ES 028

GEOLOGIE DES MONTS BROME ET SHEFFORD

Documents complémentaires

Additional Files





Licence



License

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

Énergie et Ressources naturelles
Québec

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

E S–28

Bibliothèque
de la division du Précambrien

GÉOLOGIE DES MONTS BROME ET SHEFFORD

GEOLOGY OF MOUNTS BROME AND SHEFFORD

G . VALIQUETTE
G . POULIOT

SERVICE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE

QUÉBEC
1977

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC

DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

E S–28

GÉOLOGIE DES MONTS BROME ET SHEFFORD

GEOLOGY OF MOUNTS BROME AND SHEFFORD

G . VALIQUETTE
G . POULIOT

QUÉBEC
1977

TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

page

INTRODUCTION/INTRODUCTION

Situation géographique/*Geographical location* 1
Travaux sur le terrain/*Field work* 3
Travaux en laboratoire/*Laboratory work* 4
Remerciements/*Acknowledgement* 6
Travaux antérieurs/*Previous work* 6
Travaux ultérieurs/*Subsequent work* 7

COMPLEXE DE BROME/BROME COMPLEX

Géologie générale/*General geology* 7
A l'extérieur du croissant de gabbro/*Outside the gabbro crescent* 8
A l'intérieur du croissant de gabbro/*Inside the gabbro crescent* 9
Roches sédimentaires/*Sedimentary rocks* 10
Enclave au sud du complexe de Brome/*Xenolith to the south of the Brome complex.* 11
Roches sédimentaires remobilisées en contact avec le gabbro/*Remobilized sedimentary rocks in contact with the gabbro* 12
Gabbros contaminés par les enclaves sédimentaires/*Gabbros contamined by sedimentary xenoliths* 13
Gabbros/*Gabbros* 14
Contact avec les roches environnantes/*Contact with neighbouring rocks* .. 15
Pétrographie/*Petrography* 17
Gabbro à phénocristaux poecilitiques d'amphibole/*Gabbro containing poikilitic amphibole phenocrysts* 23
Autres faciès du gabbro/*Other facies in the gabbro* 27
Ferrigabbros/*Ferrigabbros* 28
Gabbros de contact/*Contact gabbros* 29
Porphyres feldspathiques/*Feldspathic porphyries* 29
Monzodiorite du mont Gale/*Mount Gale monzodiorite* 31
Nomenclature/*Nomenclature* 32
Pétrographie/*Petrography* 32
Microsyénite porphyrique de la colline de Pine/*Pine hill porphyritic microsyenite* 34
Pétrographie/*Petrography* 36
Nordmarkite/*Nordmarkite* 39
Nomenclature/*Nomenclature* 39
Pétrographie/*Petrography* 40
Diorite et monzodiorite à néphéline/*Nepheline diorite and monzodiorite* ... 43
Pétrographie/*Petrography* 43
Pulaskite/*Pulaskite* 51
Nomenclature/*Nomenclature* 51
Pétrographie/*Petrography* 53
Syénite à néphéline (foyaite)/*Nepheline syenite (foyaite)* 56
Pétrographie/*Petrography* 57

Page

Tinguaite et laurdalite/*Tinguaite and laurdalite* 59
Camptonite/*Camptonite* 61
Variations des éléments majeurs/*Variations of the major elements* 62
Diagramme de Harker/*Harker diagram* 63
Diagramme des oxydes en fonction des indices de différenciation/*Diagram of the oxides versus the differentiation indexes* 64
Diagrammes FMA et Ca-K-Na/*FMA and Ca-K-Na diagrams* 67
Diagramme SiO_2-Ne-Ks/*SiO_2-Ne-Ks diagram* 67
Tectonique et pétrogénèse du complexe de Brome/*Tectonics and petrogenesis of the Brome complex* 68
Mise en place des gabbros/*Emplacement of the gabbros* 73
Monzodiorites/*Monzodiorites* 78
Monzodiorite à biotite /*Biotite monzodiorite* 78
Monzodiorite à néphéline /*Nepheline monzodiorite* 79
Venues syénitiques/*Syenitic intrusions* 81

MONT SHEFFORD/MOUNT SHEFFORD

Introduction/*Introduction* 86
Géologie générale/*General geology* 87
Roches dioritiques et faciès associés/*Dioritic rocks and associated facies* 89
Monzodiorites et diorites à néphéline/*Nepheline monzodiorites and diorites* 91
Pulaskite et faciès associés (foyaite et laurdalite)/*Pulaskite and associated facies (foyaite and laurdalite)* 91
Brèches et porphyres subvolcaniques/*Subvolcanic breccias and porphyries* ... 92
Micropulaskites et faciès de latite et de trachyte porphyriques intrusives/*Micropulaskite and intrusive latite and porphyritic trachyte facies* ... 93
Nordmarkites et faciès de larvikite/*Nordmarkite and larvikite facies* 94
Roches filoniennes d'ages divers/*Dyke rocks of various ages* 95

BIBLIOGRAPHIE/BIBLIOGRAPHY

TABLEAUX / TABLES

1. Tableau des formations du mont Brome/*Table of formations of Mount Brome* 9
2. Analyse d'un pyroxène dans le gabbro contaminé/*Analysis of a pyroxene in the contaminated gabbro* 13
3. Analyses modales des gabbros/*Modal analyses of gabbros* 19
4. Distribution de la calcicité des plagioclases dans les gabbros/*Distribution of the calcicity of plagioclases in the gabbros* 19
5. Propriétés optiques et composition des pyroxènes/*Optical properties and composition of pyroxenes* 22
6. Analyse d'une amphibole poecilitique/*Analysis of a poikilitic amphibole* . 26
7. Analyse d'un feldspath caractéristique des nordmarkites/*Analysis of a characteristic feldspar of nordmarkites* 41
8. Analyses à la microsonde des amphiboles de la monzodiorite à néphéline/*Microprobe analyses of amphiboles in the nepheline monzodiorite* 49

Page

9. Analyses à la microsonde de pyroxènes et d'une amphibole de la monzodiorite à néphéline/*Microprobe analyses of pyroxenes and amphibole in the nepheline monzodiorite* 50

10. Analyses de feldspaths caractéristiques des pulaskites/*Analyses of characteristic feldspars of pulaskites* 54

11. Analyse à la microsonde d'une amphibole de la foyaite/*Microprobe analysis of an amphibole of the foyaite* 58

12. Analyses chimiques et normes des roches du mont Brome/*Microprobe analyses and norms of the rocks of Mount Brome* 70

13. Tableau des formations du mont Shefford/*Table of formations of Mount Shefford* 88

14. Analyses chimiques et normes des roches du mont Shefford/*Chemical analyses and norms of rocks of Mount Shefford* 97

ILLUSTRATIONS / ILLUSTRATIONS

CARTES/ MAPS

No 1894 Mont Brome / *Mount Brome* (1:12 000)

No 1895 Mont Shefford / *Mount Shefford* (1:12 000)

FIGURES/ FIGURES

1. Carte schématique montrant la distribution des collines montéréqiennes/*Schematic map showing the distribution of Monteregian Hills* 2

2. Brèche formée par le rhéomorphisme des roches sédimentaires au contact du gabbro/*Breccia formed by the rheomorphism of sedimentary rocks at the contact with the gabbro* 16

3. Gabbro rubané au sud du lac Bromont/*Banded gabbro south of lake Bromont* 16

4. Distribution de la composition des plagioclases et des olivines dans le massif de gabbro/*Distribution of the composition of plagioclases and olivines in the body of gabbro* 21

5. Distribution de la composition de l'olivine en fonction de la composition du plagioclase dans les gabbros/*Distribution of the composition of the olivine as a function of the composition of the plagioclase in the gabbros* 21

6. Photomicrographie d'inclusions de plagioclase résorbé/*Photomicrograph of resorbed plagioclase inclusions* 24

7. Photomicrographie d'inclusions de plagioclase dans les cristaux poecilitiques de kaersutite/*Photomicrograph of plagioclase inclusions in poikilitic kaersutite crystals* 24

8. Photomicrographie de phénocristaux de plagioclase enveloppés d'un anneau d'antiperthite/*Photomicrograph of plagioclase phenocrysts wrapped in a ring of antiperthite* 38

9. Photomicrographie de nordmarkite caractéristique du mont Brome/*Photomicrograph of typical Mount Brome nordmarkite* 38

10. Lentilles de monzodiorites dans une pâte de pulaskite/*Monzodiorite lenses in a pulaskite groundmass* 45

11. Monzodiorite partiellement assimilée/*Partly assimilated monzodiorite* .. 45

12. Nodules d'olivine (Fo_{84}) et xénocristaux de kaersutite et d'augite titanifère/*Olivine nodules (Fo_{84}) and kaersutite and titaniferous augite xenocrysts* 46

Page

13. Photomicrographie de cristaux de kaersutite enrobés de hornblende hastingsitique magnésienne/*Photomicrograph of kaersutite crystals coated with magnesiohastingsitic hornblende* 46

14. Distribution des roches de Brome sur un diagramme $Na_2O + K_2O$ en fonction de SiO_2/*Distribution of Brome rocks on a* $Na_2O + K_2O$ *against* SiO_2 *diagram* 65

15. Diagramme de variations des oxydes en fonction de la silice/*Oxides versus silica variation diagram* 65

16. Diagramme des indices de différenciation en fonction des oxydes *Diagram of the differentiation indexes against the oxides* 66

17. Distribution des principaux types de roches dans un diagramme FMA et K-Na-Ca/*Distribution of the main rock types in an FMA and K-Na-Ca diagram* 69

18. Distribution des syénites du mont Brome dans un diagramme SiO_2-Ne-Ks *Distribution of Mount Brome syenites in a* SiO_2*-Ne-Ks diagram* 69

INTRODUCTION / INTRODUCTION

Les monts Brome et Shefford font partie de la province pétrographique représentée par une série de collines de roches alcalines que Adams (1903) a nommées collines montérégiennes (fig.1).

Si nous exceptons le mont Mégantic, le mont Brome est de loin la plus étendue de ces collines. Le noyau de roches intrusives de ce mont couvre environ 22.4 milles carrés. Le mont Shefford, pour sa part, couvre environ 5.6 milles carrés.

La mise en carte des monts Brome et Shefford a suscité un intérêt pétrologique particulier puisqu'on rencontre sur ces monts des roches sous-saturées et sursaturées en silice.

Mounts Brome and Shefford are part of the petrographic province represented by a series of hills composed of alkalic rocks that Adams (1903) called Monteregian Hills (Fig. 1).

With the exception of Mount Mégantic, Mount Brome is by far the most extensive of these hills. The intrusive core of this mountain covers about 22.4 square miles. Mount Shefford, on the other hand, covers about 5.6 square miles.

The mapping of Mounts Brome and Shefford is of particular petrological interest because of the presence of rocks that are under and oversaturated in silica.

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les monts Brome et Shefford sont situés à environ 45 milles à l'est de Montréal; le premier est au sud de l'autoroute des Cantons de l'Est et le second, au nord. L'accès à ces deux monts est facilité par l'autoroute, et

GEOGRAPHICAL LOCATION

Mounts Brome and Shefford are located about 45 miles east of Montreal; the former is situated to the south and the later to the north of the Eastern Townships autoroute. The autoroute, and secondary roads that cross the two

par des routes secondaires les traversant. Une route en gravier passe à peu près au centre du mont Shefford. Le mont Brome, pour sa part, est jalonné d'un réseau routier qui dessert même les plus hauts sommets.

Le mont Brome forme un complexe qui comprend les collines de Brome, Spruce, Gale, et Pine. La colline de Brome, site d'attraction touristique de la ville de Bromont, fut aménagée grâce à l'heureuse initiative de la compagnie Desourdie Construction Ltée. On y voit de l'autoroute le terrain de golf et plusieurs pentes de ski. Une route carrossable se rend jusqu'au sommet de la colline, à une altitude de 1800 pieds, où on a placé une station de triangulation. La colline de Spruce, au sud-est de la précédente, a une altitude de 1600 pieds; la colline de Gale, dans la partie nord-ouest du complexe, s'élève à 1225 pieds. Toutes ces collines sont situées au nord du lac Bromont. A l'est de ce lac, on remarque la colline de Pine qui a une altitude de 1450 pieds. Environ la moitié du complexe de Brome s'étend au sud du lac Bromont et consiste en un terrain vallonneux recoupé par de nombreuses routes desservant les fermes.

mountains, facilitate access. A gravel road passes more or less across the center of Mount Shefford. Mount Brome, on the other hand, is marked by a road network that connects even its highest peaks.

