



PROVINCE DE QUÉBEC, CANADA
MINISTÈRE DE LA COLONISATION, DES MINES
ET DES PÊCHERIES.

SERVICE DES MINES

Honorable HONORÉ MERCIER, MINISTRE; S. DUFACIL, SOUS-MINISTRE;
THÉO. C. DENIS, SURINTENDANT DES MINES.

LES MINÉRAIS DE FER

DE LA

PROVINCE DE QUÉBEC

GISEMENTS ET UTILISATION

PAR

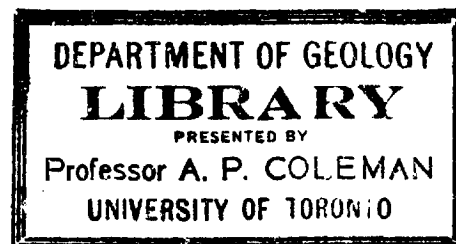
P. E. DULIEUX
Ingénieur des mines



QUÉBEC

IMPRIMÉ PAR E. E. CINQ-MARS,
Imprimeur de Sa Très Excellente Majesté le Roi,

1915.



C-1-223

A Monsieur Th. Denis,

Surintendant des Mines,

Québec.

Monsieur,

J'ai l'honneur de vous soumettre mon rapport sur "Les Minerais de fer de la Province de Québec". La description des gîtes est accompagnée de renseignements concernant leur mise en valeur et leur utilisation.

Votre dévoué serviteur,

P.-E. DULIEUX.

LES MINERAIS DE FER DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

GISEMENTS ET UTILISATION

PRÉFACE

Le fer est la matière première indispensable dont toutes les industries dépendent et on imagine difficilement ce que deviendrait notre civilisation actuelle si la production mondiale du fer venait subitement à se tarir. L'immense développement des transports à grande distance (bateaux et chemin de fer), qui a rendu possibles les échanges lointains date de l'introduction des procédés Martin et Bessemer, c'est-à-dire de la fabrication rapide et à bon marché de l'acier à rails et de l'acier de construction. Si le machinisme a pu remplacer par des procédés plus économiques et plus rapides l'ancienne fabrication à la main qui était autrefois la règle dans toutes les manufactures, c'est parce que l'on a trouvé dans le fer un métal bon marché, résistant, susceptible de prendre des qualités variables dans de grandes limites. L'agriculture elle-même dépend de l'industrie du fer, et au Canada c'est probablement l'agriculture qui après les chemins de fer consomme le plus d'acier.

En 1800 le monde consumma 800,000 tonnes de fonte ; en 1871 12 millions ; en 1891 26 millions, en 1909 60 millions. La consommation croît plus que proportionnellement au temps ; et on peut se demander si les gîtes de minerai de fer que l'on connaît dans le monde, n'en seront pas rapidement épuisés.

Au congrès international de géologie tenu à Stockholm en août 1910, une enquête mondiale fut faite sur les ressources, actuelles et probables, en minerai de fer du monde. Alors que les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, la France, l'Allemagne, etc. . . . présentaient des chiffres concrets (1), le Canada se contentait de décrire ses gisements et de donner ses réserves actuelles comme

(1) Les Etats-Unis, quatre milliards de tonnes actuelles et soixante-quinze milliards de probables ; France, trois milliards et demi de tonnes actuelles ; Allemagne, trois milliards de tonnes actuelles ; Grande-Bretagne, treize cents millions de tonnes actuelles.

“ considérables et ses réserves probables ” comme “ probablement énormes ”.

Le bureau des Mines de Québec a pensé qu'il était opportun de combler, en ce qui concernait notre province, cette lacune dans nos connaissances et de faire faire une enquête de nos ressources en minerai de fer.

Le présent rapport est le résultat de cette enquête. Presque tous les gisements qui y sont décrits ont été visités par l'auteur pendant les étés de 1911 et de 1912. (1).

Ainsi que l'on verra au cours de l'ouvrage, la plupart des gisements de la province de Québec sont d'une nature un peu spéciale. Les minerais de fer titanifères ou titanés sont la règle : une assez grande partie de nos ressources visibles en fer se trouve à l'état de sable magnétique ; enfin aucun gîte n'est favorablement placé par rapport au charbon. Il fut donc indispensable d'accompagner la description des gîtes, de considérations industrielles ou commerciales qui les mettent à leur vraie place et dans leur vrai jour.

C'est ainsi qu'après avoir défini ce qu'il faut entendre à proprement parler par minerai de fer et par gisement de fer, nous avons été amené à étudier successivement l'utilisation des titanomagnétites et l'utilisation des ilménites, c'est-à-dire les essais de fusion directe au haut-fourneau, les essais de fusion au four électrique soit pour fonte soit pour acier, les propriétés et la métallurgie des titanes et la fabrication des ferrotitanes. Un chapitre a été également consacré à la concentration magnétique, soit des minerais en roche, soit des sables. Enfin les gisements de la province de Québec formant au point de vue génétique un groupe bien à part, nous avons inséré une revue sommaire des autres gisements analogues que l'on rencontre dans le monde.

On trouvera peut-être que certains gisements ont été décrits avec une abondance de détails hors de proportion avec leur importance, mais nous avons tenu avant tout à renseigner d'une façon définitive. C'est gaspiller ses forces que de les employer à essayer de mettre en valeur des gisements à indications de surface et à relations géologiques foncièrement médiocres, et nous espérons que notre enquête évitera des travaux inutiles. D'immenses territoires sont encore inconnus dans notre province, et c'est vers eux que l'activité des prospecteurs doit se porter.

(1) Il manque à nos descriptions celles des gîtes de l'Ungava sur lesquels on sait actuellement peu de chose.

L'auteur a été aidé sur le terrain par M. E. Poitevin, ingénieur diplômé de l'École Polytechnique de Montréal, conservateur adjoint au Muséum de la Commission Géologique à Ottawa, et par M. M. Lefevre, ingénieur diplômé de l'École Polytechnique. Tous les essais ou analyses ont été faits au laboratoire provincial à l'École Polytechnique par M. C. Bousquet, professeur adjoint et M. Koetz, chimiste.

L'auteur exprime ici sa reconnaissance pour tous ces concours.

CHAPITRE I

MINÉRAIS DE FER. — MODES DE GISEMENTS. — CLASSIFICATION DES GISEMENTS.

Les minerais de fer de la province de Québec occupent une place un peu spéciale par rapport aux minerais utilisés couramment dans l'industrie, et pour les envisager à leur juste valeur, il est indispensable de donner une brève description des minerais de fer et de leurs gisements.

On classe les minerais de fer d'après leur composition minéralogique :

I. *Groupe de la sidérose* CO^3Fe . — Ce sont des carbonates de fer, qui à l'état pur se présentent en masses cristallines blanc-jaunâtre. Cette couleur blanc-jaunâtre n'existe que dans les minerais frais ; car dès que la sidérose a été exposée à l'air humide elle prend une couleur brune due à la transformation superficielle du carbonate de fer en oxyde de fer. À l'état pur la sidérose renferme 48.2% de fer. Elle ne peut s'utiliser dans les hauts-fourneaux qu'après un grillage préliminaire.

Bien qu'on connaisse des filons de sidérose dans les cantons de l'Est de la Province de Québec, aucun d'eux n'a de l'intérêt.

II. *Groupe de limonite*. — Au point de vue minéralogique la limonite est un oxyde de fer hydraté ($\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot \frac{3}{2} \text{H}^2\text{O}$) qui contient 60% de fer et, 14.5% d'eau. En fait les minerais qui rentrent dans ce groupe ont des aspects et des compositions fort variables.

On appelle hématites brunes, les limonites compactes, d'âge géologique ancien, qu'on trouve en couches dans certains terrains sédimentaires. Leur couleur est brune ou noire ; leur poussière est jaune-brun.

Certaines hématites brunes se présentent comme une accumulation de petits grains arrondis, collés les uns contre les autres (minerais oolithiques). Ce genre de minerai a une grande importance en Europe, où on le rencontre en couches puissantes et

étendues (notamment sur la frontière France Allemagne-Luxembourg).

On appelle minerais de fer des marais (*bog iron ore*) des dépôts produits par les eaux ferrugineuses dans les bas-fonds marécageux. On les trouve dans des terres basses, dans certains lacs peu profonds. Ordinairement ces minerais sont siliceux. Enfin il est bon de savoir que la limonite est le terme extrême de la décomposition de tous les autres minerais de fer : sous l'action des agents atmosphériques, des eaux d'infiltration, tous les minerais de fer se décomposent (plus ou moins vite suivant leur nature) et se transforment en limonite. Aussi n'est-il pas rare de trouver à la surface des gisements de sidérose ou d'hématite rouge une zone de minerais décomposés en limonite. Dans l'est du Canada cette zone superficielle de décomposition est très petite, car elle n'a pu se produire qu'après le départ des glaces de la période glaciaire, c'est-à-dire à une date relativement récente.

Comme minerais de ce groupe il n'y a guère dans la Province de Québec que les minerais des marais et des lacs qui aient une certaine importance. C'est avec des minerais des lacs qu'ont été pendant longtemps alimentés les deux seuls hauts fourneaux de la Province : celui de Radnor et celui de Drummondville.

III. *Groupe de l'oligiste.* — L'oligiste ou hématite rouge est un oxyde rouge de fer (Fe_2O_3) qui renferme 70% de fer. On réserve le nom d'oligiste ou fer spéculaire aux variétés écaillueses, d'un gris d'acier brillant, souvent bien cristallisées, mais quelquefois aussi en masses pailletées, et on appelle hématites rouges les variétés compactes, semblables à une pierre lourde, d'un gris d'acier terne à reflets un peu rougeâtres. L'oligiste et l'hématite ont un trait commun bien caractéristique : lorsqu'on les écrase, leur poussière est rouge.

Les hématites rouges peuvent s'associer dans leurs gisements à des hématites brunes : leur poussière tirera alors d'autant plus vers le jaune et le brun qu'elles renfermeront plus d'hématite brune.

Il existe plusieurs variétés d'hématite rouge : Hématite rouge mamelonnée, compacte, oolithique, etc. . .

Les hématites rouges constituent d'énormes gisements. Les plus grands sont ceux du district du Lac Supérieur aux Etats-Unis (Mesabi, Marquette, Menominee, etc. . .) qui fournissent annuellement de 25,000,000 à 40,000,000 de tonnes de minerais.

Dans la Province de Québec on ne connaît pas jusqu'à présent de grands dépôts d'hématite rouge. Cependant on la trouve fréquemment associée aux magnétites.

IV. *Groupe de la magnétite.* — La magnétite est un autre oxyde de fer (Fe^3O^4 ou $\text{Fe O. Fe}^2\text{O}^3$) plus riche en fer que l'hématite, puisqu'il en contient à l'état pur 72.4%. Elle se reconnaît facilement à sa pesanteur, sa couleur noire, sa poussière noire et à son action sur l'aiguille aimantée : en petits grains elle est attirée par l'aimant; en grands amas dans des gisements elle dévie l'aiguille de la boussole.

La magnétite renferme souvent du titane, sans pour cela perdre ses qualités magnétiques. On connaît des magnétites en cristaux octaédriques, caractéristiques de l'espèce, qui renferment cependant des quantités importantes de titane : tels sont par exemple les cristaux trouvés par Knop à Meiches dans le Vogels-berg et qui ont pour composition :

Fe^2O^3	21.75
FeO	51.29
TiO^2	24.95
MnO	1.75

Au Brésil il existe un aimant naturel qui contient jusqu'à 20% de TiO^2 .

C'est à ce groupe qu'appartient la plus grande partie des minerais de fer de la Province de Québec.

V. *Groupe de l'ilménite.* — L'ilménite ou fer titané a une composition encore discutée. Suivant certains auteurs sa formule serait FeO. TiO^2 et sa composition serait FeO 47.30%, TiO^2 52.70%; ou sous une autre forme:

Fer	36.80%
Titane	31.60
Oxygène	31.60
	100.00

En fait on connaît toutes sortes de variétés d'ilménite, les unes plus riches en fer que l'ilménite théorique, les autres plus riches en titane, et on admet maintenant le plus généralement pour l'ilmé-

nite une formule élastique telle que $\text{FeO TiO}_2 + n\text{Fe}_2\text{O}_3$ dans laquelle FeO peut être remplacé en partie par MgO.

Les ilménites ne sont pas magnétiques ou très faiblement magnétiques; elles sont noires, compactes; leur poussière est noire ou brune. En très grande masse elles affectent parfois légèrement la boussole.

L'ilménite se rencontre soit isolée et associée à des gangues soit mélangée à de la magnétite. Ces mélanges de magnétite et d'ilménite sont généralement très intimes: on a cru pendant longtemps qu'il était généralement possible de séparer par des procédés magnétiques l'ilménite de la magnétite, et qu'il suffisait pour cela de broyer assez fin le minerai avant de faire agir les électro-aimants, mais l'expérience a montré que la séparation complète des deux minerais était généralement impossible et que l'on n'arrivait à des produits très pauvres en titane qu'au prix d'une grosse perte de magnétite dans les tailings titanifères. Les ilménites proprement dites ne sont pas de véritables minerais de fer, bien qu'on en ait traité plusieurs fois pour fer au haut-fourneau. Cependant leur étude rentre dans le cadre de notre ouvrage, car il en existe de grands gisements dans la Province. A l'heure actuelle ce sont les seuls gisements exploités et l'utilisation de ces minerais qui est encore à ses débuts, ne peut que croître avec le temps.

Qualités indispensables d'un minerai de fer. — Une roche, un minéral peuvent contenir du fer sans être pour cela un minerai de fer. Un minerai de fer doit satisfaire à certaines conditions bien nettes dont voici les principales:

(1) *Teneur en fer.* — La teneur en fer ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine limite qui varie avec la fusibilité du minerai, la présence de certaines impuretés, la situation géographique du gisement. Les minerais du lac Supérieur contiennent en moyenne de 52 à 56% de fer métallique; c'est une teneur élevée, mais il faut tenir compte de ce fait qu'ils doivent faire un long parcours avant d'atteindre leur point d'utilisation (chemin de fer jusqu'aux docks du lac Supérieur; descente du lac Supérieur, du lac Huron, et du lac Érié, déchargement sur la rive sud du lac Érié et transport par rail jusqu'à Pittsburgh par exemple). Ils sont d'ailleurs d'un prix élevé. Les minerais de l'île Bell, à Terre-Neuve, qui alimentent les hauts-fourneaux de Nouvelle-Écosse, quoique plus siliceux (12 à 13% de silice) et par conséquent moins fusibles que les minerais du lac Supérieur ne renferment guère

en moyenne que 49% de fer (moyenne des analyses des chargements reçus en 1906 par la Dominion Iron & Steel Co.) mais ils sont si favorablement situés que leur abatage, mise à bord et transport jusqu'à Sydney ne coûtent que \$0.75 la tonne. Enfin les minerais qui sont voisins des hauts-fourneaux et qui ont une composition telle qu'ils fondent par eux-mêmes, sans addition des fondants, peuvent avoir des teneurs de fer bien plus faibles : tels sont par exemple les minerais de fer de Lorraine en France ; ce sont des minerais calcaires qui renferment de 27 à 40% de fer et qu'on traite directement au haut-fourneau, en mélangeant judicieusement les couches minéralisées.

En ce qui concerne les magnétites, il faut savoir que ce sont en général des minerais moins fusibles que les hématites ; elles réclament la plupart du temps plus de coke, plus de fondants, une plus haute température, à cause à la fois de la compacité du minerai et de la nature siliceuse de sa gangue. Aussi pour qu'ils trouvent un marché, doivent-ils avoir une teneur en fer assez élevée. Une teneur de 50 à 55% semble être actuellement le minimum exigé lorsque le minerai doit subir un long voyage.

(2) *Nature de la gangue.* — Le minerai de fer pur (hématite, magnétite) est associé à une gangue. Les gangues calcaires sont les plus recherchées, car elles aident à produire un laitier fusible ; les gangues siliceuses lorsqu'elles sont en quantité trop considérables, diminuent la valeur du minerai.

L'acide titanique (TiO_2) qui accompagne si souvent les magnétites, ne doit pas être considéré comme une impureté nuisible, mais comme une gangue de la nature de la silice. L'acide titanique dans un minerai prend purement et simplement la place du fer ; lors de la fusion au haut-fourneau il passe complètement dans le laitier et, comme la silice, il rend le minerai réfractaire et en abaisse la valeur marchande.

(3) *Impuretés nuisibles.* — Ce sont surtout le soufre et le phosphore. Le soufre provient de pyrites, le phosphore du phosphate de chaux soit cristallisé (apatite), soit amorphe. Des teneurs en soufre de 0.5% sont déjà très préjudiciables. Quant au phosphore il est nuisible à des teneurs encore plus faibles. On appelle minerais Bessemer les minerais qui avec une teneur en fer de 50 à 60% contiennent moins de 0.05% de phosphore : ce sont les minerais de fer les plus recherchés. On arrive cependant à traiter par des méthodes spéciales (convertisseur Thomas ou four Martin basique)

des fontes provenant de minerais contenant jusqu'à 2% de phosphore, mais ces minerais ont moins de valeur.

Prix des minerais de fer. — Les minerais de fer se vendent rendus à un port d'embarquement commode pour l'acheteur. Le prix est calculé soit à raison de tant par unité avec teneur minimum en fer, soit à raison de tant la tonne. C'est ainsi que certaines magnétites très pures se vendent à raison de 7 cents l'unité, tandis que les hématites du lac Supérieur se vendaient en 1910 à raison de \$4.25 la tonne pour les minerais Bessemer sur une base de 55% de fer et à raison de \$3.50 à \$3.70 pour le minerai non Bessemer sur une base de 51.50% de fer. Ces minerais devant être rendus aux docks du lac Érié.

Sur le carreau de la mine les prix sont naturellement plus petits. Le "Mineral Resources of the U. S. for 1910" donne comme prix moyen dans ces conditions, en 1910, \$2.52 pour l'hématite et \$2.36 pour la magnétite.

Modes de gisement des minerais de fer. — Les minerais de fer peuvent former des dépôts de forme, d'allure et d'origine bien diverses. On peut classer ces dépôts soit par la nature des minerais qu'ils renferment, soit par leur forme, soit par leur origine. On parlera alors de gîtes en amas, en filons, en couches, — ou autrement de gîtes d'inclusion, de gîtes de ségrégation, de gîtes filoniens, de gîtes de contact et de remplacement, de gîtes sédimentaires et de gîtes alluvionnaires.

Dans la Province de Québec on ne connaît à l'heure actuelle comme gîtes importants que des gîtes de ségrégation, c'est-à-dire des amas de minerai formés au sein même d'un magma igné par un processus de concentration assez obscur. Tous les gisements de fer titané ou de magnétite titanifère rentrent dans ce genre.

De gîtes filoniens nets on n'a pas d'exemple. Aux gîtes sédimentaires on peut rattacher quelques couches ferrifères très siliceuses de Gaspésie, les bandes de carbonate et les couches plus ou moins lenticulaires de magnétite et d'oligiste des cantons de l'Est. Ces couches ont été soumises à un métamorphisme intense qui a détruit à la fois leur nature et leur forme premières puisqu'on les trouve maintenant en lentilles séparées les unes des autres, provenant sans doute de la dislocation des couches primitives et peut-être aussi de phénomènes de transport et de remplacement chimique. Enfin on connaît depuis longtemps les minerais de fer des marais qui sont des sédiments récents et les sables magnétiques des rives du St-Laurent qui sont des alluvions.

Classification des gisements de la Province de Québec.

Le titane joue dans les minerais de la province de Québec un rôle dominant, aussi dès que l'on envisage la question de la classification des gisements au point de vue de leur utilisation industrielle, est-on amené à prendre la teneur en titane des minerais comme le facteur prépondérant. Les minerais fortement titanifères n'ont pas actuellement de marché pour des raisons que nous verrons en détail plus tard. Les ilménites ne sont pas des minerais de fer, ce sont des minerais de titane, il faut donc leur faire une place à eux, indépendamment de leur mode de gisement. Aussi suivrons-nous dans les descriptions qui vont suivre le mode de classification suivant :

I. *Minerais de fer titanés, ou faiblement titanifères.* — Dans cette catégorie de minerais nous rangeons tous les minerais qui renferment assez peu de titane pour être acceptés par n'importe quel maître de forges. Généralement des teneurs de 2 à 3% ne sont pas considérées comme gênantes et nous pouvons mettre 3% comme limite de la teneur en titane des minerais de cette classe.

II. *Minerais de fer titanifères ou titanomagnétites.* — Nous comprendrons sous ce nom tous les minerais renfermant avec une proportion convenable de fer une quantité de titane variant de 5 à 12% (8 à 20% d'acide titanique). Dans ces minerais le rapport de fer au titane varie de 4 à 6. Ce sont des substances généralement magnétiques, d'où le nom de titanomagnétites. Cette catégorie de minerais est la moins fortunée de toutes. Leur teneur en fer serait généralement assez élevée mais leur teneur en titane empêche leur utilisation immédiate ; d'un autre côté la quantité de titane qu'ils renferment n'est pas suffisante pour qu'on les traite comme minerais de titane. Ce sont des minerais d'avenir. Nous verrons plus loin que des essais très nets ont montré la parfaite fusibilité de ces minerais au haut-fourneau dans des conditions économiques. Un temps viendra où les producteurs de fonte devront avoir recours à des minerais délaissés aujourd'hui comme "réfractaires".

III. *Minerais de fer titané ou ilménite.* — Ce sont des minerais qui contiennent de 18 à 24% de titane (30 à 40% d'acide titanique) et dans lesquels le rapport du fer au titane varie de 1.6 à 2.6. Ils se vendent pour titane et suivant leur teneur en titane ;

ils servent à fabriquer au four électrique des ferro-titane, c'est-à-dire des alliages de fer et de titane.

IV. *Sables magnétiques.* — A cause de la nature particulière de leurs gisements il convient de mettre à part les sables magnétiques alluvionnaires. Une fois concentrés ce sont des magnétites un peu titanifères (1 à 3%); elles rentrent donc, au point de vue commercial, dans la première classe.

La distinction entre les classes II et III n'est pas seulement d'ordre économique; elle correspond également à une certaine diversité de gisement. Les titanomagnétites comme les ilménites se rencontrent toutes deux associées génétiquement à des anorthosites et à des gabbros; ce sont des produits de ségrégation d'un magma très basique, mais tandis que les ilménites proprement dites ne se rencontrent jamais qu'en amas bien nets au sein d'anorthosites franches, les titanomagnétites accompagnent souvent des gabbros généralement très ferrugineux et semblent provenir alors d'enrichissements locaux par insensibles transitions. De plus les titanomagnétites sont nettement magnétiques; les ilménites le sont très faiblement. Enfin il semble avoir un hiatus dans la teneur en titane entre 12 et 18%, car si les minerais à 6 ou 10% de titane ou à 19-24% de titane sont fréquents, ceux à 15-17% de titane sont rares.

La question de l'utilisation de ces minerais, et du traitement au four électrique des ilménites sera traitée dans les chapitres de la fin de cet ouvrage, mais il est bon dès maintenant de préciser certains points, bien connus des ingénieurs, mais peut-être ignorés de certains prospecteurs; ce sont les conditions auxquelles un gîte de minerai de fer peut être considéré comme intéressant.

a) *Quantité de minerai.* — Un haut-fourneau moderne produit facilement par jour 150 à 200 tonnes de fonte et une usine qui consomme 1000 tonnes de minerai par jour n'est pas une très grosse usine. La Dominion Iron and Steel Co. a fondu en 1910 à Sydney 569,949 tonnes de minerai. A Sault Ste-Marie dans la même année on fondait 330,000 tonnes. De sorte qu'avant de songer à exploiter, il est essentiel de se rendre compte du tonnage. Si, il y a quelques années, avec les hauts-fourneaux au bois, des expéditions de quelques milliers de tonnes pouvaient avoir une raison d'être, actuellement c'est par dizaine de mille tonnes qu'il faut compter pour une exploitation sérieuse, et c'est par centaine de mille tonnes et même par million de tonnes qu'il faut compter pour qu'un gisement ait une certaine valeur.

b) *Eloignement du combustible.* — Une tonne de minerai exige à peu près deux tonnes de coke pour fondre (c'est là un chiffre grossier qui dépend de la richesse en fer du minerai). De sorte que c'est le charbon qui appelle le minerai de fer et l'expérience montre que c'est dans les régions houillères que s'établit l'industrie de l'acier. Les aciéries de Nouvelle-Ecosse sont dans un bassin houiller et elles tirent leur minerai de fer de Terre-Neuve. Les aciéries de Pennsylvanie reçoivent leur minerai de fer du lac Supérieur après un voyage de 800 milles environ. Les gisements de la Province de Québec sont éloignés des bassins houillers et se trouvent par conséquent dans une situation peu favorable. Cependant si l'on remarque que les frais de transport par bateaux peuvent être réduits considérablement avec une bonne organisation, on peut penser que cet éloignement des bassins houillers n'est pas une difficulté insurmontable surtout si les gisements ne sont pas loin d'un port d'embarquement. Toutes choses égales c'est le minerai à haute teneur en fer qui peut subir le plus de frais de transport. D'un autre côté à teneur égale en fer, à distance égale d'un port, c'est le gisement le plus considérable qui sera dans les meilleures conditions, car il vaudra la peine qu'on y fasse de grandes dépenses d'outillage et de moyens de transport. Si l'on sait qu'on peut expédier 100,000 tonnes par an, on pourra installer un matériel coûteux, mais réduisant les frais d'exploitation, alors qu'on sera obligé de travailler avec des méthodes primitives mais onéreuses sur un petit gisement.

Il est tellement nécessaire qu'on se rende bien compte de la qualité des minerais et des tonnages que l'industrie métallurgique emploie, que nous donnons ci-dessous deux tableaux renfermant l'un la composition d'un certain nombre de minerais, l'autre la production mondiale en minerais de fer.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Humidité.....	3.41	n.d.	1.49	n.d.	n.d.	n.d.	11.78	9.81	22.04
Fer métallique.....	57.10	62.14	50.59	62.91	66.00	42.06	40.90	21.69	54.34
Silice.....	5.27	7.64	13.42	5.89	2.85	16.00	16.63	14.71	1.93
Alumine.....	1.04	0.75	4.10	1.39	1.80	4.81	4.95	3.88	n.d.
Chaux.....	0.20	2.54	2.12	0.70	0.99	4.22	5.59	21.25	0.53
Magnésie.....	0.10	2.18	0.66	0.42	0.98	7.21	0.49	0.30	traces
Ac. titanique.....	n.d.	n.d.	0.47	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
“ phosphorique..	0.128	0.12	0.744	0.11	0.03	n.d.	1.13	0.48	traces
Soufre.....	0.053	1.4	0.031	0.05	traces	1.86	0.10	0.05	0.02
Manganèse.....	0.038	0.09	0.25	traces	0.80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

- I. Mélange d'hématite et de magnétite, mine Helen, district de Michipicoten, Ont. Moyenne des minerais en stock à la Hamilton Steel & Iron Co. Cette mine a expédié plus de un million et demi de tonnes.
- II. Magnétite de la mine d'Atikokan, Ont. Ce minerai contenait trop de soufre pour être traité directement aux hauts-fourneaux de Port Arthur et on le grillait au préalable. Actuellement ces hauts-fourneaux sont éteints.
- III. Hématite rouge de Wabana, île Bell, Terre-Neuve ; c'est ce minerai qui alimente l'industrie sidérurgique de la Nouvelle-Écosse.
- IV. Hématite rouge compacte du lac Supérieur (desséchée à 110° C) cité par Ledebur. Traité de métallurgie.
- V. Magnétite pure de Wyssokaya Gara (Oural, Russie). Type de magnétite pure et riche.
- VI. Magnétite de Cornwall (Pa.). Cette magnétite est enrichie en fer par concentration magnétique ; le soufre est chassé par un grillage (mise en nodules).
- VII et VIII. Hématites brunes de Lorraine ; leur mélange fond facilement par lui-même au haut-fourneau. Cette facilité de fusion est due à ce que la chaux compense la pauvreté en fer.
- IX. Minerai de fer des marais des forges de l'Islet ; (donné par Harrington Rap. Com. Geol. 1873-1874).

Production en minerais de fer des principaux pays en 1911.

Tonnes	
États-Unis.	42,153,300
Lac Supérieur.	32,793,000
États du Sud.	6,475,000
Autres États.	2,885,000
Allemagne & Luxembourg.	29,400,000
Angleterre.	15,500,000
France.	16,000,000
Suède & Norvège.	6,000,000
Russie.	6,800,000
Cuba.	1,450,000
Terreneuve.	831,660
Canada.	175,000
Ontario.	117,000
Nouvelle-Ecosse.	58,000

CHAPITRE II.

MINERAIS NON TITANIFÈRES OU PEU TITANIFÈRES.

L'ordre le meilleur dans lequel on puisse étudier les gisements de cette classe est un ordre géographique. Si l'on met à part en effet les minerais des marais qui forment des gîtes bien spéciaux, les autres minerais se rencontrent sous forme de gisements généralement petits, mal étudiés au point de vue de leur origine et même de leur forme puisqu'aucun travail souterrain n'y a été fait (sauf pour un seul d'entre eux, et encore ne nous reste-t-il aucun renseignement des travaux des anciens). Nous grouperons donc par région les gîtes que nous avons visités ou qui ont été signalés dans les rapports des divers bureaux des Mines.

- I Gisements du lac Chibougamau.
- II Gisements du Nord du fleuve St-Laurent appartenant généralement aux formations Grenville.
- III Gisements des Cantons de l'Est.
- IV Travaux de prospection en Gaspésie.
- V Minerais des marais.

I. GISEMENTS DU LAC CHIBOUGAMAU.

Tous les observateurs ont signalé l'existence de minerais de fer dans le district du lac Chibougamau. Dans certaines parties de ce district la boussole est entièrement inutilisable, et les premiers voyageurs ont donné le nom de Cône magnétique à une petite colline qu'ils ont prise pour un gîte de minerai de fer. En réalité ce cône est formé d'une roche serpentineuse ne contenant pas plus de 10 à 20% d'oxyde de fer à l'état de magnétite.

Par contre il existe sur le versant sud de la montagne du Sorcier et notamment près des rives de la baie Magnétique (*Magnetic Bay*) des gabbros imprégnés de magnétite très intéressants. Par endroits ces gabbros sont traversés de filons de ma-

gnétite presque pure, qui semblent n'être autre chose qu'un remplissage de fissures de retrait. Ces filons intéressants au point de vue géologique, n'ont aucune valeur industrielle, étant à la fois minces (quelques pouces) et peu étendus. Par contre il arrive parfois que la roche encaissante elle-même se charge si fortement de grains de magnétite qu'elle peut constituer à la rigueur un minerai à basse teneur. (1)

Nous avons déjà signalé dans un précédent rapport (2) qu'il existait le long de la rive est de la baie magnétique une falaise naturelle suivie sur 500 pieds de longueur, et produite par le décollement de la roche suivant une veine de magnétite. L'analyse d'échantillons de cette roche a donné :

	I	II
SiO ₂	15.23	13.04
TiO ₂	0.52	Traces.
Fe ² O ₄	63.07	64.95
S.. . . .		0.166
Ph.. . . .		Néant.
soit Fer métallique.. . . .	45.67	47.03

Le professeur Gwillim a également visité la région (3) et rend compte ainsi de ses observations :

Magnétite de la Montagne du Sorcier.

"La partie sud de cette montagne est composée principalement d'un gabbro peu coloré, dont le contact avec le Keewatin est près du sommet; ce gabbro au voisinage du contact, contient des petits lambeaux de magnétite pure qui par endroits peuvent représenter jusqu'à 10% de toute la masse.

"En un point à environ un quart de mille de la Magnetic Bay, à 230 pieds au-dessus de l'eau et au pied du versant sud, il y a une grande masse de roches plus foncées qui contiennent de la magnétite disséminée. Contrairement à ce qui se passe avec les gabbros de couleur claire, dans lesquels la magnétite se

(1) Voir description pétrographique en appendice. Fig. 1 et 2.

(2) Rapport sur les Opérations Minières de la Province de Québec pour 1908, page 81.

(3) Rapport sur la Région de Chibougamau, par MM. Faribault, Gwillim et Barlow.

trouve par poches, les gabbros foncés sont fortement minéralisés et ils paraissent comme saturés par la magnétite qui est pour ainsi dire diffusée dans toute la masse.

Echantillon No 70.—Moyenne soigneusement prise au ciseau, sur chaque pied en travers d'un affleurement important à flanc de colline, sur une distance de 80 pieds: fer 35.7%, résidu insoluble 23.3%, soufre 0.25%, titane 0.86%, phosphore 0.017%.

"Echantillon No 77.—Pris au nord-est du premier à 500 pieds des parties exposées d'un affleurement de roche et de minerai, le reste étant recouvert: fer 23.8%, résidu insoluble 33.54%, soufre 0.18%, titane 0.69%, phosphore 0.022%. Ces deux échantillons 70 et 77 couvrent une distance d'environ 600 pieds, en suivant un escarpement formant affleurement qui court de l'est au nord-est jusqu'à la face sud de la montagne du Sorcier. Quoique la formation ferrugineuse paraisse plus développée dans cette direction, les bandes minéralisées semblent la traverser. Ce dépôt ne paraît pas avoir de parties bien définies de minerai riche, mais le fer imprègne toute la roche avec de petites zones de ségrégation de plus haute teneur représentée par les bandes sus-mentionnées qui traversent la direction générale de la masse minéralisée."

A ces teneurs en fer le minerai est inutilisable. Il se pourrait cependant qu'on arrive à le concentrer magnétiquement; les coupes minces montrent en effet que le minerai se trouve en grains isolés bien distincts dans la roche. Si une telle concentration était possible, il y aurait de gros tonnages exploitables.

De toutes façons ces gisements sont actuellement si éloignés de toutes communications que l'on ne peut guère fonder d'espérance sur eux. De plus, il est probable qu'étant donnée la finesse des grains de fer dans la roche, la concentration magnétique serait assez difficile, même au point de vue purement technique.

II. GISEMENTS DU NORD DU FLEUVE ST-LAURENT ET APPARTENANT AUX FORMATIONS GRENVILLE.

a) Autour d'Ottawa, le long de la rivière Gatineau

Comté de Pontiac.

Canton de Bristol. *Mine de Bristol* II 21 et 22.

I 21 et 22.

Canton de Clarendon II 25, 26.

VII 27.

Canton de Litchfield I 12.

V 12.

VIII 10.

X 4 et 5.

Comté d'Ottawa.

Canton de Hull. *Mine Forsyth*. VII 11 et 12.

Mine Baldwin. VI 14.

Mine Lawless. VII 14.

Mine Haycock. XI 1.

Canton de Templeton.

Mine Haycock VI 27 et 28.

VII 23.

IX 22.

Canton de Wakefield I 7.

III 18 et 19.

IV 13 22 23.

V 13 22 23 24.

Canton de Buckingham VII 19.

IX 17.

XI 17.

XII 26.

Canton de Cameron II 30.

Ile de Calumet V 7, 8, 11 et 12.

VI 11 et 12.

Steen VI 12 et 13.

Comté d'Argenteuil.

Canton de Grenville V 3.

VII 4.

VIII 5.

Canton de Wentworth VI 26.

b) Au nord de Montréal.

Mine de St-Jérôme.

GISEMENTS AUTOUR D'OTTAWA.

Les gisements qui avoisinent Ottawa, ont fait l'objet d'une étude détaillée de la part de M. Fritz Cirkel, qui a paru sous forme d'un rapport: *Report on the Iron Deposits along the Ottawa (Quebec Side) and Gatineau River. Ottawa, Department of Mines, Mines Branch, 1909.* Comme de la longue liste de gisements que nous venons de donner, nous n'étudierons que quelques-uns, nous renvoyons pour les autres le lecteur au copieux ouvrage de M. Cirkel.

MINE BRISTOL.

Situation.—La mine de Bristol se trouve dans le lot 21, rang II, canton de Bristol, comté de Pontiac. On y arrive à partir d'Ottawa par la ligne du C. P. R. qui va à Waltham, et en descendant à la station de Wymian. Une ligne de chemin de fer aujourd'hui abandonné, relie la mine à la station (4 milles et demi); par la route de voiture la distance est d'environ 6 milles.

Notes historiques.—Les premiers travaux furent faits pendant l'hiver 1872-1873 par un syndicat américain. Ce furent simplement des travaux de prospection et aucun minerai ne fut expédié. Ce premier syndicat ayant laissé tomber son option, un deuxième syndicat reprit la propriété en 1884 et entreprit une exploitation systématique. A la suite de cette exploitation on avait en 1888 sorti environ 12,000 tonnes de minerais qu'on avait expédiés aux hauts-fourneaux de Pennsylvanie.

Comme le minerai renfermait une grande quantité de soufre on dut installer deux fours de grillage: deux fours Taylor Langdon et un four Westman (modifié par E. Sjoestedt) tous trois chauffés au gaz (gazogène Langdon).

L'exploitation se continua plus ou moins régulièrement jusqu'en 1894 où on dut abandonner les travaux. Les bâtiments de grillage, les ateliers de réparation, les bureaux, le chevalement du puits sont encore visibles sur le carreau de la mine.

Depuis cette époque aucun travail d'exploitation ne s'est fait, et actuellement les travaux sont inondés. Cependant à plusieurs reprises le gisement a été étudié par divers ingénieurs. En 1906 M. Cirkel fit une étude de la mine et en consigna les résultats dans son "Report on the Iron deposits along the Ottawa and Gatineau Rivers. Department of Mines, Ottawa."

Dans l'été 1909 M. E. Lindeman, M.E., du Département des Mines d'Ottawa, fit un relevé magnétique de ce même gisement. Les résultats ont été publiés sous forme d'un court rapport et d'une excellente carte. (Iron deposits of the Bristol Mine, Department of Mines, Ottawa 1910).

Ce dernier rapport et cette carte exposent si nettement l'état des travaux et la nature du gisement que nous n'aurions rien à y ajouter si depuis le travail de M. Lindeman, et sur les indications de sa carte, une compagnie américaine, la Ennison Co., n'avait fait faire aux mois de juillet et d'août 1910 un certain nombre de tranchées dans les endroits de forte attraction magnétique. Bien que la plupart de ces tranchées se soient éboulées, il nous a été possible de voir le long de certaines d'entre elles comment apparaissait le minerai. Après avoir relevé l'emplacement de ces tranchées, nous les avons reportées sur la carte de M. Lindeman (voir plan Fig. 1).

Géologie.—Les terrains appartiennent à la série Grenville dont ils présentent les caractères habituels : Ce sont des bancs de gneiss, d'arkoses métamorphisées, de greenstones et de schistes, le tout fortement broyé, disloqué et envahi par des granits roses légèrement gneissiques. Plus au sud, vers la rivière Ottawa apparaissent des bancs de calcaires cristallins.

Nature et grandeur des gîtes.—Le minerai se présente en poches dans des greenstones et des schistes hornblendiques ou micacés; il existait dans ces terrains antérieurement aux venues granitiques, puisqu'on voit le granit et ses phases pegmatiques recouper à la fois le minerai et les roches.

L'amas minéralisé le plus anciennement exploité est celui de l'excavation No 1 (pit No 1 du plan) et du puits incliné No 2. Ce puits a été descendu, paraît-il, jusqu'à 200 pieds de profondeur, et desservait 3 niveaux. Au sortir de ce puits le minerai remontait sur un plan incliné et était conduit directement aux fours de grillage.

L'excavation est pleine d'eau, mais vers l'est on peut suivre un minerai compact sur une longueur d'environ 40 pieds et une largeur de 18 pieds. Plusieurs autres affleurements apparaissent dans le voisinage, mais ils sont tous de petites dimensions.

L'excavation No 2 aurait, d'après M. Lindeman, une profondeur de 30 pieds et aurait donné un minerai bien propre. On peut voir sur sa face sud-est et dans les tranchées voisines une assez grande quantité de bon minerai.

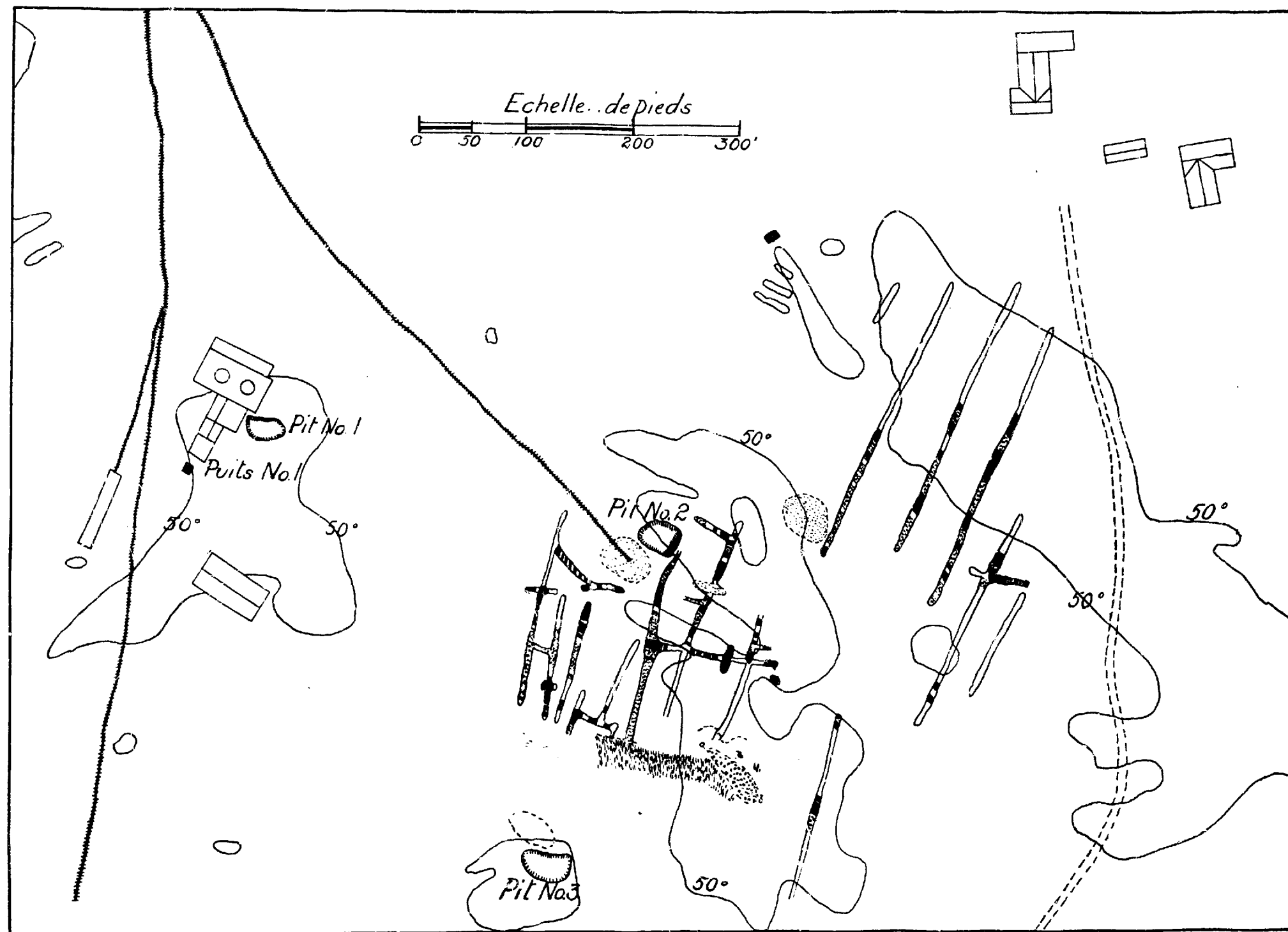


Fig. 1.—Mine Bristol, Comté de Pontiac.

L'excavation No 3 aurait une profondeur de 75 pieds, mais n'aurait rencontré qu'un dépôt insignifiant.

L'excavation No 4 qui se trouve à 600 pieds au sud-ouest du puits No 1 en dehors des limites de notre plan a été creusée dans un terrain recouvert d'argile. Par la nature du minerai qui se trouve sur le terril, on peut voir que le minerai est analogue à celui du puits No 1.

Il existe un puits No 2 environ à 600 pieds au nord-ouest du puits No 1; ce puits aurait 100 pieds de profondeur, et on aurait à ce niveau mené une galerie dans la direction de l'ouest qui aurait rencontré du minerai.

Les terrils de minerais sont nombreux et considérables au voisinage de ces travaux. Les plus grands sont ceux qui proviennent de l'exploitation du puits No 1. C'est sur ces terrils que M. Lindeman fit ses prises d'échantillons, dont nous donnons plus loin les analyses.

Bien que les tranchées creusées en 1910 dans le manteau d'argile qui recouvre les terrains fussent en grande partie éboulées lors de ma visite, ce qui est encore visible de la roche en place donne des indications intéressantes.

Dans le plan Fig. 1 qui accompagne ce rapport les parties marquées en noir dans les tranchées correspondent au minerai, les parties pointillées correspondent à la roche stérile que ce soit du granite ou du greenstone métamorphique. Les parties non teintées sont les parties éboulées où on ne peut pas voir le bed rock.

On peut se rendre compte à première vue qu'aucune de ces tranchées n'a rencontré une masse compacte de minerai sur une longueur de plus de 30 pieds. Très fréquemment le minerai est intimement mélangé à la roche, et il n'est pas rare de voir se succéder en lits plus ou moins distincts la roche et le minerai. C'est ainsi que le grand affleurement marqué ab correspond en réalité à un complexe micacé, feldspathique et amphibolitique très fortement plissé et imprégné de minerai de fer sous forme de poches et de langues. Ce complexe se termine brusquement contre un massif intrusif figuré en traits rouges parallèles.

C'est autour de l'excavation No 2 que les tranchées sont le moins éboulées et montrent davantage de minerai de fer. Il existe là des amas minéralisés assez importants.

Les tranchées du sud sont très éboulées et ne donnent presque pas d'indications.

Dans le lot 22 qui n'avait jamais été prospecté, on a fait égale-

ment une série de tranchées parallèles. Malheureusement elles sont très éboulées et elles ne donnent que des renseignements incomplets. Cependant on peut voir que là encore, et malgré qu'on soit dans des plages de forte attraction, le minerai n'est pas en grandes masses pures, mais se présente en petits amas intercalés dans la roche.

Toutes ces tranchées sont parallèles et sont dirigées normalement à la foliation générale des terrains. Il est facile en effet de voir sur le terrain que tous les amas dont nous venons de parler ont une direction d'allongement variant de l'WNW au NW; par suite les longueurs minéralisées visibles sur les tranchées correspondent à la petite dimension des amas.

Relevé magnétique.—Le plan ci-joint reproduit une partie des courbes d'égale intensité magnétique verticale qui ont été obtenues par M. Lindeman et qui ont été publiées sous forme de cartes dans le bulletin No 2 du Département des Mines d'Ottawa.

On voit qu'il existe trois grandes plages d'intensité supérieure à 50°. La première, estimée à 25,000 pieds carrés est voisine du puits No 1 et de l'excavation No 1. Elle correspond aux premiers amas découverts et exploités. La deuxième estimée à 60,000 pieds carrés, s'étend au sud de l'excavation No 2. La troisième est estimée à 90,000 pieds carrés et se trouve entièrement dans le lot 22.

L'existence d'aussi grandes plages de forte attraction magnétique est de nature à encourager les recherches, mais il ne faudrait pas commettre l'erreur de croire qu'elles correspondent à un amas de dimensions analogues. Avec un minerai fortement magnétique comme celui de Bristol, une roche très imprégnée, une série de bandes alternativement minéralisées et stériles peuvent agir sur le magnétomètre lorsqu'elles sont en grandes masses, de la même façon qu'un amas continu de minerai. Ces remarques se justifient par la nature des affleurements qu'ont mis à jour les tranchées. Nulle part, même dans les plages d'intensité maximum, il n'a été rencontré d'amas continu de minerai avec des dimensions comparables aux dimensions des plages de grande intensité magnétique. Un arpentage magnétique est indispensable dans les gisements de fer magnétique, recouverts comme c'est le cas de la mine de Bristol, par un manteau de terrains meubles. Il permet de rejeter immédiatement certaines parties du territoire exploité, et il indique les régions minéra-

lisées. Mais ce relevé magnétométrique doit être suivi de travaux de recherches soit par tranchées soit par sondages. Seuls ces travaux permettent de dire l'allure, la puissance et la valeur commerciale du gîte.

Nature du minerai.—Le minerai est un mélange de magnétite et d'hématite, la magnétite étant en proportion dominante. Il est pauvre en phosphore, mais riche en soufre.

En même temps que le Département des Mines d'Ottawa faisait faire un relevé magnétométrique du gisement, il faisait prélever un certain nombre d'échantillons. Cinq d'entre eux provenant des terrils furent purement et simplement analysés. Nous ne pouvons mieux faire que d'en reproduire les résultats.

Oxyde ferrique.. . . .	51.71	63.880	42.30	52.31	52.505
Oxyde ferreux... . .	25.33	9.640	22.31	22.95	25.84
Sulfure de fer... . .	3.32	4.530	5.48	2.83	2.76
Protoxyde de Manganèse		0.120			
Alumine.		0.680			
Chaux.. . . .	1.32	5.700	3.30	3.50	1.27
Magnésie.. . . .		1.200			
Silice.	10.11	6.670	8.17	8.15	9.47
Acide phosphorique.. .		0.006			
Acide titanique.. . .		0.220			
Eau.. . . .		0.360			
Acide carbonique et non dosé		6.994			
		100.000			
Fer métallique.. . . .	57.230	54.350	53.740	55.720	58.180
Soufre.	1.780	2.410	2.920	1.510	1.480
Phosphore.	0.001	0.003	0.007	0.006	0.006

Les échantillons 1 et 5 représentent du minerai du puits No 1.
L'échantillon No 2 provient de l'excavation No 2.
L'échantillon No 3 de l'excavation No 3.

En outre le Département des Mines fit expédier à l'Université de Kingston dans l'Ontario deux chargements de minerai de la mine de Bristol. Ces deux chargements furent soumis après broyage et classification convenable à une concentration magnétique.

Le premier chargement provenait du terril du puits No 1, et consistait en morceaux de minerai tout venant, sans égard aux pyrites qui pouvaient s'y trouver, soit en veinules, soit en nodules. Ce chargement fut divisé en deux lots qu'on soumit respectivement à une concentration magnétique à sec et à une concentration magnétique humide. Le lecteur trouvera dans le bulletin No 2 du Département des Mines d'Ottawa les résultats de ces essais qui furent faits par M. Geo. C. Mackenzie B. Sc. Nous nous contenterons de résumer les résultats de la concentration à sec du premier chargement.

	Minerai brut	Concentrés	Tailings
Fer... ..	53.73	62.77	10.34
Insoluble.	18.08	8.96	67.94
Soufre... ..	2.57	1.61	
Phosphore... ..	0.012	0.0010	

Ainsi on a pu porter par cette concentration la teneur en fer de 53.73% à 62.77% ce qui correspond (en tenant compte des poids respectifs du minerai et du concentré) à une récupération de 96.46% du fer. La teneur en soufre fut abaissée de 2.57 à 1.01%, et si l'on examine le détail des essais on voit que pour certaines qualités, notamment pour le minerai broyé à 40 mesh, la teneur en soufre fut abaissée de 2.25 à 0.202%.

Le deuxième chargement a été prélevé sur un petit terril provenant de l'excavation No 2, après un triage assez soigné, car le minerai de ce terril était assez décomposé et mélangé à beaucoup de stérile et ne représentait pas la moyenne du minerai de l'excavation. Le minerai est un peu différent de celui du premier chargement, et contient une proportion notable d'hématite.

On fit subir à ce deuxième chargement deux traitements analogues aux précédents: Concentration magnétique par voie sèche, et concentration magnétique sous l'eau. Les résultats de la première concentration peuvent se résumer ainsi :

	Minerai brut	Concentrés	Tailings
Fer... ..	51.87	58.10	44.92
Insoluble.	10.99	7.63	15.92
Soufre... ..	2.780	0.870	
Phosphore... ..	0.007	0.002	

En tenant compte des poids respectifs du minerai brut et des

concentrés cette concentration correspond à une récupération de 61.68% du fer total. La concentration par voie humide, donne une récupération légèrement supérieure, de 66.78%.

Ces chiffres sont moins satisfaisants que ceux du chargement No 1. Il fallait s'y attendre, puisque le fer se trouve en plus grande proportion à l'état d'hématite.

Quantité de minerai.—Bien qu'il n'existe aucun plan des travaux anciens, ce qui eut cependant été précieux pour donner une idée de la grandeur des gîtes et bien qu'on n'ait fait aucun sondage de prospection il est possible, par l'inspection des affleurements visibles et des parties de tranchées non éboulées, de se rendre compte qu'il n'existe aucun très gros amas de minerai pur. Les plus grandes longueurs de minerai pur qu'on ait pu suivre, sans intercalation rocheuse, sont de 40 pieds. D'un autre côté l'expérience a montré que les plages d'attraction maximum ne correspondaient nullement à un amas compact et continu de minerai pur.

La mine de Bristol semble constituée par une succession d'amas lenticulaires de minerai, de largeurs restreintes (40 pieds au maximum) et de longueurs peu grandes, intercalés dans des roches métamorphiques et recoupés par du granite. Les roches sont elles-mêmes bien souvent fortement imprégnées de magnétite et elles devront dans quelques cas entrer en ligne de compte dans l'exploitation.

Etant donné la nature irrégulière de ces amas, l'existence du minerai en imprégnation dans les roches, les résultats encourageants des essais de concentration magnétique faites par le Département des Mines d'Ottawa, le gisement de la mine de Bristol ne pourra être exploité que si l'on a en vue une concentration magnétique.

Une telle concentration permettra :

- 1) d'exploiter plus aisément des amas en abattant non seulement les parties pures, mais les parties rocheuses fortement imprégnées.
- 2) d'abaisser la teneur en soufre à une limite acceptable par les métallurgistes.
- 3) de donner un produit à haute teneur en fer (58 à 62%) ayant une bonne valeur marchande.

Cette concentration magnétique devra être suivie naturellement d'une mise en briquettes (procédé Groendal) ou d'une mise en nodules par cuisson à haute température dans un four cylindrique tournant.

MINE FORSYTH.

Situation.—La mine de Forsyth se trouve dans le lot 11, rang VII du canton de Hull environ à 5 milles au N.O. de la ville de Hull et les anciens travaux sont à quelques pieds du chemin connu sous le nom de chemin Thibaudeau.

Notes historiques.—Cette mine fut très anciennement travaillée et le Dr Sterry Hunt nous renseigne sur son exploitation dans plusieurs rapports de la Commission Géologique.

C'est dans le rapport pour 1845-1846 de la Commission Géologique que le gîte est signalé pour la première fois. En 1856 une compagnie, la "Forsyth and Co.," de Pittsburgh se forme pour exploiter le gîte. Le minerai, de la magnétite, est expédié à Pittsburgh par le Canal Rideau, le St-Laurent et les Grands Lacs jusqu'à Cleveland. En 1858 on aurait expédié ainsi en tout 8,000 tonnes. Mais à cette époque on découvre un gisement à Newborough dans South Crosby (Ontario); et on abandonne tout travail à la mine de Forsyth.

En 1867 les travaux reprennent. On construit un haut-fourneau qui après quelques mois d'activité s'éteint en 1868. Du 27 avril au 5 octobre 1868 on aurait d'après le Dr Hunt passé les quantités suivantes de minerai avec les résultats suivants:

Minerai.. . . .	1896	tonnes
Ribbons.. . . .	7.20	"
Calcaire.. . . .	211	"
Charbon de bois.. . . .	242782	boisseaux
Bois.. . . .	25.5	cordes
Tourbe et coke.. . . .	21.65	boisseaux
Fonte obtenue.. . . .	1040.15	tonnes
Prix de revient à la tonne..	\$26.50	

Ce fourneau aurait ainsi fondu un minerai d'une teneur moyenne de 54.5% en fer avec une production journalière de 6.5 tonnes et une consommation de charbon de bois de 3,775 lbs par tonne de minerai, soit près de 2 fois le poids du minerai.

La puissance de production de ce fourneau paraît bien faible à côté de celle des appareils modernes; elle convenait d'ailleurs à l'importance du gîte, qui est tout à fait minime, ainsi qu'on le verra par les descriptions qui suivent. Avec les besoins de

l'industrie moderne de telles entreprises et de tels gisements n'ont aucun intérêt.

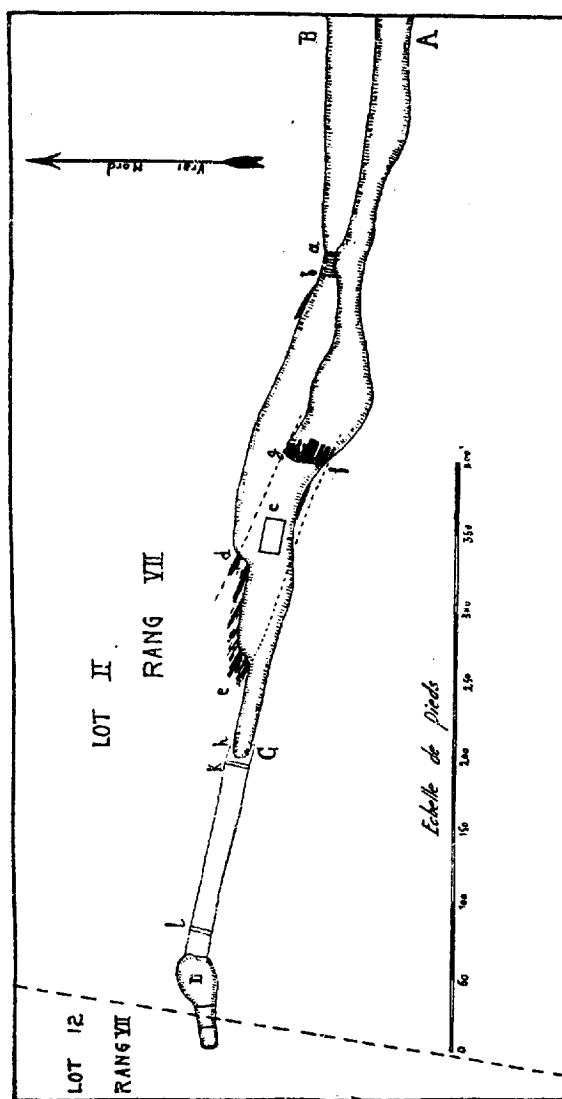


Fig. 2. — Tranchée de la mine Forsyth.

Nature et grandeur des gîtes.—Les gîtes de minerai nous sont révélés par les travaux des anciens. Le plan qui a été fait

d'après les dessins de M. Cirkel (p. 41) en donne l'emplacement. A B C est une grande tranchée d'environ 700 pieds de longueur, large de 40 à 70 pieds et profonde de 25 à 50 pieds. Elle est à deux niveaux correspondant à 2 étages d'extraction. Un petit pont *a, b*, permet de franchir une exploitation en sous-cave faite au niveau inférieur, mais il est plein d'eau et ne donne aucun renseignement.

C'est de cette tranchée que les anciens exploitants tirèrent leur minéral. Elle est creusée dans des calcaires cristallins de la série de Grenville et suit une lentille de roches magnésiennes et ferrugineuses. L'ensemble est assez disloqué et il est possible que l'une des épontes de cette lentille corresponde à un plan de faille. En tout cas on voit en *b*, près du petit pont et en *c*, des traces de glissement des terrains.

Une végétation touffue a envahi le fond de cette tranchée de sorte qu'il n'y a que sur les parois abruptes que l'on peut se rendre compte de la nature des roches. On trouvera dans le travail de M. Cirkel une description détaillée des affleurements minéralisés le long des parois de cette tranchée. Il nous suffira de donner en un seul point la succession des roches qui affleurent et de résumer les observations faites ailleurs.

En *f, g*, l'endroit où finit le niveau inférieur, il existe un ressaut rocheux bien débarrassé de toute végétation sur lequel on peut voir successivement du sud au nord :

- 7 pieds d'une roche riche en hornblende et mica, pauvre d'abord en fer, mais s'enrichissant progressivement jusqu'à devenir au contact du calcaire un minéral de fer presque pur.
- 1 1/2' d'une lentille de calcite contenant quelques mouches d'éléments ferromagnésiens.
- 2 pieds d'une sorte de gneiss avec feldspath, mica, hornblende, magnétite, pyrite.
- 2 pieds de calcite imprégnée de fer sous forme de mouches.
- 8 pieds de bon minéral de fer (échantillon 142).
- 3 pieds de calcite imprégnée de fer.
- 3 pieds 1/2 d'amphibolite chargée de fer.
- 1 pied d'amphibolite.
- 5 pieds de minéral de fer assez bon.
- 1 pied d'amphibolite.
- 2 pieds de minéral de fer bon.
- 1 pied de calcite.
- 37 pieds.

En *d* et en *a* apparaissent des roches analogues, avec lits de minéral de fer micaschistes, chloritoschistes, amphibolites (voir pages 45 et 46 Cirkel).

Par l'allure des terrains, il est facile de voir que ces divers affleurements du minéral font partie d'une lentille dirigée sensiblement du nord-est au sud-ouest. Nous avons figuré en pointillé sur notre plan les limites probables de cette lentille.

Entre *c* et *h* on ne voit aucun affleurement de fer.

La tranchée se prolonge à la surface de la colline sous forme de chemin creux C D le long duquel il est difficile de voir le bed-rock. M. Cirkel y a fait faire à l'époque de sa visite deux petits fossés transversaux, marqués *k* et *l* sur le plan. En *k* M. Cirkel a retrouvé une bande de 24 pieds d'épaisseur qui renferment 15 pieds de minéral de fer. Ce fossé était comblé lors de ma visite, mais la présence d'une aussi grande quantité de minéral de fer en ce point dans les conditions indiquées par M. Cirkel, conduit à penser à l'existence d'un rejet de la lentille principale de *e* en *k*.

En D on rencontre une grande excavation de 80' × 12 au point le plus bas de laquelle se trouve un puits actuellement plein d'eau. D'après des renseignements verbaux ce puits aurait plus de 100 pieds de profondeur. On ne voit de minéral dans la roche que sur la paroi ouest, mais en petite quantité.

En marchant dans le prolongement de ce chemin creux, à peu près à 650 pieds de l'extrémité C de la tranchée, on trouve dans le lot 12 une petite tranchée faite sur le flanc d'un escarpement rocheux assez raide. Ce travail n'a mis à jour que des poches assez petites d'une magnétite accompagnée de pyrothine et l'ensemble ne présente aucun intérêt.

Qualité du minéral.—Le minéral est une magnétite à grain fin, facile à confondre sur le terrain, pour un observateur inexpérimenté, avec les lits encaissants d'amphibolite noire, mais aisément discernable par son magnétisme et sa poussière qui est noire au lieu que celle de l'amphibolite tire sur le gris verdâtre.

De nombreuses analyses de ce minerai ont été faites et reproduites dans les rapports officiels. Nous en donnons ci-dessous quelques-unes.

