

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

ROBERT BELL, M.D., D.Sc., LL.D., F.R.S.

---

NOTES SUR CERTAINES

# ROCHES ARCHÉENNES

DE LA

VALLÉE DE L'OTTAWA

PAR

A. OSANN, MULHOUSE, ALSACE.

*(Traduit de l'allemand par Nevil Norton Evans.)*



OTTAWA

IMPRIMÉ PAR S. E. DAWSON, IMPRIMEUR DE SA TRÈS  
EXCELLENTE MAJESTÉ LE ROI.

1903



## NOTES SUR CERTAINES

# ROCHES ARCHÉENNES

## DE LA VALLÉE DE L'OTTAWA.

PAR A. OSANN, MULHOUSE, ALSACE.

(Traduit par Nevil Norton Evans.)

Durant l'automne de 1899, sur l'invitation de la Commission géologi-  
que du Canada, j'ai fait une série d'excursions géologiques qui ont duré Champ  
d'étude.  
plus de cinq semaines, dans cette partie de la province de Québec située  
au nord et à l'est d'Ottawa, et en cela le D<sup>r</sup> Dawson, alors directeur de  
la Commission, m'a prêté son concours de la manière la plus obligeante.  
De plus, dans beaucoup de ces excursions, le D<sup>r</sup> R. W. Ells et M. E.  
D. Ingall m'ont habilement dirigé. Ce m'est un plaisir d'exprimer ici  
à ces messieurs mes plus sincères remerciements.

Le but de ces excursions était, d'abord, de me familiariser avec Nature du  
travail.  
quelques-uns des principaux types de gneiss et de leurs roches asso-  
ciées, et ensuite, plus particulièrement, d'étudier les minéraux impor-  
tants au point de vue technique, comme l'apatite, le mica et le  
graphite. Naturellement, vu la grande variété des gneiss et l'énorme  
étendue qu'ils couvrent, et vu aussi le peu de temps à ma disposition, il a  
fallu choisir certains types caractéristiques. Quant à leur étude géolo-  
gique plus complète, ainsi qu'à la détermination de leurs relations, il  
faudra attendre qu'on ait dressé des cartes spéciales de tout ce très  
intéressant district. C'est à l'étude des gisements d'apatite qu'il a été  
relativement consacré le plus de temps.

### GNEISS DU VOISINAGE D'OTTAWA.

Sur la rive nord de la rivière Ottawa, au sud de Montebello, station Magnifique  
coupe de  
gneiss.  
sur l'embranchement d'Ottawa à Montréal du chemin de fer Canadien  
du Pacifique, on a fait une très belle coupe dans le gneiss. On  
trouve ici le gneiss interstratifié avec de la quartzite et du calcaire  
grenu, le gneiss se trouvant au-dessous de la quartzite et le calcaire au-

Description  
macroscopique.

dessus ; la direction principale est N. 70° E. et le plongement 30°-40° au sud. Le gneiss est fort courbé et replié, comme on peut facilement le constater sur les surfaces que la glace a grandement polies. Le caractère macroscopique du gneiss nous rappelle fortement le gneiss hornfels du sud d'Odenwald et beaucoup de soi-disant gneiss de Rench de la Forêt Noire ; en échantillons portatifs, il est souvent impossible de le distinguer de ces derniers. Les signes caractéristiques sont les suivants : grain modérément fin et très égal, grande abondance de mica, et un habitus micaschisteux qui en résulte. De plus, absence de structure filandreuse ou cœillée ; les éléments constitutifs sont très uniformément répartis, et les lamelles de mica sont toutes disposées parallèlement, de sorte que la roche se casse assez bien dans cette direction. La régularité de la structure est seulement interrompue par nombre de veines et de rognons de quartz qui sont fréquemment de l'épaisseur du doigt et s'amincissent à rien à de courtes distances. Le mica de la roche normale est de la biotite d'un brun rougeâtre, mais dans plusieurs lits on trouve aussi un mica blanc sur les surfaces schisteuses ; ce dernier n'est pas uniformément réparti, mais forme des agrégats en rosette. Nombre de ceux-ci présentent un contour grossièrement hexagonal, de sorte que, selon toute probabilité, ce sont des pseudomorphes de la staurolite ou de la cordiérite. A tous autres égards, la roche semble parfaitement fraîche.

Feldspath et mica, constituants qui abondent.

Au microscope, on voit que le gneiss est très riche en feldspath. De beaucoup la plus grande partie des lames de feldspath présentent le maclage croisé de la microcline ; fréquemment, dans un grain, la "hachure transversale" passe à une extinction ondulatoire et une orientation uniforme. Les tranches non lamelleuses ne diffèrent en rien, quant à leur réfraction ou leur structure microscopique, des tranches striées et, selon toute probabilité, doivent appartenir au même feldspath ou orthose.

On trouve le mica en quantité presque égale au feldspath. Dans les tranches parallèles aux lamelles, il se présente sous des formes arrondies et effilochées, et dans les tranches à angle droit, on le trouve souvent recourbé et ouvert. Le pléochroïsme est très caractéristique, les couleurs variant du jaune-rougeâtre brillant au brun-rougeâtre foncé ; les tranches de base ne présentent pas de différences accentuées dans l'absorption. Les inclusions qu'on rencontre sous forme de petits grains arrondis incolores et de petits cristaux à fort indice de réfraction et à forte réfraction double, sont des zircons ; autour de ceux-ci se trouvent généralement une aire noire sans pléochroïsme.



Un autre élément constituant qu'on trouve en quantités considérables et qu'on peut souvent voir à la loupe, c'est la tourmaline. Elle forme de petites colonnes trapues, de 0.1—0.15 mm. de diamètre et de 0.3—0.4 mm. de hauteur, mais les dimensions diminuent à partir de ces chiffres jusqu'à une petitesse extrême. O est vert-brunâtre; E, incolore avec une teinte de rouge.

Comme nous l'avons déjà dit, le mica incolore se borne presque entièrement à certains petits agrégats; il est très rare dans la roche normale et produit de plus grandes paillettes dans les amas poikilitiques qui se sont placés entre les autres éléments constitutifs de la roche.

Le quartz, avec ses inclusions fluides ordinaires, se rencontre bien plus rarement que le feldspath ou le mica. L'apatite et les minerais sont rares; et le rutile, aussi bien que le graphite et autres matières carbonées, font défaut.

La structure, particulièrement dans ces parties faibles en mica, est celle d'un hornfels typique; dans les parties riches en mica, particulièrement dans les tranches taillées verticalement à la schistosité, il est plus ou moins caché par la disposition parallèle de ce minéral. La grosseur uniforme du grain et la fraîcheur extrême de tous les éléments constitutifs de la roche vue au microscope, sont remarquables. Le caractère de la roche, tant macroscopique que microscopique, est celui d'un paragneiss typique qui s'est formé par la métamorphose d'une roche sédimentaire, probablement un schiste argileux. Le Dr. Dittrich en a fait l'analyse, qu'on trouvera sous la colonne I :—

	I.	II.
Si O <sub>2</sub> .....	58.68	57.66
Ti O <sub>2</sub> .....	1.39	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16.17	22.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.66	—
Fe O.....	5.69	7.74
Mg O.....	3.71	3.56
Ca O.....	0.30	1.16
Na <sub>2</sub> O.....	0.83	0.60
K <sub>2</sub> O.....	8.68	5.72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.31	—
C O <sub>2</sub> .....	0.36	—
H <sub>2</sub> O.....	1.65	1.50*
Total.....	99.43	100.77

Pour les fins de comparaison, on trouvera sous la colonne II une analyse d'une sillimanite contenant du gneiss riche en biotite, prise au lac Tremblant, suivant ce que rapporte Adams, auquel nous devons de

\* Perte par ignition.

très précieuses études sur les gneiss d'une grande superficie au nord de Montréal. Les deux analyses se ressemblent beaucoup, excepté par la quantité plus considérable d'alumine et une moindre quantité d'alcalis dans le N° II, particularité qui s'explique en minéralogie par la présence du silicate d'alumine pur, la sillimanite, dans le gneiss du lac Tremblant. Le N° I donne la même proportion de silice, mais il est plus pauvre en alumine et plus riche en alcalis, ce qui correspond à sa teneur en tourmaline. Sous la colonne III, l'on voit la proportion moléculaire de I réduite à 100, mettant de côté l'eau et le dioxyde de carbone et calculant tout le fer comme protoxyde.

	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Si O <sub>2</sub> .....	67·01	67·60	66·83	83·33	68·55
Ti O <sub>2</sub> .....	1·19	0·35	0·45	0·20	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	10·86	9·05	9·61	7·54	14·60
Fe O.....	6·83	3·74	3·69	1·22	2·49
Mg O.....	6·35	7·69	5·96	—	0·14
Ca O.....	0·37	3·51	5·35	0·35	0·48
Na <sub>2</sub> O.....	0·92	6·40	4·57	3·95	10·15
K <sub>2</sub> O.....	6·32	1·61	3·12	3·41	3·52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0·15	0·05	0·15	—	—

V. avec 0·08 Mn O.  
0·12 Ba O.  
0·07 Sr O.

VII. avec 0·07 Mn O.

Ressemblance  
caractéristi-  
que des  
analyses.

Dans les deux analyses I et II, la petite quantité de chaux proportionnellement à la grande quantité de magnésie et à la petite quantité de silicé, sont caractéristiques. De plus, tous les alcalis et la chaux réunis sont loin de pouvoir former avec l'alumine les molécules (K. Na)<sub>2</sub> Al<sub>2</sub> O<sub>4</sub> et Ca Al<sub>2</sub> O<sub>4</sub>. Au point de vue minéralogique, ceci s'explique par le caractère absolument inaltéré de la roche, et par le fait que les silicates d'alumine sont dépourvus d'alcalis ou n'en ont que peu, comme la sillimanite et la tourmaline. Un coup d'œil jeté sur les tables analytiques des roches plutoniques disposées suivant les proportions moléculaires (2), démontre qu'une aussi faible teneur en chaux que celle qu'il y a dans III, ne se présente que dans le cas de granits fortement acides et de quelques syénites à éléolite. Dans le premier cas, le Si O<sub>2</sub> (en proportions moléculaires) est de plus de 80%; dans le second, l'alumine et les alcalis sont de beaucoup plus considérables. Nous donnons ce qui suit pour des fins de comparaison :—

- IV. Analyse de Kammgranite Vogesen.
- V. " de syénite du pic Yogo, Montana.
- VI. " de granit du cap Ann, Mass.
- VII. " de syénite à éléolite de Litchfield, Me.

Dans ces derniers, IV et V ont à peu près la même proportion de  $\text{Si O}_2$ ,  $\text{Al}_2 \text{O}_3$ , et d'alcalis que III ; d'une autre côté, la proportion de chaux est considérablement plus élevée. VI a environ la même proportion d'alcalis et de chaux ; mais l'alumine, le fer et la magnésie sont en moindres quantités, et la silice considérablement plus élevée. Dans VII, la silice et la chaux sont comme dans III, mais l'alumine et les alcalis sont en plus grande abondance, et la magnésie et le fer en bien moindre quantité. Rosenbusch a le premier signalé qu'une aussi faible proportion de chaux pour des quantités relativement considérables de fer et de magnésie, est la caractéristique des schistes argileux normaux, comme l'est aussi ordinairement la prépondérance accentuée de la potasse sur la soude. Pourvu que, pendant la métamorphose de ces schistes, leur composition chimique ne soit pas altérée ou seulement légèrement changée, comme on l'a observé au moins dans le cas de métamorphose de contact en plusieurs occasions, la supposition que le gneiss de Montebello provient d'un schiste argileux cadre assez bien avec sa composition chimique. Il ne faut cependant pas oublier, comme on l'a souvent remarqué dans le cas de roches plutoniques, que la décomposition normale faisant rapidement disparaître la chaux et la soude, il en résulte ici aussi le même caractère chimique. La plupart des anciens schistes argileux paléozoïques et archéens ont tiré leurs matériaux principalement des roches éruptives et des gneiss éruptifs, de sorte que l'action des agents atmosphériques a dû produire le lavage de la chaux et de la soude, pendant le charriage et la trituration des matières primitives, alors que dans le cas de roches plutoniques qui n'ont pas été aussi mécaniquement désintégrées, cette action chimique se sera exercée beaucoup plus lentement et moins complètement. Le résultat général est, cependant, le même dans les deux cas. Les analyses ci-dessus ne nous donnent conséquemment qu'une certaine probabilité du caractère sédimentaire du gneiss de Montebello.

Analyses  
pour la  
comparaison.

Gneiss de  
Montebello  
d'origine  
sédimentaire.

La quartzite de Montebello se compose en grande partie d'un agrégat grossier de grains de quartz, qui se touchent les uns les autres en formant des rebords irrégulièrement anguleux et dentelés. On n'y peut reconnaître aucun indice d'origine clastique ou d'une croissance postérieure de quelque orientation, etc. ; elle manque aussi de cohésion. On trouve, cependant, par-ci par-là, les marques bien connues de pression, telles que l'extinction onduleuse et des réductions de gros grains en un certain nombre de grains plus petits avec à peu près la même orientation optique. De plus, l'apparence rayée, dont on a si souvent parlé comme indice de lamelles maclées, n'est pas rare. Les raies peuvent se distinguer à la lumière ordinaire ; elles sont en partie

Composition  
de la quartzite  
de Montebello

limpides comme de l'eau, en partie brouillées et remplies de matières interposées ressemblant à de la poussière. Sous un verre très grossissant, on découvre que quelques-unes de ces dernières sont des inclusions fluides.

Constituants  
accessoires.

Parmi les éléments constituants accessoires, on peut mentionner de la muscovite et du graphite, tous deux visibles à la loupe, des grains d'un feldspath triclinique, de petites quantités de carbonates, probablement riches en fer, à en juger par leur couleur brune, des lamelles isolées de biotite et de titanite en grains arrondis et en lames elliptiques.

Le calcaire grenu de la tranche de Montebello est en assez à gros grains, d'une couleur gris-vert sale, et caractérisé par une forte proportion de chlorite. Microscopiquement, il contient aussi du quartz et du feldspath, en partie de la microcline.

Non loin de Montebello, à un endroit appelé Lefavre, on a fait une tranchée il y a quelque temps dans du calcaire grenu en cherchant du graphite. Le calcaire est ici d'une blancheur de neige, à grains bien plus gros (grains jusqu'à 1 cm.), et contient du mica brun pâle, de la muscovite et des lamelles arrondies de graphite (jusqu'à 2 mm. de diamètre).

Type différent  
de gneiss.

J'ai trouvé au nord et au nord-ouest de la station de Lachute (à 76 milles à l'est d'Ottawa), un type de gneiss absolument différent de celui déjà décrit. Ce gneiss semble couvrir une zone considérable qui s'étendrait entre Lachute, Lakefield et la masse de syénite qui couvre une partie des cantons de Grenville et de Chatham (voir la carte géol. qui accompagne le rapport annuel de la Commission géol. Can., vol VIII, N. S.). On a recueilli des échantillons portatifs d'un certain nombre d'endroits, et on a trouvé qu'ils correspondaient les uns aux autres tant au point de vue macroscopique que microscopique.

Description  
microscopique.

La cassure transversale de la roche à grains moyens et uniformes montre une structure stratifiée typique occasionnée par des lits rougeâtres composés en grande partie de feldspath potassique et d'un peu de quartz, alternant avec des lits riches en hornblende et mica. Dans d'autres échantillons, cette alternance est plus ou moins indistincte, et l'on aperçoit une structure rayée grenue qui passe sur une autre structure presque complètement grenue. Au microscope, on voit que la roche se compose essentiellement de feldspath et de hornblende, avec des quantités décroissantes de quartz et de mica. La hornblende est verte et transparente, et les lames parallèles à la zone prismatique donnent un angle d'extinction maximum  $\angle$  :  $\angle$ , 18-20°. L'absorption et le pléochroïsme sont forts ;  $\mathcal{X}$  est jaune-verdâtre clair,  $\mathcal{Y}$  et  $\mathcal{Z}$  à

peu près uniformément vert-gazon foncé. Le contour est en général irrégulier, mais nombre de grains sont fort allongés dans la direction de l'axe  $\mathcal{C}$ , et parfois l'on remarque que les contours grossiers du cristal correspondent non seulement aux faces de la zone prismatique, mais aussi aux faces terminales. Le mica brun que l'on rencontre bien plus rarement fait voir quelquefois des contours hexagonaux. Le feldspath allotriomorphique est du plagioclase en petite quantité, mais principalement de l'orthose et de la microcline. Quant aux entrecroissances micropertthitiques, elles sont extrêmement fréquentes et d'apparence très variée. L'orthose contient des inclusions de forme fuselée ou des plaques irrégulières d'un feldspath caractérisé par un indice de réfraction plus fort et une double réfraction. De plus, la périphérie des grains d'orthose est quelquefois entourée d'un étroit rebord de substance feldspathique d'une double réfraction encore plus forte et qui est certainement de croissance postérieure. L'apatite et le zircon se trouvent comme constituants accessoires en quantités relativement considérables.

La structure microscopique du gneiss nous rappelle beaucoup celle d'une roche plutonique. Cette impression résulte particulièrement de la tendance de l'amphibole et du mica à avoir des contours réguliers, de leur fréquente aggrégation en amas et de la différence d'âge de ces deux minéraux comparativement à celui du feldspath et du quartz.

D'un autre côté, le développement effiloché et la fréquente entrecroissance et la pénétration réciproque des éléments constituants qu'on rencontre si souvent dans les autres gneiss, font absolument défaut. En tous cas, on peut exprimer avec grande probabilité la supposition que ce gneiss de Lachute est d'origine éruptive, et ceci est corroboré par une analyse faite par le Dr Dittrich et que voici :—

Structure semblable à une roche plutonique.

Probablement d'origine éruptive.

	I.	II.
SiO <sub>2</sub> .....	59.89	67.19
TiO <sub>2</sub> .....	0.96	0.81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	17.70	11.68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.95	4.17
FeO.....	2.71	
MgO.....	1.56	2.63
CaO.....	2.53	3.04
Na <sub>2</sub> O.....	5.74	6.23
K <sub>2</sub> O.....	5.83	4.17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.17	0.08
H <sub>2</sub> O.....	0.29	
CO <sub>2</sub> .....	0.39	

99.72

Sous la colonne II se trouvent les proportions moléculaires correspondantes, en négligeant l'eau et  $\text{CO}_2$  et en calculant tout le fer comme  $\text{FeO}$ . A première vue, on est frappé de la différence évidente entre ce gneiss et celui de Montebello, bien que les deux analyses fassent voir presque la même teneur en silice et en alumine. La soude et la chaux sont cependant bien différentes. Toute la composition de ce gneiss de Lachute correspond à celle d'une roche éruptive, qui pourrait se traduire par : <sup>2</sup>—

S	A	C	F	a	c	f	n
68.00	10.40	1.28	8.56	10.5	1	8.5	6

Différence  
entre le gneiss  
de Montebello  
et celui de  
Lachute.

Cette formule correspond très bien à celle des syénites riches en alcali entre les types umptékitite et hédrumite. Il y a similarité remarquable entre sa composition et celle, par exemple, de la syénite de Red-Hill, New-Hampshire (analyse III), en proportions moléculaires.

	III.
$\text{SiO}_2$ .....	66.24
$\text{TiO}_2$ .....	0.68
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	12.00
$\text{FeO}$ .....	4.79
$\text{MnO}$ .....	0.03
$\text{MgO}$ .....	1.76
$\text{CaO}$ .....	2.89
$\text{Na}_2\text{O}$ .....	7.64
$\text{K}_2\text{O}$ .....	3.83

On ne peut expliquer la forte proportion dans le gneiss de  $\text{Na}_2\text{O}$  que par l'entrecroissance microscopique et peut-être aussi cryptoperthitique d'orthose avec du feldspath de soude. La moyenne du plagioclase a une composition  $\text{Ab}_4\text{An}_1$ , et est par conséquent un oligoclase acide ; probablement qu'il doit y avoir dans la roche de l'albite et de l'oligoclase basique.

Gneiss  
éruptif de  
la montagne  
Tremblante et  
de Lakefield,  
P. Q.

Adams, dans les études ci-dessus mentionnées, donne l'analyse d'un gneiss éruptif de la montagne Tremblante. Cette roche est plus acide que d'environ 10 pour cent de  $\text{SiO}_2$ , et correspond au granit par sa composition. A un endroit appelé Lakefield, dans le comté d'Argenteuil, P. Q., on a trouvé un gneiss qui ne diffère pas essentiellement de celui qui vient d'être décrit. Le grain en est beaucoup plus fin, et contient des "œils" de feldspath, 0.5—1 cm. de diamètre, et qui rendent la structure quelque peu plus "filandreuse." Les facettes de clivage de ces feldspaths sont fort repliées et parfois passablement écrasées. Les lamelles de clivage parallèles à  $\text{oP}$  sont en certains cas sans stries de maclage, et autant que peut le permettre de le déterminer



leur forte extinction onduleuse, l'extinction est parallèle. D'autres faces de clivage portent la hachure croisée de la microcline. Au microscope, on voit distinctement que le grain est plus gros que celui du gneiss de Lachute. La partie principale de la tranche se compose d'une mosaïque de petits grains de feldspath, qui sont en parties à peu près égales de grains striés et non striés. Le quartz est en bien moindre quantité que le feldspath ; sa quantité peut être facilement exagérée, parce que nombre de grains qui paraissent être du quartz par leur grande transparence et leur double réfraction, se montrent sous un fort verre grossissant, couverts de petites stries de maclage. Cet agrégat de grains incolores en grosses taches présente une structure passablement irrégulière ; en d'autres endroits, on voit clairement une structure parallèle, tous les grains étant allongés dans une même direction et étant disposés parallèlement les uns aux autres. Les contours des grains ne sont pas lenticulaires, mais à peu près rectangulaires, ce qui produit une structure feuilletée.

Les constituan's foncés sont la hornblende verte, le pyroxène, du grenat et des minerais ; le mica paraît être complètement absent. Ces constituants sont toujours agrégés ensemble en bandes étroites. La hornblende est apparemment la même que dans le gneiss à syénite. Le pyroxène est en partie rhomboïdal, comme le démontrent le pléochroïsme faible, mais distinct, l'extinction parallèle, les couleurs de polarisation inférieures, etc. En même temps que celui-ci, mais en moindres quantités, se trouve une augite monoclinique de couleur gris-vertâtre claire, avec un pléochroïsme à peine perceptible. Pendant que la hornblende est toujours à contours irréguliers, le pyroxène, particulièrement les cristaux rhomboïdes, prennent la forme de colonnes cristallines, aux extrémités souvent arrondies. Le grenat est rare ; il est transparent, de couleur rouge très claire, complètement isotrope et présente des formes arrondies ou effilochées ; il est toujours rempli d'inclusions vermiformes dérivées des constituants de couleur claire. Souvent un grain de grenat aura à son centre une parcelle métallique opaque, d'où rayonnent les inclusions vermiformes. On ne discerne aucune autre disposition régulière des autres éléments constituants autour du grenat. Ce gneiss est aussi probablement d'origine éruptive, et il se peut qu'il se rattache de quelque manière aux anorthosites avoisinantes, qui en partie contiennent du grenat.

Près de la maison du Révd. M. Pierce, ce gneiss est traversé par un dyke d'environ 0.5 mètre d'épaisseur d'une roche noire riche en mica. Par l'examen microscopique, on voit qu'elle contient une bonne proportion de mica brun-rougeâtre, du pyroxène presque incolore en étroits cristaux colonnaires, et des pseudomorphes de serpentine déri-

Tranche microscopique.

Constituants foncés.

Gneiss traversé par un dyke.

vés de l'olivine. La masse épanchée est trop décomposée pour l'analyser plus minutieusement. En toute probabilité, c'est une roche de dyke de lamprophyre appartenant à la classe kersentite à minette.

Certains autres gneiss seront mentionnés dans la description des gisements d'apatite et de graphite.

#### SUR L'EXISTENCE D'APATITE ET DE MICA AU NORD D'OTTAWA

Première  
découverte  
d'apatite.

La découverte de l'apatite en gisements considérables de valeur économique dans le district de la Lièvre remonte aussi loin que 1829, mais tomba bientôt dans le domaine de l'oubli. En l'année 1847, le Dr Sterry Hunt<sup>3</sup> fit la description de découvertes semblables dans la province d'Ontario, entre Kingston et Ottawa, dans les comtés de Burges-Sud, Lanark, Frontenac, Renfrew, Addington et Leeds. Une exploitation en règle commença entre 1860 et 1870 et se continua deux ou trois ans après 1890. A cette époque, l'industrie de l'apatite au Canada succomba devant l'énorme développement qu'avait pris l'industrie de la phosphorite en Floride, dans l'Alabama et les Etats voisins. C'était principalement dans les deux districts indiqués, l'un au nord de la rivière Ottawa, dans la province de Québec, et l'autre au sud de cette rivière, dans Ontario, que les mines étaient situées. Les observations enregistrées ici se rapportent au premier de ces districts, et les principales mines de la Lièvre et du voisinage de la rivière Gatineau ont été les seules visitées. La zone dans laquelle se trouve l'apatite et où on l'exploite s'étend sur une grande partie des cantons de Buckingham, Portland-Est, Portland-Ouest, Templeton, Wakefield, Bowman et les cantons avoisinants. Par ce qu'on voit dans les volumineuses brochures publiées sur le sujet, on peut dire qu'il fut bientôt reconnu que l'apatite était généralement associée à des roches qui étaient entièrement ou presque entièrement composées de pyroxène, et que Sterry Hunt<sup>4</sup> a appelées de la "pyroxénite." Quant à l'origine de cette "pyroxénite" et de l'apatite, les opinions sont encore très partagées.

Zone des  
roches  
d'apatite dans  
la province de  
Québec.

Sterry Hunt  
sur le mode  
d'existence.

Sterry Hunt<sup>4</sup> a décrit, en l'année 1863, l'apatite comme se présentant dans les roches laurentiennes, tant en cristaux répandus dans le carbonate de chaux qu'en lits irréguliers suivant la stratification et composés de phosphate de chaux cristallin presque pur. Dans le comté de Burgess-Nord, le minéral se présente en "plusieurs lits parallèles interstratifiés avec le gneiss."

En l'année 1866, dit le même auteur,<sup>5</sup> "la présence de l'apatite semblait caractéristique des roches pyroxéniques interstratifiées, l'apa-



tite marquant la stratification." Simultanément, il était fait mention "de vraies gangues d'apatite traversant verticalement et presque à angle droit les roches stratifiées de la région." En 1884, Hunt<sup>6</sup> écrit : "J'ai durant les derniers mois examiné avec soin nombre d'exploitations d'apatite dans Ontario, examen qui a confirmé mes observations antérieures et a donné une importance additionnelle au fait que les gisements d'apatite sont en partie stratifiés ou interstratifiés dans la roche pyroxénique de la région, et en partie de véritables veines d'origine postérieure."\*\*\*\* Les gisements stratifiés d'apatite qui ont la direction et le plongement de ces roches (les gneiss, quartzites, calcaires, et 'lits de pyroxénite' ci-dessus mentionnés) me font l'effet de vrais lits déposés en même temps que celles qui les enclavent. Les veines, au contraire, croisent toutes ces strates, et en quelques cas remarquables présentent des débris de masses angulaires de ces roches encaissantes." De plus, "en de rares cas, on trouve ce qui semble, d'après leur structure et leur composition, être des veines qui correspondent en plongement et en direction avec les strates encaissantes."

Observations  
antérieures  
confirmées.

En l'année 1885, après une autre visite aux mines d'apatite du district de la Lièvre, le même auteur fait remarquer<sup>7</sup> que "les opérations minières considérables entreprises récemment dans le district de la Lièvre démontrent que le phosphate de chaux cristallin, ou l'apatite, provient de filons d'une dimension considérable qui traversent l'ancien gneiss de la région. Ces filons contiennent une roche feldspathique granitoïde, ainsi qu'une roche pyroxénique, avec de grosses masses de quartz, de carbonate de chaux, de pyrite et d'apatite. Toutes ces roches présentent souvent une structure rubanée dans le genre de celle du gneiss, auquel elles sont évidemment postérieures et dont souvent elles contiennent des fragments."

J. W. Dawson, en 1876, écrit<sup>8</sup> :—"Il appert, d'après la minutieuse exploration stratigraphique de la Commission Canadienne dans les districts de Burgess et d'Ainsley, qui sont particulièrement riches en apatite, que ce minéral se rencontre en grande partie en lits interstratifiés avec les autres éléments de la série, bien qu'il s'y trouve aussi des gisements de la nature de veines. Il semble aussi que les principaux lits se bornent à certains horizons dans le haut du laurentien inférieur, au-dessus des calcaires contenant l'éozoon, bien que l'on rencontre des gisements moins importants dans de plus basses positions."

J. W. Dawson  
sur le mode  
d'existence.

De plus, il dit des veines :—"Comme on trouve surtout ces veines dans les mêmes étages de la série où se présentent les lits, on peut en conclure qu'elles sont de formation secondaire, provenant du dépôt

Veines de  
formation  
secondaire.

primitif d'apatite sur ceux-ci, qui doivent remonter au temps où le gneiss et les calcaires étaient déposés comme sédiments et accumulations organiques." Dawson fait de plus observer qu'à l'époque primordiale, "les animaux à écailles et squelettes phosphatiques" étaient en majorité dans la nature, et le fluorure de chaux que contient l'apatite se rencontre aussi dans des os, et plus particulièrement dans nombre de fossiles. Il attache une importance spéciale au fait qu'on rencontre des rognons de phosphorite dans les assises cambriennes et siluriennes le long du fleuve Saint-Laurent et au sud de la rivière Ottawa, et que Sterry Hunt, dans la *Géologie du Canada*, 1863, considère être des coprolithes.

Harrington  
cité.

Harrington, en 1878, écrit<sup>9</sup> :—"Que nombre de gisements d'apatite de cette région (Templeton) ne soient pas stratifiés, cela est clairement démontré par la manière dont ils croisent la direction des roches qui les contiennent." Il cite de plus l'opinion de Brögger et Reusch sur l'origine éruptive des veines d'apatite du sud de la Norvège, et ajoute : "Cette idée d'une origine ignée ne peut être adoptée pour ce qui est de nos veines." Il appuie sur le fait que la "pyroxénite" contient souvent des grains d'apatite, et ajoute que "nul doute que ce sont les strates d'où provient en grande partie l'apatite des veines."

J. F. Torrance  
sur l'existence  
de gisements  
dans Portland  
et Bucking-  
ham.

En 1883, J. F. Torrance<sup>10</sup> exprime l'opinion que les gisements d'apatite de Portland et de Buckingham sont des ségrégations irrégulières de la roche encaissante, et que ces dernières appartiennent à une ou plusieurs zones de roches plus ou moins fortement imprégnées d'apatite et suivant une direction N.-N.-O. le long du cours de la rivière du Lièvre. Il fait de plus remarquer : "La saison dernière, j'ai souvent observé dans le même puits des plaques d'apatite qu'on pourrait aisément croire provenir d'une veine de fissure, s'il y avait des épontes de chaque côté pour la séparer de la roche encaissante, et des plaques d'apatite reposant à plat qu'on pourrait aisément appeler stratifiées, si elles étaient de quelque étendue considérable ou d'une épaisseur à peu près uniforme, et si la roche encaissante présentait quelques plans de stratification parallèles au plan le plus long de ces plaques ; ou encore on pourrait aisément penser que la roche encaissante avait été plus ou moins cantée et retournée depuis le dépôt de l'apatite, et que les plaques verticales étaient interstratifiées et les horizontales étaient des veines, si leurs rapports avec la roche encaissante étaient de ceux que maintiennent respectivement les veines et les couches, mais je n'ai pu malheureusement constater ces conditions." De plus, dans le bien plus grand nombre de cas, la roche contenant

l'apatite est de la pyroxénite ; les veines sont très irrégulières, consistant en gros nids ou amas de minerai, qui contiennent des centaines de tonnes de ce dernier, lesquels disparaissent soudainement, pour reparaitre bientôt lorsque l'on suit leur direction."

En 1885, W. B. Dawkins<sup>11</sup> exprime l'opinion que l'apatite se trouve "en veines." "On les trouve dans des schistes cristallins massifs brillants, composés de pyroxène, mica, orthose, feldspath triclinaire, et de l'apatite, qui, s'ils n'étaient pas stratifiés, passeraient pour une roche éruptive." Il dit aussi que ces roches associées, comme les veines elles-mêmes, ont tiré leurs matériaux "de quelque source commune d'une énergie hydrothermale bien profonde."

Autres opinions sur le mode d'existence.

Dans la même année, Kinahan écrit<sup>12</sup> :—"Il se peut que les apatites actuelles du Canada fussent d'abord des calcaires ou des roches associées, la transformation en apatite étant due au paramorphosisme, qu'on ne peut pas encore expliquer avec satisfaction."

De plus, en 1884, G. M. Dawson<sup>13</sup> et F. T. Falding<sup>14</sup> sont d'avis que l'apatite stratifiée est d'origine organique et que les assises laurentiennes où on la trouve sont des sédiments altérés. L'apatite de veine est venue de là par un procédé de désagrégation.