Mount Brome forms a complex that includes Brome, Spruce, Gale, and Pine hills. Brome hill, a tourist area for the city of Bromont, was developed as a result of the initiative of the Desourdie Construction Company Limited. From the autoroute, one can see a golf course and several ski slopes. A passable road reaches the summit of the hill, at an altitude of 1800 feet, where a triangulation station is located. Spruce hill, to the southeast of the previous one, has an altitude of 1600 feet; Gale hill, in the northwestern part of the complex, rises to 1225 feet. All these hills are located to the north of Bromont lake. East of this lake, one can see Pine hill which has an altitude of 1450 feet. Approximately half of the Brome complex extends to the south of Bromont lake and consists in an undulating terrain, traversed by numerous roads that serve the farms.

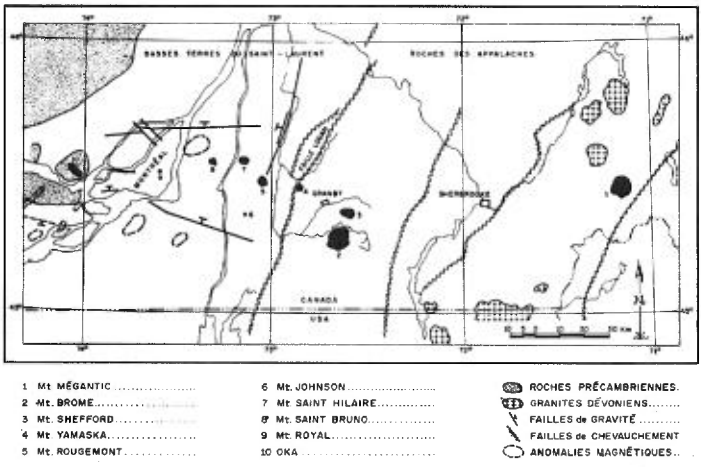


FIGURE 1 - Carte schématique montrant la distribution des collines montérégiennes, modifiée d'après Gold (1967, p. 289). / *Schematic map showing the distribution of Monteregian Hills, adapted from Gold (1967, p. 289).*

TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Les monts Brome et Shefford furent respectivement cartographiés par le Dr. Valiquette et le Dr. Pouliot au cours de l'été 1967. Les principales routes sur lesquelles partaient et arrivaient les itinéraires furent d'abord jalonnées en posant des piquets espacés de 400 pieds. Un galon métallique de 100 pieds ou le topofil Chaix a été utilisé à cette fin. Les rues Charlevoix, Missisquoi et Argenteuil du mont Brome ont été levés au théodolite.

Les monts Brome et Shefford furent recoupés par des cheminements espacés d'un maximum de 800 pieds. Au voisinage du lac Coupland sur le mont Shefford, où la géologie est particulièrement complexe, les cheminements n'ont pas dépassé 500 pieds d'intervalle. Sur le mont Brome, nous avons levé, de plus, les affleurements le long des routes et des pentes de ski. Ces itinéraires furent menés à l'aide du podomètre et de la boussole après avoir été déterminés à l'aide de photographies aériennes à l'échelle de 1000 pieds au pouce préparées par le service de Photogrammétrie du Ministère des Terres et Forêts. Nos observations furent portées sur une carte topographique à l'échelle de 1000 pieds au pouce fournie par le Ministère des Richesses naturelles du Québec.

A cause du caractère magnétique des gabbros, nous avons dû corriger toutes les directions de foliation de ces roches en tenant compte de la position du soleil et de l'heure des observations.

FIELD WORK

Mounts Brome and Shefford were respectively mapped by Dr. Valiquette and Dr. Pouliot during the summer of 1967. The main roads, where the traverses started and ended, were first of all maked out with pickets at 400 feet intervals. For this purpose, either a 100 foot metallic tape or a Chaix topoline were used. Charlevoix, Missisquoi and Argenteuil streets on mount Brome were surveyed using a theodolite.

Mounts Brome and Shefford were both cut by traverses that were spaced at a maximum of 800 feet. In the vicinity of Lake Coupland on Mount Shefford, in an area where the geology is particularly complex, the interval between traverses was never greater than 500 feet. Furthermore, on Mount Brome, the outcrops along the roads and the ski slopes were surveyed. These traverses were conducted using podometer and compass after being established using air photographs at a scale of 1000 feet to the inch prepared by the Service of Photogrammetry of the Department of Lands and Forests. The observations were plotted on a topographical map at a scale of 1000 feet to the inch supplied by the Québec Department of Natural Resources.

Because of the magnetic character of the gabbros, all strike measurements of the foliation of these rocks had to be corrected, taking into consideration the position of the sun and the timing of the observations.

TRAVAUX EN LABORATOIRE

Les travaux en laboratoire furent conduits parallèlement aux travaux sur le terrain. Le premier travail qui s'est imposé à notre attention fut le sectionnement de chaque échantillon de syénite et de monzodiorite pour déceler la présence de néphéline et en évaluer la quantité approximative. Ces échantillons firent l'objet d'un essai de coloration au bleu de méthylène et furent ensuite soumis à un examen au stéréomicroscope.

Nous avons sectionné et broyé un fragment de chaque échantillon de gabbro pour en extraire à la main des grains de plagioclase qui furent analysés aux rayons-X sur la caméra Guinier. Le Dr. Pouliot a fourni un diagramme représentant une courbe caractéristique de l'état structural des plagioclases dans les gabbros des collines montérégiennes. Cette courbe présente le paramètre $\Gamma = 2\theta(131) + 2\theta(220) - 2X2\theta(1\bar{3}1)$ en fonction de la composition des plagioclases (Smith et Gay, 1958). La courbe fut établie en analysant la calcicité des plagioclases par les méthodes de fusion, la méthode de Tsuboi, et par des méthodes optiques sur la platine de Fédérov. Après avoir vérifié la calcicité de quelques-uns de nos échantillons de plagioclase par les mêmes méthodes, nous nous sommes rendus compte que la courbe était caractéristique de l'état structural des plagioclases de Brome et nous l'avons utilisée pour déterminer la calcicité des plagioclases de 140 échantillons. La composition de l'olivine dans les échantillons de gabbro fut déterminée par diffraction aux rayons-X selon la méthode de Jambor et Smith (1964). Quelques échantillons furent vérifiés à la microsonde MAC.

LABORATORY WORK

The laboratory work was carried out simultaneously with the field work. The first task that became imperative was the cutting of every sample of syenite and monzodiorite in order to detect the presence and estimate the approximate quantity of nepheline. These samples were submitted to a coloration test using methylene blue and were later examined under a stereomicroscope.

We cut and crushed one fragment of each sample of gabbro in order to hand-pick plagioclase grains that were analysed by X-ray on a Guinier camera. Dr. Pouliot supplied a diagram representing a curve that characterizes the structural state of plagioclases in the gabbros of the Monteregian Hills. This curve shows the parameter $\Gamma = 2\theta(131) + 2\theta(220) - 2X2\theta(1\bar{3}1)$ as a function of the composition of the plagioclases (Smith and Gay, 1958). The curve was established by analysing the calcicity of the plagioclases using the fusion methods, the Tsuboi method and by optical techniques on the Federov stage. After verifying the calcicity of some of our plagioclase samples using the same methods, we noticed that the curve was characteristic of the structural state of the Brome plagioclases and we used it to determine the calcicity of plagioclases in 140 samples. The composition of olivine in the samples of gabbro was determined by X-ray diffraction following the method of Jambor and Smith (1964). A few samples were tested using the MAC microprobe.

Nous avons fait tailler environ 1000 lames minces des roches de Brome et de Shefford. L'auteur senior (Dr G. Valiquette) a étudié les lames minces des roches de Brome après avoir fait des essais de coloration à la cobaltinitrite pour les feldspaths potassiques et au bleu de méthylène pour la néphéline sur chaque lame mince qui semblait contenir ces minéraux.

Approximately 1000 thin sections of Brome and Shefford rocks were cut. The ones from Mount Brome were studied by the senior author (Valiquette) following coloration tests using cobaltinitrite for K-feldspars and methylene blue for nepheline. These tests were performed on all sections that appeared to contain these minerals.

Nous présentons dans ce rapport 14 analyses chimiques des roches caractéristiques du mont Brome (tab.12) et 16 analyses chimiques des roches du mont Shefford (tab. 14). Parmi les analyses de Brome, 11 furent faites par Z. Katzendorfer du ministère des Richesses naturelles du Québec, une par B. Gunn de l'université de Montréal et 2 par P. Hébert de l'Ecole Polytechnique de Montréal. Parmi les analyses de Shefford, 11 sont l'oeuvre de P. Hébert et 5 de B. Gunn.

In this report, 14 chemical analyses of rocks characteristic of Mount Brome (Table 12) and 16 chemical analyses of rocks characteristic of Mount Shefford (Table 14) are presented. Of the Brome analyses, 11 were carried out by Z. Katzendorfer of the Québec Department of Natural Resources, one by B. Gunn of University of Montreal and 2 by P. Hébert of l'Ecole Polytechnique in Montreal. Of the Shefford analyses, 11 were performed by P. Hébert and 5 by B. Gunn.

Le calcul de la norme CIPW fut grandement facilité par l'utilisation d'un programme préparé par le Dr. L. Gélinas pour l'ordinateur I.B.M. Fortran IV. Nous avons fait des comptages de points sur les lames minces caractéristiques de différents types de roches, en particulier sur les échantillons dont nous avions réclamé des analyses chimiques. La méthode des poudres aux rayons-X a permis d'identifier plusieurs minéraux prélevés sur les échantillons ou sur les lames minces. M. R. Coy-Yll et Mlle G. Archambault ont fait l'analyse de quelques amphiboles et pyroxènes à la microsonde électronique MAC.

A program prepared by Dr. L. Gélinas for the I.B.M. Fortran IV computer was a great help in the calculation of the CIPW norm. Point counts on thin sections that characterize the different rock types were performed, particularly on those samples for which we had requested chemical analyses. X-ray diffraction using the powder method permitted the identification of several minerals that were taken from the rock specimens or from the thin sections. A few amphiboles and pyroxenes were analysed by Mr. R. Coy-Yll and Miss G. Archambault on a MAC electronic microprobe.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier M. Alain Carpentier qui a assisté le Dr. Pouliot dans la mise en carte du mont Shefford et le géologue R. Forester qui a secondé le Dr. Valiquette dans ses travaux sur le mont Brome. Les étudiants Paul Bédard de l'université de Montréal et Do Lam Sinh de l'université Laval nous furent aussi d'un grand secours dans ce travail.

Nous avons également bénéficié, au cours de l'été de 1967, de l'assistance de Mlles Solange Monette et Claire Tousignant qui ont exécuté plusieurs travaux de laboratoire. Nous sommes reconnaissants envers le Dr. R. Coy-Yll et Mlle Ginette Archambault qui ont fait l'analyse de quelques amphiboles et pyroxènes à la microsonde électronique. Mlle Archambault a de plus assisté l'auteur senior dans plusieurs travaux de laboratoire.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Mr. Alain Carpentier who assisted Dr. Pouliot in the mapping of Mount Shefford and geologist R. Forester who helped Dr. Valiquette in his work on Mount Brome. Paul Bédard and Do Lam Sinh, respectively students at the University of Montreal and Laval, were also of great help to us in this work.

During the summer of 1967, we also profited from the assistance of Misses Solange Monette and Claire Tousignant who performed many of the laboratory tasks. We are thankful to Dr. R. Coy-Yll and Miss Ginette Archambault for analysing some amphiboles and pyroxenes with the electronic microprobe. Miss Archambault also assisted the senior author in the laboratory.

TRAVAUX ANTERIEURS

Les monts Brome et Shefford ont fait l'objet de quelques travaux antérieurs (Dresser 1903, 1906). Un résumé des principaux travaux effectués sur l'ensemble des collines montérégiennes, en particulier sur les monts étudiés, se trouve dans le rapport géologique de Graham (1946).

Le travail le plus consulté fut la thèse rédigée par G. Pouliot (1962) sur l'étude thermale des feldspaths. Ce travail contient plusieurs analyses de minéraux que nous avons utilisées. Il convient de mentionner les travaux

PREVIOUS WORK

Mounts Brome and Shefford were the subjects of some previous work (Dresser, 1903, 1906). A summary of the most important work performed on the Monteregian Hills as a whole, and particularly on those mountains that are studied here, may be found in a geological report by Graham (1946).

The work most referred to was the thesis written by G. Pouliot (1962) on the thermal study of feldspars. In it are presented several analyses of minerals that were used in the present report. It is appropriate to mention

de Larochelle (1962, 1968) sur les déterminations d'âge des collines montérégiennes par les méthodes paléomagnétiques, de même que l'étude de Fairbairn *et al* (1963) sur les déterminations d'âge par les méthodes Sr_{87}/Sr_{86}.