	I	II	III	IV
Oxyde magnétique. . .	73.90			57.21
Oxyde ferrique. . . .		46.09	57.31	
Oxyde ferreux. . . .		30.73	26.40	
Oxyde Manganèse. . .				0.45
Ac. Titanique. . . .				0.96
Silice.	20.67	16.90	11.00	22.36
Alumine.	0.61			
Chaux.				
Magnésie.	1.88			
Eau.	3.27			
Phosphore.	0.027	0.025	0.014	0.111
Soufre.	0.085	0.44	0.39	0.932
		<u>93.286</u>		
Fer métallique. . . .	63.20	56.650	60.46	41.45

I. Minerai noir passé dans le fourneau, Sterry Hunt, Rep. of Progress 1866-69, pp. 255-256.

II. Minerai en *e* (Rapport de M. Cirkel, p. 45).

III. Minerai en *k* (Rapport de M. Cirkel, p. 46).

IV. Echantillon 142 devant représenter à peu près une moyenne sur 8 pieds d'épaisseur (pris en *f g*).

Conclusions.—L'état actuel des travaux ne permet pas de juger de l'importance réelle du gisement exploité par les anciens; il semble cependant que ce ne soit pas autre chose qu'une petite lentille, large tout au plus d'une trentaine de pieds, interstratifiée dans des calcaires. La longueur nous en est inconnue. Des mesures magnétiques permettront sans doute de la déterminer, et nous renseigneront sur l'existence d'amas voisins.

Aux environs de la tranchée la boussole d'inclinaison n'est presque pas affectée, de sorte que la continuation de l'amas sous le manteau de terre semble peu probable.

Malgré que la qualité du minerai soit bonne, il est difficile de considérer ce gisement comme devant jouer un rôle important.

MINE BALDWIN.

On désigne sous ce nom une série de petites excavations situées dans le lot 14 rang VI de Hull, à un millier de pieds environ de la mine de Forsyth.

Le rapport de M. Cirkel sur les mines de fer le long des rivières d'Ottawa et Gatineau donne une description détaillée de ces travaux. Nous y renvoyons le lecteur.

Dans l'ensemble, le minerai de fer apparaît en poches isolées au milieu de calcaires cristallins, de gneiss et d'amphibolites. Aucune des excavations n'a révélé la présence d'amas considérables; il est rare de rencontrer du minerai pur sur plusieurs pieds d'une façon continue. Il existe bien quelques bandes lenticulaires larges de 10 à 12 pieds, fortement imprégnées de minerai de fer, mais on ne peut pas les considérer comme véritable minerai.

MINE HAYCOCK.

La propriété connue sous le nom de mine Haycock s'étend sur le lot 28 rang XI de Hull, et les lots 27 et 28 rang VI de Templeton. Une longue description en est donnée dans le rapport de M. Fritz Cirkel, mais on peut en quelques mots résumer les informations que donne une visite sur les lieux.

Dans un rayon d'environ 200 pieds autour d'un vieux four, il existe des traces d'anciens travaux de prospection, dont les plus importants sont: deux trous d'environ 40' x 20' et 20 x 50' et une amorce de tunnel de 15 pieds de longueur. D'autres petits trous, tranchées, etc., sont encore visibles.

Malgré toutes nos recherches, il nous a été impossible de découvrir une masse un peu importante de minerai. Les roches sont cependant imprégnées de magnétite; sur les terrils qui avoisinent les trous on peut voir du minerai en forme de mouches ou de petites poches soit dans le gneiss soit dans les amphibolites, mais ces poches sont de dimensions très restreintes et c'est avec peine que l'on trouve des morceaux de la grosseur de tête.

D'après une déclaration reproduite par M. Cirkel, de M. Darby un des propriétaires primitifs de la mine, on aurait extrait 2,000 tonnes de minerai de l'un de ces trous; ce minerai aurait été expédié par un petit chemin à voie étroite dont on voit encore des vestiges. Il est possible qu'il y ait eu là un amas; en tout cas

rien n'est visible maintenant; et les terrains autour des trous sont pratiquement stériles.

Dans son rapport sur les gisements autour d'Ottawa, M. Cirkel décrit abondamment les nombreuses découvertes de minerai de fer, dont nous avons donné une liste au commencement de ce chapitre. Les minerais sont des magnétites tantôt non titanifères, tantôt renfermant jusqu'à 15% d'acide titanique. La grandeur des gîtes est généralement insignifiante, et les affleurements, lorsqu'ils correspondent réellement à des roches en place ont des dimensions de quelques pieds.

C'est ainsi que les gisements de Grenville (lot 3 rang V) qui sont connus depuis 1846 ne semblent d'après les descriptions de M. Cirkel que des imprégnations et des ségrégations de magnétite dans une bande de roche gneissique, décorée du nom de "ore lode" et large d'environ 25 pieds.

Cameron.—M. Obalski signale comme ayant une certaine importance un dépôt de fer magnétique qui se trouve dans le canton Cameron, rang I lot 38. Le minerai apparaît sur une colline de 150 pieds de hauteur et sur une superficie de plus d'un acre. Ce gisement se trouve sur la rive gauche de la Gatineau à environ 4 milles de la Bouchette, soit actuellement à une quinzaine de milles du chemin de fer.

GISEMENTS AU NORD DE MONTRÉAL.—

MINE DE ST-JÉRÔME.

Cette mine est décrite par le Dr F. D. Adams dans son rapport sur la "Géologie d'une partie de l'aire laurentienne située au nord de l'île de Montréal" Ottawa 1896. Elle se trouve à 2 milles et demi au S.W. de St-Jérôme sur la route qui longe la rive septentrionale de la rivière du Nord. Comme dans les gisements des environs d'Ottawa, le minerai se présente en bandes minces interstratifiées dans des roches de la série Grenville: roches noires à hornblende et gneiss rouge à orthose. Ce dépôt fut exploité sur une petite échelle d'octobre 1891 à mars 1892 par la Canada Iron Corporation qui expédia environ 365 tonnes à son fourneau de Radnor. M. Arthur Cole qui dirigeait les travaux à cette époque donne les renseignements suivants.

“ La plus grande partie du minéral fut sortie d'une excavation de 10' x 12' et 35' de profondeur. La bande de minéral généralement sans gangue avait de 2½ à 3 pieds d'épaisseur mais à 35 pieds elle se coïnga et disparut. On suivit cette bande par une galerie en direction de 40 pieds partant de l'extrémité ouest de l'excavation. Le travail fut alors abandonné mais repris à nouveau en août 1892 à environ 100 pieds plus à l'ouest encore. Le minéral se présentait en bandes d'un pied à 1 pied et demi de largeur souvent mélangées de stérile. Parfois les épontes de ces bandes étaient très nettes, mais parfois le minéral disparaissait graduellement dans la roche encaissante. Cette excavation de 30 pieds de long sur 10' de profondeur fournit environ 50 tonnes de minéral.”

Les travaux cessèrent au début de septembre, à cause de la trop grosse quantité de roche qu'il fallait abattre.

Un échantillon de minéral prélevé et analysé par le Dr Adams avait la composition suivante :

Oxyde ferrique.. . . .	59.059%
Oxyde ferreux.. . . .	26.807
Acide titanique.. . . .	Néant
Acide phosphorique.. . . .	0.015
Soufre.. . . .	0.001
Matière insoluble.. . . .	9.897
Fer métallique.. . . .	62.191
Phosphore.. . . .	0.007
Soufre.. . . .	0.001

Le Dr Adams fait remarquer combien est tranchée la différence entre ce minéral de fer encaissé dans les gneiss à orthose, et les minerais de fer de l'anorthosite qui sont tous si fortement chargés de titane.

III. GISEMENTS DES CANTONS DE L'EST.

Gisements de Leeds.
Gisements de Spalding.
Gisements du comté de Drome.
Gisements autour de Sherbrooke.

De toutes ces nombreuses découvertes de minerais de fer bien peu semblent avoir une réelle valeur. Les plus connues, celles de Leeds et de Spalding que nous avons visitées, ne renferment en l'état actuel des travaux de recherche que des quantités de minerai peu importantes en comparaison des tonnages que demande actuellement l'industrie.

MINE DE LEEDS.

Situation.—La mine se trouve sur les lots 7a et 7b du rang V, canton de Leeds, comté de Mégantic. On y arrive en descendant à la station de Robertson sur le Quebec Central Railway et en se rendant à Kinnear's Mill, à 14 milles de voiture. Les gisements sont à un mille et demi de Kinnear's Mill et à 7 milles de Leeds sur la route qui va de Kinnear's Mill à Leeds.

Le pays est assez montagneux et bien colonisé. Il reste encore quelques bois debout, notamment sur une bande étroite qui va de Kinnear's Mill à Leeds; c'est en lisière de ce bois, sur les deux côtés de la route, qu'apparaissent les affleurements de minerai.

Géologie.—Les terrains sont des schistes métamorphiques très anciens et classés comme précambriens par R. W. Ells. Leur facies varie d'un point à l'autre; aux environs immédiats des gisements ce sont généralement des schistes chloriteux. En un point l'éponte d'une des couches de minerai est formée de calcite.

Nature et grandeur des gîtes.—Le minerai se présente en couches (probablement lenticulaires) interfoliacées dans les schistes. Minéralogiquement ces couches sont constituées presque uniquement par de la silice et de la magnétite finement rubanées.

La figure No 3 représente les divers affleurements visibles. Nous les avons réunis en trois groupes, désignés par les lettres A, B, C.

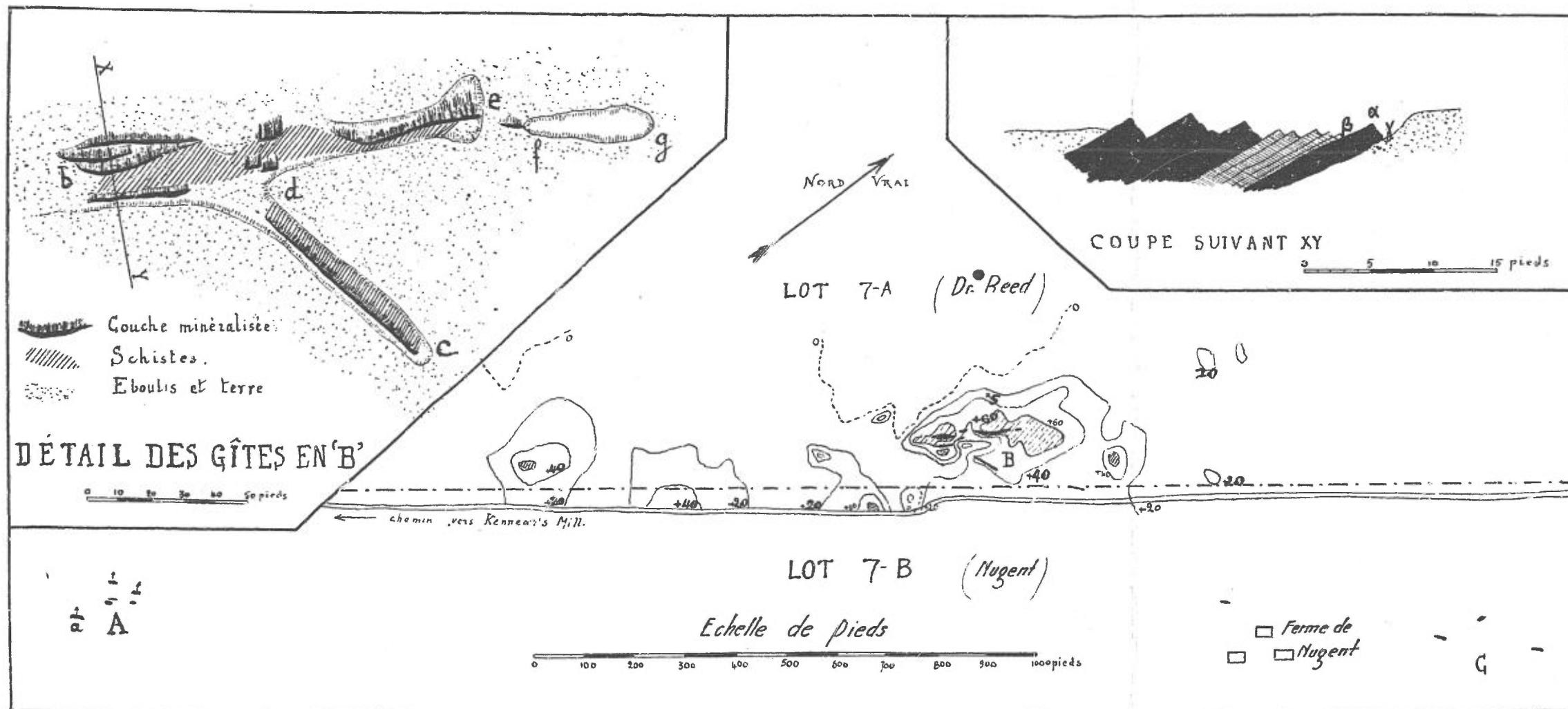


Fig. 3. — Mine de Leeds, Kennebec's Mills, comté de Mégantic.

Les affleurements du groupe A (lot 7b appartenant à M. Nugent) surgissent en blocs isolés au milieu d'une terre cultivée, qui en dehors de ces blocs minéralisés ne laisse apparaître presque aucune autre roche en place. Les cinq blocs représentés sur la planche 3 ne sont autre chose que des fragments plus durs (probablement à cause d'une silicification et d'une minéralisation plus complète) de couches lenticulaires ferrugineuses allongées dans la direction du nord-est au nord-ouest. Tous ces blocs présentent les mêmes caractéristiques; ils surgissent en forme de coin ou de toit à 2 pentes; la pente vers le nord-ouest (direction des flèches) est de 20° à 30° sur l'horizon; elle correspond probablement à la surface de décollement de la couche minéralisée d'avec les schistes encaissants. Cette surface n'est pas plane mais légèrement ondulée parallèlement à une droite. La pente opposée est à peu près normale à la précédente, c'est-à-dire qu'elle fait un angle de 60 à 70° avec l'horizontale; elle correspond à une cassure de la couche normalement à ses épontes. C'est dans ces plans de cassure qu'on voit le mieux la structure du minerai: le quartz blanc et la magnétite noire apparaissent en noyaux, ou en bandes parallèles entourant des noyaux à peu près comme apparaissent les fibres d'une pièce de bois coupée obliquement. La teneur en magnétite varie d'un point à l'autre, mais en règle générale elle forme au moins la moitié de la masse. L'échantillon B 130 dont nous donnons plus loin l'analyse représente une moyenne du bloc A.

La longueur du bloc A est d'environ 38 pieds comptés sur sa ligne de faite; c'est le plus gros de tous les affleurements autour de A. Son épaisseur d'éponte à éponte de la couche est difficile à déterminer, mais elle est probablement inférieure à 6 pieds. Il est facile de se rendre compte sur le terrain que les divers affleurements autour de A appartiennent à des couches distinctes.

C'est autour de B que se trouvent les affleurements les plus importants, les seuls sur lesquels on ait d'ailleurs fait des travaux. Ces travaux, représentés en détail dans le coin gauche de la planche 3 consistent en une large tranchée *b c* (longue d'environ 130 pieds) d'où se détache une tranchée assez étroite (longue d'environ 75 pieds). A l'extrémité de la tranchée *b c* est un trou d'environ 40 pieds de longueur sur 4 pieds de profondeur d'où on aurait extrait il y a peu d'années environ une centaine de tonnes de minerai.

Le plan de détail et la coupe suivant X Y font comprendre le mode de gisement: Suivant *b c* apparaissent une série de couches lenticulaires interstratifiées dans des schistes cannelés. Les affleurements sont toujours en forme de toit avec pente douce vers le nord-ouest, de sorte que lorsque plusieurs couches parallèles se touchent, ou plus exactement lorsqu'il y a épaississement de la lentille, le minerai forme une sorte de série de gradins obliques. C'est au niveau X Y que se trouve le renflement le plus considérable, environ 14 pieds horizontalement. En tenant compte du plongement de 30° environ c'est donc une épaisseur de 7 pieds qu'il faudrait compter comme puissance visible de la lentille d'éponte en éponte. Les autres couches sont beaucoup moins épaisses encore, c'est ainsi que la couche suivie le long de la tranchée de B a une épaisseur variant de 6 à 20 pouces. Elle se réduit à rien en arrivant à *c*.

En C et autour des bâtiments de la ferme de M. Nugent, on peut voir au milieu de la prairie des sortes de petits escarpements assez nettement taillés. Ils correspondent en général à des fragments de couches minéralisées, qui se seraient décollées des couches schisteuses stériles encaissantes et qui, plus résistantes, forment maintenant saillie sur le terrain. Leur direction est à peu près la même dans l'ensemble que celle des autres couches, mais elles plongent un peu plus verticalement. Elles n'ont aucune importance, n'étant ni très épaisses (1 pied et demi au maximum de renflement) ni très riches.

Qualité du minerai.—Le minerai est noir, dur, fortement magnétique. Comme beaucoup de magnétites il devient légèrement magnétipolaire immédiatement après broyage. C'est ainsi qu'en cassant le minerai au marteau il est possible d'attirer avec une lame de couteau non aimantée ou avec le marteau lui-même, la poussière du minerai.

Minéralogiquement c'est de la magnétite mélangée à une très petite quantité d'hématite.

Au point de vue métallurgique c'est un bon minerai siliceux, assez pauvre en phosphore pour être traité au Bessemer acide.

Deux échantillons ont été prélevés: Le No B130 correspondrait à une moyenne sur l'affleurement *a* (groupe A); le No B 133 est formé de morceaux bien minéralisés pris en X Y; il serait au-dessus de la moyenne du tout venant industriel.

	Ech. B 130	Ech. B 133
Silice et insoluble.. . . .	39.30	21.80
Oxyde magnétique.. . . .	58.76	74.20
Soufre..	N. D.	0.236
Phosphore..	N. D.	0.042
Différence à 100.. . . .	1.94	3.722
	100.00	100.000
Correspondant à fer métallique	42.58	53.77

Une analyse faite par la Commission Géologique d'Ottawa et citée par M. J. Obalski dans les "Mines et Minéraux de la Province de Québec (1889-1890)" a donné:

Peroxyde de fer.. . . .	80.758
Protoxyde de fer.. . . .	13.588
Protoxyde de manganèse.. . . .	0.056
Silice et insoluble.. . . .	0.012
Alumine..	0.713
Chaux..	1.298
Magnésie..	0.454
Acide phosphorique..	0.471
Acide sulfurique..	0.095
Acide titanique..	0.000
Eau hygroscopique..	0.049
Eau combinée..	0.167
Matières organiques..	0.641
Insoluble..	2.748
	100.450
Fer métallique..	67.099
Phosphore..	0.206
Soufre..	0.038

La teneur en fer est plus élevée que dans nos analyses. Le minerai provenait sans doute de la lentille exploitée par le trou *fg* et l'analyse a dû porter sur des spécimens choisis.

Arpentage magnétique.—Le minerai étant très magnétique, on a songé à étudier avec la boussole d'inclinaison l'allure et l'im-

portance du gisement. En 1905 un arpentage magnétique très soigné fut fait sur le lot 7a par M. B. F. Haanel B. Sc., ingénieur au département des Mines d'Ottawa. Les résultats n'en furent pas publiés. Cependant une carte avait été dressée; elle fut obligeamment communiquée par M. Haanel et nous avons reproduit en les réduisant à l'échelle, les courbes d'égale intensité verticale correspondant aux degrés 0, + 20°, + 40°, et + 60°. Si l'on considère que les aires circonscrites par les courbes + 60° sont les seules susceptibles de renfermer du minerai en quantité intéressante, on peut voir combien cet arpentage magnétique est peu encourageant. La plus grande plage d'attraction supérieure à + 60° a environ 180' sur 200'. Si l'on tient compte du faible plongement des couches (+ 30°) et de leur faible épaisseur probable, on peut conclure à l'existence de masses minéralisées extrêmement limitées.

Des résultats analogues se retrouvent autour de A. Nous fîmes nous-mêmes une reconnaissance magnétique sommaire, et nous ne trouvâmes aucune plage d'attraction supérieure à 60° dont les dimensions dépassent 50 à 60 pieds.

Un sondage au diamant a été fait également il y a quelques années à environ 100 pieds au nord-ouest de la tranchée *b c* (sur le plan). Nous n'en connaissons pas le résultat.

Conclusions.—Le gisement de Looëts est constitué par une série de couches de magnétite à renflement lenticulaire, interstratifiées dans des schistes précambriens.

Sauf une, ces couches sont parallèles et dirigées du sud-ouest au nord-est; elles sont contenues dans une zone à peu près parallèle au chemin entre les lots 7a et 7b, large de 500 pieds environ.

Aucune de ces couches n'a elle-même une grande importance; l'épaisseur aux renflements est probablement inférieure à 8 pieds pour la plus large, et la longueur des renflements lenticulaires n'est pas de plus de 60 à 80 pieds en affleurement.

Le peu d'importance des affleurements concorde bien avec la faible étendue des plages de forte attraction magnétique de sorte qu'en l'état actuel des découvertes on peut dire que le gisement est petit. Bien que certains échantillons aient donné de fortes teneurs en fer, la proportion de gangue siliceuse serait très grande dans le minerai tout venant.

Enfin l'éloignement du chemin de fer rend actuellement toute tentative d'exploitation inutile.

AUTRES GISEMENTS DANS LES CANTONS DE LEEDS ET INVERNESS.

Divers rapports (Géologie du Canada de 1863, Minéral Resources of Quebec, de Ellis) signalent l'existence de lits de minerais de fer analogues à ceux que nous venons de décrire. Dans Inverness, Ellis décrit un lit de 5 à 6 pieds d'épaisseur encaissé entre des schistes chloritiques et micacés d'une part et une dolomie cristalline de l'autre. Le minerai renfermait :

Fer métallique...	65.433
Phosphore...	0.193

Une petite quantité avait été expédiée aux mines de cuivre de Harvey Hill, dans le canton de Leeds.

SPALDING.

Un syndicat formé en majeure partie de personnes de Mégantic a fait faire dans ces dernières années des travaux de prospection pour minerai de fer dans les environs du village de Spalding. Dans la région ces travaux passent pour avoir révélé l'existence de grosses quantités de minerai, en réalité les découvertes sont plutôt maigres.

Situation.—Les travaux visités se trouvent à environ 5 milles et demi du village de Spalding, dans les lots 10 et 11 du rang VIII, canton de Spalding, comté de Compton. La propriété minière (sous licence) appartient au Syndicat de Mégantic et comprend les lots 6 à 14 du rang VIII et 8 à 14 du rang IX.

De la station du chemin de fer de Mégantic on peut, pour se rendre sur les travaux, prendre le chemin suivant :

De Mégantic à Spalding, route de voiture : 12 milles.
De Spalding aux dernières maisons, route de voiture : 2 milles.
Des dernières maisons au camp (chemin de chantier dans les forêts) : 2½ milles.
Les travaux se trouvent en plein bois, dans une région accidentée.

Etat des travaux.—Ce sont tous des travaux de surface, la plupart sans importance (excavation de quelques pieds). Ils

sont assez nombreux et très disséminés de sorte qu'il est très difficile de les retrouver sur un aussi grand terrain entièrement boisé. Un rapport privé de M. Obalski, en date du 19 mai 1910 en comptait dix.

Les plus intéressants se trouvent sur les lots 10 et 11 dans le rang VIII, à 8 ou 9 arpents du trait-carré (cordon) qui sépare les rangs VII et IX. On peut voir là sur les pentes d'une butte rocheuse deux tranchées à peu près à angle droit; la tranchée N.S. ayant environ 90 pieds, la tranchée E.W. ayant environ 65 pieds.

La roche est un quartzite tantôt schisteux, tantôt massif. Elle est imprégnée de grains de magnétite et d'oligiste qui parfois se concentrent soit en mouches, soit en pellicules le long des plans de joint. Parfois l'enrichissement en grains de magnétite est tel que l'on obtient un véritable minerai de fer siliceux.

C'est le long de la tranchée E.W. que l'on a mis le plus de minerai à découvert, le maximum de richesse se trouvait à peu près au croisement des deux tranchées. Le long de la tranchée N. S. cet enrichissement ne se maintient pas, et l'amas qui peut être considéré comme du minerai est fort petit. La plus grande dimension moyennement minéralisée peut être évaluée à 15 pieds le long de la tranchée E.W. En prélevant à cet endroit tous les 6 pouces et pour 15 pieds de longueur environ une demi-livre de minerai nous recueillîmes un échantillon qui donna à l'analyse:

Echantillon B 121.

SiO ₂	57.47
TiO ₂	Néant
Fe ³ O ₄	24.85
Mn ³ O ₄	7.11
Soufre	0.667
Phosphore	0.056
Correspondant à fer métallique	18.00
Manganèse métallique	5.13

Dans le prolongement de la tranchée E.W., au pied de la butte rocheuse, existe un trou de 10' sur 7' avec une profondeur de 10 à 12 pieds. Ce trou est creusé dans un quartzite recoupé fréquemment de veinules de quartz de 1 à 6 pouces d'épaisseur chargées de pyrites de fer et de cuivre. La roche elle-même ren-

ferme des cristaux de pyrite; elle est parfois imprégnée de fer, soit magnétite soit oligiste écailleux, mais aucun vrai minerai n'apparaît.

Il en est de même d'un autre trou situé à environ 100 pieds au nord-est du précédent, et qui, creusé dans un schiste brun noir, s'écrasant en blanc verdâtre parsemé de petites écailles d'oligiste ne montre aucune masse minéralisée.

En d'autres points de la propriété il existe de petits travaux à fleur de terre. Quelques-uns ont rencontré des poches isolées de minerai, mais toujours extrêmement petites. Divers morceaux qui en provenaient ont été analysés par les soins de M. Obalski et ont donné des teneurs variant de 49 à 68% de fer et de 0.62 à 56% de manganèse.

Ces minerais sont remarquables par leur teneur en manganèse. Il est regrettable que jusqu'à présent, les recherches n'aient fait découvrir que des amas insignifiants.

GISEMENTS DU COMTÉ DE BROME.¹

I. *Canton de Sutton*.—Certains schistes chloriteux cambriens (groupe de Québec) sont imprégnés d'hématite rouge, généralement sous la forme d'oligiste. Lorsque l'imprégnation est assez forte, il se produit un véritable minerai de fer. L'imprégnation serait plus forte au centre des couches que sur les bords, et certains morceaux prélevés au centre auraient donné jusqu'à 78% de peroxyde de fer (près de 57% de fer métallique).

Les couches sont plissées et apparaissent plusieurs fois sur les flancs des anticlinaux.

Au lot 7 du rang IX un de ces lits ferrugineux a 8 pieds et contient de 16.8 à 27.3% de fer métallique. Un échantillon aurait donné:

Humidité	0.20
Matières insolubles	55.70
Peroxyde de fer	38.07

Les lots voisins renferment des lits analogues.
Au lot 6 rang IX couche schisteuse de 6 pieds.

(1) Voir Géologie du Canada 1863. P. 719-720.
Els Minera! Resources of Quebec, 1890, p. 17.
Obalski Mines et Minéraux de Québec, p. 18.

Au lot 5 rang IX masse large de 20 pieds, contenant en certains endroits jusqu'à 49% de fer.

Au lot 8, rang X couche de 7 pieds renfermant en moyenne 31.5% de fer.

Au lot 9 rang XI, schiste ferrugineux et chloritique de 7 pieds d'épaisseur. Trois échantillons ont donné 21.7%, 22.9%, 31.42% de fer. Le dernier avait un résidu insoluble de 44.6%.

Signalons enfin un gîte curieux: dans le lot 9 rang IX on trouve un lit de dolomie (ou plus exactement d'ankérite, car cette roche contient 40% de carbonate de chaux, 20% de carbonate de magnésie, 10% de carbonate de fer et 7% de carbonate de manganèse) qui renferme des cristaux octaédriques de magnétite assez abondants pour qu'en certains endroits ils forment 56% de la masse.

II. *Canton de Brome*.—On y trouve les mêmes schistes ferrugineux. Une petite exploitation aurait eu lieu autrefois dans le lot 1, rang III sur une bande minéralisée large d'environ 18 pieds: Le "minerai" aurait été transporté à Troy dans le Vermont, à une distance de 30 à 40 milles où on l'aurait fondu avec des magnétites provenant de gisements locaux.

Un échantillon prélevé sur un lit de schistes ferrugineux de 5 pieds du lot 2 rang III a donné à l'analyse :

Matières insolubles (principalement de la silice)	52.50%
Matières volatiles	2.00
Peroxyde de fer	45.40
	99.90

Ces descriptions suffisent pour montrer que ces "minerais" n'ont pratiquement aucune valeur. Leur teneur en fer qui oscille en 20 et 40% est toujours trop faible, et la teneur en silice (qui forme la plus grande partie des matières insolubles) est inadmissible.

GISEMENTS AUX ENVIRONS DE SHERBROOKE.

(1) *Mine Belvédère*.—On trouve dans le lot 8 rang IX du canton d'Ascot un mélange de magnétite et d'hématite en imprégnations dans des grès précambriens. La "veine" qui a été

(1) Obalski, *Mines et minéraux de la province de Québec*, p. 8.
Ells *Mineral Resources of the province of Québec*.

mise à nu par une tranchée aurait six pieds d'épaisseur et plongerait sous un angle de 45°. Dans son rapport M. Obalski signale qu'on aurait extrait de cette tranchée quelques centaines de tonnes d'un minerai qui aurait pour composition :

Oxyde ferreux.. . . .	10.43
Oxyde ferrique.. . . .	53.09
Silice.. . . .	19.50
Magnésie.. . . .	3.58
Chaux.. . . .	1.38
Protoxyde de manganèse.. . . .	0.55
Acide carbonique.. . . .	5.17
Acide phosphorique.. . . .	0.17
Titane.. . . .	0.00
Soufre.. . . .	0.06
Eau.. . . .	0.08
	100.21
Soit fer métallique.. . . .	49.48

En fait le minerai tout venant doit être assez pauvre, car R. W. Ellis donne une analyse avec 28.39% de fer et 45.79 d'insoluble.

Le gisement se trouve à 1,000 pieds au-dessus de la rivière St-François, à 2 milles de la station de Lennoxville.

(2) *Mine Smith*.—Elle se trouve sur le lot 21 rang VI, canton d'Ascot, à deux milles environ de la ville de Sherbrooke. Le minerai se présente sous forme de magnétite dans des schistes précambriens généralement chloriteux. La bande imprégnée aurait de 10 à 15 pieds d'épaisseur. Un échantillon, probablement choisi, a donné à l'analyse :

Fer métallique.. . . .	55.074
Phosphore.. . . .	0.660
Soufre.. . . .	0.024
Titane.. . . .	Néant

Quelques centaines de tonnes auraient été expédiées.

GISEMENTS DU LAC NICOLET.

On trouve sur la rive nord du lac Nicolet dans le lot 21 rang I, canton de South Ham, comté de Wolfe, une veine très régulière

de magnétite d'une épaisseur de 6 à 13 pieds, suivie par des affleurements isolés, sur une distance de 200 pieds. Cette veine est au contact d'un massif de serpentine et d'ardoises cambriennes. D'une excavation de 12 pieds de profondeur on aurait extrait une centaine de tonnes de minerai. Le minerai lui-même renfermerait 4% de sesquioxyde de chrome.

III. TRAVAUX DE PROSPECTION EN GASPÉSIE.

A plusieurs reprises on a signalé l'existence de minerais de fer en Gaspésie. Cette grande péninsule est actuellement inconnue au point de vue de ses ressources minérales, sauf le long de ses grands cours d'eau, et il est impossible d'affirmer qu'elle ne renferme aucun gîte de fer important. Cependant, jusqu'à présent les découvertes qu'on en a faites sont assez peu intéressantes.

I. *Rivage de la mer autour de Newport.*—Le rivage est formé de schistes gris ou gris blanchâtres ayant perdu par un métamorphisme probablement dynamique leur caractère primitif. Les minerais de fer qui ont attiré l'attention des prospecteurs se présentent en bandes extrêmement minces qui semblent marquer généralement les plans anciens de stratification. Ces bandes ou veines ont quelques pouces de longueur et se suivent sur quelques dizaines de pieds de longueur. Le minerai lui-même est très siliceux; en fait c'est un mélange de jaspé rouge et d'hématite qui semble provenir d'une précipitation au sein d'eaux qui circulaient le long de certains lits plus poreux ou le long de certaines fissures.

Un peu à l'est de Grand Pabos, les schistes font place à un conglomérat dont la pâte est tout semblable à la pâte des schistes précédents. Les cailloux de ce conglomérat sont des nodules d'hématite et de jaspé, ayant parfois 1 à 2 pieds de diamètre mais généralement beaucoup plus petits. A $\frac{3}{4}$ de mille à l'est du quai de l'Anse à l'Ilot, ces nodules se réunissent et se soudent pour donner naissance à une bande large au maximum de 16 pouces et longue de quelques pieds seulement, entièrement formée de jaspé et d'hématite.

L'aspect général de ce conglomérat, la façon dont les nodules se comportent au voisinage de cette bande, font penser qu'il ne s'agit probablement pas d'un véritable conglomérat détritique ancien à cailloux ferrugineux, mais d'une concentration sous forme de nodules d'origine chimique des sels de fer et de la silice entraînée par des eaux circulantes.

Ruisseau Pembroke.—Ce ruisseau part de l'angle nord-ouest du canton de Pembroke et se jette dans la rivière de l'Ouest. D'après les prospecteurs il traverserait en un certain point de son cours de gros gisements de fer. On arrive à ces "gisements" en prenant à partir de Newport Centre le chemin du rang du Chemin Neuf (6 milles), puis un chemin abandonné de chantier jusqu'à un vieux camp (8 milles et demi) puis un sentier de 6 milles.

En marchant dans le torrent Pembroke, à partir de son confluent avec la rivière de l'Ouest, on trouve dans le lit de nombreux galets ferrugineux. Ces galets deviennent de plus en plus abondants jusqu'aux affleurements qui constituent le "gisement." Lors de notre visite les eaux étaient d'une hauteur anormale pour cette saison de l'année (août 1912), de sorte que le lit du torrent était entièrement caché par les eaux qui atteignaient les berges de sable et de terre végétale. Par les quelques affleurements visibles et les échantillons détachés le gisement semble constitué simplement par un banc de grès très ferrugineux au milieu de schistes gris métamorphiques analogues à ceux de la côte. La nature clastique de ce banc est facile à voir; il suffit de casser un morceau de ce soi-disant minerai pour voir qu'il est formé de grains sableux collés et maintenus les uns contre les autres par un ciment ferrugineux. Le long de certains plans de lit ou de certaines fissures, ce ciment ferrugineux forme pour son compte de petites veinules, de sorte que l'on rencontre parfois certains galets aplatis qui semblent formés uniquement d'hématite; ce sont simplement des morceaux de grès ferrugineux entourés d'une pellicule d'hématite.

En l'état actuel, on ne peut pas considérer ces découvertes comme ayant un intérêt industriel.

	I	II
	Ech. 88A	Ech. 88B
Silice et insoluble...	11.35	48.28
Sesquioxyde de fer...	85.42	46.73
Chaux...	0.56	
Magnésie...	0.51	
Alumine...	0.96	
Phosphore...	0.011	
Soit fer métallique...	59.79	32.73

I. Hématite provenant d'un lit jaspeux et ferrugineux de la côte.

II. Grès ferrugineux du ruisseau Pembroke.

MINÉRAIS DE FER DES MARAIS.

Ces minerais n'ont plus qu'un intérêt historique. Ils ont alimenté de nombreux hauts-fourneaux au charbon de bois, depuis les débuts de la colonie jusqu'à ces dernières années, mais bien que les gisements connus en soient fort nombreux aucun d'eux ne peut actuellement donner naissance à une industrie considérable.

On trouvera dans le Rapport de R. W. Ells et dans les Mines et Minéraux de M. J. Obalski, une liste et une description des gisements. Les plus connus sont ceux de Vaudreuil, d'Acton dans Bagot, de St-Wenceslas dans Nicolet, de Wickham dans Drummond qui ont alimenté les hauts-fourneaux de Drummondville et surtout celui du Lac à la Tortue, sur la ligne du chemin de fer de Trois-Rivières à Grand'Mère, qui a alimenté pendant de nombreuses années le haut-fourneau de Radnor.

Les mêmes ouvrages donnent des notes historiques fort intéressantes sur les diverses forges et hauts-fourneaux qui ont été établis au cours des années dans la province de Québec et qui se sont successivement éteints, sauf ceux de Drummondville qui en 1911 ont passé les charges suivantes :

Minerais de fer de Québec	1,063 tonnes.
Minerais d'Ontario et autres lieux . . .	768 "
Charbon de bois	1,185 "
Fondant calcaire	187 "

Le haut-fourneau de Radnor était encore en activité en 1910.

Nous avons donné à la fin du chapitre I, une analyse de minerai de fer des marais.

CHAPITRE III

MINÉRAIS DE FER TITANIFÈRES OU TITANOMAGNÉTITES.

<i>District du Saguenay.</i> (Comté de Chicoutimi)	{ Mine St-Charles (canton Bourget). Gisements dans le canton Kénogami. Gites de l'île d'Alma.
<i>Côte Nord du St-Laurent.</i>	{ Gisements aux environs de la baie des Sept Îles. { Rivière des Rapides. Rivière Ste-Marguerite. Gîte du Cap Rond.
<i>Massif d'anorthosite de Morin.</i>	Gisements de Desgrobois
<i>Massif d'anorthosite de St-Boniface de Shawinigan.</i>	{ Mine Grondin.
<i>Cantons de l'Est.</i>	{ Gisements de Beauceville.

DISTRICT DU SAGUENAY.

Il existe à l'est et au nord-est du lac St-Jean un gros batholithe de roches basiques représentées sur les cartes géologiques sous le nom général d'anorthosites. Divers auteurs en ont parlé incidemment mais en réalité l'étude de ce batholithe est entièrement à faire.

Partout où il nous a été donné de faire quelques observations à l'occasion de la visite des gîtes des cantons de Kénogami, Taché, Bourget et de l'île d'Alma, l'anorthosite type apparaît bien comme la roche dominante, mais elle ne constitue pas, à beaucoup près, le batholithe à elle seule, et en beaucoup d'endroits elle fait place à des roches plus basiques telles que des gabbros.

L'anorthosite proprement dite présente toutes les variétés de structure si bien décrites par le Dr Adams dans son étude sur le massif de Morin : Structure normale ; Structure à cristaux déformés et enrobés dans une pâte de petits cristaux provenant du broyage de gros individus, structure cataclastique avec au microscope une multitude de petits grains d'où les macles polysynthétiques ont disparu pour faire place à des extinctions roulantes.

Ces deux dernières variétés forment la roche encaissante des gîtes du canton de Kénogami. Elles sont accompagnées de gabbros à grain fin qui forment soit des masses assez faciles à distinguer de l'anorthosite, soit des sortes de nappes ou traînées dans l'anorthosite. Dans un échantillon prélevé aux environs de la tranchée du mille 209 dans le canton de Kénogami, plus de 50% de la masse était formé de pyroxènes ouralitisés, d'une assez quantité de mica noir frais contenant parfois des cristaux de zircon et d'un peu de minéral de fer corrodé ; le reste de la plaque apparaissait au microscope formée de feldspaths plagioclases à contours courbes et à extinction roulantes dues aux efforts.

Entre Jonquières et le mille 209, on peut voir en certains points le long de la voie du chemin de fer, une association en bandes peu visibles, mais certaines de deux variétés de roche ; l'une à grain moyen d'aspect gris et rougeâtre est une anorthosite à feldspaths brisés et granulés, renfermant à peu près 15% de pyroxènes polychroïques ; l'autre est une roche à grains fins qui au microscope se résout en une mosaïque de pyroxènes polychroïques (près de 50%) et de feldspaths. Les pyroxènes s'alignent nettement en files orientées et semblent s'insérer, plus ou moins émettées, entre les grains de feldspaths tordus, mais ayant mieux résisté aux pressions. (1).

On sait depuis longtemps que ces anorthosites renferment des minerais de fer titanés. Les gisements les plus souvent cités sont ceux du canton Kénogami et ceux de l'Île d'Alma. Aucun d'eux cependant ne présente à vrai dire d'importance économique, et au meilleur de notre connaissance, le gisement le plus intéressant est un gisement presque inconnu, simplement mentionné dans le rapport pour 1899 du bureau des Mines de Québec, le gisement de St-Charles dans le canton Bourget.

MINE ST-CHARLES (Lot 44, rang I, canton Bourget).

Situation. — Le gisement se trouve dans le lot 44 rang I canton Bourget, à environ 1 mille et demi à l'ouest du village de St-Charles. A partir du village St-Charles on peut y arriver par une route de voitures qui conduit chez M. Jean Brossard sur le lot 43.

Les affleurements les plus visibles et les plus considérables se trouvent à quelques centaines de pieds de la rivière Saguenay, et

(1) Voir descriptions pétrographiques et photographies, fig. 3, 4 et 5 en appendice.

forment une sorte de collines se détachant comme un promontoire de la ligne de hauteurs boisées qui domine le Saguenay.

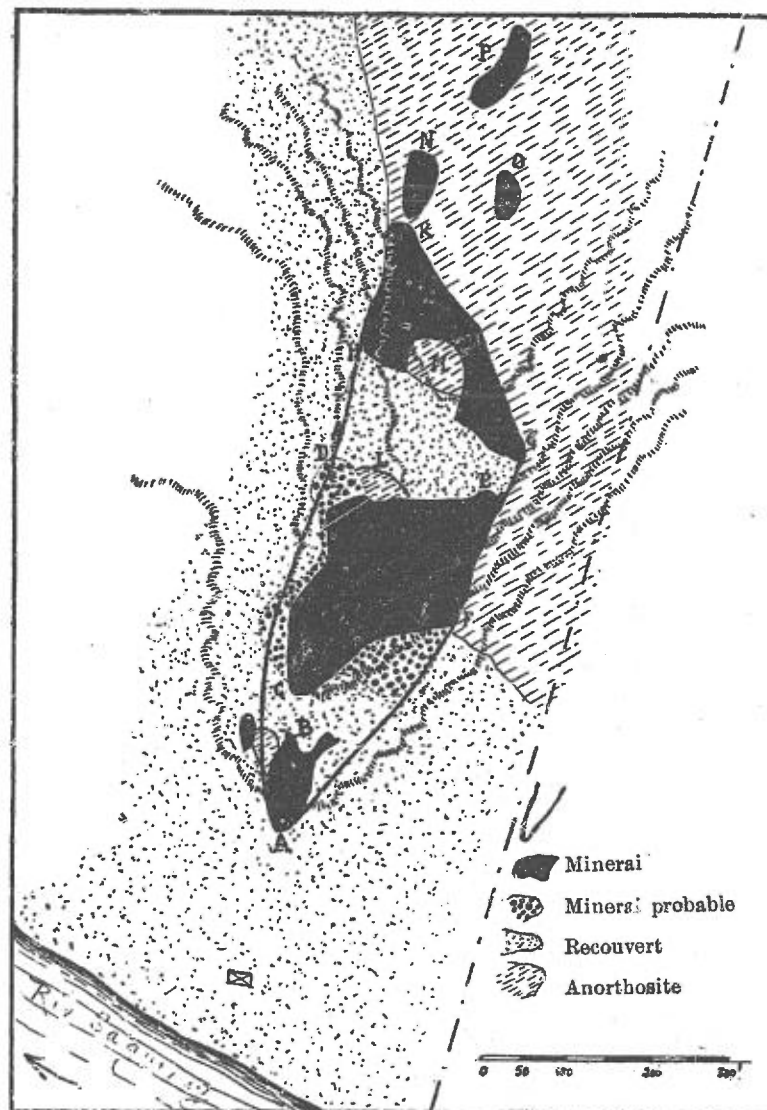


Fig. 4. — Mine Saint-Charles, Canton Bourget.

Quant au village de St-Charles on peut y arriver soit en descendant du chemin de fer à la station de Jonquières et faisant en voiture les 15 milles qui la séparent de St-Charles, la traversée de la rivière Saguenay se faisant en bac ; soit en descendant à Hébertville, traversant le Saguenay sur le pont d'Alma et en suivant le chemin Archambault. Par cette voie la distance totale est de 24 milles.

Nature et grandeur des gîtes. — Le minerai est une titanomagnétite se présentant en énormes masses de ségrégation au milieu de l'anorthosite (1). Les affleurements de ces masses sont par leur grandeur les plus remarquables de tous ceux que nous avons pu observer dans la province. Ils apparaissent au pied d'une colline en bordure du Saguenay et se suivent avec une assez grande continuité sur près de 700 pieds de longueur avec une largeur de 160 pieds au minimum dans les parties centrales.

Les affleurements minéralisés sont si nets qu'il nous a été possible de les relever à la planchette; et le plan fig. 4, qui est une réduction de ce lever montre comment se présentent les amas minéralisés sur le terrain.

En partant de A on trouve (fig. 4) d'abord une lentille AB, qui disparaît bientôt sous la terre végétale. En CDEF un énorme affleurement en forme de losange apparaît avec des dimensions de 320' x 200'. A l'est et à l'ouest de cet affleurement les pentes de la colline sont formées de blocs de minerais de fer émergeant de la terre végétale, de sorte que la lentille doit vraisemblablement affleurer sur une largeur plus grande que celle que nous avons indiquée ; sur le plan nous faisons figurer cette extension sous le nom de minerai probable. Entre DE et GH une petite dépression de terrain se produit et le fer disparaît sous une couche de sable fin. Mais en GHK la titanomagnétite se montre à nouveau sur une aire triangulaire d'environ 10,000 pieds carrés.

L'anorthosite n'apparaît en grande masse qu'au nord-est de la ligne FGK ; elle s'arrête donc nettement de ce côté contre la masse minéralisée : A l'ouest l'amas disparaît sous des éboulements et peut s'étendre au-delà des limites marquées sur le plan.

L'examen des affleurements figurés sur ce plan conduit à penser qu'ils font tous partie d'une même grosse lentille dont le grand axe est dirigé du nord au sud, suivant AK. Dans cette lentille sont englobées des masses d'anorthosite soit isolées, soit en forme de

(1) Voir descriptions pétrographiques en appendice. — Fig. 6.

langues se détachant du massif anorthositique qui forme la roche du pays. La plus grosse de ces masses affleure en L et M, et s'épanouit probablement à mi-chemin entre ces deux affleurements, car la colline subit à cet endroit une dépression, et l'expérience montre que dans la région l'anorthosite est plus friable que la titanomagnétite ; la dépression DEGH, correspondait alors à une enclave de gabbro dans l'amas de minerai.

Plus au nord des lentilles isolées et de dimensions restreintes apparaissent au milieu de l'anorthosite ; telles sont les lentilles N O P. A ce moment on atteint une sorte de plateau recouvert de terre végétale.

D'autres masses de minerais d'importance tout à fait comparable à celles que nous venons de décrire existent ailleurs dans ce plateau, et nous eûmes l'occasion, dans une rapide excursion d'en rencontrer plusieurs. Malheureusement aucun habitant du pays n'avait jamais exploré ce plateau ; la localisation exacte de nos découvertes eût exigé un arpentage pour lequel nous n'étions pas préparés.

C'est ainsi qu'il existe dans une direction sensiblement 30° à l'ouest du nord à partir de P et à une distance de 600 à 700 pieds un affleurement allongé du SW au NE, dont la plus grande longueur dépasse 300 pieds et la plus grande largeur dépasse 200 pieds, ces dimensions ayant été mesurées au pas, sur un terrain le plus souvent dépourvu de terre végétale et laissant apparaître en tous ses affleurements du minerai pur. Une autre lentille de dimensions comparables a été rencontrée à quelque distance plus loin, mais il nous a été impossible de la retrouver au milieu du bois, lorsque nous avons voulu en fixer la position exacte.

La quantité de minerai probable est considérable. Si nous évaluons à part les deux lentilles CFED et GHK et si nous calculons leur volume probable en prenant la profondeur égale à la largeur apparente sur le terrain nous trouvons les chiffres de

$$\begin{array}{rcl} 320 \times 200 \times 20 & & \\ \hline & = & 6,400,000 \text{ pieds cubes pour la première.} \\ \text{et } 10,000 \times 100 & = & 1,000,000 \text{ pieds cubes pour la seconde.} \end{array}$$

Le minerai ayant une densité de 4, c'est-à-dire donnant 7 et demi pieds cubes à la tonne, on voit que ces deux affleurements correspondent à 1,000,000 de tonnes de minerai.

Si maintenant on estime, ce qui est fort probable, que les affleurements AB, CDEF et GHK appartiennent à un même amas minéralisé, si l'on tient compte que l'extension latérale à l'ouest de la ligne CDH compense l'enclave de gabbro LM, on arrive à conclure à la présence d'une masse dont les 3 dimensions seraient 700, 200 et 200 pieds ; en calculant comme précédemment la surface de l'affleurement comme celle d'un losange on arrive à

admettre la présence de 700×200
 $\frac{\text{—}}{2} \times 200 = 28,000,000$ pieds cubes

soit un peu plus de 4,000,000 tonnes.

Enfin en ajoutant à cela l'appoint des amas du nord, dont un seul affleurement sur $300' \times 200'$ fournirait encore 750,000 tonnes, on voit que la mine St-Charles peut contenir sous les réserves déjà faites un tonnage dépassant 5,000,000 de tonnes. Ces résultats sont d'autant plus remarquables qu'aucun travail même de simple exploration n'a jamais été fait.

Nature du minerai. — Un assez gros échantillon a été prélevé sur la mine. Au laboratoire provincial on réduisit cette prise d'essai à 5 kilogrammes sur lesquels on fit les essais suivants : Tout le minerai fut broyé de façon à passer au tamis de 20 mesh puis classé en trois grosseurs :

- A de 20 à 40 mesh.
- B de 40 à 80 mesh.
- C plus petit que 80 mesh.

Sur chacune de ces grosseurs on fit une séparation magnétique. L'analyse des diverses qualités obtenues, donna les résultats condensés dans le tableau ci-joint.

**ESSAI DE CONCENTRATION MAGNÉTIQUE SUR LE
MINÉRAI DE ST-CHARLES.**

Composition du minerai brut : { Fer métallique..... 50.53 %
Titane..... 10.55 %

	Minerai brut				Concentrés et tailings.		
	Fe.	Ti.	S.	Ph.		Fe.	Ti.
A. De 20 à 40 mailles 39.40 %	52.97	9.32	0.02	0.021	Concentrés magn. 74.20 %	57.50	6.51
					Tailings, 25.80 %	35.67	17.66
	52.05	12.01	0.018	0.026	Concentrés magn. 77.00 %	59.68	9.39
					Tailings, 23.00	31.00	21.59
	44.40	11.36	0.012	0.050	Concentrés magn. 82.00 %	50.02	9.36
					Tailings 17.40 %	20.92	21.14
					Pertes en poussières, 0.60 %		
B. De 40 à 80 mailles 34.28 %							
C. Plus petit que 80 m. 26.32 %							

Les résultats de ces essais sont encourageants. Les deux premières catégories notamment donnent des concentrés assez riches en fer, et en mettant de côté la catégorie des fins, on recueille dans la catégorie des gros 26.43 % du minerai total sous forme de concentrés à 57.50 % de fer et 6.51 % de titane et dans la catégorie des moyens 26.39 % du minerai total sous forme de concentrés à 59.68 de fer et 9.39 % de titane.

Quant à la teneur en soufre et en phosphore elle est en dessous de la limite pour minerai Bessemer.

Ces essais ne sont évidemment qu'une indication et il est probable qu'en étudiant de plus près la concentration magnétique on arrivera à des meilleurs résultats.

Quoiqu'il en soit, même sans concentration magnétique, cette titanomagnétite constitue un minerai directement utilisable. Nous examinerons en détail dans un travail ultérieur le problème du traitement de ces sortes de minerai ; et nous verrons que bien que la plupart des maîtres de forge aient une prévention contre des minerais aussi fortement titanifères, des expériences très précises faites dans de véritables hauts-fourneaux ont démontré la parfaite facilité de fusion des titanomagnétites moyennant certaines conditions.

Etant donnés la grandeur des gisements de St-Charles, la facilité de leur exploitation, leur éloignement relativement peu grand du port de Chicoutimi, on peut espérer que le jour viendra où une exploitation régulière s'établira sur les bords du Saguenay.

Conclusions. — En résumé, il existe sur les bords du Saguenay à 4 milles en ligne droite du chemin de fer de Chicoutimi à St-Gédéon et Roberval (Quebec, Lake St. John Ry) ; à 18 milles environ de Chicoutimi, des gisements considérables de magnétite titanifère à 50% de fer et 10% de titane, probablement directement utilisable au haut-fourneau en choisissant un lit de fusion approprié.

Par leur forme et leur situation, ces gisements se prêteraient bien à une exploitation économique en carrière. Le minerai pourrait s'évacuer par tramway aérien traversant le Saguenay et rejoignant le chemin de fer (4 milles), ou encore par la voie suivante : transport par tramway aérien de la mine jusqu'au pied des rapides du Grand Remous à l'embouchure de la rivière Shipshaw (14 à 15 milles) puis chargement sur bateau à la rivière du Vase où le Gouvernement fait actuellement construire un quai.

GISEMENTS DU CANTON KÉNOGAMI.

Situation. — Ces gisements se trouvent dans le rang II du canton Kénogami le long de la ligne du Quebec Canadian Northern entre la station-halte de la Ratière (mille 213) et celle de Larouche (mille 205). Cette station de Larouche était connue autrefois sous le nom de Kénogami.

On y arrive en descendant à la station de la Ratière et en suivant la voie pendant environ 4 milles.

Le pays est montagneux et aride ; dans un rayon de 4 à 6 milles autour des gisements il n'y a pratiquement pas de culture et le plus proche gros village est celui de Jonquières.

Nature et grandeur des gisements. — Un certain nombre de trous et de tranchées ont été faits au nord de la voie du chemin de fer entre le mille 208 et 209. Une description de ces travaux suffira à montrer le peu d'importance des gîtes de minerai de fer découverts jusqu'à présent.

En allant de l'est à l'ouest on rencontre d'abord, environ à 400 pieds à l'ouest du mille 209, une tranchée d'environ 110 pieds de long taillée du sud au nord dans une colline rocheuse d'anorthosite. Le fond de cette tranchée est rempli d'éboulis, mais les parois montrent bien comment est distribué le minerai. Sur la paroi de l'est on peut compter que sur environ 110 pieds de longueur il y aurait 40 à 45 pieds de minerai de fer titané, et que le reste serait de l'anorthosite. Sur la paroi ouest, la quantité de fer est beaucoup moindre, et d'une paroi à l'autre on ne retrouve qu'une vague correspondance d'affleurements, ce qui montre le peu de continuité des masses minéralisées.

Autour de cette tranchée et particulièrement vers le nord, la roche profonde affleure. C'est une anorthosite tantôt à grands éléments, tantôt granuleuse, tantôt chargée de pyroxène et passant à un véritable gabbro mais nulle part dans les environs nous n'avons vu du minerai.

Au microscope cette anorthosite porte toujours des traces d'écrasement. Les échantillons à gros éléments eux-mêmes sont formés de gros individus de feldspaths nageant dans une bouillie de petits grains de feldspaths brisés.

A 1,000 pieds à l'ouest de la tranchée, et à 50 pieds au nord de la voie, une excavation de 12' x 14' a été creusée sur le bord d'un escarpement rocheux. Le fond de l'excavation est rempli de débris ; les parois sont constituées en majeure partie par de l'anorthosite renfermant quelques lentilles de fer titané de 1 à 2 pieds de largeur au maximum. Autour de cette excavation les affleurements sont constitués par de l'anorthosite sauf en un point situé à 75 pieds au NE où apparaît une masse isolée de fer titané de 4 à 5 pieds de diamètre.

A 3.300 pieds à l'ouest de la tranchée toujours le long de la voie et du même côté que précédemment on a creusé une série de petits trous (le plus grand a 10' de diamètre) en bordure d'un escarpement rocheux. Nous avons pu en compter 4 sur une longueur d'environ 80 pieds. Ils sont presque entièrement remplis de débris, mais de l'examen des parois et des débris rejetés sur leurs bords, il est facile de voir qu'ils n'ont mis au jour que de petites masses de fer

titané sans aucune importance. Le plus gros amas aurait peut-être 7 pieds de diamètre et encore est-il constitué par un mélange de fer titané, de pyroxènes et de feldspaths.

A 450 pieds environ à l'ouest de ce groupe d'excavations on a ouvert dans un promontoire rocheux tout près de la voie une sorte de carrière de 15 pieds de haut et 25 pieds de large. Le front d'attaque de cette carrière est formé d'une roche noire et lourde qui de loin semble être un excellent minerai, mais qui n'est en fait qu'un gabbro titanifère.

Un échantillon qui nous semblait représenter la moyenne du "minerai" sorti de la carrière avait une densité de 3.4 ce qui correspond à un mélange d'ilménite (densité 4.5 à 5) et de feldspath (densité 2.6) et de pyroxène (densité de l'augite 3 à 3.5). En quelques points des ségrégations plus riches en fer se sont produites, mais elles n'ont que des dimensions restreintes.

Un trou a été creusé à 45 pieds de là dans un minerai d'assez bonne teneur, mais l'absence d'affleurements autour de ce trou ne permet pas de juger l'importance de l'amas auquel il appartient.

D'une façon générale les affleurements indiquent plutôt que les environs immédiats de ces travaux sont constitués par de l'anorthosite, et que tous ces gîtes ont des dimensions insignifiantes.

Nature du minerai. — C'est une titanomagnétite dont la composition est semblable à celle du minerai de St-Charles. Un échantillon choisi parmi les parties les plus riches dans la tranchée a donné à l'analyse :

FeO	68.24
TiO ₂	20.76

correspondant à

Fer métallique	53.07
Titane métal	12.47

ILE D'ALMA

L'île d'Alma se trouve à la décharge du lac St-Jean ; elle divise en cet endroit la rivière Saguenay en deux branches qui sont connues sous le nom de Grande Décharge et de Petite Décharge. C'est une croyance fréquente dans le pays que le seuil des cascades et des

rapides de ces deux rivières sont formées de minerai de fer et que l'île elle-même est très riche en minerai. En fait aucun gisement n'a de l'importance.

Gisement du rang II, lot 36. — Sur le lot 36, rang II à 800 pieds environ au nord du chemin qui traverse de l'est à l'ouest l'île d'Alma, on peut voir au milieu d'une anorthosite à gros grains une série de lentilles d'un fer magnétique dur, compact, à facettes de clivage assez net. Ces lentilles alignées à peu près nord-sud ont des dimensions restreintes, la plus grosse ayant 15' x 30'.

Un échantillon (B72) a donné à l'analyse :

FeO.. . . .	68.24
TiO ²	19.88

correspondant à

Fer métallique.. . . .	53.07
Ti métallique.. . . .	11.94

CÔTE NORD DU SAINT-LAURENT.

Ces gisements se trouvent tous en bordure d'un énorme massif éruptif qui figure sur les cartes de géologie sous le nom d'anorthosite et qui occupe une superficie d'au moins 10,000 milles carrés (250 milles de longueur par 40 à 50 de large). En fait l'anorthosite n'est pas la roche unique dans ce massif, et les gisements de titanomagnétites qui sont décrits plus loin sont tous associés non pas aux anorthosites, mais à des phases plus basiques, à de véritables gabbros. Bien plus dans la majorité des cas, il y a un hiatus beaucoup plus net entre le gabbro et l'anorthosite qu'entre le gabbro et le minerai de fer proprement dit.

GISEMENTS DE LA BAIE DES SEPT ÎLES

La baie des Sept Îles qui se trouve à 340 milles en aval de Québec, est le centre d'activité le plus considérable de toute la côte nord. Le village des Sept Îles qui compte plus de 100 familles est le siège d'un évêché et deux compagnies de traite, la Hudson Bay Co. et Révillon frères, y ont leurs postes.

De l'autre côté de la baie par rapport au village des Sept Iles se trouve une baleinerie qui traite les chairs, la graisse et les os des cachalots harponnés dans le golfe.

A un mille au nord de cette baleinerie, sur la même côte ouest, se trouve un quai de chargement qui est le terminus d'un petit chemin de fer allant à la pulperie de la North Shore Power Co. Cette pulperie est établie sur le bord de la rivière Ste-Marguerite, au milieu du village de Clarke City. Elle utilise l'énergie de la première chute de cette rivière. A l'époque de notre visite elle produisait 160 tonnes américaines de pulpe sèche par jour.

La Baie des Sept Iles —

La baie des Sept Isles constitue un très beau port naturel. Jusqu'à présent les grands bateaux ne pouvaient accoster qu'au quai de la pulperie, et les marchandises comme les passagers pour le village des Sept Iles devaient être transportés en canots. Le gouvernement faisait construire pendant l'été de 1911 un quai au village des Sept Iles ; ce quai, une fois achevé, permettra aux bateaux de 15 pieds de tirant d'eau d'accoster à mer basse.

Le fond de la baie, le rivage de l'ouest et la plus grande partie du rivage de l'est sont encombrés de sables recouverts à mer haute, mais émergés à mer basse. Ces sables ont été apportés par des rivières à caractères torrentueux, telles que la rivière aux Foins, la rivière des Rapides, la rivière Hall. On ne peut atteindre ces rivières en bateau qu'en suivant le chenal que chacune d'elle s'est creusée dans ses alluvions. A mer basse on peut compter 1½ pied comme minimum dans le chenal de la rivière Rapide, à mer haute cette rivière est accessible à des bateaux de 8 pieds.

Les deux régions immédiatement voisines de la baie où du minerai de fer a été signalé sont celle de la rivière des Rapides et celle de la rivière Ste-Marguerite au niveau de la première chute. Nous les décrirons successivement.

GISEMENTS DE LA RIVIÈRE DES RAPIDES.

