

RG 018

Région de l'île Calumet, comté de Pontiac

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

PROVINCE DE QUÉBEC, CANADA

Ministère des Mines

L'honorable EDGAR ROCHETTE, *ministre*

A.-O. DUFRESNE, *sous-ministre*

DIVISION DES GITES MINÉRAUX

BERTRAND-T. DENIS, *chef*

RAPPORT GÉOLOGIQUE 18

RÉGION DE L'ILE CALUMET

COMTÉ DE PONTIAC.

par

F. Fitz Osborne



QUÉBEC

RÉDEMPTI PARADIS

IMPRIMEUR DE SA MAJESTÉ LE ROI

1944

Ministère des Richesses naturelles du Québec

SERVICE DOCUMENTATION TECHNIQUE

REGION DE L'ILE CALUMET

COMTE DE PONTIAC

par F.Fitz Osborne

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Introduction	3
Situation et travaux antérieurs	3
Remerciements	4
GEOLOGIE GENERALE	4
TECTONIQUE	7
PETROLOGIE	9
Calcaires cristallins	10
Gabbro	11
Granite	11
Dykes de diabase et de lamprophyre	12
GEOLOGIE APPLIQUEE	12
Sommaire des conclusions	12
Zinc et plomb	12
Calumet Mines, Limited	12
Chantiers sur les terrains Calumet Mines	13
Origine du gisement	14
Relations tectoniques générales	15
Pétrographie	17
Calcaire de Grenville	18
Migmatite granitique	18
Gneiss à biotite et injections de gneiss à biotite	19
Amphibolite	19
Amphibolite porphyroblastique	20
Migmatite intermédiaire	20
Cheminées de minerai secondaires	21
Influence de la structure sur la mise en place des cheminées de minerai	21
Exploration géophysique	22
Minerai et gangue	23
Origine du minerai	24
Quantité et qualité du minerai	24
Autres terrains miniers	27
Brucite	27
Feldspath et mica	30

CARTES ET ILLUSTRATIONS

Carte No 549.-Région de l'île Calumet, comté de Pontiac	
(en pochette)	
Carte No 550.-Calumet Mines, Limited, Rang IV, canton de Calumet	(en pochette)
Figure 1.-Relations générales de la zone de minerai	page 16
Figure 2.-Influence de la structure sur les cheminées de minerai	page 25

PLANCHES

(après page 15)

- Planche I - A.-La 'Montagne', île Calumet. Au premier plan, terre arable couverte de sable et d'argile. (Photo Aviation civile, Ottawa).
- B.-Structure plissée sur la 'Montagne'. Les plaques plus sombres sont dans de petits marécages qui occupent des dépressions creusées le long des lits.
- Planche II - A.-Mine Calumet et les environs. Les principaux chantiers de la mine sont du côté Est du défrichement, à l'Est de la rivière Ottawa. (Photo Aviation civile, Ottawa).
- B.-Puits MacDonald, Calumet Mines, Limited. Les principaux chantiers souterrains sont dans ces environs.
- Planche III - A.-Gneiss hornblendique modérément mafique, montrant le crénelage caractéristique de plusieurs affleurements.
- B.-Carrière Carswell's. Couches inclinées de calcaire de Grenville avec brucite.
-

REGION DE L'ILE CALUMET

COMTE DE PONTIAC

par F. Fitz Osborne

INTRODUCTION

Situation et travaux antérieurs

L'île Calumet, située entre deux bras de la rivière Ottawa, est à une soixantaine de milles en amont d'Ottawa. Le village de Bryson se trouve sur la terre ferme de Québec, en face de l'île, à une faible distance au Sud du seul pont qui y conduit. Campbell's Bay, au Nord de Bryson, est en face du village de l'île Calumet et un service de traversier relie ces deux places.

Les pentes les plus abruptes de l'île sont boisées, mais il y a des fermes dans les fonds argileux et sur les terrasses de sable et gravier. Il y a un peu d'exploitation forestière, mais l'agriculture est l'industrie principale. L'exploitation minière, sur les terrains actuellement détenus par Calumet Mines, Limited, a progressé à divers intervalles depuis plusieurs années, et l'on a creusé quelques fosses de prospection ailleurs dans l'espoir de trouver des gîtes de minerai de zinc et plomb.

L'île Calumet est dans une région qui fut cartographiée par Ellis (1), dont le rapport mentionne la présence des minéraux de plomb et zinc. Plus tard, Goranson (2) a cartographié la géologie de l'île et décrit les gîtes de minerai. Plus récemment, un programme de sondage au diamant effectué par Calumet Mines, Limited a fourni beaucoup d'autres renseignements sur le gisement de minerai et les roches environnantes. On pensa qu'on pouvait obtenir encore beaucoup d'informations de l'étude détaillée des carottes de sondages et pendant ce travail, on jugea opportun de faire une nouvelle étude sur la géologie de la partie Sud de l'île. Nous présentons ici une interprétation des roches et des relations des amas de minerai différant quelque peu des vues exprimées par Goranson.

La mise en valeur heureuse des minerais de zinc et de plomb de Balmat et Edwards, dans l'Etat de New York, dans la partie du bouclier laurentien qui s'y trouve, et l'histoire de l'exploitation de la mine Tétreault, dans le canton de Montauban, comté de Portneuf, Québec, font particulièrement souhaiter de déterminer le mode de gisement des minéraux de Calumet afin d'aider à l'établissement de critères pour faciliter la prospection des métaux de base dans la région laurentienne. Les minerais de zinc et de plomb aux localités mentionnées montrent certaines similitudes dans leur mode de présentation, mais, en même temps, il y a des différences significatives dont la connaissance est particulièrement importante dans la recherche de gisements de ce minerai ailleurs. A Balmat et Edwards, une couche de dolomie impure intercalée dans une série de calcaire dominante renferme le minerai. A la mine Tétreault, le minerai se trouve principalement dans une poche de roche carbonatée qui était protégée et entourée par des

(1) ELLS, R.W., Géologie des portions des comtés de Pontiac, Carleton et Renfrew; Com. géol., Can., rapp. No 998, 1907.

(2) GORANSON, R.W., Ile Calumet, comté de Pontiac, Québec; Com. géol., Can., rapp. som., 1925, partie C, pp.97-118.

roches non carbonatées. A la mine Calumet, les dimensions plus grandes des amas de minerai ont été délimitées par une couche de gneiss à biotite fissile, et les roches carbonatées ont eu un rôle secondaire ou négligeable dans les facteurs qui ont déterminé la disposition des amas de minerai. L'influence de la tectonique dans la formation des voies d'injection des solutions métalliques est importante à toutes les mines que nous avons mentionnées. Le prospecteur devrait en conséquence rechercher des roches suffisamment différentes de celles qui les entourent pour avoir pu agir comme canal des solutions métalliques.

Remerciements

Le Dr Paul Armstrong, géologue conseil de Calumet Mines, Limited a collaboré avec nous en nous donnant accès à toutes les données géologiques connues concernant ces terrains. René Bédard, notre assistant, a contribué surtout à la cartographie et nous a rendu d'excellents services. Pierre Mauffette a fait une étude de coupes minces des principales roches du gisement, au laboratoire de pétrographie de l'Université McGill. W.W. Moorhouse, gradué de l'Université Columbia, nous a aidé dans la cartographie des terrains de Calumet Mines, Limited, mais nous sommes seul responsable des divisions employées dans la cartographie.

GEOLOGIE GENERALE

Les plus anciennes roches appartiennent à la série de Grenville. Les quartzites et les gneiss grenatifères qui forment à plusieurs endroits une partie importante de la série de Grenville ne sont pas abondants dans la région, mais il y a beaucoup de calcaires cristallins. La position tectonique et le caractère originare de certaines des roches ne peuvent être déterminés complètement avant que soit terminée la cartographie d'une vaste région voisine. Nous croyons cependant pouvoir avancer ici que les roches de Grenville consistaient originarement en sédiments clastiques argileux avec lits de calcaire intercalés et aussi avec présence de carbonate comme impureté dans les sédiments associés. Des roches surtout carbonatées, avec de petites zones clastiques près de leur base, sont sus-jacentes aux roches clastiques. L'assertion que les calcaires sont d'après leur origine plus élevés dans la série que les roches clastiques est fondée sur deux faits. Dans la note marginale de la carte géologique régionale du district (1), Ellis énonce que les calcaires sont près du sommet de l'"Archéen", et dans la région de la localité typique de la série de Grenville dans la province de Québec, les calcaires apparaissent plus élevés dans la série que les lits clastiques maintenant représentés par du quartzite et des gneiss. On peut en conséquence regarder la section de Calumet comme ayant été originarement une série de boues et de schistes plus ou moins calcaireux qui ont passé par intercalation et gradation à un calcaire relativement pur. Au cours de l'histoire subséquente des roches, les calcaires ont été les seuls à conserver plusieurs de leurs caractéristiques originales.

Les calcaires ont été fortement recristallisés, et à certains endroits silicatés, avec formation de diopside, trémolite et minéraux connexes. Presque toutes les traces de surface des couches originaires ont été détruites, et à leur place il

(1) Feuille de Pembroke; Com. géol. Can., Carte No 122, Pub. No 660, 1906.

s'est formé une schistosité bien définie, ordinairement marquée par les couches de silicate. Les structures de pseudo-stratification sont dans l'ensemble parallèles au contact le plus voisin avec les roches silicatées, et elles ont été mises en évidence par la substitution qui s'est produite le long des plans de mouvement, de sorte qu'un effet de stratification apparaît. Un observateur peu familier avec les roches de Grenville pourrait facilement prendre cette structure pour une stratification. A l'Est, ou du côté de l'île faisant face à la terre ferme de Québec, la schistosité ou les couches sont inclinées à angles relativement faibles vers l'Est et les calcaires sont sus-jacents en structure à l'amas de roches silicatées qui forme la partie principale de la moitié Sud de l'île. On peut suivre la bande de calcaire autour de l'extrémité Sud de l'île, jusqu'au côté Ouest, faisant face à l'Ontario, où le pendage est à peu près le même que sur le côté Est, mais où les calcaires passent en dessous plutôt qu'au-dessus des roches silicatées. Les calcaires passent aussi en dessous des roches silicatées à l'extrémité Nord de la région cartographiée. Ces relations indiquent que la partie Sud de l'île est un pli étroit et renversé. Si notre interprétation des positions relatives des bandes de carbonate et de silicate est juste, la structure est un anticlinal renversé à l'Ouest. La répartition des calcaires dans la région cartographiée indiquerait une structure synclinale, et la structure peut en effet être telle si, dans cette partie de la région laurentienne, les roches clastiques sont sus-jacentes aux calcaires. L'examen de la carte régionale compilée par Ellis (1) montre que la structure est probablement mineure et que la structure principale de l'île est le pli étiré renversé. Cette probabilité est fortifiée par le fait que la carte d'Ellis montre des bandes de calcaire avec deux orientations, avec un sommet de structure près de l'île Calumet.

Les sédiments clastiques ont été extrêmement altérés. Près des calcaires ils ont été transformés en amphibolites de divers types. Certaines ont la structure palmée que l'on trouve dans les amphibolites à couches minces dérivées de calcaires impurs à d'autres endroits dans la sous-province de Grenville, mais plusieurs sont d'une autre variété d'amphibolite. Une variété importante contient des carbonates qui se sont conservés, mais ces roches sont subordonnées aux gneiss à hornblende et à biotite qui dérivent des carbonates et roches connexes. Les membres les moins calcaires de la série ont été modifiés en roches micacées. Les gneiss que nous avons trouvés associés au calcaire et qui deviennent rouillés sous l'intempérisme en sont des exemples caractéristiques. Les roches micacées fissiles furent cependant modifiées par la pénétration du magma granitique avec formation de gneiss modérément leucocratiques, à grains moyens ou fins, auxquels on peut donner proprement le nom de 'migmatite'. La colline connue localement sous le nom de 'la Montagne', du côté Sud-Est de l'île, Planche I-A, se compose de ces gneiss granitiques, dérivés des roches argileuses, ainsi que des migmatites de couleur plus foncée provenant d'amphibolite. Des photographies aériennes de la montagne (Planche II-A) montrent la configuration presque complète de la structure définie par le contraste des couches de composition diverse. On peut voir des alternances semblables de lits à d'autres endroits, particulièrement près de la partie Nord de l'étendue cartographiée; mais

(1) Op. cit.

dans une bande qui s'étend vers le Sud-Est en travers de l'île le caractère stratifié de la roche a été détruit et les roches ont été transformées en un gneiss à grains moyens, plutôt basique, caractérisé par l'abondance de hornblende brillante et par une couleur surtout foncée. Certaines de ces roches ont une schistosité parallèle à celle de la structure anticlinale, mais la plupart ont été recristallisées le long de surfaces de broyage qui se dirigent de l'Est à l'Ouest et plongent abruptement au Nord, de sorte que la direction Est et Ouest prévaut sur une vaste étendue; mais même dans plusieurs des affleurements de ces roches on peut trouver des restes de structure appartenant aux déformations antérieures.