D'un autre côté, en 1885, R. Bell<sup>15</sup> dit que l'apatite provient principalement de la pyroxénite, et qu'il n'y a pas d'indices d'origine organique. La pyroxénite est peut-être "d'origine plutonique."

E. Coste,<sup>16</sup> en 1887, attribue à des agents éruptifs la formation de l'apatite et d'une partie des minerais de fer que l'on trouve dans le laurentien. Il dit : "Nous croyons avoir amassé, d'année en année, de fortes et manifestes preuves pour démontrer que nos gisements de minerais de fer dans les roches archéennes sont d'origine éruptive ou ignée, et que nos gisements de phosphate sont exactement semblables et ont aussi la même origine." Et encore, "dans la région au nord de Kingston, dans les comtés de Frontenac, Leeds, Lanark, Renfrew, Pontiac et Ottawa, on a remarqué aussi nombre de gisements de phosphate pareillement associés aux roches ignées, et traversant tous deux les roches archéennes. Dans le cas du phosphate, la roche ignée était souvent la roche appelée pyroxénite par le Dr Hunt, mais d'autres fois c'était une pegmatite ou une syénite micacée, ou une syénite pyroxénique." Il fait de plus remarquer que dans beaucoup de localités les minerais de fer et l'apatite se rencontrent dans les mêmes veines ; c'est le cas pour neuf différents puits de la mine de Blessington, où, dans l'été de 1886, on a extrait de 500 à 600 tonnes de minerai et 15,000 tonnes d'apatite. "Nous devrions en conclure que

Prétendue preuve manifeste d'origine éruptive.

les minerais de fer et les phosphates que l'on trouve dans nos roches archéennes sont le résultat d'émanations qui ont accompagné ou immédiatement suivi les intrusions, dans ces roches, de bien des différentes sortes de roches ignées qui sont sans doute les équivalents des roches volcaniques d'aujourd'hui."

Penrose cité.

Penrose (1888)<sup>17</sup> vérifia la nature veinuse fréquente des gisements d'apatite. Au sujet des "pyroxénites," il dit :—" La roche pyroxénique ne se présente jamais distinctement stratifiée, bien que parfois on puisse y retracer une série de lignes parallèles, tandis que peut-être ce qui reste de la stratification est probablement souvent des plans de joints." Et plus loin : " Le gneiss en certains endroits n'a pas de ligne de séparation distincte du pyroxène, mais semble s'en être imprégné, formant jusqu'à quelques pieds de la ligne de contact un gneiss plus ou moins pyroxénique." Quant à ce qui regarde l'origine de l'apatite, Penrose ne formule aucune opinion positive.

A. R. C. Selwyn,<sup>18</sup> en 1889, écrit :—" On n'a absolument aucune preuve de l'origine organique de l'apatite ou que les gisements proviennent des phénomènes ordinaires de sédimentation mécanique ; ces gisements se rattachent manifestement pour la plupart aux éruptions basiques de l'âge archéen."

Opinions  
de W. B. M.  
Davidson sur  
l'origine.

W. B. M. Davidson<sup>19</sup> fait remarquer, en 1892 : " Les amas d'apatite se trouvent dans des bandes ou lits de pyroxène de différente épaisseur, mais d'une très grande régularité et concordant avec la stratification du gneiss. La plupart des meilleurs géologues canadiens s'accordent à dire que ces couches furent normalement déposées dans la mer prépaléozoïque, et qu'elles ont été soumises à la chaleur et à la pression, qui ont métamorphosé le caractère primitif de la roche. Quelques auteurs, cependant, ont considéré que le pyroxène constituait des filons ou des dykes où se trouve l'apatite comme minéral accessoire, remplissant les crevasses à la suite de l'action plutonique, et conséquemment concluent qu'elle est d'origine éruptive, ce qui, d'après moi, veut dire qu'ils croient que l'apatite en est venue à sa position actuelle par la sublimation ou par son intrusion en état de fusion. Je suis certainement d'opinion que cette théorie est fort tirée par les cheveux et sans donnée scientifique pour la corroborer." Puis il dit :—" Je crois que le phosphate a été déposé plus ou moins régulièrement dans les différents lits dans la mer laurentienne, et qu'ensuite, durant l'époque du métamorphisme, le phosphate de chaux et les autres minéraux se sont cristallisés à même la roche-mère dans les positions les plus faciles qu'ils pouvaient trouver."

R. W. Ells, <sup>20</sup> qui en ces dernières années a examiné pour la Com- R. W. Ells  
mission géologique cette partie de la province de Québec qui renferme cité.  
des gisements d'apatite le long de la rivière du Lièvre, en vient à la  
conclusion que les pyroxénites sont d'origine éruptive et que la pré-  
sence d'apatite se rattache essentiellement à la limite de la pyroxénite  
et du gneiss. A ce sujet, il écrit :—“ D'après de nombreuses analyses,  
nous savons que tous les pyroxènes contiennent une proportion très  
considérable de calcium, variant de vingt à près de trente pour cent. Si  
l'on admet que le pyroxène, dans son intrusion dans le gneiss, soit  
monté le long des lignes de fracture ou de moindre résistance, il serait  
raisonnable d'en conclure que des vapeurs chargées d'acide phospho- Origine due à  
rique sont montées le long des mêmes lignes plutôt qu'à travers la des agents  
masse du dyke, et qu'en certains endroits, à proximité des rebords du chimiques  
dyke, ces vapeurs ont imprégné la masse amollie ou chauffée qui a plutôt qu'or-  
donné, comme résultat de l'action chimique sur les parties calcaires, le ganiques.  
phosphate de chaux. Ce minéral semblerait donc devoir son origine à  
des agents chimiques plutôt qu'organiques.”

En terminant ces extraits de brochures sur la matière, il faut bien parler d'une étude faite par Adams, <sup>21</sup> qui a trait aux roches de la région d'apatite de Québec et qui est en conséquence pleine d'intérêt. Partant de ce point que le gabbro tacheté de Norvège contient de l'apatite, Adams a examiné certaines pyroxénites pour voir ce qu'elles contenaient de scapolite. Les échantillons venaient du lot 35, concession V de Portland-Ouest, de la mine de McLaurin, de Templeton, et de la mine *Emerald*. Dans aucune de celles-ci on n'a trouvé de scapolite. On a aussi reconnu que deux roches rapportées par E. Coste de la mine *Star-Hill*, Portland-Ouest, et de la mine de Blessington, Ontario, étaient des roches éruptives grenues et désignées comme syénite micacée et syénite à augite et mica. D'un autre côté, Adams a trouvé dans une série de roches d'Arnprior, sur la rivière Ottawa, une roche consistant essentiellement en pyroxène, hornblende et scapolite, et qu'il nomma diorite à scapolite à cause de sa structure grenue. Il y avait pareillement, dans le musée de la Commission géologique, des roches de l'Ontario contenant de la scapolite et désignées comme diorite à plagioclase et scapolite, et amphibolite à plagioclase et scapolite. Apparemment ces roches, comme le remarque Adams, ne se rattachent pas aux gisements d'apatite. Lacroix examina plus tard la même roche prise à Arnprior. <sup>22</sup>

Malheureusement, je n'ai pu consulter que la moindre partie des Opinions  
ouvrages canadiens, mais il est évident, d'après les citations ci-dessus, partagées.  
que les opinions concernant l'apatite canadienne sont très partagées.

Davidson et peut-être quelques autres géologues nient l'existence d'apatite et de pyroxénite en vraies veines. D'après eux, la pyroxénite est de la même époque que le gneiss et s'est stratifiée en concordance avec lui. L'apatite provient d'une roche acide phosphorique primitive des gisements laurentiens ; dans leur métamorphose, elle s'est cristallisée à même le magma plastique.

Des lits et  
des veines  
d'apatite  
croisent le  
gneiss.

La majorité des géologues canadiens s'accordent, cependant, à dire qu'on trouve également des "lits" et des veines d'apatite, qui recoupent les couches de gneiss dans toutes les directions possibles. Ils considèrent les premiers comme résultant de l'acide phosphorique dans les roches provenant de débris organiques, les veines étant formées par la désagrégation de cette matière, c.-à-d. par sécrétion latérale. Pour ce qui est de l'origine organique de l'acide phosphorique, on ajoute beaucoup d'importance au fait qu'on rencontre du graphite dans le voisinage de l'apatite, et aussi (les veines de graphite dans le voisinage de Buckingham sur la rivière la Lièvre contiennent de l'apatite verte en masses compactes) sur le fait qu'on trouve l'*Eozoon Canadense* dans les calcaires laurentiens, ainsi que certains minerais de fer dans le laurentien, dont l'origine est supposée se rattacher à l'action d'organisme.

Relation  
génétique de  
l'apatite et de  
la pyroxénite.

Selwyn, Coste, Ells, de même que Bell, attribuent la formation de l'apatite à une relation génétique avec les roches éruptives basiques (c.-à-d. la pyroxénite). Ells parle directement de l'action de fumerolles qui aurait accompagné ou suivi leur formation et qui, en agissant sur la chaux du pyroxène, aurait formé l'apatite. Cette opinion s'accorde beaucoup avec la théorie exprimée par Brögger et Vogt pour expliquer la formation des veines d'apatite du sud de la Norvège.

Gisements  
maintenant  
difficiles à  
étudier.

Malheureusement, les facilités et les avantages pour étudier les gisements d'apatite sont bien moindres qu'au temps où l'industrie était dans un état florissant. La plupart des mines sont remplies d'eau et sont inaccessibles, de sorte que dans bien des cas il faut se contenter des matériaux que l'on trouve dans les déchets. De plus, la plupart des fouilles sont dans des bois épais, à travers lesquels il est difficile de voyager et où les affleurements sont rares. On trouve certaines occasions favorables où le mica se présente dans le voisinage de l'apatite, en quantité et en qualité assez satisfaisantes pour justifier des opérations minières qui sont actuellement en marche. La mine Vavasour tombe dans cette catégorie d'endroits, et vu la très grande facilité qu'elle offre pour en arriver à certaines conclusions, nous la décrivons quelque peu en détail.



La mine Vasavour est située à environ 14 milles d'Ottawa. C'est une ancienne mine qui fut d'abord exploitée pour l'apatite, <sup>Mine Vasavour.</sup> maintenant seulement pour le mica (phlogopite). Ces deux minéraux se rencontrent ici dans les mêmes veines et doivent leur formation, sans aucun doute, au même phénomène. On était à exploiter un certain nombre de veines, lesquelles, ayant un plongement élevé et une direction presque N. et S., sont tellement rapprochées les unes des autres que toute la mine n'occupe qu'une très petite superficie. La veine principale a été ouverte par des tranchées sur une longueur d'environ 700 pieds, et en certains endroits, jusqu'à une profondeur d'environ 50 pieds.

Pour avoir la meilleure idée des relations géologiques, il faut se pla- <sup>Relations géologiques.</sup> cer à une ouverture du côté sud-est de la propriété minière. On y voit une tranchée dans le gneiss partiellement épuisée et maintenant abandonnée. Le gneiss consiste en lits clairs et foncés, les premiers se composant en partie d'orthose rouge, avec des faces de clivage très ployées et beaucoup de quartz. Dans les lits plus foncés, le verre grossissant fait voir beaucoup de biotite, de la hornblende, et sporadiquement un grain de grenat rouge. La direction du gneiss est N.-S. et le plongement 30° O. La veine d'apatite partiellement mise à découvert par l'extraction de la roche a la même direction, mais elle plonge sous un angle très élevé vers l'est, de sorte que le plongement des lits de gneiss et de la veine d'apatite sont presque perpendiculaires l'un à l'autre. L'épaisseur de la veine est d'environ 1 m. Ses rebords se dessinent assez nettement sur la roche encaissante; dans le gneiss, on n'a pas remarqué d'altérations causées par le contact. Au fond de la tranchée épuisée et sur des restes de fragments du rebord de la veine, on voit que des cristaux de pyroxène se sont formés directement dans le plan du rebord et qu'ils se sont développés prismatiquement jusqu'à 5 cm. d'épaisseur et le double en longueur. La zone prismatique est <sup>Minéraux de veine.</sup> presque perpendiculaire au plan de contact. Un autre minéral de la veine, c'est la phlogopite brun-rougeâtre, aussi généralement très cristalline, mais parfois en agrégats écailleux remplissant les interstices des pyroxènes. Partout on peut distinguer que le pyroxène a été formé le premier et la phlogopite plus tard. A de certains endroits, les deux minéraux forment un réseau régulier dont les interstices sont ou vides ou remplis d'un agrégat à gros grains de calcite de couleur rougeâtre. La masse principale du centré de la veine comprend de la calcite du même genre et de l'apatite verte, les quantités respectives des deux minéraux variant, mais cependant le premier prédomine généralement. L'apatite présente, soit la forme cristalline  $\propto P \left\{ \begin{matrix} 10\bar{1}0 \\ \end{matrix} \right\}$

$P \left\{ \begin{smallmatrix} 10\bar{1}1 \end{smallmatrix} \right\}$  avec rebords et coins arrondis, ou forme de gros amas irréguliers. Plus la veine est riche en calcite, plus l'apatite est bien cristallisée. Les cristaux de calcite sont absolument défaut. L'ordre des quatre minéraux de la veine est conséquemment ici le pyroxène, la phlogopite, l'apatite et la calcite. Les mêmes rapports se répètent sur le rebord opposé, la veine étant latéralement symétrique.

De cette veine, une autre veine étroite se ramifie dans le gneiss, ayant environ 0.5 m. d'épaisseur. Ses rebords sont aussi parfaitement tranchés contre le gneiss. La veine est formée symétriquement et se

compose, comme l'indique la figure ci-contre, de deux zones latérales *a* et *b*, à peu près d'égale épaisseur, et d'une partie centrale *c*, d'environ 25 cm. d'épaisseur; *g* est le gneiss.

Les deux zones latérales se composent d'un mélange grenu très uniforme de pyroxène, de phlogopite et d'apatite. La grosseur des grains est d'environ 1 à 2 mm. Le pyroxène et le mica se présentent en quantités à peu près égales; on voit au microscope que l'apatite est de

beaucoup en moindre quantité. Evidemment, c'est un agrégat minéral de même origine que celui des parties latérales de la veine principale, avec cette différence que les minéraux se sont formés simultanément et plus rapidement. La partie centrale se compose d'apatite à gros cristaux presque purs, de couleur rougeâtre et verdâtre.

Dans d'autres parties de la propriété, les veines à apatite ne croisent pas le gneiss, mais on trouve des morceaux de roche encaissante, pris dans les déchets et même directement à la mine, qui sont du gabbro à scapolite caractéristique. Dans le cas des variétés à gros et moyens grains, c'est une roche d'une structure massive caractéristique et qui se compose de quantités à peu près égales de pyroxène—partiellement ouralitique—et de scapolite. A première vue, on voit que c'est une roche plutonique basique, et distinctement différente du gneiss. En même temps que la structure grenue irrégulière, on voit une structure veineuse dans nombre de blocs, comme il s'en rencontre très souvent dans les gabbros. (Nous donnerons plus loin la description pétrographique de ces roches.) Comme il n'y a que très peu d'affleurements

Description  
des deux zones  
latérales.

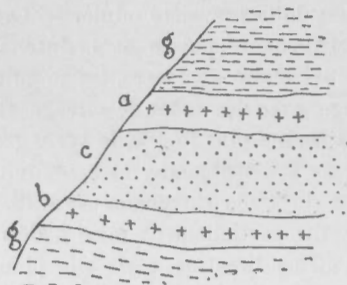


FIG. 1.

Roche  
plutonique  
basique.



dans le district et que nous y sommes resté peu de temps, nous ne pouvons rien dire de plus concernant la distribution du gabbro. Il ne paraît certainement pas être d'une très grande étendue. On n'a pu déterminer s'il formait un petit amas ou une veine.

La veine consiste essentiellement, comme nous l'avons dit plus haut, en ses parties périphériques, de pyroxène et de phlogopite, et en sa partie central, d'apatite et de calcite. Les travaux miniers se bornent aux parties dans lesquelles le pyroxène est en moindre quantité et où la phlogopite se trouve en lamelles qui ont jusqu'à un pied carré de grandeur, et quelquefois sous forme d'épais cristaux.

Des relations observées dans la mine Vasavour, on peut conclure que :—

1. L'apatite se trouve ici en véritables veines. Qu'avec d'autres minéraux elle remplit des fissures qui recoupent le gneiss et une roche plutonique appartenant à la famille des gabbros, et qu'elle présente, par rapport au gneiss, un caractère irruptif. On a aussi observé ce fait en beaucoup d'autres endroits, comme le prouvent les écrits déjà cités. Ells dit que les mêmes relations se rencontrent à la mine de MacRae, dans le canton de Templeton, à la mine des Petits-Rapides, et ajoute : "A la mine *Crown-Hill*, les grosses masses de pyroxène ont rejeté le gneiss entièrement en dehors de sa direction normale." Harrington dit : "Comme exemples de ce fait, on peut mentionner une importante veine sur le septième lot du premier rang de Portland, son allure étant N. 15° O., tandis que la direction de la roche encaissante est N. 45° O. Sur le dix-neuvième lot du neuvième rang de Templeton, les roches courent N. 40° E. et sont traversées presque à angle droit de leur direction par une veine d'apatite. De plus, sur le quinzième lot du huitième rang de Templeton, il y a trois veines dont les allures sont respectivement N. 40° O., N. 60° O., et N. 67° O., pendant que l'allure de la roche encaissante est N. 20° O. En certains cas, on voit des dépôts qui semblent être des lits interstratifiés en place, se ramifier latéralement ici et là en croisant directement la direction de ces roches. On en a remarqué un exemple à la baie à la Vase, sur le douzième lot du onzième rang de Templeton, dans le cas d'une veine d'apatite se rencontrant dans du gneiss grenatique."

L'apatite se trouve en véritables veines.

Mêmes rapports à la mine MacRae.

J'ai moi-même remarqué des relations semblables dans nombre de différentes mines. Dans la partie supérieure de la mine *London*, le gneiss grenatique est traversé par un grand nombre de veines de pyroxénite à directions très variées, formant en réalité, à de certains endroits, un réseau parfait. Dans la plus basse fouille de la mine

Mines London et Emerald.

*London*, on peut voir très clairement le gneiss rejeté hors de sa position normale le long de la veine d'apatite et recourbé presque à angle droit. Ici, comme Ellis l'a signalé à l'égard de la formation des fissures, il semble y avoir eu une perturbation assez considérable dans la position du gneiss. Le fait que les veines de pyroxénite croisent le gneiss presque à angle droit est aussi, dans la mine *North-Star*, très clairement visible. A la mine *Emerald*, comme on le verra plus loin, le gneiss et le gabbro sont traversés par des veines de pegmatite, et ces dernières le sont aussi, nul doute, par des veines d'apatite.

On voit par un profil dressé par Penrose de la mine Foster, comté de Frontenac, que les mêmes conditions existent dans la région de l'apatite que je n'ai pas visitée et qui se trouve au sud de la rivière Ottawa dans Ontario. Ici aussi on rencontre des veines d'apatite dont le plongement est presque à angle droit avec celui du gneiss.

Veines  
d'apatite  
accompagnées  
de pyroxénite.

2. A la mine Vavasour, les veines d'apatite se trouvent en compagnie d'un gabbro rempli de scapolite. Comme beaucoup d'auteurs l'ont affirmé et comme j'étais aussi en état de le prouver sans exception aucune, les veines d'apatite sont toujours accompagnées d'une prétendue "pyroxénite;" elles paraissent être alliées à sa présence, et la première question semble être : Que sont ces pyroxénites ?

Pyroxénite  
d'origine  
plutonique.

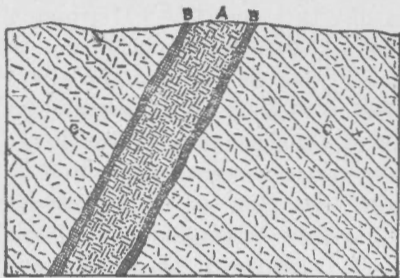


FIG. 2.—Coupe d'une des veines nord-ouest et nord-est à la mine de Foster, Loughboro', comté de Frontenac, Ont.; A, apatite; B, pyroxène; C, gneiss encaissant. Echelle : 1 pouce=7 pieds.

Une partie d'entre elles sont sans doute des roches irruptives d'origine plutonique et appartiennent à la famille des gabbros, des norites, des diorites, et, en partie, aux syénites et aux shonkinites basiques. Adams (voir plus haut) a examiné deux roches de ce genre et les a désignées comme syénite micacée et comme syénite à pyroxène et mica. En certains cas, les roches mises à découvert dans les mines

sont fraîches ; généralement, cependant, elles sont fort altérées, ce qui a causé particulièrement une nouvelle formation de scapolite aux dépens du feldspath. J'ai recueilli et examiné au microscope de ces gabbros à scapolite et de ces roches associées des mines Vavasour, *London*, *Emerald*, *North-Star*, *Union*, *High-Rock* et *Crown-Hill*, ainsi que du bureau de poste de Poupore, enfin, de presque toutes les localités d'apatite visitées. Ils sont analogues au gabbro à scapolite du sud de la Norvège, auquel se rattache la présence de ces

Gabbros  
à scapolite  
examinés au  
microscope.

veines d'apatite. A ma connaissance, on n'a pas rencontré de cas de conversion du pyroxène en hornblende brune, comme cela se présente dans le prétendu gabbro tacheté de Oedegarden. Les pyroxènes sont en partie altérés en ouralite verte, mais le changement semble indépendant de la formation des veines d'apatite.

Une autre partie de la "pyroxénite" s'est formée dans les fissures elles-mêmes, et constitue des agrégats minéraux qui, en général, sont du même âge que l'apatite. Il a été fait mention d'un agrégat uniformément grenu de pyroxène, de phlogopite et d'apatite de ce genre, au sujet de la petite veine de la mine Vavasour. La composition et la structure de ces masses sont très variées. En certains cas, on peut les distinguer à première vue de la roche plutonique non altérée ; en d'autres cas, elles lui ressemblent extraordinairement, non seulement macroscopiquement, mais même microscopiquement, étant riches en scapolite, etc., de sorte qu'il est difficile de tirer une ligne de démarcation entre les deux espèces de "pyroxénites." Ceci n'est pas surprenant, vu la nature du cas. Comme exemples, on peut mentionner deux cas de la mine *Emerald*. Dans le voisinage du puits de Belleau, et sous la forge, sur la limite de la mine de *Squawhill*, le gabbro, qui forme le massif principal de toute la colline, est entrecoupé par des veines de pegmatite qui sont répandues en quantité dans toute la région. Ce sont des pegmatites granitiques qui consistent essentiellement en quartz et en microcline. Aux deux endroits, la pegmatite est traversée par d'étroites veines d'apatite qui présentent une structure symétrique,

Agrégats  
minéraux.

Pegmatite  
traversée par  
des veines  
d'apatite.

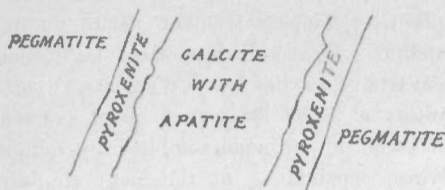


FIG. 3.

comme le fait voir la figure ci-contre. Les deux zones extérieures, d'environ 10 à 12 cm. d'épaisseur, bien différenciées de la pegmatite, se composent de cette "pyroxénite." La zone centrale, d'environ 30 à 40 cm. d'épaisseur, se compose de calcite et d'apatite.

Les lignes de division entre la "pyroxénite" et la zone centrale ne sont pas bien dessinées ; nombre de cristaux de pyroxène, très bien formés, pénètrent dans la calcite, et en certains endroits on trouve une transition graduelle causée par l'augmentation de calcite et la diminution de pyroxène. La principale partie de la "pyroxénite" est, cependant, un agrégat minéral à grains uniformes, mais plutôt gros, qu'on voit au microscope se composer essentiellement d'augite et de scapolite, et qu'on peut difficilement distinguer de nombre de roches

Beaux cas de  
pyroxénite au  
bureau de  
poste de  
Poupore.

plutoniques altérées. On peut observer de très beaux exemples de ces lisières de "pyroxénite" dans une petite excavation près du bureau de poste de Poupore. Les roches arrondies par l'action des glaces présentent différents genres de gneiss, les uns très riches en grenat, entre-feuilletés de quartzite et traversés par du gabbro scapolitique, qui contient de l'apatite en nids et en veines. Le gneiss est aussi traversé par de nombreuses fissures qui s'amincissent souvent à rien, et chacune d'elle est bordée par une zone, épaisse de un à deux doigts, de "pyroxénite," se composant d'individus cristallins d'augite rangés perpendiculairement au rebord de la veine. On voit les mêmes zones de pyroxénite dans la figure de la page 22, représentant la veine d'apatite de la mine de Foxton, d'après Penrose.

De ce qui vient d'être dit, il suit que les masses, désignées sous le nom général de "pyroxénite," sont très variées pour ce qui est de leur origine. Alors qu'en pétrographie on comprend sous le vocable de pyroxénite une roche plutonique primaire se composant presque exclusivement d'éléments de la famille de l'augite, nous sommes ici surtout en présence de gabbros altérés et de remplissages de veines secondaires, qui se rattachent à la formation de l'apatite.

3. A la mine Vavasour, on trouve quatre minéraux essentiels (voir planche I) qui constituent la matière de la veine : le pyroxène, la phlogopite, l'apatite et la calcite, et le temps relatif de leur formation est dans cet ordre. Le pyroxène a été formé le premier, et la calcite la dernière. Il en est, d'ailleurs, de même, règle générale, aux autres mines que j'ai examinées, bien que l'un ou l'autre de ces minéraux ne se trouve qu'en quantité comparativement petite ou que même il fasse complètement défaut. C'est ainsi que dans les déchets de la mine des Cascades, je n'ai trouvé que des traces d'apatite, l'exploitation se faisant pour le mica ; et dans les veines qui traversent le gabbro de diorite à South-March, le pyroxène semble faire défaut. Le caractère général des dykes, cependant, est tellement similaire qu'ils doivent certainement avoir la même origine. En bien des cas, les feldspaths jouent un rôle important, tout particulièrement sous forme d'une microcline grise, qui recouvre des parois entières. Je n'ai rien vu de ces grosses masses de quartz que beaucoup d'auteurs mentionnent. Le quartz n'est qu'en faible quantité. Il y a, en outre, un grand nombre de minéraux qui seront mentionnés plus loin.

Pyroxénites  
des mines  
d'apatite du  
haut de la  
rivière du  
Lièvre.

Dans les grandes mines d'apatite sur le haut de la rivière du Lièvre, l'*Union*, la *High-Rock*, la *Crown-Hill*, et en partie la *North-Star*, le caractère veineux ci-dessus décrit se présente moins distinctement. Les "pyroxénites" contiennent ici des blocs irréguliers et de gros

nids d'apatite presque pure et de phlogopite, alors que la calcite est en quantité bien moindre. De celles-ci, qui sont en général des masses irrégulières d'apatite, partent des veines qui ne sont souvent remplies que de minces lamelles de mica se tenant perpendiculairement aux épontes, s'élargissant çà et là, et puis contenant encore de l'apatite. Les épontes de la mine sont de temps à autre imprégnées d'un vrai réseau de ces petites veines, ou bien toute la pyroxénite est passablement remplie d'apatite et de mica. Il est, certes, très difficile de déterminer ici la ligne de démarcation entre la roche plutonique altérée et la pyroxénite de formation postérieure. Penrose a fait plusieurs dessins illustrant très clairement ces relations.

Sans entrer dans une description détaillée des cas individuels, on peut indiquer certains points importants se rapportant à la genèse de ces roches.

Comme on le voit dans les écrits déjà cités, plusieurs auteurs parlent de pyroxénite et d'apatite "stratifiées," et en concluent qu'elles sont toutes deux du même âge que les assises laurentiennes et qu'elles appartiennent à une division de ces dernières. Je n'ai pu en aucun endroit me convaincre sur ce point. Il est vrai que nombre de veines se développent comme veines stratifiées (*lagergänge*), remplissant partiellement des crevasses dont la direction et le plongement correspondent à ceux du gneiss, car il est naturel que beaucoup de fissures se forment dans le sens de la moindre résistance. Pour prouver que ces

Age incertain de la pyroxénite et de l'apatite.

dépôts sont du même âge que le gneiss avoisinant, on a signalé une certaine structure parallèle dans les masses de pyroxénite et d'apatite qui s'y rattachent, et aussi le fait qu'il n'y a pas de ligne de démarcation bien nette entre celles-ci et le gneiss, les deux matières s'imprégnant l'une l'autre.

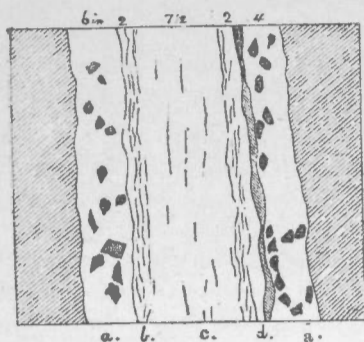


Fig. 4. a. Calcite et mica. b. mica à petit grains en filets nombreux, avec du pyroxène et un peu d'apatite. c. Pyroxène, apatite grenue, et un peu de mica en petites paillettes, disposés en lignes onduleuses dans le sens de la veine. d. Pyroxène à mica et minces couches d'apatite, de calcite et de mica.

Pour ce qui est de la structure parallèle, je partage absolument les vues exprimées par Penrose : "La roche de pyroxène ne se trouve jamais en couches bien distinctes," etc. Je n'ai jamais trouvé de structure parallèle comparable en quoi que

Roche de pyroxène jamais en couches distinctes.

ce soit à celle du gneiss. Il est vrai que nombre de veines montrent une formation latéralement symétrique, et cela a déjà été signalé au sujet de la mine Vavasour. La figure 4, page 25, en représente un exemple caractéristique, qui vient de la baie à la Vase, comté de Templeton, et donnée par Harrington. C'est une structure très bien connue dans le cas de veines de minerais. Quand une veine de ce genre déposée avec concordance est entre des strates de gneiss, il faut que ses propres couches soient naturellement parallèles aux plans de

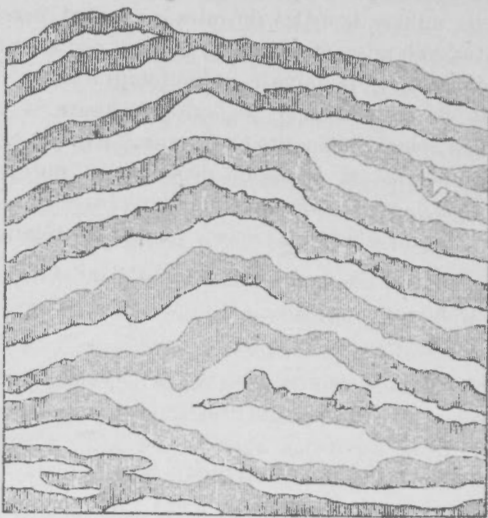


Fig. 5. Gangue présentant des couches alternantes d'apatite et de pyroxène.

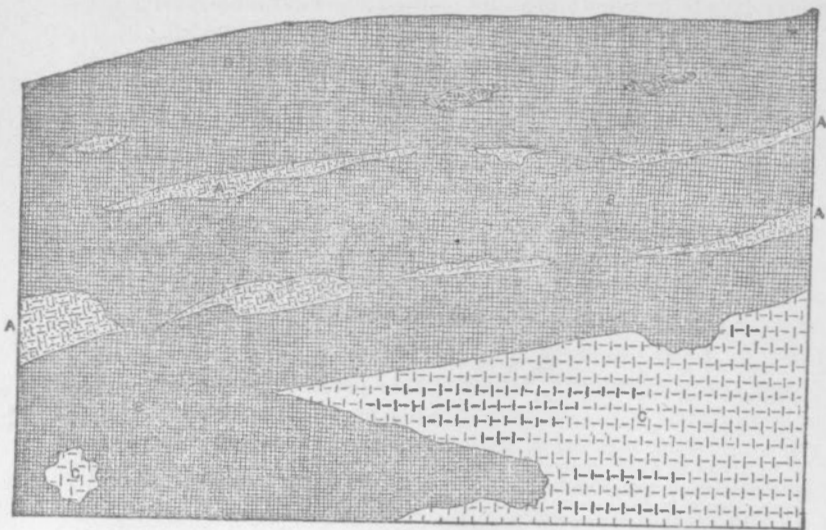


Fig. 6. Coupe dans un puits près de la mine *Emerald* (vue de l'est), Buckingham, comté d'Ottawa, Québec. a. Apatite ; b. pyroxène ; c. feldspath ; d. pyrite. Echelle, 1 pouce=14 pieds



clivage du gneiss. Un autre exemple de la mine de Grant (fig. 5), fourni aussi par Harrington, présente des alternances très régulières de couches d'apatite et de pyroxène d'environ  $\frac{1}{4}$  de pouce d'épaisseur ; la structure, comme le fait remarquer Harrington, rappelle fortement celle de l'éozoon. Il dit en toutes lettres que ce morceau de roche vient d'une "veine." Penrose<sup>17</sup> publie le dessin (fig. 6) représentant un puits du voisinage de la mine *Emerald*. Ici, évidemment, il y a des veines dans la pyroxénite qui s'effacent en certains endroits, et en d'autres s'élargissent et se remplissent d'apatite, et se relient probablement à une masse considérable d'apatite, qui a été extraite.