La Rivière des Rapides —

La rivière des Rapides qui se jette au fond de la baie des Sept Iles doit son nom à l'allure mouvementée de ses eaux. Sur les quatre milles de parcours qui séparent son embouchure de la dé-

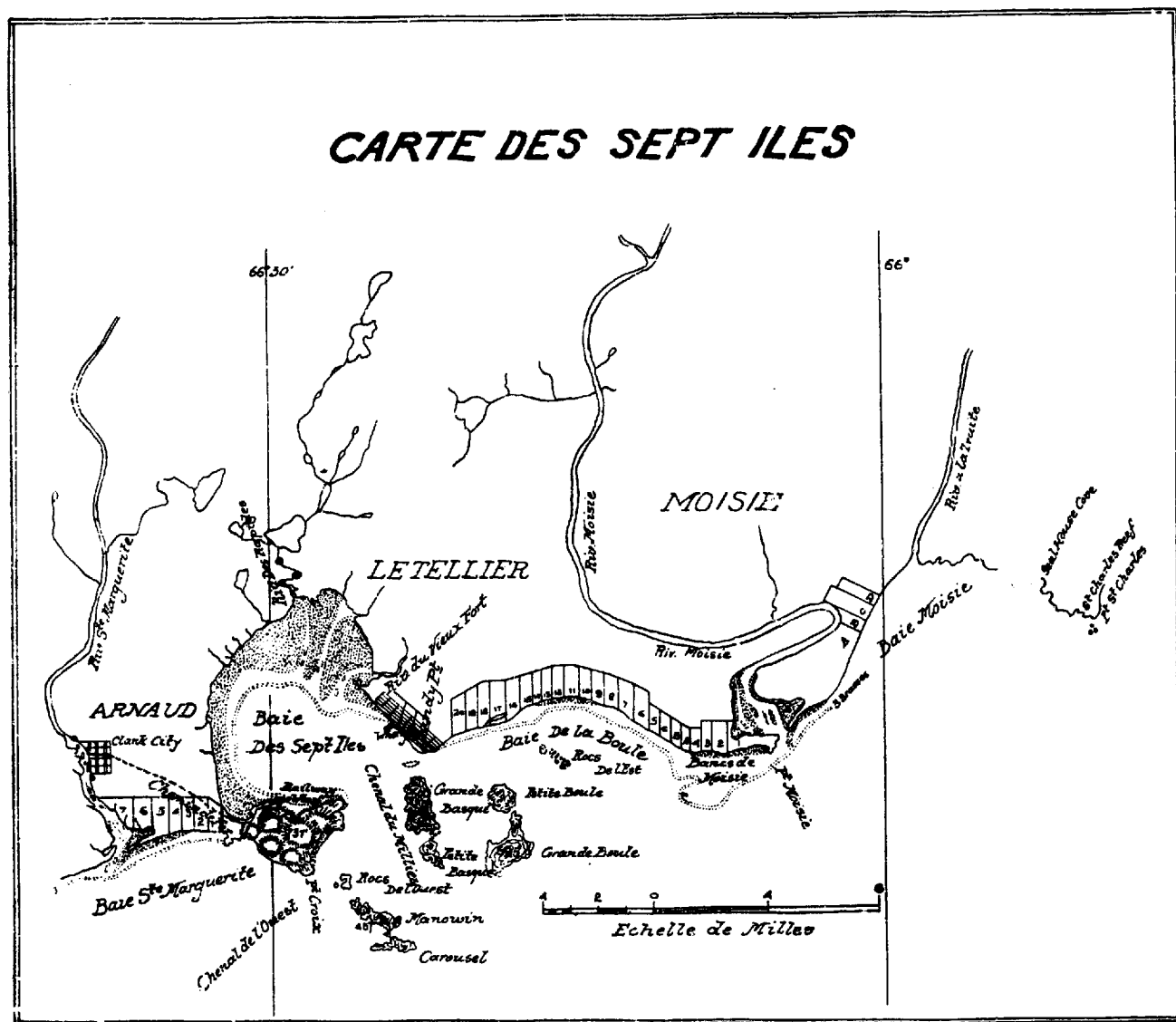


Fig. 6. — Carte de la région des Sept Iles.

charge du Grand lac des Rapides, la rivière ne présente pas moins de quatre chutes importantes, et c'est environ le tiers du chemin qu'il faut porter pour atteindre le lac à partir de la mer. Au sortir du lac des Rapides, la rivière s'engage dans une gorge étroite terminée par la chute à l'Outarde ; à 40 chaînes environ du lac à l'Outarde, commencent les pentes de la Grosse Chute, dont la dénivellation totale avec les rapides atteint 90 pieds, la chute elle-même figurant pour 75 pieds. À une trentaine de chaînes plus en aval c'est la chute du Cran de fer ainsi nommée parce qu'elle se trouve encaissée entre deux falaises formées pour la plus grande partie de fer titané. Enfin, à quelques dizaines de chaînes de son embouchure la rivière se rétrécit et coule entre de profondes gorges qui marquent les derniers rapides et la dernière chute.

Chemins de Portage —

L'accès du lac et des diverses parties de la rivière et du grand lac des Rapides est facilité par un grand nombre de chemins de portage qui partent de la mer. L'un d'eux se rend à la tête des rapides d'aval, l'autre directement à la chute du Cran de fer et de là au pied de la grosse chute. Enfin, par un chemin qui part du lot I, du rang 1 nord de la baie des Sept Îles, on peut atteindre directement les rapides de la décharge du grand lac des Rapides. Ce chemin a été ouvert par M. M. Clarke, de la pulperie de Clarke City, pour desservir la maison de chasse qu'il ont fait construire à la décharge du lac.

Aspect du pays —

Sauf dans le rang I nord des Sept Îles, où le pays est plat, la région est montagneuse et escarpée. Les gorges des rapides d'aval et de la décharge du lac des Rapides sont très resserrées. Les rives du lac sont elles-mêmes fort élevées. En certains points, notamment dans la Baie des Crans, dans la Baie Cachée, l'eau du lac vient baigner d'énormes falaises taillées à pic sur 150 pieds de hauteur.

Le pays est bien boisé, les forêts sont d'ancienne venue, et contiennent les essences habituelles de la région. La North Shore Power Co. (pulperie de Clarke City) y a établi des chantiers de bois.

Comme presque toujours dans cette région, les affleurements rocheux ne sont visibles que le long des cours d'eaux ; de plus,

en quelques points, notamment dans le rang I nord des Sept Isles, la contrée est basse et marécageuse.

Géologie. — En suivant la rivière depuis son embouchure jusqu'à peu près au milieu du grand lac des Rapides, les roches appartiennent toutes à la famille des gabbros. A partir du centre du lac des Rapides, un passage insensible se fait entre la gabbro anorthosite des rives du sud et une syénite rose à structure légèrement gneissique qui occupe les rives du nord.

D'un point à l'autre les roches de la rivière des Rapides ont des compositions variables, mais elles oscillent autour de deux types bien nets : Un type anorthosite et un type gabbro. Les premières roches sont d'un gris clair d'un grain généralement assez gros ; elles s'altèrent en blanc à la surface et ne montrent au microscope que des plagioclases généralement saussuritisés ; les deuxièmes sont brunes ou noires ; leur grain varie d'un point à l'autre ; au microscope ce sont généralement des gabbros à augite diallagisante plus ou moins chargés de grains de titanomagnétite.

Ces deux types de roches sont bien tranchés, et ils coexistent souvent sans zone de transition. C'est ainsi qu'on peut voir sur une falaise rocheuse d'une petite colline (située à la lettre A de la carte de la rivière des Sept Îles), apparaître au milieu d'une roche lourde et noire, c'est-à-dire d'un véritable gabbro, un éperon d'anorthosite blanche à parois extrêmement tranchées. D'autres fois le gabbro et l'anorthosite forment des lits alternants : le gabbro est alors à grains très fins et l'anorthosite n'est plus aussi blanche ni aussi grenue. Le premier cas correspond sans doute à une compénétration mutuelle des deux magmas encore pâteux ; le deuxième à une compénétration suivie d'étirements et de laminage.

Le minerai de fer est associé à des gabbros et à des microgabbros dont il forme une phase ferrugineuse extrême. Le gabbro normal est déjà chargé de grains de minerai de fer ; par augmentation du nombre de ces grains on passe insensiblement au minerai proprement dit.

Cet enrichissement en fer du gabbro s'accompagne souvent (notamment à la chute du Cran de fer) d'une diminution de la grosseur du grain de la roche, de sorte qu'il est difficile de dire sur le terrain si une roche noire, lourde, à grain fin est du minerai ou un microgabbro très ferrugineux. Cette remarque doit rendre prudent dans l'évaluation de l'étendue des gîtes.

En résumé au point de vue qui nous occupe on doit distinguer :

- Les anorthosites.
- Les gabbros et microgabbros.
- Les titanomagnétites, phases ultrabasiques des gabbros. (1)

Les gisements —

Bien que les gabbros en bordure de la rivière soient presque partout chargés de grains de titano-magnétite, souvent même au point de passer, à l'œil nu, pour de véritables minerais de fer, il n'y a guère que trois points où la teneur en fer et titane soit telle que l'on puisse parler de gisement. Ces trois gîtes sont, par ordre d'importance probable, le gîte de la Chute du Cran de fer, celui de la Chute à l'Outarde, celui de Gagnon.

Gisement de la Chute du Cran de Fer.

C'est à ce gisement que se rapportent les descriptions données dans les divers rapports géologiques sous le nom de gisement de la baie des Sept Îles. Sterry Hunt le signale le premier dans le rapport du Service géologique de 1866-69. On en trouve mention dans le rapport de 1888-89 (Dr R. W. Ellis) ; dans les Mines et Minéraux de Québec, publié en 1889, par M. J. Obalski ; dans le "Rapport des Opérations minières dans la province de Québec, en 1901, par M. J. Obalski." Des essais de concentration magnétique au moyen d'un séparateur Wetherill furent faits également ; les résultats en furent publiés dans le "Rapport des Opérations minières de la province de Québec en 1903", par M. J. Obalski.

Ce gisement se trouve au pied de la deuxième chute de la Rivière Rapide au partant de son embouchure. Comme une grande partie des roches sur lesquelles coule la chute sont elles-mêmes des gabbros, riches en fer, j'ai appelé ces chutes, Chutes du Cran de fer. Le gisement est connu dans le pays sous le nom de mine Molson, parce que c'est M. W. M. Molson qui fit faire les premiers travaux d'exploitation. Encore actuellement les droits de mines appartiennent des deux côtés de la rive à la succession Molson.

Immédiatement au pied des chutes, les rives apparaissent formées des trois variétés de roches que j'ai déjà signalées ; anorthosite blanche, gabbro et microgabbros, titanomagnétite. Le pas-

(1) Voir descriptions pétrographiques à l'appendice et les photographies fig. 7 et 8.

sage de l'anorthosite au gabbro est toujours tranché, de même celui de l'anorthosite à la titanomagnétite. Par contre le passage du gabbro à la titanomagnétite est bien moins net ; souvent il semble y avoir passage graduel du gabbro à la titanomagnétite par enri-

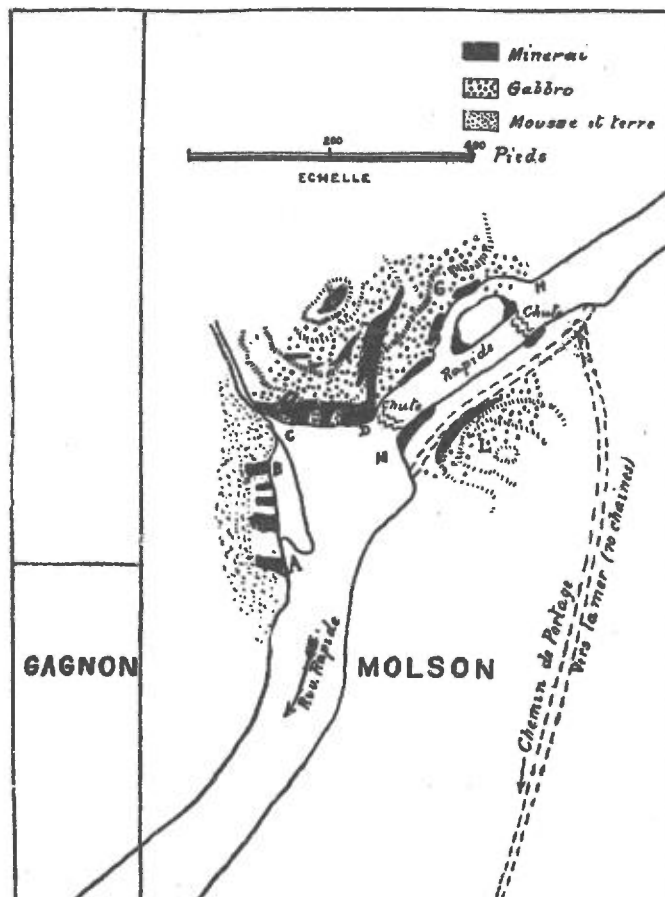


Fig. 5. — Esquisse figurative des gisements de la chute du Cran de Fer.

chissement en grains de fer ; d'autres fois, par contre, on observe une juxtaposition de bandes parallèles et bien distinctes d'un gabbro grenu et grisâtre et d'un minéral de fer noir et compact.

Lorsque le minerai de fer est au contact de l'anorthosite, il est facile de délimiter l'amas ; la difficulté est au contraire bien plus grande quand il y a passage graduel du gabbro au minerai de fer. Le croquis (Fig. 5) indique mieux qu'une description les affleurements minéralisés de ce gisement.

Sur la rive droite.

De A à B on trouve à peu près autant de minerai que d'anorthosite ; le minerai est très pur ; il se présente en masses atteignant 25 à 35 pieds de front le long de la rive et semblant s'élargir en profondeur. De C à D la titanomagnétite est compacte et lourde. De D en E, la titanomagnétite est encore belle, mais elle renferme des parties moins lourdes se rapprochant des gabbros.

Les rives C. D. E. sont escarpées, et forment des falaises de 20 à 30 pieds de hauteur au-dessus de la rivière. En arrière de ces falaises, les terrains s'élèvent par pentes raides jusqu'à environ 80 pieds au-dessus de la chute. Toute cette colline, dont la lettre K indique le sommet, est formée de microgabbros riches en fer et de titanomagnétites, dont il est difficile de délimiter à première vue les surfaces de contact ; les deux roches sont en effet de même couleur, et sensiblement de même densité lorsque le gabbro se charge en fer. En certains points d'ailleurs il y a transition insensible.

Dans le but de se rendre compte de la valeur de cette grosse masse minéralisée, on a prélevé au marteau plusieurs échantillons qui semblaient représenter les diverses qualités de la roche. Un certain nombre ont été analysés au Laboratoire Provincial, à Montréal, et ont donné les résultats suivants :

ÉCHANTILLONS.	S8A.	S8B.	S8C.	S8D.
SiO ₂ ..	26.85	nd	6.72	14.26
FeO..	36.77	28.37	58.76	28.06
TiO ₂ ..	0.375	1.18	24.52	6.92
Al ₂ O ₃ ..	17.30	20.00	3.16	11.67
CaO..	9.48	8.84	0.29	
MgO..	2.16	1.28	3.28	
S..	0.25	0.21	nd	
P ₂ O ₅ ..	2.75	3.86	nd	
Ce qui correspond :				
Fer..	28.60	22.06	45.70	21.82
Titane..	0.225	0.71	14.73	4.15
Phosphore..	1.20	1.68	nd	

Les roches 88A, 88B et 88D, sont évidemment des microgabbros et ne peuvent en aucune façon être considérées comme minerais. Leur teneur en titane est remarquablement faible. Comme elles sont un peu magnétiques, il faut admettre que les grains ferrugineux dont elles sont chargées sont presque uniquement de la magnétite. Au contraire, dès qu'on atteint des teneurs en fer élevées (échantillon 88C.) la teneur en titane augmente immédiatement. Il semble se passer le même phénomène que j'ai déjà signalé à la Baie St-Paul. Les grains de fer isolés dans les roches sont plus voisins de la magnétite que de l'ilménite, au contraire dès qu'il y a différenciation, accumulation de minerais ferrugineux en masses importantes, le titane apparaît en grande quantité. Plus encore que la magnétite, l'ilménite apparaît ainsi comme un minéral de ségrégation.

Un échantillon du minéral riche et compact qui forme les affleurements marqués D, sur le croquis a donné à l'analyse.

(Echantillon 89)

Fe ² O ³	67.90
TiO ²	22.42
P ² O ⁵	0.05
S	0.13

soit

Fer	52.84
Titane	13.46

On peut considérer cette analyse comme représentant probablement le minéral riche qui affleure en amas bien différents de l'anorthosite en A. B. C. D.

Dans l'ensemble du point A au point II, sur un développement de rives de 650 pieds, affleure un véritable gisement de fer titané. Le minéral est de teneur variable, certaines parties sont très riches en oxydes de fer et de titane libre et ne renferment pas 10% de gangue. Dans d'autres, une partie du fer qui figure à l'analyse se trouve en combinaison avec la silice, notamment dans les échantillons provenant de la colline qui domine la chute.

L'estimation de la quantité de minéral de fer que peut contenir ce gisement est presque impossible à faire en l'absence de tout travail de prospection. On peut dire cependant que la colline dont

j'ai figuré le sommet en K renferme 25 et peut-être 40% d'un minéral de fer dont les analyses 88C et 89 donneraient la richesse moyenne. Si on assigne à cette colline une hauteur moyenne de 60' (le sommet est à 80 pieds au-dessus de la chute), si on considère que les conditions qui se manifestent sur 400 pieds de rivage se maintiennent pour 800 pieds en s'enfonçant dans les terres, on arrive à un cubage de minéral de fer égal à $400 \times 60 \times 200 \times 0,3 = 1,440,000$ pieds cubes soit 250,000 tonnes environ en supposant que le minéral pèse 330 livres au pied cube.

Cet estimé ne correspond probablement qu'à une partie du gisement total de la rive droite, et ces chiffres devront s'augmenter si les travaux révèlent l'existence de minéral à plus de 200 pieds du rivage et en profondeur.

Sur la rive gauche de la rivière on retrouve un gisement tout à fait analogue. Une colline L formée des mêmes gabbros et microgabbros noirs, magnétiques et renfermant des amas de titanomagnétite domine la chute. Un chemin de portage côtoie une falaise taillée à pic dans cette colline.

Une analyse d'un morceau de gabbro fortement magnétique a donné.

(Échantillon 92).

SiO ₂	14.60
FeO.....	20.76
TiO ₂	9.40
Al ₂ O ₃	12.13

Correspondant à :

Fer.....	16.15
Titane.....	5.60

Une titanomagnétite compacte a donné :

(Échantillon 91)

FeO.....	63.97
TiO ₂	21.40

Correspondant à :

Fe.....	49.75
Ti.....	12.85

Les beaux affleurements de magnétite se trouvent au bord de l'eau ; la colline présente également des parties constituées presque uniquement par du minerai. Quoique les affleurements de minerai pur soient moins étendus que sur la rive droite, il existe sur la rive gauche de grosses quantités de minerai.

C'est sur cette rive, au bord même de l'eau, que la Cie Molson a tenté autrefois une exploitation du gisement. On peut voir encore en M. un tas de minerai abattu d'une dizaine de tonnes. C'est sur ce tas que j'ai fait prélever et expédier au département des mines d'Ottawa, environ 3000 lbs de minerai.

Vers le sud, l'est et l'ouest, le gisement de la chute du Cran de fer disparaît sous une couche de terre végétale et de mousse qui rend impossible toute évaluation approchée du tonnage probable. Cependant, à environ 200 pieds à l'est de la chute, au croisement des deux lignes N. S. et E. W. qui limitent les propriétés Molson et Gagnon, on trouve 2 petits affleurements mis au jour par un travail tout superficiel. L'un d'eux est découvert sur 3 pieds par 3 pieds environ et est constitué par un beau minerai de fer associé à un gabbro chargé de magnétite. L'amas de minerai n'est pas limité et disparaît sous la mousse. Une analyse a donné :

(Échantillon 82)

SiO ²	1.16
FeO	66.67
TiO ²	25.82
Al ² O ³	1.50
MgO	3.42
CaO	0.32

soit :

Fer	51.85
Titane	15.51

A quarante pieds plus au nord, dans le lit d'un petit ruisseau, on retrouve la même titanomagnétite.

En remontant la rivière Rapide à partir de la chute du Cran de Fer, les rives sont toujours formées du même gabbro magnétifère, noir, lourd, renfermant par endroits des amas de fer titané. A 600 pieds, notamment, en amont de la chute du Cran de Fer, on retrouve sur la rive gauche un bel affleurement de fer titané, mais isolé.

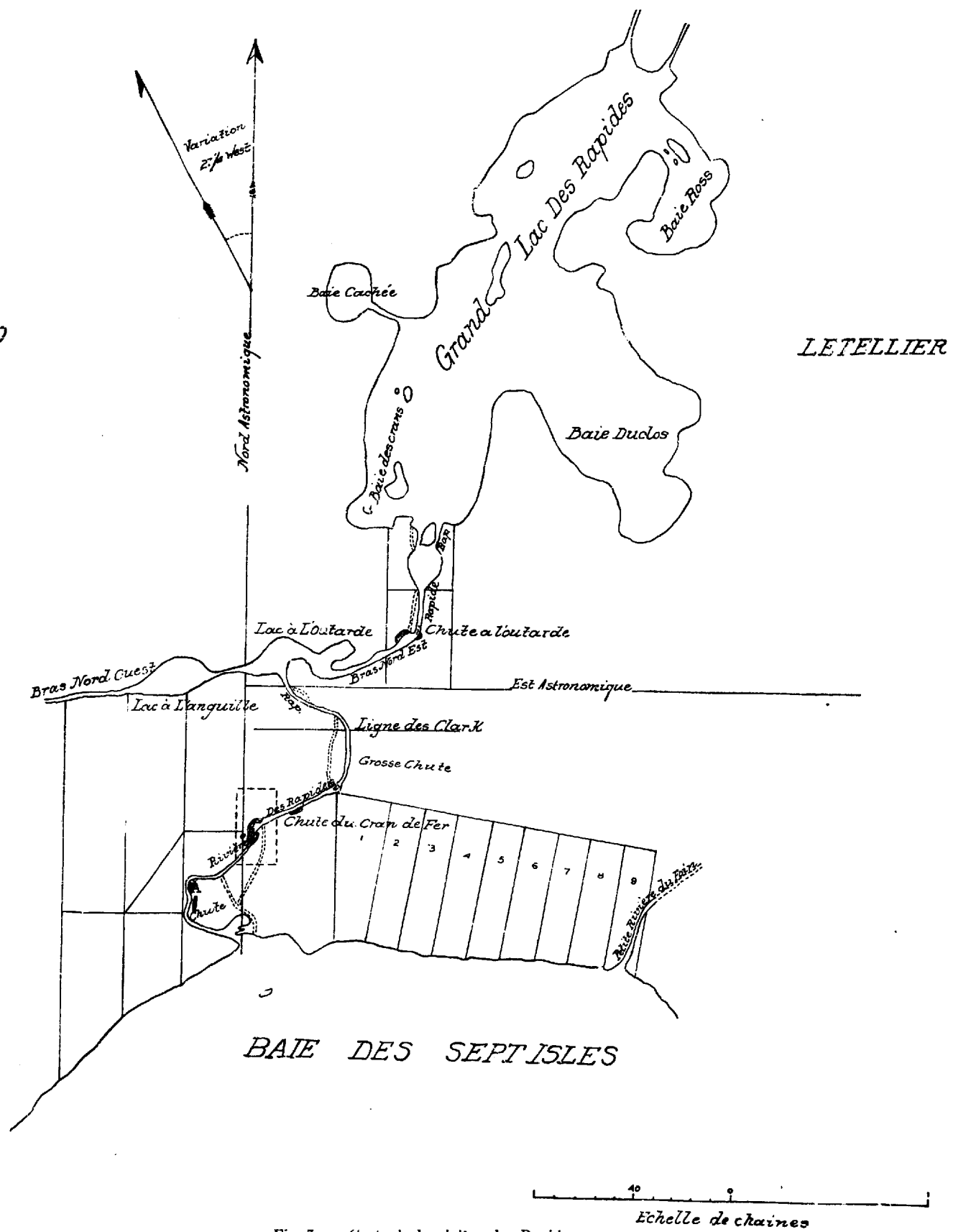


Fig. 7. — Carte de la rivière des Rapides.

La Grosse Chute coule sur un gabbro assez pauvre en grains de titanomagnétite, et sans aucun amas de ségrégation. Il faut remonter jusqu'à la Chute à l'Outarde pour retrouver un amas de quelque importance.

Dans l'ensemble, le gisement de la chute du Cran de Fer peut se définir comme un très gros amas d'un minerai de fer magnétique titanifère, renfermant dans ses parties pures de 50 à 52% de fer métallique et de 12 à 15% de titane. La roche immédiatement associée à ce minerai est un gabbro à grain fin, chargé de titanomagnétite, souvent à un point tel qu'il pourrait passer pour minerai de fer lui-même, et qu'il serait intéressant d'en essayer un enrichissement magnétique.

Toute évaluation du tonnage ne peut être qu'une estimation "probable". De ce qu'on voit dans les affleurements voisins de la chute, on peut conclure à un minimum de tonnage de 300,000 à 400,000 tonnes de minerai riche. Il est raisonnable de supposer que le tonnage réel est beaucoup plus élevé.

Gisement Gagnon.

Tout le quadrilatère compris entre la bouche et la rivière Rapide au niveau de la première chute d'aval et le chemin de portage est formé d'un gabbro noir qui par endroits se charge tellement de grains de magnétite titanifère qu'on serait tenté de le prendre pour un véritable minerai.

C'est ainsi qu'au point A, (fig. 7) à environ 125 pieds de la rivière, on peut suivre sur 80 pieds de long une falaise de 15 à 18 pieds de haut, formée de gabbro très riche en magnétite.

Un échantillon a donné à l'analyse :

(Échantillon 98)

SiO ₂	11.78
FeO	33.18
TiO ₂	18.62
Al ₂ O ₃	8.29

(soit) :

Fer	25.81
Titane	11.1 ²

De même au niveau de la première chute d'aval à 125 pieds de la rivière, sur la même rive gauche, on trouve un autre affleure-

ment de roches tout à fait semblables. L'analyse d'un échantillon a donné :

(Échantillon 97)

SiO ²	12.08
FeO	36.48
TiO ²	14.62
Al ² O ³	1.61
soit	
Fe	28.37
Ti	8.79

Les roches de la rive sont semblables et donneraient probablement des résultats analogues.

Une telle roche ne peut pas être expédiée comme minerai de fer. Son exploitation ne peut être envisagée que si on installe une concentration magnétique après broyage. Peut-être pourrait-on en utilisant l'une des chutes de la rivière obtenir assez économiquement un produit pulvérulent contenant de 50 à 55% de fer et de 10 à 15% de titane.

Gisement de la chute à l'Outarde.

La chute à l'Outarde coule entre des rives formées d'un gabbro anorthosite à structure gneissique. A la tête du portage la roche est gris clair, les éléments, surtout le feldspath, sont de grande dimension. A mesure qu'on s'approche du pied de la chute, le gabbro s'altère de plus en plus à la surface et se granule ; il se charge progressivement de grains de magnétite en même temps que la foliation s'accentue. La roche qui se trouve immédiatement au pied des chutes sur la rive gauche est tout à fait identique à celle qui forme le plateau de St-Urbain et les montagnes du lac de l'Islet.

Sur la rive droite, à environ cent pieds en aval de la chute, le gabbro se charge à un tel point de magnétite qu'il devient un minerai de fer. On trouve d'ailleurs tous les termes de passage entre le gabbro proprement dit et le minerai pur ; il n'y a pas à proprement parler d'amas de minerai au milieu d'une roche stérile, il y a passage latéral et progressif d'une roche un peu magnétique au minerai compact.

Sur la rive même, le minerai pur ne se présente qu'en quantités relativement petites ; par contre le gabbro ferrique est d'une richesse telle et les grains de fer sont si nettement différenciés des

grains de feldspaths et d'augite qu'un enrichissement magnétique après broyage serait certainement très aisé. Ces conditions se maintiennent pour 60 pieds le long de la rive, après quoi les affleurements rocheux disparaissent pour environ 300 pieds sous la mousse. A cet endroit la roche est encore un gabbro, mais beaucoup moins riche en minerai de fer, l'augite et la hornblende constituant la majeure partie des éléments noirs.

Le seul affleurement rocheux que j'aie pu observer en m'écartant un peu de la rive vers l'ouest, se trouve à une centaine de pieds de la rivière.

Il était formé d'un minerai de fer dont l'analyse est donnée ci-dessous (Ech. 115). L'échantillon 116 correspond à un gabbro ferrière pris sur la rive.

	Ech. 115	Ech. 116
Fe O	70.70	33.11
Ti O ²	18.12	17.54
P ² O ⁵	0.075	non-dosé
S	0.08	"
Soit :		
Fer	54.99	25.75
Titane	10.88	10.53
Phosphore	0.033	non-dosé

Quelques travaux superficiels ont été faits sur le bord de la rivière, mais en quantité insuffisante pour permettre de juger la grandeur du gisement. Il serait intéressant de découvrir les terrains en cet endroit, car d'une part certains échantillons donnent de très belles teneurs en fer tout en étant relativement peu riches en titane, et d'autre part, il semble que le gîte ait une certaine importance.

EXPLOITATION ET UTILISATION DES MINERAIS DE LA RIVIÈRE DES RAPIDES.

Des trois gisements décrits, un seul, celui de la chute du Cran de Fer situé sur les propriétés Molson, est assez bien reconnu pour constituer une mine.

L'exploitation en serait facile par des travaux en carrière, situés de chaque côté de la rivière. Le minerai abattu sur la rive droite pourrait être transporté sur la rive gauche par un simple câble-derrick, d'une portée de 250 à 300 pieds. Plus

tard, avec l'approfondissement des carrières, on pourrait pénétrer sous le lit même de la rivière pour y suivre la continuation des amas minéralisés, et le transport du minerai s'effectuerait sans transbordement par un tunnel sous la rivière.

On pourrait évidemment envisager le chargement du minerai à l'embouchure même de la rivière des Rapides; le minerai serait amené de la mine à la mer par un petit chemin de fer de 2/3 de mille de longueur, chargé sur chalands et remorqué jusqu'au quai du village des Sept Îles, actuellement en construction. La rivière des Rapides maintient en effet dans le fond de la baie des Îles un chenal suffisant pour les petits remorqueurs, et à marée haute, des bateaux de 9 pieds de tirant d'eau pourraient accoster à un petit quai de chargement à l'embouchure même de la rivière des Rapides.

Ce mode de transport ne pourrait s'appliquer qu'à une exploitation sur petite échelle; dès qu'il s'agirait de manipuler une centaine de mille tonnes par an, on devra éviter les transbordements et transporter directement le minerai par une ligne de chemin de fer partant de la mine et aboutissant au quai des Sept Îles. Cette ligne aurait environ 8 milles de longueur et serait aisée à construire en contournant la baie.

L'exploitation du minerai de la chute à l'Outarde, si les travaux de recherche en démontraient l'existence d'une quantité suffisante, se ferait par un raccordement d'environ 1 mille et trois quarts à la voie principale. Un bon chemin de portage relie d'ailleurs actuellement la chute à l'Outarde directement à la mer.

L'exploitation des gabbros magnétifères de la chute à l'Outarde et celle, problématique, des gabbros de la propriété Gagnon, ne pourrait se faire qu'avec une installation de broyage et de concentration magnétique.

L'utilisation de ces divers minerais est difficile; à cause de leur forte teneur en titane. On a cherché par une concentration magnétique à obtenir des produits marchands, soit des concentrés en fer pauvres en titane, soit des concentrés en titane. Dans ce but, le Département des Mines de Québec a expédié au laboratoire d'essais du Département des Mines d'Ottawa un chargement de 3 tonnes de minerai, provenant des anciennes exploitations sur la rive gauche de la rivière Rapide (chute du Cran de Fer en M). Des essais très complets ont été faits par M. Geo. C. McKenzie; le procès verbal en est reproduit en appendice à la fin de cet ouvrage. Les résultats sont peu encourageants et ce n'est qu'au prix de longues séparations et d'une perte inadmissible que l'on a pu obtenir des produits marchands.

ÉNERGIE UTILISABLE A LA GROSSE CHUTE.

Cette chute qui a une dénivellation de 75 pieds environ, et de 90 en y comprenant les rapides d'amont, est bien placée pour fournir de la force motrice si une exploitation s'établissait.

Par des mesures rapides (voir Rapport Opérations minières dans Québec durant l'année 1911, p. 130 et 131) le débit de la rivière a pu être déterminé en août 1911 à 707 pieds cubes à la seconde, ce qui correspond à 6,000 chevaux environ pour une hauteur de 75 pieds.

C'est une énergie plus que suffisante pour l'exploitation, la concentration magnétique si elle était possible, ou même la fusion directe pour acier en fours électriques.

RIVIÈRE STE-MARGUERITE.

La rivière Ste-Marguerite présente un volume d'eau important. A un mille de son embouchure elle mesure déjà 55 à 60 chaînes de largeur. Elle est navigable aux embarcations de pêche jusqu'aux pieds de ses premières chutes, soit à environ 4 milles de la mer. Au pied même des chutes elle peut porter, à marée basse, des embarcations de 7 pieds de tirant d'eau.

Ces chutes ont été aménagées et une pulperie appartenant à la North Shore Power Co " en tire son énergie. Actuellement aux eaux moyennes, l'énergie développée est de 10,400 chevaux. La chute avait primitivement une hauteur de 43 pieds, mais au moyen d'une digue on obtient actuellement une tête d'eau de 58 pieds.

A environ 1½ mille en amont de cette première chute, la rivière présente une deuxième chute qui d'après la carte de M. Rinfret, aurait 75 pieds de hauteur. Elle est inutilisée.

A côté de la pulperie, s'est construite une coquette petite ville, Clarke City, pourvue d'un excellent hôtel et de magasins, et qui est reliée à la côte par un chemin de fer de 9 milles. Ce chemin de fer aboutit à un quai où viennent accoster les bâtiments chargeant la pulpe.

Les rives de la rivière Ste-Marguerite sont, dans la partie que nous avons examinée, surmontées par des terrasses d'argile et de sable et ce n'est que sur de petites étendues que la roche fondamentale du pays est à découvert, au voisinage immédiat de l'eau.

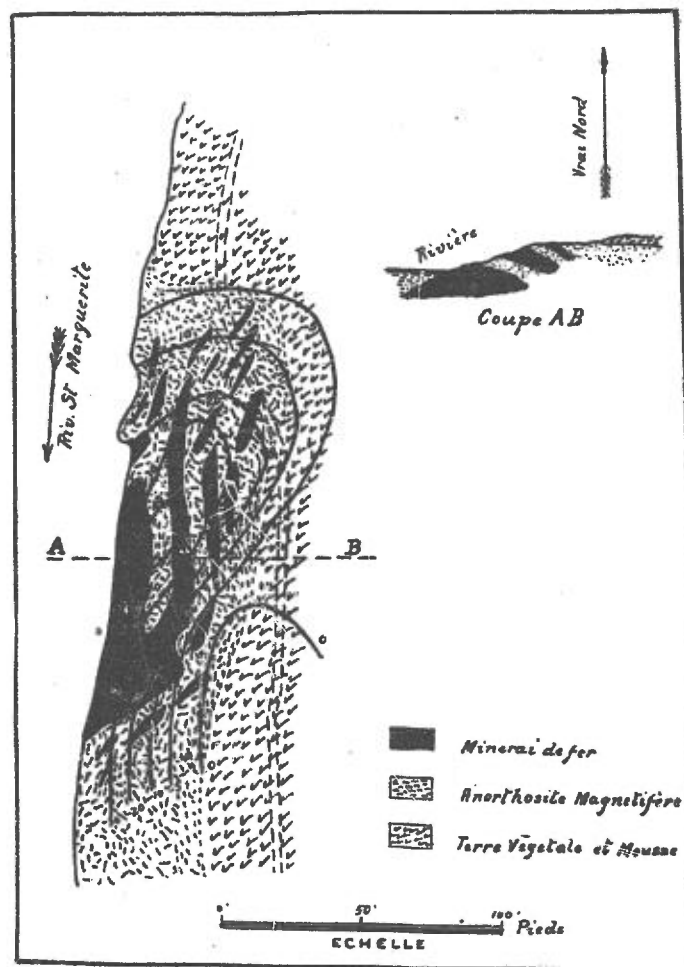


Fig. 8.—Gisements de la riv. Ste-Marguerite—Mine en aval de Clark-City.

GÉOLOGIE—

La roche fondamentale qu'on voit affleurer le long de la rivière ou au quai, sur la baie, est une anorthosite de couleur sombre, souvent presque noire, à grain en général assez gros. Les éléments accessoires sont de la titanomagnétite, un peu de pyroxène, un

peu d'amphibole. Les feldspaths sont saussuritisés, et certaines plaques minces montrent en outre comme produits de décomposition de la calcite, du mica blanc, de la séricite et de l'épidote (1)

GISEMENTS—

Les bords de la rivière Ste-Marguerite étant recouverts par de hautes terrasses d'argile et de sable, les affleurements rocheux sont peu étendus. Les deux seuls affleurements minéralisés que j'aie pu voir se trouvent au voisinage de la chute de Clarke City et je les décris sous le nom de gisement d'aval de Clarke City et gisement d'amont de Clarke City.

Gisement d'aval de Clarke City—

A environ $\frac{1}{2}$ mille en aval de la digue de la pulperie, entre la rivière et les terrasses de glaise et de sable, on peut observer un affleurement large de 50 à 60 pieds d'une anorthosite de couleur sombre, renfermant comme éléments noirs, des grains d'hyperssthène et de minerai de fer. Sur environ 400 pieds de longueur du nord au sud, la roche est fortement chargée de grains de minerai de fer et il suffit de l'écraser sous le marteau et de présenter un aimant pour récolter une grappe de grains de minerais. Sur les surfaces altérées et polies par les eaux, les feldspaths blancs, et la magnétite noire dessinent une sorte de mosaïque.

Au milieu de cette roche sont enclavées des lentilles d'un minerai de fer assez pur, dont le plan (Fig. 8) donne une représentation. La plus grosse, large d'environ 15 pieds et longue de 80, disparaît sous les eaux de la rivière. L'ensemble minéralisé n'a pas plus de 40 pieds de large sur 140 pieds de long. Il ne faudrait pas compter sur une grande continuité en profondeur, car ces affleurements correspondent à des amas limités et non à des veines.

Le plan ci-joint porte en outre des courbes d'égale intensité magnétique, la boussole est d'ailleurs affectée à travers le bois en remontant vers Clarke City ; mais les angles d'inclinaison sont très faibles et il est probable que ces perturbations ne sont dues qu'à des anorthosites imprégnées.

(1) Au quai de chargement de la pulperie sur la baie des Sept Îles on peut voir dans l'anorthosite des traînées d'une roche noire à grain fin ayant tout à fait la structure des diabases. Voir appendice pétrographique et photographies 9 et 10.

Si on se borne aux affleurements de véritable minéral de fer, les amas en vue sont très limités (peut-être 10,000 tonnes en tout). Par contre l'anorthosite magnétifère doit couvrir une plage d'au moins 400' x 300'.

	I	II	III
SiO ²	1.52	7.88	
FeO	71.38	68.18	57.24
TiO ²	20.68	16.40	17.76
P ² O ⁵	0.11	0.029	
S	0.23	0.59	
Correspondant à			
Fer métallique . . .	55.10	53.03	44.53
Titane	12.42	9.84	10.63
Phosphore	0.049	0.013	

Les colonnes I et II correspondent à deux échantillons de minéral compact. La colonne III donne l'analyse des concentrés magnétiques obtenus par broyage d'une anorthosite magnétifère (34.6% de concentrés).

Gisement d'amont de Clarke City.—

La pierre qui servit à la construction de la pulperie et de la digue fut retirée en partie d'une carrière située sur la rive gauche de la rivière, au nord même de l'eau, à environ un demi-mille de la chute. C'est dans cette carrière qu'on a mis à jour du minéral de fer dont le plan (Fig. 9) indique les affleurements.

La pierre a été extraite sur un espace elliptique d'environ 165 pieds de long, sur 65 de large; les parties centrales sont encombrées de débris et ce n'est que sur le pourtour que l'on peut se rendre compte de la nature des affleurements.

La roche est une anorthosite dont le grain est assez gros. Les feldspaths qui la composent sont gris sombre ou gris verdâtre, fortement schillerisés. Parfois la roche contient quelques petits grains de pyrite de fer cuivreuse.

Le fer titané magnétique apparaît en deux endroits dans la carrière. De B en C la roche se charge considérablement en minéral de fer (plus de 50%). En C D E la roche est presque stérile, mais en s'approchant de E la teneur augmente et de E à L sur une longueur de 70 pieds, la roche peut passer pour un véritable minéral de fer.

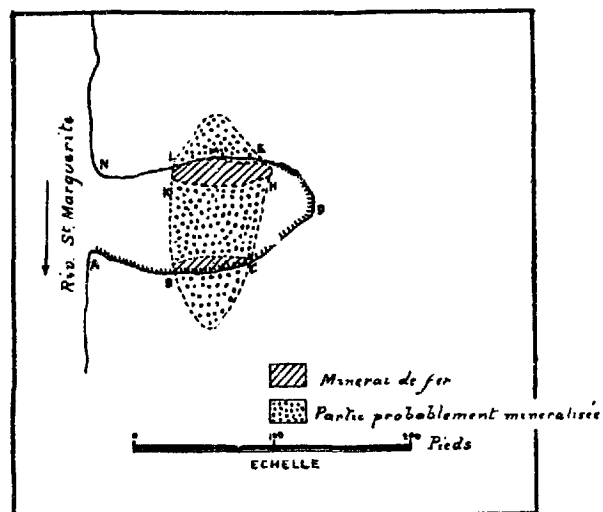


Fig. 9. — Gisements de la rivière Ste-Marguerite. —
Amont de Clarke City.

	I	II
SiO ₂ ...	15.96	0.84
FeO...	49.96	74.36
TiO ₂ ...	15.08	18.88
CaO...	3.87	
MgO...	3.57	
P ₂ O ₅ ...	0.17	
S...	0.187	0.51
Ce qui correspond à		
Fer métallique...	38.86	57.84
Titane...	9.06	11.34
Phosphore...	0.08	0.013

I est un échantillon moyen correspondant à l'aire E H K L M (70 pieds sur 30 pieds).

II a été prélevé sur une petite lentille de minerai à grain très fin en L M.

Les deux affleurements B C et E L appartiennent peut-être à un immense amas qui aurait ainsi une longueur de 150 pieds par 30 à 70 pieds de large.

La faible teneur moyenne en fer de cet amas le rend peu intéressant au point de vue économique.

LA CÔTE NORD DES SEPT ÎLES À MIGNAN.

Rivière Chaloupe et le Cap Rond.

Lorsqu'on quitte les Sept Îles pour se diriger vers l'est, on longe d'abord une côte basse et sablonneuse connue sous le nom de Pointe à Juliette et bancs de Moisie. La rivière Moisie qui débouche dans la mer au milieu de ces sables se trouve à environ 13 milles à l'est du village des Sept Îles. Les bancs de sable disparaissent à environ 9 milles à l'est de l'embouchure de cette Rivière et font place à une côte rocheuse, à formes arrondies mais assez profondément échaucrée. Sauvage et peu accueillante, d'aspect dangereux aux gros bateaux par les récifs sous-marins qu'elle envoie souvent à de grandes distances au large, cette côte est au contraire, très hospitalière pour les petites embarcations, barques, berges et petits yachts qui peuvent trouver dans de nombreux petits havres un refuge contre le gros temps.

Géologie.

Au point de vue géologique, cette côte est formée de roches ignées et métamorphiques qui, à partir de la Rivière Chaloupe en se dirigeant vers l'est, sont très nettement des anorthosites, mais qui entre les bancs de la Rivière Moisie et la Rivière Chaloupe constituent un complexe igné où entrent évidemment plusieurs variétés distinctes. C'est ainsi qu'à la pointe St-Charles le rivage et les îles sont formés d'une roche rubanée noire et rose, les bandes noires étant pour plus de la moitié de leur masse formées de mica, et de hornblende, les bandes roses correspondant à une sorte de gneiss massif à orthose et quartz avec très peu de mica. Tantôt ces bandes sont fort étroites et plissées parallèlement, tantôt elles ont de grandes dimensions et sur des étendues assez considérables on ne rencontre qu'une seule variété de roche, notamment le gneiss rose.

A la rivière Manitou, ce complexe igné fait place à un granite à hornblende et mica noir (hornblende dominante). Les cristaux sont gros, le quartz peu abondant.

A la rivière aux Graines les roches rubanées réapparaissent, avec un aspect légèrement différent de celui des roches de la Pointe St-Charles. L'ensemble est plus grisâtre, les bandes roses moins abondantes. Trois variétés de bandes apparaissent, des bandes grises, des bandes noires, des bandes roses. Un feldspath plagio-

clase domine dans les bandes gris jaunâtre; les bandes gris noirâtre sont formées de feldspath, probablement plagioclases, et de mica noir; les bandes roses contiennent probablement un mélange de feldspath orthoclases dominants et plagioclases avec des éléments noirs peu abondants. Certaines bandes renferment des individus de feldspaths plagioclases de $\frac{1}{2}$ à deux pouces de longueur; ce phénomène se présente non seulement dans les bandes anorthositiques, mais aussi dans les bandes micacées.

De gros dykes de pegmatite recoupent ces formations le plus souvent presque à angle droit sur l'alternance. Tous ces dykes ont d'ailleurs la même direction sensiblement nord-sud. Dans ces dykes l'élément dominant est un feldspath orthose rose; le quartz est en quantité bien moins importante; le mica noir forme des ségrégations qui attirent particulièrement l'attention des pêcheurs de la côte; en fait aucun de ces cristaux de mica n'offre d'intérêt économique.

Alors qu'à l'ouest de la rivière Chaloupe, à l'endroit marqué R. Q., sur la carte de la rivière Chaloupe et du Cap Rond (Fig. 10), la côte est encore formée de ces bandes alternantes de roses gneiss, d'anorthosites et de roches micacées, en O. P., de l'autre côté de la plage de sable P. Q., la roche fondamentale est une anorthosite massive mais conservant encore par l'alignement constant de ses quelques éléments noirs, la marque des efforts de laminage qui ont affecté toute cette partie de la côte. Avec des variations secondaires dans la structure et dans l'abondance des éléments ferrugineux, on peut dire que c'est en cet endroit que commence le grand massif d'anorthosite qu'on peut suivre jusqu'à la rivière Saint-Jean, et probablement au delà.

En même temps apparaissent dans la roche des grains de minéral de fer. Ces grains deviennent parfois si abondants à mesure qu'on se déplace vers l'est qu'il a été nécessaire de distinguer trois variétés différentes de roches pour la région qui s'étend de la rivière Chaloupe à la Pointe à Shelldrake, ce sont: les anorthosites, les anorthosites gneissiques, les titanomagnétites à gangue feldspathique.

Sous le nom d'anorthosites, nous comprenons la plus grande partie des roches qui forment la côte, les autres variétés n'apparaissant que comme accidents locaux. Ce sont des roches à cassure grise ou d'un blanc sale, à grain moyen, prenant un beau poli rose brunâtre sous l'action des vagues, dures et compactes. Elles sont formées de feldspaths généralement voisins du labrador, et ne contiennent que très peu d'éléments ferromagnésiens.

Au contact des lentilles de titanomagnétite, il n'est pas rare de rencontrer un enrichissement local en mica noir.

En quelques points, notamment à la rivière au Tonnerre, on peut observer de grands cristaux de feldspath labrador chatoyant.

Les *anorthosites gneissiques* dérivent des anorthosites vraies par l'addition en quantité considérable d'éléments noirs; hornblende, mica noir et surtout titanomagnétite. Ces éléments sont toujours alignés, et la direction de cet alignement se maintient d'une façon remarquablement constante sur toute la côte. Elle est à peu près est-ouest. Le parallélisme de ces éléments est parfois très nettement visible sur les surfaces polies; la roche a alors un aspect gneissique caractéristique. D'autres fois les éléments noirs, (c'est alors presque uniquement de la titanomagnétite) forment de petites taches qui se rejoignent par leurs extrémités, s'anastomosent entre elles, et constituent une sorte de réseau à mailles de losange dont les grands axes sont parallèles à la foliation générale.

Sous le nom de *titanomagnétites à gangue feldspathique* il faut entendre des roches intercalées dans la foliation des anorthosites gneissiques, sous forme de lentilles ou de veines et composées en grande partie d'ilménite et de magnétite. La masse principale, le minerai de fer, renferme toujours soit des cristaux isolés de feldspath, soit des globules, de petites poches d'anorthosite, particulièrement visibles sur les surfaces polies; sur le minerai de fer d'un beau noir se détachent les feldspaths roses ou brunâtres. L'épaisseur de ces lentilles de fer dépasse rarement 10 pieds, en général elles se tiennent au voisinage de 1 à 3 pieds. Une seule lentille, celle du Cap Rond atteint 16 verges de largeur. Ces épaisseurs ne se maintiennent pas, et tombent très rapidement à peu de choses ou à rien.

Ce sont ces ilménites et fer titané à gangue feldspathique qui constituent les minerais de fer du cap Rond.

Les gisements de la rivière Chaloupe et du Cap Rond—

La carte (Fig. 10) à l'échelle de un mille au pouce représente un lever rapide de la côte à l'est de la Rivière Chaloupe. On y a fait figurer par des traits noirs les lentilles d'ilménite et fer titané qu'on a pu observer.

En quittant la rivière Chaloupe pour se diriger vers l'est, la roche est une anorthosite grise s'altérant en rose sur les surfaces

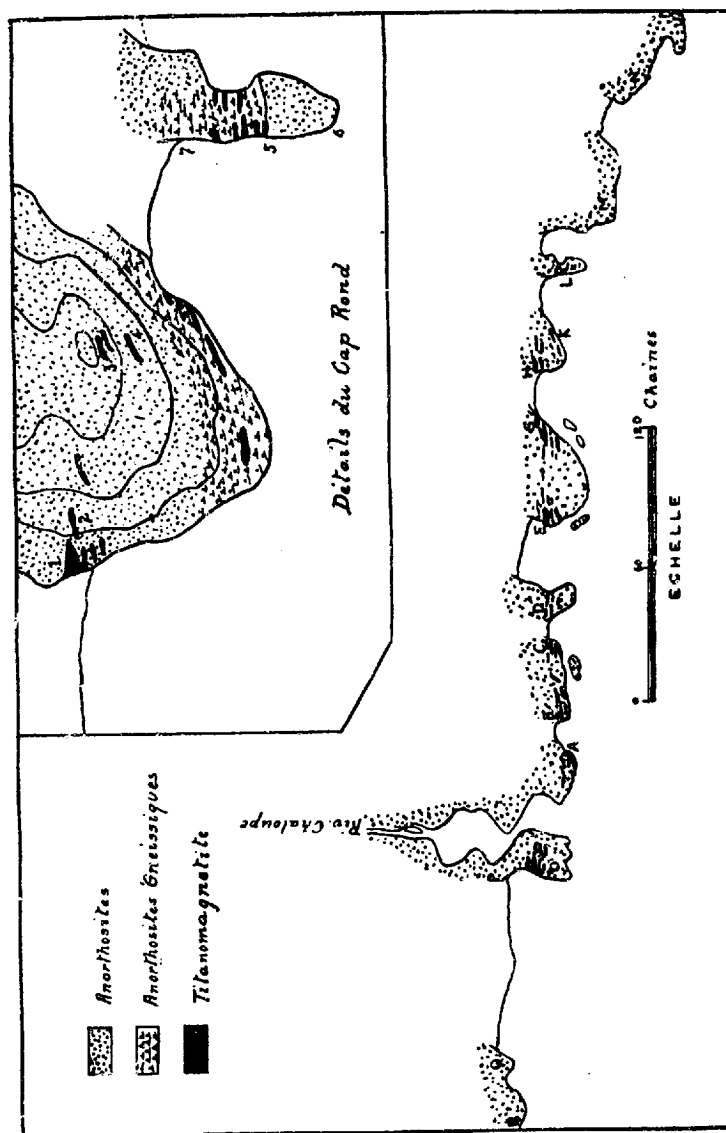
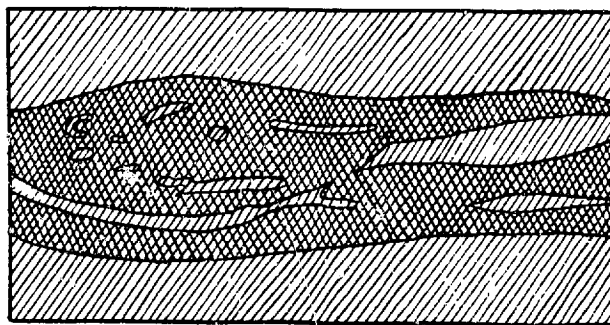


Fig. 10.—La Côte Nord aux environs de la rivière à la Chaloupe.

polies. En A, à mesure qu'on s'approche de la mer, on voit apparaître une série de bandes noires grossièrement parallèles et chargées de titanomagnétite. L'une d'elles se suit sur une longueur de 200 pieds avec une épaisseur variant de 1 à 10 pieds. Cette bande n'est pas formée de magnétite compacte d'une éponte à l'autre, elle renferme des lentilles ou même des boules parfaitement rondes d'une anorthosite ayant tous les caractères extérieurs de la roche encaissante; altération en rose brun à la surface, cassure grise, grain moyen. De sorte que sur les surfaces polies par les vagues ont à peu près l'aspect représenté par la figure 11 :



 Titanomagnetite  Anorthosite

Fig. 11. — Bande de titanomagnétite avec enclaves d'anorthosites.

Lorsqu'on examine de près les parties de la veine qui semblent être formées de minéral de fer compact on s'aperçoit que des cristaux de feldspath sont enchâssés dans la masse noire; ce phénomène est particulièrement visible sur les surfaces polies.

Vers l'est, cette veine plonge dans la mer; vers l'ouest, elle s'éparpille en éventail assez fermé. Les inclinaisons magnétiques prises sur une ligne N. S., c'est-à-dire perpendiculaire à la veine, ont donné des nombres variant de + 4 à — 70.

Cette veine A se retrouve en B de l'autre côté de la baie, avec les mêmes caractères, la même direction et le même plongement presque vertical (10° vers le nord). Elle se prolonge vers l'est dans le bois où on la retrouve sous la mousse à 500 pieds. On peut dire que cette bande ou série de bandes parallèles se suit sur 1500 pieds.



Fig. 12. — LE CAP ROND, FACE ORIENTALE.



Fig. 13. — UNE LENTILLE DE TITANO-MAGNÉTITE DANS
LES ANORTHOSITES.

Deux milles à l'est de la rivière Chaloupe.



Fig 14. — FEUILLETS DE DIORITE DANS LES ANORTHOSITES DU CAP ROND.

Les lentilles de titano magnétite sont intercalées dans les feuillets de l'anorthosite.

En C et D apparaissent d'autres veines, mais d'épaisseurs plus irrégulières; ce sont à plus proprement parler des lentilles à épanouissements subits. Le remplissage de ces lentilles est notablement plus pur qu'en A et B; la roche encaissante est moins riche en éléments noirs, d'aspect moins gneissique. Il semble que les veines ou lentilles de minerai les plus riches se rencontrent dans les anorthosites les plus compactes et les moins chargées de filets de magnétite ou d'ilménite.

En E, on rencontre une série de grosses veines rouillées à la surface. L'une d'elles s'épanouit sur une largeur de 55 pieds, mais elle renferme une enclave d'anorthosite de 10 pieds. Le "minerai" est impur, chargé de feldspath. On peut suivre, sous la mousse, de place en place, ce réseau de bandes magnétifères, depuis E jusqu'à G. Là elles réapparaissent, très visibles, sur les surfaces polies des rochers. L'une d'elles présente un épanouissement de 30 pouces sans aucune enclave d'anorthosite, mais les cristaux de titanomagnétite qui forment la veine sont toujours accompagnés de cristaux de feldspath. La proportion de feldspath est d'environ 25%. A quelques pieds au nord de cette veine apparaît une sorte d'éventail de bandes magnétifères qui sur une largeur de 6 pieds peut renfermer 60% de minerai de fer. Cet éventail est interrompu par un dyke de pegmatite N. S.

Le Cap Rond.

Le cap Rond où se trouvent les gisements de fer signalés par M. l'arpenteur provincial Jobidon, forme une assez haute colline rocheuse d'aspect arrondi, lorsqu'on la voit du large. Sa partie sud, battue par les flots, est formée d'anorthosite gneissique, extrêmement chargée en minerai de fer. La foliation en est tellement prononcée que la roche ne se polit pas, sous l'action des vagues et du temps, comme les autres roches du pays, en mamelons arrondis; mais des plans de diaclase parallèles à la foliation s'y développent, et la roche se casse suivant des plans dirigés E.W., et plongeant d'environ 10° ou 15° vers le nord. (Voir fig. 14).

Quelquefois la teneur de la roche en magnétite est telle que certaines bandes constituent un véritable minerai de fer. Malheureusement ces bandes sont étroites, les plus grosses ont de 6 pouces à 12 pouces d'épaisseur. Elles n'ont aucune continuité; au bout de quelques verges elles s'amincissent ou s'éparpillent en de nombreuses bandelettes qui disparaissent dans la roche.

Les parties hautes de la colline, et celles qui avoisinent le point

H sont formées d'une anorthosite beaucoup moins gneissique et beaucoup moins chargée d'éléments noirs. Le passage de l'anorthosite vraie à l'anorthosite gneissique se fait parfois assez brusquement, sans transition aucune; en certains points l'anorthosite compacte, et d'un gris clair, tranche vivement au milieu des gneiss.

C'est en H que se trouve le plus gros gisement de minerai de fer. Au niveau des hautes mers, tout contre la plage, on voit une série de veines magnétifères dont la plus importante présente une épaisseur de 16 verges le long du petit ruisseau qui se jette à la mer en cet endroit. Cette veine s'enfonce en coin dans la falaise rocheuse et ne semble avoir aucune continuité en largeur. A une hauteur de 18 pieds au-dessus de la plage, sur le flanc de la colline l'épaisseur se réduit à zéro. Le gisement est donc en réalité une véritable lentille de ségrégation, de dimensions assez restreintes.

Nous avons recherché le prolongement vers l'est de cette lentille en faisant l'ascension du cap Rond. L'anorthosite qui constitue la masse de la montagne renferme assez souvent des lentilles de minerai de fer, allongées de l'est à l'ouest, mais aucune n'a un volume intéressant.

Sans chercher à dresser une carte de courbes d'égale inclinaison magnétique, nous avons relevé les inclinaisons en divers points de cette montagne. Les chiffres que nous donnons ont été pris tous les 25 pieds sur des lignes N. S., c'est-à-dire perpendiculaires à la direction d'allongement des lentilles.

Stations sur les différentes lignes.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Ligne No 1....	-10	+44	-57	Invers. du nord	+34	+20	+ 5	+10	+4
Ligne No 2....	-35	-40	Invers. du nord.	+30	+ 7				
Ligne No 3....	0	-15	-30	-44	-22	- 0			

La station IV, correspond à peu près au centre de la lentille H. Au delà de 2, dans le prolongement de cette lentille la boussole n'était presque pas affectée. Ces chiffres montrent la limitation

en largeur de ces lentilles; les variations rapides sur de si courtes distances mettent en évidence le prolongement vertical de ces lentilles.

Deux prises d'échantillons ont été faites en deux endroits de l'amas H. Leur analyse a donné :

	No 177	No 177 bis
Fer métallique.	38.84	35.45
Titane métallique.	7.88	6.98

La teneur en fer est assez faible; nous ne nous sommes pas attaché en effet à choisir uniquement les morceaux les plus lourds et les plus purs, mais plutôt à nous rendre compte de la valeur globale de l'amas. Les éléments accompagnant le minerai sont d'ailleurs visibles à l'œil, ce sont des feldspaths, des pyroxènes, quelques sulfures. La teneur en titane est assez petite par rapport à celle du fer (1 à 5), elle rend compte du fait que le minerai est fortement magnétique.

Un tel minerai trouverait difficilement un marché, d'un autre côté aucun amas n'a de dimensions suffisantes pour être travaillé.

Dans l'état actuel des découvertes, il n'existe sur la côte, entre la rivière Chaloupe et à deux ou trois milles à l'est du cap Rond, aucun gisement de fer ayant une importance économique quelconque. Ce jugement ne porte, bien entendu, que sur la côte au voisinage immédiat de la mer, et ne condamne en rien les régions de l'intérieur, encore inexplorées.

Rivière au Tonnerre.

Le village de la rivière au Tonnerre est bâti sur des bancs de sable et de glaise de chaque côté de la rivière. Au nord, le pays s'élève légèrement et des collines rocheuses apparaissent. Leur roche fondamentale est une belle anorthosite grise, s'altérant en blanc à la surface, compacte, sans aucune trace de foliation. Cette anorthosite renferme souvent de gros cristaux de plagioclase, probablement labrador et finement maclés, albite, enchâssés dans un aggrégat de petits cristaux de feldspath vitreux à cassures moins planes.

Sur une de ces collines, située à environ un mille $\frac{1}{2}$ au N. E. du village, dans une sorte de creux recouvert par des arbustes, se trouve un affleurement de fer titané ayant à peu près la forme d'une poire dont le grand axe serait dirigé du S. S.-E. au N. N.-W.

et dont la longueur serait de 50 pieds environ pour une largeur de 35 pieds. Le minerai est noir, lourd, dur, faiblement magnétique. La ligne de contact entre le minerai et l'anorthosite est nette, sans trace d'actions mutuelles, mais irrégulière, la roche envoyant des apophyses dans l'amas et réciproquement.

La boussole d'inclinaison est peu affectée au voisinage; sur une ligne E. W. et tous les 15 pieds, les indications de l'instrument furent + 6 + 10—5—5—8—9 + 5.

La boussole avait une erreur initiale de + 5. Le chiffre de -- 8 correspond au renflement de la poire.

Cet affleurement de fer titané est unique, et dans son voisinage immédiat la boussole n'est pas affectée.

L'analyse d'un échantillon a donné :

(Echantillon 200)

Fer métallique..	49.75
Titane métallique..	21.20

MASSIF D'ANORTHOSITE DE MORIN.

MINE DE DESGROBOIS.

Situation.

Les affleurements se trouvent sur les lots 39, 40 et 41 rang VI, canton de Beresford, comté de Terrebonne. Ils sont marqués B sur le plan Fig. 15. Le chemin de fer du C. P. R. de Montréal à Mont Laurier passe à quelques centaines de pieds de là et la station-halte de Desgrobois n'est qu'à 2 ou 3 lots de distance. Le plus proche village, celui de Ste-Agathe se trouve à 7 milles. La Rivière Rouge avant de se jeter dans la Rivière Noire serpente dans une vallée dont les bas-fonds marécageux s'étendent sur une largeur de 200 à 400 pieds. Sur la rive droite de ce ruisseau, les terrains s'élèvent en une sorte de bas plateau qui précède les hautes collines formant à peu près la limite entre les rangs V et VI. C'est en bordure de ce plateau que se trouvent les affleurements.

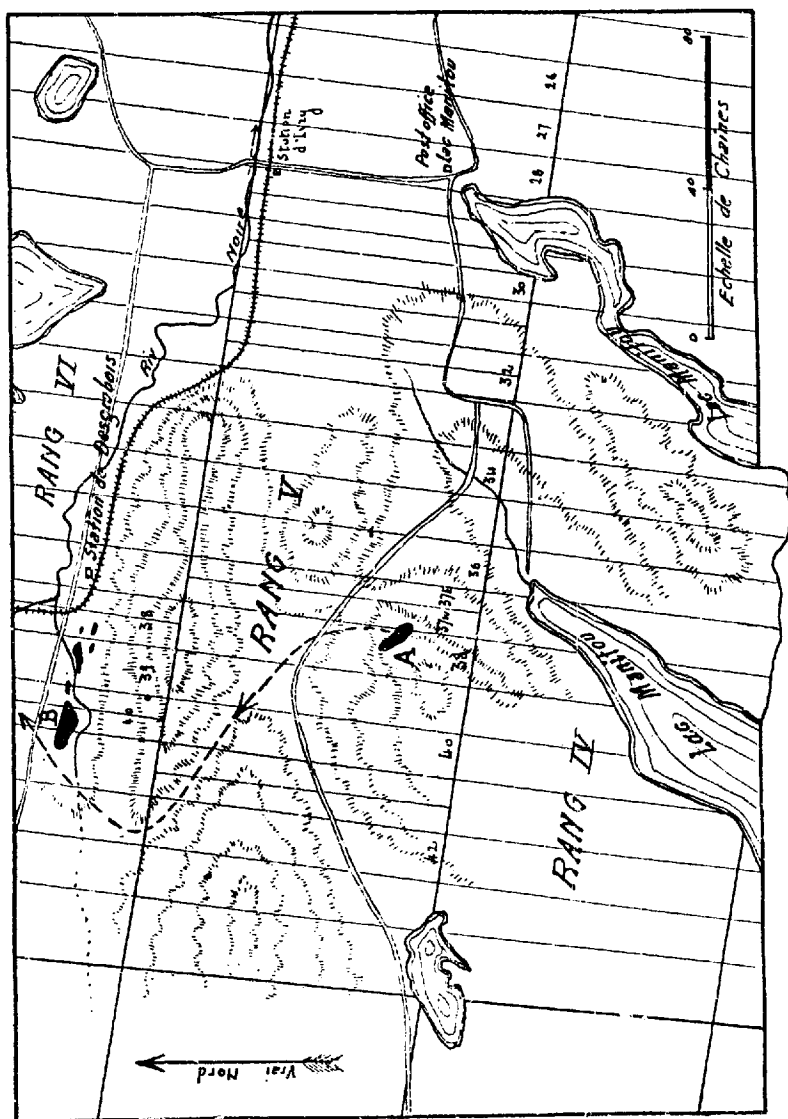


Fig. 15. — Situation des mines Desgrosbois et d'Ivry canton Beresford, comté Terrebonne.

