This document was produced by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une numérisation par balayage de la publication originale.

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. MARTIN BURRELL, MINISTRE; R. G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE.
COMMISSION GÉOLOGIQUE

LIBRARY
JUL 28 1967
CALGARY
INST. SEDIMENTARY & PETROLEUM
REFERENCE

MÉMOIRE 92

N° 74, SÉRIE GÉOLOGIQUE

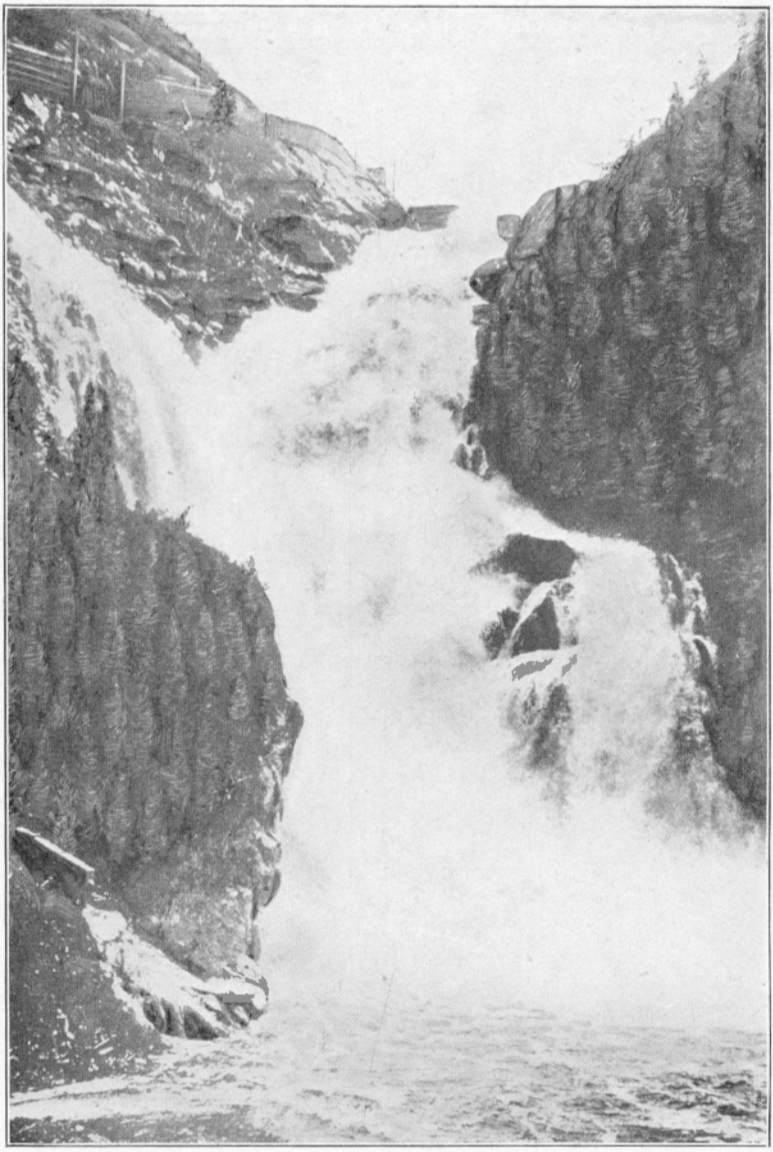
Étude d'une partie de la Région du Lac Saint-Jean, Québec

PAR
John A. Dresser.

OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1918

N° 1643

5.M9
92



Chute d'Ouiatchouan.

(Emprunté aux " Forces hydrauliques du Canada," Ministère de l'Intérieur, 1915.)

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. MARTIN BURRELL, MINISTRE; R. G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE

MÉMOIRE 92

N° 74, SÉRIE GÉOLOGIQUE

Étude d'une partie de la Région du Lac Saint-Jean, Québec

PAR
John A. Dresser.

LIBRARY
JUL 28 1967
INST. SEDIMENTARY & PETROL
CALGARY
REFERENC

OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1918

N° 1643

AVIS.

Cet ouvrage est une traduction du mémoire publié en anglais dans l'année 1916, sous le n° 1642.

MINISTÈRE DES MINES.

Hon. P. E. Blondin, ministre, R. G. McConnell, sous-ministre.

Commission géologique.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

	Page
Introduction	1
Travaux antérieurs	1
Travail actuel	3
Sommaire et conclusions	4

CHAPITRE II

Caractère général du district	6
Topographie	6
Tranchée du Saguenay	6
Tranchée de Sainte-Marguerite	7
Basse-terre du lac Saint-Jean	8
Hydrographie	9
Forces hydrauliques	11
Moyens de communication	13
Villes	14
Conditions agricoles	14
Forêts	17
Population	20

CHAPITRE III.

Géologie générale	21
Aspect régional	21
Aspect local	22
Tableau des formations	22
Description des formations	23
Grenville	23
Distribution	23
Lithologie	24
Tectonique	24
Laurentien	24
Distribution	24
Lithologie	25
Métamorphisme	25
Tectonique	25
Anorthosite	26
Distribution	26
Lithologie	26
Métamorphisme	27
Tectonique	27
Preuve de l'âge	27
Roberval	27
Distribution	27
Lithologie	27
Composition chimique	28
Métamorphisme	29
Tectonique	30

PAGE

Trenton 31
Distribution 31
Lithologie 33
Métamorphisme 33
Tectonique 34
Origine 38
Âge et corrélation 39
Utica 39
Distribution 39
Lithologie 40
Métamorphisme 40
Tectonique 41
Origine 41
Âge et corrélation 41
Richmond 43
Distribution 43
Lithologie 44
Métamorphisme 44
Tectonique 44
Corrélation 45
Quaternaire 46
Distribution 46
Action glaciaire 47
Nature de la formation 48

CHAPITRE IV.

Tectonique et histoire géologique 50
Structure générale de la région 50
Sommaire de l'histoire géologique 51
Grenville 51
Laurentien 51
Anorthosite 51
Roberval 51
Période d'érosion 51
Ordovicien 51
Période glaciaire 52
Champlain 52
Récent 52

CHAPITRE V.

Produits économiques 53
Argile 53
Calcaire 54
Granite 54
Minerai de fer 55

CHAPITRE VI.

L'électro-métallurgie comme moyen d'utiliser le minerai de fer du gisement de Saint-Charles 56
Nature et quantité du minerai 56
Fusion des minerais de fer titanifères 58
Electro-métallurgie des minerais titanifères 62

PAGE

Electro-métallurgie du minerai et des concentrés de Saint-Charles.. 65
Prix de revient de la fabrication électrique de la fonte..... 67
Coût de la grosse tonne de fonte..... 68
Usine d'électro-métallurgie à trois fours..... 70
Agglomération du minerai..... 70
Charbon de bois..... 70
Production du ferrotitane..... 71
Marché pour la fonte..... 72
Fonte au charbon de bois..... 74
Fusion au haut fourneau du minerai de Saint-Charles..... 75
Production de l'acier avec le minerai de Saint-Charles..... 76
Conclusion..... 77
Index..... 89

ILLUSTRATIONS.

Carte 184 A, n° 1634. Roberval, comté du lac Saint-Jean, Québec.....en pochette
Planche I. Chutes d'Ouiatchouan.....Frontispice
II. A. Vue d'une section type de la basse-terre du lac Saint-Jean..... 81
B. Chemin de campagne, basse-terre du lac Saint-Jean. 81
III. A. Carrière dans le granite massif, canton de Roberval.. 83
B. Rive ouest du lac Saint-Jean, direction sud-ouest... 83
IV. A. Calcaire de Trenton redressé par la faille de Côte Saint-Prime..... 85
B. Contact entre le calcaire de Trenton et le granite de Roberval..... 85
V. Schistes d'Utica, Île de la Traverse..... 87

Figure 1. Granite de Roberval injecté dans un gneiss laurentien..... 31
2. Escarpement de faille près de la jonction Chambord..... 36

Étude d'une partie de la région du lac Saint-Jean.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

Situé à cent vingt milles au nord de la ville de Québec, le lac Saint-Jean est une magnifique nappe d'eau, presque ronde, qui couvre une étendue de trois cent cinquante milles carrés dans le comté du même nom. De ses anses multiples—dont trois sont des rivières mesurant plus de deux cents milles de longueur—le lac Saint-Jean reçoit le surplus des eaux provenant d'une surface d'environ 30,000 milles carrés, et, à cent vingt milles de distance, les déverse dans le fleuve Saint-Laurent par le Saguenay, rivière renommée par ses beautés panoramiques. Les quatre-vingt-dix milles d'aval de la rivière sont au niveau de la mer et les paquebots océaniques peuvent y naviguer.

Au point de vue géologique la région qui entoure le lac Saint-Jean se distingue par la présence de sédiments paléozoïques qui datent bien en deça des limites du grand "bouclier" précambrien du Canada septentrional, et par les causes structurales qui les ont préservés. Un autre fait saillant d'intérêt géologique est l'énorme développement d'une roche peu commune: l'anorthosite. A cause de ses produits agricoles et forestiers, la région a désormais son importance économique, alors que ses forces hydrauliques et, à un degré moindre, ses gisements d'argile et ses minerais de fer, associés avec les anorthosites, promettent de donner à ce district une importance encore plus grande à l'avenir.

TRAVAUX ANTÉRIEURS.

C'est le major général Baddeley, R.E., qui, en 1828, a découvert le premier la présence de strates paléozoïques dans cette région.

En 1830, la carte hydrographique du Saguenay a été dressée sous la direction du capitaine Bayfield, M.R., qui prit note des principales variétés de roches présentes le long des rives.

C'est en 1857 que James Richardson, sous les auspices de la Commission géologique, entreprit le premier travail d'un caractère exclusivement géologique. Au cours d'une exploration de l'embouchure du Saguenay au lac Mistassini, c'est-à-dire à deux cent cinquante milles au nord-ouest du lac Saint-Jean, Richardson découvrit la présence de sédiments paléozoïques dans le voisinage du lac Saint-Jean et l'existence d'étendues considérables de roches riches en labradorite (anorthosite). Son rapport est publié dans le volume annuel de la Commission géologique pour l'année 1857, et un sommaire du rapport ainsi que d'autres observations sont donnés dans la Géologie du Canada, 1863, aux pages 164-5, 220 et 923.

En 1883-4, feu l'abbé Laflamme a fait le levé de la région qui s'étend de Chicoutimi vers l'ouest et le nord du lac Saint-Jean. Il a découvert plusieurs étendues de roches paléozoïques en plus de celles que l'on connaissait déjà et a indiqué, sauf dans la direction de l'ouest, les limites probables dans lesquelles on pourrait bien trouver de telles formations. Laflamme n'a préparé aucune carte; mais il a publié un rapport général dans le volume annuel de la Commission géologique pour 1884.

Durant les mêmes années, le Dr F. D. Adams a fait l'examen d'une grande partie des gisements d'anorthosite, cet examen devant faire corps avec l'enquête plus élaborée au cours de laquelle il détermina les relations de l'anorthosite jusqu'au laurentien de même que la nature pétrographique de la première. On a publié des rapports sommaires sur le progrès des opérations; mais la Commission géologique, sous les auspices de laquelle le travail fut effectué, n'a publié ni carte, ni rapport final. On a publié dans le Neues Jarhberch fur Mineralogie, Beilageband VIII, Stuttgart, 1893 (Ueber das Norian oder Ober-Laurentian von Canada) une description pétrographique détaillée des anorthosites de même qu'un état concis de leurs relations structurales, le tout accompagné d'une carte à petite échelle. En 1896, le Canadian Record of Science, de Montréal, publiait une traduction anglaise de ce travail. Feu N. J. Giroux était l'auteur de cette traduction.

En 1900, G. A. Young, de la Commission géologique, a passé l'été à faire un examen au nord-est du lac Saint-Jean le long de plusieurs rivières tributaires. Les résultats de l'enquête ont été publiés dans le Rapport sommaire de la Commission géologique pour l'année 1900; mais comme on a affecté M. Young à un autre travail, celui qu'il avait commencé n'a pas été complété.

TRAVAIL ACTUEL.

On a entrepris l'enquête actuelle dans le but de déterminer les ressources actuelles et celles en perspective dans ce district et de découvrir les conditions de structure géologique sur lesquelles elles reposent. Par conséquent, on a effectué une reconnaissance de trente-cinq milles à l'est et à l'ouest du lac Saint-Jean et l'on a examiné en détail une étendue d'environ deux cents milles carrés autour de la moitié de la partie méridionale du lac. On peut voir cette étendue sur la carte qui accompagne ce rapport. Pour préparer cette carte, on s'est servi comme base des plans de cantons du ministère des Terres de la Couronne, à l'échelle de quarante chaînes au pouce, et l'on a déterminé par des levés au télémètre les positions des affleurements de roche et autres aspects géologiques. Le travail sur le terrain a été exécuté du 1er juin au 26 septembre.

M. H. A. Honeyman accompagnait la mission; il s'est occupé de l'étude de la flore et des conditions agricoles de la région.

Je suis particulièrement reconnaissant au docteur A. Stansfield, professeur de métallurgie à l'université McGill, qui a bien voulu se charger, dans ce rapport, du chapitre ayant trait à l'adaptabilité de l'électricité pour la réduction des minerais de fer de cette région. Je remercie également de leurs gracieusetés M. T.-C. Denis, surintendant des mines à Québec; M. Jos. Girard, député; le colonel B. A. Scott, gérant général de la Québec Development Company; M. Guy Tombs, agent général du fret à la compagnie de chemin de fer Nord-Canadien, à Montréal, et d'autres fonctionnaires de la même compagnie.

SOMMAIRE ET CONCLUSIONS.

La région qui environne le lac Saint-Jean consiste en deux parties, assez distinctes l'une de l'autre, au point de vue du relief et de la valeur économique, de même qu'à celui de la structure géologique par laquelle ces aspects sont étudiés. L'une de ces parties, que l'on peut considérer comme basse terre, a une altitude générale de 340 à 500 pieds au-dessus du niveau de la mer. Sa surface est comparativement égale; le sol est profond et généralement fertile: la terre est bien cultivée et la population assez nombreuse. L'étendue comprend le lac et la région plate qui l'entoure. Mesurée en travers du lac dans une direction nord-est, elle embrasse une longueur d'environ quarante milles. Elle se rétrécit rapidement vers le sud-est mais elle se prolonge sur une distance inconnue vers le nord-ouest, où il semble que sa largeur augmente.

Dans plusieurs endroits, des roches sédimentaires de l'époque ordovicienne supportent la basse terre, et tout semble faire croire que ces roches, qui ont subi une forte érosion, occupaient d'abord la plus grande partie sinon l'ensemble de cette dépression et couvraient aussi peut-être la haute terre adjacente. La basse terre contient, outre ces sédiments ordoviciens, des granites, des anorthosites et des gneiss de l'époque précambrienne.

La haute terre qui borne cette dépression a une altitude générale de 800 à 1,000 pieds au-dessus du niveau de la mer. La surface est accidentée et rocheuse, le sol bas et aride, et les habitants sont peu nombreux. Elle présente les caractéristiques générales de la péneplaine laurentienne dont elle fait partie. La roche complexe qui la supporte consiste en un gneiss laurentien avec petits lambeaux de calcaires du Grenville; l'anorthosite est incrustée dans le laurentien et, dans toutes les roches de la première époque, on remarque un granite à microcline fréquemment gneisseux.

Les relations structurales entre la basse et la haute terre sont caractérisées par de nombreuses failles. A l'extrémité de la basse terre où les strates ordoviciennes ont été trouvées, on découvre la preuve d'un contact de faille entre elles et le pré-

cambrien adjacent. Dans les limites de la basse terre on trouve aussi beaucoup de failles. Une part essentielle de cette dislocation, peut-être la dislocation entière, s'est évidemment produite depuis l'époque ordovicienne.

Considérées au point de vue économique, les deux parties sont absolument distinctes l'une de l'autre. La haute terre fournit une quantité énorme de bois de pulpe et de bois de côrde et l'on trouve dans la région quelques-unes des pulperies les plus importantes au Canada: mais ces industries sont les seules dans le district qui retirent leur matière première des hautes terres. La basse terre est essentiellement une région agricole très riche. Parmi les industries et les ressources de moindre importance se trouvent, en plusieurs endroits, des carrières d'un calcaire qu'on emploie tant pour faire de la chaux que de la pierre à macadam. On exploite également en abondance du granite de bonne qualité dont on se sert pour la construction. On a utilisé ce granite pour construire les principaux édifices public. Dans plusieurs endroits on emploie l'argile pour la convertir en briques et, à l'eau basse, on peut voir, à Terre Rompue, des gisements remarquables dignes de l'attention de ceux qui s'occupent de l'industrie de l'argile ou du ciment.

Le minerai de fer se présente en quantités importantes associées avec les anorthosites. Cependant, dans tous les cas observés, ce minerai est fortement titanifère et l'on attend d'avoir découvert les moyens de le réduire. Cette question est étudiée au long par le docteur A. Stansfield au chapitre VI.

On augure pour l'avenir le développement industriel le plus considérable en ce qui concerne les forces hydrauliques de la région. La quantité immense d'eau qui se déverse dans le lac Saint-Jean et la nature vierge de son débouché, de même que la chute produite dans les moindres rivières par l'escarpement qui sépare la basse de la haute terre, procurent des avantages presque illimités pour le développement de l'énergie hydraulique. Sous le nom de *Quebec Development Company*, des capitalistes influents du Canada et des Etats-Unis se préparent à développer d'une manière intensive, à des fins électro-chimiques et autres, les forces hydrauliques de tout le Saguenay supérieur.

CHAPITRE II.

CARACTÈRE GÉNÉRAL DU DISTRICT.

TOPOGRAPHIE.

La surface du pays dans la région du lac Saint-Jean présente les aspects usuels de la péneplaine laurentienne du Canada septentrional. C'est une région dont l'altitude est modérée, mesurant généralement de 800 à 1,200 pieds au-dessus du niveau de la mer, et dont le relief est peu accentué. Bien qu'elle n'ait nulle part l'aspect d'une plaine, il y a cependant une concordance de niveau dans les plus grandes parties de la région qui donne une ligne d'horizon égale, brisée seulement par un reste occasionnel de colline ou de chaîne de montagnes qui ont résisté à l'érosion, ou par des vallées étroites ayant l'apparence de tranchées qui sont les causes les plus ordinaires de relief dans le paysage. On constate que ces vallées plongent le plus fréquemment vers l'une ou l'autre des deux principales directions, c'est-à-dire est-nord-est ou ouest-nord-ouest. Leur persistance à former des lignes presque droites qui coupent différentes formations porte à croire que dans plusieurs cas au moins elles sont dues à la dislocation. La région a été fortement érodée par les glaces. Sauf plusieurs variations locales, la direction générale du mouvement de la glace s'est faite vers le sud ou le sud-ouest. Le remplissage ainsi occasionné des vallées par les débris glaciaires a procuré à la région un drainage naturel sous forme de lacs, de chutes et de rapides en grand nombre.

Tranchée du Saguenay.

La plus connue de ces vallées-tranchées et l'une des plus grandes est la tranchée ou gorge du Saguenay. Cette rivière, comme route de touristes, est depuis longtemps célèbre par sa beauté panoramique. La vallée appartient à cette série dont

la direction plonge vers une direction ouest nord-ouest. Elle se distingue des autres par sa grande profondeur et les murs presque verticaux qui l'enclavent. Sur une longueur d'environ quatre-vingt-dix milles de son confluent avec le Saint-Laurent, le Saguenay demeure au niveau de la mer et dans plusieurs endroits le lit du chenal est de plusieurs centaines de pieds au-dessous du niveau moyen de la marée. Outre l'escarpement des murs, on remarque aussi une absence notoire de pointes ou éperons se détachant de la ligne riveraine. Ces traits indiquent que cette tranchée a subi l'érosion glaciaire et que la tranchée ayant la forme ordinaire en V a été changée en une vallée en forme d'U. La tranchée du Saguenay toutefois s'étend presque à angles droits dans la direction qu'a suivi le mouvement général de la glace dans la région. Si donc son creusement et son élargissement ont été effectués par l'action glaciaire, on peut attribuer le phénomène plutôt à un mouvement local qu'au mouvement général de la glace. La glace du Labrador, se déplaçant dans une direction sud ou sud-sud-ouest, et venant en contact avec une escarpe disloquée de 800 pieds ou même plus de hauteur le long des rives sud-ouest des lacs Saint-Jean et Kenogami, serait défléchie vers le sud-est au moins pendant ses étapes premières et secondaires, à moins qu'elle n'ait continué dans cette direction à l'instar d'un courant sous-marin même après avoir rempli le lac Saint-Jean-Saguenay et ait repris sa marche générale vers le sud-ouest. Quels qu'aient été ces mouvements dans leurs détails, il est évident que le Saguenay, examiné superficiellement, a l'aspect général d'une tranchée de faille qui a été arrondie et creusée jusqu'à devenir un estuaire de fiord. La profondeur extraordinaire du chenal cesse apparemment au Saint-Laurent. Comme problème physiographique, la tranchée du Saguenay est un sujet intéressant à étudier minutieusement.

Tranchée de Sainte-Marguerite.

Parallèle au Saguenay et à une distance de quatre à six milles de celui-ci sur le côté nord-est, est une tranchée de soixante-dix-milles ou plus de longueur. La rivière Sainte-Marguerite

en occupe la plus grande partie, les autres étant couvertes par la rivière du Moulin à Baude et par un bras de la Valin. Autant qu'on peut le constater, cette tranchée est aussi large et aussi bien définie que la gorge du Saguenay; mais elle est en grande partie remplie de sable et de débris glaciaires, les cours d'eau qui y coulent étant beaucoup plus petits que le Saguenay et à un niveau plus élevé. Cette tranchée semble avoir été remplie plutôt qu'érodée.

La région qui se trouve entre ces tranchées est à l'altitude générale de la péneplaine laurentienne sur une distance de soixante-dix-milles du Saint-Laurent ou presque à l'entrée de la baie Ha Ha. Puis, en se dirigeant vers l'ouest, la zone entre ces tranchées s'abaisse au-dessous de l'altitude générale de la région, au nord ou au sud, et tombe au niveau de la submersion post-glaciaire.

Basse terre du lac Saint-Jean.

Le mur sud du Saguenay et celui du nord de la tranchée Sainte-Marguerite semblent être des escarpements prononcés qui se font face. Dans la direction de l'ouest, les vallées s'élargissent et, finalement, se confondent, formant ainsi une basse terre distincte dans laquelle est situé le lac Saint-Jean. L'étendue de cette basse terre, vers le nord, c'est-à-dire à proximité du côté sud-est du lac Saint-Jean, mesure 35 milles, et les escarpements continuent leur divergence dans la direction de l'ouest.

Sur la rivière Ashuapmuchuan, la limite nord-ouest de la basse terre se trouve aux rapides de Pimonka, à environ trente milles du lac Saint-Jean. A cet endroit, l'escarpement s'étend dans une direction nord-est, à peu près jusqu'à la limite nord-ouest du canton Normandin. On ne connaît pas la limite nord dans le voisinage de la rivière Mistassini.