A.R. Philpotts (1967) a donné un compte-rendu de ses travaux préliminaires sur des xénolites trouvés dans les gabbros de la partie sud du complexe de Brome. La pétrologie de ces xénolites et les phénomènes de fusion partielle des roches sédimentaires ont fait l'objet de travaux exécutés à l'université McGill par Philpotts et ses étudiants.

TRAVAUX ULTERIEURS

La brèche de rhéomorphisme au contact sud des gabbros de Brome fut étudiée par K. Siemiatkowska (1969) et R. Savard (1974). T. Frisch (1970, 1972, 1973) a fait des études à la microsonde sur les amphiboles, les olivines et les clinopyroxènes des roches de Shefford. Les gabbros du mont Brome ont fait l'objet d'une thèse de doctorat à l'université de Montréal par G. Woussen(1974).

the work of Larochelle (1962, 1968) on age determinations of the Monteregian Hills using paleomagnetic techniques as well as the study by Fairbairn *et al.* (1963) on age determinations using Sr_{87}/Sr_{86} methods.

A.R. Philpotts (1967) reported on preliminary work that he performed on xenoliths found within the gabbros in the southern part of the Brome complex. The petrology of these xenoliths and the phenomena involving the partial melting of the sediments were the subject of studies undertaken by Philpotts and his students at McGill University.

SUBSEQUENT WORK

The rheomorphic breccia at the southern contact of the Brome gabbros was studied by K. Siemiatkowska (1969) and R. Savard (1974). T. Frisch (1970, 1972, 1973) carried out microprobe studies of amphiboles, olivines and clinopyroxenes from Shefford rocks. The Mount Brome gabbros were the subject of a doctorate thesis by G. Woussen (1974) at the University of Montreal.

COMPLEXE DE BROME / BROME COMPLEX

GEOLOGIE GENERALE

Le complexe de Brome est le résultat de l'intrusion, au Crétacé inférieur, de roches alcalines dans des formations sédimentaires cambriennes et ordoviciennes. Les gabbros sont

GENERAL GEOLOGY

The Brome complex resulted from the intrusion, during the Lower Cretaceous, of alkaline rocks into sedimentary formations of Cambrian and Ordovician age. The first rocks to intrude were the

les premières roches qui se sont mises en place. Ils ont provoqué sur les roches sédimentaires qu'ils ont traversées et sur les enclaves qu'ils ont enveloppées un métamorphisme thermal dont l'intensité atteint le faciès de la sanidine. Ces gabbros, qui épousent la forme d'un croissant ouvert sur le nord-est, montrent généralement une foliation et localement une pseudo-stratification rythmique à pendage concentrique vers l'intérieur.

gabbros. They induced thermal metamorphism of an intensity that reached the sanidine facies on the sedimentary rocks that they intruded as well as on the xenoliths that they enveloped. These gabbros, which adopt a crescentic shape open to the north-east, generally show a foliation and, locally, a rhythmic pseudo-stratification with a concentric dip towards the interior.

L'ordre de mise en place des autres types de roches pose encore certains problèmes en raison de l'absence de contact entre certaines unités lithologiques. Cependant, il convient de diviser en deux groupes ces roches intrusives postérieures au gabbro:
1) les roches qui, de façon générale, se situent à l'extérieur du croissant de gabbro, 2) les roches qui prennent place à l'intérieur du croissant de gabbro.

The order of intrusion of the other rock types is still a matter for speculation because of the absence of contacts between certain lithological units. However, it is convenient to divide the post-gabbro intrusive rocks into two groups: 1) rocks that are generally found outside the gabbro crescent, 2) rocks that are located inside the gabbro crescent.

A L'EXTERIEUR DU CROISSANT DE GABBRO.

La majorité des roches à l'extérieur du croissant de gabbro sont sursaturées ou simplement saturées en silice. Parmi ces roches, la monzodiorite à biotite de la colline de Gale est la plus ancienne; elle est recoupée par une syénite alcaline quartzifère (nordmarkite). Du côté est du complexe de Brome, la colline de Pine consiste en une microsyénite porphyrique quartzifère recoupée par des dykes de nordmarkite à grain grossier. Cette microsyénite porphyrique recoupe la monzodiorite et semble former la mésostase d'un labyrinthe de brèches sur le flanc ouest de la colline de Pine et localement à l'intérieur du croissant de gabbro, sous forme d'enclaves dans des syénites sous-saturées en silice (pulaskites).

OUTSIDE THE GABBRO CRESCENT

The majority of the rocks that lie outside the gabbro crescent are oversaturated or simply saturated with regard to silica. Of these, the Gale Hill biotite monzodiorite is the oldest; it is cut by an alkalic quartz syenite (nordmarkite). On the eastern side of the Brome complex, Pine hill consists of a porphyritic quartz microsyenite cut by coarse-grained nordmarkite dykes. This porphyritic microsyenite cuts the monzodiorite and appears to form the ground mass of a labyrinth of breccia on the western side of Pine hill and locally inside the gabbro crescent where it takes the form of xenoliths in undersaturated syenites (pulaskites).

TAB. 1 - TABLEAU DES FORMATIONS DU MONT BROME*
TABLE OF FORMATIONS OF MOUNT BROME

UNITE/*UNIT*	LITHOLOGIE/LITHOLOGY
10	Camptonite / *Camptonite.*
9 a/b	a) Tinguaite / *Tinguaite.* b) Laurdalite / *Laurdalite.*
8	Syénite riche en néphéline (foyaite)/ *Nepheline-rich syenite (foyaite).*
7	Syénite saturée ou légèrement sous-saturée en silice (pulaskites) *Syenite saturated or slightly under-saturated in silica(pulaskites)*
6	Diorite et monzodiorite à néphéline / *Nepheline diorite and monzodiorite.*
5	Syénite quartzifère (nordmarkite)/ *Quartziferous syenite (nordmarkite).*
4 a/b	a) Microsyénite porphyrique de la colline de Pine / *Porphyritic microsyenite of Pine Hill.* b) Brèches / *Breccias.*
3	Monzodiorite à biotite de la colline de Gale/*Biotite monzodiorite of Gale Hill.*
2 a/b	a) Gabbros / *Gabbros* b) Porphyres feldspathiques / *Feldspathic porphyries.*
1	Roches sédimentaires / *Sedimentary rocks.*

* Les unités 6 et 7 pourraient respectivement être mises en parallèle avec les unités 3 et 5.
Units 6 and 7 may be placed in parallel with units 3 and 5 respectively.

A L'INTERIEUR DU CROISSANT DE GABBRO

La majorité des roches qui affleurent à l'intérieur du croissant de gabbro sont sous-saturées en silice. Les roches les plus anciennes sont une diorite et une monzodiorite à néphéline qui occupent les sommets des collines de Brome et Spruce. Ces roches, dont la richesse en hornblende est très variable, forment des enclaves dans une syénite qui peut contenir jusqu'à 40% de néphéline et une quantité accessoire de sodalite (foyaite). Localement ces foyaites passent graduellement en bordure des monzodiorites à des roches alcalines à plagioclase que Streicheisen (1967) qualifierait de "plagifoyaite". Les monzodiorites se présentent également en enclaves dans

INSIDE THE GABBRO CRESCENT

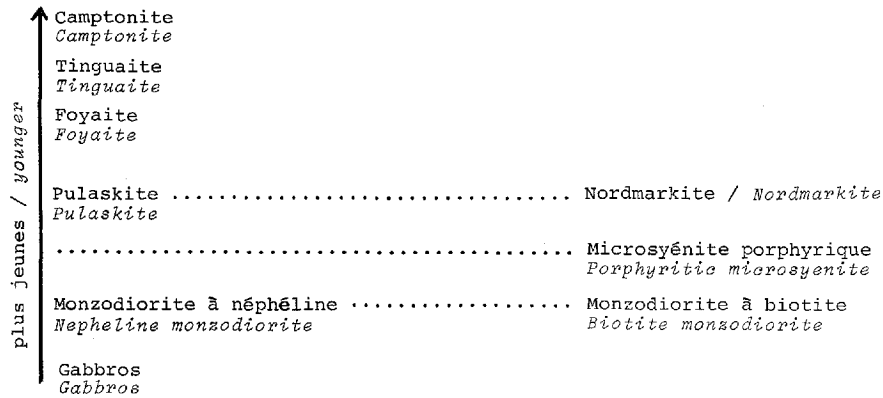
Of the rocks that outcrop inside the gabbro crescent, the majority are undersaturated in silica. Nepheline diorite and monzodiorite, which occupy the summits of Brome and Spruce hills, constitude the oldest rocks. These, for which the hornblende content varies greatly, form xenoliths in a syenite that may contain up to 40% nepheline and accessory sodalite (foyaite). Locally, along the edge of the monzodiorites, these foyaites grade into plagioclase-bearing alkalic rocks that Streicheisen (1967) would call (plagifoyaite". These monzodiorites also occur as xenoliths within alkalic syenites that are slightly undersaturated with regard to silica, the pulaskites.

des syénites alcalines légèrement sous-saturées en silice, les pulaskites. Par ailleurs, les pulaskites sont recoupées par des dykes de foyaite.

Moreover, the pulaskites are cut by foyaite dykes.

Toutes les roches déjà décrites, y compris les nordmarkites, ont reçu l'intrusion de dykes aphanitiques à phénocristaux de néphéline (tinguaite). Cette roche aphanitique forme dans la pulaskite un amas dont le coeur est à grain grossier (laurdalite); elle contient localement des fragments de plusieurs types de roches déjà mentionnées. Quelques dykes mafiques (camptonite) à phénocristaux d'amphibole recoupent la majorité des roches du complexe igné et des environs. L'ordre d'intrusion, qui va des gabbros, les roches les plus anciennes, aux camptonites, les roches les plus jeunes, semble donc être le suivant:

All the rocks described so far, including the nordmarkites, were intruded by aphanitic dykes containing nepheline phenocrysts (tinguaite). Within the pulaskites, this aphanitic rock forms an accumulation, the center of which is coarse-grained (laurdalite); it locally contains fragments of several rock types already mentioned. The majority of the rocks in the igneous complex and in the vicinity are cut by mafic dykes (camptonite) that contain amphibole phenocrysts. The intrusion sequence that begins with the gabbros, the oldest rocks, and ends with the camptonites, the youngest rocks, seems, therefore, to be as follows:



ROCHES SEDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires de la région ne font pas partie du travail que nous avons entrepris, mais puisque certaines de ces roches forment des enclaves ou font contact avec les roches intrusives que nous nous proposons de décrire, il est intéressant de noter quelques minéraux métamorphiques,

SEDIMENTARY ROCKS

The work that we have undertaken does not extend to the sedimentary rocks of the area, but, because a number of these rocks form xenoliths or are in contact with the intrusive rocks that we intend to describe, it is interesting to examine a few of the metamorphic minerals that characterize the conditions of

caractéristiques des conditions de mise en place de ces roches intrusives.

intrusion of the igneous rocks.

ENCLAVE AU SUD DU COMPLEXE DE BROME

L'enclave la plus importante trouvée dans le gabbro fut étudiée par A.R. Philpotts (1967) et se situe à quelque 2300 pieds de la limite sud du gabbro. Le contact entre le gabbro et l'enclave n'affleure nulle part, mais on reconnaît, à proximité, des affleurements de gabbro à olivine. L'enclave occupe une superficie d'environ 900 m^2 et sa composition, selon Philpotts (1967, p.1322), s'apparenterait à celle d'une dolomie impure:

"En surface fraîche, l'enclave est d'un gris bleuté à cause de la mélilite qui est de loin le minéral le plus abondant. La composition de la mélilite varie beaucoup d'une couche à l'autre, soit de $Ak_{100}Ge_0$ à $Ak_{50}Ge_{50}$ d'après des mesures d'indice de réfraction. La majorité des couches rouillées sont composées presqu'entièrement de monticellite quoique quelques-unes soient riches en pyroxène diopsidique jaune. Les couches contenant beaucoup de kalsilite se trouvent dans des zones de la roche enrichies en mélilite et en diopside mais elles ont aussi été trouvées dans les couches de monticellite ...

Dans l'enclave, la kalsilite forme des lattes longues et étroites dont la longueur, qui est généralement inférieure à 1 mm, peut atteindre le centimètre et la largeur, 1 ou 2 mm aux endroits où elle est enchevêtrée avec du diopside" (Traduction).

XENOLITH TO THE SOUTH OF THE BROME COMPLEX

The most important xenolith found within the gabbro was studied by A.R. Philpotts (1967) and is located some 2300 feet from the southern edge of the gabbro. The contact between the gabbro and the xenolith does not outcrop anywhere, but, in proximity to this contact, one can observe exposures of olivine gabbro. The xenolith occupies an area of approximately 900 m^2 and its composition, according to Philpotts (1967, p.1322), is close to that of an impure dolomite:

"On the fresh surface the xenolith is a dark bluish grey colour because of the presence of melilite which is by far the most abundant mineral present. The melilite varies considerably in composition from one bed to another and covers a range from $Ak_{100}Ge_0$ to $Ak_{50}Ge_{50}$ as determined from refractive index measurements. Most of the rusty weathering beds consist almost entirely of monticellite although a few are rich in a yellow diopsidic pyroxene. Beds rich in kalsilite occur in the melilite and diopside rich parts of the rock but have been found in the monticellite beds ...

