacune des six assises. L'expansion allouée est d'un quart de pouce au pied.

La paroi se compose de brique de silice de 18 pouces d'épaisseur. Sur celle-ci repose la voûte. A l'intérieur de cette paroi, on a construit un mur en magnésite, de 9 pouces d'épaisseur, qui s'élève jusqu'au toit sans le soutenir. Le trou de coulée est disposé de façon à garder 12 pouces de matte dans le foyer, de sorte que la sole est toujours protégé par une mare de matte.

La scorie est enlevée, non pas en avant du fourneau comme d'habitude, mais sur l'un ou l'autre côté où les murs se rétrécissent, à environ 11 pieds du devant du fourneau. L'espace frontal ordinairement occupé par la porte des scories s'incline graduellement à partir du fond du foyer pour former une issue directe pour les produits de combustion. La surface de la gorge est d'environ 27 pieds carrés. Les gaz ne rencontrent aucun obstacle, mais passent directement dans une conduite transversale de 6 pieds par 9 pieds, qui est couverte de crampons. Cette conduite a 70 pieds de long, et se rattache à la conduite principale de la chambre à poussière. La conduite principale a 15 pieds sur 19 pieds sur 200 pieds, et se relie à la cheminée, celle-ci a 17 pieds 2 pouces de diamètre à la base, 15 pieds 4 pouces de diamètre au sommet, et 200 pieds de hauteur.

A l'extrémité du four se trouvent deux séries de caisses pour chargement. On les emploie pour verser la poussière des conduites, les minerais fins et d'autres minéraux pulvérisés, dans le four. Chaque caisse possède cinq trémies, se déchargeant par des portes à coulisse à travers le toit.

La partie la plus intéressante dans le four à réverbère est la méthode de chauffage. Le charbon est déversé du tréteau dans les caisses d'emmagasinage. De ces caisses, il passe à travers un concasseur à charbon sur la courroie de transmission. Ce charbon mesure $\frac{1}{2}$ pouce ou moins, et est transporté par cette courroie de transmission à la chambre de pulvérisation du charbon et versé dans une caisse. De cette caisse, il passe dans un autre véhicule qui approvisionne un séchoir Ruggle Coles. Le charbon sec est placé dans les caisses d'ou il tombe dans deux pulvérisateurs Raymond, qui pulvérisent le charbon en une poudre des plus fines, la plus grande quantité passant dans un tamis de 200 mailles. Le charbon pulvérisé est aspiré par un ventilateur dans un séparateur au sommet du bâtiment, porté par des véhicules dans l'atelier du fourneau à réverbère, et versé dans les caisses à l'extrémité des fourneaux. De ces caisses il est enlevé par

cinq transmetteurs à vis d'une vitesse variable, de 4 pouces de diamètre, qui fournissent le charbon à cinq brûleurs, le déversant devant des tuyaux qui amènent l'air d'un ventilateur. La soufflerie envoie le charbon dans le fourneau sous la forme d'un nuage ou jet de poussière qui brûle exactement comme l'huile combustible. Chaque brûleur peut marcher indépendamment, et l'on peut varier à volonté la quantité de charbon ou d'air.

La scorie du convertisseur de l'atelier est amenée au four à réverbère dans des pots de dix tonnes de contenance, par une locomotive qui traverse les tunnels séparant les fourneaux. A travers les ouvertures dans la toiture de ces tunnels, les grues du four à réverbère recueillent les pots de scorie, et versent cette dernière à travers une ouverture du toit dans le fourneau. La scorie étant laissée dans le pot, le pot est retourné sur son traîneau dans le tunnel, et la matte du four à réverbère est coulée dedans, et rapportée par la locomotive à la bâtisse du convertisseur, pour être chargée dans les convertisseurs basiques.

L'atelier du four à réverbère fut mis en fonctionnement avant que le système des caisses pour le minerai fut complété. Actuellement, la poussière des conduites et les minerais verts broyés sont chargés à la main par les portes latérales, et comme la charge est humide et congelée, la quantité chargée est maintenant inférieure. Le système de chauffage au charbon est cependant tout à fait satisfaisant, et l'on n'a aucune difficulté avec la cendre de charbon. Il se dépose une petite quantité de cendre dans la cheminée près de l'extrémité de la fournaise, laquelle est enlevée par des portes environ deux fois par semaine.

Comme l'atelier n'a fonctionné que pendant quelques semaines, et dans des conditions anormales, on ne peut pas faire de comparaisons avec la méthode de l'ouest. On peut déclarer, cependant que le système de chauffage est tout à fait satisfaisant, et on espère qu'avec le système de chargement au moyen des caisses, cette méthode de combustion reviendra beaucoup moins cher qu'en brûlant du charbon sur une grille. Il n'y a pas de perte de combustible, puisque tout le carbone dans le charbon est consommé. Les cendres ne donnent aucun ennui, et l'on peut maintenir uniforme la chaleur du fourneau.

Lorsque le fourneau aura fonctionné quelques mois dans des conditions normales, on pourra faire quelques comparaisons. Les indications actuelles sont que ces comparaisons démontreront que ce système de combustion a beaucoup d'avantages sur celui du charbon brûlant sur la grille, qui avait été jusqu'alors la pratique coutumière.

Usine motrice de la Canadian Copper Company.¹

Lorsque la fonderie actuelle fut mise en marche, on n'avait pas prévu la construction d'une installation hydro-électrique. Les mines et ateliers divers, etc., avaient leurs aménagements à vapeur individuels, et dans les deux premières années, la fonderie fonctionna au moyen d'un pouvoir à vapeur.

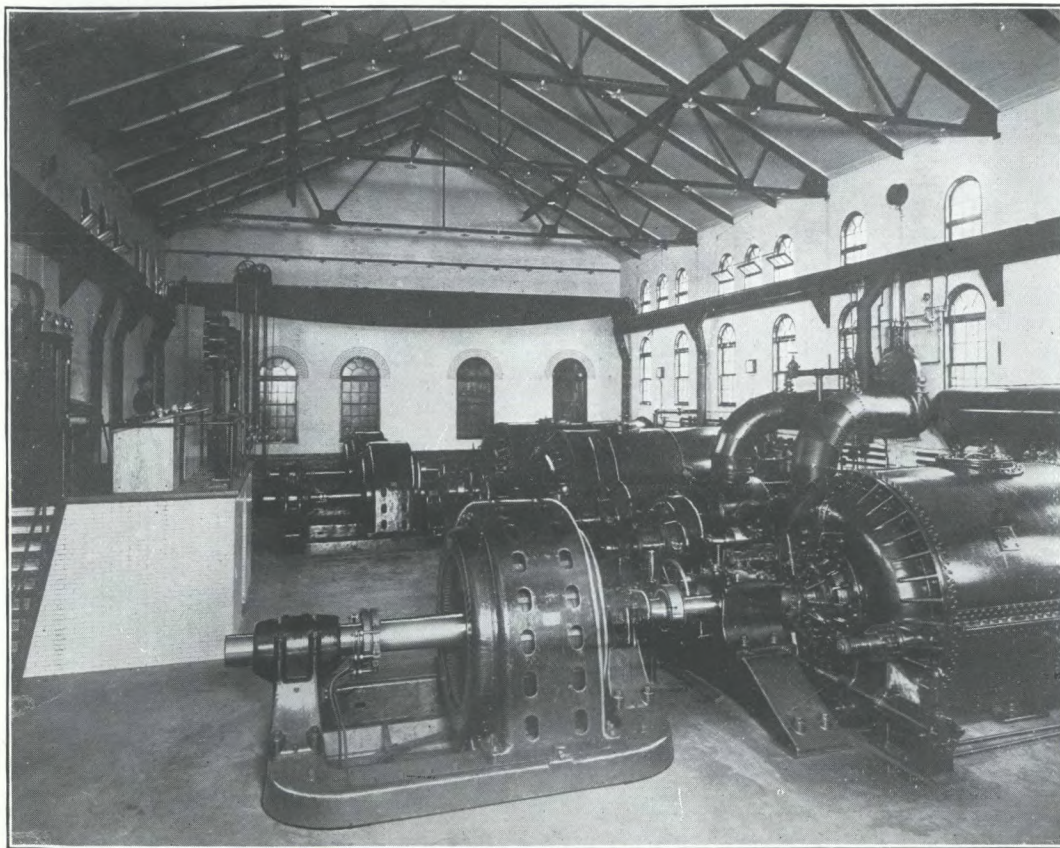
Le bâtiment contenant l'usine motrice a 100 pieds sur 160 pieds. Les murs sont en brique, avec des fondations en maçonnerie. L'armature d'acier supporte un toit recouvert de tuiles avec ardoise plastique. Un mur longitudinal de briques réfractaires s'étend à travers le centre de la construction et sépare la chambre des machines de celle des chaudières. Les planchers sont en béton armé.

Il y a deux paires de chaudières à tubes d'eau, d'une puissance de 400 chevaux, fournissant la vapeur surchauffée à 160 livres de pression, ainsi

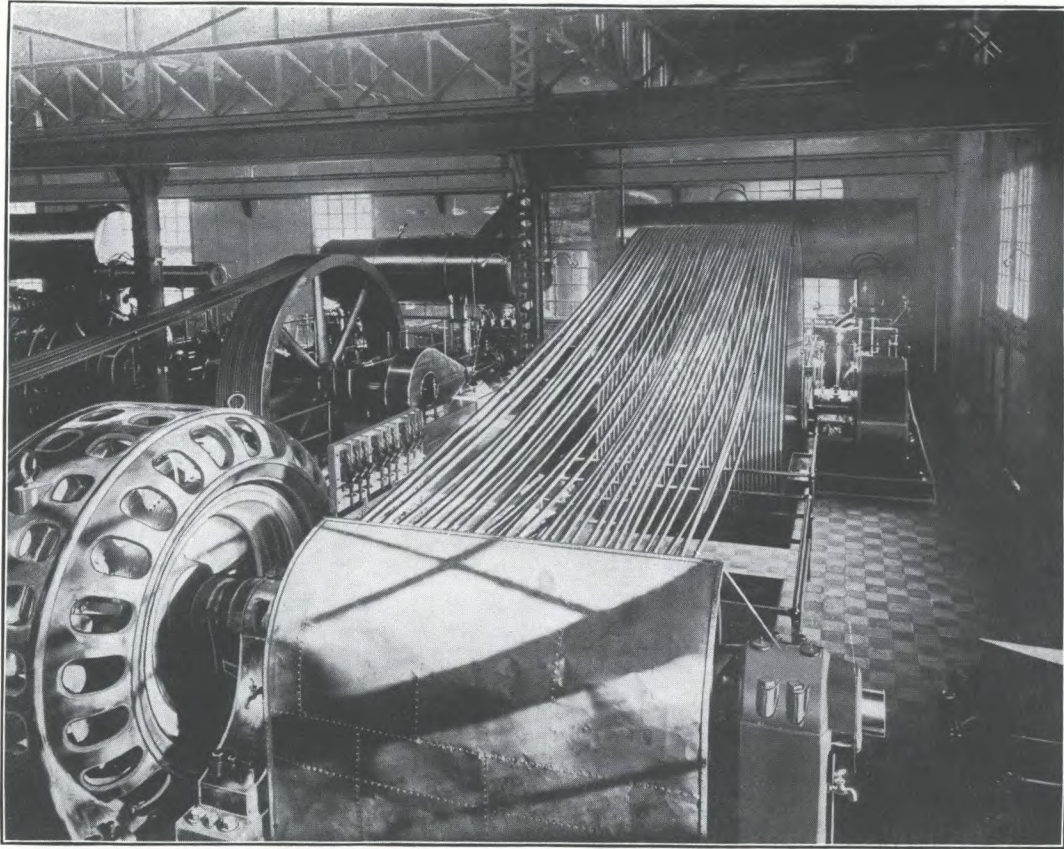
¹ Can. Min. Inst., Vol. XII, 1909, pp. 231-239.



Usine motrice de la Canadian Copper Company, à High Falls, sur la rivière Spanish.



Générateurs de la Canadian Copper Company à High Falls.



Usine auxiliaire, Copper Cliff.

que les pompes d'alimentation nécessaire, les radiateurs, les pompes pour puits à eau chaude, celles à air sec, et un condenseur barométrique de 24 pouces. Dans la chambre des chaudières, il y a aussi une pompe "underwriter" donnant 1,000 gallons, une pompe double pour fournaise, de 700 gallons, et un compresseur cross-compound de $18 \times 11 \times 18$.

Comme toute l'eau employée dans l'établissement contient 15 à 20 parties d'acide par million, il était nécessaire d'installer un atelier de purification; celui-ci alimente également le réservoir de la locomotive.

La chambre des machines renferme le matériel suivant:—

Deux souffleries à vapeur cross-compound Corliss, de $13 \times 25 \times 42$, air double, 57×42 , donnant une pression de 60 onces, pour le fourneau. Capacité, 20,000 pieds par minute, à 85 r.p.m.

Une soufflerie à vapeur cross-compound, $15 \times 30 \times 42$, air double, 40×42 , donnant une pression d'air de 15 livres, pour le convertisseur. Capacité, 10,000 par minute, à 85 r.p.m.

Deux séries de générateurs, consistant chacune en une machine compound Corliss tandem, de 350 chevaux, $13 \times 26 \times 24$, 200 r.p.m. reliés directement à un générateur à 25 cycles de 200 k.w. 600 v. triphasé, avec excitateur de 11 k.w. commandé par courroie.

Une série de moteurs générateurs de 30 k.w. délivrant un courant continu de 250 volts.

Tout ce matériel est tenu en réserve, en cas d'accident sérieux à l'établissement hydro-électrique. Une chaudière est tenue sous pression, délaissée en été, et envoyant en hiver la vapeur pour chauffer les divers bâtiments du voisinage.

A cause du manque d'espace dans la station électrique inférieure, on a installé dans l'usine motrice à vapeur une soufflerie rotative pour fourneau de 300 pieds, avec câble mû par 2 moteurs à induction d'une puissance de 225 chevaux. Il y a trois vitesses différentes, la plus rapide donnant 30,000 pieds cubes par minute.

Le pouvoir hydraulique mentionné plus haut fut développé par une compagnie auxiliaire, connue sous le nom de "Huronian Company", établie pour cela et dans d'autres buts. Ce pouvoir est situé à High Falls sur la rivière Spanish, dans le canton de Hyman, à environ quatre milles de l'embranchement "Soo", de la voie ferrée du Canadian Pacific à environ 23 milles à l'ouest de la station de Copper Cliff. Il est relié au chemin de fer par une voie en cul-de-sac partant de la station Turbine.

Les travaux furent commencés sur cette ligne dans le printemps de 1904, et le développement de pouvoir au mois de septembre suivant. Le pouvoir électrique fut mis en train à Copper Cliff en 1906. L'usine hydro-électrique est située sur le point le plus bas d'une île sur la rivière, d'où l'eau est amenée. La charge d'eau était de 67 pieds, a été rehaussée par les digues à 85 pieds. La chute principale est en amont, elle a 2,000 milles carrés, elle est pratiquement non améliorée et renferme une grande surface de lacs.

Les digues sont toutes construites en ciment sur la roche solide. Ce travail fut fait sans interruption pendant l'hiver de 1904-1905. On dut se servir de couloirs et d'estacades flottantes pour manipuler la grande quantité de billes coupées descendant annuellement le courant de la Spanish river.

A partir du mur à cloison étanche, il y a trois vannes en acier de neuf pieds pour les générateurs, et une de trois pieds pour les excitateurs, qui descendent sur l'inclinaison jusqu'à l'usine motrice qui est construite en briques sur une fondation en béton, avec un toit à armature d'acier.

La toiture est en colombage de 2×4 , recouvert de fer galvanisé. Le bâtiment a 106 pieds de long par 71 pieds de large, avec une annexe de 33×30 à une extrémité, pour l'atelier et la chaudière à vapeur. Le système de soufflerie pour le chauffage est employé.

La chambre des générateurs a 55 pieds de large, laissant 16 pieds le long sur un côté pour les chambres des transformateurs et la tour des interrupteurs, qui en sont séparées par des murs en brique réfractaire et des portes d'acier.

Il y a un espace pour quatre unités génératrices, dont trois sont installées. Chaque unité consiste en un générateur triphasé de 2,000 k.w., 25 cycles, 2,400 volts, relié directement à l'ouverture d'une turbine d'une force de 3,500 chevaux, sur laquelle sont montés deux anneaux mobiles en bronze de 34 pouces, dans une seule enveloppe.

La pression est de 85 pieds et la vitesse de 375 r.p.m.

Il y a deux excitateurs de 209 k.w. chacun, qui peuvent fournir l'un ou l'autre l'induction à quatre générateur. Chaque excitateur est actionné par une petite turbine, reliée directement.

Trois systèmes de transformateurs, de trois chacun, marchent à un voltage allant de 2,400 à 35,000, ce dernier étant le voltage de transmission.

Le tableau de service occupe une position centrale élevée au-devant de la tour des interrupteurs donnant une vue complète de la chambre du générateur, et des opérations d'interruption dans la tour. Tous les interrupteurs sont contrôlés à distance, et il n'y a pas plus de 125 volts sur le tableau.

Il y a un petit compresseur à air mû par un moteur pour le nettoyage, et pour fournir l'huile par air comprimé.

Comme protection contre l'incendie, il y a une pompe à turbine à deux révolutions de 500 gallons, reliée directement à un moteur d'une force de 50 chevaux, mise en action par l'excitateur. La pompe aspirante est reliée aux vannes.

Aucun accident n'a été causé à ce matériel par le "frazil", car il n'existe aucun courant rapide sur une distance de six milles. Les vannes, les portes à cloison étanche, et les cribles sont à l'abri, et l'emploi d'un courant faible aux endroits critiques préserve efficacement la formation de glace dans les tubes.

Ligne de transmission.—La ligne principale de transmission a environ 50 milles de long, à partir de l'usine motrice à High Falls, jusqu'à la station auxiliaires à Copper Cliff, occupant en grande partie son propre droit de passage, de 100 pieds de large, libre de tout. Elle est faite de doubles poteaux de cèdre, avec des poteaux aux centres de 8 pieds, boulonnés à un coude commun, les supports pour les poteaux étant placés à 120 pieds d'intervalle.

Il y a deux circuits triphasés indépendants en fil No. 1, agencés en deux triangles équilatéraux, de quatre pieds d'intervalle, et de quatre pieds sur un côté. Un circuit est transporté et l'autre droit.

Des branches à perche unique de construction à simple circuit, vont de la ligne principale à la mine Crean Hill ou à la mine Creighton, chacune ayant environ $3\frac{1}{2}$ milles de longueur. Elles sont toutes les deux reliées au même circuit principal avec des interrupteurs aériens.

Des paratonnerres, du type corne, protègent l'usine motrice et les usines auxiliaires à Copper Cliff, à Creighton et à Crean Hill.

Une ligne téléphonique relie directement les tableaux de distribution de l'usine motrice, et l'usine auxiliaire de la fonderie le long de la ligne de transmission. Elle est supportée sur une petite traverse à six pieds plus

bas que la principale traverse, avec des fils métalliques transposées sur tous les cinq poteaux. Cette ligne donne un service parfait.

Une seconde ligne téléphonique supportée pour la plus grande partie sur les poteaux télégraphiques du Canadian Pacific Ry., relie les stations terminales avec la station centrale de Copper Cliff, ainsi qu'avec celle de Crean Hill et autres stations intermédiaires.

Usine auxiliaire de la fonderie.—C'est l'usine principale de distribution du système, elle alimente les moteurs dans la bâtisse elle-même et ailleurs; elle a une capacité totale de plus de 7,700 chevaux, à part l'éclairage à arc et à incandescence pour la fonderie, les ateliers, etc., et la ville de Copper Cliff. La plupart des circuits dans les bâtiments du fourneau et du convertisseur sont établis sous terre dans des conduits en fibre posés dans du ciment.

Le bâtiment a 92 pieds de largeur, par 194 de longueur. Les fondations, les murs et les planchers sont en ciment. Les poutres d'acier du toit sont placées sur une rangée centrale et deux rangées extérieures de colonnes d'acier, les dernières s'élevant dans les murs de ciment. Deux grues à main de dix tonnes de capacité sont placées sur deux voies ferrées parallèles, d'une extrémité à l'autre de la construction. Le toit consiste en tuiles creuse et est recouvert de goudron et de gravier.

Les bâtiments pour le transformateur et la tour de haute tension pour le contact sont disposés le long d'un côté, séparés par des murs à l'épreuve du feu.

Ce bâtiment renferme la matériel suivant:—

Deux bancs pour convertisseurs, de trois chacun, 667 k.w., 35,000 à 2,400 volts.

Trois convertisseurs, 175 k.w. chacun, 2,400 et 575 volts.

La plupart des moteurs en dehors de ce bâtiment marchent à 555 volts.

Un tableau de distribution à quinze connexions.

Une pile d'accumulateurs pour contrôler les interrupteurs.

Quatre machines soufflantes pour le fourneau, doubles, avec valve radiale, 70 × 42, d'une capacité d'environ 24,000 pieds cubes d'air par minute, délivrés à 50 onces de pression, avec 75 r.p.m. Elles sont conduites par quatorze câbles de 1 pouce $\frac{1}{2}$, système anglais; deux par un moteur de 600 chevaux, et deux par un moyeur de 500 chevaux. Les moteurs sont munis de contrôleurs spéciaux à changement de pôle donnant trois vitesses.

Chacune de ces machines soufflantes est reliée à un ou à plusieurs fourneaux par un tuyau d'air, placé sur des tréteaux en acier. Deux de ces tuyaux s'étendent d'un bout à l'autre, dépassant les fours, jusqu'à l'usine motrice où ils sont reliés à une soufflerie rotative, et aux deux machines soufflantes à vapeur, mentionnées précédemment. Chaque compresseur est muni d'un ressort multiple de 22 pouces, pour chasser l'air, et chaque machine d'un système de graissage à pression automatique, un compteur à révolution, un enregistreur de pression, etc.

Une machine soufflante pour convertisseur, à double effet, valve Corliss, 60 × 48, capacité 10,200 pieds cubes d'air par minute à 12 livres, 100 r.p.m. alimentant quatre convertisseurs, mise en marche par un moteur de 500 chevaux-vapeur, avec seize câbles de 1 pouce $\frac{1}{2}$.

Une machine soufflante pour convertisseur, à double effet, valve Corliss, 60 × 48, capacité 20,700 pieds cubes par minute à 12 livres, 70 r.p.m. alimentant huit convertisseurs, mue par un moteur de 1,200 chevaux vapeur, avec 42 câbles d'un pouce et demi. Une machine soufflante supplémentaire du même genre a été installée pour le nouveau convertisseur basique.

