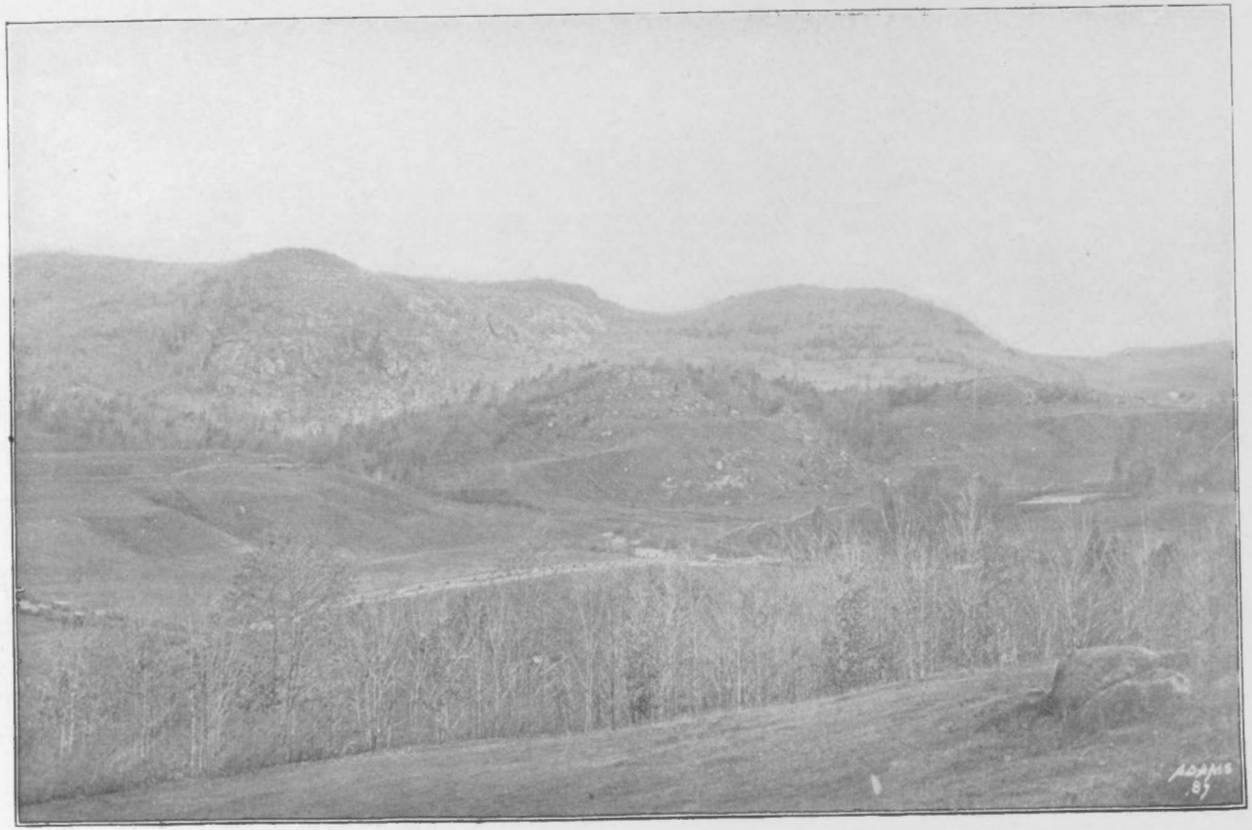


PLANCHE I.—CONTACT DE L'ANORTHOSITE ET DU GROUPE DE GRENVILLE, VU DE PIEDMONT, AUGMENTATION DES MILLE ISLES.

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
G. M. DAWSON, C.M.G., LL.D., F.R.S., DIRECTEUR.

RAPPORT

SUR LA

GÉOLOGIE D'UNE PARTIE DU MASSIF LAURENTIEN

SITUÉ AU

NORD DE L'ILE DE MONTRÉAL

PAR

FRANK D. ADAMS, PH.D., F.G.S., F.R.S.C.

OTTAWA
IMPRIMÉ PAR S. E. DAWSON, IMPRIMEUR DE SA TRÈS
EXCELLENTE MAJESTÉ LA REINE
1896

A George M. Dawson, C.M.G., L.L.D., F.R.S.,

Directeur de la Commission géologique du Canada.

Monsieur,—J'ai l'honneur de vous transmettre sous ce pli un rapport sur la géologie et les richesses industrielles de la partie de la région laurentienne située au nord de l'île de Montréal, avec une carte géologique de cette région.

Au printemps de 1885, je fus chargé par le Dr A. R. C. Selwyn, alors directeur de la Commission, de faire un examen géologique détaillé de ce district, dans le but de déterminer le véritable caractère et les relations des grandes masses d'anorthosite qui s'y rencontrent, et qui, d'après la supposition de sir William Logan, constituaient un étage supérieur du système laurentien. Ces roches, qui sont aussi développées sur une très large échelle dans plusieurs autres parties du laurentien, avaient attiré beaucoup d'attention en raison des gisements considérables de minerai de fer qu'elles contiennent ; mais leur véritable relation, croyait-on, pouvait être mieux déterminée dans cette région, dont la plus grande partie est d'un accès relativement facile, tandis que, vu qu'elle forme le prolongement vers l'est de la région de Grenville, déjà cartographiée par sir William Logan, elle promettait aussi d'apporter des additions importantes à notre connaissance du système laurentien en général. Je crois que ces espérances ont été réalisées dans une certaine mesure.

Les travaux d'exploration ont été exécutés durant des parties des étés de 1885, 1887, 1888 et 1889, et ils ont été complétés en 1891, après que j'eus quitté la Commission géologique pour accepter la chaire de géologie Logan à l'Université McGill.

Je n'ai pas examiné l'angle sud-ouest du massif, car il ne s'y rencontre pas d'anorthosites, et cette partie de la région a été soigneu-

sement examinée par Logan ; elle est comprise dans sa carte du district de Grenville, insérée dans l'Atlas qui accompagne la *Géologie du Canada*, publié en 1865. Cette partie a aussi été tout récemment examinée *de novo* par le Dr Ells, auquel je suis redevable de renseignements relativement à la distribution des calcaires cristallins dans cette partie de la région.

Les feuilles nord-ouest et sud-ouest de la carte des "Cantons de l'Est," publiées par la Commission géologique, et la carte régionale de la province de Québec, publiée en 1894 par le département des Terres de la Couronne de la province, ont été prises comme base des données topographiques de la carte qui accompagne ce rapport. Elle a été cependant corrigée et augmentée par les explorations plus récentes du gouvernement, ainsi que par de grandes explorations que j'ai faites moi-même. La publication d'une carte distincte pour accompagner le présent rapport est nécessitée par le fait que la région décrite est malheureusement située à la jonction de quatre feuilles de la carte géologique de la province de Québec, maintenant en cours de préparation, dont deux ne peuvent pas être prêtes à être publiées d'ici à quelques années.

Le travail pétrographique qui se rattache au rapport a été exécuté en partie à l'Université d'Heidelberg, et en partie au laboratoire pétrographique de l'Université McGill.

Avant que j'entreprisse mon exploration, une certaine quantité d'ouvrage avait été faite en différents temps dans cette région par divers membres de la Commission géologique. Sir William Logan, le Dr Sterry Hunt et M. John Lowe y avaient fait de courtes visites, un certain nombre de localités étant mentionnées par eux dans les premiers rapports de la Commission. Dans l'été de 1880, M. R. G. McConnell cartographia une superficie d'étendue considérable située dans la partie méridionale des comtés de Berthier, Maskinongé et Saint-Maurice, dont une petite portion est incluse dans la présente carte. M. H. G. Vennor et M. Lewis R. Ord ont aussi examiné des parties de la région en 1879-80.

Un court résumé des travaux de ces trois messieurs est contenu dans le compte rendu sommaire des opérations de la Commission géologique, par le Dr A. R. C. Selwyn, 1879-80, pages 3-5.

Mes plus sincères remerciements sont dus au professeur Rosenbusch, d'Heidelberg, pour l'aide et les conseils qu'il m'a donnés sur plusieurs sujets se rattachant à la pétrographie de cette région ; au professeur Carlyle, autrefois de l'Université McGill, aujourd'hui minéralogiste provincial de la Colombie-Britannique, qui m'a habilement assisté durant les campagnes de 1885 et de 1887, ainsi qu'à M. Walter C. Adams, B. S. A., M. Nevil Norton Evans, M. S. A., et au Dr B. J. Harrington, pour des analyses chimiques de roches, et à M. G. H. Garden, I.C., et à plusieurs autres qui m'ont aidé de diverses manières.

J'ai l'honneur d'être, monsieur,

Votre obéissant serviteur,

FRANK D. ADAMS.

MONTRÉAL, le 25 juin 1896.

NOTE.—*Les directions données dans ce rapport sont toutes rapportées au méridien vrai.*

RAPPORT

SUR LA

GÉOLOGIE D'UNE PARTIE DU MASSIF LAURENTIEN

SITUÉ AU

NORD DE L'ILE DE MONTRÉAL.

CARACTÈRES PHYSIQUES.

Le continent de l'Amérique du Nord, comme on le sait, s'est formé graduellement par l'accumulation de sédiments autour de certaines étendues de terre très anciennes, qui composent aujourd'hui la charpente de ce continent, et que l'on appelle ses protaxes. Parmi ces derniers, de beaucoup le plus étendu et le plus important est le grand protaxe septentrional qui constitue la contrée montagneuse bornant les plaines du Canada central au nord, sa limite méridionale s'étendant depuis le lac Supérieur, dans la direction du nord-est, jusqu'aux côtes du Labrador, tandis que dans la direction du nord-ouest, elle s'étend depuis ce lac presque jusqu'aux rivages de la mer Arctique.

Protaxe septentrional.

Ce grand centre ou noyau du continent américain, situé presque entièrement dans la Confédération du Canada, et embrassant tel qu'exposé une superficie d'environ 2,001,250 milles carrés,* constitue ce que l'éminent géologue autrichien Suess a appelé *Le Bouclier Canadien* ou *la bosse* de l'écorce terrestre, ainsi que la région la plus montagneuse le long des côtes du Labrador, et il est formé exclusivement de roches cristallines très anciennes.

La région qui fait le sujet du rapport actuel forme une partie de ce protaxe, étant située à son extrémité méridionale, qui ici court presque

---

* Cela ne comprend pas les étendues archéennes limitrophes et séparées qui se trouvent dans l'île de Terreneuve et dans les Etats de New-York et du Michigan, et ce calcul est basé sur l'hypothèse que les limites assignées au noyau dans les régions imparfaitement explorées de l'extrême nord par le Dr G. M. Dawson sont exactes. *Voir* G. M. Dawson, Notes pour accompagner une carte géologique de la portion septentrionale du Canada, Rapport annuel, Com. géol. du Canada, vol. II (N. S.), 1886.

parallèlement à la direction du fleuve Saint-Laurent, et est à environ vingt milles au nord de l'île de Montréal, tel qu'indiqué par la carte ci-annexée, laquelle comprend une étendue de 3,258 milles carrées, située dans les comtés d'Argenteuil, de Terrebonne, de Montcalm, de Joliette, de L'Assomption, de Berthier et de Maskinongé, dans la province de Québec.

Aspect de son relief.

Dans l'aspect de son relief, le district compris dans la carte ci-annexée présente une division bien dessinée : une grande plaine qui s'étend à travers sa partie méridionale, occupant la vallée du Saint-Laurent, et qui est supportée par des assises paléozoïques d'âge cambro-silurien, et une région accidentée ou montagneuse formée de roches archéennes au nord.

A partir du Saint-Laurent, la plaine s'élève graduellement en gagnant le nord-ouest, atteignant dans le massif en question, à sa limite septentrionale, une hauteur d'environ 300 pieds au-dessus du Saint-Laurent à Montréal. Elle est généralement couverte d'une épaisse couche de drift, de telle sorte que sur de vastes espaces l'on ne peut trouver aucun affleurement ; elle est bien arrosée, fertile et habitée par une nombreuse population agricole industrieuse et prospère.

S'élevant brusquement de cette plaine, l'archéen forme une ligne de collines qui s'étendent à travers le pays et lui donnent un caractère topographique très bien marqué. Ces collines sont parfaitement visibles du " Mont Royal," sur le versant duquel est bâtie la ville de Montréal dans l'angle de l'extrême sud-est de la surperficie comprise dans la feuille, lorsqu'on porte le regard vers le nord par un jour serein.

L'apparence qu'elles présentent lorsqu'on les voit de la plaine, à une distance de quelques milles, est indiquée dans l'esquisse ci-annexée, prise de près de l'angle méridional du canton de Brandon (planche II).

Ces collines constituent réellement l'extrémité ou la limite méridionale d'un grand plateau inégal, qui, cependant, comme la plaine, s'élève graduellement en gagnant le nord-ouest.

En général, on peut dire que si une ligne était tirée à travers le plateau, parallèlement à l'extrémité septrionale des plaines, et à peu près à mi-chemin entre la plaine et l'angle nord-ouest de la feuille, le district au sud de cette ligne aurait une élévation moyenne d'environ 1,000 pieds, tandis qu'au nord, la contrée atteint fréquemment une élévation de 1,500 pieds, et de 1,900 à l'extrême nord-ouest. Des montagnes isolées s'élèvent encore plus haut, comme, par exemple, la montagne Tremblante (planche II), qui est probablement le point le plus élevé de la région, et qui atteint une hauteur de 2,380 pieds au-dessus du niveau de la mer. En 1858, Logan a mesuré trigonométriquement la

Elévation du plateau.

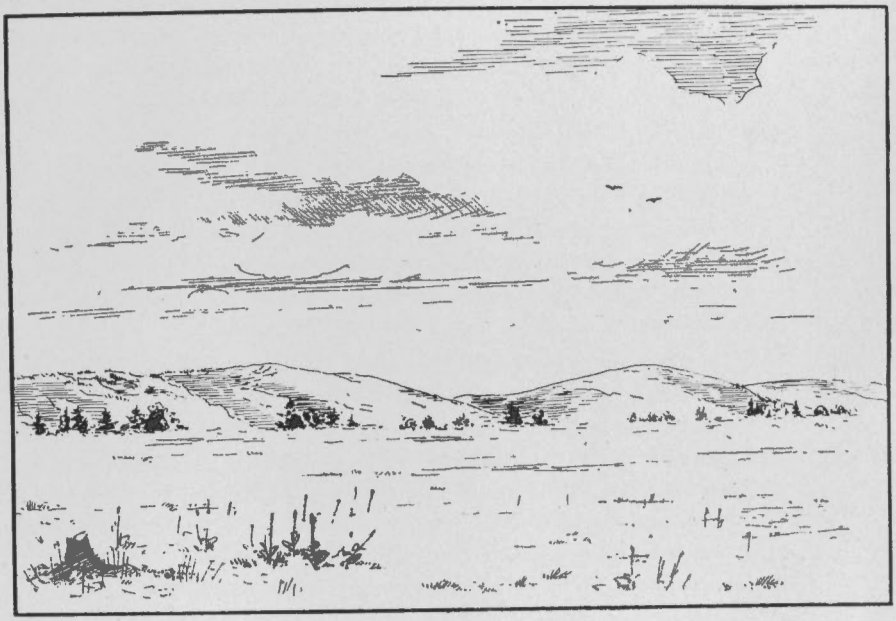


FIG. 1.—COLLINES LAURENTIENNES, PRÈS DE L'ANGLE MÉRIDIONAL DU CANTON DE BRANDON.

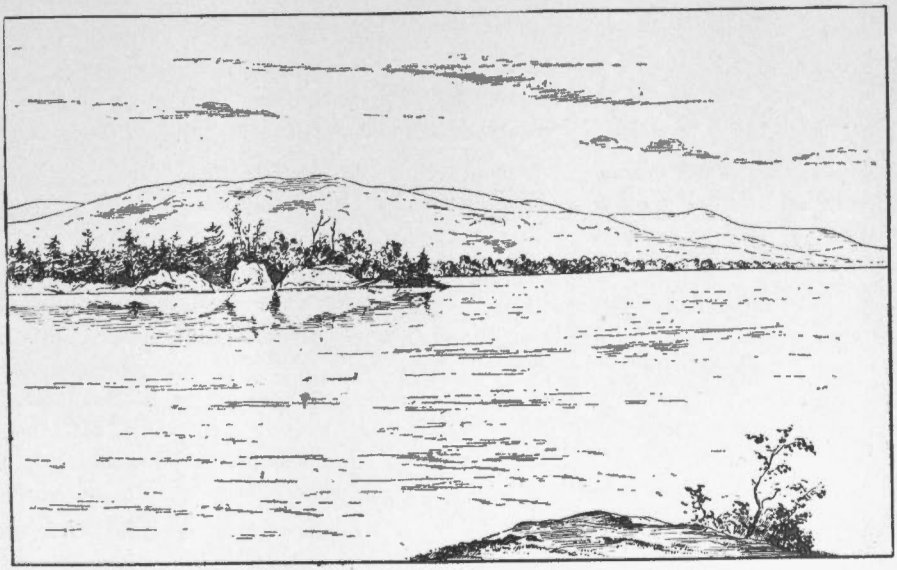


FIG. 2.—MONTAGNE TREMBLANTE, VUE DU CÔTÉ SUD-OUEST DU LAC TREMBLANT.

PLANCHE II.

hauteur de la montagne Tremblante au-dessus du lac Tremblant, et il a constaté qu'elle était de 1,713 pieds. Un calcul barométrique fait par le Dr Ells et moi a porté cette hauteur à 1,720 pieds. L'estimation de Logan de la hauteur totale de cette montagne, c'est-à-dire " environ 2,061 pieds au-dessus du lac Saint-Pierre," est cependant trop basse, car, à la Chute-aux-Iroquois, le chemin de fer est à 726 pieds au-dessus de Montréal, et le lac Tremblant est à 90 pieds au-dessous de la Chute-aux-Iroquois. Montagne Tremblante.

Aux environs de Sainte-Agricole aussi, les montagnes, d'après un calcul modéré, doivent atteindre une hauteur de 2,100 pieds, la partie centrale du canton d'Archambault, où cette localité est située, étant occupée par la montagne Noire, montagne d'accès si difficile, qu'en délimitant le canton on n'y a fait aucun arpentage.

Ce plateau archéen a une surface mamelonnée ou onduleuse remarquable, les dépressions étant généralement remplies par le drift, formant d'immenses plate-formes semées de lacs nombreux, grands et petits, pleins d'une eau limpide et constituant un des traits les plus caractéristiques de la région. Des bosses ou collines arrondies, usées par la glace, sortent du drift de tous les côtés. Ces collines s'élèvent rarement à une hauteur de plus de trois ou quatre cents pieds au-dessus du niveau moyen de la région et présentent, surtout aux endroits où le district a été ravagé par des feux de forêts, de grandes surfaces ou des sommets entiers de roche nue. Les lacs alimentent plusieurs rivières tributaires du Saint-Laurent, lesquelles coulent dans des vallées couvertes de drift dont les bords sont ordinairement disposés en magnifiques terrasses.

Le paysage, dans cette région laurentienne, est d'un type très prononcé. Tout en n'ayant pas, d'un côté, la grandeur et la sublimité des grandes contrées montagneuses du globe, et de l'autre, la beauté calme des plaines bien cultivées, il a cependant une certaine beauté pittoresque qui lui est propre, et présente un tableau remarquable lorsqu'il est revêtu du feuillage de l'automne. Quoique les versants des collines soient souvent cultivés, ce sont principalement les dépressions et les vallées des rivières qui permettent de coloniser la région et de la cultiver. En conséquence, les établissements y sont et y seront toujours nécessairement plus éparpillés que dans la plaine, et le sol, bien que produisant d'excellentes récoltes en plusieurs localités, y est généralement sablonneux et moins fertile que celui des plaines. Cependant, ce district supporte aujourd'hui une population agricole courageuse et contente, laquelle, sauf dans l'angle sud-ouest de la région, est presque exclusivement d'origine française, et, chaque année, la colonisation s'étend plus avant dans les forêts encore sauvages du nord. Caractère de la région.

Altitude de points importants.

Le tableau suivant est une liste des hauteurs de quelques-uns des points les plus importants de la région. Ces points, ont été mesurés, à l'exception de la montagne Tremblante mentionnée plus haut, au moyen d'instruments, et ce mesurage a été fait lorsqu'il s'est agi de la construction des chemins de fer Canadien du Pacifique, du Montréal et Occidental, et du Grand Nord. Le point de repère adopté est celui du chemin de fer Canadien du Pacifique, qui est à dix-neuf pieds au-dessus du seuil de l'ancienne écluse à l'entrée du canal de Lachine, dans le port de Montréal. Cette ligne de repère est à 30·61 pieds au-dessus du niveau moyen du golfe Saint-Laurent établi par Steckel.

Dans le tableau suivant, cette correction a été faite, 31 pieds étant ajoutés dans chaque cas à la hauteur du point donné par les chemins de fer.

Altitude de divers points sur les lignes des chemins de fer Canadien du Pacifique, de Montréal et Occidental, et du Grand Nord, au-dessus du niveau moyen de l'océan, d'après Steckel, dans le golfe Saint-Laurent :—

Grenville	221	pieds.
Lachute	241	"
Sainte-Thérèse	126	"
Saint-Jérôme	314	"
Shawbridge	605	"
Jonction de Montfort	531	"
Piémont	555	"
Sainte-Adèle	641	"
Sainte-Marguerite	911	"
" Deep-Rock-Cut " (M. et O.)	1031	"
Lac la Fourche	1014	"
Sainte-Agathe	1243	"
Sommet près de Saint-Faustin	1406	"
Saint-Faustin	1261	"
Saint-Jovite	711	"
Lac Sam (surface)	750	"
Chute-aux-Iroquois (niveau de la voie)	757	"
Rapides des Trois-Sœurs (aux eaux basses)	728	"
Montagne Tremblante	2380	"
Sainte-Sophie	274	"
New-Glasgow	367	"
Berge de la rivière Ouareau, 300 pieds en amont du pont—moulins de McLaren, Grande-Ligne	266	"

GÉOLOGIE ARCHÉENNE.

APERÇU GÉNÉRAL.

La partie de la région occupée par le système archéen repose généralement sur des assises de gneiss, présentant de grandes variétés, tant dans la structure que dans la composition, et auxquelles sont associés des calcaires cristallins, des quartzites, etc. Ces roches appartiennent à la *Série de Grenville* de sir William Logan,* et sont d'âge laurentien. Dans certaines parties du massif, cependant, il y a de grandes étendues de gneiss à orthose de caractère beaucoup plus uniforme, et sans calcaires ni quartzites. Cette formation est rapportable, dans certains cas au moins, au *gneiss fondamental* de Logan, qu'il croyait supporter la série de Grenville et former l'étage inférieur du système laurentien. Aperçu général.

Se frayant un passage à travers ces gneiss, et, dans certains cas, associées ou interstratifiées avec eux, apparaissent plusieurs masses d'anorthosite, dont la plus considérable, de beaucoup, est celle que l'on peut, pour plus de facilité de description, appeler l'anorthosite de Morin, et qui couvre une superficie de 990 milles carrés. Deux épanchements importants de roches acides, l'une de granit et l'autre de syénite, se rencontrent aussi dans le district.

Dans le rapport actuel, il est démontré que les anorthosites sont des roches irruptives, et elles sont séparées du laurentien proprement dit. Le nom de laurentien est donc employé pour embrasser le gneiss fondamental, qui, bien qu'il soit essentiellement d'origine interne ou ignée, autant qu'il est possible de le constater aujourd'hui, contient peut-être des éléments altérés associés à beaucoup de matière de même nature injectée.

GNEISS LAURENTIENS ET LEURS ROCHES ASSOCIÉES.

RELATIONS STRATIGRAPHIQUES.

Série de Grenville.

Les roches qui composent le laurentien dans cette partie du protaxe possèdent ordinairement une disposition plus ou moins distincte sous forme de bandes, de couches ou de lits qui alternent les uns avec les autres. Pour conserver une attitude purement objective, l'expression "bande" sera employée plutôt que celle de "lit," ce dernier terme

* *Géologie du Canada*, 1863, p. 890.

étant ordinairement associé à l'idée d'une origine sédimentaire, ce qui, dans le cas actuel, ne doit pas pour cela être considéré comme admis.

Disposition par bandes des roches.

Cette disposition par bandes est souvent remplacée par une foliation provenant de l'arrangement parallèle des grains individuels des divers éléments constituants de la roche, sans disposition distincte de ces derniers en bandes. Dans tout district où la disposition par bandes et la foliation se rencontrent simultanément, leur direction coïncide ordinairement, et on les trouve souvent dans la même roche.

Dans la partie orientale de la région, dans les cantons de Joliette, de Brandon, de Peterborough et de Chapleau, ainsi que dans la contrée s'étendant au nord de ces cantons, ces roches laurentiennes reposent à plat, ou à peu près. Plus loin à l'ouest, comme on le voit dans les coupes qui accompagnent la carte, il y a une succession de basses ondulations, tandis que dans la partie occidentale de la région, elles forment une série de plis aigus avec plongements presque verticaux, la direction variant en différents endroits du nord-est au nord-ouest.

Gneiss reposant à plat.

L'étendue orientale de gneiss reposant à plat, avec intercalation accidentelle de bandes de calcaires cristallins et de quartzites, se prolonge vers le nord-est bien loin au delà des limites de la région comprise dans la carte, couvrant dans cette direction une très grande superficie traversée par la rivière Mattawin, la rivière du Loup et d'autres cours d'eau plus petits, qui se fraient un passage à travers ces roches presque horizontales, et le long des berges desquels, de temps à autre, ainsi que dans les falaises bordant plusieurs des petits lacs qui alimentent ces cours d'eau, on trouve de bonnes coupes, représentant souvent une puissance, en ligne verticale, de deux à trois cents pieds. D'un autre côté, sur la surface plus unie de la contrée, les roches qui affleurent sont naturellement de caractère relativement uniforme. Dans cette région, couvrant une étendue d'au moins 750 milles carrés, les gneiss reposent souvent tout à fait à plat, tandis que des plongements sous des angles peu élevés, excédant rarement 30°, prédominent partout.

Dans plusieurs localités, l'allure du pendage varie rapidement de place en place, et l'on observe dans les gneiss reposant à plat de basses ondulations courant tantôt dans une direction, tantôt dans une autre. Toute cette superficie semble une croûte comparativement mince, qui se serait déposée sur une masse fondue ou fluide sous-jacente, ou que cette dernière aurait supportée.

Granit à batholite.

Ce qui démontre qu'en toute probabilité tel était réellement le cas, c'est la présence, au-dessous des gneiss, dans la partie méridionale de

ce district, d'une grande étendue de granit, dont nous voyons une portion à l'angle nord-est de la superficie comprise dans la carte. Cette étendue semblerait représenter une masse de granit batholitique très considérable, supportant la région en question, pas beaucoup au-dessous de la surface, et que l'érosion a partiellement découverte ici.

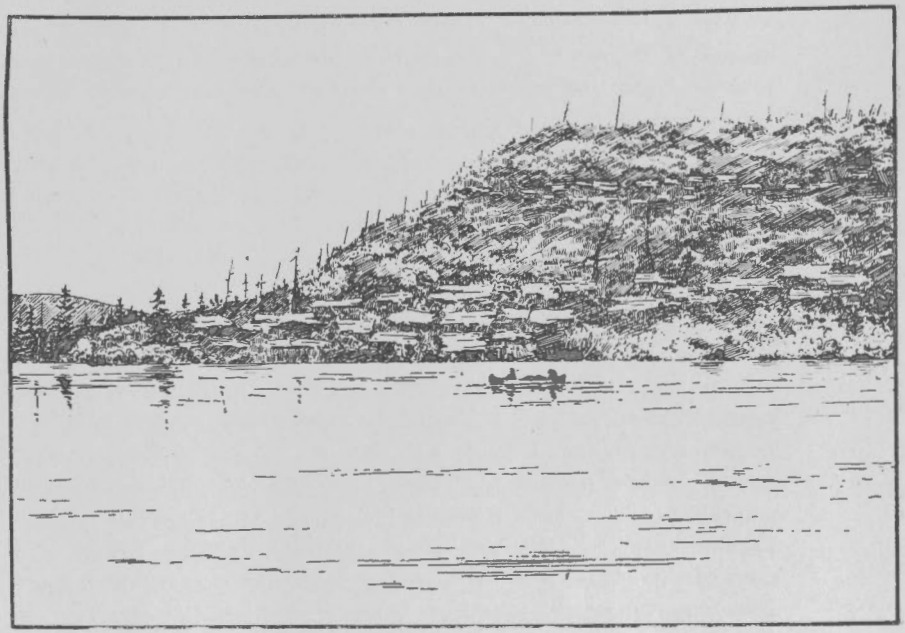


Figure 1.—Gneiss horizontal près des rapides des Cèdres, rivière Mattawin, Qué.

La figure 1 est une esquisse représentant une falaise de ces gneiss presque horizontaux immédiatement en aval des rapides des Cèdres, sur la rivière Mattawin, à environ vingt milles au delà de la limite septentrionale de la région embrassée par la carte ci-annexée.

La planche III est une photographie d'une autre falaise, formée dans le cas actuel de quartzite grenatifère blanche, intercalée de bandes de gneiss à sillimanite grenatifère, dans les limites de la carte, à environ deux milles au nord-ouest de Saint-Jean-de-Matha.

Dans la région comprise dans la carte, on n'a pas trouvé de calcaires dans le laurentien à l'est de Sainte-Emilie ou de Sainte-Béatrice, mais dans le prolongement de ce district vers le nord au delà des limites de la carte, l'on a trouvé des bandes de calcaire cristallin dans un certain nombre d'endroits très éloignés les uns des autres, dans les gneiss horizontaux le long de la rivière Mattawin, et vers les sources

de la rivière du Loup. Dans une certaine localité, à trois milles au nord-ouest des rapides de Lacroix, sur la rivière Mattawin, des gneiss rougeâtres et grisâtres interstratifiés de quartzites se présentent en couches horizontales, avec des bandes de calcaire cristallin blanc, parfaitement pur dans certaines places, et renfermant ailleurs des grains de serpentine et des écailles de mica.

Calcaires cristallins.

A un endroit, dans une falaise s'élevant sur le bord d'un lac, l'on a observé plusieurs bandes de calcaire, les unes au-dessus des autres dans le même affleurement. Trois de ces couches avaient respectivement trois, quatre et huit pieds d'épaisseur. A un autre endroit, à un demi-mille plus loin, on a vu deux bandes de calcaire dans un affleurement semblable, celle de dessus ayant six pieds de puissance, tandis que celle de dessous exposait une épaisseur de vingt pieds, la limite inférieure n'étant pas visible. Nous pouvons suivre ces bandes horizontalement dans le flanc de la falaise sur une distance d'un demi-mille.

Entre Sainte-Emilie, Sainte-Béatrice et Radstock, à l'est, et l'anorthosite de Morin à l'ouest, le laurentien est affecté par une série de plis, qui sont renversés vers le sud, et dans cette région, le calcaire cristallin affleure à un certain nombre d'endroits. Cependant, la plupart des affleurements semblent appartenir à une même couche que les ploiements ramènent à plusieurs reprises à la surface, et dont la direction coïncide avec celle des gneiss environnants. (Voir les coupes accompagnant la carte.) De larges bandes d'anorthosite se rencontrent aussi dans ce district. Vers sa limite méridionale, le long de l'extrémité du paléozoïque, dans les cantons de Rawdon et de Kildare, le gneiss est orienté presque nord et sud, mais en gagnant le nord le long de la limite orientale de l'anorthosite de Morin, il se tourne graduellement vers l'ouest ; le gneiss s'entortille alors autour de la masse d'anorthosite jusqu'au lac des Iles, où il se dirige N. 75° O.

La direction du gneiss concorde avec celle de la limite de l'anorthosite.

Dans la grande masse de gneiss qui pénètre du nord dans l'anorthosite, et où reposent les vallées du lac Archambault, du lac Ouareau et d'un certain nombre de nappes d'eau plus petites, l'on observe une concordance semblable entre la direction du gneiss et celle de la limite de l'anorthosite. Au nord-est du lac Croche et sur le bras nord-est du lac Ouareau, la direction moyenne est à peu près N. 20° E., tandis que sur le côté ouest du lac Ouareau, au nord de Saint-Donat et aux environs du lac Lafrenaye, situé vers le centre du canton de Lussier, elle est en moyenne à peu près N. 55° O. Cette direction au nord-est est restreinte à l'extrémité qui se trouve immédiatement à l'ouest de l'anorthosite, car au nord-ouest du lac Croche, elle a de nouveau tourné à l'ouest.

PLANCHE III.—FALAISE DE QUARTZITE GRENATIFÈRE BLANCHE, INTERSTRATIFIÉE DE GNEISS GRENATIFÈRE SE ROUILLANT À L'AIR—2 MILLES AU N.-O. DE ST. JEAN-DE-MATHA.

L'influence de l'allure du gneiss sur la forme et la situation des lacs et sur la direction des cours d'eau est aussi très accentuée dans cette région ; elle se manifeste particulièrement bien en déterminant le cours de la rivière L'Assomption et la forme du lac des Iles, du lac Croche, du lac Lafrenaye et du lac Pembina. Elle est aussi très marquée dans la bifurcation du lac Ouareau, correspondant à un changement d'allure dans le cours de la rivière Ouareau entre les lacs Archambault et Ouareau, et dans la position du lac Archambault lui-même. Elle détermine la direction des cours d'eau.

A l'angle nord-ouest de la superficie couverte par la carte, la direction du gneiss continue à suivre le contour de la masse d'anorthosite de Morin, étant N. 20° E. sur la rivière du Diable (*Devil's River*), immédiatement au nord du contact de l'anorthosite, et N. 5° O. dans des affleurements à environ deux milles des fourches de la rivière, plus au sud, dans le canton de Grandison.

Plus loin au sud, dans le canton de Wolfe, le gneiss est plus massif, de sorte qu'il est difficile d'en déterminer la direction ; mais au lac Gauthier, sur la ligne qui sépare Grandison de Wolfe, elle est N. 20° E., suivant encore la ligne de contact. Sur la plus grande partie de l'augmentation des Mille-Isles, plus loin au sud, l'allure générale est nord-est, mais dans le voisinage de la masse d'anorthosite de Lakefield, elle tourne au nord-ouest, suivant la direction de la masse en question.

Entre Saint-Jérôme et New-Glasgow, la direction, d'abord nord-est, tourne vers le nord à mesure que l'on approche de la dernière localité ; tandis qu'à l'est de New-Glasgow, un coin de gneiss se dirigeant vers le nord pénètre dans l'anorthosite de Morin sur une distance de quinze milles, la partageant en deux juste avant qu'elle disparaisse sous les couches paléozoïques des plaines.

Dans certaines parties de la masse d'anorthosite de Morin, comme nous l'expliquerons, la foliation a aussi été produite par la pression dans l'anorthosite même, qui a été primitivement une roche massive à gros grains, ainsi qu'on peut le démontrer. Les plans de cette foliation courent aussi parallèlement aux limites de la masse, sauf le long de son rebord méridional près de Saint-Sauveur, où l'anorthosite recoupe les gneiss et les calcaires de la série de Grenville, la direction de la foliation traversant la ligne de contact du gneiss avec l'anorthosite. Foliation produite par la pression.

Il devient donc évident que, à l'exception du cas qui vient d'être mentionné, les plans de foliation du gneiss courent autour de la masse d'anorthosite, suivant les sinuosités de ses limites, et que ce n'est pas là une structure tout à fait primitive en conséquence de laquelle la masse d'anorthosite a pris son contour actuel, mais qu'elle est en partie au moins secondaire, ayant été causée par la forte pression à laquelle les deux roches ont été soumises après l'épanchement de la

masse d'anorthosite, pression qui a provoqué un certain mouvement dans les deux roches. Ce mouvement a été accompagné d'un certain étirage, allongement ou épanchement de la formation gneissique le long du bord de l'anorthosite, ainsi qu'on le voit bien surtout dans le changement subit de direction des gneiss le long de la bordure immédiate de la masse d'anorthosite, aux environs du lac Croche et au nord-est du lac Ouareau.

Etirage de la série gneissique.

Qu'un étirage de la série gneissique ait eu lieu, la chose est aussi clairement prouvée en plusieurs endroits où le gneiss à orthose quartzeux ordinaire alterne avec des bandes de granulite pyroxénique foncée ou d'amphibolite. Dans ces cas, on voit souvent que les bandes foncées ont été rompues, les morceaux détachés étant disposés en ligne suivant la direction de la roche, et l'on peut voir clairement qu'ils constituaient primitivement des parties de la même bande par le fait que les extrémités des morceaux adjacents s'adaptent entre elles.

L'esquisse suivante, prise dans un affleurement situé sur la rivière au Cyprès (*Cypress River*), à une faible distance au delà de la limite septentrionale de la région qui figure sur la carte, explique cela parfaitement. Là, il y a des affleurements considérables de gneiss à orthose quartzeux rougeâtre à grain fin, accompagnés de bandes d'amphibolite pyroxénique foncée, toute la série étant très étirée, à cause d'une grande courbe que décrit la ligne de direction des gneiss de ce district, par laquelle ils se replient sur eux-mêmes. Par suite de cet étirage, les bandes d'amphibolite ont été rompues, ainsi que l'indique la figure 2, tandis que le gneiss à orthose quartzeux, possédant un certain degré de plasticité, non seulement s'étire, mais remplit les espaces entre les fragments détachés des bandes d'amphibolite.

Figure 2.—Bandes d'amphibolite pyroxénique dans un gneiss à orthose quartzeux séparées par l'allongement de la série. Rivière au Cyprès (*Cypres River*). Echelle, 1 pouce = deux pieds.

Le même phénomène a été observé dans des centaines de cas, non seulement dans la région que nous examinons dans le moment, mais ailleurs dans d'autres parties très éloignées du laurentien. Si la pression est tellement intense qu'un élément quelconque de la série en est rompu, c'est toujours la roche basique qui se montre la moins plastique, tandis que les roches fortement quartzeuses se prêtent à la tension par des mouvements plastiques. Parfois, cependant, ces roches basiques elles-

mêmes subissent un allongement très considérable avant de se rompre. On peut quelquefois observer cet étirage dans les gneiss reposant presque à plat de la partie orientale de la région qu'embrasse la carte, les fragments, dans cette partie, se séparant dans une direction horizontale comme poussés par une force horizontale tendant à les rompre, comme celle qui aurait pu s'exercer si les gneiss avaient été étirés sur le granit à batholite sous-jacent, soit par une pression de haut en bas due à une grande pesanteur de la roche sus-jacente, depuis disparue, soit par une force ascensionnelle exercée par la montée du magna du granit.

Séparation des bandes de roches basiques.

Dans la région de ploiements du district situé plus loin au sud-ouest, cette rupture des bandes de roches basiques devient plus accentuée et très frappante, et semble la règle invariable partout où des roches de cette nature sont associées à des gneiss quartzeux et où toute la série est ployée ou tordue.

Le même phénomène se voit très bien dans le cas des minces bandes de gneiss, que l'on trouve si fréquemment interstratifiées avec les bandes de calcaires. Ici, sous l'influence de la pression, le calcaire est la plus plastique des deux roches, et le gneiss, aussi plastique à un moindre degré, se courbe sous des formes singulièrement compliquées ; mais lorsque les mouvements deviennent trop grands, il est rompu en fragments recourbés et repliés, lesquels, émergeant de la surface exposée à l'action de l'atmosphère, donnent à la roche une apparence très remarquable et caractéristique.

Failles.

Il peut paraître quelque peu extraordinaire, vu les ploiements auxquels ces roches ont été soumises, qu'il n'y ait pas un plus grand nombre de failles. Cependant, elles semblent rares, bien que dans ces massifs de roches cristallines contournées, leur existence ne soit pas facilement reconnaissable. Nous n'en avons remarqué que deux, bien que nous ayons conjecturé qu'il en existait d'autres. La première de ces failles se trouve au barrage construit sur la rivière Ouareau, à l'endroit où elle sort du lac Ouareau. Là, deux masses de gneiss à orthose rouge, avec bandes de quartzite interstratifiées, se réunissent, l'une se dirigeant N. 10° O. et l'autre N. 40° E., toutes deux plongeant vers le sud sous un angle élevé. C'est là, on le remarquera, une partie de la région où la compression du gneiss a dû être spécialement forte, la direction ordinaire vers le nord-ouest de la roche encaissante étant tournée vers le nord-est le long de la bordure de la masse d'amorthosite.

La seconde faille que nous avons observée se trouve sur le chemin reliant New-Glasgow et Saint-Calixte de Kilkenny, à environ six milles en droite ligne de la première localité, et au contact du gneiss avec

l'anorthosite, où une faille occupe probablement le lit de la rivière L'Achigan, une bande remarquable de gabbro courant jusqu'à la rivière, où elle disparaît.

Conditions de dislocation.

Le ploiement plutôt que la dislocation de ces roches ne semble pas être aussi remarquable lorsqu'on se rappelle que les mouvements auxquelles elles ont été soumises se sont produits lorsqu'elles étaient profondément enterrées, et, en conséquence, lorsqu'elles portaient un poids très lourd. Heim a démontré que des ploiements plutôt des failles étaient le résultat de ces conditions dans les Alpes. Ces roches, lorsqu'elles ont été soumises à ces mouvements, se trouvant dans une condition de forte chaleur, comme nous le démontrerons en parlant des anorthosites, ont probablement contribué au même résultat.

Canton de Brandon.

L'alternance des diverses variétés de gneiss à orthose les unes avec les autres se manifeste spécialement bien dans le canton de Brandon, où il y a aussi de très nombreuses et très puissantes couches de granulite pyroxénique, ainsi que plusieurs bandes d'anorthosite (p. 135 J) concordant avec la direction générale. En conséquence, le canton mérite une courte description spéciale.

Les dix premiers rangs sont pour la plupart défrichés et colonisés, tandis que les deux derniers sont encore en grande partie couverts de forêts, le terrain s'élevant au nord, où il est plus rugueux. Malheureusement, une grande étendue de la partie sud-est est fortement couverte de drift, de sorte que sur des espaces considérables l'on ne peut voir aucun affleurement. Un caractère frappant de la partie orientale du canton est la magnifique nappe d'eau connue sous le nom de lac Maskinongé, avec sa grande vallée de drift à surface unie, se prolongeant vers le nord à travers les 8e et 9e rangs, et indiquant une extension beaucoup plus grande du lac dans cette direction dans les temps post-glaciaires.

Le lac Corbeau et le lac Noir, ainsi qu'on le voit par la présence de drift semblable dans leurs vallées, ont aussi été des nappes d'eau beaucoup plus considérables dans les temps anciens. Le canton est croisé par de nombreux chemins qui permettent d'avoir accès presque partout, et vu la manière dont il est délimité—les rangs se dirigeant nord-est et sud-ouest, tandis que les roches sont orientées vers le nord-ouest—les chemins reliant les rangs constituent une série de lignes de coupe traversant directement cette allure.

D'après sa structure géologique, on peut diviser le canton en deux parties, l'une comprenant les deux tiers nord-ouest, et l'autre, la partie sud-est, comprenant l'autre tiers. La partie nord-ouest est occupée par une synclinale évasée, les roches se dirigeant vers le nord-ouest, celles de la moitié orientale du canton plongeant sous des angles peu élevés,

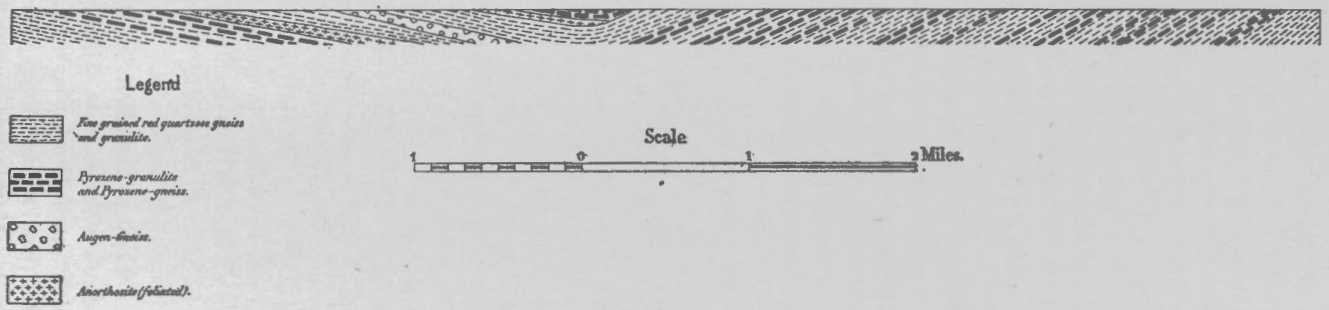


Figure 3.—Coupe à travers le canton de Brandon sur une ligne entre les rangs VIII et IX

LÉGENDE.—Gneiss quartzeux rouge à grain fin et granulite.
Granulite et gneiss pyroxéniques.
Gneiss œillé.
Anorthosite feuillée.

ayant en moyenne environ 25°, vers le sud-ouest, tandis que celles de la moitié occidentale plongent vers le nord-est sous des angles d'environ 15° (voir la coupe ci-annexée, fig. 3). Dans les deux rangs supérieurs, les strates, sur des espaces considérables, sont parfaitement unies, et nulle part nous n'avons observé de plongement dépassant 15°. Outre les plongements réguliers nord-est et sud-ouest ci-dessus mentionnés, nous voyons souvent de légères ondulations des assises dans le sens de l'allure, de sorte que dans les affleurements isolés, nous pouvons parfois observer des plongements au nord-ouest ou au sud-est.

Roches occupant la synclinale.

Les roches occupant cette synclinale consistent en gneiss très variés, en granulites à grain fin et en gneiss feuilletés, en gneiss œillés, en gneiss grenatifères de différents genres, accompagnés de gneiss à sillimanite accidentels ; aussi en fortes bandes de granulite pyroxénique et d'amphibolite pyroxénique, avec des bandes de quartzite et trois bandes d'anorthosite. La figure 3 représente une coupe prise à travers le canton, le long de la ligne séparant les rangs VIII et IX, distance de huit milles, et des descriptions pétrographiques des diverses roches sont données aux pages 41 et 81 J. Ces différentes roches ont la forme de bandes distinctes ordinairement nettement définies. Aucun calcaire ne se rencontre dans ce canton. Les roches, comme la granulite et la granulite pyroxénique, par exemple, alternent souvent en couches beaucoup trop minces pour être cartographiés séparément, et les masses isolées, même lorsqu'elles sont de fortes dimensions, s'amincissent fréquemment ou changent leur caractère dans le sens de la direction, et la couche de drift qui recouvre le bassin du lac Maskinongé empêche de constater si les divers groupes de roches reconnus dans la moitié occidentale de la coupe apparaissent de nouveau en ordre régulier à l'est de l'axe synclinal.

Cependant, les anorthosites n'ont été observées nulle part de ce côté-ci, ce qui indique qu'elles ne sont pas des couches interstratifiées, mais plutôt des masses irruptives, et les affleurements qui se voient dans la moitié orientale de la coupe démontrent que les roches présentent ici moins de variétés. Cependant, il est probable que le fait que certaines bandes bien définies qui se montrent dans la moitié occidentale de la coupe ne se représentent pas à l'est de l'axe synclinal, est dû à ce que la série consiste essentiellement en un assemblage enroulé et compliqué de masses ignées.

La puissance exacte des " assises " représentées dans cette partie nord-ouest du canton n'est pas connue, mais, ainsi que nous l'avons mentionné, le terrain s'élève graduellement au nord, et il a été constaté par un mesurage direct (par l'anéroïde), que, partant du bord du bassin couvert de drift du lac Maskinongé, au lot 6, sur la ligne de

concession séparant les rang IX et X, et gagnant le nord jusqu'aux environs du centre du lot 1 du rang XII, l'ascension se fait sur plus de 540 pieds d'assises presque horizontales ; si la moyenne du plongement de ces assises est portée à 15°, cela seul représenterait une puissance de 522 pieds.

Ici, les témoignages, comme dans d'autres parties du massif où les gneiss sont approximativement horizontaux, tendent à démontrer que, bien que les bandes ne soient pas ployées et contournées, elle ont subi une grande compression verticale. Les différentes roches sont tout aussi fortement cristallines que dans les districts plus tourmentés ; les anorthosites montrent la preuve d'un très grand écrasement depuis qu'elles ont été injectées, et les gneiss eux-mêmes, sous le microscope, accusent une structure cataclastique très accentuée.

La partie sud-est du canton est d'une structure tout à fait différente. A l'angle sud-est extrême, il y a une petite superficie occupée par une partie du grand massif de granit qui se présente le long du côté oriental de l'aire comprise dans la feuille. Ce granit est à gros grains et a quelquefois une foliation incertaine. Massif de granit.

Une bande de granit à grain fin, d'environ un mille et demi de large, borne ce granit à l'ouest. Il est quartzeux et de couleur rougeâtre, presque dépourvu de mica ou d'autres silicates ferro-magnésiens, et à peu près uniforme en granulation et en composition.

En plusieurs endroits, l'on peut observer de petites irrégularités locales dans les grains, semblables à celles que l'on voit souvent dans des apophyses de granit, et il renferme fréquemment de gros phénocrystes d'orthose comme le granit de texture grossière de l'est. En plusieurs endroits, l'on peut voir une foliation vague, et souvent ce granit contient de petits filets et parfois des fragments apparents de quartzite blanche et d'une roche basique foncée, dont la direction concorde ordinairement avec la foliation confuse ci-dessus mentionnée, c'est-à dire à peu près N. 5° O. et parallèlement à la limite du granit à gros grain. Ce granit de texture fine est apparemment une phase de contact du granit à gros grain, la transition étant cependant très brusque, puisque sur le lot 1 du rang III, on peut les voir tous deux à quelques verges l'un de l'autre.

Il n'a été nulle part observé de contact réel ou de passage de l'un à l'autre. La limite occidentale de ce granit de texture fine, sur la ligne séparant les rangs I et II, est vers la moitié orientale du lot 8. A l'ouest de cette ligne, le granit à grain fin est remplacé sur le lot suivant par un gneiss grisâtre en bandes régulières, orienté N. 10° O. et plongeant vers l'est sous un angle de 65°.

Dans cette aire, l'on rencontre beaucoup de dykes, veines ou bandes de granit, souvent de texture très grossière, ainsi que cela arrive généralement dans les apophyses de pegmatite, se dirigeant parfois parallèlement à la foliation du gneiss, et la traversant ailleurs et s'anastomosant les uns avec les autres. Ce gneiss affleure à de fréquents intervalles le long du chemin, sur une distance d'un peu plus de trois milles à partir du granit à grain fin, mais la couleur en est ordinairement rougeâtre, et il renferme des bandes de gneiss quartzeux et amphibolique, fréquemment rompues en fragments, lesquels, bien qu'ayant en beaucoup de cas fait partie de la même bande, sont aujourd'hui séparés les uns des autres dans le gneiss rougeâtre. Ce gneiss rougeâtre ressemble en plusieurs endroits au granit de texture fine, et est dépourvu de minéraux ferro-magnésiens.

L'allure du gneiss varie beaucoup en différents endroits, même dans le même affleurement. Cependant, il plonge toujours dans la direction de l'est, ou vers le granit, et toujours sous des angles très élevés de 65° à la verticale. Depuis le dernier affleurement du gneiss, sur le lot 17, jusqu'à la limite occidentale du canton, il n'y a pas d'autres affleurements, la région étant recouverte d'une forte couche de drift.

Nous avons donc, dans l'angle sud-est du canton, le rebord d'un grand masslf de granit, flanqué d'une bande de granit de texture beaucoup plus fine, et, au delà de celle-ci, une série de gneiss très relevés, qui ont été fort bouleversés et pénétrés par des veines ou des dykes de granit, lesquels sont apparemment des rameaux de la masse principale, la série étant tout à fait différente, tant par le caractère que par l'allure, des gneiss en bandes régulières de la synclinale évasée qui occupe la partie nord-ouest du canton. Entre ces deux superficies, le canton est recouvert d'une épaisse couche de drift, de sorte que les relations réelles des deux séries de gneiss l'une avec l'autre sont obscures. Cependant, il semblerait qu'elles doivent être séparées par quelque rejet stratigraphique, soit une faille, soit une discordance de stratification. Je puis ajouter que si l'on tire une ligne depuis l'affleurement le plus occidental de ces gneiss du sud-est, sur le lot 17, jusqu'à la pointe septentrionale du lac Maskinongé, elle séparera les deux séries l'une de l'autre, et que cette ligne se dirigera presque parallèlement aux limites du massif de granit.

Les gneiss du nord-ouest appartiennent à la série de Grenville ; mais la question de savoir si les gneiss du sud-est devraient être rapportés ou non au *gneiss fondamental*, est incertaine.

Calcaires cristallins.

Parmi les éléments constituants les plus importants de la série de Grenville, non pas tant à cause de leur volume qu'à cause de leur valeur industrielle et des considérations qui s'y rattachent en ce qu

concerne leur origine, ainsi que de l'aide qu'ils apportent à l'étude des relations stratigraphiques de la série, se trouvent les calcaires cristallins. L'existence de bandes de calcaires cristallins dans les gneiss reposant à plat, au delà de la limite nord-est de la superficie couverte par la carte, a déjà été mentionnée ; mais dans les limites de cette superficie, bien qu'ils n'aient pas été observés dans les gneiss presque horizontaux du district nord-est, le calcaire cristallin est exposé ailleurs à plusieurs reprises, comme on le verra en consultant la carte, étant amené à la surface par le ploiement des gneiss dans les parties plus tourmentées de la région.

Dans la partie sud-ouest de la région.

La partie sud-ouest de la région couverte par la carte, comme nous l'avons déjà mentionné, a été incluse dans une "Carte indiquant la distribution des roches laurentiennes dans certaines parties des comtés d'Ottawa, de Terrebonne, d'Argenteuil et des Deux-Montagnes," par sir William Logan, publiée dans l'atlas accompagnant la *Géologie du Canada*, laquelle parut en 1865. Sur la carte annexée au présent rapport, la distribution des calcaires dans Montcalm et Morin, dans l'augmentation des Mille-Isles, et dans le district situé au sud-ouest, a été empruntée à cette carte. Dans la région étudiée par Logan, laquelle, cependant, s'étend principalement au delà des limites occidentales de la superficie couverte par la présente carte, il croyait que l'existence de trois ou quatre bandes distinctes de calcaire de dimensions considérables, à des horizons séparés par de grandes distances, pourrait être établie avec assez de certitude. Cependant, le Dr Ells, qui a fait récemment un nouvel examen de ce district, et dont le rapport paraîtra prochainement, doute de la justesse de ces opinions, et croit que les calcaires sont concentrés vers le sommet de la série. Le caractère et la distribution des calcaires dans cette partie de la région étant décrits dans les rapports de Logan et d'Ells, n'ont pas besoin de l'être davantage ici.

Dans l'angle nord ouest de la région, le laurentien est représenté par des gneiss rougeâtres et gris, souvent riches en quartz et bien feuilletés, lesquels, sur la rivière du Diable, sont parfois grenatifères et associés à des quartzites. Ce district est couvert d'une assez bonne couche de drift, et aucun calcaire cristallin n'a été observé *in situ*, mais un gros bloc anguleux de cette roche trouvé sur le bord de la rivière du Diable, vers la limite septentrionale de la superficie couverte par la carte, indique que des bandes de cette roche se rencontrent ici associées au gneiss.

Calcaire cristallin du lac Tremblant.

Une puissante bande de calcaire traverse le lac Tremblant, qui gît immédiatement à l'ouest de la montagne Tremblante, affleurant dans les îles du lac ainsi qu'à sa décharge. Du calcaire cristallin affleure

aussi à plusieurs endroits dans le voisinage de Saint-Jovite, dans le canton de De Salaberry, mais l'épaisse couche de drift qui couvre cette partie de la région empêche la détermination de l'étendue et de la distribution de la roche.

Dans cette partie du district, à l'est de l'anorthosite de Morin, l'on croyait aussi d'abord qu'il existait environ cinq ou six bandes différentes de calcaire, mais le résultat d'une étude détaillée tend à démontrer que les trois principales bandes au moins sont probablement des répétitions d'un seul et même horizon, se rattachant les unes aux autres, ainsi qu'il est démontré dans les coupes qui accompagnent la carte.

La direction des nombreuses lignes d'affleurement de ces calcaires orientaux peut être brièvement indiquée.

Calcaire cristallin près de Saint-Jérôme.

Il y a d'abord un petit affleurement, relativement sans importance, du côté ouest de la rivière du Nord, près de Saint-Jérôme. On voit des affleurements de calcaire traverser le chemin, et l'on peut en trouver des blocs par intervalles dans les champs situés au sud du chemin. Logan dit que l'on peut les suivre sur environ un mille et demi, courant dans une direction N. 12° E. Bien que la contrée environnante ait été examinée avec soin, il a été impossible de trouver de véritables affleurements de ce calcaire, à l'exception de ceux mentionnés ci-dessus. Dans le sens de son allure vers le sud, il traverserait la rivière du Nord et serait recouvert par les roches cambro-siluriennes sur le demi-mille suivant. Cependant, il n'apparaît pas sur les berges de la rivière, et l'on ne pourrait pas, non plus, en trouver le prolongement vers le nord.

Près de New-Glasgow.

Un affleurement plus important de calcaire, bien qu'il soit toutefois comparativement peu étendu et impur, se trouve à une faible distance à l'ouest du village de New-Glagow, exposé dans le lit de la rivière Jordan et près du contact du cambro-silurien. Depuis cet endroit, on peut le suivre dans une direction un peu nord-est, longeant le bord du grand rameau d'anorthosite, jusqu'au rang III de Kilkenny, distance d'environ six milles, où on le perd de vue.

Un affleurement isolé de calcaire cristallin blanc pur se rencontre sur le lot 10, rang VII de Kilkenny, où il forme un renflement d'environ cent verges de largeur. Cependant, cet affleurement est probablement distinct de la bande de New-Glasgow, qui, si elle conserve sa direction telle que plus haut décrite, serait recoupée par l'anorthosite à peu de distance au nord de l'endroit où elle affleure en dernier lieu. Elle est certainement recoupée en définitive par l'anorthosite, car cette dernière traverse au nord la ligne d'allure de la série gneissique. Cependant, ce qui constitue peut-être le prolongement de cette même bande de calcaire se montre de l'autre côté de la masse d'anor-

thosite, au lac Ouareau. Le point le plus septentrional où ce calcaire est ici exposé, est une légère éminence s'élevant au-dessus du drift sur le chemin Couture, lot 20, rang II, canton de Lussier. Suivant la direction prédominante, il paraît de nouveau au sud-est, dans le lac Ouareau, formant une série de petites îles situées le long de la rive ouest du lac. Sur une de ces îles, formée exclusivement de calcaire cristallin blanc, avec de nombreuses petites inclusions de gneiss produites par le morcellement d'étroites bandes de la manière déjà décrite, la direction est à peu près N. 75° O., et le calcaire affleure sur une largeur de 275 pieds en travers de la ligne d'allure. Au lac Ouareau.

Ce n'est pas là toute la largeur de la bande, car l'affleurement est borné de chaque côté par les eaux du lac. La bande se montre ensuite sur la rive est du lac, près de son extrémité sud, où elle a une largeur d'environ 200 verges. De fait, la partie sud du lac est creusée dans une bande de calcaire, interstratifiée avec de la quartzite blanche et certains gneiss que l'on trouve presque invariablement associés aux calcaires, laquelle bande, se trouvant très près de la bordure de la masse d'anorthosite, est, en plusieurs endroits tout autour du lac, envahie par l'anorthosite avec laquelle elle se mélange, et cette dernière roche s'est fréquemment épanchée parallèlement à la foliation du gneiss, et a elle-même souvent une foliation plus ou moins distincte accompagnée d'une structure cataclastique parfaite (tranche 370). Le fait qu'il a été possible de signaler l'existence de calcaire dans ce district reculé a été d'une importance considérable pour les colons qui y sont établis, et qui, auparavant, étaient obligés de d'apporter toute leur chaux de Saint-Jérôme, distance de quarante milles, sur des chemins raboteux.

La direction, partout où nous pouvons l'observer, indique une courbure aiguë des strates sur elles-mêmes dans la partie méridionale du lac, courbure correspondant au contour du lac. La foliation est probablement en grande partie secondaire, produite par la pression, comme le démontre le fait qu'elle est partagée par l'anorthosite épanchée. Le calcaire, avec ses gneiss associés, est limité sur trois côtés par l'anorthosite, qui, ici encore, l'interrompt évidemment.

Une seconde bande de calcaire, se rencontrant à l'est de l'anorthosite de Morin, se voit dans le lit de la rivière Noire, sur la ligne qui sépare les rangs VIII et IX du canton de Rawdon ; puis il y en a des affleurements considérables dans les rangs IX, X et XI du même canton, traversant dans les rangs III et IV de l'augmentation de Kildare, dans l'angle occidental de ce canton. En gagnant encore plus au nord, on la voit sur le lot 11 du rang IV de Cathcart, traversant le rang VII de Cathcart et passant sous un petit lac situé dans le rang VIII; elle reparaît de nouveau près de Saint-Côme, puis elle affleure sur les lots 27 et 28 du dernier rang du canton de Cathcart. Calcaire cristallin dans Cathcart.

Au nord de cet endroit, la contrée n'est pas colonisée et elle est couverte d'une épaisse forêt, de sorte qu'il est impossible de suivre d une manière continue une petite bande de calcaire. Cependant, continuant dans la même direction, l'on a observé du calcaire sur le devant du lot 28, rang II de Cartier, sur la ligne séparant les rangs I et II de Cartier, ainsi qu'aux environs du lot 28, et ensuite en deux endroits sur deux petits lacs situés à une courte distance à l'est du lac des Ilets, sur le cours d'eau qui sort de ce lac. On a aussi observé du calcaire s'ouvrant un passage à travers le drift sur le bord de la rivière L'Assomption, à environ quatre milles du lac L'Assomption. Il affleure ici sur une largeur de quinze pieds en travers de la ligne de direction, mais la limite de la bande se voit seulement sur un côté, l'eau cachant son contact avec les gneiss sur l'autre. Le caractère pétrographique de ce calcaire e t décrit à la page 71 J. Cette affleurement, cependant, n'est pas sur la même ligne de direction, et il est possible qu'il n'appartienne pas à la bande décrite plus haut.

Il a été impossible de suivre cette bande avec certitude sur son prolongement méridional. Cela est dû à ce que la partie méridionale du canton de Rawdon est couverte d'une épaisse couche de drift, l'affleurement de la roche étant comparativement restreint. M. Carlyle a soigneusement examiné la rivière Ouareau, depuis Rawdon jusqu'au contact du cambro-silurien, et il n'a pu trouver aucun calcaire. En amont du village, la rivière passe dans le drift, jusqu'à ce qu'elle atteigne l'affleurement d'anorthosite au pont d'amont. Cependant, de petits affleurements de calcaire ont été trouvés s'ouvrant un passage à travers le drift, dans le rang IV de Rawdon, aux environs du lot 13, ce qui indique peut-être un prolongement de la bande dans cette direction; mais s'il en est ainsi, les dimensions de la bande de calcaire sont considérablement diminuées au sud.

Bande de Rawdon.

Cette bande, que l'on peut appeler la bande de Rawdon, affleure sur une très grande étendue dans le rang IX de Rawdon, et dans le voisinage de Saint-Côme. Il y a plusieurs années, dans la première localité, on a converti cette roche en chaux sur une grade échelle, et, dans la dernière, on en calcine aujourd'hui en deux endroits.

Un fait digne de remarque qui se rattache à cette bande de calcaire, c'est qu'elle occupe le sommet d'une anticlinale, le plongement étant de chaque côté de cette dernière.

Une troisième bande se voit dans des affleurements considérables à environ un mille et demi à l'ouest de Saint-Alphonse, rang I de Cathcart, ou l'on convertit le calcaire en chaux, et au sud, dans le rang voisin de l'augmentation de Kildare. On la voit ensuite près du chemin, aux environs du lot 38 du rang VI de Cathcart, et puis à un

certain nombre d'endroits au nord-ouest du dernier affleurement, et, traversant les rangs VII, VIII et IX du même canton, elle passe dans le canton couvert de forêts de Tracy.