The kalsilite in the xenolith forms long narrow laths which, although generally less than 1 mm long, sometimes attain a length of 1 cm and a width of 1 or 2 mm where intergrown with diopside".

Des cristaux de leucite maclés d'environ 0.5 mm de diamètre apparaissent avec le diopside dans certaines couches de l'enclave. Ce minéral est généralement isolé de la kalsilite par la pseudo-leucite.

Twinned leucite crystals of approximately 0.5 mm in diameter make their appearance with diopside in some beds in the xenolith. This mineral is generally isolated from the kalsilite by the presence of pseudo-leucite.

ROCHES SEDIMENTAIRES REMOBILISEES EN CONTACT AVEC LE GABBRO

REMOBILIZED SEDIMENTARY ROCKS IN CONTACT WITH THE GABBRO

Près du contact sud avec le gabbro, les roches sédimentaires furent portées à une température suffisamment élevée pour que certaines couches s'écoulent d'une façon plus ou moins plastique, enveloppant ainsi des couches plus résistantes à la fusion qui se sont brisées et déplacées les unes par rapport aux autres pour donner une brèche intraformationnelle. Certaines de ces couches résistantes sont tachetées de cordiérite bleu foncé.

Near the southern contact with the gabbro, the temperature of the sedimentary rocks became sufficiently high to generate more or less plastic flowage in certain strata so as to envelop more fusion-resistant beds which broke and underwent some displacement in relation to one another, thus generating intraformational breccias. Some of the more resistant strata are spotted with dark blue cordierite.

Une partie de ces roches remobilisées appartiennent à la formation de Gilman qui semble, à cet endroit, avoir la composition d'un grès feldspathique passant vers l'est à un siltstone argileux. C'est d'ailleurs dans la partie est du mont Brome que nous avons décelé une quantité importante de cordiérite dans les roches sédimentaires. Certaines lames minces de ces roches ont montré des textures micrographiques. K. Siemiatkowska (1969) a mentionné la présence de poeciloblastes de cordiérite de 2 mm accompagnés de spinelle et de corindon, lesquels indiquent une composition très riche en alumine.

Some of these rocks that underwent remobilization belong to the Gilman formation, the composition of which, in that area, appears to be that of a feldspathic sandstone grading into an argillaceous siltstone towards the east. It is, moreover, in the eastern part of Mount Brome that we have found important quantities of cordierite in the sedimentary rocks. Some of the thin sections of these rocks showed micrographic textures. The presence of 2 mm cordierite poikiloblasts with spinel and corundum, indicating a composition that is very rich in alumina, was reported by K. Siemiatkowska (1969).

GABBROS CONTAMINES PAR LES ENCLAVES SEDIMENTAIRES

Le long de la route de direction nord-sud qui longe la bordure est de la colline de Gale, on remarque de nombreuses enclaves de roches d'origine sédimentaire, les unes dans le gabbro, les autres dans la syénite. Les principaux minéraux caractéristiques de ces enclaves sont la mélilite d'un bleu ciel, très en évidence sur la surface des affleurements, le grenat grossulaire, la wollastonite, la scapolite, la calcite, le sphène, occasionnellement un spinelle vert foncé et localement un clinopyroxène ayant un fort pléochroïsme lilas foncé et montrant une forte dispersion des axes optiques r > v. Ce pyroxène, généralement associé à la gehlénite (U^-), a révélé lors d'une analyse à la microsonde une quantité importante d'alumine (tab. 2). Il correspond à une augite titanifère ayant les pourcentages atomiques suivants: Ca(55%), Mg(32%) et Fe(13%).

GABBROS CONTAMINATED BY SEDIMENTARY XENOLITHS

Along the north-south trending road that follows the eastern margin of Gale hill, one can see a large number of xenoliths of sedimentary origin either in the gabbro or in the syenite. The most important minerals that characterize these xenoliths are sky-blue melilite, very obvious on the surface of outcrops, grossularite, wollastonite, scapolite, calcite, sphene, occasional dark-green spinel and, locally, a clinopyroxene that has a dark lilac pleochroism and shows a strong disperison of the optic axes r > v. This pyroxene, which is generally associated with gehlenite (U^-), showed important quantities of alumina on the microprobe (Tab. 2). It corresponds to a titaniferous augite that has the following atomic concentrations: Ca (55%), Mg (32%) and Fe (13%).

TAB. 2 - ANALYSE D'UN PYROXENE DANS LE GABBRO CONTAMINE*
*ANALYSIS OF A PYROXENE IN THE CONTAMINATED GABBRO**

Pyroxène de l'échantillon 6V-11 / *Pyroxene of sample 6V-11*		Cations calculés pour une formule de 6 oxygènes / *Cations calculated for a formula of 6 oxygens*		
SiO_2	45.23	Si	1.68	2.00
Al_2O_3	12.87	Al	0.32	
TiO_2	3.14	Al	0.24	1.06
Fe_T	6.59	Ti	0.09	
CaO	22.30	Fe_T	0.21	
MgO	9.42	Mg	0.52	
K_2O	tr.			
Na_2O	tr.	Ca	0.89	0.89
		Na	--	
	99.55	K	--	

* Analyste / *Analyst:* Dr. R. Coy-Yll

Dans toutes les autres localités, tant dans les enclaves comprises dans les syénites qu'au contact des gabbros, les roches sédimentaires d'origine argileuse contiennent de la cordiérite. Certains échantillons provenant du flanc ouest de la colline de Pine montrent en plus des fibres de sillimanite, du spinelle et de la sapphirine. D'une façon générale, l'influence du métamorphisme de contact dans les roches sédimentaires ne dépasse pas quelques centaines de pieds, du moins selon les observations faites sur le terrain.

At all other localities, the sedimentary rocks of argillaceous origin, whether in xenoliths enclosed in the syenites or at the contact with the gabbros, contain cordierite. Some samples originating from the western side of Pine hill also contain sillimanite fibres, spinel and sapphirine. Generally, contact metamorphism has no influence on the sedimentary rocks beyond a few hundred feet, at least, as observed in the field.

GABBROS

Les gabbros couvrent une importante superficie dans la partie sud du complexe de Brome. Ils se présentent sous la forme d'un croissant ouvert vers le nord-est caractérisé par un pendage concentrique vers l'intérieur.

Dans la partie sud et sud-ouest du croissant, où la puissance du gabbro est à son maximum, la largeur horizontale mesurée perpendiculairement à la foliation atteint de 7000 à 11 000 pieds et le pendage a une valeur moyenne de 45°. Le prolongement ouest du croissant va en rétrécissant vers le nord jusqu'à disparaître dans la partie nord de la colline de Gale. Du côté est du croissant, le gabbro s'estompe dans les syénites, mais sur le versant nord de la colline de Pine, un porphyre feldspathique à phénocristaux de plagioclase forme une importante enclave dans les syénites qui constituent le prolongement nord-est du croissant de gabbro.

GABBROS

A large area in the southern part of the Brome complex is underlain by gabbros. These adopt the shape of a crescent, open towards the northeast and are characterized by a concentric dip towards the interior.

In the southern and southwestern part of the crescent, where the thickness of the gabbro is at a maximum, the horizontal width measured at right angle to the foliation ranges from 7000 to 11 000 feet and the dip averages 45°. The western prolongation of the crescent thins towards the north and disappears in the northern part of Gale hill. On the eastern side of the crescent, the gabbro becomes indistinct in the syenites, but on the northern side of Pine hill, a feldspathic porphyry containing plagioclase phenocrysts forms a large xenolith in the syenites that makes up the north-eastern extension of the gabbro crescent.

La forme tridimensionnelle du croissant de gabbro, qui devrait révéler l'identité tectonique du complexe de Brome, est difficile à définir en raison du manque de sections et de la complexité des contacts avec les roches environnantes.

The tridimensional shape of the gabbro crescent, that should disclose the tectonic identity of the Brome complex, is not easily definable due to a lack of sections and to the complexity of the contacts with the neighbouring rocks.

CONTACT AVEC LES ROCHES ENVIRONNANTES

CONTACT WITH NEIGHBOURING ROCKS

Au sud du complexe de Brome, le contact entre le gabbro et les roches sédimentaires apparaît nettement discordant à travers les formations sédimentaires, bien que la foliation du gabbro lui soit sensiblement parallèle. A cet endroit, le contact se trouve à environ 200 pieds au nord de la route. A proximité du contact avec le gabbro, les roches sédimentaires furent portées à une température élevée au point de subir localement une fusion partielle et de se mouvoir à l'état plastique, donnant lieu à une structure bréchoïde (fig. 2). Ce contact apparaît à intervalle sur une distance de plusieurs centaines de pieds.

To the south of the Brome complex, the contact between the gabbro and the sedimentary rocks is clearly unconformable through the sedimentary formations although the foliation of the gabbro is, to a considerable extent, parallel to it. At this locality, the contact is located at approximately 200 feet to the north of the road. Near the contact with the gabbro, the temperature of the sedimentary rocks rose to a point where they locally underwent partial melting and plastic motion giving rise to a brecciated structure (Fig. 2). This contact is visible intermittently over a distance of several hundred feet.

Vers l'est, à la naissance d'un escarpement sur le versant de la colline de gabbro, on remarque à flanc de coteau un contact net entre le gabbro et les cornéennes à cordiérite. Ce contact semble à peu près vertical, quoi qu'il ne soit pas exposé sur une distance suffisante pour en évaluer le pendage de façon certaine.

Eastward, a sharp contact between the gabbro and cordierite hornfels may be seen at the beginning of an escarpment on the slope of the hill of gabbro. This contact appears more or less vertical although its exposure is not long enough to allow the dip to be determined with any degree of certainty.

Le prolongement ouest du croissant de gabbro se trouve dans les syénites intrusives. Le long de la route longeant le versant est de la colline de Gale, le gabbro se présente en enclaves dans les syénites quartzifères et contient, en bordure de ce contact

The western extension of the gabbro crescent is located in the intrusive syenites. Along the road that follows the east slope of Gale hill, the gabbro forms xenoliths within the quartziferous syenites and, near the edge of this contact with the syenites, contains

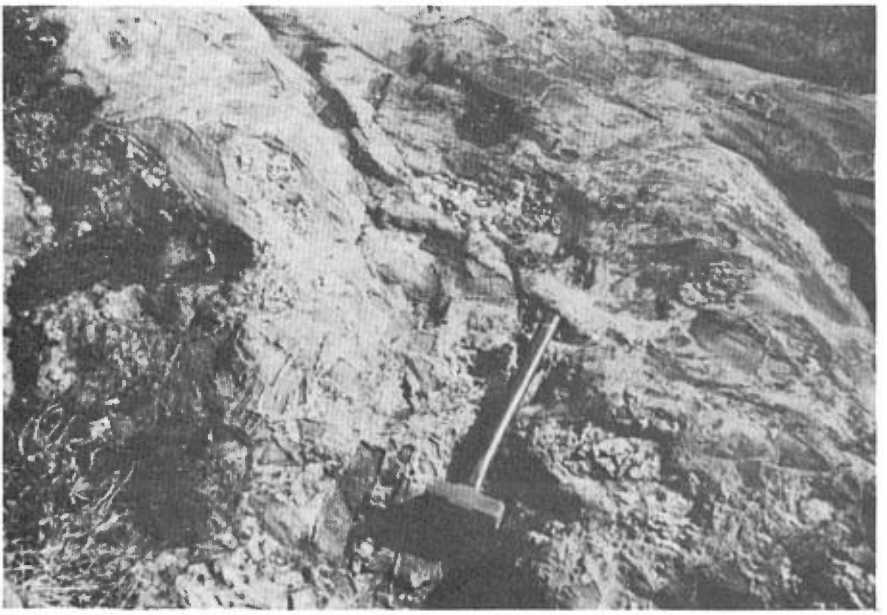


FIGURE 2 - Brèche formée par le rhéomorphisme des roches sédimentaires au contact du gabbro dans la partie sud du complexe de Brome. / *Breccia formed by the rheomorphism of sedimentary rocks at the contact with the gabbro, in the south of the Brome complex.*