En général, la surface da la basse terre est plane, on remarque quelques affleurements de roches. Quant à l'altitude, elle varie de 340 pieds,—ce qui est presque le haut niveau de l'eau du lac Saint-Jean,—à 600 pieds,—ce qui signifie approximativement le plus haut point de submersion post-glaciaire. (planche II A).

HYDROGRAPHIE.

On attribue en grande partie à la forte dépression qui environne le lac Saint-Jean le fait pour ce lac d'être aujourd'hui devenu un réservoir dans lequel s'écoulent les eaux de plusieurs grandes rivières de la région. La plus considérable de ces rivières est la Peribonka qui se jette dans le lac par le côté nord-est. Cette rivière mesure trois cents milles ou plus de longueur et draine une étendue de quelques 12,000 milles carrés. Elle est navigable sur une distance de quatorze milles de son embouchure où sa largeur dépasse trois mille pieds.

C'est du nord que la rivière Mistassini se jette dans le lac Saint-Jean. Elle mesure deux cents milles de longueur. draine une région de 9,000 milles carrés, et est navigable à certaines saisons sur une distance de dix-huit milles.

L'Ashuapmuchuan entre dans le lac Saint-Jean par le côté ouest. Elle est navigable sur une longueur de neuf milles de son embouchure et mesure environ deux cents milles de longueur.

La Ouiatchouan draine plusieurs grands lacs situés de vingt à quarante milles au sud du lac Saint-Jean dans lequel elle se jette par le côté sud-ouest.

La Metabetchouan, la Koushpaganish et la Bell sont d'autres rivières qui se jettent dans le lac Saint-Jean par le côté sud. Les eaux accumulées de ces rivières et de cours d'eau plus petits qui se jettent dans le lac passent ensuite par le chenal du Saguenay. La rivière Saguenay s'échappe du lac Saint-Jean à une altitude qui varie de 314 à 341 pieds, c'est-à-dire, de l'eau basse à l'eau haute, et dans le cours de moins de trente milles descend au niveau de la haute marée. La décharge s'effectue par deux chenaux principaux connus sous les noms de Grande et Petite Décharge. Ces chenaux se fusionnent à une distance de neuf milles du lac. La terre qu'on voit entre les décharges et le lac porte le nom de l'île Alma. Le Saguenay supérieur se caractérise par de forts courants, des rapides et des cascades. Le chenal est étroit et ressemble à une gorge; il est enclavé dans des murs rocheux coupés à pic. Ce chenal est indiscutablement jeune. Le

reste de son cours jusqu'au Saint-Laurent—quelque 90 milles—le Saguenay coule dans une vallée profonde en forme d'U bordée de murailles escarpées de roches qui ont souvent jusqu'à mille pieds de hauteur et est, à proprement parler, un estuaire du genre fjord.

Venant du nord, les principaux tributaires qui se jettent dans le Saguenay sont la Shipshaw, la Valin et la Sainte-Marguerite; venant du sud, sont la Sable et la Chicoutimi qui sont des décharges du lac Kénogami. Tels sont les tributaires les plus notoires qui drainent cette partie de la région qui nous occupe.

La basse terre se signale par la présence de lacs le long du bord de la dépression au pied des escarpements qui la bordent. La plus grande de ces nappes d'eau est le lac Kénogami qui, avec une série de lacs plus petits, suit le bord sud de la basse terre sur une distance de trente milles ou plus. Le lac Tahistagama que draine la rivière Péribonka, semble être situé de la même manière et se relie à la limite nord. D'autres petits lacs sont semblablement situés.

Feu l'abbé Laflamme était d'avis que la série des lacs Kénogami tire son origine d'une décharge préglaciaire du lac Saint-Jean qui, lui, se serait déversé dans la baie Ha Ha. Si l'on en croit les quelques observations qu'on a pu faire durant la dernière saison, cette opinion est probablement exacte, bien que plus ample examen serait nécessaire pour en établir la confirmation. Toute la question du drainage préglaciaire du district mériterait une enquête particulière car le problème est très attrayant.

La profondeur du lac Saint-Jean est très différente à l'eau haute de ce qu'elle est à l'eau basse. De la mi-été jusqu'à la fin de l'automne le lac est très peu profond et l'on n'y navigue qu'avec difficulté. Les grandes rivières Ashuapmuchuan, Mistassini et Péribonka, à l'eau haute, charrient une quantité énorme de matières de toutes sortes et sont en train d'obstruer rapidement la partie septentrionale du lac. A l'embouchure de l'Ashuapmuchuan une batture formée des dépots de cette rivière, atteint maintenant jusqu'à sept milles de longueur et les bateaux qui font le service entre Saint-Félicien et Roberval sont obligés d'effectuer un long détour. Les con-

ditions, à proximité des embouchures des autres rivières, sont identiques.

Les projets de la *Quebec Development Company* pour la construction d'une importante industrie comprennent l'élévation, de quelque vingt pieds, du bas niveau de l'eau du lac. Lorsque ce dernier projet aura été mis à exécution, la navigation deviendra, sans aucun doute, beaucoup plus facile.

FORCES HYDRAULIQUES.

L'importance des forces hydrauliques à mettre au service des industries en puissance dans le district du lac Saint-Jean est certainement indiscutable. Le nombre multiple de chutes, la quantité immense de bois dans la région tributaire du lac et de la partie supérieure de la rivière Saguenay, ainsi que la proximité de tout cela de la navigation en haute mer procurent aux fabriques des avantages qui, sous maints rapports, ne sont pas surpassés.

Le compte rendu sommaire suivant des forces hydrauliques de la région est extrait du rapport de M. F. T. Kaelin sur "Les forces hydrauliques de la province de Québec", ouvrage publié en 1915 par la division des forces hydrauliques du ministère de l'Intérieur. M. Kaelin dit: "Bien que les ressources en énergie hydraulique soient très puissantes dans la région directement au nord de la ville de Québec, on n'en a utilisé jusqu'ici qu'une quantité comparativement petite. Actuellement, la ville de Québec reçoit son énergie électrique en partie seulement d'un nombre de cours d'eau peu considérables qui coulent dans les environs et sont pour la plupart sur la rive nord du Saint-Laurent. Les plus importants pouvoirs hydrauliques de cette région se trouvent sur les rivières qui coulent vers le lac Saint-Jean ou y prennent leur source, spécialement sur la rivière Saguenay qui relie le lac Saint-Jean avec le Saint-Laurent.

«Le confluent du Saguenay avec le lac Saint-Jean est à environ cent vingt milles au nord de la ville de Québec, qui est reliée aux divers endroits situés sur les bords du lac et du Saguenay par la voie ferrée du Québec et Lac Saint-Jean.

«Cette région a été rendue fameuse par la variété des sports qu'elle procure: chasse, pêche et canotage, c'est ainsi que l'on y rencontre un peu partout des stations d'été. Le lac Saint-Jean couvre une étendue de 350 milles carrés et un énorme volume d'eau se déverse dans le Saguenay.

«A la Grande Décharge, où les eaux du lac passent dans celles du Saguenay, se trouvent deux chutes principales capables de produire 375,000 chevaux-vapeur. Le gouvernement de Québec s'est rendu acquéreur des droits d'exploitation car il a en vue un projet d'emmagasinage en vertu duquel le pouvoir utilisable précisé serait porté à plus de 1,000,000 de chevaux-vapeur. On pense que le travail de construction de cette entreprise commencera dans un avenir prochain.

«A quelque vingt milles en aval de la Grande Décharge se trouve une série de rapides—dont aucun n'est exploité—et qui a un pouvoir utilisable de plus de 240,000 chevaux. A Chicoutimi, quelques milles plus bas, c'est-à-dire au confluent du Saguenay et de la rivière Chicoutimi, une usine hydro-électrique fournit 7,500 chevaux, ce qui représente environ la moitié de l'énergie utilisable. De Chicoutimi au Saint-Laurent, le Saguenay est navigable. On remarque des forces hydrauliques considérables, susceptibles d'exploitation, sur d'autres tributaires du Saguenay. La principale est celle de la rivière Shipshaw qui peut fournir 8,000 c.v. qui sont utilisés, et la rivière Péribonka qui peut fournir 120,000 c.v. utilisables.

«Nombre de tributaires, du lac Saint-Jean, qui coulent dans toutes les directions, sont interrompus par des chutes et des rapides fréquents qui seraient d'un grand avantage au point de vue de l'industrie; toutefois, les demandes d'exploitation de ces forces se sont faites rares.

"De toutes ces rivières qui se déversent dans le lac Saint-Jean, la plus importante, en ce qui concerne l'industrie, est la rivière Ashuapmuchuan qui dispose de 250,000 c. v.

"Les rivières Mistassini et Muskosibi disposent chacune de 12,000 c. v.; la Metabetchouan en a 11,000 d'utilisables et les chutes de la rivière Ouiatchouan peuvent produire 13,000 c. v. dont 5000 sont actuellement utilisés.

"Il est donc clair que la force motrice abonde dans la région du lac Saint-Jean. Si on le désirait, on pourrait la transmettre, sous forme d'électricité, à la ville de Québec même ou s'en servir sur place dans des usines électro-chimiques et à d'autres fins. Cette région est aussi richement boisée, et devrait tenter ceux qui s'intéressent à l'industrie de la pulpe et du papier."

MOYENS DE COMMUNICATION.

Le réseau "Lac Saint-Jean" du chemin de fer Canadian Northern relie la ville de Québec à la région. La voie principale de Québec à Chicoutimi a une longueur de 227 milles. A Chicoutimi, on peut correspondre avec la ligne du Saguenay de la "*Canada Steamships Company*", dont les bateaux font le service régulier entre cette ville et Québec durant la saison de navigation.

"De la jonction de Chambord—176 milles de Québec—sur la voie principale du chemin de fer Canadian Northern, un embranchement conduit jusqu'à Roberval qui se trouve à treize milles de distance. Le travail de prolongement de la voie ferrée avance assez rapidement; on veut pousser cette voie 31 milles plus loin vers l'ouest de manière à traverser les cantons d'Ouitachouan, d'Ashuapmuchuan et de Demeules pour arrêter à Dufferin. Le parachevement et l'exploitation de ce prolongement seraient d'un grand avantage pour ces paroisses et aideraient également au développement de la région fertile de La Doré, de Saint-Méthode, de Normandin et d'Albanel qui sont plus au nord.

Durant l'été un service local de bateaux sur le lac Saint-Jean relie les principaux villages en bordure du lac et procure un service limité tant pour les passagers que pour le transport des marchandises. On remarque des petits quais à Roberval, à Saint-Félicien, à Saint-Méthode, à Péribonka, près de la Petite-Décharge, à Saint-Jérôme et à Chambord.

Toute la basse terre est sillonnée de nombreuses grandes routes dont plusieurs parfaitement entretenues (planche II B).

Certaines paroisses, profitant de l'aide apportée par le gouvernement de Québec pour la construction de chemins durables, macadamisent les principales routes de commerce. Bien qu'on rencontre encore, ça et là, des chemins difficiles, il est néanmoins possible de faire tout le tour du lac en automobile.

Le service local de téléphone est installé dans tout le district et le service rural des postes a été établi dans nombre de paroisses.

VILLES.

Roberval, dont la population dépasse trois mille habitants, est la plus grande ville de cette partie de région qui soit mentionnée sur la carte accompagnant ce rapport. D'autres endroits importants sont Val Jalbert, autrefois les chutes d'Ouiatchouan, où se trouve l'un des moulins de la "*Chicoutimi Pulp and Paper Company*"; à la jonction du chemin de fer Québec et Lac Saint-Jean; Moulins Desbiens, à l'embouchure de la rivière Metabetchouan; Saint-Jérôme, sur le lac, à l'embouchure de la rivière Koushpaganish; Saint-Gédéon et Hébertville, sur la rivière Belle; Hébertville station et Saint-Joseph d'Alma, près du côté est de la région cartographiée. Tous ces villages sont situés sur le chemin de fer, sauf Hébertville, qui en est éloigné de quatre milles, et Alma, qui se trouve à quelque huit milles de la gare d'Hébertville. Cette dernière, située sur la Petite-Décharge, la plus au sud des deux décharges du lac Saint-Jean, sera reliée bientôt, dit-on, avec la gare d'Hébertville par chemin de fer. La *Quebec Development Company* projette de faire d'Alma également le site de grands travaux industriels.

CONDITIONS AGRICOLES.

Si on le compare avec la région cultivée de l'est canadien, ce district est certes plus au nord. Situé à 48°30′ de latitude nord, à près de trois degrés au nord d'Ottawa, on peut le comparer à la région argileuse de l'Abitibi et du Timiskaming plutôt qu'à celle du Québec ou de l'Ontario méridionaux. Il appert cependant qu'aux alentours du lac Saint-Jean les récoltes sont aussi bonnes que celles du district d'Ottawa. La

saison est courte mais la pousse rapide. Il n'y a pas de doute que les hivers sont longs et froids; cependant, c'est également vrai que les cultivateurs du district du lac Saint-Jean sont en bonne santé, vivent confortablement et prospèrent bien.

La colonisation du district a commencé vers 1860; l'exploitation du bois le long du Saguenay supérieur a fait jeter les yeux sur l'excellente terre arable qui se trouve autour du lac Saint-Jean. Pendant plus de vingt ans, on ne pouvait avoir accès à la région que par la voie du Saguenay ou par les chemins de colonisation de Québec et de Baie Saint-Paul; mais de 1885 à 1890, lorsque fut construit le chemin de fer Québec et Lac Saint-Jean, la colonisation fit des progrès rapides.

En général, la surface du district arable est uniforme, mais elle est arrosée par endroits de cours d'eau qui coulent de la haute terre pour se jeter dans le lac. Ces cours d'eau ont des vallées en forme de V, coupées à pic, profondes, étroites qui s'étendent dans les terres fertiles et, par endroits, augmentent le travail de labourage du sol. Plusieurs de ces ravins ont cent pieds ou plus de profondeur et, par leurs sinuosités, coupent la terre d'une manière très défavorable à sa culture.

Le sol est varié. On y trouve toutes les espèces de terre à partir de l'argile lourde jusqu'à la plus légère, de même que du sable; mais une grande partie de ce sol est très propice à la culture. Les pierres y sont rares, ce qui rend facile le travail qu'on accomplit avec les instruments aratoires modernes.

Les principales récoltes consistent en racines légumineuses, foin, blé, avoine et orge. On cultive aussi sur une assez grande échelle le seigle et le lin. On semble attacher beaucoup d'intérêt au jardinage et les légumes ordinaires tels que les choux, les navets, les carottes, et autres, lèvent admirablement. On pourrait trouver difficilement de plus beaux champs de blé, d'avoine et d'orge que ceux qu'on pouvait voir durant la dernière saison dans les paroisses de Roberval, de Chambord, de La Croix et autres. Le gazon principal qu'on remarque est la fléole des prés et le principal trèfle est rouge; on y voit moins de trèfle d'Alsik et de trèfle blanc. Le maïs lève peu et la récolte n'en est pas bonne. On n'y cultive guère de pommes.

On fait l'élevage du bétail ordinaire. Les chevaux, les moutons, les porcs et les volailles sont généralement de bonne qualité; mais on pourrait améliorer avec avantage les races du bétail. On fait actuellement des tentatives d'amélioration, et l'on devrait les pousser avec vigueur. Si les cultivateurs consentaient à n'élever, pendant quelques années, qu'une seule race de bétail, cela aiderait efficacement au mouvement régénérateur.

L'industrie laitière est à la tête de toutes les autres et est bien organisée. Les fromageries sont outillées pour la fabrication du beurre et du fromage; le premier est le principal produit lorsque le bétail est nourri à l'étable, et le second quand le bétail est en pâturage. La qualité des produits est bonne. Ils sont envoyés en grande partie sur les marchés de Montréal.

M. Guy Tombs, agent général du fret à la compagnie de chemin de fer Canadian Northern, Montréal, a fourni l'état suivant des produits de ferme expédiés des diverses stations dans le district du lac Saint-Jean pendant l'année 1914.

Stations	Foin tonnes	Fruits tonnes	Pommes de terre tonnes	Grain tonnes	Bétail tonnes	Beurre et fromage tonnes
Lac Bouchette.....	15	31	19	3	403	52
Chambord Jct.....	3	31	426	11	120	152
Roberval.....	147	294	307	23	1,065	880
Metabetchouan.....	363	5	160	125	501	396
Saint-Gédéon.....	223	.....	170	2	502	188
Hébertville.....	748	19	14	120	1,334	333
Jonquières.....	.....	.....	.....	95	301	261
Ha Ha, baie.....	.....	.....	.....	.....	46	297
Chicoutimi.....	.....	.....	.....	.....	852	.....

On a expédié le foin principalement aux divers campements où l'on fait la coupe du bois; les fruits, qui étaient en grande partie des myrtiles, ont été envoyés à Montréal; on a vendu les pommes de terre sur les lieux et à Montréal; on a envoyé le grain aux campements où se fait la coupe du bois; le bétail a été dirigé vers Montréal et Québec; presque tout le fromage

a été consigné à Montréal alors que le beurre s'est vendu sur les lieux de même que dans la ville de Québec.

Plusieurs paroisses sont pourvues d'un service public d'eau. L'eau provient des lacs ou des cours d'eau qui sont dans les hautes terres et elle est amenée à destination par des conduits qui longent les chemins principaux puis distribuée à chaque propriété le long de la route. Les cultivateurs ont donc ainsi de l'eau courante dans leurs maisons, leurs étables et sur leurs pâturages, enfin, partout où ils en ont besoin. La qualité de l'eau est excellente et l'approvisionnement suffisant.

Dans certains endroits les services d'aqueduc appartiennent à des particuliers ou à des compagnies; dans d'autres, ils sont installés par la municipalité. Dans une paroisse, le coût de l'installation s'est élevé à $40,000 et, en paiement, on a fait une émission d'obligations à 6 pour cent. Dans cette paroisse, on fournit l'eau à chaque consommateur à raison d'un prix fixe de $25 par année, et l'on dit que le revenu ainsi réalisé s'élève à un peu plus de 9 pour cent de l'émission des obligations.

On remarque encore dans le district des terres qui n'ont pas été touchées et qui sont propres à la culture. Nombre de ces terres sont sur le côté nord ou nord-ouest du lac, c'est-à-dire dans une région où la culture ne sera jamais aussi profitable que celle du côté sud tant qu'on n'aura pas établi de meilleurs moyens d'accès. Le parachèvement et l'exploitation du chemin de fer Québec et Lac Saint-Jean, de Roberval aux environs de la Chute à l'Ours, provoqueront un essor dans une partie de cette région non développée; mais les communications par chemin de fer sur le côté nord du lac se feront encore sentir.

FORÊTS.

En 1869, c'est-à-dire dès les débuts de la colonisation dans cette région, un feu de forêt considérable, qui s'étendit, assure-t-on, des sources de la rivière Saint-Maurice jusqu'aux environs de la Romaine—soit 400 milles ou plus vers le nord-est—balaya le district du Lac Saint-Jean sur une largeur d'au moins 100 milles et probablement beaucoup plus. Cette conflagration fut la cause d'une grande misère chez les colons; il y eut perte

de bâtiments, de vivres et même de vies. Mais le feu semble avoir facilité le défrichement de la terre et comme le marché n'existant guère—si même il y en avait un—pour la vente de la plus grande partie du bois debout sur les terres arables, le progrès de la colonisation fut finalement avancé par cette triste catastrophe. Naturellement, la perte que subit le pays du bois de meilleure valeur détruit sur l'immense étendue de terre propre exclusivement à la sylviculture, fut presque inestimable.

Sur le côté méridional du lac Saint-Jean, la forêt actuelle couvre principalement la haute terre. Des souches et des billes qui ont survécu à la destruction de la forêt primitive indiquent que des pins d'une grande hauteur recouvraient autrefois une bonne partie de cette région. Des billes de pin pour faire du bois de corde et des traverses de pin gris sont conduites à leur destination par les principaux cours d'eau; mais le bois servant à la fabrication de la pulpe, l'épinette en particulier, est de beaucoup le principal produit de la forêt. Le bois, dans nombre d'endroits, est plutôt jeune; il est probable que la plupart des arbres ont poussé depuis le feu de 1869; toutefois, on trouve fréquemment des essences plus âgées. La quantité totale de bois debout dans le district est encore considérable.

M. J. C. Langelier, surintendant des régions forestières de la province de Québec, est d'avis que le bassin supérieur de l'Ashuapmuchuan, à lui seul, contient 10,000,000 de cordes d'épinettes propres à la fabrication de la pulpe.

Une seule pulperie existe dans cette partie du district exploré. Elle est aux chutes d'Ouiatchouan (planche I) et est exploitée par la Compagnie de Pulpe de Chicoutimi.

La même compagnie a également établi des défibreuses considérables sur la rivière Chicoutimi à son confluent avec le Saguenay. On déclare qu'en 1913 la production totale de bois de pulpe broyée à ces usines a été de 285 tonnes par jour. La *Jonquière Pulp and Paper Company* possède aussi des pulperies très importantes sur la Sable, près de son confluent avec le Saguenay; mais on ne peut se procurer la statistique de la production. Alors que ces pulperies plus considérables sont

en dehors de la région immédiate actuellement à l'étude, elles lui sont d'un apport essentiel en ce qu'elles lui procurent un marché pour l'écoulement du bois de pulpe.

M. H. A. Honeyman a trouvé les arbres et les arbustes suivants sur le côté méridional du lac Saint-Jean et dans le district adjacent. La liste fait voir le caractère général de la forêt et elle est de nature à aider à l'explication des conditions variées du sol, du climat et d'autres facteurs car elle permet d'établir une comparaison avec les arbres et les arbustes qui caractérisent les autres endroits.

Arbres et arbustes.

Acer pennsylvanicum
" *spicatum*.....commun
" *saccharum*.....érable à sucre, on n'a trouvé seulement que quelques arbres
" *rubrum*.....érable rouge, pas commune
" *negundo*.....érable du Manitoba ou érable à feuille de frêne
Betula lutea.....bouleau jaune
" *pumila*.....bouleau bas
" *papyrifera*.....bouleau blanc
" *glandulosa*.....bouleau nain
Alnus mollis.....tous deux communs
" *incana*
Corylus americana.....noisetier, commun sur les collines le long de la limite de la haute terre.
Salix nigra
" *lucida*
" *rostrata*.....saules, communs
" *discolor*...
" *candida*
" *cordata*
" *petiolaris*
Populus tremuloides.....tremble, pousse généralement sur les collines
" *balsamifera*
Ulmus americana.....rare
Pyrus américana.....frêne des montagnes, commun mais pas grand
Prunus pennsysvanica
" *virginiana*
" *pumila*
Spiræa salicifolia
Fraxinus pennsylvanica
" *pennsylvanica var. lanceolata*
" *nigra*
Biburnum opulus
" *pauciflorum*
Cornus canadensis
" *suecica*
" *circinata*
" *sericæa*
" *stolonifera*

Sambucus canadensis
" *racemosa*
Amelanchier canadensis
Myrica gale.....en abondance sur les pâturages humides près du lac
Rhammus alnifolia
Pinus banksiana.....commun
" *resinosa*.....pin rouge
" *strobus*.....rare
Picea mariana
" *canadensis*.....a été abondant à une époque
Abies balsamea.....baumier
Larix laricina.....tamarac, se trouve en grande partie sur les terrains humides
Thuya occidentalis.....cèdre commun
Taxus canadensis.....pin du Canada

POPULATION.