Les amas intrusifs de granite rose sont fort répandus, mais la plupart sont petits. On trouve des injections de granite rose lit par lit dans les gneiss, particulièrement dans certaines zones dans les marges et le long de l'amas de roche silicatée près de ses contacts avec les calcaires. A certains endroits, le granite rose forme des injections le long de structures de broyage orientées de l'Est à l'Ouest.

La granitisation de certaines des roches a été si complète qu'elles ont été transformées en migmatites de couleur pâle qui ressemblent sous plusieurs rapports à des orthogneiss granitiques. Ces roches contiennent de la hornblende et de la biotite comme minéraux foncés, ainsi que du grenat. Les éléments constitutifs prédominants sont cependant le quartz et le feldspath. N'étaient leurs relations sur le terrain, on pourrait prendre ces roches pour un granite modérément contaminé, mais leur origine par substitution aux formations adjacentes est une preuve concluante qu'elles se sont formées par migmatisation des roches de Grenville plus anciennes. Ces migmatites sont particulièrement bien développées dans les terrains de Calumet Mines, Limited et près de ceux-ci, où on en trouve une bande dominante au-dessous, et plusieurs bandes au-dessus du principal horizon de minerai.

Il y a plusieurs petits stocks de gabbro de Morin ou de Buckingham dans les calcaires situés près de Bryson. Un vaste amas forme l'arête de l'élévation qui flanque le côté Est de la rivière Ottawa à partir de Bryson jusqu'à une certaine distance au Nord. Un petit dyke de gabbro s'oriente en travers de la structure des calcaires et recoupe ces derniers et les migmatites sur l'île, et les calcaires près de Bryson. Un dyke de porphyre dioritique ou de diabase recoupe le minerai aux terrains de Calumet Mines. De petits dykes de nature lamprophyrique recoupent la zone de minerai et on en trouve aussi à quelques autres endroits dans la région. Ils sont postérieurs au minerai et plus remarquables par leur continuité que par leur épaisseur.

On peut résumer l'histoire géologique comme suit:

- (1) Sédiments du Grenville formés de lits de carbonate clastique et impur, suivis par du calcaire.
- (2) Plissement et renversement de la série de Grenville. Formation d'amphibolite et de gneiss.
- (3) Migmatisation des roches, donnant une reproduction pseudo-morphique de la structure plus ancienne.
- (4) Migmatisation, influencée par le laminage Est et Ouest, tendant à oblitérer la structure antérieure.

- (5) Injection de gabbro de Buckingham.
- (6) Injection de granite rose avec formation de diopside.
- (7) Injection d'aprites et de pegmatites.
- (8) Formation du minerai aux terrains de Calumet Mines.
- (9) Injection de lamprophyre et de dykes de diabase.
- (10) Erosion.
- (11) Dépôt de roches paléozoïques inférieures (évidente sur la partie Nord de l'île.)
- (12) Failles.
- (13) Erosion.

L'histoire précambrienne de la région est très complexe, et il est possible que certains des effets métamorphiques ci-dessus décrits comme consécutifs aient fait partie d'un seul et même épisode. Les indications relevées sur le terrain sont cependant à l'appui de la suite d'événements que nous avons esquissée. La partie Sud de la région ne révèle que peu de chose de l'histoire paléozoïque ou plus récente. Le Dr W.B. Mather nous a informé (1) de l'existence de calcaires du paléozoïque inférieur sous le terrain marécageux du lot 9, rang I, île Calumet. C'est le seul endroit où il y ait de ces roches sédimentaires dans la partie Sud de l'île. Bien que l'on sache que des failles ont déplacé les roches paléozoïques dans la vallée de l'Ottawa et qu'il y en a probablement près de Calumet, nous n'en avons pas noté de preuve directe sur le terrain.

TECTONIQUE

Le peu d'étendue relative de la région cartographiée en détail sur l'île Calumet nous empêche d'émettre plus que des hypothèses concernant la structure. La carte de la vaste étendue des environs de l'île compilée par Ellis (2) est sur une trop petite échelle pour que nous y puissions relever des données utiles à la détermination des détails de structure, et la carte de l'île plus détaillée due à Goranson (3) ne porte pas de symboles de pendage et de direction. De plus, les roches de l'île ont une histoire exceptionnellement complexe, de sorte que plusieurs éléments de structure originaires ont été cachés ou modifiés.

Le caractère tectonique le plus apparent est le rubanage que montrent les roches sur l'éminence connue localement sous le nom de 'la Montagne', près de la pointe Sud de l'île. Les photographies aériennes et les cheminements révèlent que cette colline se compose de bandes alternantes, de 50 à 100 pieds d'épaisseur, de gneiss à biotite plutôt leucocratique, à grains fins, et de gneiss à hornblende et à biotite plus mafique, aussi à grains fins, et que ces bandes forment un pli renversé dont l'axe plonge vers

-
- (1) Communication verbale.
 - (2) Op. cit.
 - (3) Com. géol., Can., rapp. som., partie C, 1925.

l'Est sous un angle d'environ 20°. Si, comme nous l'indiquons plus haut, les calcaires étaient originellement sus-jacents aux roches silicatées, le pli est un anticlinal renversé vers l'Ouest. Dans tous les cas, les calcaires du côté Est de l'île plongent à angles faibles vers l'Est, comme font ceux qui se trouvent sur le côté Ouest du pli. La répartition des calcaires indique que leurs affleurements le long des deux bras de la rivière qui enserrant l'île peuvent être dus à des plis étirés connexes à un élément de structure plus vaste.

La structure plissée originale a été modifiée, et les gneiss et amphibolites primitifs ont été très laminés, de sorte qu'il s'est formé des gneiss à hornblende, et des gneiss à hornblende et à biotite, à grains moyens. Ces gneiss sont bien développés à partir du lot 8 des rangs I, II, III et IV, en allant vers le Nord. Le laminage et la schistosité se dirigent au Nord-Ouest et Est et Ouest. La direction de laminage Est et Ouest est la plus récente et on peut la voir par endroits se développer aux dépens de la schistosité à direction Nord-Ouest. En dépit de la présence de zones de laminage, on peut relever dans plusieurs des affleurements une schistosité plus ancienne parallèle à ce qui représente probablement une stratification. L'ancienne schistosité concorde en général avec les prolongements des orientations tectoniques du pli sur 'la Montagne'.

La marge d'un batholithe de granite affleure à l'Est de Campbell's Bay. Le long de son bord Ouest c'est en réalité un complexe d'injection lit par lit dans lequel la schistosité, qui est presque verticale, s'oriente à N.20°O. Des roches granitiques appartenant à ce massif d'intrusion ont pénétré les plans de broyage des gneiss à hornblende et à biotite.

L'examen des affleurements donne l'impression que bon nombre des gneiss se sont formés par un type de mise en place 'par blocs' dans lequel la schistosité s'est développée par suite de mouvements entre des blocs de petites dimensions, et que les zones des gneiss à direction constante de schistosité ont permis une disposition de la croûte à peu près semblable à celle que produiraient des failles bien nettes à des niveaux plus élevés, c'est-à-dire sous une moins forte pression. Cette théorie expliquerait l'étroitesse des zones de gneiss à schistosité constante et la manière dont les zones tendent à se ramifier et à tourner autour d'autres surfaces d'ajustement.

Les conditions qui ont existé durant le métamorphisme étaient si rigoureuses à Calumet qu'il s'est produit dans les roches de profonds changements. A certains endroits des parties des roches se sont dissoutes et précipitées de nouveau, amenant une ségrégation de minéraux; ailleurs, des bandes qui étaient primitivement de roche sédimentaire ont été transformées en gneiss granitiques par l'introduction et la nouvelle répartition des éléments constitutifs. Le progrès de ce procédé résulte dans la formation de migmatites ou roches synthétiques, et il est sûr que certains pétrologues considéreraient tous les gneiss comme des 'migmatites'; mais pour les fins de ce rapport nous n'appliquons le terme de migmatite qu'à la partie de la série de Grenville qui a été transformée en un gneiss granitique.

Il nous reste un élément tectonique significatifs à mentionner, et c'est la direction d'allongement des cristaux, des axes de plissements et des structures linéaires semblables. Sur presque toute l'île, la direction d'allongement est Est et Ouest

et le plongement est de 20° à 30° vers l'Est. La constance de la direction est vraiment remarquable lorsqu'on considère la diversité de l'attitude des traits tectoniques tels que la schistosité, la stratification et le laminage. Les joints présentent cependant une relation étroite avec la direction d'allongement des minéraux. La complexité de ce rapport serait beaucoup plus grande si nous entreprenions de discuter en détail les applications des données relatives à la direction d'allongement des minéraux en exposant la structure de la région, et nous nous en abstenons pour cette raison. Cet alinéa a donc pour objet de noter le fait qu'il y a une direction d'allongement prononcée et constante.

PETROLOGIE

Pour fins de description, on peut traiter les roches en trois parties principales, soit (1) les roches silicatées de la série de Grenville et les gneiss formés par leur laminage, (2) les roches carbonatées de la série de Grenville, et (3) les roches ignées. Il faut mentionner de plus une autre catégorie de roches qui comprend les migmatites, des roches qui gardent des marques de leur origine sédimentaire mais sont dues à l'action de magmas ou de dérivés de magmas. Douze formations apparaissent sur la carte jointe à notre rapport. Nous avons observé un nombre beaucoup plus grand d'unités sur le terrain, mais les difficultés de la présentation nous obligent à les condenser et à grouper en une seule formation plusieurs sortes de roches similaires. Même dans les formations montrées sur la carte il y a des gradations, mais les roches principales sont telles qu'indiquées. Nous avons aussi dans une grande mesure groupé ensemble les unités pour faire ressortir les principaux caractères tectoniques de la région.

Les paragneiss du Grenville ne présentaient probablement pas primitivement une diversité de composition aussi grande que l'indiquerait le caractère actuel des roches. Nous sommes d'avis que la partie de la série de Grenville qui a donné lieu à la formation des roches de l'île Calumet consistait primitivement en roches sédimentaires argilacées impures, interstratifiées avec des bandes de caractère plus calcaire ou magnésien, dont quelques-unes avaient un caractère approchant du calcaire.

Les roches de calcite et de dolomie plus pures résultèrent de la recristallisation des lits calcaires, probablement avec addition de MgO dans le cas des dolomies. Les impuretés de silicates maintenant représentées par les minéraux de contact métamorphiques ont sans doute causé une certaine perte de CO₂, mais, dans l'ensemble, il y a peu d'indices que la composition des roches carbonatées ait été fortement altérée.

Le métamorphisme des lits argileux les plus purs a donné des schistes à biotite. Il s'est formé de la hornblende en quantité plus petite. Les schistes à biotite étaient fissiles et par conséquent ouverts à la pénétration des solutions qui envahissaient les roches. Certaines des solutions portaient des sulfures de fer, de sorte qu'il s'est déposé de la pyrite et de la pyrrotine. C'est la raison de la coloration rouille que l'on voit communément dans ces roches. Les calcaires étaient selon toutes les apparences relativement imperméables aux solutions, tandis que les schistes fissiles intercalés offraient des voies de pénétration aux solutions, et c'est ainsi que se sont formés dans les calcaires les gneiss s'altérant en rouille sous l'intempérie.