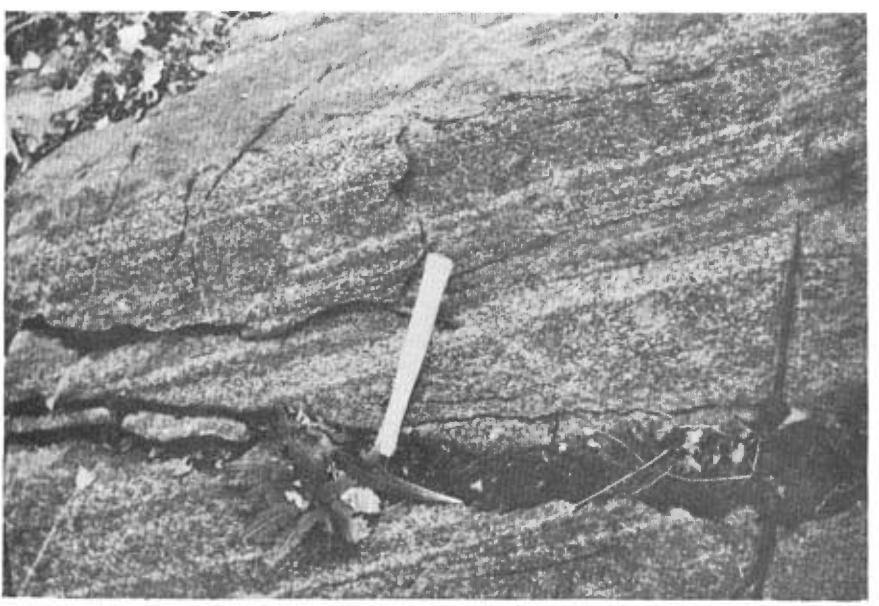


FIGURE 3 - Gabbro rubané au sud du lac Bromont./*Banded gabbro south of Bromont lake.*

avec les syénites, de nombreuses enclaves de roches sédimentaires, en particulier des dolomies impures qui furent transformées en roches à wollastonite, mélilite, grenat grossulaire, scapolite et sphène. Le gabbro à cet endroit fut complètement transformé par l'assimilation plus ou moins prononcée des roches sédimentaires.

a large number of xenoliths made up of sedimentary rocks, particularly dolomites that have been transformed into rocks containing wollastonite, melilite, grossularite, scapolite and sphene. In this area, the gabbro has suffered complete transformation as a result of more or less pronounced assimilation of sedimentary rocks.

Ce sont les principaux contacts qu'il est possible d'observer à la base de la formation de gabbro. Au sommet de la formation, un contact avec des syénites apparaît au sud du lac Bromont, dans la courbure de la rue Multimore. La syénite à grain grossier est nettement intrusive dans le gabbro. Aucune zone de trempe n'a été remarquée dans le gabbro.

Only the main contacts may be observed at the base of the gabbro formation. At the top of the formation, a contact with syenites becomes visible to the south of Bromont lake, in the curve on Multimore street. The coarse-grained syenite clearly intrudes the gabbro. No tempered zone was observed in the gabbro.

PETROGRAPHIE

PETROGRAPHY

La majeure partie de la formation de gabbro consiste en une roche brun rouille, cette couleur provenant de l'oxydation des minéraux ferro-magnésiens en général et de l'altération de l'olivine en particulier. Ces gabbros montrent généralement une foliation et occasionnellement un rubanement au sein duquel prennent place, à quelques endroits, des faciès de leucogabbros gris bleuâtre et des faciès très riches en minéraux ferromagnésiens et en oxydes (ferrogabbros). On peut remarquer également des gabbros massifs caractérisés par de grands cristaux poecilitiques d'amphibole. Ce dernier type de gabbro forme cependant une très faible partie des gabbros du complexe de Brome.

Most of the gabbro formation consists of a rusty-brown rock, the colour being due to the oxidation of ferromagnesian minerals in general and to the alteration of olivine in particular. These gabbros are generally foliated, showing occasional banding in the midst of which, in some places, facies of bluish grey leucogabbros and facies that are very rich in ferromagnesian minerals and oxides (ferrogabbros) are present. Massive gabbros, characterized by large poikilitic amphibole crystals, may also be observed. However, the latter type constitutes a very small proportion of the gabbros in the Brome complex.

Le gabbro le plus répandu consiste généralement en une roche à grain moyen montrant sur la plupart des affleurements une foliation marquée

The most common gabbro is generally a medium-grained rock that, on most exposures, shows a foliation marked by the subparallel orientation

par l'orientation subparallèle des plagioclases et l'alignement des minéraux ferromagnésiens. A certains endroits, en particulier le long de la courbure de la rue Multimore au sud du lac Bromont, cette foliation prend l'allure d'un véritable rubanement. (fig. 3). Ce rubanement est mis en évidence par l'alternance de zones riches en minéraux ferromagnésiens et de zones felsiques. Il s'agit localement d'un litage rythmique où chacune des couches mesure environ 2 pouces d'épaisseur. Nous avons relevé exceptionnellement une bande mafique d'un pied d'épaisseur. En général, la variation de composition dans le gabbro est graduelle d'une couche à l'autre de sorte qu'il n'y a pas de contact net entre les couches felsiques et les couches mafiques.

of the plagioclases and by the alignment of the ferromagnesian minerals. In certain places, in particular along the curve on Multimore street to the south of Bromont lake, this foliation becomes actual banding (Fig. 3). This banding is emphasized by the alternation of ferromagnesian-rich and felsic zones. It corresponds to a localized rhythmic bedding where each layer is about 2 inches thick. Exceptionally, we have measured a mafic band that had a thicknéss of one foot. In general, the variation in the composition of the gabbro is gradational resulting in the absence of clear contacts between the felsic and mafic layers.

Bien qu'en général la variation de composition soit de faible importance, nous avons noté localement un banc de leucogabbro d'environ 2 pieds d'épaisseur intercalé dans un gabbro à olivine. Ailleurs, des bancs de gabbros mafiques ne contenant pas plus de 5 à 10% de feldspath sont en interlits dans un gabbro de composition moyenne. Le leucogabbro forme également quelques rares affleurements et quelques enclaves semi-circulaires nettement isolées dans le gabbro à olivine.

Although the variation in the composition is of minor importance, a layer of leucogabbro intercalated in an olivine gabbro and measuring about 2 feet in thickness was observed locally. Elsewhere, layers of mafic gabbro that contain no more than 5 to 10% feldspar are interbedded in a gabbro of average composition. The leucogabbro forms a few rare outcrops and a small number of semi-circular xenoliths that are clearly isolated in the olivine gabbro.

La minéralogie de ces gabbros est généralement assez simple; elle se résume au plagioclase, au clinopyroxène, à l'olivine, à l'amphibole brune et à des quantités accessoires de magnétite, ilménite, apatite, sphène, biotite, chlorite et zircon. La composition modale des principaux types de gabbro est présentée au tableau 3.

The mineralogy of these gabbros is generally simple; it reduces itself to plagioclase, clinopyroxene, olivine, brown amphibole and accessory magnetite, ilmenite, apatite, sphene, biotite, chlorite and zircon. The modal composition of the main types of gabbro is shown in Table 3.

TAB. 3 - ANALYSES MODALES DES GABBROS
MODAL ANALYSES OF GABBROS

	Gabbro folié *Foliated gabbro*	Ferrigabbros *Ferrigabbros*	Gabbro à amphiboles *Amphibole gabbro*
Plagioclase	59.4	32.4	60.1
Olivine	3.9	3.7	0
Pyroxène	19.7	39.7	3.6
Amphibole	3.4	2.9	26.3
Biotite	0.4	0	0.4
Magnétite + ilménite	12.3	20.4	6.9
Apatite	0.9	0.9	2.7
Points comptés *Counted points*	18 327	2460	1958

Le plagioclase, le minéral prépondérant dans ces gabbros, se présente en lattes d'une longueur de 1 à 4 mm, parallèles à (010). Les grains, qui sont généralement subautomorphes et localement zonés, montrent de nombreuses macles. On remarque dans plusieurs lames minces de petits cristaux de plagioclase en inclusion dans les pyroxènes et même dans l'olivine. Un relevé de la calcicité des plagioclases dans 140 échantillons de gabbro a révélé les compositions montrées ci-dessous.

The predominant mineral in these gabbros, plagioclase, occurs as 1 to 4 mm long laths that are parallel to (010). The grains are generally subhedral and locally zoned showing abundant twinning. In thin section, small plagioclase crystals may be seen as inclusions in the pyroxenes and even in the olivine. Measurement of plagioclase calcicity in 140 samples of gabbro revealed compositions shown in the following table.

TAB. 4 - DISTRIBUTION DE LA CALCICITE DES PLAGIOCLASES DANS LES GABBROS
DISTRIBUTION OF THE CALCICITY OF PLAGIOCLASES IN THE GABBROS

Pourcentage des échantillons *Percentage of samples*	Calcicité des plagioclases (% en poids) *Calcicity of plagioclases (weight %)*
41.8	50-60 An/Ab + An
12.1	60-65
9.1	65-70
15.0	70-75
14.2	75-80
7.8	80-85

Nous remarquons que la composition des plagioclases varie entre le labrador et la bytownite. La composition de ces plagioclases fut portée sur une carte, mais il est impossible de relier la composition à la position de l'échantillon dans le croissant de gabbro (fig. 4). Il n'est pas possible non plus à ce stade de notre étude de relier la calcicité du plagioclase à la composition modale de la roche ou à la composition des autres minéraux présents, tels l'olivine et le clinopyroxène. La figure 5 montre la distribution aléatoire de la composition du plagioclase en fonction de la composition de l'olivine dans les gabbros de Brome.

One can observe that the composition of the plagioclase varies between labradorite and bytownite. These compositions were transcribed to a map but it is not possible to relate the composition to the sample sites within the gabbro crescent (Fig. 4). It is also impossible, at this stage in our investigation, to relate the plagioclase calcicity to the modal composition of the rock or to the composition of the other minerals present, namely olivine and clinopyroxene. Figure 5 shows the random distribution of the plagioclase composition as a function of the composition of olivine in the Brome gabbros.

Le pyroxène est le deuxième minéral en importance dans la roche et il s'agit invariablement d'un clinopyroxène, l'augite. Ce clinopyroxène apparaît en cristaux xénomorphes variant en moyenne entre 1 et 3 mm. Ce minéral n'est généralement pas pléochroïque; il est entouré d'un mince liséré d'amphibole brune et contient dans certains cas quelques taches d'amplibole brune à l'intérieur des grains. On remarque sur des plages isolées de ce minéral un mince treillis de fines aiguilles opaques et sur les clivages de certains cristaux, une exsudation marquée de magnétite et d'ilménite. Plusieurs cristaux de pyroxènes sont maclés et certains contiennent de petites inclusions de plagioclase (fig. 6).

The pyroxene is the second most important mineral in the rock and it is invariably a clinopyroxene, augite. This clinopyroxene is present as xenomorphic crystals, the average size varying between 1 and 3 mm. This mineral is not generally pleochroic; it is surrounded by a thin edge of brown amphibole and, in some cases, contains a few spots of brown amphibole within the grains. A thin lattice of delicate opaque needles may be seen on isolated grains of this mineral and the cleavage surfaces of some of its crystals presents an exudation marked by magnetite and ilmenite. Many pyroxene crystals are twinned and some contain small plagioclase inclusions (Fig. 6).

Les propriétés optiques de quelques échantillons de pyroxènes représentatifs des gabbros sont montrés au tableau 5. Ces pyroxènes sont des augites selon la classification de Poldervaart et Hess (1951).

Table 5 presents the optical properties of pyroxene samples that are representative of the gabbros. These pyroxenes are augites according to the classification by Poldervaart and Hess (1951).