Ces deux machines sont munies chacune d'un système de décharge automatique avec un système de graissage à pression automatique, appareil enregistreur, etc. Ils se déchargent tous les deux dans un récipient commun, d'où un tuyau d'air de 36 pouces est installé sur un tréteau en acier jusqu'à l'atelier des convertisseurs.

Un compresseur à air cross-compound de 100 livres, 15 × 24 × 24, d'une capacité de 1,500 pieds cubes par minute, relié directement à un moteur d'une force de 300 chevaux, à 120 r.p.m. L'air de cette machine est distribué partout dans l'établissement, et est employé pour divers usages, comme pour arrêter les moteurs, refouler les garnissages du convertisseur, assécher la cornue, ouvrir et fermer les registres des fours et autres, actionner les treuils et les élévateurs, les outils à air de différents genres, les forges, etc.

Une pompe à incendie à turbine de 6 pouces, 4 révolutions contenant 1,000 gallons, est reliée directement à un moteur de 225 chevaux-vapeur. Cette pompe, ainsi que la pompe "underwriter" dans le bâtiment du pouvoir est reliée à une série de conduits secs qui sont placés autour du bâtiment de la fonderie, avec des bornes-fontaines et des hangars pour les bôyaux d'incendie, à de fréquents intervalles. Un système renfermé d'avertisseurs à incendie à circuit électrique y est en usage.

Un système de générateur à moteur de 100 k.w. 575 cour. alt. à 250 cour. cont. mettant en mouvement les locomotives électriques pour le chargement du four. C'est le seul courant continu employé dans le système.

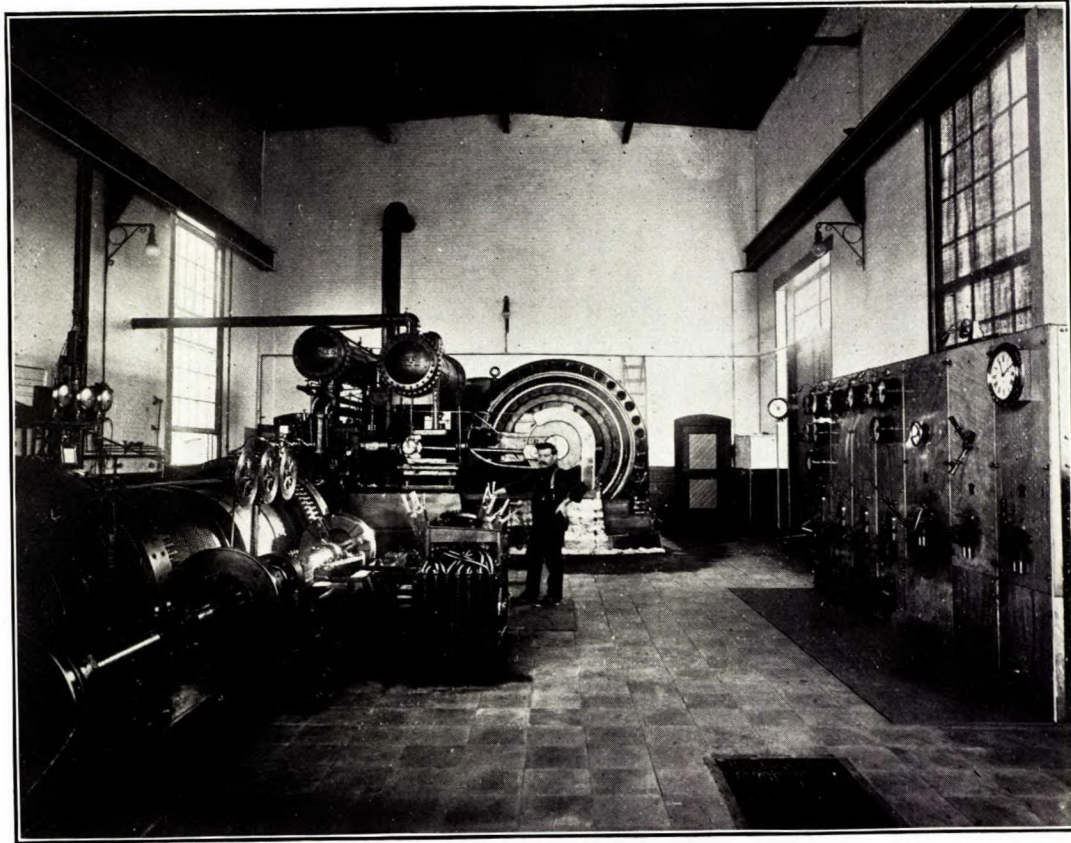
Un modificateur de fréquence de 75 k.w. donnant un courant alternatif à 60 cycles pour éclairage à arc. Environ 50 lampes à arc renfermées sont employées pour l'éclairage des bâtiments du four du convertisseur, et la cour de la fonderie, et 25 servent à l'éclairage des rues de la ville de Copper Cliff.

Le bâtiment est chauffé par l'air, insufflé dans les radiateurs par un ventilateur mécanique, et distribué à travers les tubes et les registres du plancher. Avec les machines soufflantes déplaçant ordinairement 100,000 pieds cubes d'air par minute, tous les moyens usuels de chauffage seraient futiles, si tout n'était pas agencé de manière à ce que les machines reçoivent leur air directement du dehors de l'établissement, à travers un large tube d'air froid dans le sous-sol, auquel toutes les valves réceptrices sont reliées.

Un système complet de signaux électriques, avec gongs et lampes colorées, sert pour la marche des diverses machines soufflantes, et relie cet établissement avec le plancher du four et les plateformes des convertisseurs.

En plus de desservir la fonderie, cette usine auxiliaire sert aussi d'endroit distributeur pour la mine No. 2, les ateliers, l'éclairage municipal et domestique, et pour la fonderie de cobalt, dont la description n'est pas du ressort de cet ouvrage.

L'établissement pour l'échantillonnage est un édifice à trois étages de 30 sur 48 pieds. L'étage supérieur est sur le même niveau que les voies de chargement pour le fourneau, auxquelles il est relié par une voie établie sur une charpente et formant une tangente à la courbe, à une extrémité de la ligne de ceinture. Il y a 24 casiers, dans lesquels les échantillons peuvent être directement versés des wagons apportés par la locomotive électrique. Ces casiers se déchargent dans de petits chariots sur le plancher du concasseur en bas. Deux petits concasseurs à machoire sont employés, avec échantillonneurs "Duplex". Deux concasseurs de laboratoire avec des échantillonneurs à ruffles forment le plancher suivant, d'où la substance se rend à divers moulins à minerai et pulvérisateurs pour division finale.



Usine motrice, mine Crean Hill.

Tout le déchet se rend à une caisse commune au bas de l'établissement, d'où il est élevé dans les chariots de chargement ordinaires des fours, par un monte-charge électrique à l'extrémité de la construction, lequel sert aussi à monter au plancher du concasseur, les échantillons qui proviennent du niveau inférieur de la cour.

Les concasseurs et l'ascenseur sont mis en marche par un moteur d'une puissance de 15 chevaux, et les machines plus petites par un moteur de 5 chevaux.

Le laboratoire a 34 sur 79 pieds, il est construit en ciment, en brique et en acier, avec toit en tuile. On a pris soin de la construire à l'épreuve du feu, comme deux laboratoires avaient précédemment été détruits par le feu.

Le bâtiment est à un étage, avec sous-sol de 9 pieds. Le rez-de-chaussée contient un laboratoire d'analyse de 32 sur 40 pieds, et quatre pièces plus petites, chacune de 13 sur 18 pieds, qui sont: le bureau du chimiste en chef, la chambre pour les balances, la chambre à hydrogène sulfuré, et la chambre d'analyse bactériologique, qui contient aussi le fourneau d'essai. Toutes les cloisons sont en brique. La plus grande chambre a une ouverture sur le toit, et dans chaque pignon il y a un œil-de-bœuf avec ventilateur électrique.

Le capuchon est à tirage descendant, avec lumière au sommet. Il est en ciment, fer et verre, et est ventilé par un aspirateur dans le sous-sol. On emploie des plaques chaudes électriques, et la température est réglée par des tampons de sûreté. Le gaz acétylène est employé pour les brûleurs Bunsen.

Dans le sous-sol, qui a une entrée séparée au dehors, se trouvent les magasins, la salle de toilette, une pièce réservée pour recherches, une chambre noire pour photographie et l'appareil de chauffage qui est le même que dans l'usine auxiliaire.

Entrepôt.—Un entrepôt central a été édifié à la fonderie et sert comme centre principal de distribution pour les demandes des divers établissements et mines. Le bâtiment a 60 sur 150 pieds, deux étages et un sous-sol, et est construit en ciment, acier et brique, avec toit en tuile de béton. Les planchers sont en béton armé, pouvant supporter 300 et 150 livres par pied carré. Il y a une plate-forme de déchargement, de 20 pieds de largeur sur toute la longueur de l'établissement, et un monte-charge électrique d'une capacité de trois tonnes, desservant les trois planchers. Dans cet édifice se trouvent aussi le bureau des achats et l'atelier de réparation électrique.

Les ateliers.—Ils comprennent les ateliers pour les machines, les locomotives, la forge, les wagons, les chaudières, ceux du charpentier et du mouleur; puis les magasins de la fonderie et des moules. Ces bâtisses sont maintenant plutôt mal situées, et tout à fait insuffisantes pour les machines installées, et la quantité d'ouvrage qui y est faite. Comme on l'a dit déjà de plus grands bâtiments modernes devront être érigés. La plupart des réparations ordinaires et des renouvellements pour toutes les usines sont exécutés ici, y compris le travail des wagons et des locomotives.

Approvisionnement d'eau.—L'usine est alimentée d'eau par deux petits lacs qui la dominent. Une forte digue de ciment a été élevée à leur embouchure, formant un réservoir très considérable, d'où une conduite principale de 16 pouces en fonte va directement à la fonderie. D'autres conduites alimentent les ateliers, etc., et la ville de Copper Cliff.

Transport.—Pour assurer un service efficace du transport aux différents ateliers, un matériel et une organisation considérable est nécessaire. Il y a environ 25 milles de voie ferrée. On y a établi deux bascules modèles

de 100 tonnes, une dans la cour de grillage, l'autre dans la cour principale près des ateliers. Elles sont toutes deux bien abritées, la dernière contient aussi les bureaux de transports.

La force locomotrice consiste en neuf locomotives. Quatre de celles-ci sont des machines à six roues, de 117 tonnes. Deux autres sont d'environ 90 tonnes chacune, et trois d'environ 60 tonnes. Il y a aussi une grue locomotrice d'une capacité de 15 tonnes, et deux automobiles à gazoline. Le stock roulant comprend 12 wagons à bascule de 50 tonnes, 125 wagons-plats, et 125 wagons pour déblai d'environ 5 tonnes, outre le wagon pour essai, un wagon à outils de réparation, et une machine à ornière.

Pour abriter la force motrice, on a érigé une construction ronde d'acier à six stalles, construite de brique et de ciment avec plancher cimenté et puits. Ceci est desservi par une plaque tournante, modèle à demi-pont de 70 pieds, avec fondations cimentées.

Un système complet de téléphone, avec service complet de 24 heures, relie le bureau principal avec tous les départements, comprenant les mines extérieures et l'usine motrice.

Pour le bien-être des employés, il y a un hôpital bien agencé, avec un corps de médecins et d'infirmières. Il y a aussi un fonds d'assurance contre les accidents, sous l'administration d'un comité d'employés.

D'après l'assurance des autorités éminentes de presque chaque pays qui ont visité cet établissement, la Canadian Copper Company croit avec raison, qu'après l'achèvement des nouveaux ateliers, elle aura, sinon la plus grande, du moins, toutes choses considérées, l'une des meilleurs fonderies du globe.

Le procédé Orford pour la séparation du nickel et du cuivre.

La matte bessemerisée produite dans les convertisseurs basiques de Copper Cliff est envoyée aux usines de la "Orford Copper Company," à Bayonne, New Jersey, pour traitement final. La méthode employée consiste en la fusion de la matte avec du coke et un sulfate alcalin, ordinairement le sulfate de soude, qui dissout les sulfures de fer et de cuivre, permettant aux sulfures de nickel plus pesants de se déposer. Les diverses couches de substances fondues peuvent être coulées à différent degrés, mais le procédé n'est pas complet à la première fusion, et doit être répété jusqu'à ce que le sulfure de nickel soit suffisamment exempt de fer et de cuivre.

Comme, à la compagnie Orford, on ne permet pas de suivre les travaux, aucun rapport détaillé de leurs méthodes ne peut être donné, à part les comptes rendus exposés dans leur brevet, dont une copie est imprimée à la fin de ce volume à titre d'appendice.

PROCÉDÉ MOND.

La matte bessemerisée obtenue par la Compagnie Mond aux mines Victoria est envoyée à Clydach, un faubourg de Swansea, Wales, pour traitement final au moyen du procédé le plus ingénieux que l'on puisse imaginer. Le Dr. Carl Langer, en collaboration avec le Dr. Ludwig Mond, découvrit en 1889, que l'oxyde de carbone, porté à une température n'excédant pas 80° centigrades sur du nickel finement divisé, se combinait avec le métal pour produire un gaz, le carbonyle de nickel, qui pouvait être décomposé de nouveau à une température de 180°C.; déposant ainsi le nickel. Le procédé fut breveté et un atelier expérimental fut érigé en 1892 à Smethwick, près de Birmingham, pour en faire l'essai. Tel que décrit par Mr. Roberts-Austen, en 1899, le procédé fut développé après plusieurs années

de patientes recherches, durant lesquelles l'établissement dut être reconstruit plusieurs fois, pour obtenir un résultat pratique.¹

Cinq opérations essentielles sont requises pour produire le nickel; (1) grillage complet pour chasser le soufre autant que possible, (2) extraction d'environ deux tiers du cuivre par l'acide sulfurique, le sulfate de cuivre qui en résulte étant vendu tel quel; (3) la réduction du nickel et du

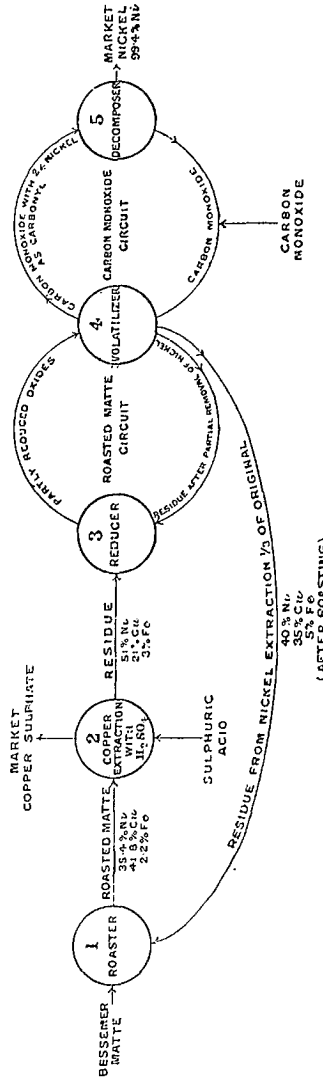


DIAGRAM ILLUSTRATING THE FIVE OPERATIONS INVOLVED IN THE MOND PROCESS.
(AFTER ROASTING)
FIG. 9.—Diagramme illustrant les cinq opérations dans le procédé Mond.

reste du cuivre à l'état métallique, par le gaz à l'eau ou le gaz du gazogène riche en hydrogène, dans un appareil appelé "réducteur", la température mise sous contrôle ne devant pas dépasser 400° centigrades; (4) de cet appareil, la substance, maintenant réduite à l'état métallique est envoyée par des conduits hermétiques et des ascenseurs dans un autre appareil

¹ Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXXV, pp. 29, etc.

appelé "volatilisateur", dans lequel elle est soumise à l'action du gaz oxyde de carbone, à une température n'excédant pas 80° centigrades; (5) le carbonyle de nickel ainsi produit passe alors dans le "décomposeur", une tour ou retorte horizontale, chauffée à 180°C. de manière à obtenir le nickel à l'état métallique.

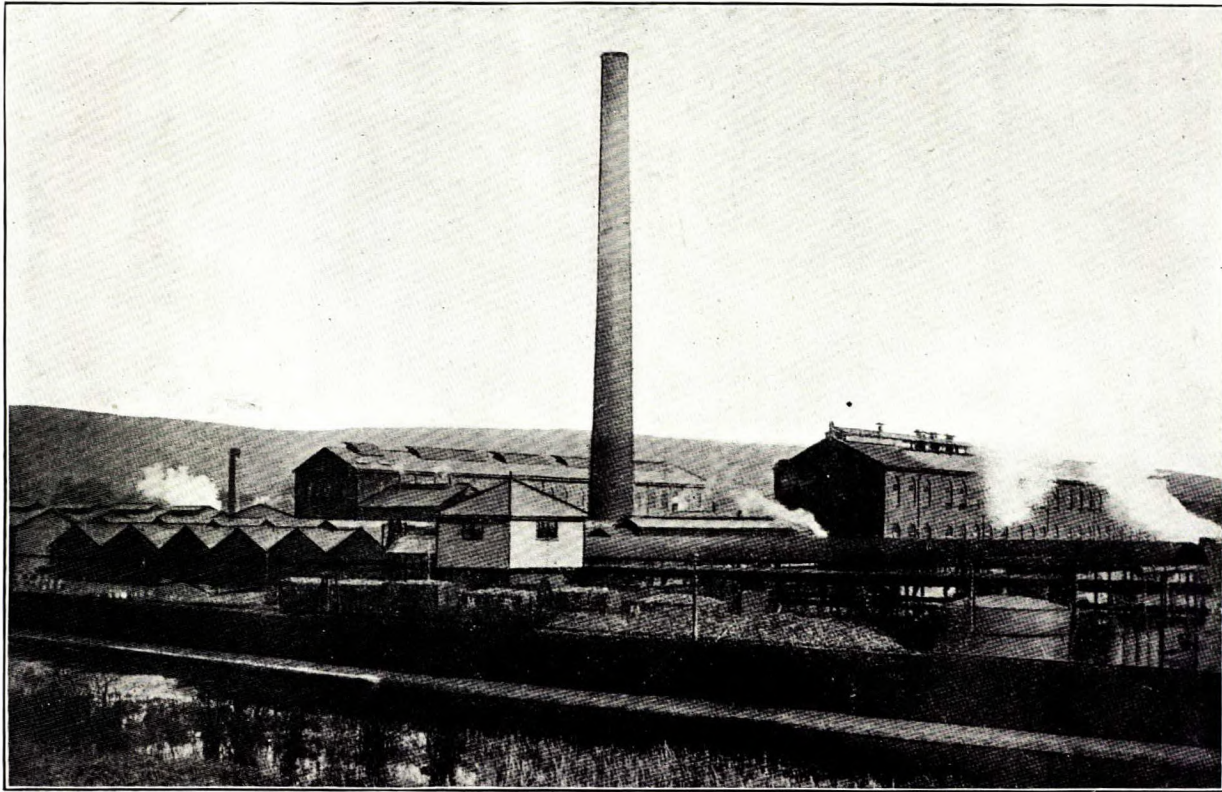
Cependant, le procédé n'est pas complet parès un passage à travers les cinq phases, et les substances doivent circuler pendant une période variant de 7 à 15 jours entre les phases (3) et (4), jusqu'à ce qu'environ 60 pour cent du nickel ait été enlevé à l'état de carbonyle. Le résidu de cette opération correspondant à environ un tiers de la matte originale calcinée, et n'en diffèrent pas beaucoup en composition, est renvoyé à la première opération et suit le même cycle qu'au paravant.

Dans l'opération (5), l'oxyde de carbone est dégagé et renvoyé au volatilisateur, afin d'agir sur une charge fraîche de nickel. Lorsque les opérations progressent, le gaz oxyde de carbone et les oxydes de nickel et de cuivre partiellement réduits, sont renvoyés continuellement dans deux circuits séparés qui se relient et se croisent l'un et l'autre, dans le volatilisateur (4). Le nickel se dépose en granules du nickel commercial ordinaire, qui sont enlevés automatiquement après avoir atteint une certaine dimension; et le produit contient entre 99·4 et 99·8 pour cent de nickel.

Roberts-Austen décrit comme suit le procédé tel qu'il l'a observé à Smethwick:—

La matière sous traitement au moment de la visite de l'auteur étaient d'origine canadienne, et avait été reçue comme matte bessemerisée calcinée, contenant 35·4 pour cent de nickel, 41·8 pour cent de cuivre, et environ 2 pour cent de fer. Cette matière passa d'abord dans un moulin à boulets et un bocardeur, avec tamis de 60 mailles, puis fut alors traitée en quantités de 3 qtx. dans un petit mélangeur garni de plomb par 200 livres d'acide sulfurique ordinaire qui avait préalablement été dilué avec environ 20 pieds cubes de liqueur mère, provenant des autres opérations. Ces appareils sont montrés dans le côté droit du plan et de l'élévation, fig. 10. La température du mélange s'élève bientôt, par l'action, entre l'oxyde de cuivre et l'acide sulfurique, et est maintenue par un jet de vapeur à une température d'environ 85°C. pendant une demi-heure. De ce mélangeur, la charge se rend dans un extracteur hydraulique centrifuge, pourvu d'un filtre d'étoffe, dans lequel la solution de sulfate de cuivre se sépare du résidu solide qui contient le nickel. Lorsque la filtration de la charge est terminée, la vitesse de l'extracteur hydraulique est augmentée, et le résidu est ainsi obtenu suffisamment exempt de liqueur.

La solution qui contient le cuivre extrait se rend de l'extracteur hydraulique dans un puits, d'où elle est pompée dans les cuves à cristallisation, comme le montre la vignette 11. Après une période d'environ 8 à 10 jours, les cristaux de sulfate de cuivre sont retirés des récipients et la liqueur-mère est mélangée avec de l'acide frais et employée de nouveau pour l'extraction du cuivre. Comme on l'a mentionné déjà, une petite quantité de nickel et un peu de fer sont aussi dissous dans l'acide sulfurique pendant l'extraction du cuivre, de sorte que la liqueur mère par laquelle le sulfate de cuivre s'est cristallisé devient graduellement altérée par ces deux métaux. C'est pourquoi il est nécessaire de remplacer une partie de la liqueur-mère, de temps en temps par de l'eau fraîche, pour récupérer le nickel de la solution. La méthode plus simple est de faire évaporer à sec la solution et de griller les sulfates de nickel et de cuivre ainsi obtenus. La matière oxydée est de nouveau introduite dans le procédé principal. Les cristaux de sulfate de cuivre provenant des récipients de cristallisation sont placés dans un second extracteur hydraulique, où ils sont lavés avec un peu



Vue d'ensemble des usines de nickel Mond, à Clydach, près de Swansea.

d'eau pure pour enlever toute acidité; ils sont alors séchés et prêts à être empaquetés. Le sulfate de cuivre ainsi obtenu est suffisamment pur pour être vendu, car il ne contient que 0.05 pour cent de nickel et 0.048 pour cent de fer.