La population se compose presque entièrement de Canadiens français. On rencontre cependant quelques personnes de langue anglaise dans les centres manufacturiers; il n'y en a pas dans les centres agricoles. Les familles au nom écossais sont nombreuses ce qui semble indiquer l'absorption des soldats écossais de l'armée de Wolfe, lorsque celle-ci se débanda à Québec après la conquête du Canada par les Anglais, en 1763. C'est alors qu'ils furent induits à s'établir dans cette région nouvelle du Saint-Laurent inférieur.

La population actuelle des comtés du Lac Saint-Jean et de Chicoutimi dépasse 55,000. La culture de la terre est la principale occupation et est, pour ainsi dire, la seule industrie importante à part celles du bois et de la pulpe.

L'instruction semble florissante dans ce district. On y compte de nombreuses écoles publiques qui toutes, sont bien aménagées. L'instruction lycéenne est donnée, aux filles, dans les couvents, et aux garçons, par les Frères des écoles chrétiennes. A Chicoutimi existe un collège classique pour les jeunes gens et une école normale où l'on prépare les futurs instituteurs des écoles publiques de la région.

CHAPITRE III.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE.

Le district du Lac Saint-Jean est situé dans les limites des plus anciens monts de la chaîne précambrienne de l'Amérique septentrionale. On appelle vulgairement cette chaîne le Bouclier canadien. Elle se prolonge vers le nord, du Saint-Laurent inférieur aux détroits d'Hudson, et vers l'ouest, jusque dans le voisinage du fleuve Mackenzie. D'anciennes roches de l'époque précambrienne supportent cette vaste région; mais on y remarque également des lambeaux qui datent du plus récent système paléozoïque. Les couches de ces dernières sont relativement de peu d'étendue et largement disjointes; mais elles sont très intéressantes à étudier et très importantes dans les enquêtes sur l'histoire géologique du continent nord-américain aux premiers âges. Dans le district du Lac Saint-Jean, se trouvent deux fragments de peu de dimension, et leur nature ainsi que leurs rapports avec les formations premières sont les traits essentiels de la géologie régionale.

ASPECT RÉGIONAL.

Autant qu'on peut s'en rendre compte, les affleurements isolés appartenant au paléozoïque dans la région du lac Saint-Jean, apparaissent seulement dans les 80 ou 150 milles à l'ouest de Tadousac, sur le Saint-Laurent qui, à cet endroit, suit l'extrémité sud-est des plus anciens monts de la chaîne précambrienne. On remarque aussi la présence isolée de roches paléozoïques à près de 200 milles vers le nord dans le voisinage du lac Mistassini. Ces roches relèvent du cambrien alors que celles du lac Saint-Jean sont de l'ordovicien moyen et supérieur. A trois cent cinquante milles à l'ouest du lac Saint-Jean, on note la présence, près du lac Timiskaming, de strates siluriennes de l'époque Niagara; on connaît aussi des strates plus grandes et plus anciennes, de l'époque cambrienne, dans la péninsule du Labra-

dor, et d'autres de l'époque silurienne au sud-ouest de la baie James. On connaît très imparfaitement les régions intermédiaires situées entre ces fragments largement disjoints, et l'on n'est guère plus au courant des conditions en vertu desquelles ces reliquats ont été préservés.

ASPECT LOCAL.

La région qu'on a étudiée dans ses détails (voir la carte) comprend une grande partie de l'un des lambeaux paléozoïques près du lac Saint-Jean de même qu'une portion du précambrien adjacent. Cette région mesure approximativement trente milles de l'est à l'ouest et quinze milles du nord au sud, ce qui fait une étendue de 450 milles carrés. Environ la moitié de cette étendue est occupée par le lac dans lequel sont quelques îles. La ligne de rivage comprise dans la carte, de Pointe-Bleue, au nord-ouest, à la Petite-Décharge au nord-est, mesure approximativement quarante milles.

La région qui nous occupe comprend la contrée adjacente à la moitié méridionale du lac Saint-Jean sur une distance de quatre milles ou plus à l'ouest du lac, la même distance au sud et six milles vers l'est.

TABLEAU DES FORMATIONS.

Quaternaire			Dépôts d'alluvion et de marais Strates d'argiles et de sable Argile à blocaux
		Discordance	
Paléozoïque	Ordovicien	Richmond	Calcaire
		Utica	Schiste
		Trenton	Calcaire
		Discordance	
Précambrien		Roberval	Granite et gneiss
		Contact d'intrusion	
		Saguenay	Anorthosite
		Contact d'intrusion	
		Laurentien	Gneiss
		Contact d'intrusion	
		Grenville	Calcaire

DESCRIPTION DES FORMATIONS.

Sept formations sans compter le quaternaire se présentent dans le district, et toutes, sauf celle de Grenville, sont suffisamment développées pour occuper les parties intégrantes de la région de la carte. A cause de la profondeur du sol dans la région des basses terres, les limites des formations, dans cette partie du terrain, telles qu'elles apparaissent sur la carte, sont loin d'être précises et dans plusieurs endroits n'offrent rien moins que des conjectures. Les affleurements actuels de roches apparaissent sur la carte et les lignes de démarcation indiquées sont les meilleures hypothèses qu'on ait pu faire.

Dans les hautes terres il n'a pas été possible de différencier les diverses roches précambriennes. Ces roches sont parfaitement exposées, mais leurs relations, dans plusieurs endroits, sont tellement compliquées qu'on ne pourrait les démontrer que sur une carte à très grande échelle c'est-à-dire de non moins de plusieurs centaines de pieds au pouce. C'est un fait aussi que cette partie de la région est généralement boisée et difficile d'accès; par conséquent, même pour obtenir une différence approximative des diverses catégories de précambriennes, exigerait plus de travail qu'on peut en accomplir dans une saison. Comme aucune question économique n'est en jeu et comme on a pu définir la structure générale par l'examen des basses terres et de la limite des hautes terres, les horizons du précambrien n'ont pas été désignés séparément sur la carte des hautes terres. Cependant, sauf l'angle extrême sud-ouest, on a exploré les hautes terres, dans toutes leurs parties, à intervalles de quelques milles au plus. Une carte plus détaillée aurait entraîné un travail et une dépense inutiles.

Grenville.

Distribution. La formation Grenville est représentée par deux petits affleurements dans les lots 1 et 3 du rang I, dans le canton de Métabetchouan. Ni l'un ni l'autre ne dépasse, en étendue, quelques centaines de pieds carrés. Le gisement du lot 1 se trouve sur la paroi de l'escarpement de faille qui entoure

l'étendue des basses terres à environ quatre cents pieds en amont du niveau du lac Saint-Jean où une carrière a été ouverte qui fournit de la pierre à macadam. L'affleurement en question mesure de quatre à quinze pieds de largeur et s'étend dans la direction nord-ouest sur une longueur de cent cinquante pieds. L'autre affleurement situé sur le lot 3, et qui est à moins d'un demi-mille de distance, a près de cent pieds de plus de hauteur. Une petite caverne de six à sept pieds de diamètre pratiquée dans le roc, met à nu cet affleurement recouvert de drift.

Lithologie. Le Grenville qu'on a découvert ici consiste essentiellement en calcaire cristallin ou sulfate de chaux, de couleur blanche, et d'une cristallisation grossière.

Dans plusieurs endroits on remarque des couches de substances quartzeuses qui s'étendent le long des plans de clivage de la calcite. Un mince développement de schiste micacé, composé presque entièrement de biotite, représente probablement l'une des dernières phases de l'altération du calcaire cristallin.

Tectonique. Dans le lot 1 du rang 1 de la Métabetchouan, le Grenville est pénétré par le granite de Roberval particulièrement par une phase porphyritique de cette roche, et par de l'anorthosite sur le bord de la caverne précitée et qui se trouve sur le lot 3. A proximité de ce dernier endroit, un petit affleurement de Grenville est coupé par un gneiss pénétré lui-même par une phase d'anorthosite. On croit que ce gneiss relève du laurentien plutôt que du Roberval dernier type, bien que l'affleurement en soi ne donne pas d'autre indication de son âge.

Laurentien.

Distribution. On constatera sur la carte accompagnant ce rapport que le laurentien n'occupe isolément aucune étendue considérable. Cependant il forme une partie importante de la roche sous-jacente qui se trouve dans l'étendue où l'on n'a pu différencier les catégories de roches précambriennes. Il apparaît dans la partie nord-ouest du lot 1, rang 11, du canton de Roberval, et il est bien visible dans le lot 21, et ailleurs dans le rang III, du canton d'Ouiatchouan. Dans le canton de la

Métabetchouan, ces roches présentent de nombreux affleurements le long du chemin de fer Québec et Lac Saint-Jean à partir du rang II au sud-ouest et au delà des limites de la région de la carte .

Lithologie. Comme type, c'est une roche grise cristalline et qui présente une fine structure gneissique. La couleur grise de la roche dans son ensemble est produite par le fasciage étroit des minéraux ferromagnésiens dont le ton noir ou foncé alterne avec celui du quartz et du feldspath qui est blanc ou légèrement rosâtre.

Au microscope, on peut constater que les principaux minéraux sont le plagioclase médiocrement basique, l'orthose, la hornblende, le quartz et la biotite. Les constituants accessoires les plus remarquables sont la magnétite, la pyrite et l'apatite. La hornblende est verte, quelque peu polychroïque; sa formule d'absorption se définit par $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. L'angle le plus élevé d'extinction mesuré dans la zone du clinopinacoïde est de 24 degrés.

Métamorphisme. Dans cette formation on constate le plus souvent que le gneiss laurentien est finement et uniformément zoné. La différence entre les minéraux de couleur claire et ceux de couleur foncée est très marquée et, sur une grande longueur, on peut voir des bandes distinctes de chacun. Parfois des bandes de quelques pouces de largeur conservent leur identité et leurs parallélisme sur des longueurs qui varient de 50 à 100 pieds, et souvent simulent à s'y méprendre la structure stratifiée de roches sédimentaires. La finesse et l'uniformité des bandes gneisseuses indiquent, comme causes que le magma a subi à l'origine un phénomène fluidal plutôt qu'une déformation mécanique.

Tectonique. Comme nous l'avons dit déjà, le gneiss laurentien s'est infiltré dans le Grenville. Il a été pénétré aussi par les deux formations suivantes, l'anorthosite et le granite de Roberval. Ces traits servent à déterminer son âge relatif et font comprendre sa corrélation avec le laurentien des autres parties du bouclier précambrien.

Une forme de structure qui fréquemment distingue le laurentien du Roberval apparaît dans le fait que la

direction principale du Laurentien, quand elle n'est pas soulevée, en certains endroits, par des intrusions subséquentes, est nord 8 ou 10 degrés ouest avec un pendage à pic, alors que les phases gneissiques du Roberval se dirigent en général à 30 ou 40 degrés NE-SO et ont des pendages moins escarpés.

Anorthosite.

Distribution. L'anorthosite occupe la partie sud-est de notre région et se prolonge bien au delà vers le nord, l'est et le sud. Dans la partie sud-ouest de la région examinée, l'anorthosite occupe également une large part de l'étendue située entre la rivière Ouiatchouan et le canton de Caron. Mais elle est ici si intimement liée avec le granite du type Roberval, qu'il fut impossible de les représenter séparément sur la carte. Les anorthosites de ces deux parties de la région ne sont probablement que des portions d'une grande étendue de cette roche, portions qui, d'après le Dr F. D. Adams, se prolongent vers le nord-est entre les rivières Shipshaw et Petit Peribonka, sur une longue distance au delà du lac Saint-Jean, et comprennent une superficie totale d'au moins 5,000 milles carrés.

Lithologie. Le Dr F. D. Adams a décrit cette formation en détail; c'est cette description,[1] en raccourci, qu'on trouvera ci-après. L'anorthosite du Saguenay se compose de plagioclase basique représenté, dans certains endroits, par le labrador et, dans d'autre, par la bytownite. L'augite, l'hypersthène et parfois la hornblende de même que la biotite sont d'autres constituants. La présence d'olivine est aussi fréquente et l'on voit parfois du spinelle. En certains endroits l'ilménite se trouve en grandes masses.

La roche est de moyenne texture, mais la grossièreté du grain varie considérablement et même assez subitement d'un endroit à l'autre. Les cristaux des variétés à gros grains augmentent souvent de grosseur jusqu'à ce que les plagioclases atteignent un pied ou plus de diamètre.

Là où l'olivine est le principal minéral ferromagnésien, la roche devient une troctolite. Les cristaux de l'olivine sont entourés d'éléments corrosifs très bien développés. Dans les

[1] Neues Jahrbuch für mineralogie, etc. Beilageband VIII, Stuttgart, 1893.

cas types, ces éléments consistent en deux parties différemment orientées, un élément intérieur de pyroxène incolore et un élément extérieur d'actinote verte[1]. On attribue ce phénomène à l'influence du magma plagioclase sur l'olivine avant la complète solidification du premier.

Métamorphisme. Dans plusieurs endroits l'anorthosite se présente à l'état feuilleté. Même dans le cas où la texture est très fine la composition chimique de la roche ne varie point. Le Dr Adams considère que cette déformation mécanique est une forme extraordinaire de structure cataclastique qui s'est développée tranquillement, sous une forte pression et à une température élevée.

Tectonique. L'anorthosite est infiltrée dans le laurentien et est pénétrée par le granite du Roberval.

Preuve de l'âge. On ne saurait déterminer d'une façon précise l'âge de cette formation particulièrement intéressante. Elle appartient au post-laurentien mais semble avoir subi beaucoup moins l'influence diastrophique que cette formation. Elle est également plus âgée que le granite du Roberval que l'on classe provisoirement dans le précambrien; mais, on la connaît comme étant d'un âge moins avancé que le Trenton qui se trouve dans ce district.

Roberval.

Distribution. Cette formation est, dans la région, largement développée et constitue une grande sinon la majeure partie de la surface décrite sur la carte comme appartenant aux différentes catégories non distinctes du précambrien. Cependant elle est très manifestement développée dans les cantons de Roberval et d'Ouiatchouan où elle est la principale roche exposée au-dessus du drift.

Lithologie. La roche de cette formation est un granite rosâtre, ou de couleur chair, de texture grossière. Le feldspath en est le principal élément constitutif et donne à la roche sa couleur générale. Elle renferme aussi du quartz, et des échantillons contenaient de la biotite et de la hornblende.

[1] F. D. Adams, "Notes on certain silicates occurring about olivine," Am. Nat., Nov. 1885.

En examinant cette roche au microscope on découvre que le feldspath est principalement du microcline. On peut voir aussi un peu d'oligoclase et parfois un cristal de labrador. Dans des parties représentatives des plus grandes masses, le quartz vient en second après le feldspath, quant à la quantité. Restent le biotite et la hornblende comme derniers éléments constitutifs. La pyrite, la magnétite, le sphène et l'apatite sont des accessoires présents en quantités variables. Une bonne partie de la roche possède la structure gneissique, et, là où cette structure est bien développée, les feldspaths grossiers donnent lieu à des porphyres gneisseux très prononcés (planche III A).

Composition chimique. M. F. Connor, du ministère des Mines à Ottawa, a fait l'analyse d'un échantillon de granite de Roberval extrait de l'une des carrières situées dans le canton de Roberval. Voici ce qu'il a trouvé: SiO_2 Al^2O_3 Fe_2O_3 FeO MgO CaO Na_2O K_2O TiO_2 H_2O Total 70·67 14·87 0·84 1·62 0·20 1·72 3·64 6·05 0·35 0·20=99·65.

Ci-suit la norme de cette roche calculée d'après les méthodes de l'analyse quantitative:

Orthoclase	35·58	pour cent
Albite	30·30	"
Anorthite	6·39	"
Quartz	22·50	"
Ilménite	0·61	"
Magnétite	1·16	"
Diopside	1·67	"
Hypersthène	1·36	"
	99·57	

Sa place dans l'analyse quantitative est donc

Classe I	Persalane
Ordre IV	Britannare
Rang 2	Toscanase
Sous-rang 3	Toscanose

La composition minérale de la roche correspond très étroitement avec la norme. La principale exception est que les minéraux hornblende et biotite, actuellement présents, sont représentés par les minéraux-étalons diopside et hypersthène.

L'examen tant sur le terrain qu'au microscope démontrent que le granite du Roberval, dans la partie orientale de la région, contient moins de quartz, que le feldspath devient largement de la microperthite et que la roche, par sa nature, se rapproche de la syénite. Elle se transforme probablement par gradation en une syénite basique décrite par le Dr Adams. Cette syénite est remarquable dans le voisinage de Chicoutimi et de la baie Ha Ha.

On peut comparer le Roberval au granite de Picton qui se trouve dans les Mille Iles, et la syénite basique aux roches de nature semblable dans la région des Adirondacks décrite par le professeur Cushing.[1]

Métamorphisme. Dans la majeure partie de cette formation une structure gneissique est plus ou moins clairement développée, mais ailleurs la roche se désigne plus exactement comme granite massif. Les parties centrales de bosses singulières que l'action glaciaire a dénudées semblent être massives, alors qu'auprès de la lisière la structure gneissique est assez visible. Ceci paraît indiquer que la structure gneissique est due plutôt à un phénomène d'origine fluidale qu'à une déformation mécanique secondaire. Une exception à cette règle est digne de mention. Dans le lot 5, rang B, du canton de Roberval, où plusieurs petites carrières fournissent de bons affleurements, on ne peut pas dire que le granite montre une schistosité marquée. Il y a bien une petite fissure parallèle au joint telle qu'on en remarque dans presque tous les granites; mais il n'y a rien qu'on puisse qualifier de schistosité prononcée. Dans une carrière située sur le lot 1 du même rang, à un demi mille au nord des précédentes, le granite accuse une tendance légère mais visible à la schistosité. Cette foliation s'accentue uniformément au fur et à mesure qu'on se dirige vers le nord. A une distance plus éloignée de deux milles, c'est-à-dire à l'endroit où la faille donne naissance à la Côte Saint-Prime, est une chaîne qui se dresse de cent pieds au-dessus de la plaine du nord-ouest, chaîne dont la roche s'est métamorphisée en un gneiss bien caractérisé. L'allure moyenne est nord 40 degrés sud et le pendage est sud 50 degrés est. La direction de la faille est nord 60 degrés est

[1]Cushing, H. P., Bull. N.-Y. State Mus., n° 145.

et le rejet s'effectue à 35 degrés sur le côté nord-ouest. Le pendage est, par conséquent, en sens opposé à la faille. Cette schistosité, qui s'accentue progressivement au fur et à mesure que la faille se rapproche, laisse croire qu'elle est, dans ce cas au moins, un phénomène de métamorphisme dynamique.

D'un autre côté il faut aussi noter que la schistosité est remarquable dans les affleurements de granite trouvés à l'ouest des roches massives que l'on voit sur le lot 5, du rang B, de Roberval. Au sud et à l'ouest du granite massif, la roche est recouverte de drift ou de calcaire. L'opinion que le granite tend à devenir gneissoïde vers la périphérie de la masse, peut encore être vraie, car ce trait s'accentue dans le voisinage de la faille mentionnée.

A l'escarpement de faille de la Côte Saint-Prime, sur le côté est, le chemin conduisant de Roberval à Saint-Félicien est le seul dyke qu'on ait découvert dernièrement dans le Roberval Il mesure quinze pouces de largeur, occupe la position verticale et se dirige nord 50 degrés ouest. Il n'est pas soudé à l'éponte; il semble s'y être infiltré après le refroidissement complet du granite. La roche dont le dyke se compose est une minette.

Tectonique. Le Roberval est une série d'intrusion par rapport aux formations plus anciennes. On voit très bien sa relation avec le Grenville dans le lot 1, du rang 1 de Méta-betchouan, et, dans le lot B, du même rang, le Roberval pénètre dans l'anorthosite. Là où l'on voit le mieux la relation du Roberval avec le Laurentien, c'est dans le canton d'Ouiathouan, principalement dans le rang III. Là, des stocks de granite du Roberval se présentent au sein du Laurentien, détournent sa direction et envoient des dykes et des digitations irrégulières dans cette formation. La figure 1 représente un petit stockwerke qui se trouve dans cet endroit.

La formation Trenton qui a suivi est en discordance avec le Roberval et fut déposée sur celui-ci à la suite d'une longue période d'érosion (planche IV B).

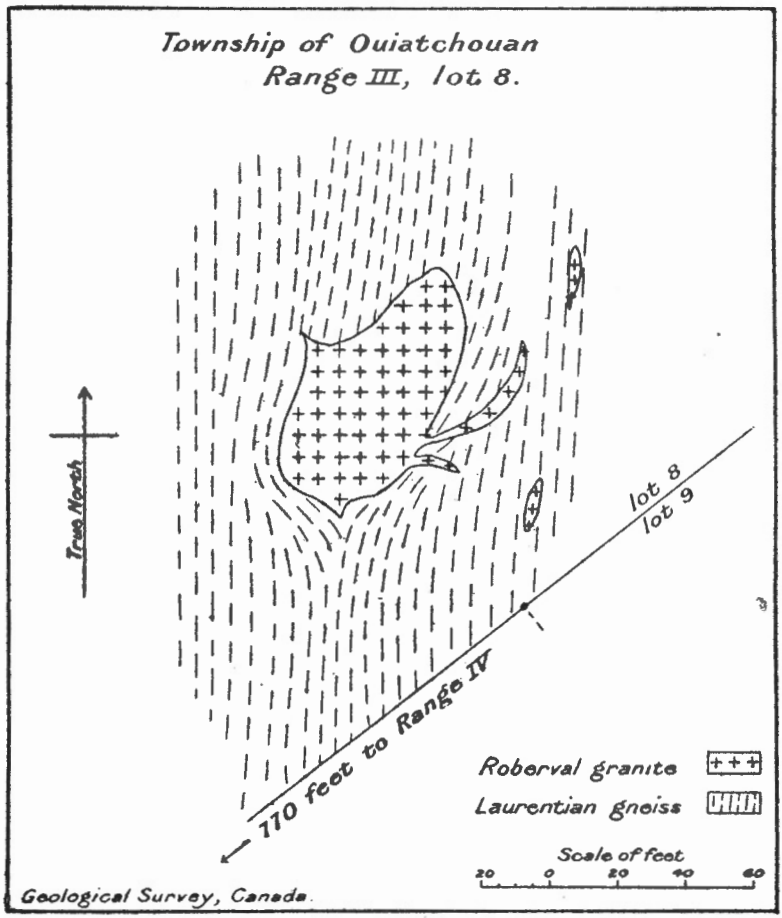


Figure 1. Stockwerke de granite de Roberval injecté dans un gneiss laurentien.

Trenton.