Leur direction parallèle n'a aucun rapport

avec une structure stratifiée ou schisteuse.

Pour les fins de la comparaison, nous reproduisons une autre figure de Penrose<sup>17</sup> d'un

endroit de la mine de Smith, comté de

Frontenac, où ces veines parallèles d'apatite

croisent la syénite. Dans la planche IV,

on voit un morceau de veine de la mine

Vavasour, dont la structure à première vue

rappelle la structure rayée du "gneiss œillé."

D'après la description à la page 20, il est

évident qu'elle en diffère, cependant, essen-

tiellement. On peut rappeler ce que nous

avons cité de Harrington à la page 21,

d'après lequel c'est de ces "lits" apparents

que des fragments et des veines pénètrent

dans les assises de gneiss.

Quant à la transition de la pyroxénite

au gneiss avoisinant, ou plutôt l'absence

de démarcation définie entre les deux, les cas en sont très

variés. A la mine Vavasour, il y a des veines qui passent à travers

le gneiss et dont les rebords sont absolument bien dessinés. En d'au-

tres cas, particulièrement aux endroits où une formation veinuse de

la "pyroxénite" touche par ses rebords au gneiss, les limites sont

indéfinies et il y a transition apparente. Ceci provient, comme Penrose

l'a déjà fait remarquer, de ce que le gneiss est imprégné de matières de

veine. Nous mentionnerons plus loin certains exemples typiques qui ne

laissent aucun doute qu'un tel phénomène s'est produit. La planche V

fait voir un granit de veine de la mine *London*, sur les plans de

joints sphériques duquel le pyroxène, la titanite, la pyrite et l'apatite

se sont déposés ultérieurement. On trouve du granit "léopard"

du même genre aux Petits-Rapides et à la mine *North-Star*. La

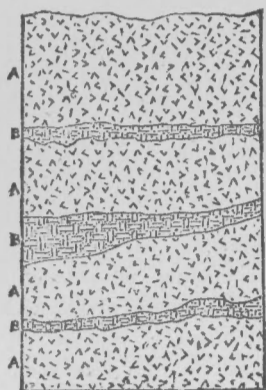


Fig. 7. Coupe dans le versant ouest d'une colline près de la mine de Smith, Oso, comté de Frontenac, Ont. a. Syénite encaissante ; b. apatite. Echelle, 1 pouce = 24 pieds.

Veines d'apatite croisant la syénite.

Transition de la pyroxénite au gneiss.

planche X, fig. II, donne l'apparence microscopique d'une quartzite dans les fissures de laquelle se sont déposés de la scapolite, du pyroxène, de l'apatite, etc. Il est difficile de dire jusqu'à quel point ce phénomène a eu lieu, vu que dans les mines on ne voit à découvert que cette partie du gneiss qui était directement en contact avec l'apatite ou la pyroxénite. Aux mines *North-Star*, *Union* et *High-Rock*, on a trouvé des gneiss qui étaient tous riches en pyroxène; nous décrirons plus loin un gneiss très singulier ressemblant à une granulite et riche en pyroxène, venant de la mine *London*. Jusqu'à quel point cette proportion d'augite doit-elle être attribuée à un tel phénomène d'imprégnation secondaire? C'est ce qu'on ne pourra déterminer que lorsque ces schistes cristallins pourront être suivis le long de leur direction jusqu'à des distances considérables des gisements d'apatite. En conséquence, nous ne parlerons dans ce qui suit que des cas qui ne permettent pas de doute concernant un pareil phénomène.

Nature veinuse probable des dépôts d'apatite.

D'autres auteurs ont encore mentionné d'autres faits qui indiquent la nature veinuse de ces gisements d'apatite. Ainsi, on trouve dans les veines des fragments angulaires de la roche encaissante. Parmi les déchets du puits de *Murray*, à la mine *Emerald*, j'ai trouvé des fragments de gabbro aussi gros que la tête d'un homme, entièrement incrustés d'apatite. Les minéraux de veine eux-mêmes présentent aussi quelquefois de telles incrustations. La planche II montre un fragment de veine de la mine *Emerald*; un cristal de pyroxène d'environ 3 cm. de longueur par 2 cm. d'épaisseur est enduit d'une couche d'apatite d'environ 3 à 4 mm. d'épaisseur, le tout étant empâté dans une calcite rougeâtre à cristaux plus gros. Il se produit de cette manière des structures qu'on trouve fréquemment dans les veines de minerai et qu'on appelle structure en cocardes.

De plus, on trouve des cavités drusiques dont les parois sont garnies de minéraux de veine bien cristallisés. *Harrington*<sup>9</sup> donne une série de cas semblables et fait mention de cristaux d'apatite d'un pied de longueur qui furent recueillis dans des druses de ce genre. A la mine *Vavasour*, les ouvriers m'ont montré un morceau d'une de ces druses, dont la paroi était entièrement tapissée de petits cristaux de quartz. Lorsque le Dr *Ells* et moi avons visité la mine de *Brown*, le propriétaire nous a parlé d'une de ces cavités drusiques qu'on avait frappée quelque temps auparavant.

Toutes ces particularités, ainsi que la similarité des minéraux contenus dans tous les gisements d'apatite de la province de Québec que je connaisse, portent à croire qu'ils sont tous de même origine et postérieurs aux gneiss associés. Conséquemment, ce sont de véritables



veines qui se sont formées de la même manière que toutes les autres veines de minerai.

*Les minéraux de veines.*

Les minéraux formant la principale partie du remplissage des veines sont le pyroxène, le mica (phlogopite), l'apatite, la calcite et du feldspath. De moindre importance sont l'amphibole (actinolite), la tourmaline, la scapolite, la titanite et différents sulfures métalliques. En outre, Harrington donne une longue liste d'autres minéraux, savoir : la spath fluor, le quartz, le grenat, la cabazite, l'épidote, l'idocrase, le zircon, la prehnite, la molybdénite, le graphite, etc., dont je n'ai remarqué que quelques-uns lors de ma très courte visite. Harrington a décrit tous ces minéraux d'une manière très complète, et on peut conséquemment n'en dire ici que quelques mots.

Les minéraux  
de veines.

Le pyroxène est le minéral qui accompagne l'apatite le plus régulièrement et en plus grande quantité. Je n'ai vu qu'une seule localité d'apatite où il semblait ne pas y en avoir, du moins le Dr Ells et moi n'avons pu en trouver, bien que nous l'ayons spécialement cherchée. Près de la station du chemin de fer à South-March, pas loin d'Ottawa, il y avait une série de petites veines courant à travers la diorite. Une excavation avait été pratiquée dans le but d'exploiter le mica, mais fut bientôt abandonnée, vu que le mica n'était pas frais, ce qui lui avait fait perdre son élasticité. Dans ces veines, on n'a trouvé que du mica, de l'apatite et de la calcite.

On trouve le pyroxène dans les veines d'apatite, en partie bien cristallisé et en partie massif comme dans la "pyroxénite." Nous ne parlerons ici que du premier seulement. On trouve principalement les cristaux dans les gisements que l'on peut dire être typiquement des veines, et qui contiennent beaucoup de calcite. Ces veines présentent mieux la succession d'âge que nous avons mentionnée en parlant de la mine Vavasour ; le mica du pyroxène et l'apatite sont les mieux développés, et, comme ils sont de formation plus ancienne, on les trouve directement sur les bords de la veine (au point de contact). Les cristaux sont ordinairement vert foncé ; la surface est rude et terne ; les facettes, particulièrement les terminales, ont souvent l'air corrodées. Sur les plans de cassure, ils ressemblent beaucoup à du verre de bouteille vert foncé. Presque sans exception, ils présentent un clivage très parfait parallèle à  $OP$ , dans laquelle direction les cristaux se brisent généralement lorsqu'on les frappe. Les cristaux que j'ai recueillis à la mine des Cascades ont environ 6 cm. d'épaisseur et 9-10 cm. de longueur. Ils présentent les formes

Pyroxène  
cristallisé  
dans les veines  
d'apatite.

$\infty P \{110\} \infty P \infty \{010\} \infty P \infty \{100\} + P \{\bar{1}11\} + P \infty \{\bar{1}01\} - P \{111\}$  et  $\infty P \{001\}$  comme dans la fig. 8.

Quelquefois on trouve aussi  $+2P \{\bar{2}21\}$ . Le clinopinacoïde est toujours très étroit; les autres faces de la zone prismatique sont à peu près également développées, ou bien  $\infty P \infty$  prédomine. A la mine *Emerald*, on trouve aussi des cristaux presque noirs parfaitement développés et enclavés dans de la calcite.

Analyse de pyroxène gris du canton de Templeton.

Harrington<sup>9</sup> fait aussi mention d'un pyroxène blanchâtre très pâle. L'analyse d'un pyroxène gris du

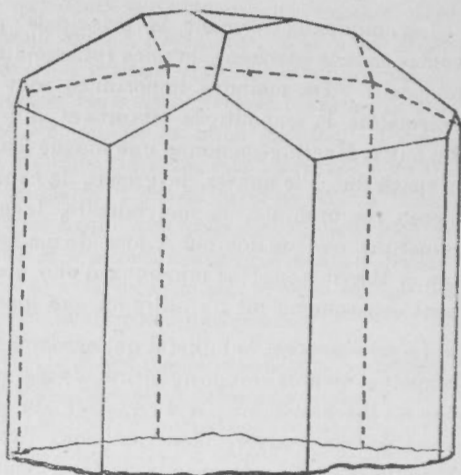


Fig. 8. Cristal de pyroxène de la mine des Cascades. canton de Templeton a donné, suivant Harrington, la composition suivante :—

	I.	II.
SiO <sub>2</sub> .....	50·87	48·24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4·57	2·55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0·97	0·34
FeO.....	1·96	1·55
MnO.....	0·15	0·12
MgO.....	15·37	21·86
CaO.....	24·44	24·84
Na <sub>2</sub> O.....	0·22	0·20
K <sub>2</sub> O.....	0·50	0·30
Perte par ignition.....	1·44	
	<hr/> 100·49	<hr/> 100·00

Sous la colonne II se trouvent les proportions moléculaires, calculées à 100, en laissant de côté la perte par ignition. D'après ce tableau, les proportions se trouveraient comme suit :—

$$\text{CaO} : (\text{Mg Mn Fe}) \text{O} = 23·53 : 24·84$$

soit presque exactement 1 : 1. De plus,

$$(\text{Ca Fe Mg Mn}) \text{O} = 48·37$$

$$(\text{Al Fe})_2 \text{O}_3 = 2·89$$

$$(\text{K Na})_2 \text{O} = 0·50$$

et le calcul des molécules donne le résultat suivant :—

1.00	(K Na)	(Fe Al)	Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	= 3.79	pour cent.
2.39	Mg	Al <sub>2</sub>	Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	= 9.06	"
1.55	Fe	Ca	Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	= 5.88	"
0.12	Mn	Ca	Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	= 0.45	"
19.47	Mg	Ca	Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	= 73.81	"
1.85	Ca	Ca	Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	= 7.01	"

La silice est dans cette analyse trop faible d'environ 2.13 pour cent de molécules. Ceci provient peut-être du fait que l'acide titanique est présent et a été pesé avec l'alumine. En tout cas, ce pyroxène se rapproche beaucoup du diopside, la molécule de diopside pur, Mg Ca Si<sub>2</sub> O<sub>6</sub>, exigeant 55.55 SiO<sub>2</sub>, 25.93 CaO, et 18.52 MgO.

La *phlogopite* est un autre minéral accompagnant presque invariablement l'apatite, beaucoup de mines qui étaient autrefois exploitées pour l'apatite l'étant maintenant pour le mica. Le minéral se présente sous plusieurs nuances de brun, variant du jaune-brunâtre clair, en passant par le brun-rougeâtre, au brun-châtaigne foncé ; les variétés les plus communes ont à peu près la couleur de l'ambre foncé. Les cristaux sont très communs et en partie de dimensions gigantesques (plus d'un pied de diamètre). Des lamelles de 10–15 cm. de diamètre sont assez abondantes. La périphérie des faces est toujours très grossière et n'a pu être déterminée avec une exactitude suffisante au goniomètre de contact ; quelquefois des formes maclées sont très communes. Les lamelles de clivage ne présentent aucun pléochroïsme évident, et à la lumière convergente donnent une croix noire qui, dans les échantillons examinés des mines Vavasour, *North-Star*, des Cascades, *Union*, de Brown, de Fleury et de South-March, ne s'est pas développée en hyperboles ; du moins l'angle de l'axe est très petit. Très petite aussi l'inclinaison de la bissectrice aiguë à la normale de OP.

Description  
de phlogopite  
accompagnant  
l'apatite.

J'ai examiné une série de ces micas pour la fluorine et la lithine, vu que ces dernières semblaient importantes par rapport à la question de l'origine de ces minéraux de veine. Pour reconnaître la lithine, on a fait simplement brûler les micas à la flamme de Bunsen, et la ligne rouge de la lithine fut observée au spectroscope dans le cas des échantillons des mines de Vavasour, Fleury, *North-Star* et des Cascades. Un mica de la mine *Union* n'a pas donné la réaction. Pour reconnaître la fluorine, on a fondu environ 1 gramme de mica avec du carbonate de soude et de potasse, et on a fait dissoudre le mélange dans de l'eau chaude et filtré les matières insolubles. La silice et l'alumine de la matière filtrée furent précipitées au carbonate d'ammonium, et cette matière fut acidifiée avec de l'acide hydrochlorique, le CO<sub>2</sub> étant éliminé par la vaporisation, le liquide se neutralisant avec l'ammo

Mica examiné  
pour la  
fluorine et la  
lithine.

niaque, et la fluorine se précipitant comme fluorure de calcium au moyen du chlorure de calcium. Des mines Vavasour, *Union* et *North-Star*, on a obtenu un précipité pesant et floconneux qui, une fois brûlé avec le filtré et traité à l'acide sulfurique concentré, a donné un fort mordant sur le verre. Un mica de la mine des Cascades, au contraire, n'a donné qu'une légère opalescence. La mine des Cascades est maintenant une exploitation abandonnée, qu'on n'a travaillée que pour le mica et où, à en juger par les tas de déchets, l'apatite faisait absolument défaut.

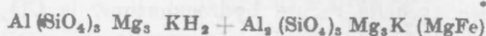
Analyse de  
phlogopite  
de Burgess-  
Sud, Ont.

Je ne connais pas d'analyses de phlogopite des mines d'apatite au nord de la rivière d'Ottawa. D'autre part, Clarke et Schneider<sup>23</sup> ont publié une analyse de phlogopite de Burgess-Sud, Ont., si bien connue pour ses inclusions et son magnifique astérisme. Sa composition se trouve sous la colonne I :—

	I.	II.
SiO <sub>2</sub> .....	39·66	40·24
TiO <sub>2</sub> .....	0·56	0·56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	17·00	12·96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0·27	7·67
FeO.....	0·20	2·15
MgO.....	26·49	23·29
BaO.....	0·62	
CaO.....		0·35
Na <sub>2</sub> O.....	0·60	
K <sub>2</sub> O.....	9·97	
H <sub>2</sub> O.....	2·99	0·68 (Perte p. ig.)
F.....	2·24	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	trace	
Total.....	100·60	
—O.....	0·94	
	99·66	

Sous la colonne II se trouve l'analyse d'une phlogopite des veines d'apatite d'Oedegarden, dans le sud de la Norvège.<sup>24</sup> Malheureusement, elle est incomplète ; il manque la détermination des alcalis, mais la lithine et la fluorine font probablement défaut.

L'analyse I est celle d'une phlogopite typique ; mais la silice est juste un peu faible. La petite quantité de fer et les grandes quantités de magnésie et de fluorine sont cependant caractéristiques. Cette dernière allie intimement le mica aux micas à fluor, la zinnwaldite et la lépidolite. Clarke et Schneider l'ont réduite à la formule :—



en combinant le  $\text{TiO}_2$  avec le  $\text{SiO}_2$ , le  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  avec le  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , le  $\text{FeO}$  et le  $\text{BaO}$  avec le  $\text{MgO}$ , et le  $\text{Na}_2\text{O}$  avec le  $\text{K}_2\text{O}$ . La composition qui résulte de la formule s'accorde très bien avec celle qu'on trouve par l'analyse. Le calcul des analyses I et II pour les fins de comparaison a donné, en proportions moléculaires :—

	I.	II.
$\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 \dots\dots\dots$	0·6610	0·6707
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots\dots\dots$	0·1684	0·1746
$(\text{FeMgBaCa}) \text{O} \dots\dots\dots$	0·6691	0·6183

Par le calcul des proportions moléculaires, les différences, naturellement, sont plus faibles.

Les inclusions dont on discute tant et qui produisent le magnifique astérisme dans le mica de Burgess-Sud, sont parfaitement visibles dans les micas des mines *North-Star*, *Union*, *Fleury* et des *Cascades* ; le mica de la mine *North-Star* en particulier en contient de dimensions relativement très considérables et d'une grande beauté. C'est G. Rose<sup>25</sup> qui a le premier décrit et dessiné en détail ces inclusions qu'on trouve dans le mica de Burgess-Sud. Les figures données établissent sans conteste qu'elles sont identiques aux inclusions de la phlogopite de la mine *North-Star*. Rose a d'abord cru que le minéral était du disthène, mais partagea plus tard l'opinion de des Cloiseaux qu'elles appartenaient à un mica uniaxal. Tschermak<sup>26</sup> a plus tard décrit les inclusions et l'astérisme d'une phlogopite de Perth. Il fait remarquer que, d'après leur réfraction et leur forme, elles ne peuvent pas être un mica, mais qu'il lui a été impossible de déterminer leur véritable nature.

Inclusions  
dans le mica.

En 1882, Sandberger<sup>27</sup> a examiné une phlogopite d'Ontario. D'après lui, les inclusions n'étaient contenues que dans les parties décomposées du mica, qu'on pouvait reconnaître par des taches blanches sur les faces de clivage ; d'un autre côté, les parties fraîches et d'un brun brillant du mica n'en contenaient pas. "L'analyse chimique démontra que les aiguilles presque incolores ne se composaient que d'acide titanique pur."

Lacroix<sup>28</sup> a décrit les inclusions en forme d'aiguilles que présentait un mica noir de Templeton, qui ne contenait ni fluorine ni lithine. Pour les isoler, il traita le mica, dans un vase de verre fermé, à l'acide hydrochlorique concentré, à une température de 250 degrés, et les restes de silice que contenaient les aiguilles furent dissous dans une solution de potasse caustique. Il fit fondre les inclusions obtenues de cette manière avec de la potasse caustique, fit dissoudre la masse

dans l'acide hydrochlorique, et en la chauffant avec du zinc, il obtint une couleur violette qui indiquait la présence de titane. De plus, la description de la forme rectangulaire et apparemment hémimorphique de certaines de ces inclusions, s'accorde très bien avec la description des inclusions observées à la mine *North-Star*.

Rosenbusch, <sup>20</sup> parlant de ces micas canadiens, fait mention d'aiguilles de rutile et de tourmaline qui sont disposées de la même manière sous des angles de  $60^\circ$  et produisent l'astérisme.

Nature secondaire des inclusions dans le mica non probable.

Je dois mentionner tout particulièrement que les micas à inclusions que j'ai recueillis étaient absolument frais et élastiques; il leur faut ces qualités pour être de valeur commerciale et être exploités. Il ne me semble donc guère probable que les inclusions soient de nature secondaire, comme nombre d'auteurs le croient; pour moi, je les considère de formation primaire. Leurs formes sont très variées. La plupart d'entre elles forment de fines aiguilles souvent d'une longueur étonnante. Dans le mica de la mine *North-Star*, on a observé que quelques-unes de ces aiguilles avaient plus de 1 cm. de long et une épaisseur qui, sous un verre grossissant de 70, paraissait égale aux deux fils croisés de l'oculaire (oculaire 3, objectif 2, Fuess). Quelquefois elles se gonflent, surtout vers les extrémités, en forme de coins, ou bien elles prennent ce que Tschermak a appelé la forme de pipe. D'autres formes sont courtes et rectangulaires, hexagonales, et alors toujours beaucoup allongées d'un côté, et aussi octogonales, souvent hémimorphiques en apparence, ou encore carrées ou fortement rhomboïdales. Des macles de contact ne sont pas rares, le plan de macilage étant une des faces de contour, l'extinction des deux individus cristallins étant parallèles à la division.

Diverses formes d'inclusions.

Le dessin de la fig. 3, planche X, donne une idée de leurs formes extraordinaires et variées. J'ai mesuré un grand nombre d'angles avec le goniomètre de l'oculaire d'un gros microscope Fuess. Malgré

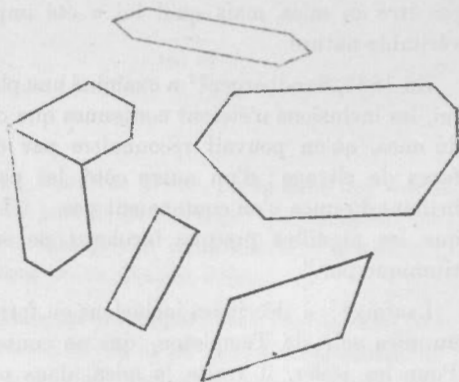


FIG. 9.

que les contours bien définis réduissent les erreurs d'observation au minimum, à peine ai-je trouvé deux petites lames apparemment sembla-



bles ayant les mêmes valeurs, de sorte que la forme indique peu la détermination de leur véritable caractère.

Les petites plaques sont excessivement minces, et illuminées à la lumière ordinaire, elles donnent de pâles couleurs newtoniennes; isolées et suspendues dans l'eau, les couleurs de polarisation sont distinctement plus brillantes. Les aiguilles présentent invariablement l'extinction parallèle, la moindre élasticité coïncidant sans exception avec leur long axe. Les formes rectangulaires, hexagonales et rhomboidales, présentent aussi une extinction parallèle à l'un de leurs bords, généralement le plus long; parfois c'est l'élasticité la plus grande qui est dans cette direction, et parfois c'est la plus faible. Les lignes de contour sont extraordinairement vives, mais sans beaucoup d'ampleur, de sorte que l'indice de réfraction ne peut pas être beaucoup plus fort que celui du mica. De petites aiguilles qui paraissaient, à un grossissement de 300 (oculaire 3, objectif 7, Fuess), à peine plus épaisses qu'un des fils croisés, étaient encore transparentes. Il n'est donc pas probable que ce soit du rutile, comme on le suppose ordinairement.

Les inclusions sont disposées avec la régularité ordinaire, et ce sont elles qui occasionnent l'astérisme du mica. Elles sont absolument inattaquables à l'acide hydrofluorique. De minces lames de mica, traitées pendant plusieurs heures à l'HF dilué, donnaient des figures gravées hexagonales régulières; là où le mica a été rongé de part en part complètement, les aiguilles étaient à peine attaquées. On peut, conséquemment, les isoler facilement avec l'HF. Si on les frotte avec le doigt sur un verre de montre, elles le rayent distinctement. Brûlées pendant un peu de temps dans une cuiller de platine à la lampe au chalumeau, elles deviennent nuageuses, puis à la lumière réfléchie, blanc mat; mises en suspens dans l'eau, elles ne produisent aucun effet sur la lumière polarisée. Le professeur Jannasch, d'Heidelberg, a eu la complaisance de faire le rapport suivant sur une étude qu'il avait entreprise sur une petite quantité de ces inclusions que j'avais isolées: " Il n'y avait seulement que 0.0466 de grain, de sorte qu'il n'y avait pas moyen de faire une analyse quantitative. Fondues avec  $B_2O_3$ , elles ont donné un verre clair, où on ne pouvait discerner la moindre quantité de silice. Le minéral n'est donc pas un silicate. Le précipité  $NH_3$  se composait de flocons blancs volumineux. Pour séparer Fe et Al, on employa la fusion à la soude. Il n'y avait pas d'alumine, mais le mélange se compose d'une poussière rare avec traces de fer et du  $TiO_2$  (coloration jaune dans la solution acide avec  $H_2O_2$ ). Cette poussière rare donne avec la soude à l'excès un précipité blanc absolument insoluble. D'après quelques réactions préliminaires, il montre une grande

Examen  
d'inclusions  
par le prof.  
Jannasch.

ressemblance avec le zircon. Cependant, cela paraît être un mélange de deux potassiers rares. Outre les composés ci-dessus mentionnés, il y avait aussi de la potasse et de la soude en quantités pesables. En chauffant un échantillon du minéral avec  $H_2SO_4$  concentré au bain-marie, il n'y a aucune réaction ; on en conclut qu'il n'y a pas de fluorine. En faisant disparaître  $SO_3$  la décomposition a lieu. Une petite quantité mise en contact avec  $CaF_2 + K_2SO_4$  n'a pas donné de coloration  $B_2O_3$ . Probablement qu'il y a aussi de l'eau. La quantité de substance est bien trop petite pour caractériser les corps trouvés. Il y a évidemment un minéral contenant des poussières rares. Je crois qu'il serait très important de faire des études plus exactes avec des matériaux suffisants ; si vous voulez m'en envoyer, je serai heureux d'en faire l'analyse." Lui ayant de nouveau demandé si la poussière rare ne serait pas  $TiO_2$  seulement, il répondit que cela ne pouvait être, car la réaction  $H_2O_2^+$  était bien trop faible. Je suis actuellement à isoler une plus grande quantité d'inclusions d'échantillons additionnels de mica que le Dr Dawson a eu la complaisance de m'envoyer.

Description  
des cristaux  
d'apatite.

On trouve généralement les cristaux d'apatite dans les veines riches en calcite ; ils présentent toujours une forme simple,  $\infty P \left\{ 10\bar{1}0 \right\}$   
 $P \left\{ 10\bar{1}1 \right\}$  ; je n'ai jamais vu ici les faces basales, tandis qu'elles semblent se présenter généralement dans les échantillons de Renfrew. Les bords et les coins sont très souvent arrondis, ce que nombre d'auteurs attribuent à l'action de quelque dissolvant. J'ai examiné quelques-uns de ces cristaux pour trouver des figures gravées, mais sans succès. La couleur est généralement verte, du vert-gazon clair au vert-bleu foncé, ainsi que du vert-brunâtre au brun. Les parties massives sont partiellement en cristaux à gros grains (de la nature du spath) et présentent un clivage assez parfait. Les cristaux atteignent parfois une longueur de plusieurs pieds ; de quelques nids dans la "pyroxénite," on a retiré des masses qui pesaient jusqu'à 1,000 tonnes. Une variété singulière, c'est l'apatite grenue, ou phosphate de sucre ; elle se compose d'un agrégat de grains d'apatite petits et presque blancs, et en partie tellement tendres qu'on peut les émietter à la main. Au microscope, une variété de la mine des Petits-Rapides présente des formes anguleuses irrégulières ou arrondies, de grosseur passablement égale, et contenant très peu de pyroxène et de calcite.



Une série d'analyses d'apatites canadiennes ont été publiées par Hoffmann <sup>30</sup>, Carnot <sup>31</sup> et Voelcker <sup>32</sup> :

Analyse  
d'apatites  
canadiennes.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	40·37	41·08	39·05	41·14	40·87	40·52	40·81	41·50	41·64
F .. ...	3·31	3·47	3·79	3·86	3·73	3·38	3·55	1·26	1·17
Cl.....	0·44	0·26	0·48	0·23	0·43	0·09	0·04	0·37	0·42
CO <sub>2</sub> ....	0·03	0·37	0·10	0·22	0·11	0·86	0·52	2·30	2·31
CaO....	47·83	49·16	46·33	49·34	48·48	49·04	49·10	52·90	52·90
Ca.....	3·73	3·80	4·26	4·20	4·17	3·60	3·76	—	—
MgO...	0·15	0·16	0·55	0·18	0·16	0·21	0·62	Trace	Trace
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	0·61	0·71	1·19	0·57	0·84	0·27	0·57	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	0·15	0·13	1·29	0·09	0·91	0·08	0·13	0·22*	0·30†
Insol. ..	3·89	0·37	3·49	0·06	1·15	1·63	0·63	0·30	0·37
								= SiO <sub>2</sub> = SiO <sub>3</sub>	
Total..	100·51	99·51	100·53	99·89	100·85	99·68	99·93		

- I. Apatite du lot 14, concession 6, township de Storrington—Hoffmann.  
 II. " de la mine de Grant, canton de Buckingham "  
 III. " lot 16, concession 3, townships de Burgess-Nord "  
 IV. " mine de Ritchie, canton de Portland "  
 V. " du lot 10, concession 10, township de Loughborough "  
 VI. " mine de Watt, canton de Portland "  
 VII. " du puits du Docteur, canton de Templeton "  
 VIII. Partie intérieure d'un cristal vert foncé de Templeton—Carnot.  
 IX. Partie extérieure du même cristal.—Carnot.

Deux analyses d'apatite canadienne faites par Voelcker ont donné :

	X.	XI.
Humidité.....	0·04	—
Perte par ignition .....	0·25	—
Ca <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>8</sub> .....	89·36	90·31
CaCO <sub>3</sub> .....	1·95	—
CaSO <sub>4</sub> .....	0·54	—
CaCl <sub>2</sub> .....	0·14	0·75
CaF <sub>2</sub> .....	4·54	5·03
MgO .....	0·19	—
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0·41	0·24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0·86	0·99
Résidu insoluble .....	0·15	0·99
CaO .....	1·72	2·27
	100·15	100·58

Evidemment toutes les analyses n'ont pas été faites sur des matières exemptes d'inclusions. La différence dans la proportion de fluorine des sept premières analyses avec celle des suivantes est remarquable. Dans ces premières, les déterminations sont certainement

Matériaux  
employés dans  
les analyses  
pas exempts  
d'inclusions.

\* avec 1·30 FeO

† avec 1·20 FeO.

trop élevées. Puisque l'apatite fluor pure ne contient que 3.77% de F, il est impossible que 3.79% de F dans l'analyse III, avec un résidu insoluble de 3.49% soit exact. D'après les quantités de F et de Cl présentes, on peut calculer :—

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
CaF <sub>2</sub> . . . .	6.80	7.13	7.78	7.93	7.66	6.93	7.30	2.58	2.40	4.54	5.03
CaCl <sub>2</sub> . . . .	0.69	0.41	0.74	0.36	0.67	0.13	0.06	0.58	0.66	0.14	0.75
CaF <sub>2</sub> en %.	91	95	91	96	92	98	99	82	80	97	87

Les apatites canadiennes se distinguent donc par une très forte proportion de fluorine ; elles sont en partie presque de l'apatite fluor pure ; la proportion de la molécule de fluorine avec la molécule de chlore est toujours plus forte que 4:1. Il en est de même pour l'apatite des veines de minerai d'étain, ainsi que pour l'apatite et la phosphorite, qui sont aussi des formations de veines, en partie dans du granit, de la province d'Estremadure, en Espagne. Comme contrastes à ces dernières, on a les apatites de veine du sud de la Norvège, qui sont presque sans fluorine. Dans vingt cristaux de Krageroe, Voelcker n'a pu reconnaître de fluorine.

La *calcite* est, comme nous l'avons dit, toujours le dernier minéral formé dans les veines ; je n'en ai jamais vu de cristaux, le minéral formant un agrégat à gros grains de couleur rougeâtre pour la plupart, dans la partie centrale des veines où se trouvent les plus petits cristaux d'apatite. Il est à remarquer que nombre de cristaux d'apatite ont un noyau de calcite. Ceci peut s'expliquer par le fait que le premier de ces minéraux a une croissance ajourée, et que les cavités qui en résultent se remplissent ultérieurement de calcite.

Feldspaths se  
rencontrant  
souvent avec  
l'apatite.

Les *feldspaths* se rencontrent très souvent avec l'apatite. Ils se présentent particulièrement comme microline de couleur grise, formant des agrégats de gros cristaux qui, en beaucoup d'endroits, couvrent des parties considérables des épontes de la mine. A la mine des Cascades, j'ai trouvé des cristaux de plagioclase présentant les faces OP

$$\left\{ \begin{array}{l} 001 \\ 130 \\ 111 \end{array} \right\} \infty P \tilde{\infty} \left\{ \begin{array}{l} 010 \\ \bar{1}30 \\ 111 \end{array} \right\} \propto P^1 \left\{ \begin{array}{l} 110 \\ 101 \\ P_1 \end{array} \right\} \infty^1 P \left\{ \begin{array}{l} \bar{1}10 \\ \bar{1}\bar{1}1 \\ P^1 \end{array} \right\}$$

Les lamelles de clivage parallèles à OP et  $\infty P \tilde{\infty}$  donnent

des angles d'extinction de 3° et de 11-12° respectivement ; il s'agit conséquemment d'une andésine de la composition Ab<sub>4</sub> An<sub>3</sub>. Les cristaux sont allongés dans la direction de l'axe *a*. Ils ont environ 5 cm. de longueur, avec surfaces très rudes, fig. 10. Ils reposent partie sur

de la pyroxénite compacte, et partie sur un réseau de petits cristaux de pyroxène. A la mine Vavasour, j'en ai recueilli des morceaux qui

se composaient d'une microcline à gros cristaux, d'un plagioclase vert pâle et de pyroxène vert. Les individus cristallins isolés ont quelquefois plus de 8 cm. de diamètre. Le plagioclase donne à OP un angle d'extinction de près de 0°, et est conséquemment de l'andésine. Harrington<sup>9</sup> fait aussi mention d'orthose et d'albite comme venant des veines d'apatite.