Le résidu de l'extraction du cuivre est enlevé de l'extracteur hydraulique et emmagasiné dans une caisse jusqu'à ce qu'une quantité suffisante ait été rassemblée pour former une charge de 5 à 6 tonnes pour l'appareil d'extraction du nickel. Ce résidu contient maintenant 52.5 pour cent de nickel, 20.6 pour cent de cuivre, et 2.6 pour cent de fer. La matière est

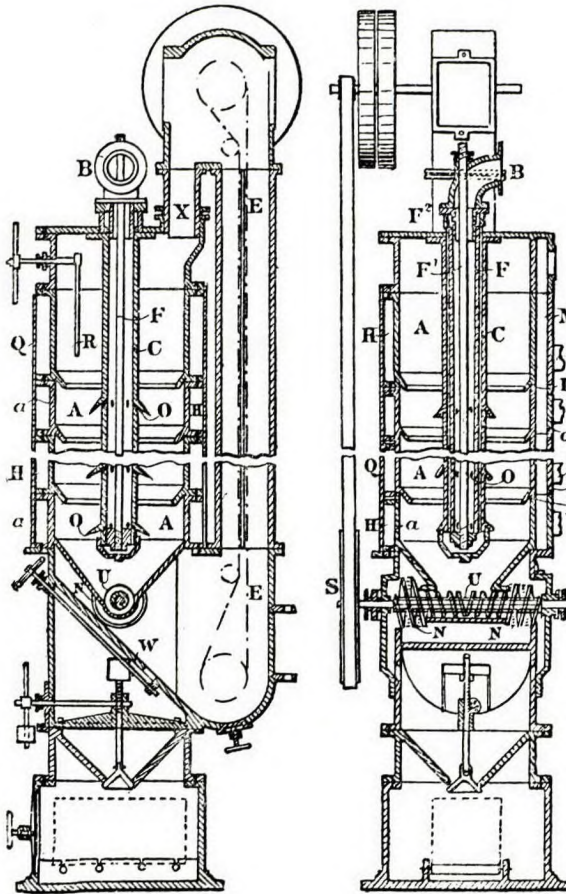


FIG. 10. Coupe verticale du décomposeur: procédé Mond.

chargée à la main, à raison de une demi-tonne par heure, dans une trémie d'alimentation désignée comme entrée de la matte dans la partie inférieure du plan, fig. 11, qui communique à travers une valve rotative avec le convoyeur, lequel consiste en un tube renfermant une spirale à révolution, qui transporte la matière à un monte-charge. Celui-ci laisse la matière au sommet de la tour à réduction et la décharge sur une autre valve rotative dans cette tour à réduction.

Le réducteur et le volatilisateur (indiqués dans le centre des figures 12 et 13), dans lesquels se fait le traitement à l'oxyde de carbone, sont décrits

tout au long dans le brevet du Dr. Mond, (No. 23, 665 du 10 décembre 1895). Le réducteur comprend une tour verticale d'environ 25 pieds de hauteur, renfermant une série de tablettes,—qui sont trouées afin d'obtenir partout au moyen du gazogène une température de 250°C. La matte grillée tombant sur ces tablettes est agitée et descend d'un rayon sur celui de dessous par des puddleurs mus par un arbre vertical central. Le gaz à l'eau passe à la partie supérieure de la tour, afin de réduire le matériel. Il y a environ quatorze de ces tablettes ou plateaux de la tour. Les cinq tablettes inférieures ne sont pas chauffées par le gaz, mais sont refroidies par un courant d'eau afin d'abaisser la température de la matte grillée et réduite au degré voulu où le volatilisateur doit produire son action.

La tour produisant la volatilisation ressemble au réducteur, mais les tablettes ne sont pas trouées, comme il n'est nullement nécessaire de les chauffer. Le nickel réduit ne demande qu'une température de 50° centigrades pour être à même de se combiner avec l'oxyde de carbone pour produire un composé volatil, et la matte et le gaz sont suffisamment chauds

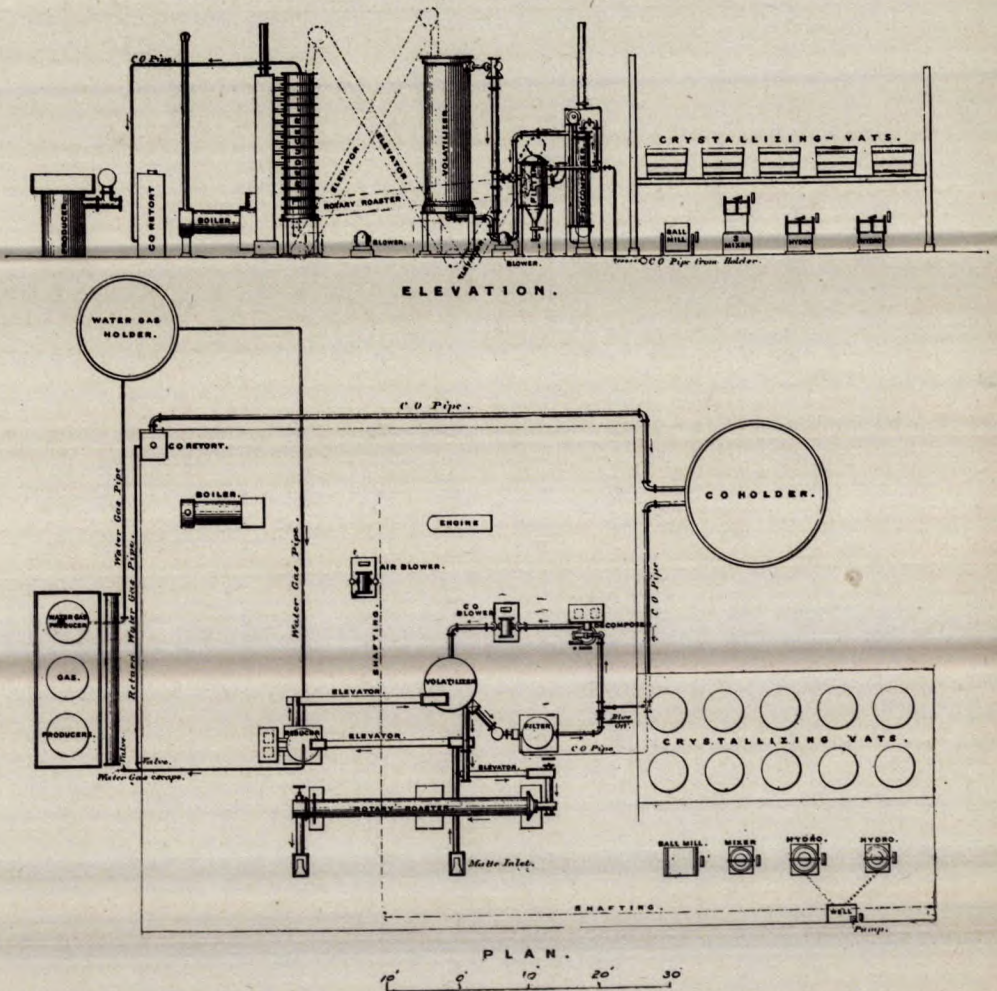


FIG. 11.—Ensemble de l'installation pour le procédé Mond: d'après Roberts-Austen

pour maintenir cette température. Dans l'installation de Smethwick, le volatilisateur a été construit de même dimension que le réducteur, mais dans le nouvel établissement, il est quelques peu plus petit.

Le décomposeur a été imaginé avec beaucoup de soin, et sous sa forme actuelle, vient seulement d'être breveté. On y dépose le nickel, de son composé gazeux avec l'oxyde de carbone, en granules du métal de commerce ordinaire. L'arrangement au moyen duquel ceci s'effectue est très ingénieux et peut presque être décrit de la même façon que le dernier brevet rédigé par le Dr. Mond. L'objectif est d'obtenir le nickel métallique du carbonyle de nickel sous forme de boulettes qui s'adaptent spécialement à la fabrication des alliages du nickel. Pour cette fin, les gaz renfermant le carbonyle de nickel passent à travers le nickel granulé, qui est maintenu à la température requise pour décomposer le carbonyle, soit environ 200° centigrades. Le nickel qui se sépare ainsi du carbonyle se dépose sur le nickel granulé, qui en conséquence augmente en dimension. Afin de prévenir la cohésion du nickel granulé, ce dernier est tenu dans un état continu d'agitation. Lorsqu'un certain nombre des boules ont atteint une dimension commode elles sont séparées par criblage sans interrompre la déposition, les plus petits granules restant pour recevoir un dépôt nouveau du carbonyle de nickel. Un bon modèle d'appareil pour effectuer le procédé décrit est représenté dans la fig. 10, qui représente les sections verticales de l'appareil sur plans à angles droits l'un à l'autre. A, est un récipient cylindrique, de préférence fait de petits cylindres, a, a, taraudés ensemble; il contient un tube central, C, pourvu de trous pour laisser échapper le gaz, O, à travers lesquels le gaz, contenant le carbonyle de nickel, entré dans la conduite du gaz, B, passe dans le récipient rempli de boulets ou petits granules de nickel. Le gaz pénètre dans les interstices entre ces granules, et vient en contact intime avec eux, puis quand le carbonyle de nickel est décomposé, le nickel se dépose sur les granules. Le gaz s'échappe finalement par les sorties, L, dans le tuyau pour la sortie du gaz, M. Afin de prévenir la cohésion des granules, on les tient lentement agités, par l'enlèvement continu de quelques-uns des granules à la base du récipient cylindrique, A, au moyen d'un convoyeur sans fin à main droite et à main gauche, U, qui délivre les granules dans deux tambours cribleurs, N. Les granules plus petits tombent sur un plan incliné, W, et se réunissent à la base de l'élevateur, E, qui les envoie de nouveau au sommet du cylindre, A, et les alimente par l'ouverture d'alimentation, X. Afin d'éviter la déposition du nickel du carbonyle de nickel dans le tube central, C, on le tient refroidi par l'eau que l'on fait descendre dans le tube, F, et montre à travers les passages, F, placés dans le tube central, à l'issue pour l'eau, F.¹ Le récipient cylindrique, A, est entouré par un caisson en fer forgé Q, qui forme les emplacements de chauffage, H, communiquant avec les conduits pour la chaleur, P, qui sont arrangés de manière à ce que la température de chaque cylindre puisse être réglée séparément par les registres, afin de maintenir la température des granules de nickel contenus dans le récipient, A, à environ 200°C., à laquelle température le carbonyle de nickel se trouve décomposé. En vue de s'assurer que le cylindre, A, est rempli de granules, une tige, R, est fixée à l'axe d'une poignée externe, qui peut être tournée partiellement en cercle, de sorte que si l'opérateur sent une résistance au mouvement de R, il est certain que les granules atteignent cette hauteur. Le système employé pour obtenir le dépôt de nickel, consistait à l'origine en une série de cornues recouvertes de plaques d'acier étamé, sur lesquelles le nickel était déposé en couches. On a trouvé cependant que le métal ainsi obtenu était très difficile à couper, et c'est alors que l'on a imaginé l'appareil ci-dessus.

Une coupe grossie d'un granule de nickel montre un noyau de nickel avec une structure cristalline et convoluée, entourée de couches concentriques. Le noyau central est ordinairement du nickel commercial, et les couches sont du nickel débarassé de son carbonyle. Dans quelques cas des granules de nickel déposés se trouvent sans aucun noyau central. Ils proviennent de fragments minimes de nickel déposé, qui se sont trouvés détachés pendant la durée de la déposition.

Le gaz à l'eau employé dans le réducteur est produit dans les gazogènes dont trois se voient sur la gauche du plan, fig. 11. On se sert de l'anthracite pour décomposer la vapeur, et le gaz à l'eau est recueilli dans un réservoir à gaz, et de là envoyé à la tour réductrice, dont il a été question précédemment. Ce gaz contient à son entrée dans le réducteur, environ 60 pour cent d'hydrogène.

L'opération réductrice est si bien réglée qu'une petite quantité seulement d'hydrogène reste dans le gaz qui s'échappe, en général pas plus de 5 à 10 pour cent. Ce gaz est soumis à l'action d'un fin jet d'eau qui condense la vapeur obtenue par la combustion de l'hydrogène dans le gaz à l'eau. Une partie de ce gaz est employée pour faire le gaz oxyde de carbone requis dans le volatilisateur, en le passant dans la cornue à l'oxyde de carbone, remplie de charbon incandescent fig. 11, qui réduit le gaz anhydride carbonique contenu dans le gaz perdu, ce qui augmente la quantité d'oxyde de carbone qu'il contient. Le gaz venant de cette cornue contient environ 80 pour cent d'oxyde de carbone, et est recueilli dans un autre gazomètre qui communique avec le circuit principal du gaz oxyde de carbone. Ce circuit principal contenant l'oxyde de carbone passe à travers le volatilisateur déjà mentionné, où le nickel est pris. L'oxyde de carbone maintenant chargé de nickel, passe à travers un filtre pour éliminer les fines particules de poussière de matte, puis se rend dans un appareil nommé décomposeur, tel que décrit dans la vignette. Dans ce décomposeur, le nickel capté dans le volatilisateur, se dépose. Le gaz maintenant privé de son nickel passe dans le souffleur à l'oxyde de carbone, fig. 11, qui envoie l'oxyde de carbone au volatilisateur, afin qu'il puisse prendre une charge fraîche de nickel.

La matière solide d'où le nickel est extrait est maintenue en circulation à travers le réducteur et le volatilisateur pour un laps de temps variant de 7 à 15 jours, durant lequel les oxydes sont graduellement réduits à l'état métallique, et le nickel volatilisé. Lorsque la matière primitivement chargée a été débarrassée de sa masse de nickel, elle est envoyée dans un calcinateur rotatif, fig. 11, qui convertit les métaux en oxydes, de sorte qu'ils peuvent être traités une seconde fois avec l'acide sulfurique et l'oxyde de carbone. La proportion entre le nickel et le cuivre dans les résidus de l'extraction du nickel est en pratique la même que dans la matte calcinée bessemerisée, avec laquelle les opérations furent commencées, mais la quantité de fer a augmenté à cause de l'enlèvement du cuivre et du nickel, comme les chiffres suivants le montrent: La matte primitive contient: nickel: 35.27 pour cent, cuivre: 41.87 pour cent, fer: 2.13 pour cent. Après le premier traitement d'extraction du cuivre et du nickel, les quantités sont: nickel: 35.48 pour cent, cuivre: 38.63 pour cent, fer: 4.58 pour cent; et après la seconde extraction de cuivre et de nickel, le nickel monte à 35.83 pour cent, le cuivre, 35.56 pour cent, et le fer, 7.82 pour cent. La quantité de nickel extraite dans ces deux cas était, après le premier traitement, 61 pour cent, et après le second traitement 80 pour cent du nickel présente dans la matte primitive. On doit se rappeler, cependant, que dans le deuxième traitement, seulement un tiers de la quantité primitive reste à être traité, tandis que le résidu final est seule-

ment de un dixième. Pour éviter la formation du carbonyle de fer, la température dans les réducteurs doit être tenue très basse, et si cela est fait, le nickel extrait d'une matte contenant à l'origine autant que 6 et 10 pour cent de fer, ne contiendra pas plus que 0.5 pour cent de fer. Si la quantité de fer dans les résidus s'élève au-dessus de ce pourcentage, l'extraction du nickel est de beaucoup retardée, à cause de la basse température qui doit être maintenue dans le réducteur. Il est nécessaire, dans un tel cas, de refondre les résidus avant de procéder à l'extraction du nickel et du cuivre. Nous donnons ci-après des analyses de nickel déposé:

	I.	II.
Nickel.....	99.82	99.43
Fer et Al ₂ O ₃	0.10	0.43
Soufre.....	0.0068	0.0099
Carbone.....	0.07	0.087
Résidu insoluble.....		0.026

L'installation expérimentale de Smethwick a fonctionné pendant quel que temps, et environ 80 tonnes de nickel ont déjà été extraites des différentes sortes de matte. Les résultats obtenus étaient tout à fait satisfaisants, et amènent à la conclusion que le procédé est pleinement apte à faire concurrence à tout autre procédé employé, maintenant, pour la production du nickel métallique.

Grâce à l'amabilité du Dr. Mond, l'auteur est à même de faire voir des plans pour un vaste établissement manufacturier, et les fig. 12 et 13 en montrent une élévation de front, un plan, et une coupe transversale. On estime que cet établissement sera capable de produire 1,000 tonnes de nickel par année. La construction est aménagée de manière à ce que la matte soit continuellement chargée dans le premier réducteur, et traverse la série totale des appareils. Quand la matte sort du dernier volatilisateur, la première extraction de nickel est finie. La matte est grillée de nouveau, et soumise à une seconde extraction de cuivre et de nickel. Il y a dix appareils consistant en un grand réducteur, huit réducteurs et volatiliseurs combinés, et un grand volatilisateur. Ils sont agencés pour que la matte passe d'abord à travers le grand réducteur, et soit alors enlevée à l'aide d'un élévateur et d'un convoyeur, dans un volatilisateur établi sur le sommet du réducteur suivant). Les positions relatives des réducteurs et des volatiliseurs sont mieux vues dans les coupes transversales, fig. 5. La matte passe du volatilisateur dans la partie supérieure du réducteur, et en le traversant, elle est réduite de nouveau. Elle est alors élevée de nouveau dans le volatilisateur suivant, jusqu'à ce que finalement, elle atteigne le plus grand à la fin de toute la série, et après avoir traversé, elle est déchargée dans le fourneau de grillage. Le convoyeur sur le sommet des volatiliseurs dans lesquels se déchargent les ascenseurs, est commun à tout le système des volatiliseurs et réducteurs, de sorte que, au cas où une partie de l'installation devrait être séparée, la valve rotative par laquelle la substance est déchargée du convoyeur dans le volatilisateur est arrêtée. La matière passe alors à travers le convoyeur dans le volatilisateur suivant. Les deux gaz, l'oxyde de carbone dans les volatiliseurs et le gaz à l'eau dans les réducteurs, sont tenus séparés par les valves rotatives du même modèle

que celles du petit appareil. Les conduites pour le gaz à l'eau sont arrangées de manière à ce que chaque réducteur reçoive du gaz frais de la conduite principale, à l'exception du premier grand réducteur, à travers lequel on fait passer le gaz inutile de tous les autres réducteurs, afin de brûler complètement tout l'hydrogène du gaz à l'eau. L'oxyde de carbone passe d'une conduite commune à travers le volatilisateur et est recueillie, après son passage à travers les filtres, dans un tube conduisant à la machine soufflante. De cette machine, l'oxyde de carbone chargé de nickel passe à travers un système de décomposeurs, et de nouveau dans le conduit principal qui alimente les volatilisateur.

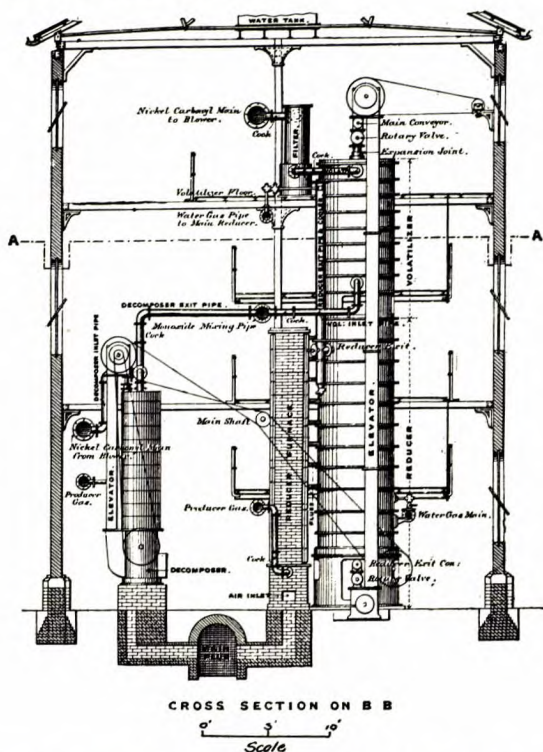


FIG. 13.—Coupe transversale des réducteurs et des volatilisateur: procédé Mond, d'après Roberts-Austen.

Les usines à Clydach sont agencées de la manière décrite par Roberts-Austen, mais avec beaucoup plus d'unités, de manière à produire 1,700 tonnes de nickel, 7,000 tonnes de sulfate de cuivre, et 800 tonnes de sulfate de nickel, contenant un peu de sulfate de nickel ammoniacal. Le Dr. Langer déclare que le nickel produit en ce moment contient 99.98 pour cent de nickel pur, et est vendu sous forme de balles à la Compagnie Armstrong, pour blindages, et à de plus petites compagnies fabriquant l'argent allemand et les produits nickelés. On en vend à Arthur Krupp, et à une compagnie vendant des objets en nickel fin, à Berndorf, près de Vienne.

Les usines ne montrent point l'agitation et le désordre des établissements métallurgiques ordinaires, mais sont tenus aussi proprement et aussi scientifiquement qu'un laboratoire; le tout étant arrangé avec exactitude, et les températures des différents endroits prises fréquemment et enregistrées.

Les gaz employés dans la méthode sont très délétères, mais de tel soins ont été employés dans les jointures et ajustages que depuis huit ans il ne s'est pas produit un seul cas d'empoisonnement.

L'établissement travaille sans interruption, excepté pendant trois semaines, chaque année, afin de nettoyer les conduites et réparer les machines; la demande pour le nickel a augmenté de façon telle que des plans ont été préparés pour doubler les usines actuelles.

Clydach, se trouvant dans le centre des bassins d'anhracite Welsh et le charbon à vapeur, fournit à bas prix les variétés de charbon requises pour la production de l'oxyde de carbone et pour tout le fonctionnement de l'usine, suivant les explications du Dr. Langer, et c'est aussi un bon endroit de distribution pour le sulfate de cuivre et autres produits obtenus par ce procédé.

Je suis très reconnaissant à la Compagnie Mond de la permission qu'elle m'a accordée de visiter ses usines de Clydach, ainsi qu'au Dr. Langer qui a bien voulu m'accompagner partout dans cette visite.

Méthodes de traitement à Evje et à Kristiansand.