Distribution. On ne trouve le Trenton que dans la basse terre où sa distribution précise est fortement dérobée sous le sol profond. La carte montre les affleurements actuels examinés en détails et les lignes de démarcation qu'on a tracées

sur le terrain d'après les affleurements et la topographie. Généralement parlant, le Trenton qui, par endroits est recouvert par l'Utica, occupe la basse terre à l'ouest de l'anorthosite, sauf là où certaines collines et chaînes de granite sous-jacent apparaissent. Près de Pointe-Bleue, la chaîne connue sous le nom de Côte Saint-Prime s'étend à partir du front de la haute terre presque jusqu'au lac. Dans le canton de Metabetchouan le bord du bassin de la basse terre également est si rapproché du lac qu'il divise presque le gisement du Trenton. Mais dans les deux endroits le Trenton apparaît si fréquemment sur le bord de l'eau qu'il justifie la supposition qu'on se fait qu'après avoir barré les failles locales, il demeure sous le lac et se continue dans le Trenton de l'Ile à Pierre à Chaux, près de la Petite-Décharge.

A l'ouest de Côte Saint-Prime, le terrain du Trenton s'agrandit de nouveau à partir du lac et l'on remarque, dans le voisinage de Saint-Félicien et hors des limites de cette carte, que son altitude et sa position sont telles, qu'elles semblent soutenir une grande partie de la vallée de l'Ashuapmuchuan au moins aussi loin que le canton de Demeules, et qu'elles pourraient bien se prolonger encore plus loin vers l'ouest, peut-être jusqu'aux rapides de Pimonka.

Dans la partie orientale de la région examinée on n'a pas découvert de Trenton à l'est de la rivière Kouspaganish. L'anorthosite se distingue généralement par une topographie plus rugueuse que celle des granites et des gneiss; la surface est d'habitude plus élevée, ce qui semble être une preuve de l'absence d'affleurements trentoniens dans les limites de la plus grande région d'anorthosite.

L'abbé Laflamme a signalé un tronçon de Trenton qui se trouverait à proximité de la baie Ha Ha, mais nous ne l'avons pas visité. Nous avons cependant examiné une plus grande aire de calcaire, également découverte par Laflamme au nord de Chicoutimi, le long de la ligne imaginaire qui sépare les cantons de Simard et de Tremblay. Le mode de gisement est le même que celui de l'affleurement visible à proximité du lac Saint-Jean; les deux sont approximativement à la même altitude, c'est-à-dire à moins de 450 pieds au-dessus du niveau de la

mer. Comme Laflamme l'a démontré, il existe donc une région de soixante-dix milles de longueur au-dessus de laquelle les terrains du Trenton se présentent en blocs isolés. La topographie indique que la région du Trenton était, à l'origine, et est probablement aujourd'hui, beaucoup plus étendue.

Logan a évalué à cent pieds la puissance du Trenton. On peut constater cette épaisseur en maints endroits; mais on n'a trouvé aucune preuve concluante d'une épaisseur plus grande. Par endroits, la différence de niveau des affleurements s'élève à plusieurs centaines de pieds; mais la présence de failles post-ordoviciennes rend bien aléatoire le calcul de la puissance d'après cette base.

Lithologie. Le Trenton est un calcaire gris, plutôt compact, que l'on trouve en couches assez uniformes de quelques pouces d'épaisseur. Il est généralement fossilifère; à certains endroits, il l'est même à un haut degré. Dans quelques cas le calcaire contient des cailloux du granite sous-jacent qui forment une base de conglomérat; mais ceci est rarement visible et nulle part important.

Métamorphisme. La majeure partie de cette formation semble reposer dans son attitude primitive. Le pendage moyen est de 5 degrés vers le lac le long de la rive sud, et les parties qui varient avec ce pendage sont relativement très petites. Toutefois les failles sont nombreuses. Dans les limites de la formation se trouvent plusieurs failles locales dont, probablement, le déplacement est minime. La perturbation qu'elles ont causées à la strate n'est que locale et apparemment de peu d'importance.

En bordure du bassin sont des failles d'un déplacement plus considérable et d'une signification plus grande. Dans tous les endroits où le Trenton repose en deça de quelques centaines de pieds ou moins de la base de l'escarpement qui sépare la haute de la basse terre, il est incliné de façon que son pendage s'éloigne, sous des angles plus grands que ceux de la stratification primitive, des roches cristallines plus âgées dont se compose l'escarpement. Les couches inclinées sont irrégulièrement écartées et, par endroits, se brisent en une masse confuse à proximité du contact actuel (planche IIIB).

On a la preuve qu'une érosion par dissolution s'est produite le long des plans de diaclase et que des cavernes et des cuvettes ont été creusées par des cours d'eau "perdus."

Tectonique. Ainsi que le paragraphe précédent le laisse entendre, la relation du Trenton aux formations plus anciennes est en discordance avec les roches sous-jacentes; elle est disloquée par rapport à l'extrémité adjacente de la haute terre. On remarque aussi très bien une dislocation le long du pied nord-ouest de la Côte Saint-Prime à l'ouest de la réserve des sauvages de Pointe-Bleue, bien en deça du bassin de la basse terre où le Trenton vient en contact subit avec le gneiss granitique de Roberval. Cette faille apparaît en relief sous forme d'une escarpe qui s'élève de 80 à 100 pieds au-dessus de la plaine au nord-ouest (planche IIB). La direction de la faille est d'environ nord 60 degrés est, soit de 20 degrés à l'est de la direction de la schistosité dans le gneiss, laquelle plonge vers le sud-est sous un angle de 35 degrés. Au pied de l'escarpe le Trenton est redressé sous des angles qui varient de 25 à 55 degrés en s'éloignant de la faille (planche IVA); mais sur une longueur de quelques yards, ce pendage diminue jusqu'à n'avoir que 5 ou 6 degrés. On peut voir des relations structurales semblables le long du pied de l'escarpement qui sépare la basse de la haute terre. A quatre cents pieds du bas de la chute d'Ouiatchouan, à Charlevoix, rang II, lot 22, le calcaire de Trenton, qui apparaît dans une petite carrière, plonge en s'éloignant de l'escarpement sous un angle de 32 degrés. Aux trois autres cents pieds des chutes, ce pendage décroît jusqu'à 5 degrés. L'escarpement d'où la rivière tombe, mesure 245 pieds de hauteur et a une pente générale de 35 degrés (planche I).

Dans le rang I du canton de Metabetchouan l'escarpement qui borde la basse terre se rapproche étroitement de la rive du lac, du lot 30 au lot 40. Dans certaines parties de cette section l'escarpement est très à pic; près du lot 30, sa hauteur atteint 800 pieds au-dessus du niveau du lac. L'anorthosite qui semble préserver les falaises plus encore que ne le font les gneiss, constitue en cet endroit la partie principale de l'escarpement.

Le long de la rive du lac, le Trenton affleure généralement sous forme d'une bande étroite et disloquée. Si l'on suit cette

bande vers l'est, le long de la rive du lac, on trouve une succession de changements dans l'attitude de la roche. Le pendage le plus bas est généralement de quinze degrés dans une direction nord-est. De là la posture des strates se transforme rapidement, en allant vers l'est, en un pendage plus élevé et plus à l'est jusqu'à ce qu'il soit définitivement de 50 degrés vers l'est. Après avoir été recouvertes pendant un court intervalle, les strates réapparaissent avec un pendage de 15 ou 20 degrés et, après avoir subi les mêmes changements de pendage et de direction, disparaissent de nouveau subitement.

Là ou le pendage est faible, quelques petits lambeaux d'Utica surmontent le Trenton, mais disparaissent au fur et à mesure que les couches se redressent. Cinq de ces lambeaux gauchis se présentent en moins d'un mille; ils sont évidemment séparés par des dislocations qui se dirigent à peu près nord 10 degrés est à partir du pied de l'escarpement et s'enfoncent vers l'est en dessous du lac. Leur direction est approximativement parallèle à un rejet qu'on remarque dans l'escarpement qui se trouve entre les lots 39 et 42 du rang I de la Metabetchouan.

Quelques-unes de ces failles se présentent en séries de petites failles en gradins qui semblent se prolonger sur une petite distance seulement jusqu'au pied de l'escarpement. Elles provoquent une succession d'ondulations abruptes et d'intervalles plats le long du chemin de roulage.

On reconnaît également très bien la relation du Trenton aux formations plus anciennes, à quelques yards au sud de la station de chemin de fer de la jonction Chambord (figure 2). A cet endroit le front de l'escarpement est bas; il est à environ 50 pieds au-dessus de la voie ferrée du Québec et Lac Saint-Jean qui passe à sa base. Au chemin de fer, c'est-à-dire 550 pieds au-dessus du niveau de la mer, et au sommet de l'escarpement, le calcaire de Trenton plonge vers le nord sous un angle d'environ 5 degrés. Sur une longueur de 240 pieds au sud du chemin e fer, la surface s'élève; mais ce n'est seulement qu'aux derniers cent pieds de cette section que le pendage augmente. Dans les 225 pieds suivants, le calcaire a un pendage de 25 ou 30 degrés, ou bien il est disloqué et devié de sa position. A cet endroit on peut voir une couche de gneiss laurentien recouvert d'une

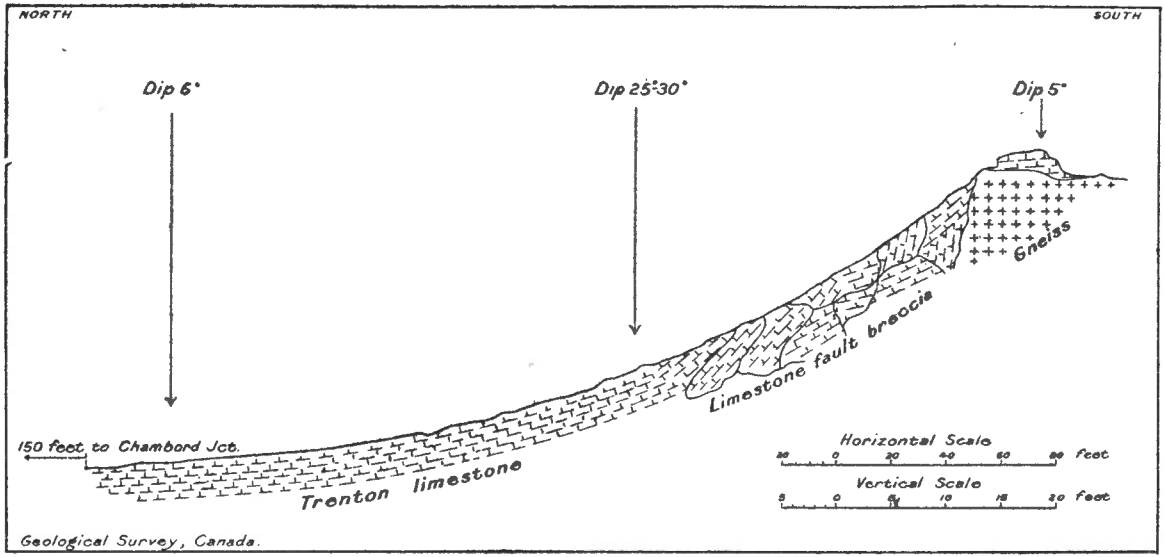


Figure 2. Escarpement de faille près de la jonction Chambord.

mince couche de calcaire; le tout semble n'avoir subi aucune perturbation; l'angle de dépôt est normal et le pendage est d'environ 5 degrés vers le nord. C'est la plus grande altitude à laquelle le Trenton ait été trouvé en place, c'est-à-dire à 600 pieds au-dessus du niveau de la mer.

On découvre des conditions de contact absolument semblables entre le Trenton et le gneiss dans la partie méridionale du rang VI, canton d'Ashuapmuchuan, à proximité de la ligne de démarcation des lots 41 et 42, à sept milles à l'ouest de la région de la carte.

Là où le contact du Trenton avec les roches sous-jacentes n'a pas subi de perturbation, un fait digne d'attention consiste en un léger développement de conglomérat basal. On remarque un affleurement de cette nature dans une tranchée pratiquée à l'occasion du prolongement de la voie ferrée du Québec et Lac Saint-Jean, à environ 1,000 pieds au nord de la limite méridionale de la réserve des sauvages de Pointe-Bleue (planche IV B). Le granite (Roberval) est légèrement rouilleux sur une distance qui varie de 1 à 2 pouces au-dessous du contact, mais n'est en aucune façon notoirement décomposé. A la base du calcaire une couche épaisse de moins d'un pouce contient, par endroits, des lamelles du granite sous-jacent, et, en général, ces lamelles sont perceptibles après un examen minutieux seulement. Les plus basses couches de calcaire suivent les ondulations de la surface du granite; mais ces ondulations, à mesure que l'on monte, s'éclipsent rapidement. C'est ainsi que le calcaire, à quelques pieds au-dessus du contact, présente une stratification égale et uniforme.

Au contact du Trenton avec le gneiss près de la station précitée de Chambord le gneiss se désagrège à deux pieds ou plus au-dessous du contact; mais il se développe très peu de conglomérat.

Dans le lot 6, rang A, du canton de Roberval, une petite bosse de granite affleure au-dessus du drift; elle est flanquée de deux pieds de calcaire. Sur le côté méridional de cette colline, on peut voir quelques cailloux de quartz et de granite dans le calcaire et ce, à une distance de 12 à 15 pouces du contact. Ces galets sont remarquablement bien arrondis et polis

ce qui indique qu'ils ont été roulés par les eaux avant de s'incruster dans le calcaire. On peut constater le même phénomène dans d'autres endroits; mais nulle part le conglomérat est digne de mention.

Origine. Les seuls endroits où la base du calcaire affleure sont à proximité du bord actuel ou sur les flancs de quelques bosses de granite sous-jacent. Ces bosses sont au-dessus du niveau du lac, alors que le calcaire de Trenton et l'Utica sus-jacent passent sous le lac. Par conséquent on ne connaît pas la nature des couches les plus inférieures du Trenton.

Puisque, autant qu'on peut le constater, la formation se compose entièrement de calcaire, sans aucun mélange notoire de matières argileuses, on peut donc dire que c'est un dépôt qui s'est formé sous une eau comparativement profonde amenée là par une submersion rapide. Il peut se faire, et il est probable qu'il en est ainsi, que des dépôts d'eau peu profonde de l'époque Trenton à ses débuts ou avant, existent sous les calcaires dans la partie centrale du bassin.

Âge et corrélation. En s'appuyant sur le témoignage des fossiles on reconnaît depuis longtemps que ces sédiments isolés appartiennent au Trenton. On a soumis à M. E. M. Kindle, paléontologiste de la Commission géologique, des fossiles recueillis durant la saison dernière. M. Kindle les a soumis à son tour au Dr P. E. Raymond qui a une connaissance personnelle de la région. Le rapport du Dr Raymond comprend la faune de l'Utica et on le trouvera précisément à l'endroit où il est question de cette formation (page 42).

Utica.

Distribution. L'Utica se présente par intervalles le long ou près de la rive du lac Saint-Jean dans les cantons de Roberval, Charlevoix et Métabetchouan. Les meilleurs affleurements sont à la Pointe-Bleue, à l'embouchure de l'Ouiatchouan, à l'île de la Traverse et sur la rive du lac, au nord de la jonction de Chambord. Il n'est pas improbable que plusieurs de ces affleurements sinon tous soient reliés au-dessous du lac. A l'eau basse, on peut suivre à peu près, sinon entièrement, les

schistes de l'île de la Traverse, jusqu'au point le plus rapproché de la terre ferme.

Dans le rang A de Charlevoix, à côté du chemin qui borde la rive lacustre, la roche qu'on a enlevée en creusant un puits sur le lot 4 (?) était un schiste de l'Utica. On dit que le puits a 21 pieds de profondeur; les derniers onze pieds sont creusés dans du schiste. L'aqueduc de la paroisse de Chambord a été creusé dans le schiste à plusieurs endroits le long de la ligne qui sépare les rangs B et I, de Charlevoix, entre les lots 1 et 5.

Près de Saint-Jérôme, on voit des couches de débris de roches composées presque exclusivement de fragments de schiste, ce qui laisse croire que la roche solide sous-jacente appartient à l'Utica. Mais, comme on n'a trouvé aucun affleurement visible, l'Utica n'est pas indiqué sur la carte, bien qu'il soit probablement présent. Les débris apparaissent parfaitement le long de la route entre les cantons de Metabetchouan et de Caron, à quelques centaines de yards au sud de l'église de Saint-Jérôme.

Logan estime que cette formation est épaisse de 100 pieds ou moins. On n'a pas de preuve d'une épaisseur aussi considérable; cependant, à cause d'une dislocation locale, on ne peut faire que des conjectures sur sa puissance maxima.

Lithologie. La roche principale de cette formation consiste en schistes argileux. De ton gris foncé ou noir, ils tournent à un brun clair ou rouilleux, selon la quantité de pyrite qu'ils contiennent, cette pyrite s'oxydant le long des joints et des plans de clivage. Les couches les plus basses qui sont transitoires du Trenton à l'Utica, sont, par endroits, calcareuses et argileuses. Les strates purement argileuses qui recouvrent immédiatement les précédentes semblent être beaucoup plus bitumineuses que tout le reste de la formation. On pourrait en caractériser quelques-unes comme étant des schistes pétrolifères.

Dans quelques couches spécialement près de la rivière d'Ouiatchouan et sur l'île de la Traverse, les restes de graptolite sont si abondants qu'ils occupent de 20 à 25 pour cent de la surface des plans de clivage.

Métamorphisme. Le schiste d'Utica subit rapidement l'érosion marine sur les bords du lac. Les débris rocheux ainsi formés s'accumulent dans certains endroits jusqu'à atteindre plusieurs pieds d'épaisseur. Comme les particules de roches sont plates, elles sont disposées en un parallellélisme inégal et prennent une attitude soit horizontale ou inclinée sous un angle commun. Sous l'action de la filtration des eaux calcareuses provenant de la rive, ce «galet» se consolide par endroits et constitue un conglomérat récent. On peut trouver de ces exemples sur la rive du lac près de la rivière Ouiatchouan ou sur le côté oriental de l'île de la Traverse. Près de Saint-Jérôme, le même phénomène se produit mais sans consolidation de la roche. On a fait observer la chose un peu plus haut.

Les joints de l'Utica sont très réguliers et les blocs beaucoup plus petits que ceux qu'on trouve dans le Trenton. La plupart des principaux plans de diaclase ont une direction nord 60 degrés est; les moindres sont perpendiculaires à cette direction (planche V).

On remarque des failles dans l'Utica tout comme dans le Trenton. Dans le lot 6, rang A, de Roberval, une faille va directement vers le nord le long de la rive du lac et affecte tant le Trenton que l'Utica (planche III B). Le rejet est sur le côté est. Le long de la ligne de dislocation se trouve une bande de marbre noir qui atteint jusqu'à un pied de largeur, et la roche du côté du rejet est redressée à pic sur environ dix pieds à partir de la faille. Dans la direction du sud, une ligne courbe permet de suivre cette faille sur une longueur de 4,000 pieds.

Les failles qu'on a décrites comme affectant le Trenton dans le premier rang de Metabetchouan exercent également leur influence sur l'Utica.

Dans le lot 45, rang I, de Metabetchouan, à 200 yards du lac, une faille se présente qui donne à la strate un plongement de 19 degrés vers le lac, Dans le lot 56, rang C, du même canton et dans le lot 1, rang B, de Charlevoix, on a découvert deux petites failles en gradins sur le chemin qui sépare ces cantons. Dans plusieurs endroits situés entre cette localité et celle du lot 45, les gradins sont bien formés. On peut également les

retrouver dans le canton de Charlevoix à quelque distance au nord-ouest.

Tectonique. On a découvert que l'Utica n'était pas en contact avec le précambrien sauf sur une courte distance près de la rive du lac dans le rang I de Metabetchouan où le contact est attribuable à une faille qui relie l'extrémité du plongement de l'Utica avec l'anorthosite. Dans sa relation avec le Trenton sous-jacent, l'Utica est plutôt en concordance là où les relations apparaissent. Tel est le cas évident à Pointe-Bleue, dans le rang A de Roberval, sur la rivière Ouiatchouan et dans le rang I de Metabetchouan.

Origine. Les schistes dont cette formation est en grande partie composée sont des vases et des limons solidifiés. C'étaient donc, par conséquent, des dépôts de rivage ou d'eau peu profonde. Ils sont constitués de débris finement concassés qui proviennent probablement des rives de la mer ordovicienne.

Âge et corrélation. Les relations stratigraphiques démontrent que la formation de l'Utica a suivi immédiatement celle du Trenton et que le phénomène s'est effectué sans aucune interruption. On trouvera dans le rapport suivant sur les fossiles recueillis les preuves paléontologiques de la corrélation des formations Trenton et Utica.

Rapport de P. E. Raymond sur une collection de fossiles du lac Saint-Jean. Ces fossiles ont été recueillis par M. John A. Dresser.

Deux genres de pâtes contiennent les fossiles: un calcaire légèrement coloré et un schiste charbonneux foncé.

Les fossiles dans le calcaire sont:

ANTHOZOAIRES.

Streptelasma corniculum Hall, r.

BRACHIOPODES.

Rafinesquina alternata (Emmons), r,
R. minnesotensis Winchell, r,
Strophomena filitexta Hall, r,
S. emaciata Winchell et Schuchert, r,
Plectambonites sericens (Sowerby), c,
Rhynchotrema increbescens Hall, c,
Zygospira recurvirostris (Hall), r.

PÉLÉCYPODES.

Ctenodonta nasuta Hall, r,
Cyrtodonta parva? Ulrich et Scofield, r,
Vanuxemia rotundata Hall, r,
V. dixonensis Meek et Worthen, r.

GASTÉROPODES

Archinacella subrotundata Ulrich et Scofield,
Scenella affinis Ulrich et Scofield, r,
Bellerophon cf. *B. subglobosus* Ulrich, r,
Bellerophon esp. ind., r,
Tetranota obsoleta (Hall), r,
Phragmolites compressus Conrad, r,
Eccyliomphalus contignus Ulrich, r,
Eotomaria dryope? Billings, r,
Lophospira peracuta Ulrich et Scofield, r,
L. bicincta (Hall), r,
Hormotoma bellicincta (Hall), r,
Hormotomæ sp. ind., r,
Trochonema beloitense Whitefield, r,
T. umbilicatum Hall, c,
T. rugosum? Ulrich et Scofield, r.

CÉPHALOPODES.

Oncoceras esp. ind., r.
Orthoceras 2 espèces, r.

TRILOBITES.

Ceraurus dentatus Raymond et Barton, r,
Thaleops ovatus Conrad, r.

r, signifie rare; c, commun.

La prépondérance des mollusques est le fait le plus remarquable de cette faune. Les espèces de brachiopodes sont non seulement peu nombreuses, mais elles sont actuellement rares. La collection contient peu d'espèces importantes mais semble indiquer un horizon soit dans la Black-River ou à la base même du Trenton, plus probablement cette dernière. Cet horizon semble être à peu près le même que celui des couches de Rockland du district d'Ottawa, des strates de Grand-Island, dans le lac Balsam du district de Simcoe, et du Trenton basal à Jacksonburg, New-Jersey.

Les fossiles de ce schiste sont comme suit:

GRAPTOLITHIDES.

Glossograptus (*Orthograptus*) *quadrimucronatus* (Hall), c.

BRACHIOPODES.

Leptobolus insignis Hall, c.