La recristallisation des lits dont la composition était

intermédiaire entre les types argilacés plus purs et les types calcaires a suivi un processus un peu différent. Le CO_2 disparut en majeure partie et la chaux et la magnésie provoquèrent la formation de pyroxène et d'amphibole avec du plagioclase passablement calcique. Divers types d'amphibolites en sont résultés. On trouve des restes de carbonates dans certains types et dans d'autres la roche consiste entièrement en silicates. Les amphibolites n'ont pas la schistosité que l'on trouve dans les gneiss à biotite et ressemblent à des diorites par leur texture et leur structure, bien que la structure gneissique soit à peine visible dans plusieurs affleurements. Elles n'étaient pas aussi perméables aux solutions que les gneiss à biotite.

Des amphibolites forment les marges de certains des gneiss à biotite dans le calcaire, et, à d'autres endroits, les gneiss à biotite passent graduellement à des amphibolites là où il y a avait plus de chaux dans les sédiments originaires.

Les différences entre les gneiss à biotite, les amphibolites et les roches calcaires ont été accentuées par la recristallisation qui a accompagné le laminage. Les amphibolites ont donné des gneiss à hornblende ou des gneiss à hornblende et à biotite de couleur foncée, tandis que les gneiss à biotite, qui n'étaient pas abondants, tendaient à perdre leur identité pour se transformer en gneiss d'aspect granitique. Les calcaires n'ont pas subi de modification totale au point de vue lithologique.

Des différences dans les caractères physiques ont aussi déterminé des différences dans l'aptitude à subir l'injection et la granitisation. Les gneiss à biotite s'altéraient facilement, et certains d'entre eux ont donné des gneiss granitiques avec ou sans grenat. Ces roches trahissent leur origine complexe par la préservation de leurs anciennes structures internes. Plusieurs des amphibolites ne présentaient pas des conditions aussi favorables à l'injection et n'ont donné des gneiss composites que le long de leurs contacts avec d'autres roches et le long de zones de fort broyage.

On trouve des injections granitiques lit par lit dans les formations de Grenville autres que le calcaire. La roche granitique d'injection est rose par endroits, et grise ou chamois à d'autres points. Les injections sont très régulières dans l'ensemble et ont tendance à suivre la schistosité.

Calcaires cristallins

Les calcaires cristallins sont les membres de la série de Grenville les plus faciles à reconnaître dans les environs de Calumet. Les variétés renfermant de la dolomie et de la serpentine sont communes. Certaines couches contiennent beaucoup de diopside, et il y a des amas relativement grands de diopside blanc à nombre d'endroits. Le diopside apparaît particulièrement bien le long des berges de la rivière, où le calcaire qui l'a antérieurement enveloppé a été enlevé par l'érosion. A part la serpentine et le diopside, il y a çà et là de la phlogopite, de la trémolite, de la chondrodite, du sphène et de la chlorite. La brucite se voit fréquemment comme minéral accessoire dans des parties de la bande qui borde la partie Sud de l'île sur son côté Est. Elle est assez abondante en certains endroits pour qu'on ait pu considérer les bandes qui la renferment comme source d'exploitation possible de magnésie.

Les calcaires sont à grains moyens ou gros. Les couches

fluidales développées par la déformation recoupent les structures de stratification et ont joué un rôle directeur dans la recristallisation, à tel point qu'on pourrait facilement les prendre pour une stratification. La disposition des couches n'est pas sans signification tectonique, car près des roches silicatées elle est normalement parallèle au contact entre ces roches et le calcaire cristallin. Plus loin des contacts, la structure est moins régulière et on peut voir à la place des couches fluidales qui se sont développées par suite du caractère plastique du calcaire.

Nous avons noté du gypse et de l'anhydrite dans les carottes de sondages profonds aux terrains de Calumet Mines. Nous soulignerons leur importance en traitant de ces terrains miniers.

Gabbro

On trouve des roches du type du gabbro sur la terre ferme au Sud-Est de l'île, et aussi en petite quantité sur l'île même. Le gabbro est surtout vert foncé et à grains moyens, mais nous avons vu à quelques endroits des facies de couleur plus pâle et à gros grains. Le grain fin d'une bonne partie du gabbro le rend difficile à distinguer des gneiss à hornblende, d'autant plus que dans les étendues boisées en particulier il apparaît peu à découvert. C'est pour cette raison qu'une partie des gneiss à hornblende se trouve incluse avec le gabbro sous une couleur distincte sur la carte.

A part le grand amas de gabbro qui s'étend de Bryson vers le Nord, du côté Est de la rivière Ottawa, deux petits stocks recoupent le calcaire à l'Ouest de la carrière Carswell et un dyke affleure près de l'extrémité Nord du village de Bryson. Nous avons vu un affleurement de roche semblable sur l'île Calumet, sur la direction prolongée de ce dyke.

Nous avons reconnu sur le terrain que le caractère du gabbro est loin d'être uniforme, mais sa ressemblance avec divers facies basiques des roches de la série de Morin ou Buckingham est en général si grande qu'on peut le rattacher avec passablement de certitude à cette série.

Granite

Le bord d'un vaste massif de granite rose affleure au Nord-Est de Campbell's Bay. La roche est par endroits fortement gneissique et contient de nombreuses inclusions; ailleurs, elle est porphyrique. Nous en avons vu avec des phénocristaux de microcline de deux pouces de diamètre. Des dykes et filons-couffes d'un granite rose semblable affleurent sur l'île Calumet et le long du contact entre le gabbro et le calcaire près de Bryson.

Un dyke de granite rose recoupe le gabbro près de la route allant à Campbell's Bay, à un point situé à un demi-mille au Nord du pont conduisant à l'île Calumet. Bien que le dyke soit étroit, il est bordé d'une zone d'altération de 100 pieds de largeur sur laquelle le gabbro a été transformé en diopside granulé avec veines de quartz et cristaux de phlogopite épars.

Nous avons vu plusieurs étendues de granite rose à grain fin sur l'île Calumet. La plus grande, située près du lot 6, rangs I et II de l'île Calumet, est en forme de stock avec contacts verticaux ou plongeant vers l'extérieur, ce en quoi elle diffère du massif des environs de Campbell's Bay. Il est douteux qu'il faille grouper tous les granites roses comme connexes, mais à défaut de

preuve dans un sens ou dans l'autre nous les indiquons tous par la même couleur sur la carte. Mettant de côté l'incertitude de la corrélation entre le stock et quelques autres petits amas sur l'île, on peut assigner les granites à la partie acide de la série de Morin, ou série de Pine Hill.

Dykes de diabase et de lamprophyre

Nous avons remarqué que des dykes de lamprophyre d'un à deux pieds d'épaisseur recoupent le minerai dans des trous de sonde sur les terrains de Calumet Mines. Les dykes sont persistants et peuvent être retracés dans des rangées successives de trous. Nous avons observé quelques dykes semblables ailleurs dans l'île.

Un dyke de diabase apparaît sur le plan des terrains de la mine Calumet. Il a par endroits la nature d'un porphyre dioritique, mais sa partie centrale présente la texture ophitique ou diabasique typique. Quelques trous de sonde passent du minerai dans le dyke, lequel est dépourvu de minéralisation et en conséquence probablement postérieur au minerai. Nous avons observé un autre dyke de diabase dans les lots A et B du rang Sud, sur l'île Calumet.

On ne connaît pas les âges relatifs des dykes de diabase et de lamprophyre, mais les lamprophyres sont probablement plus anciens que la diabase.

GEOLOGIE APPLIQUEE

Sommaire des conclusions

Des grands travaux d'exploration, principalement par sondage au diamant, ont révélé l'existence d'amas contenant plus d'un million de tonnes de minerai renfermant du plomb, du zinc, de l'or et de l'argent, aux terrains de Calumet Mines, Limited.

L'exploration faite dans d'autres parties de la région, presque entièrement restreinte à des fosses d'exploration et autres travaux à la surface, n'a pas révélé d'indices importants de la présence de gîtes de minerai semblables.

La géologie régionale est favorable à la présence de gisements de mica et de feldspath, mais on n'a pas découvert de gisements de ces minéraux qui soient dignes de mention spéciale.

On trouve dans la région des calcaires renfermant de la brucite. La brucite, un oxyde de magnésium hydraté, est une source d'exploitation possible de la magnésie et du magnésium métallique. L'intérêt que soulèvent les gisements de brucite connus dans cette région est actuellement éclipsé par la découverte et la mise en valeur de gisements plus considérables à d'autres endroits de la province de Québec.

Zinc et Plomb

Calumet Mines, Limited

On connaît depuis de nombreuses années l'existence de minerai de zinc et plomb dans les lots 9, 10, 11, et 12 du rang IV, dans l'île Calumet; on a fait de temps à autre des tentatives d'exploitation des gisements. En 1912, on a érigé un atelier d'extraction par gravité, mais il ne fut en activité que peu de temps et il a depuis été détruit par l'incendie. En 1926, British Metals

Corporation (Canada), Limited obtint une option d'achat, assécha une partie des anciens chantiers et fit des tranchées sur une partie du terrain. Les résultats de cet examen ne furent pas rapportés comme encourageants et l'option ne fut pas exercée.

En 1937, Calumet Mines, Limited fit l'acquisition des terrains et entreprit une grande campagne de sondages au diamant sous la direction du Dr Paul Armstrong. Ce travail se poursuivait encore lorsque nous avons examiné les terrains et les parties adjacentes de l'île.

Cette présence de minéralisation en zinc et plomb a été mentionnée dans plusieurs des rapports annuels du Commissaire des Terres de la Couronne de Québec, dans les rapports du Service des Mines de Québec et dans les rapports de la Commission géologique du Canada.

La meilleure description est celle que donne Goranson dans le rapport sommaire de la Commission géologique du Canada pour 1925. Une description sommaire en est donnée dans le rapport sur les gisements de zinc et de plomb au Canada, par Alcock (1), lequel contient une bibliographie complète des mentions et descriptions des terrains.

Chantiers sur les terrains Calumet Mines

Calumet Mines, Limited a piqueté, ou a acquis, ou détient sous option une vaste étendue de terrain sur l'île; mais les travaux de cette compagnie ont été concentrés jusqu'ici dans les lots 9, 10, 11 et 12 du rang IV (Carte No 550). Nous ne traitons ici que de la géologie de cette partie des terrains.

Les premiers travaux accomplis sur ces lots avaient pour but l'exploration et l'exploitation d'un certain nombre de gîtes dispersés de minéraux de zinc et de plomb, et il s'en est suivi une tendance à traiter ces gîtes comme autant d'entités distinctes. Pour plus de clarté, il est donc nécessaire d'esquisser d'abord la figure géographique des lots 9, 10, 11 et 12. Tous les anciens puits et la plupart des excavations à ciel ouvert sont remplis d'eau, mais trois puits ont été vidés durant notre séjour sur les terrains et quelques autres avaient été asséchés antérieurement par British Metals Corporation.

Les chantiers Bowie sont dans la demie Sud du lot 9 et consistent en deux excavations à ciel ouvert séparées par une paroi rocheuse et en un puits situé près de l'extrémité Nord de l'excavation la plus au Nord. D'après les rapports qui nous ont été faits, le puits a une profondeur de 52 pieds et des étages y ont été pratiqués. L'ancien terrain Bowie est séparé des autres points où on a fait des travaux par un ruisseau et par un dyke de diabase orienté Est et Ouest, mais on a donné le nom de Bowie aux amas de minerais découverts par sondages au Nord et au Nord-Est des excavations Bowie.

On a fait au cours des années passées une somme considérable de travaux près du bureau actuel de Calumet Mines, à peu près au milieu du lot 10. Les chantiers comprennent un puits vertical, le puits MacDonald, d'une profondeur de 87 pieds avec quelque 300 pieds d'ouvrages latéraux, et, à 100 pieds au Sud-Ouest, un puits incliné connu sous le nom de Lawn. Bien qu'il n'y ait aucune men-

(1) Com. géol. Can., Serv. géol. écon., No 8, 1930, pp.121-126.

tion d'une liaison entre les deux, l'eau pompée dans le puits Lawn élevait le niveau de l'eau dans le puits MacDonald. La fosse Lawn est une excavation à ciel ouvert peu profonde près du puits Lawn.