La quatrième bande est mince et impure. On peut probablement y rattacher un petit nombre d'affleurements, à un mille au sud-ouest de Saint-Ambroise-de-Kildare; mais elle est bien exposée, d'abord dans le rang VII de Kildare, près de la fromagerie, ensuite à peu près en arrière de ce canton, puis au village de Sainte-Béatrice, et encore à environ un mille plus au nord, au coude de la rivière L'Assomption. Ensuite, dans la seigneurie de D'Aillebout, à environ trois milles au sud de Sainte-Emilie, et de plus sur le chemin de Mattawin, aux environs de la ligne séparant les rangs III et IV de Joliette.

Calcaire cristallin dans Kildare.

Une cinquième bande, encore plus à l'est, affleure sur le lot 2 du rang VII de Kildare, et est ensuite couverte de drift jusqu'à ce qu'elle se présente de nouveau à environ trois milles plus au nord, dans Argenteuil, à un endroit situé à un mille à l'est de la ligne du village de Kildare.

Autres affleurements.

Ces diverses bandes, avec celles décrites dans la partie sud-est de la région par sir William Logan, comprennent tous les calcaires qui s'y rencontrent, à l'exception de quatre petits affleurements isolés. Le premier de ceux-ci a déjà été mentionné, et est situé sur le lot 10 du rang VII de Kilkenny. Le deuxième a été trouvé sur le lot 22 du rang IX de Rawdon. Il a à peu près vingt pieds de largeur et est associé à une bande de roche pyroxénique à gros grain presque pure, décrite à la page 90 J. Son mode d'existence est celui d'une masse lenticulaire. Le troisième est sur le lot 20 du rang V de Rawdon. Le quatrième se trouve près de la ligne entre les lots 8 et 9 du rang VI de Cathcart. On y a ouvert une carrière de marbre, et la roche participe un peu de la nature d'une veine de dépôt. Elle est décrite à la page 162 J, dans la section traitant de la géologie industrielle du district.

Continuité du calcaire.

La question de savoir si les calcaires laurentiens forment des bandes continues ou s'ils sont simplement une série de masses lenticulaires détachées, a été fréquemment discutée. Leur peu de ténacité et la facilité avec laquelle ils sont érodés font paraître ces calcaires moins continus qu'ils ne le sont réellement, car l'ablation et l'érosion glaciaire et préglaciaire ont agi beaucoup plus vigoureusement sur les bandes de calcaire et les couches qui y sont immédiatement associées que sur le gneiss plus dur de la série, et, comme résultat, les premières occupent presque invariablement des dépressions, et très souvent des vallées de rivières ou des lits de lacs. Dans ces endroits, naturellement, le drift est plus épais et plus persistant. En conséquence,

quand les assises supportant une telle étendue couverte de drift sont contournées et ne percent que par intervalles à travers le gneiss, ou même lorsqu'elles ne sont pas contournées, mais exposées seulement à des intervalles considérables, il devient très difficile de décider si la présence du calcaire forme une bande continue ou une série de lambeaux détachés.

Cependant, sous ce rapport, il devient nécessaire de définir ce que signifient les mots "bande de calcaire." On trouve souvent du calcaire cristallin pur, ou du marbre, de dix, vingt, quelquefois de cent pieds ou plus de puissance, mais dans la plupart des cas, les bandes sont formées de calcaire interstratifié avec plusieurs bandes minces de gneiss. Cela était vrai de toutes les bandes de calcaire décrites par sir William Logan dans la *Géologie du Canada*, le gneiss constituant souvent la moitié ou plus de la moitié de toute l'épaisseur. Quand, par la pression ou l'étirement, ces bandes de gneiss ont été rompues ou réduites en fragments, le gneiss et le calcaire ont été irrégulièrement mélangés. Il est possible que des masses secondaires de calcaire disparaissent le long de la ligne de direction et que le gneiss les remplace, pour être remplacé à son tour par des calcaires. Le calcaire étant aussi très plastique sous la pression, les quantités relatives des deux roches peuvent varier dans différentes parties de la bande.

Ainsi, il est possible que la bande, prise généralement, soit continue sur une longue distance, tandis qu'il est possible aussi que ses éléments constituants s'amincissent, disparaissent et soient remplacés par d'autres. De sorte qu'il n'est pas du tout extraordinaire de trouver une bande de calcaire qui, à une certaine partie de son étendue, est représentée par une couche épaisse de calcaire presque pur, représentée plus loin par un certain nombre de minces couches de calcaire interstratifiées de bandes de gneiss. Une bande de calcaire constitue ainsi un certain horizon plus ou moins considérable où le calcaire abonde, tandis que les roches de chaque côté en sont dépourvues.

Acceptant les mots "bande de calcaire" dans ce sens, des recherches faites dans cette région tendent à démontrer que lorsque le terrain peut être étudié avec avantage, l'on constate que des bandes de calcaire sont continues sur de longues distances, suivant la direction des roches associées, et qu'elles sont au moins tout aussi continues que les bandes de toute autre espèce de roches formant la série. Mais, comme nous l'avons déjà dit, leur nature même permet qu'elles soient plus facilement cachées ou couvertes de drift que les bandes des roches associées plus dures, et c'est pourquoi elles sont parfois apparemment moins continues que celles-ci.

Mouvements le long des bandes de calcaire.

Il y a lieu de croire que les bandes de calcaire agissent quelquefois comme lignes de moindre résistance, le long desquelles le mouvement est spécialement prononcé sous la tension différentielle accessoire au ploiement. Nous en avons vu un excellent exemple, sur une petite échelle, dans un affleurement, à environ un mille au sud-est d'un endroit à deux milles en aval des rapides du Joug (*Ox-bow Rapids*), sur la rivière Mattawin, dans la région des gneiss horizontaux au delà de la limite septentrionale de la superficie couverte par la carte. Là, le gneiss est ordinairement à grain moyen et a toute l'apparence d'une stratification aussi parfaite que celle de toute autre série sédimentaire. Plusieurs petites bandes de calcaire cristallin, de quelques pouces à deux pieds de puissance, avec quelques petites bandes de quartzite, sont interstratifiées avec le gneiss. Une excellente coupe se présente dans la falaise, sur le bord d'un petit ruisseau, et l'on y voit bien les effets d'une poussée dans une direction parallèle à la stratification, poussée qui a été la cause de l'étirement auquel ont été soumises les roches de ce district. Nous pouvons voir distinctement que les couches supérieures ont été rejetées de quelques pieds sur les couches inférieures, le long du plan d'une mince bande de calcaire, laquelle, avec ses couches de gneiss interstratifiées, n'a pas été du tout bouleversée dans la partie nord de la coupe, tandis que plus au sud elle a été rompue, repliée sur elle-même, et plissotée d'une manière des plus compliquées par le mouvement horizontal.

Masse de calcaire la plus puissante.

La masse de calcaire la plus puissante qui affleure dans cette superficie est probablement celle qui se trouve sur les îles du lac Ouareau, laquelle, comme nous l'avons déjà dit, a une largeur de 275 verges en travers de la ligne de direction, et l'on n'en a pas encore vu les épontes. Le plus grand affleurement de calcaire pur, non mêlé de gneiss, non contourné et plongeant régulièrement, de telle manière que l'on peut en déterminer l'épaisseur réelle, est une partie de la bande de Rawdon sur les lots 27 et 28 du rang X de Rawdon, dans la vallée d'un tributaire de la rivière Rouge. Des collines de gneiss s'élèvent de chaque côté de la rivière en cet endroit, celles de l'ouest renfermant aussi du calcaire, et entre elles se trouve un intervalle presque horizontal dans lequel coule la rivière. Cette lisière ou cet intervalle a une largeur de 225 verges, et est en toute probabilité entièrement occupée par la bande de calcaire, qui, dans ce cas-là, aurait à peu près le double de sa puissance ordinaire, car elle est recourbée sur elle-même, occupant comme elle le fait le sommet d'une anticlinale. (*Voir* coupe n° 1, sur la carte.) Sur la plus grande partie du fond uni de la vallée, cependant, la roche sous-jacente est cachée par le drift ; mais à l'est de la rivière, des calcaires grossièrement cristallins, pour la plupart presque

purs, mais en quelques endroits riches en serpentine, reposant en lits réguliers ou bandes se dirigeant N. 20° O. et plongeant vers l'est sous un angle d'environ 60°, affleurent sur une largeur de 155 pieds en travers de la ligne de direction. Cela donnerait, comme minimum, une épaisseur réelle de calcaire non mélangé de gneiss de 134 pieds, tandis que la puissance est probablement beaucoup plus grande.

Le caractère pétrographique de ce calcaire est décrit à la page 69 J.

Gneiss fondamental.

Gneiss fondamental.

La montagne Tremblante (planche II), que sir William Logan a prise comme le développement typique du gneiss fondamental, est formée d'un gneiss à orthose rouge pâle, à grain fin, avec une foliation généralement distincte et avec des bandes accidentelles différant légèrement sous le rapport du caractère ou de la grossièreté du grain. Elle contient un très petit nombre de bandes minces d'une amphibolite pyroxénique presque noire. Le caractère pétrographique de ces roches sera examiné en détail aux pages 45 et 82 J, où il sera démontré que le gneiss est réellement un granit broyé ou granulé. Au sud-ouest, la montagne est flanquée par les calcaires et leurs gneiss sédimentaires associés de la série de Grenville, occupant la plus grande partie du lit du lac Tremblant, et décrits à la page 59 J.

Dans la partie sud-ouest de la superficie comprise dans la carte, à l'ouest du grand massif d'anorthosite de Morin, l'on voit des masses considérables de gneiss plus ou moins indistinctement feuilleté, sans former de bandes et passant souvent au gneiss œillé. Ces masses sont aussi en grande partie des roches ignées broyées, et il est possible qu'elles soient irruptives, mais à cause du ploiement et de la pression auxquels la région a été soumise, il est difficile de les séparer de la série calcarifère.

Le long de la partie sud du canton de Brandon, l'on rencontre aussi, comme nous l'avons déjà mentionné, une série de gneiss à peu près semblable, de caractère et d'allure tout à fait distincts de ceux de la partie nord du même canton (p. 21 J).

On ne saurait déterminer si tous ces gneiss forment réellement partie d'un fond sur lequel a été déposée la série de Grenville, soulevé depuis par des ploiements et l'érosion, et s'ils ont ainsi droit à l'appellation de "gneiss fondamental," ou si ce sont des masses irruptives, feuilletées par la pression à laquelle toute la région a été soumise.

Irruptions de roches acides.

Syénite irruptive.

Deux irruptions considérables et importantes de roches plutoniques acides se sont frayées un passage à travers les gneiss, l'une dans l'angle

sud-ouest, et l'autre dans l'angle nord-est de la superficie. La première, examinée il y a nombre années par sir William Logan, est mentionnée par lui ainsi qu'il suit :—" Cette masse de syénite irruptive occupe une superficie d'environ trente-six milles carrés dans les cantons de Grenville, de Chatham et de Wentworth. Sous le rapport du caractère lithologique, cette roche est très uniforme, étant formée pour la plus grande partie d'horthose d'une nuance rouge-chair ou d'un blanc terne, avec hornbleude noire et une assez faible quantité de quartz vitreux grisâtre. La teinte rouge prévaut du côté de l'ouest, et la blanche du côté de l'est. Dans l'éperon qui s'avance dans Wentworth, on trouve du mica quelquefois associé à la hornbleude. La roche est à grain passablement grossier dans la masse principale, mais l'on observe quelquefois que des dykes qui en sont formés recoupent le calcaire et le gneiss, et qu'ils sont d'un grain plus fin. Jusqu'ici, ces dykes n'ont pas été suivis à une grande distance du noyau."*

Le granit se rencontrant dans l'angle nord-est de la superficie couverte par la carte occupe une étendue beaucoup plus considérable, mais la plus grande partie du massif est située en dehors des limites de la carte. Il est à grain très grossier, de couleur rouge, et ne contient ordinairement que peu d'éléments constituants quartzeux et ferro-magnésiens. L'orthose se trouve ordinairement en très gros individus cristallins, qui donnent une apparence porphyroïde à la roche, tandis que dans certaines parties du massif, et surtout vers ses limites extérieures, la roche revêt la forme d'un gneiss œillé bien défini. Cette variété est bien visible aux environs de Saint-Didace, où un examen microscopique démontre que quelques-uns des noyaux (*augen*) sont de plagioclase et que l'élément constituant ferro-magnésien est de la biotite (tranche 357). Les noyaux de feldspath, tant dans les variétés massives que gneissiques, se rapprochent ordinairement d'une bonne forme cristalline.

Granit de Saint-Didace.

La relation de ce granit avec la série gneissique du canton de Brandon a déjà été décrite (p. 22 J). M. R. G. McConnell, qui en a cartographié une partie en 1880, en parle comme recoupant la série gneissique à un point où l'on pouvait voir le contact direct.‡

Dans la région qui s'étend au sud-est de Saint-Didace, le granit semble aussi percer à travers le gneiss. Un examen de cette région démontre qu'à la jonction il y a une zone de roches qui ont été très broyées et tordues et qui n'indiquent aucune direction distincte, tandis que la direction du gneiss au delà de cette zone suit la ligne de contact, le gneiss, cependant, ayant été apparemment soumis à une forte

* *Géologie du Canada*, 1863, p. 42.

‡ Rapport des opérations, Com. géol. du Canada, 1879-80, p. 5.

pression, comme s'il avait été refoulé contre le granit et poussé ou traîné le long de son bord. Au delà de la limite orientale de la superficie figurant dans la feuille, le granit est recoupé par un massif d'anorthosite, de sorte que si les irruptions d'anorthosite dans cette superficie sont du même âge, le granit s'y est épanché à une époque antérieure.

Sur les bords relevés de ces roches archéennes profondément érodées, avec leurs irruptions d'anorthosite et de granit, le grès de Potsdam et les roches cambro-siluriennes qui le suivent reposent en lits horizontaux non bouleversés. En certains endroits, le long du rebord du protaxe, comme à Saint-Canut, à l'ouest de Saint-Jérôme, et sur la rivière L'Assomption, on observe que le grès de Potsdam repose sur le gneiss, tandis qu'ailleurs les strates les plus rapprochées du gneiss sont formées d'un calcaire magnésien, probablement d'âge calcifère, comme au sud de Saint-Jérôme, ou d'un calcaire fortement fossilifère d'âge du Trenton, comme entre New-Glasgow et Sainte-Julienne.

Lambeau détaché paléozoïque.

Un lambeau détaché de ces roches paléozoïques, de forme presque circulaire et d'environ deux milles de diamètre, se rencontre à environ neuf milles au nord du bord du protaxe, dans les rangs III et IV du canton d'Abercrombie, ce qui démontre que la couche paléozoïque s'étendait autrefois au nord au moins jusqu'ici.

Ces assises recouvrent les gneiss, les anorthosites et les granits, et sont évidemment d'âge beaucoup plus récent, étant séparées du laurentien et des roches associées par un long intervalle rempli par le soulèvement et l'érosion du massif laurentien.

Nous ne saurions déterminer, d'après une étude de ce massif, combien de temps avant la période du cambrien supérieur ces ploiements et cette érosion ont eu lieu, mais plus à l'ouest, le long du bord du protaxe dans la région du lac Supérieur, nous voyons que les formations de Kéweenawan et d'Animikie reposent aussi en lits horizontaux non dérangés sur les débris érodés d'une série de roches cristallines qui ont le caractère pétrographique du gneiss fondamental. Cela rend au moins très probable le fait que, dans ce massif oriental aussi, l'érosion a eu lieu aux temps précambriens.

Erosion précambrienne.

C'est un fait très remarquable que le caractère de roches moutonnées que possèdent les roches laurentiennes et qui est ordinairement attribué à l'action glaciaire qu'elles ont subie pendant le pléistocène, leur a été imprimé d'adord dans ces temps précambriens, car d'un bout à l'autre du bord du noyau, depuis le lac Supérieur jusqu'au Saguenay, nous pouvons voir les assises paléozoïques, souvent en petits lambeaux, surmonter et recouvrir une surface mamelonnée et moutonnée ne portant aucune trace de dégradation, et semblables à celles qui affleurent sur

la partie découverte du massif. En conséquence, la conclusion semble inévitable que non seulement ces roches laurentiennes ont été très ployées et qu'elles ont subi une érosion énorme, mais que leurs contours mamelonnés particuliers qui inspirent tant l'idée de l'action glaciaire, leur ont été donnés aux temps précambriens.* La surface prépaléozoïque du gneiss fondamental de l'Ecosse, comme l'a démontré sir Archibald Geikie, présente aussi le même caractère mamelonné.†

PÉTROGRAPHIE.

Le laurentien de ce massif consiste en gneiss à orthose en variétés presque infinies, alternant ou interstratifié avec des gneiss pyroxéniques, des amphibolites, des calcaires cristallins, des quartzites, des roches grenatifères, etc., qui présentent aussi une grande variété de formes et qui sont reliés par plusieurs étages de transition. En conséquence, les bandes de quartzite, tout en formant ordinairement des unités stratigraphiques bien définies, renferment fréquemment plus ou moins d'orthose, et passent ainsi aux gneiss quartzeux, ou les calcaires cristallins, dans certains endroits, deviennent très impurs, à cause de la présence de différents silicates, de sorte qu'ils pourraient être classés comme gneiss calcarifères, et ainsi de suite. Gneiss à orthose.

Les gneiss à orthose dominent dans une grande mesure et pourraient, si les schistes cristallins étaient classifiés aussi minutieusement que les masses irruptives, être divisés en un certain nombre d'espèces pétrographiques, chacune avec son nom distinct, représentant les équivalents minéralogiques, non seulement des granits et des syénites, mais aussi de tous les différents éléments de transition intervenant entre ces roches et les gabbros et les diorites, ces dernières ayant leurs équivalents dans les gneiss à plagioclase véritables et les amphibolites. Le caractère essentiel des gneiss est la possession d'une certaine texture rubanée ou feuilletée, qui, d'un côté, est peut-être et est souvent aussi bien prononcée que la lamellation dans toute roche sédimentaire, ou qui, d'un autre côté, peut être si imparfaite que l'existence n'en peut être découverte que par l'examen de grandes surfaces exposées à l'action atmosphérique.

Cependant, il n'est pas opportun dans tous les cas de chercher à séparer, à classifier et à cartographier ces nombreuses variétés de gneiss, à cause du fait qu'elles se rencontrent en plus petites masses, et qu'elles sont plns intimement associées les unes aux autres que leurs Variétés minéralogiques.

* A. C. Lawson.—*Notes on the pre-Palæozoic surface of the Archæan Terraces of Canada. Bull Geol. Soc. Am.*, Vol. I, 1890.

† *A Fragment of primeval Europe—Nature*, 26 août 1888.

équivalents irruptifs. La classification de ces gneiss est en outre compliquée par le fait que chaque variété minéralogique peut présenter de grandes et importantes différences de structure en différents endroits.

Roches du laurentien.

Au point de vue minéralogique, les roches du laurentien dans cette région pourraient être classées comme il suit :—

Gneiss—

- Gneiss à orthose quartzeux (en partie granulitique).
- Gneiss à biotite et à orthose quartzeux.
- Gneiss à orthose amphibolique.

} Gneiss granitoïde, ou lorsqu'il est pauvre en quartz ou dépourvu de cet élément constituant, gneiss syénitique.

Gneiss amphibolique, à plagioclase et orthose.—Gneiss dioritique syénitique.

- Gneiss pyroxénique à plagioclase et à orthose.—Gneiss à grabbro syénitique.
- Gneiss amphibolique à pyroxène et à plagioclase.—Gneiss dioritique à grabbo.
- Gneiss pyroxénique à plagioclase.—Gneiss à grabbro.

} En partie granulite pyroxénique.

Gneiss amphibolique à plagioclase.—Gneiss dioritique (en partie amphibolite).

- Gneiss sillimanitique grenatifère.
- Gneiss pyroxénique à scapolite et à orthose, etc.

} Aucun équivalent minéralogique dans la série ignée.

Quartzite.

Roche grenatifère.

Roche pyroxénique.

Calcaire cristallin.

Les gneiss, surtout dans les variétés basiques, sont souvent riches en grenats, de couleur rose ou rouge, et fréquemment de grandes dimensions. Ces gneiss grenatifères sont un élément important dans plusieurs parties de la série, surtout dans le voisinage des bandes de calcaire. Plusieurs des gneiss pyroxéniques à plagioclase sont, naturellement, étroitement rattachés aux anorthosites feuilletées. La muscovite se rencontre rarement ou jamais, tandis que dans les gneiss pyroxéniques, des pyroxènes rhombiques ainsi que monocliniques se rencontrent fréquemment. Outre les divers éléments constituants des gneiss, dans le tableau ci-dessus, les éléments constituants accessoires se rencontrent fréquemment, tout en n'étant pas abondants. De ces derniers, les plus importants sont la magnétite, l'ilménite, la pyrite, l'apatite, le zircon, le rutile, le graphite, la tourmaline, l'orthite, la monazite et le spinelle. En certaines parties de la région, sur de grands espaces, le gneiss est très uniforme, et de structure et de composition régulières. Cela est surtout vrai pour les massifs que l'on peut rapporter au gneiss inférieur ou fondamental. Ailleurs, il y a une grande diversité de composition et de caractère dans différentes bandes, dans des espaces relativement restreints. Ce fait est particu-

lièrement prononcé dans le voisinage des bandes de calcaire, où les gneiss sont ordinairement grenatifères et renferment plus fréquemment de la sillimanite, du graphite, du rutile, de la pyrite et d'autres minéraux accessoires.

Un gneiss particulier, se rouillant beaucoup à l'air, à grain assez fin et souvent presque blanc sur une cassure fraîche, se rencontre rarement, si ce n'est associé aux bandes de calcaire, et ce n'est que par exception que l'on trouve le calcaire cristallin non associé à ce gneiss. Il se rencontre non seulement dans beaucoup d'endroits de la superficie dont il est ici question, mais dans toute autre partie du Canada et des Etats-Unis où se trouve la série de Grenville avec ses calcaires caractéristiques. Il est surtout bien développé dans l'Ontario central* et aux environs de Port-Henry, dans l'Etat de New-York. Gneiss se rouillant à l'air.

La quartzite, souvent grenatifère, se rencontre aussi, surtout associée aux calcaires.

Un des caractères remarquables de ces gneiss laurentiens, qui renferment du quartz et de l'orthose comme éléments constituants principaux, c'est la petite proportion de minéraux ferro-magnésiens qu'ils contiennent. Il arrive rarement que nous trouvions un de ces gneiss riches en ces éléments, qui en sont fréquemment absolument absents. En somme, l'amphibole est plus commune que la biotite.

La couleur du gneiss ordinaire sur une cassure fraîche est rougeâtre ou grisâtre. Les variétés les plus basiques sont gris foncé ou même de couleur brune, tandis dans les gneiss acides, les nuances rougeâtres et gris clair dominent. Les gneiss exposés à l'action atmosphérique deviennent blancs, gris, rougeâtres ou bruns, selon leur composition. Ils sont parfois de texture très grossière, surtout dans le cas des gneiss œillés, qui renferment quelquefois des noyaux de feldspath d'un pouce ou plus de diamètre. Cependant, ils sont généralement à grain moyen, souvent à grain fin, mais rarement assez fin pour empêcher d'en distinguer les principaux éléments constituants à l'œil nu, surtout lorsque l'on examine la surface exposée à l'air.

Comme nous l'avons dit plus haut, le caractère distinctif de tous ces gneiss, c'est la possession d'une foliation ou texture rubanée plus ou moins accentuée. Par foliation, nous entendons une structure feuilletée, produite dans une roche par la disposition parallèle de certains de ses éléments constituants, ou de tous. Ainsi, un granit deviendrait feuilleté si tous ses petits cristaux de biotite prenaient une position parallèle, et la foliation deviendrait encore plus prononcée si les autres Foliation et texture rubanée.

* F. D. Adams.—Rapport sur la géologie d'une partie de la région centrale de la province d'Ontario. Rapport annuel, Com. géol. du Canada, vol. VI (N.S.), 1892-93, partie J.

éléments constituants étaient aussi disposés en lignes parallèles. Par texture rubanée, l'on entend l'alternance, sous forme de bandes ou zones, de gneiss différant plus ou moins par la composition ou la texture, lesquels peuvent être ou n'être pas également feuilletés.

L'origine de cette texture feuilletée ou rubanée, dans le cas de l'archéen, est l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre qui se presentent dans l'étude de ces anciennes roches. On supposait autrefois qu'elle représentait les restes d'une stratification primitive due à la sédimentation, mais aujourd'hui presque oblitérée, le gneiss pouvant être ainsi comparé à certaines roches imparfaitement feuilletées trouvées dans des zones de contact aux environs de puissantes masses éruptives de granit. Dans ces dernières années, cependant, les études faites par plusieurs habiles chercheurs* des effets produits sur les roches lorsqu'elles étaient profondément ensevelies sous l'écorce terrestre et soumises à une forte pression pendant que s'accomplissait la formation des montagnes, ont clairement démontré que des roches parfaitement feuilletées peuvent être et sont produites par des roches ignées massives, par un procédé de ce genre; de sorte que l'existence de la structure feuilletée dans une roche ne peut plus être considérée comme la preuve d'une origine sédimentaire. Toute roche soumise à la déformation sous l'influence de la pression tendra à prendre un caractère feuilleté. Si ces mouvements ont été très prononcés, la foliation sera en conséquence distincte; tandis que si la pression s'est exercée sur une série compliquée de roches de divers caractères, par exemple sur des roches ignées et sédimentaires injectées par des irruptions récentes, ou sur une grande masse de roche ignée qui a subi une différenciation magmatique, il peut en résulter une série pétrographique composée de bandes alternantes de variétés très différentes de roches gneissiques.

Son origine.

Les grandes irrégularités de composition qui, d'après ce que l'on a démontré dans ces dernières années, existent dans plusieurs grandes masses éruptives, rendent l'association intime de différentes variétés de gneiss et leur succession les unes aux autres beaucoup plus intelligibles qu'autrefois, puisque de telles associations et des transitions graduelles se présenteraient certainement dans toute une série gneissique formée par la compression ou l'étirement de masses différenciées de cette nature.

---

* A. Heim.—Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein.-Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz, Vol. XXV. Berne, 1891.

C. Schmidt.—Beiträge zur Kenntniss der auftretenden Gesteine. *Ib.*

B. Milch.—Beiträge zur Kenntniss des Verrucano. Erster Theil. Leipzig, 1892, et beaucoup autres.

Ainsi, dans plusieurs districts d'anciennes roches cristallines qui, dans ces dernières années, ont été l'objet d'une étude très attentive, comme, par exemple, la région granulitique de la Saxe et la partie méridionale du Grand-Duché de Bade, l'on a recueilli des témoignages d'un grand poids, tendant à démontrer que certaines roches qui avaient été classées comme gneiss ou schistes archéens, sont des roches sédimentaires altérées, tandis qu'il peut être prouvé que d'autres gneiss des mêmes districts sont des roches d'origine ignée écrasées ou broyées. Sédiments altérés. Roches ignées broyées.

La séparation et la reconnaissance de ces deux catégories de roches deviendront probablement plus faciles et plus certaines à mesure que les études avanceront, mais il reste à déterminer s'il sera possible en définitive de ranger tous les gneiss sous l'un ou l'autre de ces deux titres.

Les criteriums employés pour la détermination des gneiss formés de sédiments transformés n'ont pas encore été étudiés à fond, mais les suivants sont trois modes de preuve d'après lesquels il semblerait possible de reconnaître ces roches :— Criteriums employés pour la détermination.

1. Leur composition chimique.—Les recherches modernes tendent à prouver d'une manière de plus en plus claire que, dans leur composition, les roches ignées ne présentent et n'épuisent pas toutes les combinaisons possibles de la silice avec les bases communes qu'elles contiennent. On trouve dans les roches ignées certaines combinaisons de silice et de bases ; d'autres ne s'y trouvent pas. D'ailleurs, les roches ignées ne se rencontrent pas indistinctement associées les unes avec les autres, mais elles se trouvent en certains groupes de même nature, constituant ce qui est connu sous le nom de "provinces pétrographiques." Si donc certains gneiss formant des bandes épaisses, bien définies, dans un district quelconque de roches cristallines, ont une composition qui n'est pas celle de quelque roche ignée, mais qui est identique avec celle du sédiment ordinaire déposé dans les mers actuelles, c'est un fort argument en faveur de l'origine sédimentaire des gneiss en question. Dans le cas de roches granitiques subissant la désagrégation atmosphérique, les procédés chimiques à l'œuvre consistent principalement dans l'enlèvement partiel des alcalis avec une certaine quantité de la silice et une partie de la chaux, la roche absorbant en même temps une certaine quantité d'eau. Si la roche est entièrement décomposée, comme dans le cas des granits décomposés d'où l'on tire l'argile à porcelaine, matière presque dépourvue d'alcali (mais dans la grande majorité des cas la décomposition n'est pas aussi complète), la décomposition partielle contribue à désagréger la roche, qui, passant à l'état de masse sans consistance, terreuse, peut être emportée par l'eau Par la composition chimique.

et déposée ensuite comme sédiment. Si l'action chimique n'a été que légère, il sera peut-être produit de cette manière un arkose qui ne différera que peu du granit primitif. Si, d'un autre côté, la décomposition, bien qu'incomplète, est bien avancée, il en résultera un fin mélange de sable et d'argile, qui différera distinctement par sa composition du granit primitif.

Ce mélange, généralement parlant, sera plus riche en alumine et plus pauvre en alcalis que le granit, et contiendra proportionnellement plus de magnésie et moins de chaux que la roche primitive ; et, quoique les granits différant en composition donnent nécessairement des produits ayant des différences correspondantes, cependant, lorsque ces changements chimiques ont dépassé une certaine mesure, il résulte un produit de décomposition dont les éléments sont distinctement différents de ceux d'aucune roche ignée, et la calcination la plus intense ou la recristallisation ne saurait en produire un nouveau granit.

En conséquence, si des gneiss étaient produits par le métamorphisme de produits de décomposition granitique de cette nature, il ne serait peut-être pas possible, vu leur composition, de les reconnaître comme sédiments altérés dans tous les cas, ou peut-être même dans la plupart des cas, mais la chose serait possible dans certaines circonstances.

Et puis, la composition de certaines autres roches, comme les quartzites et les calcaires cristallins, indique qu'elles sont d'origine neptunienne. Ces roches, si leur mode d'existence empêche qu'elles ne soient de la nature de veines de dépôt ou de produits détritiques, doivent être des sédiments altérés, car la sédimentation est le seul autre procédé que nous connaissions par lequel ces roches sont produites.

D'ailleurs, la présence de carbone libre sous forme de graphite ou de tout autre minéral graphitique, disséminé dans un gneiss ou un schiste, indique une origine sédimentaire, car des substances de cette nature ne se rencontrent pas dans les roches ignées.

Si plusieurs de ces indices d'une origine sédimentaire sont réunis dans la même série de roches ; par exemple, si des bandes de calcaire se trouvent interstratifiées avec des bandes de quartzite et avec un gneiss ayant la composition d'une argile schisteuse, dont quelques-unes de ces bandes, ou toutes, contiennent du graphite, la preuve d'une origine sédimentaire devient proportionnellement plus forte.

Par la ressemblance aux roches de contact.

2. *La ressemblance de ces gneiss aux roches altérées des zones de contact.*—Des roches incontestablement sédimentaires, telles que les argiles schisteuses ou les ardoises, sont dans plusieurs cas injectées de grandes masses de granit fondu, qui amènent certaines altérations dans ces roches sédimentaires, altérations consistant essentiellement en une

recristallisation du sédiment. Cette recristallisation devient de plus en plus complète à mesure que l'on approche du contact avec le granit, jusqu'à ce que, précisément le long de la ligne de contact, il se produise une prétendue roche cornéenne. Cette roche, comme son nom le comporte, est ordinairement à grain fin, mais dans d'autres cas, comme dans la région granulitique de la Saxe, la partie la plus altérée de l'argile schisteuse est représentée par une roche grossièrement cristalline ressemblant à un gneiss, à travers laquelle courent un nombre immense de petits filets et de panachures de granit. Dans ces produits de métamorphisme intense, bien que formés essentiellement de quartz, de biotite, de muscovite, de feldspath et d'autres minéraux trouvés dans les roches de granit, ces minéraux sont disposés d'une manière tout à fait différente, donnant naissance, surtout dans le cas des variétés plus finement granulées, à ce qui est connu sous le nom de structure cornéenne ; tandis que certains autres minéraux, que l'on ne trouve pas dans les roches granitiques, mais qui caractérisent ces zones de contact, s'y rencontrent aussi. En conséquence, si, dans une série gneissique quelconque, il se trouve certaines roches qui présentent la structure mouchetée et d'autres structures des parties moins altérées des zones de contact, ou la structure cornéenne des parties plus altérées, contenant ou ne contenant pas de groupes de petits filets ou panachures de matières granitiques disséminés dans ces roches, ce fait indique encore que ce sont des sédiments altérés. On a trouvé de ces formations extraordinairement développées dans certains terrains archéens, où on les a examinées soigneusement, comme, par exemple, dans la Forêt Noire.*

Par conservation de la structure primitive.

3. *Conservation dans ces gneiss de structures particulières aux roches sédimentaires.*—Des produits incontestablement sédimentaires, comme par exemple des galets usés par l'eau, roulés, ou des grains anguleux de quartz clastique, lorsqu'on les reconnaît dans une roche cristalline quelconque, démontrent aussi qu'elle est d'origine sédimentaire. De cette manière, certaines roches de Norvège et de Saxe, autrefois classées comme schistes cristallins archéens, ont été reconnues comme conglomérats altérés. Il est possible dans certains cas de reconnaître des grains de quartz clastique par le fait que, dans les procédés d'altération, il s'est déposé de la silice autour de ces grains, et, ainsi, la forme du grain primitif, marquée par sa couche d'oxyde de fer ou autre impureté adhérente, est conservée et peut être reconnue malgré l'altération complète et la cristallisation de la roche. Ce procédé est spécialement bien visible dans le cas des grès se changeant en

* Geologische specialkarte des Grossherzogthums Baden—Erläuterungen zu Blatt Gengenbach von A. Sauer—Heidelberg; 1894, page 8.

quartzites, mais nous pouvons aussi le reconnaître dans la transformation de certains arkoses en quartzites feldspathiques, lesquelles, par leur composition, seraient identiques aux gneiss plus acides de l'archéen.

En appliquant ces criteriums à la région aujourd'hui à l'étude, nous avons trouvé qu'il était possible de ranger dans une seule classe certaines roches que tous les éléments de preuves indiquent comme étant d'origine sédimentaire. A ces roches appartiennent les calcaires cristallins, les quartzites et certains gneiss associés contenant ordinairement de la sillimanite, des grenats et du graphite.

Roches d'origine douteuse.

Une autre catégorie peut être reconnue comme composée de roches d'origine ignée, lesquelles ont été pressurées ou broyées. A cette catégorie, outre les anorthosites qui seront examinées à part sous un autre en-tête, appartient toute une série de gneiss à orthose quartzeux, ordinairement pauvres en éléments constituants ferro-magnésiens, et ayant une variété de structure.

Une troisième catégorie consiste en roches dont l'origine est encore douteuse. Cela provient en partie du fait qu'il a été impossible de les soumettre à un examen complet, y compris l'analyse chimique. Cependant, il serait peut-être impossible, dans plusieurs cas, d'en reconnaître l'origine, lors même que cet examen serait fait. Cette catégorie comprend une proportion considérable des gneiss à orthose ordinaires de la région, ainsi que la plupart des gneiss à pyroxène et des amphibolites.

Dans les pages suivantes, ces trois espèces de roches seront examinées séparément, en commençant par les gneiss d'origine ignée.

Au lieu de nous efforcer de décrire chacun des nombreux échantillons étudiés microscopiquement dans le cours de cet examen, ce qui entraînerait le développement et la répétition d'une immense masse de détails pétrographiques, nous choisirons pour en faire la description un certain nombre de types régionaux, car nous croyons que, de cette manière, nous ferons comprendre plus clairement la pétrographie du district.

Classe 1.—Gneiss d'origine ignée.

Dans ces gneiss, le feldspath orthose domine généralement, ce qui, de soi, est une preuve à l'encontre d'une origine sédimentaire. Le quartz est presque toujours présent, bien qu'il soit souvent en petite quantité. On peut mieux en constater la présence et la proportion sur les lieux, par un examen de la surface de la roche exposée à l'action

atmosphérique, sur laquelle le contraste entre le quartz et l'orthose est beaucoup mieux dessiné que sur une cassure fraîche. Ces deux minéraux composent fréquemment presque toute la roche (gneiss à orthose quartzeux), mais ils sont ordinairement associés à de petites quantités de biotite et d'amphibole, se rencontrant isolément ou ensemble. Le graphite, abondant dans les roches de la classe 2, ne se trouve jamais dans ces gneiss. Trois variétés de structure sont spécialement dignes de mention : (*a*) le gneiss œillé ; (*b*) le gneiss grenu ordinaire ; (*c*) le gneiss feuilleté.

Ces variétés sont reliées entre elles par des roches de transition.

Gneiss œillé (gneiss quartzeux à amphibole et orthose).—Canton de Brandon, lots 16 et 17, rang IX. (Tranche 555.)

La roche est d'une couleur rougeâtre et de caractère parfaitement uniforme dans des affleurements considérables. Dans des échantillons portatifs, il accuse une foliation distincte causée par la présence d'étroites lignes noires d'amphibole, légèrement onduleuses, mais presque parallèles, alternant avec des panachures et des couches plus épaisses d'orthose rougeâtre. Gneiss œillé.

La plupart de ces minéraux se rencontrent sous forme de grains fins, mais, dans cette masse finement granulée, abondent des noyaux ou débris de gros cristaux d'amphibole et d'orthose, respectivement, de la granulation desquels a été produite la partie la plus finement grenue de la roche. Ces noyaux n'ont pas une bonne forme cristalline, mais ils sont arrondis, lenticulaires, ou lacrymiformes, avec des traînées de l'élément granulé courant de chaque côté dans la direction de la foliation, qui se recoube autour d'eux. Ces noyaux d'orthose sont souvent considérables, quelquefois de plus d'un pouce de diamètre, présentant fréquemment des faces courbes ou tordues, et on peut les voir qui se brisent dans le moment même en fragments plus petits. Les débris d'amphibole ont la même forme que ceux de l'orthose, mais ils sont de plus petite dimension.

Sous le microscope, nous voyons que la roche est formée essentiellement d'orthose, de quartz et d'amphibole. Comme minéraux accessoires, la biotite, le diallage, l'apatite, le zircon et le minerai de fer se rencontrent en très petite quantité. L'orthose domine dans une grande mesure, en partie comme gros noyaux, et en partie comme élément granulé. Les noyaux montrent une extinction inégale, bien qu'elle ne soit pas toujours très prononcée, et entre des nicols croisés, ils montrent une structure finement mouchetée ou tachetée, due à une fine Structure granulée.

interdroissance de microperthite. Ils ont une forme irrégulièrement oblongue souvent plus ou moins arrondie, et leur axe le plus long est dirigé dans le sens de la foliation de la roche, ou y incline plus ou moins. Lorsqu'ils sont considérablement grossis, on peut voir que le bord en est finement dentelé, comme si ces dentelures avaient été produites par l'enlèvement de petits fragments. De fait, l'on peut observer que ces noyaux se brisent dans le moment même et forment la matière finement granulée qui les entoure par un procédé de granulation périphérique, décrite dans le cas des anorthosites. La matrice, pour ainsi dire, dans laquelle ces noyaux sont engagés, est composée principalement de petits grains du même minéral. Ces grains présentent généralement la même apparence mouchetée que les noyaux, et ne diffèrent que peu les uns des autres en dimension.

Les plus gros montrent souvent une extinction inégale, et on peut les voir fréquemment se briser en plus petits grains. Tous ces plus petits grains d'orthose sont de forme très irrégulière. Dans l'une des coupes, il se trouvait un très petit nombre de petits grains de plagioclase. Le quartz se rencontre principalement en grains plus ou moins allongés. Ceux-ci sont souvent très allongés, formant les "feuillets" de quartz si abondants dans le gneiss feuilleté. Ils sont disséminés dans l'orthose granulée déposée dans la direction de la foliation de la roche, et, de fait, la déterminant en partie. Ces grains ont une extinction presque uniforme; ils ne sont ni brisés ni granulés, même s'ils sont plusieurs fois aussi longs que larges. En les examinant très attentivement, cependant, on peut ordinairement voir qu'ils montrent une extinction légèrement inégale, donnant, comme nous le démontrerons en décrivant les "gneiss feuilletés," l'idée d'un badigeonnage du minéral sur un même plan. Ils se bifurquent quelquefois aux extrémités ou aux côtés. Nous pouvons souvent observer ces individus de quartz tourner autour des noyaux partiellement granulés de l'orthose en longs grains recourbés ou en traînées de grains.

La hornblende, de couleur verte et dont la proportion est comparativement restreinte, se rencontre en traînées de grains de forme très irrégulières, résultant de la granulation de gros cristaux, dont les cœurs ou débris forment de petits noyaux. Un grain ou deux de biotite sont parfois associés à la hornblende. Dans une tranche, il n'y avait qu'un seul grain de diallage, mais dans toutes les tranches il y a un petit nombre de grains d'un agrégat jaunâtre, apparemment un produit de décomposition de diallage. Lors même que ce serait là la véritable explication de leur origine, le diallage serait très subordonné à la hornblende sous le rapport de la quantité. Il n'y a aucun témoignage démontrant que cette dernière provient du premier.

Quelques petits cristaux d'apatite de forme irrégulière, et de petits prismes de zircon, ainsi qu'une petite quantité de magnétite, se rencontrant en grains allongés ou en longs cordons étroits comme le quartz, complètent la liste des éléments constituants.

Le gneiss œillé se rencontre en masses de forme très irrégulière, dans le canton de Brandon, intercalé dans la série gneissique, avec l'allure de laquelle concorde sa lamellation. (Fig. 3). Il forme de grands affleurements de roches moutonnées, de caractère très uniforme, et est remplacé à l'est par un développement considérable de granulite pyroxénique presque noire. Du gneiss œillé, de caractère identique, a été trouvé dans à peu près une douzaine de localités différentes dans le même canton, en longues bandes étroites courant parallèlement à la direction de la série. Du gneiss œillé, s'y rattachant étroitement par le caractère, se rencontre abondamment dans plusieurs autres parties de la superficie. Ainsi, nous le trouvons en grands affleurements dans un certain nombre d'endroits le long du rebord sud de la superficie entre New-Glasgow et Saint-Jérôme, et entre cette localité et Saint-Canut, ainsi qu'au nord de cette région vers Shawbridge et Saint-Sauveur, dans l'angle de l'extrême nord-ouest de la superficie, sur la rivière du Diable, la rivière Macaza, et autour des lacs situés au nord du lac Tremblant. Mode d'existence.

Relativement à l'origine de ce gneiss œillé, il ne saurait y avoir de doute qu'il est produit par la compression d'un granit à gros grain, peut-être porphyroïde en certains endroits. Dans le cas de la roche de Brandon, ce granit était une variété d'amphibole basique, probablement avec de gros cristaux d'orthose porphyriquement développés, semblables par leur structure à la grande masse granitique du côté est du canton de Brandon, bien visible aux environs de Saint-Didace, masse qui, dans plusieurs parties de sa périphérie, est développée comme gneiss œillé, ressemblant de près à celui dont il est question. Dans d'autres cas, le granit primitif a été d'nn caractère plus acide et de la nature d'une pegmatite, comme dans le canton de Wolfe, où la ligne séparant les rangs VIII et IX est traversée par la ligne séparant les lots 34 et 35. Ici, le gneiss extrêmement contourné est recoupé par un certain nombre de veines de pegmatite, ayant une structure accusée de gneiss œillé. (Tranche 567.) Origine.

Dans beaucoup d'autres parties du laurentien, tant dans ce district que dans l'Ontario central, des dykes de pegmatite ont été observés, recoupant les assises gneissiques, dans lesquels s'est développée une structure de gneiss œillé, et ces roches sont de fait des gneiss œillés en certains endroits, ou même dans la masse entière. En outre, la folia-

tion de ce gneiss œillé concorde avec celle des gneiss environnants, mais est parfaitement indépendante de la direction du dyke.

Pegmatite réduite à l'état de gneiss œillé.

On en voit un bon exemple, choisi entre plusieurs semblables, sur le lot 17 du rang VI de Brandon, lequel est représenté dans la figure ci-annexée :—

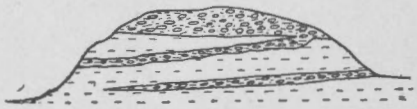


Figure 4.—Dykes de pegmatite convertie par la pression en gneiss œillé, dont la foliation concorde avec la foliation et la texture rubanée des gneiss qu'ils recoupent. Cet affleurement a 8 pieds de largeur. (Rang VI, lot 17, canton de Brandon.)

Dans cette localité, il y a une série de grands affleurements de roches moutonnées, formés d'une alternance de gneiss à orthose rougeâtre à grain fin, de gneiss œillé à gros grain, de granulite pyroxénique foncée, et de quartzite vitreuse, le tout plongeant à l'est sous un angle bas. Bien que les diverses roches semblent au premier coup d'œil se succéder les unes aux autres en bandes assez régulières, un examen attentif démontre qu'en certains endroits, le gneiss œillé recoupe les autres bandes, tel qu'indiqué dans la figure, la foliation du rameau transversal courant parallèlement à la foliation et aux bandes régulières de tout l'affleurement, mais ne concordant pas avec la direction du rameau lui-même. Dans les apophyses plus minces, la granulation est plus avancée et les noyaux moins abondants que dans les bandes plus fortes dont elle provient.

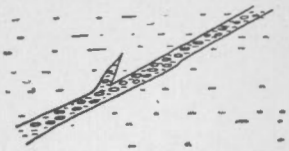


Figure 5.—Dyke de pegmatite convertie en gneiss œillé, dont la foliation concorde avec celle de l'anorthosite qu'il recoupe. (Rang VIII, lot 19, canton de Brandon.)

La figure 5 représente un cas semblable, où un dyke de pegmatite broyée en gneiss œillé recoupe obliquement la foliation de l'anorthosite dans le canton de Brandon.

Il est ainsi évident que dans ces cas, et probablement dans les cas de tous les gneiss œillés, nous avons affaire à des irruptions granitiques dans des roches plus anciennes, irruptions datant certainement

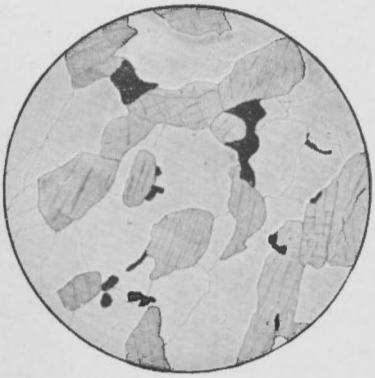


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

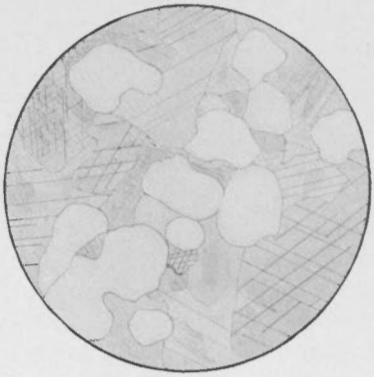


FIG. 4.

PLANCHE V.

FIG. 1.—GRANULITE PYROXÉNIQUE, RANG VI, LOT 13, CANTON DE BRANDON—Plagioclase, Pyroxène et minerai de fer. × 29.

FIG. 2.—AMPHIBOLITE PYROXÉNIQUE, MONTAGNE TREMBLANTE—Hornblende, Pyroxène, Plagioclase et minerai de fer. × 29.

FIG. 3.—GNEISS PYROXÉNIQUE, SAINT-JEAN DE MATHA—Pyroxène, Feldspath et minerai de fer. × 30.

FIG. 4.—CALCAIRE SERPENTINEUX, RANG X, LOT 27, CANTON DE RAWDON—Calcite (maclés par places) et Serpentine. × 11.

d'une époque antérieure à la production de la foliation des gneiss, ou au moins antérieure à la cessation de l'action des forces qui ont produit cette foliation.

Gneiss grenu (gneiss amphibolique quartzeux à orthose)—Montagne Tremblante, canton de Joly. (Tranches 528, 530, 533, 534.)

Cette montagne, qui, comme on le sait, est le point le plus élevé de toute la série laurentienne de cette partie du Canada, s'élève à 2,380 pieds au-dessus du niveau de la mer, et à 1,720 pieds au-dessus des eaux du lac Tremblant, qui en baigne la base. (Planche II.) Elle est formée d'une puissante masse de gneiss, de caractère uniforme de la base au sommet, et elle offre un intérôt spécial en ce qu'elle a été citée par sir William Logan comme l'exemple typique du gneiss fondamental sur lequel, croyait-il, reposait tout le système laurentien.

Ce gneiss est assez finement granulé, et la foliation en est distincte, bien qu'elle ne soit pas très frappante, marquée par la présence d'une série de lignes noires minces, interrompues, qui se voient sur des surfaces brisées à angle droit de la foliation. Sur de larges surfaces exposées à l'action des agents atmosphériques, on peut voir parfois une légère modification de la grosseur des grains en minces bandes parallèles à la foliation, et, à de longs intervalles, on rencontre de minces bandes d'amphibolite pyroxénique noire. Sur une cassure fraîche, le gneiss a une couleur rougeâtre sous l'action atmosphérique. Gneiss de la montagne Tremblante.

Sous le microscope, l'on voit qu'il est essentiellement formé d'orthose, de quartz et d'amphibole, le premier minéral dominant dans une grande mesure. Comme éléments constituants accessoires, on trouve de la magnétite, contenant probablement une certaine quantité de titanium, comme on l'a observé dans un cas, associée à une substance ressemblant au leucoxène, et dans quelques tranches, un petit nombre de grains de plagioclase et de biotite. Quelques petits grains de zircon et quelques grains irréguliers d'un minéral qui est probablement l'apatite, sont toujours présents, et dans l'un des échantillons, une quantité assez considérable de pyroxène rhombique était associée à l'amphibole en petits grains irréguliers, sans cependant donner aucune preuve qu'elle provenait de ce dernier minéral.

La structure de la roche est remarquable. (Planche IV, fig. 1.) On ne saurait trouver d'exemple plus typique de structure cataclastique ou "mörtel." De gros cristaux d'orthose, de forme très irrégulière, souvent plus ou moins arrondis, offrant une apparence fibreuse, dus à une intercroissance microperthitique très fine, et exposant d'excellentes ombres de tension, sont empâtés dans une masse finement Structure.

grenue, formant la plus grande partie de la roche, composée aussi d'orthose, et l'on peut reconnaître facilement qu'ils proviennent de la rupture des cristaux d'orthose plus gros, la chose étant réellement observée à toutes ses phases dans les tranches. Le procédé consiste partiellement en granulation périphérique et partiellement dans la subdivision des cristaux plus gros en plus petits, par le développement en travers de lignes de ces matériaux brisés dans le sens de la plus grande tension.

Le quartz, dont les plus gros cristaux contiennent fréquemment de petites traînées des très petites inclusions foncées qui se voient souvent dans le quartz du granit, bien que se trouvant en plus petite quantité, présente les mêmes phénomènes. Il en est ainsi de l'amphibole, dont les gros cristaux sont pour la plupart brisés en fragments disposés en lignes d'un parallélisme irrégulier, formant les lignes noires interrompues plus haut mentionnées comme marquant la foliation de la roche. L'origine de la structure gneissique dans le cas de cette roche ne souffre aucun doute. Ce n'est pas une structure primitive, ni les restes d'une stratification indiquant une origine sédimentaire ; mais elle a été causée par des mouvements de la roche produits par l'écrasement, la roche primitive ayant été une amphibole granitoïde.

Composition chimique.

Afin de constater si la composition chimique de cette roche justifierait les conclusions tirées de son étude sur les lieux et au microscope, M. Walter C. Adams, B. Sc. A., en a fait pour moi une analyse. Les résultats de cette analyse sont donnés sous le n° I, tandis que sous le n° II, les résultats de l'analyse d'un granit provenant du district de Carlingford, en Irlande, par Haughton, sont donnés pour des fins de comparaison :—

	I. Gneiss. Montagne Tremblante.	II. Granit. Carlingford.
Silice	69·24	70·48
Alumine	14·85	14·24
Oxyde ferrique	2·62	3·72
Oxyde manganeux	45	
Chaux	2·10	1·48
Magnésie	·97	·40
Soude	4·30	3·66
Potasse	4·33	4·26
Perte par calcination	·70	1·59
	99.56	99·83
Total des alcalis	8·63	7·92

La composition est celle d'un granit typique, et diffère absolument de celle des gneiss de la classe II, dont les analyses sont discutées aux pages 62 J à 65 J. Les points de distinction, et ceux qui indiquent

son origine ignée, sont beaucoup de silice combinée avec peu d'alumine et une forte proportion d'alcalis. La chaux, comme cela arrive ordinairement dans les granits, est aussi en proportion plus considérable que la magnésie.

Pour la description des bandes ou des masses stratiformes d'amphibolite pyroxénique intercalées dans ce gneiss, voir page 82 J.

Gneiss feuilleté—(gneiss à orthose quartzeux)—à 3½ milles et demi, au nord-est de Saint-Jérôme. (Tranches 334, 665.)

Nous pouvons prendre certains grands affleurements s'ouvrant un passage à travers le drift, près de l'extrémité méridionale du protaxe, et à environ 3½ milles de Saint-Jérôme, à côté du chemin de fer du Grand-Nord entre cet endroit et New-Glasgow, comme localité typique où se rencontre cette importante et intéressante variété de gneiss. Gneiss feuilleté.

La roche est de couleur rose, à grain fin, parfaitement feuilletée, et virtuellement dépourvue de tout élément constituant ferro-magnésiens. Dans l'échantillon portatif, elle paraît consister en couches alternantes très minces de quartz et d'orthose. Nous ne pouvons guère dire, cependant, que le quartz se rencontre en couches, mais plutôt en longs feuillets étroits, offrant l'apparence de couches lorsque l'échantillon est cassé à angle droit de la foliation dans une direction, mais se présentant comme ayant beaucoup de couches ou lits plus courts lorsque la roche est cassée dans l'autre direction, à angle droit de la lamellation. Quand, d'un autre côté, la roche est cassée dans un sens parallèle à la foliation, le quartz offre l'apparence d'une roche épanchée sur la surface de feldspath en longues veinules étroites, beaucoup à la manière du beurre que l'on étendrait en couche mince sur du pain.

Sous le microscope, dans une tranche taillée à angle droit de la foliation, on voit que la roche (planche IV, fig. 2,) est formée d'une mosaïque uniforme de grains de feldspash, à travers laquelle le quartz court en bandes étroites, parfaitement définies. Ces bandes de quartz, sous la lumière polarisée, se résolvent en une série d'individus ayant chacun une longue section rectangulaire et placés bout à bout, les bandes étant remarquablement uniformes en largeur, et tranchant d'une manière accentuée sur la mosaïque de feldspath qui l'entoure. Les cristaux de quartz sont parfois jusqu'à dix fois aussi longs que larges, et ont cependant une extinction absolument uniforme. L'orthose, qui constitue la plus grande partie de la roche, forme, comme nous l'avons mentionné, une mosaïque de grains beaucoup plus petits, présentant, en règle générale, entre des nicols croisés, les lignes onduleuses dues à de fins développements microperthitiques que l'on voit si Structure.

souvent dans les gneiss. Ces grains s'emboîtent les uns dans les autres le long de limites très dentelées ; ils n'accusent pas d'ombres de tension très prononcées, et l'on ne voit pas non plus de noyaux ou de débris de grains plus gros. Il y a des grains plus petits et plus gros, mais il n'y a pas de preuve distincte de la cassure des plus gros en plus petits. Un grain ou deux de plagioclase se voient dans chaque tranche, ainsi qu'un ou deux très petits débris décomposés de ce qui était peut-être primitivement de très petites lamelles de mica.

Granulation complète.

La structure donne l'idée d'une roche complètement grenue, dans laquelle la granulation a peut-être été produite, en partie au moins, par la recristallisation.

Distribution des gneiss.

Des gneiss présentant cette structure feuilletée avec les caractères microscopiques qui l'accompagnent, sont abondants et se rencontrent dans plusieurs parties très éloignées les unes des autres du massif dont il est ici question. Ainsi, ils sont développés sur une grande échelle dans le dernier rang du canton de Cartier, affleurant parfaitement sur les rives et les îles des petits lacs laurentiens typiques situés entre les deux branches de la rivière L'Assomption, dont l'une sort du lac des Ilets, et l'autre du lac L'Assomption. Plusieurs de ces lacs sont des bassins de roche creusés dans ce gneiss. Le gneiss de cette localité (tranche 348) ressemble beaucoup à celui ci-dessus décrit, bien que les lamelles de quartz ne soient pas aussi accentuées ni aussi régulières, et le plagioclase, en grains limpides, polarisant brillamment, est plus abondant. Il y a aussi un certain nombre de petites écailles de biotite disséminées dans la roche, ainsi que quelques très petits grenats rouges isotropes.

Comme auparavant, sous le microscope, l'apparence donne l'idée de la granulation avec une recristallisation au moins partielle, quoique nous ne puissions nous procurer de preuve absolue de la chose. En plusieurs endroits du canton de Brandon, du gneiss œillé se rencontre aussi interstratifié de granulite pyroxénique, de quartzite, etc., consistant comme auparavant de quartz et d'orthose, les éléments constituants ferro-magnésiens étant absents ou représentés par quelques grains de minerai de fer. L'une de ces localités est le lot 13 du rang VI (coupe 685), à côté du chemin qui traverse ce lot, où le gneiss est interstratifié de granulite pyroxénique et souvent recoupé par des masses de gneiss œillé de forme irrégulière, courant tantôt parallèlement à la direction de la foliation, tel que plus haut décrit, et tantôt la traversant.

Sur les lots 18 du rang V, et 15 du rang IX (tranche 576) du même canton, cette même variété de gneiss affleure aussi parfaitement, la

dernière localité étant au contact occidental de la plus orientale des masses d'anorthosite qui se rencontrent dans ce canton. Dans la pâte de feldspath très finement granulée de ces roches, on peut voir cependant de plus gros grains accidentels d'orthose très tordus, montrant une extinction fort inégale, et, dans certains cas, on peut les voir subir un procédé de granulation périphérique, produisant des grains plus petits comme ceux de la matrice. Dans la roche appartenant à cette dernière localité, aussi, des tranches montrent distinctement qu'un mouvement dans le sens de la lamellation a eu lieu dans la mosaïque de feldspath, durant ou après sa formation.

Formes de transition.

Entre le gneiss œillé et le gneiss feuilleté, toutes les variétés intermédiaires possibles se rencontrent dans différentes parties du massif. Ces formes intermédiaires présentent des feuillets ou de minces couches de quartz alternant avec des couches d'orthose finement granulée, où les noyaux ou débris de gros individus d'orthose sont plus ou moins abondants. D'un côté, quand ces noyaux sont gros et abondants, la roche se rapproche du gneiss œillé ; et d'un autre côté, quand la granulation est tellement avancée que le nombre et la dimension en sont grandement réduits, ou qu'ils sont disparus, la roche passe graduellement à un gneiss feuilleté. On trouve souvent des gneiss qui pourraient être rangés parmi les gneiss feuilletés, mais qui, après un examen attentif, montrent par-ci par-là un petit nombre de très petits débris tordus de noyaux, ce qui indique le véritable caractère de la roche.

Formes de transition.

La grande masse de granit qui occupe le côté est du canton de Brandon, le long de ses limites septentrionales, prend d'abord la forme d'un gneiss œillé, puis passe à un gneiss feuilleté (tranche 660), lequel, cependant, est pauvre en quartz, la transition étant parfaitement visible sur les rives du lac Sacacomie, situé immédiatement au delà des limites orientales de la superficie couverte par la carte. Il a été observé plusieurs cas semblables où des pegmatites passent au gneiss œillé, puis au gneiss feuilleté, et même quand l'on ne peut pas voir la transformation, les formes de transition sont tellement communes qu'elles rendent inévitable la conclusion portant que plusieurs au moins des gneiss feuilletés typiques, sinon tous, proviennent du broiement ou de la foliation de roches granitiques à gros grain, ayant passé par la phase intermédiaire du gneiss œillé. D'une semblable manière, ces formes de gneiss feuilleté où les morceaux de quartz sont plus petits, se rencontrant sous la forme de petites taches ou écailles plutôt

que de feuillets, ont probablement été composées de roches plus finement grenues de caractère semblable, traversant une phase intermédiaire de même nature que celle décrite dans le gneiss de la montagne Tremblante, lequel, après tout, est une espèce de gneiss œillé microscopique. Dans les mouvements qui se sont produits dans ces roches, mouvements ayant pour résultat le développement d'une structure feuilletée, les forces à l'œuvre ont été, croit-on, purement mécaniques.

La structure d origine mécanique.

Dans certains districts qui ont fait le sujet d'une étude attentive ailleurs, des structures ressemblant de près à celles ci-dessus décrites ont été attribuées à l'écrasement et à la recristallisation des éléments constituants primitifs. Cela ne semble pas vrai pour ces gneiss laurentiens, car dans le cas du feldspath et de l'amphibole, l'élément grenu est exactement le même, selon toutes les apparences, que les plus gros noyaux. Même lorsque ces derniers sont formés de microperthite, l'élément grenu a aussi le même caractère, ce à quoi l'on ne pourrait guère s'attendre si la recristallisation avait eu lieu. La séricite et les différents autres minéraux, si souvent produits durant la recristallisation de roches sous l'influence de la pression, sont aussi absents.

L'effet de la pression sur le quartz est spécialement remarquable, car, comme nous l'avons dit, les éléments de ce minéral ne sont ni granulés ni réduits en plus petits grains, mais ils prennent la forme de feuillets ou lames minces, souvent huit ou dix fois aussi longs que larges, et, dans le cas du gneiss œillé, suivant fréquemment des lignes courbes.

En règle générale, ces feuillets ne montrent pas les ombres de tension intenses souvent observées dans les noyaux de feldspath, mais ils montrent presque toujours des marques de tension par intervalles sur la longueur des feuillets, divisant ces derniers en certaines parties mal définies, avec une orientation légèrement différente. On peut aussi, comme nous l'avons dit, observer que les feuillets se rencontrent autour de débris volumineux d'orthose et se bifurquent parfois à leurs extrémités. Une très longue lame de quartz se brise aussi quelquefois en travers, donnant plusieurs fragments allongés disposés en ligne.

Comme celui du porphyre quartzeux de Thal.

Nous ne saurions affirmer positivement que ces phénomènes sont le résultat d'un laminage purement mécanique de cristaux de quartz, mais selon toutes les apparences, ils sont ainsi produits. Il n'y a aucune preuve qu'il y ait eu aucune cassure et rétablissement de continuité par le dépôt d'un quartz secondaire. Le procédé paraît donc tout à fait différent de celui décrit par Lehmann relativement aux granulites de la Saxe,* mais il est identique avec celui qui se

* Entstehung der altkrystallinen Schiefer Gesteine, S. 250.

voit dans les dykes comprimés de porphyre quartzeux à Thal, près Eisenach, en Thuringe,* et ailleurs. Ces dykes, qui recoupent une série de micaschistes, ont une foliation bien marquée parallèle à celle de la roche encaissante, mais souvent en travers de leur longueur. Les phénocrystes sont formés d'orthose, de plagioclase et de quartz, disposés dans la pâte de manière à ce que leurs axes les plus longs soient dans le sens de la foliation. Les feldspaths et surtout les plagioclases se sont brisés en fragments sous la pression à laquelle la roche a été soumise, lesquels fragments sont arrangés en lignes dans la direction de la foliation, ressemblant sous ce rapport aux fragments de bélemnites dans le *Bundner Schiefer* des Alpes. Les espaces compris entre les fragments brisés ne sont pas remplis par la pâte refoulée dans les cavités, mais par des grains de quartz et parfois de feldspath, plus grossièrement granulés que la pâte, laquelle, bien qu'elle soit probablement secondaire, ne provient pas des phénocrystes brisés, puisque l'on peut voir que les diverses parties de ces fragments, lorsqu'on les réunit, s'emboîtent les unes dans les autres.