CÉPHALOPODES.

Endoceras proteiforne Hall, c.

TRILOBITES.

On donne ordinairement à la faune schisteuse le nom d'Utica; mais dans le cours des années dernières on a souvent laissé entendre que les schistes qui se trouvent dans le district du lac Saint-Jean étaient du Trenton. De la faune précitée un seul fossile a une certaine importance stratigraphique: le *Glossograptus quadrimucronatus*. Le lac Saint-Jean est l'endroit par excellence où l'on découvre cette espèce, et Ruedemann a donné des noms variés aux formes de cette espèce trouvées à New-York, de sorte qu'on ne

peut pas déterminer, d'après les endroits des Etats-Unis, leur position dans l'ordovivien. En Europe, il semble qu'on puisse découvrir la forme typique. Dans la Scandinavie, elle est commune, dans la partie supérieure de la zone, avec le *Pleurograptus linearis*, c'est-à-dire, dans les strates qui correspondent à nos Trenton et Utica supérieurs. Dans la Grande-Bretagne elle se présente en abondance dans la zone du *Pleurograptus linearis*, l'horizon de notre Utica. Je suis donc porté à perpétuer l'usage établi d'appeler Utica le schiste du lac Saint-Jean.

Richmond.

Distribution. Autant qu'on peut s'en rendre compte, la formation Richmond se présente surtout dans l'île aux Couleuvres qu'elle occupe entièrement. L'île doit mesurer environ un peu plus d'un mille de longueur et moins d'un mille de largeur. Elle repose approximativement à deux milles à l'est de la ville de Roberval située elle-même sur la partie la plus rapprochée de la terre ferme adjacente. Les roches affleurent *in situ* seulement à deux endroits de l'île; mais l'abondance de roches libres anguleuses sur la plus grande partie de la ligne de grève, permet de conclure que les alluvions qui couvrent la plus grande partie de l'île sont partout supportés, à peu de profondeur par cette formation. L'épaisseur de la roche actuellement exposée n'est seulement que de quelques pieds. Les couches sont à peu près ou tout à fait horizontales.

On remarque aussi un petit affleurement de Richmond, à Pointe Plate, sur la terre ferme adjacente. Il n'occupe que quelques centaines de pieds carrés et sa position est presque horizontale. Il est enveloppé dans des argiles lourdes qui empêchent de découvrir ses relations avec les autres roches.

Lithologie. La roche est un calcaire gris, quelque peu argileux dans certains endroits; dans d'autres il est pétrosiliceux. Les débris de corail qu'on y trace sont plus ou moins silicifiés.

Métamorphisme. Une fracture qui apparaît à la surface et qui est très visible particulièrement sur le côté occidental semble avoir été causée par des fissures de retrait primitives plutôt que par des diaclases survenus à la suite.

Une pointe qui s'avance dans la direction nord-nord-ouest dans la partie septentrionale de l'île, se continue sous l'eau sous forme de récifs ou roches brisées d'un demi mille ou plus de

longueur. Des blocs qui se sont accumulés sur ces récifs en font un obstacle sérieux pour la navigation à l'eau basse. Il est très possible que ces roches soient la continuation de la faille remarquée dans l'Utica près de la ligne de grève du lac dans le rang A de Roberval.

Tectonique. On ne peut rien dire de définitif au sujet des relations structurales. La nature argileuse du calcaire sur le côté méridional de l'île aux Couleuvres porte à croire qu'il a pu être déposé en une série régulière sur l'Utica, et qu'une submersion renouvelée se serait produite au moment où l'ordovicien allait finir. Mais à cause des nombreuses failles de ce district il est très probable que cet affleurement isolé, bien qu'il ait pu être déposé, doive sa position actuelle à une dislocation.

La chaîne de roches déchiquetées sur le côté nord-ouest de l'île dont nous avons parlé précédemment peut être l'indice d'une faille. A l'eau très basse, on peut voir la roche tout près de la surface. Le rejet de la faille qui correspond, par la direction et la position, avec ce récif de la terre ferme, est sur le versant oriental.

Corrélation. La dissertation suivante, du Dr Aug. F. Foerste,[1] à propos de la corrélation des strates et des faunes de l'île aux Couleuvres, est basée sur des espèces recueillies par le Dr Foerste.

«Les affleurements sur l'île aux Couleuvres ne se présentent que sur une petite aire située en bordure de la rive sud-est près de l'extrémité nord de la plage rocheuse; mais la plupart des fossiles se présentent dans des fragments libres et plus ou moins arrondis de roches qui couvrent la plage sur une distance de 400 ou 500 pieds le long de la rive, et de 50 à 160 pieds à l'intérieur, c'est-à-dire aux points les plus éloignés que puissent atteindre les vagues dans les gros temps. Une seconde aire couverte de fragments de roches fossilifères borde la rive à peu de distance au nord de la mi-longueur sur le versant oriental de l'île.

«Sur la petite aire d'affleurements rocheux de la rive sud-est, le pendage est d'environ 5 ou 10 degrés vers l'est. La roche stratifiée ne s'élève pas de plus de deux pieds au-dessus du

[1] Foerste, A. F., Com. géol. du Canada, Mém. 83, 1916, pp. 155-157.

niveau lacustre et la surface a subi l'action glaciaire. Les stries glaciaires ont une direction approximative nord-sud. En hiver, la glace s'attache fortement à la roche et la désagrège. Les vagues brisent la glace et la projettent sur la rive; là, un peu plus tard, la glace fond et dégage la roche. La roche *in situ* contient: *Streptelasma rusticum*, *Columnaria alveolata*, *Calapoecia huronensis*, *Lyopora goldfussi*, *Terradium huronense*, *Stromatocerium horonense* et *Palaeophyllum divaricans*.

«Il est probable que les espèces isolées de *Beatricea undulata*, et celles de l'*Ortonella hainesi*, présentes dans les mêmes fragments de roches contenant le *Calapoecia huronensis*, tiennent leur origine approximativement du même horizon.

«L'horizon qui contient les fossiles sus-mentionnés correspond apparemment à la zone corallienne de Gore Bay de l'île Manitoulin et appartient probablement à l'espèce Waynesville du Richmond.

«Toutefois, on est certain de la présence d'un autre horizon au-dessous du niveau de l'eau. On ne peut connaître les roches qui en proviennent que par les fragments accumulés par les vagues. Ces strates contiennent une faune assez diverse, et quelques-uns des fragments isolés de roches diffèrent absolument, au point de vue lithologique, des affleurements actuels de l'île. Elles sont d'une stratification plus mince, d'une texture plus compacte et d'un ton plus bleu. On a pu obtenir les espèces suivantes des fragments isolés extraits dans ces horizons inférieurs.

Rhombotrypa quadrata.
Strophomena, du type *planumbona*, dont le contour triangulaire est le même que celui de la *fluctuosa* trouvée à Vars, à l'est d'Ottawa, mais sans aucune preuve de plissements concentriques.
Strophomena qui ressemble au *sulcata*.
Platystrophia clarksvillensis.
Catazyga headi; la *borealis*, cette variété qu'on propose, n'a évidemment aucun rang.
Ortonella hainesi.
Orthodesma camaliculatun.
Modilopsis cf. *concentrica.*
Pholadomorpha pholadiformis, *Ctenodonta* cf. *albertina.*
Archinacella, *Cyrtolites ornatus*, *Oxydiscus*, *Liopsira micula*, *Helicotoma.*

«En dépit du pendage escarpé, dans la direction de l'est, des quelques couches de roches *in situ*, on considère que ces

fossiles appartiennent à un horizon inférieur à celui de la zone corallienne qui constitue les principaux affleurements sur l'île. Ils sont enfouis plus profondément dans tous les autres endroits des provinces d'Ontario et de Québec; aussi, quelle que soit la place qu'ils occupent ailleurs, dans ces provinces ils indiquent un horizon inférieur. Cet horizon se rattache à l'étage Waynesville de l'Ohio Richmond.»

Quaternaire.

Distribution. Les dépôts de surface sont beaucoup plus abondants et plus variés dans la basse terre que dans la partie haute du district. Pendant l'érosion glaciaire qu'a subi cette région, il semble que la basse terre recueillit une bonne partie du limon et autres débris glaciaires. De même, durant la submersion qui suivit, la basse terre fut entièrement couverte par l'eau et devint ainsi une région de sédimentation, alors que la haute terre, située au-dessus du niveau de l'eau, fut dénudée en conséquence. Ainsi donc, les dépôts quaternaires sur la basse terre mesurent généralement de une à plusieurs centaines de pieds d'épaisseur, alors que sur la haute terre ils sont rares et irréguliers.

Action glaciaire. La direction générale du mouvement de la glace dans cette région s'est effectuée en direction sud-sud-ouest. A. P. Low[1] a déclaré que la direction moyenne avait été sud 5 degrés ouest, et il ajoute que cette moyenne ne varie pas plus de 10 degrés d'un côté comme de l'autre. Il a également fait remarquer que la glace du Labrador avait franchi le bassin du lac Saint-Jean et charrié des blocs de calcaire sur un parcours de vingt milles dans cette direction et à une hauteur de 1,100 pieds au-dessus de l'affleurement actuel le plus élevé de cette roche; puis, il en a déduit que la glace avait franchi la ligne de faîte entre les plateaux d'épanchement du lac Saint-Jean et du fleuve Saint-Laurent.

Feu R. Chalmers[2] a découvert qu'un mouvement glaciaire avait dû se produire du lac Saint-Jean vers l'est et descendre la rivière Saguenay. Il était persuadé que cette glace devait

[1] Com. géol. du Canada, Rapport annuel, vol. V, partie L, pp. 47-48.
[2] Com. géol. du Canada, Rapport annuel, vol. XVI, partie A, pp. 257-263.

provenir du terrain situé à proximité des hauteurs actuelles entre le fleuve Saint-Laurent et la baie James.

Feu A. E. Barlow[1] était d'avis qu'une variation locale considérable s'était produite dans la direction du mouvement de la glace à la région située entre les lacs Saint-Jean et Mistassini.

Il a déclaré que la direction générale des stries glaciaires était sud, 30 degrés ouest, dans la partie septentrionale de la région avec changement graduel vers le sud.

Sur la surface mamelonnée de la haute terre, la direction générale du mouvement glaciaire semble varier de sud-ouest à sud-sud-ouest. On trouve même sur les lieux des indices d'un mouvement SE-NO.

Dans la partie de la région de basse terre examinée en détail, les avantages pour découvrir d'une manière précise les stries glaciaires ne sont pas nombreux. Les affleurements rocheux sont comparativement rares et plusieurs d'entre eux sont des bosses arrondies d'une roche ignée dont la résistance a détourné par places le mouvement glaciaire. Les schistes ont conservé quelques stries; mais on ne les voit réellement bien que sur les affleurements de calcaires.

A chacun des endroits qui suivent, on a examiné à la boussole la direction des stries. Les conditions étaient très favorables. On a remarqué que toutes les stries sont sur des affleurements presque horizontaux de calcaire dans une plaine généralement unie. Les observations fournies ont été prises d'après le méridien magnétique et la variation n'était approximativement que de 19 degrés ouest.

Direction des stries glaciaires.

Ville de Roberval, rive du lac.....	Niveau à l'eau haute		S 47° O
Ville de Roberval, carrière près du ch. de fer, 20 pieds au-dessus.....	"	"	S 50° O
Roberval, rang A, lot 4....40 pieds au-dessus	"	"	S 10° O
Charlevoix, rang 1, lot 21.....	"	"	S 30° O
Metabetchouan, rang 1, lot 43..175 pieds au-dessus.....	"	"	S 5° O

[1] Géologie et ressources minérales de la région de Chibougamou, Ministère des Mines Québec, 1911, p. 128.

Ces données montrent combien grande fut la variation de la direction du mouvement glaciaire, mais elles montrent également que le mouvement général se produisit en travers du bassin du lac Saint-Jean dans une direction sud-ouest.

Nature de la formation. Sur la haute terre, le sol se compose de limon très peu mêlé d'eau, sauf dans des endroits situés le long des vallées aux cours d'eau plus considérables. Les dépôts marécageux sont nombreux, mais ils sont d'une étendue relativement restreinte et de peu de profondeur. Le manteau de drift qui couvre le tout est mince et inégal.

Dans la basse terre, les dépôts quaternaires sont profonds; ils ont une épaisseur ordinaire de 100 à 200 pieds et, par endroits, ils sont même plus épais que cela.

Par gradation descendante les dépôts sont les suivants:

Alluvion récent, dépôts lacustres et marécageux
Argiles stratifiées
Sable et gravier
Argile à blocaux.

Dans certains endroits on remarque des moraines glaciaires et de petites aires d'argile à blocaux. Les plaines de sable sont plus nombreuses; mais, en général, le sol se compose d'argile ou d'argile glaiseuse, bien stratifiée et exempte de pierres sur plusieurs pieds au-dessous de la surface. Dans le paysage, à proximité de Saint-Jérôme, on remarque tout particulièrement deux kames bien développées. L'une d'elles surgit à environ un mille à l'ouest du village, et l'autre à une distance quelque peu moindre vers l'est. Elles forment des chaînes étroites, longues d'au moins un mille, et vont dans une direction approximativement sud 50 degrés est. Dans les extrémités nord-ouest, elles sont d'environ 75 pieds au-dessus de la plaine environnante, et déclinent graduellement jusqu'à son niveau de la partie sud-est. Elles se composent de blocs, de cailloux roulés, de gravier et de terre sableuse. Les galets et les graviers semblent être plus fins vers le sud-ouest.

On peut voir des lignes de rivage élevées dans plusieurs endroits. Les plus élevées qu'on ait observées, et autant qu'on a pu les mesurer, avaient 225 pieds au-dessus du haut niveau de l'eau du lac, ou 566 pieds au-dessus du niveau moyen de la mer;

elles se présentent à proximité des chutes d'Ouiatchouan. Du drift mêlé d'eau se présente même à des niveaux plus élevés dans les second et troisième rangs du canton d'Ouiatchouan, à l'ouest de la rivière d'Ouiatchouaniche, où on le trouve à une hauteur d'au moins 600 pieds. Des graviers stratifiés se présentent à environ 600 pieds de la voie ferrée du Québec et Lac Saint-Jean, à trois milles à l'ouest de la jonction Chambord; mais on ne peut pas dire exactement si ce sont des dépôts de l'époque Champlain ou s'ils font partie d'un récent delta formé par un petit cours d'eau qui actuellement pénètre dans les couches de gravier. Ils appartiennent probablement à l'époque Champlain. Le Dr. Barlow a déclaré dans un rapport, qu'on avait trouvé des preuves de submersion post-glaciaire aux rapides de Pimonka, à 25 milles à l'ouest de cet endroit et à une altitude de près de 650 pieds.

[1] "Géologie et ressources minérales de la région Chibougamou," Ministère des Mines, Québec, 1911.

CHAPITRE IV.

TECTONIQUE ET HISTOIRE GÉOLOGIQUE.

STRUCTURE GÉNÉRALE DE LA RÉGION.

La structure géologique de la région est intimement liée à l'origine du bassin du lac Saint-Jean. La description détaillée qu'on va lire dans les pages qui suivent montre que la basse terre est entourée d'une série de failles et qu'elle est aussi entrecoupée de failles. Toutes les failles observées sont normales, c'est-à-dire avec le toit du côté du rejet, et, autant qu'on peut en juger, le déplacement est surtout vertical, C'était donc une région de tension plutôt qu'une région de compression. L'affaissement direct de parties de cette région et l'érosion plus puissante de blocs n'ayant pas été ainsi affaissés semblent expliquer la raison d'être du bassin et ses limites si singulièrement définies.

Toutes les preuves qu'on a pu obtenir tendent à démontrer que la dislocation s'est produite après que les sédiments ordoviciens eussent été déposés. D'autre part, l'étendue de la dislocation, les endroits comparativement peu nombreux où l'on peut apercevoir aujourd'hui les contacts, et le peu de dislocation qu'ont subi les roches sédimentaires aux dits endroits, portent à croire qu'une partie de la dislocation a pu se produire antérieurement ou qu'elle a pu progresser pendant une longue période de temps. Dans une revue des conditions absolument semblables qui règnent dans le district d'Ottawa, Kindle[1] et Burling sont d'avis que la dislocation s'est produite entièrement à la fin du paléozoïque. La région du lac Saint-Jean ne fournit aucune preuve directe du contraire.

On ne peut faire que des conjectures sur l'étendue primitive des formations paléozoïques dans cette région. Elles ne se limitent actuellement qu'à la basse terre et qu'aux niveaux inférieurs de la haute terre adjacente. Mais comme elles ont été relativement abaissées par les dislocations, le lit marin sur

[1] "Relations structurales des roches précambriennes et paléozoïques au nord des vallées de l'Ottawa et du Saint-Laurent," par E. M. Kindle et L. D. Burling. Bulletin n° 18, Commission géologique, 1915.

lequel elles ont été déposées pourrait bien avoir été, en général, à la même altitude que la haute terre environnante.

Des roches paléozoïques antérieures qu'on trouve dans le bassin du lac Saint-Jean se présentent près du lac Mistassini et, avec les roches du lac Saint-Jean, elles semblent indiquer la continuité d'une mer paléozoïque de l'Atlantique à la baie James où le silurien est plus largement représenté.

SOMMAIRE DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE.

Grenville. Le calcaire de Grenville fournit les données géologiques les plus anciennes dans le district. Les restes retrouvés ne suffisent qu'à établir son identité; mais d'après sa nature et ses affinités ailleurs, on le connaît comme étant une formation d'origine sédimentaire et d'une étendue considérable spécialement dans les parties méridionales et orientales du bouclier canadien. Il se présente dans plusieurs endroits et a probablement occupé autrefois une bonne partie de cette vaste région.

Laurentien. Le granite laurentien, qui est aujourd'hui en grande partie un gneiss, s'est injecté dans le Grenville. Bien que la structure gneisseuse soit primaire dans une partie considérable, le Laurentien a apparemment souffert une forte déformation mécanique avant l'intrusion des dernières formations.

Anorthosite. Suivante dans l'ordre, l'anorthosite s'est injectée tant dans le Laurentien que dans le Grenville. Dans certains endroits elle est, elle aussi, gneissique, mais sa structure est probablement primaire, ou mieux, elle a été produite au moment où la roche était, en quelque sorte, à l'état plastique.

Roberval. Le granite du Roberval s'est subséquemment incrusté dans les trois formations plus anciennes. Lui aussi par endroits, a une structure gneissique qu'on peut attribuer en partie au métamorphisme dynamique. Comme l'anorthosite et le Roberval sont mieux conservés, tout porte à croire qu'ils sont plus récents que le Laurentien.

Période d'érosion. Il semble qu'une longue période d'érosion ait suivi l'intrusion du Roberval. On ne peut pas dire si les roches ignées ont été incrustées dans des sédiments sus-jacents ou si elles les ont percés et ont déterminé des volcans en

éruption. Quoiqu'il en soit, la surface doit avoir été profondément érodée et dénudée, car l'Ordovicien qui a suivi fut déposé sur la surface de roches plutoniennes formées évidemment au fond. A l'époque où le Trenton fut déposé, la surface était, d'une façon surprenante, libre de toute matière résultant de l'érosion.

Ordovicien. Au début du Trenton la bassin actuel du lac Saint-Jean—et peut-être même une surface beaucoup plus grande—fut submergé et continua d'accumuler des dépôts marins, au moins jusqu'à la fin de l'Ordovicien. Plus tard, probablement à la fin du carbonifère, qui fut une époque de perturbation dynamique importante dans les provinces Maritimes, des failles considérables se produisirent dans la région, et le résultat fut l'affaissement général du niveau du bassin actuel.

Période glaciaire. Le phénomène suivant dont nous avons la preuve est l'érosion glaciaire subie par la région à l'époque du pléistocène. La glace balaya la surface de la région dans une direction sud-ouest, enlevant de la haute terre les détritus enlevés par l'érosion et les déposant en vastes amas sur la basse terre rejetée. Toutes les parties de la basse terre qui n'avaient pas été réduites au niveau général devaient être attaquées avec une force toujours croissante par ces agents de détérioration. C'est pourquoi, seuls quelques petits mamelons de granite émergent au-dessus du niveau actuel de la plaine.

Champlain. Après ou pendant la retrogradation de la glace, la région fut submergée, durant la période Champlain, à une profondeur d'environ 600 pieds. Au cours de cette période, les eaux distribuèrent le limon et les détritus glaciaires, et c'est alors que furent déposés les sables stratifiés et les argiles.

Récent. Lorsque la terre fut de nouveau élevée au-dessus de la surface de la mer Champlain, les chenaux prirent leur place actuelle dans le district. Dans certains endroits où l'écoulement est efficace, des dépôts de marécages et de fondrières se forment. Plusieurs des cours d'eau actuels suivent les chenaux pré-glaciaires; d'autres ont été largement remaniés. Par le creusage rapide de leurs chenaux dans les dépôts glaciaires et Champlain, ils charrient quantité de débris dans le lac Saint-Jean et l'obstruent en conséquence.

CHAPITRE V.

PRODUITS ÉCONOMIQUES.

Les produits économiques du district, outre ceux de la ferme et de la forêt, sont l'argile, le calcaire, le granite et les minerais de fer.

ARGILE.

Autant qu'on peut s'en rendre compte, les argiles sont toutes de l'époque quaternaire. Celles qui semblent les plus propres aux fins manufacturières, sont des dépôts de la période Champlain qu'on trouve fréquemment en couches épaisses, libres de pierre ou de lits de sables. Au point de vue économique, les meilleures gisent à quelques milles à l'est de la région de la carte, en bordure orientale de la rivière Saguenay, à l'embouchure de la Rivière aux Vases. L'argile qui affleure à cet endroit mesure plus de 100 pieds d'épaisseur. Le dépôt est adjacent à un quai situé à hauteur de marée sur le Saguenay.

On a soumis à M. Jos. Keele qui, au ministère des Mines, a la direction du laboratoire d'essai des argiles, un spécimen de 25 livres provenant de cet endroit. M. Keele rapporte ce qui suit:

«On a extraît ce spécimen de la partie supérieure d'une strate argileuse d'environ 100 pieds d'épaisseur située à Terres Rompues, près de l'embouchure de la Rivière aux Vases, comté de Chicoutimi.

«La nature de cette argile est semblable à celle de plusieurs autres dépôts découverts près du niveau de l'eau le long des bords de la rivière Saguenay. Elle est de ton grisâtre et contient plutôt un fort pourcentage de chaux, mais elle semble être libre de cailloux ou de pierres. Quand on la mêle à une certaine quantité d'eau, elle constitue un mélange assez plastique, mais, à l'état humide, elle est plutôt flasque. Une fois moulée, cette argile peut être séchée rapidement pourvu que la température du four ne dépasse pas 150 degrés F.; autrement

elle pourrait se fendiller. Cette argile en cuisant devient un produit poreux d'un ton rougeâtre et ce, à la température ordinaire nécessaire pour la cuisson de la brique commune de construction.