Le puits Russel, près du centre d'une étendue de décapage dans le lot 11, est en réalité une excavation à ciel ouvert approfondie près de son centre.

Le terrain Ste-Anne se trouve dans le lot 12 et comprend les excavations Galena, un puits incliné peu profond et un puits vertical plus creux.

Les nombreux trous de sonde forés par Calumet Mines, Limited ont démontré que les chantiers Bowie, MacDonald, Lawn, Russel, et Ste-Anne sont sur des parties d'une seule formation minéralisée principale, et que l'épaisseur apparente de cette formation à la surface augmente en allant vers le Nord du terrain Bowie au terrain Ste-Anne.

De très petites excavations forment une ligne parallèle à 200 pieds à l'Est de la ligne que nous venons de décrire et ont apparemment été pratiquées dans une tentative de mettre du minerai en valeur sur une zone minéralisée subsidiaire. On a trouvé tout au plus de la minéralisation en sulfures sur une largeur de quelques pouces.

L'excavation Belgian est à peu près au milieu de la longueur et près de la limite Nord du lot 11. Cette excavation à ciel ouvert, peu profonde, a été creusée sur une petite trainée minéralisée dans l'amphibolite. Les sondages pratiqués autour, n'ont révélé aucun autre gîte de minerai à cet horizon.

Le puits Longstreet est un puits incliné sis à environ 1,500 pieds à l'Est du puits Lawn et près de la limite Nord du lot 10. Il fut foncé sur une lentille de galène qu'on disait à haute teneur. Bien que des tranchées et fosses pratiquées au Nord et au Sud du puits peuvent avoir mis au jour d'autres parties de la zone minéralisée, des trous de sonde rapprochés n'ont pas révélé de minerai à cet horizon.

Les travaux accomplis jusqu'à présent ont donc révélé une principale formation de minerai orientée au Nord, le long de laquelle on a découvert des parties d'amas de minerai et des gîtes de minerai plus petit dans les terrains Bowie, Russel, MacDonald et Ste-Anne. Il y a de la minéralisation subsidiaire le long d'une zone parallèle à l'Est, à des horizons plus élevés. A quelques endroits les zones plus élevées contiennent des cheminées de minerai plus petites, mais la difficulté de les découvrir et leurs dimensions ordinairement petites les rendent moins importants au point de vue économique que ceux de la zone principale, c'est-à-dire ceux qui se trouvent dans les gneiss à biotite et les gneiss à biotite d'injection.

Origine du gisement

On peut résumer comme suit les vues de Goranson sur l'origine des amas de minerai: une masse d'amphibolite dérivée du gabbro ou de la diorite, mais avec inclusions de calcaire, fut laminée le long de plans orientés un peu à l'Ouest du Nord et plongeant abruptement à l'Est. Le métasomatisme le long des principales zones de laminage dont il fixe le nombre à deux, produisit une biotitisation drastique, l'altération de l'amphibolite et la formation des gîtes de minerai. Là où les zones de broyage rencontraient des car-

bonates, il s'est formé par métasomatisme des silicates typiques de 'contact métamorphique'.

Nos vues sur l'origine du minerai, basées sur un relevé géologique en détail de la surface et sur l'examen de 80,000 pieds de carottes de sondage au diamant, sont différentes de celles de Goranson. En résumé, nous croyons que les principales cheminées de minerai sont dans un rembre argillacé de la série de Grenville métamorphosé et métasomaté par toute la région, sous-jacent, à une amphibolite plutôt massive (dérivée de roches sédimentaires) résistante au broyage et qui fut peut-être métamorphosée par les solutions minéralisantes. Les principaux amas de minerai sont dans la bande la plus argillacée, orientée N.20°O et plongeant à 30°E. Les éléments tectoniques régissant la position des amas étaient complexes, mais nous croyons que l'orientation parallèle à la direction régionale de l'alignement des minéraux est la direction principale.

De plus, nous croyons qu'à la surface la longueur de la zone favorable est moindre que celle présumée par Goranson.

Relations tectoniques régionales

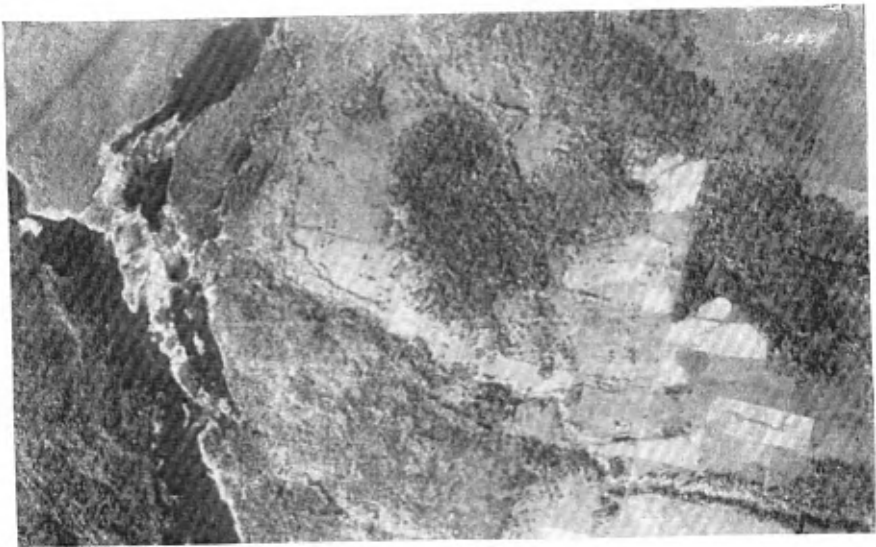
Les amas de minerai de Calumet Mines, Limited sont contenus dans un cylindroïde incliné (cylindre elliptique) de roche dont la position apparaît schématiquement dans la figure 1. Ce cylindroïde a de l'importance car plusieurs des roches qui le composent sont différentes de celles qui apparaissent ailleurs dans l'île. Plusieurs forces ont contribué à la formation du cylindroïde. A l'Est, une couche plutôt massive d'amphibolite montre une courbure vers l'Est dans son affleurement, et cette courbure a protégé les formations situées à l'Ouest. La zone minéralisée est ainsi dans une 'ombre de pression'. Du côté Ouest ou côté du mur du cylindroïde, une couche de migmatite granitique montre un changement brusque dans sa direction et forme ainsi une courbure convexe vers l'Ouest. La migmatite a en apparence une disposition plutôt transgressive et les roches métasédimentaires du bloc B (Figure 1) peuvent être équivalentes à celles du bloc A qui contient les cheminées de minerai, bien que le métamorphisme soit de genre différent dans les deux blocs.

Un effet de l'introduction de la migmatite fut de tirer l'extrémité Sud de l'amphibolite vers l'Est, pour former une pointe sous laquelle se trouvent certains des amas de minerai importants.

La direction d'alignement des minéraux et celle des axes des plis étirés varie d'Est à Est-Sud-Est, et le plongement en est de 25° à 30°. Cette direction apparaît dans les structures les plus petites dans les roches et a exercé une certaine influence sur la forme des amas de minerai, mais les sondages démontrent que les amas de minerai sont sur une autre orientation. Cette orientation est N.45°-65°E., et son origine est incertaine. Quelques joints verticaux mineurs ont cette direction. Puisqu'elle est parallèle au petit diamètre de la coupe transversale elliptique du cylindroïde, nous soupçonnons qu'elle peut être une direction de tension. Le dyke de diabase postérieur au minerai (mentionné plus haut), qui a une orientation à peu près parallèle à la direction d'alignement des minéraux et est presque vertical, paraît s'incurver vers la direction diagonale, c'est-à-dire suivant l'orientation des amas de minerai et s'arrêter dès qu'il pénètre dans les amphibolites. Comme il n'y a pas de preuves de l'action de forces majeures entre l'époque de la mise en place du minerai et l'injection de la diabase,



A.—La "Montagne", île Calumet. Au premier plan, terre arable couverte de sable et d'argile.



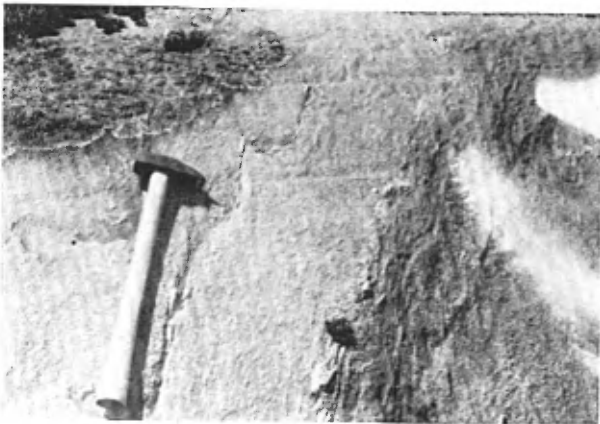
B.—Mine Calumet et les environs. Les principaux chantiers de la mine sont du côté Est du défrichement, à l'Est de la rivière Ottawa. (Le numéro est dans l'angle Nord-est.)

(Photo Aviation civile, Ottawa)



A.—Structure plissée sur la "Montagne". Les plaques plus sombres sont dans de petits marécages qui occupent des dépressions creusées dans le long des lits. (Le numéro est au Sud.)

(Photo Aviation civile, Ottawa)



B.—Gneiss hornblendique modérément mafique, montrant le crénelage caractéristique de plusieurs affleurements.



A.—Puits MacDonald, Calumet Mines, Limited. Les principaux chantiers souterrains sont dans ces environs.



B.—Carrière Carswell. Couches inclinées de calcaire de Grenville avec brucite.



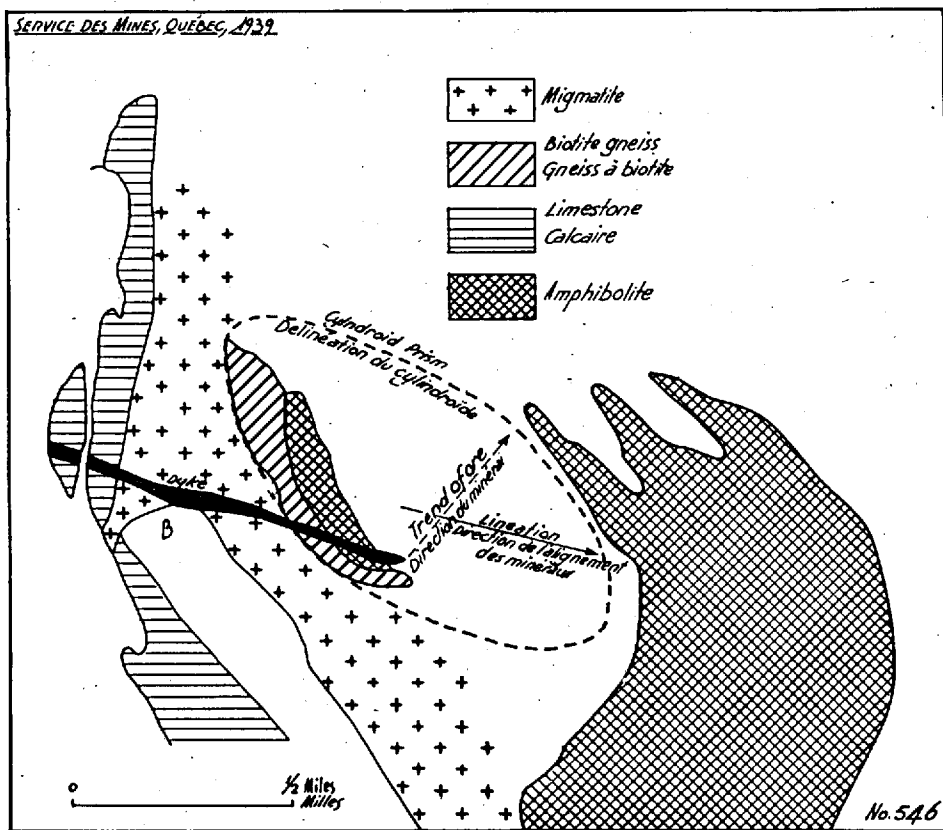


Figure 1.- Relations générales de la zone de minéral.

il est raisonnable de croire que les directions de tensions sont demeurées les mêmes et qu'une fracture qui ne s'étendait pas à travers les amphibolites a guidé les solutions métalliques dans le gneiss à biotite. La présence d'une telle voie cachée en dessous de l'horizon du minéral expliquerait la présence des amas de minéral suivant la direction de leur orientation réelle.