D'un autre côté, les phénocrystes de quartz sont allongés en forme de cigare, souvent huit fois aussi longs qu'ils sont larges. Ils ne sont ni brisés ni granulés, mais ils tranchent parfaitement sur la matrice et ont quelquefois une forme recourbée. Accidentellement, de petits fils allongés ressemblant à la matrice se voient dans les phénocrystes de quartz, lesquels étaient en toute probabilité des inclusions de la pâte dans les phénocrystes primitifs qui ont été laminées avec les phénocrystes eux-mêmes. Tous ces phénocrystes de quartz allongés présentent des phénomènes d'extinction remarquables. L'extinction a lieu presque simultanément sur toutes les parties de la surface de chaque individu, mais lorsqu'on l'examine attentivement, on voit qu'il se divise en un certain nombre de petits champs qui s'éteignent successivement; cependant, ils ne sont pas séparés d'une manière tranchée, mais ils se fondent les uns dans les autres, de sorte que la nuance passe sur le champ en produisant un scintillement singulier.

Déformation plastique du quartz.

Cette apparence est identique avec celle que l'on voit dans le quartz de plusieurs gneiss. Il n'y a aucune preuve de cassure et de nouvelle agglutination, car il n'y a aucune interruption dans la continuité optique de l'individu, comme il devrait y en avoir si cela avait eu lieu. Le phénomène est probablement le même que celui présenté dans la déformation plastique des cristaux de glace récemment étudié par Mugge.† Il est donc évident que dans certaines conditions, lorsque

* Futterer.—Die Ganggranite von Grossachsen u. d. Quatzphorphyre von Thal im Thuringen. (Inang Diss. Heidelberg, 1890.)

† Ueber die plasticität der Eiskrystalle. Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. 5, II, 3, p. 212.

le feldspath est broyé ou granulé, le quartz subit un laminage ou allongement sans se briser, des mouvements moléculaires ayant lieu de quelque manière particulière, produisant un changement complet dans la forme, tandis que l'individu s'éteint cependant d'une manière approximativement uniforme. C'est ainsi que, dans le système laurentien, les roches granitiques se transforment en gneiss. Il arrive très rarement que l'on trouve dans ces roches des grains de quartz qui aient été brisés ou granulés; et bien qu'à mesure que l'examen avance l'on puisse constater que la granulation du feldspath et des bisilicates est en partie un procédé chimique, les preuves que l'on peut obtenir aujourd'hui tendent à faire croire que, comme dans le cas des anorthosites, dont nous parlerons plus tard, le procédé est principalement mécanique. Dans d'autres roches de ce système, cependant, comme dans d'autres régions de schistes cristallins, la recristallisation et un nouvel arrangement chimique ont incontestablement joué le principal rôle.

Classe II.—Gneiss, calcaires, quartzites, etc., d'origine sédimentaire.

Roches d'origine sédimentaire.

Une autre classe de gneiss, tout à fait différents par la composition et la structure de ceux décrits ci-dessus, se rencontre abondamment dans plusieurs parties séparées par de larges espaces de la superficie maintenant à l'étude, ainsi que dans toutes les autres parties du Canada où se voit la série de Grenville. Intimement associées à ces gneiss, se trouvent d'autres roches dont la composition en empêche aussi la classification parmi les roches d'origine ignée : ce sont les calcaires cristallins et les quartzites qui forment un caractère pétrographique si saillant de la série de Grenville.

Les criteriums d'après lesquels nous pouvons reconnaître en beaucoup de cas les gneiss ayant une origine sédimentaire, et le fait même que les roches ci-dessus mentionnées et comprises dans la présente classe sont presque invariablement intimement associées, constituent par eux-mêmes une nouvelle preuve de leur commune origine sédimentaire.

Gneiss.

Bien que sous le microscope les gneiss de cette classe paraissent contenir une certaine quantité de quartz et d'orthose, ils sont cependant formés en très grande partie de grenat et de sillimanite, qui en sont les éléments constituants les plus importants. Ces différences et d'autres dans leur composition sont aussi accompagnées de différences dans leur structure. Un groupe de ces roches est caractérisé par une désagrégation rapide lorsqu'elles sont exposées à l'air, exposition qui donne naissance à un produit de nature sablonneuse, de couleur très rouilleuse, et qui est très caractéristique. Un second groupe est aussi

de composition fort semblable, mais il ne prend pas à l'air la même couleur rouilleuse.

Comme types de ces gneiss se rouillant à l'air, nous pouvons prendre les exemples suivants :—

Gneiss à sillimanite grenatifère.—A environ un mille à l'ouest de l'église de Saint-Jean-de-Matha, seigneurie de De Ramsay. (Tranches 648, 649.)

Ce gneiss se rencontre en bandes épaisses, interstratifié et surmonté de la quartzite grenatifère blanche décrite à la page 66 J, le tout reposant dans une position se rapprochant beaucoup de l'horizontale. Le gneiss exposé à l'action des agents atmosphériques prend une couleur excessivement rouilleuse ; mais sur une cassure fraîche, on constate qu'il est à grain fin et d'une couleur gris foncé, de petits grenats et des écailles de graphite s'y reconnaissant facilement. Il est de caractère plus uniforme que ne l'est ordinairement le gneiss, l'allure en étant marquée par des bandes un peu plus riches ou plus pauvres en grenat, ou par d'autres légères différences de composition. Saint-Jean-de Matha.

Sous le microscope, on voit que la roche consiste en grenat, sillimamite et quartz en grande quantité, avec un peu d'orthose et de pyrite de fer, et un peu de biotite, de rutile et de graphite. (Planche IV, fig. 3.)

Les grenats, qui sont ordinairement de grande dimension, sont de forme plus ou moins arrondie, mais fréquemment allongés dans le sens de la foliation, et, comme cela arrive ordinairement dans ces gneiss laurentiens, ils sont parfaitement isotropes. Ils contiennent souvent des inclusions de quartz, de sillimanite et de rutile, et semblent s'être formés dans la roche et y avoir enclavé ces autres éléments constituants plus anciens.

La sillimanite se rencontre en prismes incolores allongés de ·05 à ·25 millimètres de diamètre, les cristaux les plus longs ayant parfois plus de 1·1 millimètre de longueur, souvent légèrement recourbés, apparemment par la pression. Elle a un assez fort indice de réfraction, ainsi qu'une double réfraction assez forte. Les tranches longitudinales montrent un clivage parallèle au macropinacoïde sous la forme d'une série de fines lignes parallèles à l'axe le plus long, sauf lorsqu'elles sont taillées parallèlement à cette face. Elles montrent aussi les fissures transversales que l'on voit ordinairement dans les prismes allongés et grêles. Lorsqu'on en fait l'épreuve au moyen du coin de quartz, on trouve que c=c. On ne peut pas reconnaître de faces terminales. Dans les Sillimanite.

tranches transversales, on constate que les prismes ont le profil transversal presque carré du prisme $\infty P\frac{3}{2}$. Les plans de clivage traversant ces tranches diagonalement, et dans la direction de ce clivage se trouve le plan des axes optiques, l'angle de l'axe étant faible. Ces propriétés servent à reconnaître le minéral et à le distinguer de la wollastonite ou de l'andalousite, auxquelles il ressemble sous certains rapports. (Planche IV, fig. 4.)

Le quartz, qui n'a qu'un axe et qui est positif, contient, comme cela arrive souvent dans ces gneiss, plusieurs très petites inclusions ayant l'apparence de cheveux, et de couleur foncée. Dans le plus grand nombre des cas, il accuse une extinction inégale plus ou moins prononcée, et les grains sont souvent longs et étroits, les axes les plus longs étant dirigés dans le sens de la foliation.

Pyrite et graphite.

L'orthose possède les caractères ordinaires, et parfois, entre les nicols croisés, elle présente l'apparence faiblement fibreuse que l'on voit souvent dans l'orthose des gneiss, les grains les plus gros montrant des ombres de tension comme dans le cas du quartz. La biotite se rencontre en très petite quantité et en petits cristaux de couleur brun foncé, çà et là légèrement tordus. Le rutile se présente sous forme de petits grains irréguliers, presque opaques. La pyrite, dont la présence fait rouiller la roche lorsqu'elle est exposée à l'air, et qui se rencontre en quantité considérable, a l'apparence de petites veines et de petites mases disséminées dans la roche. Elle occupe fréquemment de petites fissures courant à travers les divers autres minéraux ou les entourant. Elle se présente parfois bien cristallisée, mais elle est souvent très finement granulée et en petites masses ayant une structure rubanée concentrique comme celle qui se voit dans l'agate, le minéral ayant évidemment été déposé dans de petites cavités postérieures à la cristallisation de la roche et se rattachant souvent au graphite de telle manière qu'il porte à croire que la pyrite avait été déposée à la suite de l'action des agents réductifs du carbone. Le graphite, qui, dans les échantillons recueillis à la main, semble assez abondant, se rencontre dans les tranches minces sous forme de petits cristaux allongés, noirs et tout à fait opaques.

Une étude des tranches minces démontre aussi que la roche est absolument différente des gneiss à orthose quartzeux déjà décrits, non seulement par sa composition minérale, mais aussi par sa structure. Les cristaux allongés de sillimanite, de quartz, etc., reposant dans une même direction, marquent la foliation de la roche, bien que cette foliation ne soit pas très prononcée.

Aucune preuve de granulation.

Cependant, nous ne pouvons voir aucune preuve de granulation, la pression qui a granulé les gneiss de la dernière classe les ayant, selon

toutes les apparences, cristallisés *in situ*, les éléments constituants étant, dans la nomenclature de Milch, "éleuthéromorphes." * L'extinction inégale de la sillimanite, du quartz et de l'orthose semblerait cependant indiquer que la roche avait été soumise à quelque pression depuis leur développement ; mais, d'un autre côté, le grenat qui s'est développé plus tard étant tout à fait isotrope, semblerait avoir été produit durant la période finale de compression de la roche.

Une autre localité où un gneiss de caractère presque identique se rencontre, se trouve sur le devant du lot 4 du rang X du canton de Brandon. (Tranche 680). A l'endroit où le chemin traverse ce lot, il y a de grands affleurements de gneiss, consistant en une alternance de petites bandes de gneiss œillé et de gneiss feuilleté portant de petits noyaux, avec d'autres roches de la nature de l'amphibolite ou des granulites pyroxéniques renfermant souvent du quartz, ainsi que quelques bandes de ce gneiss sillimanitique grenatifère rouilleux et du gneiss calcarifère, ou du calcaire très impur. Le gneiss œillé et le gneiss amphibolitique contiennent l'un et l'autre parfois des grenats. Au microscope, on voit que le gneiss que l'action des agents atmosphériques a rendu rouilleux est formé essentiellement de grenat, de sillimanite, d'orthose et de quartz, avec pyrite, rutile et biotite en très petite quantité. Le grenat, comme auparavant, a la forme de masses irrégulières, ayant un caractère spongieux dû aux nombreuses inclusions de biotite, de feldspath, de sillimanite et de rutile qu'il contient ; comme la roche en dernier lieu décrite, ils est tout à fait isotrope. Grenat.

La pyrite se rencontre remplissant de petites fissures où elle a apparemment pénétré après la cristallisation de la roche. On ne voit aucun graphite dans l'échantillon ou la tranche. Cette roche, comme celle provenant de près de Saint-Jean-de-Matha, n'indique aucune preuve de structure cataclastique, mais elle est apparemment le résultat d'une recristallisation complète *in situ* produite par la pression. Il en est de même du gneiss grenatifère quartzeux interstratifié avec ce gneiss rouilleux.

On ne saurait douter, dans le cas de ces affleurements, que le gneiss œillé et le gneiss feuilleté qui en est le produit ne soient d'origine ignée.

On peut aussi mentionner deux autres affleurements de ce gneiss particulier se rouillant à l'air ; cependant, dans ces cas, l'orthose a une apparence granulée, bien que l'on ne puisse obtenir de preuve absolue de son origine cataclastique.

---

*Beiträge zur Lehre von der Regionalmetamorphose—Neues Jahrbuch für Mineralogie, IX Beilage Band. S. 107.

Gneiss à sillimanite grenatifère.—Chemin entre le canton de Kildare et le lac du Rocher—Seigneurie D'Argenteuil. (Tranche 302.)

Kildare.

Dans cette localité, il y a une série d'affleurements représentant une épaisseur très considérable d'assises formées d'une alternance de gneiss quartzeux grisâtre avec de puissantes bandes de quartzite grenatifère et de ce gneiss se rouillant à l'air. Il y a aussi dans un endroit une bande de calcaire blanc cristallin, portant des grains de serpentine vert foncé. Elle affleure sur une largeur de vingt pieds, et se rencontre interstratifiée entre une bande de quartzite blanche et une bande de gneiss rouilleux. Toutes ces roches contiennent fréquemment un peu de graphite. Le gneiss se rouillant à l'air est formé, comme auparavant, de grenat, d'orthose, de quartz et de sillimanite, accompagnés de pyrite et d'un peu de rutile et de graphite. Le contraste entre la surface très rouilleuse de ce gneiss lorsqu'il a été exposé à l'air, et la couleur gris pâle presque blanche de sa surface sur une cassure fraîche, est très frappant.

Gneiss à sillimanite grenatifère.—Canton de Kildare, près de la ligne séparant les rangs XI et XII. (Tranche 436.)

Cette localité est située immédiatement à l'ouest du lac des Français, et sur un prolongement de la coupe où se trouve la roche en dernier lieu mentionnée, mais à environ trois milles plus à l'ouest. C'est le premier affleurement sur le chemin, à l'ouest de la bande d'anorthosite qui passe sous le lac. La roche est essentiellement formée de grenat, de sillimanite, de quartz et d'orthose, le grenat enveloppant souvent la sillimanite. Il est presque de même caractère que le gneiss se rouillant à l'air des autres localités plus haut décrites.

On peut choisir les roches suivantes comme échantillons du second groupe des roches ci-dessus mentionnées, lesquelles, tout en étant très semblables à celles qui viennent d'être décrites, ne renferment pas de pyrite, et, conséquemment, ne se distinguent pas sur le terrain par le produit de désagrégation rouilleux et à l'aspect sableux.

Gneiss à sillimanite grenatifère.—A 3 milles au nord-ouest de Saint-Jean-de-Matha, seigneurie De Ramsay. (Tranche 563.)

Nord-ouest de Saint-Jean-de-Matha.

Cette roche se rencontre à trois milles en ligne droite au nord-ouest de Saint-Jean-de-Matha, au pont où le chemin reliant cette localité à Sainte-Emilie traverse la rivière Noire. Ici, les gneiss sont virtuelle-

ment horizontaux. La roche est de couleur rouge et fortement grenatifère.

Sous le microscope, on voit que la roche est formée de grenat, de sillimanite et d'orthose, avec de plus petites quantités de rutile, de serpentine, de pyrite, de graphite et de biotite. Les caractères généraux de ces minéraux sont les mêmes que ceux qu'ils présentent dans les roches du dernier groupe qui vient d'être décrit.

Le grenat est parfaitement isotrope. La sillimanite se trouve en quantité considérable, en prismes dont les longs axes reposent parallèlement à la foliation de la roche. Le quartz contient une grande abondance d'inclusions très petites, noires, filiformes, presque droites et disposées en plusieurs séries qui se croisent. L'orthose a une apparence clairement fibreuse, ce qui provient, en partie du moins, de la présence de petites inclusions ressemblant à des baguettes, les unes noires et presque opaques, les autres transparentes et presque incolores. Le rutile s'y rencontre en grains brun foncé, presque opaques, ayant parfois une assez bonne forme prismatique, mais généralement plus ou moins arrondie. La serpentine se trouve en quelques grains d'un fort volume provenant de l'altération de quelque minéral, aujourd'hui entièrement disparu. Le graphite est disséminé dans la roche en nombreuses petites paillettes. La biotite se rencontre en très petite quantité, souvent empâtée dans le grenat. Il ne se trouve que très peu de petits grains de pyrite.

La roche, comme nous l'avons dit, est très fortement grenatifère, le grenat se rencontrant en morceaux de couleur rose, formant une grande partie de cette même roche, les autres éléments constituants en étant de grain beaucoup plus fin, lesquels se sont épanchés autour des gros morceaux de grenat, produisant ainsi une foliation obscure dans la direction du mouvement. Cependant, la structure en est absolument différente de celle du gneiss œillé ou de celle du gneiss feuilleté, car l'étude des plaques minces ne fournit aucun indice de granulation. Les gros morceaux de grenat se sont cristallisés *in situ* et ne sont pas broyés. Ce ne sont pas des débris de masses plus considérables qui ont échappé à la granulation complète. La sillimanite paraît un peu brisée par places, mais cela n'est pas certain, et une étude des tranches minces prouve qu'au moins quelques-uns des éléments constituants de la roche, sinon tous, ont été produits par un procédé de recristallisation.

Gneiss à sillimanite.—Rive ouest du lac Tremblant. (Tranche 591.)

La géologie du lac Tremblant, grande nappe d'eau qui se trouve presque à l'angle nord-ouest de la région couverte par la carte qui Gneiss du lac Tremblant.

accompagne ce rapport, offre un intérêt spécial. Sur la rive orientale du lac s'élève la montagne Tremblante, le plus haut point de cette partie du Canada, laquelle, comme nous l'avons déjà dit, est citée par Logan comme la masse typique de son gneiss fondamental. Le gneiss composant la montagne Tremblante est de caractère très uniforme, et, comme nous l'avons expliqué à la page 46 J, consiste en une grande masse de roches ignées comprimées. Courant à travers le lac, et affleurant à son extrémité méridionale, ainsi que sur les îles, se trouve une puissante bande de calcaire cristallin blanc.

Associés à ce calcaire et bien exposés sur les rives de la partie méridionale du lac, surtout sur le côté occidental, sont des gneiss grenatifères et à sillimanite en variété considérable. Sur le côté oriental, ces gneiss forment une étroite bordure, graphitique en certains endroits et portant des bandes de quartzite interstratifiées, lesquelles sont remplacées par le gneiss de la montagne Tremblante à une faible distance dans l'intérieur. A l'extrémité nord-ouest du lac, se présentent des gneiss granitiques grossiers, ayant une foliation à peine perceptible et n'ayant pas de texture rubanée.

Nous avons choisi pour en faire l'examen une variété des gneiss se rencontrant sur la rive ouest du lac, et à peu près au quart du chemin en remontant le lac depuis son extrémité méridionale.

La roche, qui se rouille un peu à l'air, est à grain fin et de couleur gris-pourpre foncé sur une cassure fraîche, ressemblant assez à un fin mélange de poivre et de sel. Elle est essentiellement formée d'orthose et de quartz, accompagnés d'une grande quantité de biotite en petites paillettes. De petites panachures onduleuses brisées courent à travers la roche ; elles sont de couleur blanche et font apparemment partie de ce qui constituait autrefois de petites bandes continues. Elles sont formées essentiellement de sillimanite en très petits cristaux circulaires (planche IV, fig. 4), et, ayant une direction grossièrement parallèle, elles donnent à la roche, qui, d'ailleurs, est massive, une apparence vaguement feuilletée.

La figure de la page 59 J (n° 6) indique l'aspect de la roche au microscope, et l'on voit des parties de deux bandes riches en sillimanite, avec une bande intermédiaire riche en biotite. Comme éléments constituants accessoires présents en petite quantité, la roche contient du grenat, du minerai de fer titanifère, un petit nombre de grains de pyrite et d'un minéral qui a les caractères de l'allanite, de teinte brune et vert pâle à la surface, et de couleur plus foncée à l'intérieur du grain. Ces éléments constituants sont limités par des lignes bien définies, bien tranchées ; il n'y a aucune granulation, aucune torsion

des grains. La roche paraît avoir été entièrement recristallisée et ressemble à certaines roches altérées trouvées dans les zones de contact aux environs de grandes masses granitiques.

Figure 6.—Gneiss à base de sillimanite sur la rive ouest du lac Tremblant. Sillimanite, quartz, orthose, biotite et pyrite. × 38.

Elle ressemble autant à un sédiment de métamorphisme, d'un côté, que la roche de la montagne Tremblante ressemble à une masse ignée, de l'autre, ressemblance qui, dans chaque cas, est fortement accentuée par la composition chimique de la roche. Ressemblance avec des roches sédimentaires altérées.

Gneiss à sillimanite grenatifère.—Chute de Darwin, sur la rivière Ouareau, près du village de Rawdon, canton de Rawdon. (Tranches 637, 638.)

A la chute de Darwin, à peu près à un quart de mille en aval du pont inférieur de Rawdon, la rivière passe dans une gorge de roches laurentiennes bien rubanées et plongeant vers l'est sous un angle élevé, l'allure en étant presque verticale. Dans la plupart des endroits, le gneiss est fortement grenatifère, les grenats de couleur rose se rencontrant parfois en morceaux d'un pouce de diamètre ; il est interstratifié de bandes de quartzite blanche (décrites à la page 66 J), dont quelques-unes sont très grenatifères, tandis que d'autres sont presque dépourvues de grenats. Il y a aussi des bandes de quartzite feldspathique. Les bandes de ces diverses roches, qui ont toutes l'apparence de lits, ont de quelques pouces à plusieurs pieds de puissance. Chute de Darwin.

Dans un endroit, l'on a trouvé une petite veine de calcaire cristallin d'environ un pouce de large, mais il a été impossible de trouver de plus grandes bandes ; au nord, cependant, presque sur la ligne

d'allure de ces affleurements, se montre une forte bande de calcaire cristallin, laquelle traverse peut-être la rivière immédiatement en amont du village, où les berges sont couvertes d'une épaisse couche de drift. Nous avons déjà mentionné cette localité en décrivant la distribution des bandes de calcaire à la page 26 J. Le caractère microscopique de la quartzite interstratifiée avec le gneiss est décrit à la page 66 J.

Le gneiss contient beaucoup de grenat et de sillimanite, mais diffère des gneiss de la classe déjà décrite en ce qu'il est beaucoup plus fortement quartzeux.

Les grenats se rencontrent en nombreux grains de forme irrégulière, avec les prolongements particuliers qui pénètrent comme des bras dans la roche même dans toutes les directions, et renfermant des parties des autres éléments constituants. L'orthose, le quartz, la sillimanite, la biotite, le rutile et le minerai de fer ont été remarqués ainsi enchâssés dans le grenat, de sorte que le dernier minéral semblerait s'être déve-

Figure 7.—Grenat portant des inclusions d'autres éléments constituants de la roche.—Gneiss grenatifère à sillimanite.—Chute de Darwin, près Rawdon.

Grenat avec inclusions.

loppé plus tard que tout autre élément constituant de la roche. Ce mode particulier de développement du grenat se voit presque invariablement dans le gneiss grenatifère du laurentien, ainsi que dans les assises fortement sédimentaires ployées des Alpes (*Bundner Schiefer*) et d'ailleurs, et il a déjà été remarqué comme se rencontrant dans quelques-unes des roches plus haut décrites. Le minéral semble ajouter à sa masse dans toutes les directions qu'il peut atteindre où se trouve des éléments portant du grenat, et semble même s'assimiler ou de quelque manière se débarrasser des grains de la plupart des différents minéraux qu'il s'est incorporés, de très petits débris irrégulièrement

arrondis de beaucoup de ces éléments restant seuls dans l'intérieur des masses de grenat, tandis que l'on trouve encore souvent les parties périphériques pleines d'inclusions. La solution de la question de savoir comment cela s'accomplit doit être laissée à une étude ultérieure, car dans la manière dont ces grenats et autres minéraux développés par des procédés métamorphiques deviennent des roches massives, il y a encore beaucoup de choses mystérieuses et nullement comprises à fond. Le grenat rempli d'inclusions, dans son défaut de continuité, ressemble souvent à une éponge, ou à une grande *Amœba* dont la substance est à peine suffisante pour contenir les diverses collections d'objets dont elle s'alimente.

Outre les grenats et le quartz, l'orthose et la sillimanite sont abondantes, tandis que la biotite, le rutile, le minerai de fer, la pyrite et le zircon (?) figurent en petite quantité, tous ces minéraux offrant les caractères normaux des diverses espèces.

La roche a une foliation vague, due en partie à la disposition des divers minéraux ayant leurs axes les plus longs dans un seul plan, et en partie à une certaine variation dans l'abondance relative des différents minéraux dans différents plans. Le quartz et l'orthose accusent des effets de pression, mais nous ne voyons dans les tranches aucune granulation claire, ni de structure cataclastique distincte, et il n'y a pas non plus de noyaux. Le grenat et la sillimanite proviennent certainement d'une recristallisation, et les témoignages tendent à démontrer que la roche en général est le résultat de ce procédé. Cependant, depuis la recristallisation, elle a été soumise à une certaine force de pression, car bien que, dans certains cas, le quartz et l'orthose donnent de légères preuves de pression, elle n'a pas du tout affecté le grenat.

Composition chimique des gneiss de la classe II.

Composition chimique des gneiss de la classe II.

Afin de déterminer si les gneiss de la classe II, qui diffèrent si clairement par leur composition minéralogique et leur structure de ceux de la classe I, présentent des différences dans la composition chimique de la roche en général, nous avons choisi et analysé parmi ceux décrits, trois des gneiss les plus typiques de la classe. Le n° III a été analysé pour moi par M. Nevil Norton Evans, de l'université McGill, et les n°s IV et VII par M. Walter C. Adams, B.Sc.A. A ces deux messieurs, je désire exprimer ma reconnaissance.

	III. Gneiss. — St. Jean de M.	IV. Gneiss. — Lac Tremblant	V. Ard. — Pays de Galles.	VI. Ard. — Melbourne.	VII. Gneiss. — Rawdon.	VIII. Ard. — Tinzen.
Silice	61·96	57·66	60·50	64·20	74·70	79·97
Oxyde titanique	1·66	.....	.....	.....	.....	.....
Alumine	19·73	22·83	19·70	16·80	8·88	8·62
Oxyde ferrique	.....	.....	.....	.....	9·64	6·63
Oxyde ferreux	4·60	7·74	7·83	4·23	.....	.....
Sulfure de fer	4·33	.....	.....	.....	.....	.....
Oxyde manganeux	traces.	traces.	traces.	.....	·50	.....
Chaux	·35	1·16	1·12	·73	1·07	·76
Magnésie	1·81	3·56	2·20	3·94	1·87	1·52
Soude	·79	·60	2·20	3·07	·42	·64
Potasse	2·50	5·72	3·18	3·26	·95	2·30
Perte par calcination	1·82*	1·50	3·30	3·42	1·05	.....
	99·55	100·77	100·03	99·65	99·08	100·44
Total des alcalis	3·29	6·32	5.38	6·23	1·37	2·94

*Eau.

III. Gneiss provenant d'environ un mille à l'ouest de Saint-Jean-de-Matha. Gneiss à sillimanite grenatifère à grain fin, renfermant beaucoup de quartz et d'orthose. Il s'y trouve aussi du graphite et de la pyrite, cette dernière faisant prendre au gneiss exposé à l'air une couleur très rouilleuse. Il se rencontre en bandes puissantes interstratifiées de quartzite grenatifère blanche, le tout reposant presque à plat. (*Voir* page 53 J).

IV. Gneiss provenant de la rive ouest du lac Tremblant. Gneiss gris foncé à grain fin, composé de quartz et d'orthose, avec beaucoup de biotite et de sillimanite. Il se rencontre près d'une bande de calcaire cristallin qui occupe le lit du lac Tremblant. (*Voir* page 57 J).

V. Une ardoise tégulaire ordinaire provenant du Pays de Galles. Analysée par T. Sterry Hunt. (*Phil. Mag.*, 1854, p. 237).

VI. Une ardoise tégulaire semblable d'âge cambrien provenant des grandes carrières du canton de Melbourne, dans la partie méridionale de la province de Québec. Analysée par T. Sterry Hunt. (*Géologie du Canada*, 1863, p. 636).

VII. Gneiss provenant de la chute de Darwin, près du village de Rawdon, province de Québec. C'est un gneiss grenatifère fortement quartzeux, et il se rencontre en bandes bien définies interstratifiées de quartzite, qui est souvent très grenatifère, les bandes ayant quelques pouces à plusieurs pieds d'épaisseur. (*Voir* page 59 J).

VIII. Ardoise rouge provenant de près de Tinzen, dans la région nord de l'Engadine, Suisse. Fortement siliceuse, contenant 9·12 pour 100 de silice sous forme de quartz. (Von Rath, Z. D. G. G., 1857, p. 242.

Différents en composition de toute roche ignée.

En comparant les analyses de ces trois gneiss (III, IV et VII) avec l'analyse du gneiss de la montagne Tremblante donnée à la page 46 J, on verra qu'ils sont absolument différents en composition. De

fait, ils sont absolument différents en composition de toute roche ignée. D'un autre côté, la forte proportion d'alumine (dans III et IV), la faible proportion d'alcalis, et la grande prédominance de la magnésie sur la chaux, caractéristique des argiles schisteuses et des ardoises, seront remarquées. Les roches présentent ainsi la preuve chimique qu'elles ont subi un procédé de lixiviation. (*Voir* page 37 J.)

La forte proportion d'alumine et la faible proportion d'alcalis sont dues à la présence de la sillimanite, minéral très commun dans les schistes cristallins, mais que l'on trouve rarement ou jamais en grande quantité dans des roches ignées non altérées.

Composition des granits et argiles schisteuses.

La différence marquée existant sous le rapport de la composition entre les granits et les argiles schisteuses ou les ardoises se voit clairement en comparant les analyses d'une série de granits avec celles d'une série d'ardoises, comme, par exemple, celles données dans les *Gesteins Analyzen* de Roth. Nous voyons que les dernières sont en moyenne beaucoup plus fortes en alumine et beaucoup plus faibles en alcalis, tandis qu'en même temps elles sont plus faibles en silice, laquelle a été enlevée et comme sable et en combinaison avec les alcalis qui sont disparus en solution, et qu'elles contiennent dans la plupart des cas plus de magnésie que de chaux, au lieu de contenir plus de chaux que de magnésie, comme c'est ordinairement le cas dans les granits.

La moyenne de la proportion d'alcalis dans les trente-sept analyses de granits provenant de différentes parties du monde, moyenne donnée par Roth dans son ouvrage ci-dessus mentionné, est de 7·35 pour 100, tandis que vingt-trois schistes argileux primitifs (*Urthonschiefer*) renferment en moyenne seulement 4·70 pour 100, et que vingt-cinq ardoises d'âge silurien renferment 4·82 pour 100 d'alcalis. Les ardoises contiennent ainsi une moyenne d'environ les deux tiers de la quantité d'alcalis qui se trouvent dans la moyenne du granit.

Effets de la décomposition des granits.

Les changements qu'un granit subit lorsqu'il est décomposé par l'action de la température ont été parfaitement démontrés par une excellente étude de la composition chimique du granit frais et du granit décomposé du district de Colombie, par le professeur Merrill, étude au cours de laquelle il a été constaté que la roche décomposée avait perdu 25·21 pour 100 de chaux, 28·62 pour 100 de soude, 31·98 pour 100 de potasse, et 14·89 pour 100 de silice, mais seulement 3·23 pour 100 d'alumine et 1·49 pour 100 de magnésie.* C'est un résultat qui, en ce qui concerne les alcalis, s'accorde de très près avec la moyenne de la perte indiquée dans le cas des quarante-huit ardoises plus haut mentionnées.

* Mentionné dans un mémoire intitulé : Désagrégation et décomposition d'une diabase à Medford, Mass., *Bull. Geol. Soc. of America*, 1896, p. 357.

Une ardoise typique est donc distinctement différente, sous le rapport de sa composition chimique, d'un granit ordinaire, bien que des sédiments ayant une composition intermédiaire soient fréquemment produits par la désagrégation d'un granit, sans destruction complète, formant des roches comme l'arkose, les grauwackes, les grès feldspathiques, et ainsi de suite.

La ressemblance fortement accentuée des gneiss de Saint-Jean-de-Matha et du lac Tremblant avec les ardoises, sous le rapport de la composition, se voit lorsque l'on en compare les analyses avec celles des deux ardoises n^os^ V et VI. Ils ont en effet la composition d'une ardoise tégulaire ordinaire.

Le n° VII, qui est un gneiss si fortement quartzeux qu'on pourrait presque l'appeler une quartzite impure, a aussi une composition différente de celle de n'importe quelle roche ignée, mais identique avec celle de plusieurs ardoises siliceuses. Le n° VIII est l'analyse d'une ardoise de cette nature provenant de la région de l'Engadine, en Suisse, et, comme on le verra, elle est presque identique avec le n° VII. Des bandes siliceuses de quelques-unes des carrières d'ardoise du Canada ont aussi une composition semblable. Dans le cas actuel, l'alumine est faible à cause de la prédominance du quartz, ce qui diminue aussi les alcalis. La magnésie, comme auparavant, l'emporte sur la chaux. Le n° VIII a perdu 1·92 pour 100 par calcination avant l'analyse, et, en conséquence, ces chiffres ne figurent pas dans l'analyse donnée ci-dessus.

Analyses d'ardoises.

Qu'il n'y ait rien de remarquable dans l'interstratification de bandes de gneiss différant considérablement, sous le rapport de la composition, dans la même série d'affleurements, comme à la chute de Darwin, dans l'hypothèse où ce serait des sédiments fortement altérés, cela est bien démontré par les analyses suivantes de deux variétés d'ardoises provenant de bandes différentes de roches d'âge cambrien, de la carrière d'ardoise de Danville, dans la province de Québec, au sud du Saint-Laurent. Ces analyses ont été faites par le Dr J. B. Harrington et n'ont pas encore été publiées :—

	IX. Ardoise.	X. Ardoise.
	Danville.	Danville.
Silice	55·75	67·85
Alumine	17·87	9·10
Oxyde ferreux	9·07	11·14
" manganeux	·70	·79
Chaux	1·14	·98
Magnésie	5·81	3·23
Soude	1·12	1·80
Potasse	2·97	·44
Perte par calcination	5·26	4·55
	99·69	99·88
Total des alcalis	4·09	2·24

La proportion de carbone dans la roche a été déterminée dans le n° IX, et l'on a constaté qu'elle était de 26 pour 100 ; on a trouvé que tout le fer était présent à l'état ferreux. Ces deux ardoises, comme on le verra, contiennent la proportion relative voulue d'éléments constituants pour la formation de gneiss comme ceux que nous venons de décrire. Le n° IX, s'il était soumis aux conditions convenables pour sa transformation, pourrait produire un gneiss semblable, en général, à celui du lac Tremblant, mais plus pauvre en sillimanite, tandis que le n° X se transformerait en un gneiss semblable à celui de la chute de Darwin (n° VII), mais moins quartzeux. Proportion de carbonne contenu dans la roche.

Dans ces gneiss qui ont été classifiés comme étant d'origine sédimentaire, nous avons donc des roches ayant la composition chimique d'argiles schisteuses ou d'ardoises, composition minéralogique tout à fait différente de celle des gneiss de la classe I, et une structure démontrant qu'elles ont été produites essentiellement par un procédé de recristallisation. Ces faits réunis, croyons-nous, prouvent que l'on doit considérer ces roches comme des sédiments altérés.

Les effets produits par le métamorphisme dynamique sont de même nature que ceux observés par Heim dans les Alpes : la même force qui broie les roches fortement cristallines en schistes finement granulés, recristallise les roches sédimentaires, développant souvent en elles des cristaux considérables de divers minéraux nouveaux. Cependant, nous ne prétendons pas que toutes les roches granulées du laurentien sont d'origine ignée, ou que tous les gneiss recristallisés sont des sédiments altérés.* Si des arkoses ou des grès feldspathiques grossiers étaient déposés avec les argiles schisteuses, ceux qui ressemblent beaucoup au granit sous le rapport du caractère seraient probablement transformés par le broiement et la granulation en gneiss presque identiques en apparence et sous le microscope avec ceux qui proviennent des granits. De fait, il est possible qu'une étude plus approfondie démontre que c'est là l'origine de quelques-uns des gneiss à orthose quartzeux associés aux gneiss grenatifères à sillimanite plus haut décrits. Il est possible aussi que certaines roches ignées aient subi une complète recristallisation durant le métamorphisme. Nous désirons, dans le présent travail entrepris pour ajouter à la connaissance que nous possédons de ces roches, simplement démontrer que certains de ces gneiss ont eu une origine sédimentaire, et que certains autres peuvent être reconnus comme des roches ignées altérées, tandis qu'il y en a encore un très grand nombre dont l'origine est jusqu'ici indéterminée. Toutes les roches grenues ne sont pas ignées.

* *Voir* C. J. Smyth, jr. *Metamorphism of a Gabbro occuring in St. Lawrence County, N. Y. Am. Jour. Sci.*, avril 1896, p. 280.

Quartzites.

Différentes des petits filons et des veines de quartz que l'on trouve souvent recoupant les roches de cette région comme de toutes les autres grandes régions d'assises cristallines, sont les bandes de quartzites bien définies et souvent très puissantes, qui se rencontrent régulièrement intercalées ou interstratifiées avec le gneiss et les calcaires cristallins du district. Nous pouvons prendre comme type de ces bandes les trois massifs suivants :—

Quartzite grenatifère.—A environ un mille à l'ouest de l'église de Saint-Jean-de-Matha, seigneurie de De Ramsay. (Tranches 573, 661).

Quartzite grenatifère.

Cette roche se rencontre interstratifiée avec le gneiss grenatifère à sillimanite qu'elle surmonte, lequel a été décrit à la page 53 J, et elle forme de grands affleurements s'étendant vers le nord-ouest. Une haute falaise formée de ces roches, interstratifiée de gneiss quartzeux grenatifère, est représentée dans la photographie reproduite dans la planche III. Les lits, comme on le verra dans la photographie, sont virtuellement horizontaux.

La quartzite est à grain moyen et de couleur gris-brunâtre, et porte de nombreux grenats ayant souvent un pouce de diamètre. Des bandes plus riches ou plus pauvres en grenats, ou accusant d'autres légères différences sous le rapport du caractère, alternent les unes avec les autres. Sous le microscope, on voit que la roche est composée essentiellement de quartz et de grenat. La sillimanite s'y rencontre en quantité considérable, avec accessions d'orthose, de plagioclase, de biotite et de rutile. La foliation indistincte de la roche est produite par la disposition des divers éléments constituants qui ont leurs longs axes dans une même direction.

Saint-Jean-de-Matha.

Le quartz est formé de grains plus gros, avec des traînées de plus petits courant entre eux, presque tous les gros grains montrant des ombres de tension bien accusées. Il semble avoir été broyé ou granulé, les parties brisées courant souvent en courbes autour des gros grenats. Les grenats sont isotropes et contiennent de nombreuses inclusions de quartz, de sillimanite et de rutile. La sillimanite se rencontre dans les cristaux longs et grêles déjà décrits et provenant des gneiss associés, avec extinction parallèle et petit angle axial. Le rutile est de couleur brune, un seul cristal allongé pénétrant souvent plusieurs grains de quartz. Les feldspaths et la biotite ne se rencontrent pas dans toutes les coupes.

Bien qu'aucun noyau de quartz ne se voie,—ce minéral, comme nous l'avons démontré, ne produisant pas ordinairement de noyaux par le broiement,—la roche semble avoir été fortement broyée.

Quartzite.—Chute de Darwin, près du village de Rawdon, canton de Rawdon. (Tranches 633, 635.)

La roche se rencontre en lits ou bandes, ayant de quelques pouces à plusieurs pieds de puissance, régulièrement interstratifiées avec le gneiss grenatifère à sillimanite décrit à la page 60 J. Quelques-unes des bandes sont fortement grenatifères, d'autres sont dépourvues de grenats, tandis que d'autres encore renferment une proportion considérable de feldspath. Sous le microscope, la roche ressemble de très près à celle que nous venons de décrire et qui se trouve à l'ouest de Saint-Jean-de-Matha. Elle est composée de quartz et de petites quantités d'orthose et de grenat, et de biotite, de rutile, de zircon, d'ilménite, de leucoxène et de pyrite accessoires. On voit que la foliation de la roche est due à la présence de quelques petites lignes de grains de feldspath qui la pénètrent dans une même direction, et l'on peut la considérer comme une variété très quartzeuse du gneiss associé ci-dessus mentionné. Chute de Darwin.

Le quartz est formé de grains plus gros, entourés et pénétrés par des baies et rameaux irréguliers consistant en grains de quartz beaucoup plus petits. Les grains de grande dimension accusent une action fortement prononcée des phénomènes de pression, lorsqu'on les examine entre des nicols croisés, étant divisés en surfaces dont l'orientation diffère légèrement, quoique la continuité des grains soit conservée. Il contient un grand nombre de menus morceaux noirs filiformes et d'aspect poussiéreux, les premiers parfaitement droits, qui traversent la roche en lignes quelque peu onduleuses et dans une direction presque à angle droit avec la foliation, passant d'un grain dans un autre sans dévier de leur direction, et qui évidemment ont été formés après que la roche eût pris sa structure actuelle. L'orthose se rencontre en petite quantité et laisse voir fréquemment des ombres de tension. Son apparence fait croire à la granulation, bien qu'il ne reste aucun noyau pour démontrer la chose.

Le grenat est présent sous forme de grains plus ou moins arrondis, souvent un peu allongés dans le sens de la foliation. Ils est isotrope, et, comme d'habitude, contient quelques inclusions formées des autres minéraux constituants de la roche. Les autres éléments possèdent les caractères ordinaires. En somme, la preuve, bien qu'elle ne soit pas concluante, tend à démontrer que la roche a subi une granulation avant la cristallisation du grenat, ou que ce dernier n'y a pas été brisé. Le professeur Rosenbusch croit que l'on peut découvrir dans quelques-unes de ces quartzites de Rawdon des grains de quartz clastique primitif, avec grossissements provenant du dépôt de silice secondaire.

Quartzite.—Pont des Dalles, rivière L'Assomption. (Tranche 667.)

Pont des Dalles.

Cette localité est à un peu plus d'un mille à l'est de Sainte-Béatrice. La roche se présente interstratifiée avec plusieurs variétés de gneiss, dont quelques-unes contiennent des grenats d'un rouge-framboise ayant jusqu'à deux pouces de diamètre. Elle est composée presque exclusivement de quartz en grains allongés, donnant une foliation à la roche. On peut découvrir à l'œil nu quelques grains de grenat et quelques écailles de graphite, tandis qu'au microscope, l'on voit que l'orthose, la sillimanite, le rutile et le zircon sont présents en petite quantité comme éléments constituants accessoires. La surface exposée à l'air montre de nombreux trous ressemblant à des *scolithus*, lesquels, cependant, ne se prolongent pas sur une distance considérable, et, à l'examen, l'on constate qu'ils sont produits par l'enlèvement des grenats. Les grains de quartz aplatis ont, en règle générale, une extinction formant un angle de 40° à 45° avec leur longs axes, et contiennent les mêmes inclusions foncées décrites dans la quartzite provenant de la chute de Darwin, disposées d'une manière analogue. Les grains se réunissent le long de lignes dentelées irrégulières, et montrent une extinction inégale prononcée, bien que l'on ne puisse découvrir que peu de chose ou rien sous forme de granulation réelle.

Calcaires cristallins.

La pétrographie des calcaires cristallins, autant qu'on peut les étudier au microscope, a été traitée à fond par Sterry Hunt, dans son Rapport sur les calcaires laurentiens de l'Amérique du Nord.* Les calcaires de la région maintenant à l'étude ne diffèrent aucunement de ceux d'autres régions laurentiennes décrites dans le rapport en question. Ordinairement, ils sont relativement purs, et seulement quelques-uns des cinquante-quatre minéraux décrits par Hunt comme se rencontrant dans les calcaires laurentiens y ont été reconnus. Parmi ces minéraux, c'est le mica, le pyroxène, la serpentine et le quartz que l'on rencontre le plus fréquemment. Ils sont ordinairement assez grossièrement grenus, jamais à grains très fins ou compacts, et, lorsqu'ils sont exposés à l'action des agents atmosphériques, ils se désagrégent en masses de grains de calcite ayant l'aspect de gros sel blanc, ou ils sont dissous par la pluie, laissant des surfaces onduleuses lisses. Des quantités considérables de calcaire désagrégé se rencontrent sur quelques-unes des îles du lac Tremblant. Bien qu'ils soient blancs ou presque blancs sur une cassure fraîche, ces calcaires, comme ceux d'autres parties du laurentien, noircissent souvent à l'air, apparemment

* Rapport des Opérations, Com. géol. du Canada, 1863-66, réimprimé dans le Rapport des régents de l'Université sur le cabinet d'Histoire Naturelle de l'Etat de New York, pour 1867, appendice E.

parce qu'il s'y est formé, sur les surfaces exposées, une couche de lichen noir très menu.

Les calcaires possèdent ordinairement une stratification plus ou moins distincte, due à la présence en diverses quantités de l'un ou de plusieurs des minéraux accessoires présents, et sont, comme nous l'avons déjà mentionné, habituellement associés ou interstratifiés avec des bandes de gneiss grenatifères ou à base de sillimanite se rouillant à l'air, ayant la composition de sédiments argilacés ordinaires, ou avec des bandes de quartzite. Effet de l'action des agents atmosphériques.

La serpentine n'est pas ordinairement abondante dans les calcaires de ce massif, et l'on n'y a trouvé aucune trace d'*Eozoon*. Gneiss sédimentaires associés.

Le calcaire provenant de deux localités a été soumis à un examen miscroscopique.

Calcaire cristallin—Canton de Rawdon, rang X, lots 27 et 28 (près du four à chaux). (Tranckes 632, 636.)

Ces affleurements sont parmi les plus considérables de tout le massif, et il en a déjà été question à la page 29 J. La roche est bien rubanée, quelques bandes consistant en un calcaire blanc et presque pur renfermant seulement quelques écailles de mica, tandis que d'autres bandes sont remplies de grains de serpentine vert foncé. Dans quelques-unes de ces bandes serpentineuses, la serpentine se présente sous forme de gros morceaux, et, en cassant un certain nombre de ces derniers, nous avons vu qu'ils contenaient des noyaux arrondis de pyroxène blanc. Ces noyaux se détachent facilement de la serpentine où ils sont empâtés, lorsqu'on les frappe avec un marteau, et ils tombent en laissant des cavités hémisphériques. Ils sont précisément comme ceux décrits par Merrill * dans la serpentine de Montville, New-Jersey, et démontrent clairement que la serpentine contenue dans le calcaire tire son origine de l'altération de grains et de morceaux de pyroxène qui s'y trouvaient d'abord. La question débattue de l'origine des serpentines laurentiennes est donc, en ce qui a trait à cette partie, clairement résolue. Rawdon. L'altération du pyroxène a produit la serpentine.

Sous le microscope, (planche V, fig. 4,) l'on voit que la roche est composée de calcite, avec serpentine en grains arrondis, variant en quantité dans les différentes tranches, et quelques écailles de mica. La calcite forme une mosaïque de grains de grosseur uniforme, ayant des limites très tranchées, sans aucune ligne intermédiaire de grains plus petits, ni d'autres preuves de granulation. Elle présente les caractères optiques de l'espèce, avec le clivage rhomboédrique et sou-

* *Proceedings of the United States National Museum, 1888*, p. 105.

vent le maclage d'après —½ R. Les grains ont une extinction uniforme. La serpentine est d'un vert très pâle, presque incolore, dans les tranches, et se rencontre en formes arrondies montrant une polarisation d'agrégat. Cependant, elle ne contient aucun noyau de pyroxène, l'altération étant complète dans le cas de ces petits grains. La serpentine est bornée d'une manière tranchée par la calcite, mais les grains de serpentine n'ont pas de contours cristallins, les bords en étant toujours courbes et les contours quelquefois presque circulaires.

Caractère microscopique.

Souvent un grain de serpentine est complètement empâté dans un seul cristal de calcite. Dans le n° 632, les grains de serpentine sont pour la plupart petits et disposés sous forme de petits anneaux enchâssés dans la calcite et remplis de grains du même minéral. Ces grains sont évidemment le résultat de l'altération de groupes de grains de pyroxène semblables à ceux décrits ci-dessous dans le calcaire provenant de la rivière L'Assomption. Le mica, qui n'apparaît pas dans toutes les tranches et qui n'est jamais abondant, se rencontre en feuillets assez grands, presque incolores, la lumière le traversant parallèlement aux plans de clivage ayant une faible teinte brune. Il n'a qu'un seul axe et est négatif, et il polarise en brillantes couleurs, ressemblant de bien près aux biotites blanchies que l'on voit souvent dans les roches altérées. L'extinction est parfois légèrement inégale.

Un fait remarquable se rattachant aux tranches, c'est que quelques-uns des grains de calcite sont limpides et absolument transparents, tandis que d'autres sont un peu troubles, par suite de la présence de très petites inclusions d'aspect poussiéreux. Cette calcite est même en certains cas limpide en quelques parties, et plus ou moins trouble en d'autres. Cette absence de limpidité, lorsqu'on l'étudie en même temps que celle que l'on remarque dans la calcite de calcaires relativement inaltérés, comme le sont certains lits de Trenton, où l'on voit clairement qu'elle provient de fragments de crinoïdes et d'autres fossiles autour desquels de la calcite limpide s'est déposée en continuité optique, les contours des fragments de fossiles n'étant souvent aucunement tranchés, cette absence de limpidité, dis-je, porte beaucoup à croire au fait que ce calcaire tire aussi son origine de fragments fossiles. A l'encontre de cette hypothèse, il y a le fait que la limpidité ou l'absence de limpidité est ordinairement restreinte au grain particulier qui la produit, au lieu de l'être au grain possédant un noyau trouble et un bord limpide ; mais c'est cependant un phénomène qui mérite une étude beaucoup plus approfondie qne celle qu'il a été possible de faire cette fois-ci.

Calcaire cristallin.—Rivière L'Assomption, à environ 4 milles du lac L'Assomption. (Tranche 655.)

Ce calcaire, qui affleure sur les bords de la rivière L'Assomption, près de la limite septentrionale de la région couverte par la carte, a déjà été mentionné à la page 26 J. Sous le microscope, il ressemble de près au calcaire qui vient d'être décrit, et est formé de calcite en gros grains ne révélant aucune preuve de cassure, torsion ou granulation, avec un peu de pyroxène, de serpentine et de mica. Tout en étant un peu trouble par places, la calcite ne montre que peu de cette absence de limpidité dont il est question dans le cas de la roche de Rawdon. Le pyroxène, qui est incolore dans les tranches minces, et vert pâle dans les échantillons, est disposé en petits groupes irréguliers ou en traînées de petits grains, beaucoup plus petits que les grains de calcite, et qui, parfois, montrent des contours cristallins, mais qui sont ordinairement de forme arrondie. Ces groupes sont souvent complètement empâtés dans un même cristal de calcite. Le pyroxène est à deux axes et expose les plans de clivage ordinaires et une extinction inclinée, et il est souvent partiellement transformé en serpentine. Rivière L'Assomption.

Classe III.—Gneiss, etc., d'origine douteuse.

Outre les gneiss, etc., des classes I et II, dont on peut déterminer l'origine d'une manière très probable, il en existe une troisième classe, comprenant une grande proportion de tous les gneiss du massif, dont l'origine est douteuse. Quelques-uns de ces gneiss ressemblent de plus ou moins près aux roches de la classe I, tandis que d'autres ressemblent d'une manière frappante à ceux de la classe II. Une analyse chimique, dans le cas de plusieurs de ces gneiss, etc., jetterait beaucoup de lumière sur la question de l'origine de la roche. Gneis d'origine douteuse.

Nous avons choisi, pour en faire la description, un petit nombre de ces roches, provenant des affleurements étendus et dispersés en diverses parties du massif.

Gneiss quartzeux à biotite et orthose.—Canton de Kildare, devant du rang VII. (Tranche n° 352.)

C'est un gneiss gris, passant au blanc sous l'action des agents atmosphériques, qui a une foliation distincte, et qui se rencontre interstratifié avec des gneiss à orthose rougeâtres, souvent en minces couches, formant de grands affleurements à l'endroit où le chemin allant au sud-

ouest à partir de Saint-Ambroise-de-Kildare, traverse le rang VII. C'est une variété de gneiss très commune et très répandue dans plusieurs parties de la superficie embrassée par le présent rapport.

Kildare.

Sous le microscope, on voit que la roche est formée principalement de quartz et d'orthose. Chaque tranche contient aussi de la biotite en petite quantité et quelqnes grains de plagioclase. L'orthose, présente en grande quantité, est sous forme de gros grains séparés par de petites traînées de plus petits grains du même minéral, qui toutes, au lieu de se réunir le long de lignes droites, ont un contour crénelé. Les gros grains révèlent invariablement des ombres de tension, et la position parallèle des lignes des plus petits grains est un des éléments qui produisent la foliation de la roche. Le quartz, d'après son mode d'existence, ressemble fortement à celui du gneiss feuilleté et de quelques gneiss œillés de la classe I dont nous avons donné la description, ayant ordinairement la forme de longs et étroits feuillets ou lamelles beaucoup plus considérables que les grains de feldspath, et dont la position, parallèle à celle des traînées de petits grains d'orthose plus haut mentionnées, sert aussi à marquer la foliation de la roche. Ces lamelles de quartz, bien que courant à travers l'orthose granulée, ne montrent aucun indice de granulation, mais consistent en individus uniques, parfois brisés en travers, mais ne montrant aucun signe de pression, si ce n'est une extinction légèrement inégale. Quelques-unes sont jusqu'à seize fois aussi longues qu'elles sont larges, et se recourbent autour des plus gros grains de feldspath, tandis que d'autres, consistant en grains isolés, ont des contours singulièrement irréguliers et même en zigzags. Les feuilles ou lamelles ne sont pas allongées parallèlement à l'axe vertical, leur extinction faisant généralement un angle d'environ 30° ou 40° avec la ligne de direction de leur plus grande longueur. La biotite se rencontre sous forme de petits feuillets, ordinairement associée au feldspath, mais quelquefois encaissée dans les lamelles de quartz limpide et disposée parallèlement à la foliation. C'est le seul élément ferro magnésien qui s'y rencontre, à l'exception d'un peu de chlorite qui, par places, résulte de sa décomposition.

Gneiss œillé en miniature.

La roche est ainsi une espèce de gneiss œillé en miniature, et est évidemment le résultat de mouvements produits dans une roche ayant la composition minéralogique d'un granit ou d'un arkose.

Gneiss grenatifère à base de biotite, d'orthose et de quartz.—Canton de Brandon, rang X, lot 4. (Tranche 662.)

Brandon.

La roche est à grain assez fin et de couleur grise, contenant de nombreux grenats roses arrondis, ayant parfois la grosseur d'un pois,

qui y sont disséminés d'une manière passablement uniforme. Sous le microscope, on voit qu'elle est formée essentiellement de quartz, d'orthose, de biotite et de grenat, la biotite étant inférieure en quantité, avec plagioclose, sphène, minerai de fer et pyrite comme éléments constituants accessoires. La foliation est due à l'arrangement parallèle des petits feuillets de biotite et à l'existence de petites traînées de quartz courant dans la roche dans un sens parallèle à ces feuillets.

Le quartz affecte la configuration de corps de forme irrégulière, souvent en feuillets plus ou moins courbés et courant dans le sens de la foliation. Ces feuillets sont quelquefois formés d'un seul individu, quelquefois de plusieurs individus, mais jamais de substance granulée. On voit aussi de petits grains de quartz enchâssés dans le feldspath. L'orthose, qui est abondante, ne révèle jamais de preuve de pression plus prononcée qu'une extinction légèrement inégale, et même cette extinction est souvent absente, et elle est parfaitement uniforme. On n'y voit aucune preuve de granulation, les divers individus se réunissant comme dans une mosaïque, ce qui porte à croire à une recristallisation. La biotite est en petits feuillets ou en faisceaux assez gros. Elle n'entoure pas les grenats, comme la chose arrive si souvent dans des roches semblables, mais elle est fréquemment enfermée dans des grains de ce minéral, qui est évidemment d'âge plus récent. Elle est de couleur brun foncé et distribuée assez uniformément dans la roche.

Le grenat, qui est assez abondant, se rencontre en grains ordinairement arrondis, mais parfois subanguleux, et est absolument isotrope. Il porte des inclusions non seulement de biotite, mais aussi d'orthose, de quartz, de sphène et d'autres minéraux constituants, et paraît s'être développé autour d'elles et les envelopper. Le plagioclase est présent en petite quantité, les lignes de jonction n'étant ni repliées ni tordues. La roche n'accuse aucune structure cataclastique ni autre preuve marquée de pression, soit dans l'échantillon, soit dans la tranche, si ce n'est un petit grain de feldspath associé à quelque substance apparemment granulée, aperçu vaguement dans l'échantillon, et semblant se rattacher à une petite veine de pegmatite courant parallèlement à la foliation. Caractère microscopique.

Associée à ce gneiss, dans la même série d'affleurements qui se rencontrent le long du chemin, entre les rangs IX et X, se trouve une variété d'autres gneiss et de roches alliées, intercalés les uns dans les autres et reposant presque à plat. Quelques-uns de ces gneiss sont fortement quartzeux, d'autres sont plus basiques, ayant la composition d'un gneiss amphibolique grenatifère. Quelques-uns sont les gneiss grenatifères à sillimanite typiques (tranche 680) décrits à la page 55 J. D'autres encore ressemblent à des amphibolites, tandis que l'on voit Roches associées.

aussi quelques minces bandes d'un gneiss calcarifère ou d'un calcaire très impur.

Ces roches, comme celles de la tranche 662, tout en étant dépourvues d'une structure cataclastique et tout en présentant une apparence qui donne l'idée d'une série sédimentaire fortement altérée, ont cependant été soumises à une grande pression, et elles ont été laminées comme une masse plastique, car, associées à elles et contenues dans leur pâte, se trouvent plusieurs petites bandes de gneiss œillé et de gneiss feuilleté renfermant accidentellement de petits noyaux, lesquels appartiennent à la première classe de gneiss déjà décrite, et sont incontestablement des granits comprimés et broyés, peut-être irruptifs.

Gneiss amphibolique grenatifère.—Canton de Rawdon, rang VI, lot 24. (Tranche 439.)

Gneiss grenatifère.

Ce gneiss, qui est de couleur foncée et contient une grande quantité de grenats roses arrondis disséminés dans sa masse, se rencentre en grands affleurements interstratifiés avec une série de gneiss pyritifères riches en grenat et portant souvent du graphite, lesquels, vu qu'ils étaient supposés contenir de l'or, sont mentionnés dans la section traitant de la géologie industrielle, à la page 157 J.

Rawdon.

Au microscope, l'on constate que la roche est formée essentiellement d'amphibole, de grenat, d'orthose et de plagioclase, avec pyroxène, biotite, pyrite, minerai de fer et apatite comme éléments accessoires.

L'amphibole, qui, avec le grenat, compose la plus grande partie de la roche, est de couleur brune et pléochroïque en teintes brunes et jaunes. Le grenat est parfaitement isotrope et renferme des inclusions d'amphibole, de plagioclase, de pyroxène, de pyrite, de minerai de fer et d'apathite. L'orthose et le plagioclase sont présents en quantité à peu près égale, et, réunis, se trouvent dans à peu près la même proportion que l'amphibole. Le pyroxène vert pâle se rencontre en petites quantités associé à l'amphibole, et est en partie monoclinique et apparemment en partie rhombique. Le pyroxène est partiellement transformé en serpentine.

Les cristaux de feldspath sont plus petits que ceux de la plupart des autres minéraux constituants, et forment souvent une mosaïque n'accusant aucun effet d'une pression très prononcée, mais se rencontrent ailleurs en lignes de grains plus petits autour et entre de plus gros, d'une manière qui donne l'idée d'une granulation ; cependant, l'on ne voit pas de "noyaux" réels. Il est difficile de déterminer si l'amphibole et le pyroxène sont ou non le produit d'une

recristallisation ; ils n'ont certainement pas subi beaucoup de granulation, tandis que le grenat, qui forme une partie considérable de la roche, est certainement un produit de la recristallisation. L'absence relative d'effets de pression, dans le cas des éléments constituants ferro-magnésiens, par comparaison avec les feldspaths, indique peut-être que les premiers, sous leur forme actuelle, se sont produits durant la pression, ou que durant les mouvements amenés par la pression, les feldspaths ont cédé plus facilement, laissant les mouvements s'effectuer principalement par leur rupture. Les gneiss contenant une aussi grande proportion d'amphibole ne sont pas communs dans le laurentien de ce massif.

Gneiss à orthose quartzeux (granulite).—Canton de Brandon, rang VIII, lot 22. (Tranche 574.)

Une autre variété de gneiss très commune dans cette région, et qui se voit dans plusieurs parties du canton de Brandon et ailleurs, ressemble sous plusieurs rapports à certaines des granulites de Saxe, étant rougeâtre, à grain fin et presque dépourvue d'éléments ferro-magnésiens. Cependant, en règle générale, ce gneiss est dépourvu de grenat, si caractéristique comme élément accessoire des granulites de Saxe. Sa structure exacte diffère de celle du gneiss de la montagne Tremblante, décrit à la page 45 J, mais elle s'y rattache peut-être. Granit. Brandon.

Comme localité typique, le lot 22 du rang VIII de Brandon peut être choisi.

Ici, la roche se présente en masses à l'aspect de lits, interstratifiées avec de minces bandes de quartzite et avec quelques bandes épaisses de l'amphibolite pyroxénique décrite à la page 77 J. Les affleurements sont étendus, et les lits ou bandes reposent presque à plat La roche est finement granulée et de couleur rougeâtre pâle ou rosâtre. Elle a une foliation un peu vague, et le caractère en est uniforme sur de grands affleurements.

Sous le microscope, l'on constate qu'elle se compose en grande partie de microperthite, dont les individus sont parfois tordus, mais non d'une manière très distincte. Le quartz, quelquefois sous une forme d'aspect feuilleté, s'y trouve en plus petite quantité et offre des témoignages de pression semblables, bien que moins accentués. Quelques grains de minerai de fer noir, probablement du fer oxydulé, une petite quantité d'un produit de décomposition chloritique provenant de quelque bisilicate entièrement disparu, avec un petit nombre de grains arrondis et incolores de zircon, ou peut-être de monazite, sont les seuls autres éléments constituants de la roche. La menue structure exacte

diffère de celle de la roche de la montagne Tremblante en ce qu'elle est à grain fin partout, les plus gros individu décrits dans cette roche étant absents. De fait, elle ressemble à la fine pâte de la roche de la montagne Tremblante, consistant en très petits fragments anguleux et plus ou moins arrondis confusément mélangés.

Probablement un granit broyé.

D'après une étude des tranches, nous ne pouvons obtenir de preuve décisive que ce soit là une structure cataclastique, mais c'est exactement la structure qui serait produite si la granulation, décrite dans le cas du gneiss de la montagne Tremblante comme étant en voie de développement, était complétée, la structure primitive étant entièrement détruite. Si la texture rubanée des roches de la région est le résultat d'un procédé d'étirement ou de laminage, les mouvements et la granulation concomitante ont dû être beaucoup plus intenses qu'il ne le fallait pour produire simplement une foliation confuse comme dans la roche de la montagne Tremblante; ou bien la roche primitive peut avoir été à grains plus fins. La preuve de la pression dans le cas de l'orthose, comme la chose a été démontrée pour la roche de la montagne Tremblante, serait moins marquée dans la substance finement granulée que dans les débris plus gros, s'il en restait.

En conséquence, bien que la roche ait peut-être été produite de quelque autre manière, sa menue structure est exactement celle qui serait produite par l'écrasement intense d'une roche granitique, et le professeur Rosenbusch croit que c'est simplement un granit broyé.