On a vu de l'amphibole principalement à la mine des Petits-Rapides, en masses composées de petites baguettes et de fibres parallèles. C'est une actinolite vert pâle. Har-

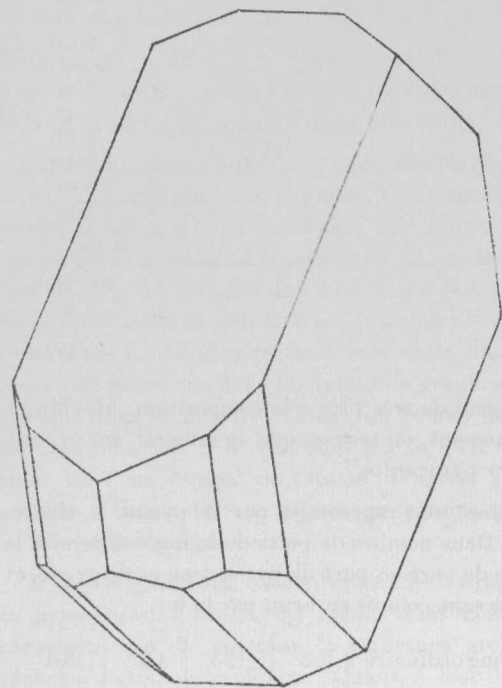


FIG. 10.—Feldspath de la mine des Cascades.

rington décrit aussi le changement des cristaux de pyroxène en ouralite.

La *tourmaline* est très abondante en certains endroits. Dans l'un des puits de la mine *Crown-Hill*, toute une salbande est couverte de tourmaline noire. A la mine des Petits-Rapides, j'ai trouvé des tourmalines noires, brunes à la lumière transmise, de 0.5 cm. de longueur, dans de la calcite, et aussi sur du quartz, avec le pointement

La tourmaline abonde.

$$\div R \left\{ 10\bar{1}1 \right\} \rightarrow \frac{1}{2} R \left\{ 01\bar{1}2 \right\}.$$

Harrington fait mention de cristaux de *scapolite* comme venant de diverses veines d'apatite ; ils atteignent plus d'un pied de longueur, et en bien des cas sont très riches en facettes. Je n'ai trouvé que des masses parallèlement fibreuses, mais qui, cependant, étaient répandues sur une étendue extraordinairement considérable dans les mines *Crown-Hill*, *Union* et *High-Rock*, où elles couvrent des salbandes entières.

Adams a analysé une scapolite du lot 13, concession 8, canton de Ripon, et a obtenu la composition suivante :—

SiO <sub>2</sub> .....	54.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22.45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.49
MgO.....	trace.
CaO.....	9.09
Na <sub>2</sub> O.....	8.37
K <sub>2</sub> O.....	1.13
Cl.....	2.41
SO <sub>3</sub> .....	0.80
H <sub>2</sub> O (combiné).....	0.72
H <sub>2</sub> O (hygroscopique).....	0.14
	<hr/>
	100.46
—O.....	0.59
	<hr/>
	99.87

Cette scapolite correspond de très près à la composition  $Me_1Ma_2$  à  $Me_2Ma_3$ . Microscopiquement, on trouve que le minéral est excessivement répandu dans la "pyroxénite."

Minéraux  
métalliques.

Les *minéraux métalliques* sont représentés par la pyrite, la chalcoppyrite et la pyrrhotine. Dans nombre de puits de la mine *Emerald*, la pyroxénite est imprégnée de part en part de pyrrhotine et de pyrite, et les matériaux des déchets sont colorés en brun par le fer.

La *titanite*, sous la forme ordinaire  $\frac{2}{3} P 2 \left\{ 123 \right\} OP \left\{ 001 \right\}$   
 $\frac{1}{2} P \infty \left\{ 102 \right\}$  se trouve dans toutes les veines. Une partie de la veine de la mine des Petits-Rapides se compose essentiellement de microcline grise, dans laquelle il y a des cristaux de pyroxène vert et des cristaux de titanite de plus d'un centimètre d'épaisseur.

La *fluorine* semble se présenter rarement. Harrington la signale en plusieurs localités, mais dit aussi que même dans ces localités il ne s'en trouve qu'en petites quantités. Je n'ai vu de fluorine violette qu'à la mine *North-Star*. Il se peut aussi que le minéral se présente sous la couleur verte, et alors, à l'examen superficiel des déchets, on peut le prendre pour de l'apatite.

Quartz rare.

Le *quartz* aussi n'est pas commun. J'en ai vu à la mine des Petits-Rapides des morceaux massifs associés à la tourmaline et à l'actinolite. A la mine Vavasour, les ouvriers m'ont montré une petite cavité drusique qui était entièrement tapissée de cristaux de quartz et d'une masse blanche qui avait l'air de lithomarge; la calcite en cet endroit

était plus grossièrement cristalline qu'à l'ordinaire, et contenait aussi de la chalcopryrite. Les cristaux de quartz, limpides comme de l'eau, et d'environ 0.5 cm. de longueur, présentent la combinaison simple  

$$-\infty R. \{10\bar{1}0\} + R. \{10\bar{1}1\} - R \{01\bar{1}1\};$$
Harrington fait aussi mention de quartz fumeux et d'améthyste. On ne semble trouver des cristaux que sur les parois des cavités, ce qui permettrait de conclure à un âge relativement plus jeune.

Quant aux autres minéraux dont Harrington fait mention, et dont en particulier le zircon et le grenat semblent être largement répandus, je n'en ai pas trouvé pendant mon court séjour. On dit que dans le canton de Templeton on trouve des cristaux de zircon qui ont plus d'un pied de long. L'existence de molybdénite (lot 12, concession 12, canton de Templeton) et de graphite est intéressante parce que la première est l'associée la plus ordinaire de la cassitérite dans les veines d'étain, et le dernier parce que dans les veines de graphite au nord d'Ottawa, par exemple dans la mine de Walker, on trouve de l'apatite verte en gros morceaux massifs. On voit donc par là qu'il existe un rapport intime entre les deux espèces de veines. D'après Vogt<sup>33</sup>, l'apatite d'Odegarden à Bamle devient impure en certains endroits par l'effet d'une substance carbonique.

*Roches éruptives* qui accompagnent les veines d'apatite (en partie de la pyroxénite).—Toutes les roches dont nous parlons ici ont pour caractéristique de posséder la structure grenue du granit pur des roches plutoniques typiques. Quant à leur composition minérale, la plupart consistent essentiellement en un feldspath de soude et chaux qui peut être, soit du labradorite, soit une variété qui s'en rapproche beaucoup, et en membres de la famille du pyroxène (augite, diallage, et un pyroxène rhomboidal pauvre en fer), auxquels s'associent du mica et de la hornblende primaire verte. On n'a jamais remarqué d'olivine, mais on trouve du quartz en quantités secondaires. Elles sont par conséquent, en général, des roches de la famille des gabbros, avec transition en norites, diorites, shonkinites et pyroxénites. On ne peut dire exactement quel nom il faudrait donner à chaque roche individuelle, vu le développement rapide que prend la nomenclature pétrographique et les définitions diverses données aux termes diorite à augite, gabbro à hornblende, etc. On ne pourra trouver une véritable définition pour ces termes que lorsque l'on pourra prendre en considération la composition quantitative minéralogique en même temps que la composition qualitative, et particulièrement le rapport des éléments foncés aux feldspaths, des feldspaths alcalins aux feldspaths de chaux,

Autres  
minéraux.

Nomenclature  
pétrographi-  
que.

et la basicité en général. Ce sont là les facteurs qui, dans les formules de roches, sont exprimés par les nombres *s a c f*. Pour faire cette classification, il faut certainement des analyses ; sans cela, il est impossible de mettre un terme à la confusion qui existe actuellement. Je me conformerai donc ici aux tables IV et V, données aux pages 467 et 468 de mon ouvrage, et appellerai celles de ces roches qui concordent avec la table IV, diorites, diorites à mica, diorites à augite, diorites à enstatite, diorites à norite, et celles qui correspondent à la table V, gabbros à mica, gabbros à hornblende, gabbros à enstatite, gabbros à norite. La partie inférieure de la table IV et la partie supérieure de la table V forment certainement des membres de transition qui peuvent en toute sécurité être appelés par l'un ou l'autre nom.

*Roches non altérées, en partie non scapolitisées,*

Gabbro à  
enstatite.

*Gabbro à enstatite de la mine Emerald.*—Au puits de Murray, près du haut de la côte, le long des flancs de laquelle se trouvent les différents puits de la mine, on trouve de gros blocs d'une roche plutonique très fraîche, qui provient évidemment de la carrière où l'on ne peut plus avoir accès. C'est une roche assez grossière, d'un gris foncé, très dure, et que le verre grossissant présente comme se composant essentiellement de feldspath et de pyroxène tricliniques. On trouve aussi un mica brun-rougeâtre, qui n'est pas cependant uniformément réparti, mais qui, comme on le voit très bien dans les blocs, est amassé en lignes formant entre elles un réseau. C'est évidemment des plans de joints (*absonderungsklufte*) dans lesquels le mica s'est formé. On voit aussi, partant de ces fentes, dans le sens desquelles la roche se brise le plus facilement sous le marteau, des lames isolées de mica qui ont pénétré la roche normale. Il n'y a aucun doute que nous avons ici affaire à une formation ultérieure (*neubildung*) qui se rattache par l'origine à l'apatite et au mica des veines avoisinantes. Ces plans de joints sont les endroits où la pénétration des vapeurs et des solutions se fait avec le moins de résistance, et où par conséquent on peut s'attendre à trouver tout d'abord des minéraux secondaires.

Description  
microscopique  
du gabbro à  
enstatite.

Au microscope, on voit que le plagioclase et le pyroxène sont présents en quantités à peu près égales, ce dernier prédominant peut-être de quelque peu. En général, les deux forment des grains aux contours irréguliers.

Le plagioclase est très frais et présente les stries de maclage ordinaire, suivant la loi de l'albite et en partie la loi de la péricline. Des feuilles de clivage parallèles à *oP* ont donné un angle d'extinction



d'environ  $10^\circ$  ; la gravité spécifique obtenue par le densimètre a été de 2.694 ; le minéral est donc un labradorite typique.

On rencontre deux pyroxènes, l'un monoclinique et l'autre rhomboïdal. Le monoclinique est transparent et de couleur gris-vert très clair. Le pléochroïsme est à peine perceptible. Outre le clivage parallèle à  $\infty P$ , il y en a un autre moins parfait parallèle à  $\frac{1}{\infty} P \frac{1}{\infty}$  ; la structure lamellaire du diallage, cependant, fait défaut. De petites feuilles de mica se sont formées dans les fentes de clivage du second ordre ci-dessus mentionnées. On remarque aussi qu'une légère altération en ouralite, manifeste aux rebords, a eu lieu.

Le pyroxène rhomboïdal est moins abondant que le monoclinique. Ses tranches présentent souvent un prisme grossier. Il est incolore et transparent, mais en tranches plus épaisses il présente un léger pléochroïsme entre les tons rougeâtres et verdâtres. Un relief très prononcé, dû peut-être à sa nature fibreuse, à ses couleurs de polarisation très faibles, et à l'extinction parallèle dans les tranches taillées dans la zone prismatique, le font facilement distinguer de l'augite monoclinique. Une altération en un minéral vert du genre serpentine, peut-être de la bastite, s'est produite le long de fentes transversales grossières et irrégulières. Des inclusions de petites baguettes opaques sont très fréquentes, et sont disposées en rangées parallèles à l'axe c de la roche-mère.

Le mica est transparent avec teinte brun-rougeâtre, et, à la lumière convergente, paraît être uniaxial ; le pléochroïsme est entre le jaunepaille et le brun-roux. La découverte de fluorine dans ce mica a été d'un intérêt particulier ; si sa formation est secondaire et reliée à celle de l'apatite et de la phlogopite des veines, on devait s'attendre à ce qu'il contienne aussi de la fluorine. De fait, le minéral soigneusement purifié a donné une forte réaction de fluorine. L'apatite en grains arrondis est assez abondante dans la roche.

Le Dr Dittrich a fait une analyse de ce gabbro à enstatite. On a choisi à cette fin des matériaux où il n'y avait pas de ces veines de mica ci-dessus mentionnées, et qui, conséquemment, ne contenaient du mica qu'en très petites quantités :—

	I.	II.	Ia.
SiO <sub>2</sub> .....	49.32	53.76	50.87
TiO <sub>2</sub> .....	0.42	3.70 (impur)	0.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	13.33	13.35	8.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.28	} 11.59	7.65
FeO.....	7.76		
MgO.....	11.13	7.22	17.22

Analyse par e  
Dr Dittrich

CaO...	11.73	6.92	12.97
Na <sub>2</sub> O.....	2.12	1.70	2.12
K <sub>2</sub> O.....	1.12	0.30	0.74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.06	....	0.02
H <sub>2</sub> O.....	0.64	0.71 (perte par ignition.)	
CO <sub>2</sub> .....	0.89	....	
	99.82	99.25	

Analyse pour  
comparaison.

Afin de comparer, nous donnons sous la colonne II l'analyse d'une hypérite à olivine venant de Lofthus, à Snarum, comme type du gabbro accompagnant les veines d'apatite du sud de la Norvège. Ia est l'analyse de I en proportions moléculaires, calculées à 100. On peut en déduire

s	A	C	F	a	c	f	n
51.19	2.86	5.23	32.61	1.5	2.5	16	7.4

et la formule  $s_{51} a_{1.5} c_{2.5} f_{16} n_{7.4}$ . La roche appartient donc à un type entre ceux de Molkenhaus Subitelma et de Keewenaw, avec lesquels la silice s'accorde d'une manière satisfaisante. Elle est sur les confins des séries *a* et *B*. Comme moyenne de plagioclase nous obtenons  $Ab_{5.72} An_{5.23}$  ou presque  $Ab_1 An_1$ , qui s'accorde très bien avec la gravité spécifique 2.694.

Gabbro de la  
forge à la mine  
Emerald.

On a recueilli un autre gabbro très frais à la forge de la mine *Emerald*, lot 18, concession XII. Cette roche uniforme et assez grossière se compose aussi de quantités presque égales de plagioclase et de pyroxène très frais, mais le mica et le pyroxène rhomboïdal font absolument défaut. Le feldspath présente généralement l'extinction onduleuse, avec lamelles maclées recourbées et fendillées, le résultat probablement du phénomène de la pression. L'augite est complètement saupoudrée de part en part de très petites inclusions que, au moyen d'un objectif d'immersion, l'on voit être des inclusions liquides avec bulles mouvantes. La formation de l'ouralite est quelque peu plus avancée que dans le gabbro du puits de Murray. Les sulfures et l'apatite sont rares.

Un gabbro venant des déchets de la mine de Squaw-Hill contient de grandes quantités de mica brun-roux ; ces fouilles sont sur la même colline que la mine *Emerald*. Il est disséminé très également à travers cette roche à grains assez fins, de sorte qu'il est difficile de déterminer sa nature primaire ou secondaire. La roche ne contient pas de pyroxène rhomboïdal, mais est relativement riche en apatite.

Apatite rare  
dans la mine  
de mica des  
Cascades.

Les veines de la mine des Cascades, sur la Gatineau, se distinguent par leur pauvreté en apatite ou même par son absence complète. On ne

les exploite que pour le mica, et l'apatite est excessivement rare dans les déchets. La roche principale de la colline est aussi une roche plutonique basique. La variété typique, prise de la tranchée du chemin de fer directement sur la berge de la rivière, consiste en un gabbro uniforme à grains moyens de structure irrégulière, dans lequel on peut voir, à l'œil nu, du feldspath frais avec stries de maclage, du mica brun et passablement d'augite. Le plagioclase et l'augite sont présents en quantités à peu près égales. Les échantillons portatifs recueillis dans la mine au contact de la pyroxénite de formation ultérieure et d'autres remplissages de veine, présentent une apparence quelque peu dans le genre du gneiss. L'augite et le plagioclase sont disposés en masses lenticulaires, de sorte que la surface sur la cassure principale a une apparence tachetée claire et foncée, la cassure transversale se trouvant quelque peu bariolée par suite de l'alternance des lentilles; le grain est aussi un peu plus fin. Au point de contact avec la pyroxénite, la roche devient complètement imprégnée de cristaux et de grains de titanite d'un brun-miel, et est très riche en pyrite.

La roche de la voie ferrée présente, sous le microscope, une structure absolument irrégulière, ni le plagioclase ni le pyroxène n'ayant des contours cristallins. Les lamelles de clivage du premier donnent une extinction qui, sur P, varie de  $3^\circ$  à  $13^\circ$ , et sur M de  $7^\circ$  à  $25^\circ$ ; elle appartient donc à la série des labradorites à andésite. Même au verre grossissant on voit que nombre des faces de clivage sont recourbées. Sous le microscope, on rencontre souvent l'extinction onduleuse et des lamelles de maclage recourbées et brisées. La roche a certainement subi une grande pression. Le pyroxène est transparent, de couleur gris-vert clair; le pléochroïsme est à peine perceptible. Des tranches taillées normalement à c présentent, à part le clivage parallèle au prisme, des fissures bien développées parallèles à  $\infty P \frac{1}{\infty}$  et de petites fentes très nombreuses, parallèles à  $\infty P \frac{1}{\infty}$ , ne se prolongeant que sur une petite distance, de sorte qu'il en résulte une apparence fibreuse. Un axe optique est presque perpendiculaire à cette tranche. Un maclage polysynthétique suivant oP et très fréquent. La formation de l'ouralite est très avancée, partant des fissures parallèles à  $\infty P \frac{1}{\infty}$  et de celles qui se rattachent à la formation des macles ci-dessus mentionnées. Des lamelles transformées en ouralite alternent souvent avec d'autres du minéral non altéré. L'ouralite est verte et présente relativement de faibles différences d'absorption, le pléochroïsme variant du jaune-verdâtre clair au vert-gazon clair. Dans une tranche presque parallèle à  $\infty P \frac{1}{\infty}$ , l'augite donne un angle d'extinction de  $39^\circ$  —  $40^\circ$ , l'ouralite  $15^\circ$ , et dans tous les deux c diffère de c dans la même proportion. Dans les fissures de clivage et les fissures de séparation

parallèles à oP, on trouve les mêmes inclusions en baguettes et plaques que dans le cas de l'hypersthène de l'île Saint-Paul, avec cette différence qu'elles sont plus rares et réparties moins régulièrement.

Description  
microscopique  
de la roche de  
contact de la  
mine des  
Cascades.

Le mica forme de petites lames qui se réunissent en menus bou tons arrondis, ou bien rayonnent autour d'un gros grain de sulfure ou de pyroxène. Le mica est sans aucun doute plus jeune que le pyroxène. Il semble aussi qu'une partie du mica provient de l'ouralite. De petites lames de mica sont groupées en frange autour des baguettes de hornblende, ou bien la hornblende en est complètement imprégnée dans sa périphérie.

On voit au microscope que la roche venant du point de contact avec la pyroxénite dans la mine des Cascades est distinctement à grains plus fins, et que les contours des grains sont plus arrondis. Les séries de macleage polysynthétique des feldspaths sont remplacées plus ou moins par une apparence fibreuse qui passe aux entrecroissances micropertitiques. Une apparence très fréquente est que le centre du grain de feldspath consiste en un noyau nuageux partiellement décomposé, entouré par un rebord étroit non altéré aussi limpide que de l'eau, l'orientation optique des deux parties étant généralement quelque peu différente. Il n'y a pas de doute que le développement d'un feldspath secondaire s'est produit ici. Le pyroxène est un peu plus foncé en couleur et plus fortement pléochroïque que dans la roche prise à la tranchée du chemin de fer. Il contient les mêmes inclusions opaques ou transparentes brun-roux. Outre une altération en hornblende, l'épidote est aussi largement répandue. Comme nous l'avons déjà mentionné dans la description macroscopique, on trouve de la titanite en grande abondance, le pyroxène ne la dominant que légèrement. Elle est fortement pléochroïque en teintes presque incolores et jaune-rougeâtres, et montre fréquemment un macleage polysynthétique. Nous avons aussi mentionné plus haut la grande fréquence de la pyrite. Evidemment, la pyrite et la titanite, et peut-être aussi partie du feldspath, sont aussi des produits d'altération, dont l'origine se rattache à la formation de la "pyroxénite."

Gabbro de  
South-March.

*Cabbro de South-March*, à environ vingt milles à l'ouest d'Ottawa. — Cette roche, qui est traversée par une série de veines de mica et apatite qui ont été ouvertes çà et là, est aussi une augite à plagioclase typique. Le plagioclase absolument inaltéré présente également ici des signes distincts de pression. De gros individus cristallins sont souvent brisés; c'est en ces endroits qu'on trouve des entrecroissances micropertitiques ainsi que du quartz. Le plagioclase est extraordinairement riche en microlithes capillaires, qu'on rencontre si fréquem-

ment dans le quartz. Ils sont parfois droits, parfois recourbés comme des trichites, et sont disséminés d'une manière absolument irrégulière l'un par rapport à l'autre. Ils sont tellement minces qu'ils sont généralement transparents. Dans les plus épais qui sont isolés, on voit une forte double réfraction ainsi qu'une extinction parallèle, et il peut se faire que ce soit du rutile. Le pyroxène, transparent et d'une couleur gris-vert très pâle, est en grande partie transformé en ouralite; l'ouralite, en certains endroits, s'est transformée en mica. Des grains métalliques opaques sont entourés de rebords de leucoxène et sont probablement du minerai de fer titanique.

*Shonkinite de la mine Crown-Hill.*—Cette roche, qui diffère con-  
sidérablement au point de vue chimique des roches plutoniques déjà  
décrites, se trouve dans une petite excavation faite sur le côté riverain  
de la pente, dans le plan du tramway à câble, construit pour trans-  
porter l'apatite de la mine *Union* à la rivière du Lièvre. La roche  
inaltérée, uniforme, de grain moyen à gros grain, est très riche en  
éléments de couleurs foncées, et où l'on peut discerner macroscopi-  
quement du pyroxène gris foncé, et dans une proportion moindre du mica  
brun. On trouve aussi du feldspath, mais en bien moindre quantité.  
La structure est celle d'une roche plutonique typique; toute structure  
parallèle fait absolument défaut. On pourrait conclure de l'apparence  
macroscopique que c'est un gabbro micacé ou une monzonite basique.

Shonkinite  
de la mine  
Crown-Hill.

Au microscope, aucun des principaux constituants ne présente de  
contours idiomorphiques. On ne trouve presque pas de lamelles  
maclées dans le feldspath, qui est une micropertthite typique; on a  
reconnu de l'extinction sur quelques lamelles de clivage, sur la parallèle  
OP, et sur  $\infty P \infty$  comme  $7^\circ$ . Les petites plaques entre les nicols  
croisés deviennent uniformément foncées, probablement par suite de  
l'extraordinaire finesse des lamelles enclavées. Le caractère optique  
et la forte prédominance de la potasse sur la soude dans l'analyse gé-  
nérale, rendent certain que la principale partie du feldspath est de  
l'orthose. Sur les faces de clivage parallèles à  $\infty P \infty$ , l'inclinaison  
des fils très régulièrement pénétrants relativement aux fentes de cli-  
vage parallèles à OP, était de  $74-75^\circ$ ; en oP, elles sont normales au  
clivage parallèle à  $\infty P$ . Le plan d'interposition est donc un  
orthodome, qui, comme dans la murchisonite, correspond approxima-  
tivement à  $7 P \infty$ . Nombre de grains de feldspath, sous un fort verre  
grossissant, présentent dans leurs parties périphériques des stries de  
maclage extrêmement fines: c'est peut-être une anorthose.

Description  
microscopique.

Un feldspath de soude et chaux est présent, mais seulement en très  
petites quantités. Il est, à l'encontre de la micropertthite inaltérée,

toujours rempli de produits d'altération sous forme de fils et plaques à double réfraction très forte.

L'augite, transparente avec couleur verte très pâle, ne présente rien de remarquable; elle est à la première phase d'ouraltisation. Partie de la hornblende verte faiblement pléochroïque est certainement primaire. Souvent le mica est régulièrement accompagné de hornblende, et il n'y a aucun doute qu'il en dérive partiellement. Si on fait tourner une tranche de hornblende jusqu'à ce qu'elle prenne une apparence foncée, on voit nombre de fines lamelles, à forte réfraction double parallèles aux fentes de clivage, et que, sous un fort grossissement, on reconnaît pour être du mica. Le mica entoure aussi la hornblende et s'étend dans les fentes et les cassures de clivage. D'autre part, les plaques de mica plus considérables sont certainement primaires. Comme constituants accessoires, on peut mentionner la titanite et des minéraux métalliques; ces derniers, par suite de leur apparence à la lumière réfléchie, semblent se composer essentiellement de pyrite.

Analyse de  
shonkinite  
par le Dr  
Dittrich.

Le Dr Dittrich a fait une analyse de la roche. En dépit du fait que presque toutes les déterminations ont été faites en double avec des résultats presque identiques, le total n'a été que de 98·66%. A ma demande, on a fait des examens pour la fluorine et le chlore; la fluorine faisait défaut, et le chlore était présent seulement en traces (pas plus de 0·1%). On ne peut s'imaginer d'où provient cette perte.

	I.	II.	III.	IV.
SiO <sub>2</sub> .....	48·60	47·85	46·53	48·98
TiO <sub>2</sub> .....	0·79	.....	2·99	1·44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	13·60	13·24	14·31	12·29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2·30	2·74	3·61	2·88
FeO.....	4·97	2·65	8·15	5·77
MgO.....	8·79	5·68	6·56	9·19
CaO.....	10·00	14·36	12·13	9·65
Na <sub>2</sub> O.....	1·42	3·72	4·95	2·22
K <sub>2</sub> O.....	5·62	5·25	1·58	4·96
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0·19	2·42	.....	0·98
H <sub>2</sub> O.....	0·61	2·74	0·20	0·56
CO <sub>2</sub> .....	1·23	.....	MnO 0·22	MnO 0·08
SO <sub>3</sub> .....	0·54	.....	.....	BaO 0·43
				SrO 0·08
				F 0·22
	98·66	100·65	101·23	99·73

Analyse pour  
comparaison.

Le n° II, une analyse de malignite à pyroxène et néphéline du lac Poobah, district de la rivière La Pluie; le n° III, théralite de Kunjokthal, Umptek Kola; et le n° IV, shonkinite du pic Yogo,



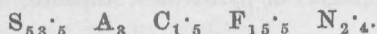
montagnes Little-Belt, Montana, sont publiés pour les besoins de la comparaison. Le n° IV s'accorde le mieux avec le n° I, tant pour les alcalis que pour la proportion de CaO à MgO et FeO. Le n° II est plus faible en FeO et MgO, mais plus riche en CaO. Dans le n° III, les proportions d'alcalis sont renversées. Il ne fait pas de doute que la roche de la mine *Crown-Hill* appartient à cette famille. Une réduction aux proportions moléculaires (tout le fer étant calculé comme FeO) donne : —

SiO <sub>2</sub> .....	52·83
TiO <sub>2</sub> .....	0·65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8·69
FeO.....	6·38
MgO.....	14·33
CaO.....	11·65
Na <sub>2</sub> O ..	1·49
K <sub>2</sub> O.....	3·90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0·08
	—
	100·00

Conséquemment

A = 5·39 ; C = 3·30 ; F = 29·06 ; a = 3 ; c = 1·5 ; f = 15·5 ; n = 2·4,

ce qui donne la formule



La roche ressemble beaucoup au type de théralite de Kunjokthal, la silice s'accordant aussi très bien. La proportion d'alcalis la place dans la série E. Bien que les roches décrites contiennent beaucoup de feldspath, on rencontre des veines dans le gneiss, près de la mine *London*, qui sont très pauvres en feldspath et appartiennent, je crois, du moins en partie, à la même catégorie de roches plutoniques. Elles se composent essentiellement d'augite et d'enstatite, et forment conséquemment une transition aux *pyroxénites* dans le sens de la nomenclature pétrographique (*webstérite*). L'enstatite incolore, et parfois aussi faiblement pléochroïque, forme des cristaux prismatiques aux contours grossiers et est toujours plus âgée que l'augite monoclinique. Elle présente la texture fibreuse usuelle, parallèle à l'axe c, traversé par de larges fissures irrégulières dans lesquelles commence le travail d'altération en un composé vert. L'augite ne présente aucune particularité qui vait la peine d'être mentionnée. Le plagioclase épars remplit les cavités entre les pyroxènes. A en juger par la manière générale dont il se présente, le mica brun-roux est de formation

nouvelle. Il se développe le plus facilement le long des lignes de clivage et dans les fentes des pyroxènes, ou dans les petites anfractuosités anguleuses entre les autres éléments.

*Pyroxénites secondaires.*

Minéraux de  
formation  
secondaire.

Nous avons déjà parlé des minéraux qui, sous la forme de cristaux plus ou moins bien développés ou de masses fibreuses ou grossièrement cristallines, se rencontrent dans les veines d'apatite, particulièrement ceux qui se développent dans la calcite des parties centrales. Ici nous avons à traiter des agrégats minéraux qui se forment de préférence sur les rebords des veines et qui, par leur grain assez uniforme, nous rappellent, par leur habitus, les roches plutoniques. Dans toutes ces masses, le pyroxène est l'élément dominant, mais on y trouve aussi largement disséminés la phlogopite, l'apatite, la scapolite, et les minéraux métalliques. En partie, il est très difficile de les distinguer des roches plutoniques altérées, et nous ne décrirons ici que les formations secondaires typiques. D'après leur constitution minérale, on peut les classer comme il suit :—

1. Agrégats de pyroxène pur.
2. Agrégats de pyroxène à phlogopite.
3. Agrégats de pyroxène à apathite.
4. Agrégats de pyroxène à scapolite.

Agrégats de  
pyroxène pur.

Entre ces groupes, il existe, naturellement, toutes les transitions possibles. En conséquence, nous ne traiterons ici que de certains types.

On a obtenu des mines de Brown, Vavasour, Petits-Rapides et *Squaw-Hill*, des agrégats de pyroxène presque pur. Ce sont des masses passablement grossières, disséminées assez irrégulièrement, de couleur vert clair, gris ou gris-rougeâtre, qui en partie, à la mine de Brown, sont richement imprégnées de pyrite. Microscopiquement, elles se composent d'un agrégat de grains d'augite presque incolores, à contours irréguliers, avec lesquels sont associés, généralement sous forme de petites plaques, de la calcite, de la scapolite et de la phlogopite en petites quantités. Le pyroxène a souvent une apparence exceptionnellement fendillée, ou est perforé comme un tamis et rempli de parcelles des minéraux accessoires ci-dessus mentionnés. Apparemment, ce ne sont pas de véritables inclusions, mais elles résultent du phénomène de la corrosion. Le pyroxène formé en premier lieu s'est corrodé sous l'effet de solutions et de vapeurs, et les cavités ainsi produites se sont remplies de minéraux formés plus tard.

J'ai recueilli une très curieuse "pyroxénite" dans les déchets de la mine des Petits-Rapides. Elle se compose entièrement d'un agrégat très lâche de grains de pyroxène arrondis, gris clair, fortement lustrés, et que l'on peut émietter sous les doigts. Les grains ont environ 1 mm. de diamètre, et la roche, à première vue, ressemble à une perlite. De l'apatite verte massive adhère directement au morceau.

Les *agrégats de pyroxène à phlogopite* ont déjà été décrits comme venant de la mine Vavasour; on les trouve aussi disséminés d'une manière très typique et très considérable à la mine des Cascades; ils contiennent des quantités presque égales de mica et de pyroxène. Dans les échantillons de la mine Vavasour, ce dernier est vert-gazon, a à peu près la couleur du diopside de chrome, et forme une masse grenue lâche, s'émiettant partiellement sous les doigts. On y trouve des plaques de phlogopite brun-jaunâtre, la plupart disposées d'une manière parallèle. Des échantillons de contact font voir que les plans de clivage sont normaux au rebord de la veine. A partir du gneiss dans lequel se trouve cette veine, cette masse est séparée par un agrégat de pyroxène pur d'environ 1 cm. d'épaisseur, lequel présente en partie, une structure fibreuse; les fibres sont placées perpendiculairement à l'éponte de la veine. A première vue, on voit que cette structure rubanée n'a rien à faire avec la structure parallèle du gneiss; de plus, le contact avec le gneiss est absolument net. La grosseur des grains de ce mélange de pyroxène à phlogopite est très uniforme, environ 0.5 cm. de diamètre.

L'augite dans l'échantillon de la mines des Cascades est quelque peu plus foncée, mais en tranches, elle est presque incolore et transparente. Partout on voit, par la manière que les plaques de phlogopite sont enclavées dans le pyroxène, qu'elles sont postérieures à ce dernier.