En juin 1912 aucun travail n'avait été fait sur les lots 40 et 41, seuls quelques coups de mine avaient été tirés dans un affleurement de minerai qui se trouvait derrière la maison de Beauchamp. Une reconnaissance rapide à la boussole d'inclinaison permit d'observer des attractions en divers points des lots 40, 39 et 38. Comme les parties sur des lots 38 et 39 où se produisaient ces attractions étaient boisées et qu'un arpentage magnétique y eut été assez long à faire, nous nous bornâmes à étudier les parties des lots 39 et 40 qui avoisinent le chemin. Un petit arpentage magnétique de reconnaissance fut effectué sur une butte rocheuse recouverte de terre et d'argile, mais qui attirait fortement l'aiguille.

Géologie.

Les terrains sont encore ici de l'anorthosite, et le minerai s'y présente en amas. Par rapport aux amas d'Ivry qui sont voisins, ceux de Desgrobois sont moins bien définis; dans la zone minéralisée la roche est souvent imprégnée de minerai, et dans les amas le minerai enchâsse souvent des feldspaths et des pyroxènes rhombiques.

Nature et grandeur des gîtes.

Lot 39. En juin 1912 la seule découverte faite sur ce lot consistait en un affleurement de minerai de fer magnétique, situé à 260 pieds au sud de la maison de Joseph Beauchamp, au pied du bas plateau d'anorthosite déjà signalé. Quelques coups de mine avaient été tirés, et on avait mis à découvert du minerai sur une longueur de 22 pieds et une hauteur de 5 pieds. Sur la butte elle-même une tranchée de 10 pieds de long et large de 2 pieds mettait à nu également du minerai.

En faisant enlever à l'est de ce prospect la terre végétale sur une longueur de 27 pieds (N.S.) et une largeur de 22 pieds (E.W.) il fut possible de découvrir le bord d'une lentille de minerai magnétique. En effet sur les 27 pieds de longueur mis à nu, les 16 pieds inférieurs étaient du minerai et les 11 pieds supérieurs de l'anorthosite.

Ces deux affleurements semblent faire partie d'une même lentille, allongée probablement parallèlement à la rivière, et qui serait ainsi reconnue sur une longueur de 60 à 70 pieds et une largeur maximum de 27 pieds. La partie reconnue de cette lentille figure dans le plan Fig. 16 sous la lettre A.

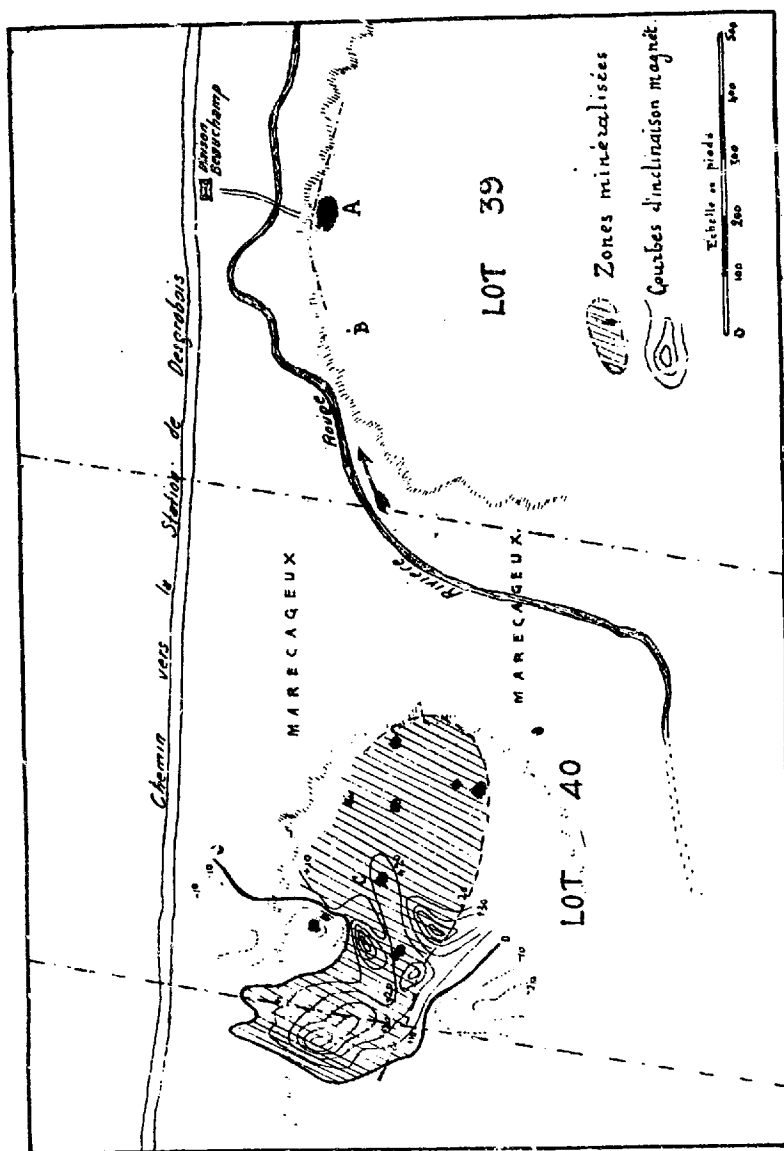


Fig. 16. — Détails des affleurements à la mine de Desgrobois, cañon Beresford.

Au point marqué B et à l'ouest toute minéralisation disparaît, et sous la glaise on ne trouve plus que de l'anorthosite. Par contre à mi-chemin entre B et A une série de petits trous creusés dans un cercle de 34 pieds de diamètre donna certainement du minerai.

La lentille A n'est pas constituée uniquement par de la magnétite compacte; ce sont des enclaves de roches schisteuses, composées en grande partie de feldspath et de titanomagnétite. Mais ces intercalations sont peu importantes.

Lots 40 et 41. — Le plan Fig. 16 résume d'une façon concrète les résultats des recherches effectuées sur une sorte de butte d'anorthosite qui domine de quelques pieds un bas fond marécageux. En noir sont figurés les divers affleurements de titanomagnétite découverts par l'enlèvement du manteau mince de terre végétale. Aucun affleurement n'a pu être suivi sur de grandes longueurs et il est probable que les dimensions des lentilles auxquelles ils appartiennent sont très limitées.

Le plus gros affleurement que nous ayons observé se trouve au point marqué D sur le plan Fig. 16. On peut voir autour d'une petite bosse de fer magnétique de 4' sur 6' une masse minéralisée sur une longueur de 47 pieds et une largeur de 27 pieds. Cette masse minéralisée est loin d'être du minerai pur, elle est fortement chargée de feldspath et comme on le verra plus loin l'échantillon qui a été prélevé à la surface de façon à représenter grossièrement une moyenne ne donne que des teneurs en fer assez peu élevées. D'autres affleurements (comme C) se présentent avec des dimensions de 10 à 15 pieds.

Faute de travaux systématiques de prospection il est impossible de relier ces affleurements l'un à l'autre.

Un peu plus à l'ouest, en s'approchant de la clôture entre les lots 40 et 41, le manteau de terre et de glaise s'épaissit et il est impossible d'atteindre la roche profonde à moins de creuser beaucoup. Nous avons fait alors une reconnaissance à la boussole d'inclinaison en faisant des lectures aux sommets de carrés de 30 pieds de côté. Les résultats en sont réunis sous forme de courbes. On peut voir par ces courbes que si la "zone minéralisée" est assez étendue, les amas de vrai minerai qui doivent se traduire par des plages d'attraction supérieure à 50° sont de dimensions assez restreintes.

En résumé le gîte se présente comme une série d'amas de ségrégation, par enrichissement généralement progressif au sein d'une anorthosite. Le minerai étant magnétique, il se pourrait

qu'une exploitation des parties les plus richement minéralisées de la "zone" puisse se faire, et que par une rapide concentration magnétique sur place on puisse obtenir du minerai à haute teneur. Il est possible aussi que des travaux de prospection révèlent la présence sur les lots 40 et 41 de beaux amas de minerais, exploitables sans concentration.

Nature du minerai.

Le minerai rentre dans la classe des titanomagnétites. Il est attiré par l'aimant, moins fortement cependant que la magnétite normale.

Ainsi qu'on le verra par l'analyse la teneur en fer est plutôt basse; c'est qu'il existe presque toujours des feldspaths et des pyroxènes (quelquefois de la biotite) au milieu du minerai. (1)

	Ech. No 8	Ech. No 10	Ech. No 14	Ech. No 15
Fe ² O ³	52.48	55.16	59.97	56.70
TiO ²	7.48	11.25	30.12	8.48
Soit :				
Fer métallique.	40.76	42.85	46.59	44.04
Titane	4.49	6.73	18.09	5.09

L'échantillon 8 et l'échantillon 15 ont été prélevés à deux reprises sur la partie minéralisée que nous avons mise à découvert en A. L'échantillon 10 provient du tas de minerai déjà sorti en A. L'échantillon 14 provient d'un des affleurements autour de C.

Nous avons voulu nous rendre compte s'il était possible d'enrichir le minerai en fer et de l'appauvrir en titane par une séparation magnétique. Dans ce but nous avons fait les essais suivants sur dix kilogrammes provenant du tas de minerai en A.

Le minerai fut amené par pulvérisation au broyeur à disque Braun à passer entièrement au tamis de 20 mesh, puis classé en 3 grosseurs: 20 à 40 mesh; 40 à 80 mesh; plus petit que 80 mesh. Chacune des grosseurs fut alors soumise à une séparation magnétique dans un petit appareil de laboratoire constitué par un cylindre horizontal en laiton tournant autour d'un électro-aimant. Les parties magnétiques restaient collées au cylindre tournant et étaient entraînées, alors que les parties non magnétiques glissaient

(1) Voir dans l'appendice pétrographique une photographie du minerai (fig. 13).

sur le cylindre sans être entraînées. Les concentrés magnétiques furent pesés et analysés pour fer et titane; les résultats en sont réunis dans le tableau suivant :

ESSAI DE CONCENTRATION MAGNÉTIQUE SUR LE MINERAI DE
DESGROBOIS.

Composition du minerai brut : { Fer métallique : 42.85 %
Titane..... 6.73 %

	Minerai brut.				Concentrées et tailings.		
	Fe.	Ti.	S.	Ph.		Fe.	Ti.
A. De 20 à 40 mailles. 9.16 %	49.50	4.37	0.68	0.064	Concentrés magn. 89.11 %	51.32	3.69
					Tailings 10.89 %	27.30	13.57
B. De 40 à 80 mailles. 27.57 %	43.25	6.27	0.34	0.061	Concentrés magn. 74.50 %	54.60	6.65
					Tailings, 25.40 %	15.28	5.52
C. Plus petit que 80 m. 63.27 %	41.85	7.25	1.09	0.067	Concentrés magn. 82.80 %	47.32	7.28
					Tailings 17.00 %	17.47	10.52
					0.20 % de pertes en poussières.		

Ces essais ne donnent évidemment pas de renseignements absolus. On aurait pu les conduire d'une toute autre façon: broyer par exemple une partie du minerai de façon à ce qu'il passe au travers du tamis de 20 mesh, puis concentrer magnétiquement; broyer une autre partie du minerai de façon à ce qu'il passe au travers du tamis de 40, puis concentrer magnétiquement. Opérer de même sur d'autres lots qu'on mènerait à passer au travers du

tamis de 80 et 120 par exemple. Un tel essai eut peut-être été plus voisin de la pratique industrielle, mais il nous eut donné au laboratoire des produits moins propres.

Quoiqu'il en soit, nos essais nous permettent de remarquer :

1° que le classement par grosseur nous donne déjà un enrichissement en fer et un appauvrissement en titane.

2° que c'est dans les concentrés de la catégorie la plus grosse que la teneur en titane s'abaisse le plus.

3° que l'on obtient dans les trois catégories une relativement faible proportion de tailings et par suite une grande quantité de concentrés. Ces concentrés ont des teneurs en fer de 51.32, 54.50 et 47.32 et des teneurs en titane de 3.69, 6.65 et 6.77 de sorte que dans les concentrés des catégories fines l'appauvrissement en titane est peu important ou nul.

Si l'on remarque que c'est la catégorie la plus fine qui est en proportion la plus grande, on voit que le rendement à l'appauvrissement en titane est très faible.

La mine de Desgrobois ne prendra une valeur réelle que si des travaux de prospection mettent à jour des masses importantes et continues de minerais et si par des essais plus complets que les nôtres on montre qu'il est possible de réaliser un rendement plus grand à la concentration.

ST-BONIFACE DE SHAWINIGAN.

Situation.

St-Boniface de Shawinigan est un assez gros village du comté de St-Maurice, sur la ligne du Canadian Northern qui va de Montréal à Québec. St-Boniface se trouve à 82 milles de Montréal, 94 milles de Québec et 6 milles des chutes de Shawinigan (Shawinigan Falls).

Le pays aux environs de St-Boniface est presque uniformément plat; les dénivellations du sous-sol sont généralement remplies par des sables quaternaires, et la région peut être considérée comme un plateau dans les parties meubles duquel les rivières se sont creusé des lits plus ou moins profonds. C'est ainsi que la rivière St-Maurice en aval des chutes coule entre de hautes terrasses de sable et d'argile.

De temps en temps cependant des affleurements rocheux apparaissent au travers du manteau sableux. C'est ainsi que notam-

ment les gisements de fer que nous étudions se trouvent au milieu d'une série de petites hauteurs rocheuses qui s'élèvent de quelques dizaines de pieds, peut-être d'une centaine de pieds, au-dessus du niveau général du pays.

Géologie.

Presque tout le pays autour de St-Boniface est constitué par les roches que l'on rattache à la série Grenville : gneiss, amphibolites, calcaires cristallins. Cependant à environ 3 milles à l'ouest de St-Boniface un massif éruptif basique s'est fait jour. Il figure sur les cartes géologiques sous le nom d'anorthosite avec une longueur N.S. de 7 milles et une largeur E.W. de 2 milles. C'est dans ce massif éruptif basique que se trouvent les gisements connus sous le nom de "mine de Shawinigan" ou mine de "Gron-din."

Nous n'avons pas eu le loisir d'étudier dans le détail la nature exacte de ce massif, et il est fort probable que dans son ensemble on doive le rattacher aux anorthosites, mais au voisinage des gîtes de fer, la roche est tellement chargée d'éléments ferro-magnésiens qu'il est plus juste de la rattacher aux gabbros. Tout le long du sentier qui va de la maison de Loranger à la mine Gron-din (gisement I de la carte Fig. 17) les roches sont formées d'un mélange de feldspaths, pyroxènes et fer titané très faciles à distinguer les uns des autres même à l'œil nu sur les surfaces altérées; les feldspaths s'altèrent en blanc de craie, les pyroxènes apparaissent en grains écailleux (diablage) le fer titané inaltéré fait saillie sous forme de grains noirs.

Ce gabbro renferme des enclaves de deux sortes :

La première catégorie d'enclaves semble être plutôt un produit de différenciation du magma éruptif; c'est une roche à structure gneissique, nettement rubanée et qui contraste vivement avec le gabbro encaissant qui n'est pas orienté. Elle est formée principalement de feldspaths, de pyroxènes diallagissants, de quelques pyroxènes rhombiques, d'un peu de mica noir et d'une quantité variable de fer titané. Les éléments ferro-magnésiens sont en excès par rapport au feldspath. Comme éléments secondaires de l'amphibole, de la calcite, de la chlorite (pennite).

La deuxième catégorie d'enclaves se présente sous forme de lentilles très allongées ou de bandes d'un gris noir, à grain très fin, rugueuses au toucher et très dures. Au microscope la roche

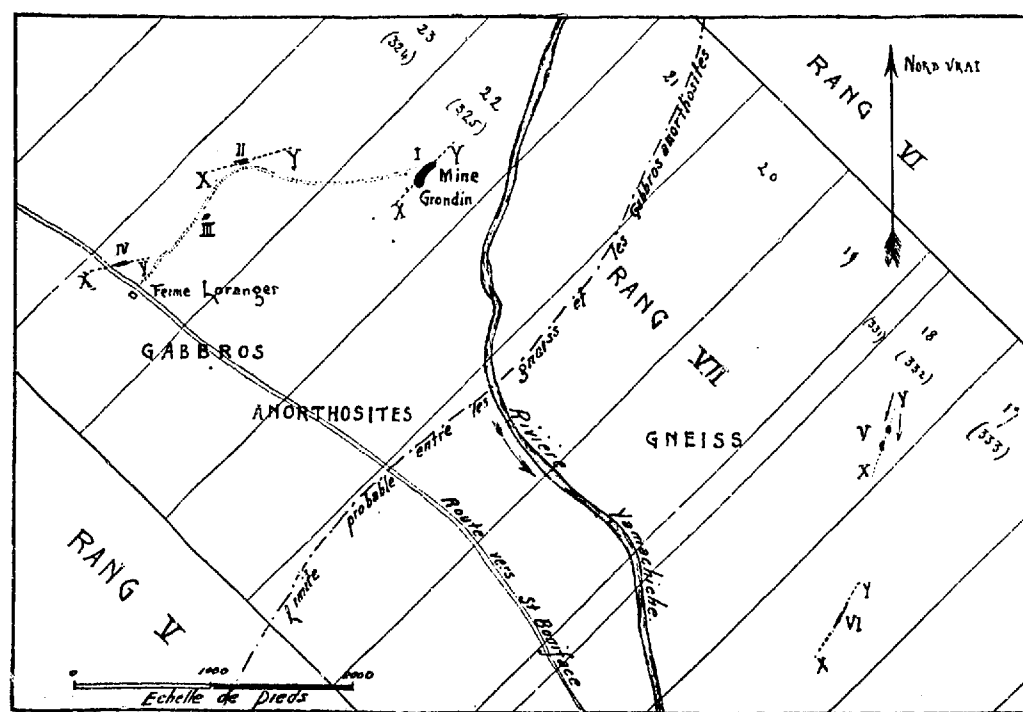


Fig. 17. — Situation de la mine Grondin, St-Boniface.

présente tous les caractères d'un microgabbro (structure granulitique) (1).

Les premières enclaves, les enclaves à aspect gneissique, se rattachent étroitement aux amas minéralisés. C'est ainsi que les bandes de minerai marquées II sur le plan fig. 17 proviennent en ligne directe du complexe gneissique par enrichissement progressif en fer titané de certaines bandes. Nous retrouvons là le phénomène déjà signalé pour les gisements de la Rivière des Rapides aux Sept Îles : les magnétites titanifères accompagnent une roche ultra basique enclavée dans les gabbros anorthosites. Au point de vue génétique, il y aurait eu dans le magma encore fluide ou pâteux différenciation d'une roche lourde, très riche en éléments ferro-magnésiens et titanifères à laquelle on peut donner le nom de pyroxénite à titanomagnétite. Lors des phénomènes dynamiques (étirement, compression, etc.) dont les feldspaths portent les traces, il se produisit un brassage accompagné de laminage dont le résultat fut d'encaisser au milieu d'une anorthosite et d'un gabbro, des lentilles parallèles, de véritables rubans de roches ultra-basiques, qui par endroit passent à un vrai minerai de fer titanifère.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la direction des droites X Y qui indiquent pour chaque gisement le sens d'allongement des lentilles, on peut voir que les efforts dynamiques produisirent des laminages dont la direction varie du Sud-Ouest au Sud. Il est intéressant de remarquer que cette direction est à peu près la même que celle de la ligne de contact entre l'anorthosite et le gneiss, et la même aussi que celle de la bande d'augitite représentée en V, figure 17, et de la veine (No VI) de pegmatite magnétifère.

Quant à la cornéenne à diallage, elle représente une enclave enalloène, c'est-à-dire d'origine extérieure au magma. Peut-être doit-on voir en elle un lambeau des terrains envahis et disloqués par l'intrusion du gabbro anorthosite.

Nature et grandeur des gîtes.

La plus grande partie des lots 22 et 23 est boisée, de sorte qu'il n'est possible de voir que ce qui a été découvert par des travaux de prospection.

(1) Voir appendice pétrographique, fig. 11 et fig. 12.

Le plus gros gisement est celui connu sous le nom de mine de Grondin. Sa position est indiquée par le chiffre I de la figure 17. La seule excavation qui ait été faite consiste en un trou de 22' de long par 10' de large et 6' de profondeur. Ce trou est creusé dans un bon minerai (voir plus loin les essais) et c'est lui qui a fourni il y a une trentaine d'années le minerai qu'une compagnie locale essaya de fondre sur place. En se dirigeant vers le S.W. on peut voir en plusieurs endroits du minerai apparaître au travers du manteau de terre végétale et de sable. Le plus gros affleurement de minerai se trouve le long d'un petit escarpement de 10' de hauteur sur une largeur de 50'. Le minerai étant magnétique il a été possible de faire un levé à boussole d'inclinaison. Nos instruments mal réglés ne nous donnèrent que des résultats comparatifs, mais tout à fait suffisants cependant pour nous permettre de délimiter avec quelque certitude une surface d'attraction supérieure à 60°. Elle apparaît sous forme d'une ellipse irrégulière allongée du N.E. au S.W., dont la longueur serait de 175 pieds et la largeur d'environ 60 pieds.

A une courte distance se trouve une petite butte rocheuse qui renferme quelques bandes de titanomagnétites, mais qui est surtout intéressante au point de vue pétrographique. Les roches qui sont découvertes sur une largeur d'environ 100 pieds apparaissent en bandes parallèles dirigées à peu près vers l'W.S.W. De l'ouest à l'est on rencontre d'abord un gabbro à diallage massif puis un complexe à structure gneissique qui n'est autre chose qu'un facies particulièrement basique de ce même gabbro. Ce complexe gneissique a été décrit précédemment et est composé de feldspaths, pyroxènes rhombiques, diallage et fer titané. Dans certaines bandes de ce gneiss le fer titané prend une prépondérance telle que l'on se trouve en présence d'un véritable minerai. On peut dire que sur une largeur de 25 pieds la titanomagnétite forme de 40 à 50 pour cent de la masse et que sur une largeur de 18 pouces la titanomagnétite forme plus de 75 pour cent de la masse.

C'est également dans ce complexe gneissique qu'apparaissent les enclaves de cornéenne dont nous avons parlé précédemment.

En IV fig. 17 une excavation a été faite par M. Loranger dans une prairie voisine de la route. Cette excavation de 15 sur 15' et 4' a dégagé une lentille de magnétite titanifère large de quelques pieds seulement à la surface, mais qui semble s'élargir en profondeur. Dans le but de nous rendre compte de l'importance et surtout du sens d'allongement de cet amas, nous fîmes quelques lectures à la boussole d'inclinaison. La ligne d'intensité maximum (xyz sur le plan fig. 17) est dirigée à peu près du S.W. au

N.E. La plage d'attraction supérieure à 60° est relativement petite.

D'une façon générale la boussole est affectée presque partout le long du sentier qui mène de la maison de Loranger à la mine Grondin montrant l'existence d'amas minéralisés sous le manteau de terre végétale. Un de ces amas affleure en III. Il est certain qu'avec un arpentage magnétique méthodique on arriverait à localiser ces amas: il est bon cependant de faire remarquer qu'il ne suffit pas qu'il y ait attraction pour qu'il y ait gisement. Un gabbro gneissique très chargé en titanomagnétite peut avoir un effet très prononcé sur la boussole et ne pas constituer un gisement exploitable. La boussole ne peut qu'indiquer les points intéressants à prospecter et ce seront toujours les travaux de découverte (puits, tranchées, sondages) qui renseigneront définitivement.

Nature du minéral.

Comme pour le minéral de Desgrobois nous avons fait un essai de concentration magnétique après broyage et classement par grosseur.

Les résultats en sont réunis dans le tableau suivant :

ESSAI DE CONCENTRATION MAGNÉTIQUE SUR LE MINÉRAI DE GRONDIN.

Composition du minéral brut : { Fer métallique..... 41.55
Titane..... 5.44

Minéral brut.			Concentrés et tailings		
	Fe.	Ti.		Fe.	Ti.
A. De 20 à 40 mailles, 29.40 %	42.04	5.42	Concentrés magn. 71.42 %	49.62	4.69
			Tailings 28.58 %	23.12	7.68
B. De 40 à 80 mailles, 28.90 %	42.47	7.10	Concentrés magn. 52.60 %	58.48	2.95
			Tailings 47.40	23.32	11.82
C. Plus petit que 80 mailles 41.50 %	41.21	4.29	Concentrés magn. 53.42 %	53.40	2.33
			Tailings 46.58 %	29.43	5.16
D. Pertes 0.20 %.					

CANTONS DE L'EST.

GISEMENTS DE BEAUCEVILLE (Comté de Beauce).

Situation.

Ces gisements ont été reconnus par un certain nombre de petits travaux de prospection alignés sur une longueur de trois milles, dans la direction du sud-ouest au nord-est, entre les rivières Plante et Callway, affluents de droite de la rivière Chaudière.

Entre ces deux rivières se dresse une chaîne de petites collines presque entièrement boisées. Les travaux forment deux groupes :

1° Le groupe connu sous le nom de mine du Bloc. Il se trouve à 500 pieds environ de la ligne séparant le rang Ste-Corinne N.W. d'un rang non arpenté, le rang du "Bloc", et à peu près dans le prolongement de la 11e terre (No 1342) du rang Ste-Corinne NW. On y arrive à partir de St-François de Beauce (Beauceville) en descendant le long de la rivière Chaudière pendant 4 milles et en prenant le chemin des rangs Ste-Corinne pendant 4 milles et demi. On quitte la voiture à la hauteur du lot 1348, et on prend un sentier qui longe les lots et qui traverse à gué la rivière des Plantes (environ 1 mille).

2° Le groupe du rang St-Charles, lots 300 et 301. On y arrive en suivant la même route de voiture que précédemment, mais en s'arrêtant avant le pont qui traverse la branche S.E. de la rivière Plante.

I. MINE DU BLOC.

Nature et grandeur du gisement.

Les travaux qui constituent la mine du Bloc se trouvent dans une clairière, en plein bois, et couvrent une aire ayant environ 200 pieds dans sa plus grande dimension.

La figure 18 montre en quoi consistent ces travaux. A B et C D sont deux tranchées au stérile ; EK, LM, NO, PQ sont des tranchées peu profondes, qui ont mis à jour du minerai. NP et R sont deux excavations (R étant assez profond, une dizaine de pieds environ). Ces travaux étaient déjà anciens à l'époque de

notre visite, et il n'est pas toujours possible de dire avec certitude si telle ou telle partie est creusée dans le minerai ou dans la roche.

Le minerai se présente en poches irrégulières dans une roche serpentineuse. Généralement le passage de la serpentine au minerai se fait par une sorte de roche très chargée en mica ambré, contre lequel l'amas minéralisé s'arrête brusquement. Parfois cependant il arrive qu'il y ait transition insensible, le minerai primitivement compact passe progressivement à une serpentine très chargée de grains de fer, puis à la serpentine normale.

On peut voir en noir sur la figure 18, les affleurements de minerai compact; les gros points noirs correspondent aux parties éboulées des travaux qui semblent avoir été taillées dans le minerai.

Si l'on admet que tous ces affleurements font partie d'un même amas, on peut assigner à cet amas une longueur d'environ 100 pieds du nord-est au sud-ouest et une largeur d'environ 40 pieds. Dans cet amas ainsi défini tout n'est pas minerai; des enclaves rocheuses existent en grand nombre, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le plan, de sorte qu'il est impossible de donner une estimation du tonnage.

Le minerai étant magnétique nous avons pu faire un relevé magnétique. Les lectures furent faites tous les 15 pieds au moyen d'une simple boussole de mineur. Avec elles nous dressâmes les courbes qui figurent sur le plan. Si imparfaites que soient nos mesures, elles concordent cependant à peu près avec les indications de surface. Le minerai étant moins magnétique que la magnétite pure, il est permis de considérer les plages d'attraction supérieure à 40° comme indicatrices de la grandeur des amas. Dans le cas présent la plage d'attraction supérieure à 40° a environ 70 pieds sur 25. La concentration des courbes isogones vers le nord-ouest indique que l'amas descend brusquement et à une assez grande profondeur en cet endroit.

Il est bon de signaler que l'allongement de l'amas se fait dans une direction parallèle à celle de la bande minéralisée le long de laquelle toutes les autres découvertes ont été faites.

Nature du minerai.

Si en apparence, les divers affleurements semblent appartenir à un même amas, en fait ils correspondent à des minerais de composition variable.

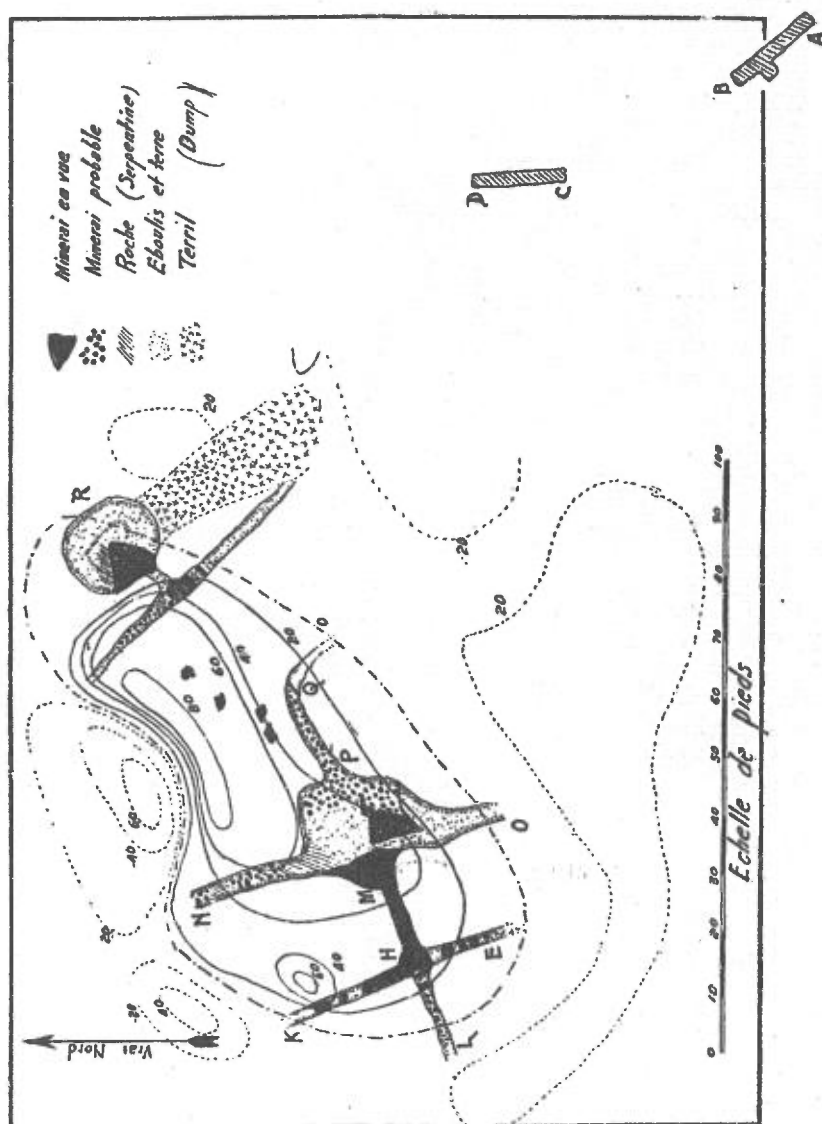


Fig. 18. — Mine du Bloc, Beauceville, comté de Beauce.

Dans le trou R, le minerai est une magnétite chromifère et ne renferme que de petites quantités de titane (Ech. B. 115). Dans la tranchée E K, et notamment en H (Ech. B. 116) le minerai est une magnétite titanifère qui ne contient pas de chrome.

	Ech. B. 115	Ech. B. 116
FeO... ..	55.36	61.36
TiO ₂	0.16	16.28
Cr ² O ₃	9.86n	Néant
S... ..	0.075	.....
Ph... ..	0.045	.....
Correspondant à		
Fer métallique... ..	43.06	47.73
Chrome... ..	6.80	Néant
Titane... ..	0.09	9.78

II. PROSPECTS DANS LE RANG ST-CHARLES.

Le plan figure 19 en montre la situation.

Les excavations 4 et 5 ont été faites pour amiante dans de la serpentine.

En 1 est une amorce de carrière d'environ 15 pieds de large sur 65 pieds de long. La roche dans laquelle elle est creusée présente à l'œil nu plusieurs facies différents : sur les parois du nord-ouest c'est une roche noire, à grains fins, se rayant assez facilement au couteau. Sur la facies sud-est c'est une roche grise, souvent orientée (trainées parallèles d'éléments noirs). Au microscope elles sont formées d'une mosaïque de quartz broyé et granulé, de feldspaths saussuritisés et granulés sur les bords et de cristaux très abondants d'un minéral épigénisé en séricite. Certains échantillons renferment du mica orienté.

La proportion relative de ces éléments varie brusquement d'un point à l'autre, et certaines plaques minces ne montrent presque que des minéraux transformés en séricite.

Toutes ces roches renferment une petite quantité de minerai de fer. Comme en dehors de cette excavation il n'existe que très peu de roches visibles, il est difficile de définir ces roches. Il semble qu'elles appartiennent au contact d'un massif dioritique ou granitique avec un massif de pyroxénite et de péridotite; le tout fortement broyé et décomposé.

Le minerai n'apparaît qu'à la tête de la carrière (front de taille) sous forme d'une lentille, large de 10 à 12 pieds. Le pas-

sage entre la roche et le minéral se fait graduellement, et la lentille n'a pas d'éponte définie. (1)

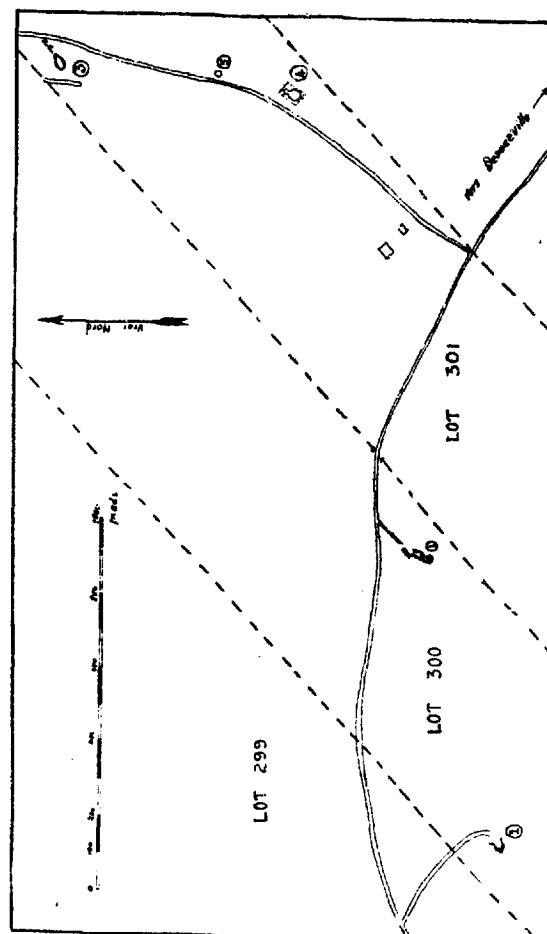


Fig. 10. — Travaux de recherches dans le rang Saint-Charles, Beauceville.

En l'état actuel des travaux on voit fort peu de minéral en place. Par contre le chemin d'approche de la carrière est bordé par des tas de roche et de minéral. Le plus gros de ces tas de

(1) Voir dans l'appendice pétrographique une photographie du minéral. Fig. 15.

minerai peut contenir environ 25 tonnes. Un échantillonnage rapide fait sur ce tas a donné à l'analyse. (Ech. B. 108).

Fer.	24.70
Titane.	12.36

Il est probable qu'un triage plus soigné eut donné un minerai plus riche.

Le trou marqué 2 sur le plan fig. 19 a 20 pieds de diamètre environ; il était plein d'eau lors de notre visite, mais à en juger par la quantité de matériaux extraits, il doit être assez profond.

Il est possible que le fond du trou corresponde à une poche de minerai; en tous cas le front d'attaque ne renferme qu'un minerai d'aspect assez pauvre. En certains points existent des enrichissements locaux, mais de dimensions restreintes.

Des matériaux sortis et encore visibles sur le terrain, une petite partie est bien minéralisée. Un tas estimé à 12 tonnes peut contenir environ 50% de minerai.

En 3, sur les pentes d'une colline rocheuse, on peut voir une série de tranchées et d'excavations qui n'ont malheureusement révélé aucun gisement intéressant. Les trois excavations ont été creusées dans une roche d'un grain fin et d'une couleur noire, qui n'est qu'un greenstone très ferrugineux. Dans ce greenstone se trouvent des poches de minerai de petites dimensions (quelques pieds). C'est d'une de ces poches que provient l'échantillon 109 dont nous donnons l'analyse :

Fer métallique.	54.77
Titane.	7.49

De tout ce qui précède on peut voir qu'aucun de ces travaux de prospection n'a donné de résultats bien encourageants. Dans le rang St-Charles, les masses minéralisées sont très limitées (bien que le minerai soit très magnétique la boussole n'est affectée que sur quelques pieds au voisinage des affleurements).

Dans le "Bloc" l'amas est peut-être assez important. A lui seul cependant il ne peut pas donner naissance à une exploitation industrielle.

D'un autre côté la teneur en titane rend l'utilisation difficile.

CHAPITRE IV.

MINÉRAIS DE FER TITANÉ OU ILMÉNITES

Gisements de St-Urbain (près de la Baie St-Paul).

Gisements du massif d'anorthosite de Morin... .. { Ivry..
Environ de St-Jérôme.
Canton de Rawdon.

Tous ces gisements ont des caractères identiques, et forment un type beaucoup plus défini que les gisements de titanomagnétites. Ils se présentent en amas irréguliers, à épontes nettes, sans terme transitoire, au sein d'une anorthosite normale ne portant aucune trace d'actions dynamiques ou d'actions de contact. Ces amas ont toutes les dimensions. A St-Urbain c'est par centaines de pieds qu'il faut compter. En d'autres endroits au contraire les amas sont très petits et se réduisent, comme cas limite, à de simples poches ou à des mouches de quelques pouces de diamètre. Ces poches d'ilménite apparaissent alors sur les surfaces usées des anorthosites, comme des flagues ou des gouttes de poix.

GISEMENTS DE ST-URBAIN (près de la Baie St-Paul).

Les gisements se trouvent dans les rangs St-Jérôme et St-Urbain de la paroisse St-Urbain, comté de Charlevoix. Le village de St-Urbain est desservi par le petit port de la Baie St-Paul sur le St-Laurent (à 9 milles de distance).

Le pays est coupé par une large vallée sablonneuse au fond de laquelle serpente la rivière du Gouffre. En aval du village de St-Urbain, les flancs de la vallée, qui sont séparés l'un de l'autre par une distance d'au moins 2 milles et demi s'élèvent par pentes douces jusqu'à environ mi-chemin du sommet. Là on quitte les sables et une anorthosite apparaît. Ces anorthosites conduisent, sur la rive droite de la vallée, à un large plateau ondulé, dont l'al-

altitude au-dessus de la mer varie entre 1100 et 1200 pieds. C'est sur ce plateau, ou plus exactement sur sa bordure sud-est, que se trouvent les gros gisements de fer titané. La partie centrale de ce plateau et d'une façon générale les parties basses, sont recouvertes de glaise; en certains points, des sondages en ont révélé une épaisseur de 12 pieds. Ce manteau de glaise gêne la prospection et cache, sans aucun doute, des dépôts de fer. Par divers affleurements on peut cependant se rendre compte de la nature de la roche sous-jacente.

Ce plateau s'élève insensiblement vers l'ouest et se termine au pied de montagnes assez considérables, dont l'altitude dépasse certainement 3,000 pieds. C'est ainsi que nous trouvâmes pour une de ces montagnes dont nous fîmes l'ascension une hauteur de 2,300 pieds au-dessus de la baie St-Paul, et en face de nous la montagne connue dans le pays sous le nom de "montagne du lac de L'Islet" se dressait à plus de 1,000 pieds plus haut encore.

GÉOLOGIE.

L'étude géologique de la région considérée se diviserait en 3 parties :

- Les anorthosites et leurs variétés granuleuses et gneissiques;
- Les sédiments ordoviciens (calcaire de Trenton);
- Les dépôts glaciaires et post-glaciaires.

Il nous suffira pour la compréhension de la nature des gîtes, de décrire brièvement les anorthosites et de dire quelques mots des dépôts glaciaires et post glaciaires.

Les calcaires de Trenton n'offrent en effet qu'un intérêt secondaire pour nous; on les rencontre en affleurements sous forme de lambeaux isolés en différents endroits le long de la vallée du Gouffre, depuis son embouchure jusqu'au village de St-Urbain.

Les anorthosites peuvent, dans le plateau de St-Urbain se classer en deux variétés principales :

- Les anorthosites compactes;
- Les anorthosites granuleuses et gneissiques.

Anorthosites compactes.

Ce sont des roches de couleur généralement claires, à grain moyen, offrant une assez grande résistance au choc. Elles sont, à l'œil nu, presque entièrement composées de feldspath, tantôt

gris clair, tantôt blanc, tantôt rose lilas, quelquefois rouge ou bleu. Les éléments noirs sont rares, certains échantillons n'en renferment aucun. C'est ainsi que derrière le bâtiment des chaudières de l'ancienne compagnie "Canadian Titanic Iron", on trouve une anorthosite grise, presque blanche, qui serait prise très facilement pour du marbre, par un observateur superficiel.

La plupart de ces anorthosites à couleur claire, s'altèrent superficiellement en blanc. Certaines d'entre elles fourniraient de très beaux matériaux de construction ou de décoration. On peut citer notamment l'anorthosite qui se trouve sur le flanc est du plateau de St-Urbain, dans le lot 482 du rang St-Lazare, dans la paroisse de la Baie St-Paul. On trouve là une haute falaise rocheuse taillée à pic, et dont les éboulis forment à la base une sorte de contrefort. L'anorthosite y présente les plus jolies couleurs, tantôt les feldspaths roses dominant sur un fond jaune clair, tantôt ces mêmes feldspaths sont associés à des feldspaths gris bleu. Elle prendrait certainement un très beau poli. Son exploitation en serait facilitée par la disposition en à pic de la montagne. Un système de tramway aérien d'environ $\frac{1}{4}$ de mille de long descendrait les matériaux jusqu'au niveau de la vallée du Gouffre où un embranchement de chemin de fer d'environ 6 milles les conduirait à la baie St-Paul.

Parmi les rares éléments noirs qui apparaissent à l'œil nu, les plus fréquents sont l'ilménite et le mica noir.

Généralement les grains de feldspath sont tous de dimensions comparables, mais il est assez fréquent de rencontrer de gros individus de feldspath gris au milieu de grains de feldspaths jaunes ou rougeâtres. Tel est le cas, notamment pour les anorthosites qui se trouvent au nord du moulin de la Décharge, sur la route qui mène à la "mine du Séminaire".

Les feldspaths ne présentent en général aucune orientation ; cependant sur le lot 485 et le lot 482 de St-Lazare, on remarque très nettement une direction générale d'allongement des individus. Cette direction est soulignée par quelques filets d'éléments noirs, fer titané ou mica noir. Ces anorthosites se trouvent à peu de distances des anorthosites gneissiques dont nous parlons plus loin ; il est probable que les efforts de glissement qui ont provoqué la formation de la structure gneissique dans les roches voisines se sont fait sentir également, mais à un moindre degré dans ces anorthosites compactes.

Au microscope, ces anorthosites vraies sont formées de felds-

paths calco-sodiques, quelquefois parfaitement sains mais assez souvent craquelés. Les fissures sont alors remplies d'éléments d'altération verdâtres ou jaunâtres de la nature de la bastite.

Près de certains gisements de fer titané, les fentes des feldspaths sont remplies d'une mosaïque de fragments minuscules de feldspaths brisés, indiquant un commencement de granulation des éléments.

Comme éléments accessoires on trouve du fer titané, du mica blanc, du mica noir (surtout au voisinage de gisements de fer titané) mais le tout en très faible quantité.

Les feldspaths présentent très rarement les petites inclusions bacillaires noires si fréquentes dans les anorthosites (1).

Anorthosites granuleuses ou gneissiques.

Nous réunissons sous ce nom une série de roches à caractères assez variables mais dont les feldspaths calco-sodiques forment la majeure partie de la masse. Elles semblent dériver des anorthosites vraies par des transformations dynamiques. Ces roches ont en général une couleur jaunâtre, quelquefois grise ; elles sont friables, se cassent suivant des surfaces irrégulières et granuleuses. A l'œil nu et même à la loupe les feldspaths ne présentent que des clivages imparfaits — leurs surfaces de cassure sont souvent courbées.

Certaines variétés contiennent des éléments noirs le plus souvent alignés. La roche prend alors un aspect gneissique, particulièrement apparent sur les grands affleurements dénudés et altérés par les agents atmosphériques.

L'élément noir le plus abondant semble être une magnétite titanifère. C'est à la présence de cette magnétite qu'on doit rattacher, sans aucun doute, les variations magnétiques locales que révèle la boussole d'inclinaison. Il arrive en effet assez souvent que l'aiguille plonge sous des angles assez grands, atteignant 25° ou 30° sans qu'il y ait aucun affleurement visible de minerai.

Si l'on tient compte du fait que les masses de fer titané actuellement reconnues n'exercent sur l'aiguille qu'une influence relativement faible par rapport à leurs dimensions, il serait peu raisonnable d'admettre que les variations magnétiques au voisinage des anorthosites gneissiques soient dues à l'existence de masses profon-

(1) Voir photographie fig. 14 dans l'appendice pétrographique.

des de fer titané peu magnétique plutôt qu'à l'influence directe des petites quantités de magnétite disséminées dans la roche.

En fait, ces grains de magnétite titanifère disséminés dans les anorthosites gneissiques exercent sur la boussole une influence tout à fait comparable à celle des amas de fer titané. Chacun de ces grains est en effet beaucoup plus magnétique qu'un grain de fer titané. On peut s'en rendre compte facilement sur le terrain. En broyant une anorthosite gneissique, on attire très abondamment les éléments noirs avec l'aimant. Au contraire, en broyant une anorthosite compacte voisine d'un amas de fer titané et qui contient elle-même des petits grains de minerai de fer dans sa masse, on n'enlève à l'aimant qu'une très faible partie des éléments ferrugineux. Ces résultats sont confirmés par l'analyse chimique. Après avoir broyé trois échantillons provenant, l'un du massif du mont des Îlets, l'autre de la montagne qui domine la rivière Rémy, vers le moulin Bouchard (anorthosite gneissique), et le troisième du lot 621 du rang de St-Jérôme (anorthosite au contact d'une masse de fer titané), nous avons fait analyser les grains de fer contenus dans la roche et séparés à la main, et avons obtenu les résultats suivants :

	FER	TI	Fr Rap.— Ti.
Minerai de fer de l'anorthosite gneissique de l'Îlet	64.06%	4.61%	13.51
Minerai de fer de l'anorthosite gneissique du moulin Bouchard	57.16%	4.03%	14.27
Minerai de fer de l'anorthosite du lot 622. . .	32.71%	20.74%	1.05

Il semble donc bien prouvé que le minerai de fer qui accompagne les anorthosites granuleuses et gneissiques soit de la magnétite titanifère tandis que les anorthosites compactes renferment presque uniquement de l'ilménite.

On doit remarquer en outre que jusqu'à présent tous les gisements de fer titané de quelque importance se trouvent dans l'anorthosite compacte. Au voisinage immédiat de l'amas, l'anorthosite contient souvent des grains de fer titané, mais à quelques pieds du contact les grains de fer titané visibles à l'œil nu disparaissent presque entièrement et l'ilménite n'est plus dans la roche qu'un élément tout à fait accessoire.

Au contraire, les anorthosites granuleuses et gneissiques, assez

uniformément chargées, sur une petite étendue d'éléments ferrugineux, ne renferment dans la région considérée aucun amas important de minéral.

Une région particulièrement intéressante pour l'étude de ces anorthosites gneissiques à éléments ferrugineux est celle du massif de la montagne du lac de l'Islet à environ deux milles au nord-ouest du rang St-Thomas de la paroisse St-Urbain, dans les territoires non arpentés de la Seigneurie de Beaupré. Les éléments ferrugineux apparaissent là d'une façon très nette sur les surfaces altérées et forment comme un réseau plus ou moins continu de filaments noirs entourant les grains de feldspath (Voir fig. 20). Dans l'ensemble, ces filaments s'allongent suivant une direction N. S. qui est remarquablement constante, sur toute la longueur (environ 1 mille $\frac{1}{2}$) où j'ai pu l'observer.

C'est sans aucun doute à la désagrégation de ces anorthosites gneissiques que sont dus les sables ferrugineux que l'on rencontre sur le versant oriental du plateau de St-Urbain. Le phénomène de concentration mécanique, en magnétite, de ces sables est d'ailleurs actuellement visible. Dans toutes les ornières des routes du plateau de St-Urbain, on peut apercevoir, surtout après les pluies d'orage, des traînées noires de sable fin magnétique. Pareil fait se retrouve dans les creux et les sillons des roches du massif du lac de l'Islet. Et même lorsqu'on ne voit aucune traînée noire, il suffit de promener l'aimant dans les sables qui remplissent les anfractuosités pour en ramener de la magnétite.

Les éléments accessoires visibles à l'œil nu de ces anorthosites granuleuses et gneissiques sont de la hornblende, de l'hypersthène, du mica.

Au microscope, toutes ces roches présentent un caractère commun qui trahit les phénomènes de pression auxquelles elles ont été soumises. Les feldspaths n'ont en général aucun contour cristallographique, les individus se pénètrent les uns les autres par des contours courbes et irréguliers. Souvent les macles polysynthétiques sont comme effacés, d'autres fois elles sont tordues parallèlement. Les individus de feldspaths sont craquelés et les fentes remplies d'une substance jaunâtre (limonite).

Certaines de ces roches sont particulièrement friables, ce sont celles dont la couleur jaune est la plus prononcée, cette friabilité comme la couleur d'ailleurs, sont dues à un réseau pelliculaire de limonite plus ou moins continu qui entoure chaque grain de feldspath.

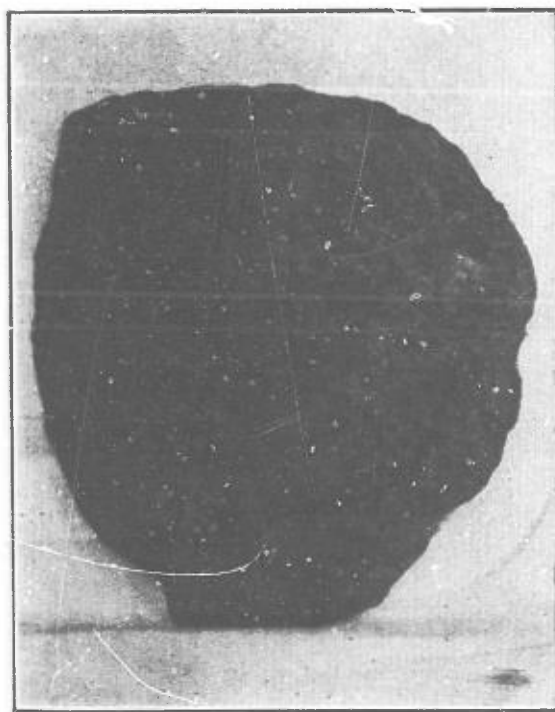


Fig. 20.—ANORTHOSITE GNEISSIQUE À ÉLÉMENTS FERRUGINEUX

Les éléments ferromagnésiens sont notablement plus abondants que dans les anorthosites compactes. Les plus abondants sont de l'hypersthène souvent moulé dans de la titanite, de la hornblende, un peu d'olivine généralement altérée en produits ferrugineux hydratés. L'apatite est quelquefois très abondante en larges grains ovales ; enfin il faut ajouter un peu de quartz et de zircon.

Certaines roches renferment assez d'hypersthène pour passer pour de véritables gabbros anorthosites.

Il n'est pas rare de rencontrer, notamment dans le massif montagneux du lac de l'Islet, des anorthosites gneissiques renfermant de grands cristaux de feldspath. Ces cristaux ont résisté aux efforts de compression et de laminage ; au contraire les petits cristaux qui les entourent ont été broyés. Cette structure rappelle celle des gneiss glanduleux, des "augengneiss" des géologues allemands.

Ces deux variétés d'anorthosite, compactes ou granuleuses et gneissiques proviennent sans aucun doute de la consolidation d'un même magma. Elles passent insensiblement de l'une à l'autre, et les variétés granuleuses et gneissiques ne doivent être considérées que comme des anorthosites qui vers la fin de leur consolidation ont été laminées et broyées. La structure gneissique, la friabilité, l'aspect granulé de ces roches ne sont que des témoins d'actions dynamométamorphiques.

Les dépôts Postglaciaires.

Ils se manifestent sous trois aspects différents :

1. Les sables siliceux du fond de la vallée du Gouffre.
2. Les sables feldspathiques et ferrugineux des flancs de la vallée.
3. Les argiles du plateau de St-Urbain.

Les sables siliceux qui recouvrent le fond de la vallée du Gouffre, forment une sorte de manteau ondulé et mamelonné d'un aspect caractéristique. Le ruissellement des eaux sauvages a creusé dans ces sables des sillons parfois très profonds mais sans direction définie. Plusieurs sillons se recoupant délimitent une sorte de plateau sableux qui par suite de sa perméabilité et de son inconsistency, s'écroule à ses angles et donne naissance à une sorte de dune.

Ces sables fins proviennent d'un remaniement local de dépôts d'estuaire de l'époque Champlain.

Les flancs de la vallée, à une hauteur entre le fond et le sommet, sont recouverts parfois de sables plus grossiers, jaunâtres ou rougeâtres, presque uniquement formés de feldspaths et parfois très chargés en grains de fer magnétique. Ces dépôts sont particulièrement importants au pied de falaises d'anorthosite granuleuse et leur origine doit être cherchée dans la destruction de ces roches friables à une époque relativement récente, peut-être par l'action des vagues à une époque où les eaux marines recouvraient toute la vallée du Gouffre.

Le plateau de St-Urbain est recouvert presque partout d'une couche d'argile, passant à la partie inférieure à une sorte de tuf. L'épaisseur varie d'une fraction de pied à 12 pieds.

GISEMENTS DE FER TITANÉ.

Les gisements de fer titané, exploités anciennement ou actuellement, se rencontrent tous sur le bord oriental du plateau de St-Urbain, dans les anorthosites compactes. En général ils forment des amas de formes irrégulières sans direction définie. Dans certains petits gîtes le fer titané s'allonge en lentilles aplaties ayant l'aspect de veines sur de petites distances, mais qui s'amincissent et disparaissent. Dans les grands gîtes, les amas ont des dimensions comparables en tous sens.

Dans la description qui suit les gisements sont présentés dans l'ordre où on les rencontre en allant du sud au nord sur la route du rang St-Jérôme, de la paroisse St-Urbain.

Prospects Glen—

En juillet 1911, une petite équipe d'hommes faisait des recherches sous la conduite de M. Glen, de Montréal, sur le lot 312 du rang St-Urbain, dans la paroisse de St-Urbain, à environ 2000 pieds à l'est du trait carré. Les travaux suivaient le lit d'un ruisseau et consistaient surtout en tranchées dans la terre glaise. Deux tranchées qui se croisaient à angle droit avaient mis à jour un bel amas de fer titané brillant et compact. Cet amas apparaissait sur une largeur de 35 pieds du nord au sud et de 30 pieds de l'est à l'ouest. Au nord et à l'est cet amas se terminait contre l'anorthosite. Au sud et à l'ouest il disparaissait sous la terre glaise et le sable.

Un trou creusé à 70 pieds à l'ouest de ces tranchées a rencontré de l'anorthosite. Les recherches furent abandonnées probablement à cause de l'épaisseur trop considérable de sable et de glaise

qui recouvrait la roche et le minerai. En certains points les tranchées devaient descendre à 8 pieds avant d'atteindre la roche. L'exploitation d'un minerai dont le prix de vente est assez faible eut été, dans ces conditions, assez peu rémunératrice, surtout si l'on compare ces conditions de gisement avec celles des mines Cou-

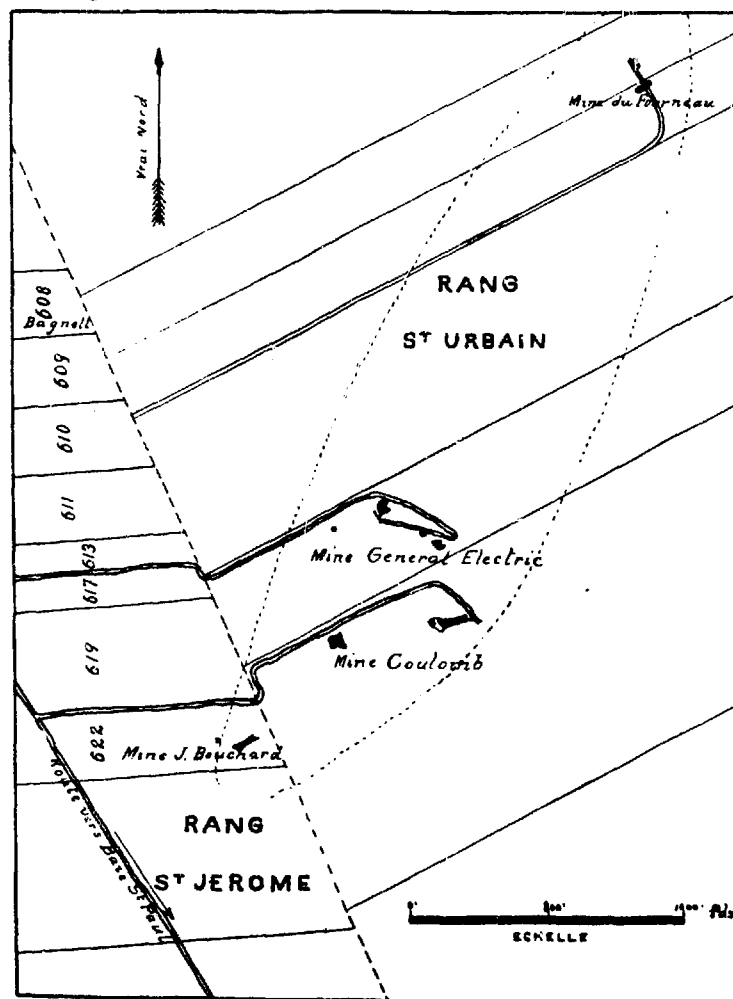


Fig. 21. — Carte des gisements du plateau de St-Urbain montrant leur alignement suivant une bande N.-E. et S.-O.

lomb ou Général Electric où l'épaisseur des morts terrains ne dépasse pas 4 pieds et n'est souvent que de $\frac{1}{2}$ à 1 pied.

Une analyse a été faite de ce minerai au Laboratoire provincial (Ecole Polytechnique de Montréal) et a donné les résultats suivants :

Si O ²	1.68
Fe O	55.36
Ti O ²	38.29
S	0.041
Ph	traces
correspondant à	
Fer métallique	43.06
Titane	23.00

Mine Joseph Bouchard—

Cette mine se trouve sur le lot 622, du rang St-Jérôme, de la paroisse St-Urbain, à l'est de la route du rang St-Jérôme. Les

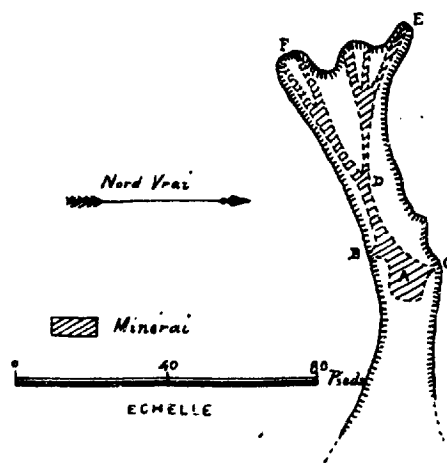


Fig. 22. — Mine Joseph Bouchard.

premiers travaux furent effectués au printemps de 1889, et commencèrent sur une petite veine de quelques pouces d'épaisseur. En profondeur la veine s'épanouit et on put expédier dans le courant de l'année environ 800 grosses tonnes à la Titanium Alloy Co., de Niagara Falls.

Le minerai est compact et très sain. Une analyse faite en vue de la vente pour titane de ce minerai a donné 36.64% d'acide titanique soit 20% de titane métallique.

La quantité de minerai en vue est peu considérable et la boussole d'inclinaison n'est que faiblement affectée à son voisinage.

Les travaux étaient abandonnés en juillet 1911, les veines minéralisées étaient devenues fort irrégulières ; elles s'enfonçaient en profondeur, et leur exploitation ne pouvait plus se faire commodément à ciel ouvert. Il eut fallu installer des appareils de remonte de minerai. L'ouverture des mines voisines, plus étendues, plus faciles d'exploitation a déterminé l'abandon des travaux. Ces travaux consistent en une tranchée de 15 pieds de largeur en moyenne sur 100 pieds de longueur creusée à 15 pieds dans sa partie la plus profonde.

Le croquis ci-joint montre le mode de gisement du fer titané. Il n'y a ni veine, ni couche mais des ségrégations d'allure essentiellement irrégulière au milieu d'une roche compacte et saine. Un noyau central A de fer titané d'environ 8 pieds de diamètre, envoie des prolongements dans deux directions, l'une en B et C, l'autre en D. En ce premier point une bifurcation se produit l'une vers E l'autre vers F. Le minerai apparaît ainsi dans le fond du ciel ouvert en une série de veines disposées en éventail, mais en réalité très irrégulières comme allure et comme dimensions.

La roche est une anorthosite à grain moyen, d'une couleur grise généralement claire, renfermant relativement très peu de fer titané en grains isolés. En certains points, sur les surfaces usées par les agents atmosphériques, ces grains semblent avoir tous une même direction d'allongement et former une sorte de large pointillé à traits parallèles.

Près du noyau de minerai A, l'anorthosite se charge en mica noir, et prend une structure légèrement gneissique. Une roche anorthosite micacée analogue se retrouve en abondance dans la mine Coulomb.

Mine Coulomb.