Gneiss pyroxéniques et granulites pyroxéniques.

Une autre espèce de roches que l'on trouve associées aux gneiss à orthose dans toutes les parties du massif, mais très abondamment répandues dans le canton de Brandon et les localités voisines de la partie orientale du massif, sont des gneiss pyroxéniques et des granulites pyroxéniques.

Ces roches diffèrent des gneiss à orthose sous le rapport de la couleur, en ce qu'elles sont ordinairement jaunâtres, brunâtres ou noires sur une cassure fraîche. Bien qu'elles soient ordinairement feuilletées d'une manière indistincte, elles sont fréquemment presque massives et de caractère uniforme sur de grands affleurements, différant sous ce rapport de la structure ordinaire des gneiss acides associés. En règle générale, les minéraux constituants n'en sauraient être déterminés par l'étude d'un échantillon portatif, mais sous le microscope, on voit que les roches ont une composition qui ne varie que très peu.

Pyroxènes rhombiques et monocliniques.

Le pyroxène est toujours présent comme élément essentiel, les variétés rhombiques et monocliniques se rencontrant ordinairement ensemble. L'amphibole, généralement verte, mais parfois de couleur brune, est quelquefois mais pas toujours présente. La biotite, lors-

qu'elle est présente, n'est pas en grande quantité. Le plagioclase est ordinairement le feldspath dominant, mais l'orthose s'y rencontre aussi très souvent, et elle est quelquefois aussi abondante que le plagioclase. La magnétite, l'apatite et quelques autres minéraux constituants accessoires se rencontrent en petite quantité.

Caractère des roches.

Ces roches sont très rarement à grain grossier, étant généralement assez finement granulées et d'une texture presque compacte. Elles peuvent être divisées en deux catégories qui, cependant, n'ont aucune ligne de division tranchée et passent de l'une à l'autre par des gradations imperceptibles. L'une de ces catégories pourrait comprendre les variétés les plus grossièrement grenues, ordinairement un peu plus pauvres en éléments constituants ferro-magnésiens et se présentant en grandes masses, et que l'on peut appeler gneiss pyroxéniques. L'autre catégorie comprend les variétés à grains fins et presque noires, qui se présentent très fréquemment interstratifiées avec la granulite et d'autres espèces de gneiss à orthose dans toutes les parties du massif, et qui, par leur ressemblance, sous le rapport du caractère et de leur mode d'existence, avec les "granulites trappéennes" ou "granulites pyroxéniques" de la Saxe, peuvent être appelées "granulites pyroxéniques."

Tout à fait distinctes des granulites normales.

Ce dernier nom a certains désavantages,* entre autres celui que la roche n'offre aucune ressemblance avec la véritable granulite, mais comme le nom occupe déjà une place dans la nomenclature pétrographique, à cause de la description parfaite qui a été donnée du caractère pétrographique et du mode d'existence de la roche dans les granulites de la Saxe, ainsi qu'à cause du fait que tout autre nom déjà en usage et qui pourrait être employé est sujet à des objections également fortes, il sera employé ici pour désigner les roches en question. Ces granulites pyroxéniques, lorsqu'elles sont riches en amphibole et pauvres en orthose, pourraient être appelées des amphibolites pyroxéniques.

Comme exemples typiques de ces granulites pyroxéniques et de ces amphibolites pyroxéniques, nous pouvons prendre les roches suivantes.

Amphibolite pyroxénique.—Rang VIII, lot 22, canton de Brandon.
(*Tranche 571.*)

Amphibolite pyroxénique. —Brandon.

Dans l'échantillon, on voit que la roche est à grain assez fin, de couleur presque noire, et ayant une foliation obscure, avec d'étroites bandes accidentelles où domine l'un ou l'autre élément constituant.

Elle se rencontre en bandes épaisses ou interstratifiée avec la granulite décrite à la page 75 J.

*Voir Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, vol. III, p. 251.

Sous le microscope, nous voyons que la roche est formée essentiellement d'amphibole, de pyroxène et de feldspath plagioclase, avec une petite quantité de feldspath orthose et un peu de magnétite, d'apatite, et probablement quelques grains de quartz. L'amphibole est de couleur brun foncé et fortement pléochroïque, et se rencontre en quantité considérable. Rien ne prouve qu'elle provienne du pyroxène, et elle se présente souvent en cristaux relativement considérables. Le pyroxène, qui est aussi présent en grande quantité, est en partie de l'hyperstène, exposant le pléochroïsme ordinaire en teintes jaunes, rouges et vertes, et une extinction parallèle. Une petite quantité de pyroxène monoclinique s'y rencontre aussi. Aucun des éléments constituants n'a de développement idiomorphique même approximatif. Tous sont en grains de forme irrégulière.

Caractère microscopique.

La foliation, qui est parallèle au plan des bandes, se voit indistinctement dans les tranches minces, mais il y a dans toutes les tranches un développement de matière granulée en petits filets ou veinules courant dans une même direction. Cette matière est composée en grande partie de plagioclase, mais l'amphibole et le pyroxène s'y voient aussi à l'état de granulation, mêlés au plagioclase. Presque tous les grains les plus gros de plagioclase accusent les effets d'une pression intense, dans des ombres de tension bien accentués, dans des torsions de lamelles maclées et des broiements en plus petits grains. Il est intéressant de constater que, dans le cas actuel comme dans plusieurs cas semblables, l'amphibole et le pyroxène, bien que granulés par places, ne montrent pas d'extinction inégale lorsqu'ils sont en gros grains, tandis que ce qui, à une lumière ordinaire, paraît être des grains de plagioclase de dimension semblable, se trouve invariablement être un agrégat broyé de petits grains de plagioclase, lorsqu'on examine la chose entre des nicols croisés.

L'examen de cette roche au microscope établit le fait que, quelle que soit l'origine de la texture rubanée, la structure feuilletée n'est pas primaire, mais est due à des mouvements produits dans la roche, lesquels ont été accompagnés d'une granulation de ses minéraux constituants. Il est possible que l'amphibole soit un produit secondaire.

Il a été constaté qu'un échantillon de la roche analysé pour moi par M. Walter C. Adams, B.A.S., avait la composition suivante :— Composition chimique.

XI.

Amphibolite pyroxénique—Canton de Brandon.

Silice	49·76
Alumine	17·53
Oxyde ferrique*	10·62
Oxyde manganeux	·36
Chaux	10·57
Magnésie	7·96
Soude	3·05
Potasse	·80
Perte par calcination	·34
	100·99

Elle est ainsi identique en composition avec plusieurs gabbros et diabases.

Sur le lot 19 du rang VII, cette roche passe à une granulite pyroxénique (tranche 561) dépourvue d'amphibole, et consistant en pyroxène, plagioclase et orthose, contenant une quantité considérable de minerai de fer disséminé dans la roche et ordinairement associé au pyroxène. Elle est presque massive, la foliation étant simplement indiquée par la présence de quelques filets parallèles, d'un grain un peu plus gross que le reste de la roche. Dans cette roche aussi, les éléments constituants révèlent des preuves de beaucoup de torsion, et présentent une extinction inégale. Le feldspath a subi un certain degré de gra nulation. Les tranches font voir que la roche a été soumise à un certain mouvement comme résultat de la pression ; mais leur étude seule ne saurait démontrer si ce mouvement a été très grand.

Granulite pyroxénique—Rang VI, lot 13, canton de Brandon.
(Tranche 684.)

Cette roche se rencontre interstratifiée avec de la granulite, le tout étant recoupé transversalement par des masses de pegmatite qui ont été broyées en un gneiss œillé, dont la foliation coïncide avec le plan des bandes de la série (*voir* figures 4 et 5). Granulite pyroxénique. Brandon.

La roche a une foliation confuse, lorsqu'elle se rencontre en affleurements étendus, mais aucune foliation ne peut être remarquée dans des échantillons portatifs. Elle est de couleur foncée et à grain passablement fin.

*Tout le fer est dosé comme oxyde ferrique.

Elle est formée de pyroxène, qui est en grande partie de l'augite, de couleur vert pâle, avec pléochroïsme à peine perceptible, ainsi que de plagioclase et beaucoup de minerai de fer. Il y a aussi une très faible quantité de grains de pyrite. La roche ne contient ni amphibole, ni biotite, ni orthose. La structure en est allotriomorphe, et bien que le feldspath montre de faibles indices de tension, le pyroxène n'est jamais granulé, et la roche semble avoir été cristallisée *in situ* (planche V, fig. 1).

La granulite (tranche 685) qui est interstratifiée avec cette roche ne forme pas de bandes continues, mais s'amincit à mesure qu'on la suit le long de la ligne de direction. Elle est composée de quartz et d'orthose, et son apparence porte fortement à croire à une granulation considérable, car, bien que tous les grains soient petits, il y en a souvent de plus petits qui semblent avoir été formés par la cassure des plus gros, et, dans un petit nombre d'endroits, la granulation périphérique de l'orthose a pu être observée. Le fait que les deux roches ont dû certainement être écrasées sous la pression, dans la direction des bandes, est prouvé par la transformation des veines de pegmatite qui y sont engagées en un gneiss œillé avec foliation dans cette direction.

Granulite pyroxénique.—Rang VIII, lot 12, canton de Brandon. (Tranche 683).

Forme une masse considérable, qui est le prolongement septentrional de l'affleurement en dernier lieu décrit. Elle accuse, cependant, des différences distinctes sous le rapport du caractère minéralogique, ce qui prouve que les roches de ce genre varient quelque peu dans leur nature de place en place, même dans les mêmes masses. Le gneiss œillé et la granulite sont ici absents.

Le pyroxène est de couleur vert pâle comme auparavant, mais la plus grande partie en est de caractère rhombique, avec fort pléochroïsme en teintes rougeâtres et verdâtres, et extinction parallèle. Un feldspath simple, probablement de l'orthose, est aussi présent, et est plus abondant que le plagioclase. On trouve aussi de très petites quantités d'amphibole, de biotite, de pyrite et de zircon, ainsi qu'une quantité considérable d'apatite en assez gross cristaux. Du minerai de fer se rencontre en assez grande quantité, enchâssant parfois partiellement le pyroxène, comme cela arrive fréquemment dans ces roches. L'apparence de la roche, sous le microscope, fait supposer la granulation.

FIG. 1.

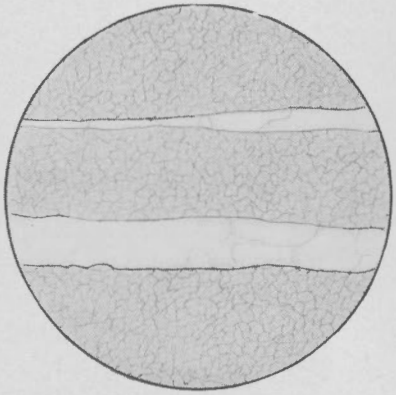


FIG. 2.

FIG. 3.

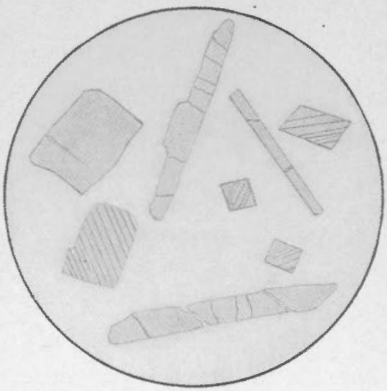


FIG. 4.

PLANCHE IV.

FIG. 1.—"GNEISS FONDAMENTAL," MONTAGNE TREMBLANTE—Hornblende, Orthose et Quartz. × 10.

FIG. 2.—GNEISS STRATIFIÉ, 3½ MILLES AU NORD-EST DE ST-JÉRÔME—Orthose et Quartz. × 10.

FIG. 3.—GNEISS SILLIMANITIQUE GRENATIFÈRE, 1 MILLE À L'OUEST DE SAINT-JEAN-DE-MATHA—Grenat, Sillimanite, Quartz, Orthose et Pyrite. × 10.

FIG. 4.—CRISTAUX DE SILLIMANITE EMPATÉS DANS DU GNEISS PROVENANT DE LA RIVE OCCIDENTALE DU LAC TREMBLANT.

Granulite pyroxénique.—Rang VIII, lots 9 et 10, canton de Brandon. (Tranche 356).

Autres granulites pyroxéniques provenant de Brandon.

Cette roche forme de grands affleurements à environ un mille à l'est de ceux qui viennent d'être décrits. La roche est ici à grains fins, et elle est très uniforme et très massive. Elle n'est jamais rubanée, et en certains endroits l'on ne peut découvrir aucune foliation. Entre ces affleurements et ceux en dernier lieu décrits, la granulite pyroxénique est associée à de la granulite provenant évidemment d'un granit par écrasement, car elle contient fréquemment des débris ou des noyaux d'orthose jusqu'ici non broyée. La roche est composée de pyroxène rhombique et de plagioclase avec un peu d'orthose (non maclée), mais elle contient aussi beaucoup d'amphibole et de biotite. Il est possible aussi qu'il s'y trouve une petite quantité d'augite. Le minerai de fer, la pyrite et l'apatite sont des éléments constituants accessoires.

L'amphibole, qui est de couleur verte, est à peu près égale au pyroxène en quantité, et la biotite équivaut à la moitié, à peu près, de la quantité de l'un et l'autre. Ces trois minéraux sont intimement associés. Il n'y a aucune preuve que l'amphibole ou le mica soient secondaires, bien que le mode d'existence du dernier donne l'idée de celui vu dans certaines roches de contact, comme les cornéennes. Le plagioclase est brisé et tordu par places, et la roche a l'air d'une roche granulée, mais s'il en est ainsi, il n'en est pas resté de gros débris.

Granulite pyroxénique.—Rang IX, lot 16, canton de Brandon. (Tranche 682.)

Autres granulites pyroxéniques provenant de Brandon.

Cette roche, qui sur le terrain ressemble de près aux deux dernières, se rencontre à un peu plus d'un mille à l'ouest du n° 683, et elle ressemble aussi de près à ces deux dernières sous le rapport de la composition et du caractère microscopique, dont elle est séparée par des bandes de granulite et autres variétés de gneiss. Elle renferme de grosses masses de gneiss œillé intercalées, dont la foliation coïncide en direction avec le plan des bandes de toute la série.

Le pyroxène est principalement rhombique, mais le pyroxène monoclinique est aussi présent. Les deux minéraux sont de couleur vert pâle, et nous pouvons seulement les distinguer par leurs propriétés optiques. Le pyroxène rhombique (probablement de l'hypersthène) accuse le clivage régulier du pyroxène avec extinction parallèle dans des tranches parallèles à l'axe vertical. Des tranches prismatiques exposant un clivage parallèle à $\infty P\bar{\infty}$, quand nous les examinons à la lumière convergente, indiquent que ce clivage est le plan des axes optiques. Le minéral est distinctement trichroïque : $\mathfrak{a}$ = rouge, $\mathfrak{b}$ = jaune, $\mathfrak{c}$ = vert. Le pyroxène monoclinique n'est pas pléochroïque ; il a donc double réfraction supérieure et montre une extinction inclinée.

Le plagioclase et le feldspath non maclé, probablement orthose, y sont en quantités à peu près égales. La biotite et l'amphibole verte se rencontrent en très petite quantité, associées aux pyroxènes. Quelques grains de pyrite et d'apatite se trouvent dans chaque tranche, ainsi qu'un peu de minerai de fer, qui entoure ordinairement des grains de pyroxène, mode d'existence particulier que l'on voit souvent, cependant, dans ces roches. (*Voir* page 84 J.)

Origine de la structure.

Aucun des éléments constituants n'a une bonne forme cristalline. La foliation est produite par la disposition des grains de pyroxène ayant leurs plus longs axes dans une même direction. Presque chaque grain de feldspath montre des ombres de tension ou des fractures. Il est difficile de dire si le caractère granuleux particulier de la roche provient ou non de mouvements. Le pyroxène n'offre aucune preuve de granulation, bien qu'il montre accidentellement des ombres de tension. Sous une faible lumière, cependant, les tranches offrent l'apparence d'une forte granulation, ce qui porte à croire qu'il est possible que la roche ait été altérée par la granulation du feldspath par un certain mouvement des cristaux de pyroxène au milieu de la masse granulée.

Séparée de la granulite pyroxénique à l'est, par une masse de gneiss devenant très rouilleux à l'air, et associée à de la granulite proprement dite, se trouve une autre roche ayant l'apparence de celle ici décrite, mais qui est riche en grenat par places. Une tranche (n° 686) de la variété grenatifère, cependant, a démontré que la roche était composée essentiellement de grenat rouge et d'amphibole vert foncé, avec un peu de pyroxène. Le grenat est absolument isotrope, et le feldspath est absent.

Amphibolite pyroxénique—Montagne Tremblante. (Tranche 536.)

Amphibolite pyroxénique. Montagne Tremblante.

En décrivant la géologie de la montagne Tremblante (*voir* page 45 J), nous avons mentionné le fait que l'existence de bandes minces ou de masses stratiformes d'une amphibolite pyroxénique noire, interrompait à de longs intervalles l'uniformité de ce grand massif montagneux de gneiss grenu.

Cette amphibolite pyroxénique est identique, sous le rapport du caractère, avec quelques-unes des granulites pyroxéniques qui viennent d'être décrites. Elle est formée essentiellement d'amphibole, de pyroxène et de plagioclase, avec de très petites quantités de minerai de fer, d'apatite et de biotite comme éléments constituants accessoires. L'amphibole est verte ou quelquefois de couleur vert-brunâtre et fortement pléochroïque, comme dans le gneiss associé. Le pyroxène, qui

est principalement rhombique par sa cristallisation, n'est pas tout à fait aussi abondant que l'amphibole. Le plagioclase se rencontre en grande quantité et en grains bien maclés. Il n'existe aucune preuve que l'amphibole provienne du pyroxène.

Bien que dans les échantillons portatifs la roche paraisse plus massive que le gneiss associé, on voit, lorsqu'on l'examine en tranches minces sous le microscope, qu'elle a une structure distinctement feuilletée (planche V, fig. 2). Aucun des éléments constituants n'approche d'une forme idiomorphe, les roches consistant en une mosaïque de grains de configuration irrégulière. Les grains de feldspath, tout en étant de forme irrégulière, sont à peu près égaux sous le rapport de leurs dimensions, et forment une sorte de matrice dans laquelle l'amphibole et le pyroxène, qui ont une tendance à prendre des formes allongées, sont distribués en filets irréguliers, interrompus, anastomosés. Caractère microscopique.

Bien que, par son existence dans le gneiss feuilleté, elle montre qu'elle a été soumise à une énorme pression qui lui a probablement donné sa structure actuelle en formes de bandes, cette roche n'apporte aucune preuve absolue au sujet de la granulation si visible dans le gneiss qui la contient. Cependant, il est possible que les grains de feldspath aient été produits par granulation. Les bisilicates se rencontrent souvent en petits granules semblables à ceux que l'on voit dans les anorthosites grenues plus haut mentionnées, bien qu'ils affectent ordinairement des formes passablement allongées. C'est, de fait, en toute probabilité, une roche granulée, bien que l'absence de gros débris rende la preuve de ce fait impossible.

Il est probable que ces bandes accidentelles interrompues, ou ces masses allongées d'amphibolite pyroxénique dans le granit broyé, représentent des sécrétions basiques dans la roche primitive, comme on en trouve dans les granits de toutes les parties du monde.

Gneiss pyroxénique—Saint-Jean-de-Matha, près de l'église.
(Tranche 358.)

La roche est gris foncé, et, tout en étant distinctement feuilletée, elle a un caractère assez uniforme sur de grands affleurements. Dans les tranches minces, nous voyons qu'elle est formée essentiellement de pyroxène, de feldspath et de minerai de fer. La biotite et l'amphibole y sont présentes, mais en quantité très restreinte, avec quelques grains de pyrite et d'apatite. Gneiss pyroxénique. Saint-Jean-de-Matha.

Le pyroxène est en partie de l'hypersthène et en partie de l'augite, la proportion relative des deux variant dans différentes tranches, mais l'hypersthène dominant en somme. L'hyperstène montre le trichroïsme

ordinaire en teintes rougeâtres, verdâtres et jaunâtres, et est dépourvu de toute inclusion. L'augite ressemble exactement à l'hyperstène par l'apparence, mais elle a une extinction inclinée et n'est pas pléochroïque. Les deux pyroxènes sont intimement associés.

Deux feldspaths.

Deux feldspaths sont présents en quantité à peu près égale. L'un est un plogioclase bien maclé, présentant les caractères ordinaires ; l'autre est un fedspath simple, que l'on observe fréquemment dans ces roches, et qui est de l'orthose en toute probabilité, sa caractéristique la plus remarquable étant la présence de teintes bleuâtre pâle et brunâtres, respectivement, lorsque, entre des nicols croisés, la tranche est tournée légèrement de l'un ou l'autre côté de la direction du maximum d'extinction. Le phénomène semble résulter d'une légère séparation des bissectrices.

Développement de minerais de fer.

Le minerai de fer qui, après les pyroxènes et les feldspaths, est l'élément constituant le plus abondant, est noir et opaque, et, quand on l'examine à la lumière réfléchie, il présente souvent certaines bandes et taches différant légèrement du reste du grain sous le rapport de l'éclat, ce qui indique le développement de deux espèces de minerai de fer dont le contenu en titanium diffère probablement, tel que décrit dans le cas de l'anorthosite de Morin. Son mode d'existence, cependant, est très particulier, en ce qu'on le trouve entre les bisilicates généralement en grains longs, étroits, et qu'il entoure souvent les derniers à peu près ou complètement. (*Voir* planche V, fig. 3.) On a observé dans un cas qu'il avait la forme d'une bande étroite recoupant un grain de pyroxène et se prolongeant avec une masse de minerai de fer de chaque côté. Il a évidemment été formé après la cristallisation des bisilicates. Le même phénomène a été observé dans le cas de certaines anorthosites très riches en minerai de fer. (*Voir* page 107 J.)

Minerai de fer cristallisé plus tard que les bisilicates.

Des preuves évidentes de broiement, dans l'existence de noyaux ou de torsion marquée des éléments constituants, sont absentes, mais cependant on dirait que la roche a subi une granulation parfaite. Des traces de ce phénomène sont, comme d'habitude, beaucoup plus accentuées dans les feldspaths que dans les pyroxènes.

Un gneiss pyroxénique (tranche 305), presque identique avec celui qui vient d'être décrit, forme de grands affleurements sur le lot 16 du rang XI du canton de Brandon, entre le lac au Corbeau et la seconde bande d'anorthosite.

Gneiss pyroxénique—Seigneurie de D'Aillebout, à environ un mille N.-E. du rang III du canton de Cathcart. (Tranche 299.)

Gneiss pyroxénique. D'Aillebout.

Cette roche a été choisie comme type, non seulement des grands affleurements du district immédiat, mais du gneiss basique, intimement associé et interstratifié avec le gneiss à orthose quartzeux rouge, dans un très grand nombre de parties du massif couvert par ce rapport, parties séparées par de longs intervalles. La roche est bleuâtre dans une cassure fraîche, mais devient grise à l'air, et elle a une foliation vague coïncidant avec celle des gneiss à orthose quartzeux associés.

Sous le microscope, on constate qu'elle est formée essentiellement de pyroxène et de plagioclase. Une quantité considérable de feldspath simple, dont une partie est probablement de l'orthose, est aussi présente, ainsi qu'un peu d'amphibole, de biotite, de minerai de fer, de pyrite, d'apatite et de calcite. La plus grande partie du pyroxène est de l'hypersthène, identique avec celui qui se trouve dans la roche en dernier lieu décrite. L'amphibole, qui est de couleur verte, provient apparemment, en partie au moins, de l'altération de ce pyroxène. On voit souvent le minerai de fer, comme auparavant, enclaver partiellement le pyroxène. La présence accidentelle de leucoxène comme produit de transformation, indique que c'est une variété titanifère. La calcite est secondaire. Outre le plagioclase, présentant les caractères ordinaires visibles dans ces gneiss, il y a un certain nombre de cristaux très limpides et qui polarisent brillamment, ressemblant au plagioclase secondaire souvent développé dans les roches broyées.

Témoignage de granulation.

Comme dans le cas du gneiss pyroxénique de Saint-Jean-de-Matha qui vient d'être décrit, il est presque certain, bien qu'il n'y ait aucune preuve absolue de granulation, que la roche a subi ce procédé ; on voit partout à l'intérieur et autour des grains les plus volumineux, des traînées de grains fins, et son apparence est celle d'une roche granulée. Ici encore on en voit surtout la preuve dans les feldspaths.

Gneiss pyroxéniques dans la région du Saguenay.

Des gneiss pyroxéniques, identiques avec ceux qui viennent d'être décrits sous le rapport du caractère, sont très abondants, comme nous l'avons mentionné, dans la superficie comprise dans la carte ci-jointe, mais surtout dans la partie située à l'est de l'anorthosite de Morin. On les trouve aussi largement distribués ailleurs dans le laurentien, par exemple, dans la région du Saguenay. Ils diffèrent des gneiss acides associés non seulement sous le rapport de la composition, mais en ce qu'ils ont une couleur plus foncée (jamais rouges comme les gneiss à orthose), un caractère plus uniforme et une apparence plus massive. Ils ne contiennent jamais de quartz.

Communs dans l'archéen inférieur.

Ces gneiss à pyroxène et ces granulites à pyroxène, que l'on croyait autrefois être des roches très rares, ont été décrits dans ces dernières années dans un grand nombre de localités dans toutes les parties du monde, et l'on constatera probablement que c'est un des éléments constants de l'archéen inférieur partout où ce terrain est développé sur une grande étendue. Une courte revue de ces diverses localités, avec amples données sur leur histoire, est faite par le professeur Judd dans un récent travail.*

Origine du pyroxène.

L'origine de ces roches est une question au sujet de laquelle, même dans les localités où elles ont été examinées le plus à fond, il y a eu de grandes divergences d'opinions. Dans le district où les granulites à pyroxène ont été d'abord décrites, par exemple, dans la région granulitique de la Saxe, Nauman croyait qu'elles étaient éruptives, Stelzner et autres les considèrent comme des produits métamorphiques, tandis que Lehmann, qui en a fait une étude plus récente et très approfondie, considère la question de leur origine comme encore pendante. Le mode d'existence de la granulite à pyroxène en Saxe, et les relations intimes qu'elle a avec la granulite normale, les deux roches étant rattachées par une série complète de variétés intermédiaires, portent très fortement à croire, dans le cas des affleurements de la Saxe, que l'origine des deux roches est due à la différenciation d'un magma igné primitif. La principale difficulté qui s'oppose à ce que l'on considère les granulites à pyroxène de la Saxe comme des produits de différenciation du magma qui a donné naissance à la granulite normale, c'est le fait qu'elles sont virtuellement massives, et que l'on a considéré qu'elles ne montraient aucune preuve d'écrasement, tandis qu'il est visible que la granulite qui l'accompagne a été broyée et granulée d'une manière très distincte.

Gneiss et granulites.

Granulites à pyroxène de la Saxe.

Les granulites à pyroxène du district compris dans le présent rapport diffèrent de celles de la Saxe, principalement en ce qu'elles sont un peu plus grossièrement granulées, et en ce qu'elles possèdent, en règle générale, une structure schisteuse plus ou moins confuse. Le grenat est aussi un élément constituant fréquent.

Massifs de pegmatite broyée.

Que ces roches canadiennes, quelle que soit leur origine, aient été fortement comprimées et étendues comme des masses plastiques (bien que l'on ne puisse voir aucune preuve concluante de ce fait dans la structure exacte de la roche), cela est indubitable, vu la présence dans

**The Rubies of Burma and associated minerals, their mode of occurrence, origin and metamorphoses.* (Les rubis du Birman et les minéraux associés, leur mode d'existence, leur origine et leur métamorphisme). *Phil. Trans.*, 1896, p. 192.

Aussi A. Lacroix—Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène. *Bull. Soc. Min.*, France, avril 1889.

ces mêmes roches de masses de pegmatite vivement ployées, broyées et feuilletées, converties en gneiss œillé et en gneiss feuilleté par la pression, la foliation courant sur un même plan dans toute la roche et étant tout à fait indépendante de la position des masses de pegmatite. Le fait que l'attitude actuelle des roches n'était pas leur attitude primitive est aussi clairement démontré dans la figure 8, où l'on voit un gneiss à pyroxène de couleur foncée, contenant une forte quantité de quartz, reposer en série de plis aigus dans une masse de gneiss feuilleté. L'axe de ces plis est maintenant la ligne de direction de la roche, mais il est évident que le gneiss à pyroxène formait primitivement une bande, dyke ou rameau dans la roche d'orthose quartzeuse de la couleur la plus claire, courant dans une direction fortement inclinée,

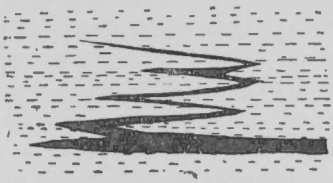


Figure 8.—Gneiss à pyroxène foncé, replié en une masse de gneiss feuilleté, rang VIII, lot 18, canton de Brandon. Echelle, 8 pieds au pouce.

ou peut-être à angle droit avec la direction actuelle. Ce n'est pas du tout un cas isolé ou restreint à cette localité ; on peut observer le même phénomène dans un grand nombre d'endroits dans ce massif, tout comme dans d'autres massifs laurentiens de différentes parties du Canada, et lorsque les plis sont plus longs et plus comprimés, leur ressemblance avec les bandes interstratifiées, surtout dans les petits affleurements, est beaucoup plus prononcée.

Caractère microscopique différent de celui du gabbro.

La structure microscopique des granulites pyroxéniques, comme classe, est tout à fait distincte de celle des roches dont l'origine ignée est indubitable et qui ont la même composition minéralogique (les gabbros), mais après l'étude d'un nombre de tranches minces de ces roches, provenant de différentes parties du Canada, ainsi que de la région granulitique de la Saxe, il m'est impossible de voir que leur structure empêche de les considérer comme roches grenues, bien qu'elles ne puissent fournir de preuve directe de broiement. Les indices de granulation dans le cas des roches canadiennes ont déjà été mentionnés dans la description des tranches.

On pourrait jeter beaucoup de lumière sur l'origine de ces roches particulières par une étude approfondie de leur composition chimique, dans le but de constater si, comme l'amphibolite à pyroxène de Brandon (n° 571), elles ont toutes la composition des gabbros et des diabases, ou si quelques-unes d'entre elles ont une composition différente de celle des roches ignées.

A l'heure qu'il est, l'origine de ces affleurements canadiens doit rester dans le doute, quoique l'argument en faveur d'une origine métamorphique dans le cas des roches de la Saxe, vu la prétendue absence de granulation et d'autres phénomènes de pression, ne s'applique pas, comme on l'a fait voir, avec une égale force aux granulites pyroxéniques du Canada.

Gneiss-pyroxène-scapolite-orthose—Canton de Rawdon, rang VII, lot 20. (Tranches 597, 630.)

Gneiss à scapolite.

Ce gneiss, qui prend une couleur excessivement rouilleuse sous l'action des agents atmosphériques, se rencontre en bandes interstratifiées avec un gneiss grenatifère, prenant une teinte grisâtre à l'air, traversé par plusieurs petites veines de quartz. En travers du chemin, sur le même lot, se trouve la roche grenatifère décrite à la page 90 J. Elle est à grain fin, de couleur blanc-verdâtre, et, sur une cassure fraîche, elle a une apparence finement mouchetée. Comme nous l'avons déjà dit, elle devient très rouilleuse à l'air, et se désagrége si rapidement qu'il est difficile de recueillir des échantillons qui soient réellement frais. Elle a une foliation très confuse.

Rawdon.

Sous le microscope, on voit que ce gneiss est formé essentiellement d'orthose, de pyroxène et de scapolite, avec pyrite, pyrrhotine, graphite et sphène comme accessoires. Le pyroxène, qui est de couleur d'un vert très pâle, a les caractères d'une malacolite. La scapolite est incolore, à un seul axe et négatif, avec plans de clivage traversant à angle droit sur une tranche de base, et extinction parallèle dans une tranche taillée dans le plan de l'axe vertical. Le soufre, si on le compte comme pyrite, démontrerait la présence de près de quatre et demi pour cent de cet élément, mais, bien qu'il y ait beaucoup de pyrite, il y a aussi beaucoup de pyrrhotine, les deux minéraux étant intimement associés. Ces deux minéraux représentent presque certainement un développement postérieur, vu qu'ils se rencontrent en petites masses de forme irrégulière, avec structure minutieusement rubanée, parallèlement à leurs côtés, comme s'ils remplissaient des cavités. Ils sont parfois décomposés en hématite, les pseudomorphes étant souvent remarquables en ce qu'ils consistent en un seul individu. L'hydrate de fer qui tache la surface exposée à l'air de la roche provient aussi de leur décomposition.

Caractère microscopique.

Le graphite se rencontre en petites paillettes et est souvent intimement associé à la pyrite, ce qui porte à croire qu'il existe quelque rapport entre les deux minéraux, quant à leur origine, comme, par exemple, la formation des sulfures provenant de solutions ferrifères par l'action d'une matière organique, dont une partie reste encore comme

graphite. Le sphène, que l'on voit dans chaque tranche, est brunâtre pâle, et se rencontre en grains plus ou moins allongés disposés dans le sens de la foliation. Il a le fort indice de réfraction ordinaire et la haute réfraction double, avec une extinction généralement inclinée sous un angle peu élevé avec l'axe le plus long du grain, et est souvent maclé. D'après l'apparence de la roche, on dirait qu'elle a été produite par une cristallisation complète ou une recristallisation *in situ* des différents constituants, les grains de feldspath ayant des contours polygones bien tranchés, et les fragments des divers minéraux s'adaptant les uns aux autres comme les morceaux d'une mosaïque, aucun signe de granulation n'étant visible.

M. Walter C. Adams a analysé un échantillon de ce gneiss, et il a constaté qu'il avait la composition suivante :— Composition chimique.

VII.—Gneiss-pyroxène-scapalite-orthose—Canton de Rawdon, rang VII, lot 20.

Silice	54·89
Oxyde titanique	1·66
Alumine	13·67
Oxyde ferrique	1·35
Sulfure de fer	4·43
Oxyde manganeux	·62
Chaux	5·63
Magnésie	4·70
Soude	1·95
Potasse	8·34
Eau et graphite (par différence)	2·76
	100·00
Total des alcalis	10·29

Ce gneiss, comme on le voit, diffère absolument, sous le rapport de sa composition, de n'importe lequel de ceux dont les analyses ont déjà été données. La faible proportion d'alumine, combinée avec la faible proportion de silice, la forte proportion d'alcalis et la prédominance de la chaux sur la magnésie, le rangent dans une classe tout à fait distincte de celle des ardoises et des gneiss sédimentaires déjà examinés. Si c'est un sédiment altéré, c'en est un qui a souffert très peu de lixiviation durant le dépôt, et il a dû être de la nature d'un dépôt tufacé, ou d'un dépôt formé de la désagrégation rapide d'une roche ignée ayant la composition d'un trachyte ou d'une syénite basique. C'est donc une roche qui, en ce qui concerne sa composition, pourrait être ou un sédiment altéré, ou une roche ignée altérée ; et, en conséquence, il est impossible de tirer de sa composition chimique une conclusion définie relativement à son origine. Cependant, le graphite tend à démontrer une origine sédimentaire.

On a constaté, après un examen microscopique, que des échantillons d'une autre bande de gneiss (tranche 385) semblable, sous le rapport de l'apparence générale, à celui qui vient d'être décrit, et se rencontrant auprès, en différaient en ce qu'ils portaient une quantité considérable de grenat et de plagioclase, ainsi qu'un peu de quartz, mais pas de scapolite. Le pyroxène est dune couleur brune très pâle, et le grenat, qui, comme à l'ordinaire dans les gneiss laurentiens, est absolument isotrope, contient comme inclusions des grains des différents autres éléments constituants de la roche.

Grenat.

Intimement associées aux gneiss grenatifères, et en représentant probablement une variété extrêmement grenatifère, se trouvent les bandes de grenat existant dans deux localités et décrites sous la rubrique *Géologie industrielle*, à la page 160 J.

Dans la première de ces localités—en arrière du lot 20 du rang VII du canton de Rawdon—on rencontre plusieurs bandes de grenat, dont la plus large a environ deux pieds de puissance. Elles sont interstratifiées avec un gneiss grenatifère à grain fin et une quartzite blanche. Dans certaines parties du lit, le grenat est presque pur, tandis que dans d'autres, nous constatons qu'il contient un peu de quartz, de biotite ou de feldspath. Nous voyons que les parties les plus pures (tranches 440, 654), lorsque nous les examinons au microscope, consistent presque exclusivement en grenat rose. Un peu de minerai de fer, avec un peu de biotite, et, dans une tranche, un grain de spinelle vert, sont les seuls autres minéraux constituants.

Le grenat se rencontre en très grandes masses, qui sont isotropes et presque dépourvues d'inclusions, à l'exception de quelques grains de biotite. Le minerai de fer est noir et opaque, et il se présente principalement sous forme de gros grains anguleux. Les surfaces des grains de grenat sont souvent tachées d'un peu d'hydrate de fer. La biotite et le minerai de fer sont enclavés dans le grenat et paraissent avoir une origine contemporaine de la sienne. Dans quelques tranches (n° 654), on voit un peu de plagioclase.

Pyroxène.

Sur le lot 22, rang IX du canton de Rawdon, se rencontre une forte bande de pyroxène brun grenu, associée à un gneiss graphitique grenatifère et à un calcaire cristallin. Vu le fait que les affleurements ne sont pas continus, il est impossible de constater la largeur précise de la bande, mais elle est probablement d'environ vingt pieds.

Sous le microscope (tranche 366), nous voyons que la roche est formée presque exclusivement de pyroxène, d'un brun-rosâtre pâle dans des plaques minces. Le clivage est imparfait, et le minéral accuse un pléochroïsme très faible, et dans des tranches taillées à angle droit avec

un axe optique, nous voyons qu'il est à deux axes, l'angle de l'axe étant gros. A ce pyroxène sont associés un minéral incolore à un axe et négatif, probablement une scapolite, et très peu de grains de pyrrhotine.

Une analyse du pyroxène a donné les résultats suivants :—

XIII.—Pyroxène—Rawdon, rang IX, lot 22.

Silice	49·289
Aiumine	8·388
Oxyde ferreux	4·611
Oxyde manganeux	indét.
Chaux	25·376
Magnésie	12·723
	100·387

LES ANORTHOSITES.

ANORTHOSITE DE MORIN.

Relations stratigraphiques.

Comme l'indique la carte ci-jointe, il y a, dans la région à l'étude, un grand massif d'anorthosite, constituant son principal caractère géologique, et plusieurs plus petits massifs de la même roche tout à fait secondaires en étendue. Ce massif considérable sera mentionné sous le nom de massif d'anorthosite de Morin, du nom du canton de Morin, dans les limites duquel il se trouve en très grande partie, tandis que les plus petits massifs seront aussi distingués par des noms de localités, comme le massif de Lakefield, le massif de Saint-Jérôme, et ainsi de su Anorthosite de Morin.

Le massif de Morin comprend une masse d'anorthosite presque circulaire, du côté sud-ouest de laquelle part un long rameau en forme de bras. La masse a un diamètre d'environ 37 milles, et, avec le rameau en forme de bras qui vient d'être mentionné, une superficie de 990 milles carrés. Elle est entourée de tous côtés par les gneiss et les roches associées d'âge laurentien, à l'exception de l'extrémité du bras, lequel s'étendant beaucoup plus loin au sud que le reste du massif, passe au-dessous et se couvre de strates beaucoup plus récentes d'âge cambro-silurien (Potsdam et calcifère) limitant le protaxe dans cette direction J'ai soigneusement relevé moi-même les limites du massif, sauf à l'endroit où il traverse les cantons d'Howard et de Montcalm, où la limite a déjà été déterminée par sir William Logan (*voir* l'atlas accompagnant la *Géologie du Canada*, 1863), et dans la partie méridionale de Wolfe, où elle avait été relevée par M. Vennor. Le long de cette partie de sa ligne de direction, la limite offre un caractère topographique bien marqué, l'anorthosite s'élevant en une falaise ou chaîne de collines escarpées Dimensions. Limites.

partant de la surface ondulée supportée par la série de Grenville. (*Voir* planche I.)

La direction exacte de la limite à travers le canton très sauvage, non arpenté et non colonisé, situé au nord-ouest du canton de Lussier, est incertaine. Cette direction, telle que tracée sur la carte, doit cependant être à peu près exacte, car la région s'étendant immédiatement au nord a été examinée, et l'on a trouvé qu'elle reposait entièrement sur du gneiss.

Caractère de la région d'anorthosite.

La région reposant sur cette anorthosite, en ne tenant pas compte du prolongement en forme de bras ci-dessus mentionné, est très accidentée, les collines s'élevant rarement à une hauteur qui permette de les appeler des montagnes, et, tout en étant souvent très escarpées, elles conservent cependant les pentes douces que l'on voit partout dans le laurentien de cette partie du Canada. Entre ces collines s'étendent des vallées ou plaines, généralement peu considérables, occupées par du drift, lesquelles, ainsi que les versants des collines, sont graduellement défrichées chaque année et converties en fermes qui font vivre une population courageuse et robuste.

Ces vallées sont parsemées d'un grand nombre de lacs, dont quelques-uns ont une étendue considérable, où prennent leurs sources la rivière du Nord et d'autres rivières, dont les eaux se jettent dans l'Outaouais ou le Saint-Laurent.

Les collines les plus élevées dans la région sont celles des environs du lac aux Canards, dans le canton de Cartier, et celles du district des environs de la montagne Noire, dans le canton d'Archambault. En somme, cette étendue d'anorthosite est un peu plus accidentée que celle supportée par le gneiss environnant.

Rameau en forme de bras de l'anorthosite.

Comme la chose a été démontrée à la page 14 J, et comme on le verra en consultant la carte, la série gneissique à travers laquelle a fait irruption cette anorthosite est, pour ainsi dire, étroitement enroulée autour de la masse d'anorthosite, l'allure, la plus grande partie du temps, suivant les sinuosités et les courbes de la ligne de contact, l'exception la plus notable à cette direction étant le long d'une partie de la limite méridionale. La foliation en est ainsi évidemment, en partie au moins, une structure secondaire, produite postérieurement à l'irruption de l'anorthosite par une grande pression, laquelle a aussi affecté l'anorthosite, car cette dernière, spécialement près du contact sur le côté est, possède une foliation distincte dont l'allure coïncide avec celle du gneiss. Le prolongement de l'anorthosite en forme de bras à travers le gneiss, au sud-est, s'élargit quelque peu à mesure qu'il approche des vallées supportées par le poléozoïque, étant divisé longitudinalement par un coin de gneiss qui s'y introduit du côté du sud,

et qui, avec l'anorthosite, devient recouvert par les roches poléozoïques sus-jacentes. L'anorthosite de ce bras, comme le gneiss lui-même, plonge vers l'ouest, étant en conséquence surmontée par le gneiss du côté occidental. Cependant, l'angle du plongement varie beaucoup en différents endroits.

Phase de contact.

Bien que dans plusieurs parties de la circonférence de la superficie, l'anorthosite vienne en contact avec le gneiss sans produire d'altération perceptible, cependant, en certains endroits, et surtout entre Shawbridge et Chertsey, une volumineuse roche assez massive, de couleur foncée, riche en bisilicates et contenant souvent un peu de quartz et un peu de feldspath simple, borde cette superficie, et il est possible qu'elle soit un produit de contact de quelque espèce. La limite de l'anorthosite typique butée contre cette roche intermédiaire est ordinairement assez tranchée, tandis que la dernière passe graduellement dans le gneiss du district. Il est cependant difficile de déterminer si cette roche doit être considérée comme une variété de gneiss particulière et anormale (peut-être altérée), ou comme une phase de contact de l'anorthosite. Une roche qui est apparemment la même ou qui y ressemble beaucoup se rencontre très développée à l'angle nord-ouest du massif, entre l'anorthosite typique et le gneiss. Des témoignages stratigraphiques et microscopiques indiquent qu'ici c'est une variété particulière de gabbro, presque ou tout à fait massif, mais accusant quelquefois une structure filandreuse *(schlieren)*. Ce gabbro fait irruption à travers le gneiss, mais il est apparemment le prolongement du reste de la masse d'anorthosite. Des affleurements continus d'une roche dans l'autre, permettant de déterminer leurs relations, n'ont cependant été trouvés nulle part, mais les preuves tendent à démontrer que ce gabbro fait partie du massif d'anorthosite et n'est pas un épanchement distinct, bien que la transition soit un peu brusque.

Inclusion de gneiss.

A un certain nombre d'endroits, près des limites de la superficie, surtout aux environs de la ligne de division entre les derniers rangs de Wexford et de Chertsey, près du chemin gagnant Saint-Donat, des masses considérables de gneiss à orthose se présentent enclavées dans l'anorthosite, et apportent une preuve supplémentaire, s'il en est besoin, du caractère éruptif de cette dernière. Celles qui se rencontrent aux environs de la ligne séparant Wexford et Chertsey, gisent approximativement dans la direction du prolongement de la grande langue de gneiss, qui court entre le massif principal de l'anorthosite et le rameau en forme de bras qui s'en échappe, et représentent probablement un prolongement antérieur du gneiss dans ce sens, brisé et envahi par l'anorthosite.

D'autres inclusions de gneiss se voient aussi près de la lisière du massif de Morin en arrière du canton de Doncaster, des affleurements s'en rencontrant sur le chemin gagnant le sud du lac Archambault à Sainte-Lucie, et le long de la rivière Ouareau, à l'endroit où elle traverse le rang VIII de Chilton.

Veines de pegmatite.

Une masse considérable de gneiss, d'environ cinq milles de long et de deux milles de large, est aussi enveloppée par l'anorthosite près de la ligne latérale est du canton de Chertsey.

En plusieurs endroits, des veines de pegmatite à gros grains pénètrent l'anorthosite. Ces veines sont surtout abondantes près du rebord du massif, recoupant le gneiss et l'anorthosite, à tel point qu'il est souvent possible de soupçonner la proximité de la limite par leur présence en grand nombre.

Ces veines de pegmatite, cependant, ne sont pas du tout restreintes aux bords du massif, mais elles sont abondantes près de son centre. Elles sont formées de quartz et d'orthose, accompagnés souvent d'un peu de minerai de fer, et sont ainsi tout à fait différentes de la composition de l'anorthosite qu'elles recoupent, et apparemment non influencées par cette roche.

Nous avons constaté qu'un certain nombre d'autres affleurements dans le canton de Wexford, lesquels sont probablement de même nature, contenaient les mêmes bisilicates que l'anorthosite. Aucun des minéraux plus rares, trouvés fréquemment dans ces veines, n'a été observé, à l'exception d'un seul qui se rencontre dans les tranches minces d'un échantillon isolé, et qui ressemble à l'allanite.

Dans le canton de Wexford, le long du chemin qui court vers le sud-ouest du lac des Iles, entre les rangs VIII et IX, il y a une forte masse de roche très quartzeuse, dont une grande partie est une quartzite presque pure, empâtée dans l'anorthosite. Elle s'étend le long du chemin sur une distance d'environ deux milles, variant considérablement en largeur, mais ayant plus d'un quart de mille de large près du lac. Il est possible que cette masse soit une inclusion de gneiss, comme celles dont il est question plus haut, mais une grande partie de la quartzite a une apparence qui porte assez à croire qu'elle a été produite par une veine (tranche 437).

L'anorthosite et le gneiss sont recoupés par de nombreux dykes de diabase et de porphyrite à augite.

Pour comprendre pourquoi Logan et d'autres bons observateurs qui l'ont suivi considéraient ces anorthosites comme constituant une série sus-jacente distincte, nous pouvons ici faire une brève revue des motifs sur lesquels ils ont basé cette opinion.

Opinion de sir William Logan.

En étudiant la structure géologique du district de Grenville, lequel est situé immédiatement à l'ouest de celui couvert par le présent rapport, les deux se chevauchant un peu, Logan a reconnu trois bandes principales de calcaire cristallin qu'il a appelées la bande du lac Tremblant, la bande du lac Vert, et la bande de Grenville, respectivement. Le calcaire ci-dessus mentionné comme aboutissant à l'anorthosite, à Saint-Sauveur, était, croyait-on, une partie de la bande du lac Vert, sir William parlant de la bande comme ayant été "interrompue" par l'anorthosite de Morin. Plus au nord, dans le canton de De Salaberry, il s'est aperçu que deux des bandes de calcaire venaient encore en contact avec cette masse d'anorthosite, l'une étant cette même bande du lac Vert, et l'autre celle du lac Tremblant.

Sir William parle ainsi de la chose (*Géologie du Canada*, 1863, p. 889) : "La plus haute de ces deux bandes * * * est interrompue par une masse d'anorthosite ou de labradorite qui la recouvre apparemment. Un fait semblable paraît avoir lieu dans Morin (Saint-Sauveur), où la limite du labradorite * * * flanque la bande de calcaire du côté nord," puis il poursuit : "Si, à la suite d'une exploration à l'est de la montagne Tremblante, l'on constatait en outre que les deux bandes inférieures du calcaire de la série de Grenville disparaissent en atteignant le bord de l'anorthosite, on pourrait regarder ce fait comme une preuve décisive de l'existence, dans le système laurentien, de deux immenses formations sédimentaires, l'une reposant sans concordance sur l'autre, un grand espace de temps les séparant probablement."

Les calcaires sont recoupés par l'anorthosite à Saint-Sauveur.

Un examen attentif de ce district fait en compagnie du Dr Ells, de la Commission géologique, a depuis démontré, cependant, que l'une des interruptions supposées n'est réellement pas visible, le massif d'anorthosite représenté sur la carte dans le premier rang du canton de Grandison, et dont l'existence avait probablement été rapportée à sir William par un de ses aides, n'existant pas, et que la couche de drift est si épaisse dans cette région que, lors même que les autres bandes de calcaire toucheraient à l'anorthosite, le contact ne pourrait pas être remarqué. Un examen soigneux du contact dans l'angle sud-ouest du massif, dans le voisinage du village de Saint-Sauveur, laisse peu de doute sur le fait que le calcaire est réellement recoupé par l'anorthosite en cet endroit.

Le calcaire supporte une plaine et sort çà et là du drift en grands affleurements, tandis que l'anorthosite s'élève de cette plaine comme une muraille ou une falaise escarpée. Le calcaire affleure à 200 verges de la base de la muraille d'anorthosite, mais le drift qui le recouvre devient

alors si épais, que le caractère du contact même ne saurait être déterminé. A l'est et à l'ouest, le gneiss associé est recoupé de la même manière.

Au lac Ouareau.

Du côté nord-est du massif d'anorthosite, l'on a trouvé, en outre, une autre bande de calcaire qui traverse le lac Ouareau et y forme un certain nombre de petites îles. Il affleure bien aussi sur la rive sud de cette nappe d'eau. Cette couche disparaît au bord de l'anorthosite, à une faible distance de l'extrémité méridionale du lac, et l'on n'en voit plus de traces jusqu'à ce que ce qui en est probablement le prolongement apparaisse de nouveau interstratifié avec le gneiss, à l'angle sud-est du massif d'anorthosite.

Pour comprendre pourquoi Logan considérait les anorthosites comme appartenant à une série sédimentaire, il ne faut pas oublier un fait dont il sera plus longuement question lorsque nous examinerons la structure de ces roches, savoir, qu'en certains endroits l'anorthosite accuse une structure feuilletée d'une manière plus ou moins distincte, structure que l'on croyait représenter une stratification partiellement oblitérée, conformément aux idées généralement reçues à cette époque.

Coupes de Saint-Jérôme à New-Glasgow.

Cela est spécialement vrai de l'anorthosite près de son contact avec le gneiss, et spécialement bien marqué dans la longue projection en forme de bras partant de l'angle sud-est du massif, laquelle, comme nous l'avons dit plus haut, court dans le gneiss dans le sens de sa foliation, et, avec lui, est finalement recouvert par le paléozoïque au sud. Il y a en outre à Saint-Jérôme un plus petit massif isolé d'une anorthosite plus ou moins feuilletée intercalée dans le gneiss, et Logan, qui, le temps lui manquant, n'avait pas pu examiner tout le massif avec soin, croyait qu'il faisait partie du grand massif de Morin, lequel se termine réellement à plusieurs milles au nord. Partant d'un point à l'ouest de Saint-Jérôme et allant du côté de l'est en travers de la direction des roches jusqu'à New-Glasgow, il passa du gneiss sur l'anorthosite de Saint-Jérôme, et puis sur une série de gneiss interstratifié avec des quartzites et une bande de calcaire cristallin jusqu'à la projection en forme de bras de l'anorthosite de Morin dont il est question ci-dessus, laquelle a une foliation parallèle à l'allure du gneiss, et sur cette projection il repassa encore sur le gneiss. Trompé par cette coupe, qui est ici des plus décevantes, il conclut que le tout consistait en une grande série sédimentaire d'anorthosite interstratifiée de quartzites, de calcaires et de gneiss, laquelle formait le développement méridional des anorthosites qui, d'après ses observations, interrompaient la série de Grenville dans le canton de De Salaberry et les autres cantons au nord. En conséquence, dans la coupe n° 6 de l'atlas accom-

pagnant la *Géologie du Canada*, ce "laurentien supérieur" est indiqué comme comprenant le calcaire de Saint-Jérôme et comme supportant toute la région, depuis le contact supposé avec la série de Grenville, à la rivière à Gagnon, à l'ouest de Saint-Jérôme, vers le sud-est jusqu'à l'Etat du Vermont, bien qu'il soit pour la plus grande partie couvert de couches plus récentes.

Le "laurentien supérieur" de Logan n'existe pas.

Au lieu de cela, nous avons réellement la série de Grenville avec certains massifs du gneiss fondamental, continus par tout le district couvert par la carte accompagnant le présent rapport, excepté aux endroits où elle est interrompue par des masses éruptives d'anorthosite. En conséquence, la foliation de l'anorthosite, étant aujourd'hui reconnue comme un phénomène clairement dynamique, et vu qu'il n'y a aucune preuve qu'il existe dans le district une série de gneiss autre que la série de Grenville et le gneiss fondamental, cette série du "laurentien supérieur" de Logan n'existe pas.

Pétrographie de l'anorthosite de Morin.

Pétrographie de l'anorthosite de Morin.

Les géologues qui ont les premiers exploré les grandes étendues de roches laurentiennes supportant différentes parties du Canada, dans de nombreux districts séparés par de grandes distances, ont rencontré des masses énormes d'une roche différant absolument de l'orthose commune, laquelle forme la plus grande partie du système laurentien. Cette roche était composée principalement, et quelquefois exclusivement, de feldspath plagioclase, mais souvent la texture en variait considérablement de place en place, étant parfois massive, parfois schisteuse, parfois grossière et parfois à grain fin.

Le nom de l'anorthosite.

Ils appelèrent ces roches "anorthosites." Dans la *Géologie du Canada* (p. 24), Sterry Hunt parle de la roche dans les termes suivants: "Puisque tous ces différents feldspaths tricliniques sont anorthiques sous le rapport de la cristallisation, et se rapprochent plus ou moins de l'anorthite par leur composition, Delesse a proposé de les désigner sous le nom commun d'anorthose, pour les distinguer de l'orthose ou orthoclase, et de désigner les roches caractérisées par leur présence sous le nom d'anorthosites. En conséquence, nous avons adopté le terme générique d'anorthosite pour ces roches."

On s'est souvent mépris sur ce mot "anorthosite," vu qu'on le confondait avec le mot anorthite, et qu'il était censé désigner une roche formée d'anorthite, feldspath qui se rencontre rarement dans ces roches. Le mot "anorthose," suggéré par Delesse, est synonyme du mot "plagioclase," qui l'a aujourd'hui remplacé dans l'usage commun, et conséquemment, le terme anorthosite signifie simplement "roche plagiocla-

sique," désignation qui sert et à en définir la composition et à accentuer la différence existant entre ces anorthosites et les roches à orthose dominantes du reste de la région laurentienne.

Composition de l'anorthosite.

La place de cette anorthosite est dans la famille des gabbros, où elle occupe, à l'une des extrémités de la série, une position correspondante à celle que les pyroxénites occupent à l'autre extrémité. Un gabbro ordinaire, quand il devient très riche en feldspath, passe à une anorthosite ; lorsque, d'un autre côté, le feldspath diminue en quantité, de manière à ce que le pyroxène domine dans une grande mesure, il en résulte une pyroxénite, tandis que si, dans le cas d'un gabbro à olivine, le pyroxène diminue en quantité, laissant le plagioclase et l'olivine comme éléments constituants essentiels, il en résulte une troctolite.

Plagioclase presque pur.

Hunt a estimé que les trois quarts des anorthosites du Canada ne contiennent pas plus de cinq pour cent de minéraux autres que le plagioclase.

Cette anorthosite, qui ne se rencontre pas seulement au Canada, mais en Norvége, en Russie et dans d'autres pays, constitue un type de roche bien défini, type qui, non seulement à cause de sa composition particulière, mais aussi à cause de l'énorme dimension des masses dans lesquelles elle se trouve et de la persistance de son caractère, occupe une place importante dans la série pétr graphique.

L'anorthosite de ce massif de Morin révèle une grande diversité de texture et de couleurs, et dans certains endroits même une diversité considérable de composition ; mais sous le rapport de la composition minéralogique, c'est un gabbro ou une norite dépourvue d'olivine et très riche en plagioclase. Des échantillons recueillis dans environ cinquante endroits différents du massif ont été taillés en tranches et examinés au microscope, et la description suivante de ces roches est basée sur les résultats ainsi obtenus. Le nombre de minéraux que la roche contient n'est pas considérable, la diversité de composition résultant principalement de leur distribution irrégulière.

Minéraux se rencontrant dans l'anorthosite de Morin.

Les minéraux suivants ont été observés dans la roche :—

Plagioclase	Muscovite et Paragonite	Epidote
Augite	Bastite	Zoïsite
Hypersthène	Chlorite	Grenat
Ilménite	Quartz	Zircon
Orthose	Magnétite	Spinelle
Amphibole	Apatite	
Biotite	Calcite	

De ces minéraux, le plagïoclase, l'augite, l'hypersthène et l'ilménite sont de beaucoup les plus importants.

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, Hunt a adopté le nom d'anorthosite pour ces roches, à cause de la grande prédominance chez elles du plagioclase ou anorthose. Il a considéré le type qui ne contient que du feldspath comme la véritable anorthosite, et estimé que les trois quarts des anorthosites du Canada ne contenaient pas plus de cinq pour cent d'autres minéraux. * Plagioclase.

De même que les autres éléments constituants de la roche, le plagioclase est parfaitement frais, n'exposant que très rarement des traces de décomposition, et quand il n'est pas granulé (c'est-à-dire de texture protoclastique ou cataclastique), il présente, dans les échantillons recueillis à la main, presque toujours une couleur violet foncé, mais plus rarement rougeâtre. Cette couleur est cependant clairement visible dans des tranches minces, bien que beaucoup plus faible, naturellement, et l'on voit qu'elle est produite par la présence d'une immense quantité de très menues tiges noires opaques et de points foncés opaques extrêmement petits, ce qui donne au minéral en tranche minces une apparence trouble particulière. Les derniers représentent probablement en partie des sections transversales des tiges, mais ce sont plus ordinairement des individus cristallins arrondis ou légèrement allongés de la même substance que les tiges et se rencontrant avec elles.

Vogelsang† a estimé, en faisant ses études sur l'anorthosite du Labrador, que ces inclusions forment d'un à trois pour cent du volume du minéral, et il va jusqu'à dire : " Le nombre des microlites contenus dans un volume déterminé est susceptible d'être apprécié avec plus de précision ; les résultats toutefois s'écarteront beaucoup entre eux, suivant l'échantillon qu'on aura choisi et le point dans lequel on l'aura examiné. Dans le labradorite violet figuré, le nombre de microlites s'élève au minimum à 10,000 par millimètre cube ; mais pour d'autres variétés jaunes et gris foncé, le calcul m'a donné un nombre au moins dix fois plus considérable, de sorte qu'il y avait ici, dans l'espace borné d'un centimètre cube, plus de cent millions de petits cristaux étrangers." Très petites inclusions.

Les plus grandes tiges sont entourées d'une zône de feldspath limpide. Quelques inclusions sont transparentes et ont une couleur brun-rougeâtre ressemblant à de l'hématite ; elles apparaissent en petites écailles qui exposent souvent un rebord hexagonal un peu contourné. On voit souvent que des objets ressemblant de près aux tiges ci-dessus mentionnées, lorsqu'ils sont très fortement grossis, sont des cavités partiellement remplies de la substance foncée des tiges. Ces inclusions sont

* T. Sterry Hunt—Sur la roche de norite ou à labradorite, *Am. Jour. Sc.*, nov. 1869.
†Vogelsang—Archives Néerlandaises, T. III, 1868.

disséminées assez uniformément dans les individus de feldspath, et non pas restreints à certaines places, ni plus abondantes dans certaines places que dans d'autres, comme c'est le cas pour les gabbros décrits par Williams* ou par Judd.† On peut souvent observer de très petites inclusions liquides disposées en files. Dans ces inclusions se montre de temps à autre une bulle mobile. Dans un ou deux cas, de petits cubes y ont été remarqués, et dans un cas, l'on a cru que l'on pouvait reconnaître une double bulle. Dans deux ou trois localités, le feldspath normal ne renfermait qu'un petit nombre de ces inclusions, et, en conséquence, était de couleur presque blanche. La nature et l'origine de ces inclusions foncées, qui se rencontrent si fréquemment dans le feldspath et autres éléments constituants du gabbro, dans les localités les plus éloignées du globe, ont été souvent discutées.

Leur caractère.

Les inclusions sont d'un si petit volume qu'elles ne peuvent pas être isolées et chimiquement examinées. Leur forme n'est pas définie avec une exactitude et une certitude suffisantes pour permettre la détermination de leur caractère cristallographique. Quelques chercheurs se sont efforcés de se procurer des renseignements relativement à la nature de ces très petites masses en observant l'effet que produisent sur elles les acides concentrés; mais les résultats obtenus sont contradictoires.

Examen du professeur Judd.

Judd (*l. c.*) a trouvé qu'elles résistent à l'acide chlorhydrique concentré. Vogelsang (*l. c.*) a traité, pendant quatre jours, à l'acide chlorhydrique chauffé, un petit morceau de feldspath provenant de l'île de Paul, Labrador, qui les renfermait. Il constata que l'acide avait fortement attaqné le feldspath, mais il ne put pas découvrir d'altération dans les aiguilles, si ce n'est qu'elles étaient devenues légèrement plus pâles. Cependant, Hagge‡ a trouvé que dans la même roche provenant du Labrador, toutes les écailles brunes étaient dissoutes, lorsqu'elles étaient traitées à l'acide pendant une période trop courte pour effectuer la décomposition du feldspath. Il considérait qu'elles étaient probablement de la göthite.

Minerai de fer probablement titanifère.

Elles sont évidemment formées d'un composé de ferrugineux quelconque, et si l'on tient compte de la couleur particulière des individus transparents, en même temps que du fait que, comme on le démontrera dans certaines conditions, elles s'unissent pour former de petites masses de fer titané, on est porté à croire que l'opinion du professeur Rosen-

---

* G. H. Williams—*Gabbro and associated Hornblende Rocks in the neighborhood of Baltimore, Md.—Bull. U. S. Geol. Surv. 28*, p. 21.

† J. Judd—*Gabbro, Dolorites and Basalts of Tertiary age in Scotland and Ireland*—Q. J. G. S., 1886, p. 82.

‡ Hagge, Miscroskopiche Untersuchung über Gabbro and verwandte Gesteine, Kiel, 1871, s. 46.

busch est juste, savoir : qu'elles consistent principalement en minerai de fer titané ou ilménite. Les transparentes ont la forme du minéral connu comme étant le minerai de fer titané micacé, que Lattermann* a trouvé développé avec de la magnétite dans la néphélinite du Katzenbuckel. La couleur particulière de ce minéral, en outre, ressemble parfaitement à celle de ces inclusions. Il est possible que les différents résultats que les divers chercheurs ont obtenus sous le rapport de la solubilité de ces inclusions soient expliqués par le fait que le minerai de fer titanifère contenu dans quelques échantillons est plus riche en acide titanique que celui contenu dans d'autres.