Bien que l'on n'emploie pas de minerai ou de matte du Canada dans les usines d'Evje et de Kristiansand, au sud de la Norvège, leurs minerais se rapprochent tellement de ceux de Sudbury, que leurs méthodes pourraient, sans aucun doute, être aussi employées dans l'Ontario. La mine Flaad, à trois milles au nord d'Evje, dans la vallée de Saertersdal, envoie son minerai par un tramway à câble ressemblant quelque peu à celui de Victoria Mines, à la fonderie au-delà de la rivière Otra. Le minerai n'est pas soumis à la calcination en tas; en partie, sans doute, parce que sa structure est comparativement rocheuse, mais se rend directement dans de petits fourneaux "à chemises d'eau." Il donne comme moyenne 2.5 pour cent de nickel et 1.2 pour cent de cuivre, d'après Mr. Henricksen, qui avait la direction de la fonderie. Le minerai ne demande pas de fondant, mais est mélangé avec 7 à 10 pour cent de coke de Westphalie; une matte de qualité inférieure est obtenue, qui peut contenir de 8 à 15 pour cent de nickel et de cuivre, mais ordinairement n'en contient pas plus de 8 à 10 pour cent.

Un échantillon de la matte ordinaire contenait 5.3 pour cent de nickel et 3.15 pour cent de cuivre, tandis que les scories renfermaient 0.21 pour cent de nickel, 0.10 pour cent de cuivre, 26.2 pour cent de fer et 38.6 pour cent de silice. Un autre spécimen de matte de la plus grande de leurs deux fours contenait 5.25 de nickel et 3.30 de cuivre, avec un laitier renfermant 0.30 pour cent de nickel, 0.12 pour cent de cuivre, 23.4 pour cent de fer, et 39.4 pour cent de silice. Une qualité spéciale de matte est quelquefois produite, contenant 8.9 pour cent de nickel et 5.35 de cuivre; mais apparemment la teneur type de 30 pour cent des deux métaux, ordinaire à Sudbury, n'est pas visée, car la matte de qualité inférieure implique une perte plus petite de nickel et de cuivre dans les scories.

Reliés à l'édifice contenant les deux fours à chemises d'eau il y a des hangars ouverts sur un côté, dans lesquels un certain nombre de petits fourneaux sont employés pour fabriquer la matte de haute qualité avec 70 à 80 pour cent des deux métaux, correspondant à notre matte bessemerisée. Ces fourneaux sont ouverts, ressemblent beaucoup à une forge et sont recouverts d'un capuchon pour emporter la fumée, et sont manœuvrés d'une manière qui semble plutôt primitive, par deux hommes qui, par une sorte d'instinct, obtiennent le résultat requis.

Dans cette seconde fusion, on se débarrasse de la plus grande partie du soufre et une tonne et demie de silice pour une tonne de la matte de haute qualité qui en résulte sont requises pour fondre le fer, tandis qu'il est né-

PLANCHE LIX.



Fonderie Evje, à Saetersdal, Norvège.

PLANCHE LX.



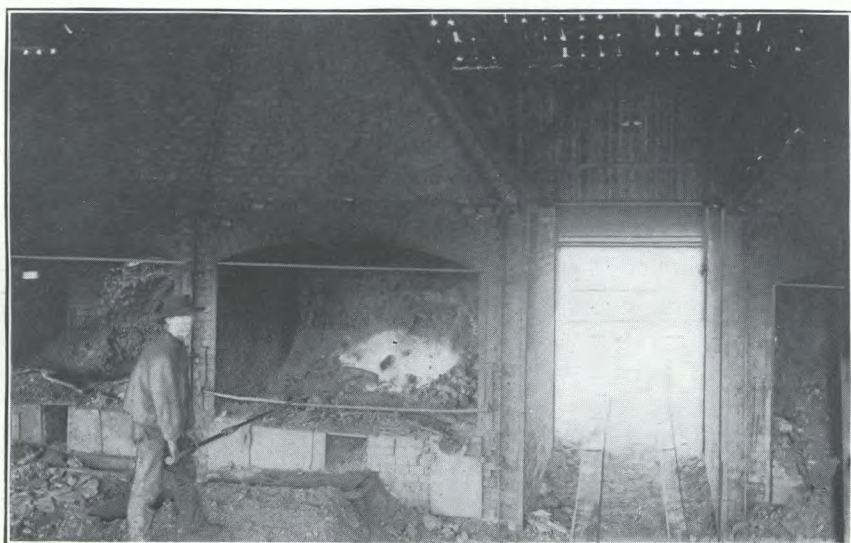
Fonderie Evje, Saetersdal, Norvège.



Usines de réduction, à Kristiansand, Norvège.



Fourneaux à chemises d'eau, à Evje, Norvège.



Fourneaux pour la matte de haute qualité, à Evje, Norvège.

cessaire de prendre une tonne de coke pour produire la chaleur demandée. Mr. Borthen, l'un des ingénieurs des usines, m'a informé que la matte de haute qualité contenait :

Nickel.....	50—60	pour cent.
Cuivre.....	30—20	“
Fer.....	1—2	“
Soufre.....	20	“

et que les scories provenant du procédé contenaient un ou deux pour cent de nickel et étaient envoyées dans le four à chemises d'eau avec le minerai. Une estimation de la composition de la matte de haute qualité fournie par Mr. Henriksen donne, cependant des chiffres plus bas.

Nickel.....	40—53	pour cent.
Cuivre.....	27—22	“
Fer.....	8—1	“

Un essai d'un échantillon particulier fournit ce qui suit :

Nickel.....	55.44	pour cent.
Cuivre.....	22.88	“
Fer.....	2.04	“

Apparemment la méthode primitive et imparfaite employée donne lieu à des variations nombreuses dans la composition de la matte de haute teneur. M. Hybinette déclare que le coût de l'exploitation du minerai d'Evje s'élève à \$1.25 par tonne, et que la fusion de la matte inférieure revient à peu près au même prix; mais que le coût de la deuxième fusion revient à \$20.00 par tonne de matte de haute qualité. Cent hommes sont employés à la mine, de autant à la fonderie.

Le petit établissement à Evje forme un contraste intéressant avec les vastes fonderies de Copper Cliff et de Coniston; et il est plutôt surprenant de voir un établissement si modeste et possédant des méthodes si simple, rivaliser avec succès avec ces grandes entreprises organisées supérieurement et à de si grands frais.

La matte de haute qualité est envoyée par un tramway à voie étroite à Kristiansand, port de mer à l'extrémité de la vallée, à l'atelier de raffinage qui est sous la direction de M. V. Hybinette. Les usines, situées un peu à l'ouest de la ville, ont fonctionné pendant au delà d'un an, et ont obtenu un tel succès que des plans sont en préparation pour agrandir l'établissement. Je suis très reconnaissant envers M. Hybinette qui m'a fait visiter les établissements, et m'a expliqué le procédé, qui est conforme aux brevets des Etats-Unis, No. 805, 550 et No. 805, 969, pris en 1895, et employés d'abord dans l'usine des Etats du Sud, maintenant en possession de la "Dominion Nickel Copper Company". Comme le procédé électrolytique est décrit dans les brevets, il ne semble pas nécessaire d'en faire ici une analyse détaillée.

Au moment de ma visite, juin, 1911, l'on produisait par jour environ une tonne de nickel, ayant la composition suivante:—

Nickel.....	98.70	pour cent.
Cuivre.....	0.07	“
Fer.....	0.63	“
Soufre.....	0.02	“
Arsenic.....	0.005	“
Cobalt.....	0.90	“

Dans un sens général, on peut dire que la matte est grillée pour convertir les métaux en oxydes, puis lessivée à l'acide sulfurique faible, qui extrait principalement le cuivre. Le résidu est chauffé à l'acide sulfurique

à une température à laquelle les sulfates hydratés n'existent pas, puis est de nouveau lessivé à l'acide sulfurique faible pour extraire le cuivre. Le résidu est alors chauffé avec l'acide chlorhydrique à une température suffisamment haute pour obtenir une décomposition partielle des chlorures anhydres, et lessivé encore une fois avec de l'acide dilué, le chauffage étant répété plusieurs fois si c'est nécessaire, afin d'obtenir un résidu d'oxyde de nickel propre à un traitement ultérieur.

Traitement des minerais de la Nouvelle-Calédonie.

La garniérite, le minerai de nickel principal de la Nouvelle-Calédonie, est exempt de soufre comme de cuivre; et théoriquement pourrait être regardé comme une source de fer aussi bien que de nickel, de sorte que Garnier suggéra de le fondre directement comme ferro-nickel. A cet effet, deux hauts fourneaux furent construits à Nouméa, Nouvelle-Calédonie, et une affinerie près de Marseille, en France. On trouva cependant qu'il y avait suffisamment de soufre dans le combustible pour enlever sa valeur au procédé, vu que le nickel a beaucoup d'affinité pour le soufre.

La méthode alors adoptée fut la production de la matte par l'addition de fondants et de soufre ou de quelque produit combiné contenant du soufre, dans les opérations de fusion. La matte qui en résulta, telle que décrite par M. Levat, contenait 60·55 pour cent de nickel, 25·30 pour cent de fer, et 16·18 pour cent de soufre, qui fut traitée dans un four à réverbère avec du sable quartzueux, afin d'en fondre et d'en séparer le fer, ou dans un convertisseur Bessemer.¹

La source ordinaire du soufre est le gypse; quoique les pyrites, la pyrrhotine norvégienne et le soufre natif aient été employés, c'est le gypse apparemment qui fut le plus en usage.²

On mentionne qu'une méthode semblable est encore employée, mais il est difficile de se renseigner au juste, vu que la Société Anonyme de Nickel refuse de donner des informations ou de laisser visiter ses fonderies. Mr. G. A. Boeddiker, de la "Henry Wiggin Co.," Birmingham, nous a aimablement fourni l'information que leurs affineries sont en Ecosse, en France, en Belgique et en Allemagne, et qu'autrefois, le minerai de nickel de la Nouvelle-Calédonie était aussi traité à Birmingham. Il dit que la méthode employée à Birmingham consistait dans la fusion en un sulfure nickel-fer ou matte, en mélangeant le minerai avec du gypse et du charbon ou de la poussière de coke. La matte était broyée, calcinée, fondue dans une coupelle, coulée dans un petit convertisseur bessemer, et soufflée jusqu'à ce qu'elle fut exempte de fer. Cette matte était traitée de la manière ordinaire par la calcination, pour enlever le soufre, produisant un oxyde pur, qui était employé pour la réduction en nickel.

Usages du Nickel.

Un alliage de cuivre, nickel et zinc, nommé packfong, a été connu des Chinois depuis un temps immémorial, et l'on dit qu'un alliage contenant 77·58 pour cent de cuivre, 20·04 pour cent de nickel et 1·72 pour cent d'impuretés était employé comme monnaie par Ethydemos, qui régnait à Bactria vers l'an 235 avant J.-C.; de sorte que les alliages de nickel employés longtemps avant que le métal pur ait été séparé de ses minerais. Il est intéressant de noter que l'alliage bactrien ressemble de très près à celui maintenant mis en usage pour la petite monnaie dans les Etats-Unis.

Le nickel pur est employé en petites quantités pour nombre d'usages, à cause de sa force et de sa durée, et de sa couleur blanche, qui ne ternit pas.

¹ Bur. Mines, Vol. II, 1892, pp. 151-3.

² Prof. J. W. Bain, Ibid., Vol. IX, 1900, p. 215.

Pour ces raisons, plusieurs nations l'ont employé pour leur monnaie, comme la France, la Suisse et la Turquie, et sa netteté et sa dureté contrastent très favorablement avec le cuivre ou le bronze d'un côté, et avec l'argent de l'autre. Il est plutôt surprenant que le Canada, qui prodit les deux tiers du nickel du globe, conserve encore ses vilaines pièces en bronze d'un sou, et ses ennuyeuses petites pièces de cinq sous. Celles-ci et les pièces de dix sous devraient certainement être remplacées par des pièces de nickel pur.

De même les utensiles de cuisine en fer, qui deviennent constamment noirs et rouillés, pourraient bien être faits du métal de nickel clair et blanc, ne ternissant pas. Dans bien des cas, l'acier est maintenant nickelé, pour le préserver de la rouille.

Quoique l'importance du nickel pur soit appelée à augmenter le principal usage de ce métal est dans la fabrication des alliages, particulièrement l'acier au nickel, pour lequel la plus grande partie du nickel actuellement raffiné est employée.¹

L'alliage du nickel avec le fer n'est pas nouveau, puisque tout le fer natif d'origine terrestre aussi bien que météorique contient du nickel. Le fer tellurique d'Ovifak et d'ailleurs dans le Gröenland contient, d'après Dana, de 0·34 à 0·60 pour cent de nickel, avec une moyenne de 2·11 pour cent; et le fer météorique de différentes provenances en contient beaucoup plus, ayant, d'après le même auteur, de 3·81 à 59·69 pour cent. Dans le Gröenland, du fer semblable fut longtemps utilisé par les Esquimaux, qui à l'aide de marteaux, en détachaient des écailles des grandes masses laissées sur la surface par la décomposition du balsate qui en est la source, et en fabriquaient des couteaux et des pointes de lance. Peary avec son approvisionnement d'outils et d'armes en acier modernes, mit fin à cette industrie, au moins pour le moment, et transporta les plus grandes masses de fer tellurique aux États-Unis.

L'acier contenant de $2\frac{1}{2}$ à $3\frac{1}{2}$ pour cent de nickel a certaines de ses propriétés grandement améliorées, desorte que pour beaucoup d'usages, il remplace l'acier de construction ordinaire. Sa valeur pour le blindage est connue depuis longtemps, et la rivalité des grandes nations maritimes dans la construction des dreadnoughts est une des causes de la récente augmentation dans la demande du nickel. Mr. Monell, président de la "International Nickel Company," fait remarquer que la développement de l'industrie des automobiles, y est également pour beaucoup; et sa valeur pour la construction des ponts est démontrée par le choix de l'acier au nickel pour la reconstruction du pont de Québec, qui s'écroula si désastreusement il y a quelques années.

Grâce à la bienveillance du doyen Galbraith, de la section des Sciences appliquées, de l'université de Toronto, et de Mr. C. R. Young, nous pouvons donner le tableau suivant se rapportant à l'emploi de cet alliage:—

COMPARAISON DES ACIERS DE STRUCTURE AU CARBONE ET AU NICKEL.

Basée sur la pratique moyenne actuelle (1912).

	Acier au carbone moyen.	Acier au nickel moyen.
Pourcentage de carbone.....	0·20	0·38
Pourcentage de nickel.....	0	3·50
Limite élastique (liv. par pc. carré).....	30,000 (Min.)	60,000 (Min.)
Maximum de résistance à la traction (liv. p.pc.c.).....	60,000 (Min.)	105,000 (Min.)
Module d'élasticité.....	29,000,000	30,000,000
Résistance pratique à la traction (liv. par pc. c.).....	16,000	28,000

¹ Voir Bur. Mines, Vol. XIV, Part III, pp. 165-6.

ÉCONOMIE APPROXIMATIVE EN POIDS ET PRIX DE REVIENT DES PONTS,
EFFECTUÉE PAR L'USAGE DE L'ACIER AU NICKEL.

Acier au carbone et au nickel mélangé—

Épargne en poids, jusqu'à 25 pour cent.

Épargne sur le prix de revient, jusqu'à 17 pour cent.

Acier au nickel entièrement—

Épargne en poids de 10 à 30 pour cent.

Épargne sur le prix de revient, jusqu'à 12 pour cent.

Les alliages de plus haute teneur en nickel sont employés dans des buts spéciaux, comme pour l'acier "Invar" contenant 36 pour cent de nickel, qui a la propriété de varier très peu en longueur avec le changement de température, ce qui en fait un métal précieux pour les rubans d'arpenteurs employés dans les arpentages géodosiques.

MÉTAL MONEL.

Après l'acier au nickel, l'alliage le plus important est le métal monel appelé ainsi d'après de Mr. Ambrose Monell, de la "International Nickel Company", alliage renfermant de 68 à 72 pour cent de nickel avec la balance en cuivre, à l'exception d'impuretés insignifiantes (0.5 à 1.5 pour cent de fer, 0.073 à 0.15 pour cent de carbone et 0.014 pour cent de soufre). Les proportions de nickel au cuivre sont celles du minerai maintenant exploité par la Canadian Copper Company, de sorte que l'alliage peut être produit directement de la matte, à un coût guère plus élevé que celui du cuivre. L'alliage est blanc d'argent et prend un poli brillant, qui tourne lentement au gris au contact de l'air. Il fond à 1,350 centigrades, il a la même densité que le cuivre et peut être fondu ou laminé et traité de diverses manières comme le cuivre ou l'acier, mais il est distinctement plus fort que l'acier ordinaire ou que le bronze au manganèse. La "Orford Copper Company", dans une circulaire au commerce fait la déclaration suivante quant à la résistance, etc. :—

	MOULAGES.		TIGES D'UN POUCE.	Plaques d'un demi- pouce.
	Qualité C.	Qualité D.	Laminés, annelés, et retirés à froid.	
Résistance à la traction (liv. par pc. c.).....	70,000	85,000	110,000	90,000
Limite élastique (liv. par pc. c.).....	27,000	40,000	80,000	45,000
Extension par 2 pcs. (pour cent).....	30	25	25	30
Réduction en surface (pour cent).....	35	35	50	60

Cette compagnie met sur le marché des lingots, plaques, tiges, barres, moulages, tubes et du fil métallique de cet alliage; et l'on a remarqué que les plaques sont aussi flexibles et malléables que le cuivre, et que le fil métallique peut être fait de toutes les dimensions jusqu'à 0.004 pouce, le plus fin étant aussi souple et flexible qu'un fil de soie.

Il n'est pas seulement fort, mais résiste à la corrosion, et peut être propre à différents usages auxquels l'acier est impropre comme pour propulseurs, chaudières, ainsi que pour les toits exposés aux vapeurs acides. Pendant l'année 1908, environ 300,000 pieds carrés de feuilles de métal monel furent employées pour couvrir la station du tunnel de Pennsylvanie, dans la ville de New York.¹

A cause de sa grande puissance de coloration, le nickel a été longtemps allié avec le cuivre, le zinc, etc., pour produire un métal blanc imitant l'argent, et portant différents noms, comme l'argent allemand, métal Britania, ou argentan. Ces alliages sont d'un usage assez régulier dans la fabrication des articles de ménage, tels que cuillers, fourchettes, etc., qui sont généralement plaquées d'argent.

¹ Mineral Industry, Vol. XVII, p. 671.



APPENDICES.

Brevets relatifs à la
SÉPARATION DU NICKEL ET DU CUIVRE
et à
L’AFFINAGE DU NICKEL.



APPENDICE I.

MÉTHODE DE SÉPARATION DES SULFURES DE NICKEL ET DE CUIVRE.BUREAU DES BREVETS DES ÉTATS-UNIS.AMBROSE MONELL, DE NEW YORK, N. Y.

N° 802,012. Spécification des Lettres Patentes. Breveté le 17 Oct., 1905.

Demande enregistrée le 19 janvier, 1903. N° de série 139,630.

Avis est donné à qui de droit:

Que je, soussigné, AMBROSE MONELL, de New-York, du comté et de l'état de New-York, ai inventé une méthode nouvelle et utile pour la séparation des sulfures de nickel et de cuivre, dont ce qui suit est la description claire, complète et exacte.

Dans la réduction des minerais contenant du nickel et du cuivre où une matte est produite renfermant des sulfures de nickel, de cuivre et de fer, un procédé a été imaginé au moyen duquel une séparation du sulfure de nickel est effectuée par l'emploi du sulfure de sodium, prenant avantage de sa puissance à dissoudre librement le cuivre et le fer et à former une solution de densité moindre que le sulfure de nickel. La matte mélangée avec du coke et du sulfate de sodium a été placée dans un cubilot. Lorsque cette charge est fondue, le sulfate de soude est réduit par le coke en sulfure de sodium, formant une solution avec partie de sulfure de cuivre et de sulfure de fer, et s'écoule avec les sulfures non dissous et fondus de nickel de cuivre, etc., à travers le trou de coulée, lequel est constamment ouvert dans des moules, où les constituants fondus se séparent d'après leur poids spécifique, le sulfure de sodium contenant les sulfures dissous de cuivre et de fer surnageant à la surface et les sulfures insolubles se fixant au fond. Lorsque les constituants de la fonte ont été solidifiés, on sépare les parties par fracture et les surfaces contenant le cuivre et le fer sont rechargées dans un haut fourneau, où les sulfures de sodium sont fondus dans un laitier de fer, étant alors perdus. Les résidus contiennent la plus grande partie des sulfures de nickel de la matte primitive; mais à cause de l'imperfection de la séparation, ils contiennent aussi des sulfures de cuivre et de fer en si grande quantité, qu'il est nécessaire de les refondre avec de nouvelles additions de coke et de sulfate de sodium, et ainsi répéter la fusion et la séparation jusqu'à quatre ou cinq fois avant que les résidus soient suffisamment exempts de fer et de cuivre pour rendre le sulfure de nickel qui en résulte apte à être soumis économiquement aux degrés successifs du procédé de raffinage. Le procédé ainsi poursuivi est lent et ruineux, et à cause du coût des substances et de la quantité de travail et de manie- ment requis, augmente grandement le prix de revient du nickel ou de l'oxyde de nickel, qui est le produit final. J'ai découvert que ces difficultés peuvent être surmontées, et la séparation rendue rapide et peu coûteuse par le procédé suivant:

Au lieu de fondre la matte composée, comme autrefois, dans un cubilot et de conduire le produit continuellement dans des moules, je fonds la matte de manière à ce qu'une fois fondue elle demeure en état de fusion et soumise à la haute température d'un fourneau pour une période considérable de temps, durant laquelle je trouve que les sulfures de fer et de cuivre seront entièrement dissous par le sulfure de sodium, et en une fusion une bonne

séparation peut être effectuée; par deux traitements semblables, les résultats obtenus sont égaux ou supérieurs aux résultats des quatre ou cinq fusions qui ont été employées jusqu'à présent. Dans ce but, j'emploie comme fourneau de fusion un four à réverbère Martin-Siemens, garni de brique de magnésite, car je trouve que les fourneaux garnis de silice sont rapidement détruits par le fondant avec le sulfure de sodium. Dans ces fourneaux j'introduis une matte de nickel-cuivre, soit solide ou fondue, avec du coke et du sulfate de sodium, le dernier étant préférablement dans la proportion de 60 pour cent du poids de la matte, et le coke dans la proportion de 15 pour cent avec la matte. Le sulfate est ajouté de préférence sous forme de gâteaux de nitre du commerce. Là par exemple, une charge contenant cinquante tonnes de matte est traitée, contenant, disons quarante-cinq pour cent de sulfure de nickel et trente-cinq pour cent de sulfure de cuivre, elle est fondue dans le fourneau et tenue à la chaleur pour quelque temps—disons quatre ou cinq heures après que la fusion est obtenue pendant quoi elle est préférablement "barrée", c'est-à-dire traitée en immergeant sous sa surface des pieux de bois vert, qui font dégager des hydrocarbures et des vapeurs, et aident ainsi à la réduction du sulfate et produisent une agitation de la substance, qui facilite et rend plus complète la dissolution des acides qui doivent être enlevés. La dissolution presque complète des sulfures de cuivre et de fer dans le sulfure de sodium réduit du gâteau de nitre est ainsi effectuée, et la charge fondue peut être coulée du fourneau et être séparée dans des moules; mais pour obtenir les meilleurs résultats, je coule les diverses couches du fourneau séparément, coulant premièrement la solution des sulfures de cuivre et du fer flottant à la surface du bain, et finalement les sulfures de nickel non-dissous. L'ordre du coulage peut être renversé, la couche inférieure du sulfure de nickel étant enlevée la première. La grande proportion de fer et du cuivre est ainsi séparée du sulfure de nickel qui est obtenu presque pur. Si l'on désire une plus grande pureté, le sulfure de nickel peut être rechargé dans le fourneau et être traité de nouveau de la même manière.