Cette mine est située à l'extrémité est du lot marqué 319 sur le plan cadastral du rang St-Urbain, dans la paroisse St-Urbain. En fait, les lots 315, 318, 319 et 320 sont actuellement entre les mains d'un seul propriétaire, et c'est l'ensemble de ces lots qui constitue la propriété dite "Coulomb". Elle était, en effet, lors de notre visite, louée par la succession Duval, qui possède les droits

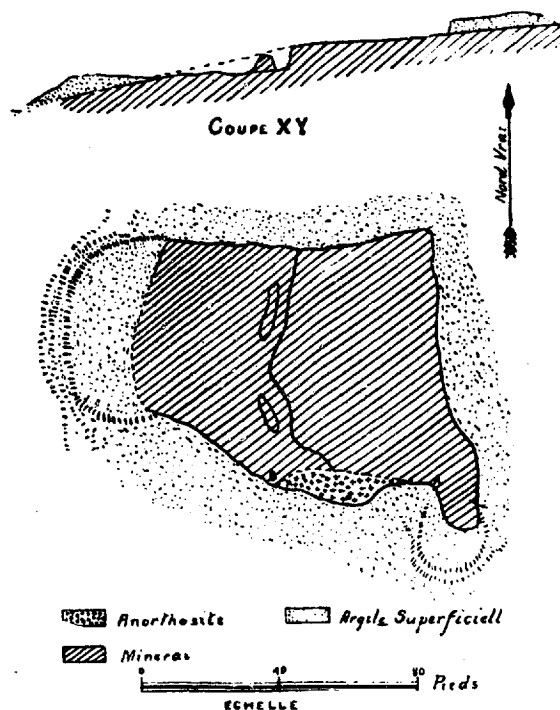


Fig. 23. — Mine Coulomb (Travaux de l'ouest).

miniers sur un grand nombre de lots de la Seigneurie, à un entrepreneur local, M. Coulomb, qui dès le mois d'août 1910, avait commencé les travaux.

Les travaux consistent en deux chantiers d'abatage à ciel ouvert, distants d'environ 500 pieds l'un de l'autre et que nous désignerons sous le nom de ciel ouvert de l'ouest et ciel ouvert de l'est.

Travaux de l'ouest.

Ils se trouvent à environ 500 pieds à l'est du trait carré qui sépare les rangs St-Urbain et St-Jérôme de la paroisse St-Urbain. La terre glaise qui recouvre uniformément le lot, avec des épaisseurs variant de 1 à 5 pieds en moyenne a été enlevée sur une étendue d'environ 90 pds sur 75 pds. On a mis ainsi à découvert une masse énorme de fer titané compact ne présentant sur toute



Fig. 24. — MINE COULOMB. — Ciel ouvert de l'ouest.

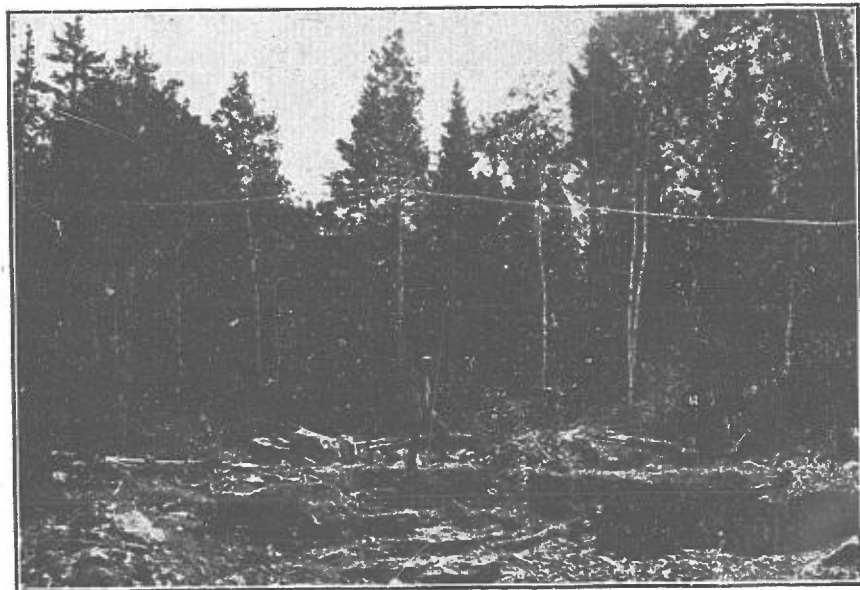


Fig. 25. — MINES DE LA CIE GENERAL ELECTRIC ST-URBAIN.

sa surface aucune intercalation stérile. Vers le sud, en A. B., cette masse minéralisée s'arrête contre une anorthosite tout à fait semblable à l'anorthosite du ciel ouvert Joseph Bouchard. La roche est compacte et saine et ne présente aucune trace de dislocation ou d'enrichissement en éléments noirs.

Le minerai est noir, d'un éclat un peu gras. Il est assez fragile et se brise suivant une multitude de petites facettes orientées dans tous les sens. Cette friabilité est surtout remarquable dans les échantillons de la surface; elle ne semble pas due à l'existence de plans de clivage dans l'ilménite, mais plutôt à l'existence de surfaces de cassure facile qui se révèlent surtout lorsque le minerai a été soumis à l'action des agents de transformation secondaire. Il se passerait pour ces masses compactes de fer titané ce qui se passe par exemple pour les basaltes dans lesquels des plans de diacrise se développent postérieurement à la consolidation. Il existerait alors dans ces fers titanés des tensions internes dues soit à des phénomènes de refroidissement soit à des phénomènes de transformations secondaires qui se manifestèrent par des cassures brusques et irrégulières. Ces phénomènes sont surtout apparents dans le minerai de la mine dite du Séminaire, dont nous parlerons plus loin. Le minerai est parfois très pur, ne renfermant que quelques rares points jaunes de sulfures; d'autres fois les pyrites sont assez abondantes et se présentent en plaques minces parallèles entre elles. D'autres échantillons présentent des taches blanches et friables, ce sont des feldspaths enclavés et que les agents atmosphériques ont altérés.

Travaux de l'est.

Ils se trouvent à environ 500 pds à l'est du précédent et se composent d'une sorte de tranchée d'environ 160 pds de longueur et 30 pds de largeur à la base, en moyenne. Le front d'attaque de cette tranchée s'élargit et atteint 50 pds de hauteur. Comme le sol est en pente et le fond de la tranchée horizontal, la hauteur du front d'attaque augmente avec le développement des travaux. Autour de cette tranchée, et notamment vers l'ouest on a déblayé la terre glaise et mis à nu la roche. Le croquis ci-joint indique comment, à l'époque de notre visite le minerai et l'anorthosite affleuraient. Les coupes XX' YY' ZZ' donnent une idée de la forme de la masse minéralisée.

L'entrée de la tranchée correspond probablement au commencement d'un amas qui va s'élargissant à mesure qu'on se dirige

vers l'ouest. L'éponte nord de cet amas est assez facile à suivre; elle plonge à peu près de 80° vers le sud et sa direction est sensiblement Est-ouest. L'éponte sud est plus incertaine, elle apparaît à l'entrée du ciel ouvert mais disparaît sous la glaise vers l'ouest.

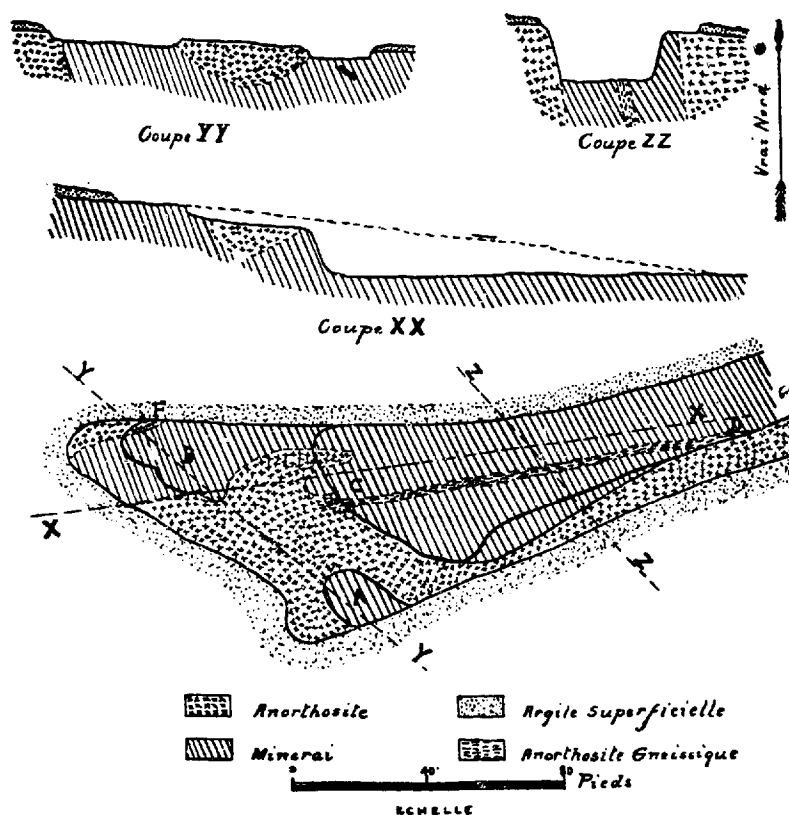


Fig. 26. — Mine Coulomb (Travaux de l'est)

Deux trous d'une vingtaine de pieds de large ont été faits en A et B; on en a extrait du beau minéral. La coupe YY' montre comment ce minéral est recouvert comme par un placage d'anorthosite.

L'anorthosite se présente sous la forme d'une roche à grain

moyen, grise ou gris blanc. Au microscope elle est presque entièrement formée de feldspaths plagioclases dans lesquels se sont développés des cristaux ou des filaments de bastite. Ces cristaux sont souvent accompagnés de taches d'hématite. Les grains de fer titané sont très rares. Les feldspaths sont fendillés et chargés des inclusions habituelles.

Dans la masse même de fer titané apparaissent des lentilles ou des veines d'une roche à grains noirs et blancs, à structure gneissique, généralement très friable. Les grains blancs sont un feldspath à aspect porcelanique; les grains noirs sont du fer titané ou du mica noir. Une veine d'environ 2 pds de large est visible dans la tranchée et se suit sur toute sa longueur. (Veine C. D.).

On retrouve du mica noir dans l'anorthosite en certains points au contact du fer titané. C'est ainsi qu'en E et en F, l'anorthosite, d'ailleurs très compacte et très dure, présente des plaquettes de mica noir, orientées parallèlement à la surface de contact avec le fer titané. Ce mica disparaît très vite à mesure qu'on s'éloigne du contact avec le fer titané et à un pied l'anorthosite a repris sa composition normale.

Des sondages ont été faits en divers points entre les deux travaux de l'ouest et de l'est. En de nombreux points on a retrouvé le fer titané sous la glaise et il est probable que les deux masses de fer titané de l'est et de l'ouest font partie d'un seul amas, qui s'étendrait ainsi sur 600 pds de longueur.

L'exploitation se fait dans les deux chantiers par travail à ciel ouvert. Le minerai assez friable est abattu par de petites charges de dynamite à 40%. Le minerai est cassé à la massue, puis mis en tas derrière le front d'attaque. Des voitures viennent alors le charger et le transportent au quai du village de la baie St-Paul. Toutes ces manipulations se font à la main, sans appareil de levage, de sorte que le coût d'abatage pourrait être réduit considérablement par l'emploi de moyens de manipulation plus perfectionnés (derricks, tramways, estacades). On ne fait aucun triage dans le ciel ouvert de l'ouest; dans celui de l'est on se borne à mettre de côté les blocs provenant des veines feldspathiques.

Un échantillonnage rapide a été fait du minerai abattu et mis en tas. Dans chaque tas on a prélevé une prise d'essai d'environ 40 livres, qu'on a ensuite broyée sur place et réduite par divisions successives à environ deux livres. Les analyses faites au labo-

ratoire du département, à l'école Polytechnique de Montréal ont donné :

	I	II	III
Si. O ₂	2.64	3.12	2.68
Fe. O	51.54	55.14	52.98
Ti O ₂	41.00	35.46	38.40
Ph.	0.040	0.044	0.041
S.	0.041	0.040	0.040
N. dosé	4.729	6.195	5.859
	100.00	100.00	100.00
Fer métallique	40.09	42.89	41.21
Titane	24.62	21.30	23.06

La colonne I correspond au minerai des travaux de l'ouest; la colonne II au minerai extrait des petits ciel ouvert A et B (travaux de l'est); la colonne III au minerai extrait de la tranchée (travaux de l'est).

A l'époque de notre visite, 1500 tonnes avaient été extraites et expédiées à la Titanium Alloy de Niagara Falls.

Mine de la General Electric Co.

Cette mine se trouve à l'extrémité est du lot de 3 arpents de large qui correspond aux lots marqués 321 et 325 du rang St-Urbain, paroisse St-Urbain, sur le plan cadastral. Les droits de mine avaient été loués, lors de notre visite, par la succession Duval, propriétaires fonciers, à la General Electric Co., de Schenectady, et cette dernière compagnie avait commencé une exploitation assez active dans l'été de 1910.

Les travaux d'exploitation consistaient, en 1911, en deux ciel ouvert situés à environ 150 pieds l'un de l'autre.

Dans le ciel ouvert du nord-ouest on avait enlevé la terre glaise sur une surface triangulaire d'environ 75 pieds de hauteur et 90 pieds de base. Sauf aux points A, B et C, la roche était formée de fer titané massif. Le minerai, moins friable que celui de la mine Coulomb, était également beaucoup moins chargé de sulfures et de feldspaths. De D en E, sur une distance de 85 pieds le fer titané apparaît d'une seule masse, sans aucune intercalation stérile.

En A et en B apparaissent deux lentilles, épaisses respectivement de 1½ et 2½ pds, d'une roche à structure gneissique, blanche

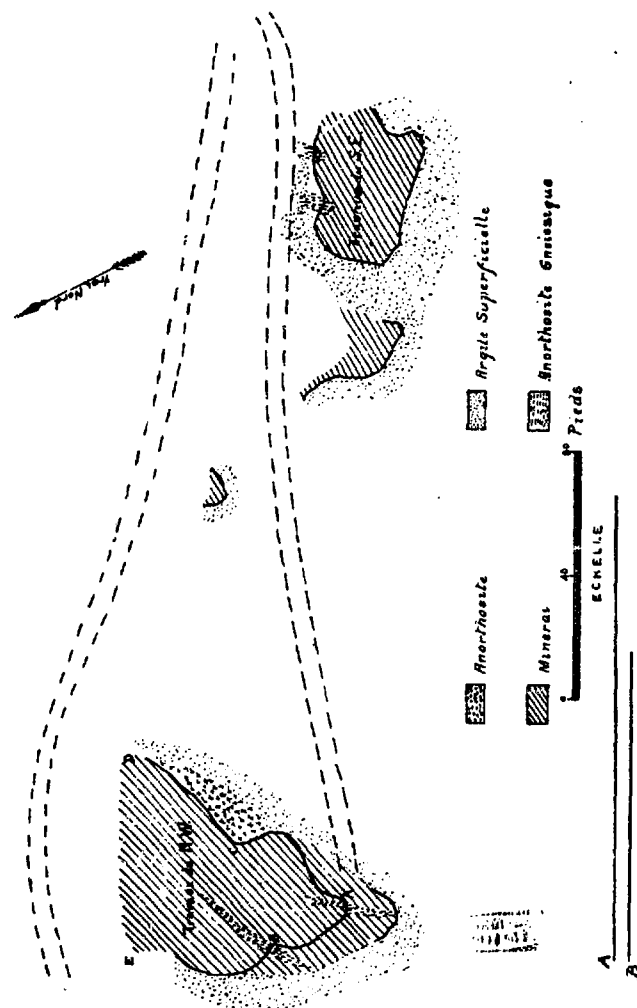


Fig. 27. — Mine "General Electric" St-Urbain.

ou noire. Les éléments blancs sont un feldspath fragile; les éléments noirs sont indifféremment de fer titané ou du mica noir.

En C, la masse de fer titané s'arrête contre une anorthosite. En fait d'après l'allure de la surface de contact, il semble que l'amas de fer titané va en s'élargissant en profondeur sous l'anor-

thosite. Cette anorthosite recouvrirait alors un amas de beaucoup plus grande dimension que ne l'indique l'affleurement.

Le passage entre le fer titané et la roche se fait très brusquement. On peut casser des échantillons de musée dans lesquels une partie est du fer titané massif et l'autre une roche sans fer titané en quantité appréciable. Par contre la roche contient de nombreuses écailles de mica noir alignées très exactement en plans parallèles au plan de contact. A mesure qu'on s'éloigne du contact, la roche qui était assez friable, devient plus dure et moins chargée en mica. Enfin, à une douzaine de pouces apparaît une anorthosite avec quelques rares cristaux de mica puis l'anorthosite normale.

Le ciel ouvert du sud-est ne présente guère plus de 50 pieds dans sa plus grande dimension. Il est taillé également dans un amas de fer titané qui ne présente que peu d'intercalations stériles, d'une roche à feldspath, ilménite et mica, semblable à celle, déjà rencontrée dans le ciel ouvert de l'ouest.

Entre ces deux ciel ouvert, distants entre eux d'environ 160 pieds, d'autres excavations de recherche ont été faites et ont montré l'existence de fer titané.

Etant donnée l'irrégularité de forme des amas de fer titané, il est impossible de donner dans l'état actuel la direction d'allongement de l'amas révélé par les travaux actuels: il est possible que cette direction soit ouest-est, si l'on juge par celle des lentilles de roches stériles intercalées dans les amas.

Un échantillonnage analogue de la mine Coulomb a été fait sur le tas de minerai qui provenait du ciel ouvert du nord-ouest. L'analyse de la prise d'échantillon faite au laboratoire provincial a donné les résultats suivants :

SiO ₂	1.10
FeO	57.24
TiO ₂	41.61
Ph.	traces
S.	traces
Non dosé	0.06
	100.00

Correspondant à fer métallique . . .	44.52
Titane	24.98

Il présente en outre une particularité remarquable : il renferme du rutile en quantités assez considérables (quelquefois jusqu'à 6%). De sorte que ce n'est pas en réalité un minerai de fer titané mais un minerai de rutile. En fait la General Electric Co. exploite ce minerai pour rutile qui lui sert dans la fabrication de filaments de lampe et de carbones pour arcs électriques.

L'exploitation se fait de la même façon qu'à la mine Coulomb, entièrement à la main. Le charroyage se fait par tombereaux et chevaux. La General Electric Co. a fait construire un assez grand bâtiment en bois qui sert de magasin et en même temps de logement pour quelques hommes.

En juin 1911 les travaux étaient abandonnés mais ils ont été repris par intermittences depuis. Un sondage aurait, dit-on, reconnu le fer titané à 120 pieds de profondeur.

Mine du fourneau. (1)

Cette mine est ainsi nommée parce qu'elle se trouve auprès des ruines des hauts-fourneaux qu'installa la Canadian Iron Co., en 1872. Des installations considérables que fit cette Compagnie en 1871 et 1872, il reste actuellement bien peu de choses : — six stalles de grillage de 12' x 25' x 9' — quatre pans de murs en beaux moellons qui appartenaient autrefois à la salle des chaudières et probablement aussi des machines soufflantes, quelques tas de briques et de scories qui marquent l'emplacement des hauts-fourneaux.

Lors de la faillite de la Compagnie, en 1874, les installations se vendirent pour les matériaux et tout fut démoli pour en obtenir des pierres et des briques. En fait on ne retrouve actuellement aucune trace de fourneau ou de machinerie.

De l'ancienne exploitation il restait sur le carreau de la mine environ 1500 tonnes de minerai ; c'est avec ce minerai que la Titanium Alloy essaya pour la première fois le minerai de St-Urbain. Un premier envoi de 250 tonnes fut fait en 1908. Dans l'automne de 1909 on expédia un deuxième chargement de 1000 tonnes.

(1) Pour l'histoire de cette mine voir le "Report on the Mineral Resources of the Province of Quebec," par R. W. Ellis. Com. Geol. Can., 1890.

La mine est actuellement inexploitée et, somme toute, depuis 1873, aucun travail n'y a été fait.

Tout ce qu'on voit actuellement des anciens travaux d'exploitation se compose de deux ciel ouvert situés sur les lots 351 et 362 du rang St-Urbain paroisse St-Urbain, à environ 19 arpents du rang St-Jérôme. Le premier d'environ 75 pds de large a été taillé dans du fer titané massif. Des lentilles d'anorthosite apparaissent en deux endroits, mais elles ne semblent être qu'un accident dans la masse minéralisée, dont on ne peut déterminer les épontes par la seule inspection.

Le deuxième ciel ouvert qui se trouve à 120 pds environ au sud-est du précédent se compose en réalité de deux trous, à moitié remplis par les éboulements superficiels. Ces deux trous sont séparés par un ancien chemin de charroyage qui traverse le lot et remonte vers l'ouest pour rejoindre la route du rang de St-Jérôme. Dans l'un de ces trous, le front de taille qui a un développement elliptique d'environ 120 pieds, est tout entier taillé dans du fer titané compact. L'autre trou presque entièrement comblé, laisse apparaître également du fer titané.

A peu près à mi-chemin entre ces deux ciel ouvert, on rencontre deux stalles de grillage parfaitement conservées. Le minerai abattu était, paraît-il, entassé dans ces stalles sur une épaisseur de six pieds; à la base on disposait 2 à 2½ pieds de bois de corde auquel on mettait le feu. Il est étrange que les ingénieurs de cette ancienne exploitation aient cru que ce grillage forcément à basse température ait pu être d'une utilité quelconque pour le traitement ultérieur du minerai.

D'autres stalles de grillage existent encore, plus à l'ouest, en descendant sur la rivière du Gouffre.

Les hauts fourneaux étaient établis sur le lot 364 du rang St-Urbain, à 10 arpents en contre bas des chantiers d'abatage du minerai. Le minerai grillé dans les stalles était chargé dans les hauts fourneaux avec du charbon de bois, provenant de meules établies sur la rive gauche de la rivière du Gouffre, le long de la route qui traverse le premier rang Cran blanc.

La roche qui forme à cet endroit les pentes de la montagne est une belle anorthosite tantôt légèrement rougeâtre, tantôt grise et parfois très blanche et semblable à du marbre.

Le minerai a été analysé par les soins des divers géologues qui visitèrent le gisement.

Analyse de la Géologie du Canada de 1863.		Autre analyse de la Commission Géologique.	
SiO ²	.. . . .	1.91	
Fe ² O ³	10.42	20.35	
FeO	37.06	29.57	
TiO ²	48.60	40.00	
Al ² O ³	.. . . .	4.00	
CaO	.. . . .	1.00	
MgO	3.60	3.17	
Total..	99.68	100.00	
Fer	36.25	37.21	
Titane	29.16	24.00	

AUTRES AFFLEUREMENTS DE FER TITANÉ.

Travaux de la Bagnell Electric Co.

Sur le lot 608 du rang St-Jérôme de la paroisse St-Urbain, entre la route et le trait carré séparant les rangs St-Jérôme et St-Urbain, on rencontre une dizaine de petits trous de prospection de 3 pieds par 3 pieds. Ces trous actuellement recouverts de branches et à demi comblés par des éboulis des parois, ont été creusés dans la glaise. Quelques-uns ont atteint du fer titané, et l'on voit sur les bords de ces trous, quelques blocs de beau minerai qui en ont été retirés.

Dans le but de voir si la masse de fer titané présentait une certaine continuité, nous fîmes faire trois excavations sur le lot voisin No 609, à une centaine de pieds environ à l'ouest du trait carré, en un point où les variations de la boussole d'inclinaison étaient particulièrement rapides. Deux des trous atteignirent de l'anorthosite à une profondeur de 5 et 7 pieds. Le troisième fut abandonné à 8 pieds, étant toujours dans le sable et la terre glaise.

Lot 641, rang St-Thomas, paroisse St-Urbain.

A 1000 pieds environ à l'ouest de la route du rang St-Thomas, dans le lot 641, tout près du lot 640, on trouve dans une anorthosite assez friable une petite lentille de fer titané assez impur. L'affleurement minéralisé a environ 6 pds sur 4 pds; le fer renferme de nombreuses inclusions de feldspath.

La boussole d'inclinaison n'est pas sensiblement affectée au voisinage; la lentille est de faibles dimensions.

Travaux Gilbert.

De petits travaux de prospection ont été faits sur la rive gauche de la Rivière du Gouffre dans le rang de la Décharge, sur un lot appartenant à M. Gilbert, à environ 3 milles en amont du village St-Urbain. On y a découvert une veine (ou mieux une lentille) de 6 à 7 pieds de large de minerai de fer titané, encaissée dans une anorthosite grise compacte. Les extrémités de la lentille disparaissent sous la glaise.

Le minerai renferme dans sa masse quelques feldspaths et des éléments ferromagnésiens.

Affleurements dits du Séminaire.

Ces affleurements se trouvent sur des territoires de la Seigneurie de Beupré, non encore concédés aux colons et appartenant encore au Séminaire de Québec. On s'y rend en traversant la rivière du Gouffre, au pont du moulin de Pite Tremblay, à environ 14 milles en amont de la paroisse St-Urbain, puis en prenant un chemin tortueux qui recoupe l'ancienne route du poste de Chicoutimi. A environ 3 milles au nord nord-ouest du moulin Tremblay, le chemin qui jusque-là avait été marécageux ou sableux, laisse apparaître de place en place des affleurements rocheux, formés d'anorthosite très compacte, tantôt blanche et semblable à du marbre, tantôt rosée, tantôt grise à gros éléments.

A 4 milles $\frac{1}{2}$ du moulin, sur cette même route affleure une lentille de fer titané d'environ 5 pds de longueur, disparaissant d'un côté sous une anorthosite grise à grands cristaux de feldspath et de l'autre sous une épaisse couche de terre végétale ou de mousse.

Aucun travail n'a été fait et il est impossible de savoir l'étendue de l'amas.

La partie superficielle de l'amas présente une modification très curieuse; le fer titané y est entièrement granulé et on peut sur une épaisseur de 3 pouces, ramasser en grattant avec les doigts le minerai à poignées. Les grains sont de couleur jaune d'ocre clair, et à peu près de la grosseur d'une fève.

Ils ne sont pas ronds, mais cassés suivant des faces courbes, à contours polygonaux. Quelques grains ont une forme s'approchant de celle du dodécaèdre pentagonal. Ces faces ne semblent pas du tout être des faces de cristallisation ou de clivage, mais des faces de diacalse dues soit à un retrait donnant naissance à des tensions internes, soit à des phénomènes de transformation secondaire.

Deux analyses ont été faites de ce minerai granulé et du minerai compact que l'on trouve à 6 pouces au-dessous de la surface.

MINERAI COMPACT.		MINERAI GRANULÉ.
SiO ²	2.00	2.50
FeO	63.22	65.16
TiO ²	32.25	31.28
S	0.042	0.040
Ph	traces	traces
Non dosé	2.488	1.02
Total..	100.00	100.00
Fer	49.17	50.68
Titane	19.37	18.78

L'augmentation de la quantité de fer dans le minerai granulé est due à la présence d'ocres dans les plans de diaclasses du minerai.

CONCLUSIONS.

On peut considérer qu'il existe sur le plateau de St-Urbain et sur les pentes qui dominent le village de St-Urbain trois gisements de fer titané bien reconnus et susceptibles de donner de grosses quantités de minerai de fer; ce sont la mine Coulomb, la mine General Electric, et la mine du Fourneau.

En ce qui concerne la mine Coulomb, les ciel ouvert de l'ouest et de l'est pourraient donner, tels qu'ils étaient en juillet 1911, 1100 à 1200 tonnes chacun par pied d'enfoncement. En admet-

tant que les deux masses minéralisées ainsi mises à découvert se rejoignent l'une l'autre, ce qui est fort probable puisque des sondages intermédiaires ont révélé la présence du minerai sous l'argile, on se trouverait en présence d'un amas de 600 pieds de longueur sur 40 à 80 pieds de large. Ce serait alors un tonnage de 4000 tonnes au minimum qu'il faudrait compter par pied d'enfoncement.

Un calcul analogue répété pour la mine General Electric donnerait pour les travaux du N. W., tels que représentés sur le croquis No 4, environ 600 tonnes par pied de profondeur, mais en considérant que les travaux du N. W. et du S. E. appartiennent à un même amas de 250 pieds de long sur 40 à 100 pieds de large, on devrait compter sur un tonnage minimum de 1700 tonnes par pied de profondeur.

La mine du fourneau fournirait des résultats comparables.

Dans ces calculs on a considéré qu'il fallait 6 pieds cubes de minerai pour faire une tonne.

En dehors de ces trois mines, bien reconnues, les autres propriétés ne peuvent passer que pour des prospects. Le prospect Glen semble le plus intéressant, aussi bien par la dimension des affleurements retrouvés sous la glaise que par la qualité du minerai. Dans la propriété Lagnell aucun travail n'a été fait qui permette une appréciation.

Par le plan fig. 21 qui montre l'emplacement de ces diverses mines on peut voir que les trois gros amas de fer titané se trouvent sur une même ligne droite qui passe légèrement à l'est de la mine Bouchard. Il semble que tous ces amas appartiennent à une même bande minéralisée, d'une longueur de près d'un mille et dirigée du nord nord-est au sud sud-ouest. Si des travaux de recherche ultérieurs devaient être faits, il conviendrait de les diriger sur le trajet de cette bande.

Dans l'ensemble, la quantité de minerai de fer titané qui existe à St-Urbain est très considérable. Un sondage de la General Electric Co. a trouvé du minerai à 120 pieds de profondeur. Il n'y a aucun doute qu'avec des affleurements tels que ceux que l'on a déjà reconnus, les amas minéralisés descendent encore plus bas et que c'est par des chiffres dépassant le million de tonnes qu'on doit estimer le minerai probable.

GISEMENTS DU MASSIF D'ANORTHOSITE DE MORIN.

MINE D'IVRY.

Situation. — Les travaux qui constituent la mine d'Ivry se trouvent sur les lots 37 ouest et 38 du rang V, canton de Beresford. Ils sont marqués A sur le plan fig. 15.

On y arrive en descendant à la station d'Ivry (67 milles au nord de Montréal, sur la ligne de Montréal à Mont Laurier), et en suivant une route d'environ 3 milles un quart qui passe par le bureau de poste du lac Manitou.

Le pays est assez accidenté; des collines à contours arrondis séparent les cours d'eau et les lacs aux baies profondes. C'est ainsi que les travaux qui figurent sous la lettre A dans le plan fig. 15 se trouvent disséminés sur le flanc d'une colline assez raide, et dominant le lac Manitou de 300 à 330 pieds.

Les hachures qui figurent sur ce plan représentent approximativement les courbes de niveau; elles ont une équidistance grossièrement voisine de 70 ou 80 pieds. Elles n'ont d'autre but que de donner une idée de l'aspect du pays.

Géologie. — Les terrains sont d'une grande uniformité; ils font partie du massif d'anorthosite connu depuis les travaux du Dr Adams (1) sous le nom de massif de Morin. Aux environs immédiats de la mine d'Ivry l'anorthosite est massive, généralement saine, sans trace de foliation. Sa couleur est sombre; elle varie du gris plus ou moins foncé au rose brunâtre. A côté des feldspaths plagioclases qui en constituent la masse principale, l'élément ferromagnésien le plus fréquent est un pyroxène plus ou moins diallagissant.

Les amas de minerai sont comme d'habitude nettement délimités par rapport à la roche encaissante et sont des ségrégations caractéristiques.

Il n'est pas rare de voir au milieu du minerai de fer (notamment sur le bord des amas) des cristaux de feldspaths à contours parfaits. Toutes ces remarques conduisent à penser que la consolidation de l'anorthosite et du fer titané s'est faite sinon simultanément du moins à des époques très voisines, et que c'est l'anorthosite qui aurait le premier pris sa forme cristalline.

(1) Rapport sur la géologie d'une partie du massif Laurentien, situé au nord de l'île de Montréal. Commission géologique d'Ottawa, 1896, par Frank D. Adams.

Nature et grandeur des gîtes. — Le gisement est révélé par un ensemble de travaux de recherches qui ont été faits sur le flanc nord-est d'une colline boisée dans sa moitié supérieure. La roche profonde est généralement cachée par une couche de graviers et de sables surmontés par de la terre végétale, de sorte qu'il n'existe aucun affleurement naturel de minerai.

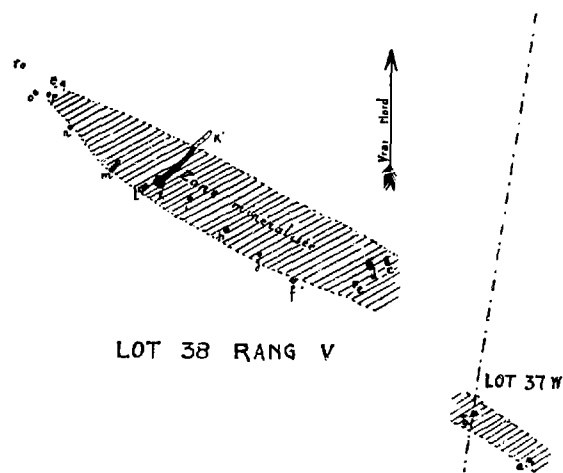


Fig. 28. — Détail des travaux à la mine d'Ivry.

Le plan fig. 28 montre l'emplacement de ces divers travaux.

Les plus importants apparaissent sous la forme de deux carrières à ciel ouvert (*c* et *d*) et d'une grande tranchée (*KK'*).

Carrières c et d. — La carrière *c* qui a à peu près une ouverture de 10' sur 14' est taillée dans un assez beau minerai, qui n'est pas cependant continu sur toutes les faces de l'excavation. Au milieu du minerai on voit apparaître des langues d'anorthosite, le minerai lui-même est chargé de cristaux ou de grains de feldspaths bien visibles sur les surfaces altérées par les agents atmosphériques.

La carrière *d* qui se trouve à une trentaine de pieds au-dessus de la précédente est au contraire creusée dans un minerai pur qu'on peut suivre sur toute la longueur (environ 30 pieds) du front d'attaque et qu'on retrouve à 20 pieds plus au sud-est sous la mousse. A la base du front d'attaque apparaît de l'anorthosite, suivie en profondeur par du fer titané.

Tranchée KK'. — Cette tranchée qui a environ 150' de longueur suit à peu près la ligne de plus grande pente de la colline en ce point. A sa tête elle s'élargit et forme un trou entièrement creusé dans le fer titané. Ce minerai se suit à partir de la tête de la tranchée pendant environ 100 pieds. Les 50 derniers pieds sont de l'anorthosite avec quelques grains de fer titané.

Un petit trou (marqué 1) et situé à 20 pieds plus haut montre un contact entre le fer titané et l'anorthosite, de sorte qu'on peut donner comme largeur du massif de fer titané en ce point le chiffre de 120 pieds.

Autres travaux. — Ils consistent en petits puits de 2' à 3' de large sur 3' à 5' de long, avec des profondeurs de 2' à 5' à travers le manteau d'argile à graviers.

En juin 1912 ces puits apparaissaient comme suit :

Puits *f* : le fond est une roche chargée de mica noir et de fer titané.

Puits *g* : plein d'eau; sur le bord, débris de fer titané.

Puits *h* et *i* : le fond est du beau fer titané.

Tranchée *m* : tranchée de 10' de longueur, montrant 8 pieds de fer titané entre une anorthosite franche d'un côté et une anorthosite imprégnée de fer de l'autre. Le contact entre l'anorthosite franche et le minerai est très net.

Puits *n* : plein d'eau.

Travail *p* : petit découvert montrant du bon minerai.

Travail *q* : assez grand découvert montrant un mélange d'anorthosite, de fer titané et de pyrites.

Nous avons recherché vers le sud-est le prolongement du gîte ainsi reconnu par ces trous; en enlevant la terre végétale aux points où la roche n'était pas trop profondément enterrée nous avons pu mettre au jour quelques affleurements de fer titané. Tels sont par exemple les points *a* et *b* (plan fig. 28) sur le lot 37 W. On y peut voir que le minerai vient là en contact avec l'anorthosite et que les lignes de contact semblent se diriger vers le nord-ouest.

En coordonnant ces résultats il est permis de penser que toutes ces découvertes appartiennent à une même zone minéralisée dirigée sensiblement de l'W. N. W. à l'E. S. E. D'après le plan, cette zone rectiligne suivant la plus grande partie de son parcours, s'infléchirait pour aller rejoindre les affleurements *a* et *b*. En fait nous ne savons rien de précis sur sa forme exacte, les affleu-

rements *a* et *b* peuvent être détachés d'un rameau principal, ou n'être que des accidents isolés. Quoiqu'il en soit, on peut assigner à cette zone une longueur minimum de 750 pieds, qui irait jusqu'à 1100 en y comprenant les affleurements *a* et *b*, et une largeur (au moins en un certain point KK') de 120 pieds.

Il est peu probable que cette zone corresponde à un amas unique et continu; il doit exister au contraire une série de lentilles de ségrégation sans doute allongées dans le même sens que la zone et séparées entre elles par des langues d'anorthosite.

Etant donné qu'un manteau d'argile à graviers et de terre végétale cache partout la roche solide, il est difficile de donner une estimation de la quantité de minerai qui existe dans cette zone. Des travaux de prospection montreront peut-être l'existence de grands massifs d'anorthosite entre les divers amas de minerai; ils peuvent également révéler, notamment autour de *c* et *d*, une largeur minéralisée plus grande. De toute façon la quantité est largement suffisante pour justifier un commencement d'exploitation, qu'on accompagnerait de travaux de recherches.

Nature du minerai. — Le minerai est un fer titané normal de composition et d'aspect tout à fait semblable à celui de la baie St-Paul. Deux échantillons ont été prélevés : Les Nos 34 et 35 sont des échantillons moyens du minerai tel qu'on le trouve en tas respectivement à côté de la carrière *c* et de la tête de la tranchée KK'. Ils ont donné à l'analyse :

	No B4	No B5
FeO... ..	61.78	61.53
TiO ²	30.28	31.64
Soit :		
Fer métallique... ..	48.05	47.86
Titane... ..	18.18	19.00

Il est probable qu'avec un triage à la main on pourra relever notamment la teneur en fer et titane.

C'est un minerai de titane qui convient à la fabrication de ferrotitane au four électrique.

Données économiques. — Ce gisement est favorablement situé à la fois pour l'exploitation et pour l'évacuation du minerai. Les affleurements actuellement découverts se trouvent sur le versant

d'une colline qui domine la route allant à la station d'Ivry et à Ste-Agathe. La pente est forte (elle atteint 50 à 60% vers les carrières *c* et *d*), de sorte qu'avec une exploitation à ciel ouvert il serait facile de se servir de la gravité pour charger directement sur voitures à la route.

Si l'extraction journalière atteignait une cinquantaine de tonnes par jour, le roulage sur route deviendrait impossible; le meilleur moyen d'atteindre le chemin de fer serait alors d'établir un tramway aérien. D'après le plan ce serait vers Desgrobois qu'il faudrait chercher une issue et la ligne pointillée qui va de A à B montre qu'avec ce parcours on évite toute montée. Par suite de la différence de niveau entre A et B, il n'y aurait besoin que d'une force motrice très faible pour la manœuvre du câble tracteur. Un tel parcours aurait environ une longueur de 2 milles. Actuellement une compagnie de Montréal a commencé une petite exploitation de ce gisement. Pendant l'hiver 1912-1913 1500 à 2000 tonnes de minerai ont été transportées sur traîneaux à la station de Desgrobois et expédiées à Niagara Falls (N.Y.).

GISEMENTS AUTOUR DE ST-JÉRÔME.

Ils ne sont signalés ici que pour mémoire, car ils ne semblent avoir aucune importance. On en trouve mention dans le Rapport du Service Géologique du Canada 1873-74, par B. J. Harrington.

	I	II
Fer métallique.	24.65	38.27
Acide titanique.	32.36	33.67
I Minerai de St-Jérôme		
II Minerai de St-Jérôme à 6 milles de St-Lin.		

GISEMENTS DE STE-JULIENNE (Canton de Rawdon).

Ces gisements ont été décrits par B. J. Harrington (Rapport de 1873-74) et par le Dr Adams (Rapport annuel 1895). Nous reproduisons la description qu'en fait le Dr Adams.

Canton de Rawdon, Rang II, lot 2. — "Ce dépôt se trouve près du village de Ste-Julienne; il n'a jamais été exploité mais il a attiré dans une bonne mesure l'attention du public. Il se trouve

dans l'anorthosite Morin, près du bord externe du prolongement en apophyse dont nous avons parlé. Le minerai se trouve dans une variété lamellée et blanchie à l'air de l'anorthosite, plutôt riche en bisilicate avec une orientation variant de N. 8° O. à N. 25° O. et un plongement presque vertical. Plusieurs filons stériles, apparemment de diabase, se rencontrent dans le voisinage. Le minerai varie beaucoup de nature étant beaucoup plus pur en certains endroits que dans d'autres, et il se présente souvent sous forme de bandes variant depuis quelques pouces jusqu'à plusieurs pieds de largeur, généralement en concordance presque avec le feuilletage de l'anorthosite, mais en certains cas le recoupant.

Les deux roches, l'anorthosite et le minerai de fer, sont disloquées et interrompues et il est difficile de déterminer si le minerai pénètre à travers l'anorthosite, ou si les cas où il traverse l'anorthosite doivent être attribués à la dislocation. Cependant, il se dirige généralement dans le sens de l'anorthosite, la masse principale étant à découvert sur environ deux cents pieds à angle droit avec cette direction. Le minerai semble réellement être une variété de l'anorthosite et en plusieurs endroits il est trop pauvre en fer pour constituer un minerai dans le vrai sens du mot. Il est aussi fortement titanifère et contient souvent du fer et des pyrites comme éléments constitutifs.

Un spécimen recueilli par moi et examiné par le Dr Hoffman contenait :

Fer métallique.	42.29
Ac. titanique.	Une grande quantité.

Deux échantillons examinés par le Dr B. J. Harrington, autrefois chimiste du Service Géologique, ont donné les résultats suivants :

	I	II
Fer métallique.	38.27	40.71
Acide-titanique.	33.67	33.64

Et un troisième dans lequel le fer n'a pas été déterminé, a donné 35.09 d'acide titanique".

Le rapport du Dr Adams signale également la présence de fer titané en d'autres points du massif de Morin. (Canton de Wexford, canton de Chertsey).

CHAPITRE V.

LES SABLES MAGNÉTIQUES.

L'existence de sables magnétiques sur la côte nord du fleuve et du golfe St-Laurent est connue depuis longtemps et les voyageurs en ont signalé de nombreux gisements. Malheureusement il s'en faut de beaucoup que tous ces gisements aient une importance économique, et même pour les plus grands d'entre eux convient-il d'apporter une certaine réserve dans leur évaluation. Certains explorateurs ont parlé de quantités illimitées de sables noirs; en fait comme nous le verrons plus loin il n'y a guère que pour deux ou trois gisements que l'on peut compter par centaines de mille tonnes de concentrés.

Généralement parlant presque tous les sables de grève de la côte nord renferment des grains de magnétite provenant de la désagrégation de roches ferrugineuses. A ce propos il est bon de faire remarquer qu'il n'est pas nécessaire qu'il y ait à l'intérieur des terres un gîte de minerai de fer pour donner naissance à des sables magnétiques sur la côte; la désagrégation des gabbros ferrugineux si fréquents au nord du St-Laurent suffit à expliquer la présence du fer dans les sables. En certains points notamment au voisinage des estuaires des grandes rivières, les bancs sableux prennent une importance considérable; la rivière avant de se jeter à la mer est obligée de se frayer un chemin dans les alluvions mêmes qu'elle a charriées; au cours des âges les méandres de la rivière s'allongent, une embouchure nouvelle se crée tandis que l'ancienne se comble; il en résulte un remaniement perpétuel des sables, éminemment favorable à la concentration de la magnétite en lits irréguliers et enchevêtrés. Les vagues de leur côté font sur la grève marine une concentration analogue, mais toujours de peu de durée. La prédominance de certains vents, la construction d'une nouvelle barre sableuse modifient les courants marins et arrêtent un phénomène de concentration. Il en résulte qu'en règle générale les "lits de sable noir" n'auront dans ces bancs de sable aucune continuité; leur épaisseur pourra tomber à rien sur une courte distance. Certaines falaises taillées à pic mon-

trent d'ailleurs bien nettement le caractère de stratification entrecroisée des dépôts fréquemment remaniés.

Les sables noirs se présentent sous deux aspects qu'il est important de distinguer :

(a) *Les sables de marée.* — Ce sont en général des sables noirs lourds, très riches en magnétite formant une bande en bordure de la mer et au pied des falaises sablonneuses des terrasses. Les hautes mers moyennes les atteignent à peine, les grandes marées de pleine lune les recouvrent en partie. Ils sont recouverts et rebrassés par les grandes marées d'équinoxe. En règle générale, on ne les trouve pas sur les plages basses ; leur présence est liée à la présence d'une falaise que viennent battre les flots des hautes mers.

La largeur de cette bande varie de quelques pouces à 40 ou 50 pieds ; l'épaisseur de quelques pouces à 3 pieds.

Ces sables ont une origine actuelle.

(b) *Les sables de terrasses.* — Le relèvement graduel des côtes fait que certaines alluvions anciennes des cours d'eau se trouvent maintenant à un niveau assez élevé au-dessus de la mer et donnent naissance à des terrasses. En quelques points de la côte nord, notamment à Moisie les sondages révèlent dans ces terrasses la présence de lits irréguliers de sable noir. Ces terrasses couvrent une grande superficie et leur tonnage est considérable.

Malheureusement leur richesse en sable noir est très variable d'un point à l'autre et l'évaluation de la quantité de minerai qu'elles renferment exige une campagne de sondages à réseau serré qui n'a pas encore été faite. Le seul travail sérieux que l'on ait à ce point de vue est celui de Geo. C. McKenzie qui a étudié les sables de Natashquan pour le Département des Mines d'Ottawa et qui fit une série systématique de sondages.

Nous avons visité nous-même les dépôts de Moisie et de St-Jean, mais à cause du peu de temps dont nous disposions, nous ne pûmes faire que des sondages de reconnaissance dont la valeur est plutôt qualitative que quantitative.

LES SABLES DE NATASHQUAN.

Les premiers renseignements un peu nets que l'on a eus sur ces sables ont été rapportés par M. J. Obalski, alors surintendant des

mines, à la suite d'un voyage qu'il fit en 1889 sur la côte nord. " Depuis l'embouchure de la rivière Natashquan, dit M. Obalski, dans une communication au Canadian Mining Institute, jusqu'à 20 milles de distance à peu près en longeant la rive vers l'est on peut voir entre la mer et les terrains boisés une bande sablonneuse formée d'une plage plate de 100 à 400 pieds de large, et de dunes de 5 à 50 pieds de haut ; le tout s'étendant sur une largeur de 600 pieds. Dans toute cette zone le sable noir se rencontre en lits alternants d'épaisseur variable allant de 1 pouce à 2 pieds avec une teneur pratique de 20 à 95% en sable noir. "

" J'ai mesuré des sections dans les dunes qui pour 15 et 20 pieds de haut donneraient de 40 à 60% de sable noir en moyenne. On en retrouve aussi sur la rive orientale de la rivière Natashquan elle-même. "

" On dit que cela se continue jusqu'à la rivière Kaghaska. La teneur moyenne en sable noir peut être considérée comme de 40%, la quantité de magnétite étant elle-même de 25% (magnétite à 68-70% de fer). "

Les estimations de M. Obalski, faites au cours d'un voyage rapide, sont sujettes à correction. En réalité il semble bien que ni les quantités ni les teneurs ne sont aussi élevées. C'est du moins ce que tendent à prouver les recherches de Geo. C. McKenzie qui a consacré plusieurs mois pendant les étés de 1911 et 1912 à faire des sondages systématiques pour le compte du Département des Mines d'Ottawa. Les résultats de la campagne de 1911 ont déjà paru dans le rapport annuel de la Branche des Mines pour 1911 et nous les résumons ci-dessous.

" Les recherches portèrent sur un bloc parallèle à la rive d'environ 3 milles de long et de 200 à 600 pieds de large à la hauteur de la pointe Natashquan. On y fit 158 sondages repartis de 250 en 250 pieds, à des profondeurs variant entre 5 et 22 pieds, mais voisines en moyenne de 16 pieds. Chaque sondage donna lieu à une prise d'échantillon qui fut mis en sac et expédié à Ottawa. Tous ces sondages furent faits dans une région couverte de dunes. "

" A Ottawa chaque échantillon fut séché et réduit à 100 grammes au moyen d'un échantillonneur Jones. Le reste de chaque échantillon fut mis de côté pour les essais au séparateur Grondal. Chaque échantillon réduit fut alors traité par un aimant ordinaire à fer à cheval, et les concentrés obtenus furent pesés. " Le tableau dressé par M. McKenzie montre que la teneur de ces sables en magnétite varie depuis 0.5% jusqu'à 28.5% (ce dernier chiffre

correspondant à un trou de 16 pieds). Une moyenne arithmétique de tous les résultats indique que sur une profondeur moyenne de 16 pieds la proportion de concentrés serait de 9.45%. Quant aux concentrés ils auraient comme composition :

Fer...	68.10
Titane...	2.5
SiO ² ...	1.00
Ph...	.025
S...	Traces.

“En se basant sur les proportions de concentrés et les poids du sable au pied cube pour les différents sondages effectués, M. McKenzie arrive à donner les chiffres suivants pour la superficie examinée :

Superficie totale: 817,566 verges carrées = 168.92
 Volume total : 4,443,892 verges cubes
 Profondeur moyenne des sondages : 16.3 pieds
 Poids moyen au pied cube du sable brut : 107.5 livres
 Poids total du sable brut : 5,784,246 grosses tonnes
 Poids total des concentrés magn.: 501,111 grosses tonnes
 Moyenne % des concentrés magnétiques : 8.66
 Rapport moyen du sable brut aux concentrés magnétiques :
 11.54 à 1.

Ainsi donc on peut extraire 500,000 tonnes de concentrés d'une superficie de 168.92 acres sur une profondeur moyenne de 16 pieds. C'est un chiffre modeste comparé aux estimations premières; il est probable qu'il faudrait le prendre un peu plus élevé car d'une part on sait qu'il existe du sable noir à plus de 16 pieds de profondeur en moyenne (la sondeuse de M. McKenzie ne lui permit pas d'aller plus loin) et d'autre part il existe probablement aussi du sable noir en arrière de la région étudiée, c'est-à-dire dans les parties boisées. M. McKenzie fit faire quelques sondages dans cette région boisée et y trouva du sable noir, mais il lui fut impossible de donner des chiffres eu égard à la trop grande humidité des terrains qui empêcha d'aller un peu profondément dans le sol.

Ces résultats ne portent que sur 3 milles de longueur. Les sables s'étendent, paraît-il, sur 15 à 20 milles encore plus à l'est mais en l'absence de travaux sérieux il est difficile d'étendre à toute la plage les résultats particuliers de M. McKenzie.

SABLE DE MOISIE.

De chaque côté de l'embouchure de la rivière Moisie s'étendent de longues plages de sable qui s'allongent sur 20 milles à l'ouest, jusqu'au delà du village des Sept Îles, et sur 9 milles à l'est jusqu'à la Rivière à la Truite. Ces sables se prolongent fort loin au large, notamment à l'ouest de l'embouchure de la rivière. Ils forment là un banc sous marin, connu sous le nom de Pointe à Juliette, et qui oblige toutes les embarcations, même les plus petites, à passer à 3 milles de terre.

En aucun point de ces bancs sableux il n'est possible d'atterrir, si ce n'est en chaloupe et par un temps particulièrement calme. Par contre la rivière Moisie forme un port bien abrité à tous les vents pour les embarcations ne tirant pas plus de 8 à 9 pieds d'eau. Le chenal est assez facile à passer à mer haute, mais il est dangereux avec de grosses houles de sud-ouest.

Les steamers qui font le service sur la côte nord s'arrêtent au large, à environ 1 mille $\frac{1}{2}$ de l'embouchure. Le transbordement des passagers et des marchandises se fait par un remorqueur à pétrole.

On trouve des sables magnétiques aussi bien sur les plages et les falaises de l'estuaire, que sur les plages et les falaises en bordure de la mer; mais c'est en bordure de la mer que se trouvent les grosses quantités.

Les sables de marée.

On ne trouve pas des sables de marée en tous les points de la plage, de chaque côté de la rivière Moisie. Leur dépôt en quantité importante ne peut en effet s'effectuer que dans certaines conditions, et notamment la présence d'une falaise sablonneuse ou tout au moins d'un obstacle contre lequel les vagues viennent se briser, semble indispensable. C'est ainsi qu'on ne rencontre ces sables de marée qu'en très faible quantité, sur les plages basses, qui se prolongent vers les terres par des ondulations sans relief. Au contraire dès que des terrasses apparaissent, on trouve à leur pied une bande de sable noir.

Les trois profils représentés par le croquis fig. 29 correspondent à trois différents aspects des plages de Moisie. Dans le profil No 1 la plage s'élève progressivement vers l'intérieur des terres, et forme des ondulations; pour plusieurs centaines de pieds on

ne rencontre que des sables actuels, et la végétation est absente ou rare. Les grandes mers d'équinoxe s'avancent très loin et les tempêtes balayaient facilement les terrains.

Le sable magnétique n'apparaît qu'en rides, cordons ou taches tout à fait superficielles; souvent même, il n'y en a pas.

Dans le profil No 2 la plage de sables actuels se termine au pied d'une falaise de sables de terrasses, et c'est au pied de ces terrasses que se sont produites une concentration et une accumulation de grains ferrugineux. Les marées ordinaires n'atteignent pas les falaises; par contre les grandes mers d'équinoxe, les grands vents poussent les vagues jusqu'au pied des terrasses; on conçoit que ces marées et les tempêtes apportent des sables, et effectuent une concentration par lavage analogue à celle des tables de nos ateliers de préparation mécanique de minerais. Le profil bombé No 2 semble particulièrement favorable à l'accumulation des concentrés.

Le profil No 3 correspond à une plage plus plane, plus sujette aux coups de vent, aux marées; les sables magnétiques se distribuent en plusieurs zones, en plusieurs lambeaux, généralement moins épais que les bandes qui longent immédiatement les falaises.

Ces sables noirs de marée ne sont pas uniquement formés de magnétite. Même lorsqu'ils apparaissent parfaitement noirs, ils contiennent une notable proportion de hornblende, augite, grenats et ilménite. C'est ainsi qu'un sable très noir, recueilli au pied d'une falaise a donné à l'analyse.

	Fer	Titane
Sable brut.	56.84	8.07
Concentrés à l'aimant. . .	69.10	1.34
Partie non magnétique. .	45.26	13.26

La proportion de concentrés dans le sable brut étant de 48%, on ne pourrait donc extraire par une concentration magnétique qu'une quantité de fer équivalente à 33% du poids total.

On trouve ces concentrations superficielles sur de grandes étendues. A l'est de la rivière Moisie elles forment une bande plus ou moins large, plus ou moins continue qui se suit sur 4 à 5 milles, à partir d'un point marqué A sur le plan. A l'ouest de la rivière, en partant du point B, la plage est d'abord basse et

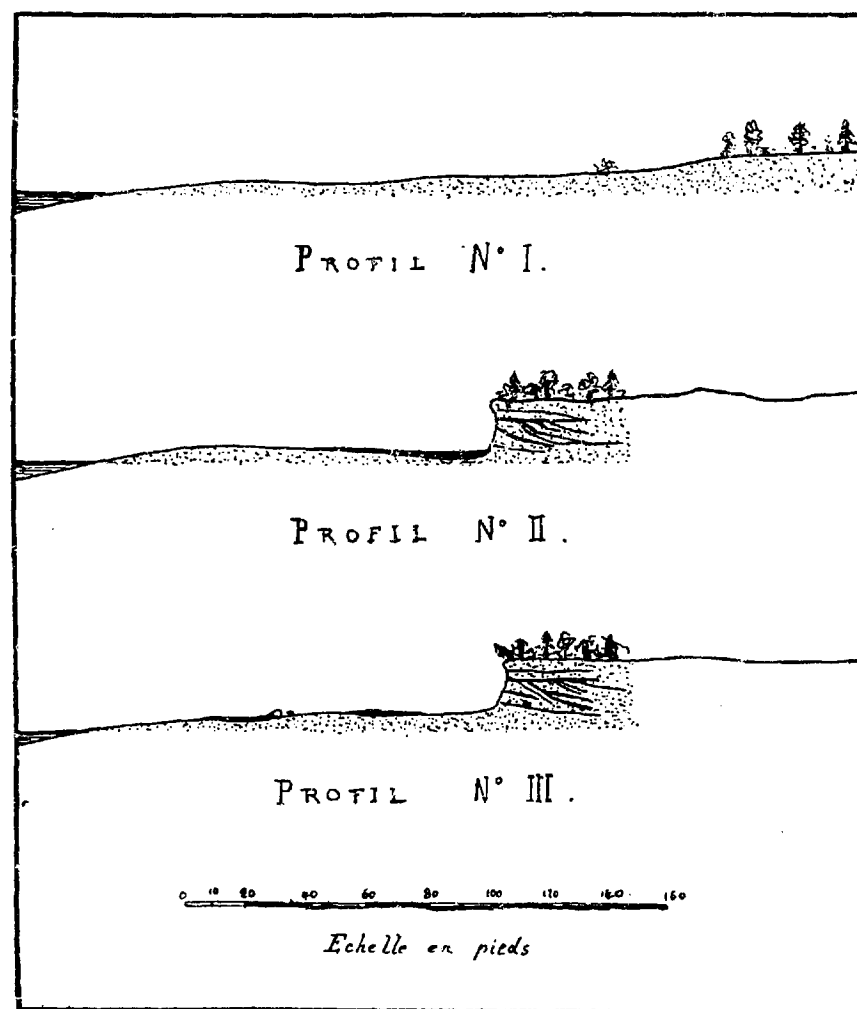


Fig. 29. — Profils de plage à la rivière Moisie.

son profil se rapproche du profil No 1, mais environ à 3 milles des petites terrasses apparaissent en même temps que des bandes de sable noir. Ces terrasses et ces sables se suivent sur environ deux milles. Enfin, dans l'estuaire même de la rivière, sur la rive concave, on trouve également une bande de quelques centaines de pieds de longueur.

Dans le but d'estimer la quantité probable de ces sables noirs de marée, M. Poitevin a relevé avec soin sur 10,600 pieds de longueur, à partir du point A et en se dirigeant vers l'est, l'épaisseur et la largeur moyennes de la bande magnétifère. Le tableau de la page ... rend compte du travail; en 29 points on mesura la largeur et la profondeur des sables noirs, en même temps qu'on prélevait environ une livre d'échantillon. On constitua ainsi les échantillons marqués A, B, C, D, E, G, H, K. Une prise d'échantillons finale fut obtenue en prélevant dans chacun des échantillons A, B, C,—K, un poids proportionnel au nombre de pieds cubes que chaque échantillon partiel représentait. Cet échantillon final, analysé au laboratoire provincial, donna :

	Fer	Titane	Fe ² O ³	TiO ²
Ech. 152 brut.	36.42	7.48	50.29	12.84
Ech. 153 trié à l'aimant. . .	67.17	1.46	92.66	2.44

Les concentrés triés à l'aimant représentaient 26.23% du poids brut.

Le tableau montre donc que sur 10,600 pieds, soit environ 2 milles le long du rivage, il existe à peu près 40,000 tonnes d'un minerai pulvérulent donnant 26% de concentrés magnétiques, c'est-à-dire renfermant 17 à 18% de fer métallique.

Si l'on étend ces résultats aux 5 milles de sables noirs de marée de la rive est, et aux 2 milles de la rive ouest, en admettant le chiffre de 20,000 tonnes au mille on arrive à un total de 140,000 tonnes.

Ces chiffres n'ont rien de définitif; la prédominance de certains vents, la fréquence des tempêtes, peuvent provoquer des remaniements et des déplacements de ces sables, dont le gisement tout à fait superficiel est jusqu'à un certain point fort incertain.



Fig. 30. — PLAGE DE MOISIE, A L'OUEST DE LA RIVIÈRE MOISIE.
Sables ferrifères.

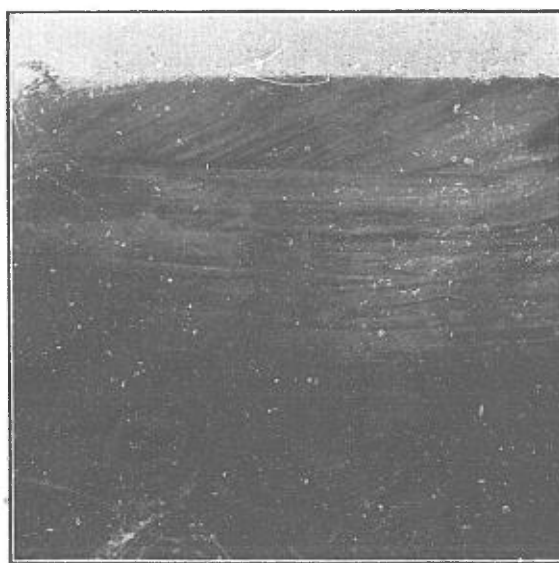


Fig. 31. — STRATIFICATION ENTRECROISÉE DANS
LES FALAISES SABLONNEUSES DE MOISIE.

TABLEAU DU CALCUL DU TONNAGE DES SABLES DE MARÉE A MOISIE.

Nos des Stations	Largeur de la bande en pieds	Profondeur de la bande en pieds	Section de la bande en pieds carrés	Distances le long de la rive	Distances entre deux stations	Nombre de pieds cubes de sable entre deux stations	
1	35	0.6	21	0'	200'	4200	Echant. A
2	20	2.1	42	200'	200'	8400	
3	30	2.1	63	400'	200'	12600	
4	30	1.6	48	800'	200'	9600	Echant. B
5	30	1.1	33	800'	200'	6600	
6	40	1	40	1000'	200'	8000	
7	30	1.4	42	1200'	200'	8400	Echant. C
8	30	1.2	36	1400'	200'	7200	
9	35	0.8	28	1800'	400'	11200	
10	30	2.5	75	2000'	200'	15000	Echant. D
11	30	1.5	45	2200'	200'	9000	
12	35	0.7	24	2600'	400'	9300	
13	20	0.8	16	3000'	400'	6400	Echant. E
14	40	1.2	48	3400'	400'	19200	
15	45	2.5	112	3800'	400'	44800	
16	25	2.1	52	4200'	400'	20800	Echant. F
17	15	2.5	37	4600'	400'	14800	
18	30	1.3	39	5000'	400'	15600	
19	35	1	35	5400'	400'	14000	Echant. G
20	30	1.3	39	5800'	400'	15600	
21	35	1.4	49	6200'	400'	19600	
22	35	2.5	85	6600'	400'	34000	Echant. H
23	35	3.3	115	7000'	400'	46000	
24	40	1.3	42	7400'	400'	16800	
25	50	2	100	7800'	400'	40000	Echant. I
26	50	1.5	75	8600'	800'	60000	
27	55	1.3	71	9400'	800'	56800	
28	45	2.5	112	10200'	800'	89600	Echant. K
29	55	1.2	66	10600'	400' (?)	26400	
Total...						650,200	

En prenant 125 livres comme poids du pied cube de sable on trouve que ces 650,200 pieds cubes représentent environ 40,000 tonnes.

Les sables de terrasses.

Les terrasses renferment du sable magnétique en lits généralement horizontaux, mais sans aucune continuité.

Les profils 2 et 3 montrent, en exagérant les dimensions verticales par rapport aux dimensions horizontales, la façon dont ces lits se présentent. Tout indique que leur dépôt se fit dans des

eaux agitées. Au point de vue pratique, il est impossible de compter sur une régularité quelconque de la richesse en sable magnétique de ces sables de terrasses.