D'autres agrégats de phlogopite à augite de la mine Vavasour présentent une structure très singulière. Le pyroxène gris-vert clair forme des masses elliptiques (œils) arrondies considérables, de plusieurs centimètres de longueur et généralement plus allongées dans un sens; elles ont un clivage continu et consistent en un seul individu cristallin; entre elles se trouve un agrégat considérable de phlogopite, ainsi que de l'augite en petits grains. La planche IV fait voir une de ces masses de veine. Les "œils" lenticulaires sont tous disposés avec leurs plus longs axes parallèles, de sorte qu'à première vue il semble y avoir une similitude avec la structure d'un gneiss œillé feuilleté. Les lames de phlogopite des matériaux qui se sont interposés, cependant, sont disposées presque sans exception avec leurs plans placés normalement à la surface des lentilles contiguës de pyroxène. La partie inférieure de

la figure fait voir une zone d'actinolite de 2-3 cm. d'épaisseur ; cette dernière supporte, avec des contours assez bien dessinés, la partie centrale des matériaux de la veine riche en calcite.

Les pyroxénites de la mine de Fleury font aussi voir une autre structure curieuse. Dans la masse principale, composée de pyroxène, sont enclavés, à des distances de 2 à 3 cm., des amas arrondis riches en phlogopite et contenant aussi de la calcite.

On trouve une transition au groupe suivant dans les agrégats de *pyroxène à phlogopite et apatite* considérablement disséminés de la mine Vavasour.

Pyroxénite  
de la mine  
Union.

J'ai recueilli de la mine *Union* un type d'une "pyroxénite" se composant d'*augite* et d'*apatite*. La planche III fait voir que le pyroxène est sans contours cristallographiques définis, et forme des prismes grossiers disposés parallèlement, d'environ 0.5 cm. de longueur, parmi lesquels se trouve un agrégat grenu d'*apatite* verte ; la disposition générale nous rappelle la structure de coulée. En tranches, on voit que les grains d'*apatite* sont pénétrés par des raies foncées que, sous un plus fort grossissement, l'on voit être des inclusions fluides tubulées étroitement agrégées. On n'a pu déterminer dans quelle relation se trouve la position du pyroxène par rapport aux épontes de la veine, vu que le morceau venait des déchets.

Agrégats de  
pyroxène à  
scapolite.

*Agrégats de pyroxène à scapolite.*—Ce groupe nous amène aux gabbros altérés. Comme nous l'avons déjà dit, une délimitation bien tranchée entre les deux est impossible, vu qu'il nous a fallu ramasser parmi les déchets une grande partie des matériaux. On peut trouver des critères pour une telle division dans le mode d'existence ainsi que dans la structure microscopique du pyroxène, (si l'on pouvait supposer que par la scapolitisation du gabbro ce minéral ne s'est pas transformé essentiellement,) et aussi dans la structure de la masse entière. Les deux considérations, cependant, ne conduisent à aucuns résultats positifs. Dans la plupart des cas, l'*augite* et la *scapolite* forment un agrégat grenu irrégulier, comme c'était le cas pour l'*augite* et le *plagioclase* dans les roches plutoniques ci-dessus mentionnées. Parfois, lorsque la *scapolite* est richement représentée, il s'est développé une structure du genre alvéolé comme on en voit une belle dans le "gabbro tacheté" d'Oedegarden. On ne voit que dans quelques rares tranches seulement la transition du *plagioclase* à la *scapolite*, car la matière adhérent aux salbandes de la mine et celle rejetée avec les déchets est généralement complètement altérée.

Il n'y a que les deux cas de la mine *Emerald* dont il a été fait mention à la page 23, que l'on puisse décrire comme étant certainement des formations secondaires de ce genre. Tous les deux forment des lisières d'environ 5-8 cm. d'épaisseur aux veines dont les parties intérieures se composent d'apatite pure. Dans les deux exemples, ces veines d'apatite recourent de la pegmatite, qui à son tour se présente comme des veines dans le gabbro et le gneiss. Le point de contact des zones extérieures avec la pegmatite est absolument bien tranché.

Les deux agrégats ont une couleur gris-rougeâtre claire et présentent, macroscopiquement, à part l'augite, rien que des grains d'apatite verte et de la pyrite. La scapolite se voit la première sous le microscope. On voit ici que la répartition des deux constituants principaux est très irrégulière. Quelques parties de la tranche se composent presque entièrement de l'augite transparente incolore, avec un peu de scapolite; en d'autres, cette dernière est distinctement en plus grande abondance. Fréquemment elle forme de gros individus cristallins en forme de tiges, dans lesquels des grains d'augite se sont poëcillement développés. D'autres parties des tranches présentent les deux minéraux en quantités presque égales sous la forme de grains également considérables bordés de lignes droites, de sorte qu'il en résulte une structure alvéolée genre pavage. La scapolite porte des inclusions en tiges opaques, qui sont fortement caractéristiques de ce minéral et qui sont disposées parallèlement à l'axe c. Dans les échantillons pris à la forge, elle se transforme en grande partie en un agrégat de petites lamelles incolores à double réfraction prononcée et qui sont probablement de la muscovite. Le clivage de la scapolite est toujours bien développé, de sorte que les tranches longitudinales font beaucoup penser à la muscovite, à cause de sa faible réfraction et de sa forte réfraction double. Des tranches transversales et l'orientation optique des tranches longitudinales permettent, cependant, de la distinguer facilement de ce minéral. On trouve aussi de la phlogopite en quantités variables dans ce mélange d'augite et de scapolite.

Description  
d'agrégats de  
pyroxène à  
scapolite.

*Roches plutoniques altérées et "pyroxénites," en partie, se composant essentiellement d'augite et de scapolite.*

Aux mélanges décrits ci-dessus, et qui par leur mode d'existence géologique doivent certainement être caractérisés comme formations de veines, il faut ajouter un grand nombre d'échantillons portatifs recueillis à presque toutes les mines visitées. Ce sont des mélanges d'augite et de scapolite gris foncé, de grains moyens à gros, d'appa-

Roches  
plutoniques  
altérées.

rence absolument massive, et qui présentent macroscopiquement la plus grande similitude avec des gabbros. Au verre grossissant, on voit que le constituant incolore n'a pas l'excellent clivage et les stries de maclage du plagioclase. La cassure est irrégulière, souvent fibreuse, l'éclat plus grasseyé, de sorte que c'est probablement la raison de ce que bien des auteurs mentionnent la fréquente présence de quartz dans la pyroxénite. Généralement, comme nous l'avons déjà fait remarquer, l'examen microscopique ne révèle absolument aucune trace de la genèse de ces masses. Comme partout ailleurs, les mêmes rapports se répètent; il n'est besoin de décrire ici que quelques cas que je prétends être incontestablement des roches plutoniques altérées.

Gabbro à scapolite de la mine Vavasour.

*Gabbros à scapolite de la mine Vavasour.*—Ceci est une roche à grains assez gros. Parmi les constituants les plus foncés, on peut reconnaître la hornblende par son excellent clivage. Au verre grossissant, on peut distinguer sans difficulté le minéral incolore du plagioclase. Son clivage pauvre et son éclat quelque peu grasseyé nous rappellent la néphéline; sa structure est souvent fibreuse. La pyrite est fort dissiminée dans toute la roche; on ne trouve du mica brun seulement qu'ici et là, mais en lamelles de près d'un centimètre de largeur. On peut aussi voir de l'épidote à l'œil nu.

Au microscope, on voit que le pyroxène transparent de couleur gris-vert clair forme des grains à contours irréguliers ou grossièrement prismatiques, qui, comme dans le gabbro, sont souvent ramassés en petits morceaux. A l'extérieur et le long des fentes, l'augite s'est transformée en ouralite et çà et là en épidote. Il est aussi très remarquable de voir comme elle est ici rongée comme un tamis, et partout dans les trous se sont formées de la scapolite et de la phlogopite. Sous un verre assez grossissant, on voit que cette dernière s'est trouvée serrée entre de l'augite dans les fentes de clivage, en longues lamelles minces. (Fig. I, planche X.)

La quantité de scapolite paraît être beaucoup plus forte sous le microscope, parce que l'altération étant commencée et le minéral conséquemment devenu opaque et d'apparence sale, il devient difficile de le distinguer macroscopiquement de l'augite. Le clivage et son comportement optique, à la lumière parallèle et convergente, l'empêchent facilement d'être pris pour d'autres minéraux. Aux endroits qui sont riches en scapolite, la structure genre pavage ci-dessus mentionnée est très distincte. (Voir fig. I, planche VIII.) Les tranches transversales aussi bien que les longitudinales présentent souvent des contours hexagonaux très réguliers. La gravité spécifique de la scapolite non altérée a été déterminée à 2.64 au moyen du densimètre; suivant les



données de Tschermak, ceci correspond à un mélange d'environ 36-40% Me à 60-64% Ma. La hornblende primaire fait absolument défaut.

On trouve les mêmes rapports dans les autres échantillons portatifs examinés. Le pyroxène est généralement très frais. La scapolite présente ordinairement les inclusions opaques en forme de tiges à six côtés (fig. 4, planche X), qui sont probablement du fer titanique. Elle est bien plus sujette à décomposition que le pyroxène, et conséquemment devient fibreuse et de couleur foncée par suite d'une substance, indéterminable, qui y est soupoudrée. Puis elle passe à l'agrégat lamelleux dont il a été si souvent question. Les proportions de pyroxène et de scapolite varient beaucoup; ordinairement c'est le premier qui prédomine. Quelquefois le pyroxène présente des contours cristallographiques grossiers; la scapolite, jamais. On trouve de cette phlogopite dans nombre de roches, mais elle présente toujours des relations indiquant une origine secondaire, qui se rattache certainement à la formation de l'apatite. La proportion de minéraux métalliques est très variable; dans la plupart des cas, il y en a très peu, dans d'autres on peut distinguer macroscopiquement de la pyrite, de la pyrrhotine et aussi de la chalcoppyrite; il n'y a pas à se tromper que ce sont là des imprégnations. On trouve aussi de l'apatite en abondance; nombre de tranches sont complètement recouvertes d'un réseau de petites veines d'apatite; sa formation est aussi secondaire en ce cas-ci.

Un gabbro à scapolite pris au bureau de poste de Poupore est très riche en trémolite et épidote. Une ancienne fouille d'apatite en cet endroit s'est altérée en une "pyroxénite" de couleur vert clair que l'on voit, macroscopiquement, contenir de la hornblende incolore en abondance. Une actinolite verte, avec de la calcite, remplit les veines qui traversent la roche dans toutes les directions. A un endroit de la coupe, la transition de la "pyroxénite" en une roche gris-bleu foncé, à grains moyens et petits, est visible, laquelle, avec un habitus absolument massif, a l'apparence d'une diorite ou d'un gabbro pauvre en feldspath. Elle est fortement saupoudrée de parcelles de pyrite secondaire. Au microscope, on voit que les constituants sont du quartz, du feldspath triclinique, de la hornblende verte en grande abondance, de l'épidote et de la scapolite. Les quantités de quartz et de feldspath varient beaucoup avec les différents échantillons; dans nombre d'entre eux on n'en trouve presque pas, tandis que dans d'autres ils constituent presque le quart de la roche entière. Les contours cristallographiques de l'amphibole et de la scapolite sont pauvres; elles forment des grains irréguliers, la première ayant aussi souvent des formes en tiges. L'amphibole est

Transition  
visible de la  
pyroxénite.

de couleur verte très pâle ou tout à fait incolore et transparente, avec faible pléochroïsme dans le premier cas ; c'est probablement une forme intermédiaire entre la trémolite et l'actinolite. La scapolite, avec ses propriétés ordinaires, est fort altérée. L'épidote doit être un produit secondaire, et elle forme des cristaux allongés parallèles à l'axe b et ordinairement de contours réguliers et bien dessinés. Les tranches perpendiculaires à b sont à six côtés bornés par

$$\infty P \frac{1}{\infty} \left\{ 100 \right\} 0 P \left\{ 001 \right\} \text{ et } + P \infty \left\{ \bar{1}00 \right\}.$$

Les fentes de clivage parallèles à OP et  $\infty P \frac{1}{\infty}$  sont bien développées, et des macles suivant  $\infty P \frac{1}{\infty}$  sont fréquentes. Les tranches longitudinales avec extinction parallèle et position normale du plan axial présentent très peu de pléochroïsme. On trouve en abondance extraordinaire de la titanite et de la pyrite fortement pléochroïques. Dans son état actuel, la roche peut plutôt être classée comme amphibolite à épidote. Nul doute qu'elle provient d'une roche plutonique et qu'elle s'est imprégnée de titanite et de pyrite, pendant que la scapolite, l'amphibole et l'épidote proviennent du feldspath et du pyroxène.

On peut suivre au microscope la transition à la "pyroxénite" ci-dessus. Le quartz et le feldspath disparaissent ensemble ; par contre du pyroxène et de la phlogopite incolores, dans des endroits très blanchis, apparaissent dans les tranches. La scapolite devient plus abondante.

#### *Schistes cristallins de la région d'apatite.*

Ici encore nous ne décrivons que certaines roches typiques.

Quartzite de  
la mine de  
Squaw-Hill.

*Quartzite de la mine de Squaw-Hill.*—Des quartzites semblables à celles décrites dans la coupe de Montebello, alternent avec le gneiss dans le voisinage des mines *London*, des *Petits-Rapides* et *High-Rock*. Elles contiennent généralement des grains isolés de feldspath macroscopiques. Dans les déchets de la mine de *Squaw-Hill*, on a trouvé des morceaux de quartzite qui, sous le verre grossissant, faisaient voir un pyroxène vert en abondance et des grains isolés de titanite. Au microscope, on voit que la partie de beaucoup la plus grande de la roche se compose d'un agrégat de quartz ayant la même structure que la quartzite de Montebello. Cet agrégat est traversé par des veinules et des veines formées par un mélange d'augite vert clair, de hornblende vert foncé, de scapolite en abondance avec ses inclusions caractéristiques, de titanite, d'épidote et de calcite. La planche X, fig. II, fait voir une telle partie de tranche modérément

grossie. Sur les côtés droit et gauche de la figure est le quartz incolore ; dans le milieu court une de ces veines dont les points de contact avec le quartz sont très nettement dessinés. En d'autres endroits, la masse de quartzite dans le voisinage de ces veines est imprégnée de grains de ces minéraux. Il ne fait pas de doute que ceci est un autre exemple typique de formation secondaire, causée par l'imprégnation de solutions ou de vapeurs. Des rapports semblables sont observés dans la quartzite de la mine *Crown-Hill*.

Il est difficile de dire jusqu'où les gneiss du voisinage des veines d'apatite ont été altérés par ces imprégnations, ou jusqu'à quel point la teneur en pyroxène doit être attribuée à de pareilles causes, d'un côté parce qu'on a trouvé abondamment des gneiss portant du pyroxène dans d'autres parties du Canada, c'est-à-dire par Adams à l'est de la région d'apatite, et de l'autre côté, parce qu'il m'a été impossible, vu le peu de temps que je pouvais consacrer à l'examen et l'absence de bons affleurements, de suivre ces gneiss à augite à une grande distance des veines d'apatite. Mais je crois réellement que ces altérations se rattachent en beaucoup de cas à la formation de l'apatite.

Formation d'apatite se rattachant à l'altération du gneiss.

*Gneiss à sillimanite et grenat du bureau de poste de Poupore.*—Dans la tranchée dont nous avons déjà parlé plusieurs fois, on trouve, alternant avec les "pyroxénites," des gneiss et des quartzites. Les strates de gneiss sont traversées par des veines de pegmatite, qui consistent principalement en feldspath avec du quartz. Dans le voisinage de ces veines ont eu lieu des ruptures et des déplacements. Par endroits, le gneiss est complètement fracassé et cimenté par de la pegmatite. De grosses veines de pegmatite renferment des fragments de gneiss, et en même temps des rameaux et des apophyses de l'épaisseur du doigt courent entre les bandes de ce dernier. Le gneiss à sillimanite et grenat forme une bande d'un peu plus de 1 m. d'épaisseur. Il se compose de lits alternants riches en feldspath de couleur claire et en mica de couleur foncée. Les grenats rouge clair, jusqu'à 2 mm. de diamètre, sont répartis irrégulièrement à travers la roche.

Gneiss à sillimanite et grenat.

Sous le microscope, on peut constater que les éléments incolores sont essentiellement du feldspath, tandis que le quartz est distinctement en quantité inférieure. Parmi les feldspaths, le plagioclase prédomine sur la microcline et le feldspath non strié. La biotite seule se présente comme élément de couleur foncée. Le grenat est de couleur rouge-rose très pâle, et est transparent et isotropique au point de vue optique. On trouve des aiguilles de sillimanite seulement dans le grenat, mais par endroits elles le remplissent littéralement. Assez rarement on trouve dans le grenat des grains isotropiques de couleur

vert foncé et d'une réfraction plus forte, qui sont probablement du spinelle, très probablement de l'hercynite ou du pléonaste. Le rutile, sous la forme de petits cristaux et de macles, est un élément relativement abondant.

La structure dans les tranches parallèles à la schistosité est tout à fait irrégulière. Le feldspath et le quartz présentent partout des signes évidents de pression, ce qui amène un commencement de structure genre mortier. De gros individus de plagioclase sont souvent écrasés ; mais leurs fragments, déplacés les uns par rapport aux autres, sont encore reconnaissables comme ayant appartenu au même cristal. L'extinction onduleuse et le ploïement et la rupture des lamelles maclées sont très fréquents. La biotite présente une forme effilochée irrégulière. Dans les tranches à angle droit avec la schistosité, une structure parallèle s'est produite principalement par l'alternance de couches riches et pauvres en mica. Le quartz et le feldspath ne fournissent que peu à la structure parallèle ; quelques-uns des gros grains de quartz ont été comprimés et rejetés dans la direction de la schistosité. On ne remarque autour du grenat aucune disposition régulière des constituants.

En toute probabilité, la roche est un sédiment altéré ; l'alternance avec la quartzite et la composition minéralogique et chimique le font supposer jusqu'à un certain point. Vu l'abondance de grenat et d'un silicate d'alumine pur, la sillimanite, la composition chimique de la roche doit différer grandement de celle d'une roche éruptive.

Au nord de la mine *London*, les gneiss grenatiques semblent être largement répartis. Ce sont des roches à grains quelque peu plus fins, riches en mica, dont la structure est plus distinctement feuilletée. On trouve ici du grenat en des amas "œillés" isolés (jusqu'à 5 cm. de diamètre).

On trouve dans les travaux d'exploitation supérieurs et inférieurs de la mine *London*, au contact avec les veines portant de l'apatite, une série de schistes cristallins très singuliers. Ils présentent une alternance de couches presque d'une blancheur de neige et d'un gris foncé ; les couches individuelles n'ont souvent qu'un centimètre d'épaisseur. Les couches blanches consistent presque entièrement en quartz et en feldspath. Le grain est fin et extraordinairement uniforme ; les minéraux individuels ont la forme de grains arrondis, de sorte que l'apparence, sous le verre grossissant, est fort semblable à celle de beaucoup d'aplitites ou de grès très fins. Dans ces parties de couleur claire, il n'y a aucune trace de structure parallèle. Il en est de même des parties qui, par suite de la hornblende, du pyroxène et de la titanite, sont un

Schistes  
cristallins  
particuliers  
dans la mine  
*London*.

peu plus foncées en couleur. Dans l'agrégat de quartz et de feldspath répartis d'une manière égale parfaite, dont nous venons de parler, il y a de petits grains et des tiges d'un minéral vert-gazon clair que l'on voit, sous le microscope, être partie de la hornblende et partie de l'augite. On trouve aussi en abondance de petits grains de titanite. Il n'y a pas, non plus, de signe de structure parallèle, ou bien on n'en voit qu'un peu dans la tendance qu'ont les minéraux verts à se disposer parallèlement. Ces parties, vu l'alternance rapide des couches et leurs couleurs claires, présentent une grande similitude avec les granulites. Si les éléments plus foncés deviennent plus abondants, ils paraissent préférer se réunir en grappes; l'apparence est alors identique à la variété connue sous le nom de granulite truitée (*forellen*.) Les couches très foncées sont fort riches en mica.

Sous le microscope, les roches ont une structure alvéolée bien définie. Le feldspath est en grande partie de l'orthose, un peu étant de la microcline et du plagioclase. Le quartz est beaucoup moins abondant que le feldspath. La hornblende à couleur très claire doit appartenir à la série actinolite à trémolite et est en partie développée cristallographiquement dans la zone prismatique. L'augite est presque incolore et transparente. La titanite abonde beaucoup en grains pléochroïques relativement gros; le zircon et l'apatite sont communs.

Constituants  
et structure  
des roches.

Les bandes les plus foncées sont riches en un mica faiblement pléochroïque et transparent, de couleur brun-vert clair. Le pyroxène vert clair est fibreux par suite d'une division parallèle à  $\infty P \infty$ . Naturellement, on voit cela plus clairement dans les tranches parallèles à la zone prismatique, et l'extinction est parallèle; le plan de l'axe optique est parallèle à celle-ci. La hornblende est relativement rare, mais ses contours sont généralement bien définis, et on la trouve souvent empâtée dans l'augite. Les tranches à angles droits de l'axe  $c$  ne présentent sur leurs contours que les facettes prismatiques, comme c'est souvent le cas pour l'actinolite. Les constituants qui sont très caractéristiques de la granulite, comme le grenat, et aussi la cyanite, l'andalou-site et l'hypersthène, manquent absolument ici. Les entrecroissances micropertitiques jouent aussi un rôle très secondaire. La meilleure désignation de ces roches serait peut-être de les appeler gneiss à granulite. Quant à ce qui concerne leur origine, il est presque impossible de la conjecturer. En tous cas, il faudra faire une autre étude de leur répartition et de leur position par rapport aux autres gneiss pour se former une opinion sur ce point. De plus, la question de savoir si une partie du pyroxène et de l'amphibole, et particulièrement les abondantes titanite et apatite, ne se rattachent pas génétiquement de

Autre étude  
nécessaire.

quelque manière aux veines d'apatite, ne peut s'élucider seulement que lorsque l'on aura suivi ces roches plus loin le long de leur direction.

On a aussi rencontré des gneiss à hornblende contenant du pyroxène aux mines *High-Rock* et *North-Star*. Il faut également ici laisser à des recherches ultérieures le soin de démontrer si le pyroxène ne se rattache pas en quelque façon aux veines d'apatite. Ce sont toutes deux des roches à grains moyens riches en orthose rouge, et les éléments les plus foncés prédominent en certaines couches sans produire une schistosité distincte. On peut les mieux décrire comme étant grenues et bariolées. Les couches plus claires contiennent beaucoup de microline, et le seul constituant de couleur foncée qu'on trouve, c'est du mica possédant un fort pléochroïsme entre le jaune-paille et le brun-verdâtre foncé. On peut distinguer ce mica d'un coup d'œil de celui des veines d'apatite. Dans les couches plus foncées, le mica diminue et la hornblende verte et le pyroxène gris-vert augmentent. Tant en échantillons portatifs que sous le microscope, ce gneiss ressemble beaucoup à celui que nous avons décrit comme venant du voisinage de Lachute, et il a probablement la même origine.

*Roches éruptives qui se rencontrent dans le voisinage des veines d'apatite, mais qui n'ont rien à faire avec leur formation.*

Roches  
éruptives près  
des veines  
d'apatite.

Accompagnant les pegmatites à gros grains qui sont largement répandues dans le voisinage des veines à apatite, on trouve un autre type de veines de granit, caractérisé par un grain très égal, de moyen à fin, et une absence presque complète de constituants plus foncés; les roches se composent presque entièrement de quartz et de feldspath, qui est en grande partie de la microline. On a recoupé une de ces veines, d'environ 0.5 à 1 m. d'épaisseur, dans les travaux supérieurs de la mine *London*. La roche normale, de couleur très claire, est ici croisée par des veines d'un gris-vert foncé, qui présentent souvent un contour régulier arrondi ou elliptique. La roche se trouve ainsi à avoir une très singulière apparence et est connue au Canada sous le nom de "granit léopard." On a trouvé des masses semblables dans les déchets des mines des Petits-Rapides, *North-Star*, *High-Rock* et *Union*. Un morceau très typique de ce granit léopard a été exhibé à l'exposition de Paris en 1900. La planche V en montre un morceau venant de la mine *London*. Avec un verre grossissant, on voit facilement que ces veines sont causées par une augmentation dans la quantité de pyroxène, auquel en certains endroits est associée beaucoup de pyrite. Au microscope, on voit qu'elles se composent de pyroxène vert clair, de hornblende vert-de-vessie foncé, d'épidote, de titanite en grande



abondance, d'apatite, et de légères quantités de carbonates. Souvent des apophyses se ramifient des plus grosses veines et s'amincissent à rien après un court trajet. Ces minéraux ont un peu pénétré, dans le voisinage immédiat, dans la masse de la roche elle-même.

D'après toute l'apparence, il n'y a aucun doute qu'on a affaire à des structures secondaires, qui se sont formées sur des faces de joints plus ou moins sphériques. L'identité des minéraux qu'on trouve ici avec les minéraux essentiels des veines d'apatite, rend certain qu'il y a eu imprégnation ici, et que ce procédé se rattache à la formation de l'apatite et des minéraux qui l'accompagnent. C'est un cas analogue à la formation secondaire de la phlogopite sur les plans de joints du gabbro du puits de Murray, que nous avons déjà décrit.

La *diabase* et le *porphyre à augite* se rencontrent tous deux sous forme de veines. Dans le voisinage de la mine des Petits-Rapides se trouvent deux dykes de diabase, ayant chacun au moins 10 à 12 m. d'épaisseur, et ayant une direction presque est et ouest; c'est ainsi qu'ils traversent les gneiss et les quartzites, qui ont ici une direction N.-N.-E. et S.-S.-O., presque à angle droit. L'une de ces veines est recoupée par le tramway au sud de la mine des Petits-Rapides, sur le versant qui donne sur la rivière du Lièvre, et l'autre au nord du bâtiment principal et de la forge. Les deux dykes recoupent non seulement le gneiss et la quartzite, mais aussi la pegmatite qui s'y trouve; la veine de diabase septentrionale croise aussi le pyroxénite, de sorte que ce sont les dykes les plus récents du district.

Dykes de  
diabase  
traversant  
le gneiss.

Les deux diabases sont à grains passablement gros, assez frais, et présentent macroscopiquement la structure ophitique typique. Au microscope, le plagioclase montre toujours des formes allongées bien définies dans la direction d'un axe, les interstices étant remplis d'augite allotriomorphe. Parfois, cette dernière présente sur des étendues considérables une orientation uniforme, et elle est alors poecilienement imprégnée de formes de feldspath. Des tranches de ce dernier, normales à P et M, ont donné une extinction de 36°-38°, avec trace de M; le plagioclase appartient donc à la série des labradorites et a approximativement la composition  $Ab_2 An_3$ . On a observé que deux de ces tranches à contour presque carré devenaient deux moitiés maclées le long d'une diagonale. Ce sont probablement des macles de Baveno. L'augite est transparente et de couleur brun-gris; c'est une augite diabasique typique. Quelques olivines sont presque transformées en serpentine. Le fer titanique en formes irrégulières est abondant.

Porphyrite  
à augite.

On voit une *porphyrite à augite de la mine Crown-Hill* dans une vieille tranchée comme veine de 0·5 à 1 m. d'épaisseur, traversant des pyroxénites et des veines d'apatite. C'est une roche non altérée noire, à grains très fins, sans aucun phénocriste. Au microscope, on distingue les feldspaths des autres constituants par leurs dimensions un peu plus grandes ; ils ont la forme de lattes, mais sans contours droits bien dessinés. Entre eux se trouve un mélange de petits grains d'augite partiellement ouralitisés, du mica brun, des grains de minerai et très peu de quartz.

On trouve une structure quelque peu différente dans une porphyrite à augite qui forme une veine dans le gneiss d'environ 0·5 m. d'épaisseur, avec direction est-ouest, au nord de la mine *London*. Le magma de cette roche noire et presque compacte a une structure d'intercalation distincte. On y trouve de gros nodules formés par le rassemblement des grains d'augite irréguliers avec des parcelles de feldspath éparses.

Evidemment ces diabases et porphyrites à augite appartiennent à une seule et même formation de dyke plus récente ; les dykes les plus épais sont composés de diabases, les plus minces de porphyrites à augite. L'éruption à laquelle ils appartiennent est survenue après la formation des veines d'apatite, et la présence de ces dernières n'a aucun rapport génétique avec eux.

Résultats des  
recherches.

Les résultats obtenus par l'examen des gisements d'apatite dans la province de Québec, peuvent être sommairement énumérés comme suit :—

1. L'apatite se présente toujours en véritables veines, qui traversent les gneiss laurentiens et les couches associées, de même que les prétendues "pyroxénites." Dans le premier cas, elles se produisent en partie comme veines stratifiées, c'est-à-dire qu'elles correspondent en direction et plongement avec les roches avoisinantes, et en partie elles traversent ces roches à angle droit. On n'a trouvé aucune raison quelconque pour considérer ces gisements d'apatite comme partie intégrante de la formation du gneiss laurentien de la même époque.

2. Les veines à apatite sont accompagnées par des roches plutoniques basiques (silice, environ 48·50 pour cent,) appartenant aux familles des gabbros, des shonkinites, et en partie des pyroxénites. Les "pyroxénites" de Sterry Hunt sont en partie de ces roches plutoniques dans un état altéré, et en partie des formations secondaires dans les veines elles-mêmes.

3. Les altérations essentielles subies par les roches plutoniques consistent en une formation secondaire de scapolite (aux dépens des feldspaths à soude de chaux), de mica (phlogopite), de titanite et de sulfures (pyrite, pyrrhotine, et en partie de la chalcopyrite).

4. Il y a preuve indubitable que les gneiss, les quartzites, les granits de veines et les autres roches associées se sont imprégnés de matériaux venant des veines, et qu'il s'est produit de cette manière des développements secondaires d'augite, parmi les minéraux mentionnés sous 3. Ce procédé est particulièrement évident aux endroits où ces développements secondaires se sont limités aux fentes et crevasses de la roche avoisinante. Le pyroxène des gneiss du voisinage est aussi peut-être attribuable à une pareille cause.

5. Dans les veines, on remarque une association distincte de minéraux. On en distingue une partie parce qu'ils contiennent de la fluorine ou du chlore; c'est à ceux-ci surtout qu'appartiennent l'apatite, la phlogopite, la scapolite et la tourmaline; la fluorine, fait assez singulier, est de moindre importance. Ensuite les sulfures abondent, particulièrement les sulfures de fer, la pyrite et la pyrrhotine, et en moindre importance, la chalcopyrite. Parmi les minéraux contenant du titanium, la titanite est abondante, mais le rutile n'a pas été reconnu avec certitude. Puis une série de silicates purs, particulièrement le pyroxène, et en moindre abondance l'amphibole et les feldspaths. Finalement, en quantité moins considérables, la calcite, qui, suivant l'expérience que j'en ai, est toujours le plus récent des minéraux de veines. On y trouve rarement du quartz. La présence de graphite dans plusieurs cas mentionnés par Harrington est d'un grand intérêt au point de vue théorique.

Minéraux  
des veines  
associés.

6. Les veines d'apatite présentent en quelques endroits des structures qui, dans le cas de veines de minéral, sont considérées généralement comme caractéristiques, entre autres la structure symétrique latérale, la structure en cocardes, et les cavités drusiques.

Structures  
d'apatite  
caractéristi-  
ques des veines  
de minéral.

Ces faits démontrent qu'il existe une ressemblance extraordinaire entre les veines d'apatite canadiennes, et celles du sud de la Norvège, le mode d'existence de ces dernières ayant été décrit par Brögger, Reusch<sup>24</sup>, et récemment avec force détails par Vogt<sup>25</sup>. On y trouve le même rapport aux roches plutoniques basiques (gabbros, hypérites à olivine, etc.), la même extension des veines dans les schistes et les calcaires du voisinage, "la plupart comme veines stratifiées" (Vogt), et une association de minéraux presque identiques aux nôtres, sauf quelques points non essentiels. En Norvège, la présence d'acide titanique a causé la formation de rutile, et ici de titanite; en Norvège, le pyroxène

secondaire contient en prédominance de l'enstatite riche en magnésie, ici du diopside et de la malacolite riches en chaux ; en Norvège les minéraux contenant du chlore jouent un rôle important, au Canada, au contraire, ceux qui contiennent de la fluorine les remplacent. Tous ces points ont été traités en détail par Vogt. Plus loin, Vogt dit : " On trouve la différence la plus importante dans le fait qu'en Norvège, pour ce qui est des veines d'apatite se présentant dans l'hypérite à olivine, il y a une constante altération de la roche encaissante en roche hornblendique à scapolite, et en d'autres gabbros scapolitisés, alors qu'au Canada ceci ne s'est trouvé que par exception. " Il ressort clairement de ce qui vient d'être dit qu'encore sous ce rapport une correspondance des plus intimes existe entre les deux régions.