Le métallurgiste habile pourra modifier l'appareil et employer aussi d'autres substances dissolvantes. Par exemple, le sulfure de sodium peut être chargé dans le fourneau au lieu du sulfate de sodium, et dans ce cas, comme aucune réduction n'est requise, le coke peut être supprimé ou être employé en plus petite quantité, et même lorsque le sulfate de sodium est employé, la désoxydation peut être accomplie par l'opération des pieux de bois vert, sans coke ou avec seulement une petite quantité de coke.

Au lieu du sulfure de sodium, je puis employer les sulfures d'autres métaux alcalins ou le sulfure de manganèse.

Je revendique la propriété de:—

1. La méthode de séparation des sulfures métalliques décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, puis chauffer le mélange au point de fusion du dit dissolvant, maintenir la masse en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre aux sulfures non dissous de se déposer et se séparer du sulfure ou des sulfures dissous.

2. La méthode de séparation des sulfures métalliques, décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, puis chauffer le mélange au point de fusion du dit dissolvant, agiter la masse et la maintenir en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre aux sulfures non dissous de se déposer et se séparer du sulfure ou des sulfures en dissolution.

3. La méthode de séparation des sulfures métalliques, décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, puis chauffer le mélange au point de fusion du dit dissolvant, maintenir la masse en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre aux sulfures non dissous de se déposer et retirer la couche fondue séparément.

4. La méthode de séparation des sulfures métalliques décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, dans un four Martin-Siémens, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, puis chauffer le mélange au point de fusion du dit dissolvant, agiter la masse et la maintenir en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures aient été dissous, et permettre aux sulfures non dissous de se déposer et les séparer du sulfure ou des sulfures en dissolution.

5. La méthode de séparation des sulfures métalliques, décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, dans un four Martin-Siémens, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, puis chauffer le mélange au point de fusion du dit dissolvant, agiter la masse et la maintenir en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre au sulfure non dissous de se déposer, et retirer la couche fondue séparément.

6. La méthode de séparation des sulfures métalliques, décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, du sulfate de sodium et un agent réducteur pour le sulfate, chauffer le mélange au point de fusion du dissolvant qui en résulte, maintenir la masse en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre au sulfure non dissous de se déposer, et le séparer du sulfure ou des sulfures en dissolution.

7. La méthode de séparation des sulfures métalliques décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures y contenus, puis chauffer le mélange au point de fusion du dit dissolvant, "barrer" la masse et la maintenir en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre au sulfure non dissous de se déposer et le séparer du sulfure ou des sulfures dissous.

8. La méthode de séparation des sulfures métalliques décrite par les présentes, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, dans un four Martin-Siémens, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, agitant la masse, et la maintenir en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre aux sulfures non dissous de se déposer et les séparer du sulfure ou des sulfures en dissolution.

9. La méthode de séparation des sulfures métalliques, qui consiste à ajouter à une matte contenant de tels sulfures, dans un four Martin-Siémens, une substance qui est un dissolvant de quelques-uns de ces sulfures, "barrer" la masse, et la maintenir en fusion jusqu'à ce que substantiellement tous les sulfures solubles aient été dissous, et permettre au sulfure non dissous de se fixer, et retirer la couche fondue séparément,

En foi de quoi, j'ai aux présentes apposé ma signature.

AMBROSE MONELL.

Témoins:

ERVU F. WOOD,
BENO. B. GATTELL.

APPENDICE II.

PROCÉDÉ DE RAFFINAGE DE LA MATTE CUIVRE-NICKEL.

BUREAU DES BREVETS DES ÉTATS-UNIS.

NOAK VICTOR HYBINETTE, DE WESTFIELD, NEW JERSEY.

N° 805,555. Spécifications des Lettres Patentes. Breveté le 28-nov., 1905.
Demande enregistrée le 25 novembre, 1904. N° de série 234,160.

Avis est donné à qui de droit:

Que je, soussigné, NOAK VICTOR HYBINETTE, citoyen des Etats-Unis d'Amérique, et résidant à Westfield, comté Union, état de New Jersey, ai inventé certains perfectionnements nouveaux et utiles dans les procédés de raffinage de la matte de cuivre-nickel, dont ce qui suit est la spécification.

La matière brute pour mon procédé est un sulfure de cuivre-nickel produit par grillage et fusion des minéraux de nickel-cuivre ordinaires. Cette matière brute généralement nommée "matte concentrée" contient environ vingt-cinq pour cent de soufre et un demi à cinq pour cent de fer, le reste se composant de cuivre et de nickel en proportions diverses, généralement environ trente-cinq à quarante pour cent de chaque métal.

La première phase de mon procédé est actuellement de broyer et de griller la matte. Les matières grillées sont lessivées à l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'elles ne neutralisent plus l'acide. Ce point de mon procédé n'est pas nouveau en lui-même et est bien connu de ceux qui sont familiers avec la métallurgie du nickel. Je préfère concasser la matte à une dimension pouvant passer à travers un crible de trente mailles au pouce. Le grillage commence à une température basse, qui augmente graduellement jusqu'à ce que les composés de soufre soient abaissés à environ un pour cent. Plus ou moins de cuivre et de nickel se changera en sulfates; mais un soufre qui y est présent comme sulfate ne nuit pas; cependant après que la matière est lessivée à l'eau, on peut y laisser encore environ un pour cent de soufre. Lorsque la matière est lessivée à l'acide sulfurique, je prends la précaution de n'employer que de l'acide dilué, de sorte que la quantité d'acide libre dans ma solution ne sera jamais plus que de cinq à dix pour cent. De cette manière il est possible d'enlever la masse de cuivre sans en même temps dissoudre beaucoup de nickel. Ma solution contiendra une partie de nickel pour environ dix parties de cuivre. Si je fais la lessive avec de l'acide plus concentré, la proportion du nickel sera plus grande. La solution ainsi préparée est cristallisée et bouillie, puis cristallisée de nouveau, et à chaque cristallisation répétée, je retire des cristaux purs de sulfate de cuivre marchand. La liqueur mère de cette cristallisation contient du cuivre et du nickel en parties à peu près égales. Je la concentre et la fais bouillir pour obtenir une masse solide de sulfates de cuivre-nickel. La substance qui a été traitée contient environ 55 à 60 pour cent de nickel et douze à dix-huit pour cent de cuivre, et est soumise à la deuxième opération de mon procédé. Je mélange la substance avec l'acide sulfurique à environ 60 pour cent d'acier libre, en quantité telle qu'il y aura suffisamment d'acide pour former le sulfate de cuivre avec tout le cuivre qui y est présent. La masse est alors portée à une chaleur rouge assez basse et grillée à cette température pendant peu de temps. La réaction qui s'opère vient de ce que l'acide se combine avec le cuivre et le nickel pour former des sulfates de ces métaux,

mais le sulfate de cuivre est préférablement formé. Quand la matière atteint une température d'environ 800° centigrades, les sulfates commencent à se décomposer; mais le sulfate de cuivre n'est pas affecté de la même manière que le sulfate de nickel, et la conséquence est que lorsque les sulfates sont complètement décomposés, ou à peu près et que les matières retirées du fourneau sont traitées par l'acide sulfurique faible, j'obtiens encore une solution avec environ dix parties de cuivre pour une partie de nickel, qui en se cristallisant produira du sulfate de cuivre commercial pur. La liqueur-mère de ce second traitement à la même composition que celle qui a été mentionnée précédemment et est bouillie, donnant plus de sels à parties à peu près égales de cuivre et de nickel. Ce chauffage à l'acide sulfurique peut être répété, et après un ou plusieurs traitements semblables, j'obtiens un résidu, après lessivage, qui contient environ soixante-dix pour cent de nickel et de trois à cinq pour cent de cuivre. La phase suivante de mon procédé est de mélanger ce résidu avec de l'acide chlorhydrique ou un mélange de sel de cuisine, ou de chlorure de sodium et d'acide sulfurique. La matière est de nouveau chauffée à une basse température au rouge, et les chlorures de nickel et de cuivre se trouvent formés. Comme, cependant, le chlorure de nickel se trouve décomposé plus rapidement, par la chaleur que le chlorure de cuivre, je puis continuer mon opération de grillage jusqu'à un point où un maximum de cuivre et un maximum de nickel sont présents comme chlorure. Je retire alors la substance du fourneau et la lessive à l'eau et à l'acide faible, et j'obtiens un résidu d'oxyde de nickel pratiquement pur avec environ un demi pour cent de cuivre encore présent. Le traitement avec l'acide chlorhydrique peut se répéter, auquel cas un oxyde de nickel encore plus pur est obtenu, contenant environ soixante-dix-sept pour cent de nickel et un dixième pour cent de cuivre. Ce grillage chlorhydrique de l'oxyde de nickel pour enlever les petits pourcentages de cuivre ne diffère pas du procédé ordinaire Henderson, pour l'extraction du cuivre dans le minerai et est bien connu de ceux qui sont familiers avec la métallurgie de nickel. Les réactions qui s'opèrent dans mon procédé à l'acide sulfurique ne correspondent probablement pas avec ceux du grillage chlorhydrique et ne leur sont peut-être pas conforme. Dans le dernier cas, le chlorure de nickel est d'abord formé et est décomposé à mesure que le grillage se fait, et de plus en plus de chlorure de cuivre se forme en même temps. Avec un grillage soigné, le cuivre peut être extrait de cette manière jusqu'à ce qu'il n'en reste que de simples traces. Dans le traitement à l'acide sulfurique, il n'y a pas de décomposition de sulfate de nickel avec formation simultanée de sulfate de cuivre. Dans le lessivage de l'oxyde de nickel mélangé avec l'acide sulfurique faible, le cuivre est dissous aussi longtemps que l'oxyde de nickel dans les oxydes mélangés et n'est pas en excès suffisant pour protéger l'oxyde de cuivre de l'action de l'acide. Ce point est atteint lorsque le pourcentage est abaissé de douze à quinze pour cent. Il est d'autant plus abaissé qu'il y avait de cuivre dans la matière primitive et que la température du grillage était basse. Après cette phase, aucune séparation de cuivre par lavage n'est possible, et un produit dans ces conditions a été traité jusqu'à présent par la méthode très coûteuse consistant dans la dissolution complète de la masse entière en acide hydrochlorique et la précipitation des métaux séparément de cette solution. J'ai maintenant trouvé que si la matière est chauffée dans une fournaise avec de l'acide sulfurique concentré, de grandes quantités de cuivre et de nickel forment des sulfates, mais toujours de manière à ce qu'une proportion plus grande de cuivre que de nickel soit rendue soluble. Plus il y a de cuivre dans la matière plus la proportion est favorable. Si, donc, le pourcentage du cuivre

est aussi élevé que, disons huit pour cent, je puis retirer la substance du fourneau à un point au-dessous de la chaleur rouge, où seulement l'acide libre est enlevé, et la solution avec l'eau contiendra alors le cuivre et le nickel en quantités à peu près égales. Cependant, lorsque le cuivre est abaissé à douze pour cent ou au-dessous, je trouve qu'une proportion indue de nickel est rendue soluble, et j'élève en conséquence la chaleur à un point où tout ou presque tout le sulfate de nickel est décomposé. A ce point, le cuivre est rendu aussi insoluble dans l'eau, mais pas de la même manière que le nickel, parce qu'il est de nouveau rendu soluble par l'acide très faible, et la solution ainsi obtenue contient très peu de nickel. Je n'ai aucune explication théorique à offrir pour ce procédé; mais c'est un fait acquis; que chaque fois que la substance est chauffée à l'acide sulfurique, je puis ensuite extraire une partie du cuivre avec l'acide si faible qu'il ne pourrait avoir aucune influence sur la substance avant le dit chauffage. Cet oxyde de nickel est raffiné en nickel métallique par l'un des moyens maintenant en usage et bien connus de ceux qui s'occupent de cet art. De préférence, je puis fondre l'oxyde en anodes métalliques de nickel contenant environ quatre-vingt-quinze pour cent de nickel. Ces anodes sont aptes à être raffinés par le procédé ordinaire électrolytique. Ce dernier lessivage de chlorures laisse une solution dont on ne peut séparer aucun sel pur. Elle contient du nickel et du cuivre en parties à peu près égales.

Chacune de ces trois phases de mon procédé a laissé une solution d'un mélange de sels de cuivre et de nickel. Je préfère chauffer ces sels à une forte chaleur rouge, par laquelle le sulfate et le chlorure de nickel sont transformés en oxydes. Ce résidu est lessivé par l'eau et l'acide sulfurique faible, et par ce procédé l'on obtient encore du sulfate de cuivre, et le résidu du lessivage est l'oxyde de nickel d'à peu près la même pureté que celui obtenu par le procédé régulier.

Il est évident qu'au lieu de chauffer avec l'acide, je puis employer son équivalent chimique, comme le bisulfate de sodium, qui par la chaleur donnera l'acide sulfurique, et au lieu de me servir de l'acide chlorhydrique, je puis faire usage du bisulfate de sodium et du chlorure du même métal, qui par la chaleur donneront de l'acide chlorhydrique.

Le traitement que j'ai nommé "seconde phase" est naturellement plus coûteux que le premier, et n'est pas à employer jusqu'au moment où la teneur en cuivre est réduite à douze pour cent, auquel point la "première phase" refuse de donner satisfaction. Moins il y a de composés de cuivre, moins cette seconde opération donne de résultats satisfaisants et elle doit être remplacée par le traitement à l'acide chlorhydrique lorsque le pourcentage du cuivre est abaissé de cinq à trois pour cent. Cette troisième opération n'est pas pratique lorsque les composés du cuivre sont au-dessus de trois à cinq pour cent; mais en combinant ces trois phases, je puis traiter avec succès toutes les qualités du produit.

Je n'ai pas l'intention de revendiquer la première et la troisième phase en elles-mêmes. Elles sont depuis longtemps connues comme appropriées à la séparation du cuivre; mais comme la première opération devient impracticable quand les composés du cuivre sont au-dessous de douze pour cent, et que la troisième phase ne peut guère être employée avant que les composés du cuivre s'abaissent à trois ou cinq pour cent, il a été impossible de combiner les deux opérations en un procédé pratique. J'ai maintenant inventé le procédé de séparation du cuivre d'avec le nickel par le chauffage à l'acide sulfurique et le lessivage à l'acide dilué, procédé très utile pour traiter la substance après que la première phase n'est plus utile, et pour laisser un produit qui peut être convenablement traité par grillage chlorhydrique.

Il y a plusieurs raffineries électrolytiques de cuivre qui traitent le cuivre nickelifère. Ces fabriques font comme sous-produit un sulfate mélangé à parties à peu près égales de nickel et de cuivre. Avec l'ancien procédé, ce sel doit passer par une opération de séparation longue et coûteuse; mais d'après mon invention, ces sels peuvent être traités comme la liqueur mère provenant de la cristallisation du sulfate de cuivre, telle que décrite ici.

Ce que je revendique comme mon invention est:—

1. Le procédé de séparation du cuivre d'avec le nickel en une matte cuivre-nickel, consistant à griller d'abord la matte en oxydes, puis à lessiver avec l'acide sulfurique faible, extrayant par ce moyen le sulfate de cuivre principalement, à chauffer ensuite à l'acide chlorhydrique au moins à une température où les sulfates hydriques n'existent pas, à lessiver avec l'acide sulfurique faible, extrayant par là le sulfate de cuivre principalement puis à chauffer avec l'acide chlorhydrique à une température suffisante pour décomposer partiellement les chlorures anhydres, et alors à laver à l'acide dilué, et à répéter les dits chauffages s'il y a nécessité, obtenant par cette méthode un oxyde de nickel, propre au raffinage par les procédés ordinaires.

2. Le procédé de séparation des oxydes de cuivre et de nickel par le chauffage à l'acide sulfurique, au moins à une température où les sulfates hydratés n'existent pas, consistant ensuite à l'essiver à l'acide sulfurique faible, extrayant par ce moyen le sulfate de cuivre principalement puis à chauffer à l'acide chlorhydrique à une température assez haute pour amener une décomposition partielle des chlorures anhydres, et alors à lessiver avec l'acide faible et à répéter les dits chauffages si nécessaires, obtenant par ce moyen un oxyde de nickel apte à être raffiné par les procédés ordinaires.

3. Dans le procédé de séparation des oxydes par le chauffage à l'acide sulfurique et le lessivage à l'acide dilué, la méthode de chauffage de la substance jusqu'à une décomposition au moins partielle des sulfates anhydres et de lessivage à l'acide faible, extrayant par ce moyen l'oxyde de cuivre formé en la dite décomposition sans extraire l'oxyde de nickel formé en même temps.

Signé à New-York ce vingt-deuxième jour de novembre, 1904.

NOAK VICTOR HYBINETTE.

Témoins:

C. SEDWICK,
J. M. HOWARD.

APPENDICE III.

PROCÉDÉ HYBINETTE POUR LA SÉPARATION ÉCONOMIQUE DES ALLIAGES
DANS LEURS CONSTITUANTS, PAR L'ÉLECTROLYSE.

BUREAU DES BREVETS DES ÉTATS-UNIS.

NOAK VICTOR HYBINETTE, DE WESTFIELD, NEW JERSEY.

N° 805,969. Spécification des Lettres Patentes. Breveté le 28 nov., 1905.
Demande enregistrée le 25 novembre, 1904. N° de série 234,159.

Avis est donné à qui de droit:

Que je, soussigné, Noak Victor Hybinette, citoyen des Etats-Unis d'Amérique, et résidant à Westfield, comté Union et état de New-Jersey, ai inventé certains perfectionnements nouveaux et utiles pour la séparation des métaux, dont ce qui suit est la spécification.

J'ai découvert un procédé pour la séparation économique des alliages dans leurs constituants, par électrolyse. Il a été principalement destiné à la séparation du nickel et du cuivre d'avec les alliages de ces métaux, qui sont aussi généralement associés avec le fer; mais il peut aussi être employé pour le traitement des autres alliages.

Les principes fondamentaux sur lesquels repose le procédé sont les suivants:

Premièrement. Si l'alliage cuivre-nickel est soumis à l'électrolyse, le nickel se dissoudra plus rapidement de l'anode, et le résultat sera que les schlamms des anodes tombant au fond du réservoir consisteront principalement en composés cuivreux. Si le soufre est présent en même temps dans l'anode, le sulfure de cuivre est séparé comme schlamm d'anode. Cette réaction est l'une des moyens employés dans mon procédé pour séparer le cuivre d'avec le nickel. Je trouve en pratique qu'environ une moitié du cuivre que j'obtiens dans mon procédé est récupérée sous forme de schlamms.

Deuxièmement. Il y a actuellement en usage différents procédés bien connus pour enlever les grandes quantités de cuivre des mattes cuivre-nickel. Par exemple, si une matre cuivre-nickel est grillée et lessivée à l'acide sulfurique, il n'y a pratiquement que le cuivre d'enlevé, jusqu'à ce que le résidu contienne du nickel et du cuivre suivant la proportion de trois à un. Il est donc en mon pouvoir de produire un anode contenant trois parties de nickel et une partie de cuivre, et par l'action sélective du courant électrique, je n'ai à traiter qu'une partie de cuivre pour six parties de nickel dans ma solution électrolytique.

Troisièmement. Par cette combinaison de procédés, je descends alors à de telles proportions entre le cuivre et le nickel, qu'il devient commercialement possible d'éliminer le cuivre en lui permettant de passer comme une impureté dans la solution de nickel, qui est régénérée ou purifiée aussitôt que le cuivre s'est accumulé dans la solution à un point tel que le dépôt de nickel contient plus de cuivre que le commerce ne le permet.

Quatrièmement. Pour pouvoir faire circuler une solution de nickel de la manière mentionnée plus haut, il a été nécessaire d'inventer un moyen facile pour purifier cette solution sans troubler le moindrement ses qualités de plaçage et la faire revenir à sa composition primitive. Plusieurs procédés électrolytiques pour obtenir le nickel ont été proposés dans le passé; mais tous ont dû faire une nouvelle solution de temps à autre suivant un

procédé extérieur et indépendant. Toutes les solutions de nickel à plaçage ne s'adaptent pas à un tel procédé de régénération constante; mais j'ai maintenant trouvé une solution qui se prêtera d'elle-même à mon projet, dans une solution neutre et faible de sulfate de nickel à laquelle un acide faible—comme l'acide phosphorique, borique, acétique ou lactique—est ajouté. Que le nickel puisse être plaqué dans une telle solution n'est pas nouveau, mais jamais auparavant on ne l'a employé à cet usage.

Cinquièmement. Les moyens par lesquels une solution semblable puisse être purifié du cuivre seront faciles à trouver pour le métallurgiste d'expérience, mais pour obtenir le meilleur résultat au point de vue commercial, je veux employer une manière particulière—à savoir, la cémentation—et sous ce rapport j'ai trouvé certaines conditions dans lesquelles la cémentation du cuivre sur le nickel et même sur l'alliage de cuivre-nickel, a lieu si rapidement que la réaction devient pratique pour le commerce, comme il sera expliqué plus loin. Avec ce système de circulation et de purification, la qualité de nickel produite jusqu'à un certain point sera une question de rapidité de circulation de la solution, mais le procédé ne serait pas si économique si je n'avais pas introduit des moyens suivant lesquels un nickel pur peut être produit en même temps, comme la solution des bains galvanoplastiques contient une quantité considérable de cuivre.

Sixièmement. J'arrive à cette fin par la séparation de l'anode de la cathode d'une manière nouvelle. Ceci est fait en insérant entre les deux pôles un diaphragme filtrant, dirigeant le courant de la solution perpendiculairement de la surface du cathode à celle de l'anode. De tels diaphragmes ont été employés auparavant, mais jamais pour séparer les métaux d'un alliage constituant l'anode. Je crois aussi que je suis le premier à employer un semblable diaphragme dans un cas où la moindre décomposition de la solution empêcherait le plaçage du métal sur la cathode. De plus, je ne connais personne qui ait réussi à donner à un pareil diaphragme une construction mécanique qui permettra son emploi dans un bain électrolytique à plaçage ordinaire où l'anode et le cathode sont suspendus verticalement.