A ce propos, nous devons mentionner que le minerai de fer titané est un minéral que l'on trouve toujours dans ces anorthosites, au Canada, souvent en quantités énormes, de sorte qu'il est considéré comme particulièrement caractéristique de cette roche, tandis que dans le laurentien proprement dit, les minerais de fer, dans le plus grand nombre de cas, ne contiennent aucun acide titanique. Lacroix,† qui a examiné avec soin des inclusions plus ou moins semblables dans certains gabbros norvégiens, lesquels, cependant, sont à double réfraction, croit que c'est du pyroxène, vu surtout qu'ils paraissent fréquemment groupés, formant des grains plus volumineux que l'on peut déterminer comme appartenant à cette espèce : "Les grains en question semblent avoir attiré à eux les particules pyroxéniques en suspension dans le feldspath et les avoir incorporées à leur masse."

Il est tout à fait possible que ces inclusions que l'on trouve si souvent dans les gabbros et les roches associées soient formées des éléments les plus lourds de la roche, dans certains cas de pyroxène, et dans d'autres, de minerais de fer, qui étaient finement disséminés dans le magma lorsque la roche se cristallisait, ou qui, peut-être, se sont séparés, mais à mesure que les divers éléments constituants se cristallisaient.

Je dois remercier sincèrement le professeur Judd de ce qu'il m'a envoyé une petite collection de tranches minces de gabbros et péridotites typiques, provenant du nord de l'Ecosse, roches qu'il a décrites et sur lesquelles il a principalement établi sa théorie de *schillérisation.*

Un examen de ces roches a révélé le fait que nulle part, dans leur pâte, les inclusions de plagioclase ne sont aussi nombreuses ni aussi bien définies que dans les anorthosites canadiennes. L'arrangement particulier de ces inclusions dans les roches écossaises le long de fentes, de fissures, etc., arrangement que le professeur Judd a décrit et qui Schillérisation.

* Lattermann, dans Rosenbusch Mass. Gest, p. 786

† Lacroix—Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène, p. 141—*Bull. Soc. Min de France*, avril 1889.

appuie sa théorie de leur origine secondaire, n'est pas remarqué dans ces roches canadiennes. Leurs inclusions sont au contraire distribuées abondamment et uniformément dans tout l'individu de feldspath, et même généralement dans le feldspath de toute la roche. Elle disparaissent, ainsi que mentionné ci-dessus, seulement lorsque la granulation a eu lieu. Nous reviendrons sur ce fait remarquable.

La distribution uniforme de ces inclusions ne prouve pas qu'elles ne sont pas des produits de *schillérisation*, car si la roche était complètement *schillérisée*, ces produits seraient peut-être également distribués dans sa pâte. En quelques endroits seulement de ce massif de Morin, le plagioclase fait voir le chatoiement produit par ces inclusions dans le feldspath du Labrador et ailleurs.

Presque invariablement, le plagioclase est parfaitement maclé, d'après les lois de l'albite et du péricline, les groupes de lamelles maclées se traversant l'un l'autre à angle droit dans les tranches minces. Quelquefois, ce maclage est apparemment secondaire et produit par la pression, par exemple, lorsque les lamelles se montrent le long d'un certaine ligne ou d'une fissure, ou lorsqn'elles apparaissent dans des endroits où l'individu de plagioclase est tordu.

Maclage du plagioclase.

Dans la plupart des cas, cependant, elles sont d'origine primaire. Fréquemment, dans les tranches il y a quelques cristaux de plagioclase non maclés qui sont probablement coupés parallèlement à $\infty P \breve{\infty}$ (010). Mais dans certains échantillons, il y a une proportion considérable de feldspath simple, ressemblant sous tous autres rapports au plagioclase, lequel accuse une texture maclée bien définie. Afin de déterminer si, dans ces cas, deux feldspaths étaient réellement présents, l'on a opéré l'isolement au moyen de fortes solutions sur une matière provenant de trois échantillons pris dans différentes localités, dans les tranches minces desquels ces feldspaths simples se rencontraient en quantité considérable. Cependant, puisque, dans une solution ayant une pesanteur spécifique de 2·67, tous les éléments constituants vont au fond, ces cristaux simples ne peuvent pas être plus acides que le labradorite, variété à laquelle le feldspath restant appartient également. Des plagioclases simples semblables ont été observés. Hawes*, qui en a examiné quelques-uns avec soin, donne une analyse ‡ d'un échantillon ordinaire de labradorite typique de l'île de Saint-Paul, et ajoute: "T. Sterry Hunt, dans la *Géologie du Canada*, 1863, a démontré par ses analyses que quelques-unes des anorthosites décrites par lui étaient

* Hawes—*On the determination of Felspar in thin sections of rocks. Proc. Nat. Mus.*, Washington, 1881, p. 134.

‡ Voir tableau des analyses, p. 139 J.

composées de labradorite pur, et j'ai constaté que quelques tranches de ces roches qu'il m'a soumises pour examen étaient formées d'une multitude de petits grains, dont aucun n'était maclé."

Composition du plagioclase.

Il a été fait un examen du plagioclase bien maclé provenant de deux autres localités. Le premier était un échantillon d'une anorthosite typique qui se trouve à cinq milles au nord-ouest de Sainte-Adèle, dans le district de Morin. La pesanteur spécifique en était entre 2·65 et 2·67, et, en conséquence, elle avait aussi la composition d'un labradorite acide, fait confirmé par les valeurs de l'angle d'extinction mesuré sur un petit fragment isolé au moyen de la solution de Thoulet. Le second provenait du village de Sainte-Adèle même, situé à l'angle du massif de Morin. Ici, l'anorthosite est développée porphyriquement avec de gros cristaux de plagioclase qui ont parfois jusqu'à quatre pouces de long. Ces cristaux avaient les angles d'extinction suivants : sur ∞ P $\bar{\infty}$ (010) $24\frac{1}{2}°$ à 26°, sur O P (001) = 6°. On trouvera une analyse du plagioclase opalin bleuâtre provenant du district de Morin, au tableau des analyses donné à la page 139 J. Ici encore, le feldspath est un labradorite.

Le plagioclase de l'anorthosite provenant de ces six localités différentes est donc, dans tous les cas, du labradorite, et il y a toute raison de croire que le feldspath répandu par tout le massif appartient à cette variété. Bien que, généralement, il soit parfaitement frais, cependant l'on a observé une décomposition partielle dans un ou deux cas, où il est transformé en un mélange de calcite, d'épidote et de zoïsite, tel que mentionné dans la description de ces minéraux. Une variété particulière de la roche, de structure saussuritique, a été observée à New-Glasgow. C'est une roche tout à fait locale, rattachée aux petites zones de bouleversement qui courent ici dans l'anorthosite. Dans des tranches minces de cette roche, presque absolument composée de plagioclase, mêlé seulement de quelques petits grains de minerai de fer, on voit que le plagioclase a subi une altération particulière. Le produit de l'altération est un minéral ayant ordinairement une structure fibreuse, et se rencontre en petites taches dans le plagioclase. Il a le caractère optique d'une bastite ou pseudophite, et le feldspath décomposé ressemble en conséquence, jusqu'à un certain point, à celui de Walheim en Saxe, décrit par Breithaupt comme pyknotrope.

Produit d'altération.

Dans un autre échantillon de la même roche de New-Glasgow, le feldspath est changé en un minéral incolore, qui forme de petites grappes ressemblant à des plumes. Il montre de magnifiques couleurs de polarisation, et a un plan de clivage distinct auquel l'extinction est parallèle. Le minéral possède les propriétés optiques de la muscovite, mais il est possible qu'il soit de la paragonite, que l'on ne saurait dis-

tinguer de la muscovite sous le microscope, et il est plus probable que c'est un produit d'altération du plagioclase.

Augite.

L'augite, à quelques exceptions près, est généralement présente en beaucoup plus petite quantité que le plagioclase, mais c'est après ce dernier l'élément constituant le plus abondant. Cependant, le pyroxène rhombique y figure en quantité presque égale, sinon tout à fait égale. L'augite se recontre en grains de forme irrégulière d'une couleur vert clair, lesquels sont ou non pléochroïques, ou montrent un pléochroïsme à peine perceptible à teintes verdâtres. Dans les tranches qui sont presque parallèles à la base, on voit les plans de clivage typiques caractéristiques du pyroxène se croiser les uns les autres presque à angle droit. Ils sont souvent recoupés par un troisième plan de clivage plus parfait, parallèle à $\infty P \bar{\infty}$ (100), comme l'indique sa position relativement au plan des axes optiques. Dans la zone prismatique, le minéral accuse un angle d'extinction de 0° à 45°.

Dans beaucoup de tranches du pyroxène, il y a des plaques noir-brunâtre ou de petites tiges noires qui ressemblent beaucoup aux inclusions plus haut décrites que contient le plagioclase. Lorsque ces inclusions se rencontrent, elles sont fréquemment parallèles à $\infty P \bar{\infty}$ (100); dans d'autres cas, au lieu d'être disséminées par tout le minéral, elles sont restreintes à certaines places. On peut souvent observer que l'augite s'est développée autour des grains de minerai de fer. Généralement, elle est parfaitement fraîche, mais dans plusieurs échantillons, elle est décomposée. Les produits de décomposition consistent parfois en un mélange à grain fin de chlorite, et en carbonate rhombohédrique avec grains de quartz accidentels, le tout constituant une masse grise presque opaque. Dans d'autres échantillons, l'augite est changée en une bastite jaunâtre, laquelle remplit alors non seulement l'espace primitivement occupé par l'augite, mais pénètre aussi dans les petites fissures de la roche, et produit des veines filiformes et des écailles même dans les grains de feldspath. Dans quelques échantillons aussi, elle est convertie en un minéral ressemblant à la serpentine. Quand les deux pyroxènes se rencontrent ensemble dans la roche, l'augite est généralement associée intimement au pyroxène rhombique.

Pyroxène rhombique. Hypersthène.

Le pyroxène rhombique, qui se rencontre si souvent associé à l'augite, ne diffère pas essentiellement de celle-ci, autant que nous pouvons le constater par ses tranches minces, soit sous le rapport de l'indice de réfraction, de la double réfraction ou de la couleur. Cependant, il est fortement pléochroïque avec les couleurs suivantes :

$$\mathfrak{a} = \text{rouge}, \quad \mathfrak{b} = \text{vert-jaunâtre}, \quad \mathfrak{c} = \text{vert}.$$

L'absorption est $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$, la différence entre $\mathfrak{a}$ et $\mathfrak{b}$ étant très légère.

Le caractère rhombique en a été établi par les observations suivantes dans le cas d'un échantillon provenant du canton de Chilton, où le minéral se rencontrait à l'état frais et en plus grande quantité qu'à l'ordinaire. Des tranches parallèles à la base montraient les deux plans de clivage du prisme qui se recoupaient presque à angle droit, ainsi qu'un troisième groupe de plans de chivage plus parfaits, auxquels de petites tiges noires étaient souvent parallèles. Puisque la direction d'extinction était aussi parallèle à ces derniers plans de clivage, elle doit être dans la direction d'un pinacoïde. A la lumière convergente, on a vu sur la tranche de base une bissectrice, mais non pas un axe optique comme dans le cas d'un pyroxène monoclinique. Lorsqu'une tranche dans laquelle apparaît un axe optique a été examinée, l'on a constaté que le clivage pinacoïde ci-dessus mentionné était parallèle au plan des axes optiques. Le pinacoïde en question était donc $\infty P \bar{\infty}$, c'est-à-dire qu'il coupe l'angle prismatique aigu comme $\infty P \bar{\infty}$ le fait dans le cas du diallage. Dans les tranches qui montraient un axe optique et seulement un groupe de clivages auxquels sont parallèles les petites tiges, l'on a vu que le plan de clivage était parallèle au plan des axes optiques.

Dans tous les tranches qui contiennent le minéral, on trouve beaucoup de grains qui n'accusent qu'un seul bon clivage auquel l'extinction est parallèle.

En général, il est, comme l'augite, tout à fait frais ; cependant, dans quelques tranches, il semble changé en bastite, et dans quelques autres, en un minéral ressemblant à la serpentine. Il renferme quelquefois les écailles et les tiges noires que l'on trouve si souvent dans l'hypersthène, mais elles en sont très souvent absentes. En réalité, c'est un fait remarquable que dans ces roches canadiennes, les minéraux ferromagnésiens ne contiennent qu'un petit nombre de ces inclusions, tandis que le feldspath associé en est rempli, tout le contraire étant vrai dans le cas des gabbros et dans les roches associées des montagnes de l'Ecosse qui ont été décrites par le professeur Judd.

L'amphibole ne se rencontre pas dans l'anorthosite de Morin, sauf en quelques endroits près du contact avec le gneiss. Dans ce cas, elle se trouve toujours intimement alliée aux pyroxènes, sous forme de grains irrégulièrement définis, généralement aux environs de la bordure des masses granulées du pyroxène. En règle générale, elle se rencontre seulement en très petite quantité. La couleur en est ordinairement verte, mais souvent brune. Elle montre les clivages, le petit angle d'extinction et le pléochroïsme caractéristiques de l'espèce. Dans un échantillon provenant du voisinage du contact, sur le lac L'Achigan, on a Amphibole

trouvé que l'angle d'extinction maximum était de 15°, et l'on a observé le pléochroïsme suivant :—

$\mathfrak{a}$ = jaune-verdâtre, $\mathfrak{b}$ = vert-jaunâtre, $\mathfrak{c}$ = vert.

L'absorption était $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.

Dans un autre échantillon, pris tout près du contact, à environ six milles au nord de New-Glasgow, on a aussi trouvé de l'amphibole brune en petite quantité. L'angle d'extinction avait 18°, avec le pléochroïsme suivant : —

$\mathfrak{a}$ = jaune-brunâtre clair, $\mathfrak{b}$ = brun foncé, $\mathfrak{c}$ = brun foncé, avec absorption comme ci-dessus, $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.

Elle se rencontre aussi dans la roche particulière que nous avons mentionnée plus haut comme gabbro, laquelle a été trouvée dans un certain nombre d'endroits entre la véritable anorthosite et le gneiss.

Biotite.

La biotite ne se rencontre jamais en quantité considérable, mais est présente assez fréquemment en très petite quantité comme minéral accessoire. On la trouve généralement avec le minerai de fer ou avec l'hyperstène, et elle montre une couleur brune caractéristique, un fort pléochroïsme et une extinction parallèle.

Muscovite ou paragonite.

Nous avons parlé de la présence de la muscovite ou de la paragonite en décrivant le plagioclase.

Chlorite.

La clorite se rencontre parfois en petite quantité comme produit de décomposition du pyroxène ou de la biotite.

Quartz.

Il est douteux que le quartz se rencontre jamais dans l'anorthosite comme constituant primitif. Il se rencontre, toutefois, en petite quantité sous forme de petits grains disséminés dans l'anorthosite, sur le lot 36 du rang VI du canton de Wolfe, près du contact de l'anorthosite avec le gneiss environnant. En outre, sur le côté ouest de la rivière L'Achigan, près de New-Glasgow, on le trouve accidentellement dans l'anorthosite, et il a l'apparence d'un élément constituant primitif. Ici encore, cependant, il se rencontre près du contact avec le gneiss, et il est certain qu'un peu de quartz secondaire est présent comme produit de décomposition du pyroxène, de sorte qu'il est possible que le quartz, qui a l'apparence d'un élément primitif, ait aussi une origine secondaire.

Dans le gabbro qui se rencontre, comme il est dit plus haut, en plusieurs endroits entre l'anorthosite typique et le gneiss, le quartz est très fréquent. Mais dans cette roche, plusieurs faits tendent à démontrer l'origine secondaire du quartz. Il se trouve souvent, par exemple, dans des veines définies d'une manière plus ou moins tranchée, formées de grandes masses. Quand il se rencontre sous la forme de grains irréguliers isolés, ces derniers ont une extinction uniforme, bien qu'ils

soient souvent plus ou moins fissurés, mais ils ne sont pas du tout aussi brisés que nous pourrions nous y attendre si c'étaient des éléments primitifs, vu que le feldspath et les autres minéraux constituants de la roche sont très brisés.

Dans presque chaque tranche de l'anorthosite, l'on voit quelques grains de forme irrégulière d'un minerai de fer noir opaque. Ils sont ordinairement peu nombreux. La quantité de minerai de fer est considérable seulement en quelques endroits, et comme le pyroxène, dans ces endroits, augmente dans la même porportion, la couleur de la roche y devient très foncée, de telle sorte qu'on la prend souvent pour du minerai de fer. Ces portions de l'anorthosite riches en minerais de fer sont peu nombreuses et locales, et elles passent au gabbro normal du massif, lequel, comme nous l'avons déjà mentionné, est très pauvre en minerai de fer. Ilménite et magnétite.

Lorsque l'on examine ces grains de minerai de fer à la lumière réfléchie, on trouve qu'ils sont noirs, et dans un petit nombre de cas, on peut voir qu'ils sont partiellement changés en un produit de décomposition gris, évidemment une variété de leucoxène. Ce fait prouve que le minéral contient de l'acide titanique en quantité considérable.

Dans trois échantillons recueillis en des parties du massif très éloignées les unes des autres, un mélange de deux minerais de fer était parfaitement visible. Dans celui provenant du canton de Wexford, lot 7, rang I, l'une des localités déjà mentionnées où l'anorthosite est riche en minerai de fer (tranche 398), une observation soigneuse faite à la lumière réfléchie a démontré que le minerai de fer se rencontrait partiellement comme une variété à gros grain noir-bleuâtre, et partiellement comme une variété finement granulée noir-brunâtre, les deux étant irrégulièrement mélangées et ne pouvant être distinguées que par la lumière réfléchie.

Lorsque la tranche a été traitée pendant environ une demi-heure au bain-marie, avec acide chlorhydrique concentré chauffé, la variété à gros grain s'est entièrement dissoute, et l'acide est devenu fortement coloré de fer, tandis que la variété finement granulée n'était apparemment pas du tout affectée. Il y a ici évidemment une entrecroissance ou remplissage de magnétite avec ilménite, ou au moins avec un minerai de fer titanifère.

Dans un autre échantillon (provenant du voisinage du lac Ouareau), un remplissage semblable a été observé ; les grains avaient une apparence rubanée à la lumière réfléchie, une variété croisant l'autre dans un groupe simple ou double de bandes interrompues. Lorsque la tranche a été traitée avec l'acide chlorhydrique concentré

froid pendant 48 heures, aucun effet n'a été produit; mais lorsqu'on l'a traitée avec l'acide concentré chauffé, dans un bain-marie, une variété de minerai de fer s'est dissoute comme dans le cas précédent, tandis que l'autre n'a pas été affectée. Dans le cas actuel, l'entrecroissance est probablement parallèle à la face d'un octaèdre ou d'un rhomboèdre.

Remplissage de différents minérais de fer.

Un enchevêtrement semblable a été décrit dans le minerai de fer du gabbro de Carrock-Fell, et dans la néphélinite du Katzenbuckel,* sauf que, dans le dernier cas, le minerai de fer titané se rencontre sous forme de minerai de fer titané micacé, non comme la variété grossière et opaque trouvée dans les roches plus haut mentionnées.

Nous avons invariablement constaté au Canada que les grands dépôts de minerai de fer communs dans ces anorthosites contiennent une si grande proportion d'acide titanique, qu'il a été impossible jusqu'ici de les exploiter avantageusement. Cependant, des expériences récentes font espérer qu'à l'avenir quelques-uns de ces minerais au moins pourront être fondus avec profit. (Appendice II.)

Afin de déterminer si le minerai de fer disséminé en petits grains par toute la roche était riche en acide titanique, le minerai de fer de trois échantillons de l'anorthosite de différentes parties du massif a été isolé et soumis à l'épreuve. Dans chaque cas, le minerai n'était que légèrement magnétique et a donné une forte réaction d'acide titanique.

Titanium dans les minerais de fer d'anorthosites.

Deux échantillons de minerai de fer provenant des veines de pegmatite qui recoupent l'anorthosite et le gneiss au contact des deux formations, à l'ouest de Saint-Faustin, et qui, en conséquence, n'appartiennent pas à l'anorthosite, ont montré un fort magnétisme et n'ont donné qu'une faible réaction d'acide titanique. Le dépôt de minerai de fer, à une courte distance à l'ouest de Saint-Jérôme, dans le gneiss à orthose, consiste aussi en magnétite et ne renferme aucun acide titanique. Nous voyons donc que ces examens confirment la conclusion que le minerai de fer de l'anorthosite est très riche en acide titanique, tandis que le minerai de fer du gneiss laurentien ne contient généralement aucune qnantité notable de cette substance.

Minerais de fer des gneiss ordinairement dépourvus de titanium.

Dans la variété d'anorthosite très riche en minerai de fer, provenant du lot 7, rang I de Wexford, les preuves obtenues des tranches minces démontrent que le minerai de fer s'est cristallisé postérieurement au pyroxène, car on peut fréquemment observer qu'il enclave complètement des masses de ce minéral. Le même fait a été noté dans le cas des granulites pyroxènique. (*Voir* page 84 J.)

* Latterman, dans Rosenbusch, Physiographie des Massigen Gesteine, p. 786.

Quelques petits grains de pyrite se rencontrent souvent dans les tranches minces de l'anorthosite. Nous les trouvons généralement associés au minerai de fer. Pyrite.

L'apatite est rarement remarquée dans l'anorthosite. Lorsqu'elle s'y rencontre, c'est sous forme de grains plus ou moins arrondis. On la trouve plus fréquemment dans les variétés riches en minerai de fer, dans le comté de Wexford et d'autres localités, que dans l'anorthosite normale. Apatite.

On n'a trouvé de la calcite que dans deux échantillons. L'un était frais et contenait une petite quantité de calcite qui était peut-être un élément constituant primaire. L'autre provenait de New-Glasgow, et, dans cet échantillon, la calcite se montre associée à la zoïsite, à l'épidote, etc., comme produit de décomposition du plagioclase. Calcite.

La seule localité où l'épidote se rencontre se trouve aussi près du village de New-Glasgow. On le trouve dans plusieurs tranches de l'anorthosite de cet endroit, associé à la chlorite et au quartz, comme produit de l'altération du pyroxène, et, comme plus haut mentionné, associé à la calcite et à la zoïsite comme produit d'altération du plagioclase. Dans un ou deux endroits, il se rencontre aussi en petites bandes, recoupant diagonalement l'anorthosite en suivant la ligne de petites failles. L'épidote est partout secondaire. Epidote.

Le grenat ne se rencontre pas comme élément constituant de l'anorthosite normale, mais se trouve souvent près de son contact avec le gneiss environnant. Il a une couleur rosâtre et se voit sous le miscroscope en petites masses irrégulières, souvent mêlées avec des grains de minerai de fer ou les entourant complètement. Dans les tranches de la variété d'anorthosite riche en minerai de fer provenant du canton de Wexford, lot 7, rang I (et d'autres endroits plus haut mentionnés), un grenat rose pâle se rencontre formant une petite zone de largeur uniforme autour de chaque grain de minerai de fer ou de pyroxène, là où sans cela ces grains viendraient en contact avec le plagioclase. Entre le pyroxène et le minerai de fer, il n'y a cependant aucun grenat. Il est absolument isotrope, et a passé du minerai de fer ou du pyroxène dans le feldspath, dont il est séparé par des contours cristallins bien tranchés. Ces zones de grenat sont analogues aux zones d'actinolite et d'hypersthène autour de l'olivine de l'anorthosite de la rivière Saguenay, et à celles qui ont aussi été décrites dans les gabbros à olivine de plusieurs autres localités. Grenat.

Le zircon ne se trouve pas dans l'anorthosite normale, mais il se rencontre parfois dans cette roche près de son contact avec le gneiss. On le voit seulement en petite quantité, et spécialement Zircon.

dans la variété particulière de contact qui se rencontre, comme nous l'avons déjà dit, en certains endroits entre l'anorthosite et le gneiss. Nous l'avons observé dans celui-ci dans plusieurs localités. Il a la forme de petits prismes trapus, toujours avec des arêtes plus ou moins arrondies, caractérisées par une extinction parallèle, un haut indice de réfraction et une forte double réfraction.

Spinelle.

Le spinelle a été observé dans un seul échantillon, sous forme de petits grains isotropes arrondis, de couleur vert foncé, se rencontrant comme inclusions dans le plagioclase et le pyroxène.

Structure de l'anorthosite de Morin.

Structure de l'anorthosite de Morin.

La structure macroscopique de ces anorthosites, ainsi que celle de la plupart des roches cristallines formant le système laurentien, est mieux examinée sur les grandes surfaces des roches moutonnées polies par la glace, lesquelles sortent du drift dans toutes les directions. Sur une cassure fraîche, ou même sur une surface qui a subi légèrement l'action glaciaire et qui a été protégée contre les agents atmosphériques, nous ne pouvons voir qu'une partie relativement petite de la structure ; mais lorsque la surface où le glacier a laissé des traces a été exposée, durant l'intervalle qui s'est écoulé depuis la disparition de ce glacier, à l'action corrosive des agents atmosphériques et à la solution d'acide carbonique connue sous le nom d'eau de pluie, la structure de la roche se révèle d'une manière prodigieusement claire et frappante, justement comme la structure du fer forgé ou de divers alliages est montrée par le traitement de leurs surfaces polies avec les plus forts acides. En outre, ces surfaces qui ont subi l'action des agents atmosphériques ayant plusieurs verges carrées d'étendue, permettent de déterminer la structure de masses considérables de la roche, et de voir clairement les relations de différentes structures les unes avec les autres.

Surfaces ayant subi la glaciation.

Si nous examinons une grande surface de l'anorthosite ayant subi l'action des agents atmosphériques, comme on en trouve partout dans les roches moutonnées du massif de Morin (ne tenant aucun compte pour le moment du prolongement en forme de bras et de la partie de l'étendue principale qui l'avoisine), nous remarquerons que la roche, qui est à gros grain et de couleur violette foncée, n'a pas la régularité de structure que nous voyons dans un granit typique, mais présente une structure plus ou moins irrégulière. Cette irrégularité est quelquefois à peine perceptible, mais d'autres fois elle est frappante, et provient de la présence des bisilicates et du minerai de fer en plus grande quantité dans certaines parties de la roche que dans d'autres. Les parties les plus riches en bisilicates peuvent revêtir la forme de plaques con-

PLANCHE VI.—ANORTHOSITE, MONTRANT LA SÉGRÉGATION DES ÉLÉMENTS DE COULEUR FONCÉE DANS CERTAINES PARTIES DE LA ROCHE.

sidérables de configuration irrégulière se rencontrant par intervalles dans la roche, ou de plusieurs petites plaques se rencontrant abondamment dans certaines parties de la roche, qui, ailleurs, en est presque dépourvue.

Structure irrégulière.

Dans certains cas, ces éléments sont disposés de façon à former des panachures onduleuses irrégulières au lieu de plaques, qui prennent quelquefois une direction grossièrement parallèle, donnant une sorte d'allure à la roche, mais qui, en d'autres endroits, sont disposées d'une manière tout à fait irrégulière. Entre ces plaques ou panachures riches en bisilicates, et assez mal définies, se trouveut des parties de la roche qui sont très pauvres en bisilicates, ou qui en sont souvent absolument dépourvues. La structure est bien représentée dans la planche VI, qui est une photographie d'un gros caillou d'anorthosite gisant sur le lot 5 du neuvième rang de Chertsey. Ici, le minerai de fer et les bisilicates sont réunis dans les parties de la roche de forme irrégulière et plus ou moins arrondies, tandis que le reste de la roche est presque absolument dépourvu d'éléments constituants ferro-magnésiens. Ces éléments forment à peu près le tiers des parties de la roche contenant les bisilicates et le minerai de fer, le reste étant du plagioclase. De gros individus cristallins de plagioclase, de configuration irrégulière et dont nous parlerons encore, se rencontrent en très grande abondance dans les parties de la roche dépourvues de bisilicates, mais ils se trouvent très rarement dans les plaques contenant ces derniers. A l'exception des plus gros individus de plagioclase, la granulation de la roche est partout uniforme. Les parties renfermant les bisilicates s'usent plus facilement par l'action des agents atmosphériques que le reste de la roche, et laissent ainsi des creux sur les surfaces où s'est exercée cette action, tandis que lorsque les plaques sont allongées, comme cela arrive ordinairement, il en résulte des cavités irrégulières en forme de saucisse. Dans la partie représentée sur la planche VI, on remarquera qu'une des masses riches en bisilicates et plus volumineuse que les autres forme une bande grossière à travers la partie inférieure du caillou. Dans des cas de cette nature, les parties avec bisilicates sont disposées de telle sorte que leurs axes les plus longs sont dans une direction grossièrement parallèle à la bande.

Variation dans la quantité relative des éléments constituants.

En ce qui concerne cette irrégularité dans la proportion relative des divers éléments présents dans la roche, mais qui en sont fréquemment tout à fait indépendants, il n'est pas rare qu'il y ait une variation rapide et souvent brusque dans la dimension du grain de place en place, certains points ou panachures étant, comme auparavant, plus finement ou plus grossièrement grenus que la masse de la roche. Des irrégularités plus ou moins accentuées, dues à l'une ou à l'une et

l'autre des causes ci-dessus mentionnées, se rencontrent dans tous les massifs d'anorthosite du Canada qui ont été examinés, mais ne sont pas particulières à ces massifs, vu qu'on les trouve dans des gabbros et dans des roches plutoniques basiques associées dans diverses autres parties du monde. Ainsi, le docteur George H. Williams, dans son travail sur *Les gabbros et les roches amphiboliques associées se rencontrant dans le voisinage de Baltimore, Md.*, dit à la page 25 :—" Le trait le plus frappant dans la texture du gabbro non altéré, c'est le changement répété et brusque dans la grosseur du grain que l'on voit dans quelques localités. Cela a été incontestablement causé par quelque irrégularité dans le refroidissement du magma primitif, phénomène qu'il est aujourd'hui difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante. Les variétés les plus grossièrement granulées du gabbro de Baltimore se rencontrent dans le voisinage de Wetheredville, et ces changements subits de texture y sont des plus apparents. Des lambeaux irréguliers des espèces les plus grossières sont empâtés dans les plus finement grenues, sans aucun ordre. Dans d'autres cas, une texture rubanée plus ou moins prononcée est produite par une altération de couches de grain différent, ou de telle manière que l'un des éléments constituants est plus largement développé que les autres. Cependant, ces bandes ne sont pas parallèles, mais la direction en varie considérablement, et elles accusent une tendance à se confondre l'une dans l'autre, comme si elles avaient été produites par un mouvement dans une masse liquide ou plastique."*

Mêmes cas ailleurs.

De semblables lambeaux à gros grains se voient quelquefois dans la diorite à gabbro tirée des carrières à Kühlengrund, près d'Eberstadt, dans la Hesse, dans une roche parfaitement massive et à grain assez régulier. Nous pourrions citer d'autres cas semblables.

L'un des cas les plus remarquables,—et spécialement digne d'attention en ce qu'il fait voir comment s'opère une transition d'une roche parfaitement normale et massive, par une où sont développés ces lambeaux à gros grain irréguliers, à une autre roche montrant une texture rubanée imparfaite comme nous en voyons parfois dans l'anorthosite,—a été observé dans le grand massif d'anorthosite du Saguenay, le long de la rivière Shipshaw, qui vient du nord et se jette dans le Saguenay à environ sept milles en amont de la ville de Chicoutimi. Le long du cours d'eau, à de fréquents intervalles, il y a d'immenses affleurements de roches moutonnées lisses appartenant à l'anorthosite, corrodées par les agents atmosphériques, desquels des feux de forêt ont enlevé toute végétation, et qui présentent ainsi d'excellentes surfaces pour l'étude

Rivière Shipshaw.

*G. H. Williams—*Bulletin n° 28, U. S. Geol. Survey.*

de la roche. La série d'affleurements en question est bornée au nord par un grand dyke de gabbro, d'environ un demi-mille de large, qui recoupe l'anorthosite et s'étend en descendant le cours de la Shipshaw, sur une distance de huit milles en ligne droite, jusqu'à un endroit situé à trois milles de sa jonction avec la rivière Sagnenay.

A l'endroit en premier lieu mentionné, la roche est à gros grain, absolument massive sur des affleurements considérables et dont le grain est régulier. Cela se continue pendant environ un demi-mille, alors que des plaques mal définies, à très gros grain, apparaissent dans la roche. Dans les parties grossièrement granulées, les éléments composant la roche mesurent un pouce ou même plus en travers, tandis que dans la masse, ils sont beaucoup plus petits. Dans les deux cas, la roche effecte une structure ophitique ou diabasique marquée, où le plagioclase se montre en individus cristallins lattiformes, l'augite remplissant les espaces intermédiaires, structure qui se rencontre parfois, mais qui est très inusitée, dans l'anorthosite. Cela se continue pendant un peu plus de quatre milles, avec d'autres irrégularités par places, provenant d'un grand changement dans la quantité des divers éléments constituants présents dans différentes parties de la roche, cette dernière, sur des affleurements considérables, étant toute de plagioclase, tandis qu'ailleurs elle est riche en diallage, qui se rencontre parfois en masses ayant jusqu'à un pied et demi de diamètre. De grandes masses de plagioclase ou de diallage presque pur se rencontrent ainsi dans la roche. Changement de structure.

Après un intervalle d'un mille, pendant lequel la roche est cachée, il y a une autre série d'affleurements, s'étendant sur plus d'un mille le long de la rivière, où, comme auparavant, la structure ophitique est bien développée, mais où la roche est irrégulièrement panachée ou rubanée, parce que le manque d'uniformité dans la granulation et la composition, décrit plus haut, ne se montre plus sous forme de plaques irrégulières, ces dernières ayant été allongées en longues panachures onduleuses, semblables à celles décrites plus haut par le Dr Williams. Plus loin en descendant la rivière, ces panachures commencent à prendre une direction grossièrement parallèle, donnant à la roche une allure susceptible de détermination, tandis que la structure ophitique disparaît graduellement. Roches panachées ou rubanées.

Il se présente ainsi un cas où une roche indubitablement éruptive, parfaitement massive et ayant une structure ophitique bien prononcée, passe graduellement à une roche rubanée, les bandes étant marquées par de grandes variations dans la grosseur du grain et dans les proportions relatives des éléments constituants ; et il devient évident que la

structure rubanée grossière, qui est une structure commune dans certains massifs d'anorthosite, et que l'on supposait autrefois représenter une stratification plus ou moins oblitérée, est réellement une structure développée par des mouvements dans une vraie roche ignée et massive.

Granulation des éléments constituants.

Mais les anorthosites présentent aussi une autre structure. Lorsque nous examinons attentivement quelqu'une des anorthosites du massif dont il est ici question, nous voyons que cette structure bariolée ou irrégulièrement rubanée est accompagnée dans la plupart des cas, sinon toujours, d'une granulation particulière des minéraux constituants de la roche. Cela est souvent magnifiquement exhibé par par les grandes surfaces corrodées par les agents atmosphériques. L'esquisse ci-jointe (figure 9) d'un affleurement du massif de Morin près

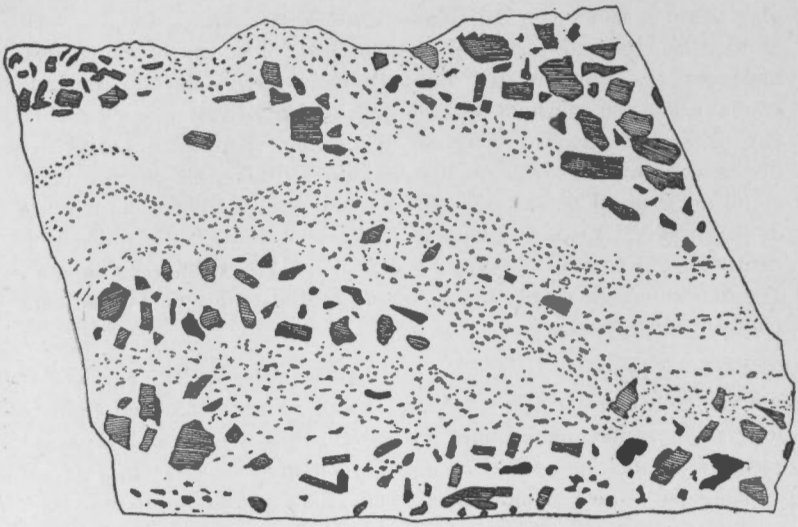


Figure 9.—Anorthosite accusant une structure bréchiforme, près de Sainte-Marguerite, canton de Wexford. Fragments de plagioclase et d'hypersthène dans une matrice des mêmes minéraux à l'état grenu. L'esquisse représente une largeur de 9 pieds.

de Sainte-Marguerite, fait voir l'apparence présentée dans un de ces cas. Ici, la structure rubanée est distincte, mais dans plusieurs parties du massif, là même où ne se voit aucune structure rubanée, la roche présente une structure bréchiforme particulière, des fragments de plagioclase et d'autres éléments constituants de la roche étant enclavés dans une espèce de matrice formée de grains plus petits. Comme le plagioclase domine dans la plupart des cas presque à l'exclusion des autres éléments constituants, les fragments appartiennent ordinairement à ce minéral, et bien que parfois ils tendent à se rapprocher d'une

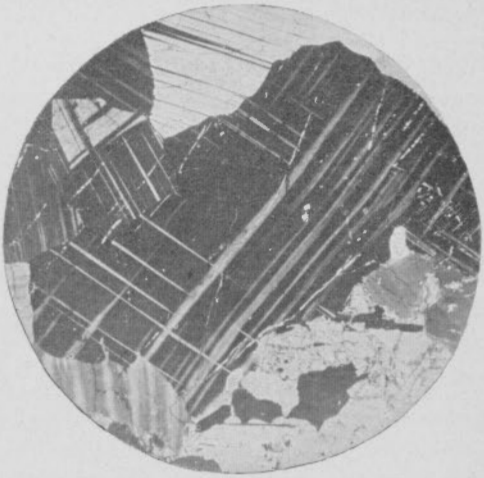


FIGURE A.

FIGURE B

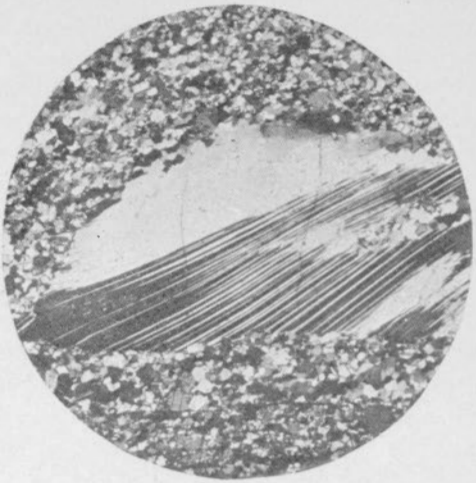


FIGURE C.

PLANCHE VII.—MICROPHOTOGRAPHIES, MONTRANT LA GRANULATION PROGRESSIVE DE L'ANORTHOSITE SOUS L'INFLUENCE DE LA PRESSION. × 22.

bonne forme cristalline, ils sont presque invariablement de forme tout à fait irrégulière, ayant souvent des contours absolument déchirés. La pâte composée de grains plus petits est aussi formée de plagioclase. En certains endroits, ces fragments constituent la plus grande partie de la roche ; ailleurs, ils sont présents en très petit nombre et la pâte prédomine. En outre, nous pouvons voir fréquemment les plus grosses masses dans l'acte même de leur rupture, les divers fragments n'ayant changé de position que très légèrement ; et dans ces cas il est souvent évident que la rupture n'est pas de la nature d'un simple broiement, car nous voyons que des morceaux du même fragment se brisent dans différentes directions tout à fait au hasard.

Caractère microscopique.

Quand nous l'examinons au microscope dans des tranches minces, nous ne trouvons guère d'échantillons d'une variété à gros grain dans aucune partie du massif qui n'accuse pas au moins des traces de cette structure clastique ou grenue ; et si nous étudions une série d'échantillons, nous pouvons suivre chaque degré du passage de la roche massive, où l'on voit les plus simples traces de cette structure à travers une structure bréchiforme intermédiaire, à une anorthosite consistant entièrement en grains brisés, peut-être avec de simples débris des gros individus primitifs.

Les trois micro-photographies ci-jointes expliquent les phases successives de cette granulation. (Planche VII.) Elles représentent trois tranches minces d'anorthosite provenant de différentes parties du massif de Morin, photographiées à la lumière polarisée entre des nicols croisés et également grossies, le grossissement dans chaque cas étant de 22 diamètres.

Photographies de tranches minces d'anorthosite.

(A.) Cette tranche, provenant des grands affleurements qui gisent à environ cinq milles au nord-ouest du village de Sainte-Adèle, dans le canton de Morin, ci-dessus mentionnés (page 103 J), représente l'anorthosite massive, montrant seulement les plus faibles traces de granulation à la gauche du massif. La dimension et la forme des cristaux constituants de plagioclase et leur maclage polysynthétique sont bien visibles. La roche est composée presque exclusivement de ce minéral, dont les individus cristallins ne sont ni recourbés ni tordus, et aucune ombre de tension ne peut y être observée.

(*B.*) Dans cette tranche, prise sur un échantillon recueilli à environ trois milles et demi au nord-est du lac Blanc, sur le devant du canton de Chilton, nous pouvons observer une démolition ou granulation distincte du plagioclase, surtout dans la partie inférieure de la tranche, tandis que le même procédé est visible ailleurs, bien que moins bien marqué. Les gros individus de plagioclase ne se réunissent plus

le long de limites distinctes, bien accusées, mais sont de forme irrégulière, fendillés et séparés les uns des autres par une mosaïque de grains brisés. Des ombres de tension, des lamelles maclées tordues, et d'autres preuves de pression sont bien visibles. La roche n'accuse aucune foliation ou structure rubanée distincte.

(*C.*) La troisième tranche a l'apparence que présente une variété fortement granulée d'anorthosite sous le miscroscope. Cet échantillon provenait du prolongement en forme de bras de la masse d'anorthosite déjà mentionnée, près de son contact occidental avec le gneiss, dans le rang XI du canton de Rawdon. Dans cette tranche, à peu près la moitié du champ est occupée par des grains brisés de plagioclase en voie de destruction. Une ligne de matière grenue se développe dans une direction longitudinale à travers le gros cristal, faisant comme à l'ordinaire un angle d'environ 20° avec les lignes de maclage, et qui, si elle était continuée, le couperait en deux ; tandis qu'autour de son arête, nous pouvons voir de petits fragments du plagioclase qui sont en voie de se briser dans le moment même—une ombre de tension (parfaitement visible sur l'arête supérieure du gros cristal) se montrant d'abord, puis une fissure recourbée s'étendant de l'arête à l'intérieur, et finalement la rupture d'un petit morceau du minéral, laissant une échancrure irrégulière. L'apparence est précisément celle que le minéral présenterait si, au moyen de petites tenailles, de petits morceaux étaient détachés de l'arête. La rupture ayant fait cesser la tension, toute preuve de pression disparaît dans le grain brisé. Et si une tranche mince était composée seulement de grains brisés, il serait impossible, dans la plupart des cas, de s'apercevoir que ces grains sont le résultat de la désagrégation de plus gros fragments.

Accuse des phases de granulation.

Cette roche est parfaitement feuilletée, parce que la substance finement granulée, résultant de la désagrégation de chaque gros individu, prend la forme d'une lentille très unie autour des débris du cristal d'où elle provenait, laquelle lentille, naturellement, repose dans un plan à angle droit avec la pression, et en profil se montre comme une longue traînée mince de grains brisés s'étendant du fragment restant dans l'une ou l'autre direction. (Fig. 10.)

Les pyroxènes, rhombiques ou monocliniques, lorsqu'ils se rencontrent dans la roche, passent par un procédé de granulation précisement semblable, avec la formation de trainées analogues de grains brisés.

Quelquefois, on peut observer de gros cristaux qui se sont brisés en deux morceaux ou plus durant le procédé de granulation, la lentille de grains brisés enclavant ainsi plusieurs morceaux plus ou moins isolés les uns des autres, lesquels, comme on peut le voir d'après

leurs contours respectifs, faisaient primitivement partie d'une même masse. (Fig. 10.)

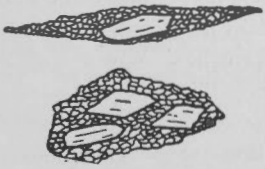


Figure 10.

Un fait très remarquable sous ce rapport, que nous avons déjà brièvement mentionné en décrivant la composition minéralogique de l'anorthosite, c'est que les gros fragments de cristaux de plagioclase ont une couleur violet foncé, tandis que le plagioclase grenu est blanc. Ce contraste est parfaitement visible, soit sur la surface qui a subi l'action des agents atmosphériques (planche VII), soit lorsqu'une tranche mince est placée sur une feuille de papier blanc, et est dû au fait que les très petites inclusions foncées ou noires, qui abondent dans les gros fragments, sont absentes dans les matériaux brisés. Ils semblent s'être agglomérés dans de petits grains de minerai de fer titané, qui se rencontrent dans le plagioclase grenu, mais qui, d'un autre côté, sont absents dans les gros cristaux. Ce contraste de couleur est si facile à distinguer que, lorsqu'une plaque mince contenant du plagioclase sous les deux formes est placée sous le microscope, il est possible immédiatement de prédire exactement, d'après la couleur seule, quelles parties accuseront de la granulation et quelles parties n'en accuseront pas, avant que la structure réelle ait été révélée par l'action de la lumière polarisée. De prime abord, ceci semblerait indiquer une recristallisation dans le cas des parties granulées du plagioclase, mais les faits ne paraissent pas appuyer cette hypothèse. Le feldspath, durant le procédé de granulation, ne change pas de composition, mais il se brise simplement, et, par la perte des inclusions foncées, prend une couleur plus claire.

Le plagioclase change de couleur lorsqu'il est granulé.

Il n'a pas été fait d'études portant sur ce point particulier, relatiment à l'anorthosite du massif de Morin, mais le fait a été établi par celle d'anorthosites précisément semblables provenant de plusieurs autres massifs.

Ainsi, l'on a découvert, dans le cas de l'anorthosite du mont Williams, sur la rivière Shipshaw, dans le massif du Saguenay, que les gros cristaux de couleur foncée et le plagioclase grenu blanc étaient des labradorites, ne différant en pesanteur spécifique que de ·015, le feldspath foncé étant naturellement un peu plus pesant à cause des inclu-

Aucun changement dans composition du plagioclase lorsqu'il est grenu.

sions. D'un autre côté, dans les analyses XIV, XV, XVI, (*voir* p. 139 J,) sont donnés les résultats d'un examen fait par le Dr Sterry Hunt des gros individus de plagioclase et de la base finement granulée d'une anorthosite provenant du massif de Château-Richer. Dans ce cas-ci, tous deux sont plus acides, se rapprochant de l'andésine par la composition ; mais ici encore ils sont identiques sous le rapport de la composition. Le même fait a été confirmé par Leeds, dans le cas de l'anorthosite du comté d'Essex, New-York, et par Sachsse, dans un gabbro filandreux (*flasergabbro*) provenant de Rosswein en Saxe,* bien que dans ces deux derniers cas la substance analysée ne fût pas parfaitement pure.

Fréquemment, comme nons l'avons dit, la production de la substance grenue provenant de gros individus peut réellement s'observer ; et dans ces cas l'on peut voir qu'aussitôt qu'un fragment est séparé d'un gros cristal, sa couleur disparaît. La granulation, semble-t-il, donne de quelque manière plus libre jeu aux forces qui produisent la concentration de la substance des inclusions foncées. Lorsque l'anorthosite est composée entièrement des matériaux finement granulés, si elle est presque toute de plagioclase, comme cela arrive ordinairement, la roche peut à peine être distinguée d'un calcaire cristallin blanc, surtout sur une surface exposée à l'action des agents atmosphériques.

Anorthosite blanche.

Cette variété particulière d'anorthosite granulaire blanche, avec un nombre comparativement restreint des gros individus restant, est aussi fortement développée dans le massif du Saguenay et d'autres massifs d'anorthosite de la province de Québec, et est décrite par Leeds comme provenant du massif du comté d'Essex, New-York, et par Vogelsang, comme provenant du Labrador, ainsi que par d'autres observateurs, car elle se trouve apparemment jusqu'à un certain point dans la plupart des localités où l'anorthosite est développée sur une grande échelle.

Variétés granulées sur les cotés de l'irruption.

Dans l'anorthosite de Morin, et il en est ainsi du massif du Saguenay, les variétés les plus grenues se trouvent près des côtés de l'irruption, surtout du côté est, comme si la pression était venue de cette direction, mais des preuves plus ou moins distinctes de granulation peuvent se voir par tout le massif. L'anorthosite grenue blanche constitue la plus grande partie du prolongement en forme de bras du massif de Morin, sortant à travers le drift dans toutes les directions sous forme de centaines de mamelons blancs à surface lisse, donnant une apparence frappante au paysage, comme, par exemple, aux environs du village de New-Glasgow ; et cette région étant d'accès facile par les

* Ueber den Feldspathgementheil des Flasergabbros von Rosswein i. S.—Ber. d. naturf. Ges. i. Leipzig, 1883.

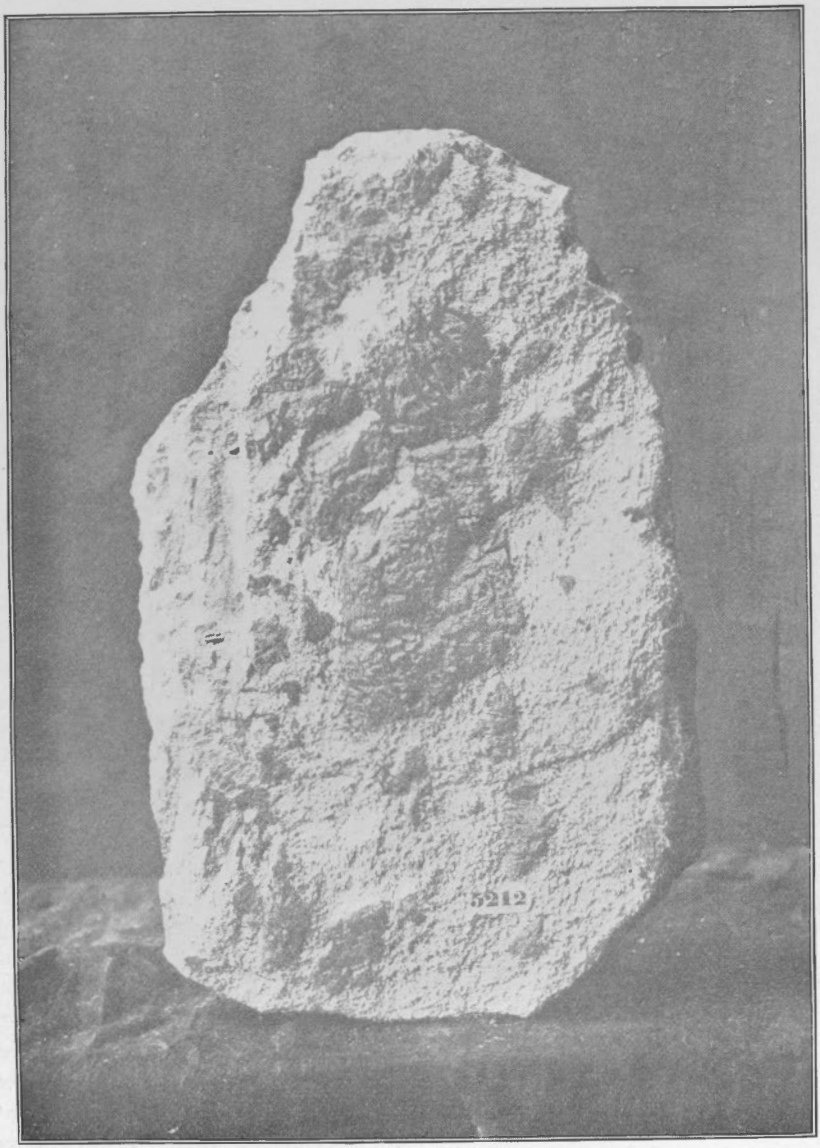


PLANCHE VIII.—ANORTHOSITE GRANULÉE, AVEC INCLUSION DE DÉBRIS DE LA ROCHE PRIMITIVE, RIVIÈRE-AUX-SABLES, CANTON DE JONQUIÈRE, QUÉ.
(RÉDUCTION DE ½.)

routes et chemins de fer, la structure et le caractère de la roche peuvent être étudiés ici avec une facilité relative. En outre, nous pouvons observer que partout, dans ce prolongement en forme de bras, et presque partout où elle se rencontre ailleurs, cette anorthosite grenue blanche est feuilletée d'une manière plus ou moins distincte, par suite de la disposition des bisilicates et des minerais de fer en lignes ou filets d'un parallélisme plus ou moins prononcé. Il est souvent évident que ces derniers ne sont rien autre chose que les plaques arrondies, riches en bisilicates, décrits à la page 111 J, comme se rencontrant dans l'anorthosite massive et représentés dans la planche VI, lesquels, par suite d'un mouvement produit dans la roche, ont été étirés dans une direction. Les plaques de forme irrégulière, différant beaucoup entre elles sous le rapport de la dimension du grain, et décrites comme se rencontrant dans la roche massive, sont aussi représentées ici par des veinules allongées de caractère semblable. Cette foliation se voit mieux lorsque les bisilicates et le minerai de fer sont relativement abondants.

Lorsque la roche, comme cela arrive quelquefois, est presque dépourvue de ces éléments constituants, et que tous les fragments de plagioclase ont été détruits, elle revêt un caractère granulaire presque uniforme, et aucune trace de foliation ne peut être observée. Cependant, la foliation se voit ordinairement d'une manière distincte, et dans le prolongement en forme de bras, l'allure en est parallèle à la direction du bras lui-même, c'est-à-dire à l'allure du gneiss, qu'elle pénètre. Le long du rebord occidental du bras, la direction est excessivement régulière et remarquablement bien accusée, comme à New-Glasgow, mais elle est généralement bien visible le long du même contact plus loin au nord, dans le rang XI du canton de Rawdon, sur le chemin reliant les villages de Chertsey et de Rawdon. Ici, nous voyons que la roche a une structure schisteuse remarquablement régulière, due à l'alternance de couches minces de plagioclase pur avec des couches encore plus minces de pyroxène. Les bandes de pyroxène pourraient avec plus de raison être appelées des feuillets, car elles sont très minces, étant fréquemment représentées par de simples lignes parallèles dans des tranches transversales. Lorsque nous les examinons au microscope, dans des tranches minces ou sur des surfaces altérées par les agents atmosphériques, nous voyons que ces bandes et les couches de plagioclase renferment de petits noyaux ou débris de gros cristaux avec traînées de grains s'étendant de chaque côté, comme nous l'avons déjà décrit. Ces traînées produisent la foliation complète, et les progrès de la foliation se voient d'une manière des plus parfaites, les noyaux étant dans le moment même en voie de désagrégation (planche VII). Nous pouvons parfois voir que ces noyaux sont les débris de très gros individus

Anorthosite feuilletée.

cristallins, qui ont été étirés par pression presque dans la direction de la foliation. Ainsi, ils sont souvent longs et étroits, et nous en avons même vu qui étaient jusqu'à douze fois aussi longs que larges.

Origine des diverses structures.

La question de l'origine des diverses structures décrites se présente ensuite. Il y a tout lieu de croire que ces structures qui ont été décrites comme se rencontrant dans l'anorthosite massive, savoir, l'irrégularité des grains sous le rapport de la dimension, et la distribution plus ou moins irrégulière des divers éléments constituants à travers la roche, sont des structures produites avant ou pendant sa solidification. Ces irrégularités, qui se voient fréquemment dans les roches éruptives, ne sont certainement pas le résultat de la pression ; et le fait que les panachures ou bandes irrégulières, lorsqu'elles sont présentes dans la roche massive, ne prennent aucune direction définie, mais se recourbent comme si les mouvements de la roche avaient produit cette condition lorsqu'elle était à l'état pâteuse, indique qu'elles ont été produites par des mouvements avant que la roche se solidifiât.

La distribution inégale des minéraux constituants dans la roche a dû résulter des irrégularités de la composition du magma primitif, ou de procédés de ségrégation à l'œuvre dans le magma durant le refroidissement et la cristallisation. Les irrégularités de la grosseur des grains proviennent peut-être de différences dans le degré de refroidissement, de différences dans la quantité des minéralisateurs présents, ou d'autres causes que nous ne connaissons pas aujourd'hui. Le caractère anguleux de certaines parties grossièrement granulées de la roche qui se trouvent engagées dans l'anorthosite à grain normal, semblerait indiquer que ces parties s'étaient cristallisées aux endroits où les circonstances étaient favorables au développement de la texture grossière des grains, et s'étaient subséquemment désagrégées et empâtées dans une partie du magma qui s'est cristallisée en grains plus fins.

Mouvements postérieurs à la solidification.

D'un autre côté, la granulation de l'anorthosite massive grossièrement cristalline, ordinairement avec le développement concomitant d'une structure plus ou moins distinctement feuilletée ou schisteuse en la manière décrite, est indubitablement due à des mouvements produits dans la roche, mouvements résultant d'une pression qui a agi postérieurement à sa solidification, car, comme la chose a été démontrée, la granulation commence à faire son apparition dans la roche cristalline massive elle-même. Sous l'influence de la pression, la roche massive a cédé graduellement, et, dans les mouvements qui en ont résulté, le frottement a amené la granulation. En outre, partout où ces mouvements se sont fait le plus longtemps sentir, cette granulation est devenue plus complète, jusqu'à ce que, en fin de compte, les

derniers débris des plus gros fragments eussent disparu, et, dans le cas d'une anorthosite pure, il en est résulté une roche plus ou moins également grenue. Cependant, dans l'anorthosite, les débris de plus gros individus sont rarement ou jamais entièrement absents, et dans la grande majorité des cas, la quantité de substance interstitielle est tout à fait légère. Même dans les cas où la granulation a été la plus complète, la roche ne s'est pas émiettée en une poudre incohérente, mais est restée aussi dure et aussi solide que jamais, les grains, ne pouvant pas se séparer les uns des autres à cause de la grande pression à laquelle ils étaient soumis, ont roulé les uns sur les autres, restant toujours dans la sphère de cohésion.

Ainsi, toutes les parties de la roche primitivement massive différant du reste sous le rapport du grain ou de la composition, seraient représentées par des bandes, des panachures ou même des lignes dans l'anorthosite grenue en résultant, les parties à très gros grains étant représentées par des bandes ou panachures contenant de gros débris de plagioclase, et les parties à grain fin étant représentées par des bandes ou panachures là où elles sont très petites ou même absentes, tandis que des différences correspondantes se manifesteraient dans le cas de massifs différant en composition minéralogique.

Alors, ces anorthosites feuilletées ou schisteuses ont été produites par un mouvement dans une roche ignée massive, et ne sont pas des sédiments altérés, la structure qu'elles présentent étant, comme nous l'avons démontré, une stucture cataclastique. Les anorthosites schiteuses ne sont pas des sédiments altérés.

Mais, bien que cette granulation et les phénomènes que l'accompagnent soient certainement le résultat d'une pression à laquelle la roche a été soumise, les effets de cette pression sont sous certains rapports tout à fait différents de ceux ordinairement observés. En règle générale, dans le cas de structures schisteuses produites par une pression latérale (*shearing*), structures dont tant d'excellents exemples ont été décrits par Lehmann et autres, la désagrégation des constituants a lieu principalement le long de certaines lignes déterminées. Le long de ces lignes ou bandes, parfois très larges, mais se réduisant d'autres fois à des dimensions presque microscopiques, la roche est réduite en menues particules, formant, si elle ne devient pas ensuite liée et compacte, le prétendu "rutschmehl" de Heim. Entre ces plans d'écrasement, la roche présente relativement peu de preuves de pression. En outre, aux endroits où de grands mouvements accompagnent l'action dynamique, surtout le long des lignes de mouvement, ou si ces lignes n'existent pas, alors, dans toute la roche, se trouvent certaines altérations particulières dans les minerais constituant la roche. De ces altérations, nous pouvons mentionner spécialement celle du plagioclase en un mélange de zoïsite, d'albite et d'autres minéraux connus sous le nom de saussurite.

Autant que nous pouvons le constater, l'existence incontestable d'un gabbro ou d'une roche associée étirés par écrasement n'a jamais été notée là où de l'amphibole, compacte ou sous la forme d'une ouralite, et de la saussurite, n'ont pas été formées. Dans un travail sur les gabbros étirés de Lizard, en Cornouailles,* dans lesquels une foliation parfaite a été amenée par la pression, produisant des roches ressemblant de près aux anorthosites feuilletées du massif de Morin, si ce n'est que les changements minéralogiques ci-dessus mentionnés ont eu lieu, Teall dit : "Il n'y a aucune raison de croire qu'une foliation de la nature de celle dont il est question dans ce travail, puisse avoir lieu sans nouvel arrangement moléculaire."

Particularités dans la structure des anorthosites grenues.

D'un autre côté, les anorthosites passédant cette structure cataclastique présentent les singularités suivantes :—

1. La structure cataclastique n'est pas développée le long de certaines lignes, mais peut être observée d'une manière plus ou moins distincte dans toute la roche, tout en étant, cependant, plus prononcée vers les côtés du massif, et surtout vers le côté oriental.

2. Aux endroits où elle se rencontre, il n'y a ni saussurite ni ouralite. Quelque granulaire que soit le plagioclase, nous ne pouvons voir aucune trace de saussurite. Egalement, l'on n'y découvre pas d'ouralite, lors même que la granulation du pyroxène serait tellement avancée qu'il ne resterait que les plus petits débris des cristaux primitifs. Par-ci, par-là, quelques petits grains d'amphibole compacte se rencontrent avec le pyroxène dans le voisinage du contact avec le gneiss, exactement comme dans plusieurs gabbros normaux. Mais même ces grains ne sont pas du tout invariablement présents, la roche finement feuilletée consistant en couches alternantes de pyroxène et de plagioclase non altérés, tandis que des débris de gros indivus des deux éléments constituants, d'où provient la partie granulée, se voient encore. Le seul endroit où la saussurite se rencontre est près de New-Glasgow, comme nous l'avons déjà mentionné. Ici, comme l'épidote, elle forme des filets et des veines qui n'ont aucune relation avec la foliation des roches, mais représentent de petites zones broyées, produites à une autre époque beaucoup plus récente. Ces faits mêmes démontrent très clairement jusqu'à quel point les produits de l'action dynamique normale diffèrent de la structure que nous sommes maintenant à étudier.

3. Dans la principale partie du massif, la granulation n'est pas accompagnée de foliation, et sur les grandes surfaces qui ont subi l'action des agents atmosphériques, nous pouvons observer des individus cristallins de plagioclase qui sont en voie de se briser dans toutes les direc-

* *Geological Magazine*, novembre 1886

tions possibles. Dans le prolongement en forme de bras de la partie sud-est du massif, où la roche, comme nous l'avons dit, est souvent feuilletée d'une manière distincte, cette structure feuilletée a été produite, ainsi que le démontre une étude attentive, par le mouvement dans un sens d'une masse dont les éléments constituants ferro-magnésiens étaient irrégulièrement distribués, étant spécialement concentrés en quelques endroits. (Planche VI.) Les taches plus ou moins arrondies où abondent les éléments ferro-magnésiens ont été étirées en panachures mal définies, irrégulières, et parallèlement à ces dernières se trouvent des portions de la roche qui contiennent encore en nombre considérable des fragments d'individus de plagioclase.

Ces phénomènes ont été produits par des mouvements dans la roche. Ces mouvements ont probablement eu lieu dans les conditions suivantes :— Condition dans lesquelles les mouvements se sont produits.