Veines  
d'apatite en  
Suède sembla-  
bles à celles  
du Canada.

Et dans la partie la plus septentrionale de la Suède, dans la province de Norbotten, les veines d'apatite qui ont été découvertes durant les cinq dernières années correspondent par leur teneur en minéraux (apatite, mica, augite, scapolite, tourmaline, hornblende, titanite, etc.), et par leurs relations avec les roches plutoniques basiques (gabbros et hypérites à olivine) exactement avec celles de Norvège et du Canada. On observe de plus ici la même action sur la roche avoisinante et la même scapolitisation (le " métamorphisme pneumatolithique " de Brögger). Vogt dit en effet que la découverte de la scapolite dans l'hypérite altérée par Brögger fut la cause qui amena la découverte de l'apatite.

Origine  
des veines  
d'apatite.

En répondant à la question de l'origine des veines d'apatite, on peut en toute sécurité partager l'opinion émise par Brögger, Reusch et Vogt, et pour ce qui est des veines du Canada, celle donnée d'une manière générale par Ells (voir renvois), que la formation des minéraux de veines a été causée par l'action de fumerolles qui a accompagné l'éruption des magmas basiques ou qui l'ont immédiatement suivie. On ne peut considérer la matière qui a formé les veines, particulièrement les éléments abondants, Cl, F, Ti, P, B (dans la tourmaline), Li (dans la phlogopite), et le soufre, comme dérivant en quelque manière par sécrétion latérale des gneiss avoisinants. Toutes les constatations font croire qu'ils proviennent du dessous et que ce phénomène se rattache à la montée des magmas basiques. Vogt signale avec raison les grandes analogies chimiques et géologiques qui existent entre ces veines d'apatite et les veines de minerai d'étain.

#### *Sur le calcaire à Eozoon de la Côte Saint-Pierre.*

Calcaire  
éozoon.

De la station de Papineauville (sur la ligne du chemin de fer Canadien du Pacifique entre Ottawa et Montréal), j'ai fait une excursion à la Côte Saint-Pierre, située à environ dix milles au nord, et d'où,

comme la chose est bien connue, Logan a tiré les premiers échantillons d'*Eozoon Canadense* qu'il a décrits. Les affleurements examinés étaient sur le penchant sud-est d'une colline très boisée, et consistaient en une ancienne carrière, pratiquée dans le but d'extraire de l'asbeste serpentine, et maintenant abandonnée, et de petites excavations faites

dans le but d'obtenir de l'éozoon.



Fig. 11. Eozoon Canadense.

La roche principale qui forme la colline est une roche plutonique à gros grains, sans indice de structure parallèle, riche en constituants foncés, mica et pyroxène. On voit à l'œil nu que le feldspath est du plagioclase, par suite des stries de maclage.

D'accord avec l'analyse publiée ci-dessous, on peut le mieux désigner la roche comme un gabbro à hypersthène et mica. Le principal versant escarpé de la colline est suivi d'une partie plus plane, et c'est ici que se trouve le point de contact entre le gabbro et le calcaire à éozoon. Il n'y a presque pas d'excavations ici. Vient ensuite une partie un peu plus raide, où l'on a trouvé les meilleurs échantillons d'éozoon et où se trouvait située l'ancienne mine d'asbeste.

Le gabbro à hypersthène et mica est, comme nous l'avons déjà dit, en gros grains (de 4 à 5 mm. de diamètre), et montre macroscopiquement un plagioclase assez bien préservé de couleur brunâtre, généralement sous forme de courtes lattes larges, ce qui nous rappelle la structure de la diabase, du mica noir en abondance et du pyroxène foncé partiellement à éclat bronzé, qu'on voit au microscope être en partie rhomboïdal et en partie monoclinique. Ces pyroxènes ont perdu leur lustre le long de leurs rebords par suite de la formation d'ouralite.

Description  
de la roche  
contact.

Au microscope, le plagioclase présente les lamelles de maclage ordinaires suivant la loi de l'albite et en partie de la péricline. Elle contient de nombreuses inclusions, comme c'est fréquemment le cas

dans les roches éruptives basiques, sous forme d'une poussière fine, qui, sous un fort grossissement, deviennent de petites tiges et de menues plaques; ces dernières ont des contours hexagonaux et sont transparentes et de couleur gris-brun; elles sont probablement du fer titanique. On a mesuré l'angle d'extinction sur des plaques parallèles à OP, et on a trouvé qu'il était de  $2^{\circ}-4\frac{1}{2}^{\circ}$ , et sur des plaques parallèles à  $\infty P \infty$ ,  $12^{\circ}-16^{\circ}$ ; la détermination de la gravité spécifique au moyen du densimètre a donné 2.675. C'est, conséquemment, un feldspath appartenant à la série des oligoclases à andésite; la gravité spécifique répond de bien près au mélange  $Ab_2 An$ , et l'angle d'extinction à un mélange quelque peu plus basique. Probablement par suite de la fraîcheur du minéral, la gravité spécifique est un guide plus sûr que les quelques angles d'extinction.

Le pyroxène monoclinique est transparent et de couleur gris-vert clair, et ne présente presque pas de pléochroïsme. Dans les tranches parallèles à  $\infty P \infty$ , l'extinction  $\mathcal{E} : c$ , était de  $42^{\circ}$ . A part le clivage normal parallèle à  $\infty P$ , il y en avait un parallèle à  $\infty P \frac{1}{\infty}$ , avec seulement quelques fentes, mais fortes et droites, et un grand nombre de fentes petites, mais bien dessinées, parallèles à  $\infty P \infty$ , causant une magnifique structure fibreuse. On observe mieux ces rapports, et particulièrement l'entrecroissance régulière avec le pyroxène rhomboïdal, sur les tranches à angle droit avec  $c$ . La partie centrale d'une telle tranche est formée de pyroxène rhomboïdal avec pléochroïsme distinct entre les teintes rougeâtres et les teintes presque incolores. Outre le clivage parallèle à  $\infty P$ , on trouve toute une suite de fentes fines; le rayon onduleux parallèle à celles-ci est de couleur rougeâtre; à la lumière convergente, une bissectrice paraît presque normale; le plan des axes optiques est parallèle à ces fines fentes ou craquelures. C'est donc le clivage parallèle à  $\infty P \infty$  si commun dans les pyroxènes rhomboïdaux. La partie périphérique de la tranche se compose d'augite. A la lumière convergente, on voit un axe au bord de la lame; le plan de l'axe optique est parallèle aux fentes fibreuses ci-dessus mentionnées, ces dernières étant normales aux fentes parallèles à  $\infty P \infty$  du pyroxène rhomboïdal. Il s'en suit que le clivage fibreux de l'augite est parallèle à  $\infty P \infty$ . Dans la même tranche, les deux pyroxènes se transforment en ouralite, qui forme les rebords extérieurs ainsi que de nombreuses plaques parsemées à l'intérieur. Tous les trois minéraux montrent une extinction simultanée. Le pyroxène rhomboïdal paraît toujours être plus vieux que le monoclinique. Tous deux, particulièrement le premier, contiennent des inclusions de petites tiges et plaques semblables à celles que l'on trouve dans le plagioclase. La hornblende verte, malgré qu'elle soit souvent passablement com-



pacte, provient en toute probabilité des pyroxènes. Elle présente le pléochroïsme ordinaire, a, vert-jaune clair, b et c, vert-gazon foncé.

Le mica s'amasse en touffes avec les éléments foncés ci-dessus mentionnés, et est pour la plupart certainement primaire. Une petite partie semble provenir de l'ouralite.

Les éléments foncés ont un contour irrégulier; l'augite rhomboïdale montre seule en partie des formes prismatiques grossières; il n'y a aucun doute que c'est le minéral le plus ancien de tous.

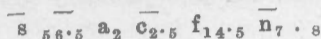
Outre des grains métalliques et d'apatite isolés, il y a du quartz en très petits grains entre les feldspaths. On remarque à peine les phénomènes de pression.

Une analyse faite par le Dr Dittrich a donné la composition de la colonne I; sous la colonne II se trouvent les proportions moléculaire correspondantes calculées à 100, laissant de côté  $H_2O$  et  $CO_2$ .

$SiO_2$ .....	52.19	55.92
$TiO_2$ .....	0.72	0.58
$Al_2O_3$ .....	14.52	9.15
$Fe_2O_3$ .....	3.19	}
$FeO$ .....	6.21	
$MnO$ .....	trace.	
$MgO$ .....	6.57	10.56
$CaO$ .....	8.88	10.20
$Na_2O$ .....	3.65	3.79
$K_2O$ .....	1.53	1.05
$P_2O_5$ .....	1.43	0.65
$H_2O$ .....	0.53	
$CO_2$ .....	0.66	
	100.08	

De II on peut déduire :

$A = 4.84$ ;  $C = 4.31$ ;  $F = 24.55$ ;  $a = 3$ ;  $c = 2.5$ ;  $f = 14.5$ ;  $n = 7.8$ , et la formule :



Un coup d'œil sur le tableau des roches plutoniques (2) fait voir que la roche occupe à peu près la même position que le gabbro micacé de Hurricane-Ridge, parc Yellowstone, décrit par Iddings, et que la constitution minéralogique des deux roches est fort semblable. La dernière contient de l'augite, de l'hypersthène, de la biotite, du plagioclase, de l'orthose, du quartz et de l'olivine. La position de la roche canadienne, sur la limite du tableau du gabbro et de la diorite, est aussi exactement la même. Sa meilleure place dans la première série verticale des gabbros comme type au-dessus du molkenhaus (sous  $a = 3$ ).

Gabbro-  
hypersthène-  
mica.

Dans le tableau des diorites, à cause de sa proportion a c f, elle se placerait entre les types de Montrose et de Campo-maior ; pour cette position, son pourcentage de silice est un peu faible. On la désigne conséquemment comme gabbro à mica et hypersthène. Elle est aussi, chimiquement, très ressemblante au type essexite de Fairview ; ici, cependant, la proportion d'alcalis est en général un peu plus forte, et la valeur pour f distinctement plus faible. Le point caractéristique dans le tableau VIII (loc. cit.) approche des points 36 (Montrose) et 67 (Cabo-frio). Des nombres pour A et C, nous obtenons un plagioclase moyen  $Ab_{9.6} An_{4.3}$ . La valeur pour Ab est sans doute, par suite de la quantité considérable de mica, quelque peu élevée, et malgré cela, la valeur ne varie qu'un peu de celle calculée d'après la gravité spécifique.

Une comparaison avec le gabbro du puits de Murray démontre que la roche de la Côte Saint-Pierre est un peu plus acide et d'autant plus riche en alcalis et en alumine, mais plus pauvre en métaux composés ; la quantité de magnésie particulièrement, en dépit de la teneur en mica, est distinctement plus faible. Le puits de Murray est plus bas et plus à droite dans le tableau du gabbro.

Dans cette roche plutonique normale à gros grain se trouvent abondamment disséminées des masses bariolées et veineuses qui sont à grains très uniformes et distinctement plus petits, et sans aucune sécrétion porphyritique. Au microscope, on trouve qu'elles diffèrent essentiellement de la roche principale sous les rapports suivants :—

1. Le pyroxène rhomboïdal fait absolument défaut ; sa présence, au moins dans les différentes tranches examinées, n'a pu être déterminée.
2. Le mica foncé est quelque peu plus abondant et à peu près en quantité égale à l'augite.
3. Le quartz, bien qu'encore rare, est en plus grande abondance que dans la roche principale ; de plus, il semble y avoir de l'orthose avec le plagioclase.

Structure  
semblable aux  
roches de dyke  
de malachite.

La structure ressemble beaucoup à celle de nombre de roches de dykes de malachite.

Deux échantillons portatifs ont été recueillis des "parties gneissiques" de l'autre côté du chemin. Tous deux sont à grains distinctement plus fins que le gabbro normal. L'un d'eux est riche en éléments de couleurs foncées et ressemble à un gabbro ou une diorite à grains fins. L'autre est quelque peu plus clair ; le feldspath est en partie de couleur rougeâtre ; le mica est disposé en couches parallèles, de sorte qu'il y a apparence gneissique. D'après les caractères extérieurs, on

pourrait désigner la roche comme gneiss syénitique. Au microscope, les deux roches contiennent du plagioclase en grains relativement gros et à contours réguliers, avec les inclusions ci-dessus mentionnées. Entre ces grains de plagioclase se trouve un agrégat à grains fins répartis irrégulièrement, composé de feldspath non strié et de quartz. Le premier contient, en outre du mica, de l'augite monoclinique en abondance, qui est partiellement ouralitisée; dans l'autre, on n'a pas observé d'augite inaltérée, mais il se peut qu'une partie de la hornblende verte soit de l'ouralite. On y trouve aussi de l'apatite et de la titanite en abondance.

Le premier me semble sans aucun doute être un facies marginal du gabbro, mais je n'en suis pas certain. On ne pourra en arriver à une décision qu'après des études plus complètes des relations de la roche en place.

Comme nous l'avons déjà dit, le contact direct entre le calcaire et le gabbro, b au plan de profil, n'est pas exposé, mais en nombre d'endroits il a été possible de mettre à découvert des roches qui venaient sans nul doute de très près de là. La caractéristique des échantillons ainsi recueillis est qu'ils manquent complètement de feldspath et de quartz, et que la grosseur du grain et leur composition diffèrent grandement à des points fort rapprochés. L'un d'eux est excessivement dur, à grains fins, de couleur foncée brun-verdâtre, et dans lequel on peut voir macroscopiquement de grandes lames isolées de mica et des surfaces de clivage de hornblende verte jusqu'à un centimètre de largeur, à contours irréguliers et interpénétrées poëciliennement par d'autres minéraux. Au microscope, l'on voit que la partie principale de la roche se compose d'augite transparente gris clair et de hornblende verte faiblement pléochroïque. Le mica est fort rare, et il y a aussi de la calcite, un spinelle transparent vert, et de la titanite en abondance. Il y a absence absolue de feldspaths et de quartz. La hornblende est très irrégulièrement répartie; en certaines parties de la tranche, elle forme de grands fragments poëciliennement imprégnés d'autres minéraux. Aux endroits où elle manque, la structure est celle d'une pierre de corne à silicate de chaux typique, d'un grain relativement gros. La planche VIII, fig. 2, représente cette structure.

Contact direct  
non exposé.

Une autre de ces roches se distingue par le fait que, macroscopiquement, outre du pyroxène vert et de la titanite en grande abondance, elle contient de gros grains d'un minéral blanc qui, en éclat et en clivage, est semblable à la scapolite des veines d'apatite. Le mica est aussi en grande abondance par taches. Sous le microscope, ce produit de contact comprend en partie un mélange très uniforme de pyroxène,

de scapolite et de titanite. La planche XI, fig. 3, est prise d'un échantillon de ce genre. D'autres parties du même morceau se composent presque entièrement de scapolite, qui est à grosses fibres, les fibres individuelles ayant une tendance à se disposer en rayons. Planche XI, fig. 4.

Serpentine massive près du point de contact.

D'un autre endroit dans le voisinage du point de contact provient une serpentine massive noir-vert, sillonnée de fissures d'un centimètre de largeur, remplies de calcite et de gros cristaux de mica. Sous le microscope, la serpentine présente en quelques endroits une hachure croisée distincte, causée par deux systèmes fibreux se recoupant l'un l'autre à angles droits. Il y a aussi des grains isolés de carbonates et des lamelles de mica dans la serpentine. Le mica qui remplit les fissures a un angle axial d'environ  $30^\circ$ , et est rempli d'inclusions rouge-brun.

A un autre endroit près du point de contact, on trouve une roche diopside très grossière. Toute la roche se compose de grains grossièrement cristallins, de 2-3 cm. de diamètre, de diopside d'un vert pâle à presque incolore.

Calcaire présentant un métamorphisme de contact.

J'ai obtenu quelques échantillons portatifs du professeur Schmidt à Basel, qui les avait recueillis lors d'un voyage antérieur à cet endroit, et qui se composent de diopside et de calcite à peu près en quantités égales. Cette dernière forme un marbre grossièrement cristallin, dans lequel la diopside se développe sous forme de cristaux très bien formés de plus d'un centimètre de longueur. Les cristaux sont des prismes courts, les deux pinacoides verticaux ne se présentant que comme d'étroites troncatures des rebords prismatiques. Les pointements comprennent OP et diverses pyramides. Ces dernières sont généralement très grossières et impropres aux mesurages, tandis que les faces de la zone prismatique et de OP donnent de très bons reflets. Tous les cristaux montrent une séparation parfaite parallèle à OP, probablement par suite d'un maillage très fin. L'angle d'extinction dans une tranche parallèle à  $\infty P \infty$ , déterminé à la lumière Na, était de  $37^\circ$ .

Il n'y a aucun doute que nous sommes ici en présence d'un calcaire présentant un cas de métamorphisme de contact ; toute la paragénésie des minéraux, la grande variété dans le grain des roches sur une aussi petite distance, et la structure de contact typique, sont extraordinairement caractéristiques. A une distance un peu plus grande du contact, les carbonates prédominent encore, et on y voit que la diopside s'est développée sous forme de cristaux et de masses concrétionnées irrégulières, ou avec la structure particulière à l'éozoon. Dawson dit que "quelquefois (non pas ordinairement) le pyroxène forme la partie

siliceuse de l'éozoon." La diopside est très fréquemment altérée en serpentine. Lorsque Dawson dit : "de plus, le pyroxène blanc des calcaires laurentiens et la loganite et la dolomie sont tous reconnus être le résultat de dépôts aqueux," cela ne s'applique certainement pas à l'augite d'ici ; c'est en cet endroit un produit de métamorphisme de contact. Les calcaires grenus normaux du Canada contiennent aussi très souvent du pyroxène vert, comme nous l'avons déjà signalé. Les roches ci-dessus décrites ne peuvent, cependant, pas être méprisées pour celles-ci ; on reconnaît qu'elles sont différentes à première vue.

Quant à la question de l'origine organique de l'éozoon, elle n'a aucun rapport avec les faits ci-dessus et leur explication. Si l'éozoon était un être organique, ses parties dures qui sont encore préservées ne se composaient certainement pas en premier lieu de diopside ou de serpentine, mais ont d'abord été converties à ce premier état par un acte de métamorphisme. On peut rappeler ici que Johnston-Lavis et Gregory <sup>35</sup> ont recueilli des morceaux de silicate de chaux, éjections du mont Somma, dans lesquels on retrouve la structure caractéristique de l'éozoon. D'après ces deux auteurs, cette structure n'est pas originairement organique, mais est le résultat du métamorphisme. Dans les échantillons du mont Somma, l'augite est subordonnée à la chaux basique et les silicates de magnésie à l'olivine et à la monticellite ; il s'y trouve aussi du mica et du spinelle, comme c'est le cas à la Côte Saint-Pierre.

Origine de l'éozoon.

## DEUX GISEMENTS CANADIENS DE GRAPHITE.

### *I. Sur l'existence de graphite à Graphite-City, canton de Buckingham.*

D'après les plus anciens rapports de la Commission géologique, dont je n'ai pu faire une étude complète, l'existence de graphite dans le canton de Buckingham et les voisins, est très étendue. Dans le premier de ces cantons, on le signale en nombre d'endroits sur les lots 18—28 et dans les concessions V—VIII. Dans la plupart des cas, les travaux paraissent bornés à de petites fouilles ; dans quelques-unes seulement on a extrait pratiquement du graphite, et même alors cela ne s'est fait que fort sporadiquement et à de longs intervalles. Dans tout ce district, autant que je sache, l'exploitation n'a été faite qu'à Graphite-City, et là encore sur une petite échelle.

Existence du graphite très étendue.

Dans le rapport pour 1873-74, M. Vennor a donné quelques renseignements au sujet du mode d'existence du graphite, et d'après lui le minéral se trouve sous trois formes distinctes :—

" 1. En écailles ou lamelles disséminées dans les calcaires, gneiss, pyroxénites et quartzites, et même dans quelques-uns des minerais de fer, comme à Hull.

" 2. En masses stratifiées lenticulaires ou disséminées, empâtées dans le calcaire, ou au point de rencontre de ce dernier et du gneiss et de la pyroxénite avoisinants.

" 3. Sous la forme de vraies veines de fissure traversant les strates encaissées."

La Compagnie Minière Walker.

Les travaux de la Compagnie Minière Walker se trouvent sur les lots 19, 20, 21, 22, concessions VII et VIII. Il y a environ 30 fouilles où on a trouvé du graphite, et plusieurs de celles-ci sont en général plus ou moins groupées ; cependant, elles s'étendent sur une vaste superficie qui, vu les bois et en bien des endroits les savanes, est d'accès difficile. Il n'y a qu'à deux endroits que les travaux semblent avoir été poussés au delà de la phase la plus primitive : au puits principal, où l'on continue une exploitation modérée, et à un groupe de puits à l'ouest de ce dernier, le long de la ligne des lots 21 et 22, concessions VII et VIII. Ici, il y a dix puits en tout, dont le plus grand est connu sous le nom de puits de Nelly. Dans la décade de 1870, la *Dominion of Canada Plumabo Co* a extrait du graphite en quantité considérable, comme on peut le voir par la profondeur des travaux et les déchets. Ce que nous disons ci-dessous a trait pour la plus grande partie à ces deux localités. On n'a visité que quelques autres fouilles seulement ; on en a cherché vainement beaucoup d'autres dans les bois épais. Pour ces raisons, et aussi à cause du peu de temps que je suis resté dans la localité, mes observations doivent nécessairement être d'un caractère très fragmentaire.

Les points suivants sont d'un intérêt particulier :—

La graphite se présente comme remplissage de veines.

1. Dans tous les puits que j'ai vus, sauf une exception dont il sera question plus loin, le graphite se présente comme remplissage de veines et de fentes dans du gneiss, du calcaire grenu, de la pegmatite et des roches éruptives grenues. La direction de ces veines est indépendante de celle des roches traversées. C'est ainsi que, dans une petite tranchée entre le puits principal et le puits de Nelly, le gneiss a une direction N. 70° E. et un plongement relativement plat. Il est recoupé par quatre veines de graphite toutes parallèles et d'environ 4 à 5 cm. d'épaisseur, dont la direction est N. 20° O. et le plongement presque perpendiculaire. Près du puits de Nelly, il y a une veine de pegmatite dans le gneiss de plusieurs mètres d'épaisseur. On y trouve, dans un espace relativement restreint, plusieurs veines de graphite qui ont été mises à



découvert dans les tranchées, et qui sont par endroits larges comme la main, mais, en général, seulement de quelques centimètres. Dans le puits de Nelly même, les veines se sont réunies sur les confins du calcaire grenu, du gneiss et de la roche plutonique, qui, autant qu'on peut le voir, forment un dyke considérable. Quelques-unes de ces veines ont une épaisseur de plus de 20 cm. L'on peut très bien voir, par les matériaux abondants dans les déchets, comment d'étroites apophyses et ramifications se sont épanchées des grosses veines de graphite entre les couches de gneiss, comment elles s'évanouissent et comment se sont déposés, le long de leur ligne de continuation, des lamelles et de petits amas isolés de graphite. (Voir planche VII.) Le calcaire grenu est fortement imprégné de graphite provenant des veines. On reste sous l'impression que la structure meuble doit rendre la pénétration d'une substance étrangère particulièrement facile.

La seule exception apparente à cette formation veineuse du graphite se trouve au puits principal même. C'est une tranchée horizontale en forme de tunnel d'environ 20 pieds de longueur, sur les confins du calcaire grenu et du gneiss. Je n'ai pu trouver ici de veines de graphite, mais les deux roches sont abondamment et très uniformément imprégnées de petites lamelles de graphite. Une fouille pratiquée à environ 50 pas au-dessus de cette tranchée, dans le même versant de la colline, présente une veine de graphite à peu près de la largeur de la main, sur les confins du gneiss et du calcaire grenu, lequel est ici particulièrement altéré (voir plus loin).

Exception à la formation veineuse au puits principal.

La similitude complète de ces rapports démontre que le graphite est ici un minéral de veine typique, que les veines sont plus récentes que la pegmatite, et par conséquent certainement plus récentes que le gneiss et le calcaire grenu traversés par la pegmatite. Le gisement du puits principal n'est réellement pas une exception. Ici le graphite et même le carbone ne sont pas des constituants originaires du gneiss et du calcaire, mais une imprégnation subséquente provenant des veines de graphite et qui s'y rattachent très intimement.

2. Le contenu minéral de ces veines de graphite est toujours très simple, car dans de beaucoup le plus grand nombre de cas, le graphite lui-même remplit les veines ; il ne comprend plus ensuite généralement que des agrégats parallèles fibreux ou en tiges, la direction des fibres étant dans le sens des épontes de la veine, comme la chose est très commune à Ceylan et ailleurs. La planche VI montre une de ces veines de graphite fibreux, d'environ deux doigts d'épaisseur, dans la pegmatite. Dans quelques cas rares, on trouve de l'apatite verte et de la scapolite avec le graphite. Ainsi, près du puits de Nelly, j'ai trouvé des frag-

La teneur minérale des veines de graphite est simple.

ments de veine qui contenaient des morceaux d'apatite pure aussi gros que le poing, tandis que la masse principale se composait d'un agrégat grenu de quartz à apatite, et en très grande abondance de titanite, de graphite, de scapolite et de pyroxène. Nombre de tranches de cet agrégat ne peuvent aucunement se distinguer de la "pyroxénite" des veines d'apatite. M. Walker, le propriétaire des mines, m'a dit qu'on avait trouvé sur la lisière d'une veine de gros cristaux de pyroxène. La présence d'apatite ne semble pas inusitée et rappelle celle du même minéral dans les veines de graphite de Ceylan. Ainsi, Sandberger <sup>36</sup> a trouvé, dans un morceau de graphite de cet endroit, un noyau d'apatite vert-olive gros comme une pomme, ainsi que du rutile en très grande abondance, du fer titanique, du feldspath, du quartz, un mica brun clair, et des sulfures, particulièrement de la pyrite. D'après les analyses de Jannasch et de Locke, cette apatite est très riche en fluorine. Grünling <sup>37</sup> décrit la présence d'apatite dans le graphite de Ceylan sous la forme de gros cristaux qu'on trouve avec du mica ferro-magnésien, de la calcite, du quartz et de la pyrite. Weinschenk <sup>38</sup> fait, aussi mention de pyroxènes extraordinairement gros (généralement de l'augite verte). Une calcite grossièrement cristalline joue aussi un rôle important dans les veines de Ceylan.

Roches  
éruptives à  
Graphite-City  
semblables à  
celles des  
gisements  
d'apatite.

3. L'existence de graphite à Graphite-City se rattache à l'apparition de grosses roches éruptives qui, en composition minéralogique, sont fort semblables à celles décrites au sujet des gisements d'apatite. On pourrait en partie en répéter la description ici. Près de la maison de M. Walker, il y a de petites falaises consistant en bandes alternantes de roche à l'aspect de gneiss foncé et pâle; c'est un gabbro à biotite et hypersthène. Des roches plutoniques semblables, bien que plus altérées, composées essentiellement de plagioclase, d'augite et de mica, se présentent au puits principal et au puits de Nelly. Les affleurements défectueux n'ont pu nous permettre de déterminer si elles font partie d'une grande masse ou si elles n'ont pas de rapports entre elles. Les échantillons portatifs des deux localités mentionnées en dernier lieu ne présentent aucune marque de structure parallèle et se ressemblent assez pour qu'on les prenne l'un pour l'autre.

Autant que j'ai pu le voir pendant ma courte visite, l'existence de graphite se rattache au contact de cette roche éruptive avec le gneiss et le calcaire grenu. Le calcaire en ces endroits est beaucoup altéré; et il y a eu particulièrement une formation considérable de scapolite, de pyroxène et de titanite. Ces calcaires altérés ressemblent tellement au pyroxène à scapolite du voisinage des veines d'apatite qu'on peut s'y méprendre et les prendre pour celui-ci.

Des roches qu'il y a dans le voisinage des veines de graphite, nous décrirons maintenant les éruptives.

*Gabbro à biotite et hypersthène* du voisinage de la maison de Walker. Cette roche, comme nous l'avons déjà indiqué, a l'apparence macroscopique du gneiss; microscopiquement, on voit des signes de pression très fortement développés et passant à une structure de mortier rudimentaire. Le feldspath particulièrement, qui est presque entièrement du plagioclase, présente une extinction onduleuse, le ploiement et la rupture des macles et de semblables phénomènes de pression, d'une façon extraordinairement belle. On trouve, avec une augite monoclinique en moindre abondance, une hypersthène fortement pléochroïque. Toutes deux sont allotriomorphiques, l'hypersthène s'étant en grande partie changée en un produit d'altération vert. L'augite monoclinique très faiblement pléochroïque présente dans les tranches à angle droit avec c, outre les clivages prismatiques, de petites fissures bien tranchées, qui ne sont visibles qu'à un grossissement considérable et à une très bonne lumière, et qui correspondent à l'orthopinacoïde; le plan des axes optiques leur est normal. Le mica est aussi en abondance. La roche doit se rapprocher beaucoup, chimiquement, de celle de la Côte Saint-Pierre, comme elle s'en rapproche minéralogiquement; seulement elle est à grains distinctement plus fins.

Gabbro à biotite et hypersthène.

Une roche que j'ai trouvée au-dessus du puits principal, en blocs considérables, près de la veine de graphite déjà décrite, et qui doit être en place tout près de là, ressemble beaucoup à celle qui vient d'être décrite. Le pyroxène rhomboïdal est ici en bien moindre abondance. Parmi les éléments de couleur claire, à part le plagioclase, on trouve en grande abondance une micropertthite ainsi que du quartz. La structure est tout à fait irrégulière et celle d'une roche plutonique normale. Les phénomènes de pression sont moins distincts.

Une autre roche semblable au-dessus du puits principal.

A quelques pas au nord de l'entrée du puits principal, on trouve encore la même roche. Macroscopiquement, on ne peut la distinguer de celle décrite en dernier lieu. Au microscope, elle présente de singulières apparences. Ici encore la plus grande partie du feldspath est de beaucoup le plagioclase. Ce plagioclase est complètement mélangé de quartz. Tous les phénomènes décrits comme quartz de corrosion, quartz vermiculé, etc., peuvent être étudiés ici dans une beauté particulière. Des rebords des tranches de feldspath courent vers le centre des ramifications de quartz en forme de tubes et de vers, qui se réunissent fréquemment et forment un véritable réseau. La fig. 2 de la planche XI représente un exemple typique de cette dernière variété; les parcelles isolées de plagioclase sont fort arrondies, comme si elles

Quartz remplacé par un remplissage de feldspath et de quartz

avaient été violemment brisées et un peu déplacées les unes par rapport aux autres. Dans d'autres tranches, le plagioclase a une apparence de tamis, causée par de nombreuses inclusions de quartz, à contours généralement irréguliers, mais fréquemment avec la même orientation optique. Dans d'autres cas, ces inclusions de quartz sont longues et fuselées, et sont alors disposées parallèlement l'une par rapport à l'autre et par rapport aux lamelles de maclage de l'albite. Souvent, le quartz est remplacé par un remplissage granophyrique très fin de feldspath (orthose ?) et de quartz. La fig. 1, planche XI, fait voir un endroit où un agrégat de ce genre a fait son chemin comme tube dans un gros plagioclase et qui se termine à sa pointe dans du quartz pur. Backström\* a décrit et dessiné des apparences très semblables d'inclusions dans la diabase de Scandinavie, et les a appelées des phénomènes de corrosion. Une même explication s'applique ici aussi. La présence des éléments de couleur foncée est aussi singulière. Le pyroxène est presque complètement ouralitisé ; il est rongé et rempli de petites lamelles de mica et de parcelles de quartz, comme ce qui a été observé dans le gabbro scapolitisé de la mine Vavasour. Le mica brun ne forme jamais de lamelles considérables, mais toujours une quantité de petites paillettes et protubérances à contours irréguliers qui se groupent en rayons, de préférence dans le voisinage des pyroxènes et des minéraux métalliques, ou sont disposées en essaims parallèles. Sur une courte distance, ce genre de groupe de micas disposés parallèlement se pulvérise en une sorte de suie, de sorte que leur disposition ressemble à celle des microlites à structure fluide dans les roches vitreuses. L'apatite n'est pas un constituant accessoire abondant. Lacroix<sup>22</sup> décrit et donne des dessins de conditions très identiques dans les gneiss à pyroxène et amphibole du district graphitique de Ceylan et de Salem. Il se peut que ces phénomènes de corrosion et d'altération se rattachent à la formation des veines de graphite.

Le gneiss près du puits principal contient peu de graphite.

Le gneiss qu'on trouve à quelques pas du puits principal contient bien peu de graphite. C'est une roche en lits minces qu'une tranche transversale démontre être essentiellement un mélange grenu de feldspath rougeâtre et de quartz avec un peu de graphite. Le mica est bien moins abondant. Sur la cassure principale, on voit surtout des petites lamelles de mica brun clair.