Maintenant que j'ai donné un aperçu des différents moyens que j'emploie pour obtenir mes résultats, je vais donner un compte rendu plus détaillé des différentes opérations qui constituent le procédé.

La fig. 1 est une coupe verticale de l'appareil que j'emploie et la fig. 2 est une vue du plan.

A est le récipient dans lequel on procède à l'électrolyse. C'est préférablement un réservoir en bois avec ou sans garnissage de plomb. Il a le trop plein G, qui maintient le niveau de la solution à I, et contient une poche filtrante D. Cette poche filtrante est faite du cadre en bois K, et des deux épaisseurs de coton D séparées par le cadre en bois K.

C est la plaque cathodique avec pilier en bois E, que l'on voit dans les dessins s'étendant sur le bord du fond de la cathode; mais, pour garantir une meilleure protection, il peut s'étendre tout autour de la plaque.

B représente les anodes.

F est le flotteur, qui est réglé de telle manière, que la solution dans le récipient se maintient au niveau H, qui est environ à un pouce au-dessus du niveau I.

Le pilier E empêche le cathode de gauchir et d'être en contact avec le récipient.

Dans la séparation du cuivre et du nickel, j'emploie de préférence comme électrolyte une solution diluée de sulfate de nickel avec une petite quantité d'acide faible—acide phosphorique, acide borique, acide lactique ou autre acide organique bien connu de ceux qui sont familiers au commerce—

et je préfère en particulier une solution de sulfate de nickel et d'acide faible si dilué qu'il ne cristallisera pas la température ordinaire. D'autres solutions—comme une solution très concentrée de sulfate ou de chlorure de nickel avec ou sans sels inertes, tels qu'un sulfate ou chlorure d'aluminium

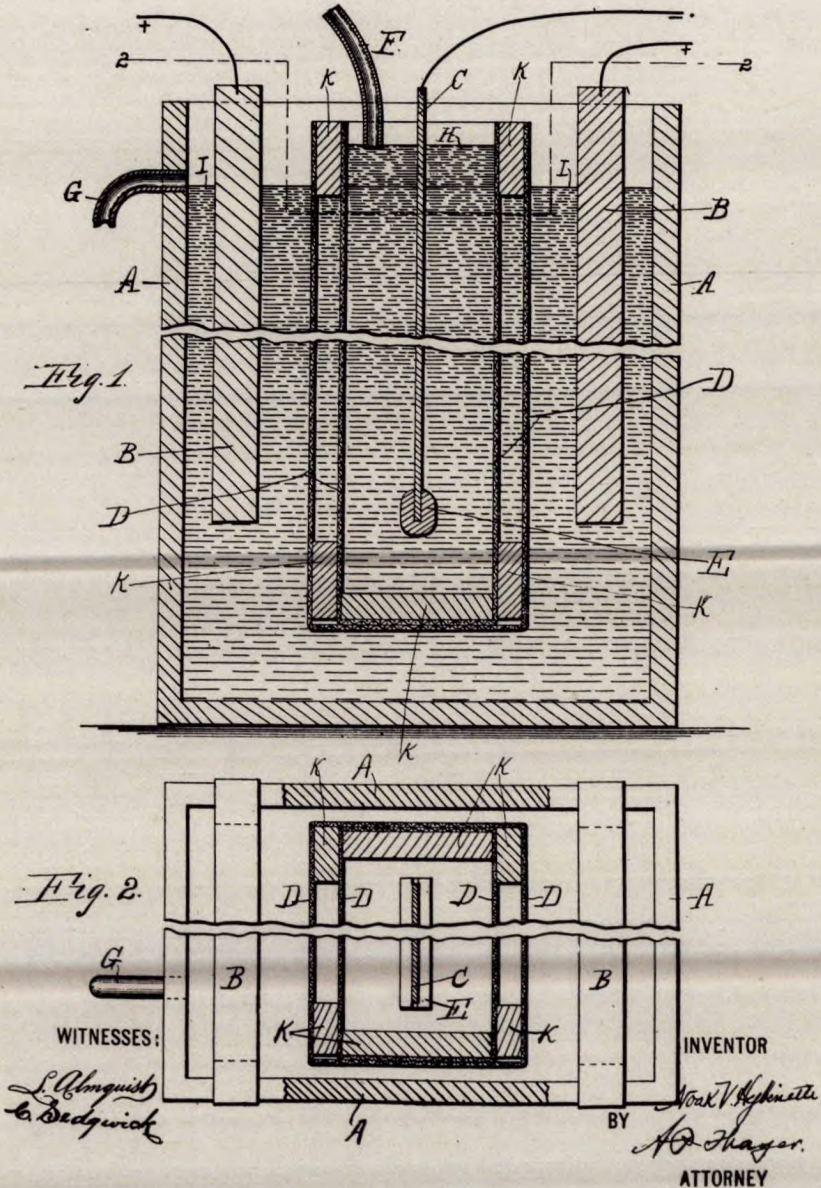


FIG. 14.—Appareil pour la séparation économique des alliages dans leurs constituants par l'électrolyse.

ou de magnésium, employé à une température comparativement haute, et avec une haute densité de courant comme moyens d'obtenir un dépôt de nickel cohérent—ne conviennent pas bien à mon procédé, et par con-

séquent j'ai l'intention de revendiquer spécialement comme mien l'emploi dans mon procédé d'une solution d'acide faible avec le sulfate de nickel qui donnera de bons résultats à basse température et basse densité de courant. Mes autres revendications, cependant, ne sont pas limitées à l'emploi de cette solution particulière.

La première phase de mon invention consiste à placer dans la solution électrolytique une anode composé de l'alliage qui doit être séparé et une plaque cathodique sur laquelle le métal doit être déposé, et à séparer les électrodes par un diaphragme perméable, comme un feutre filtrant ou du papier filtre. Ceci est fait en entourant l'une des électrodes, de préférence la cathode, dans une poche de papier ou étoffe à filtrer. Comme elle a une capacité filtrante mesurée, mon diaphragme a une nature différente de ces diaphragmes poreux ordinairement employés dans les procédés électrolytiques, qui permettent à une réaction de se faire sur un côté et une réaction différente sur l'autre côté. Mon diaphragme est si poreux que s'il était seul à séparer le côté de l'anode de celui de la cathode, les solutions se mélangeraient et deviendraient homogènes en peu de temps. Son action est alors aidée en gardant la solution en mouvement, la faisant couler de la cathode à l'anode à travers la matière poreuse, ce qui empêche le métal qui a été dissous à l'anode de venir en contact avec la cathode. La poche diaphragme n'est, en d'autres mots, qu'un appareil mécanique convenable pour diriger la circulation du liquide dans la direction de la cathode à l'anode.

L'anode peut être formé soit d'un alliage pur de cuivre et de nickel, contenant, disons, parties égales de ces métaux ou les contenant en d'autres proportions; elle peut contenir des parties considérables de soufre, fer, carbone, silicium, oxygène, etc., sa composition sous ce rapport étant déterminée par les conditions dominantes aux usines où le procédé est employé. Quand les composés du cuivre sont élevés, je préfère en enlever une partie par quelque procédé bien connu avant de fabriquer mon anode. J'ai trouvé également qu'une anode contenant moins de un pour cent de soufre est préférable à cause du plus petit pourcentage de fragments qui reste après la dissolution de l'anode. D'un autre côté, un pourcentage élevé de soufre laissera plus de cuivre dans les schlamms anodiques. J'ai aussi trouvé qu'il est mieux de n'avoir pas plus de trois ou quatre pour cent de fer dans l'anode, comme il est plus économique d'enlever le fer par le traitement dans le fourneau lorsqu'il se trouve un excès de cette quantité.

Les cathodes sont formées de préférence de plaques de cuivre, qui devraient être graissées ou traitées autrement, pour empêcher le dépôt de nickel d'y adhérer et chaque cathode faite de métal pesant—disons de 10 à 15 pouces d'épaisseur, est soutenue par un cadre non conducteur, de préférence en bois. Ces plaques métalliques épaisses lorsqu'elles sont maintenues dans le cadre en bois ne gauchiront pas et ne viendront en contact avec les poches, ce qui mettrait obstacle à la marche de la méthode. Pour être plus sûr des poches, je préfère employer deux épaisseurs d'étoffes à une distance d'environ un demi-pouce l'une de l'autre, et je considère ce perfectionnement comme très important. Les anodes décrites précédemment sont placées dans le bain avec les cathodes entourées d'étoffe dans une position verticale. Une solution du métal que l'on désire plaquer sur la cathode, est passée dans le sac à travers le filtre d'étoffe perpendiculairement avec la surface des électrodes, du côté de l'anode du récipient.

En forçant la solution à couler régulièrement dans la poche contenant la cathode, elle peut s'arrêter à environ un pouce au-dessus du niveau de la solution en dehors de la poche, communiquant alors à l'ensemble total de la solution dans la poche cathodique une pression hydrostatique uniforme d'un pouce de liquide. Le forçant à couler au-dehors à travers les pores

de la poche entière dans une direction perpendiculaire aux surfaces des électrodes et d'une façon uniforme. L'écoulement du liquide est réglé facilement en maintenant une différence déterminée de niveau entre le côté intérieur et la paroi extérieure de la poche—par exemple, en ayant un tuyau de trop-plein au niveau voulu en dehors de la roche et un tuyau d'entrée laissant venir la solution de sulfate de nickel en un courant régulier à l'intérieur de la poche. Je puis ainsi maintenir une coulée de la solution tel qu'il empêchera tout ion dissous à l'anode de pénétrer dans la poche du côté de la cathode. Après que le sac a été en usage un certain laps de temps, les pores se remplissent de simes des sels basiques. Ce fait, loin d'être nuisible, est au contraire à désirer. La résistance électrique du diaphragme ou sac est insignifiante et le procédé de placage s'opère comme si apparemment aucun diaphragme n'était employé. Il y a, cependant, cette importante différence savoir: qu'un équivalent de nickel est déposé sur la cathode dans le sac et un ion d'acide sulfurique est laissé libre. Cet ion décompose la molécule la plus proche, et ainsi de suite dans tout le bain, de sorte que l'échange final déterminera un ion d'acide sulfurique à être libéré à l'anode, et au même moment un ion de nickel à être déposé sur la cathode. L'ion d'acide sulfurique à l'anode est cause qu'immédiatement un ion de cuivre ou de nickel est dissous dans la solution. A mesure que l'échange des ions se fait, les atomes de nickel et de cuivre nouvellement dissous voyagent en se dirigeant vers la cathode; mais ce mouvement est neutralisé par le courant traversant le sac poreux, et les ions dissous ne peuvent pas passer à la cathode. Ainsi, si j'introduis dans le sac cathodique une solution de sulfate de nickel contenant quarante grammes de nickel par litre, la réaction restera dans la solution en dehors du sac sur le côté de l'anode du réservoir, disons, trente-neuf grammes de nickel et un gramme de cuivre par litre, le poids atomique du cuivre et du nickel étant approximativement le même. Une coulée constante du sulfate de nickel est fournie à la poche cathodique, et quoique le placage se soit enlevé la solution contenue dans la roche ne devient pas privée de son nickel, et quoique acidulée, elle contient en tout temps le même poids de quarante grammes de nickel par litre. Ce procédé par conséquent démontre la théorie de la mobilité des ions d'une manière qui à ma connaissance n'a jamais été vue auparavant. L'opération se continue, le nickel étant déposé à la cathode jusqu'à ce qu'il ait formé un placage suffisamment épais, lorsque les plaques cathodiques sont enlevées et le nickel en a été ôté, alors il se forme simultanément une solution correspondante de cuivre nickel, et de fer à l'anode jusqu'à ce que l'anode soit dissoute, alors qu'elle est remplacée par une anode fraîche d'alliage impur. Les constituants insolubles de l'anode—tels que le platine, le palladium, l'or, etc., conjointement avec beaucoup de cuivre—se déposent comme matière fine sur le fond du récipient. Le cuivre, et spécialement un sulfure de cuivre, se dépose alors comme matière fine parce que le nickel de l'anode, étant plus électropositif, se dissout plus promptement.

Si on le désire, les anodes peuvent être mis dans des sacs poreux, et la solution retirée de l'intérieur des sacs. Je préfère, cependant, employer la méthode ci-dessus décrite.

Il est évident, d'après ce que j'ai dit plus haut, que l'opération peut être accomplie suivant mon système, sans le diaphragme poreux, et que la plus grande partie du cuivre peut encore être séparée, en partie comme matière fine et en partie à travers la régénération de la solution; mais le nickel produit d'une telle manière sera toujours très impur et peut être vendu comme tel pour des objets spéciaux, ou autrement il devra être raffiné.

La seconde phase de l'opération est d'enlever le fer et le cuivre dissous du liquide qui coule du récipient électrolytique. Je puis y arriver de diverses façons—par exemple, par électrodéposition; mais je tire de grands avantages en cimentant le cuivre sur le nickel ou sur un alliage de nickel et de cuivre. Le cuivre a été cimenté jusqu'à présent sur le nickel métallique, mais la réaction a toujours été lente, et une cémentation complète n'a été obtenue que par application du nickel sous forme de poudre impalpable dont des portions fraîches sont ajoutées à la solution de temps en temps. Ordinairement le nickel sous forme de grains, de balles, ou de feuilles tel qu'on peut l'obtenir sur le marché, a été si lent à se cimenter qu'il est pratiquement impossible de l'employer pour libérer substantiellement de cuivre la solution. J'ai découvert que la teneur de la cémentation qui accompagne l'emploi du nickel dans ces conditions provient de ce qu'il a contenu un petit pourcentage de carbone, de silicium ou de soufre. Si on enlève ces impuretés, on n'éprouve aucun ennui dans la cémentation du cuivre d'une solution, spécialement lorsqu'on le tient à une température d'ébullition, et c'est un fait remarquable qu'il se fasse une séparation complète même quand le nickel, qui est fondu convenablement en plaques, se recouvre d'une forte couche de cuivre cimenté d'un pouce d'épaisseur. J'ai aussi découvert que je puis employer non seulement des plaques de nickel pur dans ce procédé de cémentation, mais encore je puis employer avec efficacité des plaques d'alliage de cuivre et de nickel contenant jusqu'à trois pour cent de cuivre, l'alliage étant d'abord libre de soufre, de silicium et de carbone, comme il est expliqué précédemment. Ce nouvel emploi d'un tel alliage est une amélioration très importante dans mon procédé, étant donné que le métal peut se fabriquer à bon compte par grillage et fusion de la matte de cuivre-nickel. Par conséquent, après avoir retiré la solution du réservoir électrolytique, je la chauffe premièrement et la régénère alors avec du nickel en la mettant dans un récipient dans lequel elle est maintenue à une température d'ébullition et mise en contact avec des plaques de nickel et de cuivre suspendues, renfermant, disons, trente pour cent de cuivre. Dans ce réservoir le cuivre est fortement cimenté en dehors de la solution sur les plaques, sa place dans la solution est prise par un équivalent de nickel dissous des plaques, de sorte que si en entrant il contient trente-neuf grammes de nickel et un gramme de cuivre par litre, il contiendra après la cémentation, disons, 39.9 grammes de nickel et 0.1 gramme de cuivre, avec du fer dissous venant des anodes. Je préfère compléter alors la cémentation en transférant la solution dans un deuxième récipient, où elle est aussi maintenue à une température d'ébullition en contact avec des plaques de nickel pur, qui, étant plus efficaces pour la cémentation que l'alliage cuivre-nickel, enlèveront plus rapidement chaque trace de cuivre, laissant la solution renfermant quarante grammes de nickel par litre, comme au premier abord, moins le fer dissous provenant des anodes, de même que des plaques de l'alliage du nickel et du cuivre. Les plaques de nickel devront être exemptes des impuretés citées plus haut.

La phase suivante du procédé est l'enlèvement du fer. Pour cela, je préfère passer la solution dans un réservoir électrolytique contenant des anodes insolubles de platine, plomb, ou carbone, par lesquels le composé ferrugineux est transformé par oxydation de FeOSO_4 à $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 3\text{SO}_3$. On fait alors passer la solution dans un récipient où l'on ajoute du carbonate de nickel en excès. Celui-ci précipite le fer en carbonate de fer, et on l'enlève de la solution par filtration. La solution qui contient alors la liqueur primitive de 40 grammes de nickel par litre comme sulfate, est versée dans un récipient ou réservoir d'où elle est fournie aux sacs poreux cathodiques, ainsi qu'il a été expliqué plus haut. Le procédé est donc continu,

l'électrolyte de nickel passant dans les sacs poreux en coulée continue, afin de faire un courant de sortie de la cathode, l'équivalent de cuivre, de nickel et de fer étant dissous dans le liquide du côté de l'anode. Le liquide ainsi traité est régénéré par cémentation sur des couches ou plaques de nickel ou du nickel cuivre exempt de carbone, de silicium et de soufre. Le fer est alors extrait de la solution, de préférence par oxydation et précipitation, et le liquide ainsi régénéré et purifié est de nouveau fourni au réservoir électrolytique.

J'ai trouvé qu'un courant de dix ampères par pieds carrés à la cathode est convenable; mais mon invention n'est pas limitée sous ce rapport.

Mon invention peut être employée pour séparer les autres métaux. Par exemple, dans la séparation d'un alliage de cuivre, de zinc et de plomb, j'introduis une solution pure de sel de zinc dans les sacs de la cathode et je régénère la solution lorsqu'elle est retirée du côté de l'anode des sacs, en la cimentant sur le zinc ou sur l'alliage de zinc. Mon invention diminue beaucoup la dépense de séparation des constituants des alliages de cette nature, et me permet d'effectuer une grande économie dans le traitement des minerais complexes qui ont été jusqu'à présent séparés au moyen du traitement à la fournaise occasionnant une très grande dépense. Dans certains cas, la dépense a été si grande qu'elle a été jugée prohibitive, et en conséquence, des gisements énormes de minerai restent inexploités.

Les différentes phases du procédé peuvent recevoir des modifications, et les phases individuelles de mon système peuvent être employées séparément, ou dans d'autres combinaisons.

Le procédé de circulation au moyen des sacs poreux, particulièrement dans la combinaison avec cémentation, est applicable à la séparation des alliages en général. La cémentation particulière du cuivre sur le nickel et l'alliage cuivre-nickel a une grande importance dans tous les procédés de raffinage électrolytique de nickel, et aussi dans les cas où l'on n'utilise pas l'électrolyse.

Ce que je revendique comme mon invention est:—

1. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un anode qui contient substantiellement un alliage de cuivre et de nickel dans une solution qui se compose de sulfate de nickel et d'acide faible, régénérant la solution et la faisant revenir à son origine.

2. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un anode qui contient substantiellement un alliage de cuivre et de nickel dans une solution composée de sulfate de nickel et d'un acide faible, enlevant le cuivre au moins en partie d'une telle solution, par cémentation sur un métal contenant du nickel et rendant la solution régénérée.

3. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un anode renfermant substantiellement un alliage de cuivre et de nickel dans une solution composée de sulfate de nickel et d'un acide faible, enlevant le cuivre, au moins en partie, d'une telle solution par cémentation sur un métal contenant un alliage de cuivre-nickel et retournant la solution régénérée.

4. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre consistant dans l'électrolyse d'un anode renfermant substantiellement un alliage de cuivre et de nickel dans une solution composée de sulfate de nickel et d'un acide faible faisant circuler cette solution dans la direction de la cathode à l'anode, régénérant la solution et renvoyant cette dernière à la cathode.

5. Le procédé de séparation des métaux consistant dans l'électrolyse d'un alliage, faisant circuler la solution de la cathode à l'anode, forçant la solution environnant la cathode à ne contenir que les métaux

constituants l'anode, régénérant la solution au moins en partie, par cémentation sur le métal produit dans le bain électrolytique.

6. Le procédé de séparation des métaux consistant dans l'électrolyse d'un alliage faisant circuler la solution de la cathode à l'anode, amenant la solution qui entoure la cathode à ne contenir qu'un seul des métaux constituant l'anode, régénérant la solution au moins partiellement, par cémentation, sur un alliage consistant principalement en le métal produit dans le bain électrolytique.

7. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un alliage et l'enlèvement de cuivre de la solution au moins en partie, par cémentation sur des plaques de métal qui consistent principalement en nickel raffiné à un degré où le carbone, le silicium et le soufre sont pratiquement éliminés.

8. Le procédé de séparation de nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un alliage et l'enlèvement du cuivre de la solution au moins partiellement, par cémentation sur des plaques de métal consistant principalement en un alliage cuivre-nickel, raffiné au moins à un degré où le carbone, le silicium et le soufre sont pratiquement éliminés.

9. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un alliage en faisant circuler la solution de la cathode à l'anode, amenant la solution environnant la cathode à ne renfermer que le nickel, et enlevant le cuivre de la solution au moins partiellement, par cémentation sur des plaques de métal, consistant principalement en nickel, raffiné au moins à un degré où le carbone, le silicium et le soufre sont pratiquement éliminés.

10. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un alliage, faisant circuler la solution de la cathode à l'anode, amenant la solution environnant la cathode à ne contenir que le nickel, et enlevant le cuivre de la solution au moins partiellement, par cémentation sur des plaques de métal consistant et raffiné au moins à un point où le carbone, le silicium et le soufre sont pratiquement éliminés.

11. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, consistant dans l'électrolyse d'un alliage, en faisant circuler la solution de la cathode à l'anode à travers un diaphragme poreux, amenant la solution environnant la cathode à ne contenir que du nickel, la solution sur l'autre côté du diaphragme et environnant l'anode contenant le cuivre et le nickel, et empêchant le cuivre de passer à travers le diaphragme en maintenant une pression sur le côté de la cathode du dit diaphragme, et en faisant circuler la solution de la cathode à l'anode régénérant la solution anodique par substitution du nickel au cuivre et renvoyant la dite solution régénérée au compartiment cathodique.

12. Le procédé de séparation des métaux, consistant dans l'électrolyse d'un alliage, en faisant circuler la solution de la cathode à l'anode à travers un diaphragme poreux, amenant la solution environnant la cathode à ne contenir qu'un des métaux constituant l'alliage, et la solution environnant l'anode à contenir tous les métaux dissous de l'anode, empêchant le passage des métaux contenus dans la solution anodique dans le compartiment cathodique, en maintenant une pression sur le côté de la cathode, et faisant circuler la solution à travers le dit diaphragme.

13. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, par électrolyse d'un alliage dans un électrolyte de sulfate de nickel et d'acide faible en faisant circuler la solution de la cathode à l'anode à travers un diaphragme poreux, et maintenant une pression du côté de la cathode et revivifiant la solution au moins partiellement, par cémentation sur le nickel.