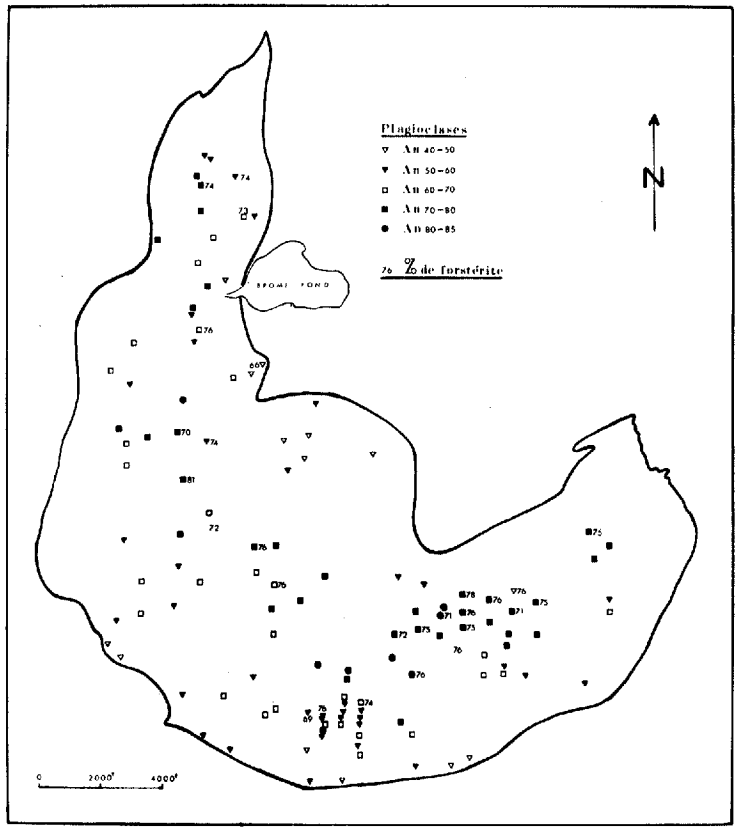


FIGURE 4 - Distribution de la composition des plagioclases et des olivines dans le massif de gabbro./*Distribution of the composition of plagioclases and olivines in the body of gabbro.*

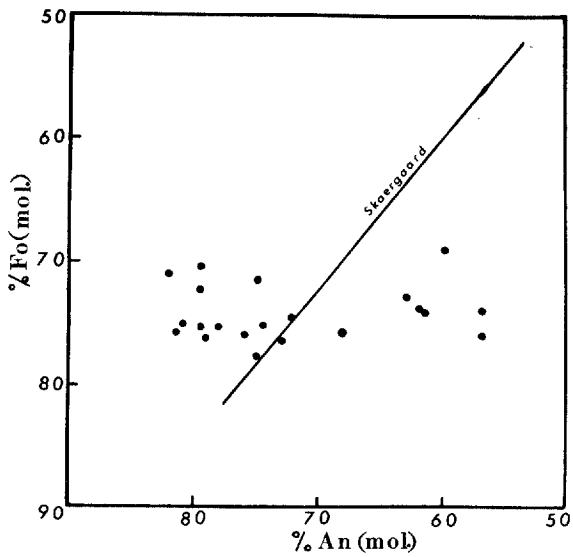


FIGURE 5 - Distribution de la composition de l'olivine en fonction de la composition du plagioclase dans les gabbros. La même distribution pour les roches du Skaergaard se situe sur une droite. /*Distribution of the composition of the olivine as a function of the distribution of the plagioclase in the gabbros. The same distribution for the Skaergaard rocks forms a straight line.*

TAB. 5 - PROPRIETES OPTIQUES ET COMPOSITION DES PYROXENES
OPTICAL PROPERTIES AND COMPOSITION OF PYROXENES

No de l'échantillon *No of sample*	Ny	2Vz	ZAC	Composition Wo -En -Fs			Composition du plagioclase associé *Composition of associated plagioclase*
V-14	1.694	44°	42°	37	41	22	An_{62}
15V-4	1.696	50°	46°	37	42	20	An_{76}
8V-18	1.694	51°	48°	42	40	18	An_{50}
15V-1	1.694	49°	46°	40	38	22	An_{75}
7V-30	1.698	50°	45°	41	34	25	An_{63}

L'olivine magnésienne apparaît généralement en faible quantité dans un grand nombre d'échantillons. Ce minéral est, à plusieurs endroits, altéré en un agrégat rougeâtre, l'iddingsite, et montre le long de ses craquelures une exsudation de poussières opaques. Nous avons mentionné précédemment que certains cristaux d'olivine ont de petites inclusions de plagioclase. Localement, l'olivine est enveloppée comme le pyroxène d'un liséré d'amphibole brune. La composition de l'olivine varie de façon aléatoire de Fo_{66} à Fo_{78}, indépendamment de la position stratigraphique de l'échantillon (fig.4).

Magnesian olivine is present, generally in small quantities, in a very large number of samples. In many places, this mineral is altered into a reddish aggregate of iddingsite and shows an exudation of opaque dust along small cracks. It was mentioned previously that some olivine crystals contain small plagioclase inclusions. Similarly to pyroxene, the olivine is locally surrounded by a margin of brown amphibole. The composition of the olivine varies at random from Fo_{66} to Fo_{78}, and is independent of the stratigraphic position of the sample (Fig. 4).

L'amphibole brune, la kaersutite, constitue une faible proportion de ce type de gabbro, mais à certains endroits ce minéral devient un des principaux minéraux de la roche. Ce faciès de gabbro est décrit dans la section: *Gabbro à phénocristaux poecilitiques d'amphibole.*

The brown amphibole, kaersutite, constitutes a small proportion of this type of gabbro, but in certain places, this mineral becomes one of the most important in the rock. This facies of the gabbro is described under the section: *Gabbro containing poikilitic amphibole phenocrysts.*

Les minéraux opaques apparaissent sous le microscope minéragraphique en grains accolés de magnétite et d'ilménite mais surtout en grands cristaux de magnétite recoupés de larges lamelles croisées d'ilménite.

Under the reflecting microscope, the opaque minerals appear as touching grains of magnetite and ilmenite but are mainly present as large magnetite crystals cut by wide crossed laminae of ilmenite.

La biotite est généralement un minéral accessoire des gabbros de Brome, mais en bordure du contact avec les roches sédimentaires et au sud du lac Bromont dans la courbure de la rue Multimore on observe une quantité appréciable de grands feuillets de biotite brun roux foncé associés aux minéraux opaques.

Biotite is generally an accessory mineral in the Brome gabbros but along the edge of the contact with the sedimentary rocks and to the south of Bromont lake in the curve of Multimore street, an appreciable quantity of large, dark reddish brown biotite scales may be seen in association with the opaque minerals.

La néphéline ne figure que dans une lame mince de gabbro sur plus de cent lames minces étudiées. On remarque dans cette lame une altération plus prononcée que dans la majorité des gabbros. La néphéline est interstitielle entre les grains de plagioclase et elle est fortement altérée en séricite. Les clinopyroxènes ont un pléochroïsme rose saumon à incolore et sont entourés d'une amphibole vert olive foncé du type ferro-hastingsite (B^- avec un angle 2V faible).

Of over one hundred gabbro thin sections examined, nepheline is only present in one and alteration is more pronounced in that section than in the majority of the gabbros. The nepheline is interstitial between the grains of plagioclase and is highly sericitized. Pleochroism in the clinopyroxenes varies from salmon-pink to colourless and the mineral grains are surrounded by a dark olive-green amphibole of the ferro-hastingsite type (B^- with a low 2V angle).

GABBRO A PHENOCRISTAUX POECILITIQUES D'AMPHIBOLE

Nous avons mentionné précédemment que certains faciès du gabbro étaient riches en phénocristaux poecilitiques d'amphibole brune; un affleurement caractéristique de ce faciès a été noté à la croisée des routes menant au parc Fairmont dans la partie sud-ouest de la région. Certains cristaux atteignent plusieurs pouces de longueur, mais ils sont tellement remplis d'inclusions qu'ils n'apparaissent généralement, en lame-mince, que sous forme de lisérés d'amphibole brune en continuité optique autour des clinopyroxènes.

GABBRO CONTAINING POIKILITIC AMPHIBOLE PHENOCRYSTS

It has been mentioned previously that certain gabbro facies were rich in brown poikilitic amphibole phenocrysts; a characteristic outcrop of this facies was noted at the intersection of the roads leading to Parc Fairmont in the southwestern part of the area. Some crystals are several inches in length, but they are filled with inclusions to such an extent that they show up in thin section as optically continuous brown amphibole edgings around the clinopyroxene grains.

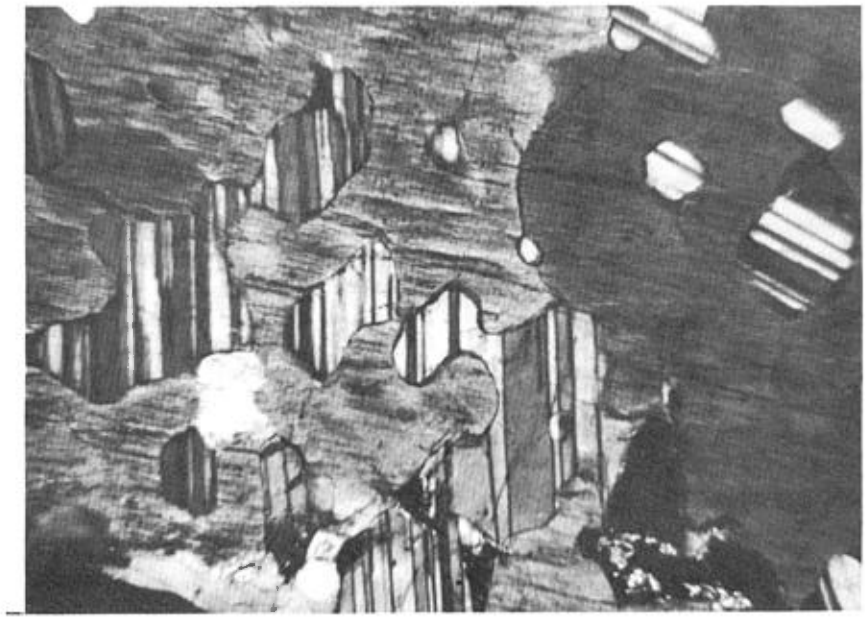


FIGURE 6 - Photomicrographie d'inclusions de plagioclase résorbé en continuité optique dans le pyroxène. / *Photomicrograph of resorbed plagioclase inclusions in optical continuity in the pyroxene.*

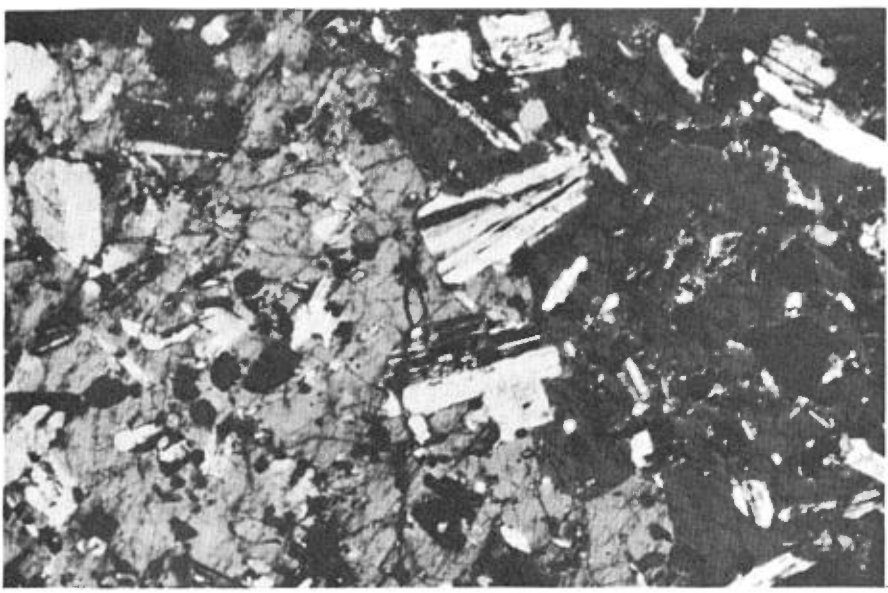


FIGURE 7 - Photomicrographie d'inclusions de plagioclase dans les cristaux poecilitiques de kaersutite. / *Photomicrograph of plagioclase inclusions in poikilitic kaersutite crystals.*

Quelques échantillons de gabbro contiennent un pourcentage élevé d'amphibole brune. L'analyse modale de l'un de ces échantillons (8V-13), dont nous avons rapporté l'analyse chimique au tableau 12, est présentée ci-dessous:

A few samples of gabbro contain a high percentage of brown amphibole. The modal analysis of one of these samples for which the chemical analysis is presented in Table 12 (8V-13) follows:

Composition modale		Modal composition
Plagioclase (An_{58})	58.0 %	Plagioclase (An_{58})
Amphiboles	24.0 %	Amphiboles
Clinopyroxènes	2.3 %	Clinopyroxenes
Apatite	7.3 %	Apatite
Magnétite-ilménite	8.2 %	Magnetite-ilmenite
Biotite	0.2 %	Biotite

Les plagioclases bien maclés sont sub-automorphes. Certains cristaux montrent un zonage prononcé, mais la limite des zones dessine des contours irréguliers dans certains cristaux. Plusieurs plagioclases apparaissent en inclusions dans l'amphibole brune (fig.8).

Plagioclases that show well-developed twinning are subhedric. Some crystals are intensely zoned but the outline of these zones sketches irregular contours in some crystals. Many plagioclases are present as inclusions in the brown amphibole (Fig. 8).

L'amphibole a une forte absorption de couleur brun roux et montre une surface couverte de poussières opaques. Cette amphibole se présente de deux façons: 1) sous forme de grands cristaux enveloppant les autres minéraux d'un liséré en continuité optique qui serpente à travers la lame mince pour former localement des plages importantes aux contours dentelés 2) sous forme de taches à l'intérieur des grains de pyroxène; ces taches peuvent être interprétées comme un simple remplacement du pyroxène.