1. Lorsque la roche était encore tellement au-dessous de la surface de la terre, et tellement surchagée par le poids des roches sus-jacentes, qu'une désagrégation et un étirage par le mouvement des masses en résultant étaient impossibles. Les altérations dans le caractère de la masse ont probablement été amenées très lentement, les éléments constituants sont devenus granulés et les petites parties brisées sont retombées les unes sur les autres. La granulation augmentait jusqu'à un certain point avec la durée et l'intensité du mouvement. Un semblable mouvement présenterait certaine ressemblance avec celui d'une masse de pâte très tenace. Lorsque la roche était profondément enterrée.

2. Lorsque la roche était encore très chaude et peut-être près de son point de fusion. Cela expliquerait pourquoi le pyroxène, qui, d'après les expériences de Fouqué et Michel-Lévy, représente la forme stable de la molécule à une haute température, n'est pas transformé en amphibole, lequel représente la forme la plus stable à une basse température, comme c'est ordinairement le cas dans les roches broyées et pulvérisées. Le fait qu'aucune saussurite n'est formée est peut-être dû à la même cause ; cependant, les conditions nécessaires à la formation de ces minéraux sont si peu comprises, qu'il est encore impossible d'oser exprimer des opinions à ce sujet. Lorsque la roche était très chaude.

Une structure clastique semblable sous plusieurs rapports à celle décrite plus haut, où des grains de plagioclase sont tordus et brisés, ou même subissent une granulation périphérique, se rencontre dans certains échantillons de la théralite de la montagne de Montréal, lesquels présentent aussi une apparence panachée marquée par des variations dans la dimension du grain. Ici, cette structure doit aussi être considérée comme la preuve d'un mouvement qui, en toute probabilité, s'est

Structure protoclastique.

produit avant la complète solidification de la roche ; c'est un exemple de ce que Brögger a appelé une "structure protoclastique," car les relations de cet ancien tampon volcanique avec la région démontrent qu'elle n'a pas été soumise à une grande pression depuis la solidification de la masse. Cependant, cette structure n'est développée que très localement dans la roche, et dans plusieurs tranches, nous ne pouvons en trouver de trace ; toutefois, sa présence ici est intéressante, en ce qu'elle démontre que la simple découverte d'une semblable structure çà et là dans une roche ignée n'est pas une preuve certaine que la roche a été soumise à une grande pression et qu'elle a été broyée.

Il semblerait donc que la structure clastique décrite comme se rencontrant dans ces anorthosites occupe, d'une certaine manière, une position intermédiaire entre la structure protoclastique de Brögger et la structure cataclastique communément observée dans les roches étirées par pression *(sheared)*.

Résumé.

Ainsi, dans le massif de Morin, nous avons une grande masse éruptive d'anorthosite, ou de gabbro très riche en plagioclase, qui se fraie un passage à travers le laurentien, recoupe des horizons successifs, y compris des portions du gneiss, dans lequel elle envoie un rameau, et qui, en certains endroits, est bornée par une zone de roche qui montre plusieurs caractéristiques d'un produit de contact. Dans la plupart des endroits, cette masse accuse des irrégularités dans la dimension des grains, et, en quelques endroits, une structure panachée ou irrégulièrement rubanée, tandis que dans une partie du rameau ci-dessus mentionné, elle est bien feuilletée, structure qu'il y a raison de croire secondaire. Elle ne représente certainement pas une stratification partiellement oblitérée comme les premiers observateurs semblent l'avoir cru, tandis que les autres preuves supposées de l'existence d'une grande série sédimentaire sus-jacente, dont elle était présumée faire partie, font aussi défaut, le gneiss et le calcaire avec lesquels on la croyait interstratifiée appartenant réellement à la série de Grenville, tandis que l'interstratification apparente de l'anorthosite est due à une irruption.

L'anorthosite possédait ses caractères actuels dans les temps cambriens.

Le tout est en outre surmonté sans concordance par des assises horizontales d'âge du Potsdam et du calcifère, et avait ainsi dans les temps cambriens les caractères qu'il présente aujourd'hui, tandis que la nature de l'anorthosite et ses relations avec le laurentien nous portent à supposer qu'elle se rapproche beaucoup plus du dernier sous le rapport de l'âge que du cambro-silurien sus-jacent, probablement pas beaucoup plus récent que la série de Grenville elle-même.

AUTRES MASSIFS D'ANORTHOSITES.

Relations stratigraphiques et pétrographie.

Autres massifs d'anorthosite.

Outre l'anorthosite de Morin, il y a dans le district couvert par le présent rapport douze autres massifs d'anorthosite situés au sud et à l'est du massif de Morin, et de dimensions beaucoup plus petites.

Ce sont—en commençant l'énumération du côté de l'ouest :—

(1.) Le massif de Lakefield, à l'est du village de Lakefield, situé en partie dans l'augmentation du canton de Chatham, et en partie dans la paroisse de Saint-Colomban.

(2.) Le massif de Saint-Jérôme, sur lequel est située la ville de ce nom.

(3.) Trois massifs allongés et approximativement parallèles dans le canton de Kildare et son augmentation.

(4.) Deux massifs un peu plus considérables du côté est du canton de Cathcart.

(5.) Deux massifs, beaucoup plus petits que les autres : l'un sur le bord de la rivière L'Assomption, près du pont des Dalles et à l'est du village de Sainte-Béatrice, et l'autre à une faible distance à l'ouest du village de Saint-Jean-de-Matha.

(6.) Trois bandes d'anorthosite intercalées dans les gneiss presque horizontaux du canton de Brandon.

Ces massifs d'anorthosite ont de cent à plusieurs centaines de verges de large, le plus étendu ayant une longueur d'environ sept milles. Ils courent parallèlement à l'allure du gneiss, dans lequel ils sont intercalés, et sont ordinairement bien distincts, l'exception la plus remarquable étant le massif de Saint-Jérôme. Le gneiss, cependant, paraît quelquefois plus basique près du contact.

L'anorthosite varie quelque peu sous le rapport du caractère dans les différents massifs. Elle est ordinairement grossièrement cristalline, montrant fréquemment une grande variation dans la grosseur des grains et ressemblant à celle du massif de Morin, mais en somme elle est peut-être plus riche en éléments ferro-magnésiens, et contient souvent des minéraux tels que l'amphibole, la biotite, et, dans un seul cas, la scapolite, lesquels se rencontrent en très petite quantité ou font absolument défaut dans l'anorthosite de Morin. L'anorthosite de ces divers massifs contient aussi souvent du grenat près de son contact avec le gneiss. Elle affecte fréquemment à un haut degré la structure grenue décrite dans l'anorthosite de Morin, et ses minéraux constituants

sont disposés, d'une manière plus ou moins marquée, parallèlement à l'axe le plus long des massifs.

Comme ces divers massifs présentent certaines différences, ils seront examinés séparément.

Le massif de Lakefield.

L'anorthosite de Lakefield.

Ce massif a quatre milles et demi de long et à peu près un mille de large. L'anorthosite des parties périphériques est à grain fin, très pauvre en bisilicates, et prend une couleur blanche sous l'action des agents atmosphériques. Dans la partie intérieure de la superficie, elle est plus massive et semble, en général, être un peu plus riche en minéraux ferro-magnésiens, dont la quantité varie de place en place, donnant souvent à la roche une structure irrégulièrement rubanée. Ainsi que le montre la carte, deux chemins le croisent, tandis qu'un troisième passe immédiatement au nord.

Dans ce massif, un changement rapide d'allure peut s'observer, l'anorthosite et les gneiss qui l'accompagnent dans la partie sud étant orientés, en moyenne, N. 45° O, tandis que tout autour de l'extrémité septentrionale, les deux roches sont orientées N. 20°—50° E.

Une tranche mince provenant d'un échantillon recueilli près du côté oriental du massif, sur la partie la plus méridionale des chemins ci-dessus mentionnés, indique qu'à cet endroit la roche est une anorthosite typique, le plagioclase dominant dans une très grande mesure, tandis que les éléments ferro-magnésiens sont représentés principalement par l'augite, accompagnée de très petites quantités d'amphibole verte et de biotite brune. A moins d'un mille au sud de l'extrémité méridionale de ce massif, sur le bord même de l'escarpement laurentien, un dyke de diabase recoupe le gneiss, qui est ici la roche encaissante. Cependant, la diabase contient un grand nombre de fragments anguleux d'anorthosite blanche, lesquels, dans plusieurs endroits, sont tellement abondants qu'ils forment la plus grande partie du dyke. Sous le microscope, nous voyons que cette anorthosite est une variété assez finement granulée composée presque exclusivement de plagioclase, avec un petit nombre de grains de minerai de fer. Cependant, le plagioclase est en grande partie transformé en mica, les petites écailles de mica étant principalement disposées en deux directions parallèles au clivage du feldspath (tranche 415). Ces fragments, apportés par la diabase fondue, marquent probablement un prolongement souterrain du massif de Lakefield vers le sud.

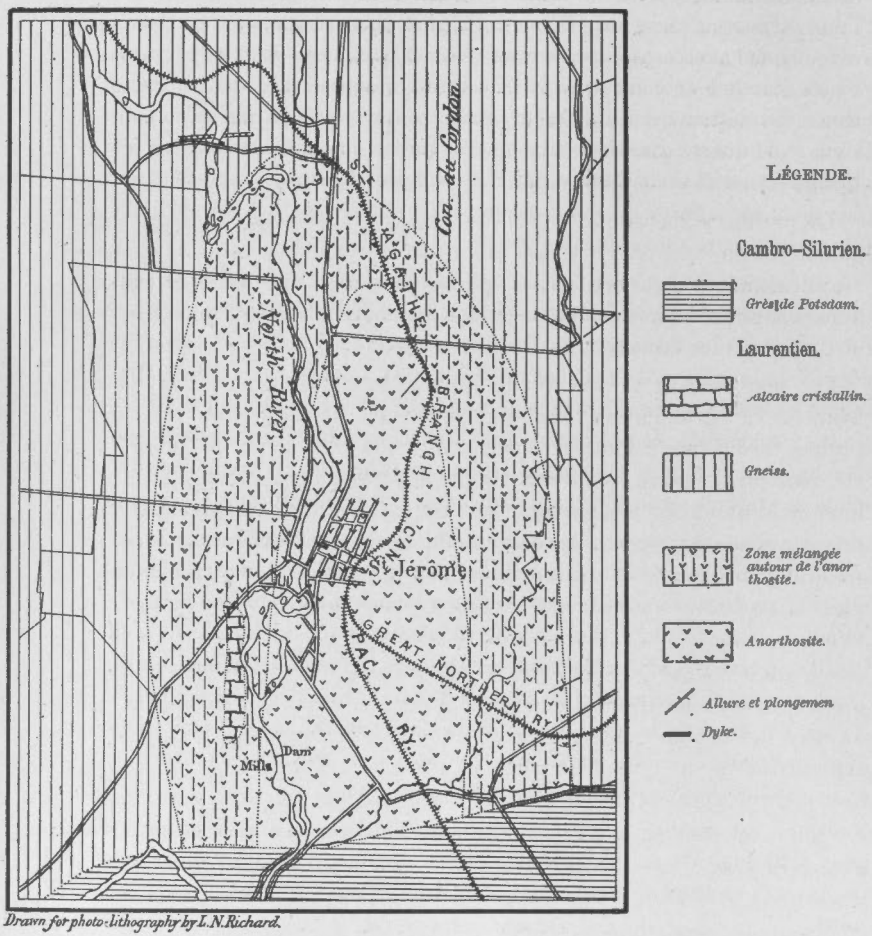
Le massif de Saint-Jérôme.

Seulement une partie de ce massif, situé immédiatement au bord de la région laurentienne, est visible. La partie méridionale en est recouverte par les assises paléozoïques reposant à plat, lesquelles viennent à peu de distance au sud de la ville. Il est impossible de dire quelle proportion de tout le massif est représentée par cette partie exposée à la vue. Il diffère considérablement des autres, non seulement en ce que l'anorthosite dont il est constitué n'est pas de caractère aussi typique, mais aussi en ce qu'une zone de roches de caractère intermédiaire intervient entre le massif et le gneiss. L'anorthosite de Saint-Jérôme.

L'anorthosite ou gabbro, ainsi que nous devrions l'appeler avec plus de raison, se voit mieux dans les grands affleurements de chaque côté du chemin de fer Canadien du Pacifique, à quelques centaines de verges au sud de la station du chemin de fer à Saint-Jérôme. Ces affleurements sont situés vers le milieu du massif tel qu'exposé, et vers sa limite méridionale, et présentent probablement l'anorthosite dans son développement le plus typique, la plus complètement dépourvue des effets de contact, et la plus rapprochée du centre réel du massif.

Ici, la roche est à grain fin, ordinairement de structure feuilletée, et prend une couleur gris-brunâtre sous l'action des agents atmosphériques. En certains endroits elle a une structure rubanée d'une manière plus ou moins distincte, due à l'alternance de parties assez riches en bisilicates avec d'autres formées presque entièrement de plagioclase. Des cristaux de plagioclase de couleur foncée, ordinairement de petite dimension, mais ayant quelquefois jusqu'à six pouces de longueur, abondent par places. Nous les voyons fréquemment recourbés ou tordus, et ils sont ordinairement sans bons contours cristallins.

Sous le microscope, nous voyons que la roche est composée essentiellement de plagioclase et de pyroxène, le premier dominant dans une grande mesure, avec amphibole, biotite, grenat, minerai de fer et pyrite comme éléments constituants acsessoires, et avec quelques grains de quartz, de calcite, de chlorite et d'apatite. Le pyroxène est de couleur vert clair, dont la plus grande partie est de l'augite, souvent décomposé en calcite et en chlorite. Cependant, une partie est trichroïque, en teintes rouge, jaune et verte, et est probablement de l'hypersthène. L'amphibole, de couleur verte, et la biotite n'y figurent qu'en très petites proportions. Le grenat est rose et parfaitement isotrope ; il est souvent bien cristallisé et se rapproche un peu, ordinairement, d'une bonne forme cristalline. Il est généralement associé au minerai de fer, mais se rencontre souvent en petits filets à travers les roches. Le minerai de fer est d'un noir opaque, et souvent présent en Caractère microscopique.



Drawn for photo-lithography by L. N. Richard.

PLAN

Voisinage de Saint-Jérôme.

Comté de Terrebonne, Qué.

Échelle :

Chaînes. 80 0 1 Mille.

FIGURE 11.

quantité considérable. Comme dans certaines parties de l'anorthosite de Morin, deux espèces de minerai de fer sont probablement associées l'une à l'autre : l'une est riche en titanium, et l'autre est pauvre en cet élément, ou en est dépourvue. Une partie est du minerai de fer titané, car le leucoxène apparaît souvent comme produit de décomposition. La calcite est toujours présente comme produit de décomposition, et le quartz, qui se trouve en très petite quantité, est associé aux bisilicates, et il est peut-être aussi secondaire.

De petites veines d'un pouce ou moins d'épaisseur, consistant en quartz et en feldspath orthose, et qui parcourent quelquefois la roche parallèlement à la stratification et la recoupent parfois, sont assez abondantes par places, et sont évidemment distinctes de l'anorthosite et d'origine plus récente.

La roche dans sa forme actuelle représente probablement une phase avancée de granulation, car bien que l'on ne voie que peu de grains tordus et d'ombres de tension, ceux-ci, comme la chose a été démontrée en décrivant l'anorthosite de Morin, ne sont pas distincts lorsque la granulation est complète. D'un autre côté, les gros débris de plagioclase qui se rencontrent abondamment en plusieurs endroits, vu la lumière jetée sur leur origine par l'étude de l'anorthosite de Morin, portent très fortement à croire à une phase avancée de broiement.

Structure cataclastique.

Au pont jeté sur la rivière du Nord, à Saint-Jérôme, à l'extrémité occidentale du massif, ainsi qu'à un endroit à environ un mille et quart au nord des affleurements plus haut mentionnés, et près de l'extrémité septentrionale du massif, la même anorthosite affleure bien. Au dernier endroit, cependant, une structure cataclastique excessivement bien marquée est visible lorsque la roche est examinée au microscope, les gros individus de plagioclase étant tordus d'une manière prononcée, désagrégés et empâtés dans une masse de substance granulée en provenant.

Cette masse d'anorthosite est entourée par une zone de roches de caractère varié, dont plusieurs ressemblent fortement à l'anorthosite en apparence, mais qui sont tout à fait différentes par leur composition. Elles affleurent bien en arrière de la rivière du Nord, à l'ouest de Saint-Jérôme, et sur le côté de la rivière au nord de la ville.

Cette zone comprend une quantité considérable de gneiss à orthose ordinaire, et c'est là que se rencontre la bande de calcaire cristallin au sud-ouest du village, mais elle consiste principalement en roches qui, outre l'augite et le plagioclase, contiennent des quantités variables d'amphibole, d'orthose et de quartz, et qui sont ainsi intermédiaires

sous le rapport du caractère entre le gneiss et l'anorthosite, quelques-unes des nombreuses variétés représentées se rapprochant plus du gneiss et d'autres plus de l'anorthosite par le caractère et la composition.

Il est donc très difficile de tracer sur une carte les limites exactes de cette zone. Cependant, sur la carte (fig. 11), la chose a été exécutée aussi exactement que possible, à l'aide d'un examen microscopique des roches provenant d'un certain nombre d'endroits, lequel a servi à déterminer le caractère réel de ces échantillons.

Facies de bordure de l'anorthosite.

Cette zone entourant l'anorthosite représente probablement un facies de bordure particulier de cette dernière, qui, en plusieurs endroits, s'est épanchée dans le gneiss parallèlement à sa foliation, présentant une apparence d'interstratification, tandis que des mouvements amenés par une pression subséquente à l'irruption ont contribué à rendre cette apparence plus prononcée. De même que l'anorthosite, les roches de cette zone offrent souvent la preuve d'une granulation plus ou moins complète, tandis que la présence d'une certaine quantité de quartz dans l'anorthosite, près de son contact avec le gneiss, est un phénomène observé dans plusieurs des autres bandes d'anorthosite décrites plus loin.

Gabbro de New-Glasgow.

A environ huit milles au nord-est de Saint-Jérôme, recoupant l'anorthosite de Morin près de son contact occidental à New-Glasgow, et courant vers le nord pendant environ six milles dans une direction parallèle à très peu de chose près à celle de la bande de calcaire formée dans le gneiss immédiatement à l'ouest du contact, il y a une bande de gabbro particulier, de couleur presque noire, qui fait irruption à travers le drift et forme une série de gros butons de roches moutonnées, contrastant d'une manière frappante avec l'anorthosite blanche qu'elle recoupe. La bande est étroite, et, immédiatement au nord de New-Glasgow, sort de son côté oriental un rameau d'environ un quart de mille de long, lequel recoupe la faliation de l'anorthosite. Au nord, ce gabbro disparaît en atteignant la rivière Beauport ; il affleure entre le gneiss et l'anorthosite, et paraît être interrompu par une faille. Il reparaît à environ un mille, dans une direction nord-est du point où il disparaît, à côté du chemin allant de Saint-Calixte à Saint-Lin, puis nous le perdons de vue. Sous le microscope, la roche présente une structure cataclastique extrêmement bien marquée, les minéraux constituants ayant été complètement granulés sous la forte pression à laquelle ils ont été soumis.

Massifs dans le canton de Kildare et son augmentation.

Anorthosite de Kildare.

Ces massifs, au nombre de trois, sont longs et étroits, suivant l'allure du gneiss, et pourraient être mentionnés comme bandes. Ils sont parallèles les uns aux autres, et il y a deux bandes occidentales ayant

en moyenne un peu plus d'un quart de mille de largeur, tandis que la plus orientale est un peu plus large, la largeur en étant en moyenne d'un peu plus d'un demi-mille. Les longueurs en sont de six, cinq et sept milles respectivement. Bien que ces bandes soient couvertes de drift par places, elles affleurent généralement bien, et comme elles sont croisées par plusieurs chemins, l'accès en est facile. Les trois bandes se ressemblent de près par leurs caractères pétrographiques. En somme, la roche est plus riche en bisilicates que l'anorthosite de Morin, se rapprochant de plus près d'un gabbro normal ou d'une norite par la composition.

Il a été démontré, après qu'il eût été examiné au microscope, qu'un échantillon provenant de la bande la plus occidentale, recueilli sur le lot 4 du rang I de l'augmentation de Kildare, était une norite typique étant formée de plagioclase et de pyroxène en quantité à peu près égale. Ce dernier consiste principalement en hypersthène, bien qu'une certaine quantité d'augite y figure aussi, ainsi qu'une très faible quantité de biotite. Sous le microscope, la roche accuse une granulation très marquée. Vers le milieu de chaque bande, elle est grossièrement cristalline et montre quelquefois un peu de foliation. Ordinairement, cependant, l'on peut observer, dans cette position, une foliation plus ou moins distincte, parallèle à la longueur de la bande et concordant avec l'allure du gueiss environnant. Tout cela est quelquefois accompagné d'une structure rubanée indistincte de parties de la roche finement et plus grossièrement granulées, dont la direction coïncide avec la foliation, et est de caractère identique avec la structure rubanée décrite à propos du massif de Morin.

Sur leurs bords, les bandes deviennent plus finement granulées, distinctement feuilletées et plus riches en bisilicates. Le caractère plus finement granulaire des parties du bord peut cependant provenir, non pas d'un refroidissement plus rapide, mais d'une granulation plus intense. Le grenat se voit très fréquemment. Le quartz fait aussi son apparition près du contact, et la roche ayant ainsi altéré considérablement son caractère, il est souvent difficile d'en déterminer les limites exactes contre le gneiss, aux endroits où ce dernier a été fissuré et pénétré par le gabbro dans une direction parallèle à l'allure.

Développements basiques.

Il est surtout difficile de déterminer la position exacte des extrémités des diverses bandes, car non seulement ces dernières sont formées de développements basiques de la roche, mais elles courent dans le gneiss sur de longues distances, parallèlement à sa foliation. Ces roches basiques, formées essentiellement d'hypersthène, d'amphibole, de plagioclase, et probablement d'un peu d'orthose, et étant peut-être un facies de contact du gabbro, se rencontrant intimement alliées au gneiss à

orthose ordinaire, se voient jusqu'à deux milles au sud de la limite du plus occidental des trois massifs de gabbro représentés sur la carte. Dans la plus orientale des trois bandes, aussi, aucun affleurement ne se voit sur la ligne séparant les rangs VI et VII de Kildare, le terrain étant couvert de drift; mais au sud du chemin, il y a de grands affleurements de certaines roches basiques parallèles à l'allure de ce massif, lesquelles sont supposées appartenir au gabbro, et le massif a été en conséquence représenté sur la carte comme s'étendant vers le sud jusqu'au rang VI.

Massifs dans le canton de Cathcart.

Anorthosite de Cathcart.

Sur le côté oriental de ce canton, il y a deux massifs d'anorthosite séparés par une étroite bande de gneiss. Ils s'étendent vers le sud à une courte distance dans la seigneurie de D'Aillebout, mais la question de savoir jusqu'où ils s'étendent au nord-ouest au delà du neuvième rang de Cathcart n'a pas été résolue, la région dans cette direction étant couverte d'épaisses forêts et d'accès très difficile. Si nous en jugeons d'après les dimensions des massifs, telles que mesurées sur les deux chemins qui les traversent, ainsi que d'après la position de leurs limites méridionales et la forme des autres massifs dans la même direction plus au sud, les limites septentrionales qui leur sont assignées sur la carte sont, croyons-nous, à peu près exactes.

Les roches qui constituent ces massifs affleurent bien sur les deux chemins ci-dessus mentionnés, lesquels suivent approximativement les lignes séparant les rangs VI et VII, et VIII et IX, respectivement, ainsi que sur un chemin qui réunit ces deux chemins et traverse le massif d'anorthosite occidental dans la direction de son axe le plus long. La bande de gneiss qui sépare les deux massifs affleure sur le plus septentrional des deux chemins est formée d'un gneiss à orthose quartzeux finement feuilleté, avec quelques bandes de quartzite, tandis que sur le chemin méridional, elle prend la forme d'un gneiss basique à gros grain, ressemblant souvent à un gneiss œillé sous le rapport de la structure, et contenant fréquemment du pyroxène et un peu de plagioclase, ainsi que des masses intercalées d'anorthosite.

Variation dans la dimension des grains.

Le caractère de l'anorthosite varie considérablement d'un endroit à un autre, et est développé d'une manière très typique dans le massif occidental. Ici, elle est souvent granulée très grossièrement, presque massive, et montre, même dans différentes parties du même affleurement, la grande variation dans la dimension des grains décrite dans le massif de Morin. Dans d'autres parties du massif, elle affecte la structure rubanée confuse, si commune dans les anorthosites, et souvent une

foliation plus ou moins prononcée. La proportion de bisilicates varie considérablement ; l'hypersthène et le minerai de fer titané se reconnaissent facilement sur la surface qui a subi l'action des agents atmosphériques, et dans certains endroits, l'on voit aussi plusieurs gros cristaux brisés de plagioclase.

Ainsi, l'anorthosite ressemble fortement à celle du massif de Morin, bien qu'en moyenne elle soit probablement plus riche en bisilicates, et, en conséquence, se rapproche de plus près par la composition d'un gabbro ordinaire. Cependant, dans le cas de la bande orientale, elle est plus mélangée avec le gneiss environnant, les deux roches étant en quelques places apparemment formées de bandes alternantes, à cause de l'irruption de l'anorthosite dans le gneiss fendillé aux environs du contact, et du développement d'une structure feuilletée ou rubanée d'une manière plus ou moins distincte dans toute la masse par une compression subséquente.

Des échantillons de cette roche, examinés au microscope, ressemblaient de très près à ceux des bandes d'anorthosite du canton de Brandon décrits plus loin. L'hypersthène est le principal élément constituant ferro-magnésien, quelques grains d'augite et de biotite étant aussi présents. Le plogioclase est l'élément constituant le plus abondant.

Dans un très grand nombre de cas, la roche est dans un état avancé de granulation, les tranches minces révélant tout le procédé d'une manière frappante.

Massif près du pont des Dalles sur la rivière L'Assomption.

Anorthosite du pont des Dalles.

Ce massif comparativement petit est situé sur la rivière L'Assomption, à un peu plus d'un mille en droite ligne à l'est du village de Sainte-Béatrice. Il affleure bien à environ un quart de mille à l'ouest du pont des Dalles, sur un chemin qui longe la rivière de près, mais il est plus visible à l'endroit où la rivière s'ouvre un passage dans la masse, dans une haute falaise s'élevant sur la berge sud. La roche est grossièrement cristalline et accuse les variations ordinaires dans la dimension du grain, avec de grosses masses d'augite et d'hypersthène par-ci par-là, et une disposition vaguement parallèle des éléments constituants dans le sens de la direction prédominante du gneiss environnant.

Scapolite.

Lorsqu'on l'examine sur la face de la falaise plus haut mentionnée, la roche présente souvent une foliation approximativement horizontale, suivant apparemment des lignes de mouvement. Nous avons trouvé qu'un échantillon de cette variété feuilletée horonzitalement, examiné

au miscroscope, offrait un certain intérêt en ce qu'il contenait une grande quantité de scapolite, minéral qui n'a été trouvé dans aucune des autres anorthosites canadiennes. Nous avons constaté que les éléments constituants ferro-magnésiens étaient représentés par de grandes quantités d'augite et d'hypersthène, avec une assez forte proportion de biotite et un peu d'amphibole. Les éléments non ferrugineux consistent en plagioclase et en scapolite, qui abondent tous les deux. Le minerai et la pyrite de fer, présents en petite quantité, complètent la liste des composants.

La scapolite est à un axe et négative, polarise en brillantes couleurs et présente les clivages prismatiques ordinaires avec extinction parallèle. L'augite et le plagioclase paraissent avoir été soumis à un procédé de granulation, mais les grains ne montrent pas d'ombres de tension ni de lamelles tordues. Comme nous l'avons fait voir, cela se voit ordinairement dans le plagioclase d'une anorthosite parfaitement granulée. La biotite ne donne pas la même preuve distincte de granulation, tandis que la scapolite se rencontre en gros grains limpides, non brisés, avec extinction uniforme, et, comme les autres éléments constituants, court en veines, quelquefois dans le plagioclase, mais ordinairement entre le plagioclase et les bisilicates. Il est possible que la biotite soit un minéral secondaire, et il est très probable que la scapolite est un produit d'altération du plagioclase, comme dans le cas du "gabbro tacheté" de Norvége et de certaines roches associées au Canada et ailleurs.*

Anorthosite de Saint-Jean-de-Matha—Seigneurie de DeRamsay.

Anorthosite de Saint-Jean de Matha.

A environ un demi-mille au sud-ouest du village de Saint-Jean-de-Matha, sur le chemin qui se dirige vers la rivière L'Assomption, de grands affleurements de gneiss quartzeux grenatifère sont remplacés par des affleurements d'anorthosite. Cette dernière roche affleure sur une largeur d'une centaine de verges le long du chemin, et est remplacée par du drift. Elle accuse des variations considérables sous le rapport de la dimension des grains, blanchit sous l'action des agents atmosphériques, et est sans foliation.

Au microscope, nous constatons que c'est une anorthosite typique composée presque entièrement de plagioclase. L'élément ferro-magnésien est l'augite. La biotite et l'apatite, l'une et l'autre en très petites

* Michel Lévy—Sur une roche à sphène, amphibole et wernérite granulitique de Bamle-Norvège. Bull. Soc. Min. France, No 3, 1878.
Michel Lévy—Sur le gisement de l'amphibolite à wernérite granulitique d'Oedegaard près Bamle-Norvège. Bull. Soc. Min. France, No 5, 1878.
F. D. Adams—*On some Canadian Rocks containing scapolite.* (Sur quelques roches canadiennes renfermant de la scapolite.) *Can. Rev. of Science*, oct. 1888.

quantités, avec un peu de minerai de fer titanifère et de pyrite complètent la liste des éléments constituants. La roche a subi une certaine granulation.

Bandes d'anorthosite dans le canton de Brandon.

Dans la moitié occidentale de ce canton, il y a trois massifs importants d'anorthosite, lesquels se rencontrent entremêlés avec les gneiss presque horizontaux de ce district. Le plus oriental de ces massifs, qui est aussi le plus petit, forme une colline sur le lot 14, rang IX, sur le côté du chemin qui traverse près du devant du lot. Il disparaît sous le drift au sud du chemin, et ne se rencontre pas sur les chemins de concession plus loin au sud ; il ne se voit pas non plus au nord, le canton, le long de sa direction dans ce sens, étant couvert d'une couche de drift si épaisse que très peu d'affleurements se montrent au jour. Les gneiss associés sont orientés N. 25° O. et plongent vers l'est sous des angles peu élevés, le gneiss, immédiatement à l'est de l'anorthosite, étant une variété basique pauvre en quartz, tandis que celui de l'ouest est de grain assez fin et fortement quartzeux. Anorthosite dans Brandon.

L'anorthosite présente l'apparence d'une masse interstratifiée ou de bandes intercalées, apparence probablement due à la forte pression à laquelle tout l'ensemble a été soumis. La roche est massive en certains endroits, mais ailleurs elle montre de grandes irrégularités dans la grosseur des grains, ou est distinctement feuilletée, avec des veines de bisilicates disposées dans une direction grossièrement parallèle à l'axe le plus long de la bande et à l'allure du gneiss voisin. Sur les surfaces exposées à l'action des agents atmosphériques, nous pouvons voir de temps à autre de gros cristaux de plagioclase, très fendillés et brisés, mais la roche paraît ordinairement avoir subi des mouvements tellement prolongés, que les gros individus de plagioclase ont été entièrement détruits.

Comme la plupart des petites bandes d'anorthosite décrites dans ce rapport, celles du canton de Brandon sont ordinairement plus riches en bisilicates que ne devrait l'être une véritable anorthosite, et ressemblent sous ce rapport à certaines variétés d'anorthosites riches en bisilicates qui se rencontrent dans la partie orientale du massif de Morin.

De ces trois bandes d'anorthosite, la bande centrale de Brandon, atteignant rarement et n'excédant jamais une largeur d'un demi-mille, traverse le canton dans la direction du nord-ouest, concordant avec l'allure du gneiss, depuis le lot 19 du rang V jusqu'au lot 17, sur le devant du rang XII, distance de six milles et demi. Elle se rétrécit sur le rang V, étant bornée au sud par des affleurements presque con- Trois bandes.

tinus de gneiss, tandis que, sur le rang XII, où l'on ne voit que de petits affleurements, elle disparaît sous le drift aux environs du lac Mattabon. Elle ressemble de près, par ses relations stratigraphiques et par son caractère pétrographique, à la bande la plus orientale ci-dessus décrite, étant, comme cette dernière, apparemment interstratifiée avec le gneiss, toute la série, comme auparavant, plongeant vers l'est sous un angle peu élevé.

A la ligne de contact, près du lac Mattabon, des fragments allongés d'anorthosite ou de gabbro ont été observés dans le gneiss, ayant été apparemment détachés de la masse principale par les mouvements qui ont produit la foliation. La roche est grossièrement granulée, et, comme auparavant, la proportion de bisilicates, surtout d'hypersthène, est passablement grande, et la roche devrait être appelée une norite plutôt qu'une anorthosite. Vers le centre de la bande, la tendance des éléments constituants à se disposer en filets ou bandes est très obscure, et la roche est presque massive. Elle est fréquemment de granulation très irrégulière, exposant des plaques à grains plus gros ou plus fins, les premiers contenant souvent des masses d'hypersthène mesurant quelquefois de cinq à six pouces en travers. Les débris ordinaires de forme irrégulière de gros individus de plagioclase indiquent que la roche a été soumise à une granulation intense. Vers le bord de la bande, un arrangement parallèle des masses d'hypersthène se présente ordinairement, leur direction concordant avec celle du gneiss voisin. (Planche IX.)

Bande occidentale.

La plus occidentale des trois bandes se voit d'abord vers le milieu du lot 22 du rang III, dans la chaîne de collines qui forme la limite septentrionale de la plaine de drift occupant l'angle méridional du canton. Elle se dirige ensuite vers le nord-ouest jusqu'à la ligne latérale du canton, qu'elle rencontre sur le lot 22 du rang V, où elle atteint une largeur d'environ un tiers de mille, se montrant en grandes affleurements, et elle est flanquée de chaque côté par du gneiss. Cependant, elle n'a pas été observée au delà des limites du canton, la région sur sa ligne d'allure étant encore couverte de drift dans cette direction. Sous le rapport du caractère et de la composition, elle est parfaitement semblable aux deux autres bandes qui viennent d'être mentionnées ; sous le microscope, des tranches minces d'anorthosite formant les diverses bandes ressemblent tellement les unes aux autres qu'on ne peut les distinguer entre elles. L'élément ferro-magnésien est le pyroxène, qui se montre dans les échantillons feuilletés sous forme de longues traînées de grains marquant la foliation de la roche.

Caractère microscopique.

C'est pour la plupart un pyroxène rhombique (hyperstène), avec fort trichroïsme en teintes rougeâtres, verdâtres et jaunâtres, mais dans la

PLANCHE IX.—ANORTHOSITE, MONTRANT LA DISPOSITION PARALLÈLE DE MASSES D'HYPERSTHÈNE, ENTRE LE LAC NOIR ET LE LAC AU CORBEAU, CANTON DE BRANDON.

majorité des cas, une certaine quantité de pyroxène monoclinique intimement associé à l'hypersthène, et y ressemblant par l'apparence, mais ayant une extinction inclinée et aucun pléochroïsme, est aussi présente. Dans chaque tranche se trouve une petite proportion de biotite et quelques grains de minerai de fer. L'élément constituant feldspathique de la roche est essentiellement du plagioclase, bien maclé, et présentant les caractéristiques ordinaires. Un feldspath simple se rencontre aussi, ordinairement dans une proportion relativement légère, avec un assez fort éparpillement des bissextrices, produisant des teintes bleuâtres et brunâtre pâle, respectivement, de chaque côté de la ligne du maximum d'extinction. Il est possible que ce soit de l'orthose. Quelques grains de pyrite et quelques fragments d'apatite plus ou moins arrondis sont les seuls éléments constituants trouvés dans ces roches.

Les plaques minces offrent aussi la preuve incontestable que ces roches ont subi de grands mouvements internes. Nous pouvons voir que les gros grains de feldspath ont été tordus et fracturés, et souvent nous voyons clairement qu'ils sont à se désagréger en grains plus petits. Il en est ainsi, bien que d'une manière moins accentuée, dans le cas du pyroxène, produisant une mosaïque de grains de dimensions et de formes diverses, que nous voyons être retombés les uns sur les autres et les uns autour des autres, mais sur un seul plan, savoir, celui de la foliation de la roche, foliation qui, de fait, résulte de ce mouvement. Toutes les preuves tendent à démontrer que cette granulation de la roche a été produite par un procédé purement mécanique. Les pyroxènes ne sont pas du tout altérés, et il n'existe aucun témoignage d'une recristallisation ou d'une altération dans le cas du feldspath. La roche feuilletée qui en résulte ne diffère de la roche massive primitive qu'en ce qu'elle est à grain fin et possède une structure lamellaire, due à la granulation décrite ci-dessus.

Un autre fait déjà mentionné à propos de l'anorthosite de Morin, et démontré par toutes ces roches grenues—le gneiss ordinaire aussi bien que les anorthosites—c'est que dans les parties des tranches où la granulation est complète, l'on ne pourrait obtenir que peu de preuves concluantes qu'une granulation a eu lieu, si ces roches étaient étudiées isolément. Dans des cas de cette nature, nous voyons des mosaïques de petits grains anguleux, dont chacun a une extinction égale ou presque égale. Nous comprenons qu'il en doit être ainsi lorsqu'un grain volumineux en voie de désagrégation est étudié sous le microscope ; car il est visible que la tension à laquelle ce grain est soumis le résout en un certain nombre de surfaces optiques limitées par des ombres de tension, mais dans ces surfaces mêmes, il n'est développé que peu ou

Aucun témoignage de structure cataclastique quand la granulation est complète.

point de tension, de sorte que lorsque la phase suivante est atteinte et que le grain volumineux se brise réellement le long des lignes du maximum de tension, les grains en résultant, représentant les surfaces en question, ne montrent jamais plus que de très faibles ombres de tension, tandis que la plupart d'entre eux, la tension ayant disparu, ont une extinction uniforme. Il en résulte ainsi une mosaïque qui, tout en ayant été produite par une granulation intense, n'offre, lorsqu'elle est étudiée séparément des matières qui l'entourent, que peu ou point de témoignages de son origine, et elle pourrait être considérée comme ayant été produite d'autres manières.

Il devient ainsi évident que si toute la roche avait atteint le degré final de la granulation, degré qui serait atteint beaucoup plus tôt dans le cas de roches à grains fins que dans le cas de roches à gros grains, nous pourrions obtenir peu de preuves concluantes en ce qui a trait à son origine véritable par une étude de plaques minces. La perfection même de la granulation en masquerait l'existence, et nous pourrions conclure que la roche s'est cristallisée dans sa forme actuelle. Il est important que l'on se rappelle ce fait, en étudiant des roches du genre de celles que nous examinons aujourd'hui. Dans ce procédé de granulation, les pyroxènes, tout en présentant tous les phénomènes plus haut mentionnés, conservent ordinairement leur forme beaucoup mieux que les feldspaths.

La roche était cristalline quand les mouvements se sont produits.

L'examen des tranches démontre, en outre, que les mouvements en question ont dû se produire lorsque la roche était presque cristalline, si elle ne l'était pas complètement. Tous les minéraux sont granulés et ont dû, en conséquence, être cristallisés avant que le mouvement se soit produit, et si quelque reste de magma existait lorsque le mouvement a eu lieu, nous ne pouvons aujourd'hui en découvrir aucune trace.

Parfois nous pouvons observer dans une tranche une petite ligne de dislocation ou de torsion traversant obliquement la foliation, et ayant été apparemment développée à une date plus récente. Le long de ces lignes, la granulation est excessivement fine, différant d'une manière prononcée de celle du reste de la roche, et étant en plusieurs cas accompagnée du développement de la calcite en grande quantité, indiquant ainsi que les conditions dans lesquelles la granulation primitive a eu lieu étaient tout à fait différentes de celles dans lesquelles s'est produite la dislocation.

Un tableau d'analyses d'anorthosites et de certains de leurs minéraux constituants est donné ci dessous :—

TABLEAU D'ANALYSES D'ANORTHOSITES, ETC.

	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	XXI.	XXII.	XXIII.	XXIV.	XXV.
SiO_2	59·55	59·80	58·50	51·85	51·35	—	57·20	57·55	54·45	54·20	54·47	54·62
TiO_2	—	—	—	—	—	39·86	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	25·62	25·39	25·80	3·90	3·70	—	26·40	} 27·10	28·05	29·10	26·45	26·50
Fe_2O_3	0.75	0·60	1·00	—	—	—	0.40		0·45	1·10	1·30	0·76
FeO	—	—	—	20·20	20·56	56·64	—	—	—	—	0·67	0·56
MnO	—	—	—	trace	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO	7·73	7·78	8·06	1·60	1·68	—	8·34	8·73	9·68	11·25	10·80	9·88
MgO	trace	0·11	0·20	21·91	22·59	1·44	—	—	—	0·15	0·69	0·74
Na_2O	5·09	5·14	5·45	—	—	—	5·83	5·38	6·25	[3·80]	4.37	4·50
K_2O	0·96	1·00	1·16	—	—	—	0·84	0·79	1·06	—	0·92	1·23
H_2O	0·45	—	0·40	0·20	0·10	—	0·66	0·20	0·55	0·40	0·53	0·91
	100·15	99·82	100·57	99·66	99.88	102·84	99·66	99·75	100·49	100·09	100·20	99·70
Poids écif.	2·66 à 2·67	2·66 à 2·67	2·67	3·409 à 3·417	3·409 à 3·417		2·68 à 2·69		2·69	2·68 à 2.69	2·72	2·70

	XXVI.	XXVII.	XXVIII.	XXIX.	XXX.	XXXI.	XXXII.	XXXIII.	XXXIV.	XXXV.	XXXVI.	XXXVII
SiO_2	50·33	46·28	56·0	55·59	58·1	53·56	52·43	54·00	52·23	54·34	54·26	54·36
TiO_2	0·07	0·59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	3·36	7·38	27·5	25·41	} 27·9	27·78	28·01	27·82	26·96	29·36	} 29·29	29·36
Fe_2O_3	1·03	2·21	0·7	2·73		1·15	0·75	—	—	—		
FeO	19·40	14·80	—	—	—	—	—	1·50	1·98	0·22	—	—
MnO	0·71	—	—	—	—	—	—	trace	trace	trace	trace	trace
CaO	2·77	18·78	10·1	11.40	9·4	12·01	11·24	11·20	13·25	10·79	11·26	11·16
MgO	21·40	8·91	0·1	—	trace	trace	0·63	0·05	0·12	—	trace	trace
Na_2O	—	—	5·0	4·83	5·1	4·10	4·85	4·76	5·23	5·49	4·87	4·81
K_2O	—	—	0·4	0·32	—	1·68	0·96	0·43	0·23	0·46	0·48	0·63
H_2O	1·14	1·11	—	—	—	—	trace	—	—	—	0·22	0·22
	100·21	100·06	99·8	100·28	100·5	100·28	99·87	100·04	100·00	100·66	100·38	100·54
Poids écif.	3·459	3·386	2·697				2·673					

Notes explicatives du tableau.

XIV et XV. Gros fragments de plagioclase rougeâtre provenant de l'anorthosite de Château-Richer. (T. S. Hunt. *Géologie du Canada*, 1863.)

XVI. Matrice de plagioclase finement granulée, dans laquelle sont empâtés ces fragments. (*Ibidem.*)

XVII et XVIII. Hypersthène provenant de la même roche. (*Ibidem.*)

XIX. Ilménite provenant de la même roche, avec 4·9 p. 100. de matière insoluble, quartz, etc. (*Ibidem.*)

XX. Plagioclase bleuâtre en gros fragments provenant d'un autre échantillon de l'anorthosite de Château-Richer, empâtés dans une matrice de plagioclase à grain fin. (*Ibidem.*)

XXI. Plagioclase semblable provenant d'un caillou d'anorthosite de la paroisse voisine de Saint-Joachim. (*Ibidem.*)

XXII. Anorthosite très finement granulée, presque blanche, provenant de Rawdon (massif de Morin). (*Ibidem.*)

XXIII. Plagioclase opalin bleu provenant de l'anorthosite de Morin. (*Ibidem.*)

XXIV. Plagioclase opalin bleuâtre provenant du sommet du mont Marcy, dans l'Etat de New-York, E.-U. (A. R. Leeds, 13 *Ann. Rep. New-York Museum of Natural History, 1876.*)

XXV. Anorthosite jaunâtre très finement granulée provenant de l'Etat de New-York, E.-U. (*Ibidem.*)

XXVI. Hypersthène provenant de l'anorthosite du mont Marcy, dans l'Etat de New-York, E.-U. (*Ibidem.*)

XXVII. Diallage provenant d'anorthosite, Etat de New-York, E.-U. (*Ibidem.*)

XXVIII. Feldspath du Labrador, de l'île de Paul, Labrador. (G. Tshermak, dans *Mineralchemie* de Rammelsberg's.)

XXIX. Feldspath du Labrador, île de Paul, Labrador. (*Ibidem.*)

XXX. Plagioclase provenant d'une anorthosite blanchâtre finement granulée du Labrador (matrice granulaire). (H. Vogelsang, *Archives Néerlandaises*, T. III, 1868.)

XXXI. Labradorite non maclé gris-bleuâtre, île de Paul, Labrador. (G. Hawes, *Proc. Nat. Mus.*, Washington, 1881).

XXXII. Roche du Labrador. La principale roche du voisinage de Naïn, Labrador. (A. Wichmann, Z. d. D.G.G., 1884.)

XXXIII. Labradorite, île de Paul. Avec traces de Li_2O et SrO; v. 19 perdu par calcination. (Jannasch, *Neues Jahrb. für Min.*, 1884, II, 43.)

XXXIV. Labradorite, île de Paul. La partie soluble dans HCl. Avec traces de Li_2O et SrO. (*Ibidem*, p. 43.)

XXXV. Labradorite, île de Paul. La partie insoluble dans HCl. (*Ibidem*, p. 43.)

XXXVI. Labradorite, île de Paul. Avec traces de Li_2O. (*Ber. Deutsch. Chem. Ges.*, 1891, XXIV, 277).

XXXVII. Labradorite, île de Paul. Avec traces de Li_2O. (*Ibidem.*)

NOTES SUR LES ANORTHOSITES SE RENCONTRANT DANS D'AUTRES PARTIES DU CANADA ET DANS LES PAYS ÉTRANGERS.

Anorthosites se rencontrant ailleurs au Canada.

Outre les anorthosites décrites dans le présent rapport, un certain nombre d'autres massifs semblables, dont quelques-uns beaucoup plus étendus, se rencontrent dans d'autres parties du Canada. Un fait digne de remarque en ce qui se rattache à ces anorthosites, c'est qu'elles sont

distribuées le long des limites méridionales et orientales du principal protaxe archéen bordant le grand bassin océanique dans lequel les roches cambriennes ont été déposées plus tard, ce qui indique que dans ces temps anciens, les roches éruptives ont apparemment suivi la loi appliquée aujourd'hui dans la distribution des volcans, savoir, qu'elles se rencontrent le long des frontières des continents comme des ceintures autour de grandes dépressions océaniques. Parmi ces massifs d'anorthosites, le grand massif qui se trouve aux environs du cours supérieur de la rivière Saguenay est de beaucoup le plus considérable ; comme on le sait, il occupe au moins 5,800 milles carrés, et il peut s'étendre à travers les sources de la rivière Betsiamits et se relier au massif gisant aux environs des sources de la rivière Moisic, et, dans ce cas, l'étendue du massif serait probablement le double de celle qui vient d'être donnée. Sur cette grande étendue, la roche est formée presque entièrement de plagioclase.

Relation avec le protaxe archéen.

Les autres massifs, situés principalement le long de la rive nord du fleuve et du golfe Saint-Laurent, sont décrits dans mon travail intitulé : "*Ueber das Norian oder Ober Laurentian von Canada*," et dans d'autres écrits dont il est fait mention à l'annexe I.

Les plus grandes étendues d'anorthosite que nous connaissions en dehors du Canada, à l'exception de ceux du Minnesota et de l'Etat de New-York, décrites par Emmons, Kemp, Lawson et autres, se trouvent probablement en Norvège.

Anorthosites en Norvège.

Les roches appelées roches du Labrador par les géologues norvégiens, ainsi que quelques-unes des norites d'Esmark, et plusieurs des prétendus gabbros de ce pays-là, sont des anorthosites.

Ces roches ont été décrites par Kjerulf,* Reusch† et autres. Elles forment d'énormes montagnes et sont, comme au Canada, quelquefois de couleur violette ou brune, et d'autres fois aussi blanches que le marbre. Elles sont parfois massives et parfois rubanées ou feuilletées. Plusieurs de ces roches, en échantillons, ne sauraient être distinguées des variétés correspondantes d'anorthosites canadiennes.

Ce sont des roches d'origine interne, qui se fraient généralement un passage à travers le gneiss. Mais à Laerdal et Vos-Kirchspeil, d'après Kjerulf, elle recoupent des lits d'âge primordial, et, en conséquence, elles sont probablement un peu plus récentes que les anorthosites canadiennes. Une exacte comparaison des roches ne saurait cependant être faite, puisque les massifs norvégiens n'ont pas encore été examinés en détail. Mais autant que nous le savons aujourd'hui, les roches des deux pays sont identiques.

* Kjerulf, *Die Geologie des südl. und mittleren Norwegen*, p. 261.
† Reusch, *Die fossilien führenden krystall.* Schiefer von Bergen, p. 84.

Anorthosites en Russie.

Dans la Russie méridionale, près de Kamenoï-Brod, dans le gouvernement de Kiev, et dans beaucoup d'autres endroits dans les gouvernement de Volhynie, de Podolie et de Kherson, de grands massifs d'anorthosite se rencontrent aussi. Dans ces massifs, le labradorite domine presque à l'entière exclusion d'autres éléments constituants. La roche se présente en certains endroits sous une forme grossièrement granulaire, de couleur violet foncé ou presque noire, et ailleurs comme variété porphyrique avec de gros fragments de plagioclase dans une matrice gris clair. On dit que ces variétés passent les unes dans les autres. Lorsque la variété grossièrement granulaire contient du pyroxène, elle accuse une structure ophitique comme celle observée dans certaines parties du massif du Saguenay. D'après la description que plusieurs auteurs ont faite de ces roches,* elles doivent ressembler d'une manière remarquable aux anorthosites décrites dans ce mémoire, et montrer aussi les mêmes variétés. Elles se trouvent dans la grande région de roches granitiques qui occupent cette partie de l'empire russe, lesquelles roches, aux endroits où elles se rencontrent dans le gouvernement de Volhynie, sont classifiées par Ossowski comme appartenant au laurentien. Les magnifiques colonnes de labradorite de l'église de Notre-Sauveur à Moscou ont été tirées de carrières ouvertes dans ces roches.

Anorthosites en Egypte.

Un autre morceau d'anorthosite d'un intérêt particulier se trouve en Egypte. Sir William Dawson, lors d'un voyage en ce pays en 1883, a observé une roche qui ressemble exactement à la variété rubanée de l'anorthosite de Morin, et dont on avait fait une statue magnifique de Chéphren, qui a élevé la seconde pyramide. Cette statue est aujourd'hui au musée de Gizèh, avec quelques autres fragments de statues des mêmes matériaux. Grâce à la beinveillance du conservateur du musée, sir William s'est procuré quelques petits morceaux de la roche pour examen. Dans l'échantillon, la roche ne saurait être distinguée de l'anorthosite granulaire trouvée dans le voisinage de New-Glasgow, dans le massif de Morin. Elle est fraîche,† d'un gris brillant, et presque entièrement composée de plagioclase, avec un peu d'amphibole, lequel minéral est parfois intercalé de pyroxène. C'est la variété feuilletée de l'anorthosite, et les lignes foncées produites par la présence de l'amphibole peuvent facilement être distinguées dans la statue, surtout sur le côté droit.

---

*Schrauf, Studien an der Mineralspecies Labradorit. Sitzungsber Wiener Akad. 1869, p. 996.—W. Tarrasenko, Uber den Labradorfels von Kamenoi-Brod. Abhandl. d. Naturw. Ges. in Kiew. 1886, p. 1-28.—M. K. De Chroustchoff, Notes pour servir à l'étude lithologique de la Volhynie. Bull. Soc. Min. France, IX., p. 251 (renfermant d'autres renvois).

† Dawson—*Notes on useful and ornamental stones of Ancient Egypt.—Trans. Victoria Institute,* Londres, 1891.

Sir William n'a pas trouvé la roche *in situ*, mais Newbold semble l'avoir trouvée parmi les très anciennes roches qui forment la contrée montagneuse à l'est du Nil, où elle paraît avoir les mêmes relations géognostiques qu'au Canada. Il est probable que les sculpteurs égyptiens l'appréciaient parce que la couleur en est agréable, qu'elle ressemble au marbre, tandis qu'en même temps elle prend un meilleur poli et qu'elle est beaucoup plus dure.

En conséquence, ces anorthosites se trouvent dans cinq des pays où l'archéen a un développement considérable : au Canada, aux Etats-Unis, en Norvège, en Russie et en Egypte. On les trouve en masses énormes dans les quatre premiers pays, et leur étendue n'est pas encore connue dans le dernier. A ces gisements, d'autres seront probablement ajoutés, car l'archéen d'autres parties du monde est soigneusement étudié.

DYKES POST ARCHÉENS.

Dykes post-archéens.

Çà et là par tout le massif, mais surtout dans sa partie méridionale, se rencontrent des dykes de roche noire à grain fin, alliée à la diabase par la composition, recoupant et les gneiss et les anorthosites. Comme l'on n'a pas observé que ces dykes traversaient les assises paléozoïques des plaines, ils sont probablement d'âge postérieur au Potsdam.

Dans leur mode d'existence, ils présentent les caractères que l'on voit communément dans les dykes de trapp. Les parois sont bien définies et approximativement parallèles l'une à l'autre, leur attitude étant presque verticale. Ils renferment fréquemment des fragments de la roche encaissante, empâtés dans la roche du dyke lorsqu'elle était encore à l'état de fusion, et nous pouvons parfois observer qu'ils poussent des rameaux latéraux dans la roche environnante. On peut voir fréquemment que les dykes sont beaucoup plus finement granulés vers leurs bords, ce qui indique que la roche encaissante était relativement refroidie à l'époque de leur irruption. Il n'y a aucune preuve quelconque qui démontre que ces dykes ont été soumis aux ploiements et aux transformations qui ont si profondément affecté les roches archéennes de la région. Virtuellement, ils n'ont pas été bouleversés depuis l'époque de leur solidification.

L'allure prédominante des dykes est approximativement est et ouest, mais plusieurs sont orientés dans des directions presque à angle droit avec cette dernière.

Ils diffèrent considérablement sous le rapport de la largeur, variant de cinq ou six pieds à plus de 300 pieds—plusieurs dont la largeur dépasse 100 pieds ayant été observés—et ils sont ordinairement traversés par plusieurs groupes de plans de joints bien marqués.

La roche est noire sur une casure fraîche, et ordinairement brunâtre lorsqu'elle a subi l'action des agents atmosphériques.

Dans l'angle sud-ouest du district, sir William Logan a remarqué la présence de dykes noirs dans un certain nombre de localités, et les a considérés comme des parties de trois grands dykes traversant la région dans une direction approximativement est et ouest ; tous étaient interrompus par l'épanchement de syénite mentionné à la page 31 J.

Dykes remarqués par Logan.

Le plus septentrional de ces dykes a été suivi par sir William Logan vers l'est jusqu'au lot 6 du rang VI de l'augmentation de Chatham, et l'on a découvert ce qui en est en toute probabilité le prolongement sur la ligne séparant Saint-Colomban de l'augmentation des Mille-Iles, près de l'angle nord-ouest de la première localité. Il traverse le chemin en cet endroit, et la largeur en est de 300 pieds. Dans la même direction plus à l'est, ce qui est probablement le même dyke affleure au pied de la chute qui se trouve sur la rivière du Nord, à la fabrique de pâte à papier, à environ trois milles en amont de Saint-Jérôme. Cet affleurement a une largeur de 105 pieds, mais une seule paroi est visible.

Saint-Jérôme.

La direction de cette paroi est est et ouest. Encore plus à l'est, à une faible distance au nord de Sainte-Sophie, toute une série de dykes parallèles, au nombre de treize, et formant 69 pieds de puissance, se voit sur une distance de près de 200 verges. Ces dykes sont aussi orientés est et ouest. Ils ont une structure tourmentée dans certains cas, et contiennent des fragments de gneiss et de quartzite, ainsi qu'un peu d'anorthosite blanche, ce qui indique un prolongement du bras de l'anorthosite de Morin sous cette localité, comme on pouvait s'y attendre.

Bien qu'il soit parfaitement possible que ces divers dykes ne représentent pas une seule fente ou fissure continue, ils indiquent évidemment la même ligne de faiblesse qui peut être représentée par une série de fissures parallèles plus courtes approximativement sur la même ligne, comme cela se voit souvent dans le cas de semblables dykes. La ligne de faiblesse a aujourd'hui été suivie dans une direction presque parallèle à l'arête du protaxe, depuis le côté oriental de la seigneurie de la Petite-Nation, distance de cinquante-cinq milles, et, en toute probabilité, se prolonge encore plus à l'ouest. Les autres dykes représentés sur la carte dans la région qui s'étend entre Saint-Jérôme et Sainte-Sophie sont de dimension beaucoup plus petite.

L'un des deux dykes les plus méridionaux suivis par sir William Logan a peut-être son prolongement vers l'est, dans un dyke affleurant à l'arête immédiate du protaxe au sud de l'anorthosite de Lakefield, et

courant N. 50° E. Ce dyke est rempli de fragments anguleux d'anorthosite blanche (bien que cette roche ne se rencontre pas dans le voisinage immédiat), lesquels fragments doivent provenir d'un prolongement souterrain de l'anorthosite de Lakefield dans cette direction.

Dykes recoupant l'anorthosite.

Deux autres dykes importants se rencontrent plus loin au nord, recoupant l'anorthosite de Morin. Le premier de ces dykes affleure sur le lot 16 du rang VII du canton de Rawdon. Il a soixante-quinze pieds de large, et est orienté N. 47° O., ayant été suivi sur une distance d'un mille et demi. L'autre se rencontre sur les troisième, quatrième et cinquième rangs du canton de Chilton, et court parallèlement à la rivière Ouareau, près de sa berge orientale, sur une distance d'environ deux milles et demi, ayant une largeur de 120 pieds.

Un autre dyke plus petit, de dix pieds de large et orienté N. 87° O., affleure sur le premier rang de l'augmentation de Kildare, près de la ligne séparant les lots 4 et 5 sur le chemin.

Dyke de Saint-Lin.

Un certain nombre d'autres dykes plus petits qui ont été observés ne méritent pas ici une mention spéciale, sauf l'un d'entre eux qui est tout à fait différent de ceux déjà mentionnés, tant sous le rapport de la composition que sous le rapport du mode d'existence. Il se trouve sur les plaines, à environ un mille de Saint-Lin, affleurant dans le lit de la Petite-Rivière. Cependant, les affleurements ne sont pas très bons, de sorte que les relations précises de la roche ne sauraient être déterminées. Elle recoupe le calcaire de Chazy, apparemment sous la forme d'une couche intercalée, le transformant en un marbre rouge fortement cristallin, que l'on a exploité ici. La rivière roule sur ce trapp, sur une distance d'environ cinquante verges, une épaisseur d'environ dix pieds du trapp apparaissant dans une cascade qui se rencontre en cet endroit. Le marbre est mentionné à la page 163 J, dans le chapitre traitant de la géologie industrielle.

Diabase

Les grands dykes découverts par sir William Logan dans l'angle sud-est du massif sont mentionnés par lui comme étant des dolérites,* et seraient classés comme diabases dans le système pétrographique moderne. Lorsqu'on examine le dyke de Saint-Colomban au microscope (tranche 361), on voit qu'il possède une structure diabasique ou ophitique typique, consistant essentiellement en plagioclase et en augite, le premier étant disséminé dans le dernier en individus cristallins lattiformes. Une petite quantité d'amphibole verte, qui peut être primaire ou secondaire, et une légère proportion de minerai de fer, sont présentes comme éléments constituants accessoires.

* *Géologie du Canada*, 1863. p, 40.

La roche contient aussi un autre minéral qui ne se trouve pas communément dans les diabases fraîches, savoir : le quartz, lequel se rencontre en quantité considérable dans les entrecroissances micropegmatitiques avec le feldspath, dans les petits angles que l'on trouve entre les autres éléments constituants. Le prolongement supposé du dyke qui traverse la rivière du Nord en amont de Saint-Jérôme (tranches 273, 342) est de caractère et de composition presque identiques, l'amphibole, cependant, étant remplacée par une petite quantité de biotite. L'augite, qui est de la variété commune que l'on trouve ordinairement dans les roches de cette espèce, se rencontre souvent en longs corps étroits de forme irrégulière, et est maclée conformément à la base et à l'orthopinacoïde, et avec ce minéral, une malacolite de couleur plus claire es fréquemment associée en lits parallèles, comme dans la diabase de Konga, en Suède. Le quartz, en petite quantité, en grains limpides ou en remplissage micropegmatitique, est présent comme auparavant

Le dyke (tranche 338) se rencontrant à l'arête du protaxe laurentien au sud de l'anorthosite de Lakefield, et représentant peut-être un prolongement oriental d'un autre des dykes de sir William Logan, est aussi une diabase du même genre, consistant en plagioclase, en augite et en minerai de fer, avec très peu de biotite, et le même remplissage micropegmatitique de quartz et de feldspath dans les angles entre les autres éléments constituants. Toutefois, il est fort décomposé.

Diabase quartzeuse.

Cette diabase quartzeuse de structure ophitique typique, portant quelquefois de la malacolite, est apparemment la roche normale des grands dykes de l'est et de l'ouest du district. Le quartz se rencontre en lits micropegmatitiques avec le plagioclase, et est en toute probabilité primaire, car on le trouve dans la roche même où elle est parfaitement fraîche. Il appartient au type Konga de cette roche décrite par Törnebohm en Suède.

Porphyrite augitique.

Quelques-uns des dykes plus petits du district, aux environs de Sainte-Sophie et de New-Glasgow, qui ressemblent de près à ces diabases par l'apparence, et qui probablement ont essentiellement la même composition chimique, possédant un caractère rigoureusement porphyritique, des phénocristes de plagioclase et d'augite étant enclavés dans une fine pâte composée des mêmes minéraux avec du minerai de fer et un peu de biotite. Cette pâte s'est probablement refroidie comme verre, et a pris depuis un caractère cristallin par un procédé de dévitrification. Ils appartiennent au type spilitique des porphyrites augitiques, et, dans un ou deux cas, accusent une structure amygdalaire. L'un de ces dykes, de vingt-cinq pieds de large, a été observé sur le chemin à environ un mille au nord-ouest de Sainte-Sophie, et un autre de quarante pieds de

large, dans le lit de la rivière L'Achigan, sur le lot 16 du rang IV de Kilkenny. Les deux dykes ci-dessus mentionnés comme recoupant l'anorthosite de Morin, l'un sur le lot 16 du rang VII du canton de Rawdon (tranches 626, 427), et l'autre sur les troisième, quatrième et cinquième rangs de Chilton (tranche 364), sont identiques sous tous les rapports, et comme ils ont presque la même allure, ils ont probablement fait irruption en même temps.