14. Le procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre, par électrolyse d'un alliage dans une solution de sulfate de nickel et d'un acide faible en faisant circuler la solution de la cathode à l'anode à travers un diaphragme poreux, maintenant une pression du côté de la cathode et revivifiant la solution au moins partiellement, par cémentation sur un alliage de cuivre-nickel.

Signé à New York, ce vingt-deuxième jour de novembre, 1904.

NOAK VICTOR HYBINETTE.

Témoins:

C. SEDGWICK,
J. M. HOWARD.

APPENDICE IV.

PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DU NICKEL ET DU CUIVRE CONTENANT DES
PYRITES MAGNÉTIQUES, ET SÉPARATION DU NICKEL ET DU CUIVRE
CONTENUS DANS CES MINÉRAIS.

BUREAU DES BREVETS DES ÉTATS-UNIS.

EMIL GUNTHER ET RUDOLF FRANKE, D' EISLEBEN, ALLEMAGNE.

N° 879,633. Spécification des lettres patentes. Breveté le 18 février 1908.

Demar.de enregistrée le 18 juin 1907. N° de série 379,535.

Avis est donné à qui de droit:—

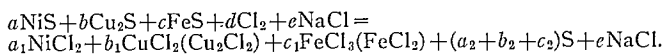
Que nous, Emil Günther et Rudolf Franke, citoyens de l'empire d'Allemagne, et demeurant à Eisleben, Allemagne, avons inventé un procédé perfectionné pour le traitement des minerais métalliques ou mattes, dont ce qui suit est l'explication entière, claire et complète.

L'invention a particulièrement trait au traitement des pyrites magnétiques contenant du nickel et du cuivre, et la séparation du nickel et du cuivre contenus dans ces minerais. C'est un fait connu que les métaux renfermés dans les dits minerais peuvent être concentrés en convertissant les minerais en mattes ou en régule de cuivre-nickel, ce qui peut être fait en traitant les minerais dans des fourneaux convenables. Cependant jusqu'ici, il n'existe aucun procédé satisfaisant pour obtenir les métaux eux-mêmes du dit régule nickel-cuivre.

L'objet de cette invention consiste en un procédé de traitement du dit régule de cuivre-nickel, et en une séparation des métaux du même régule d'une manière économique.

Notre invention nouvelle consiste principalement à mettre en contact le régule de cuivre-nickel en réaction avec le chlore sous forme de gaz ou "à l'état naissant" avec effet que les chlorures de cuivre et de nickel sont formés, et dans le procédé de séparation des métaux purs d'avec les dites combinaisons par le chlore.

Les phases de notre invention, dans l'opération pratique, sont diverses et dépendent de la forme sous laquelle le chlore entre en réactions avec le régule cuivre-nickel. Si l'on emploie le chlore sous forme de gaz, nous préférons procéder ainsi: le régule moulu est introduit dans un tambour fermé avec la solution d'un chlorure, comme le chlorure de sodium, le chlorure de calcium, le chlorure de magnésium, le sous-chlorure de cuivre et ainsi de suite, et traité avec le gaz chlore. La réaction commence si la température n'est pas trop élevée, et peut être représentée par l'équation suivante:



Par cette équation, on peut voir que les sulfures des métaux sont convertis en chlorures correspondants ou sous-chlorures, tandis qu'en même temps, le soufre est mis en liberté. Dans des conditions pratiques, une partie plus ou moins grande du soufre contenu dans le régule de cuivre nickel ne s'obtient pas dans une pure condition chimique, mais sous forme d'acide sulfurique. Afin de réduire la quantité d'acide sulfurique, il est nécessaire de voir à ce que la température soit constamment tenue à un degré invariable.

Les métaux contenus dans le régule de cuivre-nickel étant convertis sous forme de chlorures, les particules solides sont séparées de la solution, cette dernière est libérée de l'acide sulfurique et d'autres impuretés, de sorte que, techniquement parlant, on obtient une solution pure de nickel-cuivre. Cette solution de nickel-cuivre est soumise à l'électrolyse avec des anodes insolubles. Le cuivre se dépose à la cathode, tandis que le chlore se développe à l'anode. On peut employer le chlore pour traiter de nouvelles portions du régule de cuivre-nickel. L'électrolyte devenant plus pauvre en cuivre pendant le procédé électrolytique, on ajoute une solution fraîche de cuivre-nickel continuellement ou par intermittence jusqu'à ce que les composés en nickel du bain atteignent la concentration requise. Le bain est ensuite libéré de cuivre de préférence par électrolyse et en précipitant les dernières traces de cuivre au moyen de réactifs chimiques, par exemple par le nickel métallique. La solution du bain débarrassée du cuivre et formant alors une solution de sous-chlorure de nickel, est parallèlement électrolysée après la purification avec des anodes insolubles. Dans ce procédé d'électrolyse, le chlore est de nouveau libéré et peut être employé pour traiter des parties fraîches de régule de cuivre-nickel. Le nickel se dépose alors à la cathode de la même manière que le cuivre dans le premier procédé d'électrolyse.

La masse solide séparée de la solution à la fin du traitement par le chlore consiste substantiellement en soufre et en petites quantités de sulfures. Le soufre peut être extrait par des dissolvants appropriés, tandis que les sulfures sont ajoutés à des parties nouvelles de régule cuivre-nickel, et traités de nouveau au soufre.

D'après une méthode modifiée de mise en opération pratique de notre invention nous faisons certaines additions contenant de l'or, de l'argent ou d'autres métaux précieux aux minerais renfermant du nickel et du cuivre, ou au régule cuivre-nickel. Si le régule cuivre-nickel auquel les métaux précieux ont été incorporés, de cette manière, est traité avec le gaz chlore, comme on l'a mentionné précédemment, les métaux précieux demeurent dans le résidu solide si un excès de chlore est évité, et peuvent en être facilement obtenus, et si le chlore en excès est admis, l'or peut être dissous et faire une solution formant un chlorure d'or, qui est précipité par un nettoyage subséquent de la solution.

On peut aussi employer le procédé pour obtenir le nickel libre de cuivre du soi-disant régule-nickel concentré avec environ 75 pour cent de nickel et environ 0.2 pour cent de cuivre. Dans ce cas le régule est digéré avec le chlore de la manière ci-dessus, après quoi la solution de nickel est purifiée chimiquement et électrolysée par les solutions insolubles.

Si l'on doit employer le chlore à l'état naissant, pour le traitement du régule cuivre-nickel, nous procédons ainsi; le régule cuivre-nickel est employé comme anode dans un procédé électrolytique dans lequel l'électrolyte est formé d'une solution chlorhydrique de sous-chlorure de cuivre mélangée à un alcali—ou chlorure alcalinoterreux tandis que la cathode est formée d'une feuille de cuivre. Dans un tel procédé d'électrolyse à l'anode, le chlore qui est produit convertit les sulfures des métaux, en chlorures correspondants, libérés en même temps que le soufre. L'effet du chlore à l'état naissant est alors analogue à l'effet du procédé décrit précédemment pour traiter le régule de cuivre-nickel avec le chlore sous forme de gaz. Le chlore qui est développé par la décomposition électrolytique de la solution du bain est entièrement employé pour amener le métal en solution. A la cathode le cuivre se dépose. En vu du fait qu'à la cathode il se dépose plus de cuivre qu'il ne s'en dissout à l'anode, il est nécessaire d'introduire continuellement ou par intermittence du sel de cuivre

dans le bain qui peut être produit de la manière décrite plus loin. Le nickel s'accumule dans la solution du bain, tandis que les composés du cuivre sont tenus à une concentration convenable et invariable. Si après un certain temps la concentration de la solution du bain dans le nickel, le fer et autres sels a augmenté à un degré qui a empêché la disposition de cuivre, la solution du bain est retirée et électrolysée dans d'autres récipients avec des anodes insolubles afin de la libérer autant que possible du cuivre, et finalement les dernières parties du cuivre se déposent chimiquement. De cette manière une solution chimiquement pure de sous-chlorure de nickel s'obtient et s'électrolyse par les anodes insolubles. De cette manière le nickel pur se dépose à la cathode, tandis qu'à l'anode le chlore se développe et est juste suffisant pour le traitement des minerais de cuivre contenant les combinaisons d'oxygène et soufre du cuivre, ce qui a pour effet de produire le sel de cuivre qui est nécessaire pour développer le procédé électrolysant du régule nickel cuivre après le traitement au chlore à l'état naissant.

Le procédé ci-dessus peut aussi être employé pour traiter le régule de nickel concentré et pour produire avec ce régule du nickel libre de cuivre.

Nous savons qu'il a déjà été proposé de traiter les minerais et la matte avec le chlore. Cependant dans ce cas les produits de réaction étaient ensuite traités avec l'acide chlorhydrique ou par d'autres réactifs, ou le chlorure métallique, étaient converties en sulfates, tandis que dans notre procédé les produits de conversion que l'on obtient après le traitement du régule nickel-cuivre par le chlore, sont employés directement pour obtenir le dépôt des métaux qui y sont contenus. Le procédé Browne dans lequel la matte cuivre-nickel est d'abord grillée offre aussi des désavantages qui ont été évités dans notre procédé, ces désavantages consistant spécialement dans la difficulté d'absorber complètement les gaz de grillage.

Nous désirons qu'il soit compris que, dans les déclarations suivantes, le terme régule cuivre-nickel est appelé à couvrir tous les genres de matte contenant le cuivre et le nickel, même si l'un de ces métaux n'y est présent qu'en petites proportions. De plus le terme alcali est employé dans un sens général afin de renfermer non seulement les alcalis proprement dits, mais aussi ceux qui sont appelés alcalis terreux.

Ayant maintenant décrit notre invention, ce que nous prétendons et désirons sauvegarder par lettres patentes est:—

1. En extrayant les minerais métalliques et la matte, la méthode pour produire la solution de sol de nickel pour le dépôt électrolytique du nickel qui consiste à soumettre le cuivre et le nickel contenant le régule concentré à action électrolytique comme anode dans un bain de chlorure de cuivre avec addition de chlorure alcalin en présence d'acide chloritrique libre, introduire le sel de cuivre dans le bain pendant le procédé électrolytique, séparer la solution lorsqu'elle est riche en nickel, du résidu solide de l'anode, et éliminer les composés du cuivre de la solution.

2. La méthode pour obtenir le cuivre pur métallique et le nickel du régule contenant le cuivre et le nickel, consistant à soumettre le régule cuivre-nickel à l'action électrolytique comme anode dans un bain contenant le chlorure de cuivre avec addition d'un chlorure alcalin en présence d'acide chlorhydrique libre, avec l'effet d'un dépôt électrolytique de cuivre métallique à la cathode, introduire le chlorure de cuivre dans le bain pendant le procédé électrolytique, séparer la solution lorsqu'elle est riche en nickel du résidu solide de l'anode, électrolyser la solution retirée avec les anodes insolubles pour déposer électrolytiquement la partie principale du cuivre qui y est contenue, précipiter chimiquement le treste du cuivre hors du bain, électrolyser la solution du sel de nickel obtenue de cette manière par les anodes insolubles avec l'effet d'électro-déposition du nickel

pur métallique, employer le chlore formé à l'anode pour produire le chlorure de cuivre des minerais de cuivre convenables, et utiliser ce chlorure de cuivre comme électrolyte lorsqu'on soumet des charges nouvelles de régule cuivre-nickel, comme anode, à l'action électrolytique.

En foi de quoi, nous avons apposé nos signatures en présence de deux témoins.

EMIL GUNTHER,
RUDOLF FRANKE.

Témoins:

VILMA FRANKE,
RUDOLF FRICKE.

INDEX.

A

	Page
Agricole, terre.....	3
Alexo, mine.....	121
American Smelting and Refining Co.....	124
Analyse anthraxolite.....	111
“ minerais de la colonie du Cap.....	132
“ minerais nickelifère de Cuba.....	125
“ nickel déposé, procédé Mond.....	173
“ mattes.....	117
“ minerais de la Nouvelle-Calédonie.....	129
“ Ile minéralifère de Lochris, Grèce.....	128
“ pentlandite.....	24
“ polydamite.....	25
“ sperrylite.....	30
“ minerais de la mine Strathcona.....	100
“ roche éruptive nickelifère de Sudbury.....	113
“ minerais de nickel de Sudbury.....	105
Annabergite.....	121
Anthraxolite.....	11, 111
Appendice I.....	185
Appendice II.....	188
Appendice III.....	192
Appendice IV.....	201
Argentan.....	181
“ proportions dans les minerais de Sudbury.....	181
“ allemand.....	181
Argentan.....	181
Arsenic combiné avec le nickel.....	121

B.

Balbach and Co.....	48
Barlow, Dr., rapport sur d'autres gisements de nickel.....	120
“ travail de séparation magnétique.....	144
“ sur la provenance des minerais.....	32, 33
“ rapport sur la région de nickel de Sudbury.....	12
“ étude sur la région de la mine Murray.....	79
Baron von Foulton, mine Murray visitée par le.....	33, 77
Béatrix, mine. Voir mine Sheppard.	
Bell, Dr. R., carte de la région de nickel de Sudbury.....	121
Black, Mr., claim jalonnée par.....	101
Blezard, mine.....	13, 18, 19
“ “ analyse.....	104
“ “ rapport du Dr. Bell sur le gisement cité.....	84
“ “ matte de haute qualité produite à.....	147
Bleu, région du lac.....	92
Booth, J. R., actionnaire de la “Dominion Nickel Copper Co.”.....	91
Bornite.....	27
Bowell, analyse des minerais dans le canton de.....	104
Brittania, métal.....	181
Browne, David H., remerciements à, pour services rendus.....	1
“ “ description de l'établissement de Copper Cliff.....	149
“ “ perfectionnements et additions apportés à l'établissement de la Canadian Copper Copmany.....	155
“ “ travaux de séparation magnétique.....	144

C.

Cameron, mine.....	78
Campbell, Wm., sur la provenance des minerais.....	31
Canadian Copper Company, rapport sur les opérations, Alex. Gray.....	12
“ “ “ concession non développée.....	56
“ “ “ première exploitation par.....	14

C—Suite

Canadian Copper Company, historique et opérations de.....	14
“ “ “ perfectionnements apportés à l'établissement décrit.....	155
“ “ “ la plus grande compagnie du district.....	1
“ “ “ opérations à la mine N° 2.....	70
“ “ “ opérations sur la propriété Frood.....	82
“ “ “ minerai exploité en 1910.....	134
“ “ “ propriétaires de la mine Creighton.....	58
“ “ “ “ propriété Frood.....	82
“ “ “ usine motrice.....	160
“ “ “ principaux propriétaires de la mine Frood.....	80
“ “ “ acquéreurs de la mine Vermilion.....	47
“ “ “ mines de quartz.....	111
“ “ “ fours à réverbères décrits.....	158
“ “ “ matériel de la fonderie à Copper Cliff.....	149
“ “ “ matte de haute qualité produite par.....	147
“ “ “ essais sur la propriété de la mine Alexo.....	122
“ “ “ Usage de la perforatrice-diamantée.....	136
Cap, minerais de la Colonie du.....	132
Carbone, procédé pour raffiner le nickel par l'oxyde de.....	18
Carpenter, H. L., claim dans le canton de Snider jalonné par.....	65
Cartes de la région de nickel.....	12, 13
Cassitérite.....	28
Chalcocite.....	28
Chalcopyrite.....	26, 51, 54, 62, 71, 91, 121
“ essai de.....	48
“ mélangée à la pyrrhotine.....	22
Charlton, B., président de la “Vermilion Gold Mining Co.”.....	47
Charbon, anthracite et anthraxolite comparés.....	111
“ pulvérisé, employé dans le fourneau à réverbère.....	158
Chicago, mine.....	43
“ “ matte de haute qualité produite à la.....	146
“ “ voir aussi la mine Travers.....	
Chloanthite.....	121
Clarabelle, mine.....	68
“ magnétite à la mine Clarabelle.....	28, 68
“ magnétite à la mine.....	28, 68
Clydach, usines Mond à.....	176
Cobalt.....	121
“ dans la pentlandite.....	25
“ proportions dans les minerais de Sudbury.....	117
“ minerais de St. Stephen, N. B.....	120
Cochrane et McVittie, propriétaires des propriétés de la région du lac Bleu.....	92
“ “ propriétés sur l'élévation Frood.....	82
“ “ épreuve du minerai d'après.....	145
“ “ épreuve au moyen de la perforatrice-diamantée.....	19
Colonne, dépôt de projection en forme de.....	39
Coniston, fonderie à.....	19
Convertisseur, édifice du, à Copper Cliff.....	155
Copper Cliff, mine.....	13, 70
“ “ “ gisement en forme de colonnes.....	39
“ “ “ première exploitation importante à.....	14
“ “ “ galène à.....	28
“ “ “ minéraux métalliques récents à.....	28
“ “ “ millérite à.....	26
“ “ “ gaz naturel à.....	29
“ “ “ ouverte comme mine de cuivre.....	71
“ “ “ résultats de la séparation magnétique.....	143
“ “ “ matériel pour la fusion.....	149
“ “ “ matte de haute qualité produite à.....	146
“ “ “ épreuve de pyrrhotine.....	145
“ “ “ projection.....	65
Corliss, C. V., gerant de la Compagnie Mond.....	74
Crean Hill, mine.....	14, 15, 19
“ “ “ gisement de lisière de faille.....	37
“ “ “ or à.....	29
“ “ “ minéraux métalliques récents à.....	28
“ “ “ méthode d'exploitation.....	140

C—Suite

Crean Hill, mine pentlandite à	25
“ “ “ variété de minéraux à	54
“ “ “ blende trouvée à	28
Creighton, mine	14, 15, 58
“ “ quantité de minerai à	15
“ “ économie dans l'exploitation de	64
“ “ agencement	139
“ “ galène à	28
“ “ la plus grande mine de nickel du monde	58
“ “ minéraux métalliques récents à	28
“ “ méthode d'exploitation à	137
“ “ production de	64
“ “ pentlandite à	24
“ “ essai de la pyrrhotine	145
“ “ d'or	110
Cryderman, mine. Voir mine Garson.	
Cryderman, Mr., travail de développement par	91
Cuba, minerai de fer nickelifère dans	125
Cuivre et nickel, séparation de la matte, trois procédés	147
“ “ mine Crean Hill	55, 56
“ “ première exploitation de	14
“ “ galène à	28
“ “ dans les gisements de nickel, à St. Stephen, N. B.	120
“ “ natif, mines Vermilion et Copper Cliff	27
Cuivre et nickel, présent en plus grande quantité que le nickel à Copper Cliff et à Crean Hill	26
Cuivre et nickel, proportion dans les minerais de Sudbury	117
Culbert, Mr. T.	49
“ “ hommage à l'aide de	1, 92

D.

Davis, mine. Voir mine Sheppard.	
Dickson, Dr. C. W., travail de séparation magnétique	144
“ “ sur la provenance des minerais	31
Dominion Mineral Company	50
“ “ opérations à la mine Blezard	84
“ Mining Co. opérations de la	18
“ “ matte de haute qualité produite par	146
“ Nickel Copper Copmany	20, 91
“ “ “ “ propriétaires de la mine Whistle	94
“ “ “ “ acquéreurs de la mine Murray	17, 21
“ “ “ “ acquéreurs de la propriété de nickel des Etats Unis	124
Drury Nickel Company	20
“ “ “ matte de haute qualité produite par	146
Dundonald, gisement de nickel dans le canton de	120

E.

Edison, Mr., mission envoyée pour explorer les terrains de nickel	78
Ellis, Dr., analyse de l'anthroxolite	111
Elsie, mine	20, 75
“ “ pyrites	23
“ “ analyses	104
“ “ essai de la pyrrhotine	145
Essai, minerai de la mine Alexo	122
“ chalcopryrite	48
“ nickel, St. Stephen, N. B.	120
Est, zone de nickel	90
Etats-Unis, dépôts de nickel aux	123
Europe, minerais de nickel en	127
Evans, J. D., assistant du Dr. Peters	15
Evans, mine	13, 14, 74
Evans, mine pentlandite	24
Exploitation, méthodes d'	137
Evans, mine: résultats de la séparation magnétique	144
Evje, méthode de traitement à Evje	176

F.

Flaad, mine (Norvège) visitée.....	126
Fondant, substance pour.....	7
Foy, projection.....	97
Frash, Hans A., procédé de raffinage.....	20
Frood, mine.....	14, 15, 80
Frood, mine, résultats des sondages au diamant.....	82
" " essai de la pyrrhotine.....	145
" Thomas, prospecteur.....	14
Frood-Stobie, projection.....	78
" " distincte en caractère.....	40
" " la plus grande masse de minerai de nickel au monde.....	39

G.

Galbraith, Dean, comparaison du carbone et de l'acier au nickel.....	179
Galène.....	28, 111
" mine Garson.....	28, 89
Garnièrite.....	178
Garson, mine.....	19, 87
" " relations géologiques complexes.....	87
" " gisement de lisière de faille.....	37
" " galène à.....	29
" " minéraux métalliques récents.....	29
" " essai du minerai.....	145
Géologie complexe de la région.....	12
" " " " de Sudbury.....	6
Gersdorffite.....	26, 50, 55
" mine.....	26
Gaz naturel à la mine de Copper Cliff.....	28
Gertrude, mine.....	20, 57
" " analyses.....	105
" " pyrites de cuivre dans le minerai de.....	22
" " matte de haute qualité produite à.....	146
" " essai de la pyrrhotine.....	145
Gillepsie, mine. Voir Trillabelle.....	
Gisements individuels de la région nickelifère de Sudbury.....	41
Glidden, J. N., gérant de la Dominion Nickel Copper Co.....	20
Gordon, J. R., veine de quartz exploitée pour l'or.....	110
Graf, Anton, travaux projetés par.....	20
Graphite, mine Lady Macdonald.....	28
Gray, Alex., estimé du minerai, mine Frood.....	15
" " industrie du nickel-cuivre dans l'Ontario.....	12
Great Lakes Copper Co., expérience acquise par l'insuccès.....	20
Grillage du minerai.....	148

H.

Hall, O., surintendant des Mines, Compagnie Mond.....	1, 19
High Falls, développement de la force motrice à.....	16, 161
Hildebrand, Dr., analyse de la narcasite.....	23
Historique de la région de nickel de Sudbury.....	12
Hixon, Hiram W., gérant de la Mond Nickel Co.....	18
" " " mine Victoria.....	46
Hoepfner Refining Co., expérience acquise par l'insuccès.....	20
Holmes, J. A., gérant de la Dominion Nickel Copper Company.....	1, 20, 91
Howie, Dr., découverte par.....	13
Howland, mine.....	50
Huronian Co.....	161

I.