The amphibole presents a strong reddish brown absorption and is covered by opaque dust at the surface. This amphibole occurs in two different ways: 1) as large crystals that form optically continuous edgings around the other minerals winding their way through the thin section and locally forming important concentrations with jagged outlines, 2) as spots within the pyroxene grains; these spots may be interpreted simply as pyroxene replacement.

Les minéraux accessoires sont le sphène, la séricite, la chlorite et l'épidote. Les minéraux opaques, généralement constitués d'une intercroissance de magnétite et d'ilménite, sont enveloppés de biotite.

The accessory minerals are sphene, sericite, chlorite and epidote. The opaque minerals, generally intergrown magnetite and ilmenite, are surrounded by biotite.

Les clinopyroxènes sont les mêmes que ceux dans le type de gabbro décrit précédemment à l'exception qu'ils sont plus ou moins résorbés et qu'ils portent de nombreuses taches d'amphibole brune qui ne semblent nulle part controlées par la structure du cristal.

The clinopyroxenes are the same as those found in the type of gabbro described previously except that they are more or less resorbed and that they contain a large number of brown amphibole spots that do not appear to be controlled by the crystal structure.

L'olivine est généralement absente dans ce type de gabbro et lorsqu'elle est présente, elle ne forme que des reliques au sein d'une enveloppe rouge d'iddingsite.

Olivine is generally absent from this type of gabbro and when present, it only constitutes relics within a red iddingsite envelope.

La composition de l'amphibole de l'échantillon 8V-13 (tab. 6) fut déterminée à la microsonde par R. Coy-Yll et G. Archambault qui utilisèrent comme minéral standard une kaersutite fournie par M. Frisch. La composition de cette amphibole s'apparente à celle d'une kaersutite selon la classification de Leake (1968).

R. Coy-Yll and G. Archambault determined, by microprobe analyses, the composition of the amphibole in sample 8V-13 (Table 6) using a kaersutite supplied by M. Frisch as mineral standard. The amphibole composition resembles that of a kaersutite according to Leake's (1968) classification.

TAB. 6 - ANALYSE D'UNE AMPHIBOLE POECILITIQUE
ANALYSIS OF POIKILITIC AMPHIBOLE

Amphibole de l'échantillon 8V-13 *Amphibole of sample 8V-13*		Cations calculés pour une formule de 24 (0,OH) *Cations calculated for a formula of 24 (0,OH)*		
SiO_2	42.14	Si	6.58	8.00
Al_2O_3	8.35	Al	1.42	
TiO_2	6.40	Al	0.12	5.28
Fe_T	9.09	Fe	1.19	
MgO	13.83	Mg	3.22	
CaO	12.53	Ti	0.75	
Na_2O	2.81	Ca	2.10	3.16
K_2O	1.04	Na	0.85	
		K	0.21	
	96.19			

AUTRES FACIES DU GABBRO

Les bancs de leucogabbros et les affleurements sporadiques de leucogabbros sont des roches gris bleuâtre à grain moyen qui comportent localement jusqu'à 100% de plagioclase. Cette composition extrême passe imperceptiblement à une roche contenant environ 15% de clinopyroxène et de minéraux opaques. Un affleurement expose un banc de leucogabbro d'environ deux pieds d'épaisseur en contact net avec le gabbro à olivine brun rouille. Ces bancs ne peuvent pas être suivis sur le terrain en raison de la faible superficie des affleurements.

La composition du plagioclase ne varie pas beaucoup entre le banc de leucogabbro et le gabbro à olivine adjacent; le leucogabbro a un plagioclase de calcicité An_{76} alors que le plagioclase du gabbro à olivine a une calcicité de An_{78}. La composition de l'olivine est Fo_{70}. Le plagioclase se présente généralement en grains plus grossiers dans le leucogabbro (environ 4 mm) que dans le gabbro adjacent (1 à 2 mm). La bordure des grains de plagioclase est bien maclée et zonée.

Les pyroxènes contiennent des inclusions de plagioclase et montrent de fines aiguilles de magnétite et d'ilménite arrangées en treillis. On remarque également des taches éparses d'amphibole brune sur le pyroxène. Quelques affleurements isolés de leucogabbros dans la partie sud du complexe de Brome ont les mêmes caractéristiques sauf que le plagioclase est moins calcique (An_{60} en moyenne). Les minéraux opaques se composent d'une intercroissance de magnétite et d'ilménite.

OTHER FACIES IN THE GABBRO

The leucogabbros that form beds and sporadic outcrops are bluish grey, medium-grained rocks that contain locally up to 100% plagioclase. This extreme composition grades slowly into a rock that contains approximately 15% clinopyroxene and opaque minerals. A sharp contact between a 2-foot thick layer of leucogabbro and a rusty brown olivine gabbro is exposed in an outcrop. Because of the limited exposure, however, one cannot follow these layers in the field.

Variation is slight between the composition of the plagioclase in the layer of leucogabbro and in the adjacent olivine gabbro; calcicity of the leucogabbro plagioclase is An_{76} while that of the olivine gabbro plagioclase is An_{78}. The olivine composition is Fo_{70}. Plagioclase grain size is generally coarser in the leucogabbro (about 4 mm) than in the adjacent gabbro (1 to 2 mm). The margin of the plagioclase grains shows well developed twinning and is intensely zoned.

The pyroxenes contain plagioclase inclusions and show lattice arrangements of fine magnetite and ilmenite needles. One can also notice sparse spots of brown amphibole on the pyroxene grains. A few isolated leucogabbro outcrops in the south of the Brome complex have similar characteristics except that the plagioclase is less calcic (An_{60} on average). The opaque minerals consist of intergrown magnetite and ilmenite.

FERRIGABBROS

Nous appelons "ferrigabbro", un gabbro riche en fer, mais dans lequel la richesse en fer se manifeste par une quantité importante de magnétite et d'ilménite, par opposition à "ferrogabbro" qui est un gabbro riche en fer, mais dont le fer se loge surtout dans les silicates (Mathison, 1967). Les ferrigabbros se présentent en affleurements isolés dans le gabbro à olivine ou en bandes mafiques au sein des gabbros rubanés. Il s'agit en général d'une roche foncée composée d'une intercroissance de magnétite et d'ilménite qui peut atteindre 20% de la roche. La magnétite et l'ilménite composent presque la mésostase entre les cristaux d'accumulation automorphes à subautomorphes de clinopyroxène, les cristaux d'olivine et les quelques cristaux xénomorphes de plagioclase.

Les clinopyroxènes ont un pléochroïsme rose pâle dans les gabbros rubanés et rose foncé dans certains affleurements isolés. Ils montrent une forte dispersion des axes optiques ($r > v$). Dans certains échantillons, ces pyroxènes composent près de 90% de la roche. Il s'agit habituellement de l'augite titanifère.

L'olivine est légèrement altérée en serpentine et a un $2V_x$ d'environ 85°, soit une composition approximative de Fo_{75}. La hornblende brune n'est qu'un élément accessoire dans ce type de gabbro.

FERRIGABBROS

The term "ferrigabbro" refers to an iron-rich gabbro in which the enrichment in iron reveals itself as large quantities of magnetite and ilmenite; this is in opposition to "ferrogabbros" which are iron-rich gabbros, but in which the iron is present in silicates (Mathison, 1967). The ferrigabbros may be seen in isolated outcrops within the olivine gabbros or as mafic layers in banded gabbros. It consists generally of dark rock that may contain up to 20% intergrown magnetite and ilmenite. These minerals form almost the entire groundmass between euhedral to subhedral clinopyroxene crystals, olivine crystals and a few anhedral grains of plagioclase.

In the banded gabbros, the clinopyroxenes show a light pink pleochroism; in some isolated outcrops, this pleochroism is of a deep pink. They show a strong dispersion of the optic axes ($r > v$). In some samples, these pyroxenes, generally titaniferous augite, form close to 90% of the rock.

The olivine is somewhat altered into serpentine and has a $2V_x$ angle of about 85°, which approximates an Fo_{75} composition. Brown hornblende is only an accessory mineral in this type of gabbro.

GABBROS DE CONTACT

Quelques échantillons de gabbro prélevés en bordure des cornéennes à cordiérite contiennent du quartz; les plagioclases sont fortement zonés et les minéraux ferromagnésiens se résument à la biotite et à quelques agrégats d'ouralite.

Le long de la rue Multimore, près du contact avec les syénites, les gabbros se composent d'une quantité plus importante de biotite et les plagioclases font place à des antiperthites alors que l'olivine (Fo_{66}) est encore présente. Ces observations suggèrent que les gabbros furent localement contaminés par des venues syénitiques. (Valiquette et Archambault 1970, p.494).

PORPHYRES FELDSPATHIQUES

Sur le versant nord-est de la colline de Pine, un porphyre feldspathique occupe une masse presque circulaire d'au moins 1000 pieds de diamètre dans les syénites quartzifères. Ce porphyre feldspathique, qui se situe dans le prolongement nord-est du croissant de gabbro, s'apparente au gabbro par sa composition minéralogique, sa composition chimique et ses relations d'âge. Des enclaves de ce type de roche furent trouvées dans les pulaskites le long de la rue Laprairie dans la partie nord-ouest du complexe de Brome et dans les monzodiorites à néphéline au nord du village de Iron Hill.

Ce porphyre feldspathique consiste, dans la partie nord-est de la colline de Pine, en une roche massive de couleur noire montrant des phénocristaux de plagioclase atteignant 1 pouce de longueur dans une mésostase aphanitique

CONTACT GABBROS

Quartz is present in a few gabbro samples that were collected near the contact with the cordierite hornfels; plagioclases are intensely zoned and the only ferromagnesian minerals present are biotite and a few aggregates of uralite.

Near the contact with the syenites, along Multimore street, the gabbros contain a larger quantity of biotite and the plagioclase is replaced by antiperthite while olivine (Fo_{66}) is still present. These observations suggest that the gabbros were locally contaminated by syenitic intrusions (Valiquette and Archambault, 1970, p.494).

FELDSPATHIC PORPHYRIES

On the northeast slope of Pine hill, a feldspathic porphyry forms a near-circular mass of at least 1000 feet in diameter within the quartz syenites. This feldspathic porphyry, located along the northeast extension of the gabbro crescent, is similar to the gabbro as far as mineralogical and chemical compositions and age relations are concerned. This rock-type was found forming xenoliths in pulaskites along Laprairie street in the northwestern part of the Brome complex and in nepheline monzodiorites north of Iron Hill village.

In the northeastern part of Pine hill, this feldspathic porphyry is a black massive rock that contains plagioclase crystals up to 1 inch in length in an aphanitic groundmass that has a coal-like luster. This rock is generally

au lustre charbonneux. Cette roche est généralement magnétique. Aux endroits où il forme des enclaves dans les syénites, ce porphyre se présente comme une roche noire à matrice microcristalline couverte de phénocristaux blancs rectangulaires de plagioclase. Ces phénocristaux ont localement une orientation sub-parallèle.

magnetic. In areas where it forms xenoliths in the syenites, this porphyry shows up as a black rock with a microcrystalline matrix covered with white, rectangular plagioclase phenocrysts. These locally present a subparallel orientation.

La composition microscopique de la roche varie beaucoup d'un endroit à l'autre de la région, mais on retrouve partout des phénocristaux de plagioclase dont la composition se situe autour de An_{50}. Ce plagioclase est nettement maclé; certains cristaux sont fortement zonés du centre jusqu'à la bordure, les uns sont en lattes, les autres sont plus ou moins arrondis et envahis par la mésostase.

The microscopic composition of the rock varies considerably from one area to the other within the region, but plagioclase phenocrysts with a composition around An_{50} are found in all areas. This plagioclase is clearly twinned and a few crystals show heavy zoning from the center to the sides; some crystals form laths while others are more or less rounded and overrun by the groundmass.

Le clinopyroxène apparaît en grands phénocristaux jusqu'à 8 mm de longueur finement zonés du centre à la bordure. Il a un pléochroïsme brun rosé semblable à celui qui apparait dans certains ferrigabbros. Cependant, dans plusieurs lames minces, le pyroxène ne montre que des reliques ayant un coeur de pseudomorphes de hornblende brune et de biotite. Dans plusieurs lames minces, les contours des minéraux sont nettement définis et automorphes malgré l'altération. Quelques cristaux d'olivine fortement altérés sont présents dans certains faciès de la roche.

The clinopyroxene forms large phenocrysts, up to 8 mm in length, delicately zoned from the center to the sides. It shows a pinkish brown pleochroism similar to the one visible in some ferrigabbros. In several thin sections, however, the pyroxene is only present as relics formed by pseudomorphic brown hornblende and biotite. Despite the alteration, the mineral shapes are well defined and automorphic as seen in several thin sections. A few, heavily altered olivine crystals are present in some facies of the rock.