On peut décrire ainsi la position géologique à partir de la rivière Ottawa en allant vers l'Est. Une série de roches se dirige sur N.15° et plonge à 30°E. Des calcaires, accompagnés d'amphibolites intercalées et de gneiss s'altérant en rouille, affleurent près de la rivière. La zone de calcaires dominants est suivie vers l'Est et recouverte au sens stratigraphique par une couche d'amphibolites et de gneiss à hornblende. Ces dernières roches sont à leur tour recouvertes par une migmatite fortement granitique qui contient des restes de structures sédimentaires. Cette couche dévie légèrement de la direction générale; au voisinage des amas de minéral, elle est suivie, vers le haut, par les gneiss à biotite et les gneiss à biotite d'injection avec des amas irréguliers d'amphibolite et des cheminées de minéral. La couche

qui contient le minerai est suivie vers le haut par les amphibolites plutôt massives carbonatées et grumeleuses. Cet amas principal d'amphibolite est légèrement brisé par des zones d'altération mineure.

La marge Est ou toit de l'amphibolite est contre une masse de migmatite intermédiaire qui représente probablement un horizon dont le caractère primitif était semblable au gneiss à biotite mais qui a été plus granitisée que ce dernier. A l'Est, lui succèdent des gneiss à hornblende suivis à leur tour par une zone d'amphibolites porphyroblastiques et de roches à amphibole qui sous plusieurs rapports, sont semblables au carbonate massif et aux amphibolites grumeleuses bien qu'elles aient été plus métamorphisées que les amphibolites du côté du toit. Cette amphibolite porphyroblastique supérieure est sous-jacente à des gneiss à hornblende et à des migmatites intermédiaires. La disposition exacte des roches mentionnées en dernier lieu n'a pas encore été révélée par les sondages au diamant, et la surface est couverte de mort-terrain.

Pétrographie

Un examen en détail de soixante coupes minces tirées de carottes de sondage de roches typiques a révélé une grande variété de minéraux et d'associations minérales. Les observations faites au microscope s'accordent avec l'interprétation de la géologie que nous présentons, laquelle est surtout basée sur le travail effectué sur le terrain.

Le microscope montre un certain nombre d'associations minérales diverses dans le gneiss à biotite près du minerai, et cette diversité ne peut être interprétée que comme une preuve d'une hétérogénéité originaires. Plusieurs points demandent des commentaires. Le plagioclase, sauf celui des pegmatites, est ordinairement plus calcique que l'albite; l'oligoclase et l'andésine sont communes. On trouve à quelques endroits de la cordiérite et de l'anthophyllite, une association antipathique à la chaux, mais ailleurs on trouve l'association diopside-trémolite contenant de la chaux. Il y a de la biotite et de la biotite phlogopitique, et ces minéraux sont probablement les plus caractéristiques des minéraux silicatés. Des carbonates à axe unique (rhomboédriques) comprenant de la dolomie et de la calcite ferrifères sont abondants, en particulier près de la minéralisation en plomb et zinc. Les carbonates sont apparemment postérieurs aux silicates, et ils ont précédé en partie les minéraux métalliques. On ne peut voir aucune preuve de la présence de carbonates 'anciens' dans les gneiss à biotite proprement dits.

On trouve avec la chalcopryrite du grenat et du quartz accompagnés de biotite, dans des positions qui indiquent que cette association borde les amas de minerai.

Les diverses associations minérales présentent un problème d'intérêt scientifique considérable, mais sa solution requerrait l'étude d'un grand nombre d'autres coupes minces, et il serait difficile de justifier les dépenses et le temps qu'elle entraînerait.

Par endroits, près du minerai, les silicates ont été altérés en chlorite et en talc, et la scapolite - qui est largement développée - a été transformée en wilsonite. On a trouvé de la barytine comme minéral de gangue.

Du diopside, de la trémolite, de la pargasite, de l'hastingsite, de la hornblende, du plagioclase, de l'orthose, du microcline, de l'anorthose, de la sillimanite et du spinelle peuvent être identifiés dans les carottes des sondages faits à divers endroits sur les terrains. On n'a pas taillé de coupes minces des spécimens tirés des coupes de minerai analysées, et il est probable que la majeure partie de l'amphibolite à laquelle nous donnons ici le nom de trémolite soit de la pargasite.

Calcaire de Grenville

Les calcaires cristallins de Grenville affleurent dans une bande qui s'étend le long du rivage de la rivière Ottawa, à l'Ouest des terrains de la mine. Les calcaires sont à grains moyens ou gros et contiennent des bandes dolomitiques et riches en chaux. Certaines bandes contiennent du diopside en grains épars ou en agrégats, et aussi d'autres silicates tels que la serpentine et la phlogopite.

La stratification du calcaire a été en partie détruite et remplacée par des structures de broyage prononcées. Ce broyage est parallèle aux bandes de minéraux silicatés et, comme le montre un recoupement de la sondeuse, le pendage est d'environ 30° à l'Est.

Nous avons observé une étroite bande contenant de la sphalérite disséminée dans le calcaire apparaissant près de la marque des hautes eaux de la rivière, dans la partie Sud du lot 9. Cette zone, que l'on peut suivre sur plus de cent pieds, se trouve sur le prolongement d'un appendice de migmatite qui s'étend au Sud du principal amas de migmatite. Bien qu'il n'y ait pas de preuve que ce gîte puisse être exploitable, il est à noter que la sphalérite se trouve sur le prolongement de la voie ouverte par la migmatite, et, de plus, que l'on a rencontré de la sphalérite disséminée dans un trou de sonde de 3,000 pieds situé à l'Est de l'affleurement et à peu près à la même distance en dessous de la limite supérieure de calcaire que l'affleurement près de la rivière.

Les sondages ont révélé ce fait intéressant qu'à plusieurs horizons les calcaires contiennent de l'anhydrite et du gypse. Une partie de l'anhydrite est de couleur mauve et grossièrement cristalline, mais on voit fréquemment un agrégat à grains moyens d'anhydrite violet pâle et de calcite. Le calcaire adjacent contient des silicates et il a la texture normale des calcaires cristallins. L'étude de coupes minces favorise l'opinion que le sulfate a été introduit et substitué au calcaire. Plus tard, une partie de l'anhydrite a été remplacé par le gypse qui d'une part s'est déposé en petites fibres et d'autre part a cheminé à travers la roche pour se déposer en filonnets. La présence de gypse n'est pas limitée au calcaire, mais il s'en trouve aussi dans les roches silicatées basiques en dessous de l'horizon du minerai.

Migmatite granitique

Une migmatite qui montre des restes de structure sédimentaire se trouve sous-jacente aux gneiss à biotite. La roche a une apparence tout à fait granitique, et, n'était la structure sédimentaire et la présence de grenat réparti çà et là, on pourrait la prendre pour un gneiss à biotite granitique gris. La migmatite est recoupée par de minces filons-couches de granite rose et par des dykes de pegmatite.

La structure la plus caractéristique de la migmatite est un laminage et une schistosité parallèles à la structure locale excepté où, près de l'extrémité Sud de la zone de minerai, la migmatite s'incurve à l'Est et paraît traverser le gneiss à biotite et le remplacer en partie.

Gneiss à biotite et injections de gneiss à biotite

Les principales cheminées de minerai des terrains de Calumet Mines sont dans un gneiss à biotite qui, par endroits a été pénétré par des injections de roche granitique et métasomatisé. Les variétés les moins altérées de la roche sont des gneiss à grains fins, en couches minces, qui ressemblent à des roches cornéennes en apparence et consistent en quartz, orthose et plagioclase, avec de la biotite comme minéral ferromagnésien caractéristique; il y a cependant des variétés avec amphibole, soit de la hornblende ou de l'anthophyllite. Ces roches passent par endroits à des amphibolites à grains fins, par diminution de quartz et orthose, et augmentation de hornblende et de plagioclase. Les amphibolites sont irrégulièrement réparties et représentent peut-être maintenant des lits calcaires qui étaient à l'origine répartis de façon hétérogène dans les sédiments. Les couches amphibolitiques étaient apparemment moins susceptibles à l'injection et au métasomatisme qui ont transformé plusieurs des gneiss à biotite en des paragneiss du type d'injection. Il est extrêmement difficile de distinguer les effets des solutions produisant la granitisation de ceux du type de métasomatisme plus conventionnel. Dans la granitisation, du quartz et de l'orthose ont été introduits. Durant le métasomatisme le quartz s'est formé en abondance, de sorte qu'on trouve à plusieurs endroits de petites lentilles de quartz presque pur. La variété fibrolite de sillimanite accompagne de la biotite brun foncé, de l'actinolite, de la pargasite et diverses autres amphiboles. Les autres minéraux que nous avons observés sont la scapolite et son produit d'altération, la wilsonite, la zoisite, et, rarement, la cordiérite. Au cours des derniers stades du métasomatisme, une partie du plagioclase fut modifiée et il y eut introduction de carbonate.

Structure.-Les sondages au diamant et l'examen de l'affleurement montrent que le gneiss à biotite se dirige sur N.15°O., et plonge à environ 30°E. Bien qu'en général cet amas soit de forme tabulaire à peu près régulière, les sondages ont démontré que son épaisseur est fort variable d'un endroit à l'autre. Ainsi l'épaisseur atteint 300 pieds dans les environs du puits Ste-Anne, tandis qu'elle n'est que de quelques dizaines de pieds dans certains autres trous de sonde.

Les gneiss à biotite sont effondrés sur une petite échelle et, dans l'ensemble, les axes des zones d'effondrement plongent à environ 30° à l'Est. Cependant, le degré de l'effondrement ou plissement est petit en comparaison de celui des amphibolites sus-jacentes. De plus, les couches amphibolitiques contenues dans le gneiss à biotite ne sont pas seulement moins laminées que le gneiss, mais elles sont aussi moins froissées et ont moins subi l'injection.

Amphibolite

Le côté supérieur, ou toit, de la zone qui contient les principaux amas de minerai est une roche de type hétérogène qu'on peut appeler amphibolite. Les carottes des sondages montrent que cette roche forme une masse presque continue s'étendant au-dessus de la zone de minerai.

Les amphibolites sont des roches à couches minces et bien marquées, ou bien elles sont massives. La schistosité est développée le long des marges de l'amas et dans une ou deux zones intérieures, mais elle est dans l'ensemble beaucoup moins apparente que dans le gneiss à hornblende et le gneiss à hornblende et à biotite.

On peut différencier plusieurs variétés d'amphibolite dans la compilation des carottes-témoins, et, dans certains cas, il est possible d'établir une corrélation dans des variétés apparaissant dans une carotte-témoin avec celles révélées par les carottes provenant de trous voisins; mais, en général, les variétés sont si intimement mêlées que la corrélation est impossible.

Une des variétés se compose d'une roche d'apparence grumeleuse contenant de la hornblende, de la biotite, du pyroxène, du plagioclase moyennement calcique, de la scapolite et un peu de quartz. Une autre est caractérisée par la hornblende, le plagioclase et du carbonate en abondance; le carbonate peut se trouver en couches, ce qui indiquerait qu'il est un élément constitutif originaire, ou en veinules, suggérant qu'il aurait été introduit. Une variété de la roche contient tellement de biotite que nous le désignons comme une 'amphibolite à biotite'.

Structure. - Les données tirées de l'examen des carottes de sondages montrent que les amphibolites forment une plaque quelque peu froissée. Les structures de plis sont beaucoup plus ouvertes que dans les gneiss à biotite, et à certains endroits cette structure est remplacée par la direction d'alignement des minéraux plongeant à 30° vers l'Est. En contraste avec les gneiss à biotite, les amphibolites ne sont pas laminées, sauf dans quelques zones locales.