Au microscope, la roche se compose principalement d'un mélange allotriomorphique de feldspath non strié avec un peu de quartz. Le plagioclase paraît être extraordinairement rare. Les feldspaths sont

\* H. Bäckström : *Über fremde Gesteinseinschlüsse in einigen Skandinavischen Diabasen*, Medel f. Stockholms, Högskola, N:o 108, 1890.

remplis des mêmes microlites capillaires ou en aiguillettes que nous avons décrits au gabbro de South-March. Ils ont une réfraction double moyennement forte et une extinction parallèle. On ne peut décider maintenant s'ils sont du rutile ou non. Ils sont certainement secondaires ; parfois ils sont disposés en systèmes réguliers sur de petites distances, dans le genre des inclusions en forme d'aiguilles de la phlogopite ; à la lumière polarisée, on voit qu'un de ces systèmes renferme plusieurs grains de feldspath disposés assez irrégulièrement les uns par rapport aux autres, et que quelques-unes des plus longues aiguilles s'étendent, sans solution ni dérangement, à travers plusieurs de ces grains de feldspath.

Les éléments de couleur foncée ne sont représentés que par le mica, et non en grande abondance. Toute la structure parallèle de la roche est causée par la disposition parallèle du mica qui s'est amassé en certains plans ; les bandes riches en feldspath sont irrégulièrement grenues.

Mica et  
graphite à peu  
près égaux  
dans les  
échantillons  
portatifs.

Dans les parties riches en mica, on trouve du graphite souvent même intimement mêlé au mica, et dans les échantillons portatifs examinés, les deux minéraux sont à peu près en quantité égale. Le graphite forme des masses effilochées à contours irréguliers, ordinairement allongées dans le sens de la schistosité ; et en l'examinant à la lumière réfléchie, on voit qu'il est intimement lié à des sulfures, probablement de la pyrite. La même association se trouve partout dans le calcaire riche en graphite et exploité ici pour le graphite. Les plus grosses parcelles de graphite présentent à la lumière réfléchie des parties à contours irréguliers souvent allongées, riches en sulfures et de couleur jaune, pendant que les autres parties ont la couleur gris-de-plomb et l'éclat du graphite.

Le graphite se trouve souvent sous la forme de minces lamelles dans le clivage du mica, donnant l'idée d'une entrecroissance primaire ; il l'entoure sur les rebords. On en voit aussi le long des fentes et des fissures transversales dans le minéral, et spécialement les espaces produits par l'expansion de cristaux de mica le long des lignes de clivage sous un effort mécanique, en sont remplis. Le graphite évite les parties pauvres en mica, mais on le voit parfois çà et là invariablement sur les rebords de différents grains de feldspath en longs fragments étroits ; il suit tous les plis et les courbes du contour. Tout ce mode d'existence du mica démontre qu'il est le plus jeune de tous les constituants et qu'il s'est formé dans la roche après sa solidification, et qu'il est le produit de l'infiltration.

Mica, le  
plus jeune  
constituant.

Les parties de la roche riches en mica sont les plus faibles, et c'est là que la roche se casse le plus facilement. Les parties pauvres en mica présentent, comme nous l'avons déjà dit, une structure presque irrégulière et compacte. Conséquemment, c'est le long de ces dernières qu'une infiltration de matières étrangères se ferait le plus facilement et en plus grande quantité. Dans les parties riches en mica, c'est le mica lui-même qui, vu son excellent clivage et son élasticité, serait le minéral le plus facilement imprégné de substances étrangères. Ces rapports sont très bien démontrés dans la planche IX.

Oxyde  
d'étain.

Dans ces parties des roches riches en mica et très souvent empâtées dans le mica lui-même, le rutile se présente en petites aiguilles et en macles. De plus, on a observé un minéral en grains et en cristaux quelque peu plus gros, ces derniers exhibant des contours quadratiques ou orthogonaux. Il présente un indice de réfraction très élevé et est d'une couleur brune; d'après ses propriétés optiques, il appartient au système tétragonal, et on a supposé que c'était de la cassitérite. Afin de nous en assurer, nous avons fait l'épreuve suivante: les éléments les plus lourds de la roche furent isolés au moyen de fortes solutions et d'un traitement répété plusieurs fois à l'acide hydrofluorique; on a obtenu une petite quantité de poudre noire. On l'a fait dissoudre dans du borax légèrement coloré en bleu par  $\text{CuO}$ ; la solution a pris une couleur rubis ou est devenue opaque, ressemblant à de la cire à cacheter rouge. Cette réaction très caractéristique prouve au delà de tout doute que du  $\text{SnO}_2$  était présent. De sorte que, bien qu'il puisse n'y en avoir que peu, il n'y a aucun doute au sujet de la présence de la cassitérite dans ce gneiss.

Les masses dont on s'est servi pour obtenir du graphite au puits principal ne font voir microscopiquement que du graphite. Au microscope, on voit qu'elles contiennent de la calcite en abondance en gros grains très maclés, une augite monoclinite abondante en grains à contours irréguliers se transformant partiellement en un produit d'altération genre serpentine vert sale, et de plus, des grains de quartz, une titanite abondante avec fort pléochroïsme, et un minéral incolore en agrégats fibreux rayonnants qu'on n'a pu exactement déterminer, mais qui est peut-être de la trémolite ou de la wollastonite. Le graphite se rencontre, comme dans le gneiss ci-dessus décrit, en morceaux fort allongés et à contours irréguliers. Son entrecroissance avec la pyrite a déjà été mentionnée. Comme on le voit par leur composition et par le fait qu'on peut en suivre la transition, ces masses proviennent du calcaire grenu.



J'ai déjà mentionné qu'il y avait eu développement de scapolite au contact des veines de graphite, et même partiellement sur ces dernières. On peut mentionner ici deux de ces roches. La première vient directement du contact de la veine de graphite qu'on a ouverte à environ 50 pieds du puits principal. Son grain est entre moyen et fin, avec de la pyrite parsemée en abondance, et sous le verre grossissant, elle présente la plus grande similitude avec la roche de contact métamorphosée en silicate de chaux ; sa structure est assez irrégulière et grenue. Sous le microscope, elle se compose, à peu près en parties égales, de pyroxène incolore et de scapolite, qui a partiellement subi l'altération ci-dessus décrite. L'apatite à gros grains et la titanite sont relativement en abondance ; le quartz est rare.

Existence de scapolite au contact des veines de graphite.

L'échantillon portatif de l'autre roche, qu'on ne peut non plus distinguer macroscopiquement d'une cornéenne à silicate de chaux en gros grains, et traversée par des veines de graphite, vient du puits de Nelly. Ici encore les principaux éléments sont l'augite et la scapolite, avec de la microcline et un petit mica brun-roux. Aucun des constituants ne présente de forme cristalline. La structure est irrégulièrement grenue, en partie distinctement alvéolée.

## II.—Sur un gisement de graphite dans le canton de Grenville.

Cette mine de graphite se trouve à environ deux milles au nord de la station du chemin de fer de Grenville. Sur la carte géologique accompagnant un "Rapport sur la géologie d'une partie du massif laurentien situé au nord de l'île de Montréal," (Rapport de la Com. géol. du Canada, partie J, vol. VIII (N. S.), il y a dans le coin sud-ouest une grande superficie de syénite couvrant environ trente-six milles carrés dans les cantons de Grenville, Chatham et Wentworth. D'après Ells, la mine de graphite se trouve à environ un mille à l'ouest de cette syénite, précisément au bord de la carte. Un coup d'œil sur la carte fait voir que le gneiss laurentien en cet endroit contient une série de bandes de calcaire grenu, et la mine de graphite se trouve dans ce calcaire.

Graphite dans le canton de Grenville.

En 1845-46, Logan signale, dans le rapport de la Commission géologique du Canada, du graphite venant du calcaire grenu de Grenville. Il dit que le graphite vient du lot 10, 5<sup>me</sup> concession, associé à du feldspath, du quartz, du pyroxène et de la titanite, dans une veine qui recoupe le calcaire grenu. On connaissait d'autres dépôts en différents endroits de ce canton et des cantons avoisinants. Le dépôt sur le lot 10, 5<sup>me</sup> concession, fut exploité et abandonné à différentes épo-

Première mention de graphite dans les rapports de la Commission géologique.

ques. Dans le catalogue de la collection des minéraux économiques du Canada préparée pour l'exposition de Philadelphie, en 1876, on en parle comme suit :—" Sur ce lot, cinq lits ou filons de graphite plus ou moins pur se trouvent dans une bande variant de cinq à huit pieds de largeur. Ils ont de cinq à vingt-deux pouces d'épaisseur et sont encaissés dans une gangue dont on peut facilement séparer le graphite. Cette gangue se compose de pyroxène, de wollastonite, de feldspath et de quartz, avec de moindres quantités de sphène, de phlogopite, de zircon, de grenat et d'idocrase. La roche encaissante consiste en calcaire blanc. On a ouvert le dépôt jusqu'à une profondeur de trente pieds sur environ soixante pieds de son parcours, et une partie du graphite a été exportée, etc. Quelques-uns des blocs cassés pour le transport étaient estimés peser de 700 à 1,500 lbs." Dernièrement, les travaux paraissent avoir été repris avec activité. Lors de ma visite, on était à construire de nouveaux bâtiments et à introduire de nouveaux concasseurs. Toute l'exploitation se fait à ciel ouvert.

Mode  
d'existence.

Comme on peut le voir par la description ci-dessus, le graphite se présente comme remplissant des fissures, c'est-à-dire, en veines dans le calcaire grenu. Pour ce qui est de l'étendue de ces dernières et de l'interstratification éventuelle avec les gneiss et les quartzites, je ne connais rien. La mine est située dans une épaisse forêt.

Le calcaire grenu normal d'un puits de recherche est une roche à grains moyens qui présente, macroscopiquement, avec une calcite d'une blancheur de neige, des grains arrondis de pyroxène vert qu'on dirait presque avoir été fondus, et du graphite en petites lamelles d'environ 1 mm. de diamètre. Ces deux minéraux sont localement concentrés dans des bandes individuelles de calcaire, produisant une alternance de bandes pâles et foncées. Ce sont, certes, les deux éléments accessoires les plus largement répandus dans les calcaires grenus du Canada. Sous le microscope, on voit de plus que le feldspath et le quartz sont présents en taches et en assez grandes quantités, et de plus il faut mentionner du grenat transparent incolore et de la titanite.

Afin de faire une comparaison avec ce calcaire, on a dissous, dans de l'acide hydrochlorique dilué, une grande quantité de calcaire grenu de la station de Lachute, à environ dix milles à l'est de Grenville. Le calcaire est distinctement à grains plus gros et contient, en outre du pyroxène, une phlogopite rouge-brun pâle, ainsi que du graphite, et un minéral rouge-brun dont on n'a pas poussé plus loin l'étude, qui ressemblait au grenat, mais avait une forte double réfraction ; il se peut que ce soit un membre de la série chondrodite-humite. Lorsque l'on fait dissoudre ce calcaire, il reste souvent une charpente cohérente

se composant de quartz en abondance et d'un feldspath triclinique, avec les minéraux déjà mentionnés. Tous possèdent une surface plus ou moins arrondie, comme s'ils avaient été fondus. Le feldspath présente des lamelles de maclage polysynthétique, et sur les surfaces de clivage parallèles à  $oP$ , une extinction presque parallèle, de sorte que ce doit être un oligoclase. Ainsi, le calcaire normal des mines de graphite de Grenville ne présente aucune composition inusitée.

Le graphite qui vaut la peine d'être miné se trouve dans le calcaire remplissant incontestablement les fissures et les veines, qui se présentent ensemble avec une direction presque parallèle. Peu de ces veines ont plus d'un décim. d'épaisseur. Le calcaire entre les veines de graphite est fort altéré et particulièrement riche en quartz. Ce dernier forme des grains de plus de 2 mm. de diamètre, et est tellement abondant en certains endroits qu'il donne à la roche l'apparence d'un grès quartzitique; en d'autres endroits, une grande partie des grains de calcite ont été altérés en wollastonite fibreuse. En même temps, il s'est produit une forte imprégnation de graphite, de sorte que dans le voisinage des fentes, la roche est devenue presque noire. Ces altérations diminuent en intensité avec la distance des veines de graphite. Dans les veines elles-mêmes et à de certains endroits sur elles, il se trouve des masses de pure wollastonite fibreuse, de pyroxène vert et de titanite, d'un pied cube de grosseur. Ici aussi on trouve du graphite en lamelles hexagonales de plus d'un centimètre de largeur. Si, d'un autre côté, la fente est complètement remplie de graphite, il forme apparemment une masse sans structure ou un agrégat fibreux. Souvent la calcite, dans le voisinage des veines, est devenue grossièrement cristalline et d'une couleur bleue, comme on en voit dans les roches de contact de Monzoni et du Banat.

Graphite  
de veines  
de valeur  
économique.

La wollastonite des veines et de leur voisinage immédiat se compose, Wollastonite. soit d'agrégats fibreux parallèles d'un blanc de neige, avec des fibres de 10-20 cm. de longueur, et elle est généralement alors presque tout à fait pure, soit d'un agrégat colonnaire irrégulier, et elle est alors abondamment mêlée de pyroxène et de titanite. Au microscope, le minéral apparemment pur contient de petites lamelles d'augite. L'axe  $c$  de cette dernière est parallèle aux fibres ou à l'axe  $b$  de la première. Le graphite et la pyrite se présentent fréquemment dans les fentes transversales irrégulières; ils sont conséquemment en partie de formation plus récente que la wollastonite.

Une analyse par Bunce (*Minéralogie de Dana*, 1850,) a donné :—

	I.	II.
SiO <sub>2</sub> .....	53·03	0·8838
FeO.....	1·20	0·0167
CaO.. .....	45·74	0·8168
	<hr/>	
	99·99	

Sous la colonne II se trouvent les proportions moléculaires. La composition est :—

$$0·8168 = 90·71\% \text{ CaSiO}_3$$

$$0·0167 = 1·85\% \text{ FeSiO}_3$$

Il reste un surplus de 0·0670 SiO<sub>2</sub> qui est peut-être causé par des inclusions de quartz.

L'augite est de couleur vert-bouteille foncé et présente, en même temps que les fentes de clivage parallèles à  $\infty P$ , une cloison parallèle à  $oP$ . Parallèles à ces faces de division, se trouvent disposées en bandes des inclusions liquides microscopiques.

Titanite  
abondante.

La titanite est aussi en très grande abondance par morceaux qui ont jusqu'à la grosseur de la tête. Busz (<sup>40</sup>) décrit deux cristaux d'ici d'environ 1 cm. d'épaisseur et 4 cm. de longueur. L'habitus est exactement le même que celui des cristaux bien connus de Renfrew, les faces observées étant  $P \frac{1}{\infty} \left\{ \bar{1}0\bar{1} \right\}$   $P \infty \left\{ 011 \right\}$   $\frac{2}{3} P \frac{2}{3} \left\{ \bar{1}23 \right\}$  et  $-2 P \frac{2}{3} \left\{ 121 \right\}$  suivant l'orientation de Naumann. Je n'ai trouvé que des morceaux massifs d'une couleur brun-colophane.

Une division parallèle à deux faces est très caractéristique et complète, et elle donne au goniomètre de très bons reflets de surfaces faisant un angle de 54° 29'. Cela est presque identique à ceux trouvés par Busz pour la titanite de Renfrew (54° 30'). Il part de là pour calculer une division parallèle à  $\frac{4}{3} P$  4. Par suite de cette division, le minéral s'émiette beaucoup et est fragile.

Le zircon est décidément plus rare que les trois minéraux ci-dessus décrits. Je n'ai pu en trouver que deux petits cristaux dans les matériaux ramassés, et ils étaient d'un peu plus de 0·5 cm. de longueur et environ 1 mm. d'épaisseur. Ils présentent les formes  $\infty P$ .  $\left\{ 110 \right\}$   $3 P \left\{ 331 \right\}$   $3 P 3 \left\{ 311 \right\}$  et  $P \left\{ 111 \right\}$  Le pointement du cristal est bien accentué, comme dans la figure ci-jointe,

par suite de la prépondérance de 3 P et 3 P 3. Sa couleur est gris-violet clair.

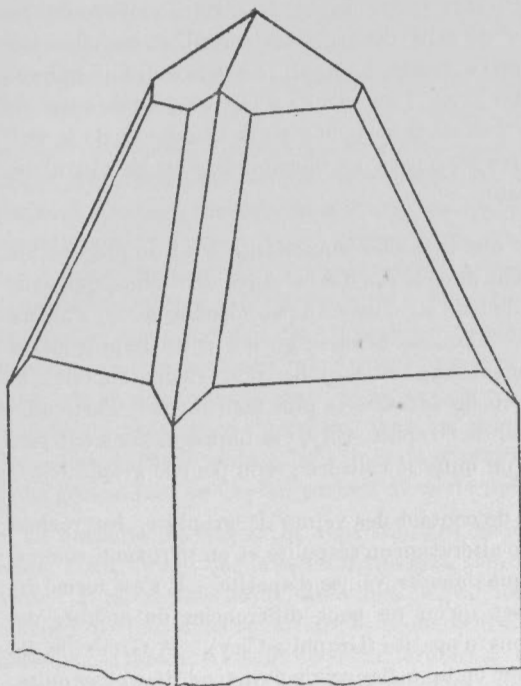


FIG. 12. Zircon de Grenville.

long des rebords. Au microscope, on voit qu'elle est fort altérée, seulement quelques gros cristaux de plagioclase étant tout à fait frais. Dans le magma, on reconnaît du plagioclase très altéré et des sections d'un minéral prismatiquement développé qui s'est complètement décomposé. Au contact avec le calcaire, les feldspaths du magma présentent une structure fluidale et se trouvent dans un amas brunâtre qui se compose principalement de petits grains à double réfraction, qui sont probablement des produits d'altération d'un verre. Probablement que la roche est intimement reliée aux porphyrites à augite déjà décrites comme venant de la région d'apatite voisine.

Hoffmann (<sup>42</sup>) a fait une série d'analyses de graphite, venant de différents points des cantons de Grenville et de Buckingham, et dont nous trouvons les résultats dans le rapport auquel nous renvoyons le lecteur. Les résultats les plus importants qu'on a obtenu de l'étude des gisements de graphite à Grenville et à Graphite-City, peuvent se résumer comme il suit :—

Hoffmann<sup>41</sup> parle de la vésuvianite et du grenat comme de minéraux accompagnant le graphite de Grenville ; pendant le peu de temps de mon séjour, il m'a été impossible d'en trouver.

Dans une des fouilles, le calcaire grenu est croisé par une veine de roche irrup-  
Calcaire recoupé par de roche éruptive.  
tive. Elle est compacte, de couleur grise, violette et verte, avec quelques petits phénocristes de feldspath en forme de lattes. La roche a environ 0.5 m. d'épaisseur et devient d'un grain plus fin le

Analyse de graphite par Hoffmann.

1. Dans les deux cas le graphite se montre comme une matière remplissant les veines et les fentes, et se trouve conséquemment de formation postérieure à la roche encaissante. La direction de ces veines est indépendante de celle des schistes cristallins qu'elles traversent. Dans beaucoup de veines, le graphite est le seul minéral veinoux, comme à Graphite-City. Dans d'autres cas, on trouve aussi du pyroxène, de l'apatite verte, de la scapolite, de la titanite et de la wollastonite ; tous ces minéraux, à part la wollastonite, sont les plus abondants des veines d'apatite.

Roche  
encaissante  
imprégnée de  
graphite.

2. C'est de ces veines que la roche encaissante s'est imprégnée de graphite, particulièrement dans le cas des calcaires cristallins, qui, sans aucun doute, par suite de leur structure un peu meuble, se sont mieux prêtés à cette influence. Dans le cas des gneiss, cette imprégnation s'est bornée essentiellement aux couches les plus riches en mica, le long desquelles aussi la roche se casse le plus facilement. Particulièrement au puits principal de Graphite-City, ces imprégnations ont pris une telle importance qu'on mine le calcaire grenu pour le graphite.

3. Le long des points de contact des veines de graphite, les roches avoisinantes ont subi une altération en scapolite et en pyroxène, comme la chose est caractéristique dans les veines d'apatite. Il s'est formé de cette manière des masses qu'on ne peut différencier de nombre de "pyroxénites" des régions d'apatite (Graphite-City). A Grenville, le calcaire grenu s'est changé en un mélange de pyroxène, de wollastonite et de titanite. En certains endroits, elles sont tellement imprégnées de silice qu'il en est résulté une roche semblable à la quartzite.

Dans les deux cas, il s'est formé des minéraux qui sont essentiellement les mêmes que l'on a coutume d'observer dans les calcaires qui ont subi le métamorphisme de contact. Ce métamorphisme de contact du calcaire ne peut s'expliquer qu'en supposant que le calcaire s'est imprégné de gaz et de vapeurs du magma éruptif avoisinant, et, lors d'un refroidissement ultérieur, peut-être aussi par des solutions, et que c'est de cette manière que les matériaux étrangers au calcaire, particulièrement la silice, se sont introduits.

Autres  
découvertes  
de graphite à  
Grenville  
probables.

La supposition d'un procédé semblable pour la formation des veines de graphite est des plus probable. A Graphite-City, on a reconnu des roches plutoniques en plusieurs endroits tout près des veines de graphite. A Grenville, cela n'était pas possible (la porphyrite à augite se trouvant en veines, n'a pu certainement contribuer à ce procédé) cependant, il ne faut pas oublier qu'on ne connaît rien, géologiquement, de la région entourant même immédiatement les mines de graphite.



Peut-être que l'immense masse de syénite, dont les confins ne sont qu'à environ un mille à l'est, devrait compter pour quelque chose. Je suis parfaitement convaincu que les veines de graphite de Grenville n'existent pas isolément, comme c'est le cas à Graphite-City, mais que la nature boisée du pays a empêché d'autres découvertes de graphite dans le voisinage.

Sous un rapport, ces deux gisements diffèrent, car dans celui de Graphite-City, la roche plutonique elle-même est recoupée par des veines de graphite. On doit, conséquemment, supposer qu'il y a eu ici un procédé produit, comme dans le cas des veines de minerai d'étain et d'apatite, par l'action de fumerolles après le refroidissement ou la solidification de la roche éruptive. L'existence de veines d'apatite et de graphite en aussi grande proximité dans la province de Québec, et exhibant tant de choses en commun, minéralogiquement et géologiquement, démontre qu'ils ont eu une origine identique ou analogue. On n'a seulement qu'à rappeler la présence de graphite dans les veines d'apatite, et réciproquement d'apatite dans les veines de graphite. Toutes les descriptions géologiques de Ceylan parlent de ce dernier cas.

Le graphite est largement répandu dans le calcaire grenu du Canada, mais, autant que je sache, cependant, seulement en petites quantités. Il me semble indubitable que ce graphite provient du carbone d'abord présent dans le calcaire et probablement d'origine organique. C'est par le même procédé de métamorphisme qui a converti le calcaire en marbre, que s'est formé ce graphite. Le graphite des veines qui ont été décrites n'a, cependant, rien à faire génétiquement avec l'autre graphite répandu çà et là et d'une façon égale. Il y a quelque temps, Weinschenk (<sup>38</sup>) en est venu à la même conclusion pour ce qui est des veines de graphite de Ceylan.

D'après cette théorie, il faut aller chercher bien profondément dans la terre l'origine du carbone qui a formé le graphite. Quant à la forme chimique sous laquelle il se trouvait présent comme constituant des fumerolles volcaniques, nous ne connaissons maintenant que très peu. Weinschenk suppose que c'était sous forme de composés de cyanogène. On peut rappeler que tout dernièrement Cohen a trouvé dans le fer-nickel d'Ovifak et de Niakomak, que tous supposent aujourd'hui être d'origine terrestre, le même carbure de fer qui, sous le nom de cohénite, a été pendant longtemps connu comme l'un des éléments du fer météorique. De plus, les inclusions de dioxyde de carbone liquide, surtout dans le quartz des roches éruptives, ne peuvent, théoriquement, provenir que d'un dépôt primitif de carbone dans les masses en fusion de la croûte terrestre.

Origine du  
graphite dans  
le calcaire  
grenu.

Mémoire de  
C. H. Gordon  
sur le gneiss  
syénitique.

Ce n'est qu'en faisant la correction de ce rapport que j'ai eu connaissance du mémoire de M. C. H. Gordon sur le gneiss syénitique (roche léopard) de la région d'apatite du comté d'Ottawa, Canada.\* Les recherches de l'auteur se bornent essentiellement aux gisements de High-Rock. Voici les résultats de son travail, qui a pour nous un intérêt particulier :—

Nature  
éruptive de  
certains gneiss  
syénitiques.

“(a) Le gneiss syénitique se présente sous forme de dykes dans la pyroxénite, le gneiss et la quartzite, et croise ces derniers en partie à angle droit avec la direction. Il ne peut donc y avoir aucun doute sur sa nature irruptive et quant à sa formation plus récente par rapport aux roches postérieures.

“(b) Le gneiss syénitique se présente sous trois modifications structurales différentes, unies les unes aux autres, quelquefois dans une seule et même masse de roche, par des formes de transition, comme gneiss syénitique à gros grains, comme gneiss syénitique ellipsoïde, et comme gneiss syénitique bariolé

“1. La modification à gros grains est faite de blocs anguleux de forme irrégulière d'une roche à gros grains (parfois ayant jusqu'à deux pouces de diamètre, séparés les uns des autres par un réseau d'agrégats minéraux à grains fins.

“2. Dans le gneiss syénitique ellipsoïde, ces blocs à gros grains ne sont plus irréguliers, mais sont des ellipsoïdes arrondis ou ovoïdes.

“3. Ces derniers s'aplatissant et devenant ovoïdes, produisent des formes de transition au gneiss syénitique bariolé (modification 3). Dans cette dernière, ces formes s'aplatissent tellement qu'il en résulte une structure lenticulaire avec alternance de bandes à gros grains et petits grains, bien que la différence des grains ne soit pas aussi marquée que dans les modifications 1 et 2.

Minéraux  
accessoirs.

“(c.) Au point de vue minéralogique, toutes ces modifications sont de même composition. Le feldspath (en plus grande partie de la microcline), le pyroxène vert et le quartz sont les constituants essentiels. Comme accessoires à ces derniers, de la titanite, de l'apatite (en certains endroits en masses de plus d'un pied de diamètre), de la pyrite, du mica, de la hornblende (en partie un produit d'altération du pyroxène), de la calcite, et aussi un peu de rutile et de tourmaline. Les blocs à gros grains consistent essentiellement en feldspath, avec du quartz en quantité secondaire et des cristaux isolés du pyroxène bien formés. Le réseau à petits grains qui les sépare est coloré plus ou

\* *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. VII, 1896.

moins d'un vert intense, et on y trouve plus fortement développés l'augite, la titanite, la pyrite et les autres minéraux accessoires. Les prismes et aiguilles de pyroxène sont ici en partie régulièrement disposés; on voit que leur long axe est normal à leur contact avec les masses grossières empâtées.

“(d.) Toute la roche présente des effets de pression tout particulièrement intenses dans la modification 3, le gneiss syénitique bariolé. D'après l'ensemble de la description, la structure lenticulaire a été causée par l'écrasement et peut-être le roulement des gros constituants des modifications 1 et 2. Le maximum de pression se trouve dans le réseau dont la structure doit être désignée comme structure de mortier (*mörtel*)”.

(e.) Quant à l'origine de ces rapports de structure particuliers, l'auteur discute les diverses possibilités et donne l'hypothèse suivante comme la plus probable :—

“(1.) La structure qui caractérise la roche léopard est due à des agents orographiques et représente une époque intermédiaire dans la formation d'un gneiss bariolé à syénite et augite, à même une syénite augitique qui se distinguait par une structure grossièrement cristalline et par une agrégation de pyroxène quelque peu irrégulière. Le caractère du magma primitif peut s'être un peu modifié par l'absorption de fragments de pyroxénite inclus.

Structure de  
la roche  
léopard.

“(2.) La répartition du pyroxène a été probablement causée par la dissolution de parties des éléments primitifs et leur cristallisation le long de lignes marquant les endroits où il y avait des fentes.

“(3.) Par une pression continue, ces masses (les blocs à gros grains) se sont étirées de plus en plus, le procédé étant accompagné d'une recristallisation, jusqu'à ce que la roche ait pris la forme gneissoïde bariolée.”

Les roches que j'ai eu l'occasion d'étudier appartiennent à la mod. 2 de Gordon, les blocs à gros grains étant en partie complètement sphériques. On voit que les confins entre ceux-ci et les matériaux à petits grains dépendent des joints plus ou moins sphériques primitifs. Si ces roches sont fortement comprimées, ces masses sphériques s'aplatissent de plus en plus et conséquemment prennent la structure lenticulaire. En même temps, les effets de pression, tels que l'écrasement des constituants, la production de la structure de mortier, etc., sont plus prononcés le long des plans de joints où la cimentation est plus faible et moins prononcée que dans les gros blocs compacts; en conséquence, les effets de pression sont plus prononcés dans le réseau. Jusqu'ici, on

Raison d'une  
distribution  
inégale de  
minéraux.

ne peut que s'accorder avec les points 1 et 3 de l'auteur. D'un autre côté, je suis convaincu que la distribution inégale des minéraux, particulièrement la grande richesse en pyroxène, apatite et pyrite, comme aussi la présence de rutile et de tourmaline, dans le réseau à petits grains, n'est pas, comme le croit l'auteur, une sorte de sécrétion latérale dans le gneiss syénitique lui-même, mais provient d'une imprégnation, le long de ces ruptures de joints, de matériaux externes, qui se sont frayés un chemin dans les blocs à gros grains. Ce phénomène d'imprégnation s'est fait en même temps que la formation des veines d'apatite.

Tout le procédé s'est fait de la manière suivante:—En premier de tout est venue l'intrusion de masses de gabbro et d'une partie de la pyroxénite, formées en dykes et en amas, dans le gneiss et la quartzite. Probablement qu'un peu après est venue la formation des dykes de gneiss syénitique, dans lesquels se formèrent des plans de joints tant sphériques que plus ou moins irréguliers. Puis est venu le développement des veines d'apatite et d'une partie de la pyroxénite (fraîchement formées des veines d'apatite elles-mêmes), et en même temps l'imprégnation de la roche avoisinante par des solutions et une action pneumatolitique. Enfin sont venus les effets de pression, qui ont donné à la syénite la structure du gneiss lenticulaire (filandreuse).

#### OUVRAGES CONSULTÉS.

1. Adams. Report on the geology of a portion of the Laurentian area lying to the north of the Island of Montreal. Annual Report, Geol. Surv. Can., Vol VIII, (N.S.) 1895.\*
2. Osann. Versuch einen chemischen Classification der Eruptivgesteine, Tsch. M. M. XIX., 1900.
3. Sterry Hunt. On the examination of various minerals, mineral localities and mineral waters Report of Progress, Geol. Surv. Can., 1847-48.
4. Sterry Hunt. On the geology and mineralogy of the Laurentian limestones, geology of petroleum and salts, &c. Report of Progress, Geol. Surv. Can., 1863-66\*
5. Sterry Hunt. Geology of Canada, 1866.\*
6. Sterry Hunt. The apatite deposits of Canada. Transact. Amer. Inst. of Min. Engin., 1884.

---

\* On trouvera la traduction en français des rapports suivis d'un astérisque dans la série des Rapports de la Commission géologique pour les années indiquées.—*Note du traducteur.*

7. Sterry Hunt. Note on the apatite region of Canada. *Transact. Amer. Inst. of Min. Engin.*, 1885.
8. J. W. Dawson. Notes on the phosphate of the Laurentian and Cambrian rocks. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, 32, 1876.
9. B. J. Harrington. Report on the minerals of some of the apatite-bearing veins of Ottawa Co. *Report of Progress, Geol. Surv. Can.*, 1877-78.
10. J. F. Torrance. Report on apatite deposits, Ottawa Co., Quebec. *Report of Progress, Geol. Surv. Can.*, 1882-84.
11. W. B. Dawkins. On some deposits of apatite near Ottawa, Canada. *Trans. Manchester Geol. Soc.*, 18, 1885.
12. G. H. Kinahan. On a possible genesis of the Canadian apatite. *Trans. Manchester Geol. Soc.*, 18, 1885.
13. G. M. Dawson. On the occurrence of phosphate in nature. *Trans. Ottawa Field Club*, 1884.
14. J. F. Falding. On notes on Canadian fluor apatite, &c. *Engin. and Min. Journ.*, 1886.
15. R. Bell. On the mode of occurrence of apatite in Canada. *Engin. and Min. Journ.*, 1886.
16. E. Coste. Report on the mining and mineral statistics of Canada. *Annual Report, Geol. Surv. Can.*, Vol. III, (N.S.) 1887-88.\*
17. R. A. F. Penrose. Nature and origin of deposits of phosphate of lime. *Bull. U. S. Geol. Surv.* No. 46, 1888.
18. A. R. C. Selwyn. *Annual Report, Geol. Surv. Can.*, Vol. IV, (N.S.) 1888-89.\*
19. W. B. M. Davidson. Notes on the geological origin of phosphate of lime in the United States and Canada. *Trans. Am. Inst. Min. Eng.*, 1892.
20. R. W. Ells. The phosphate deposits of the Ottawa District. *Cand. Min. Review*, XII, 1893.
21. F. D. Adams et A. C. Lawson. On some Canadian rocks containing scapolite, with a few notes on some rocks associated with the apatite deposits. *Can. Record of Sci.*, 1888.
22. A. Lacroix. Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite. *Bull. Soc. Min.*, XII, 1889.