Inez, mine. Voir mine Chicago.....	
International Nickel Co.....	15
" " propriétaires de mines dans la Nouvelle Calédonie.....	131
Introduction.....	1
Invar, alliage.....	180

J.

Johnson, Matthey & Co.....	47, 48
----------------------------	--------

K.

Kirkwood, Mine.....	86
Knight, C. W., sur la provenance des minerais.....	31
Kristiansand, méthode de traitement à.....	179

L.

Lady Macdonald, mine.....	13, 69
“ “ “ graphite à.....	28, 69
Lady Violet, mine.....	67
Lake Superior Corporation.....	20
“ “ “ propriétaires de terrains dans la région du lac Bleu.....	92
“ “ “ matte de haute qualité produite par.....	146
“ “ Power Co., sondage au moyen de la perforatrice-diamantée au lac Bleu.....	93
“ “ “ opérations à la mine Elsie.....	76
“ “ “ opérations à la mine Gertrude.....	57
“ “ “ insuccès dans la méthode de séparation.....	143
Lacs de la région de nickel.....	5
Langer, Dr. Carl; inventeur du procédé à l'oxyde de carbone.....	18, 166
Lawson, John, surintendant de la Canadian Copper Co.....	1, 15
Levack, mine.....	99
“ “ analyses.....	104
Little Stobie, mine, analyses.....	104
“ “ exploitée par la Compagnie Mond.....	78
Limonite.....	29
Lisière, gisements de.....	37

M.

McAree, John, mine Creighton découverte par.....	13
McArthur, James, assistant du Dr. Peters.....	15
McBride, Robert, gérant de la mine Blezard.....	18
McCharles, A., prospecteur.....	14
McConnell et Tough, travail au lac Mosquito.....	102
McConnell, mine.....	18, 29, 88
“ “ la première où l'on trouva le platine et l'or.....	46
“ Rinaldo, mine Victoria développée d'abord par.....	46
McVittie, Wm., prospecteur.....	14
“ travaux dans le canton de Graham.....	56
Magnétique, séparation.....	144
Magnétite.....	7, 27, 55, 61, 93
“ à la mine Clarabelle.....	27
Malachite.....	27
Malbeuf et Martin, puits d'essai dans le canton de Garson.....	86
Marcasite.....	23, 49, 55
Matte, analyses de la.....	117
“ méthodes de traitement.....	47
Métallurgiques, procédés.....	146
Mickel G. R., examen de la mine McConnell par.....	46
Micropegmatite.....	4, 11, 35
“ composition de la.....	115
Millérite.....	121
“ minerai le plus riche en nickel.....	25
Minéraux du chapeau de fer.....	29
“ estimé de la quantité exploitée et utilisable.....	116
Minéraux économiques.....	109
Molybdénite, remarquée seulement une fois.....	28
Mond, Dr., procédé à l'oxyde de carbone.....	168
Mond, Dr., acquéreur de la mine McConnell.....	18, 46
“ Nickel Co., aide apportée par.....	1
“ “ la mine la plus profonde de l'Ontario.....	19
“ “ sondage au diamant sur la propriété Froid.....	82
“ “ atelier d'expériences à Smethwick.....	168
“ “ historique et opérations de.....	18
“ “ mine Little Stobie exploitée par.....	78

M—Suite

Mond, Nickel Co. matte expédiée à Clydach pour le traitement final.....	168
“ “ mine North Star ouverte par.....	64
“ “ minerai exploité en 1910.....	134
“ “ propriétaires de la mine Garson.....	87
“ “ matte de haute qualité produite par.....	146
“ “ essais sut la propriété de la mine Alexo.....	122
“ procédé.....	166
“ “ décrit par Roberts-Austen.....	168
“ “ nickel presque pur produit.....	175
Monel, métal.....	180
Moore, Dr. E. S., hommage à l'aide du.....	1
Mont-Nickel, mine.....	20, 78
“ “ analyses.....	104
“ “ essai de la pyrrhotine.....	145
Murray, premier rapport de nickel par.....	13
“ mine.....	13, 75
“ acquise par les Vivians.....	17
“ analyse de pyrite par le Prof. Walker.....	23
“ marcasite à.....	23
“ exploitée par les Vivians.....	77
“ matte de haute qualité produite à.....	146
“ magnétite titanifère à.....	27
“ visitée par le Baron von Foullon.....	32
N.	
Nouvelle-Calédonie minerais de nickel.....	128
“ “ “ traitement des.....	178
“ “ production du nickel, statistiques.....	134
Nicolite. Voir nickelite.	
Nickel Alloys Co.....	1
“ divers alliages de.....	181
“ et cuivre, séparation de la matte, trois procédés.....	147
“ gisement dans le canton de Dundonald.....	120
“ gisements dans les Etats-Unis.....	123
“ “ à St. Stephen, N. B.....	120
“ premier compte rendu de.....	13
“ minerai toujours accompagné de norite.....	34
“ production à Cobalt.....	121
“ presque pur, produit au moyen du procédé Mond.....	175
“ produit, statistiques du district de Sudbury.....	133
“ proportion dans les minerais de Sudbury.....	117
“ acier.....	178
“ usages du.....	178
Nickel, minerais Canadiens et de Nouvelle-Calédonie comparés.....	131
“ “ de la Colonie du Cap.....	132
“ “ de Cobalt.....	121
“ “ de Cuba.....	125
“ “ d'Europe.....	125
“ “ de la Nouvelle-Calédonie.....	128
“ description des minerai de.....	21
“ traitement mécanique des minerais de.....	143
Nickel, limites de la région de.....	2
“ lacs de la région de.....	4
“ physiographie de la région de.....	3
“ position et moyens de communication de la région de.....	2
“ rivières de la région de.....	4
Nickelite.....	26, 50
“ région de Cobalt.....	121
No 1, mine.....	74
Norite, composition de la.....	115
“ accompagnant toujours les minerais de nickel.....	33
North American Lead Co.....	124
North Star, mine.....	64
“ “ analyses.....	104
Nord, zone.....	96
Norvégienne, composition de la matte bessemer.....	119
Nystrom, Mr., emploi du magnétomètre introduit par.....	136

O.

O'Brien, M. J., actionnaire de la Dominion Nickel Copper Co.....	91
Ogilvie, W. M., travail de séparation magnétique	144, 145
Olivine.....	121
Ontario Smelting Works.....	15, 16
Or, mine Crean Hill.....	21, 55
“ “ d'or de Creighton.....	110
“ proportion dans les minerais de Sudbury.....	117
“ mine Vermilion.....	29, 47, 48
“ Victoria.....	29, 46
Orford, Copper Co.....	15, 166
“ “ force du métal monel.....	180
“ procédé de séparation du nickel d'avec le cuivre.....	166
“ sables platinifères traités aux usines d'.....	48

P

Packfong.....	178
Palladium.....	29, 48, 49, 118
Parallèles, gisements de projection.....	40
Perforatrice-diamantée, usage du.....	136
Pierre à bâtir dans la série de Timiscamingue.....	7
Pierre calcaire comme fondant.....	157
Pentlandite, minerai de la mine Alexo.....	122
“ à la mine Crean Hill.....	55
“ à la mine Creighton.....	61
“ quantité dans différentes mines.....	145
“ zone est de nickel.....	91
“ reconnue d'abord par le Prof. Walker.....	24, 51
“ le minéral le plus important du district.....	23
Peters, Dr., dirigeant les opérations de fusion.....	14, 15
Platine, proportion dans les minerais de Sudbury.....	117
“ voir aussi sperrylite.....	48
Polydamite.....	25
“ à la mine Vermilion.....	25
Prospection et exploration, méthodes de.....	135
Pyrite.....	22, 110
Pyrrhotine.....	21, 51, 54, 62, 71, 91, 102, 110, 121, 144, 145
“ unique échantillon, de.....	21
“ et nickel trouvés ailleurs qu'à Sudbury.....	120

Q.

Quartz pour fondant et garnissage des fourneaux.....	111
------------------------------------------------------	-----

R.

Ranger, Henry, prospecteur.....	14
Réduction des minerais de cuivre-nickel.....	149
Réverbère, four à.....	158
Richards, Capt., compte rendu concernant la mine Murray.....	75
Rivières du bassin de nickel.....	4
Roches associées au minerai.....	32
Rose, R. R., cartes et plans.....	2
Ross, mine.....	97

S.

St. Stephen, N. B., gisements de nickel à.....	120
Salter, suggère d'examiner la localité.....	13
Selwin, Dr., échantillons montrés au.....	13
Serpentine.....	121
Sharp, A. L., gérant de la mine Garson.....	89
Sheppard, mine.....	85
Sjotetd, Ernest A., rapport sur la mine Strathcona.....	100
Sudbury, minerais de; gisements de nickel exploités seulement en Canada.....	120
“ géologie de la région de.....	5
“ série, proposition d'un nouveau nom.....	7
Sultana, mine.....	41, 104
“ “ analyses.....	104
“ Est, mine.....	42

T.

Thomas Kirby, remerciements à	1
" " concession dans le canton de Snider, jalonnée par	65
" " sondage au diamant par	78
Totten, mine; analyses	51, 104
Tough et Stobie, opérations à la mine Vermilion	47
" " propriété	101
" " " essai du minerai	145
Tourmaline	55
Transport, moyens de	2, 3
Travers, ou mine Chicago	20, 43
" " " analyses	104
Trill Nickel Mining and Manufacturing Co.	43
" zone de nickel dans	102
Trillabelle ou mine Gillepsie	103
Turner, A. P., président de la Canadian Copper Company	1, 15
Types des gisements de minerai de Sudbury; résumé des	40

U.

Uglow, W. L., essai du minerai de la mine Alexo	122
United Chemical and Nickel Corporation	123

V.

Vermilion Gold Mining Co.	47
" mine	15, 47
" " bornite et chalcocite à la	27
" " cassitérite à	28
" " or à la	29, 47
" " millérite à la	26
" " cuivre natif à la	27
" " polydamite à la	25
" " sperrylite à la	29, 46
" richesse du minerai de la mine	49
Victoria, mine	45
" " gisement prismatique	38
" " analyses	104
" " or	29
" " sperrylite	29, 47
" " matte de haute qualité produite par	146
" " essai de pyrrhotine	145
Vivian, H. H. and Co.	17, 67
" " matte de haute qualité produite par	146
Vogt., Prof., composition de la matte bessemer norvégienne	119

W.

Waern, Mr., essai de chalcoppyrite	48
Walker, Prof. T. L., analyse de l'éruptive nickelifère de Sudbury	113
" " essai de marcasite	23
" " géologie de la mine Murray par	75
" " pyrite à la mine Murray	23
" " roches associées au minerai	33
Whistle, mine	21, 94
" " analyses	104
Wildcap, gisement de	95
Woodbury, Mr., gérant de la fonderie de Copper Cliff	15
Worthington mine	18
" " analyses	104
" " pentlandite	25
" " projection de	50
" " le seul endroit où l'on trouva de la molybdénite	28

Y.

Young, C. R., comparaison entre l'acier au carbone et l'acier au nickel	180
-------------------------------------------------------------------------------	-----

PUBLICATIONS EN FRANÇAIS, DU MINISTÈRE DES MINES, PARUES
DEPUIS LE CATALOGUE DE JUILLET 1914.

COMMISSION GÉOLOGIQUE.

Rapports.

1098. Reconnaissance à travers les montagnes MacKenzie sur les rivières Pelly, Ross et Gravel, Yukon et Territoires du Nord-Ouest. Joseph Keele.
1108. Rapport conjoint sur les Schistes bitumineux ou pétrolifères du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse ainsi que sur l'Industrie des Schistes pétrolifères de l'Écosse. Première partie: Industrie; Seconde partie: Géologie. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C. (Division des Mines N° 56).
1328. Rapport sur l'île Graham, C.B. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C.
1329. Rapport d'une exploration de la rivière Ekwan, des lacs Sutton Mill et d'une partie de la Côte occidentale de la baie James. D. B. Dowling, B.Ap.Sc.
1330. Rapport sur les Terrains aurifères du Klondike. R. G. McConnell, B.A.
1362. La région de Moose Mountain dans l'Alberta sud. D. D. Cairnes.
1369. Notes sur les minéraux contenant du Radium. Wyatt Malcolm.
1393. La Telkwa et ses environs en Colombie Britannique. W. Leach.
1394. Rapport sur la géologie d'une partie de l'Est d'Ontario. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C.
1395. Rapport sur le terrain houiller de Pictou, N.E. Henry S. Poole, F.R.S.C.
1411. Rapport préliminaire sur une partie du district de Similkameen, C.B. Charles Camsell.
1475. Treizième Rapport de la Commission de géographie du Canada. *Annexe: Traits généraux sur la géographie physique du Canada.* D. W. Dowling.
1481. Musée de la Commission géologique du Canada. Collection des Fossiles invertébrés. Guide pour les visiteurs.
1513. Rapport sur une partie des districts miniers de Conrad et Whitehorse, Yukon. D. D. Cairnes.
1519. Comment collectionner les spécimens zoologiques pour le Musée commémoratif Victoria: Zoologie. P. A. Taverner.

Mémoires.

- | | | | | |
|---------|-----|---------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mémoire | 1. | Rapport | 1092. | Géologie du Bassin de Nipigon. A. W. Wilson. |
| " | 2. | " | 1094. | Géologie et gisement minéraux de la région minière d'Hedley. C. Camsell. |
| " | 4. | " | 1111. | Reconnaissance géologique le long de la ligne du chemin de fer Transcontinental National dans l'Ouest de Québec. W. J. Wilson. |
| " | 5. | " | 1102. | Rapport préliminaire sur les dépôts houillers des rivières Lewes et Nordenskiöld, dans le Territoire du Yukon. D. D. Cairnes. |
| " | 17E | " | 1161. | Géologie et ressources économiques du district du lac Larder, Ont., et des parties adjacentes du comté de Pontiac, Qué. Morley F. Wilson. |
| " | 18E | " | 1171. | District de Bathurst dans le Nouveau-Brunswick. G. A. Young. |
| " | 19 | " | 1172. | Mines de Mother Lode et Sunset, district Boundary, C. B. O. E. LeRoy. |
| " | 21 | " | 1331. | La géologie et les dépôts de minerai de Phœnix, district Boundary, C. B. O. E. LeRoy. |
| " | 22. | " | 1209. | Rapport préliminaire sur la Serpentine et les Roches connexes de la partie méridionale de Québec. J. A. Dresser. |
| " | 28. | " | 1214. | Géologie du lac Steeprock, Ontario. A. C. Lawson. Notes sur les Fossiles du Calcaire du lac Steeprock, Ont. C. B. Walcott. |
| " | 29E | " | 1224. | Gisement de pétrole et de gaz dans les provinces du Nord-Ouest du Canada. Wyatt Malcolm. |
| " | 33. | " | 1243. | La géologie de la division minière de Gowganda. W. H. Collins. |
| " | 35. | " | 1361. | Reconnaissance le long du chemin de fer Transcontinental National dans le Sud de Québec. John A. Dresser. |
| " | 37. | " | 1256. | Parties du district d'Atlin, C.B., avec description spéciale de l'exploitation minière des filons. D. D. Cairnes. |
| " | 52 | " | 1358. | Notes géologiques pour la Carte du Bassin de gaz et de pétrole de la rivière Sheep, Alberta. D. B. Dowling. |

DIVISION DES MINES.

Rapports et Bulletins.

971. (26a) Rapport annuel sur les industries minérales du Canada, pour l'année 1905.
56. Rapport sur les Schistes bitumineux ou pétrolifères du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, ainsi que sur l'Industrie des Schistes pétrolifères de l'Écosse. Première partie: Industrie; Seconde partie: Géologie. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C. (Commission géologique N° 1108).
149. Sables ferrugineux magnétiques de Natashkwan, comté de Saguenay, province de Québec. Geo. G. Mackenzie, B.Sc.
169. Pyrites au Canada: gisements, exploitation, préparation, usages. Alfred W. G. Wilson, Ph.D.
180. Bulletin N° 6: Recherches sur les Tourbières et l'Industrie de la Tourbe au Canada, 1910-1911. A. Anrep.
195. Gisements de Magnétite le long de la ligne du Central Ontario Railway. E. Lindeman, I.M.
219. Les gisements de Fer d'Austin Brook au Nouveau-Brunswick. E. Lindeman, I.M.
224. (26a) Rapport sommaire de la division des Mines du ministère des Mines, pour l'année civile terminée le 31 décembre 1912.
263. Bulletin N° 3: Progrès récents dans la Construction des Fours électriques pour la production de la Fonte, de l'Acier, et du Zinc. Eugène Haanel, Ph.D.
264. Mica: gisements, exploitation et emplois. Deuxième édition. Hugh S. de Schmid, I.M.
265. Rapport annuel sur la production minérale du Canada durant l'année civile 1911. J. McLeish, B.A.
286. Rapport sommaire de la division des Mines, du ministère des Mines, pour l'année civile 1913.
287. La production du Fer et de l'Acier au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
288. La production de Charbon et de Coke au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
289. La production du Ciment, de la Chaux, des Produits d'argile, de la Pierre et d'autres matériaux de construction au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
290. La production de Cuivre, Or, Plomb, Nickel, Argent, Zinc et autres métaux au Canada pendant l'année civile 1912. C. T. Cartwright, B.Sc.
308. Recherches sur les Charbons du Canada au point de vue de leurs qualités économiques. J. D. Porter, E.M., D.Sc., et R. J. Durlay, Ma.E., et autres. Faites à l'université McGill de Montréal sous le patronage du Gouvernement du Dominion.
Volume I. Recherches sur les Charbons du Canada
Volume II. Essais au générateur; Essais au gazogène: Travail du Laboratoire chimique.
Volume III. Appendice I. Résultats détaillés des essais de Lavage de Charbons.
314. Bulletin N° 2: Gisements de minerais de Fer de la mine Bristol, comté de Pontiac, Québec. Levé magnétométrique, etc., E. Lindeman, I.M.; Concentration magnétique de minerais, Geo. C. MacKenzie, B.Sc.

ACTUELLEMENT SOUS PRESSE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE.

Rapports.

1306. Rapport sommaire de la Commission géologique du ministère des Mines pour l'année civile 1912.
1360. Rapport sommaire de la Commission géologique du ministère des Mines pour l'année civile 1913.
1504. Rapport sommaire de la Commission géologique pour l'année 1914.
1529. Catalogue des Oiseaux canadiens. Macoun.
1556. Rapport préliminaire sur une partie de la Côte principale de la Colombie Britannique et les Iles voisines comprises dans les districts de New Westminster et Nanaimo. O. E. LeRoy.
1571. Les Chutes du Niagara, leur évolution, les variations de relations avec les grands lacs; caractéristiques et effets du détournement. J. W. Spencer.

Mémoires.

- Mémoire 20. Rapport 1174. Terrains aurifères de la Nouvelle-Écosse. W. Malcolm.
- " 23. " 1189. Géologie de la Côte et des Iles entre les détroits de Géorgie et de la Reine Charlotte. J. A. Bancroft.

Mémoire 25.	Rapport 1281.	Les dépôts d'Argile et de Schistes des Provinces de l'Ouest, partie II. H. Ries.
" 30.	" 1227.	Les Bassins des rivières Nelson et Churchill. W. McInnes.
" 31.	" 1229.	District de Wheaton, territoire du Yukon. D. D. Cairnes.
" 39.	" 1292.	Région de la carte du lac Kewagama. M.E. Wilson.
" 42.	" 1596.	Le motif à double courbure dans la décoration des Algonquins du Nord-Est. F. G. Speck.
" 43.	" 1312.	Montagnes de St-Hilaire (Belœil) et de Rougemont (Québec). J. J. O'Neill.
" 44.	" 1316.	Les dépôts d'Argile et de Schistes du Nouveau-Brunswick. J. Keele.
" 45.	" 1318.	La Fête des Invités des Esquimaux d'Alaska. Hawkes.
" 47.	" 1325.	Les dépôts d'Argile et de Schistes des Provinces de l'Ouest. Partie III. H. Ries et J. Keele.
" 53.	"	Terrains houillers du Manitoba, Saskatchewan, Alberta et de l'est de la Colombie Britannique. D. B. Dowling.
" 59.	" 1389.	Bassins houillers et Ressources en charbon du Canada. D. B. Dowling.

Bulletin du Musée commémoratif Victoria.

Bulletin 1. Rapport 1515. Paléontologie, Paléobotanique, Minéralogie, Histoire Naturelle et Anthropologie.

CONGRÈS GÉOLOGIQUE 1913.

Liste des Livrets guides.

Livret-Guide	Volume	
1	I.	Excursion dans l'est de la Province de Québec et des Provinces Maritimes. Première partie.
1	II.	Excursion dans l'est de la Province de Québec et des Provinces Maritimes. Deuxième Partie.
2	III.	Excursion dans les cantons de l'Est de Québec et dans la partie est d'Ontario.
3	IV.	Excursion aux environs de Montréal et d'Ottawa.
4	V.	Excursion dans le sud-ouest d'Ontario.
5	VI.	Excursion dans la presque île occidentale de l'Ontario, et de l'Ontario et de l'île Manitoulin.
6	VII.	Excursion dans les environs de Toronto, de Muskoka et Madoc.
7	VIII.	Excursion à Sudbury, à Cobalt et Porcupine.
8	IX.	Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Première partie.
8	X.	Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Deuxième partie.
8	XI.	Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Troisième partie.
9	XII.	Excursion transcontinentale C 2, de Toronto à Victoria et retour par les chemins de fer Canadian Pacific et Transcontinental National.
10	XIII.	Excursion dans le Nord de la Colombie Britannique, dans le territoire du Yukon et le long de la Côte nord du Pacifique.

DIVISION DES MINES.

Rapports.

179. L'industrie du Nickel avec rapport spécial sur la région de Sudbury, Ontario. A. P. Coleman, Ph.D.
204. Pierre de Construction et d'Ornement du Canada. Volume II: Provinces Maritimes. W. A. Parks.
206. Pierres de Construction et d'Ornement du Canada. Volume III, Province de Québec. Parks.
223. L'exploitation filonienne au Yukon. Une investigation des gisements de Quartz dans la rivière du Klondike. H. A. MacLean.
246. Le Gypse au Canada; gisement, exploitation et technologie. L. H. Cole.
260. Préparation du Cobalt Métallique par la réduction de l'oxyde. Kalmus.
308. Recherches sur les Charbons du Canada au point de vue de leurs qualités économiques. Faites à l'Université McGill de Montréal sous le patronage du Gouvernement du Dominion. Volume IV, Appendice IV. Essais de chaudières et graphiques. J. D. Porter et R. J. Durley et autres.
321. Rapport annuel de la Production minérale du Canada durant l'année civile 1913. J. McLeish.