«Tant qu'il s'agit de la fabrication des produits de terre cuite, son usage se borne à la brique traitée d'après le procédé en pâte molle. On pourrait peut-être s'en servir aussi dans la fabrication des tuyaux de drainage, de petite dimension; mais comme elle se pétrit mal sans qu'on y ajoute d'autres ingrédients, il ne semble pas qu'on puisse l'utiliser pour fabriquer de grandes conduites ou de la brique creuse. Cette argile ne saurait servir à la fabrication d'articles vitrifiés.»

CALCAIRE.

Le calcaire de cette région appartient à la formation Trenton. Dans plusieurs parties de la région, on l'extrait pour en faire de la chaux et pour l'empierrement. La *Jonquières Pulp and Paper Company*, de Jonquières, exploite, aux fins multiples pour lesquelles cette usine a été fondée, une petite carrière située à la jonction Chambord. A quelques milles à l'est de la jonction Chambord, on a construit, il y a quelques années, des bâtiments destinés à abriter une usine de ciment. L'on dit que ce projet a pris naissance avec l'intention qu'on avait alors d'employer le calcaire et l'argile très abondants à cet endroit. On dit que la compagnie n'a pas été heureuse dans son organisation et qu'elle a épuisé tout son capital avant même d'avoir pu installer l'usine en question. Comme les promoteurs habitaient dans d'autres parties de la province, on n'a pu obtenir, dans l'endroit que des détails très imprécis.

GRANITE.

A différents endroits, mais plus spécialement dans le canton de Roberval, on extrait du granite d'excellente qualité pour la construction et il semble même utilisable pour des fins d'ornementation. C'est une roche massive, à gros éléments et de ton rougeâtre. Des colonnes polies qu'on re-

marque dans quelques-uns des cimetières, démontrent que cette roche résiste bien aux agents atmosphériques.

Les grands édifices construits avec cette pierre ont bonne apparence: par exemple, le palais de justice et l'Hôtel des Postes à Roberval, l'église de Saint-Prime et quelques autres édifices publics. On se sert d'un granite de qualité inférieure pour la construction des routes principales.

MINERAI DE FER.

La magnétite se présente en quantités considérables; mais elle est injectée d'anorthosite. Les principaux dépôts connus sont à une courte distance de la région, de la carte et à cause de cela n'ont pas été examinés. On les connaît depuis plusieurs années par les rapports du Dr F. D. Adams et de feu l'abbé Laflamme. Plus récemment ils ont été spécifiquement examinés par le professeur Dulieux, de Montréal, dont le rapport au ministère provincial des Mines à Québec a été publié dans le cours de l'année dernière.

Tous ces minerais sont titanifères et on n'en a jusqu'ici utilisé aucun. Comme il est question d'installer, à un prix très modique et au plus tôt, une usine hydraulique dans la région, on a demandé au Dr Alfred Stansfield, professeur de métallurgie à l'université McGill d'écrire un rapport sommaire sur la possibilité, au point de vue commercial, de fondre les dits minerais au four électrique. Ci-suit le rapport du professeur Stansfield.

CHAPITRE VI.

L'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE COMME MOYEN D'UTILISER LE MINERAI DE FER DU GISEMENT SAINT-CHARLES.[1]

À deux milles à l'ouest du village de Saint-Charles, sur le côté septentrional de la rivière Saguenay, se trouve un gisement considérable de magnétite titanifère qui contient, croit-on, de 1,000,000 à 5,000,000 de tonnes de minerai de fer. Comme il est question de développer les forces hydrauliques dans les environs, il est utile de savoir si l'on peut utiliser ce minerai dans la production de la fonte, ou de l'acier, par l'électro-métallurgie.

On ira chercher l'énergie électrique probablement à deux endroits sur le Saguenay: le premier, à environ neuf milles à l'ouest et le second à environ douze milles à l'est du gisement. On pourrait faire venir l'énergie électrique à un endroit situé à proximité du gisement de façon à fondre le minerai immédiatement et avec le moins de transport possible; mais, comme le barrage de l'est, doit être construit près de la décharge de la rivière Shipshaw, tout près de l'endroit où la navigation commence, il serait certainement préférable d'installer les fourneaux près de cet endroit et de transporter le minerai à ces fourneaux au moyen du chemin de fer que l'on projette de construire. On pourrait ainsi expédier par eau la fonte, l'acier et les autres produits de la fusion, et l'on pourrait de même importer à un prix de transport très bas, tous les matériaux nécessaires.

Pour l'électro-métallurgie des minerais de fer, on aurait besoin de charbon de bois et de calcaire, et l'on pourrait se procurer les deux très facilement dans la région même.

NATURE ET QUANTITÉ DU MINERAI.

A la page 54 de son «Rapport sur les minerais de fer dans la Province de Québec,» 1915, le professeur Dulieux décrit le minerai comme étant une titano-magnétite se présentant en

[1] Ecrit par Alfred Stansfield, professeur de Métallurgie, à l'université McGill.

énormes masses de ségrégation au milieu de l'anorthosite ou (page 237) gabbro. On n'a pas suffisamment ouvert le gisement pour pouvoir obtenir l'exacte connaissance de la quantité, mais Dulieux est d'avis qu'elle se chiffre à 1,000,000 de tonnes et même qu'elle représente probablement 5,000,000 de tonnes. Un million de tonnes de minerai n'est pas une quantité extraordinaire pour une usine moderne de réduction; mais comme le four électrique exigera une quantité moindre, on peut dire que l'importance du gisement est entièrement suffisante.

On a découvert qu'un échantillon du minerai (page 56 du rapport) contenait 50.53 pour cent de fer et 10.55 pour cent de titane, avec 0.02 pour cent de soufre et 0.03 pour cent de phosphore. On ne donne pas la quantité de la gangue, mais elle est probablement d'environ 12 pour cent. La concentration magnétique du minerai, broyé pour passer à travers un tamis de 20 mailles, a fourni un concentré de 77 pour cent du minerai original qui contenait 56 pour cent de fer et 8.3 pour cent de titane. On a fait cet essai sur une petite quantité de minerai. Aussi, serait-il imprudent de conclure que cette composition représente la moyenne de plusieurs milliers de tonnes. Mais en tenant compte de cet essai et d'autres qui ont été faits avec des minerais semblables, nous pouvons conclure provisoirement que la concentration magnétique élague du minerai une partie du titane mais qu'elle ne servira pas à produire un élément non titanifère. Pour nos fins de calculs, nous emploierons les chiffres fournis par Dulieux tout comme s'ils représentaient le gisement entier. On peut représenter comme suit la nature du minerai, le concentré et les tailings qu'on en a obtenus si l'on fait des suppositions raisonnables en ce qui concerne la nature du minerai et de la gangue.[1]

[1] Le professeur Dulieux a partagé le minerai en trois produits et a fait la concentration de chacun séparément. Dans ce tableau, j'ai réuni ensemble tous les concentrés de même que les tailings. La quantité de gangue est calculée en supposant que le minerai a la formule $FeO\ TiO^2 + nFe^2O^3$. On admet que la gangue a la formule de l'anorthosite, $CaO.Al^2O^3.2SiO^2$.

	Brut	*Concentré* (77%)	*Tailings* (23%)
Fer	50·53%	56·2%	30·9%
Titane	10·55	8·3	19·7
Oxyde titanique	17·6	13·8	32·8
Silice	5·2	3·2	11·4
Alumine	4·4	2·7	9·6
Chaux et magnésie	2·4	1·5	5·3
Gangue	12·0	7·4	26·3
Soufre	0·02	0·015	0·04
Phosphore	0·03	0·015	0·08

On concluera facilement d'après le tableau précité qu'en faisant la concentration magnétique ou non, la matière propre à la fusion est une magnétite titanifère avec quelque peu de gangue et presque libre de soufre et de phosphore. La quantité de titane qu'elle contient est le seul obstacle à son emploi comme minerai de fer.

FUSION DES MINERAIS DE FER TITANIFÈRE.

Un doute très prononcé existe encore en ce qui concerne la métallurgie de ces minerais. Il est donc prudent d'examiner avec soin les preuves disponibles et les opinions exprimées jusqu'ici.

Il y a quelque soixante ans, à une époque où les minerais de fer étaient encore fondus principalement au charbon de bois, il semble que dans les Adirondacks et ailleurs on employait régulièrement les minerais titanifères dans la fabrication du fer, et, autant qu'on peut s'en rendre compte, aucune difficulté ne fut éprouvée.[1] Comme on a remplacé le charbon de bois par le coke, un préjugé très sérieux a surgi contre ces minerais. On prétendait que même 1 pour cent de titane suffisait à empêcher le bon fonctionnement du fourneau. On ne prétendait pas que le titane dépréciait la qualité de la fonte, puisque, s'il y a quelque chose, le fer titané est meilleur que n'importe quel

[1] A. J. Rossi, "La Métallurgie du Titane", Trans. Amer. Inst. Min. Eng., vol. XXXIII, 1903, p. 181.

autre; mais on soutenait que le titane rendait le laitier collant et infusible, qu'il causait la formation de dépôts imfusibles dans le fourneau et nécessitait une consommation anormale de combustible. D'autre part, l'emploi des minerais titanifères a été fortement recommandé pendant nombre d'années par A. J. Rossi qui déclare qu'on n'éprouvera aucune difficulté dans la réduction, si l'on considère l'oxyde de titane, TiO_2, comme autant de silice, si l'on y ajoute suffisamment de calcaire pour le fondre, et que la scorie deviendra plus fusible si l'on emploie de la dolomite au lieu du calcaire. Ces déclarations ont évidemment plus de poids qu'un vague préjugé contre l'emploi de ces minerais; mais on a probablement pensé que Rossi était dans l'erreur. Quoiqu'il en soit, un préjugé si répandu doit avoir sa raison d'être. Un document rédigé en 1882 par W. M. Bowron[1] semble jeter quelque lumière sur la situation. Bowron nous décrit la fusion, en Angleterre, vers l'an 1868, d'une ilménite de Norvège qui contenait 39 pour cent d'acide titanique. On se servit alors du coke comme combustible. Pour faire fondre le titane, on ajouta au calcaire de vieilles briques rouges ou d'autres matériaux de même nature. Même avec cette addition, la scorie contenait 36 pour cent d'acide titanique. Le fourneau fonctionna d'une manière satisfaisante; mais si l'on tient compte de la petite quantité de fer que contenait le minerai, la consommation du coke fut démesurément élevée, c'est-à-dire, presque trois tonnes pour chaque tonne de fer fabriqué. A cause de cela, on dut discontinuer les opérations. On ne donne pas, malheureusement, l'analyse du fer obtenu. Le professeur David Forbes[2] a aussi fait un rapport sur la fusion de minerais qui contenaient 15 pour cent et 7 pour cent d'acide titanique. Ces minerais ont été fondus au moyen du charbon de bois. On les a fait fondre d'abord avec du quartz, puis avec du calcaire et finalement avec un mélange de quartz et de calcaire. La quantité de charbon de bois utilisée par tonne de fer fut d'environ 20 pour cent plus considérable que la quantité normale; mais les minerais contenaient

[1] W. M. Brown, "La Métallurgie pratique des Minerais titanifères, "Trans. Amer. Inst. Min. Eng., vol. XI, 1883, p. 159.
[2] Professeur D. Forbes, Chemical News, 11 déc. 1868.

seulement 42 pour cent et 39 pour cent respectivement de fer. Forbes a constaté que le fourneau fonctionnait bien pourvu que le titane n'excédât pas 8 pour cent du minerai. Pour conclure, Bowron déclare ce qui suit: «Tout le secret pour travailler avantageusement et continuellement ces minerais consiste à maintenir la chaleur suffisamment basse pour réduire le fer sans pour cela réduire l'acide titanique. Le fer sera blanc, ou mieux bigarré, s'il lui faut lutter contre une grande quantité d'acide titanique. Le fer titané est essentiellement une fonte pour la forge. Le fer de fonderie ne peut seulement être produit qu'alors que le titane est en basse teneur, c'est-à-dire qu'il faut produire une forte quantité de charbon en partie consumé de manière à chasser l'acide titanique hors du fourneau.» Si nous en venons maintenant à l'étude que A. J. Rossi a publiée en 1903[1], nous trouvons qu'il dit ceci de la fonte extraite des minerais titanifères: «C'est essentiellement un produit des fours Siemens-Martin. Les analyses que nous avons faites de la fonte à Buffalo et de celle des Adirondacks (nous nous sommes servi des mêmes minerais dans les deux cas) ont découvert des traces de phosphore; du silicium, 0·11 à 0·13; du carbone, de 1·86 à 3·50 pour cent, pratiquement tous combinés; la cassure ressemblait beaucoup, en apparence, à celle de l'acier. C'est essentiellement un fer refroidissant, très propre aux mélanges dont on fabrique les roues de wagon.»

Donc, d'après les données précitées et celles d'autres documents, nous pouvons conclure que l'acide titanique en forte quantité peut facilement être fondue dans le laitier, pourvu qu'on se contente de fabriquer un fer blanc contenant peu de silicium. Cependant, si l'on tente de fabriquer un fer gris avec un minerai fortement titanifère, le titane est réduit et pénètre dans la fonte, et une partie du titane ainsi réduit se combine, dans le four, avec les cyanures pour former le fameux cyanonitrate de titane, au ton cuivré, ou des composés semblables qui occasionnent les obstructions dans le fourneau.

---

[1] A. J. Rossi, "La Métallurgie du Titane," Trans. Amer. Inst. Min. Eng., vol. XXXIII, 1903, p. 187.

Afin d'obtenir une preuve directe de la fusibilité des scories contenant de l'acide titanique, l'auteur[2] fait, avec le concours de M. W. A. Wissler M.Sc.; une série d'essais sur les températures de fusion des divers amalgames. Nous en avons dit suffisamment jusqu'ici pour démontrer qu'on peut obtenir des scories fusibles contenant jusqu'à 35 pour cent de TiO_2, mais que cet oxyde, dans un laitier, ne remplace pas réellement la silice puisqu'il est nécessaire, pour obtenir une fusibilité facile, d'ajouter au titane quelque 15 ou 20 pour cent de silice[1].

On a fait récemment une expérience dans la fusion des minerais titanifères au haut fourneau[2] et en se servant du coke comme combustible. L'essai a été fait par la *MacIntyre Iron Company*, propriétaire d'un gisement considérable de fer titanifère. On s'est servi d'un haut fourneau construit à Port Henry, N.Y., et appartenant à la *Northern Iron Company*. L'essai a été entrepris sous la surveillance de M. F. E. Bachman, gérant général de la *MacIntyre Company*, qui a publié un rapport très intéressant à ce sujet[3]. Le minerai était une magnétite titanifère provenant de la région de Sanford Hill, dans l'état de New York; ce minerai contenait 47·5 pour cent de fer et 12·6 pour cent de titane. Par la concentration magnétique, on a obtenu des concentrés d'environ 55 pour cent de fer et 8 pour cent de titane. Le fourneau, d'un rendement de plus de 200 tonnes de fer par jour, était approvisionné de minerais de magnétite locaux auxquels on avait ajouté de un huitième à cinq-seizième de concentrés titanifères. Par l'emploi de un huitième de concentrés, on a obtenu un fer de fonderie sans grande difficulté et sans consommation extraordinaire de combustible. Le fer contenait 0·5 pour cent de titane et la scorie environ 4 pour cent d'oxyde titanique. Par l'emploi de plus grandes proportions de concentrés titanifères (environ 25 pour cent de ce que le minerai contenait) on a obtenu du fer malléable, c'est-à-dire, une fonte contenant peu de sili-

[1] Stansfield, Alfred et Wissler, W. A., "The smelting of titaniferous iron ores," Trans. Roy. Soc. Canada, 1916, sér. III, vol. X, p. 33.
[2] Edwin F. Cone, "Titanium ores in the blast furnace," Iron Age, Oct. 22, 1914, p. 936.
[3] Frank E. Bachman, "The uses of titaniferous ore in the blast furnace," Year Book, American Iron and Steel Institute, 1914.

cium et propre à la production de moulages malléables. En employant cette quantité de concentrés, on a trouvé que le fer contenait 1 pour cent de silicium et 0·45 pour cent de titane alors que la scorie contenait environ 6 pour cent d'oxyde titanique. L'emploi des concentrés n'a guère affecté le rendement du fourneau non plus que la consommation de coke par tonne de fer, et, comme on a continué l'essai pendant plus de deux mois au cours desquels on a fondu plusieurs milliers de tonnes de minerai titanifère, nous pouvons nous fier aux résultats obtenus.

Les résultats de cet essai confirment les conclusions tirées d'observations antérieures; ils démontrent que le titane, quand il a été convenablement fondu, n'occasionne pas de scories ou dépôts infusibles dans le fourneau; mais ils démontrent également que même une quantité de 2 pour cent de titane contenu dans le minerai (25 pour cent des concentrés de 8 pour cent) empêche la production de fonte de fonderie. Dans le fourneau, le titane se comporte comme le silicium; la température élevée et l'abondance de combustible qui sont essentielles pour obtenir un fer de fonderie, ou à haute teneur de silicium, portent aussi le titane à pénétrer dans le fer et cela, au dépend du silicium. Il est possible qu'en augmentant la quantité de titane dans la fonte on obtiendrait de ces dépôts infusibles de titane, dont on a si souvent entendu parler. A cet essai s'en rattachent d'autres très intéressants qu'on a faits sur la température de fusion et la fluidité des scories contenant de l'oxyde titanique, de même que sur la force et la structure microscopique de la fonte titanifère produite. On trouvera tous les renseignements à ce sujet dans le travail de M. Bachman, dont nous avons parlé.

ÉLECTRO-MÉTALLURGIE DES MINERAIS TITANIFÈRES.

On a proposé d'utiliser les fours électriques pour traiter ces minéraux dans l'espoir que les scories, infusibles dans le haut fourneau, seraient fondues, à une température plus élevée, telle que celle qu'on peut obtenir dans un four électrique, On vient de démontrer que les scories titanifères sont facile-

ment fusibles et qu'une température modérée suffit pour le traitement de ces minerais. Toutefois, il peut se faire que le four électrique soit jugé satisfaisant pour la fusion des magnétites titanifères; mais on devra d'abord passer en revue les résultats déjà obtenus.

Au cours de l'année 1906, dans un petit four électrique de 200 kilowatts, le Dr E. Haanel[1] a fait, au Sault-Sainte-Marie, une série d'essais sur la fonte provenant des minerais canadiens. Dans l'essai 19, le dernier de la série, il a fait fondre une magnétite titanifère contenant 10·7 pour cent de titane et 43·6 pour cent de fer. La charge comprenait 400 livres de minerai, 110 livres de charbon de bois, 50 livres de calcaire et 80 livres de spathfluor. On a réduit plus tard ce dernier item à 50 livres. Le métal obtenu contenait 5·9 pour cent de silicium, 2·95 pour cent de carbone et 0·43 pour cent de titane. La scorie contenait 12 pour cent d'oxyde titanique. Malheureusement on a discontinué l'opération. Aussi, est-il impossible de dire si le minerai aurait pu être fondu sans l'emploi du spathfluor ou quelle quantité d'énergie électrique, de charbon de bois ou de fondant aurait nécessité le fonctionnement régulier du fourneau.

A la page 195 de son rapport, Dulieux parle du haut fourneau électrique qu'on a mis en opération à Hardanger, en Norvège[2] au cours de l'année 1912. Il en parle parce que le minerai de Rodsand, contenant 50 pour cent de fer et 8 à 9 pour cent d'oxyde titanique, faisait partie de la charge. Une qualité inférieure du pulvérulent de Rodsand contenait de 30 à 45 pour cent de fer et des pourcentages plus considérables de titane; mais on l'a concentré magnétiquement de manière à lui faire rendre un produit contenant 65 pour cent de fer et 3·6 pour cent d'oxyde titanique. Toutefois, comme la charge de minerai contenait seulement quelque 20 pour cent de ce concentré, le reste étant une briquette non-titanifère de Sydvaranger, l'opération ne projette pas beaucoup de lumière sur le sujet.

[1] Eugène Haanel, "Essais faits au Sault-Sainte-Marie, Ont., sous les auspices du Gouvernement, sur la réduction des minerais ferrifères canadiens par le procédé électro-thermique, Ottawa, 1907.

[2] M. Paul Nicou, "Le haut fourneau électrique," Annales des Mines, mars et avril 1913.

Dans le rapport sur un essai effectué dans un haut fourneau à Trollhättan[1] (Suède) au cours des années 1910-1911, on donne à la page 120 l'analyse des scories obtenues. Elles contenaient fréquemment environ 2.5 pour cent d'oxyde titanique; la fonte obtenue en même temps ne contenait que 0·5 pour cent de silicium, 2·5 pour cent d'oxyde titanique dans la scorie indiquant que le mélange de minerais ne devait contenir que 0·4 pour cent d'oxyde titanique. Aussi, cet exemple n'ajoute pas beaucoup au renseignement, en ce qui concerne la fusion des minerais fortement titanifères.

Dans un travail publié par Gustave Gin[2], en 1907, l'auteur décrit deux essais de réduction, par l'électricité, des minerais titanifères. Dans le premier, fait en France en 1901, il est question d'un minerai de la Norvège qui contenait 53·76 pour cent de fer et 16·40 pour cent d'oxyde titanique. La charge se composait de 100 parties de minerai, 15 parties de calcaire et 25 parties de coke. Deux cent soixante quatorze kilogrammes de ce mélange ont été traités en quatre heures et ont rendu 102 kilogrammes de fonte. La consommation moyenne du courant fut de 71·5 Kw., qui équivaut à 2,800 Kw. heure ou 0·43 cheval an par tonne métrique de fonte. Cette fonte contenait 3·1 pour cent de carbone, 0·86 pour cent de silicium et 0·10 pour cent de titane; la scorie contenait 32·5 pour cent d'oxyde titanique, 20·8 pour cent de silice, 4·1 pour cent d'alumine, 8·1 pour cent d'oxyde de fer et 32·7 pour cent de chaux.

En l'année 1906, on a fait le second essai sur un concentré titanifère de Java. Le minerai, contenant 57 pour cent de fer et 16 pour cent d'oxyde titanique, fut mélangé avec du calcaire et du «carbone» (charbon de bois?) puis mis en fusion dans un four électrique dont la consommation de courant fut de 32 Kw. pour une heure. On a obtenu une fonte pesant 42·6 kilogrammes et contenant 3 pour cent de carbone, 0·37 pour cent de silicium et des traces de titane. Le laitier contenant 8·9 pour cent de silice, 38·7 pour cent d'oxyde titanique, 5·18

---

[1] Leffler, Odelberg och Nyström, "Rodogörelse für Jernkontorets Försöksverk i Trollhättan," Stockholm, 1911.

[2] Gustave Gin, "The electrical reduction of titaniferous iron ores," Trans. Am. Electrochem, Soc. vol. XI, 1907, p. 291.

pour cent d'alumine, 10·03 pour cent d'oxyde ferreux et 34·8 pour cent de chaux. Les données sur lesquelles on s'est appuyé pour calculer la consommation de force motrice semblent inexactes.

Les détails qui précèdent ont trait seulement à la production de la fonte au four électrique. J. W. Evans et l'auteur de ces lignes ont longuement démontré la possibilité de la fusion, par l'électricité, des minerais titanifères pour la production de *l'acier*, et ils en font une description un peu plus loin dans ce rapport.