Il est probable d'ailleurs que ces lits de sables noirs ne se rencontrent qu'en certains points, ou plus exactement le long de cer-

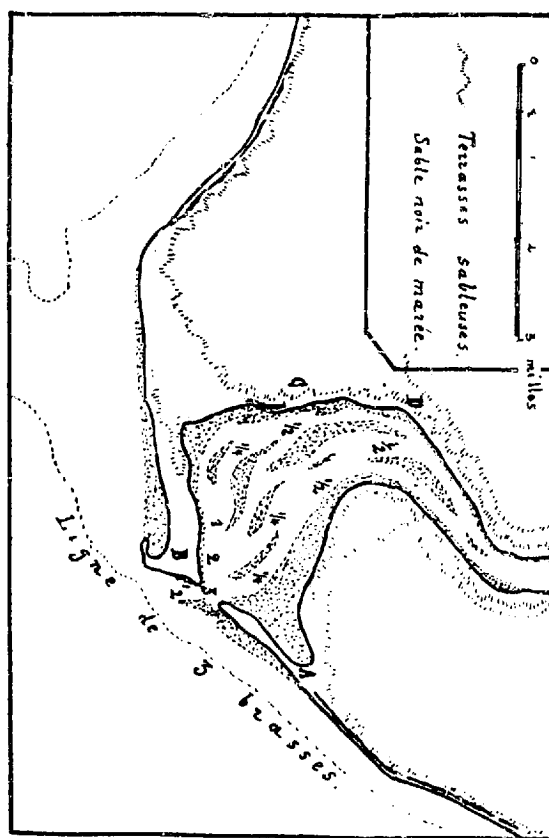


Fig. 32. — Embouchure de la rivière Moisie.

taines bandes, correspondant aux différentes lignes de rivages anciens. C'est ainsi que les falaises qui dominent la rivière aux points C et D, ne renferment sur 100 pieds de hauteur aucune trace de sable magnétique; tout à fait à la surface, cependant, il existe une strate d'un sable brun, aggloméré assez fortement qui renferme un peu de magnétite.

Un certain nombre de sondages ont été faits sur les deux plages à l'est et à l'ouest de la rivière Moisie. Les résultats sont résumés ci-dessous.

Plage de l'est.

Sondage No 1 (C) à environ 9,000 pieds à l'est de la pointe A, du haut en bas de la falaise.

24 pouces sable blanc un peu gris.
 3 " " gris.
 2 " " blanc.
 4 " " gris.
 12 " " blanc.
 3 " " gris foncé et rouge (grenats).
 13 " " blanc.
 12 " " gris foncé, très chargé de magnétite au sommet.
 (Ech. 136).
 2 " " blanc.
 3 " " gris.
 4 " " noir magnétique.
 3 " " blanc.
 5 " " noir magnétique (Ech. 135).

Total : 7 pieds, 7 pouces.

Un échantillon (No 137) représentant la moyenne de ces 7 pieds 7 pouces a été recueilli et traité à l'aimant en même temps que les échantillons 135 et 136 avec les résultats suivants:—

	Proportion de concentrés.	Proportion fer dans les concentrés.	Proportion titane dans les concentrés.
Ech. 135.....	25.35	nd	nd
Ech. 136.....	16.54	nd	nd
Ech. 137.....	14.41	68.05	2.59

Sondage No 2, à 250 pieds au nord du No 1, à partir de la surface du sol :—

27 pouces de sable jaune.
 4 pouces de sable gris.
 32 pouces de sable blanc et jaune avec petits lits de sable gris.
 3 pouces de sable noir.
 7 pouces de sable gris clair.
 4 pouces de sable noir.
 12 pouces de sable gris avec lit de 2 pouces de sable noir.
 3 pouces de sable blanc.
 21 pouces de sable gris avec nombreux lits de sable noir, très riches.

Total.... 9 pieds 3 pouces.

Sondage No 3, à 500 pieds au nord du No 1, à partir de la surface du sol : —

68 pouces de sable jaune avec lit de 4 pouces de sable gris.
 8 pouces de sable gris avec lit de sable noir.
 5 pouces de sable jaune.
 10 pouces de sable gris.
 4 pouces de sable noir.
 10 pouces de sable blanc.
 12 pouces de sable gris avec nombreux lits de sable noir.

Total.... 9 pieds 9 pouces.

Sondage No 4, à mille pieds à l'est du No 1; saignée verticale dans la falaise, du haut en bas : —

12 pouces de sable gris et grenatifère.
 3 pouces de sable gris clair.
 5 pouces de sable noir.
 12 pouces de sable gris avec filets de sable noir.
 36 pouces de sable gris clair.

Total.... 5 pieds 8 pouces.

L'échantillon 138 qui représentait la moyenne de ces sables contenait 11.48% de concentrés magnétiques.

Cette saignée fut prolongée par un sondage à la tarière qui donna : —

36 pouces de sable gris.
 10 pouces de sable blanc.
 3 pouces de sable noir grenatifère.
 17 pouces de sable blanc un peu grisâtre.
 3 pouces de sable noir grenatifère.
 10 pouces de sable gris clair.
 12 pouces de sable grossier et graviers.

Total.... 7 pieds 7 pouces.

L'échantillon 141 qui représente la moyenne des sables retirés du sondage contenait 6.17% de sables magnétiques.

Sondage No 5, à 125 pieds au nord du No 4, du haut en bas :

39 pouces de sable jaune.
 3 pouces de sable gris avec lit noir.
 15 pouces de sable jaune un peu gris.
 5 pouces de sable gris grenatifère.
 22 pouces de sable jaune un peu gris.

Total.... 7 pieds.

L'échantillon 139 qui représente la moyenne de ces sables contenait 3.11% de concentrés magnétiques.

Sondage No 5a à 500 pieds au nord du No 4, du haut en bas :

28 pouces de sable jaune.
 8 pouces de sable un peu gris.
 4 pouces de sable gris.
 20 pouces de sable jaune avec lits noirs.
 7 pouces de sable gris avec lits noirs.
 22 pouces de sable jaune un peu gris.

Total.... 7 pieds 5 pouces.

L'échantillon No 140 qui en représente la moyenne contenait 2.46% de concentrés magnétiques.

Sondage No 6 à 2000 pieds à l'est du No 1. Saignée verticale le long de la falaise, du haut en bas.

80 pouces de sable blanc et gris avec 6 lits de sable noir de ½ pouce à 3 pouces.
 15 pouces de sable gris.
 7 pouces de sable noir grenatifère. (Ech. 144).
 13 pouces de sable blanc un peu gris.
 2 pouces de sable gris noir.
 7 pouces de sable blanc.
 13 pouces de sable gris noir.
 13 pouces de sable blanc.
 4 pouces de sable gris.

Total.... 12 pieds.

L'échantillon moyen porte le No 145. Les échantillons 144 et 145 ont donné à l'analyse :

	Proportion de concentré magné- tique.	Proportion de fer dans les concentrés.	Proportion Titane dans les concent.
Ech. 144.. . . .	6,71%	N. D.	N. D.
Ech. 145.. . . .	7,44%	65,62%	3,81%

Ces résultats peuvent paraître surprenants, puisque l'échantillon moyen est plus riche que le lit de 7 pouces de sables noirs. A la loupe on remarque cependant que ces sables noirs sont presque uniquement composés de hornblende, augite, grenat. Cette remarque doit mettre en garde contre les estimations de la richesse des sables, qui ne seraient basées que sur l'abondance des éléments noirs.

Sondage No 7 à 500 pieds au nord du No 5. L'échantillon moyen No 143 a donné 9,85% de concentrés magnétiques.

Plage de l'Ouest.

Ce n'est qu'à environ 3 milles à l'ouest de la pointe B que les terrasses rejoignent le rivage de la mer. C'est à partir de ce point-là, qu'ont été faits les quelques sondages décrits plus loin. Au dire de nos guides et d'après les rapports que j'avais en main c'est à cet endroit que se trouvent en effet les parties les plus riches des gisements de l'ouest.

Sondage No 8, à 3 milles à l'ouest de la pointe B et à 100 pieds de la ligne des hautes mers de juillet.

6 pouces de graviers.
3 pouces de sable gris avec lit de sable magnétique de 1 pouce.
32 pouces de sable grossier mêlé d'un peu de magnétite.

Les sables sont évidemment des sables littoraux actuels.

Sondage No 9, à 1300 pieds à l'ouest du No 8, saignée verticale le long de la falaise sablonneuse qui rejoint le rivage.

12 pouces de sable gris clair.
2 " " " blanc.
12 " " " blanc avec lit gris.
24 " " " grossier.

L'ensemble est très pauvre.

Sondage No 10, à 2300 pieds à l'ouest du No 5; saignée verticale dans la falaise sablonneuse de haut en bas.

6 pouces de terre végétale.
8 pouces de sable blanc.
12 pouces de sable gris avec 2 lits de 2 pouces de sable noir grenatifère.
27 pouces de sable grossier.
9 pouces d'un mélange de sable grossier et sable noir par parties égales
32 pouces de sable grossier avec quelques lits noirs.
Total : 7 pieds.

L'échantillon 146 qui représente la moyenne de ces sables a donné à l'analyse :

Proportion de concentrés.	Proportion de Fer des concentrés.	Proportion de Titane des concentrés.
Ech. 146 4,10%	66.64	1,46

Sondage No 11, à 500 pieds au nord du No 10. Sondage à la tarière de haut en bas.

20 pouces de terre végétale et humus.
 46 " " sable jaune grisâtre.
 14 " " " gris grossier.
 2 " " " noir.
 9 " " " gris grossier.
 27 " " " blanc, puis niveau aquifère.
 Total : 6 pieds 6 pouces.

L'échantillon moyen a donné à l'analyse :

Proportion de concentrés.	Propor. de Fer des concentrés.	Propor. de Titane de concentrés.
Ech. 147 - 7,30%	65,48%	1,48%

Sondage No 12, à 4300 pieds à l'ouest du No 8, saignée verticale dans la falaise de sables de haut en bas.

12 pouces de sable blanc.
 15 " " " gris avec petits lits de sable noir.
 33 " " " blanc.
 46 " " " jaune rouillé avec nombreux lits de sable magnétique en stratification discordante.

A ce niveau on atteint un lit de glaise et le niveau aquifère.

Total : 8 pieds 10 pouces. L'échantillon moyen (148) contenait 3,49% de concentrés magnétiques.

Sondage No 13, à 7500 pieds à l'ouest du No 8. Saignée verticale de 5 pieds sur la falaise des sables. L'échantillon moyen (No 150) contenait 9,65% de concentrés magnétiques.

Sondage No 14, à 9000 pieds environ à l'ouest du No 8. Les terrasses s'abaissent et à quelques centaines de pieds plus loin la

plage ne présente plus aucune berge de sable. Le sondage fait à la tarière, à la lisière de la végétation forestière a donné :

4 pouces de sable blanc.
 8 " " " gris particulièrement riche au sommet.
 10 " " " jaune grisâtre.
 2 " " " noir.
 6 " " " gris.
 4 " " " jaune grossier avec lit de sable noir.
 16 " " " gris clair.
 2 " " " jaune grossier.
 niveau d'eau.
 Total : 4 pieds 4 pouces.

	Proportion de concentrés.	Proportion de fer des concentrés.	Proportion de Titane des concentrés.
Échantillon 149....	8,25%	65,76	2,28

CONCLUSIONS.

Si l'on fait un tableau des résultats de ces divers sondages on obtient les chiffres suivants :

PLAGE A L'EST DE LA RIVIÈRE MOISIE.

Échantillon No	Proportion de concentrés.	
	Échantillon moyens.	Lits riches.
130..	.....	32,78%
" " 135..	.....	23,55
" " 136..	.....	16,54
" " 137..	14,41%	
" " 138..	11,48%	
" " 139..	3,11%	
" " 140..	2,46%	
" " 141..	8,17%	
" " 143..	2,85	
" " 144..	.....	6,71%
" " 145..	7,44	
PLAGE A L'OUEST DE LA RIVIÈRE MOISIE.		
" " 146..	4,10%	
" " 147..	7,30	
" " 148..	3,29	
" " 149..	8,25	
" " 150..	9,63	

Ces proportions de concentrés magnétiques sont intéressantes. Peut-être sont-elles un peu élevées par rapport à ce que donneraient des sondages à 1000 ou 2000 pieds de la mer. On pourrait en se basant sur les résultats précédents calculer ce que peut renfermer un mille carré de terrain, en prévoyant six pieds exploitables, par exemple. Comme nos sondages ne sont jamais éloignés de la côte nous ne pouvons faire une estimation que sur une bande, large de 500 pieds par exemple, profonde de six pieds et se dirigeant parallèlement à la côte. En prenant comme rendement moyen en concentrés le chiffre de 6,80 p. c. (ce qui est à peu près la moyenne du tableau précédent) et comme poids du pied cube de sable 100 livres, on arrive à la conclusion que par mille de longueur cette bande renfermerait 57,000 tonnes de concentrés à 65,67 p. c. de fer métallique.

Il existe des séparateurs magnétiques qui peuvent donner des concentrés plus complètement débarrassés de titane. En tout cas ces teneurs en titane ne constituent aucune gêne sérieuse pour l'utilisation du minerai.

LES SABLES DE LA RIVIÈRE ST-JEAN.

Entre la rivière St-Jean et la rivière de Mingan, la côte est entièrement formée de sables. A peu près à mi-chemin entre les deux rivières (exactement à 12 milles de Mingan et 9 milles de St-Jean), la côte fait un brusque conde, sur lequel est établi un poste de pêche assez important, appelé Longue Pointe. Quoique bien mal protégés des vents du Sud, les bateaux de pêche de ce poste restent en tout temps attachés au large de cette pointe. Longue Pointe est aussi la résidence du surintendant de la ligne télégraphique de la côte, et le point de départ du câble qui relie Anticosti à la terre.

Les sables de cette côte sont presque partout chargés d'éléments noirs. Ces éléments ne sont pas uniquement de la magnétite, et ce ne sont souvent pas les sables les plus riches en éléments noirs qui sont les plus magnétiques.

C'est entre Longue Pointe et la rivière St-Jean que se trouvent les meilleurs affleurements de sable magnétique. Les considérations faites pour les sables de Moisie s'appliquent également ici, et il faut distinguer entre sables de terrasses et sables de marée. Par contre la côte présente parfois un aspect qui n'existe pas à Moisie; entre les terrasses couvertes de bois et la mer, s'étendent des dunes de formation actuelle, dues sans doute à l'action des vents.

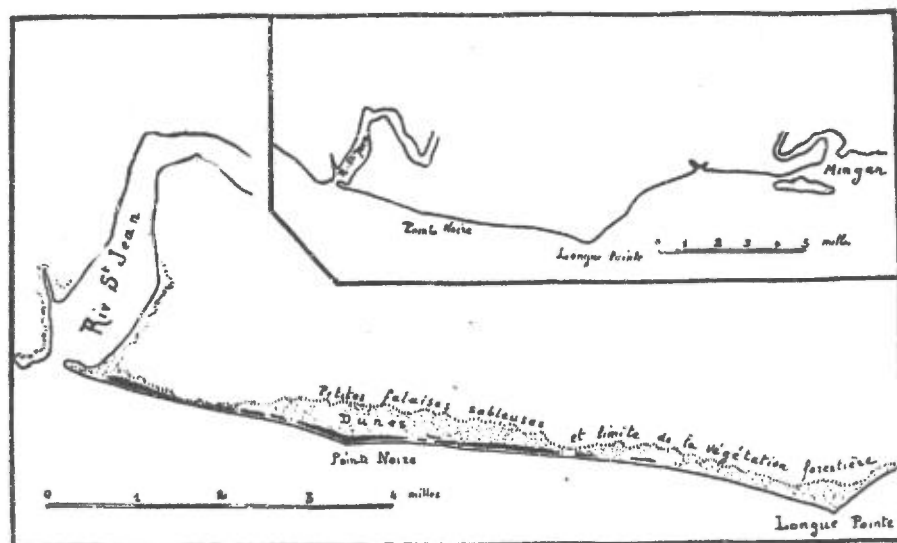


Fig. 33. — La plage entre la rivière St-Jean et Longue-Pointe.

Les plus riches accumulations de sable magnétique de marée se trouvent toujours au pied des falaises; on en trouve également sur le versant regardant la mer de certaines dunes. Les dunes elles-mêmes renferment du sable magnétique, soit à leur

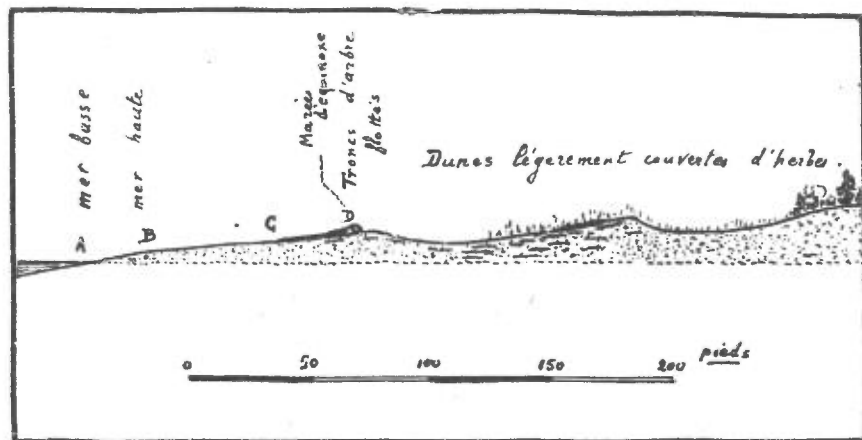


Fig. 34. — Profil de la plage au niveau de la Pointe Noire.

surface, soit en profondeur, sous forme de lits irréguliers. Un sondage révélera un lit de 6 pouces; le sondage voisin à 100 pieds de distance, ne donnera que des sables blancs ou gris.

En quittant la rivière St-Jean, pour se diriger vers la Longue Pointe, la plage d'une largeur de 50 à 200 pieds est dominée par des falaises sablonneuses de 10 à 15 pieds de hauteur. Une bande de sables magnétiques de marée apparaît au pied des falaises avec une largeur variant de 10 à 30 pieds. En creusant à la pelle, on trouvera une succession de couches magnétiques de 1" à 6" d'épaisseur. Certains trous peuvent donner 25% de concentrés, d'autres 2 à 5%. Cette bande se suit sur $\frac{1}{4}$ de mille environ.

A ce moment, la plage se rétrécit et même disparaît à marée haute, sur une longueur d'un demi mille. A un mille $\frac{1}{4}$ la plage s'élargit à nouveau, mais sans présenter de grandes quantités de sables noirs.

A deux milles et demi de la rivière St-Jean, les terrasses commencent à s'éloigner de la mer et la plage se continue dans les terres par une sorte de plateau ondulé, par des petites dunes de formation actuelle. Le dessin fig. 34 donne une représentation du profil de la côte en cet endroit. Au niveau CD apparaît une bande superficielle de sables noirs. Cette bande qu'on peut suivre sur 3000 à 4000 pieds se présente avec des largeurs variant de quelques pieds à 40 pieds et des épaisseurs en général assez faibles, là 4 pouces. C'est à la présence de cette bande de sable noir et en même temps au léger changement de direction de la côte, que cet endroit doit d'être connu sous le nom de Pointe Noire. C'est à peu près au niveau de la Pointe Noire, à 500 pieds environ de la mer que se trouvent les restes d'une ancienne chaudière, ayant fait partie autrefois d'une petite station de concentration de ces sables. Les dernières bandes de sable de marée que l'on rencontre avant d'arriver à la Longue Pointe se trouvent à environ 5 milles de la rivière St-Jean, et on les suit sur une longueur de 1 mille et demi à 2 milles.

Les Dunes.—

Le plateau onduleux qui s'étend entre les terrasses à végétation forestière et la mer, à peu près au niveau de la Pointe Noire, est formé de sable généralement gris et fortement chargé de magnétite, fer titané, amphibole, augite, grenat. En certains endroits la teneur en magnétite est assez forte, et on observe des aires de 1500 à 2000 pieds de longueur sur 500 pieds de largeur qui sur

une épaisseur de 6" en moyenne pourraient donner 8 pour cent de sable magnétique. (L'échantillon 196 qui peut passer pour représenter la moyenne des sables de cette aire a donné à la concentration 8,16 pour cent de sables magnétiques). Par contre en d'autres endroits la teneur est bien inférieure à ces chiffres.

Les Terrasses—

Lorsque les terrasses se rapprochent de la mer et forment des falaises dégradées par les eaux, on peut facilement voir leur composition. Dans l'ensemble elles se montrent pauvres en lits magnétiques. Notamment les falaises qui bordent la mer à un mille et demi à l'est de la rivière St-Jean ne renferment que très peu de magnétite. On verra que les sondages No 7, 8 et 13 qui ont été faits sur les terrasses situées entre la Pointe Noire et la Longue Pointe ont donné 7,28 pour cent, 1,10 pour cent et 3,10 pour cent de concentrés. Par contre en ce point elles n'ont qu'une faible hauteur.

Résultat des Sondages—

Les sondages ont été faits à de petites distances de la rive, à partir de la Longue Pointe en se dirigeant vers la rivière St-Jean. Ce travail est dû à M. Poitevin.

Sondage No 1.—Au niveau du câble d'Anticosti à 60 pieds de la mer. Le sondage atteint le gravier et l'eau à 3 pieds $\frac{1}{2}$ de profondeur. Sur cette hauteur on relève 2 lits de 2 pouces de sable magnétique. L'échantillon moyen (No 199) donne 2,05 pour cent de concentrés magnétiques.

Sondage No 2.—A 1000 pieds à l'ouest du No 1, à 70 pieds de la mer. Le sondage atteint le gravier et l'eau à 7 pieds de profondeur; les 4 premiers pieds renferment 3 lits de sables noirs de 4", 2" et 1"; les 3 derniers sont parfaitement blancs. L'échantillon moyen (No 200) donne 4,51 pour cent de concentrés magnétiques.

Sondage No 3.—A la même distance du premier, mais à 300 pieds de la mer. Le sondage atteint le gros sable et les graviers à 4 pieds et demi de profondeur, il ne rencontre que des lits de sable gris et brun, sans grande valeur.

Sondage No 4.—A 3000 pieds à l'ouest du No 1, à 200 pieds de la mer.

2	pouces de sable magnétique.
4	" " blanc.
6	" " gris.
48	" " blanc.

Total 5 pieds.

L'échantillon moyen (No 201) donne 6,02 pour cent concentrés.

Sondage No 5.—A 5000 pieds à l'ouest du No 1, à 200 pieds de la mer, saignée verticale sur une falaise de 15 pieds de haut.

4	pieds de sable gris-clair.
1	" " blanc.
6	pouces de " magnétique.
6	" " gris.
2	pieds " gris-clair.
2	" " blanc.

Total 10 pieds.

L'échantillon moyen (No 202) donne 4,95 pour cent de concentrés. Au pied de la falaise, petite bande de sable magnétique épaisse de 6 pouces.

Sondage No 6.—A 7000 pieds à l'ouest du No 1, et 300 pieds de la mer. Saignée verticale sur une falaise haute de 5 pieds.

2	pouces de sable magnétique.
5	pieds de sable gris.
1½	pied de sable blanc.

Total 6 pieds 8 pouces.

L'échantillon moyen (No 203) donne 1,75% de concentrés.

Sondage No 7.—A 9000 pieds à l'ouest du No 1 sur le chemin de la ligne du télégraphe.

8	pouces de sable gris.
5	" " noir.
23	" " gris.
6	" " noir.
10	" " gris magnétique.
26	" " gris.
6	" " grossier.

Total 7 pieds.

L'échantillon moyen (No 209) donne seulement 7,28% de concentrés magnétiques.

Sondage No 8.—A 12,000 pieds à l'ouest du No 1 sur le chemin de la ligne du télégraphe.

Sur une profondeur de 5 pieds 6 pouces, on ne rencontre que du sable blanc ou gris-clair. L'ensemble est peu riche et ne donne (No 210) que 1,10% de concentrés.

Sondage No 9.—A 15,000 pieds à l'ouest du No 1, sur une dune située à 350 pieds de la mer haute.

	6	pouces de sable gris noir.
24	"	" gris clair.
4	"	" noir.
14	"	" gris.
2	"	" noir.
3	"	" gris.

Total 4 pieds 6 pouces, après lesquels on ne trouve que du sable grossier.

L'échantillon No 197 qui représente la moyenne des 4 pieds 6 pouces a donné 8.42% de concentrés.

Sondage No 10.—A 16,500 pieds à l'ouest du No 1 à 80 pieds de la mer. Les 6 premiers pieds de sable sont très gris et contiennent de nombreux lits magnétiques. L'échantillon moyen (No 211) a donné 16,42% de concentrés. Ce chiffre ne doit pas être pris comme moyenne de la teneur des sables des dunes, qui, comme je l'ai dit plus haut, varie beaucoup d'un point à l'autre.

Sondage No 11.—A environ 3½ milles à l'ouest de Longue Pointe. Saignée verticale dans la falaise de haut en bas.

2½	pieds de sable blanc.
2	pieds de sable blanc avec lits noirs.

L'échantillon 190 qui représente les 2 pieds inférieurs a donné 11,50% de concentrés.

Sondage No 12.—A 4½ milles à l'ouest du village de Longue-Pointe, à 60 pieds de la mer haute, sur une butte de sable noir.

	2	pouces de sable noir.
2	"	" blanc.
1	"	" noir.
19	"	" gris.
60	"	" blanc grossier.

Total 7 pieds. L'échantillon moyen (No 208) ne donne que 2,60% de concentrés.

Sondage No 13.—A 3000 pieds à l'ouest du No 12, près de la ligne du télégraphe.

48	pouces de sable gris.
2	" " noir magnétique.
6	" " gris.
3	" " noir magnétique.
12	" " gris.
20	" " blanc grossier.

Total 7 pieds 7 pouces. L'échantillon moyen (No 207) donne 3,72% de concentrés.

Sondage No 14.—A 5000 pieds à l'ouest du No 12. Un sondage de 7 pieds donne 5.39% de concentrés. (Ech. No 206).

Sondage No 15.—A 6000 pieds à l'ouest du No 12. Deux saignées verticales dans des falaises sablonneuses ne révèlent que de minces couches de sable magnétique. L'ensemble est peu riche.

Sondage No 16, à 7,000 pieds à l'ouest du No 12; sur la plage recouverte de sable noir.

4	pouces de sable noir.
9	" " gris.
2	" " blanc grossier.
27	" " gris fin.
18	" " blanc grossier.

Total 5 pieds. L'échantillon moyen a donné 4.50% de concentrés.

Sondage No 17.—A 7,500 pieds à l'ouest du No 12 à 400 pieds de la mer, entre deux étangs. On se trouve à peu près au niveau de l'ancienne chaudière (Pointe Noire). Le sondage est fait sur une dune recouverte de sable noir.

5	pouces de sable noir.
7	" " gris.
3	" " noir magnétique.
9	" " blanc.
4	" " magnétique noir.
10	" " gris.

Total 3 pieds 2 pouces. L'échantillon moyen (No 204) donne 7.58% de concentrés.

6.30

Composition des sables :—Ainsi qu'il a été dit plus haut, les sables noirs ne sont pas uniquement formés de magnétite, mais renferment d'autres éléments ferrugineux tels que de l'augite, de la hornblende et de l'ilménite.

Comparativement avec les sables de Moisie, les sables de la rivière St-Jean contiennent davantage de titane. La concentration à l'aimant naturel donne des produits plus riches en titane et moins riches en fer. Les résultats de cette concentration ont été les suivants:—

	Ech. No 196 sable des dunes.	Ech. No 204 Sond. 17.	Ech. No 209 Sond. 7
Proportion de concentrés..	8.60%	7.58%	7.28%
Fer dans le sable brut. . . .	18.38%	N.D.	N.D.
Titane " " " " " " " "	5.58%	N.D.	N.D.
Fer dans concentrés.	56.84%	61.80%	61.26%
Titane " " " " " " " "	2.40%	3.98%	3.65%

CONCLUSIONS.

En résumé, les matériaux extraits des 17 sondages précédents ont donné à la concentration les proportions suivantes de sables magnétiques :

2.05%, 4.51%, presque rien, 6.02%, 4.95%, 1.75%, 7.28%, 1.10%, 8.42%, 16.42%, 11.50%, 2.60%, 3.72%, 5.39%, presque rien, 4.50%, 7.58%. La moyenne serait environ 6.25.

Toute estimation de quantité est impossible, attendu que nos sondages n'ont porté que sur les sables de rivage ou de dune, ou sur les escarpements des terrasses au bord de la mer. Aux environs de la Pointe Noire, il existe évidemment d'assez grandes quantités de sables actuels, faciles à exploiter par dragues ou pelles à vapeur qui donneraient une forte proportion de concentrés. Mais avant de songer à une exploitation qui doit se faire sur une grande échelle il est essentiel de reconnaître les richesses des terrasses sablonneuses. En l'état actuel, l'étendue des sables de marée ou de dunes n'est pas assez grande pour justifier une installation industrielle. Avant toute chose, il serait indispensable de pouvoir faire entrer en ligne de compte, les sables magnétiques des terrasses.

SABLES MAGNÉTIQUES DE CHAMPLAIN A
BATISCAN.

Il existe des sables magnétiques en bordure du fleuve St-Laurent, à peu près à la limite entre les deux paroisses de Champlain et de Batiscan, à l'emplacement des anciennes embouchures de la rivière Champlain. Cette rivière a eu en effet, de mémoire d'homme des changements de cours très prononcés, et à plusieurs reprises elle s'est frayé un passage direct vers le fleuve en démolissant la mince levée de terre qui protégeait sa dernière boucle.

Les sables magnétiques que l'on trouve en cet endroit ont été apportés et remaniés par les eaux de la rivière Champlain. Le plan fig. 35 indique comment se présentent actuellement ces sables. En A B en bordure d'un ancien chenal de la rivière Champlain, entretenu actuellement par la marée, existent de petits lits de sable noir interstratifiés dans du sable blanc et mis en place par les courants de la marée. Les échantillons 1 à 5 en proviennent; ils ont été pris à quelques pieds de la rive, et sur des profondeurs de 2 à 4 pieds ont donné des teneurs variant de 2.91 à 6.84%.

A partir de C, en se déplaçant vers la gauche du plan, la grève monte en pente douce à partir du fleuve jusqu'à une sorte de petit plateau (large de quelques dizaines de pieds) recouvert d'aulnes. Ce petit plateau porte souvent du sable noir sur une largeur de 20 à 60 pieds. On trouvera dans le tableau qui suit le résultat des prises d'échantillons superficiels en divers points de ce plateau.

Sur les pentes de la grève, vers le fleuve, on voit apparaître un lit superficiel de sable noir dit de marée; ce sable est de formation actuelle et provient du lavage de la grève par les vagues (voir sables de Moisie, Rapport du Bureau des Mines de Québec, pour 1911). Ce lavage a donné parfois naissance à de beaux concentrés, notamment entre les points 11 et 12 où l'on peut voir du sable noir presque pur sur une épaisseur de 6 pouces (largeur 12 pieds, longueur 20 pieds).

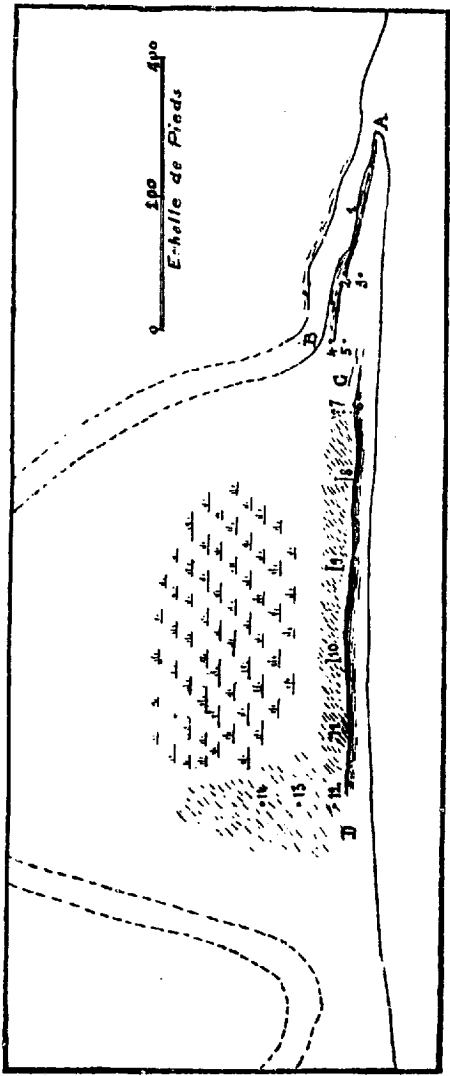


Fig. 35. — Sables noirs en bordure du Saint-Laurent, Batiscan.

On trouvera également dans le tableau ci-dessous (éch. 12, 13 et 14) les résultats de sondages jusqu'au sous-sol argileux faits dans une levée de terre recouverte d'herbes.

Tableau des prises d'échantillons faites sur le sable en bordure du St-Laurent à Batiscan et à Champlain.

Echantillon (voir le plan)	Profondeur de la prise de l'échantillon.	Proportion de concentrés magnétiques.	Observations.
1	21 "	2.91%	à 3 pieds du chenal.
2	26 "	5.55	id.
3	34 "	5.80	id.
4	48 "	6.84	très près du chenal.
5	41 "	5.85	
6	6 "	10.66	représente 10' de largeur, 3" de profondeur (sable gréseux).
7	30 "	7.10	50' de large sur 30" de pro- fond (sable du plateau d'aulnes).
8	12 "	10.45	60' de large sur 12" de pro- fondeur (sable du pla- teau d'aulnes).
9	6 à 8 "	24.45	20' sur 6" à 8" id.
10	3 "	24.95	20' sur 3" id., id.
11	10 "	24.10	24' sur 10" id., id.
12	60 "	22.34	sondage de 60 pces jusqu'à l'argile.
13	44 "	18.10	sondage de 50" jusqu'à l'ar- gile (6" de terre végé- tale).
14	34 "	6.30	sondage de 40" jusqu'à l'ar- gile (6" de terre végé- tale).

A l'analyse les concentrés magnétiques des Nos 9 et 10 ont donné :

	Concentrés 9	Concentrés 10
Fer métallique.. . . .	65.20	68.10
Titane.. . . .	1.46	1.12
Soufre.. . . .	0.013	N.D.
Phosphore.. . . .	traces	N.D.

En résumé on peut dire que la quantité de sable de grève proprement dite (Sable de marée) est insignifiante; c'est une bande de 600 pieds de long, sur 3 pieds de large, et quelques pouces

d'épaisseur. Quant aux sables du plateau couvert d'aulnes ils constituent une masse intéressante par sa richesse en magnétite (7.10 à 24.95%). En certains endroits la largeur et l'épaisseur atteignent d'assez grandes dimensions, malheureusement la longueur de la bande est limitée et le calcul du tonnage correspondant montre qu'il existe peut-être là du sable noir en quantité suffisante pour des essais, mais sûrement insuffisante pour une exploitation sérieuse.

Il est possible que des sondages révèlent l'existence de sables magnétiques, notamment dans le prolongement de la ligne 12, 13, 14 ou en d'autres points entre les anciens méandres de la rivière Champlain, mais il est peu probable que l'on mette en évidence de gros tonnages.

Un syndicat de Toronto, la International Tool Steel Co. a installé un petit atelier de concentration sur le bord même du fleuve. Cet atelier était en montage lors de notre visite.

On a recherché également du sable magnétique dans les hautes terrasses sableuses qui courent parallèlement à la rive à un mille de distance du fleuve, et plusieurs habitants du pays affirment qu'on en a trouvé de grandes quantités.

Nous avons fait nous-mêmes plusieurs sondages aux points qui nous avaient été indiqués comme les plus riches, mais sur des profondeurs de 10 à 14 pieds nous n'avons jamais trouvé des teneurs supérieures à 1.74%; le plus souvent la quantité de sable magnétique était insignifiante.

Sans valeur également est une accumulation toute superficielle de sable noir qui se trouve en face du mille 100 de la ligne du C.P.R. Les vents qui viennent du sud ont formé contre une levée de terre qui longe la voie une sorte de petite dune très riche en sable noir à la surface. Les grains de magnétite plus lourds que les grains de quartz sont moins facilement entraînés au delà de la crête, de sorte que le versant de la dune qui regarde le St-Laurent présente une plage longue de 350 pieds et large de 30 pieds sur laquelle on trouve du sable magnétique jusqu'à une profondeur de 15 poncees au maximum. Cette profondeur est très variable et se réduit à peu de chose en bien des points. Deux échantillons ont été prélevés : ils correspondent à une prise d'échantillons riches de sables noirs superficiels. Ils donnèrent 25.49% et 40.20% de concentrés magnétiques. Ces derniers renfermaient :

Fer	64.88%
Titane	1.80%

CHAPITRE VI.

AUTRES GISEMENTS DE TITANOMAGNÉTITES ET D'ILMÉNITES.

CANADA ET ÉTRANGER.

Les autres gisements de titanomagnétites et d'ilménites que l'on connaît dans le monde, présentent un tel air de famille avec les gisements que nous venons de décrire qu'il est indispensable d'en donner une brève description.

Les renseignements qui suivent proviennent en très grande partie des études qu'a publiées à diverses reprises sur ce sujet le Dr J. F. Kemp, professeur de géologie à l'Université Columbia à New-York. (1)

Sauf quelques exceptions, comme les gîtes d'Alno en Suède, et les gîtes du Brésil, tous les minerais de fer titanés connus dans le monde sont comme ceux du Canada des produits de ségrégation au sein de roches basiques de la famille des gabbros. Les deux variétés de gisements que nous avons signalées à savoir : amas irréguliers à épontes nettes au sein d'anorthosites normales et saines (type Baie St-Paul), et amas allongés étirés passant par gradations insensibles à des gabbros ferrugineux plus ou moins brisés (type Rivière des Rapides) se retrouvent également bien nettes dans les autres parties du monde. Au premier type on peut rattacher par exemple certains gîtes de Soggedal dans le district d'Ekersund en Suède (ilménite à 24% de titane au milieu d'anorthosites) ou certains amas d'ilménite près du lac Sandford dans le canton de Newcomb (N.Y.). Au deuxième type on peut rattacher par exemple les gîtes de titanomagnétites dans le gabbro à Tunnel Mountain, et de Little Pond, à Elizabethtown (N.Y.). Entre ces deux types extrêmes, on rencontre évidemment des types intermédiaires, mais en règle générale on peut dire :

Les amas d'épontes nettes se rencontrent dans les anorthosites et sont formés d'ilménites.

Les titanomagnétites au contraire sont plutôt associées à des gabbros et des norites dont ils forment par transition graduelle une phase particulièrement riche en fer.

(1) U. S. Geol. Survey, Annual Rep. No. XIX. 1899, part III., pp. 372-422. The School of Mines Quarterly (Columbia Univ.), 1899, Vol. XX.

On peut ajouter que les gros gîtes appartiennent ordinairement au premier type, tandis que le deuxième type ne donne que des amas ou des lentilles, souvent nombreuses dans une même région, mais petites.

CANADA.

Province d'Ontario.

E. J. Chapman (1) et F. J. Pope ont décrit plusieurs gisements. Le plus gros semble être celui du lac Pine, dans le lot 35, rang IV, canton de Glamorgan, comté d'Haliburton. Il se présente sous forme d'une succession d'amas se dressant de 80 à 100 pieds au-dessus du niveau général du pays et suivis sur au moins 1800 pieds avec une largeur moyenne d'environ 140 pieds. Ces amas sont encaissés dans un gabbro qui se fait jour au travers de calcaires et schistes cristallins de la série de Grenville. Près du minerai le gabbro s'appauvrit en feldspath et passe à une pyroxénite (augite rouge brunâtre et amphibole secondaire).

Dans les lots 55-57, canton de Tudor, sur la route d'Hastings, Chapman signale une immense masse de 1400 pieds de long sur 60 à 160 pieds de large d'un minerai de fer titanifère noir et très magnétique. Les Drs Adams et Barlow qui ont visité le gîte après le Dr Chapman parlent d'un dépôt dans une roche ignée (probablement une diorite) qui n'a pas d'épentes nettes et qui passe graduellement à la roche encaissante. Une excavation de 30 pieds de long par 15 de large y a été faite.

Les analyses ci-dessous ne doivent être prises sans doute que comme une indication de la composition minéralogique et non comme une moyenne du minerai :

	Pine Lake	Minden	Tudor	Mud Lake
Fe ³ O ⁴	71.87	71.22	83.36	69.77
TiO ²	13.30	25.51	8.08	9.80
Al ² O ³				5.65
SiO ²				7.10
Roche	15.28	5.13	9.31	
Phosphore . . .	Traces	Traces	Traces	0.85
Soufre	0.06	0.43	0.08	1.520
Soit:				
Fer métallique.	52.04	51.56	60.36	50.23

(1) E. J. Chapman. On some Iron ores of Central Ontario. Trans. Roy. Soc., Canada, 1885-9.

ÉTATS-UNIS.

I. *Etat de New-York. (Adirondacks).*—Les roches qui accompagnent les gîtes sont de deux types: (a) des anorthosites renfermant de petites quantités de bisilicates (augite et hypersthène souvent entourés de bordures de grenats); (b) des gabbros noirs ou des norites dans lesquels les éléments ferromagnésiens dominent (le feldspath est une labradorite; une augite verte est l'élément ferromagnésien le plus important, puis viennent de l'hypersthène, de l'olivine, du minerai de fer accompagné d'un peu de hornblende brune).

Ces roches sont du même âge que les gabbros anorthosites de la province de Québec, (précambriens intrusifs dans l'algonkien). Après leur consolidation ces gabbros furent soumis à de grands efforts dynamométamorphiques qui les granulèrent et même quelquefois les transformèrent en gneiss où le caractère primitif de la roche est très obscur.

Tous les gisements décrits ci-dessous se trouvent dans le comté d'Essex :

A la mine *Split-Rock-Westport*, le minerai est associé à un gabbro vert foncé ou noir, le passage entre le minerai et la roche étant graduel mais assez rapide; le minerai lui-même renferme beaucoup de bisilicates. Ce gabbro se trouve dans un massif d'anorthosite. En fait le gabbro et le minerai se comportent comme une seule et même roche dans le sein d'une anorthosite.

Le minerai affleure sur une largeur de 10 pieds ou davantage et plonge de 50° vers le Sud. Les colonnes I et II donnent une analyse de la roche encaissante et du minerai.

Aux mines de *Tunnel Mountain, Elizabethtown*, les relations géologiques sont les mêmes, sauf qu'au lieu de gabbros il s'agit de norites gneissoïdes à hypersthène dominant, et augite, hornblende plagioclases et grenats. A l'entrée du tunnel, deux excavations ont été faites dans un "minerai" qui en réalité n'est qu'un gabbro-norite riche en fer.

Au sommet de la montagne une grande excavation de 40' x 10' x 40' n'a rencontré qu'un minerai à basse teneur qui n'est également qu'une norite chargée de grains de minerais de fer.

Des observations identiques peuvent se faire aux mines de Little Pond et de Lincoln Pond.

Près du lac *Sandford*, dans le comté de Newcomb, les minerais se présentent dans des conditions différentes. Sauf au Cheney Pit où la roche est un gabbro, la roche qui encaisse le minerai est une anorthosite presque pas broyée. Le minerai se présente en masses à éponges rottes. Suivant la remarque du Dr Kemp, il semble que le minerai soit formé d'un seul minéral ferrugineux, comme la roche est formée d'un seul silicate, le feldspath; d'un côté l'oxyde de fer a cristallisé pour lui-même, de l'autre côté SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O et CaO forment de la labradorite; quant aux silicates ferromagnésiens ils manquent par absence de MgO .

Le plus gros amas est celui de Sandford, à l'ouest du lac. Le minerai a été suivi à partir du lac par une tranchée de $\frac{1}{4}$ de mille de long; la face d'attaque de 30 pieds de long sur 10 à 15 pieds de haut est entièrement dans le minerai. Le minerai lui-même est une titanomagnétite pure, renfermant accidentellement quelques gros cristaux de plagioclase.

L'amas de Millpond (excavation de 100 pieds de long par 12 à 40 pieds de large) a fourni pendant longtemps du minerai à un fourneau local.

L'amas de Cheney est un peu différent des précédents: il se trouve dans un gabbro transformé par dynamométamorphisme en gneiss.

	I	II	III	IV	V	VI
SiO_2 ...	47.88	17.90		1.39	3.67	9.79
TiO_2 ...	1.20	15.66	10.55	19.52	13.38	15.77
Al_2O_3 ...	18.90	10.23		4.00	1.50	7.12
Fe_2O_3 ...	1.39	15.85	11.52			
Fe_3O_4 ...				70.80	82.37	55.64
FeO ...	10.45	27.94	21.34			
CaO ...	8.36	2.86			un peu	8.89
MgO ...	7.10	6.04			0.50	3.00
V_2O_5 ...	Traces	0.55	0.34			
P_2O_5 ...	0.20	0.04	0.46	0.050	0.032	
S...			0.10	0.028	0.068	1.00
Fe...				51.30	59.56	40.33

I. Roche encaissante — Split Rock Mine.

II. Minerai — Split Rock Mine.

III. Minerai entrée du tunnel — Tunnel Mountain, Elizabethtown.

IV. Minerai de Sandford — Région de Sandford.

V. Millpond pit. — Région de Sandford.

VI. Cheney pit. — Région de Sandford.

II. *New-Jersey*.—On trouve dans le New-Jersey (et surtout dans la chaîne de Musconetcong) de nombreuses magnétites titanifères, renfermant au delà 10% de TiO_2 . Ces magnétites sont généralement encaissées dans des gneiss d'origine assez obscure; certains semblent des sédiments métamorphisés, d'autres (les gneiss noirs à hornblende) doivent se rattacher aux gabbros.

III. *Rhode Island*.—Il existe à quelques milles au nord de Providence (à Cumberland Hill) un gros amas de titanomagnétite, connu (et même exploité par intermittence) depuis les premiers temps de la colonisation. Un relevé fait en 1840 donnait à cet amas 462 pieds de long, par 132 de large et 104 de haut.

Ce gisement est remarquable à cause de sa ressemblance frappante avec le fameux gisement de Taberg en Suède. Le minerai n'est pas autre chose qu'une péridotite exceptionnellement riche en titanomagnétite, qui passe latéralement et par transition insensible à une sorte de gabbro très basique, appelé hypérite à olivine.

Les nombreuses analyses faites sur ce minerai confirment les renseignements donnés par le microscope. La quantité totale de fer varie de 29 à 33%, le TiO_2 de 4 à 15, la silice de 20 à 26 et l'Alumine de 6 à 13. Aussi malgré la grandeur du gîte, aucune exploitation n'a pu être faite.

IV. *Caroline du Nord*.—Les gîtes qu'on y trouve sont plus intéressants au point de vue géologique qu'au point de vue industriel, car aucun d'eux n'a de grandes dimensions. Ce sont généralement des lentilles encaissées dans des gneiss d'origine douteuse et mal étudiés; la particularité intéressante est que tous ces gîtes s'alignent dans l'ensemble dans une même direction N.E.-S.W., témoignant ainsi de l'uniformité de direction des efforts dynamo-métamorphiques.

V. *Minnesota*.—Les vastes étendues de gabbros que l'on rencontre dans cet état ne sont pas sans renfermer également des titanomagnétites, et de nombreux auteurs en ont signalé la présence, notamment autour du lac Mayhew.

VI. *Wyoming*.—Il existe dans le Wyoming d'énormes gîtes de titanomagnétite; le plus considérable est connu sous le nom d'Iron Mountain dans la vallée du Chugwater Creek. Il apparaît sous forme d'une colline de 600 pieds de haut, intercalée au milieu de

granites normaux, avec des épontes généralement très nettes. La masse minéralisée envoie des apophyses dans le granite et renferme elle-même des enclaves de granite.

Elle se suit sur une assez longue distance, et on trouve des affleurements isolés de titanomagnétite sur près de deux milles de longueur. Le minerai est assez uniforme, et renferme 45.53% de TiO_2 . La situation de cette titanomagnétite au milieu de granites est assez inattendue, mais on a trouvé dans les environs immédiats que le granite était envahi par un gabbro très voisin des anorthosites des Adirondacks et du Canada. Il semble donc qu'il faille rattacher ces gîtes d'ilménite non pas au granite mais à une venue de gabbros.

VII. *Colorado*.—On a décrit dans le Colorado divers minerais titanifères; un des plus gros dépôts est connu également sous le nom d'Iron Mountain, et se trouve dans le comté de Frémont à 50 milles environ à l'ouest de Pueblo. Dans une colline de 800 pieds de long, 500 pieds de large et 60 pieds de haut se trouve une série de bandes de titanomagnétite, toutes dirigées N.10° E., larges de 50 pieds au maximum et pour quelques-unes seulement, suivies sur plusieurs centaines de pieds. La roche encaissante, décrite par les géologues qui avaient visité le gîte (B. T. Putnam) comme étant un granite est en réalité un gabbro à olivine (détermination de J. F. Kemp sur des échantillons conservés à l'Université Columbia). Le minerai contient de 46 à 49% de fer et 10 à 14% de TiO_2 .

BRÉSIL.

Les gîtes du Brésil ne se rattachent à aucun des gîtes déjà décrits. Dans le district de Jocupiranga, province de São Paulo entre les rivières Ribeira et Iguape, se trouve une série de collines dont l'axe est formé de gneiss et de granite et les flancs de schistes. Le tout est recoupé de dykes de pyroxénites à orthoclase et de néphélinites diverses. La roche qui forme le gîte proprement dit est un schiste noir, se délitant le long de plans chargés de mica. Quant aux dalles de schistes elles-mêmes elles sont formées presque exclusivement de grains irréguliers d'un pyroxène violet (titanifère) et de grains de titanomagnétites. En certains endroits cette titanomagnétite prend une prépondérance marquée, et enrobe les grains de pyroxène, en donnant naissance à un véritable

minéral. En d'autres endroits au contraire ces schistes à pyroxène passent insensiblement à une roche à pyroxène et néphéline où la titanomagnétite est bien moins abondante.

Ce mode de gisement des titanomagnétites dans des roches basiques à néphéline et pyroxène est unique actuellement.

NORVÈGE.

Il existe à l'extrémité S.O. de la péninsule Scandinave un grand territoire recouvert de roches ignées d'une ressemblance et d'un parallélisme remarquable avec les roches des massifs d'anorthosite de la province de Québec. Elles sont cependant plus récentes que le Silurien Supérieur. Les géologues ont distingué de bas en haut :

1. Roches labradoritiques (Anorthosites).—Norites à labrador. Ces anorthosites ou ces norites renferment parfois des sortes de dykes, des ségrégations d'ilménite probablement contemporaines de l'intrusion même du batholithe.

2. Norites, gabbronorites, norites quartzifères et pegmatites noritiques.

3. Monzonites et banatites.

4. Norites à ilménite et ilménitites.

5. Granites à augite et granitaplites.

6. Diabases, diabases à structure porphyrique, diabases à olivine.

Des efforts dynamiques ont souvent oblitéré le caractère primitif de ces roches et les ont transformées en gneiss.

A *Laxedalen* et à *Blandjefield*, près de *Soggendal*, les minerais sont de l'ilménite en masses généralement lenticulaires au milieu de phases basiques de l'anorthosite. A *Storgang* et *Aarstad*, dans la même région les minerais (de l'ilménite et de la titanomagnétite) se trouvent dans des norites, souvent si riches elles-mêmes en fer titané qu'on leur a donné le nom de norites à ilménite.

A 6 ou 8 milles au N.O. de *Soggendal*, dans le district d'Ekersund, Vogt et Kolderup ont décrit des gîtes qu'ils ont interprétés comme de véritables dykes d'ilménite dans la roche (épontes nettes passage brusque de la roche au minéral, inclusion de fragments de roche dans le minéral).

	I	II	III	IV
TiO ²	43.61	45.22	16.94	41.75
FeO	32.43	42.69	15.63	31.01
Fe ² O ³	10.03	12.40	67.63	22.11
SiO ²				0.60
CaO				0.55
MgO	5.14			3.15
P ² O ⁵				0.015
S.				Traces

I Minerai de Blaafjeld.

II Minerai de Storgang.

III Minerai d'Aarstad.

IV Minerais au N.O. de Soggendal. — Dans ce dernier minerai il n'y a pas assez de marge pour l'alumine de sorte qu'une partie de la MgO doit remplacer FeO dans l'ilménite.

SUÈDE.

Les gîtes de Suède s'écartent de ceux du Canada et de ceux de Norvège pour se rapprocher de ceux du Rhode Island. Le plus connu est celui du *Taberg* dans le Smaland. Le gîte de Taberg se trouve dans une grande bosse de roches ignées de 1500 m. sur 130m., s'élevant au-dessus du pays environnant, et s'allongeant parallèlement à la direction générale de foliation des gneiss granitoïdes qui le flanquent de chaque côté. Le centre de cette bosse est une roche à olivine très chargée de titanomagnétite (olivinite à titanomagnétite). Les parties les plus riches en fer sont vers le centre; au contraire à mesure qu'on s'approche des bords des feldspaths plagioclases apparaissent de plus en plus nombreux et parallèles à la foliation générale. La roche est alors une hypérite. Cette ségrégation centrale (alors que les ségrégations aux contacts ou voisins des contacts sont la règle pour les autres minerais) est caractéristique; elle indique une formation antérieure à la consolidation finale.

A *Routivara*, la titanomagnétite (mélangée d'un peu de spinelles verts, de chlorite, et de pyrrhotine) est encaissée dans un gabbro métamorphisé.

	I	II	III	IV
SiO ²	21.25	21.27	6.88	4.08
TiO ²	6.30	9.53	10.65	14.25
FeO		21.86	40.75	34.58
Fe ² O ³		24.58	26.59	33.43
Fe ³ O ⁴	43.45			
Al ² O ³	5.55	6.99	1.42	6.40
CaO	1.65	2.88	1.98	0.65
MgO	18.30	9.23	8.70	3.89
P ² O ⁵	0.13	0.07	0.002	0.016
S	0.01	0.01	0.04	N.D.
Fer	31.45	34.20	49.26	50.29

I Minerai de Taberg.
 II Minerai d'Ulfo.
 III Minerai d'Alno.
 IV Minerai de Routivara.

CHAPITRE VII.

DE L'UTILISATION DES TITANOMAGNÉTITES.

Le problème de l'utilisation des titanomagnétites est distinct de celui de l'utilisation des ilménites. Les titanomagnétites sont des minerais de fer spéciaux, les ilménites sont des minerais de titane. Par un point cependant ces deux problèmes se touchent: nous verrons en effet que M. Borchers, professeur de métallurgie à Aix-la-Chapelle, a réussi à obtenir au four électrique une réduction des minerais de fer titanifères et titanés qui donne d'une part du fer métallique, de l'autre une scorie riche en titane et utilisable pour la fabrication de ferro-titane.

Trois procédés d'utilisation des titanomagnétites se présentent: la séparation magnétique donnant des concentrés assez riches en fer et assez pauvres en titane pour pouvoir être acceptés sans précautions spéciales dans les hauts-fourneaux; la fusion directe au haut-fourneau; la fusion directe au four électrique. La séparation magnétique sera étudiée plus loin dans un chapitre spécial.

I. FUSION DIRECTE DES TITANOMAGNÉTITES AU HAUT-FOURNEAU.

Les maîtres de forge ont actuellement contre les minerais de fer titanés de fortes préventions: ils les considèrent comme réfractaires, c'est-à-dire difficiles à fondre à moins d'une consommation de combustible exagérée et d'une surveillance particulière de la marche du fourneau. Dans les hauts-fourneaux l'acide titanique n'est pas réduit par le coke, il passe entièrement dans le laitier en en diminuant la fusibilité et la fluidité.

Depuis longtemps cependant on sait qu'il est possible de passer des titanomagnétites et même des ilménites au haut-fourneau. Aux environs de l'année 1868 on a traité au haut-fourneau de Norton on Tyne (Angleterre) des ilménites de Norvège. M. Bowron, chimiste de l'usine, a décrit en détail les opérations (1) qui

(1) Am. Inst. Min. Eng. Vol. XI., p. 159.

au point de vue technique furent couronnées de succès. Le fourneau (16 pieds de diamètre et 50 pieds de haut) traitait des ilménites à 35-36% de fer et 38-40% d'acide titanique. C'est là un cas extrême de pauvreté en fer et il n'est pas étonnant qu'au bout de peu d'années de tels minerais furent abandonnés. On sait également que plusieurs forges de Pennsylvanie et de l'Etat de New-York (Adirondacks) ont traité pendant de nombreuses années des minerais de fer titanifères, et fabriqué des fontes supérieures, car on s'était bien vite rendu compte des qualités particulières des produits obtenus avec les minerais titanifères. Ces hauts-fourneaux qui marchaient au charbon de bois et qui se trouvaient loin des communications se sont éteints non par faute des qualités des minerais mais parce qu'ils ont dû disparaître devant les grands hauts-fourneaux au coke, situés à proximité de la houille.

Il n'en reste pas moins vrai que des titanomagnétites ont été fondues sans difficulté et quelquefois même sans que les maîtres de forge se soient aperçus de leur teneur élevé en titane.

Toute cette question a d'ailleurs été reprise et étudiée dans tous ses détails par un homme qui fait autorité actuellement dans la métallurgie du titane, par le Dr Rossi, ingénieur conseil de la Titanium Alloy Co. de Niagara Falls, N.Y. Les résultats de ses recherches ont été publiés à diverses reprises par les journaux scientifiques (1).

Les laitiers du haut-fourneau de Norton on Tyne étaient des silico-titanates de chaux, et le Dr Forbes qui dirigeait la marche de ce fourneau, cherchait autant que possible par des additions de silice à se rapprocher de la composition du sphène naturel (TiO_2 35% — CaO 25 à 33% — SiO_2 28 à 35%) qui fond à une relativement basse température; comme le minerai était pauvre en silice, l'addition nécessaire de la silice aux charges appauvrissait la teneur en fer du lit de fusion.

Par des expériences répétées le Dr Rossi montra que certains titanates étaient parfaitement fusibles et fluides à la température des hauts-fourneaux; il suffisait pour cela de maintenir l'oxygène des bases égal à peu près aux trois quarts de l'oxygène des acides, et d'ajouter une quantité convenable de magnésite au lit de fusion. Dans un essai en petit, le Dr Rossi obtint plusieurs centaines de

(1) Voir par exemple: "The Iron Age," 6 et 20 février 1896, ou Rapport du Dr. Adams sur l'anorthosite de Morin.

livres de fonte en traitant un minerai à 20% d'acide titanique et en maintenant le laitier dans la composition suivante:

SiO ₂	14.63
TiO ₂	34.66
CaO	25.03
Al ₂ O ₃	7.36
MgO	10.27
FeO	7.12

En 1895 le Dr Rossi put entreprendre à Buffalo des essais sur une plus grande échelle. Les résultats qu'il en obtint confirmèrent entièrement ses premières vues et démontrèrent la possibilité et même la facilité de la fusion des titanomagnétites au haut-fourneau.

Le haut-fourneau d'expériences du Dr Rossi avait une hauteur de 20 pieds, un diamètre de 2 pieds 6 pouces au creuset et de 4 pieds 6 pouces au ventre, et pouvait donner 3 tonnes de fonte par 24 heures. Le vent était soufflé par trois tuyères et arrivait à une température de 400° F. Cette température est beaucoup plus basse que les températures habituelles, mais les gaz de ce haut-fourneau n'étaient ni recueillis ni brûlés dans un appareil de chauffage du vent, et le vent était dans les expériences de Rossi simplement réchauffé par un feu de coke.

Les minerais utilisés avaient la composition suivante :

Hématites non titani- fères du lac Supérieur.		Minerais titanifères des Adirondacks (Co.d'Essex).						
		Mill pond.			Sandford.		Cheney.	
		riche	moyen	assez bon	riche	moyen	riche	pauvre
SiO ₂	4.50 à 5.50%	1.09	3.67	1.53	0.87	1.39		9.79
TiO ₂	Néant	10.73	13.38	19.74	10.91	19.52	8.25	15.77
Al ₂ O ₃	7 à 9	0.44	1.55	3.50	6.53	4.00		7.12
CaO	0.3	traces	un peu	un peu				8.89
MgO	0.4 à 1.8	traces	0.50	1.60				3.00
P	0.07 à 0.10	néant	0.017	0.037		0.022	0.30	
S	0.03	néant	0.068	0.08		0.028	0.74	1.00
Fe. métal.	57 à 62.	63.45	59.56	53.62	62.65	51.30	62.15	40.30

Les fondants étaient un calcaire à 52% de CaO et 2.89% de silice et une dolomie à 9% de SiO_2 , 29% de CaO et 17% de MgO. Dans une première série d'essais on alimenta le fourneau uniquement avec des minerais non titanifères du lac Supérieur, de façon à se rendre compte de la marche de l'appareil et à avoir des points de repère lorsqu'on traiterait ultérieurement les minerais titanifères. La fonte obtenue était une fonte blanche et le laitier avait comme composition :

SiO_2	30 à 37
Al_2O_3	22
CaO	27 à 36
MgO	4 à 5
FeO	3 à 6

Le lit de fusion contenait 62% de fer; et la production maximum journalière fut de 4600 livres.

Peu à peu on remplaça l'hématite par de la titanomagnétite dans la proportion de 80 à 85% de minerais de Mill Pond ou de Sandford contre 20 à 15% de minerai de Cheney. En même temps on remplaçait peu à peu la calcite du fondant par un mélange de calcite et de dolomie de façon à avoir 12 à 14% de magnésie dans le fondant. Les laitiers changèrent peu à peu, tout le titane passant avec eux :

Composition des laitiers.

	Début	Milieu	Fin
SiO_2	34.10	29.50	27.29
TiO_2	4.90	9.96	17.49
Al_2O_3	22.00	18.26	14.43
CaO	23.63	24.12	22.71
MgO	10.00	9.72	11.55
FeO	3.82	6.40	4.30

Rapp. de l'oxygène

des bases aux acides. 4: 4.40 4: 4.10 4: 3.50

La teneur en fer du lit de fusion s'abaissa à 56 puis finalement 52%, mais cependant la production journalière ne manifesta aucun fléchissement; elle donna des chiffres variant de 4800 à 5600

et même un jour elle atteint 6735 livres. Le Dr Rossi remarqua en effet bien vite que le fourneau marchait à plus vive allure avec les minerais titanifères qu'avec les hématites du lac Supérieur.

En ce qui concerne la consommation de combustible les résultats du Dr Rossi sont encore plus remarquables.

	Essai No. 1. Hématites seules.	Essai No. 2. Hématites et titanomagn.	Essai No. 3. Titanomagné- tites seules.
Fer du lit de fusion.	62 %	56 %	52 %
Fondant p. tonne de fonte.	1 tonne 15	1 tonne 19	0 tonne 95
Coke par tonne de fonte.	2 tonnes 15	2 tonnes 20	1 tonne 99

La consommation de 2 tonnes de coke par tonne de fonte est excessive d'une façon absolue, mais il ne faut pas oublier que le vent arrivait à une température peu élevée au fourneau (400° F au lieu de 800° F) et que le fourneau était petit. Il n'en reste pas moins vrai que les plus faibles consommations de coke correspondaient à la marche en minerais titanifères.

Les laitiers étaient très fluides et restaient liquides pendant un long parcours à leur sortie du fourneau. Après les essais le fourneau fut examiné et ses parois ne se trouvèrent ni plus endommagées ni plus déformées que si on avait marché tout le temps en minerais non titanifères.