Amphibolite porphyroblastique

Près des bords de l'amas d'amphibolite à carbonate et scapolite (côté du toit) - et à certains endroits dans l'amas principal - se trouve une variété d'amphibolite caractérisée par des cristaux plus grands (porphyroblastes) de biotite ou de hornblende. Certaines des roches porphyroblastiques sont massives, mais les autres sont légèrement schistoïdes. Ces dernières sont les représentants les plus laminés des amphibolites normalement massives; leur structure schistoïde est le résultat d'une efficacité accrue des efforts de broyage. Les amphibolites porphyroblastiques passent graduellement par des gneiss porphyroblastiques à des gneiss à hornblende. Ces derniers sont beaucoup plus schistoïdes et contiennent beaucoup plus de minéraux de couleur pâle. Bien qu'il y ait probablement eu des différences dans les compositions originaires de l'amphibolite et du gneiss à hornblende, on peut attribuer certaines des différences actuelles à l'addition de minéraux, particulièrement des injections granitiques, aux gneiss à hornblende.

On trouve à quelques endroits des roches métasomatiques consistant presque entièrement d'amphibole à gros grains ou fins. Une variété de ces roches se compose de spinelle et d'amphibole.

Migmatite intermédiaire

On trouve une zone de migmatite intermédiaire au-dessus du principal amas d'amphibolite. La roche a l'apparence d'un gneiss granitique gris et consiste en quartz, orthose, plagioclase, hornblende et biotite. Des structures irrégulières caractérisent ces

roches, et, à quelques endroits, des structures qui peuvent représenter la schistosité et la stratification originaires présentent un aspect assez semblable à celles des gneiss à biotite, ce qui indique que la migmatite serait un gneiss à biotite granitisé, originairement semblable au gneiss à biotite normal. Des migmatites assez semblables se sont formées aux dépens des gneiss à hornblende.

Cheminées de minerai secondaires

Bien que les principaux amas de minerai soient dans une même couche de gneiss à biotite, des gîtes secondaires se trouvent à d'autres horizons. A part certaines étendues de sphalérite disséminée, tous ces gîtes secondaires sont au-dessus du principal horizon de minerai. L'un se trouve dans le carbonate et les amphibolites grumeleuses. Il est marqué par une zone d'altération d'épaisseur variable ou ailleurs par une veine de carbonate atteignant deux pouces d'épaisseur, et il renferme çà et là de la sphalérite et de la galène sur une longueur de quelques pieds. Le cheminée de minerai du puits Longstreet est à un horizon encore plus élevé, mais, bien qu'on trouve des indices de l'activité de solutions sur le prolongement de ce gîte, les sondages n'ont pas révélé de minerai important ailleurs à l'horizon de Longstreet.

Les données acquises indiqueraient que ces zones mineures, bien que modérément continuées, sont sans importance pour l'exploitation. Elles suivent en général des plans de faiblesse dans les amphibolites, plans qui constituaient aussi les voies le long desquelles s'est faite l'injection des pegmatites et se sont répandues les solutions de migmatisation. Les amphibolites prennent un 'habitus de bordure' près de l'extrémité de l'amas et il est fort possible que l'on trouve des amas de minerai dans la bordure. La cheminée de minerai la plus haute du terrain Bowie, suivant une certaine interprétation des carottes-témoins, pourrait être un amas de minerai dans une telle position.

Influence de la structure sur la mise en place des cheminées de minerai.

Dans tout gisement de minerai, il est important d'établir les relations des amas de minerai avec les caractères tectoniques. Quoique les relations tectoniques seront plus aisément déterminées à mesure que progresse l'extraction, néanmoins les trous de sonde relativement rapprochés sur les terrains Calumet suppléent les travaux souterrains pour la détermination du contrôle exercé par la tectonique. Le défaut de l'utilisation de données tirées de l'examen de trous de sondage est que les conditions révélées par une carotte-témoin peuvent être locales, tandis que dans l'amas ouvert pour extraction on peut déterminer les conditions plus généralement.

Les principaux gîtes de minerai sont contenus dans une couche de roche qui présente un changement de direction. Au Nord, la direction est à peu près Nord et Sud et le pendage à 30° à l'Est, mais à l'extrémité Sud de la zone de minerai la direction s'incurve à N.45°0. et le pendage est au Nord-Est. C'est la structure des gneiss à biotite qui a déterminé le caractère tabulaire des amas de minerai et leur pendage de 25° à 30° à l'Est ou au Nord-Est. La présence de l'horizon favorable fixe la structure la plus importante des gisements. Les couches ont une disposition parallèle à la schistosité de la région et les amas de minerai secondaires sont parallèles ou à peu près aux principaux amas de minerai.

Bien que le principal élément de régie de la forme des

amas de minerai ait été dû à l'hétérogénéité des formations et à la présence d'une formation plus perméable aux solutions que le reste, les amas de minerai ne sont pas continus dans l'horizon généralement favorable. Le minerai est plutôt en gîtes séparés. La présence, dans la formation favorable de roches susceptibles de substitution par les solutions minéralisées, a pu être partiellement la cause d'une localisation de la déposition du minerai, mais les parties de la formation susceptibles de substitution ont subi l'action des mêmes forces que les autres roches et leur position a été ainsi déterminée. Une analyse montre que les bords des amas de minerai sont en général suivant une direction un peu au Sud de l'Est ou franc Est. De plus, les axes des plis les plus grands dans les amphibolites affectent la même direction. La même orientation se retrouve dans les axes des plis mineurs, dans la direction d'allongement des minéraux et dans la direction du dyke de diabase. Cette direction d'allongement des minéraux ou direction b, se trouve de façon plutôt uniforme dans la majeure partie de l'île, et on en peut conclure qu'elle constitue plus qu'un élément tectonique local. Le tracé de l'épaisseur dans les amas de minerai reflète la même direction à un tel point qu'il est raisonnable de croire que les plis le long de l'axe b ont déterminé la répartition des gîtes de minerai.

Une autre direction est apparente aux amas de minerai Bowie, où la direction de la formation dévie du Nord. Il est apparent sur la carte que l'amphibolite, le toit des gneiss à biotite, a été repoussée vers l'Est à son extrémité Sud, probablement le long de la zone de migmatites inférieure aux gneiss à biotite. Les principaux amas de minerai Bowie sont en dessous de la 'pointe' formée par le repoussement vers l'Est à l'extrémité Sud de la formation. Les amas Bowie se trouvent suivant une ligne orientée à N.60°E., et il est possible qu'une fracture ou une ouverture dans cette direction ait permis la pénétration de solutions à l'horizon du gneiss à biotite. Bien que la direction b se reflète dans certains traits des gîtes Bowie, la direction N.60°E. a une importance majeure. Les roches n'offrent à la surface aucune indication de la présence d'une voie de pénétration dans une telle direction. Bien qu'il semble raisonnable de présumer l'existence d'une telle direction, il faut la regarder cependant comme spéculative.

Exploration géophysique

Avant que la compagnie Calumet Mines ait entrepris son programme de sondage au diamant, on avait fait un levé par procédé électrique d'une vaste portion centrale des terrains, en employant la méthode Schlumberger à polarisation spontanée. Ce levé a donné des résultats négatifs, résumés comme suit par le Dr Paul Armstrong (1) : "Evidemment, la plupart sinon tous les contours équipotentiels obtenus par le levé indiquent les activités d'oxydation, non des amas de minerai mais du gneiss à biotite qui le renferme et qui prend une coloration rouillée sous l'intempérisme; l'effet de cette coloration éclipse celles du minerai".

Plus tard, un levé au magnétomètre, utilisant des appareils Askania horizontaux et verticaux, fut effectué par le Dr D.A. Keys, de l'Université McGill. Commentant les résultats obtenus, Armstrong (2) écrit: "En autant que les résultats du professeur

(1) ARMSTRONG, Paul, The Exploration and Development of Calumet Mines, Québec, Can. Inst. Min. & Met., Trans., Vol. XLIV, 1941, p.406.

(2) Op. cit., p.407.

Keys ont pu être vérifiés au moyen des informations précises obtenues sur le minerai par les sondages on peut dire qu'ils furent négatifs. Cependant, son relevé a indiqué, avec passablement de précision, les contacts de l'amphibolite et du gneiss à biotite ... L'amas de minerai lui-même n'a aucun effet magnétique quelconque".

Minerai et gangue

Les coupes de carottes-témoins provenant de la zone de minerai montrent des silicates de contact métamorphique, avec de la trémolite (et autres amphiboles) du diopside, de la biotite de couleur pâle et de la phlogopite foncée comme minéraux caractéristiques. L'assemblage en est un que l'on considère ordinairement comme révélateur de gisements de contact métamorphique ou pyro-métasomatique, mais nous n'avons pas trouvé de roches carbonatées qui présentent les caractéristiques du calcaire de Grenville, près des 'silicates de contact'. L'hypothèse que la chaux et la magnésie présentes dans les soi-disant silicates de contact aient été prises ailleurs est pour le moins raisonnable. La dolomie et les carbonates ferrifères fréquemment associés au minerai sont caractéristiques du minerai, mais les carbonates sont dans la plupart des endroits plus récents que les silicates, ce qui confirme l'hypothèse que les solutions étaient originairement riches en carbonate ou encore qu'elles ont tiré le carbonate d'ailleurs que du milieu où le minerai fut déposé. La possibilité qu'il y ait eu originairement des carbonates dans le gneiss à biotite et que ceux-ci aient donné les silicates de contact ne peut être mise de côté, mais les données que nous avons nous portent à préférer l'opinion qu'une bonne partie sinon tout le carbonate fut ajouté par métasomatisme. Dans l'amphibolite qui forme le toit de la zone de minerai, une partie du carbonate est originaire, mais une partie est plus récente que les silicates.

En plus de ceux que nous avons mentionnés, les autres silicates présents sont le talc et la chlorite. La scapolite est également répandue, mais en petite quantité, et son produit d'altération, la wilsonite, se trouve à certains endroits. Le grenat et la cordiérite sont rares. Il y a du graphite dans quelques-uns des schistes. Nous avons reconnu de la barytine comme minéral de gangue.

Nous n'avons pas étudié les minéraux métalliques, mais nous avons pu consulter un rapport non publié sur ces minéraux par le Dr M. Haycock, de la Division des Mines, Ministère des Mines et des Ressources, Ottawa. Le minerai est un agrégat à grains moyens de pyrrhotine, pyrite, marcassite, sphalérite, galène, avec du 'cuivre gris' (tétrahédrite ou tannantite) et, à certains endroits, de la chalcoppyrite et de l'arsénopyrite. On a rapporté la présence d'or natif. A part l'incertitude concernant la répartition de l'or, le minerai n'offre aucune difficulté apparente de traitement. Il faudra faire des essais d'atelier sur une grande échelle, sur du minerai provenant d'un niveau inférieur à la zone de circulation active des eaux de surface, avant d'établir finalement un procédé de traitement du minerai. Malheureusement, il n'y a pas de ce minerai disponible. Tous les essais ont jusqu'ici été faits sur ce qui restait des échantillons de carottes-témoins utilisés pour analyse.

Dans les gîtes de minerai subsidiaires qui se sont formés en dehors du gneiss à biotite, les micas foncés, avec carbonates, sont les minéraux de gangue caractéristiques. Les silicates de contact métamorphique typiques sont subordonnés à la biotite ou font défaut.

Origine du minerai

Les solutions responsables de la formation des gisements étaient le résultat d'activité ignée et ont probablement pris naissance à une profondeur considérable. La présence de sphalérite disséminée dans les calcaires et la probabilité que cette sphalérite provienne de la même source que les amas de minerai suggèrent à l'esprit que les solutions communiquaient avec les calcaires au moins par quelques voies de circulation. Une fissure profonde peut avoir guidé les solutions sur une partie au moins de leur course, mais, en atteignant le gneiss à biotite sous la couche d'amphibolite relativement imperméable, les solutions se sont répandues de façon latérale et ont formé les gîtes de minerai dans le gneiss à biotite.

Nous connaissons peu le magma qui a donné naissance aux solutions. Cependant, il est certain que le gisement de minerai est plus récent que le métamorphisme régional et que le granite rose est le seul granite qui ait une telle relation avec la déformation. Dans la zone de minerai elle-même, les pegmatites roses sont communes. Certaines contiennent du diopside, ce qui indiquerait une contamination par réaction avec les roches calcaires. Bien que les relations des pegmatites avec les minéraux de 'silicate de contact' ne soient pas claires, les minéraux de sulfures recourent néanmoins les minéraux des pegmatites. Le microcline vert est développé de façon caractéristique, et les relations indiquent une connexité entre les pegmatites et le minerai. Il se peut fort bien que les 'silicates de contact', le minerai et les pegmatites contaminées proviennent d'une même source qui peut avoir été le granite rose.