S'il faut en juger par les divers essais qui ont été faits au haut fourneau et au four électrique, on peut conclure, sans crainte de se tromper, qu'il est possible de fondre, avec du charbon de bois, une magnétite titanifère dans un four électrique et qu'elle produira une fonte de première qualité. La consommation d'énergie ne devrait pas être excessive à moins qu'il ne se produise une très grande quantité de scories. Comme ces scories peuvent contenir 35 pour cent d'acide titanique, il ne s'ensuit pas qu'il en soit de même du concentré à l'étude. On peut évaluer le prix de revient de la fusion d'après les données contenues dans le rapport de l'auteur sur l'électrometallurgie des minerais de fer en Suède, tout en tenant compte, bien entendu, de la différence dans la richesse du minerai et dans la qualité des scories.

ÉLECTRO-MÉTALLURGIE DU MINERAI ET DES CONCENTRÉS DE LA MINE SAINT-CHARLES.

Considérons d'abord le concentré magnétique dont je donne une analyse ci-après. Il peut produire une fonte contenant quelques dixièmes de silicium et de titane si on le fond dans un four électrique tel qu'il en existe en Suède. La consommation sera de 0·4 tonnes de charbon de bois et de 0·5 tonnes de calcaire (ou dolomie) par tonne de fonte. Il peut se faire que le laitier soit de même composition que celle dont nous avons parlé et qu'il pèse 40 pour cent du poids du minerai ou 70 pour cent du poids du fer. La consommation d'énergie électrique serait d'environ 3,000 Kw, heures ou 0·46 cheval an par tonne.

[1] Alfred Stansfield, "Electrométallurgie, des minerais de fer en Suède," Ottawa, 1915.

Concentré 1·75 tonne		*Fonte* 1 tonne		*Laitier* 0·7 tonne	
Fe	56·2%	Fe	95·5%	TiO^2	34%
TiO^2	13·8	C	3·5	SiO^2	14
SiO^2	3·2	Si	0·3	Al^2O^3	7
Al^2O^3	2·7	Ti	·04	CaO, MgO	40
CaO, MgO	1·5	S	0·01	FeO	3
S	0·015	P	0·04		
P	0·015				

Puis, en tenant compte des arrêts, etc., on constatera qu'il faut environ 0·55 cheval an pour obtenir une tonne de métal. L'énergie qu'on utilise est d'environ un tiers plus forte que celle qu'on emploie en Suède pour la fusion des magnétites pures. Il faut cela à cause de la plus grande quantité de calcaire à chauffer et de laitier à fondre dans le fourneau. Au sujet de l'analyse du concentré et du métal, j'ai supposé qu'il y avait un peu moins de soufre dans le concentré que dans le minerai; aussi, on ne devrait éprouver aucune difficulté à produire une fonte avec 0·01 pour cent de soufre, car la teneur en charbon de bois est presque insignifiante dans cet élément. D'autre part, le phosphore augmente pendant la fusion car le charbon de bois en renferme toujours une quantité appréciable et aussi parcequ'il en disparaît très peu dans les scories. La concentration cependant devrait en réduire la teneur de 0·03 pour cent à 0·015 pour cent; ainsi, le chiffre final devrait pas dépasser 0·04 pour cent.

Pour fondre le minerai original, en admettant que le laitier ne contient pas plus de titane que dans l'exemple précédent, il nous faudrait 0·4 tonne de charbon de bois, 0·7 tonne de calcaire ou dolomie, et environ 3,500 Kw. heures ou 0·54 cheval an par grosse tonne de fonte. Si nous tenons compte, comme ci-haut, de l'emploi irrégulier de l'énergie, nous constatons qu'il faut, en définitive, 0·65 cheval an pour chaque tonne de fonte.

Minerai 2 tonnes		*Fonte* 1 tonne		*Laitier* 1 tonne	
Fe	50·53%	Fe	96·5%	TiO_2	35%
TiO_2	17·6	C	3·5	SiO_2	10
SiO_2	5·2	Si	0·3	Al_2O_3	9
Al_2O_3	4·4	Ti	0·4	CaO, MgO	43
CaO, MgO	2·4	S	0·015	FeO	3
S	0·02	P	0·08		
P	0·03				

Le laitier qui apparaît dans le tableau précédent contient seulement 10 pour cent de silice, et des essais qu'on est en train de faire actuellement indiquent qu'il en faut 15 pour cent pour produire la fluidité à la température des fourneaux. Il serait donc probablement nécessaire d'ajouter de la fonte siliceuse en plus du calcaire, tout comme dans la fusion dont parle Bowron, qui nécessita de vieilles briques et du calcaire, ou comme dans la fusion dont parle Forbes, qui exigea l'emploi de quartz et de calcaire.

Deux types entièrement différents de fours électriques sont en usage aujourd'hui pour la fusion des minerais de fer. Le four suédois ou «Elektrometall» possède un creuset circulaire avec cuve centrale de grande dimension. La réduction et le premier grillage du minerai sont effectués, jusqu'à un certain point, dans cette cuve à l'aide des gaz du four dont on provoque la circulation. On emploie généralement ce four pour la production d'un fer faible en silicium tel que celui qui provient de la fusion des minerais titanifères. L'autre type de four, en usage en Californie, consiste en un creuset rectangulaire ou chambre de fusion qui n'a, en réalité, aucune cuve d'alimentation mais simplement une série de glissières par où tombe le minerai. On ne provoque pas la circulation du gaz et l'on ne tente pas non plus de réduire ou même de réchauffer le minerai avant son entrée dans la chambre de fusion. Ce fer est moins économique, sous le rapport de la consommation du charbon de bois et de l'énergie, que le four suédois, mais il a donné une plus grande satisfaction dans la production du fer de fonderie. On peut donc supposer provisoirement, dans le cas où l'on ne fabriquerait pas de fer de fonderie, que le four Elektrometall serait employé avec avantage pour la fusion du minerai de Saint-Charles, et, l'on serait tout de suite bien renseigné sur le prix de revient et sur le fonctionnement de ce type de fourneau.

PRIX DE REVIENT DE LA FABRICATION ÉLECTRIQUE DE LA FONTE.

On ne peut pas dire au juste quel serait le prix de revient de la fusion des minerais titanifères au four électrique; mais le

calcul suivant, appuyé sur les évaluations que contient le rapport de l'auteur à la page 52, donnera une idée du prix de revient probable et des avantages relatifs qu'il y aurait de concentrer le minerai ou de le fondre tel qu'il provient de la mine.

Afin de rendre ce calcul plus clair, je prendrai comme exemple une usine consistant en trois fourneaux de 4000 chevaux chacun. D'après Assar Grönwall, une usine de ce genre, construite au Canada, coûterait $360,000. Le rendement d'une telle usine, aux conditions qui existent en Suède, serait d'environ 80 tonnes par jour, la production moyenne étant calculée sur une longue période de temps. Le rendement correspondant avec le minerai de Saint-Charles, serait d'environ 60 tonnes provenant de concentrés ou de 50 tonnes de minerai brut. Un rendement plus petit augmente le coût par tonne de fonte, non seulement pour l'énergie, mais pour la main-d'œuvre, l'intérêt, et plusieurs autres item.

Sans plus de renseignements que ceux que donne Dulieux dans son rapport, il est impossible de dire à l'avance, et d'une manière certaine, quel serait le coût de l'extraction et du broyage du minerai; et comme il faut 2·3 tonnes de minerai pour la fabrication de chaque tonne de fer, une augmentation de 40 cents par tonne de minerai sur ces item signifierait $1 par tonne sur le produit.

Dans le tableau, il n'est pas question de la redevance qu'il faudrait payer pour se servir du four Elektrometall si c'était celui-là qu'on employait.

Prix de revient d'une grosse tonne de fonte.[1]

		Fusion du minerai		*Fusion du concentré*	
Extraction à $1.00 la tonne	... 2 tonnes		$ 2.50	2·3 tonnes	$ 2.88
Redevance à 0.25 "					
Préparation du minerai					
Broyage	à 20 cents			2·3 "	0·46
Concentration	à 30 cents			2·3 "	0·69
Agglomération	à 50 cents			1·75 "	0·88
Transport	à 20 cents.....	2 tonnes	0·40	1·75 "	0·35

[1] Il ne faut pas oublier que l'auteur n'a pas eu l'occasion d'obtenir le véritable prix de revient de l'énergie électrique, du charbon de bois, de l'extraction, etc., à l'endroit projeté. Pour faire son calcul, il a supposé des chiffres possibles, et l'on pourra corriger quand on sera à même de se renseigner exactement.

Fusion à l'électricité				
Minerai connu ci-dessus	2 tonnes	$2.90	1·75 tonnes	$5.26
Calcaire	à $1 ..... 0·7 "	0·70	0·50 "	0·50
Charbon de bois	à $10 ..... 0·4 "	4·00	0·40 "	4.00
Energie	à $7 c.v. an.. 0·65 c.v. an	4.55	0·55 c.v. an	3.85
Electrodes	à 4 cents la liv.... 20 liv.	0.80	18 liv.	0.72
Main-d'œuvre	à $2.50	2.50		2.00
Frais de bureau	.....	1.00		0.80
Réparations	.....	1.00		0.80
[1]Dépréciation, 6% sur $360,000	.....	1.20		1.00
[1]Intérêt 6% sur $500,000	.....	1.65		1.40
Dépenses générales	.....	1.50		1.25
		$21.80		$21.58

En présence de ces chiffres l'on constate que cela ne coûte pas plus cher d'extraire 2·3 tonnes de minerai, de le concentrer à 1.75 tonne, de le mettre en briquettes, ou de l'agglomérer et de réduire le concentré pour en obtenir une tonne de fonte, que d'extraire 2 tonnes de minerai et de le fondre directement sans aucune préparation. La concentration magnétique a, de plus, l'avantage de distraire du minerai une partie du phosphore, de sorte qu'on obtient ainsi une fonte très pure, qu'on devrait pouvoir comparer à la fonte suédoise de première qualité.

Le coût de fabrication de la fonte à partir de ce minerai dans un four électrique est tellement élevé qu'il ne pourrait pas faire concurrence, sur le marché canadien, à celui de la fabrication du fer ordinaire. On trouve cependant un marché pour ces qualités spéciales telles que la fonte suédoise qu'on emploie dans la manufacture des outils en acier pour améliorer la qualité des mélanges ferreux dont on se sert dans la fabrication des roues en fer trempé et à d'autres fins, où la qualité supérieure l'emporte sur la modicité du prix. Un four électrique qui emploirait le minerai de Saint-Charles commanderait tout ce commerce au Canada et, si le rendement était plus considérable, on finirait, sans doute, par l'utiliser à d'autres fins.

En supposant que la concentration et l'agglomération du minerai se fasse par l'addition de sciure de bois, l'usine des fours électriques exigera (ou produira) les quantités suivantes de matières.

[1] Les item "dépréciation" et "intérêt" se rapportent à l'usine électrique seule. On suppose que les chiffres en regard des mots extraction, broyage, concentration, etc., couvrent le coût entier des opérations.

Usine de réduction électrique à trois fours—12,000 C.-V.

	Par jour	*Par année*
Extraction du minerai	140 tonnes	50,000 tonnes
Agglomération du minerai	105 "	38,000 "
Sciure de bois pour l'agglomération	12 "	4,500 "
Calcaire	40 "	15,000 "
Charbon de bois	25 "	9,000 "
Electrodes	0·5 "	180 "
Fonte	60 tonnes	22,000 tonnes

AGGLOMÉRATION DU MINERAI.[1]

Avant sa fusion dans le four électrique, le minerai broyé et concentré nécessitera sa mise en briquettes ou autre agglomération du même genre. M. G. C. Mackenzie déclare que la chose peut se faire très efficacement en contractant le minerai dans une machine de Dwight-Lloyd. On se servira à cet effet de 5 pour cent de carbone en plus du gaz ou autre combustible qu'on emploiera pour le grillage. J'ai supposé qu'on pouvait remplacer le 5 pour cent de carbone par 12 pour cent de sciure de bois.

CHARBON DE BOIS.[1]

La production de 25 tonnes de charbon de bois par jour entraînerait le grillage de 50 cordes de bois. Pour faire cette carbonisation il faudrait un four d'une dimension assez grande, et le procédé donnerait, comme résultat, de l'acétate de chaux qui est actuellement fort demandé. Le rendement de 50 cordes de bois serait:

10,000 livres d'acétate de chaux (=2,000 livres d'acétone).
400 gallons de méthylène.
2,500 boisseaux ou 25 tonnes de charbon de bois.

C'est à peu de frais qu'on pourrait expédier les produits dérivés au marché.

Dans le tableau des prix, on exige $10 pour une tonne de charbon de bois, mais à cause de la demande des produits dérivés de la distillation du bois dur, il peut se faire que $7 ou $8 la

[1] L'auteur désire remercier M. G. C. Mackenzie, de la Division des Mines, à Ottawa, pour les renseignements que celui-ci lui a fait parvenir concernant la concentration magnétique et l'agglomération, et M. J. S. Bates, des Laboratoires d'essences forestières, à Montréal, concernant la fabrication du charbon de bois.

tonne seraient des prix suffisamment élevés. A ce dernier prix, le coût de la tonne de fer serait réduit de 80 cents.

PRODUCTION DU FERROTITANE.

On obtient le ferrotitane par la fusion au four électrique des minerais ferreux à haute teneur en titane, et l'on devrait examiner si les tailings provenant de la séparation magnétique ou le laitier provenant des fourneaux peuvent être employés à cette fin. A. J. Rossi[1] donne la description des procédés employés pour la production industrielle du ferrotitane. La réduction, par le carbone, de l'oxyde titanique exige une température très élevée et l'on ne peut obtenir cette réaction que dans un four électrique. L'alliage qui en résulte contient de 5 à 10 pour cent de carbone et l'on peut s'en servir comme addition à la fonte ou à l'acier fortement carburé. On peut obtenir un alliage faible en carbone en réduisant le titane au moyen de l'aluminium métallique. Cette opération s'effectue dans un four électrique.

A ces fins, un minerai contenant environ 24 pour cent de titane et 35 pour cent de fer donnera satisfaction. On fait fondre l'aluminium métallique au four électrique et on lui ajoute le minerai titanifère. Au fur et à mesure que la charge se réchauffe, la réaction se produit avec incandescence vive, et le fer et le titane se changent en un alliage fondu, cependant que l'aluminium s'oxyde et se mèle au laitier. Si l'on se sert de carbure au lieu d'aluminium, on fait fondre la ferraille dans le four et l'on y ajoute une charge de minerai titanifère et de charbon de bois. Dans les deux cas on peut employer le fer métallique pour diminuer le pourcentage de titane dans l'alliage qui en résulte.

Au lieu du minerai naturel, Rossi emploie quelquefois un «concentré» qu'il produit en faisant fondre un minerai de fer titanifère avec du charbon de bois et du calcaire; il obtient ainsi une fonte et un laitier riches en titane et faible en silice qu'on peut employer dans la production du ferrotitane.

[1] A. J. Rossi, The manufacture of titanium and its alloys. Mineral Industry, vol. IX (1901), p. 715.

Dans le cas actuel, nous avons à notre disposition, comme résultat de la concentration magnétique, les tailings qui contiennent 19·7 pour cent de titane, 30·9 pour cent de fer et 11·4 pour cent de silice, de même que le laitier provenant de la fusion du fer et qui contiendra environ 34 pour cent d'oxyde titanique (20·4 pour cent de titane), 2 pour cent de fer et 14 pour cent de silice. On pourrait probablement se servir de l'un ou de l'autre pour la fabrication du ferrotitane. Le rapport le plus étroit du titane avec le fer se trouve dans le laitier; mais d'autre part, le contenu en chaux est plutôt élevé. Pour obtenir un ferro à haute teneur en titane, il vaudrait probablement mieux enlever des tailings le gros du fer en le fondant pour en avoir de la fonte et en employant le «concentré», qui en résulterait, pour produire le ferro-titane.

Comme il est désirable qu'on utilise ces tailings de même que l'énergie électrique et autres avantages, il semble que l'on pourrait entreprendre la production du ferrotitane; mais le marché pour l'écoulement de ce produit ne serait guère considérable.

MARCHÉ POUR LA FONTE.

On a démontré qu'on pouvait produire, à raison de $21 la tonne, une fonte dont la qualité devrait être égale à celle du produit suédois. De manière à réaliser un bénéfice, on serait obligé de vendre cette fonte environ $25 la tonne. L'auteur a appris que la fonte suédoise vaudrait au moins $50 la tonne rendue au Canada; mais les statistiques du commerce montrent qu'on importe très peu de fonte de Suède, et ce à un bas prix. Voici les rapports:

1909	235 tonnes	$4,900	($21 la tonne)
1910	112 "	$2,082	($19 ")
1911, 1912 et 1913, aucun rapport.			

Le tableau suivant donne l'importation de fonte et de fonte au charbon de bois durant les années dernières:

Importations pour la consommation.

					Prix.
1912	Fonte	201,058	tonnes	$2,495,859	$12,40
	" , charbon de bois	54	"	$ 618	$11.40
1913	Fonte	291,813	"	$3,813,034	$13.00
	" , charbon de bois	91	"	$ 1,183	$13.00
1914	Fonte	194,376	"	$2,672,941	$13.70
	" , charbon de bois	957	"	$ 12,904	$13.50
1915	Fonte	58,911	"	$ 725,989	$12.30
	" , charbon de bois	25	"	$ 275	$11.00

On remarquera que la quantité de fonte au charbon de bois qu'on a importée au Canada est très petite et que le prix de cette fonte est à peine égal à celui de la fonte fabriquée avec le coke.

Le tableau suivant donne les exportations de fonte (on ne fait ici aucune distinction avec la fonte au charbon de bois) du Canada durant les années dernières:

1910	6,346	tonnes	$228,183	$35.96	la tonne
1911	8,976	"	$298,346	$33.23	"
1912	5,716	"	$262,393	$45.90	"
1913	6,994	"	$330,002	$47.18	"
1914	9,310	"	$347,347	$37.31	"
1915	10,477	"	$126,975	$12.10	"

Il est clair que les exportations consistent principalement en petites quantités de fonte au charbon de bois, dont le prix est élevé, puisque cette fonte est évaluée à $35 ou $50 la tonne. La baisse subite du prix, en 1915, correspond avec la diminution de la production de cette fonte au charbon de bois; le rendement consistait en une fonte du plus bas prix et fabriquée au coke.

Ces chiffres démontrent que les fourneaux au charbon de bois au Canada ont produit une fonte susceptible d'être vendue à un prix élevé même aux Etats-Unis où presque toute la fonte a été expédiée.

L'auteur comprend, cependant, que les chiffres précités s'appliquent à une variété spéciale de fonte pour laquelle il fallait payer un prix démesurément élevé. Une fonte ordinaire au charbon de bois n'atteindrait pas, dans des conditions normales, un prix aussi élevé que $20 la tonne; mais il peut se faire que les fontes faibles en phosphore se vendent de $20 à $25 la tonne.

FONTE AU CHARBON DE BOIS.

Il y a plusieurs années on employait le charbon de bois à la fusion des minerais de fer pour la production du fer forgé, de l'acier ou de la fonte, et on l'emploie encore aujourd'hui dans la fabrication de fontes de qualités spéciales. Le coke étant moins coûteux, on s'en est servi pour remplacer largement le charbon de bois comme combustible dans les hauts fourneaux à fonte; mais pour plusieurs fins, le produit a moins de valeur. Le coke renferme généralement 1 pour cent de souffre et bien que la plus grande partie de cette quantité puisse disparaître avec le fondant si l'on emploie beaucoup de calcaire, le métal qui en résulte n'est pas aussi pur que celui que l'on fabrique avec ce combustible plus pur: le charbon de bois. En général, la fonte par le coke, faible en silicium, est forte en soufre; tandis que la fabrication de la fonte au charbon de bois peut se faire faible tant en silicium qu'en soufre. Avec nos avantages modernes, il est comparativement facile de purifier une fonte au coke pour lui donner l'apparence, dans un composé chimique, d'une fonte au charbon de bois; aussi est-il prédit que bientôt la fonte au charbon de bois n'existera plus. Cependant, d'aucuns qui connaissent très bien la fonte prétendent que la fonte au charbon de bois est supérieure à la fonte au coke même en mettant de côté la question de l'analyse chimique; une telle opinion est à peine scientifique à une époque où les gens sont peu enclins à admettre une croyance en quoique ce soit, même quand la chose semble vraie, à moins qu'on puisse nous fournir une explication raisonnable. J. E. Johnson[1] a publié une étude très intéressante au cours de laquelle il montre les différences inhérentes non seulement entre la fonte au charbon de bois et la fonte au coke, mais entre chacune des fontes au charbon de bois. Ainsi il déclare qu'en 1910 le fer fondu à l'air chaud, du sud et de l'est, se vendait de $23 à $33 la tonne, alors que la fonte au charbon de bois du lac Supérieur, dont l'analyse montrait la supériorité, sur le premier, pouvait à peine se vendre de $14 à $16 la tonne.

[1] J. E. Johnson, jun. "The effect of high carbon on the quality of charcoal iron," Trans Amer. Inst. Min. Eng., XLIV (1912), p. 314.

Certaines différences existent dans la fonte qui ne sont pas démontrées par l'analyse chimique, et nous sommes encore tenus de nous fier aux essais mécaniques ou autres pour juger de la valeur de cette matière.

FUSION AU HAUT FOURNEAU DU MINERAI DE SAINT-CHARLES.

On a consacré ce chapitre à l'étude de la possiblité de fondre le minerai de Saint-Charles au four électrique, mais il ne faut pas mettre de côté pour cela la possibilité de le fondre dans les hauts fourneaux ordinaires.

La concentration magnétique du minerai, suivie d'une agglomération opérée à l'aide de sciure de bois ou autre combustible à bon marché, rapportera un produit propre à être employé dans le haut fourneau en le mélangeant avec d'autres minerais. Le concentré aggloméré, qui peut coûter $3 la tonne, contient 56 pour cent de fer, 8 pour cent de titane et des traces de soufre et de phosphore. On pourrait l'ajouter à n'importe quelle charge de minerais non titanifères, et ce, jusqu'à concurrence de un huitième de la totalité de la charge, sans nuire au bon fonctionnement du fourneau et probablement pour en retirer une fonte meilleure. Pour produire une fonte faible en silicium, on pourra ajouter ce concentré aggloméré, jusqu'à concurrence de un quart de la charge entière, sans provoquer aucun embarras. Essayer de fondre une charge composée entièrement de cet aggloméré ou de parties égales de l'aggloméré avec d'autres minerais, serait s'exposer à avoir des ennuis quant à l'élimination du soufre apporté là par le coke à la basse température nécessaire à la fusion des minerais titanifères. Pour fondre une telle charge, un fourneau à charbon de bois ferait bien l'affaire et l'on obtiendrait une bonne qualité de fonte. Si l'on compare les avantages du haut fourneau à charbon de bois avec ceux d'un four électrique dans lequel on se sert de charbon de bois, il est probable qu'avec l'énergie électrique et le charbon de bois aux prix dont il est question dans ce chapitre, on puisse exploiter un four électrique au moins à aussi bon marché qu'un fourneau à charbon de bois,

et qu'on aurait en plus l'avantage qu'avec une provision limitée de charbon de bois, on pourrait fabriquer au delà de deux fois plus de fonte, et que cette fonte serait en quelque sorte plus faible en phosphore.