De tous ces essais nous devons donc admettre qu'il est parfaitement possible de traiter au haut-fourneau à coke des minerais contenant jusqu'à 25% d'acide titanique. La seule modification qu'il convient d'apporter est dans le lit de fusion qu'on doit rendre magnésien. Dans ces conditions on peut s'étonner de la prévention générale des maîtres de forges contre cette catégorie de minerais. En fait, avec un lit de fusion approprié ils fondent parfaitement et le seul défaut qu'ils aient en général, c'est que leur teneur en fer est peu élevée, le titane qui n'est qu'une gangue invisible (puisque'il est en combinaison chimique avec le fer) prenant la place du fer. Mais ce n'est là qu'une question de richesse en fer plus ou moins acceptable et il n'y a aucun doute que si le minerai de St-Charles par exemple se trouvait à proximité du coke, il y aurait longtemps qu'on le traiterait sans difficulté et avec profit au haut-fourneau, sa situation privilégiée compensant alors sa pauvreté relative en fer.

La question de la fusion directe des minerais de fer au four électrique est d'une importance capitale pour notre province. Nos minerais sont éloignés des centres, peu accessibles au coke à bon marché, mais proches de chutes d'eau. Le charbon de bois, de beaucoup préférable au coke dans les fours électriques, y peut être obtenu à un prix assez raisonnable. Ce sont là des conditions qui rendent la fusion au four électrique possible. Nous pensons qu'il rentre dans le cadre de ce travail d'étudier en détail, cette question.

II. FUSION DIRECTE AU FOUR ÉLECTRIQUE.

On peut traiter les minerais au four électrique de deux manières distinctes: soit pour fonte soit pour acier, et dans les deux cas les appareils et les modes de traitement sont différents.

Dans les fours à fonte, on marche d'une façon continue: à une extrémité du four, on charge le mélange, minerai, fondant et charbon de bois, (ou coke, anthracite, etc) et à l'autre extrémité, on recueille d'une façon continue la fonte et le laitier.

Dans les fours à acier on marche d'une façon discontinue et on charge en une seule fois le lit de fusion; quand l'opération est finie on bascule le four et on recueille tout l'acier produit. Les minerais peuvent renfermer quelques impuretés mais il est alors possible d'épurer le bain d'acier par des additions de laitiers artificiels qu'on évacue en plusieurs fois. L'opération est plus longue, plus coûteuse, mais on peut obtenir directement des produits fins d'un prix de vente élevé.

Dans les deux cas, la réduction de l'oxyde de fer se fait au moyen de charbon de bois ou de coke, la chaleur nécessaire à cette réduction étant fournie non pas par la combustion du coke comme dans le haut-fourneau, mais par le jaillissement d'un arc entre les extrémités de larges électrodes en charbon de cornues. On arrive à produire dans un cas de la fonte (fer plus 3 à 4% de carbone) et dans l'autre, de l'acier (fer plus 0.2 à 1.5% de carbone) suivant la quantité de charbon de bois ajoutée au lit de fusion.

FOURS A FONTE.

HAUTS-FOURNEAUX ÉLECTRIQUES (1).

La démonstration de la possibilité pratique et économique de la fabrication de la fonte électrique revient au Canada; c'est en effet en 1906, à la suite d'une mission envoyée en Europe par le gouvernement du Dominion, mission qui avait en particulier assisté à des essais de fusion en France, à Livet avec un four Keller, à Froges avec un four Héroult, qu'une installation d'essais fut créée à Sault Ste-Marie, fonctionna pendant quelques mois et coula dans la période du 5 janvier au 5 mai 1906, 55 tonnes de fonte. Si courtes qu'aient été ces expériences, elles suffirent pour démontrer que dans certaines conditions, l'obtention de fonte au four électrique était possible, malheureusement elles ne furent suivies d'aucune tentative industrielle, et actuellement, le Canada attend toujours sa première sérieuse installation électrique de réduction des minerais de fer.

C'est en Suède que la question fut reprise. En 1907, on installa à Domnarfvet un premier four inventé par trois ingénieurs suédois; de 1907 à 1909, les essais se continuent dans des fours de plus en plus modifiés et de plus en plus grands.

Le dernier modèle paraît assez intéressant pour que le Jernkontoret, la puissante association des maîtres de forges Suédois, crut bon de l'installer, avec de plus grandes dimensions, dans une usine spécialement construite à cet effet à Trollhatan. L'usine coûta près de \$120,000 fournis entièrement par le Jernkontoret, à la seule condition qu'après la mise au point complète de la fabrication, les brevets correspondants seraient à la disposition des adhérents du Jernkontoret contre simple redevance de 1.25 couronnes (\$0.34) par tonne produite.

Les essais du Jernkontoret durèrent jusqu'au 30 septembre 1912 et un rapport très détaillé en fut fait. A ce moment, une société sidérurgique particulière, la Société de Degerfors, loua l'usine de Trollhatan et continua à utiliser le four qui est encore actuellement en marche.

(1) Il existe de nombreuses publications sur ce sujet. Les lecteurs français trouveront dans le "Haut fourneau électrique," par M. Paul Nicou, publié en 1913, chez Dunod et Pinat ou encore dans la "Technique Moderne," 15 août et 1er sept. 1913, une étude complète de la question. Nous avons fait de larges emprunts à M. Nicou.

A la suite des essais du Jernkontoret, diverses autres sociétés tant en Suède qu'en Norvège, installèrent des hauts-fourneaux électriques analogues: à Domnarfvet existe un four de 2,500 H.P., à Hagfors (Suède), trois fours dont un de 3,000 H.P., à Hardanger (Norvège) un four de 3,000 H.P. En construction ou en projet il faut citer: le grand four type Helfenstein de 2,000 H.P., de Domnarfvet, les trois fours de 3,000 H.P. de Nyhroppa et les deux fours d'Arendal en Norvège.

A côté de ces grandes entreprises suédoises ou norvégiennes de très intéressants travaux se faisaient en Californie. En 1907, à Héroult en Californie, on pratiqua de petits essais sur des fours du type Héroult (1) à acier pris sur un four de M. Dorsey à Lyon de 160 Kwatts. Les résultats furent si intéressants qu'en 1908-1909 on construisit un grand four du type Trollhattan de 1,500 Kw. Actuellement l'usine est revenue au premier type de fours et la fonte s'obtient par la réduction en fours type acier de minerais mêmes.

De cette rapide histoire des essais de fabrication de fonte au four électrique, on peut voir quels efforts ont été faits dans une voie qui intéresse si particulièrement la province de Québec. On peut dire qu'actuellement le problème est résolu dans ses grandes lignes et que la fabrication de la fonte au four électrique est entrée dans la grande industrie si l'on en juge par les chiffres suivants qui donnent la production annuelle de fonte électrique au charbon de bois en Suède de 1908 à 1912.

1908	122 tonnes
1909	302 "
1910	890 "
1911	5,785 "
1912	17,566 "

Principe du haut-fourneau électrique.—

Dans le haut-fourneau ordinaire, le coke ou le charbon de bois jouent un double rôle: en brûlant, ils fournissent de la chaleur au fourneau, puis en se combinant à l'oxygène des oxydes de fer du minerai, ils les réduisent et permettent la séparation du métal

(1) Le nom d'Héroult, métallurgiste français, a été mêlé à tous les progrès de l'électrometallurgie. Héroult fut un des premiers à obtenir de l'aluminium de l'acier en quantité industrielle au four électrique.

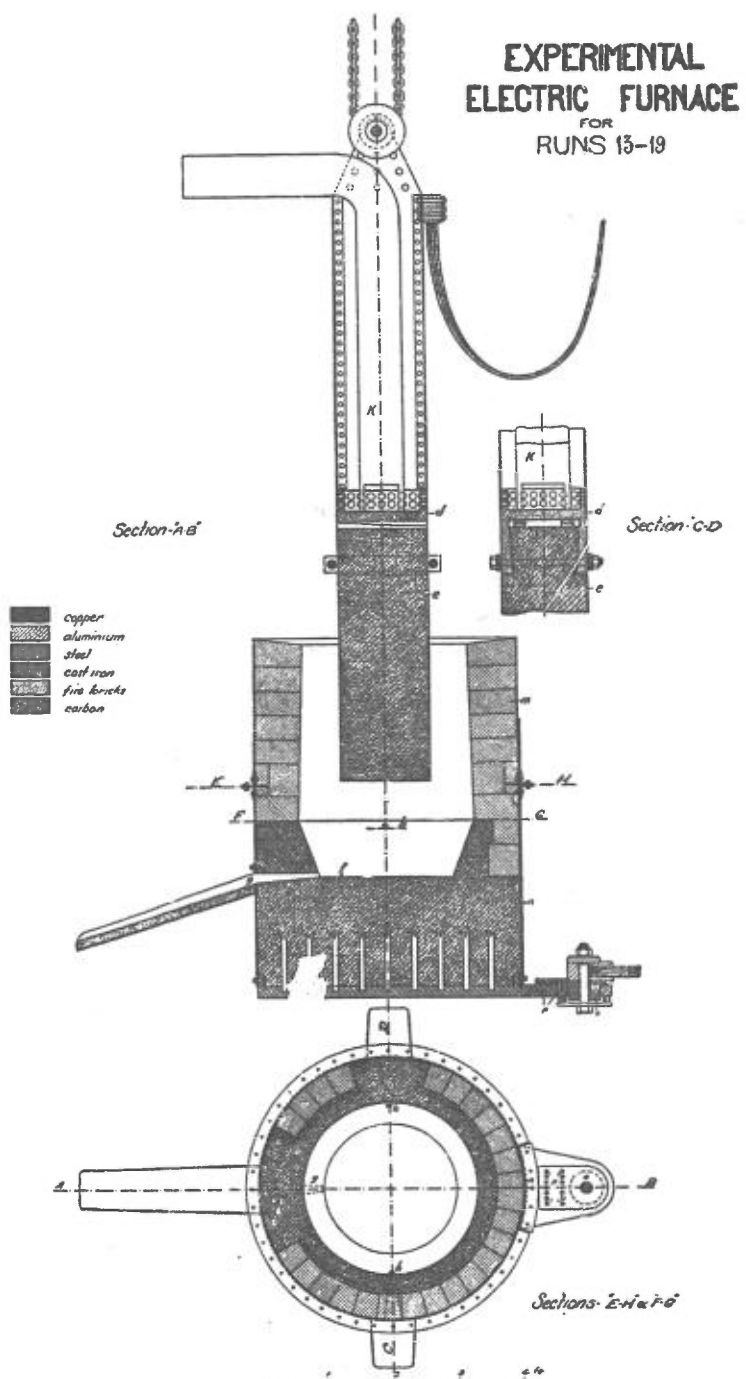


Fig. 36 — Four de Sault Ste-Marie. Dernier modèle.

sous forme de fonte, autrement dit, le coke ou le charbon de bois agissent comme combustible et comme réducteur.

Dans le haut-fourneau électrique toute la chaleur nécessaire aux réactions et à la fusion est apportée par le courant sous forme d'un arc jaillissant entre des électrodes et la masse à traiter; la petite quantité de charbon de bois qu'on ajoute aux charges ne sert qu'à réduire le minerai.

Avec du coke cher, du charbon de bois pas trop cher et de l'énergie électrique bon marché, on conçoit qu'il puisse y avoir compensation: la diminution de consommation du coke compensant les dépenses d'énergie électrique. Il peut même y avoir avantage marqué en faveur du four électrique si on considère que ce dernier n'a pas besoin de machines soufflantes, ni d'appareils de chauffage du vent.

Laissant de côté les travaux de la Commission canadienne en Europe (1) nous étudierons successivement ce qui s'est fait à Sault Ste-Marie, en Suède et Norvège et en Californie.

Expériences de Sault Ste-Marie.—

Ces expériences, faites avec le concours du gouvernement du Dominion qui avait voté la somme de \$ 5,000 et de la Lake Superior Corporation qui offrit pendant quatre mois 300 chevaux électriques et l'emplacement nécessaire, eurent lieu du 5 janvier au 5 mai 1906. On y coula 55 tonnes de fonte.

Le four construit d'après les plans de MM. Haanel et Héroult subit plusieurs modifications; le type final était une simple boîte métallique à revêtement latéral intérieur réfractaire, à profil formé de deux troncs de cône accolés par leur grande base, boîte où étaient chargées les matières à réduire. La sole conductrice était en carbone et formait une des électrodes; l'autre électrode était suspendue. La capacité pouvait être d'environ 750 lbs. de fonte par coulée.

Les minerais traités furent très divers: magnétites d'Ontario et de Québec, minerais titanifères de Québec et pyrrhotines nickelifères grillées de Sudbury. On attachait une grande importance au traitement de ces derniers minerais qui contenaient encore du soufre et qui constituaient un sous-produit de la fabrication de l'acide sulfurique.

(1) Pour les travaux de la Comm. Can. en Europe, voir le Rapport publié par le Département des Mines d'Ottawa.

Comme combustible on employa soit des agglomérés de poussier de coke soit du charbon de bois.

Comme fondants on employa du sable à 81.71% de SiO_2 , 14.27% d' Al_2O_3 et 2.73 de CaO plus MgO, du quartz et du calcaire dont la composition était la suivante :

CO_3Ca	92.85	soit	CaO	51.96
SiO_2	1.71			
CO_3Mg	4.40	soit	MgO	2.09
Fe_2O_3 plus Al_2O_3	0.81			
Ph	0.004			
S	0.052			

Les tableaux qui suivent montrent par quelques exemples comment les expériences furent conduites et quels résultats elles donnèrent. Nous nous bornons à quatre minerais de types différents : une hématite, une magnétite, une pyrrhotine grillée et une titanomagnétite.

	I	II	III	IV
	Hématite	Magnétite	Pyrrhotine	Titano-
	Negaunee	Wilbur Mine		magnétite
Fe_2O_3	88.90	55.42	65.43	30.30
FeO . . . . .	.....	23.04	.....	28.78
Fe	62.23	56.69	45.80	43.59
Ph	0.044	0.01	0.016	0.028
S	0.002	0.05	1.56	0.04
MnO	0.16(Mn)	0.258	.....	.....
Cu . . . . .	.....	.....	0.41	.....
Ni . . . . .	.....	.....	2.23	.....
SiO_2	5.42	6.20	10.96	7.12
CaO	0.61	2.00	3.92	1.00
Al_2O_3	2.51	2.56	3.31	7.00
MgO	0.30	6.84	3.53	4.14
CO_2 et humidité . . . .	.....	3.609	.....	.....
Perte au feu	2.48	.....	.....	.....
TiO_2 . . . . .	.....	.....	.....	17.82
Cr_2O_3 . . . . .	.....	.....	.....	2.50

Les lits de fusion correspondants furent en kgs (1)

Mineral...	90.7	181.4	181.4	181.4
Briquettes...	27.2	....	....	....
Charbon de bois...	...	56.7	49.9	49.9
Calcaire...	22.7	12.2	....	22.7
Spath fluor...	...	....	....	36 à 23

On obtint les résultats suivants avec un ampérage moyen de 5,000 ampères et un voltage variant de 36 à 38 volts.

	I	II	III
Durée. heures...	61 h. 55 m.	61 h. 25 m.	56 h. 20 m.
Fonte produite en Kgs...	1210	5837	3300
Watts consommés totaux...	173.249	164.042	165.971
Kgs de charbon de bois par			
tonne de fonte...	....	463	501
Fonte par Kw.an, en tonnes	5.72	5.62	3.43

Les fontes de minerais I et II contenaient environ 4.5% de C, 1 à 1.4% de silicium, moins de 0.02% de S et 0.02 à 0.06% de phosphore. La fonte des pyrrhotines contenait de 2.60 à 3.40% de carbone, de 4 à 7% de silicium, 0.006 de S, (ce qui montre combien était parfaite l'élimination du soufre), 0.03% de phosphore, 0.70% de cuivre et 4% de nickel (ce qui était excellent en vue de la fabrication ultérieure d'aciers au nickel).

En ce qui concerne les minerais titanifères qui nous intéressent spécialement les essais ne furent pas poursuivis assez longtemps pour donner des résultats intéressants, le mauvais état du fourneau ayant obligé de suspendre les essais. Ce qui frappe d'abord c'est la composition du lit de fusion qui comprend des quantités inattendues de spath fluor; les rapports disent que la scorie était fluide et qu'on aurait pu diminuer la proportion de spath. Il est certain qu'on aurait pu arriver à se passer de spath étant donné les températures qu'on peut atteindre dans les fours électriques.

(1) Dans le but de comparer les résultats des divers essais tant au Canada qu'en Europe, nous employons le système métrique qui est universellement adopté et qui a l'avantage d'être cohérent.

Quoiqu'il en soit on obtint une fonte et une scorie dont une analyse a donné :

Fonte.

Si..	5.89
S..	0.011
P..	0.144
Mn..	0.12
C..	2.95
Ti..	0.43
Cr..	0.34

Scorie.

SiO ² ..	18.70
Al ² O ³ ..	12.39
FeO..	1.40
CaO..	24.96
MgO..	7.40
TiO ² ..	17.72
S..	0.67
Fe..	9.22

A la suite de ces essais, Héroult établit ainsi le coût de la tonne anglaise pour une installation de 120 short tons nécessaires 10,000 chevaux jours :

Minerai à 55% Fe à \$1.50 — 1,800 kgs..	\$2.70
Charbon de bois à \$6.00 la tonne — 500 kgs..	3.00
Calcaire..	0.20
Electrodes à 2 c. la lb..	0.36
Salaires..	1.00
Electricité, amortissement et intérêts..	2.43
Divers..	1.00

Total : \$10.69

En y ajoutant l'intérêt et l'amortissement sur un capital de premier établissement de \$700,000 qu'il faut répartir sur 43,200 tonnes de fonte produites en 360 jours de travail, soit \$2.43 par tonne on arrive à un total de \$13.12.

Les essais suédois ont montré que ces prévisions étaient un peu optimistes : à l'énergie électrique proprement employée au four, il faut ajouter l'énergie perdue dans les transformateurs et employée aux services accessoires, soit 20% ; en moyenne la production de fonte au Kw.an ne dépasse pas, avec des lits de fusion moyennement riches, (53 à 54 de rendement), 3 à 3.5 tonnes. Il faut compter enfin les arrêts imprévus, les réparations après campagne, etc., et nous verrons à la fin de cette étude que ce n'est que dans des conditions bien particulières que le haut-fourneau électrique pourra lutter contre le haut-fourneau actuel au coke.

EXPÉRIENCES DE DOMNARFVET.

Ces expériences, qui durèrent du 26 avril 1907 au 31 juillet 1909, furent entreprises par une Société d'études, l'Electrometall qui avait acheté les brevets de trois ingénieurs suédois : Linblad, Gronwall et Stahlane. Les premiers travaux portèrent sur la meilleure forme de four : on en construisit successivement cinq types pour aboutir à un type final avec lequel on put en 1909 obtenir des résultats extrêmement intéressants. Ce type présente déjà toutes les caractéristiques que nous étudierons plus en détail dans le four de Trollhattan : creuset où plongent les électrodes et où s'opère la réduction, surmonté par une cuve avec ventre et étales servant à la descente progressive des charges ; injection forcée dans le creuset d'une partie des gaz sortant du gueulard de façon à protéger la voûte du creuset de la réverbération de l'arc électrique.

Le lecteur trouvera dans le *Report on the Investigation of an electric Shaft furnace, Domnarfvet*, publié par le Bureau fédéral des Mines, les résultats détaillés de ces expériences. Nous ne les reproduirons pas car leur discussion ne nous apprendrait rien de plus que la discussion des essais de Trollhattan qui furent faits sur une bien plus grande échelle encore et que nous étudierons plus en détail. Le dernier modèle de four de Domnarfvet, d'une puissance d'environ 500 kw., démontra qu'avec un lit de fusion à 60% de fer on pouvait obtenir 2.76 de fonte par Kw.an avec une économie de combustible (charbon de bois) de 65% environ par rapport aux hauts-fourneaux ordinaires.

L'importance de ces résultats parut telle aux métallurgistes suédois, producteurs pour la plupart des fontes fines au charbon de bois, que le Jernkontoret, association des maîtres de forges sué-

dois, décida de reprendre sur une grande échelle les essais de Domnarfvet. Ce furent les essais de Trollhattan qui eurent un retentissement considérable en Suède et que nous allons décrire avec un peu plus de détails.

HAUTS-FOURNEAUX DE TROLLHATTAN.

Le fourneau.—Le fourneau de Trollhattan reproduit, mais en plus grandes dimensions, les caractéristiques du dernier four d'essai de Domnarfvet. La chambre de fusion en forme de creuset recouvert par une voûte en forme de coupole communique par un col avec la partie supérieure du fourneau dont le profil rappelle les hauts-fourneaux à coke avec gueulard fermé par un "eup and cone", ventre et étalages.

Les matières chargées par le gueulard descendent peu à peu jusqu'au col d'étranglement qui sépare la cuve du creuset. En arrivant dans le creuset, elles s'étalent en cône d'éboulement sans jamais arriver au contact même des parois de la voûte. Il existe donc un espace libre où se fera l'injection des gaz refroidisseurs du gueulard, ce qui permettra de protéger la voûte contre le rayonnement des matières en fusion. Les électrodes traversent la voûte avec interposition au passage de boîtes refroidissantes à circulation d'eau; elles affleurent les matières en réaction sans pénétrer à l'intérieur.

A cause de la pression existant dans le creuset par suite de l'insufflation des gaz refroidisseurs, le réglage du courant ne peut pas se faire en avançant progressivement les électrodes dans le four au fur et à mesure de leur usure; aussi en temps ordinaire agit-on sur le courant par des transformateurs spécialement étudiés et pouvant fonctionner sur chaque phase avec des voltages différents.

Le fourneau fut calculé pour une capacité journalière de 22 t. 5 par four environ pour une période annuelle de marche de 11 mois. (En réalité par suite de changements continuels dans les lits de fusion on eut des productions sensiblement inférieures aux prévisions).

Les volumes et hauteurs respectives des diverses parties étaient de :

Étalages...	3 m. 50	1 m. 50
Ventre...	11 m. 80	3 m. 10
Cuve...	9 m. 80	3 m. 60

Le fourneau avait une hauteur totale de 10 m. 70 du fond du creuset au haut de la cuve.

Alimentation en énergie électrique. Electrodes.—

Le courant primaire à 10,000 volts et 25 périodes reçu par l'usine était transformé, pour le fourneau, dans deux transformateurs de 1,100 Kva (Kilovoltsampères) capable d'une surcharge à 1375 pendant une heure donnant du biphasé à tension variable de 50 à 90 volts par gradins de 5 volts.

Le courant à basse tension arrivait par 8 câbles à 4 électrodes, deux par phase. Les électrodes avaient primitivement une section carrée de 660 x 660 mm., mais chacune d'elles se composait en réalité de quatre pièces de 330 x 330 juxtaposées. Ultérieurement elles furent remplacées par des électrodes circulaires de 600 mm., qu'on pouvait, au moyen d'un tenon fileté en carbone, visser à la suite les unes des autres au fur et à mesure de l'usure. Ce dispositif abaissa la consommation d'électrodes de 10 kgs à 3 kgs en moyenne en permettant l'utilisation complète des électrodes.

Machines accessoires diverses.—

Une partie des gaz était prélevée au gueulard puis purifiée par un séparateur à sec de poussière, un séparateur à circulation d'eau et une pompe centrifuge à injection d'eau. Ces gaz étaient alors injectés sous la voûte du creuset par quatre conduites d'entrée.

Le minerai, le combustible et les fondants étaient broyés à la dimension d'une noix, mis en stock dans des greniers, puis amenés au "cup and cone" par des benues montant le long d'un câble spécial.

Frais d'installation.—

Le tableau suivant, en couronnes (1) montre ce qui a été prévu et ce qui a été dépensé dans les divers services.

	Prévu	Réellement dépensé
Organisation du terrain, voies de chemin de fer, bascule à wagons.	40,130	40,027.70
Constructions.	56,250	92,270.98
Haut-fourneau.	23,000	48,944.51
Équipement électrique (transformateurs)	38,000	65,722.51
Divers (Pompe, moteurs, canalisation d'air et de gaz)	8,250	12,021.48
Broyeurs à minerai, moteurs divers..	11,400	19,243.44
Laboratoire.	7,950	10,388.52
Divers (Mobiliier de bureau, location de terrains, frais de surveillance, etc.	31,620	38,468.72
	216,600	320,470.43

A ce chiffre il faut ajouter le coût des nouvelles installations et transformations faites en 1911, d'où un nouveau chiffre de 388,634.43 couronnes. Il manque le coût des transformations à la deuxième campagne en juillet et août 1912 qui n'a pas pu être recueilli.

Matériaux employés.—

Les minerais employés furent extrêmement divers (il n'y eut pas moins de 26 qualités différentes). Ce furent généralement des magnétites riches, tenant de 45 à 70% de fer métallique et contenant en soufre et phosphore moins de 0.5 et 0.1% respectivement. La gangue était dans la généralité des cas plus siliceuse que calcaire; le titane était toujours inférieur à 0.5%. En somme ce sont des minerais types suédois, les grands gisements phosphoreux de Grangesberg, Kirunuvåra et Gällivåra exceptés.

Résultats généraux des essais.—

Les résultats généraux des essais sont résumés dans le tableau ci-contre; quelques explications sont utiles cependant.

(1) La couronne vaut environ 27 centins.

Les trois premières colonnes correspondent à trois périodes d'essai faites par le Jernkontoret, la dernière colonne à l'exploitation de l'usine de Trollhattan par la Société de Degerfors. En effet, à l'expiration des essais officiels du Jernkontoret, une société se présenta pour utiliser le fourneau et l'installation existants. Cette société qui profita des enseignements des expériences officielles obtint des résultats à certains points de vue, meilleurs encore. Il est intéressant de les faire figurer à côté de ceux du Jernkontoret.

Du 15 novembre 1910 au 29 mai 1911, on traita un grand nombre de minerais, d'abord les minerais lapons de Tuolluvara (66 à 67% de fer) puis des minerais divers. En moyenne la teneur des minerais fut de 60% et celle du lit de fusion 56% de fer. A la suite d'une explosion qui détruisit la voûte du creuset et qui fut attribuée à un engorgement du col par du minerai pulvérulent non préalablement desséché, le fourneau fut mis hors feu.

Après réparations, l'appareil fut rallumé le 4 août et fonctionna pendant 323 jours en donnant avec des minerais divers (à teneur moyenne 60% de fer) 4,709 tonnes de fonte, soit 14 t. 58 par 24 heures.

Une troisième campagne commença le 12 août 1912, après réparation de la voûte, et se termina le 30 septembre. On étudia surtout des minerais de Kirunavara à teneur moyenne de 64% de fer qui donnèrent en moyenne 19 t. 32 de fonte par 24 heures.

Le 1er octobre, le four passa, sans arrêt, entre les mains de la Société de Degerfors, qui continua l'étude complète de la fusion des minerais de Kirunavara dont elle dispose. Nos chiffres s'arrêtent au 31 décembre 1912.

Du tableau, on peut déduire quelques résultats intéressants en faisant ressortir les progrès successifs réalisés dans la fabrication. Les incidents de marche (temps d'arrêt) se réduisent de 5.05 et 5.55% dans les deux premières campagnes, à 1.16 et 2.24% dans les deux périodes considérées de la troisième. La consommation d'électrodes descend de 10 Kgs bruts à 5 et 2.78. La charge moyenne du four s'est élevée de 142 Kw à 1833 Kw assurant ainsi une meilleure utilisation.

A la suite de ces divers essais, la commission d'études du Jernkontoret donna un certain nombre de conclusions, mais comme quelques-unes d'entre elles ont été influencées par la marche des hauts-fourneaux d'Hagfors, nous nous réservons de les donner après l'étude des fourneaux d'Hagfors.

Emploi du minerai en poudre.—

Parmi les questions qui intéressent particulièrement la Province de Québec, se trouve celle de l'utilisation des minerais en poudre.

Le briquetage des minerais pulvérulents (provenant soit de concentrations de sables magnétiques, soit de broyage et concentration de minerais phosphoreux ou titanifères en roche) est une opération coûteuse et on avait fondé de grandes espérances en Suède sur le haut-fourneau électrique pour le traitement direct des minerais en poudre simplement secs.

C'est pendant la deuxième série d'essais qu'on étudia le plus sérieusement le problème; on installa dans ce but un four de séchage pouvant donner 10 tonnes de minerai pulvérulent sec par jour. On ne passa jamais du minerai pulvérulent seul, mais on le mélangea toujours avec d'autres minerais en roche (minerais de Tuolluvara) dans des proportions variant de 15 à 50%. La marche à 50% ne donna pas de bons résultats et il parut que pour une marche normale, il fallait abaisser la proportion de pulvérulent à 40 et même 30%. Des descentes irrégulières de matières provoquaient des surpressions dans le creuset et des coups de gaz: tantôt le pulvérulent coule entre les fragments de minerai en roche et de charbon de bois, tantôt il se fritte au voisinage du col.

Nous verrons plus loin que le fourneau d'Hardanger a obtenu des résultats un peu meilleurs avec du pulvérulent de Rodsand désulfuré et grillé sur place.

Fontes obtenues.—

Elles furent remarquablement pures en soufre et en phosphore, très peu siliceuses et se comportèrent très bien au four Martin.

Laitiers.—

Ils furent essentiellement acides, se rapprochant en cela des laitiers habituels des fourneaux suédois.

HAUTS-FOURNEAUX D'HAGFORS.

Bien avant la fin des expériences du Jernkontoret, on se rendit compte en Suède de l'importance des fourneaux électriques, et dès l'année 1911 la Société d'Uddeholm qui avait déjà deux hauts-fourneaux ordinaires au bois à Hagfors décida l'installation de deux hauts-fourneaux électriques à Hagfors. Ces fours furent mis en marche les 15 mars et 4 août 1912.

Le tableau ci-contre résume la marche des deux fourneaux en 1912.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE LA MARCHÉ DU FOURNEAU (15 nov. 1910 — 31 décembre 1912).

	Jernkontoret 15 nov. 1910 29 mai 1911.	Jernkontoret 4 août 1911 21 juin 1912.	Jernkontoret 12 août 1912 30 sept. 1912.	Sté. de Deger- fors. 1 octobre 1912 31 décem. 1912.
Nombre de charges à 6 Hls de charbon de bois.	10,073	16,505	3,363	6,913
Nombre de charges à 3 Hl de coke.	"	429	"	"
Minerai traité.	4,336,338	7,917,214	1,406,530	2,614,830
Castine passée.	345,405	647,479	108,150	169,940
Total de la charge.	4,681,743	8,564,693	1,514,680	3,084,774
Charbon de bois.	65,474.5	107,282.5	21,859.5	44,934.5
Coke.	"	70,854	"	"
Energie.	6,339,131	18,845,180	1,939,073	3,957,565
Fonte.	2,036,098	4,809,670	965,915	1,905,865
Laitier.	922,019	1,556,707	186,745	"
Fonte en % du minerai.	60,79	60,75	68,67	65,38
Fonte en % du lit.	56,31	56,16	63,77	61,78
Laitier par tonne de fonte.	350	324	192	"
Charge moyenne du four.	1,427	1,502	1,653	1,823
Kilowatts heure par tonne de fonte.	2,405	2,255	2,007	2,076
Fonte par kilowatts-an.	3,64	3,88	4,36	4,22
Fonte par HP an.	2,68	2,86	3,20	3,10
Electrodes par tonne, brut.	10,00	6,08	3,02	2,78
Electrodes par tonne, net.	4,95	5,17	2,63	2,58
Charbon de bois par tonne de fonte.	24,84	22,31	1,173, h. 8	2,158 h. 58
Temps de service réel du fourneau.	4,441 h. 27	7,218 h. 23	13 h. 47 (1,16)	49 h. 30 (2,24)
Temps d'arrêt (% du total).	236 h. 53 (5,06)	506 h. 7 (5,55)	69,29	68,65
Matières traitées par Hl de charbon de bois kgs	71,50	78,89		

Leur construction bénéficia d'un certain nombre d'observations faites sur le fourneau de Trollhattan. Dans le but de mieux utiliser la chaleur dans le creuset, on porta de 4 à 6 le nombre des électrodes, on augmenta le diamètre du col, et on perfectionna les appareils de purification des gaz. L'augmentation du nombre d'électrodes amena un léger accroissement de consommation d'électrodes, mais on en retira des avantages précieux, notamment au point de vue de la désulfuration du bain de fonte.

Au point de vue dimension, les fours d'Hagfors sont un peu plus trapus que celui de Trollhattan ; leur capacité est un peu plus grande (20 à 23 tonnes de fonte par jour en bonne condition de marche) ; la force maximum instantanée a été de 3,200 H.P.

Le courant arrivait au fourneau par des transformateurs donnant entre 50 et 100 volts des échelons de 5 en 5 volts ; l'ampérage pouvant varier de 10,000 à 20,000 ampères.

Les minerais provenaient de petites mines environnantes : minerais purs et généralement siliceux. On a pu passer du minerai en poussière impalpable jusqu'à une proportion de 25% de la charge totale.

Conclusions des essais de Trollhattan et d'Hagfors.—

Nous résumons ici les conclusions du Jernkontoret :

(1) Le charbon de bois se prête bien à la fusion électrique des minerais de fer. Les essais faits à Trollhattan avec le coke ont montré qu'il ne convenait pas.

(2) L'emploi du minerai pulvérulent ne peut pas sans danger être poussé au delà de 20 à 25%.

(3) La consommation de courant par tonne de fonte varie naturellement suivant la composition du lit de fusion et la nature de la fonte. Dans les derniers essais de Degerfors, les meilleurs à ce point de vue, on est arrivé à une production de 3 tonnes 10 au cheval an pour une fonte à 0.10 à 0.50 de silicium et 0.20 à 0.50 de manganèse.

(4) La consommation du charbon de bois varie de 20 à 24 hectolitres par tonne ; elle est inférieure de 35 à 45 Hl. à celle des hauts-fourneaux ordinaires au charbon de bois.

(5) On peut compter qu'un fourneau marchant toujours sur le même lit de fusion n'aura pas besoin de plus d'un mois d'arrêt par an pour réparations.

(6) Grâce à la possibilité de laitiers très calcaires, on peut éliminer pratiquement tout le soufre ; quant à la teneur en Ph.

elle est ordinairement inférieure à celle des hauts-fourneaux au charbon de bois ordinaire.

(7) Les gaz du gueulard quoique moins abondants ont une haute capacité calorifique (2,000 à 2,400 cal. au m. cube). Comme il n'y a pas de Cooper à réchauffer, ni de soufflante à actionner, une grande partie de ce gaz est disponible et s'emploie avantageusement au four Martin.

HAUTS-FOURNEAUX D'HARDANGER (NORVÈGE).

Ces hauts-fourneaux présentent un intérêt particulier à notre point de vue car ils eurent à fonctionner dans des conditions analogues à celles qui prévalent dans la province de Québec: minerais titanifères et minerais pulvérulents provenant de concentration magnétique, lits de fusion pauvres.

Le premier haut-fourneau de l'usine fut allumé le 7 novembre 1911 et fut éteint le 20 février 1913. Il donna 3,275 tonnes de fonte soit pour 385 journées de travail réel 8 tonnes 507 par jour. La meilleure production moyenne fut réalisée en septembre 1912 (13 t. 533 par jour).

Le deuxième haut-fourneau fut allumé le 20 février 1913, mais comme les conditions de marche et le rendement ne s'amélioraient pas, la Société cessa la fabrication électrique de la fonte.

Le four, prévu pour 20 à 24 tonnes journalières avec une puissance maximum de 3,500 chevaux (2,500 kwatts), avait 6 électrodes et avait à peu près le même profil (quoiqu'un peu plus élancé) que les fours précédents. En réalité à cause de la pauvreté du lit de fusion et de la mauvaise qualité du minerai le rendement fut bien inférieur au rendement prévu. Les minerais consommés (en nous bornant au mois d'août 1912 qui peut être pris comme type de marche moyenne) sont exclusivement du pulvérulent de Rodsand et des briquettes de Sydvaranger.

Le pulvérulent de Rodsand provient d'une titanomagnétite.

À la mine on obtient deux qualités: la première qualité en morceaux contient :

Fer métallique.. . . .	50 à 51
TiO ²	8 à 9
Al ² O ³	6 à 7
CaO.. . . .	2
MgO.. . . .	3
Ph.. . . .	0.01 à 0.07
S.. . . .	0.7 à 1.1

La dernière qualité ne contient que 30 à 45% de fer avec fortes teneurs en TiO_2 , aussi est-on obligé de la concentrer et de la déti-taniser magnétiquement. L'installation comprend un concasseur Hadfield, un séparateur Vulcanus, un broyeur à boulets Grondal et deux groupes parallèles de deux séparateurs Grondal No 4 en série. Elle consomme 100 H.P., peut broyer 24,000 tonnes de minerai brut par an et donner 12,000 tonnes de concentrés en poudre. Brut, après simple égouttage, ces concentrés contiennent 5% d'eau. On les fait alors passer dans un four de grillage du type à tablettes (four Paterson) chauffé par les gaz du gueulard. Ce grillage élimine presque tout le soufre et agglomère légèrement les concentrés.

Les concentrés non grillés mais séchés à 100° contiennent :

Fe.	64 à 65
TiO_2	1.6 à 3.8
SiO_2	1.4 à 3.4
S.	0.6
Ph.	0.004 à 0.015

Le grillage abaisse la teneur en S. à 0.03 ; quant aux briquettes de Sydvaranger elles contiennent d'après une analyse :

Fe.	65
SiO_2	8.30
Al_2O_3 , TiO_2 , MgO	0.50
S.	0.27
Ph.	0.014

La charge normale du fourneau comprenait :

90	kgs de coke.
330	" briquettes du Sydvaranger.
80	" pulvérulent de Rodsand.
90	" calcaire brut.

Un tel lit de fusion conduisit à des scories très calcaires (50% de chaux) d'où production de carbure de calcium au contact des électrodes. Il était assez pauvre en fer (en moyenne 50%), mais encore relativement riche par rapport aux lits précédents avec les minerais du Klodeberg (44 à 45% de fer) qui donnaient un rendement en fer de 38% seulement.

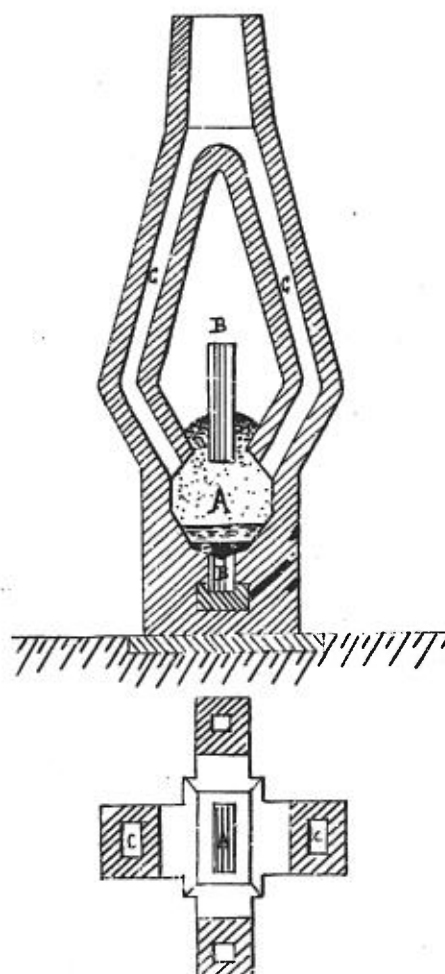


Fig. 37. --- FOUR DE TINFOS.

- A. Creuset.
- B. Electrode.
- C. Cheminée de descente des charges.

Aussi, jamais on n'atteignit le régime normal du four; la consommation de courant ne correspondit qu'à une production de 2 tonnes 19 de fonte par Kw.an, chiffre faible par rapport aux prévisions (3 tonnes 5). Comme d'autre part les conditions de main-d'œuvre étaient très défavorables (les salaires étaient très élevés, les ouvriers rares, on dépensait 2 fois plus de ce chef qu'à Hagfors ou à Trollhattan) la Compagnie décida d'arrêter le fourneau le 31 mars 1913.

FOURS DE TINFOS (NORVÈGE).

C'est dans un simple four à carbure de 500 chevaux légèrement modifié que furent faits les premiers essais de production de fonte en 1910. Les conditions parurent assez satisfaisantes pour que la Tinfos Papirfabrik ait cru pouvoir entreprendre une fabrication à grande échelle.

Le premier four (voir fig. 37) fut mis en marche le 28 septembre 1912. C'est un four de 1600 chevaux prévu pour 10 tonnes de fonte par 24 heures. Il se compose d'un creuset à une électrode centrale, surmonté par quatre cheminées étroites par où arrivent les matières à réduire. Ces quatre cheminées se réunissent à leur partie supérieure pour former une chambre de chargement du minerai; quant au réducteur (du coke), il est introduit dans le creuset même autour de l'électrode. Ce dispositif présenterait l'avantage suivant que les minerais s'échauffent peu à peu dans leur descente, sans que le coke soit attaqué prématurément par les gaz.

Les minerais traités sont pauvres en fer (42 à 50% de fer) mais purs (Ph, 0.02 à 0.05; S, 0.01). Malgré la pauvreté du lit de fusion le rendement a été satisfaisant et on est arrivé à produire 2 t. 625, au cheval an (3 t. 615 au Kw.an).

Un deuxième four fut mis en marche en 1913, et un troisième est en projet.

EXPÉRIENCES CALIFORNIENNES.

La Californie consomme de grandes quantités de fonte venant à grands frais de Pennsylvanie ou d'Extrême Orient (Inde et Chine); elle possède des magnétites pures et de l'énergie électrique en abondance.

Ce fut M. Noble, président de la Northern California Power

Co., qui provoqua les premières expériences de fusion électrique des minerais. Ces expériences furent faites dans un four à acier de 1500 Kw type Héroult. Le four allumé en juillet 1907 fut d'ailleurs bientôt arrêté.

On continua les essais dans un four de 160Kw monophasé de M. Dorsey A. Lyon. Dans une campagne de 42 jours on put produire 42 tonnes de fonte avec un rendement électrique qu'on estima à 4 tonnes de fonte par cheval an. On décida alors la construction d'un four de grand modèle (1,500 kw.) qui fut allumé en mai 1909. C'est le four connu sous le nom de four Héroult (petite localité dans le Shasta Country à 160 milles au nord de San Francisco).

Ce four, sur lequel on n'a d'ailleurs que des renseignements insuffisants, reproduit la forme essentielle du four de Trollhatian, mais il n'a pas de circulation de gaz. La hauteur totale est de 8 m. 30 et le volume de la cuve est de 7 m. cubes 9. Les électrodes au nombre de six pénètrent profondément dans le cône d'écoulement des charges descendant dans le creuset, de sorte que le four marche avec un voltage bien plus faible et un ampérage bien plus fort que dans les fourneaux suédois. Les gaz de la réduction brûlent presque entièrement dans la cuve et abandonnent presque toutes leurs calories au minerai.

La consommation de courant semble avoir correspondu à une production de 3 t. 29 par cheval an (4 t. 52 par Kw. an) et être un peu inférieure à celle prévue (4 t. par cheval an). La production journalière atteignait facilement 16 tonnes par jour. La consommation de charbon de bois paraît se rapprocher de 20 hectolitres. Ce sont là des chiffres tout à fait comparables à ceux de Suède.

Il faut dire que les minerais étaient riches (68 à 70% de fer) et que les lits de fusion avaient un fort rendement en fonte.

Ce four n'est plus actuellement en marche: il a été remplacé par des fours nouveaux se rapprochant des fours à acier ordinaire, moins coûteux d'installation et prévus surtout pour le traitement des minerais menus.

RÉSUMÉ.

COMPARAISON ENTRE LE FOURNEAU ÉLECTRIQUE ET LE
FOURNEAU ORDINAIRE.

Par rapport au haut-fourneau ordinaire, le haut-fourneau électrique présente des sources nouvelles de dépenses et des économies.

Comme sources nouvelles il y a : l'énergie électrique, la dépense en électrodes, la redevance aux possesseurs des brevets, une augmentation de frais de revient et d'entretien à cause de la qualité des matériaux réfractaires.

Comme économies il y a : la diminution de consommation de combustible et la diminution de main-d'œuvre (par suite de la suppression des soufflantes et des appareils à chauffer le vent).

Dans la discussion nous mettrons à part, l'énergie électrique et le combustible et nous estimerons en bloc les autres facteurs.

A. *Energie électrique.* — Dans les tableaux que nous avons donnés (voir résultats des essais de Trollhattan) le rendement au Kw. an était pris aux bornes des conducteurs du four.

En réalité sur 100 Kwatts qui entrent à l'usine, il n'y en a que 80 environ qui sont utilisés dans le four. D'abord les transformateurs prendront environ 3%, les appareils accessoires 2 à 3 pour cent; une marge de 8% doit être prévue entre la consommation normale et la consommation forcée; enfin, il y a toujours une différence entre le cheval-an facturé et le cheval-an utilisé (réparations, accidents, etc.). Avec les lits de fusion suédois de 53 à 54% de rendement, nous avons vu que le Kw. an (four d'Hagfors) donnait 3.34 à 3.68 tonnes. Une réduction de 20% nécessitée par les considérations précédentes abaisse le rendement industriel à 3 tonnes. On peut donc dire qu'industriellement une tonne de fonte exige une énergie électrique de 0.33 Kw. an pour sa fabrication.

B. *Consommation de combustibles.* — Des tableaux précédents on peut admettre que l'économie de charbon de bois est d'environ 36 Hl ou 100 boisseaux.

C. *Facteurs divers.* — La dépense en électrodes se tient aux environs de 7 Kgs (\$0.38); la redevance aux possesseurs de brevet

(Elektrometall) est de 1 Kr. 25 (\$0.35); les frais supplémentaires de réparation et d'entretien s'évaluent à \$0.45. Par contre les salaires sont moindres pour le haut-fourneau électrique et il faut déduire à peu près \$0.20. En somme, ces facteurs divers donnent au haut-fourneau électrique un désavantage de \$1.00 par tonne.

Avec ces données on peut alors établir une équation qui donne dans quelles conditions les deux hauts-fourneaux auront des prix de revient identiques. Cela aura lieu lorsqu'on aura :

$$\frac{1}{3} A - 100 B + 1 = 0$$

où A représente le prix du cheval-an et B le prix du boisseau de charbon de bois, l'unité étant le dollar.

Cette équation permet de dresser soit un tableau, soit une courbe entre les prix du Kw. an et du boisseau de charbon de bois; à chaque prix de charbon de bois correspond un prix du Kw. an pour lequel il y a équivalence entre les deux appareils. Le diagramme ci-contre est la traduction de cette équation.

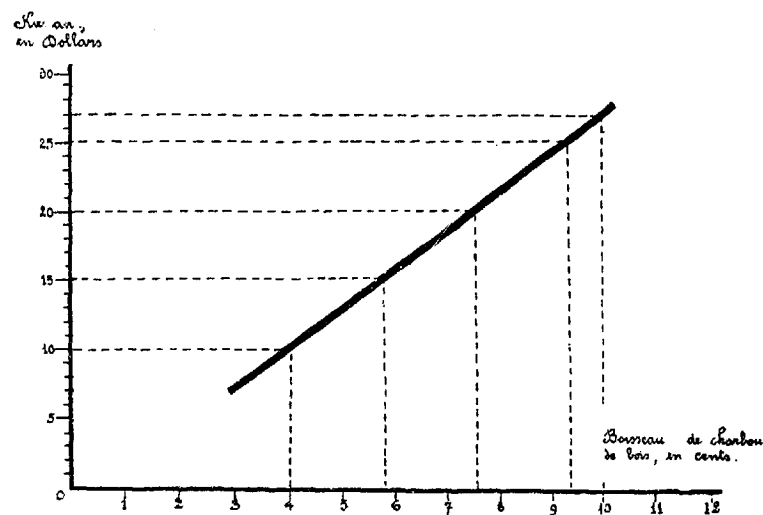


Fig. 38. — Courbe limite montrant, pour chaque prix de charbon de bois, le prix du Kw. an. qu'il ne faut pas dépasser pour mettre en marche, économiquement, un haut-fourneau électrique.

FOURS À ACIER.

Le premier four donnant de l'acier à partir des minerais fut le four Stassano à Turin. Le capitaine Stassano réussit à obtenir en 1903 des aciers doux en consommant de 0.46 à 0.49 cheval-an par tonne métrique d'acier, et 22 à 33 lbs d'électrodes. Depuis ces essais de nombreux travaux ont été faits dans cette voie; les plus récents semblent être ceux faits en France en 1910 avec un four Chaplet à électrodes verticales (1). Les essais ont porté sur des hématites, des magnétites et des sidéroses; ils ont établi que *chaque minerai pouvait être aisément transformé en acier par n'importe quel charbon* (charbon de bois, coke de pétrole ou anthracite). Au point de vue thermique c'est l'anthracite qui a donné les meilleurs résultats. Les consommations furent les suivantes :

Par tonne d'acier :

Energie électrique,	3000 à 3400 Kwhs. pour un four de 120 Kw.
	2600 Kwhs. pour un four de 200 Kw.
Charbon de bois.	310 à 360 Kgs.
ou Anthracite..	260 à 270 Kgs.
Elec ^t rodes.	25 ou 35 Kgs.

Ce sont des chiffres un peu plus élevés que ceux de Trollhattan, notamment pour la consommation d'électrodes et d'énergie électrique. Mais il ne faut pas oublier que le four était petit et discontinu, qu'il était nécessaire de laisser un certain temps le laitier au contact de l'acier pour l'épurer.

En tout cas l'augmentation de prix de revient ne peut de ce chef se chiffrer que par quelques dollars (3 à 4) ce qui est peu de chose comparé aux prix de vente des fontes et des aciers. Les fontes se vendent de \$20 à \$22 la tonne, tandis que les aciers commandent des prix d'autant plus élevés qu'ils sont plus fins. (Les aciers au creuset se vendent au minimum à raison de 7 c. la livre). Or il est prouvé que le four électrique est un appareil parfait pour la fabrication d'aciers fins, de sorte que l'augmentation du prix de fabrication des aciers par rapport à celui des fontes n'entre en ligne de compte que d'une façon secondaire.

(1) Voir Revue de Métallurgie. Mémoires 1910, pp. 1190-1200.

Il semble donc que le four électrique à acier ait un avantage marqué sur le four à fonte. En réalité cet avantage se trouve limité par le fait qu'un four à acier étant intermittent, et marchant d'autant plus difficilement que les minerais sont plus impurs, n'aura jamais la puissance de production du four à fonte. De sorte qu'on peut prévoir que la grosse industrie métallurgique par fours électriques suivra une marche analogue à l'industrie actuelle : fabrication de la fonte dans des fours continus, coulée directe de la fonte obtenue dans des fours oscillants à acier; décarburation de la fonte et épuration de l'acier ainsi obtenu dans les fours à acier au moyen de laitiers appropriés.

Travaux de W. Borchers.—M. W. Borchers, professeur de métallurgie à Aix-la-Chapelle a fait dans les laboratoires de la Königlich Techn Hochschule une série d'essais de fusion de minerais de titane qui ont porté sur une douzaine d'années environ. Dans une communication devant l'*Institut für Metallhuettenwesen und Elektrometallurgie* (1) M. Borchers expose qu'en fondant au four électrique un minerai titanifère avec une quantité de carbone insuffisante pour réduire tous les oxydes de fer et de titane, il est arrivé à produire de la fonte et une scorie ayant pour composition :

TiO ²	40 à 47%
SiO ²	5 à 20%
FeO	30 à 34%
CaO, MgO, etc.	

Cette scorie, traitée à son tour en four électrique par du carbone, donne des ferrotitanes.

Travaux de MM. Evans et Stansfield.—M. Evans et le Dr Stansfield, professeur de métallurgie à l'Université McGill de Montréal, ont fait dans ces dernières années des essais de fusion directe de minerais titanifères. M. Evans obtint d'abord dans un tout petit four à Belleville (Ont.) plusieurs lingots d'acier de cinq à sept livres; plus tard le Dr Stansfield fit construire à l'université McGill un four d'une capacité de 500 livres d'acier par 24 heures et obtint avec cet appareil plusieurs centaines de livres d'un excellent acier à outils.

(1) *Métallurgie*, VIII année, vol. 8.

Les résultats de ces essais seraient les suivants : (1)

" 1) Il est possible de faire d'excellents aciers à outils avec des magnétites titanifères ; le prix de revient ne devant pas dépasser 3 cents par lb. pour un four de 5 tonnes.

" 2) On peut obtenir toutes les teneurs en carbone dans les aciers en réglant la quantité de carbone dans les briquettes.

" 3) On peut obtenir des aciers fins sans additions spéciales de ferros désoxydants.

" 4) Les aciers à haute teneur en carbone obtenus par ce procédé sont presque comparables aux aciers à coupe rapide qui coûtent près de 60 centins la lb.

Le minerai qui a servi à ces aciers provenait de la mine Orton dans l'Ontario et avait pour composition :

Fer..	54.00
Titane..	7.50
Vanadium..	0.11
Nickel..	0.31
Soufre..	Traces
Phosphore..	0.014

avec un peu de Manganèse et de Chrome.

Four Moffatt-Irving.—

A la suite d'assez longues expériences un four de 300 Kw. de puissance maximum a été installé à Toronto par la Moffatt-Irving Steel Works Limited. Ce four produit directement de l'acier destiné au moulage en partant de minerais de l'Ontario.

Le four est du type creuset et cuve, le minerai descendant dans la cuve s'échauffant et commençant à se réduire au contact des gaz ascendants et la réduction s'achevant dans le creuset.

Il est alimenté entre 56 et 84 volts par trois électrodes de graphite placées à 60° d'inclinaison dans le creuset, les électrodes ayant 130 mm. de diamètre.

La description que donne le Canadian Engineer du 23 octobre 1913 ne fournit que très peu de renseignements intéressants à notre point de vue ; ni la composition du minerai, ni celle du lit de fusion, ni les consommations d'énergie et d'électrodes ne sont mentionnés.

(1) Tool steel from titaniferous magnetite, par J. W. Evans, Transact. Can. Mg. Inst. 1912.

L'acier produit est excellent, ce qui est d'ailleurs la règle dans tous les fours et tient en moyenne C. 0.25, Si. 0.25, Mn. 0.25, Ph. 0.03, et S. 0.01.

De tout ce qui précède, on peut donc voir que le problème de l'utilisation des titanomagnétites est résolu au point de vue technique. Soit dans les hauts-fourneaux à coke, soit dans les fours électriques il est possible d'en obtenir de la fonte ou même de l'acier par procédé direct. Les essais faits sur une grande échelle ont montré de plus que même au point de vue du prix de revient, leur utilisation était parfaitement possible.

En ce qui concerne l'utilisation au haut-fourneau, nos minerais titanifères ont contre eux leur éloignement des centres houillers, et en résumé c'est leur plus grand défaut. En ce qui concerne l'utilisation au four électrique, on doit souhaiter qu'une usine se monte pour l'essayer sur une base industrielle. Les chutes d'eau sont abondantes dans le Saguenay; l'énergie électrique y serait bon marché. Il y aurait là une double utilisation de nos ressources naturelles et toute entreprise sérieuse dans ce sens mérite d'être sérieusement encouragée.

CHAPITRE VIII.

DE L'UTILISATION DES ILMÉNITES. — PROPRIÉTÉS ET USAGES DU TITANE. — FABRICATION DES FERROTITANES.

Les ilménites étant des minerais de titane il est indispensable de résumer les propriétés et les usages d'un métal qui n'est entré que depuis peu de temps dans la pratique industrielle.

Le titane est connu depuis la fin du XVIII^e siècle (1794-1795), mais il ne fut obtenu pour la première fois à l'état métallique qu'en 1825 par Berzélius en réduisant le fluotitanate de potassium par le potassium métallique. En 1894 Moissan le prépara au four électrique. Mais c'est à Rossi, un ingénieur français fixé aux Etats-Unis, que l'on doit l'introduction du titane dans l'industrie métallurgique. Bien avant 1895, Rossi obtint des ferrotitanes, mais ce n'est qu'en 1907-1908 qu'on commença à utiliser en grand les ferrotitanes aux Maryland Steel Works et à la fonderie de Roanake dans le Vermont. Actuellement un grand nombre d'usines emploient des ferrotitanes pour améliorer la qualité de leurs fontes ou de leurs aciers, et en 1911 on compte qu'on traita au titane 410,600 tonnes d'acier aux Etats-Unis seulement.

Propriétés du titane. — Le titane est un métal de la famille du silicium mais à affinités beaucoup plus vives. On ne le connaît pas à l'état chimiquement pur, mais le titane métallique industriel à 3 ou 4% d'impuretés se présente sous forme d'un métal blanc d'argent, à cassure blanche et brillante, dur, cassant à froid. Moissan le tenait pour le métal le plus réfractaire ; il fond certainement au-dessus de 2000°C (Weiss et Kaiser donnent 2200 à 2400 ; Rossi 2700 à 3000°C).

Le titane se combine aux métalloïdes avec une énergie extrême ; il décompose l'eau comme le sodium, se combine avec incandescence à l'oxygène, l'azote, le chlore et le brome. Il brûle à 800°C dans l'azote et c'est de tous les corps celui qui a le plus d'affinité pour l'azote, en donnant des azotures diverses.

L'affinité extrême du titane pour l'oxygène fait que l'oxyde de titane TiO^2 est pratiquement irréductible par le charbon dans les hauts-fourneaux, ce qui explique que le titane des minerais de fer passe entièrement dans les laitiers. TiO^2 agit comme fondant acide et se combine avec l'oxyde de fer, l'alumine, la chaux, pour donner des titanates qui abaissent le point de fusion des silicates.

A notre point de vue ce qui nous importe surtout de connaître c'est l'action du titane sur les fontes et les aciers, aussi donnerons-nous quelques détails :

Action du titane sur la fonte : On sait depuis longtemps que les fontes obtenues à partir de minerais titanifères sont excellentes et les anciennes fontes au charbon de bois des Adirondacks étaient très recherchées à ce point de vue là. Chose curieuse, qui se répètera d'ailleurs pour les aciers, la proportion de titane dans ces fontes est insignifiante, au maximum de 0.50 %, et le titane semble jouer plutôt un rôle de purificateur qu'un rôle massif (tel est par exemple le rôle du nickel qu'on emploie à doses massives de 8, 12 et 15 %). L'action du titane sur la fonte de seconde fusion a fait l'objet de recherches particulières de M. Bradley Stoughton, professeur de métallurgie à l'université Columbia de New York (1). Ces expériences ont montré qu'il était possible d'améliorer les qualités (notamment la résistance) d'une fonte en lui ajoutant au moment de la coulée de petites quantités de ferrotitane (titane 10 à 15 %, carbone 5 à 1, le reste étant du fer), mais qu'il fallait tenir grand compte des autres circonstances de la coulée, sans quoi on obtenait des résultats nuls ou négatifs. Si par exemple on laisse le métal se refroidir dans la poche (pour permettre une bonne dissolution du ferro) on obtient une diminution de résistance au lieu d'une augmentation.

Essai No 7 (fonte trop froide).

Fonte à Si 2, S. 0.075, Mn. 0.57%	Résistance.
Fonte sans titane, moyenne 2 essais	55 290 lbs.
Fonte avec 0.5 de ferro dans la poche, (moyenne 2 essais)	50 100 lbs.
diminution 10 %.	

(1) Bulletin of Am. Inst. Min. Eng., Nov., 1912.

Si au contraire on évite le refroidissement on obtient :

Essai No 13.

Fonte grise :	Résistance.
Fonte sans titane, (moyenne 4 essais)	41 520 lbs.
Fonte avec 0.5% de ferro dans la poche (moyenne 4 essais)	48 350 lbs.
Fonte avec 2 % de ferro dans la poche (moyenne 4 essais)	45 390 lbs.

On peut songer à ajouter le ferrotitane dans le lit de fusion d'un cubilot en marche, mais alors la plus grande partie du titane passe à l'état de TiO_2 dans la scorie et les résultats sont irréguliers (essais No. 3, 4 et 5). Si on prend soin au contraire d'évacuer la scorie au fur et à mesure qu'elle se forme, le titane passe en plus grande quantité dans la fonte et on obtient de bons résultats :

Essai No 15.

Fonte blanche :	Résistance.
Fonte sans titane (2 essais)	32 800 lbs.
Fonte avec 0.3% de ferro dans le cubilot (8 essais) . .	47 040 lbs.
Fonte avec 0.45% de ferro dans le cubilot (1 essai) . .	37 600 lbs.

et Mr. Stoughton conclut :

- a) Dans des conditions bien spéciales et encore imparfaitement connues le titane peut améliorer beaucoup les fontes.
- b) Dans ces conditions la résistance peut s'accroître de 10 à 43%.
- c) Le maximum d'effet se produit pour une teneur en titane voisine de 0.10% dans la fonte.

Action du titane sur l'acier. — Le titane améliore nettement les diverses qualités des aciers lorsqu'on l'ajoute sous forme de ferrotitane à 10-15% au moment de la coulée. C'est là un fait actuel-

lement bien prouvé qui a conduit à l'introduction sur une très grande échelle des ferrotitane dans l'industrie sidérurgique.

Le mode d'action du titane n'est pas encore très clair dans tous les cas ; il semble qu'il agisse surtout comme épurateur des bains d'acier ; à cause de sa vive affinité pour l'azote, l'hydrogène et l'oxygène, le titane en se dissolvant dans les bains d'acier se combine aux gaz occlus (Az. et H.) qui lors du refroidissement donneraient des soufflures, et il réduit les grains de scorie (oxyde de fer) emprisonnés dans le métal. L'oxyde de titane qui se produit est de plus très fluide, il remonte très rapidement à la surface et se mêle à la scorie qu'il contribue à rendre encore plus fluide. Le résultat est que l'acier traité au titane (ou comme on dit d'une façon impropre l'acier au titane, bien qu'il ne contienne après traitement que des quantités insignifiantes de titane) est plus homogène, plus sain, moins sujet aux soufflures et aux ségrégations, et surtout plus résistant à la traction et à la dureté superficielle.

L'amélioration des propriétés mécaniques de l'acier par le titane a fait l'objet de nombreux essais industriels, dont on trouve une bonne description dans "Titanium in steel" publié en 1911 par la Titanium Alloy Mfg. Co., de Pittsburgh, ou encore dans "A solution of the Rail problem" publié par la même compagnie. C'est surtout en effet dans la fabrication des rails que les additions de ferrotitane ont d'heureux effets. Les essais faits en grand sur les lignes du réseau du New York Central ont montré que les rails au titane avaient une résistance à l'usure de 200 à 300% plus grande que les rails ordinaires. Le Dr P. H. Dudley, ingénieur conseil de ce réseau, déclare dans l'Iron Age du 25 mars 1909 qu'en six mois l'usure des boudins des rails au titane fut plus que trois fois moindre que l'usure en quatre mois des rails ordinaires type 1907 qui les avaient précédés. C'est un gain de 490%. Aussi l'emploi de rails au titane grandit-il chaque année.

En dehors du traitement des rails, le titane a un avenir certain dans la fabrication des aciers fins (aciers pour automobiles) ou des aciers à outil. Dans ce dernier cas le titane est ajouté en quantité un peu plus élevée dans un bain protégé de l'oxydation par une couche artificielle de laitier ; une partie du titane échappe à l'oxydation et reste dans le bain. Avec 0.5% de titane, on obtient un acier rapide très résistant à l'usure.