Le gisement est semblable à celui de la mine Tétreault et aux gisements de Balmat et Edwards en ce que tous se sont formés à une température élevée; mais dans chacun le rôle du calcaire a été différent. A Balmat et Edwards, les gîtes de minerai se sont formés dans des calcaires dolomitiques impurs contenus dans des calcaires plus purs et plus abondants; à la mine Tétreault, le principal gîte de minerai est dû à une substitution partielle des calcaires, et à l'île Calumet le rôle des calcaires est insignifiant. Les trois gisements font ressortir l'importance de déterminer la structure.

Quantité et qualité du minerai

Les sondages ont révélé l'existence de plus d'un million de tonnes de minerai. Les limites de la plupart des amas de minerai ont été relevées par des trous de sonde rapprochés, de sorte qu'on peut considérer la quantité de minerai comme établie avec certitude. Nous avons examiné les chiffres qui ont servi au calcul des réserves de minerai, et bien que notre avis sur les étendues de minerai entre les trous de sonde puisse différer sur certains points de celui des ingénieurs de la compagnie, les résultats finals seraient sensiblement les mêmes. Les calculs n'ont pas été faits avec trop d'optimisme. Une première évaluation en détail a donné 942,384 tonnes contenant 2.51 pour cent de plomb, 8.16 pour cent de zinc, et 0.036 once d'or et 5.76 onces d'argent à la tonne. On rapporte que des sondages plus récents ont indiqué la présence de 86,000 autres tonnes de minerai renfermant 18 pour cent de plomb et zinc combinés et \$6.90 d'or et d'argent à la tonne. Sauf aux points où la teneur était particulièrement élevée, on n'a tenu compte d'aucun amas de moins de huit pieds d'épaisseur dans les calculs, et à plusieurs endroits, au delà de la largeur calculée, le minerai était bordé de roche dont la teneur n'était qu'un peu plus faible.

A part le minerai réellement indiqué par les sondages,

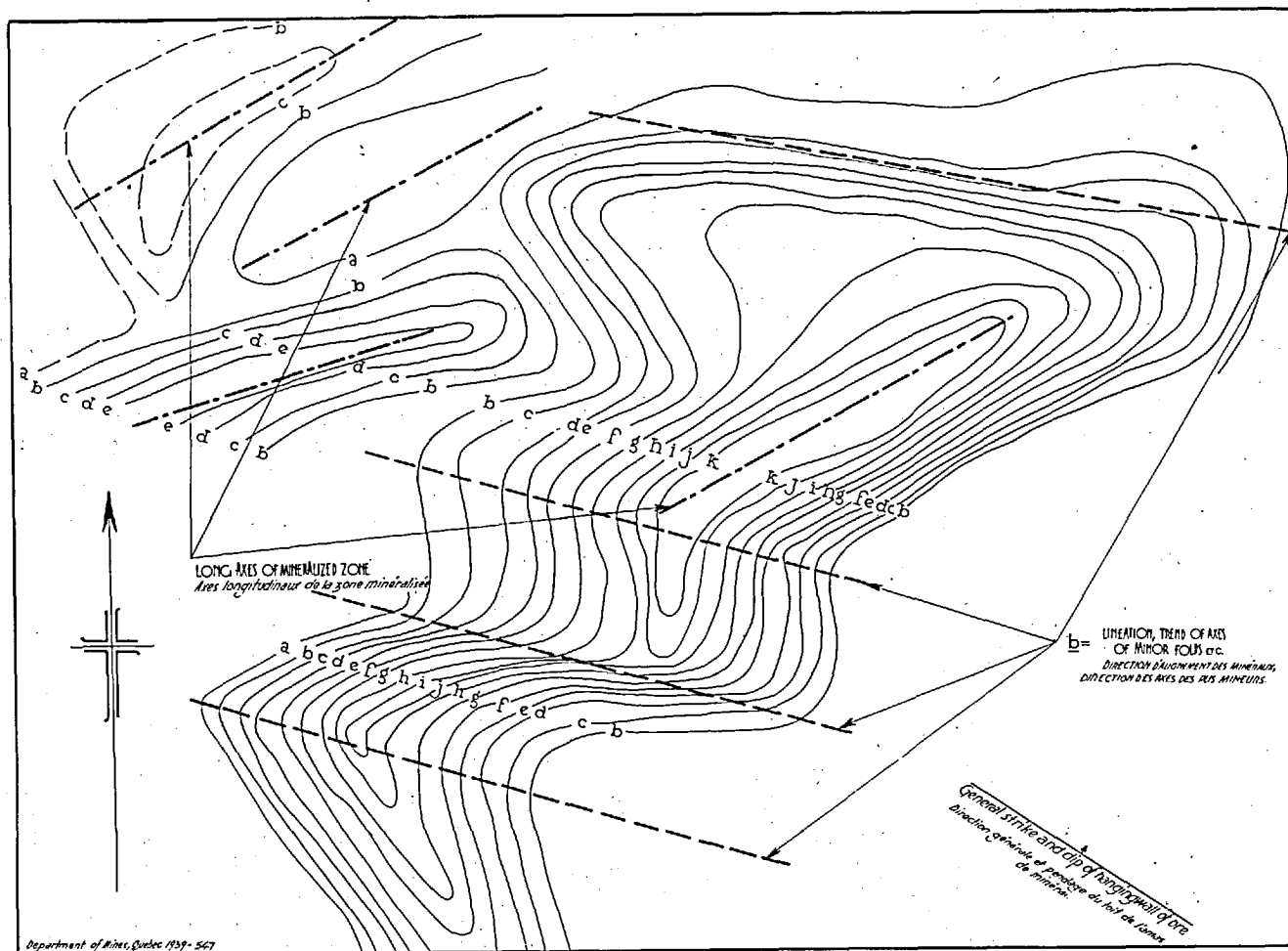


Figure 2.- Influence de la structure sur les cheminées de minéral.

il faut tenir compte des possibilités géologiques. On peut les étudier sous différents aspects:

(1) Prolongement suivant la direction.-Comme le montre la carte des terrains, les gneiss à biotite s'étendent à peu près sur la longueur de l'étendue sondée, et les amphibolites renfermant du carbonate et de la scapolite s'étendent à une distance un peu plus grande que les gneiss à biotite. A l'extrémité Nord de la zone minéralisée, les gneiss à biotite et le toit des amphibolites perdent leurs caractéristiques essentielles et leur place est prise respectivement par des gneiss granitiques et des gneiss à hornblende. On trouve la même situation au Sud du lot 9. Goranson a pensé que l'on pourrait suivre la zone minéralisée dans cette direction, mais les veines de quartz à minéralisation éparse et les fines imprégnations de sulfure apparaissant dans les gneiss granitiques au Sud du lot 9 sont tout à fait dissemblables à la minéralisation qui constitue le minerai. On doit donc ignorer la probabilité qu'il y ait, dans l'étendue située au Nord ou au Sud de la mine Calumet, du minerai ayant les mêmes caractéristiques que celui qu'ont révélé les sondages.

(2) Prolongement suivant le pendage de la formation, ou plongement des amas de minerai.- La structure qui contient les formations renfermant le minerai est assez considérable pour qu'on s'attende à ce qu'elle soit continue; les caractères tectoniques généraux tels que les plis et la direction d'allongement des minéraux sont aussi suffisamment uniformes pour que l'horizon renfermant le minerai soit vraisemblablement persistant. Nous avons mentionné plus haut la sphalérite disséminée dans le calcaire près de la rivière et la présence de roche semblable dans une position stratigraphique correspondante dans un trou de sonde foré à 3,000 pieds plus loin. De plus, les trous de sondage au diamant les plus profonds ont recoupé le principal horizon porteur de minerai à une distance de quelque 3,000 pieds de son affleurement, et ils ont démontré qu'à cette distance il n'y a pas de changement appréciable dans la nature de la roche encaissante. Ces faits appuient la prétention que les conditions générales de la roche encaissante sont suffisamment uniformes pour que, en autant que les solutions minéralisatrices aient eu accès aux horizons favorables, il n'y ait pas de raisons de croire que l'horizon renfermant le minerai soit vraisemblablement arrêté dans son prolongement.

(3) Si, comme nous l'exprimons plus haut, les solutions de minerai ont été conduites des profondeurs vers l'horizon favorable pour se déposer le long d'une fissure cachée, la présence de fissures parallèles semblables pourrait avoir déterminé la position d'autres gîtes de minerai. Comme nous l'expliquons plus haut, cependant, les roches renfermant les gîtes de minerai sont au point de vue structure un amas affectant la forme d'un tuyau (cylindroïde), et, à peu de distance à l'Est des terrains Calumet Mines, elles sont couvertes de roches qui se sont comportées différemment sous l'action des forces de déformation. A un mille de l'affleurement de minerai, l'horizon du minerai serait à 3,000 pieds sous la surface. Il n'est évidemment pas pratique de rechercher des gîtes de minerai à une telle profondeur à moins que l'on puisse présumer de la position des voies de pénétration.

On pourrait croire que la présence de petites quantités de sphalérite à un mille à l'Est des terrains Calumet Mines indique que des solutions renfermant du zinc ont suivi cette voie. Ce fait n'est cependant d'aucune aide dans la recherche de minerai.

Autres terrains miniers

Par suite des travaux récents accomplis sur les terrains maintenant détenus par Calumet Mines, Limited, on a fait de nouvelles tentatives de trouver d'autres gîtes de minerai du même type sur l'île. Dans le passé, on a creusé de nombreuses tranchées et excavations à travers le mori-terrain, et, à quelques endroits, on a foncé des puits peu profonds ou pratiqué des excavations à ciel-ouvert dans la roche de fond. On peut voir des vestiges des premiers chantiers à plusieurs endroits, particulièrement dans les bandes de roches qui s'altèrent en rouille sous l'intempérisme. Récemment, ces travaux ont amené le piquetage de claims, l'acquisition d'options et l'accomplissement d'un peu de sondage au diamant et de travaux de tranchées. En général, on a fait de la prospection sur les roches de couleur rouille. Toutefois, l'examen que nous avons fait des anciens et des nouveaux chantiers n'a pas révélé d'indices importants de la présence de gîtes de minerai. Les sulfures de fer sont les seuls minéraux métalliques que l'on trouve de façon constante. Du côté Sud des terrains de Calumet Mines, des fosses et excavations à ciel-ouvert ont mis au jour de petites quantités de sulfures disséminés dans les gneiss ou dans de petites veines de quartz vitreux, et l'examen attentif de ces roches révèle la présence de sphalérite. Nous avons aussi vu ce minéral dans une étroite veine de quartz au Nord de Tancredia. Toutefois, la présence de cette sphalérite n'indique pas nécessairement un amas de minerai, car ce minéral est largement réparti en petites quantités dans plusieurs parties de la région laurentienne, particulièrement dans les gneiss de couleur rouille. Des critères plus révélateurs des amas de minerai sont les éléments tectoniques et lithologiques associés au minerai mais sur l'île Calumet les roches sont cachées par du drift sur une bonne partie de ce qui pourrait être une zone favorable. Ce drift est en majeure partie trop épais pour qu'on puisse pratiquer des fosses d'exploration, et l'expérience acquise aux terrains Calumet Mines montre les difficultés de déterminer par sondages les limites des amas de minerai. Vu ces circonstances, nous ne pouvons recommander le forage de trous de sonde au hasard pour la recherche d'amas de minerai.

Brucite

On a trouvé de la brucite dans le calcaire cristallin à plusieurs endroits des deux côtés du bras Est de la rivière Ottawa, au voisinage de l'île Calumet. Ces gîtes de brucite ont été décrits dans des rapports compilés par l'auteur (1) et par M.F. Goudge (2).