Bien qu'ils aient la même composition générale, ils sont parfaitement différents sous le rapport de la structure de la diabase quartzeuse et de la porphyrite augitique plus haut décrites. La roche est à grain moyen, et devient à grain fin sur les bords; elle est de couleur noire, mais brunit sous l'action des agents atmosphériques. Sous le microscope, nous voyons que la roche de Rawdon consiste en gros phénocristes de plagioclase bien maclé, ayant des formes parfaitement cristallines et remplis de très petites inclusions foncées d'aspect poussiéreux, qui lui donnent une couleur foncée, avec de grands phénocristes de pyroxène, ayant aussi une bonne forme cristalline, engagés dans une espèce de pâte composée d'une magnifique entrecroissance (*intergrowth*) micropegmatitique ou granophyrique de quartz et de plagioclase. Ce dernier plagioclase est dépourvu d'inclusions poussiéreuses, le remplissage granophyrique étant ainsi incolore. La roche renferme aussi une petite quantité d'amphibole et de biotite, ainsi qu'une proportion considérable de minerai de fer et d'apatite, la dernière en prismes hexagonaux allongés de grande dimension et bien formés.

Dyke de Rawdon contenant de la micropegmatite.

Le plagioclase se rencontre souvent en magnifiques macles de Baveno, et un soigneux examen des tranches, réuni à la preuve obtenue d'un examen cristallographique de la roche pulvérisée après séparation par de fortes solutions, démontre que deux pyroxènes se rencontrent intimement alliés l'un à l'autre, l'un, une augite monoclinique du type ordinaire trouvé dans les diabases, et l'autre, un pyroxène rhombique ayant l'extinction parallèle, le pléochroïsme et les autres propriétés optiques qui caractérisent l'hypersthène.

Le granophyre constitue une proportion très considérable de toute la roche, et fait des tranches de magnifiques objets lorsqu'on les examine entre des nicols croisés à la lumière polarisée. L'entrecroissance de quartz et de plagioclase est à grain très fin en certains endroits, mais à grains assez grossiers ailleurs, et le maclage polysynthétique du plagioclase qui s'y rencontre peut se voir distinctement. Nous pouvons souvent voir que le granophyre a commencé à se développer à l'extérieur de phénocristes de plagioclase ou d'augite foncé, ainsi que le fait voir la planche X, reproduite d'une microphotographie d'une plaque mince du

Structure granophyrique.

dyke, montrant le granophyre se développant autour d'un cristal de plagioclase. Le cristal hexagonal renfermé dans le phénocriste de plagioclase est de l'apatite, tandis que l'augite avec une bonne forme cristalline se voit à la droite. Il est douteux qu'aucune roche de ce caractère décrite jusqu'ici contienne une aussi forte proportion de granophyre. La roche n'est ni une diabase ni un gabbro, n'ayant ni la structure ophitique de la première, ni la structure granulaire hypidiomorphe du dernier. La structure est plutôt porphyrique et exactement semblable à celle qu'affecte quelquefois le gisement déjà mentionné de Konga.

Les éléments constituants de la roche se sont séparés dans l'ordre suivant :—Apatite et minerai de fer, augite, plagioclase, la série se terminant par la cristallisation simultanée du quartz et du plagioclase du granophyre, qui présente tous les caractères d'une structure primaire. La roche renferme 49·66 pour 100 de silice.

On constatera probablement que ce remplissage micropegmatique ou granophyrique de quartz et de feldspath est très répandu dans les dykes recoupant l'archéen au Canada, car nous savons aussi qu'il existe dans les diabases du canton de Templeton, dans le comté d'Ottawa, dans la province de Québec, tandis que le Dr Lawson l'a décrit comme se rencontrant abondamment dans les dykes de la région du lac La Pluie à l'oust du lac Supérieur.*

Dyde près de Saint-Lin.

Le dyke qui se trouve près de Saint-Lin et qui diffère des autres en ce qu'il recoupe des roches d'âge cambro-silurien, en diffère aussi absolument sout le rapport de la composition. Son caractère primitif ne saurait être déterminé, car la roche est excessivement décomposée, mais elle appartient probablement à la classe des roches de dyke néphéliniques ou mélilitiques, comme celles que l'on trouve associées aux syénites à néphéline aux environs de Montréal et ailleurs. L'acide chlorhydrique dissout environ vingt-cinq pour cent de la roche pulvérisée, qui fait spontanément effervescence.

Sous le microscope (tranche 389), nous pouvons reconnaître de l'augite presque incolore, avec du pyroxène rhombique, dont la plus grande partie est transformée en un mélange de bastite et d'oxyde de fer, et de la biotite en gros cristaux devenue presque blanche. Dans la pâte se trouve aussi un minéral incolore à un axe et négatif, et facilement attaqué par les acides ; ce minéral est probablement de la néphéline. Il s'y rencontre aussi un minéral qui est probablement de la pérowskite, ainsi qu'une grande quantité de grenat jaune clair, ayant

* Rapport sur la géologie de la région du lac La Pluie—Rapport annuel, Com. Géol. du Canada, vol. III (N.S.), p. 176 F.

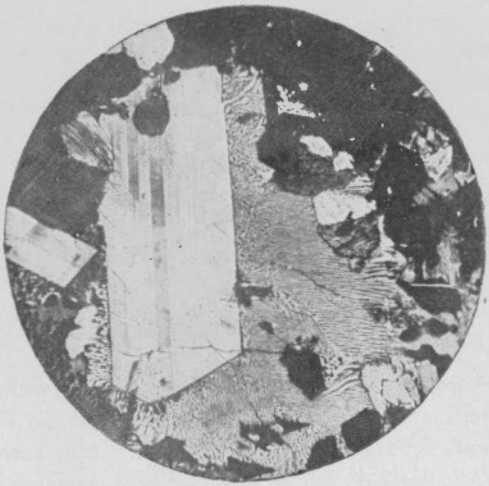


PLANCHE X.—EXCROISSANCE GRANOPHYRITIQUE DE QUARTZ ET DE PLAGIOCLASE AUTOUR D'UN PHÉNOCRISTE DE PLAGIOCLASE—DYKE DANS LE RANG VII, LOT 16, CANTON DE RAWDON. × 38.

souvent une bonne forme cristalline, avec beaucoup de calcite ou autres carbonates rhomboédriques, produits de la décomposition.

Conséquemment, bien que les dykes qui se rencontrent dans la région ne soient pas très nombreux, leur étude révèle une foule de faits d'un intérêt considérable.

GÉOLOGIE INDUSTRIELLE.

Des minéraux et des roches d'une valeur industrielle considérable se rencontrent à un certain nombre d'endroits dans la superficie dont il est ici question.

Les gisements suivants sont mentionnés à cause de leur importance industrielle réelle, ou parce que l'on supposait qu'ils avaient de la valeur, et ils ont attiré ou devront vraisemblablement attirer plus ou moins d'attention. Les dépôts situés dans le comté d'Argenteuil, au sud-ouest du massif d'anorthosite de Morin, ne sont pas mentionnés ici, car ils ont été examinés par le Dr R. W. Ells, qui en fera la description dans un prochain rapport.

Minerai de fer près de Saint-Jérôme, comté de Terrebonne.

Minerai de fer—Saint-Jérôme.

A deux milles et demi au sud-ouest de Saint-Jérôme, sur le chemin qui longe la berge septentrionale de la rivière du Nord, il y a un dépôt de minerai de fer oxydulé. Ce dépôt se rencontre sous forme de plusieurs bandes minces interstratifiées avec une roche amphibolique foncée et avec le gneiss à orthose rouge de cette partie du massif, le tout plongeant vers la rivière sous un angle très élevé. A l'époque de ma visite, en 1886, le minerai avait été mis au jour par l'enlèvement du drift à un certain nombre d'endroits le long du gîte, et une petite tranchée avait été pratiquée à un endroit. Postérieurement, depuis octobre 1891 jusqu'à mars 1892, ce dépôt a été exploité par la *Canada Iron Furnace Co.*, période durant laquelle à peu près 365 tonnes ont été extraites et expédiées au fourneau de la compagnie à Radnor, où le minerai a été fondu. M. Arthur Cole, B.Sc.A., qui était chargé de l'exécution des travaux, a eu l'obligeance de me fournir les renseignements suivants :—

" La plus grande partie du minerai a été extraite d'un puits qui, lorsqu'il a été abandonné, avait environ 35 pieds de profondeur, 10 pieds de largeur et 12 pieds de longueur. La couche de minerai variait de deux pieds et demi à trois pieds en largeur, et la plus grande partie en était libre de gangue. A une profondeur de 35 pieds, la couche s'es rétrécie à quelques pouces, et nous l'avons ensuite com-

plètement perdue de vue. Une galerie d'allongement a été poussée depuis l'extrémité ouest du puits le long de la couche sur une distance d'environ 40 pieds, le mur de la galerie étant à environ 15 pieds de la surface.

"Les travaux ont alors été discontinués, puis on les a repris en août 1892, mais cette fois à un point situé à environ 100 verges plus à l'ouest le long de l'affleurement du gîte. Ici, le minerai était en lits dont la largeur variait d'un pied à un pied et demi. Ces lits s'élargissaient souvent, mais alors ils étaient séparés en deux lits par une couche de roche intermédiaire.

"Dans certains endroits, les murs des lits étaient très clairement définis, tandis qu'en d'autres le minerai disparaissait graduellement dans la roche environnante. A peu près 50 tonnes ont été extraites de cette tranchée, qui avait environ dix pieds de profondeur et trente pieds de longueur.

"Les travaux ont été finalement discontinués au commencement de septembre, car l'on trouvait qu'il fallait enlever trop de roche."

Analyses. J'ai analysé un échantillon du minerai et constaté qu'il était ainsi composé :—

Oxyde ferrique	59·059
Oxyde ferreux	26·807
Acide titanique	Point.
Acide phosphorique	·015
Soufre	·001
Matière insoluble	9·897
Fer métallique	62·191
Phosphore	·007
Soufre	·001

Cette analyse fait voir d'une manière frappante la distinction qui existe entre les minerais de fer du gneiss à orthose et ceux de l'anorthosite, les premiers étant ordinairement exempts de titanium, tandis que les derniers sont riches en cet élément nuisible. Ce minerai, bien qu'il soit si près de l'anorthosite, est absolument exempt de titanium, tandis que les minerais semblables, dans les massifs d'anorthosite voisins, renfermant une forte proportion de cet élément.

La plupart des minerais de fer de cette région, à l'exception des minerais de fer limoneux, qui appartiennent aux dépôts superficiels, se rencontrent malheureusement dans le massif d'anorthosite de Morin, ou associés à cette roche, et, en conséquence, ils sont fortement titanifères. A ces minerais appartiennent les gisements suivants :—

Canton de Rawdon—Rang II, lot 2.

Ce dépôt est près du village de Sainte-Julienne, et, bien qu'il n'ait jamais été exploité, il a attiré passablement d'attention. Il se rencontre dans l'anorthosite de Morin, près du bord oriental du rameau en forme de bras déjà mentionné. Le minerai se trouve dans une variété feuilletée de l'anorthosite, blanchissant à l'air et assez riche en bisilicates, avec une allure variant de N. 8° O. à N. 25° O., et un plongement presque vertical. Plusieurs dykes noirs, apparemment formés de diabase, se trouvent dans le voisinage. Le minerai varie beaucoup sous le rapport du caractère, étant beaucoup plus pur en certains endroits qu'en d'autres, et se rencontre souvent sous forme de bandes de quelques pouces à plusieurs pieds de largeur, généralement concordantes, ou à peu près, avec la foliation de l'anorthosite, mais la recoupant dans certains cas. L'anorthosite et le minerai de fer sont très tordus et disloqués, et il est difficile de déterminer si le minerai a fait irruption à travers l'anorthosite, ou si les fissures où il recoupe l'anorthosite doivent être attribuées à des failles. Cependant, il a une orientation générale dans le sens de l'allure de l'anorthosite, la masse principale affleurant sur une distance d'environ 200 pieds à angle droit avec cette direction. Le "minerai" semble être en réalité une variété de l'anorthosite, et, dans la plupart des cas, il est trop pauvre en fer pour constituer un minerai dans le sens propre du mot. Rawdon.

Il est aussi fortement titanifère et contient fréquemment de la pyrite de fer comme élément constituant. Un échantillon que j'ai recueilli et que le Dr Hoffmann a analysé contenait :—

Fer métallique	42·29 pour 100.
Acide titanique	Proportion considérable.

Deux échantillons, examinés par le Dr B. J. Harrinton,* autrefois chimiste de la Commission géologique, ont donné les résultats suivants :—

	I	II
Fer métallique	38·57 pour 100	40.71 pour 100.
Acide titanique	33·67 "	33·94 "

tandis que l'on a constaté qu'un troisième échantillon, dans lequel la proportion du fer n'a pas été déterminée, contenait :—

Acide titanique	35·09 pour 100

Canton de Wexford—Rang 1, lot 7.

Sur ce lot, une petite tranchée a été pratiquée dans une roche dure et massive, de couleur foncée, contenant une certaine proportion de minerai de fer. Ses relations sur les lieux indiquent que c'est simple- Wexford.

* Rapport des opérations, Com. géol. du Canada, 1876-77, p. 533-4.

ment une variété locale de l'anorthosite de Morin, qui renferme une très forte proportion des éléments constituants les plus foncés de la roche, et un examen microscopique prouve que c'est le cas.

Lorsque l'on en examine des tranches minces, on voit que la roche est formée essentiellement d'un pyroxène de couleur foncée, accompagné de plagioclase et de minerai de fer. Une proportion assez considérable d'apatite, avec quelques grains de pyrite, de grenat et de biotite, s'y trouve aussi. La proportion de minerai de fer est relativement restreinte, ce minéral étant absolument absent de quelques-unes des tranches minces.

Un échantillon recueilli pour représenter la portion la plus riche de la masse a été examiné par le Dr Hoffmann, et l'examen a donné le résultat suivant :—

Fer métallique	20·27	pour 100.
Résidu insoluble	58·58	"
Acide titanique	Réaction évidente.	

Pas très loin de cette localité, un cas remarquable de variation magnétique locale a été observé en faisant l'arpentage du chemin reliant Sainte-Adèle et Saint-Sauveur, à l'endroit où il passe sur la ligne latérale qui sépare le canton d'Abercrombie et l'augmentation des Mille-Isles, sur le rang X du premier canton, et, ainsi, près du bord de l'anorthosite de Morin. A un certain endroit du chemin, l'aiguille subit une déclinaison de 44° sur une distance de 200 verges, reprenant plus loin sa position normale. Le chemin passe dans une vallée couverte de drift, où il n'y a aucun affleurement de roche, les affleurements les plus rapprochés de la position du maximum de déclinaison étant à 430 verges au sud-ouest, et à 70 verges au nord-est, respectivement, les roches dans chaque cas étant l'anorthosite ordinaire de la région. Il s'agit de savoir si la variation est causée par une masse de minerai de fer, et, si c'est le cas, la position de cette dernière peut seulement être déterminée par une étude magnétique de la localité.

Canton de Chertsey—Rang VIII, lots 5 et 6.

Chertsey.

Ce gîte est aussi situé dans le massif d'anorthosite de Morin, près de son bord. Comme dans le cas du gîte plus haut mentionné, c'est une variété d'anorthosite riche en fer. L'anorthosite, dans cette localité, est grossièrement rubanée, quelques-unes des bandes étant pauvres en minerai de fer, tandis que d'autres sont formées de minerai presque pur. Des affleurements étendus, très riches en minerai, se rencontrent dans toute la partie méridionale du lot 6. Le minerai, bien qu'il n'ait

pas été examiné chimiquement, est en toute probabilité, comme les autres minerais de fer se rencontrant dans l'anorthosite, riche en acide titanique.

Canton de Chertsey—Rang I, lot 9.

Ce gîte se rencontre dans l'anorthosite associée à du gneiss quartzeux au bord du massif de Morin. Bien qu'il contienne une assez bonne quantité de minerai de fer disséminé et localement considéré comme ayant de la valeur, dans aucune partie du gîte l'on n'a trouvé le minerai suffisamment abondant pour qu'il eût une importance industrielle.

Canton de Kilkenny—Rang VII, lot 7.

Ce gîte est formé d'une ocre ou limonite impure, se rencontrant près du bord de l'anorthosite de Morin et provenant apparemment de l'altération de la pyrite de fer, qui se trouve comme constituant une formation dans une bande d'anorthosite enclavée dans le gneiss près des limites du massif principal. La bande de roche à travers laquelle cette limonite est distribuée a une largeur considérable, mais il m'a été impossible de l'examiner partout à l'époque de ma visite, vu que la forêt couvrant la colline était en feu. Je n'ai pu trouver de couche de minerai de fer de plus d'un pied de puissance, et le gîte, d'après ce que j'en juge, est sans valeur comme dépôt de minerai de fer. Kilkenny.

Un échantillon de la limonite recueilli par moi a été examiné par le Dr Hoffmann, qui a constaté qu'il contenait :—

Fer métallique..... ..	25·75 pour 100.
Matière insoluble.....	Proportion considérable.

Il renfermait aussi une proportion considérable de manganèse, mais pas de titanium.

Canton de Kildare—Rang X, lot 11.

Sur ce lot, un gisement de minerai de fer limoneux a été mis au jour en creusant un fossé. Kildare.

On a pratiqué une tranchée de trois pieds de profondeur dans le minerai de fer sans atteindre le fond du dépôt, et le minerai affleurait dans le fossé sur une distance d'environ trente pieds. Le gîte est probablement de dimension considérable, et le minerai, sous le rapport du caractère, est semblable à celui que l'on exploite sur une si grande échelle et que l'on fond plus à l'est, dans le district des Trois-Rivières.

Un dépôt considérable de minerai de fer limoneux se rencontre aussi sur la ligne du chemin de fer Canadien du Pacifique, entre Joliette et Minerai de fer limoneux dans le comté de Joliette.

Saint-Gabriel-de-Brandon, dans le comté de Joliette. Ce dépôt a été examiné par M. Giroux.* La *Canadian Iron Furnace Co.* a exploité ce gîte et espérait en tirer environ 200 chargements de wagons en 1891.

Cette compagnie a aussi exploité des gisements sur les rangs III et IV du canton de Joliette. Celui qui se trouve sur le rang III est considéré comme un des meilleurs jusqu'ici ouverts par la compagnie. La puissance en varie de douze à dix-huit pouces, et il a environ trois chaînes de large sur cinq de long.

Dans tout le district de Joliette, par intervalles, entre les Laurentides et le Saint-Laurent, des gîtes de minerai de fer limoneux ont été découverts, et l'on en a extrait une quantité plus ou moins considérable de minerai à un grand nombre d'endroits. On constate que la qualité et la richesse du minerai varient grandement d'un endroit à un autre. La *Canada Iron Furnace Co.* a reçu de ce district environ 6,000 tonnes de ce minerai durant les années 1893, 1894 et 1895.

L'existence de minerai de fer limoneux en d'autres endroits, dans le drift de la partie sud-est de la superficie, est signalée dans la *Géologie du Canada*, 1863, page 727, ainsi qu'il suit :—

" A environ quatre ou cinq milles du village de l'Industrie (Joliette), on rencontre du minerai de fer limoneux en plusieurs endroits. Un de ces endroits se trouve en partie dans le canton de Kildare, et en partie dans l'augmentation des seigneuries de Lanoraie et de d'Autraye, embrassant une superficie d'à peu près neuf milles carrés ; et le nombre des localités défrichées où l'on voit des lambeaux de minerai est si grand, qu'il fait espérer qu'il deviendra peut-être profitable. Entre autres localités de cette région où l'on trouve le minerai, mentionnons la ligne séparant les premier et deuxième rangs de Kildare, sur les septième et huitième lots, et le septième lot, sur le chemin reliant les quatrième et cinquième rangs. Les autres localités où le minerai a été observé, sont la Côte Sainte-Emélie et la Côte Sainte-Rose ; mais ces endroits étant encore en partie couverts de bois, il est difficile de déterminer l'étendue du minerai, quoiqu'elle semble considérable. Plus loin à l'est, on a aussi rencontré ce minerai entre les rivières Sainte-Marie et L'Achigan, et dans la seigneurie de Lachenaye."—(*Nouvelle traduction*).

Ocre.—

Ocre.

Un dépôt d'ocre ferrugineuse, de couleur jaune foncée, a été observé sur le chemin unissant les rangs II et III du canton de Kildare, à

* Compte rendu sommaire des opérations de la Commission géologique, pour l'année 1891, p. 46 A.

Compte-rendu sommaire des opérations de la Commission géologique, pour l'année 1892, p. 51 A.

environ 600 verges au nord-est du point où le chemin, après avoir passé par le village de Saint-Ambroise-de-Kildare, traverse la ligne qui sépare ces rangs. Il se rencontre dans le drift sablonneux qui recouvre cette région, et était exposé dans une excavation d'environ trois pieds de profondeur. Sur l'épaisseur d'un pied, à partir de la surface, l'ocre est impure, étant mêlée avec une bonne quantité de sable, mais au-dessous, autant qu'elle se présentait au jour, elle était d'un caractère plus pur.

Or.—

Par intervalles, durant les trente dernières années ou plus, des concessions ont été prises en différents endroits dans ce district et exploitées pour l'or. Ces concessions, situées principalement dans les cantons de Chertsey et de Kildare, ont été visitées et examinées. Aucune ne donnait d'espérance par l'apparence, mais afin de faire déterminer d'une manière concluante la présence ou l'absence de l'or, l'on a remis au Dr Hoffmann, pour essai, un certain nombre d'échantillons choisis avec soin sur plusieurs de ces concessions. Il a constaté que ces échantillons étaient invariablement stériles. Cependant, comme ces dépôts ont attiré beaucoup d'attention dans la localité, et qu'ils sont encore mentionnés comme "mines d'or," quelques notes données brièvement à leur sujet auront peut-être encore de la valeur. Or.

Le premier groupe de ces concessions se trouve dans le canton de Kildare, au contact ou près du contact de l'anorthosite de Morin avec le gneiss laurentien, lequel entre comme une langue dans l'anorthosite qui l'entoure sur trois côtés. Les quatre localités suivantes appartiennent à ce groupe :—

Canton de Chertsey—Rang IV, lot 11.

La roche encaissante est l'anorthosite, dont un monticule perce à travers le drift. Cette anorthosite est traversée par de petites veines de quartz, et, par places, l'anorthosite et les veines de quartz contiennent une quantité considérable de pyrite, donnant à la surface de la roche exposée à l'air un aspect très rouilleux. Il y a environ quarante ans, des travaux assez considérables ont été faits ici par une compagnie locale, puis la concession a été abandonnée. On a découvert, après avoir essayé deux séries d'échantillons, choisis, l'une pour représenter les parties les plus pyritifères du dépôt, et l'autre les plus quartzeuses, que ces échantillons ne contenaient ni or ni argent. Chertsey.

Canton de Chertsey—Rang V, lot 15.

La roche encaissante est une anorthosite à grain fin, dans laquelle il y a un grand nombre de bandes et de veines d'une anortho-

site à gros grain, dont la largeur varie d'un pouce à deux pieds, et qui contiennent en plusieurs places de la pyrite de fer disséminée. Cette dernière constituait le "minerai." La concession a été exploitée durant trois ans, il y a environ trente ans, et l'on dit qu'on y a dépensé à peu près onze mille piastres. Le principal ouvrage consiste en un puits de 35 pieds de profondeur. Certains travaux de surface ont aussi été exécutés sur le flanc d'une falaise de l'anorthosite.

La roche, après l'extraction, était charroyée sur une distance d'environ un mille sur le bord de la rivière Ouareau, où on la traitait dans un moulin construit en cet endroit. Ce moulin, à l'époque de ma visite, s'en allait promptement en ruines. Il contenait une batterie de cinq bocards, ainsi que dix bassins d'amalgamation.

On dit que l'on avait obtenu un peu d'or, bien que la quantité en fût insuffisante pour couvrir les frais. On a recueilli une série d'échantillons dans diverses parties du dépôt exploité, dans le but de faire voir la moyenne du "minerai" qu'il serait possible, avec du soin, de se procurer. Ces échantillons ont été esayés par le Dr Hoffmann, qui a constaté qu'ils ne contenaient ni or ni argent.

Canton de Chertsey—Rang V, lot 7.

Dans la partie sud-ouest de ce lot, il y a une falaise de quartzite gris-bleuâtre avec bandes interstratifiées de quartzite blanche, les deux roches renfermant par places un peu de pyrite. Cette roche n'a pas été essyée, mais elle est très pauvre en apparence.

Canton de Chertsey—Rang VII, lot 9.

Près de l'extrémité septentrionale du lot, l'anorthosite est traversée par plusieurs veines de quartz blanc et bleuâtre, les plus grandes que j'aie vues ayant une largeur de trois pieds. L'une de ces veines a été ouverte, mais les indices de la présence de l'or ne justifient pas de nouvelles dépenses.

Canton de Kildare—Rang IX, lot 9.

Kildare. Sur ce lot, un puits de 25 pieds a été foncé il y a environ trente ans.

La roche exploitée pour l'or consiste en quartz blanc et grisâtre, se rencontrant en veines dans les gneiss rouges et gris du district, et concordant généralement avec la direction de leur foliation. Ces veines atteignent quelquefois une largeur de deux pieds, mais n'offrent aucun indice de la présence d'aucun métal précieux.

Augmentation de Kildare—Rang IV, lot 5.

Ici, la roche consiste en un calcaire cristallin plus ou moins impur, associé à un gneiss quartzeux gris. L'un et l'autre contiennent par places de petites paillettes de pyrite ou de pyrrhotine. Des travaux assez considérables ont été exécutés en différents temps. Ces travaux ont été commencés par M. Dupuis, de Joliette, qui, il a nombre d'années, a formé une compagnie et établi une batterie de cinq bocards, avec amalgamateurs et autres appareils. Il a exploité le gneiss pyritifère, et il dit qu'il en a obtenu de l'or, mais pas en quantités rémunératrices. Augmentation de Kildare.

A l'époque de ma visite, en 1888, les opérations avaient été reprises et étaient poussées par une petite compagnie locale. Les travaux consistaient en un puits d'environ 25 pieds de profondeur et deux courtes galeries, dont la seconde, percée dans une bande de calcaire cristallin, était flanquée de chaque côté par du gneiss. Trois groupes d'échantillons ont été recueillis pour essai : le premier comprenait un peu du gneiss primitivement exploité par M. Dupuis ; le deuxième provenait du toit, près de l'entrée de la seconde galerie ci-dessus mentionnée, d'un endroit d'où l'on a envoyé des échantillons à Chicago, qui ont donné à l'essai dit-on, $160 d'or à la tonne ; le troisième provenait du mur est de la même galerie à son extrémité.

Ces trois groupes d'échantillons ont été esayés séparément par le Dr Hoffmann, qui a constaté qu'ils ne contenaient ni or ni argent.

Le caractère ou le mode d'existence des roches exploitées dans cette localité n'est pas de nature à faire supposer qu'elles contiennent de l'or en quantités rémunératrices, et le résultat des essais donné plus haut prouve l'exactitude de ces indices négatifs.

Canton de Rawdon—Rang VII, lot 27.

Une petite excavation a été faite ici dans un gneiss grenatifère se rouillant à l'air, lequel, dans certains cas, est micacé et porte de petites veines de pyrite. On dit que la roche a été essayée et qu'elle a donné de l'or en proportions variées. Rawdon.

Cependant, des échantillons ont été essayés par le Dr Hoffmann, qui a trouvé qu'ils ne contenaient ni or ni argent.

Canton de Rawdon—Rang VI, lot 24.

C'est un gneiss grenatifère semblable, se rouillant à l'air, contenant souvent un peu de graphite et de pyrite. Ce dernier minéral est quelquefois présent dans une proportion considérable. Une série d'échan-

tillons représentant la moyenne d'une bande de cette roche d'une largeur d'environ six pieds a été recueillie, mais, comme dans l'autre cas, le Dr Hoffmann a trouvé qu'ils ne contenaient ni or ni argent.

Canton de Cathcart—Rang V, lot 8.

Cathcart.

Un gneiss, blanc sur une cassure fraîche, mais dont la plus grande partie est tellement décomposée que l'on y a creusé avec une hache, à plusieurs pieds de profondeur, des excavations pour fondations et autres fins. La roche décomposée ressemble à une ocre dure et contient par places du graphite disséminé. Le Dr Hoffmann a constaté qu'elle ne contenait ni or ni argent.

"La Barrière"—Canton de Courcelles.

La Barrière.

Près de l'angle méridional du canton de Courcelles, sur le chemin de Mattawin, à quelques centaines de verges au nord de la ligne qui sépare Tracy de Courcelles, il y a une autre "mine d'or," à un endroit appelé "La Barrière" Des travaux assez considérables ont été exécutés ici par "la Compagnie des mines d'or de Mattawin." Une petite veine de quartz de six à huit pouces de large et contenant un peu de pyrrhotine a été d'abord exploitée, mais plus tard, une tranchée a été pratiquée sur le devant de la falaise de gneiss, où se retrouvait cette veine, mais sans suivre aucune veine bien définie.

Le gneiss est gris ou quelquefois blanc, souvent grenatifère, et contient parfois un peu de pyrrhotine et de pyrite. On dit que des échantillons provenant de cette localité, essayés aux Etats-Unis, ont été renvoyés comme contenant $434 d'or à la tonne. D'autres contenant moins d'or renfermaient, dit-on, plusieurs onces d'argent à la tonne.

Des échantillons recueillis à la mine, par M. Giroux, et d'autres échantillons du quartz essayés aux Etats-Unis, et au sujet desquels on avait rapporté qu'ils contenaient des proportions considérables d'or et d'argent, ont été essayés par le Dr Hoffmann au laboratoire de la Commission, qui a trouvé qu'ils ne contenaient qu'une trace d'or et pas d'argent.*

Graphite.—

Graphite.

Ce minéral se rencontre souvent en quantité considérable dans le gneiss se rouillant à l'air de certaines parties de la région, surtout dans la partie orientale du canton de Rawdon, N. N.-E. du village de Rawdon, et sur le prolongement de la direction de ces roches vers le

* Compte rendu sommaire des opérations de la Commission géologique pour 1891, p. 47 A.

nord, dans le canton de Cathcart, ainsi que plus loin vers le nord sur la rivière L'Assomption. Dans aucune des localités de cette partie de la région, cependant, le graphite ne se trouve assez abondamment pour constituer un dépôt d'importance industrielle, bien que les conditions géologiques soient telles qu'elles rendent fortement probable la découverte de gisements de graphite de valeur dans ce district.

Du côté occidental du massif, du gneiss graphitique a été observé sur la rivière du Diable, dans l'angle occidental du canton d'Archambault, tandis que l'on connaît l'existence de gisements de graphite considérables dans la partie située à l'extrême sud-ouest de la superficie couverte par la carte ci-jointe, dans Grenville et les cantons voisins. Ces gisements sont mentionnés dans des rapports précédents de la Commission géologique (voir *Géologie du Canada*, 1863, p. 842), mais je ne les ai pas visités depuis ; comme je l'ai déjà dit, l'exploration de cet angle de la superficie a été faite par le Dr Ells. On trouvera dans son rapport d'autres détails à leur égard.

Apatite.—

Nous savons aussi qu'il existe des dépôts de ce minéral dans l'angle sud-ouest de la superficie, et il en sera question dans le rapport du Dr Ells. Le seul gîte d'apatite connu dans la partie restante du massif se trouve sur le rang I, lot 33 du canton de Cartier. Ici, deux tranchées, chacune ayant environ huit pieds de profondeur, ont été pratiquées dans une veine de granit à gros grain de six pieds de large, recoupant un gneiss grenatifère grisâtre. Cette veine est formée essentiellement de quartz, de couleur blanche à brun foncé, avec orthose blanche, biotite et muscovite, les plus grands cristaux de cette dernière ayant quatre pouces de diamètre. L'apatite, la tourmaline et le grenat se rencontrent en plus petite proportion. Un petit cristal de béryl vert pâle a aussi été observé. Apatite.

L'apatite se trouve en petits cristaux, mais non pas en abondance suffisante pour permettre l'exploitation de la veine avec avantage, et les espérances que l'on nourrissait au sujet de l'augmentation de la quantité du minéral à mesure que l'on suivrait la veine en profondeur n'ont pas été réalisées. La tourmaline noire a été prise à tort pour de la houille dans tout le district, et l'on parle généralement du gisement comme d'une " mine de houille."

Mica.—

Lac Ouareau.

On trouve le mica en grands feuillets dans un certain nombre de localités de la paroisse de Saint-Donat, aux environ du lac Ouareau. Mica.

A l'époque de ma visite, en 1887, il n'en avait pas été trouvé en place, mais les cultivateurs en déterraient des quantités considérables en labourant certains champs. Des échantillons recueillis dans une de ces localités, à l'endroit où le chemin descendant la rive ouest du lac Ouareau traverse le 11e rang du canton de Chilton, ont été reconnus pour du phlogopite.

Kildare—Rang VII, lot 12.

Le phlogopite se rencontre sur ce lot, disséminé dans une roche pyroxénique contenant du quartz, du feldspath et un peu de tourmaline. Des feuillets de six pouces sur huit ont été recueillis. Une tranchée a été pratiquée dans le dépôt, et l'on a expédié une petite quantité de ce mica.

Tripoli.—

Tripoli.

M. Giroux en mentionne un petit dépôt se rencontrant près d'un lac, à quelques milles au nord de Chertsey, où les cultivateurs l'emploient pour blanchir leur bâtiments.

Roche grenatifère.—

Des bandes de gneiss fortement grenatifère se trouvent dans plusieurs localités dans ce massif, associées au gneiss se rouillant à l'air, à la quartzite et au calcaire cristallin. Dans deux endroits, elles sont associées à des bandes de roche grenatifère granulaire, assez puissantes pour avoir une valeur industrielle.

Roche grenatifère.

La première de ces localités est sur le fond du lot 20 du rang VII du canton de Rawdon, où plusieurs lits d'une roche formée en très grande partie de grenat rouge se rencontrent interstratifiés avec un gneiss grenatifère finement granulé et de la quartzite blanche, le plus considérable des lits de grenat ayant environ deux pieds de puissance. Certaines parties de ces lits consistent en grenat presque pur, tandis que dans d'autres parties, ce minéral est mêlé avec un peu de quartz, de feldspath et de mica foncé. On a fait sauter quelques quartiers de roche dans cette localité, mais le dépôt n'a pas encore été exploité, bien qu'il soit possible d'en tirer une grande quantité de grenat.

Les caractères microscopiques de la roche sont décrits à la page 90 J.

Une variété encore plus pure de la roche grenatifère se rencontre en lits d'une puissance considérable sur le lot voisin, n° 21 du rang VII de Rawdon, mais ces dépôts n'ont pas encore été ouverts. L'autre

localité a été mentionnée il y a plusieurs années par sir William Logan (*Rapport des opérations*, 1853-56, p. 44), qui en a parlé ainsi :—

" Sur le côté ouest du calcaire cristallin de Saint-Jérôme, des lits de roche grenatifère sont intrestratifiés avec la quartzite de la localité. La composition en varie, et ils consistent quelquefois en un certain nombre de grenats rouge-hyacinthe, passant au rose sous l'action des agents atmosphériques, avec prismes blanc jaunâtre de diopside, parmi lesquels se trouvent de petits grains de feldspath verdâtre passant au blanc opaque à l'air, quelques menues écailles de graphite, et un nombre encore plus restreint de grains noirs plus brillants que l'on suppose être du schorl. Dans certains lits, les grenats existent presque à l'exclusion des autres minéraux, mais ils varient beaucoup sous le rapport des proportions dans lesquelles ils sont dissémiminés, en bandes onduleuses parallèles, dans l'épaisseur des quatre ou cinq pieds composant l'éminence où ils affleurent, les bandes étant séparées par de minces cloisons de quartzite et de feldspath. En général, les grenats prédominent dans une grande mesure, et la quantité en semblerait suffisante pour les exploiter au point de vue industriel." (*Nouvelle traduction.*)

Calcaire cristallin.—

Les puissantes bandes de calcaire cristallin qui se rencontrent dans plusieurs parties du massif, et dont la distribution a déjà été expliquée, ont une valeur industrielle très considérable, de même qu'elles offrent un haut intérêt scientifique. Bien que le grain en soit trop grossier pour en faire une bonne qualité de marbre, et que la demande de pierre à bâtir soit très limitée, le calcaire est converti en chaux en plusieurs endroits, et de cette manière l'on répond largement aux besoins locaux, surtout dans les parties reculées de la région, qui sont très éloignées des calcaires paléozoïques bordant le Saint-Laurent. Calcaire cristallin.

Près de Saint-Sauveur, dans l'augmentation des Mille-Isles, le calcaire blanc-bleuâtre grossièrement cristallin qui se montre ici en très grands affleurements, a été calciné par intervalles depuis nombre années, sir William Logan ayant, dans les premières années de la Commission géologique du Canada, signalé aux cultivateurs de cet établissement le fait que la roche était propre à la production de la chaux. Saint-Sauveur.

Au lac Ouareau, aux environs de la ligne bornant l'arrière du canton de Chilton, comme je l'ai déjà mentionné (p. 25 J), l'on a découvert une puissante bande de calcaire semblable, formant la plus grande partie de deux îles situées à mi-chemin à peu près en remontant le lac et près de sa rive ouest, et affleurant aussi ailleurs dans le voisinage. Avant Lac Ouareau

cette découverte, les colons d'ici étaient très éloignés de tout dépôt connu de calcaire, et ils allaient chercher la chaux dont ils avaient besoin à Saint-Jérôme, distance de quarante milles, par des chemins qui n'étaient pas toujours des meilleurs. Les habitants du district vont maintenant construire des fours et fabriquer leur propre chaux.

Saint-Jovite. A Sainte-Jovite, à l'ouest, dans le canton de De Salaberry, l'on calcine aussi du calcaire cristallin, et, dans le cours du temps, la bande mentionnée comme passant en descendant le lac Tremblant sera probablement utilisée d'une manière semblable.

Rawdon. Les calcaires se trouvant à l'est du massif de l'anorthosite de Morin sont aussi calcinés dans un certain nombre d'endroits. Il y a des fours à chaux sur le lot 28 du rang X de Rawdon, ainsi que sur le lot 28 du rang XI du même canton, que l'on alimente à même les dépôts de calcaire très considérables de cette localité. On dit que la chaux produite est de couleur un peu foncée, mais qu'elle est nette et très forte, formant en se durcissant une sorte de ciment. Sur le prolongement septentrional de la même bande dans le canton de Cathcart, le calcaire est calciné en plusieurs endroits dans le voisinage de Saint-Côme.

Chaux. L'un des principaux fours est situé sur le lot 23 du rang IX et a une capacité de 100 boisseaux. Pour calciner cette quantité, il faut environ six cordes de bois, que l'on peut se procurer pour cinquante cents la corde; le feu est allumé pendant trois jours et trois nuits. La chaux, qui est pure, nette et ferme, se vend $1.00 la barrique (six boisseaux). Un autre four à chaux est situé sur le lot 27 du rang XI du même canton.

Les calcaires, en plusieurs autres endroits plus haut mentionnés en décrivant leur distribution, pourraient aussi fournir des approvisionnements abondants d'excellente chaux. Nous pouvons dire, cependant, que la chaux produite par ces calcaires laurentiens ne convient pas, en règle générale, autant à la confection des mortiers que l'on emploie pour les travaux intérieurs qu'à la confection de ceux dont on se sert pour les travaux en brique et en maçonnerie, vu qu'elle est ordinairement de couleur plus foncée que la chaux provenant des calcaires paléozoïques des plaines, et elle est souvent un peu "sableuse," à cause des impuretés contenues dans la roche.

Marbre.—

Marbre. Outre les calcaires mentionnés ci-dessus, qui ont été convertis en chaux, deux dépôts de calcaire ont été exploités comme marbre.

Le premier est situé dans le canton de Cathcart, près de la ligne partageant les lots 8 et 9 du rang VI, et a été ouvert comme carrière de marbre en 1881 par MM. Guilbault et Dupuis, de Joliette, et M.

William Burns, de Rawdon. Une tranchée d'environ 30 pieds sur 40 a été pratiquée, et les travaux ont été ensuite suspendus. On dit que l'on en a tiré des échantillons de marbre d'une bonne qualité et prenant un bon poli. Un examen des lieux, cependant, démontre que le marbre, qui passe d'un grain moyen à un grain assez grossier, est mélangé avec des bandes et des veines d'une serpentine verte et d'une roche pyroxénique grise, cette dernière en diminuant sérieusement la valeur comme marbre. La quantité en paraît aussi limitée. Le pyroxène, qui se présente sous la forme d'un agrégat granulaire ayant un peu l'apparence du marbre, est une malacolite ayant une pesanteur spécifique de 3·228, et contenant 52·48 pour 100 de silice, avec un peu d'alumine et des traces de fer et de manganèse. La serpentine provient de l'altération de ce pyroxène, et en plusieurs endroits on peut la voir passer graduellement à cette roche. Elle est quelquefois d'un vert clair et quelquefois d'un vert foncé, et elle pénètre fréquemment le pyroxène, le partageant en massifs rectangulaires séparés par d'étroits filons de serpentine, donnant à la roche une apparence assez frappante. On voit, dans quelques échantillons, un peu de mica brun, de tourmaline et de pyrite de fer.

Un autre marbre, tout à fait différent de caractère et d'âge, se rencontre à environ un mille de Saint-Lin, sur le chemin gagnant New-Glasgow. La roche appartient à la formation de Chazy et affleure à l'endroit où un petit cours d'eau, tributaire de la rivière L'Achigan, s'ouvre un passage dans le drift et met à découvert la roche sous-jacente. Le marbre est produit par l'altération du calcaire de Chazy causée par une bande de trapp intarcalée, qui occupe le lit du cours d'eau. Il est de couleur rouge et forme une mince couche sur les trapps. Il a été exploité dans une mesure restreinte, mais les travaux étaient suspendus à l'époque de ma visite.

La trapp, dont la composition est quelque peu inusitée, a déjà été mentionné lorsque nous avons décrit les dykes de la superficie (p. 148 J.)

Anorthosite.—

Cette roche, bien qu'elle ait été peu utilisée comme pierre à bâtir, pourrait en plusieurs cas être employée avec avantage comme pierre décorative. On peut en trouver en quantité illimitée dans le massif de Morin, de toute couleur, depuis le violet foncé jusqu'au blanc. Les variétés opalines ne se voient que rarement dans ce district. Pour juger de son apparence lorsqu'elle est taillée et polie, deux gros blocs, l'un de la variété violette, et l'autre de la variété blanche, ont été recueillis, et des cubes de six pouces en ont été préparés. Ces cubes ont Anorthosite.

été exposés à l'Exposition des Colonies et des Indes tenue à Londres en 1886. La variété violette a été prise sur le côté est du rang II du canton de Morin, et lorsque le bloc a été poli, il présentait une magnifique apparence, mais il était de couleur un peu foncée. La variété blanche, tirée des grands affleurements de New-Glasgow, a pris un beau poli, et, dans cet état, l'on a trouvé qu'il avait une ressemblance frappante avec le marbre. Elle est d'un travail plus difficile que le marbre, mais elle serait plus durable et conserverait mieux son poli, surtout dons les situations exposées, et il serait possible de l'employer à plusieurs fins dans la construction.

Pierre à pavage.

Vu sa tenacité et sa durabilité, cette anorthosite blanche de New-Glasgow a été employée sur une grande échelle comme pierre à pavage dans la ville de Montréal, surtout dans les rues où il se fait un fort trafic. Un certain nombre de petites carrières ont été ouvertes dans le voisinage de New-Glasgow, tandis qu'une plus considérable est exploitée à environ deux milles au nord du village. On fait sauter la pierre en gross blocs, puis elle est ensuite taillée, au moyen de gros marteaux, selon la dimension voulue. L'industrie qui a ainsi été créée est assez considérable ; lors de ma dernière visite, au mois d'août 1881, 541,000 blocs d'anorthosite à pavage avaient déjà été expédiés à Montréal par chemin de fer.

SOMMAIRE DE LA GÉOLOGIE ARCHÉENNE.

1. Les roches archéennes dans ce massif sont d'âge laurentien, et sont en partie assignables à la série de Grenville et en partie au gneiss fondamental.
2. La série de Grenville renferme des gneiss, ainsi que des calcaires et des quartzites, qui sont d'origine neptunienne, ayant la composition chimique et l'attitude stratigraphique des roches sédimentaires. Cependant, à ces roches sont intimement associés d'autres gneiss qui sont d'origine ignée.
3. Le gneiss fondamental consiste en grande partie, sinon exclusivement, en roches ignées dans lesquelles une structure rubanée ou feuilletée a été produite par des mouvements causés par la pression.
4. Les deux séries sont pénétrées par diverses masses ignées, dont les plus importantes sont de grands épanchements d'anorthosite, roche de la famille des gabbros, caractérisée par une grande prédominance de plagioclase. Cette roche est parfaitement massive par endroits, mais elle accuse généralement la structure irrégulière si souvent observée dans les gabbros, structure produite de place en place par l'inégalité de la dimension du grain ou de la proportion relative des éléments constituants. Outre cette structure primitive, la roche montre presque toujours une structure protoclastique, cataclastique ou granulée particulière, structure qui se voit spécialement bien dans les variétés feuilletées. Elle diffère de la structure caractéristique du métamorphisme dynamique observée dans les grands districts montagneux du monde, ayant été amenée par des mouvements produits dans la masse rocheuse, alors que celle-ci était encore profondément ensevelie sous l'écorce terrestre et qu'elle était probablement très chaude, peut-être près du point de fusion.
5. La même structure granulée se voit aussi dans tous les gneiss formés de roches ignées massives par des mouvements dynamiques.
6. Les roches neptuniennes finement granulées du laurentien, d'un autre côté, ont été altérées principalement par un procédé de recristallisation.
7. Le "laurentien supérieur," ou "groupe d'anorthosite" de sir William Logan, n'existe pas comme formation géologique indépendante, l'anorthosite, qui était considérée comme son principal élément

constituant, étant une roche irruptive, et les parties qui en restent appartenant à la série de Grenville.

8. Dans tous les cas de superposition en couches discordantes de l'anorthosite sur les gneiss laurentiens, cas qui ont été examinés avec soin, nous constatons que la discordance a été causée par l'irruption.

9. Les anorthosites sont probablement d'âge précambrien, et semblent s'être épanchées vers la fin du laurentien.

10. Les anorthosites canadiennes sont identiques sous le rapport du caractère avec les anorthosites associées aux roches archéennes des Etats-Unis, de Norvége, de Russie et d'Egypte. Toutefois, les anorthosites norvégiennes sont probablement d'âge plus récent que celles du Canada.

APPENDICE I.

Travaux relatifs aux anorthosites du Canada.

Adams, Frank D. : Les roches à anorthosite du Canada. *Proc. Brit. Ass. Adv. Sc.*, 1886.

— Mémoire sur la présence de zones de certains silicates autour de l'olivine se rencontrant dans les roches à anorthosite de la rivière Saguenay. *Am. Naturalist*, nov. 1885.

— Rapports préliminaires au directeur de la Commission géologique du Canada sur les massifs d'anorthosite du Saguenay et de Morin. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1884, 1885, 1887.

— Ueber das Norian oder Ober-Laurentian von Canada. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, &c.*, Beilage Band VIII., 1893. Traduit dans le *Canadian Record of Science*, oct. 1894, janv. 1895, juillet 1895.

Baddeley : Géologie d'une partie de la côte du Labrador. *Trans. Soc. litt. et hist. de Québec*, 1829.

— Géologie d'une partie de la région du Saguenay. *Ibidem*, 1829.

Bailey et Matthew : Géologie du Nouveau-Brunswick. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1870-71.

Bayfield : Notes sur la géologie de la côte nord du Saint-Laurent. *Trans. Geol. Soc.*, Londres, vol. V, 1833.

Bell, Robert : Rapport sur la géologie du lac Huron. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1876-77, p. 221.

— Observations sur la géologie, la minéralogie, la zoologie et la botanique de la côte du Labrador, du détroit et de la baie d'Hudson. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1882-84.

Bigsby, John : Liste des minéraux et des débris organiques se rencontrant au Canada. *Am. Journ. Sci.* (I), vol. VIII, 1824.

Cayley, Ed. : En remontant la rivière Moisic. *Trans. Soc. litt. et hist. de Québec*, vol. V, 1862.

Cohen, E.: Das Labradorit-führende Gestein der Küste von Labrador. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1885, I., p. 183.

Davies, W. H. A.: Notes sur la baie des Esquimaux et la région environnante. *Trans. Soc. litt. et hist. de Québec*, vol. IV, 1843.

Emmons, Eb.: Rapport sur la géologie du second district de l'Etat de New-York. Albany, 1842.

Ferrier, W. F.: Notes sur les caractères microscopiques de quelques roches des comtés de Québec et de Montmorency, recueillies par A. P. Low en 1889-91. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1890-91, (L).

Hall, James : Notes sur la position du calcaire à serpentine du nord de l'Etat de New-York, etc. *Am. Journ. Sci.* (III), vol. XII, 1876.

Hawes, G. W.: Sur la détermination du feldspath dans les tranches minces de roches. *Proc. National Museum*, Washington, 1881.

Hind, H.-Y.: Observations sur le drift glaciaire supposé dans la péninsule du Labrador, etc. *Q. J. G. S.*, Janv. 1864.

— Exploration dans l'intérieur de la péninsule du Labrador. Londres, 1863.

Hunt, T. Sterry : Examens de quelques roches feldspathiques. *Phil. Mag.* de Londres, Edimbourg et Dublin, mai 1855.

— Notes sur une norite ou labradorite. *Am. Jour. Sci.* 1870.

— La géologie de Port-Henry, New-York. *Canadian Naturalist*, mars 1883.

— Comparaisons des anorthosites canadiennes avec les gabbros de Skye. *Dublin Quart. Journ.*, juillet 1863.

— Roches azoïques. Partie I. *Report of Geol. Survey of Pennsylvania*, 1878.

Jannasch, P.: Uber die Löslichkeit des Labradors von der Paulsinsel in Salzsäure. *Neues Jahrb. für Min.*, 1884, II. 42.

— Uber eine neue Methode zur Aufschilessung der Silicate. *Ber Deutsh. Chem. Ges.* Berlin, 1891, XXIV, 273.

Jukes, J. B.: Rapport général sur la Commission géologique de Terre-neuve, 1839-40. Londres, 1843.

Kemp, J. F.: Calcaires cristallins, ophicalcites et schistes associés des Adirondacks orientales. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. VI, 1895.

— Gabbros de la rive occidentale du lac Champlain. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. V, 1894.

— Exemples du métamorphisme dynamique d'anorthosites et de roches s'y rattachant dans les Adirondacks. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. VII, p. 488, 1896.

Laflamme : Anorthosite au Château-Richer. Rapport au directeur de la Com. géol. du Canada, 1885.

— Compte rendu des observations géologiques faites dans la région du Saguenay. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1884.

Lawson, A. C.: Les anorthosites du lac Supérieur, côte du Minnesota. *Geol. and Nat. Hist. Surv. of Minnesota.* Bull. n° 8, 1893.

— Les roches noritiques du Canada. *Science*, 26 mai 1893.

Leeds, Albert R.: Notes sur la lithologie des Adirondacks. 13*th Ann. Rep. of the New-York State Museum of Nat. Hist.*, 1876 ; aussi, *American Chemist*, mars 1877.

Lieber, O. M.: Die Amerikanische Astronomische Expedition nach Labrador im Juli, 1860. *Peterm Mitth.* 1861.

Logan, W. E., et Hunt, T. S.: Rapports de la Commission géol. du Canada. 1852-58, 1863, 1869.

— Notes sur la présence de débris organiques dans les roches laurentiennes du Canada. *Q. J. G. S.*, nov. 1864.

Low, A. P.: Expédition au Mistassini. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1885, (D).

— Notes sur l'anorthosite de Saint-Urbain, rivière du Rat, etc. Compte rendu sommaire de la Com. géol. du Canada, 1890.

— Exploration récente de la péninsule du Labrador, *Canadian Record of Science*, vol. VI, n° 3.

— Rapport sur la géologie et les ressources minérales de la partie méridionale des comtés de Portneuf, Québec et Montmorency, P.Q. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1890-91, (L).

McConnell, R. G.: Notes sur l'anorthosite du canton de Brandon. Compte rendu sommaire de la Com. géol. du Canada. 1879-80.

Obalski, J.: Notes sur la présence de l'anorthosite sur la rivière Saguenay. *Rapport du Commissaire des terres de la Couronne de la province de Québec*, 1883.

Packard, A. S.: La côte du Labrador. Londres, 1861.

— Observations sur les phénomènes glaciaires au Labrador et dans le Maine, etc. *Mem. Boston Soc. Nat. Hist.*, vol. I, 1865.

— Observations sur les dépôts de drift au Labrador. *Canadian Naturalist*, nouvelle série, vol. II.

Puyjalon, H. de : Notes sur la présence de l'anorthosite sur le golfe Saint-Laurent. *Rapport du Commissaire des terree de la Couronne, province de Québec*, 1883-84.

Reichel, L. J. : Labrador, Bemerkungen über I and und Leute. *Peterm. Mitth.*, 1863.

Richardson, J. : La géologie du voisinage du lac Saint-Jean. *Rapport de la Com. géol. du Canada*, 1857.

— La géologie du bas du Saint-Laurent. *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1866-69.

Rosenbusch, H. : Mikroskopische Physiographe der massigen Gesteine, 1886, p. 151.

Roth, J. : Allgemeine und chemische Geologie, Bd. II., p. 195.

— Uber das Vorkommen von Labrador. *Sitz. Berlin Akad.*, vol. XXVIII., p. 697, 1883.

Selwyn, A. R. C. : Rapport sur la stratigraphie du groupe de Québec et des plus anciennes roches cristallines du Canada, 1877-78.

— Comptes rendus sommaires de la Com. géol. du Canada, 1879-80, 1889.

Selwyn, A. R. C., et Dawson, G. M. : Esquisse descriptive de la Confédération du Canada. Publiée par la Com. géol. du Canada, 1882.

Smyth, C. H., jr. : Gabbros dans la région sud-ouest des Adirondacks. *Am. Journ. Sci.*, juillet 1894.

— Calcaires cristallins et roches associées de la région nord-ouest des Adirondacks. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. VI, 1895.

Steinhauer, M. : Notes relatives à la géologie de la côte du Labrador. *Trans. Geol. Soc.*, Londres, vol. II, 1814.

Van Hise, C. R. : Mémoires sur les relations entre l'Archéen et l'Algonquin. *Bull. U. S. Geol. Survey*, n° 86, 398.

Vennor, H. G. : Note sur la présence de l'anorthosite. Compte rendu sommaire de la Com. géol. du Canada, 1879-80 ; aussi, *Rapp. de la Com. géol. du Canada*, 1876-77, pages 293-307.

Vogelsang, H. : Sur le Labradorite coloré de la côte du Labrador. *Archives Néerlandaises*, T III. 1868.

Van Werveke, L. : Eigenthümliche Zwillingsbildungen am Feldspath und Diallag. *Neues Jahrb. für. Min.*, 1883, II, p. 97.

Wichmann, A. : Uber Gesteine von Labrador. *Zeits. d. d. Geol. Ges.*, 1884.

Wilkins, D. J. : Notes sur la géologie de la côte du Labrador. *Canadian Naturalist*, 1878.

APPENDICE II.

FONTE DES MINERAIS DE FER TITANIFÈRES.

Comme les anorthosites, dans différentes parties du laurentien, contiennent fréquemment de grands gîtes de minerai de fer invariablement riche en titanium, la question de la possibilité de fondre ces minerais est d'une grande importance pratique au Canada.

Plusieurs tentatives que l'on a faites pour fondre ces minerais ayant échoué, les dépôts en question ont été considérés comme ayant peu de valeur. Des études faites récemment sur les conditions dans lesquelles les minerais de fer titanifères peuvent être fondus avec avantage, par M. A. J. Rossi, ont cependant une grande portée sur la question, et le mémoire dans lequel M. Rossi fait connaître les résultats de ses recherches, lequel a été publié dans *The Iron Age* du 6 et du 20 février 1896, est en conséquence reproduit ici sous une forme légèrement abrégée. Il est possible que quelques-uns de ces minerais de fer d'anorthosite du Canada les moins fortement titanifères pourraient être exploités, si le procédé recommandé par M. Rossi était suivi.

FONTE DES MINERAIS DE FER TITANIFÈRES.

PAR A.-J. ROSSI, NEW-YORK.

Considérations générales.

Dans un travail lu à la réunion de l'*American Institute of Mining Engineers*, tenue à Montréal en février 1893,* nous avons eu l'occasion de traiter une question qui a provoqué beaucoup de discussion : je veux parler de la fonte des minerais titanifères. Dans ce travail, dont nous parlerons ci-après, nous nous sommes fait le défenseur de ces minerais si décriés, et il nous a été donné, pendant le débat, si court qu'il ait été, de voir les efforts que nous faisions pour réhabiliter ces minerais appuyés par des personnes qui occupent un rang éminent dans le monde de la métallurgie et de la science. A cette époque, nous avons attiré l'attention sur le fait que ces minerais avaient été fondus avec succès en Angleterre en 1868, à Norton-sur-Tyne, par le Dr Forbes, et nous avons cité le savant mémoire de Wm M. Bowron,‡ alors chargé des travaux en qualité de chimiste. Dans ce mémoire, il

* Vol. XXI, p. 832.
‡ A. I. M. E., vol. XI, p. 159.

explique en détail le traitement métallurgique, donnant la composition de toutes les matières mises dans le fourneau (16 pieds de diamètre aux étalages, et 50 pieds de hauteur), et celle du laitier en résultant.

Il dit : "L'incertitude de l'importation des minerais,"—qui venaient de Norvége,—"leur pauvreté (35 à 36 pour 100 de fer), et l'énorme quantité d'acide titanique qu'ils contenaient (38 à 40 pour 100) ayant milité sérieusement contre l'économie commerciale du procédé, après une application de quelques années ;" mais, ajoute-t-il, "le procédé, en tant que procédé, a parfaitement réussi."

La discussion soulevée par notre travail a fait voir que "des minerais titanifères de Taberg (Suède) avaient été facilement fondus depuis des années ;" "que ces minerais ont une valeur spéciale, étant ordinairement tout à fait exempts de phosphore ;" "que des minerais contenant 5 à 6 pour 100 de titanium (8·33 à 10 pour 100 TiO_2) sont régulièrement employés depuis longtemps dans un grand établissement de la Pennsylvanie avec beaucoup d'avantage ;" "qu'il y avait des fourneaux employant des minerais titanifères, sans le savoir, avec des résultats avantageux." * Ces minerais se rencontrent en dépôts considérables dans ce pays, "quelques-uns de ces dépôts ayant été providentiellement placés aux endroits où ils devaient être le plus avantageux."

Le Dr Forbes a déclaré formellement que partout où la proportion de titanium ne dépassait pas environ 8 pour 100 (13 à 14 pour 100 TiO_2), "l'on n'éprouvait aucune difficulté à traiter les minerais proprement et avantageusement."

Dans le même débat, le Dr W. B. Phillips, de Birmingham, Ala., a résumé très clairement et très élégamment nos propres idées sur le sujet, lorsqu'il a dit : "Jusques à quand les métallurgistes américains soutiendront-ils que ces minerais ne peuvent pas être traités avec avantage?" Que "le jugement porté contre eux était injuste, étant basé absolument sur des raisons insuffisantes et loin de faire honneur à l'esprit de progrès des métallurgistes américains ;" que, quant à lui, "il croit que la fonte des minerais titanifères promet beaucoup de succès.'"

Quant aux qualités spéciales du métal que l'on en retire, à quelque cause qu'on puisse les attribuer—à l'absence de phosphore ou à quelque action particulière—il semble qu'il existe une sorte de sentiment général, et les résultats des expériences que nous avons faites nous-même sur une grande échelle sur la résistance, les propriétés de la trempe, etc., de mélanges dans lesquels entrait la fonte, contribuent à

* A. I. M. E.—H. B. Netze, mémoire, réunion de Baltimore, 9 fév.

prouver la vérité de l'assertion "que ces minerais ont produit en Angleterre un fer de forge qui a rapporté sur le marché le double du prix du fer commun. Comme mélange employé pour donner à d'autres fers les propriétés de flexabilité à froid; pour produire un fer propre à être mélangé avec d'autres fers qui ne possèdent pas tout à fait les qualités nécessaires à la fabrication des plaques à chaudières, des feuilles à poinçonner à froid, et autres choses semblables, et pour fournir un fer supérieur en général, ces minerais sont des plus précieux."*

Nous avons eu l'occasion de mentionner la fonte consommée que l'on fait depuis des années en ce pays, depuis environ 40 ou 50 ans, de semblables minerais qui se trouvent en gîtes considérables dans les Adirondacks.† Nous avons même donné les plans d'un fourneau de 15 tonnes de capacité qui est encore là, et qui a été construit après l'heureux fonctionnement de deux fourneaux plus petits. Le manque de communications par voie ferrée, la mort des principaux intéressés et la guerre civile ont seuls été la cause de l'abandon de l'entreprise à cette époque, mais dans ce cas aussi les qualités supérieures du produit ont été attestées par plusieurs épreuves faites par l'Etat

La médaille‡ que l'on a reçu comme prix à l'Exposition Universelle de Londres, en 1851, pour des échantillons de fer et d'acier fabriqués avec la fonte provenant de ces minerais, est un fait qui constitue une autre preuve de cette supériorité. Les exemples pourraient être multipliés.

En résumé, nous voyons:—

1. Que ces minerais ont certainement été fondus en Suède depuis des années sans aucune difficulté.

2. Que leur traitement métallurgique en Angleterre, pendant un certain nombre d'années, par le Dr Forbes, dans un grand fourneau, a parfaitement réussi.

3. Que des fourneaux ont fonctionné pendant des années dans les Adirondacks avec ces minerais, qui ont donné d'excellents résultats.

4. Que le métal qu'ils produisent, fonte, fer ou acier, possède des qualités spéciales précieuses.

5. Que ces minerais, qui se rencontrent en gîtes considérables dans plusieurs Etats de l'Union, sont presque invariablement des "minerais Bessemer," et on affirme qu'ils ont été comme tels employés avec beaucoup d'avantage dans des hauts fourneaux de la Pennsylvanie.

6. Que lorsqu'ils contenaient de très fortes proportions d'acide titanique (jusqu'à 38 à 40 pour 100, et même 48·60 pour 100, comme

* W. M. Bowron, mémoire.

† A. I. M. E.—Réunion de Montréal, 1894.

‡ *Ibidem.*

l'ilménite du Canada), et, conséquemment, une très faible proportion de fer (32 à 35 pour 100 ou moins), leur traitement, bien que réussissant parfaitement au point de vue de la métallurgie, n'a pas été économique sous le rapport du combustible.

Si évidente que cette dernière observation puisse paraître, et si applicable qu'elle puisse être à toute espèce de minerais non titanifères, elle a été apportée pendant longtemps comme une sérieuse objection contre la fonte de ces minerais pour la raison d'économie. Mais, comme l'a signalé habilement le professeur B. J. Harrington, de Montréal, au cours du débat sur notre mémoire, " il y a minerais titanifères et minerais titanifères, et lorsque nous parlons de leur fonte, il ne faut pas oublier cette distinction. Il y a une très grande différence entre un minerai contenant 40 pour 100 d'acide titanique, et un autre en contenant 10 ou même 20 pour 100. " De fait, il conviendrait mieux d'appèler minerai de titanium plutôt que minerai de fer, un minerai comme celui de Saint-Urbain (Canada), qui a été fondu au Canada et qui contient 48·60 pour 100 d'acide titanique, correspondant à 29·10 pour 100 de titanium, et seulement 28.49 pour 100 de fer.

Tel était l'état de la question quand nous l'avons abordée en 1893. Certain, d'après l'expérience des autres, que des minerais de fer titaniques avaient été et pouvaient être fondus avec succès, ce que nous avons fait en cette affaire, ça été de proposer un nouveau procédé de fonte, procédé que nous a fait découvrir une étude prolongée des composés du titanium, et que nous croyons plus économique qui ceux suivis auparavant. Nous avons appliqué ce procédé en 1892 dans un très petit haut-fourneau, un appareil à peine digne de ce nom, mais remplissant au moins les conditions de fonctionnement et de réduction d'un haut-fourneau quant à la charge des matériaux : minerai, pierre et combustible, en blocs ou en couches, et soufflant l'air chaud sous pression à travers la masse, avec percées d'écoulement ordinaires pour le laitier et la fonte. Quel qu'ait été le succès de cette expérience,—nous avons obtenu plusieurs centaines de livres de très bon métal,—nous ne pouvions pas, dans ces circonstances, essayer d'affirmer ou de démontrer l'économie du procédé. Depuis, nous avons opéré sur une échelle beaucoup plus grande, dans un fourneau d'une capacité pratique, et nous avons obtenu des résultats que nous ferons connaître dans cet article. Mais avant d'aller plus loin, et afin de permettre du juger de l'économie possible, il est peut-être nécessaire de rappeler brièvement certaines propriétés des composés du titanium, et d'expliquer en quoi consistent les différentes méthodes à comparer.