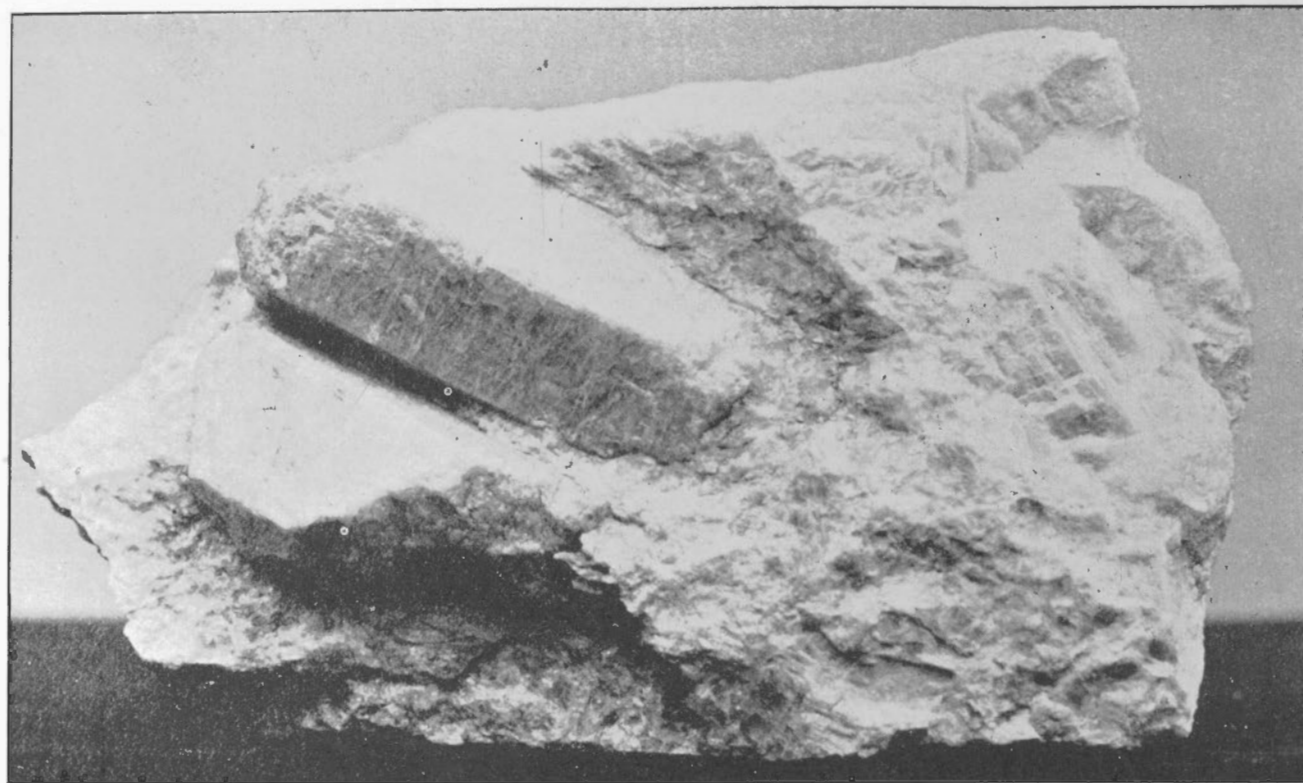
23. F. W. Clarke et E. A. Schneider. Experimentaluntersuchungen über die Constitution der natürlichen Silikate. Zeitschr. f. Krystallogr., XVIII, 1891.
24. W. C. Brögger und H. H. Reusch. Vorkommen des Apatits in Norwegen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Geo., 27, 1875.
25. G. Rose. Über die regelmässigen Verwachsungen der verschiedenen Glimmerarten unter einander sowie mit Penin und Eisenglanz. Ber Berl. Akad., 1862 und 1869.
26. G. Tschermak. Die Glimmergruppe. Zeitschr. f. Krystall, 2, 1878.
27. F. Sandberger. Über Rutil in Phlogopit, Aterismus des letzteren, etc. N. Jahrb. Min., 1882, II.
28. A. Lacroix. Sur les inclusions de la phlogopite de Templeton (Canada). Bull. Soc. Minéral., 8, 1885.
29. H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien, 1892.
30. C. Hoffmann. Chemical contributions to the Geology of Canada. Report of Progress, Geol. Surv. Can., 1877-78\*
31. A. Carnot. Über die in der Zusammensetzung des Apatits beobachteten Verschiedenheiten. Bull. Soc. Min., 19, 1896.
32. J. A. Voelcker. Die chemische Zusammensetzung des Apatits nach eigenen vollständigen Analysen. Ber chem. Gesellsch., 16, 1883.
33. J. H. L. Vogt. Beiträge zur genetischen Classification der durch magmatische Differentiation prozesse und der durch Pneumatolyse entstandenen Erzvorkommen. Zeit. prakt. Geol., 1895.
34. J. W. Dawson. Specimens of Eozoon Canadense and their geological and other relations. McGill University, 1888.
35. H. J. Johnston-Lavis et J. W. Gregory. Eozoonal structure of the ejected blocks of Monte Somma. Trans. Roy. Dublin Soc., 5, 1894.
36. F. Sandberger. Beitrag zur Kenntniss des Graphits von Ceylon und seiner Begleiter. Neues Jahrb. Min., 1887, II.
37. Fr. Grünling. Über die Mineralvorkommen von Ceylon. Zeit. für Krystall, 33, 1900.
38. E. Weinschenk. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon. Abh. Bayr. Akad. Wiss. 21, 1900.



39. B. J. Harrington. Notes on a few Candian minerals and rocks.  
Report of Progress, Geol. Surv. Can., 1874-75.
40. K. Busz. Beitrag zur Kenntniss des Titanits. Neues Jahrb.  
Min., V, B.B.
41. C. Hoffmann. Annotated list of the minerals occuring in  
Canada. Annual Report, Geol. Surv. Can., Vol. IV (N. S.),  
1888-89\*
42. C. Hoffmann. Chemical contributions to the Geology of Canada.  
(On Canadian graphite.) Report of Progress, Geol. Surv.  
Can., 1876-77.\*
43. E. Cohen. Über des Vorkommen von Eisencarbid (Cohenit) im  
terrestrischen Nickeleisen von Niakomak bei Sakobshavn in  
Nord Grönland. Meddelelser om Grönland, XV.

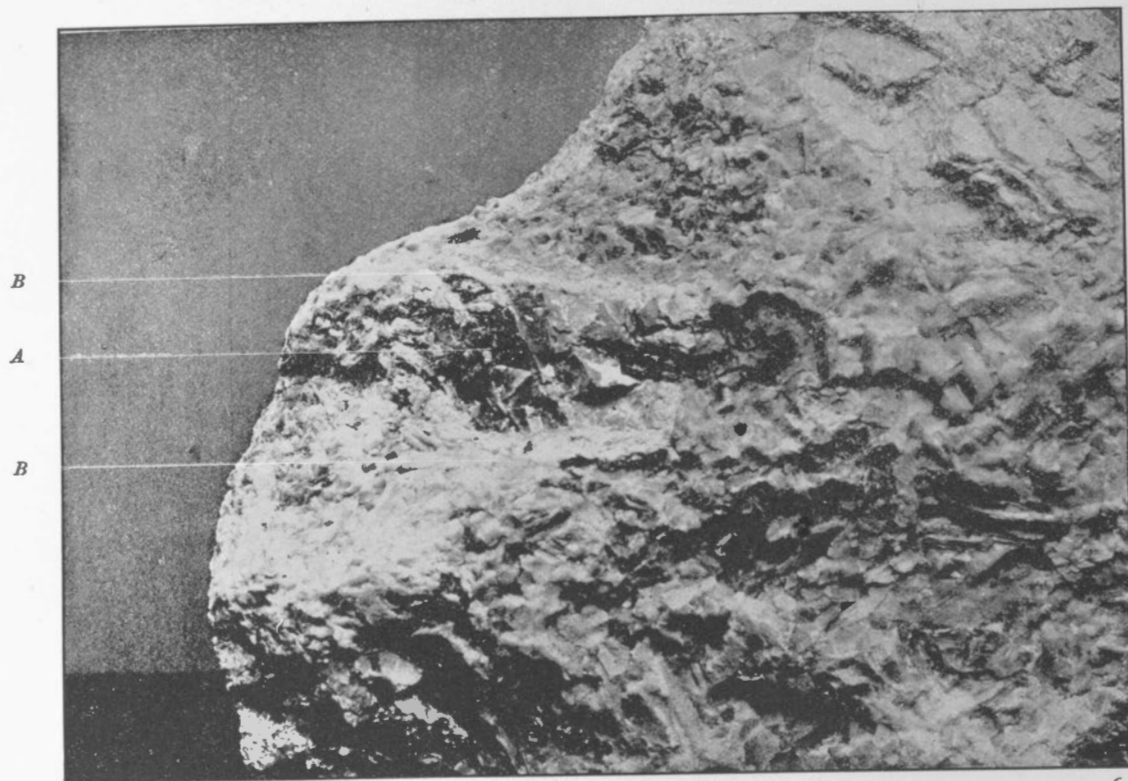


12-0-8



CRISTAUX D'APATITE DANS DE LA CALCITE SPATHIQUE À GROS GRAINS.—MINE VAVASOUR.

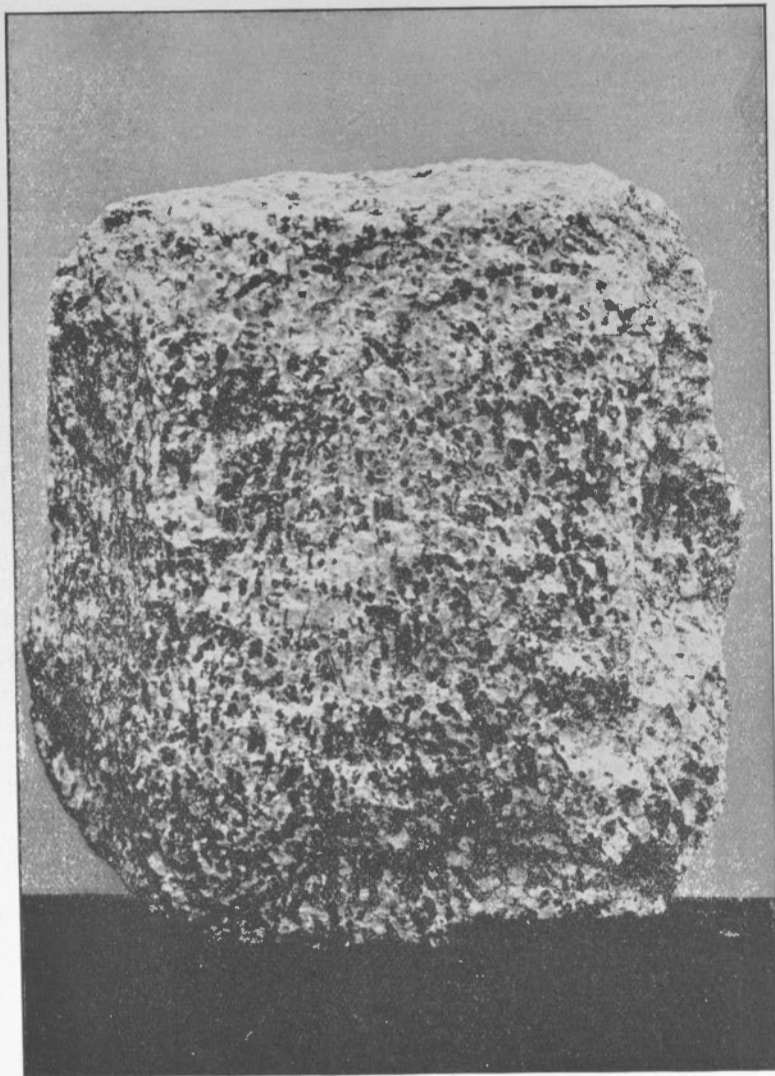




CRISTAL D'AUGITE INCRUSTÉ D'APATITE DANS DE LA CALCITE EN GROS CRISTAUX.—*A*, AUGITE ; *B*, BORDURE D'APATITE.  
(VOIR PAGE 26).

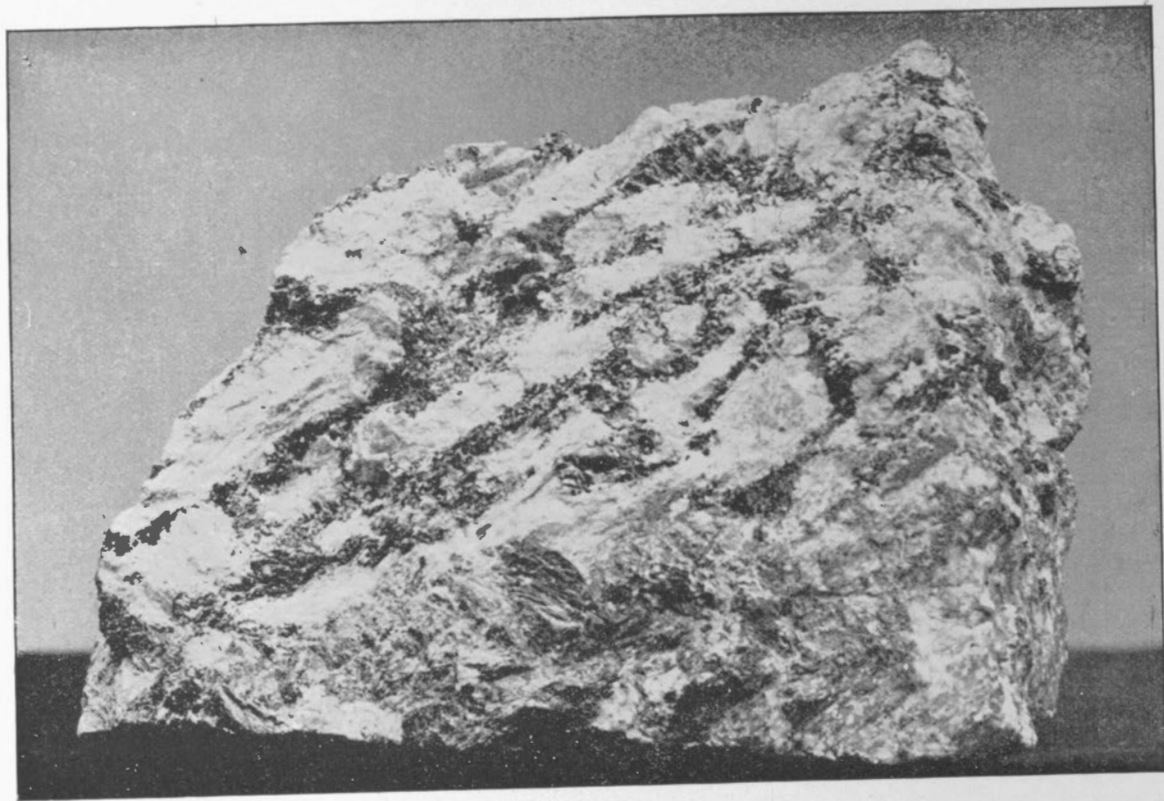






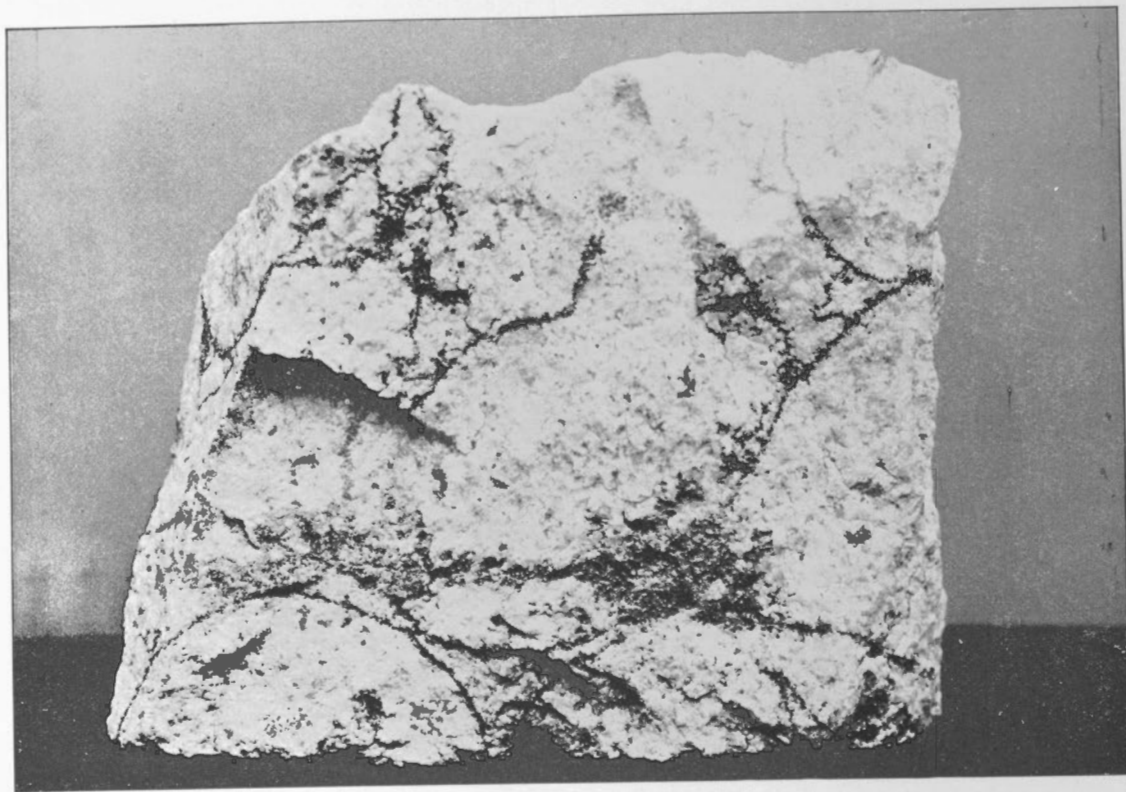
APATITE PYROXÉNIQUE (PYROXÉNITE).—LA PARTIE LA PLUS CLAIRE CONSISTE EN APATITE VERTE, LA PLUS FONCÉE EN AUGITE GROSSIÈREMENT PRISMATIQUE.  
—MINE UNION. (VOIR PAGE 52).





“PYROXÉNITE.”—“CELLS” DE PYROXÈNE DANS UN AGRÉGAT DE PYROXÈNE ET DE PHLOGOPITE.—MINE VAVASOUR. (VOIR PAGE 52).

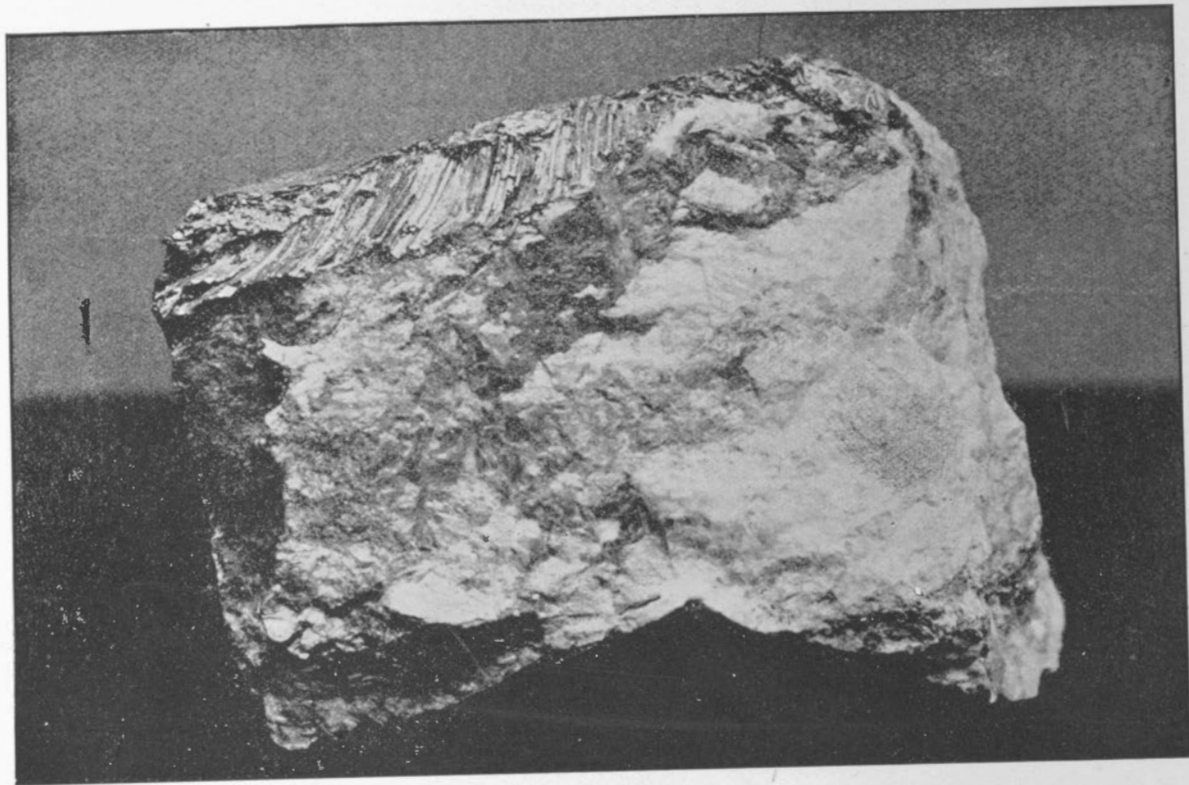




GRANIT LÉOPARD.—LA GRANDE PARTIE FONCÉE DANS LE QUART INFÉRIEUR DU COIN À MAIN DROITE EST TRÈS RICHE EN PYRITE.  
(VOIR PAGES 27 ET 60).

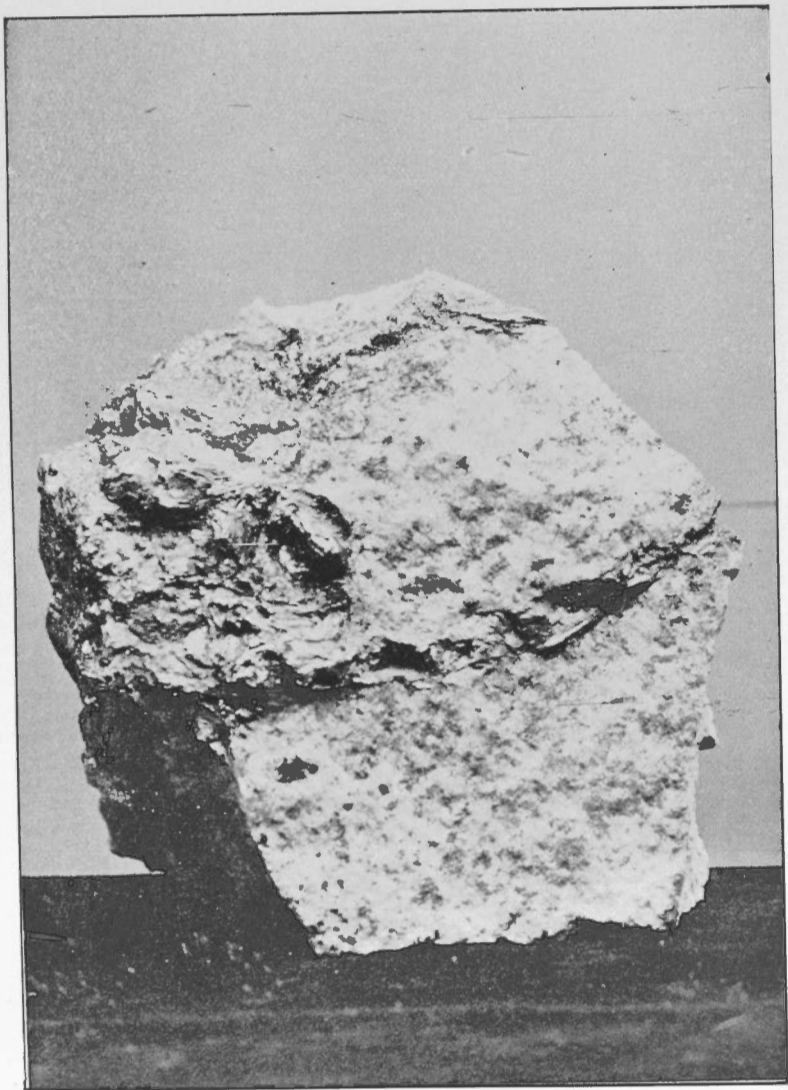






FILETS DE GRAPHITE COLOMNAIRE DANS DE LA PEGMATITE.—PUITS DE NELLY, GRAPHITE-CITY.





FILETS DE GRAPHITE SORTANT D'UNE VEINE DE GRAPHITE DANS UN GNEISS GRENU.—  
PUITS DE NELLY, GRAPHITE-CITY.



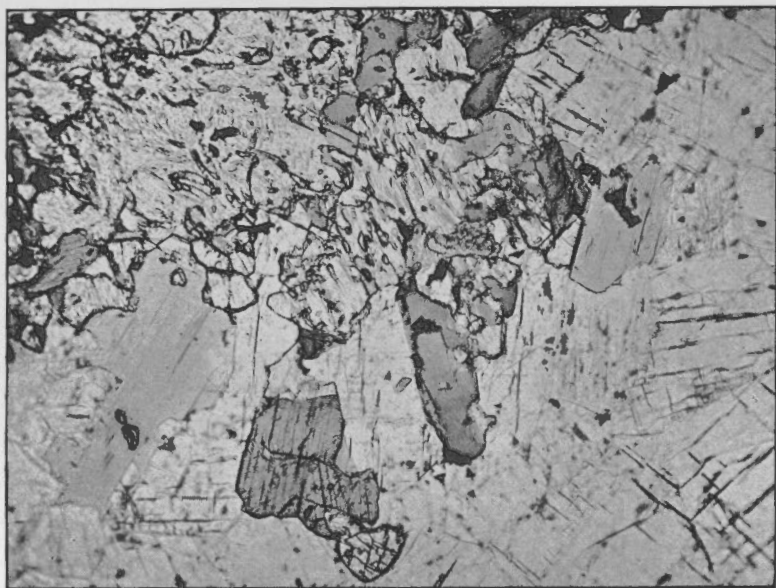


FIG. I.—GABBRO À SCAPOLITE. MINE VAVASOUR. SCAPOLITE ET AUGITE EN PARTIE OURALITISÉES. (VOIR PAGE 54).

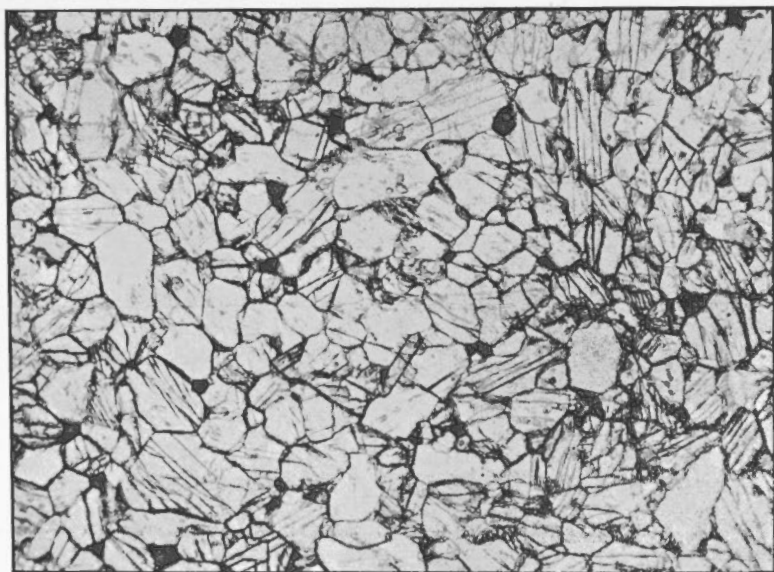
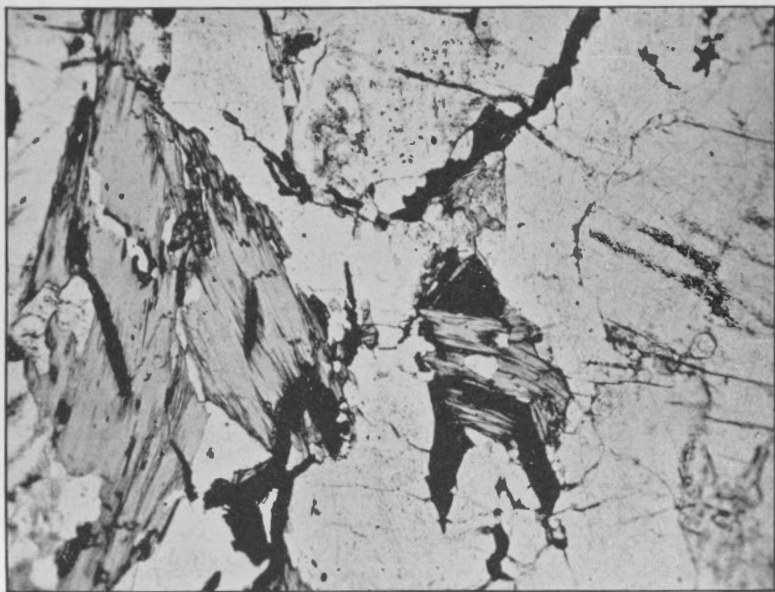


FIG. II.—SILICATE DE CHAUX À HORNFELS, CONSISTANT EN PYROXÈNE, AVEC AMPHIBOLE ET TITANITE.







FIGS. I ET II.—GNEISS GRAPHITIQUE DU Puits PRINCIPAL, GRAPHITE-CITY.  
(VOIR PAGE 76).

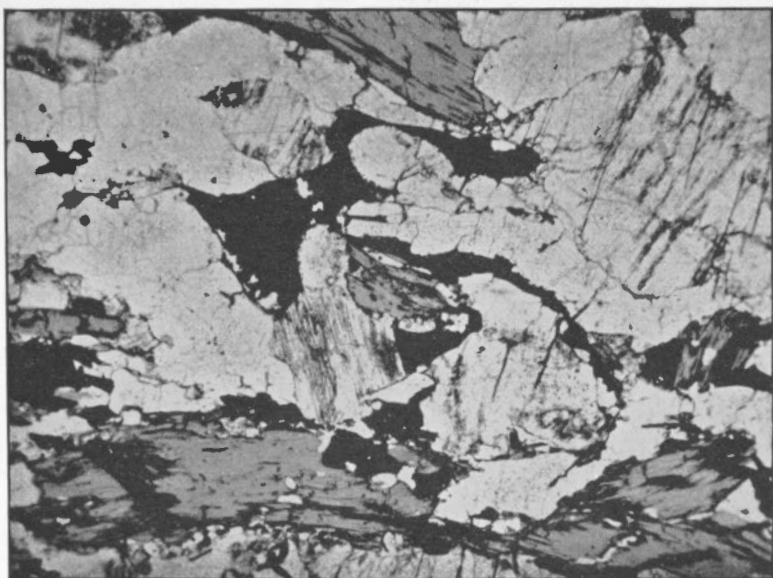


FIG. II.





FIG. I.—PYROXÈNE DE GABBRO À SCAPOLITE, MINE VAVASOUR. (VOIR PAGE 22).



FIG. II.—QUARTZITE DE LA MINE DE SQUAW-HILL, AVEC UNE VEINE CONSISTANT EN PYROXÈNE, SCAPOLITE, TITANITE, ETC. (VOIR PAGE 28).



FIG. III.—PHLOGOPITE AVEC INCLUSIONS, MINE NORTH-STAR. (VOIR PAGE 34).

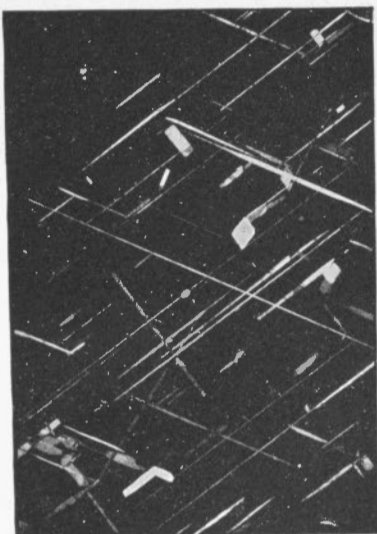


FIG. IV.—SCAPOLITE AVEC INCLUSIONS CARACTÉRISTIQUES.





FIG. I.



FIG. II.

PLAGIOCLASE AVEC VEINE DE CORROSION GRANOPHYRIQUE, GRAPHITE-CITY. (VOIR PAGE 76).



FIG. III.—PYROXÈNE À SCAPOLITE, ROCHE DE CONTACT, CÔTE ST-PIERRE.  
(VOIR PAGE 70).



FIG. IV.—SCAPOLITE À SPHÉRULITE, ROCHE DE CONTACT DE LA CÔTE ST-PIERRE.  
(VOIR PAGE 70).