Mode de gisement

Sur l'île Calumet, on sait que la zone de calcaire cristallin qui borde le côté Est de la 'montagne' contient de la brucite depuis les environs de l'usine d'énergie électrique située à l'extrémité Sud de l'île en allant au Nord jusqu'au lot 3 du rang II de la Réserve. La plupart des affleurements sont dans la partie Sud de la zone, mais on a rapporté la présence de brucite dans des carottes de sondages pratiqués dans la péninsule en face du lot 3, au Nord. Vu le manque d'affleurements, il est difficile de suivre les couches qui renferment la brucite, mais elles paraissent être

(1) OSBORNE, F.Fitz, Brucite; Serv. Mines, Qué., R.P. No 139, 1939.

(2) GOUDGE, M.F., Rapport préliminaire sur les gisements de brucite dans l'Ontario et le Québec, et leurs possibilités industrielles; Division des Mines, Ministère des Mines et des Ressources, Ottawa, Mémoire, série No 75, 1939.

lenticulaires, et être séparées les unes des autres par des couches qui ne contiennent pas de ce minéral.

Le calcaire qui renferme la brucite sur le côté de la terre ferme de la rivière se trouve dans une zone qui s'étend depuis le Nord du pont de l'île Calumet jusqu'à la limite Sud du village de Bryson. Les affleurements les plus au Nord bordent le côté Est de la route de Campbell's Bay et se composent d'un calcaire à gros grains avec de très gros granules de brucite et de nombreux grains arrondis de serpentine. Il y a aussi de la magnétite substituée à la brucite. Le plongement des lits est abrupt vers l'Est, et la quantité de calcaire à brucite pur est petite. Au Sud, on trouve la brucite comme élément du calcaire cristallin dans plusieurs affleurements apparaissant dans le village. A nul endroit n'apparaît une vaste étendue de roche renfermant de la brucite, et tant que des travaux appropriés n'auront pas été faits pour déterminer l'épaisseur, l'étendue et la qualité de la roche, la possibilité de l'utiliser comme source de magnésie est douteuse. Dans cette partie Sud de la zone, le calcaire plonge à l'Est, mais sous un angle relativement faible. Le plongement n'est pas assez abrupt pour que le sommet d'une couche soit accessible pour y ouvrir une carrière de dimensions convenables. Il faudrait employer des méthodes souterraines, et celles-ci seraient plus difficiles pour un pendage peu prononcé que pour un pendage plus abrupt.

On trouve des calcaires à brucite sur le côté Ouest de la route, au Nord et au Sud de la carrière Carswell, près de la limite Sud de Bryson, et aussi sur le côté Est de la route, à l'intérieur et aux environs de la carrière exploitée pour la chaux par Robert Carswell.

Description du minéral

La brucite, $Mg(OH)_2$, est un minéral tendre, de couleur blanche ou chamois, qui se cristallise dans le système hexagonal. Les cristaux sont soit en feuilles, soit fibreux (némalite). Telle qu'elle se trouve ici dans le calcaire cristallin, elle est ordinairement répartie à travers la roche sous la forme de granules plus ou moins sphériques, qui ont peut-être un huitième de pouce de diamètre en moyenne et rarement un demi-pouce de diamètre. La plupart des granules ont une structure concentrique, ou semblable à celle de l'oignon, qui apparaît bien sur les surfaces naturellement - ou artificiellement - corrodées. Sous l'intempérisme le minéral s'altère plus rapidement que les carbonates associés, ce qui donne une surface marquée de petits trous dans les affleurements; elle devient d'un blanc de craie par la formation à sa surface d'une couche de carbonate de magnésie hydraté. Ces traits sont d'un grand secours dans la prospection de la brucite.

Origine

Le calcaire à brucite peut avoir originé de deux façons différentes: (1) soit que la magnésie ait été introduite dans un calcaire (contenant peu ou pas de Mg) et déposée sous forme de brucite, ou peut-être de périclase (MgO) qui fut ensuite hydratée pour donner la brucite; (2) soit que la brucite fut formée par dissociation du carbonate renfermant le magnésium toujours présent dans le calcaire et l'hydratation de MgO fut ainsi produite.

Les caractéristiques du calcaire à brucite qu'il faut prendre en considération en discutant de ces deux modes d'origine sont les suivantes: (a) la brucite se présente en granules normaux, répartis plus ou moins uniformément à travers le calcaire; et (b)

le rapport entre les proportions de magnésium et de calcium (proportion Mg:Ca) dans le calcaire à brucite dans l'ensemble tend à se maintenir à peu près à 1 pour 1 (1).

(1) Magnésie introduite dans le calcaire:

Du côté Est de l'île Calumet, la brucite se trouve dans une zone de calcaire qui est en contact avec des roches ignées plus récentes. Il est concevable que la magnésie pour former la brucite fut ici introduite dans le calcaire par des solutions d'origine connexe aux roches ignées, et qu'elle s'est déposée directement sous forme de brucite, ou sous forme de périclase qui fut plus tard hydraté pour former la brucite.

Quoique cette origine de la brucite soit possible, elle n'expliquerait pas la répartition uniforme du minéral à travers le calcaire, ni le fait que la proportion de Mg et Ca dans la roche s'approche dans l'ensemble de 1 pour 1.

(2) Dissociation de carbonate de magnésium déjà présent dans la roche:

Des analyses des calcaires de Grenville les moins métamorphisés indiquent que, au moins en grande partie, la roche contenait originairement peu de magnésie. Une bonne partie cependant contient maintenant une quantité considérable de magnésie, présente dans la dolomie, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, et la répartition des bandes de dolomie implique que plusieurs d'entre elles proviennent du calcaire par suite de métasomatisme par des solutions dérivées de roches ignées qui ont pénétré le calcaire.

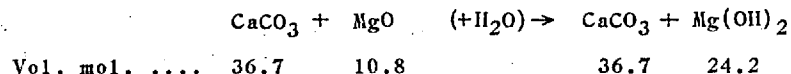
On sait que la température de dissociation de la dolomie est plus élevée que celle de la calcite et plus basse que celle de la magnésite. Sous des conditions favorables, et étant donné une pression environnante suffisamment faible, nous croyons que, dans une zone de roche ayant la composition de la dolomie, la dissociation pourrait se faire et s'arrêter au point où la molécule $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ se brise en CaCO_3 , MgO et CO_2 , ce dernier s'évaporant sous forme gazeuse. Si le MgO était alors hydraté pour donner $\text{Mg}(\text{OH})_2$, la roche qui en résulte serait un calcaire à brucite consistant en calcite et brucite. La proportion de Mg et de Ca serait de 1 pour 1 et l'on s'attendrait à ce que la brucite soit uniformément répartie à travers la roche. On peut signaler aussi que, si l'on suppose que l'hydratation du MgO était contemporaine de la dissociation, l'agrégat calcite-brucite aurait à peu près le même volume que la dolomie d'où il provenait, comme le montrent les chiffres suivants:

$$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 (+\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 (+\text{CO}_2)$$

Poids mol.	184	100	58
Sp. G.	2.85	2.72	2.4
Vol. mol.	64.5	36.7	24.2

(1) On a donné le nom de pencaitite à un calcaire cristallin contenant de la brucite, dans lequel la proportion de Mg et de Ca est à peu près 1 pour 1 (Harker, A., Mem. Geol. Surv., Londres, 1904, p.150). Là où la calcite est plus abondante que la brucite, on a donné à la roche le nom de predazzite (Rogers, A.F., Am. Jour. Sc., Vol. XLVI, 1918, p.582).

Si d'un autre côté, il s'est formé d'abord du périclase (vol. mol. 10.8), avec diminution de volume et recristallisation, son hydratation subséquente donnerait une augmentation de volume d'environ 28 pour cent:



Les roches n'offrent pas de preuve d'une telle expansion. Il reste la possibilité qu'une partie de la brucite ait été rendue soluble et ait cheminé dans des ouvertures de la roche. Si tel est le cas, et si les ouvertures étaient rapprochées, il n'y aurait pas lieu de changer la composition générale de la roche, et la proportion de Mg et de Ca serait encore à peu près 1 pour 1.

On ne peut donner une explication adéquate de l'origine des gisements avant d'avoir fait des travaux sur le terrain et des études de laboratoire plus en détail, et ce travail doit comprendre non seulement le calcaire à brucite lui-même mais toutes les roches qui l'avoisinent. Par exemple, à plusieurs endroits sur l'île Calumet, des filonnets de dolomie recoupent le calcaire et des veinules du minéral remplissent des fissures de clivage dans la calcite adjacente à la brucite, et ces traits peuvent avoir une influence sur l'origine de la brucite.

Feldspath et Mica

A part la brucite, il y a eu dans l'île Calumet peu ou pas de recherches de gisements de minéraux non métalliques ou 'industriels'. Nous avons vu un certain nombre de dykes de pegmatite au cours de nos travaux, et il est possible que certains d'entre eux puissent fournir du feldspath ou du mica de qualité exploitable. On a creusé une fosse d'exploration sur un de ces dykes, du côté Sud-Est de l'île. Le dyke recoupe le calcaire, ce qui est anormal, et le mica qu'il renferme est de la muscovite blanche.

Autres minéraux non métalliques

On n'a pas exploité ou cherché de minéraux non métalliques, sauf la brucite, dans les environs de l'île Calumet. Nous avons vu quelques étendues de pegmatite. Les pegmatites pourraient fournir du feldspath ou du mica, mais aucune des étendues de pegmatite n'est assez remarquable pour mériter une mention spéciale. Il y a eu une fosse d'exploration pratiquée sur de la pegmatite au sein du calcaire du côté Sud-Est de l'île. Non seulement la présence de pegmatite dans le calcaire est elle anormale, mais la pegmatite contient du mica blanc plutôt que du mica ambré ou noir.

TABLE ALPHABETIQUE

Amphibole	19,20	Histoire géologique	6, 7
Amphibolite	19,20	Hornblende	19,20
" porphyro-			
blastique	20	Keys, D.A., Dr,	
Andésine	17	Levé au magnétomètre	22
Anhydrite	11,18	Lawn, puits	13
Anthophyllite	17,19	Longstreet, puits	14
Armstrong, Paul, Dr		amas de minerai	21
Collaboration	4	MacDonald, puits	13
Travail (1937)	13	Maufette, Pierre	
Balmat et Edwards		collaboration	4
Minerais de zinc et de		Mica	23,30
plomb	4,24	Microcline	24
Barytine	17,23	Migmatite	18,20
Béland, René		Minerai, caractéristiques	24,26
Assistant	4	Minéraux non métalliques,	
Belgian, excavation	14	autres	30
Biotite	17,20	Moorehouse, W.W.,	
Bowie, chantiers	13	collaboration	4
Amas de minerai	22	Oligoclase	17
British Metals Corporation		Orthose	20
(Canada), Limited	12,13	Paragneiss de Grenville ...	9
Brucite	10,12,27,28,29	Pegmatite	30
Calcaires:		Pencatite	29
cristallins	10	Pétrographie	17
de Grenville	18	Pétrologie	9
Calcite	9	Phlogopite	10,18
Calumet Mines, Limited	12	Plagioclase	19
Chantiers	13	Plomb	12
Migmatites	6	Porphyre dioritique	6
Carswell, Robert		Pyrite	23
Carrière à chaux	26	Pyrrhotite	23
Chalcopyrite	17	Quartz	17,19,20
Chlorite	10,17	Relations tectoniques régi-	
Chondrodite	10	onales	15
Contact	23	Rubanage	7
Diopside	10,18,24	Russel, puits	14
Dolomie	9,10	Scapolite	19,20
Dykes:		Serpentine	10,18
diabase	12	Silicates	23
lamprophyre	12	Sphalérite	18,24,26,27
pegmatite	18	Sphène	10
Exploration géophysique ...	22	Spinelle	20
Feldspath	6,30	Ste-Anne, terrains de	14
Gabbro	6,11	Sulfures de fer	27
Galena, excavation	14	Talc	17
Galène	14	Tectonique	7
Gangue		Tétreault, mine	
voir minerai		dépôts de zinc et de	
Géologie appliquée	12	plomb	4,23
Gisement, origine de ...	14,15	Trémolite	10
Gneiss à biotite	19	Zinc	12
Granite	6,11	Zones de laminage	14
Grenat	17		
Gypse	11,18		