Différentes méthodes de traitement des minerais titanifères.

La méthode du Dr Forbes, qui a été, selon toutes les apparences, devancée par ceux qui ont fondu ces minerais avant lui, en Suède ou dans ce pays, consiste à ajouter aux minerais titanifères, comme fondants, une proportion de calcaire et de quartz ou de substances silicifères de manière à ce qu'ils forment, avec l'acide titanique, des composés reproduisant approximativement un minéral naturel de titanium, que l'on sait être fusible à une température modérée (3 de l'échelle de Dana), le sphène ou titanite, silicotitanate de chaux contenant environ 35 pour 100 de TiO_2, 25 à 33 pour 100 de chaux, et 28 à 35 pour 100 de silice. La silice manquant généralement dans les minerais titanifères, souvent n'excédant pas 1 à 2 pour 100 et dépassant rarement 5 ou 6 pour 100, une quantité considérable de quartz ou de substance portant cet élément doit être ajoutée au calcaire, afin de fournir la proportion désirable et réputée indispensable de silice dans le laitier. Cela réduisant la puissance de production du fourneau, augmentait la quantité et le coût des fondants nécessaires, et, conséquemment, il fallait consumer plus de combustible pour fondre l'excédent de scories.

Nos expériences nous ont démontré que nous pouvons obtenir des résultats tout à fait satisfaisants sans cette addition de silice, et que des silico-titanates, pour ainsi dire—c'est-à-dire, des composés dans lesquels, généralement, l'acide titanique prédomine ou constitue un acide essentiel au laitier, quelquefois jusqu'à faire de la substance un vrai titanite—sont fusibles et tout à fait liquides à la température que l'on peut obtenir même dans un haut-fourneau très modérément chauffé, lorsque les éléments basiques du composé sont l'alumine, la chaux et la magnésie. Ces scories sont plus fusibles lorsque le rapport de l'oxygène de l'acide à l'oxygène des bases ne dépasse pas 4 : 3, approximativement (1 : 0·75). La fusibilité augmente *cæteris paritus*, suivant que l'élément acide prédomine, jusqu'à ce que certaines limites soient atteintes. Elle diminue (sinon la liquidité) à mesure que l'élément basique augmente au-dessus de cette proportion, bien que le composé puisse être cependant parfaitement admissible comme laitier dans un haut-fourneau. Sous ce rapport, les silico-titanates, ou même les titanites, se comportent comme les silicates, mais la différence se trouve en ce que des titanites, décidément plus basiques que ceux qui correspondent à la proportion d'oxygène 4 : 3, sont apparemment moins fusibles que les silicates correspondants ; ou, plus rigoureusement parlant, la diminution dans la fusibilité semble se faire plus rapidement pour les titanates que pour les silicates avec la même augmentation dans l'élément basique.

Cela est directement en faveur de l'acide titanique, en ce qui a trait au fonctionnement du haut-fourneau, puisque sa présence dans une certaine quantité de minerai exigera l'addition de moins de fondants que la même quantité de silice en exigerait pour obtenir un composé également fusible, sinon un composé renfermant la même proportion d'oxygène.

Nous avons basé sur ces expériences notre méthode projetée de traitement des minerais titanifères, laquelle consiste à introduire de la magnésie en bonne proportion dans le laitier par l'emploi d'un calcaire magnésien, d'une dolomie. L'alumine provenant de la pierre et de la cendre du combustible, et celle qui est très généralement présente comme principal élément basique de ces minerais, fournissaient la quantité nécessaire pour former le composé tribasique avec la magnésie et la chaux de la pierre et l'acide titanique du minerai. De même que la magnésie introduite en certaines proportions dans un silicate de chaux d'alumine rend ce dernier plus liquide et plus fusible, l'addition de la magnésie à un silico-titanate de chaux et d'alumine en augmente considérablement la fusibilité, et surtout la liquidité. Cette observation a de l'importance, puisque l'on a prétendu en certains lieux que lorsque des minéraux contiennent de la magnésie et de l'acide titanique, ils deviennent plus réfractaires. Quelque vrai que cela soit d'une manière générale, en ce qui rapporta aux composés d'acide titanique et de magnésie, la présence de la magnésie dans un minerai titanifère serait avantageux lorsqu'elle serait convenablement fondue avec l'alumine et la chaux. La silice, qui n'est pas un facteur nécessaire ou sur lequel il faille compter pour assurer la fusibilité dans un silico-titanate, doit se trouver dans le dernier en telles quantités variables que la silice des minerais, de la pierre et de la cendre du combustible la produiront dans chaque cas, sans addition supplémentaire de quartz ou autres éléments analogues pour la porter à une proportion définie considérée comme indispensable.

Dans le très petit fourneau déjà mentionné, où le vent avait une température ne dépassant pas 250 ou 300 degrés F. tout au plus, nous avons coulé sans difficulté des laitiers de la composition suivante : SiO_2, 14·63 ; TiO_2, 34·66 ; CaO, 26·03 ; Al_2O_3, 7·36 ; MgO, 10·27 ; FeO, 7·12. Proportion d'oxygène, virtuellement, 4 : 3 ; réellement, 4 : 3·1.

Le minerai fondu dans ce petit fourneau renfermait seulement 1·50 à 2 pour 100 de silice, et 20 pour 100 d'acide titanique, et cependant, la proportion de silice provenant seulement du combustible, des fondants et des minerais, atteignait environ 15 pour 100 du total.

Appliquons maintenant les deux méthodes qui viennent d'être décrites à des minerais, combustibles et fondants de la même composition que ceux employés par le Dr Forbes en Angleterre, dans son grand fourneau, la seule différence étant que, dans notre cas, la pierre sera une dolomie, dans son cas, une calcite avec un fondant supplémentaire de quartz ou de matières silicifères. M. Bowron, dans son mémoire, donne l'analyse suivante de tous les éléments réellement employés dans le fourneau :—

Minerai.		Coke, 5 pour 100 de cendre.		Calcite.		Vieilles briques.	
SiO_2	5·70	SiO_2	2·50	SiO_2	0·90	SiO_2	59·60
TiO_2	39·20	Al_2O_3	2·25	CaO	54·60	Al_2O_3	24·30
Al_2O_3	2·89			Al_2O_3	0·40	CaO	2·33
MgO	0·80			MgO	0·43		
MnO	0·60						

Comme on le remarquera, la proportion de silice présente ne pourrait aucunement dans ce cas former avec les bases, en omettant l'acide titanique, un laitier d'une composition admissible dans un haut-fourneau. Cela correspondrait à une proportion de SiO_2, 21·14 ; CaO, 42·74 ; Al_2O_3, 16·00, et MgO, 20·00, avec une proportion d'oxygène de 4 : 9·80. Les laitiers en contenant le plus que nous ayons vus, atteignaient par exception une proportion d'oxygène de 4 : 6 (ou 2 : 3) d'acide relativement à l'oxygène des bases. L'emploi d'une dolomie contenant 7 ou 8 pour 100 de silice augmenterait seul le SiO_2 du laitier à environ 13 pour 100, en diminuant l'acide titanique en proportion.

Nous donnons ce qui précède simplement comme un exemple des résultats que l'on peut obtenir, car nous ne voudrions certainement pas fondre de minerais aussi pauvres lorsque nous pouvons trouver en abondance des minerais titanifères contenant au moins 55 par 100 de fer, et jusqu'à 64 pour 100 et plus, avec seulement 14 à 10 pour 100 ou moins d'acide titanique.

Tel qu'il est, nous avons trouvé le composé précédent parfaitement fusible. Il a été fondu dans un creuset placé dans du charbon de bois, à travers lequel nous avons soufflé de l'air froid sous une pression de 3 ou 4 onces. Il était distinctement cristallisé en aiguilles noir-bleuâtre. Nous dirons ici en passant que nous ne pouvions guère nous attendre à trouver une si petite proportion de silice dans un haut-fourneau. Avec des minerais contenant 20 pour 100 d'acide titanique, et 50 à 53 pour 100 de fer, comme ceux qui ont été fondus l'été dernier dans nos plus grands fourneaux, le laitier renfermait cependant environ 15 pour 100 de silice, et seulement 35 pour 100 d'acide titanique. Avec des minerais plus riches, contenant en moyenne 60 pour 100 de fer et 10 pour 100 d'acide titanique, nous devrions nous attendre à trouver au

moins 18 pour 100 de silice dans le laitier, avec environ 32 à 34 pour 100 d'acide titanique. Si nous devions considérer la présence de la silice comme un élément important pour la fusibilité, ces deux derniers laitiers devraient être encore plus fusibles.

Propriétés des composés titaniques.

Les résultats que nous avons publiés en 1893 des expériences faites soit dans des creusets, soit dans notre petit fourneau, ont été confirmés par les expériences subséquentes et par l'épreuve prolongée que nous avons faites cet été dans un haut fourneau d'une grande capacité.

Des silico-titanates de chaux, de magnésie et d'alumine d'un rapport d'oxygène d'un élément acide à un élément basique de 4:3, ou encore plus acide, ou légèrement plus basique, ont été fondus facilement et se trouvent plus liquides à la température atteinte dans un haut fourneau fonctionnant dans des conditions défavorables sous le rapport de la chaleur. Nous citerons les données suivantes :—

SiO_2	11·94	14·82	16·00	15·60	18·00
TiO_2	38·20	32·99	28·48	40·50	34·50
CaO	23·40	21·02	26·00	24·00	27·60
MgO	6·50	9·50	10·00	8·00	10·00
Al_2O_3	15·00	10·45	10·00	10·00	12·70
F.O	5·00	4·50	6·50	2·00	.....
Proportion d'oxygène	4 : 3·10	4 : 3	4 : 2·3	4 : 2·5	4 : 3

Les expériences suivantes ont prouvé que la fusibilité d'un composé titanique ne dépend pas nécessairement de la moindre quantité de silice et de la forte proportion d'acide titanique, mais comporte une relation plus directe avec la proportion d'oxygène :—

1. Par un mélange convenable d'acide titanique (rutile) et de bases, nous avons formé le composé suivant : SiO_2, 0·61 ; TiO_2, 44·05 ; CaO, 25·24 ; Al_2O_3, 14·40 ; MgO, 10·50, et FeO, 5·30, avec une proportion d'oxygène de 4 : 4·78.

Il a été fondu dans le cruset. Cependant, la fusibilité était visiblement affectée ; l'apparence en était pierreuse et grumeleuse. Nous avons répété l'expérience avec des résultats virtuellement semblables, la seule différence étant qu'il y avait augmentation de fluidité, et la fusibilité était meilleure quand la température dans le creuset pouvait arriver à une bonne chaleur blanche.

2. Nous avons mélangé, dans un creuset de graphite, de l'acide titanique impur, du rutile commun renfermant environ 10 pour 100 d'oxyde ferrique et 0·90 de silice, avec de la chaux, de l'alumine et de la magnésie dans des proportions qui formaient décidément un acide titanique. Chauffée au charbon de bois, sous une pression de 3 ou 4 onces

d'air froid, la masse (500) gr. s'est fondue complètement. Nous avons répété plusieurs fois cette expérience, et nous avons obtenu plusieurs livres de cette curieuse substance, dont nous avons donné des échantillons à l'Ecole des mines de Paris et au collège Columbia de New-York. La composition, en moyenne, en était : SiO_2, 0·72 ; TiO_2, 65·53 ; Al_2O_3, 10·92 ; CaO, 14·60 ; MgO, 7·30, et FeO, 0·90.

Ce qu'il y a de caractéristique et de grande importance, c'est que, virtuellement, tout le fer de l'oxyde de fer du rutile était distinctement séparé au fond, sous la forme d'un bouton métallique, une très faible proportion du fer seulement passant dans le laitier. Le bouton était incontestablement du fer gris du n° 3, sinon de meilleure qualité. Il n'y avait aucun signe de la formation de nitrocyanure de titanium là où le bouton avait touché le graphite du fond du creuset. La proportion d'oxygène dans ce cas était virtuellement de 4 : 2 (exactement 4 : 1·86).

Dans une autre expérience, nous avons essayé de reproduire l'orthose, sur une base titanique, en mélangeant des proportions convenables de rutile, dégagé de fer autant que possible, avec de l'alumine et de la potasse. L'orthose à une composition de SiO_2, 64·6 ; Al_2O_3, 18·5 ; K_2O, 16·9. Elle fond à 6 (Dana), et on l'a trouvée quelquefois en cristaux dans des scories de fourneaux en Allemagne. Sa proportion d'oxygène est de 4 : 1·33 (3 : 1). En remplaçant les 64·6 de silice par une quantité d'acide titanique qui contenait autant d'oxygène (86·4 TiO_2), nous avons obtenu un composé formé ainsi qu'il suit : TiO_2, 67 à 70 ; Al_2O_3, 14·30, et K_2O, 17·00. Il s'est fondu et a cristallisé, mais pas aussi parfaitement que le composé précédent. La fusibilité en était certainement moindre. La magnésie, l'alumine et la chaux semblent former avec l'acide titanique des composés plus fusibles que d'autres contenant, avec l'alumine, même une proportion de potasse allant jusqu'à 17 pour 100.

En résumé, la présence de l'acide titanique, même en excès et sans silice, dans une substance, est loin d'être une cause d'infusibilité *à priori*, s'il est combiné judicieusement avec les bases appropriées en proportions convenables.

Dans la limite que nous avons brièvement indiquée, il y a, naturellement, plusieurs mélanges intermédiaires qui, selon les circonstances et les éléments à notre disposition, pourraient former la base de laitiers très fusibles et liquides.

Dans les expériences faites l'été dernier dans notre haut-fourneau, la température de l'air insufflé n'était pas de plus de 400 degrés F., et sa pression de pas plus de 1 livre à 1¼ livre, et, cependant, nous n'avons

eu aucune difficulté à produire, avec des minerais ordinaires, des laitiers non titanifères d'un rapport d'oxygène de silice à un oxygène de bases de 4 : 6 (2 : 3), c'est-à-dire, d'un type qui correspond au point de chaleur le plus intense avec air insufflé à une température de 1,400 degrés F., sous une pression de 8 à 10 livres, et aux qualités les plus foncées de fer très chargé de silicium et de carbone graphitique. Le fer était blanc et ne contenait que quelques dixièmes de 1 pour 100 de silicium.

Bien qu'elle fût assez élevée pour fondre les silicates les plus réfractaires que l'on peut mettre dans un haut-fourneau, la température n'était pas suffisante pour réduire la silice.

Ce fait a une portée directe sur la fonte des minerais titanifères, en ce qu'il corrobore les observations faites par le Dr Forbes au cours de ses expériences, et démontre que, bien que l'on puisse disposer un fourneau de manière à ce qu'il fonde les scories les plus réfractaires que l'on peut y mettre et réduise les oxydes de fer, cependant, il ne pourra pas réduire la silice, et encore moins l'acide titanique. Dans ces circonstances, le fourneau ne saurait être embarrassé par des "dépôts de titanium," comme on l'a prétendu.

Ces dépôts consistent en nitrocyanure de titanium, lequel suppose pour sa formation non seulement la réduction dans le fourneau de l'acide titanique en titanium, mais les températures les plus élevées et d'autres conditions. Nous avons fait beaucoup d'expériences sur ce point particulier, et attendu que, dans certaines conditions, dont nous parlerons peut-être plus tard, et qui étaient destinées à assurer la formation de ce nitrocyanure que nous voulions produire, nous ne l'avons pas obtenu, nous avons des raisons qui nous justifient de critiquer l'assertion trop générale faite relativement à la formation de ces dépôts. Quelques-uns des laitiers fondus dans notre fourneau, l'été dernier, contenaient jusqu'à 32 à 35 pour 100 de TiO_2, et 16 à 14 pour 100 de silice, avec alumine, chaux et magnésie comme bases ; leur proportion d'oxygène était de 4 : 3. Nous avons fait un certain nombre d'analyses de ces laitiers, et, dans tous les cas, nous avons constaté qu'ils se dissolvaient complètement à froid, sans laisser de résidu, dans l'acide chlorhydrique, s'ils étaient finement pulvérisés ou soumis à une chaleur modérée. La silice et l'acide titanique se séparaient dans un état gélatineux à mesure que la substance était chauffée. Si l'acide titanique avait été simplement enlevé mécaniquement, même partiellement, par le laitier comme autant de sable infusible, il se serait séparé comme un résidu insoluble. Ce fait n'a jamais été observé, et il fournit certainement la meilleure preuve que nous avions là un composé

défini, un silico-titanate. Cela explique pourquoi des composés contenant une grande proportion d'une substance infusible *per se*, l'acide titanique, peuvent être parfaitement fusibles quand il est possible d'opérer une combinaison définie entre cet acide titanique et les bases convenables, et cela explique aussi la tendance de ces composés à se cristalliser.

On prétendra peut-être qu'il peut se rencontrer, dans le fonctionnement d'un haut-fourneau fondant toutes sortes de minerais non titanifères, des circonstances où ces minerais causent des obstructions pour l'enlèvement desquelles il faudrait forcer la chaleur et la pression de la machine soufflante, et que ces circonstansces, dans le cas spécial de minerais titanifères, seraient favorables à la formation de dépôts de titanium par la réduction de l'acide titanique. De nos jours, l'on tend à mettre le fourneau sous la surveillance de personnes compétentes, capables d'en proportionner judicieusement les charges d'après des analyses faites de jour en jour des substances employées, et ces accidents sont certainement devenus beaucoup plus rares.

Dans tous les cas, cette objection a été prévue par le Dr Forbes, et, dans le mémoire dont il a déjà été question, M. Bowron indique un mode facile de remédier à la chose. Il dit : "Enlevez le minerai titanifère, et, en employant du minerai non titanifère pendant quelque temps, augmentez la chaleur et la pression de la machine soufflante, et alimentez le fourneau de laitier facilement fusible jusqu'à ce que l'obstruction disparaisse ; puis, reprenez l'usage des minerais titanifères."

Les charges du fourneau étaient comme suit : Coke, 2,240 livres ; minerai, 2,240 livres ; calcite, 1,200 livres ; vieilles briques, 500. En faisant les calculs appropriés, il trouve que l'on peut s'attendre à avoir, des minerais, du coke et des fondants, une quantité totale de 2,347·66 livres de matière propre à faire du mâchefer pour chaque tonne de minerai employée dans les charges, 2·75 tonnes de minerai étant requises par tonne de fonte avec un minerai portant 36 pour 100 de fer. Supposons, pour les fins de l'argumentation—et cela est tout à fait suffisant—que tout le fer va dans la fonte, cela donne par tonne de fonte 6,456 livres de laitier, et une consommation de 4,675 livres de fondants. Le laitier en résultant, tel qu'il est sorti du fourneau, avait, d'après l'analyse de M. Bowron, une composition de : SiO_2, 27·83 ; TiO_2, 36·18 ; CaO, 24·36 ; Al_2O_3, 9·18 ; MgO, 0·60. Comme on peut le voir, la proportion de silice présente, 27·83, est encore assez considérable pour former, avec les 9·18 d'alumine et les 24·36 de chaux (indépendamment de tout acide titanique comme élément acide), un laitier parfaitement fusible. Cela correspondrait, réduit à une proportion et

en omettant l'acide titanique, à une composition de : SiO_2, 44·88 ; CaO, 39·29 ; Al_2O_3, 14·80 ; MgO, 1·00, avec une proportion d'oxygène de près de 4 : 3·10. C'est là un laitier de haut-fourneau très fusible, pas très basique, pas même correspondant aux espèces de fer les plus foncées.

Appliquons exactement le même mode de calcul dans notre cas, en supposant le même minerai et le même combustible, et les mêmes quantités de chacun dans les charges; en employant un calcaire magnésien pas plus siliceux que la calcite de Forbes, pour l'équité de la comparaison. La dolomie choisie a une composition semblable à celle du minerai que nous avons employé cet été dans notre plus grand fourneau (à l'exception de la proportion de silice). Elle contenait SiO_2, 0·90 ; CaO, 39·00 ; MgO, 12·00, et Al_2O_3, 2 à 3. Il est facile de calculer que pour chaque tonne de minerai et de combustible dans les charges, 1,000 livres de cette pierre dolomitique suffiraient pour produire un laitier de la composition suivante : SiO_2, 10·78 ; TiO_2, 49·08 ; Al_2O_3, 8·10 ; CaO, 21·80, et MgO, 10·21. La quantité totale de laitier provenant des matériaux des charges par tonne de minerai serait de 1,788·78 livres. Par tonne de fonte de fer, nous aurions 4,919·34 livres de laitier, contre 6,456 livres comme auparavant, soit une économie de 23·80 pour 100 sur la quantité de laitier à fondre, et, en conséquence, une économie de combustible, et 2,750 livres de pierre magnésienne, contre 4,675 livres de fondants, calcite et briques, ce qui fait une économie de 41·30 pour 100 sur la quantité de fondants ajoutée, bien que nous ayons supposé que la même quantité de coke fût nécessaire dans les deux cas.

Naturellement, il ne nous appartient pas, dans les limites de cet article, de discuter tout ce qui pourrait être fait dans de pareils cas. Cela dépendrait certainement des circonstances qui auraient pu causer l'obstruction, et d'autres circonstances que nous pourrions seulement juger sur les lieux, et qui se rencontreraient peut-être dans toute espèce de minerais. Un excédent de calcaire peut en être la cause. C'est un fait avéré que des fourneaux fondant des minerais non-titanifères ont été ainsi engorgés par un excédant de chaux tellement fort dans le laitier, que ce dernier était trop pâteux pour couler, et que des blocs infusibles pesant trente tonnes se sont formés, et qu'il a fallu pétarder pour les enlever. Mais en écartant les minerais titanifères pendant quelque temps, et en employant des minerais ordinaires à leur place, l'on créerait immédiatement les conditions ordinaires d'opération. En outre, dans un cas spécial de ce genre, nous pourrions suggérer plusieurs moyens qui seraient peut être efficaces.

Epreuves de haut fourneau.

Lorsqu'il nous a fallu faire, l'été dernier, une épreuve pratique de ces minerais titanifères, des conditions d'économie nous ont imposé la

nécessité d'adopter une échelle plus petite que nous ne l'aurions désiré. Nous avons décidé de construire un fourneau d'une capacité d'environ trois tonnes par jour, dimension déjà assez grande pour juger pratiquement des avantages d'un certain traitement et fournir des renseignements précieux, convaincu que si nous réussissions dans ces conditions en ce qui concerne la fonte des scories, la réduction des minerais, etc., nous serions certain d'obtenir des résultats beaucoup plus satisfaisants et surtout plus économiques, dans un plus grand fourneau pourvu des améliorations modernes.

Pour les mêmes raisons, nous n'avons pas jugé à propos de compliquer la construction en employant une trémie et un cône, et pour des fins de simplicité et d'économie, nous avons construit notre fourneau à toit ouvert. Dans ces circonstances, nous ne pouvions pas espérer avoir un courant d'air d'une température très élevée ; en un mot, nous nous sommes placé dans des conditions assez défavorables. Mais comme il était aussi important de déterminer autant que possible l'économie relative, s'il y en a, de la fonte des minerais titanifères et non-titanifères, nous avons décidé d'alimenter le fourneau, pendant un certain temps, d'abord de minerais ordinaires, comme les hématites du lac Supérieur, afin d'en étudier le fonctionnement et de constater ce que nous pourrions en attendre quant à la production, à la qualité de la fonte et à la quantité de combustible nécessaire par tonne de fonte, avant de commencer à employer des minerais titanifères. En agissant ainsi, croyons-nous, nous avons établi une base raisonnable pour une comparaison utile de l'économie de la fonte des deux espèces de minéraux, ou du traitement différent des mêmes minéraux, quelles que fussent les dimensions du fourneau, puisque dans l'un et l'autre cas nous nous placions exactement dans les mêmes conditions en ce qui concerne l'appareil employé, la température, la pression et le volume du courant d'air.

Nous donnons ci-après la composition des matières mises dans le fourneau, d'après des analyses faites par le chimiste surveillant, en y ajoutant d'autres analyses faites par différents analystes de New-York, ou qui nous ont été fournies par d'autres.

Minerais non-titanifères.—Hématites du lac Supérieur.

	Chimiste surveillant.		De personnes fournissant le minerai.	
SiO_2	4·58	5·24	5·60	4·66
Al_2O_3	9·16	7·19	.....	.....
CaO	0·29	.....	.....	.....
MgO	0·42	1·82	.....	.....
S	0·03	0·04	0·02	0.04
P	0·08	0·10	0·07	0·116
Fe	64·20	64·76	57·50	62.00

Calcite fossilifère.	Chimiste surveillant.	*Coke de Connellsville.* (7·38 pour 100 de cendre)	Chimiste surveillant.
SiO_2	2·89	S	0·78
CaO	52·00	SiO_2	3·99
Al_2O_3	0·59	Al_2O_3	1·82
MgO	Peu.	Fe_2O_3	1·50
		CaO	0·07
		MgO	.....

Hackettstown, N. J., Dolomie.

—	I. E. S. Moffat.	II. *Philadelphia Iron Works.*	III. Collège Lafayette.	IV. Analyse moyenne par l'auteur à Boonton, N.J.
SiO_2	8·06	9·44	9·27	8·75
CaO	29·09	28·18	29·29	28·60
Al_2O_3	1·12	4·97	3·37	3·00
Fe_2O_3				0·76
MgO	18·57	15 35	17·30	16·90
				0·18 S.
				0·14 P_2O_5

Minerais titanifères des Adirondacks (comté d'Essex).

—	"Mill Pond."			"Sandford."				"Cheney."	
	Minerais riche. Habershaw.	Chimiste surveillant.		Riche. Habershaw.	Assez bon minerai.			Riche. Wilbur.	Chimiste surveillant: Minerai pauvre.
		Moyenne de richesse.	Passable.		Rickett's Bank.	Chimiste surveillant	Ledoux et Cie.		
SiO_2	1·09	3·67	1·53	0·87	2·46	1·39	1·34	.....	9·79
TiO_2	10·73	13·38	19·74	10·91	20·03	19·52	18·70	8·25	15·77
Al_2O_3	0·44	1·50	3·50	0·53	3·50	4·00	.....	.....	7·12
CaO	traces.	peu.	peu.	.....	.....	.....	.....	.....	8·89
MgO	traces.	0·50	1·60	.....	.....	.....	.....	.....	3·00
Mn_3O_4	0·13	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Fe_3O_4	87·20	82·37	73·62	87·60	70·73	70·80	71·03	86·53	55·64
P	point.	0·017	0·037	point.	.....	0·022	.....	0·74	1·00
S	point.	0·068	0·08	point.	.....	0·028	.....	0·30	.....
Fe	63·45	59·56	53.62	62·65	51·22	51·30	51·44	62·15	40·33

Le minerai de Cheney a aussi été employé, mais modérément, un cinquième à un sixième seulement étant ajouté à la charge, et nous n'avons mis que le minerai le plus pauvre, ce dernier, qui se rencontre dans le gabbro gneissoïde dans des roches évidemment stratifiées, différant sous ce rapport du précédent. Il a presque la même composition que certains minerais provenant de la Roche-Fendue *(Split Rock)* et du lac Champlain, éloignés l'un de l'autre d'à peu près 50 milles, lesquels ont été analysés par le professeur Maynard il y a quelques années. Ils se rencontrent dans la même formation, si nous citons exactement le professeur Kemp, professeur de géologie au collège Columbia, qui, si nous le comprenons bien, a l'intention de publier prochainement les résultats de ses études sur la genèse des minerais titanifères de ce district.

Le fourneau tel que construit a 20 pieds du fond du foyer à la plate-forme, le diamètre du creuset est de 2 pieds 6 pouces, la hauteur en est de 2 pieds 3 pouces, les étalages ont 3 pieds de haut, et le diamètre en est de 4 pieds 6 pouces au toit. La cheminée a 14 pieds 9 pouces de hauteur, avec un diamètre de 4 pieds 6 pouces à sa jonction avec les étalages, et 2 pieds 10 pouces à 3 pieds au toit, la capacité cubique intérieure du fourneau étant alors de bien près de 200 pieds cubes. La chemise proprement dite ou paroi intérieure a été faite de briques réfractaires à fourneau B. de 9 pouces de long, avec contre-chemise de briques de 4½ pouces, formant une épaisseur totale de 14 pouces. La cheminée repose sur six piliers de fonte, portant au fond sur un anneau de fonte reposant sur la maçonnerie des fondations, laquelle soutient l'anneau supérieur supportant la cheminée. Le tuyau circulaire a six pouces de diamètre, prenant l'air d'un système de deux rangées parallèles de tuyaux-siphons en fer de 6 pouces de diamètre, disposés dans un four chauffé par un peu de coke sur une grille placée à une extrémité. Avec cet arrangement, nous n'avons pu obtenir en réalité plus de 400° F. comme température mesurée au bec des tuyères. Les tuyères, au nombre de trois, prennent l'air du tuyau circulaire par des tuyaux de dégagement de 3 pouces de diamètre ayant un diamètre de deux pouces au bec, dimension qu'il serait possible de réduire, au moyen de dès, si on le jugeait à propos, à toute grandeur depuis 2 pouces jusqu'à 1 pouce.

Les tuyères sont munies de sepentins en fer qui les entourent sans les serrer, et là où ces serpentins passent par l'arrière-chemise, cette dernière a été remplacée par une boîte de fonte spéciale prenant la forme circulaire du fourneau, et permettant aux serpentins qui supportent les tuyères de passer librement par une ouverture circulaire pratiquée dans la boîte, cette ouverture et l'espace entre le serpen-

tin et la tuyère étant remplis d'argile réfractaire foulée durant l'opération. Une circulation indépendante d'eau dans les serpentins et les boîtes en assurait le refroidissement. Pour protéger les étalages, nous avons eu recours à un moyen spécial simple que nous avons trouvé très satisfaisant. Je me suis servi de plaques de tôle épaisses s'ajustant exactement à la courbe et à l'inclinaison des étalages entre les piliers. Ces plaques étaient relevées au fond de manière à former un réservoir de peu de profondeur pour l'eau, fermé aux deux bouts. L'eau, fournie par un tuyau circulaire faisant le tour du fourneau, sortait en vapeur par des ouvertures de la dimension de trous d'épingle percées à cette fin dans l'intérieur de ce tuyau d'alimentation, et coulait en petits filets sur la surface inclinée des tôles jusqu'au réservoir, pour se perdre ensuite.

L'air était fourni par une machine soufflante rotatoire positive capable de fournir, à une vitesse normale, au moins 1,000 pieds à la minute ; elle pouvait en fournir plus ou moins, selon la vitesse de la petite machine à vapeur qui la faisait mouvoir. Le tuyau de transmission avait 6 pouces de diamètre. A l'endroit où il pénétrait dans le foyer à air chaud, il était pourvu d'une soupape pour régler le volume et la pression de l'air entrant dans le fourneau. Dans aucun cas, le volume ne dépassait 500 pieds par minute ; généralement, de 350 à 400 pieds cubes sous une pression de 16 à 20 onces (1 livre à 1¼). Pour parer aux accidents possibles, nous avons posé un tuyau latéral qui, au moyen d'un arrangement spécial de soupapes, reliait les tuyaux de transmission et de décharge d'air froid et chaud, afin que, dans le cas où il serait arrivé des accidents au foyer, il nous eût été possible de mettre le fourneau en activité avec l'air froid durant les réparations, mais nous n'avons pas eu l'occasion de l'employer.

Nous avons bientôt constaté qu'en faisant fonctionner le fourneau vivement, les meilleurs résultats étaient obtenus. Le laitier, à notre grande surprise, vu le peu de hauteur du fourneau, ne contenait pas beaucoup de fer, que les minerais employés fussent des hématites du lac Supérieur ou des minerais titanifères. En le faisant fonctionner lentement, la proportion du fer renfermée dans le laitier pouvait être maintenue au-dessous de 2 pour 100 (2·66 pour 100 FeO tout au plus), une très petite quantité en réalité. Le laitier des grands fourneaux Dowlais, comme le dit Percy, portait en son temps 2·50 FeO, et assez souvent 4·50, 5·50 pour 100 FeO, et même 7 et 8 pour 100 lorsque ces fourneaux fontionnaient comme pour le fer à blanc. Aux hauts-fourneaux d'Ebbw-Vale et de Blaena, dit le même écrivain, la proportion régulière de fer contenue dans le laitier atteint 5 pour 100 ou plus, ou 6·50 à 7 pour 100 FeO ; c'est par exception que nous avons

eu plus que cela, et nous pouvons dire que, virtuellement, dans les conditions où nous avons fait nos expériences, la réduction des oxydes de fer a été tout à fait satisfaisante.

Comme nous devions nous y attendre, tous les changements subits apportés dans la charge, ainsi que les dérangements ou les irrégularités dans la quantité ou la pression de l'air, influaient grandement sur le fourneau. D'un autre côté, il se prêtait promptement à tous ces changements, et environ 15 heures après la modification des charges, quelquefois moins, le laitier attendu était coulé. De nombreuses analyses l'ont prouvé. Ce trait de l'appareil a été très avantageux aux fins que nous nous proposions, car il nous a permis de faire des expériences sur presque toute composition de laitier que nous pouvions désirer, et de constater promptement l'effet produit sur le fonctionnement du fourneau.

On pouvait aussi facilement observer que, bien que la chaleur du fourneau fût suffisante pour une réduction satisfaisante des oxydes de fer et pour la fonte de presque tout laitier, elle n'était pas assez élevée pour réduire la silice et permettre au métal de se charger de silice et de carbone graphitique. Le fer produit par les deux espèces de minerais, titanifères ou non, était invariablement blanc, et cependant, au cours de nos expériences sur les hématites du lac Supérieur, ne contenant aucun acide titanique, nous avons proportionné nos charges à dessein, afin d'obtenir des laitiers si basiques et si alumineux, que quelques-uns auraient semblé, *à priori*, ne pouvoir être mis que dans des fourneaux soumis à la plus grande chaleur. Leur composition correspondait à celle de laitiers accompagnant les espèces de fer les plus foncées, très chargées de silicium et de graphite, produits dans des fourneaux où la température de l'air atteint jusqu'à 1,400 degrés F., et sa pression, 8 à 10 livres. Dans ces conditions d'allure, aucun acide titanique ne pouvait être réduit.

Nous avons fait de nombreuses analyses de laitier au cours de cette expérience (n° 1) sur des hématites non-titanifères, leur proportion moyenne d'oxygène étant de plus de 4 : 4 (1 : 1), et nous avons fondu des scories excessivement basiques ayant une proportion de 4 : 6 (1 : 1½), et cependant le fer était blanc. Nous citons les formules suivantes comme types :—

SiO_2	30·10	33·40	36 à 37
Al_2O_3	22·98	22·70	22·50
CaO	36·87	30·80	28 à 27
MgO	4·38	4·70	4·5 à 5·0
FeO	3·80	6·60	2·80 à 5
Proportion d'oxygène	4 : 6	4 : 5	4 : 4·40 à 4·44

Dans cette coulée, nous avons enployé comme calcaire la calcite dont l'analyse a été donnée plus haut, en ajoutant généralement un peu de dolomie, que nous avions en quantité considérable.

La plus grande coulée que nous ayons faite en 24 heures avec ces minerais, qui contenaient une moyenne de 62 pour 100 de fer, a été de 4,600 livres. Ces hématites n'ont pas été réduites aussi promptement dans les fourneaux que nous nous y attendions : un feu ardent a augmenté la production, mais non pas autant que nous l'espérions. L'air a été maintenu à une pression de 16 à 18 onces en moyenne, et le volume en variait entre 350 et 450 pieds cubes.

Après que nous eûmes constaté ce que nous pouvions espérer avoir de notre fourneau avec des minerais ordinaires, nous avons commencé à ajouter les minerais titanifères déjà mentionnés dans la proportion de quatre cinquièmes à cinq sixièmes de Mill-Pond ou de Sandford, et d'un cinquième à un sixième de Cheney. Nous n'avions pas du tout l'intention, d'abord, d'employer ce minerai de Cheney, mais par suite d'une erreur commise aux mines, il nous a fallu en employer de 40 à 45 tonnes. Nous avons procédé par augmentations graduelles d'un huitième de minerais titanifères dans les charges, alimentant le fourneau pendant un certain temps de chaque nouveau mélange, jusqu'à ce que la charge de minerai fût toute de minerais titanifères.

Pendant cette expérience (n° 2), le mélange contenait en moyenne 55 à 56 pour 100 de fer. Notre meilleure coulée en 24 heures a été de 5,035 livres. Comme on le remarquera, dès que nous eûmes commencé à charger les minerais titanifères, la production du fourneau a augmenté dans une mesure décisive. On aurait dit que ces minerais étaient plus facilement réduits que les hématites, qu'ils faisaient le fer plus rapidement, du moins dans les conditions où nous faisions nos expériences. De gros blocs ne pouvant entrer dans un mur de bataille de 2 pieds 10 pouces à 3 pieds de diamètre, nous avons brisé tous nos matériaux, minerais et fondants, depuis le commencement jusqu'à la fin de nos expériences, en morceaux de la grosseur du poing ou d'un très gros œuf. Durant cette expérience (n° 2), la pression de l'air a été à peu près la même, 17 onces en moyenne, et, comme auparavant, le volume en a varié entre 350 et 400 pieds cubes.

Durant cette expérience, nous avons remplacé notre pierre, qui était une calcite, par une dolomie, ou plutôt une dolomie à laquelle nous avons ajouté assez de calcite pour amener la proportion de magnésie figurant dans le mélange de pierres à environ 12 à 14 pour 100.

Nous donnons ici les principales analyses du laitier fondu comme type :—

	Au commencement.	Au milieu de la coulée.	Vers la fin.
SiO_2	34·10	29·59	27·29
TiO_2	4·90	9·96	17·48
Al_2O_3	22·00	18·26	14·43
CaO	23·63	24·12	22·71
MgO	10·00	9·72	11·55
FeO	3·82	6·40	4·30
Proportion d'oxygène	4:4·40	4:4·10	4:3·50

Lorsque le fourneau ne contenait que des minerais titanifères, le mélange de minerai était en moyenne d'environ 52 pour 100 de fer. Il fut bientôt remarqué que le fourneau pouvait être poussé à une allure rapide avec beaucoup d'avantage. Une charge pouvait atteindre le fond en moins de 15 heures ; 12 à 15 heures étaient la règle. Le rendement augmentait considérablement. Nous avons eu des coulées de 4,800, 4,900 et 5,600 livres en 24 heures, et notre meilleure coulée dans une seule journée a atteint 6,735 livres, trois grosses tonnes. La pression a été maintenue tout le temps à très près de 18 onces ; elle n'a pas varié du tout, et les seuls changements que nous ayons observés étaient indépendants de notre contrôle. Ils provenaient des irrégularités de la soufflerie, que nous avions dû placer à une distance considérable du four à air chaud ; ainsi l'exigeaient les ateliers où ces expériences ont été faites. Il était clairement évident qu'il était économique de maintenir le fourneau à une allure rapide, ce qui confirmait nos opinions sous ce rapport, lesquelles ont été corroborées par A. Pourcel, ancien directeur du département technique des aciéries de Bilbao, à Terre-Noire, France, et de Port-Clarence, Angleterre, dans une lettre dont nous extrayons les lignes suivantes :—

"Les idées de M. Rossi relativement au traitement des minerais titanifères dans les hauts-fourneaux m'ont frappé dès le début, ainsi que vous le savez, comme éminemment logiques. En outre, elles me semblent suffisamment justifiées par l'expérience faite sur une petite échelle (en 1893), et que M. Rossi a décrite en détail. * * * La réduction facile des minerais titanifères justifie l'espoir qu'avec un haut-fourneau de 300 ccm. (10,500 pieds cubes) de capacité, il sera possible, par exemple, d'arriver facilement à une production de 100 tonnes de fonte en 24 heures, avec des minerais contenant 52 à 56 pour 100 de fer métallique. * * * En terminant, je dirai que la formule du laitier et de la température modérée de l'air insufflé (300 à 400 degrés C.) recommandée par M. Rossi—avec preuves à l'appui de son

opinion—devrait assurer le succès du traitement des minerais titanifères dès le début, mais il n'y a rien pour exclure *à priori* l'hypothèse qu'avec une allure rapide, en forçant un peu la production, il est peut-être possible de fabriquer le même fer de forge ou la même fonte pour acier à foyer ouvert (four Siemens-Martin) avec un air insufflé à une température plus élevée—c'est-à-dire, dans les conditions d'une exploitation économique en ce qui a trait au combustible. * * *"

Pour juger de l'économie relative de ces trois modes d'exploitation, appliqués autant que possible dans des conditions semblables, nous comparerons les quantités de conbustible et de pierre requises pour une quantité donnée de fonte, lorsque le fourneau a donné la plus grande production dans chaque cas. De fait, cela suppose les conditions les plus favorables pour la fonte de l'espèce de minerais ou de mélanges de minerais dont il est question. En attribuant dans chaque cas, pour la pierre et le coke, avant chaque maximum de coulée de 24 heures, précisément le même espace de temps à cette fonte, nous avons trouvé les chiffres donnés ci-après.

Nous nous sommes cru justifiable d'agir ainsi, parce qu'avec des minerais titanifères, nous avons eu deux fontes successives, de 12 heures chacune, de 3,325 et 3,410 livres (en tout 6,735 livres en 24 heures), suivies d'une fonte de 3,200 livres, et dans d'autres coulées, une fonte de 2,400 livres en 12 heures, suivie d'une autre de 2,635 livres (en tout 5,035 livres en 24 heures), pour le mélange de minerais titanifères et d'hématites, et une fonte de 2,200 livres, suivie d'une autre de 2,400 livres (en 12 heures), en tout 4,600 livres en 24 heures pour les hématites non-titanifères fondues seules.

Coulée nº 1.—Hématites non-titanifères du lac Supérieur :—

Fonte	1·00	
Pierre	1·15	
Coke	2·15	Minerais, 62 pour 100 de fer.

Coulée nº 2.—Mélange d'hématites et de minerais titanifères :—

Fonte	1·00	
Pierre	1·00	
Coke	2·20	Minerais, 56 pour 100 de fer.

Coulée nº 3—Minerais titanifères des Adirondacks :—

Fonte	1·00	
Pierre	0·95	
Coke	1·99	Minerais, 52 pour 100 de fer, 20 pour 100 d'acide titanique.

En conséquence, pour dire le moins, les minerais titanifères, dans les mêmes conditions d'allure du fourneau, n'ont pas exigé plus de combustible par unité de fonte que n'en exigent d'excellents minerais non-titanifères ; en réalité, ils en exigent certainement moins, et la

production du fourneau a été augmentée considérablement. Nous pourrions observer ici que la coulée n° 1 a été faite avec des minerais contenant 62 pour 100 de fer, tandis que dans la coulée n° 3, la proportion du fer n'était pas de plus de 52 pour 100.

Nous avons à dessein choisi les minerais titanifères pas trop riches et forts en acide titanique. Si nous avions employé des minerais tels que ceux que l'on trouve en très grandes quantités dans ce même district, contenant en moyenne 60 à 62 pour 100 de fer et atteignant même 64 pour 100, avec seulement 13 à 10 pour 100 d'acide titanique, l'économie en ce qui concerne le combustible et la pierre, surtout la dernière, aurait été beaucoup plus en faveur des minerais titanifères. Si nous faisons le calcul pour des minerais titanifères plus riches, contenant 60 à 64 pour 100 de fer, minerais dont nous avons donné l'analyse ci-dessus, il est facile de voir que, même en supposant 100 de coke pour 100 de minerai, dans ce cas, il n'aurait fallu seulement qu'environ 0·50 à 0·60 de tonne de pierre dolomitique par tonne de fonte pour obtenir un laitier contenant à peu près 22 pour 100 de silice et 30 pour 100 d'acide titanique, avec 24 pour 100 de chaux, 14 pour 100 d'alumine, et 10 pour 100 de magnésie comme bases. Avec cette réduction dans la quantité de laitier à fondre et de fondants à ajouter, l'économie quant au combustible, avec l'allure rapide, aurait semblé d'importance considérable.

Nous pourrions aussi observer que, tout en trouvant certainement excessive la consommation de 2 tonnes de coke pour 1 tonne de fonte dans un fourneau moderne, nous ne devons pas perdre de vue le fait que le fourneau était petit et à toit ouvert, que la température ne dépassait pas 400 degrés F., et que nous perdions les gaz qui, s'ils avaient été utilisés, auraient pu élever facilement la température de l'air à 800 ou 900 degrés F. Nous aurions désiré obtenir ce dernier chiffre, et même 1,400 degrés F. Nous avons vu des fourneaux à toit ouvert de 65 à 70 pieds de haut, d'une capacité de 35 à 40 tonnes par jour, ne montrant pas de meilleur résultat en ce qui concerne la quantité de combustible employée par tonne de fer, avec des minerais encore plus riches que ne l'étaient nos minerais titanifères. En tout cas, il nous a fallu même plus de 2 tonnes de coke pour une tonne de fonte avec des minerais non-titanifères, dans les mêmes conditions d'allure du fourneau.

Nous avons laissé le fourneau en activité jusqu'à ce que nous eussions épuisé notre approvisionnement de minerai, et nous avons pu le vider jusqu'à près d'un pied des tuyères. Lorsque nous l'avons ouvert, nous avons, comme à l'ordinaire, trouvé dans le creuset un peu de résidu,

mais aucune trace de nitrocyanure de titanium n'était visible, ni dans le creuset, ni dans les étalages, ni dans aucune partie du fourneau. Nous pouvions nous y attendre. Les conditions d'allure de notre fourneau n'étaient pas suffisantes pour réduire la silice, et encore moins l'acide titanique.

Bien que ces conditions fussent très inférieures, sous le rapport de la chaleur, à celles qui pourraient être adoptées (une température de 800 degrés F. étant parfaitement admissible avec ces minerais), elles reproduisaient d'une manière générale celles qui, avec ces minerais, ont donné des résultats très satisfaisants. Le fer ne contenait que 0·1 à 0·2 pour 100 de silicium, et pour ainsi dire seulement des traces de titanium. Bien loin de se masser, les minerais avaient entaillé de plusieurs pouces la paroi intérieure, qui était recouverte d'une bonne couche de substance vitrifiée. Au cours de cette dernière expérience, nous avons fait un grand nombre d'analyses du laitier ; d'autres analyses ont été faites depuis à New-York. Nous donnons ci-après les plus caractéristiques comme types :—

SiO_2	20·59	15·32	14·82	15·90
TiO_2	26·81	31·26	31·97	34.38
Al_2O_3	10·17	14·50	12·43	11·23
CaO	23·60	20·56	24·00	22·10
MgO	10·24	9·09	9·97	9·70
FeO	6·90	6·02	4·50	6·40

Un examen de ces chiffres démontre que les seuls éléments variables des analyses sont les proportions de SiO_2 à TiO_2. Dans la dernière coulée de scories, leur composition générale était, en chiffres ronds, de 15 pour 100 de SiO_2, 35 pour 100 de TiO_2, 10 à 12 pour 100 d'alumine, 20 à 25 pour 100 de chaux, et environ 10 pour 100 de magnésie. Dans toutes, l'acide titanique prédomine.

Ces épreuves métallurgiques, faites sur une échelle pratique, ont démontré, croyons-nous, que dans les conditions où elles ont été faites :

1. Dans un fourneau n'ayant que 20 pieds de hauteur, avec vent porté à une température de 400 degrés F. seulement, sous une pression moyenne de 16 à 18 onces, des minerais titanifères contenant 20 pour 100 d'acide titanique et 52 à 53 pour 100 de fer, peuvent parfaitement être réduits, en fabriquant le fer plus rapidement, et avec une consommation de combustible (coke) pas plus considérable, même moindre, par tonne de fonte, que celle faite pour d'autres minerais exempts de titanium, avec une économie en ce qui concerne la quantité de fondants employés.

2. Les minerais titanifères ne se sont pas massés. Nous avons trouvé les parois du fourneau tout aussi entamées qu'avec d'autres minerais non-titanifères après un service limité. Aucun dépôt titanifère n'a été observé.

3. Nous avons constaté que du laitier très chargé d'acide titanique, contenant 30 à 35 pour 100 de TiO_2 et seulement 15 pour 100 de silice, avec de l'alumine, de la chaux et de la magnésie comme bases, était parfaitement fusible dans ces conditions de basse température. Il était liquide, courant jusqu'à 40 pieds du fourneau en serpentant. Chimiquement, il était soluble sans résidu dans l'acide chlorydrique ; physiquement, il cristallisait d'une manière distincte.

4. Avec des minerais plus riches, contenant moins d'acide titanique, avec une température plus élevée, au moins 800 degrés F., comme la chose a été faite, nous pourrions peut-être espérer légitimement des résultats beaucoup plus économiques.

5. Il est possible de former des composés liquides et fusibles avec l'acide titanique par l'addition de fondants en quantités et de nature convenables, comme une pierre dolomitique qui introduirait de la magnésie. Cette dernière, combinée avec l'alumine et la chaux, contribuerait à rendre le silico-titanate ou titanate beaucoup plus liquide et plus fusible, contrairement à ce que l'on a prétendu relativement à la difficulté ou l'impossibilité de faire couler des scories renfermant une petite proportion d'acide titanique (1 à 2 pour 100).

6. Il n'y a rien dans ce cas qui puisse porter à supposer qu'un fourneau ne pourrait pas, dans ces conditions, être maintenu en activité pendant une période indéterminée.

Propriétés du fer obtenu de minerais titanifères.

Quelle qu'ait été l'opinion de plusieurs métallurgistes relativement aux avantages, ou même à la possibilité, de fondre ces minerais, et sur le caractère réfractaire de scories contenant de l'acide titanique, il y a un point sur lequel ils semblent tous s'accorder : les excellentes qualités du fer et de l'acier provenant de fonte titanique, et la valeur spéciale du dernier. Pour plus amples détails sur ce sujet, nous renvoyons le lecteur à l'autorité citée dans notre travail de Montréal et dans un travail précédent lu devant la Société des chimistes américains en 1890.*

Parlant du fer fabriqué à Norton-sur-Tyne, J. Deby, ex-secrétaire étranger du *Journal I. & S. Inst.*, dit : † "On l'a adopté à Sheffield

* Titanium dans le fourneau B, vol. xii, n° 4.

† *Journal I. & S. Inst.*, 2, p. 19, 1877.

pour les plaques de blindage, non seulement à cause de la tenacité qu'il possède, mais aussi à cause de celle qu'il communique à d'autres fers par le mélange." M. Bowron, faisant allusion au même fer, dit qu' "il valait le double du fer ordinaire." * Les journaux scientifiques d'Angleterre se servent des mots "merveilleusement bon" en parlant de ce fer titanique.

Nous n'avons pas l'intention, dans cet article, d'examiner les causes de cette supériorité. Généralement parlant, nous pouvons dire que si elle est due à la présence du titanium dans la fonte, de très légères proportions de cette substance sont alors suffisantes pour assurer ce résultat. Au cours de nos expériences métallurgiques, il nous a été impossible d'obtenir plus de quelques centièmes à un dixième d'un pour cent de titanium. On le rencontre en proportions variant de 0·2 à 1 pour 100, ici et en Angleterre, dans beaucoup de fontes auxquelles il semble donner une "plus grande tenacité." † Plus la qualité du fer est élevée, plus il doit vraisemblablement contenir de titanium. D'un autre côté, la fonte titanique faite de minerais provenant de Saint-Urbain, Canada, contenant de 41 à 48 pour 100 d'acide titanique, fondue d'après le procédé Forbes, sous une basse température et une basse pression du vent, renfermait seulement des traces de titanium—0·03 à 0·05, par exception 0·26—et cependant, les qualités de la fonte et du fer étaient "exceptionnellement bonnes" (analyses faites à l'Ecole des mines de Paris).

Mais s'il ne se trouve dans la fonte provenant d'un fourneau à air froid que des quantités de titanium et de silicium relativement très légères, la proportion de carbone, la plupart du temps à l'état de combinaison, est souvent très forte.

Une analyse du métal provenant de notre petit fourneau à coke de 1893 a donné :—

Silicium	0·36	traces à 0·16
Titanium	point	0·07
Carbone en combinaison	2·835	2·99
Carbone graphitique	0·253	0·24

Même le résidu contenait seulement Si, 1·05 ; Ti, 0·054. La fonte, bien que "blanche," n'a pas les caractères ordinaires de la fonte blanche. Le grain en est généralement très serré et fin, sa cassure, sous le rapport de la couleur et de l'apparence, ressemble plus à l'acier, et elle est remarquablement tenace et dure. Dans des conditions spéciales, nous avons obtenu une fonte contenant :—

Silicium	0·29	0·62 et même	0·84
Titanium	0·85	0·78	1·94
Manganèse	0·34	....	....
Carbone	4·56	4·12	....

* Mémoire de Bowron.

† Rivat Decimasié, p. 156.

Elle était si dure qu'elle pouvait à peine être brisée sur une enclume avec une masse. Elle émoussait les mèches les plus dures, et il nous a été difficile d'en détacher des échantillons pour en faire l'analyse.

Une grande compagnie manufacturière nous ayant demandé de faire des expériences sur la trempe, la force et la résistance de mélanges de fonte dans lesquels il entrait de petites proportions de différents éléments métalliques, nous avons pu faire l'épreuve, sur la machine, de notre fonte blanche provenant de minerais titanifères. Des barres carrées d'un pouce de section sur 12 pouces de longueur entre des supports, se sont brisées sous un poids au centre de 2,700 à 2,900 livres, ce qui correspond à un module de rupture en travers de 48,600 à 52,200 livres par pouce carré.

Coulée dans des moules trempés, cette fonte offrait une épaisseur de trempe remarquable sur les blocs d'essai. Elle était devenue tellement dure que des pointes ou des ciseaux fabriqués de l'acier le plus dur ne pouvaient pas l'entamer. Sa résistance au frottement était exceptionnelle. Pour plusieurs usages évidents, ces propriétés feraient employer cette fonte sur une grande échelle. Des pièces de machines exigeant une dureté spéciale ont été coulées avec cette fonte, et ces machines ont été employées dans des conditions d'usure très difficiles à supporter. Cependant, après un an de ce service, l'on a constaté qu'elles étaient en bon ordre.

En mêlant à des fers montrant une charge de rupture de 3,350 livres par pouce carré et une trempe, sur les morceaux servant à l'essai, de 1·125 pouce d'épaisseur, de légères proportions de cette fonte titanique, nous en avons porté la résistance à la rupture à 3,900 livres et plus, correspondant à un module de 70,000 livres par pouce carré. La profondeur de la trempe avait été accrue à 1·375 pouce.

Ce fer soutenait avantageusement la comparaison pour la résistance avec d'autres mélanges dans lesquels entraient certains éléments métalliques, mélanges beaucoup plus dispendieux, et avec lesquels la trempe tombait à 0·81 de pouce, et dans certains cas, à 0·062 de pouce, ce qui les rendait impropres aux fins auxquelles ils étaient destinés, tout forts qu'ils fussent. En conséquence, la simple addition de cette fonte titanique—pas plus coûteuse, en réalité, que n'importe quelle autre fonte—à des mélanges ordinaires employés à des fins déterminées, tout en augmentant la dureté et la trempe du produit d'une manière remarquable, en augmentait aussi considérablement la résistance à une rupture en travers, l'amenant à égaler la résistance obtenue au moyen de mélanges beaucoup plus dispendieux, dont le coût excluerait l'usage dans l'industrie, et qui, à tous effets, détruisent la trempe, qui est un facteur essentiel dans le cas qui nous occupe.

Des produits industriels ont été fabriqués avec ces mélanges de fer titanique dans le but de les soumettre aux épreuves régulières en vue de la résistance, épreuve qu'ils ont subie avec des résultats très satisfaisants. Les expériences ont été répétées plusieurs fois et dans des conditions différentes. Elles ont été faites sur un certain nombre de mélanges différents, mais elles sont d'un caractère plus personnel, et ce que nous en avons cité suffit, croyons-nous, pour les fins du présent article.

Revenant aux deux mémoires déjà mentionnés relativement aux qualités du fer et de l'acier fabriqués avec cette fonte, nous voyons que, soit sous cette dernière forme, soit comme produit transformé, le métal provenant de minerais titanifères pourrait être l'objet de commandes nombreuses et importantes à cause de ses qualités spéciales.

Conclusion.

En terminant, nous pouvons répéter ce que disait Wm B. Phillips au cours de la discussion de notre mémoire lu à Montréal : " Le verdict rendu contre les minerais titanifères a été basé sur des raisons insuffisantes."

1. Comme tous ceux qui désireraient en faire l'expérience peuvent le vérifier, l'acide titanique peut former des composés définis, parfaitement fusibles, si l'on emploie des fondants convenables, contenant jusqu'à 35 à 40 et 50 pour 100 d'acide titanique, avec de l'alumine, de la chaux et de la magnésie comme bases, et pouvant servir comme laitier dans le travail d'un haut fourneau. De plus fortes proportions encore, 65 pour 100, par exemple, peuvent entrer dans un composé, et il restera fusible. Les objections à la fonte des minerais titanifères à cause du caractère réfractaire du laitier ne sont pas appuyées par notre expérience, ni par celle d'autres personnes, ni par des expériences faites directement sur les propriétés de ces composés.

2. Dans l'opération d'un fourneau dans des conditions spéciales de température et de pression du vent, les dépôts de titanium n'ont donné lieu à aucun inconvénient. Nous n'en avons jamais observé dans les épreuves que nous avons faites dans notre haut fourneau, et le Dr Forbes n'en a rencontré aucune pendant ses travaux comme métallurgiste en Angleterre et en Norvége.

3. Supposé que l'on prétende que ces conditions spéciales de température plus basse, considérées comme plus favorables à la fonte de ces minerais, impliquent une perte de combustible, il s'agit de savoir si cette perte n'est pas compensée par la diminution et de la quantité des

scories à fondre, et de la quantité des fondants nécessaires, et par l'effet indirect de ces derniers sur la puissance de production du fourneau, ainsi que par la plus grande valeur de la fonte produite pour des fins déterminées et nombreuses. Et cela, sans tenir compte de la possibilité de ne pas soumettre le fourneau, par une allure rapide et en forçant la production, à des conditions que ces minerais pourraient facilement amener, si nous en jugeons d'après nos expériences.

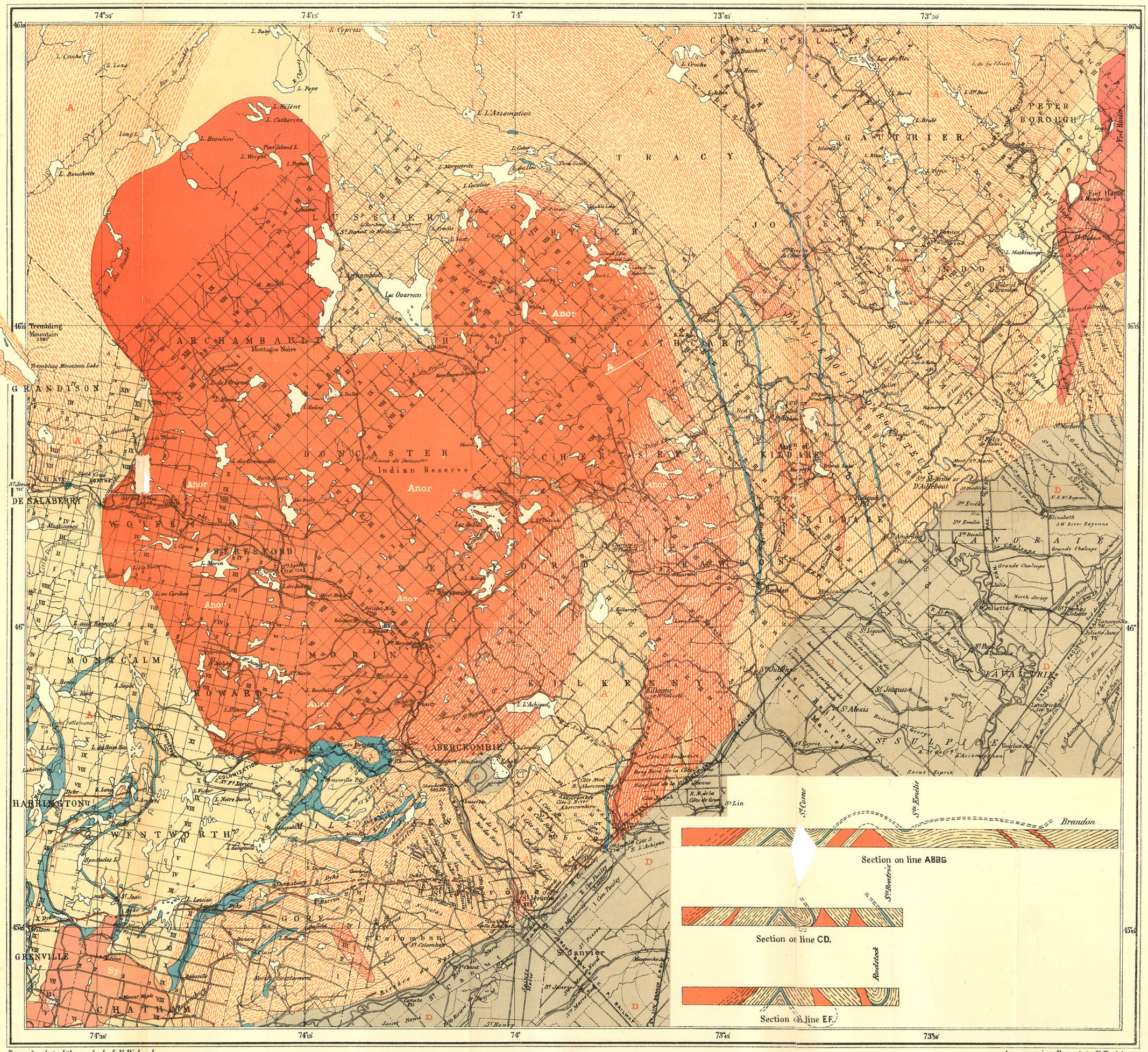
Les résultats les plus économiques sont obtenus en introduisant de la magnésie en quantité importante dans la composition des scories, avec de l'alumine et de la chaux. Lorsque l'on a examiné d'une manière pratique un grand nombre des objections soulevées contre l'usage de ces minerais, l'on a trouvé qu'elles étaient aussi peu fondées que celles apportées contre l'usage de la magnésie dans un haut fourneau.

Nous avons essayé, dans les lignes précédentes, de représenter les faits tels que nous les avions observés, et de faire connaître, aussi fidèlement que possible, les conditions dans lesquelles nous avions fait nos expériences. Nous aimons à croire que nous avons assez bien réussi pour en engager d'autres à nous seconder dans les efforts que nous faisons pour réhabiliter une classe de minerai, du caractère de celui avec lequel on fabrique l'acier Bessemer, lequel pourrait fournir aux métallurgistes de la matière d'excellente qualité, qu'il leur serait possible de se procurer dans plusieurs districts où d'autres minerais coûtent cher.

Geological Survey of Canada

GEORGE M. DAWSON, C.M.G., LL.D., F.R.S. &c., DIRECTOR

1897.



Drawn for photo-lithography by L. N. Richard.

Accompanying Report by F. D. Adams
Part J Vol VIII (New Series)

PROVINCE OF QUEBEC
Geological Map
of parts
of
Joliette Argenteuil Terrebonne and Montcalm Counties.

Natural Scale $\frac{1}{253440}$

Scale 4 Miles to 1 inch

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Miles

13