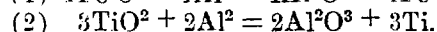
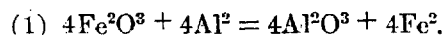
Autres emplois du titane. — Les autres emplois industriels du

titane ne consomment pas à beaucoup près autant de ce métal. Il est bon de signaler cependant l'emploi du titane dans la fabrication des filaments incandescents pour lampes électriques, et de charbons spéciaux pour arcs électriques.

Enfin on vient récemment d'employer le chlorure de titane TiCl_3 et le sulfate de titane $(\text{SO}_4)_2\text{Ti}$ sous forme de solution comme agents réducteurs acides puissants. Ils sont beaucoup plus actifs et pénétrants que le chlorure d'étain. On s'en sert pour dégorger les couleurs de teinture : pour certaines couleurs les agents ordinaires de blanchiment ne conviennent pas parce qu'ils doivent être employés à un degré de concentration tel que les fibres de l'étoffe sont attaquées. Si on place l'étoffe dans une solution très diluée de sel de titane, la décoloration est très rapide et aussitôt après avoir lavé on pourra reteindre. On peut de même éclaircir instantanément les blancs en passant l'étoffe dans une solution chaude et très diluée de ces sels, et en rinçant immédiatement.

Fabrication des ferrotitanes. — Il existe actuellement deux procédés de fabrication des ferrotitanes : le procédé Goldschmidt par l'aluminothermie et le procédé au four électrique.

Le procédé Goldschmidt est basé sur ce fait qu'un mélange d'oxydes de fer et de titane est réduit par l'aluminium en poudre



On obtient ainsi un alliage de fer et de titane (Fe75%, Ti25%). Il est impossible d'obtenir du titane seul, car la réaction (2) pour s'effectuer a besoin de la chaleur dégagée par la réaction (1). En pratique au lieu de fabriquer des ferrotitanes, le procédé Goldschmidt consiste à ajouter au bain d'acier à traiter le mélange oxyde de fer, oxyde de titane et aluminium, de sorte que les réactions se passent dans l'acier lui-même.

Le procédé au four électrique est beaucoup plus important, il fournit la plus grande partie des ferrotitanes utilisés aux Etats-Unis. Pratiquement la fabrication des ferrotitanes est en Amérique entre les mains d'une seule compagnie qui utilise les brevets Rossi : la Titanium Alloy Co., de Niagara Falls (N.Y.).

Usines de la Titanium Alloy Co. Niagara Falls (N.Y.).

Les minerais que l'on traite sont de deux sortes : des ilménites et des rutilés.

La majeure partie des ilménites viennent du Canada. En 1911 la compagnie a reçu par exemple 1600 tonnes de St-Urbain au prix de \$7.00 la tonne rendue à Niagara. Une analyse typique est la suivante :

SiO ₂	4.50
TiO ₂	40.10
Al ₂ O ₃	8.10
MgO	1.60
CaO	Traces
Fer métallique	35.00

Cette même année la compagnie a reçu un chargement de 600 tonnes du Sénégal comme fret de retour sur bateaux à voiles américains. C'était une ilménite extrêmement pure, si l'on juge par l'analyse :

SiO ₂	0.30
TiO ₂	56.00
Al ₂ O ₃	traces
MgO	traces
Mn ₂ O ₄	0.45
CaO	0.12
Fer	31.33
Oxygène	11.58
	99.80

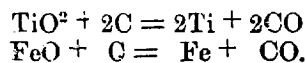
Les rutilles viennent de Virginie. Le minerai brut contient 10 à 30% de rutile et pourrait coûter \$5.00 à \$5.50 la tonne f.o.b. Niagara, mais on préfère concentrer à

TiO ₂	90
Fe ₂ O ₃	10

ce qui met la tonne à \$60.00. L'unité de titane coûte ainsi bien plus cher qu'avec les ilménites, mais on a intérêt à utiliser les rutilles quand on est pressé de commandes (la réduction du rutile est plus rapide et il n'y a pas à épurer le bain par additions successives de laitiers) et quand on veut obtenir des alliages sans fer (par exemple des cuprotitanes).

Les fours sont du type Héroult, oscillant, à deux électrodes et à revêtement de magnésie. La tension entre bornes est de 160 volts, la puissance de 1500 chevaux, la capacité de 1250 lbs de ferro. Le traitement dure 6 heures de sorte qu'un four peut donner 5000 lbs de ferro par jour. L'usine a 10 fours.

Le procédé opératoire est le suivant : on charge un mélange de minerai et de coke pulvérisé à 20 mailles, la réduction se fait suivant les réactions :



La silice est scorifiée par des additions de chaux ; on épure d'ailleurs le bain par des additions de fondants et des coulées successives des laitiers. Une faible partie du titane passe dans la scorie et une faible partie se volatilise à l'état de titanate de chaux. Une partie de la silice se réduit également et du silicium passe dans l'alliage.

Si constants que soient les minerais, les ferrotitanes obtenus n'ont jamais une composition constante à cause de la scorification et de la volatilisation du titane, aussi suit-on l'opération en faisant des prises d'essai et des analyses. La coulée est l'opération délicate et il faut prendre des précautions particulières pour éviter la production d'azotures de titane.

Le produit que l'on obtient communément est ce qu'on appelle du "Ferrotitanium carbon alloy".

Ti.	15%
C.	7 à 8%
Si.	0.5
Al.	0.25

le reste étant du fer. Il s'emploie pour l'épuration des aciers dans lesquels l'addition de carbone n'est pas nuisible. On peut obtenir également avec du rutil des cuprotitanes, des stannotitanes et des zénotitanes.

La Titanium Alloy Co. fabrique également un "Carbonless Alloy" dont la composition est :

Ti.	20 à 30
Al.	5
Si.	1
C.	0

Le reste est du fer. Cet alliage se fait par une variante du procédé aluminothermique. On fond d'abord au four électrique des riblons de fer et d'aluminium, l'aluminium forme un bain au-dessus du fer ; on ajoute alors des minerais riches en titane ou une scoria spécialement préparée (un titanate de chaux) ; à cette haute température l'aluminium réduit l'oxyde de titane et il se forme un alliage de fer aluminium et titane au prix d'une très faible dépense de courant.

L'alliage au carbone est le plus courant et le meilleur marché. Ses prix de vente moyens dans ces dernières années étaient de

1909..	15c la lb.
1910..	12.5c la lb.
1911..	10c "
1912..	8c "

L'alliage sans carbone se vendait 22c en 1912. La dose normale d'emploi de ces ferros est de 10lbs. de ferro à 15% par tonne d'acier.

Le Dr Rossi a fait de très intéressantes expériences sur d'autres alliages de titane (cuprotitane, zincotitane) et a montré qu'il était possible d'améliorer les cuivres, zincs, laitons, etc., du commerce dans les mêmes proportions qu'on améliore les aciers.

Il semble donc que le titane ait en métallurgie un grand avenir.

CHAPITRE IX.

ENRICHISSEMENT MAGNÉTIQUE DES MINÉRAIS.

La plupart des minerais de fer de la province de Québec étant magnétiques, le problème de leur concentration électro-magnétique mérite d'être étudié. Ce problème se présente dans deux cas.

1. Les titanomagnétites renfermant une trop grande quantité de titane pour être passées directement au haut-fourneau et étant d'ailleurs relativement peu riches en fer, il serait d'un grand intérêt de pouvoir obtenir d'un côté des concentrés ferrugineux aussi pauvres que possible en titane et de l'autre des tailings titanifères qui par une concentration spéciale pourraient peut-être donner des produits riches en titane et par suite utilisables dans l'industrie des ferros.

2. Les sables noirs de la côte nord renferment des grains de silice, feldspaths, hornblende, grenats, etc.; par séparation électro-magnétique il est facile d'obtenir des concentrés à 65-67% de fer métallique et de 1 à 3% de titane. L'élimination complète de ces petites quantités de titane entraînerait une perte de fer qu'il est inutile de s'imposer.

Comme le traitement des titanomagnétites est le plus complexe, c'est lui que nous étudierons le premier.

I. TRAITEMENT DES TITANOMAGNÉTITES ET DES ILMÉNITES.

Les premiers essais de concentration magnétique qui aient été faits dans le monde avaient pour but d'enrichir en fer des minerais magnétiques à basse teneur en fer mais non titanifères. Après broyage le minerai passe devant des électroaimants qui attirent et dévient les particules magnétiques (la magnétite), tandis que les particules non magnétiques (gangues, sulfures) prennent un autre chemin.

Dans le cas qui nous occupe les choses ne sont pas aussi sim-

ples. D'abord l'ilménite quoique insensible à l'aimant naturel, est cependant déviée par les champs magnétiques intenses donnés par les électroaimants, autrement dit elle possède une perméabilité magnétique sensible. M. Walter Crane a donné dans les Trans. Am. Inst. ME. Vol. XXXI page 444, un tableau des perméabilités magnétiques des divers corps dont voici un extrait :

Fer.	2.1617
Magnétite.	1.4669
Franklinite.	1.4112
Ilménite.	1.2871
Pyrrhotine.	1.0782
Hématite.	1.0242
Sidérose.	1.0234
Limonite.	1.0099
Pyrite.	1.0064
Quartz.	1.0055
Apatite.	1.0026

Ces chiffres, quoique trop absolus, (car nous verrons que les chiffres de la perméabilité de l'ilménite sont rien moins que certains) montrent cependant que l'ilménite est assez voisine de la magnétite, et que dans les séparations mal réglées, l'ilménite suivra la magnétite. Mais ce n'est pas tout : en fait dans les titanomagnétites, les deux espèces minéralogiques, ilménite et magnétite, sont si intimement associées qu'il est parfois impossible d'obtenir avec les séparations magnétiques (même après broyage fin à 200 mailles par exemple) des produits très différents du minerai brut. On élève simplement de quelques unités la teneur en fer dans les concentrés ferrugineux, et on abaisse de quelques unités la teneur en titane. C'est ce qui est arrivé avec le minerai de la rivière des Rapides ; malgré plusieurs broyages successifs il a été impossible de se débarrasser du titane ou d'élever la teneur en fer à plus de 58.75% (1).

	Teneur en fer	Teneur en acide titanique.
Minerai brut.	41.20%	25.60%
1ers concentrés.	55.28%	19.80%
2ds concentrés.	57.35%	16.90%
3es concentrés.	58.75%	14.85%

(1) Voir le rapport de Geo. C. McKenzie à la fin du chapitre.

Et encore n'est-on arrivé à ce résultat qu'au prix d'une perte de 74.82% du fer dans les tailings, et en consommant 5 tonnes 74 de minerai pour l'obtention d'une tonne de concentrés.

Ces remarques nous renseignent sur la valeur qu'il faut attribuer au chiffre de M. Walter Crane. Les ilménites de la nature ont, en fait, une perméabilité variable dans de grandes limites. M. Ratel dans son ouvrage sur la Préparation Mécanique des Minerais donne comme perméabilité de l'ilménite 40.000 à 767 (la perméabilité du fer étant de 100.000). Il indique par là que dans chaque cas l'ilménite se comporte d'une façon différente et que le problème de la séparation de l'ilménite de la magnétite, ou si l'on veut, du fer et du titane dans les minerais, est extrêmement difficile.

L'idéal serait le suivant : obtenir trois catégories de produits : des concentrés ferrugineux se rapprochant autant que possible de la magnétite, c'est-à-dire le plus pauvre possible en titane ; des concentrés titanifères se rapprochant autant que possible de l'ilménite et des tailings contenant toutes les gangues.

Les essais de M. Geo. C. McKenzie aux laboratoires du Département des Mines d'Ottawa sur les minerais de la Rivière des Rapides ont abouti à un échec complet. Les essais fort rudimentaires que nous avons faits nous-mêmes sur quelques autres minerais sont évidemment plus encourageants, mais il est facile de se rendre compte par les tableaux que nous avons déjà donnés que l'enrichissement en fer est partout peu élevé, que l'élimination du titane est médiocre, et qu'il y a encore une assez grosse perte dans les tailings. Il est à souhaiter que nos essais soient repris sur une plus grande échelle et avec plus de soins.

PROCÉDÉS D'ENRICHISSEMENT MAGNÉTIQUE.

Au point de vue pratique tout traitement pour enrichissement magnétique comprend trois phases :

1) *Broyage*. — Le minerai d'abord concassé dans des concasseurs à mâchoires, ou giratoires, ou dans des cylindres, est réduit ensuite à l'état de grenaille ou de sable. Le degré de finesse du broyage dépend de la nature du minerai et de l'intimité du mélange de ses divers éléments ; plus il faut broyer fin, plus le travail est coûteux plus la séparation ultérieure est lente. Le broyage peut se faire dans de l'eau ou à sec. Les appareils les plus employés sont les cylindres et des broyeurs à boulets.

2) *Séparation magnétique.* — Les appareils sont nombreux et rentrent dans l'une des classes suivantes :

Appareils à chute déviée : le minerai tombe dans le champ d'un électroaimant qui dévie les particules perméables, d'où possibilité d'obtenir suivant l'angle de déviation des concentrés, des mixtes et des tailings. Exemples : appareils Edison, Rowand.

Appareils à courroie : le minerai est amené par une courroie sous les électroaimants ; les gangues passent sans être affectées, la magnétite est soulevée et se colle contre une deuxième courroie, qui l'entraîne hors du champ magnétique. Exemples : Séparateurs Ball et Norton, Wetherill, Knowles. Une variante de ce genre d'appareils est le séparateur Ehrlich dans lequel le minerai est amené devant 4, 6, 8 ou 10 électroaimants par 4, 6, 8 ou 10 couloirs à secousse, et dans lequel la courroie transporteuse de magnétite est remplacé par un anneau de fer tournant autour de son axe.

Appareils à tambour : le minerai tombe sur un tambour tournant autour de son axe horizontal et renfermant des électroaimants ; la magnétite se colle sur le tambour qui l'entraîne.

Certains de ces appareils ne fonctionnent que sur du minerai sec ; d'autres reçoivent le minerai en suspension dans l'eau. Le premier procédé convient bien lorsqu'on n'est pas obligé de broyer trop fin ; le deuxième convient aux minerais à mélanges intimes de gangues et de minerais, il donne des produits plus propres mais on est obligé alors de dessécher les produits avant leur mise en nodules ou en briquettes.

3) *Mise en nodules ou en briquettes.* — Le minerai concentré est à l'état de sable plus ou moins fin, et ne peut être utilisé dans les hauts-fourneaux. En effet le vent ne pourrait plus passer d'une façon régulière au travers d'une colonne de sables de 60 à 70 pieds de haut, et les gaz entraîneraient à l'état de poussières une quantité considérable de minerai. Aussi doit-on mettre le minerai sous une forme plus compacte.

Deux procédés sont en présence : La mise en nodules et la mise en briquettes.

La mise en nodules se fait en faisant tomber le sable magnétique dans des grands fours cylindriques tournants, légèrement inclinés sur l'horizontale (*kilns*). Un four de 100 pieds de long, 8 pieds de diamètre, tournant à 1 ou 2 tours par minute chauffé au charbon pulvérisé pourra par exemple donner 100 tonnes de nodules par jour, la consommation du charbon étant d'environ 180 lbs. par

tonne de nodules et la température maximum (à 15 pieds du foyer) étant de 1300 à 1400°C. (pratique de l'usine de Lebannon en Pennsylvanie qui fabrique 120,000 à 150,000 tonnes de nodules par an). C'est par l'action de la chaleur seule que les grains de magnétite s'agglomèrent.

La mise en briquettes est surtout pratiquée par les compagnies Gröndal, qui sont probablement les plus grosses entreprises de concentration magnétique du monde et qui ont de nombreuses installations en Suède et aux Etats-Unis. Les concentrés sont d'abord mis en briquettes au moyen d'une presse à choc, sans aucun liant, la pression et l'humidité suffisant à maintenir provisoirement les grains entre eux. Une de ces presses peut faire à l'heure 500 à 750 briquettes pesant de 8 à 10 livres. Ces briquettes sont mises alors sur wagonnets et sont cuites dans un four tunnel chauffé au gaz de gazogène, le gaz circulant, en sens inverse des briquettes de façon à obtenir une bonne utilisation de la chaleur, une haute température et une cuisson progressive.

Les briquettes Gröndal sont parfaites au point de vue métallurgique ; elles sont dures, poreuses, résistantes à la chaleur, au choc et à l'humidité.

En ce qui concerne l'avantage d'un procédé sur l'autre on peut dire que le procédé Gröndal consomme moins de charbon et donne des produits meilleurs (les nodules sont en effet de toutes dimensions, depuis l'œuf de poule jusqu'au grain de blé d'où blocage possible des hauts-fourneaux). Par contre le coût de premier établissement des presses et fours Gröndal est extrêmement élevé par rapport à celui des *kilns* de granulation (probablement trois fois plus élevé). En fait, dans le procédé Gröndal, la mise en briquettes coûte plus cher que le broyage et la concentration magnétique réunis.

Ces remarques s'appliquent à la consommation des minerais dans les hauts-fourneaux. Si, comme on peut l'espérer, on arrive à fabriquer, et sur une grande échelle, de l'acier au four électrique, directement à partir des minerais, il se peut que l'on puisse alors utiliser le minerai à l'état pulvérulent, ou tout au moins en petites grenailles.

EXEMPLES DE CONCENTRATIONS MAGNÉTIQUES.

La concentration magnétique des minerais est une opération industrielle, pratiquée sur une grande échelle notamment en Suède, en Norvège et aux Etats-Unis. Un prospectus de l'Ameri-

can Gröndal Co. de New York donne une liste des installations faites suivant les procédés de cette compagnie. Les plus importantes sont :

	Tonnes de minerais bruts	Tonnes de concentrés
Suède : Diverses installations...	750,000	400,000
Norvège : Sydvaranger...	1,000,000	450,000
Salangen...	600,000	300,000
Etats-Unis : Lebanon, Pen...	225,000	120,000
Sheridan, Pen...	200,000	100,000
Canada : Moose Mountain (en constr.)	250,000	100,000

A Mineville (N. Y. Etats-Unis), les ateliers de la Whitesheer Sherman and Co., peuvent traiter de 1200 à 1600 tonnes de minerais par jour (200,000 à 500,000 tonnes par an). La concentration se fait avec des séparateurs Ball and Norton et Wetherill. Elle est si aisée qu'une grande partie des sables excède une grosseur de "10 mailles" de sorte qu'on peut les traiter directement au fourneau.

A Lyon Mountain, les ateliers de la "D. and H. Ry Co." traitent 1000 à 1200 tonnes de minerais par jour avec des séparateurs Ball and Norton.

Les résultats de ces concentrations magnétiques sont très satisfaisants au point de vue technique ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le tableau suivant :

Résultats de la concentration magnétique dans diverses usines

USINES.	MINÉRAI BRUT.			CONCENTRÉS.				Tails. lings.	REMARQUES.
	Fer.	Soufre.	Phosphore.	Fer.	Soufre.	Phosphore.	Rendement.		
Herrang (Suède).....	40.2	1.21	0.003	67.3	0.170	0.002	92.9	6.4	Proc. Groendal.
Flogberget, S.....	27.3	0.31	0.03	57.4	0.040	0.003	82.7	7.1	" "
Salangen, Nor.....	35.7	0.039	0.23	69.3	0.019	0.009	92.8	4.9	" "
Sydvaranger, Nor.....	38.0	0.066	0.030	69.0	0.026	0.006	92.8	5.5	" "
Lebanon, Pen.....	42.06	1.86		61.0	1.18			19.05	Séparation Groendal. La majeure partie du S. s'en va dans les Kilns.
Lyon Mount, N. Y....	36.5		0.019	61.72		0.010		9.7	Proc. Ball & Norton
Moose Mountain, Ont.	36.19	0.024	0.074	65.58	0.029	0.020	89.0	7.6	Proc. Groendal, en construction.

Toutes ces installations traitent des magnétites non titanifères ou très peu titanifères. Il existe cependant en Norvège une installation qui traite des titanomagnétites tout à fait semblables à celles que l'on trouve dans notre province, et que par suite il est intéressant de décrire un peu en détail. (1)

Les gisements se trouvent à Rødrand, près de Christiansund en Norvège, le minerai trié à la main (1^{ère} qualité) contient:

Fer.. . . .	50 à 51%
Acide titanique.. . . .	8 à 9%
Silice.. . . .	7%
Matières argileuses.. . . .	6 à 7%
Chaux.. . . .	2%
Magnésie.. . . .	3%
Phosphore.. . . .	0.01 à 0.017%
Soufre.. . . .	0.8 à 1.1%

Le minerai de deuxième qualité contient de 36 à 45% de fer avec une quantité proportionnellement moindre d'acide titanique. Pour faire avec ces minerais un bon produit marchand on a installé une usine de concentration magnétique d'après les procédés Gröndal. Le minerai après concassage est pulvérisé dans un broyeur à boulets petit modèle, puis envoyé à 4 séparateurs Gröndal, modèle No 4. L'installation a une capacité normale de 24,000 tonnes de minerais par an, soit de 12,000 tonnes de concentrés (8,000 tonnes de fer). En 12 heures les appareils peuvent fournir de 16 à 27 tonnes de concentrés. (Les chiffres varient suivant la teneur en fer du minerai). Un moteur Diesel de 100 chevaux donne la force motrice dont 70 à 80 chevaux seulement sont utilisés.

L'installation a fonctionné avec succès. Les concentrés (deséchés à 100°) contiennent:

Fer.. . . .	64 à 65%
Acide titanique.. . . .	1.6 à 2.4%
Silice.. . . .	1.4 à 3.4
Oxyde de manganèse.. . . .	0.2
Soufre.. . . .	0.6
Phosphore.. . . .	0.004 à 0.010

(1) Prof. J. H. Vogt, Zeitschrift für praktische Geologie, 1910, P. 59-16.

Le tout venant de la mine renfermant en moyenne 40% de fer et 7 à 8% d'acide titanique, le procédé a donc enrichi considérablement les produits finaux tout en les débarrassant d'une grande partie du titane.

Les concentrés sont traités aux fours électriques d'Hardanger en Norvège.

FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT ET PRIX DE REVIENT DANS LES INSTALLATIONS DE CONCENTRATION MAGNÉTIQUE.

Il n'est pas inutile de donner quelques chiffres concernant l'installation des ateliers de concentration et les résultats commerciaux de cette concentration. On verra mieux alors les difficultés économiques de procédés qui semblent si commodes au point de vue théorique.

Ces chiffres sont extraits du travail de M. George Cleghorn Mackenzie (1). Ils ont été condensés.

I. *Frais de premier établissement d'un atelier de concentration à sec avec mise en nodules*

(fournis par Allis, Chalmers and Co.)

Capacité: 1000 tonnes de minerai par jour.

a)	Concasseurs, sécheurs, broyeurs, chaînes à godets, courroies transporteuses, trémies, deux séparateurs magnétiques, dégrossisseurs à tambour, 8 séparateurs magnétiques finisseurs (à courroie), poulies, organes de transmission, atelier	\$ 90.351
b)	Moteurs électriques pour les appareils précédents.	5.282
c)	Quatre kilns de mise en nodule et de désulfuration, broyeurs et souffleurs à charbon, appareils de circulation	57.000
d)	Machine à vapeur	17.500
		\$170.133

(1) G. C. Mackenzie. Iron & Steel industry of Ontario. Ann. Rep. Bureau of Mines of Ontario, 1908. Vol. XVII.

Frais de premier établissement d'un atelier de concentration Gröndal par voie humide avec mise en briquettes.

Capacité: 1000 tonnes minéral par jour.

a)	2 concasseurs, 12 broyeurs, 12 séparateurs magnétiques humides, 12 caisses à boues, organes de transmission, de circulation, tuyauterie, fondations, bâtiments.	\$ 85.100
b)	Atelier de mise en briquettes: 6 fours doubles, 360 wagonnets, 12 presses, gazogènes, tuyauterie, fondations, bâtiments.	186.000
c)	Force motrice.	25.000
		\$296.000

Ces chiffres doivent s'augmenter bien entendu d'un fonds de roulement, correspondant à l'immobilisation du minéral sous forme de concentrés et de briquettes, à la mise en marche et au réglage de l'atelier, etc. On peut compter \$50,000 pour ce chef.

Ce qui frappe tout de suite, c'est le prix élevé de l'atelier de mise en briquettes, de sorte que l'on peut dire que dans le procédé Gröndal ce qui coûte cher ce n'est pas la concentration magnétique, mais la mise en briquettes. La mise en nodules est moins chère; elle n'en constitue pas moins une dépense considérable. Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, il est probable que ces dépenses disparaîtraient si les concentrés se traitaient au four électrique.

M. Mackenzie donne ensuite un prix de revient. Il suppose un minéral coûtant \$1.25 la tonne rendue à l'atelier, et donnant 50% de concentrés contenant 68% de fer.

1,000 tonnes de minéral brut = 500 tonnes de concentrés à 68% de Fer.

1,000 tonnes de minéral brut = 520 tonnes de briquettes à 65% de Fer.

Par tonne de briquettes les dépenses seraient :

a) Concentration :

Main-d'œuvre..	0.173	
Force motrice..	0.10	
Réparations..	0.10	
Huile et divers..	0.127	
	\$ 0.50	0.50

b) Mise en briquettes :

Main-d'œuvre..	0.254	
Combustible..	0.223	
Force motrice..	0.030	
Réparations..	0.10	
Huile et divers..	0.043	
	\$ 0.65	0.65

c) Matière première 2 tonnes minéral brut à 1.25

2.50

d) Dépréciation et amortissement à 15% pour

\$350,000.. 0.35

\$ 4.00

Si l'on remarque que les minerais Bessemer du lac Supérieur se vendent \$5.00 la tonne pour une teneur de 55% (soit 9.09 cents par unité), on peut penser que des briquettes à 68% se vendront à \$6.00. Ces prix s'entendent aux ports des lacs Érié ou Ontario.

En Europe, l'Allemagne achète les briquettes à 65% de fer au prix de \$5.25 la tonne prise au port d'exportation. Ce sont des ports scandinaviens.

Ces chiffres ne doivent être considérés que comme des indications, car ils ne s'appliquent pas sans réserves aux minerais comme ceux de St-Charles ou de Grondin dans lesquels la séparation magnétique est délicate à cause de l'intimité de l'association de la magnétite et de l'ilménite proprement dite.

Essais au tamis (avec analyses) du minéral brut

Tamis.	Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER.		Acide titanique, pour-cent.	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.		Acide titan., pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.
20 + 30	0.17	.....	30.2	0.124	.....	16.43	0.109	.....
— 30 + 40	0.72	0.89	23.7	0.414	0.538	13.21	0.373	0.482
— 40 + 50	1.45	2.34	25.4	0.893	1.431	14.14	0.802	1.284
— 50 + 60	1.28	3.62	24.9	0.773	2.204	13.93	0.697	1.981
— 60 + 70	3.43	7.05	34.0	2.829	5.033	20.34	2.727	4.708
— 70 + 80	0.31	7.36	35.9	0.270	5.303	22.4	0.271	4.979
— 80 + 90	4.66	12.02	35.7	4.036	9.339	23.32	4.249	9.228
— 90 + 100	3.09	15.11	37.8	2.833	12.172	24.58	2.969	12.197
— 100 + 120	7.12	22.23	40.8	7.047	19.219	24.46	6.809	19.006
— 120 + 150	8.95	29.17	42.5	7.166	26.385	24.92	6.771	25.777
— 150 + 200	16.17	45.35	43.0	16.868	43.253	25.48	16.108	41.885
— 200	54.65	.....	42.8	56.745	.....	27.20	58.115	.....
Totaux et moyennes.	.....	100.00	41.2	.....	99.998	25.6	.....	100.000

Essais au tamis (avec analyses) des premiers concentrés.

Tamis.	Pour-cent de poids total.	Somme des pour-cents.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER.		Acide titanique, pour-cent.	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.		Acide titan., pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.
— 20 + 30	0.075	.....	52.5	0.071	.....	17.0	0.094	.....
— 30 + 40	0.126	0.201	55.0	0.125	0.196	16.36	0.104	0.168
— 40 + 50	1.066	1.261	54.6	1.046	1.242	17.30	0.926	1.094
— 50 + 60	2.095	3.356	54.9	2.080	3.322	15.12	1.597	2.691
— 60 + 70	3.030	6.386	54.9	3.008	6.330	15.80	2.416	5.107
— 70 + 80	4.039	10.425	55.40	4.047	10.377	19.80	4.035	9.142
— 80 + 90	6.513	16.938	54.20	6.385	16.762	19.30	6.340	15.482
— 90 + 100	6.009	22.947	55.70	6.054	22.816	17.60	5.335	20.817
— 100 + 120	8.255	31.202	60.10	8.974	31.790	18.86	7.833	28.650
— 120 + 150	8.533	39.733	57.80	8.921	40.711	18.86	8.097	38.747
— 150 + 200	17.041	56.776	56.40	17.364	58.095	22.86	19.611	50.358
— 200	43.221	.....	53.60	41.903	.....	20.00	43.634	.....
Totaux et moyennes.	.....	99.997	55.28	.....	99.998	19.8	.....	99.998

Essais au tamis (avec analyses) des premiers tailings.

Tamis.	Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER.		Acide titanique, pour-cent.	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.		Acide titan. Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.
— 20 + 30	0.126	.....	7.00	0.031	0.083	2.00	0.007	.....
— 30 + 40	0.177	0.303	8.40	0.052	0.255	2.47	0.017	0.024
— 40 + 50	0.507	0.810	9.50	0.172	0.255	6.79	0.097	0.121
— 50 + 60	1.140	1.950	12.30	0.500	0.755	14.29	0.482	0.583
— 60 + 70	2.584	4.534	16.10	1.482	2.237	21.86	1.692	2.185
— 70 + 80	1.317	5.851	20.10	0.943	3.180	27.00	1.008	3.193
— 80 + 90	3.927	9.778	21.60	3.024	6.204	27.00	3.177	6.370
— 90 + 100	3.623	13.401	22.00	2.841	9.045	31.56	3.273	9.643
— 100 + 120	4.940	18.341	24.50	4.313	13.358	33.72	4.724	14.367
— 120 + 150	5.447	23.788	24.20	4.698	18.056	35.00	5.406	19.773
— 150 + 200	13.430	37.218	26.30	12.587	30.643	55.72	13.604	33.377
— 200	62.782	.....	31.00	49.357	.....	37.42	66.622	.....
Totaux et moyennes.	.....	100.000	28.01	100.000	100.000	35.26	.....	99.999

APPENDICE No 1

ESSAIS DE SÉPARATION MAGNÉTIQUE D'UNE MAGNÉTITE TITANIFÈRE PROVENANT DE LA RIVIÈRE DES RAPIDES, BAIE DES SEPT ILES, QUÉBEC. (1)

Ce minerai est un exemple typique des magnétites très titanifères que l'on rencontre en divers points de la côte nord de la rivière et du golfe Saint-Laurent.

Sa structure est assez compacte et grossièrement cristalline; il est noir de fer et ne présente pas ou presque pas de ces teintes bleuâtres si fréquentes dans les magnétites titanifères. Il ne renferme que de petites quantités de minéraux étrangers, mais le soufre et le phosphore y existent avec des teneurs appréciables.

Le problème consiste à obtenir un concentré magnétique riche en fer et pauvre en titane.

Avant d'arriver au séparateur Gröndal, le minerai fut d'abord réduit à un pouce dans un concasseur Blake, puis pulvérisé dans un broyeur conique à boulets Hardinge.

Cette première séparation donna les résultats suivants :

	Minerai brut	Concentrés	Tailings
Fer (soluble).	41.2	55.28	28.01
TiO ²	25.6	19.8	35.26
SiO ²	0.36	0.66	
Ph.	0.21	0.02	
S.	0.71	0.443	

Poids du minerai brut passé aux séparateurs.	2760 lbs.
Poids des concentrés recueillis.	1458
Tailings par différence.	1302

$$\frac{\text{d'où } 2760}{1458} = 189 \text{ parties de brut donnent } 100 \text{ parties de concen-}$$

(1) Traduction du rapport adressé par Geo. C. McKenzie au Dr Haanel et transmis au Bureau des Mines de Québec.

trés, ou 100 parties de brut donnent 52.82 parties de concentrés. Ces concentrés sont appelés premiers concentrés et les tailings premiers tailings.

Le fer et l'acide titanique qui se trouvaient dans le minerai brut se répartissent ainsi dans cette première concentration :

	Fer, pour-cent du total.	Acide titanique, pour-cent du total.
Concentrés	68.7	38.5
Tailings	31.3	61.5
	100.00	100.00

Cette première séparation a donc divisé le minerai brut en deux portions à peu près égales de concentrés et de tailings. La concentration en fer a atteint une certaine valeur, mais au prix d'un rendement plutôt faible, et l'élimination de l'acide titanique n'a pas été satisfaisante.

Les essais au tamis, avec analyses du minerai brut, des concentrés et des tailings donnés dans le tableau ci-joint montrent qu'un broyage très fin favorise l'élimination de l'acide titanique. Dans le minerai brut, 58.1 pour cent du TiO^2 total se retrouvent dans les grains plus petits que 200 mailles; quant aux concentrés et aux tailings ils renferment 43.6 et 66.6 pour cent de leur TiO^2 total dans les qualités plus petites que 200 mesh.

Les premiers concentrés furent donc rebroyés et traités à nouveau avec les résultats suivants :

	Premiers concentrés rebroyés	Deuxièmes concentrés	Deuxièmes tailings
Fe.	55.28	57.35	40.1
TiO^2	19.80	16.9	48.34
SiO^2	0.66	0.2	
P.	0.02	0.010	
S.	0.443	0.390	

Essais au tamis des deuxièmes concentrés.

Tamis.	Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER		Act. titan. %	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.		Pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.
— 50 + 60	0.201	.....	58.90	0.206	.....	13.31	0.158	.....
— 60 + 70	1.267	1.468	57.70	1.275	1.481	14.29	1.070	1.228
— 70 + 80	0.946	2.414	57.50	0.948	2.429	15.22	0.850	2.078
— 80 + 90	2.655	5.069	58.50	2.708	5.137	15.03	2.354	4.432
— 90 + 100	2.756	7.825	59.90	2.879	8.016	16.58	2.825	7.257
— 100 + 120	3.742	11.567	57.30	3.982	11.998	16.58	3.907	11.164
— 120 + 150	4.466	16.033	56.90	4.431	16.429	16.58	4.348	15.512
— 150 + 200	16.536	32.569	56.60	16.319	32.748	17.14	16.497	32.009
— 200	67.431	.....	57.20	67.252	.....	17.14	67.991	.....
Totaux et moyennes.	.....	100.000	57.35	.....	159.000	16.9	.....	100.000

Essais au tamis des deuxième tailings.

Tamis.	Pour-cent du poids total	Somme des pour cents.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER.		Acide titan.,	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total.	Sommes pour-cent.		Acide titan., pour-cent du poids total.	Somme des pour-cent.
— 50 + 60	0.38	.....	34.00	0.328	.....	20.58	0.162	.....
— 60 + 70	0.41	0.79	36.00	0.368	0.696	29.82	0.253	0.415
— 70 + 80	0.19	0.98	35.60	0.169	0.865	33.92	0.193	0.548
— 80 + 90	1.23	2.21	34.30	1.052	1.917	46.12	1.173	1.721
— 90 + 100	1.14	3.35	39.00	1.109	3.026	40.24	1.010	2.731
— 100 + 120	4.85	8.20	39.90	4.826	7.852	48.78	4.895	7.626
— 120 + 150	6.38	14.58	38.20	6.073	13.930	48.78	6.440	12.066
— 150 + 200	16.62	31.20	38.80	16.083	30.613	47.56	16.487	30.553
— 200	68.80	.....	40.70	69.986	.....	48.78	69.446	.....
Totaux et moyennes.	.....	100.00	40.1	.....	99.899	48.34	.....	99.999

Poids des premiers concentrés envoyés aux séparateurs...1451 lbs.
 Poids des deuxièmes concentrés recueillis...1248
 Poids des tailings par différence...203
 d'où $\frac{1451}{1248} = 1.16$ parties de premiers concentrés donnent 1.00

parties de seconds concentrés, ou 100 parties de premiers concentrés donnent 86.2 parties de seconds concentrés.

Le fer et l'acide titanique des premiers concentrés se répartissent donc comme suit après la deuxième concentration.

	Fer % du total dans les premiers concentrés	Ac. titanique % du total dans les pre- miers concentrés
Concentrés.	92.64	68.25
Tailings.	7.36	31.75
	100.00	100.00

La deuxième séparation a abaissé l'acide titanique de 19.8 à 16.9 pour cent, mais a fait passer cependant la plus grande partie de l'acide titanique dans les concentrés puisqu'il n'y a que 31.75 pour cent qui s'en va dans les tailings. Les essais au tamis avec analyses des deuxièmes concentrés et des deuxièmes tailings sont condensés dans les tableaux ci-joints. Ces essais montrent simplement combien la substance est homogène et ne nous renseignent pas sur la manière d'abaisser TiO^2 .

Les résultats de ces séparations premières et secondes montrent qu'il est impossible d'obtenir une diminution appréciable de l'acide titanique quand les séparateurs fonctionnent avec un champ magnétique normal.

On a été alors amené à rebroyer les deuxièmes concentrés et à les séparer à nouveau avec un champ magnétique ramené à la moitié de sa valeur normale.

Les résultats de ces troisièmes et derniers essais sont les suivants :

	Deuxièmes concentrés rebroyés	Troisièmes concentrés	Troisièmes Tailings
Fe.	57.35	58.75	55.3
TiO^2	16.9	14.85	16.33
SiO^2	0.2		
P.	0.01		
S.	0.39		

Poids des deuxièmes concentrés envoyés aux séparateurs. 1246 lbs.
 Poids des troisièmes concentrés recueillis... 475
 Poids des tailings par différence... 771
 d'où $\frac{1246}{475} = 262$ parties de seconds concentrés donnent 100 par-

ties de troisièmes concentrés, ou 100 parties de seconds concentrés donnent 38.16 de troisièmes concentrés.

Le fer et l'acide titanique des seconds concentrés se répartissent donc comme suit après la troisième concentration :

	Fer % du total dans les seconds concentrés	Ac. titanique % du total dans les se- conds concentrés
Concentrés...	39.56	35.9
Tailings...	60.44	64.1
	100.00	100.00

Cette troisième séparation à intensité de courant réduite a donné des concentrés et des tailings très voisins par leur teneur en fer ou en acide titanique.

Les concentrés sont un peu plus riches en fer et plus pauvres en titane que les tailings, mais la différence n'est pas marquée et dans la pratique ces deux produits s'équivalent.

En résumé on peut dire : Il faut 574 parties de minerai brut pour donner 100 parties de troisièmes concentrés ($5.74 = 1.89 \times 1.16 \times 2.62$) ou encore 100 parties de minerai brut donnent 17.4 parties de troisièmes concentrés.

Après ces trois séparations le fer et l'acide titanique du minerai brut se répartissent ainsi :

	Fer % du total	Ac. titanique % du total
Concentrés finals...	25.17	9.43
Tailings finals...	74.82	90.56

Ainsi donc avec une récupération de seulement 25% du fer primitif, il a été possible d'éliminer 90% de l'acide titanique. Cela montre que le titane est si intimement mélangé au fer que leur séparation est impossible. Le minerai ne renferme évidemment pas de magnétite d'une façon appréciable, et bien que sa composition ne soit pas identiquement celle de l'ilménite, il s'en rapproche si fort par ses propriétés chimiques et physiques qu'on peut le regarder comme une ilménite, du moins en ce qui concerne la séparation du fer et de l'acide titanique.

Bien que ces essais de séparation magnétique n'aient pas abouti à donner des concentrés ferrugineux pauvres en titane, ils montrent que l'on peut obtenir un concentré très pur en fer et titane que l'on pourrait peut-être vendre aux fabricants de ferrotitanes et aux fabricants de carbones spéciaux pour lampes à arcs.

Essais au tamis des troisièmes concentrés.

Tamis.	Pour-cent du poids total	Somme des pour-cent.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER.		Ac. titan., pour-cent.	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total	Somme des pour-cent.		Acide titan., pour-cent du poids total.	Somme des pour-cent.
— 70 + 80	0.76	.....	61.6	0.706	.....	10.16	0.518	.....
— 80 + 90	1.73	2.49	50.5	1.752	2.548	12.78	1.488	2.006
— 90 + 100	1.57	4.06	60.7	1.622	4.170	14.23	1.501	3.507
— 100 + 120	2.54	6.60	58.9	2.546	6.716	13.77	2.357	5.864
— 120 + 150	4.27	10.87	58.6	4.259	10.975	13.43	3.865	9.729
— 150 + 200	14.11	24.98	58.1	15.951	24.926	14.23	13.516	23.245
— 200	75.61	.....	58.1	75.974	.....	15.20	76.754	.....
Totaux et moyennes	.....	99.99	58.75	.....	100.000	14.85	.....	99.999

Essais au tamis des troisièmes tailings.

Tamis.	Pour-cent du poids total	Somme des pour-cents.	Fer, pour-cent.	RÉPARTITION DU FER.		Ac. titan. pour-cent.	DISTRIBUTION DE L'ACIDE TITANIQUE	
				Pour-cent du poids total	Somme des pour-cent.		Acide titan. pour-cent du poids total.	Somme des pour-cents.
— 70 + 80	0.78	.....	54.7	0.077	.....	12.78	0.599	.....
— 80 + 90	2.34	3.12	56.9	2.406	2.483	13.44	1.888	2.487
— 90 + 100	2.21	5.33	57.7	2.304	4.787	13.77	1.324	4.311
— 100 + 120	1.90	7.23	56.1	1.926	6.713	14.23	1.620	5.934
— 120 + 150	4.22	11.45	56.4	4.302	11.015	15.41	3.909	9.843
— 150 + 200	15.15	26.60	55.6	15.223	26.238	16.07	14.636	24.479
— 200	73.40	.....	55.6	73.757	.....	17.11	75.520	.....
Totaux et moyennes.	.....	100.00	55.3	.....	99.99	16.63	.....	99.999

APPENDICE No 2.

DESCRIPTIONS PÉTROGRAPHIQUES.

Fig. 1 et 2. — *Serpentine du lac Chibougamau.* — Fig. 1 en lumière naturelle et fig. 2, en nicols croisés. C'est une roche entièrement composée de produits secondaires à rapprocher des serpentines à structure entrecroisée décrites par Lacroix (Minéralogie de la France, Tome 1, page 430. Dans l'ordre de cristallisation, on voit: une antigorite fibrolamellaire en lamelles à contours rectilignes, à fibres allongées suivant l'axe vertical et entrecroisées plus ou moins à angle droit. (Extinction à 0° , biaxe, 2 V. faible, biréfringence 0.012 environ), puis de la magnétite, un peu de calcite.

Fig. 3. — *Anorthosite (?) au contact du microgabbro de la fig. 5.* Les feldspaths sont en grande partie de l'anorthose; ils sont complètement écrasés. Au milieu de cette bouillie de feldspaths naissent des grains de pyroxènes polychroïques très semblables à ceux du microgabbro de la fig. 5, et alignés. La photographie est en lumière naturelle.

Fig. 4. — *Même anorthosite en nicols croisés, montrant l'écrasement des feldspaths.*

Fig. 5. — *Microgabbro anorthosique du Saguenay* (entre Jonquière et le mille 209 le long du chemin de fer du Canadian Northern). Roche gris foncé, à grain fin, formée presque uniquement d'un feldspath anorthose et d'une augite à polychroïsme très spécial en gris et rose brunâtre. Comme éléments accessoires on distingue quelques grains de fer et de rutile. Le tout est orienté et présente des traces d'écrasement. Lumière parallèle.



Fig. 1.



Fig. 2.

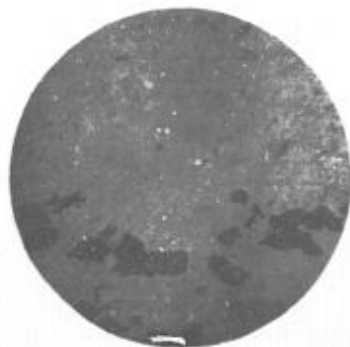


Fig. 3.

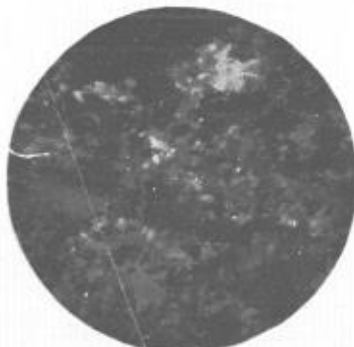


Fig. 4.

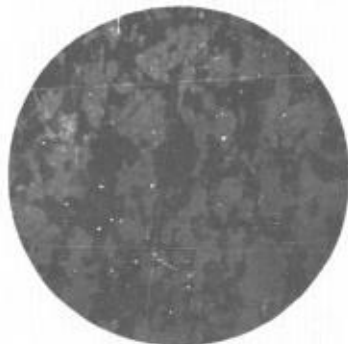


Fig. 5.

DESCRIPTIONS PÉTROGRAPHIQUES. — Microphotographies.

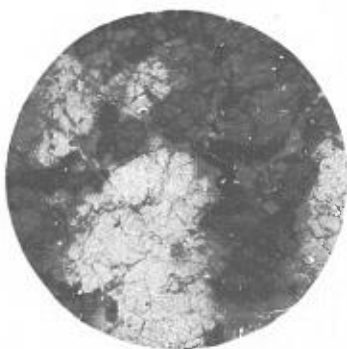


Fig. 6.



Fig. 7.

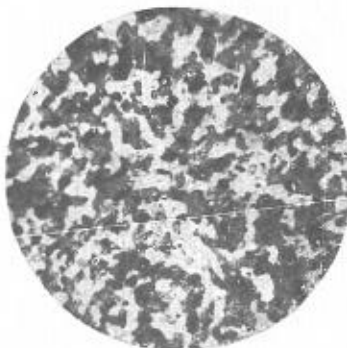


Fig. 8.

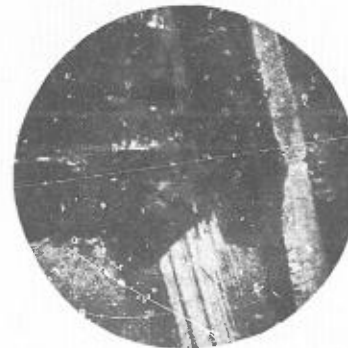


Fig. 9.

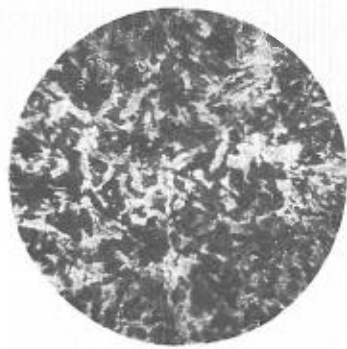


Fig. 10.

DESCRIPTIONS PÉTROGRAPHIQUES. — Microphotographies.

Fig. 6. — *Anorthosite (?) au voisinage du gisement de titanomagnétite du Canton Bourget.* C'est en réalité un gabbro à gros éléments formé de feldspaths plagioclases écrasés, de pyroxènes clinorhombiques mais polychroïques à cause de la présence de fer titané, d'un peu de mica noir et de quelques cristaux d'apatite. Nombreux grains de minerais de fers corrodés. Voir fig. 6.

Fig. 7. — *Gabbro, embouchure de la Rivière des Rapides.*—Roche brun noir, à grain moyen. Au microscope, structure légèrement ophitique: de grands cristaux de pyroxènes diallagisant et imprégnés de minuscules grains de fer se moulant sur des feldspaths tricliniques assez voisins de l'albite. De gros grains corrodés de minerais de fer sont entourés d'une bordure de réaction de mica noir.

Fig. 8. — *Microgabbro, chute du Cran de Fer.* Roche noire, lourde et dure à grains fins. Au microscope, structure granulitique; c'est un microgabbro à pyroxène et amphibole secondaire, parsemé de grains de minerais de fer (15 à 20% de la masse). L'ordre de cristallisation semble avoir été: minerais de fer entouré d'amphibole et de pyroxène, pyroxène ou ralitisé, puis feldspaths tricliniques assez acides. C'est par enrichissement progressif de ce microgabbro en minerais de fer qu'on passe aux titanomagnétites du gîte du Cran de Fer.

Fig. 9. — *Anorthosite du quai de la pulperie, baie des Sept Îles.*
Roche à gros cristaux de feldspaths présentant des traces d'écrasement sous forme de poussières de débris remplissant des lignes de fractures. Ces fractures renferment aussi des produits de décomposition (épidote, calcite, séricite et chlorite). Mica noir peu abondant et entièrement décomposé.

Fig. 10. — *Diabase dans l'anorthosite précédente.* — Roche noire à grain fin. Structure ophitique. Feldspaths enchassés dans des cristaux de pyroxène, amphibole et mica noir, ce dernier assez abondant.

Fig. 11. — *Gabbro à aspect gneissique, au voisinage de la mine Grondin (St-Boniface, Shawinigan).* — L'aspect gneissique est dû à l'alignement des éléments colorés. Feldspaths tricliniques, un peu d'orthose, beaucoup de pyroxènes clinorhombiques à polychroïsme dû au fer titané ; gros grains abondants de titanomagnétite. Le pyroxène et les feldspaths sont brisés et les fissures sont remplies de limonite provenant sans doute de la décomposition des petites paillettes de mica noir. Les éléments ferromagnésiens sont beaucoup plus abondants que les feldspaths.

Fig. 12. — *Microgabbro en enclave dans les gabbros de St-Boniface, de Shawinigan.* — Roche à pâte très fine ; au microscope, structure granulitique avec quelques quartz bipyramidés. Plagioclase, un peu d'orthose, pyroxène diallagisant, amphibole secondaire. Calcite et chlorite de décomposition.

Fig. 13. — *Minéral de Desgrobois.* — Sur un fond noir de minéral de fer, se détachent des cristaux corrodés de feldspaths entourés d'auréoles de mica noir. Ce mica noir n'est pas secondaire mais est d'origine profonde. Le feldspath semble avoir cristallisé le premier puis avoir été attaqué et corrodé par le minéral de fer.

Fig. 14. — *Anorthosite au voisinage d'une masse de fer titané de St-Urbain.*

Fig. 15. — *Minéral de fer de Beauceville.* — Les grains de minéral de fer ne sont pas jointifs mais sont emballés dans de la séricite. Primitivement, le minéral devait enchâsser des cristaux de feldspaths actuellement broyés et décomposés.



Fig. 11.

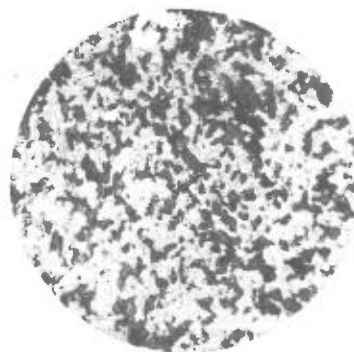


Fig. 12.



Fig. 13.

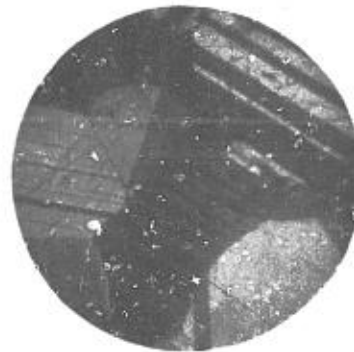


Fig. 14.

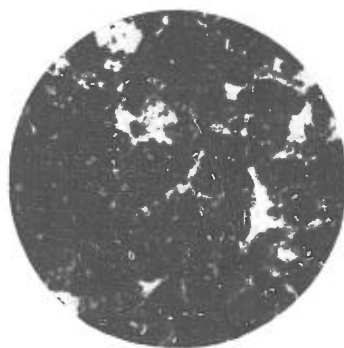


Fig. 15.

DESCRIPTIONS PÉTROGRAPHIQUES. — Microphotographies.

TABLE DES MATIÈRES

	Page.
Lettre d'envoi.....	3
Préface.....	5
Chapitre I. Minerais de fer — Modes de gisements — Classification des gisements.....	9
Chapitre II. Minerais non titanifères ou peu titanifères.....	19
Chapitre III. Minerais de fer titanifères ou titanomagnétites.....	51
Chapitre IV. Minerais de fer titané ou ilménites.....	107
Chapitre V. Les sables magnétiques.....	137
Chapitre VI. Autres gisements de titanomagnétites et d'ilménites.....	165
Chapitre VII. De l'utilisation des titanomagnétites.....	175
Chapitre VIII. De l'utilisation des ilménites. — Propriétés et usages du titane. — Fabrication des ferrotitane.....	207
Chapitre IX. Enrichissement magnétique des minerais.....	215
Appendices No 1. Essais de séparation magnétique d'une magnétite titanifère provenant de la Rivière des Rapides.....	228
No 2. Notes pétrographiques.....	236

INDEX ALPHABÉTIQUE

	PAGES		PAGES
Acier au titane, essais.....	209	Cirkel, Fritz, rapport de.....	23
Acier Moffatt-Irving.....	205	Clarke City.....	63
Acton, fer des marais.....	50	Cole, Arthur, travaux de.....	36
Adams, F. D., étude sur massif		Combustible.....	17
de Morin.....	51	Combustible, consommation.....	200
Adams, F. D., rapport.....	36	Combustible pour haut fourneau	
Alliages de Titane.....	214	de Sault Ste-Marie.....	184
American Gröndal Co.....	219	Commission Géologique d'Ot-	
Analyses, fonte et scorie de		tawa, analysée par.....	41
Sault Ste-Marie.....	186	Concentration magnétique.....	215
Analyses, minerais de fer.....	34	Concentration magnétique, mi-	
Analyses, minerai de l'île		nerai Grondin.....	100
d'Alma.....	61	Concentration, minerai Sept-Iles	216
Anorthosite.....	16	Cône magnétique.....	19
Anorthosite, analyses.....	127	Conglomérat de Grand Pabos....	48
Anorthosite, Côte Nord.....	61	Consommation mondiale de fer.	5
Anorthosite, Lac St-Jean.....	51	Cornwall, Pa., minerais.....	18
Anorthosite, plaque mince.....	236-237	Coulomb, mine, analyse du	
Anorthosite, Sept-Iles.....	64	minerai.....	122
Anorthosite, St-Urbain.....	108	Coulomb, mine, cubage de mi-	
Atikokan, Ont., minerais de	18	nerai.....	129
Bagnell Electric Co., mine.....	127	Coulomb, mine, St - Urbain.....	117
Bain de fonte, désulfuration.....	194	Courant électrique, consumma-	
Baldwin mine.....	35	tion.....	194
Baleinerie des Sept-Iles.....	62	Coût de la production de la tonne	
Beauceville, gisements.....	101	de fonte.....	186
Belvédère, mine.....	46	Coût d'une usine de concen-	
Beresford, canton.....	131	tration.....	222
Bloc, mine du.....	101	Cran blanc, St-Urbain.....	126
Bloc, mine du, minerai.....	104	Cran de fer, chute du.....	63
Borchers M. résultats de.....	175	d'Alma, Ile.....	60
Borchers W. travaux de.....	203	Darby M.....	35
Bouchard, mine, St-Urbain.....	116	Dolomie, lit de.....	46
Bouchette, rivière.....	36	Dominion Iron and Steel Co.....	16
Brésil, gisements de titanoma-		Domnarfvet, expériences de... ..	187
gnétites.....	170	Drummondville, hauts - four-	
Bristol, mine.....	23	neaux.....	50
Calcaires cristallins.....	32	Dunes, Pointe Noire.....	155
Californie, expériences en... ..	198	Electrodes, consommation.....	189
Californie, travaux en.....	182	Ells R. W.....	33
Cambriens schistes.....	45	Ells R. W., rapport.....	50
Cameron, canton.....	36	Energie électrique, consumma-	
Canada Iron Corporation.....	36	tion.....	200
Chaplet, four.....	202	Enrichissement magnétique.....	216
Charge, du fourneau.....	196	Essais au tamis.....	225
Charbon de bois dans la fusion		Etats-Unis, gisements de titano-	
électrique.....	194	magnétites.....	167
Chertsey, canton.....	136	Evans M., travaux de.....	203
Chicoutimi, port de.....	58		

	PAGES		PAGES
Examen des roches au microscopé.....	236	Jaspe rouge.....	48
Fer des marais.....	10	Jernkontoret, durée des essais du.....	181
Ferrotitanum Carbon Alloy.....	213	Kaghaska, rivière.....	139
Ferrotitanes, fabricant.....	211	Kemp J. F. études de, sur gisements de titanomagnétite.....	165
Fondants pour minerais d'Adirondacks.....	178	Kénogami, roches du canton de.....	52
Fonte au titane, essais.....	208	Kingston, Université de.....	27
Forsyth, mine.....	30	Kinnear's Mill.....	38
Fours Electriques, fusion aux.....	180	Lac à la Tortue.....	50
Frais d'installation.....	190	Lac Chibougamau, gisements.....	19
Gabbros, plaque mince.....	237	Lac St-Jean, anorthosite du.....	51
Gabbros, Sept-Iles.....	64	Laitiers, composition.....	175
Gangue des minerais de fer.....	13	Leeds, mine de.....	38
General Electric Co., mine.....	122	Lefevre, M., concours de.....	7
General Electric, mine, analyse.....	124	Lentille, mine Forsyth.....	33
General Electric, mine, cubage minéral.....	130	Limonite.....	9
Gilbert, travaux par M.....	128	Lindeman, M. E., relevé magnétique de.....	24
Glen, travaux par M.....	114	L'Islet, montagne de.....	108
Gouffre, rivière du.....	107	Linneer's Mill.....	88
Grand Pabos, conglomérat de.....	48	Longue-Pointe, sables ferrifères.....	153
Grenville, gisements.....	36	Loranger, travaux par M.....	99
Grenville, série de.....	24	Lorraine, minerais.....	18
Grenville, série de.....	36	Lyon, M. Dorsay A., four de.....	199
Grès ferrugineux, analyse.....	49	Mackenzie Geo. C., essais de.....	28
Grès précambriens.....	46	Mackenzie Geo. C., essais de concentration.....	217
Grillage, élimination par.....	196	Magnétite.....	11
Groendal, procédé.....	29	Magnétométrie, relevé.....	27
Grondin, mine.....	99	Manitou, lac.....	131
Grondin, minéral de la mine.....	100	Mine du Fourneau, St-Urbain.....	125
Gwillim, professeur.....	20	Mine Helen, Ont., minerais de.....	18
Haanel, M.B.F. arpentage magnétique.....	42	Mineral pulvérulent, emploi.....	194
Hagfors, hauts-fourneaux.....	192	Mineral, Beauceville, plaque mince.....	238
Hardanger, hauts-fourneaux.....	195	Mineral Desgrosbois, plaque mince.....	238
Harvey Hill, mines de.....	43	Minerais Bessemer.....	13
Haut-fourneau, principe.....	182	Minerais en poudre, utilisation.....	192
Hauts-fourneaux de la Province de Québec.....	10	Microgabbro, plaque mince.....	236-237
Hauts-fourneaux, St-Urbain.....	126	Modes de gisement des minerais de fer.....	14
Haycock, mine.....	35	Moffatt-Irving, four.....	204
Hématite.....	10	Moisie, cubage des minerais.....	145
Hématites brunes.....	9	Moisie, sables de, comparaison avec.....	160
Hérault, four.....	199	Moisie, sables ferrifères.....	141
Ilménite.....	11	Moisie, sondages.....	147
Impuretés, minerais de fer.....	13	Morin, massif d'anorthosite.....	131
International Tool Steel Co., atelier.....	164	Natashquan, cubage des minerais.....	140
Islet, minerais.....	18	Natashquan, sables ferrifères.....	138
Ivry, analyse du minéral.....	134	Natashquan, sondages.....	139
Ivry, mine d'.....	132		

	PAGES		PAGES
Newport, rivage autour de.....	48	St-Wenceslas, Nicolet, minerais	
Nicolet, mine du lac.....	47	de fer des marais.....	50
Noble M.....	198	Sables de marées.....	138
Nord, rivière du.....	36	Sables de terrasses.....	138
Norton on Tyne, haut-fourneau..	175	Sables ferrières, concentration	215
Norvège, gisements de titanoma-		Sables magnétiques.....	16
gnétites.....	171	Sables magnétiques.....	137
Nugent M., ferme de.....	40	Sables magnétiques aux Sept-	
		Iles.....	62
Oligiste, minerais de fer.....	10	Sables magnétiques de Batiscan	161
Ontario, gisements de titanoma-		Sault Ste-Marie.....	16
gnétite.....	166	Sault Ste-Marie, expériences.....	183
Oolithiques, minerais.....	9	Sault Ste-Marie, haut-fourneau	181
Orton, mine.....	204	Schistes ferrugineux.....	46
Obalski J., analyse par.....	41	Séminaire, mine du, St-Urbain	128
Obalski J., rapport.....	47-50	Sénégal, ilménites du.....	212
Obalski J., rapport privé.....	44	Séparation magnétique.....	218
		Sept-Iles.....	61
Pembroke, ruisseau.....	49	Sept-Iles, concentration du mi-	
Plage, rivière St-Jean.....	154	nerai des.....	228
Postglaciaires, St-Urbain.....	113	Serpentine, plaque mince.....	236
Prix des minerais de fer.....	14	Sidérose.....	9
Poitevin E., concours de.....	7	Smith, mine.....	47
Prix de revient de concentration		Sondages, résultats.....	156
magnétique.....	223	Sorcier, montagne.....	19
Production annuelle des fours		Soufre, élimination.....	194
électriques.....	182	Spalding, mine du village de....	43
Pyrrhotine.....	33	Sydvaranger, emploi des bri-	
		quettes de.....	195
Radnor, haut-fourneau.....	50	Stansfield M., travaux de.....	203
Rails au titane.....	210	Stassano, four.....	202
Rawdon, canton.....	135	Sterry Hunt Dr., rapports.....	30
Ressources ferrières, Québec....	6	Suède, gisements de titanoma-	
Ressources mondiales, fer.....	5	gnétite.....	172
Rivière des Rapides, concen-		Sutton, canton de.....	45
tration du minéral de la.....	228		
Rivière du Gouffre, travaux		Taylor Langdon, fours.....	23
miniers.....	128	Teneur en fer des minerais.....	12
Rivière St-Jean, plages.....	155	Teneur en titane.....	15
Rodsand, emploi du pulvérulent		Terraces, rivière St-Jean.....	156
de.....	195	Tinfos, fours de.....	198
Rodrond, minéral de.....	221	Titane, propriétés et usages.....	207
Rossi, résultats du Dr.....	176	Titane, usages divers.....	210
Rutile de Virginie.....	212	Titanium Alloy Co., minéral	
		expédié.....	116
St-Charles, mine.....	52	Titanium Alloy Co., usines.....	211
St-Charles, rang Beauce.....	104	Titanomagnétites.....	15
St-Jean, rivière, sables ferrières	153	Trenton, à St-Urbain.....	108
St-Jérôme, comté Terrebonne....	135	Trollhattan, hauts-fourneaux de	188
St-Jérôme, mine.....	36	Wabana, mine, Terre-Neuve,	
St-Jérôme, rang, paroisse St-		minerais de.....	18
Urbain.....	114	Vaudreuil, fer des marais de....	50
Ste-Julienne, Rawdon.....	135	Wyssokaya Gara, Russie, mine-	
St-Thomas, paroisse St-Urbain.	128	rais de.....	18
St-Thomas, seigneurie Beaupré	112	Wickham, fer des marais.....	50
St-Urbain, carte du plateau.....	115	Westman, fours.....	23
St-Urbain, gisements.....	107	Wexford, canton.....	136