PRODUCTION DE L'ACIER AVEC LE MINERAI DE SAINT-CHARLES.

Le produit le plus important qu'on puisse fabriquer avec ce minerai sera une fonte au charbon de bois de très belle qualité qu'on utilisera dans le fer trempé et autres moulages semblables, et pour la production d'acier au creuset et autres aciers de première qualité. L'expérience qu'on a faite en Suède a démontré que la fonte faible en silicium, très faible en soufre et en phosphore, était particulièrement propre à la production d'acier de première qualité fondu dans les fours Siemens-Martin. Les gaz d'échappement que produit le four électrique sont combustibles; ils contiennent environ 70 pour cent d'oxyde de carbone. Comme valeur de combustible, ils représentent environ la moitié du charbon de bois que l'on emploie dans le fourneau. Par conséquent, si l'on employait les gaz de trois fours à fusion pour chauffer un petit four Siemens-Martin d'une capacité d'environ 10 tonnes, on pourrait fabriquer chaque jour, avec la fonte au four électrique et les riblons d'acier importé, quelque quarante tonnes d'acier. Il serait préférable, cependant, de se servir du four électrique pour la fabrication de l'acier et d'employer les gaz du four pour fourneaux à réchauffer les fours à chaux, etc.

On s'est efforcé, dans ce rapport, d'attirer l'attention sur la production de la fonte avec les minerais titanifères, parce que cela permettra d'employer le minerai dans la plus grande quantité possible, et aussi parce que l'opération, tant dans le haut fourneau que dans le four électrique, a été étudiée minutieusement au point de vue commercial. On s'est occupé également, sur une assez haute échelle au point de vue commercial, de la production de l'acier Siemens-Martin en partant de la fonte électrique. La production directe de l'acier, en fondant les minerais titanifères au four électrique, est un autre moyen

d'utiliser lesdits minérais, et J. W. Evans ainsi que l'auteur[1] ont démontré qu'on pouvait obtenir de cette manière, et à un prix modéré, une excellente qualité d'acier. Le procédé semble très avantageux dans la production d'acier à outils et de pièces de fonte. La *Tivani Electric Steel Company* possède deux fours électriques à réduction dans son usine à Belleville. La capacité du plus grand est d'une tonne, et l'on commencera les opérations commerciales aussitôt qu'on pourra y adjoindre les laminoirs et l'atelier des moulages d'acier.

CONCLUSION.

Il nous reste à tirer les conclusions suivantes relatives au gisement de magnétite titanifère près de Saint-Charles et la possibilité de l'employer dans la fusion électrique.

Le minerai est faible en souffre et en phosphore; sa quantité est suffisante pour permettre l'exploitation d'un four électrique pendant nombre d'années, et il est convenablement situé pour subir le traitement de cette manière; le seul obstacle à son usage est le 10 pour cent de titane qu'il contient.

Par le broyage, la concentration magnétique et l'agglomération, on peut obtenir, à raison d'environ $3 la tonne un produit mécaniquement propre à la fusion dans les hauts fourneaux ou les fours électriques, un produit plus faible en phosphore que le minerai original et contenant environ 8 pour cent de titane et 56 pour cent de fer.

On pourrait expédier ce produit à Sydney ou à une autre usine de hauts fourneaux et l'employer, jusqu'à concurrence de un huitième du mélange avec des minerais non titanifères, pourvu que le coût ne soit pas trop élevé. Une telle addition abaisserait le phosphore et améliorerait la qualité de la fonte produite.

On pourrait expédier le concentré aggloméré à environ 14 milles, par une voie ferrée qui fera partie du projet d'exploitation, jusqu'à un endroit à la tête du Saguenay navigable ou

[1] Evans, J. W., Jour. Can. Min. Inst. vol. IX, 1906, p. 128.
" " " vol. XV, 1912, p. 123.
Stansfield, A., "Tool steel direct from the ore in an electric furnace." Jour. Can. Min. Inst., vol. XIII, 1910, p. 151.
Stansfield, A., "The electric furnace," 1914, p. 256.

l'on pourrait construire des fours électriques (ou des hauts fourneaux au charbon de bois).

On peut fondre le concentré titanifère dans un four électrique ou dans un haut fourneau au charbon de bois, avec les fondants convenables, pour la production d'une fonte blanche faible en silicium et propre à la fabrication des moulages trempés ou de l'acier; mais il ne serait pas possible de produire avec ce minerai une fonte grise ou de fonderie.

Il est probable, si l'on en croit les résultats obtenus en Suède, qu'on pourrait exploiter un four électrique au moins à aussi bon marché qu'un haut fourneau au charbon de bois; on peut produire plus de fer avec une provision donnée de charbon de bois, et la fonte qui en résultera sera plus libre de phosphore si l'on emploie le four électrique pour la fabriquer.

Une usine complètes devrait posséder trois fours électriques de 4,000 chevaux. Elle produirait environ 60 tonnes de fer par jour ou 22,000 tonnes par année et utiliserait chaque jour: 140 tonnes de minerai brut ou 105 tonnes de concentré, 40 tonnes de calcaire et 25 tonnes de charbon de bois. Une telle usine coûterait environ $360,000 et nécessiterait une énergie de 12,000 chevaux.

On pourrait obtenir le charbon de bois en carbonisant 50 cordes de bois dur chaque jour dans un four érigé à proximité des fourneaux et de l'approvisionnement du bois. Une pulperie à sulfite est située au village adjacent de Jonquières. Les produits qui en dériveraient seraient 10,000 livres d'acétate de chaux (équivalant de 2,000 livres d'acétone) et 400 gallons d'alcool methylique par jour. On pourrait à bon compte expédier ces produits pour le commerce. On pourrait produire le charbon de bois au coût de $7 à $8 la tonne; mais on a alloué $10 dans les calculs du prix de revient.

Le coût total d'une tonne de fonte fabriquée d'après ce procédé serait d'environ $21. Ainsi, on pourrait probablement vendre la fonte avec bénéfice aux prix que l'on paye généralement pour une fonte de toute première qualité.

Le marché actuel au Canada, pour une fonte de prix, ne consommerait guère plus que le tiers du rendement en perspective; mais si l'on tient compte de la rapidité actuelle du déve-

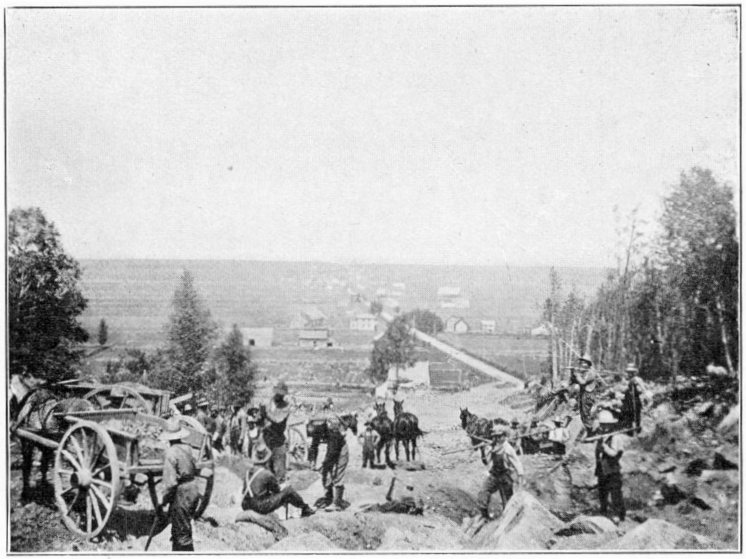
loppement dans ce pays, il semble probable que les proportions du marché auront augmenté d'ici à quelques années.

On pourrait convertir le tiers ou la moitié du rendement en un acier de première qualité, en se servant du four électrique ou d'un four Siemens-Martin chauffé par les gaz d'échappement du four de fusion, et en employant une quantité modérée de riblons d'acier.

On pourrait également se servir, en quantités modérées, du concentré magnétique pour la production directe de l'acier de première qualité, en appliquant le procédé Evans-Stansfield dans le four électrique.

Dans un four électrique, on peut utiliser en partie, les tailings provenant de la concentration magnétique du minerai pour la production du ferrotitane.

PLANCHE II.

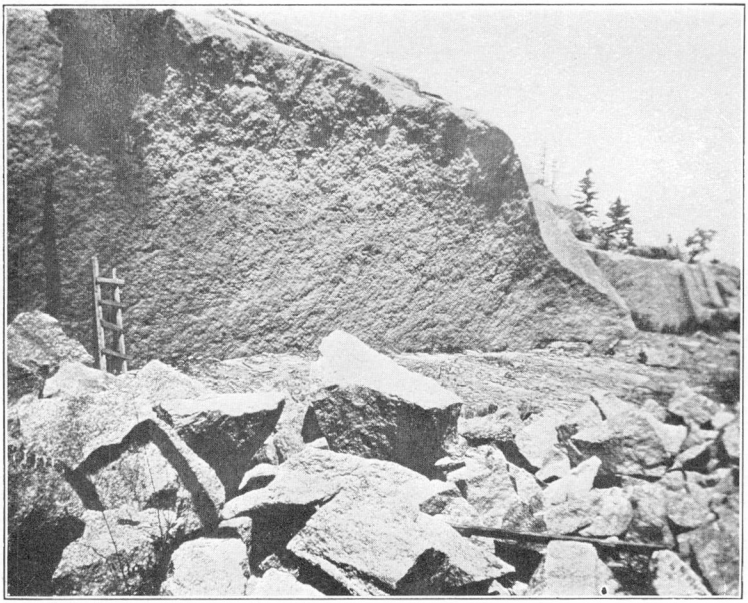


A.

Vue d'une section typique de la basse terre du lac Saint-Jean; paroisse de Saint-Prime, direction ouest de l'escarpe de faille de Côte Saint-Prime; canton d'Ouiatchouan, rang 11, lot 9.

B.

Chemin de campagne, basse terre du lac Saint-Jean; au fond, escarpe de faille de la Côte Saint-Prime; canton d'Ouiatchouan, rang I, lot 8.



A.

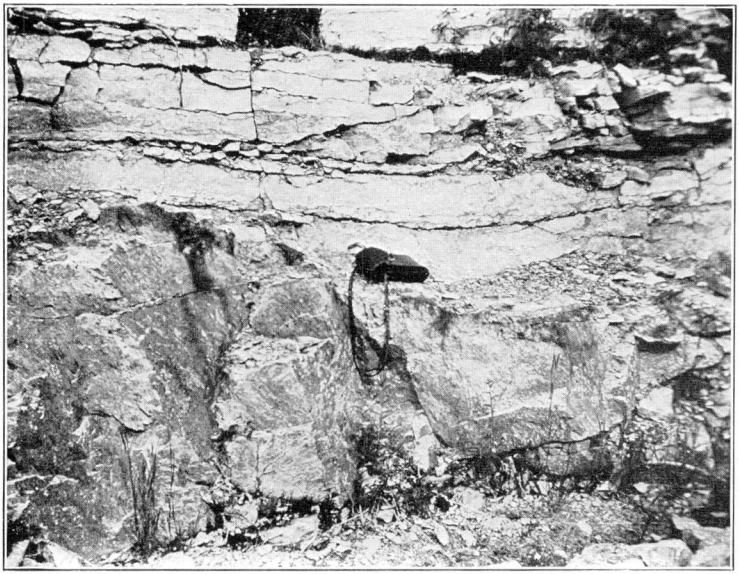
Carrière dans le granite massif, canton de Roberval, rang B, lot 5.

B.

Rive orientale du lac Saint-Jean, direction sud; canton de Roberval, rang A, lot 4. Les strates au premier plan sont redressées par une faille et détournées de la direction horizontale des strates qu'on peut voir en haut de cette photographie, à droite. Toutes se composent de calcaire de Trenton. A gauche, à l'horizon, on peut discerner l'escarpement qui forme l'avant de la haute terre, à une distance de dix milles.

A.

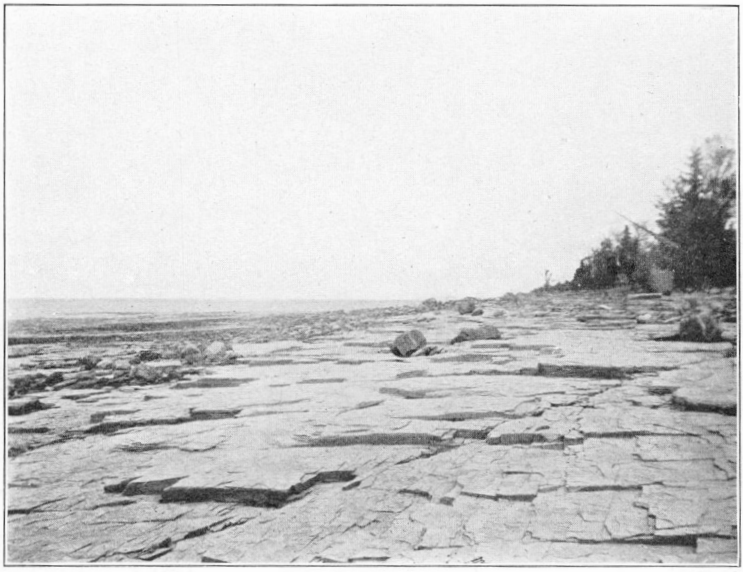
Calcaire de Trenton redressé par la faille de Côte Saint-Prime; canton d'Ouiatchouan, rang 1, lot 8.



B.

Contact entre le calcaire de Trenton et le granite du Roberval, chemin de fer Québec et lac Saint-Jean—Réserve des Sauvages, Pointe Bleue. L'étui de l'appareil photographique repose à la surface du granite. Le calcaire ne contient aucun conglomérat de base.

PLANCHE V.



Schistes d'Utica, Ile de la Traverse, du point nord-ouest de l'île en regardant vers l'est.

INDEX.

A.

PAGES
Acier provenant du minerai de St-Charles..... 76
Adams, F. D..... 2, 26, 55
Albanel..... 13
Alma, île..... 9
Analyses des concentrés, de la fonte et du laitier..... 66
" de la fonte..... 59
" " " et du laitier..... 66
" du minerai de fer..... 58
" du granite du Roberval.....27, 28
Anorthosite..... 2, 4, 26, 51
" distribution..... 26
" preuve de l'âge..... 27
" lithologie..... 26
" métamorphisme..... 27
" tectonique..... 27
Arbres et arbustes, liste des,..... 19
Archinacella..... 45
" subrotondata Ulrich et Scofield..... 42
Argile..... 4, 53
Ashuapmuchuan, rivière.....8, 9, 10, 18, 32

B.

Bachman, F. E..... 61
Baddeley, major général, R. E..... 1
Barlow, A. E.....47, 49
Basse terre, lac St-Jean..... 8
Bayfield, capitaine R. N..... 1
Beach, lac..... 49
Beatricea undulata..... 45
Belle, rivière..... 9
Bellerophon cf. B. subglobosus Ulrich..... 42
" esp..... 42
Bowron, W. M..... 59
Burling, L. D..... 50

C.

Calapoecia huronensis..... 45
Calcaire..... 54
" carrière de..... 4
Cambrien..... 21
Canada Steamships Company..... 13
Canadian Northern Railway..... 13
Catazyga headi..... 45
Ceraurus dentatus Raymond et Barton..... 42
Chalmers, R..... 47
Chambord, jonction.....13, 14, 15, 35, 54
Champlain, formation..... 52
Charbon de bois..... 70
" " " fonte au..... 74

PAGES

Charlevoix, canton de.....34, 39, 40
Chicoutimi.....12, 13, 20
" Pulp Company..... 18
" rivière..... 10
Columnaria alveolata..... 45
Communication, moyens de..... 13
Concentration du minerai de fer..... 57
Conclusion..... 77
Conditions agricoles..... 14
Connor, M. F..... 28
Côte Saint-Prime.....30, 31
Coût de la fabrication de la fonte par l'électricité..... 67
" d'une grosse tonne de fonte..... 68
Ctenodonta nasuta Hall..... 41
Cushing, professeur..... 29
Cyrtodonta parva? Ulrich et Scofield..... 41
Cyrtolites ornatus..... 45

D.

Denis, T. C..... 3
Desbiens, usines..... 14
Dulieux, professeur.....55, 56, 63

E.

Eccyliomphalus contiguus Ulrich..... 42
Éducation..... 20
Électrique, énergie..... 56
Electro-métallurgie pour utiliser le minérai de fer de St-Charles..... 56
Electro-métallurgie du minérai de fer et des concentrés de St-Charles. 65
Élektrometall, four.....63, 68
Endoceras proteiforme Hall..... 42
Eotomaria dryope Billings..... 43

F.

Failles..... 4, 29, 34, 40, 50
Fer, minerai de..... 5, 56
" nature et quantité du minerai de..... 56
Ferrotitane, production du..... 71
Fer, titanifère, minerais de, fusion des..... 58
Foerste, A. F..... 44
Forbes, D. professeur..... 59
Forces hydrauliques..... 5, 11
Forêt..... 17
Fossiles, liste des.....41, 42
Fusion du minerai de fer..... 56

G.

Géologie appliquée..... 53
" générale..... 21
" structurale et historique..... 50
Gin, Gustave..... 64
Girard, Jos..... 3
Giroux, N. J..... 2
Glaciaire, action..... 46
Glaciaire, période..... 52

PAGES

Glossograptus (Orthograptus) quadrimucronatus (Hall) 42
Grande-Décharge 9, 12
Granite 4
" pierre de construction 55
" carrière 4
Graviers 48
Grenville, formation 23, 51
" calcaire 4
" distribution 23
" lithologie 24
" tectonique 24
Grève, lignes de 48
Grnöwall, Assar 68

H.

Habitants 20
HaHa, baie 8, 32
Haanel, E 63
Hardanger, Norvège 63
Haut fourneau pour fusionner le minerai de St-Charles 75
Hébertville 14
" station 14
Helicotoma 45
Histoire géologique 50
Hormotoma bellicincta (Hall) 42
" esp 42
Hydrographie 9

I.

Île aux Couleuvres 43
" de la Traverse 38, 40

J.

Java 64
Johnson, J. E 74
Jonquières Pulp and Paper Company 18, 54

K.

Kaelin 11
Kames 49
Keele, Jos 53
Kenogami, lac 10
Kindle, E. M 38, 50
Koushpaganish, rivière 9

L.

Labrador, glace du 7
La Croix 15
La Doré 13
Laflamme, abbé 2, 10, 32, 33, 55
Langelier, J. C 18
Laurentien, étage 24, 51
" distribution 24
" lithologie 25

PAGES

Laurentien, métamorphisme 25
" tectonique 25
" gneiss 4
Leptobolus insignis Hall 42
Les Terres Rompues 53
Liopsira micul a 45
Logan, Wm., Sir 33, 40
Lophospira bicincta (Hall) 42
" peracuta Ulrich et Scofield 42
Low, A. P 46
Lyopora goldfussi 45

M.

MacIntyre Iron Company 61
Mackenzie, G. C 70
Marché pour la fonte 72
Metabetchouan, rivière 9, 12
" canton 24, 25, 38, 40, 41
Minerais, agglomération des 70
Minéraux, roche. Voir "Lithologie" .....
Mistassini, lac 21
" rivière 8, 12
Modiolopsis cf. concentrica 45
Moraines 48
Muskosibi, rivière 12

N.

Normandin, canton de 8, 13

O.

Oncoceras, esp 42
Ordovicien 4, 21, 52
Orthoceras 42
Orthodesma canaliculatum 45
Ortonella hainesi 45
Ouiatchouan, chutes 18, 34
" rivière 8, 12
" canton 25, 27, 49
Oxydiscus 45

P.

Palaeophyllum divaricans 45
Paléozoïque, ère 21
Peribonka 13
" rivière 9, 12
Petite-Décharge 9
Pholadomorpha pholadiformis 45
Phragmolites compressus Conrad 42
Pierre de construction 54
Pimonka, rapides de 8, 32, 49
Platystrophia clarksvillensis 45
Plectambonites sericeus (Sowerby) 42
Pointe Bleue 38, 41
Précambrien 21
Produits économiques 53

Q.

PAGES

Quaternaire, formation 46
" nature du 48
" distribution 46
Quebec Development Company 5, 14
" ville de 11

R.

Rafinesquina alternata (Emmons) 42
" minnesotensis Winchell 42
Raymond, P. E 38, 42
Récente, formation 52
Rhombotrypa quadrata 45
Rhynchotrema increbescens Hall 42
Richardson, James 1
Richmond, formation 43
" " corrélation 44
" " distribution 43
" " lithologie 43
" " métamorphisme 43
" " tectonique 44
Rivière aux Vases 53
" du Moulin à Baude 7
Roberval 13, 14
" formation 27, 51
" " distribution 27
" " lithologie 27
" " métamorphisme 29
" " tectonique 30
" canton 24, 27, 38, 41
" granite, composé chimique du 27
Rodsand, minerai 63
Rossi, A. J. 59, 60, 61
Ruedemann, M 42

S.

St-Félicien 13, 32
" Gédéon 14
" Jean, lac 11, 38
" Jérôme 13, 14, 39, 40, 48
" Joseph d'Alma 14
" Méthode 13
Ste-Marguerite, rivière 10
" " tranchée 7
Sable, rivière 10, 18
Saguenay, rivière 1, 9, 11, 53, 56
" tranchée 6
Sanford Hill, état de New-York 61
Sault-Ste-Marie 63
Scenella affinis Ulrich et Scofield 42
Scott, B. A., colonel 3
Shipshaw, rivière 9, 11
Silurien 21

PAGES

Stansfield, A. 3, 55
Streptelasma corniculum Hall 42
" rusticum 45
Stries, direction des 47
Stromatocerium horonense 45
Strophomena 45
" emaciata Winchell et Schuchert 42
" filitexta Hall 42
" ressemblant au sulcata 45
Sommaire et conclusions 4

T.

Tableau des formations 22
Tahistagama lac 10
Tectonique 50
Terres Rompues 5
Terradium huronense 45
Tetranota obsoleta (Hall) 42
Thaleops ovatus Conrad 42
Tombs, Guy 3, 16
Topographie 6
Travail précédent 1
Trenton, formation 31
" " âge et corrélation 39
" " distribution 31
" " lithologie 33
" " métamorphisme 33
" " procédé d'origine 38
" " tectonique 34
Triarthrus glaber Billings 42
Trochonema beloitense Whitfield 42
" rugosum? Ulrich et Scofield 42
" umbilicatum Hall 42
Troctolite 27
Trollhättan, Suède 64

U.

Utica, formation 38
" " âge et corrélation 41
" " distribution 38
" " lithologie 39
" " métamorphisme 40
" " procédé d'origine 41
" " tectonique 41

V.

Val Jalbert 14
Valin, rivière 8, 9
Vanuxemia dixonensis Meek et Worthen 41
" rotundata Hall 41

W.

Wissler, W. A. 61

PAGES

Y.

Young, G. A. 3

Z.

Zygospira recurvirostris (Hall) 41