Sur le flanc est de la colline de Pine, une enclave de gabbro brun rouille à grain fin a montré en lame mince une grande quantité de clinopyroxènes automorphes finement zonés et des grains d'olivine magnésienne partiellement altérée en serpentine dans une mésostase de petits bâtonnets de hornblende

On the eastern slope of Pine hill, a fine-grained rusty brown gabbro xenolith showed, in thin section, a large quantity of finely zoned euhedral clinopyroxenes and grains of magnesian olivine, partly transformed into serpentinite, in a groundmass composed of small rod-shaped crystals of brown

brune, de minéraux opaques et d'un agrégat cryptocristallin. A deux endroits dans la lame mince, on remarque des cristaux de quartz corrodé.

L'olivine a un angle $2V_x$ d'environ 85°, ce qui correspond à une composition approximative de Fo_{75}. Le cristal d'olivine le plus rapproché du quartz corrodé est à 4 mm et consiste en reliques dans un agrégat phylliteux. On observe des quantités accessoires de carbonate, de minéraux isotropes et de zéolites dans la mésostase. Aucun plagioclase n'a été noté.

Cette roche porte la marque d'un refroidissement rapide et correspond peut-être à la zone de trempe du gabbro. Une analyse chimique d'un échantillon homogène (23V-18) de ce type de roche est présentée au tableau 12.

MONZODIORITE DU MONT GALE

Dans le secteur nord-ouest du complexe de Brome, on peut apercevoir un mont dont le sommet est couvert d'affleurements, c'est la partie nord de la colline de Gale. Cette colline se compose en grande partie d'une roche calco-alcaline que nous avons nommée "monzodiorite". On retrouve quelques enclaves de cette roche dans les syénites alcalines quartzifères (nordmarkites) du prolongement sud de cette colline, au nord de Pine et à quelques autres localités isolés.

Cette roche se situe généralement en dehors du croissant de gabbro; elle est associée à des syénites

hornblende, opaque minerals and a cryptocrystalline aggregate. In two different parts of the thin section, one can see corroded quartz crystals.

The olivine has a $2V_x$ angle of about 85° which corresponds to an Fo_{75} composition. The olivine crystal that is closest to the corroded quartz (4 mm) consists of relics in a aggregate of scaly minerals. Accessory quantities of carbonate, isotropic minerals and zeolites are also present in the groundmass, but no plagioclase was noticed.

This rock shows the characteristics of rapid cooling and may correspond to the border zone of the gabbro. Table 12 presents a chemical analysis of an homogeneous sample (23V-18) of this rock-type.

MOUNT GALE MONZODIORITE

In the northwestern sector of the Brome complex there is a hill with the summit covered with outcrops; it is the northern sector of Gale hill. This hill is underlain primarily by a calc-alkali rock that we called "monzodiorite". A few xenoliths of this rock-type are present in the quartz alkalic syenites (nordmarkites) along the southern extension of the hill, to the north of Pine hill and at a few other isolated localities.

This rock unit is generally located outside the crescent of gabbro; it is associated with the quartz syenites

quartzifères ou aux microsyénites porphyriques de Pine qui la recoupent et la prennent en enclaves à plusieurs endroits.

NOMENCLATURE

Les roches que nous avons nommées "monzodiorite" ont une composition très hétérogène, ce sont à certains endroits de véritables diorites; à une centaine de pieds plus loin, elles peuvent passer à une diorite contenant du feldspath potassique (monzodiorite) ou à une monzonite. Certains échantillons pourraient recevoir le nom de syénites calco-alcalines. A cause de cette hétérogénéité, nous avons choisi un nom composé, susceptible de renfermer la plus grande partie des roches caractéristiques de cette unité lithologique.

PETROGRAPHIE

Les échantillons caractéristiques de cette roche se reconnaissent facilement à leur teinte gris blanchâtre marquée d'un arrangement croisé de feuillets de biotite. Localement, la roche emprunte une teinte brun rouille d'altération et les feuillets de biotite atteignent un pouce de longueur. L'arrangement particulier et l'abondance des feuillets de biotite sont des critères presque infaillibles pour reconnaître cette variété de roches calco-alcalines sur le terrain.

La texture de la roche varie cependant d'un endroit à un autre et cette variation peut généralement être attribuable à la présence de dykes ou de veinules de syénites alcalines. Si nous exceptons les feuillets de biotite, les minéraux des monzodiorites sont de grosseur moyenne.

or with the Pine hill porphyritic microsyenites which cut through it and in which it is often found forming xenoliths.

NOMENCLATURE

The rocks that we called "monzodiorite" have a very heterogeneous composition and, in some places, they are more like diorites; a hundred feet or so away they may become K-feldspar-bearing diorites (monzodiorite) or monzonites. A few samples could be rightly called calc-alkali syenites. Because of this heterogeneity we have selected a compound name likely to include the majority of the rocks that characterize this lithological unit.

PETROGRAPHY

A whitish grey coloration and a crossed arrangement of the biotite flakes make characteristic samples from these rocks easy to recognize. Locally, the rock takes a rusty brown alteration colour and the biotite flakes measure up to one inch in length. The special disposition and the large number of biotite flakes are nearly infallible criteria in recognizing this variety of the calc-alkali rocks in the field.

The texture of the rock, however, varies from one area to another and this variation is generally due to the presence of alkalic syenite dykes or veinlets. With the exception of the biotite flakes, the monzodiorite-forming minerals are medium in size.

Nous avons fait une analyse chimique d'un échantillon frais (tab.12, échantillon IV-2) prélevé dans une section récemment dynamitée sur le sommet de la colline de Gale. L'analyse modale de cet échantillon par le comptage de 1100 points a révélé les résultats suivants:

A chemical analysis was performed on a fresh sample obtained from a recently blasted section on the summit of Gale hill (Tab. 12, sample IV-2). From the counting of 1100 points, this sample revealed the following modal analysis:

Plagioclase et antiperthites	84.6 %	Plagioclase and antiperthites
Biotite	7.5 %	Biotite
Clinopyroxène	4.7 %	Clinopyroxene
Minéraux opaques	2.3 %	Opaque minerals
Apatite	0.6 %	Apatite
Sphène	0.3 %	Sphene
Hornblende	traces	Hornblende

Cette analyse modale n'est évidemment pas caractéristique de l'ensemble de la monzodiorite qui est très hétérogène.

This modal analysis is obviously not characteristic of the monzodiorite unit as a whole which is very heteregeneous.

Bien que certains échantillons contiennent surtout des antiperthites et seulement quelques rares grains individualisés de plagioclase, la plupart des échantillons représentatifs de la monzodiorite contiennent deux feldspaths distincts: un plagioclase et un feldspath alcalin. Dans les faciès dioritiques, le plagioclase est généralement zoné et sa composition varie de An_{50} au centre à An_{26} en bordure. Le centre des grains est couvert d'une fine poussière opaque qui assombrit la surface. Plusieurs grains de plagioclase apparaissent sous forme de grands cristaux bien maclés au centre et antiperthitiques en bordure. Certaines lames minces montrent surtout des phénocristaux d'antiperthite engrenés où le feldspath potassique forme des plages irrégulières dans le plagioclase non maclé. Ces grandes plages d'antiperthite renferment quelques grains de plagioclase aux contours rongés, nettement zonés et maclés.

Althouth some samples contain mainly antiperthite and only a few individual grains of plagioclase, the majority of the representative samples of monzodiorite contain two different feldspars: a plagioclase and an alkali feldspar. Within the dioritic facies, the plagioclase is generally zoned and its composition varies from An_{50} at the center to An_{26} near the edge. The central part of the grains includes a fine opaque dust that darkens the surface. Several plagioclase grains are large crystals with well-developed twinning at the center becomming antiperthitic near the edges. A few thin sections show mainly inmesh antiperthite phenocrysts where the potash feldspar forms irregular zones within the untwinned plagioclase. The large antiperthite zones contain a few clearly zoned and twinned plagioclase grains with pitted outlines.

Le clinopyroxène de la monzodiorite se présente en petits grains dans les feldspaths ou en cristaux atteignant 2.5 mm. Lorsqu'il est en cristaux, il est tacheté de biotite ou d'amphibole brune. Certains de ces grands cristaux de pyroxènes ne montrent plus que des reliques déchiquetées dans de grands feuillets de biotite. Le clinopyroxène a une absorption vert pâle, mais montre peu de pléochroïsme. Il a un angle $2V_Z$ d'environ 60^o et un angle Z ∧ C d'environ 45^o.

The monzodiorite clinopyroxene shows up as small grains in the feldspar or as crystals of up to 2.5 mm in size. The crystals contain spots of biotite or brown amphibole. A few of these large pyroxene crystals show nothing more than fragmented relics within large biotite flakes. The clinopyroxene has a light green absorption but shows little pleochroism. It has a $2V_Z$ angle of about 60^o and a Z ∧ C angle of approximately 45^o.

La biotite a une forte absorption brun roux; elle apparaît en grands feuillets enveloppant les pyroxènes et quelques grains d'amphibole. Les principaux minéraux accessoires sont la hornblende brune, qui se retrouve occasionnellement dans la biotite ou autour des clinopyroxènes, les minéraux opaques, localement entourés de sphène et de biotite dans la hornblende brune, le sphène, l'apatite, les carbonates, le zircon, le rutile, et un zéolite (dans une lame mince). Aucune lame mince n'a montré de quartz et de feldspathoïde.

Biotite has a strong reddish brown absorption; it shows up as large flakes that surround the pyroxenes and a few grains of amphibole. The main accessory minerals are: brown hornblende, that may be found occasionally within the biotite or around the clinopyroxene grains; the opaque minerals, locally surrounded by sphene and biotite in the brown hornblende; sphene; apatite; carbonates; zircon; rutile, and a zeolite (in only one thin section). None of the thin sections showed any quartz or feldspathoids.

MICROSYENITE PORPHYRIQUE DE LA COLLINE DE PINE

La collinede Pine se situe dans la partie est du complexe de Brome; elle s'élève à 1450 pieds d'altitude et domine la plaine au nord-est du village de Iron Hill. Sa face sud montre un escarpement rocheux visible à distance alors que sa face ouest retient un talus d'éboulis composé de gros blocs anguleux provenant du sommet.

PINE HILL PORPHYRITIC MICROSYENITE

Pine hill is located in the eastern part of the Brome complex; it has an elevation of 1450 feet and towers over the plain to the northeast of the Iron Hill village. Its southern face shows a rocky escarpment that may be seen at a distance while its western slope holds a rock-fall talus of large angular blocks originating from the summit.

Cette colline se compose d'une roche verte aphanitique à phénocristaux

This hill is formed of a green aphanitic rock, containing feldspar

de feldspath, une microsyénite porphyrique. L'escarpement de la face sud est le lieu où la roche est la plus caractéristique; la microsyénite y est très homogène et couverte d'une mince pellicule d'altération (2 à 3 mm) de couleur crème à brun chamois. Cette roche prend une grande importance dans le complexe de Brome parce qu'il est fréquent de retrouver hors de Pine des microsyénites semblables en enclaves dans les pulaskites et les nordmarkites, ou recoupées par ces deux types de roche. La microsyénite contient quelques enclaves de monzodiorite à biotite et hornblende ayant des plagioclases fortement zonés.

phenocrysts: a porphyritic microsyenite. The most representative rock is found in the escarpment of the southern exposure; here, the microsyenite is very homogeneous and is covered by a thin (2 to 3 mm) cream to light brown coloured alteration layer. This rock holds an important place in the Brome complex because it is common to find similar microsyenites outside the Pine Hill area, either as xenoliths in pulaskites or nordmarkites or intruded by these rock-types. The microsyenite encloses a few xenoliths of monzodiorite containing biotite and hornblende with intensely zoned plagioclases.

Le versant ouest de Pine se compose généralement d'une roche aphanitique de teinte foncée dans laquelle on peut apercevoir localement des fragments anguleux de divers types. La matrice de cette brèche est généralement syénitique et contient localement quelques phénocristaux de plagioclase de sorte que nous associons cette brèche à la microsyénite de la colline. Nous pouvons apercevoir le même type de brèche dans les pulaskites, à environ 2 milles à l'ouest de la colline. Le long de la rue du Ruisseau, la brèche à matrice microsyénitique renferme surtout des enclaves d'origine sédimentaire. Au nord du même affleurement, la pulaskite fait intrusion dans la brèche. Les mêmes relations entre la pulaskite et la microsyénite se retrouvent près de l'intersection sud des rues Laprairie et Missisquoi, à l'ouest de la colline de Brome. A cet endroit, les deux roches contiennent des venues intrusives plus jeunes (tinguaite). Nous groupons ces microsyénites pour trois raisons: 1) elles montrent sur le terrain les mêmes relations avec les autres types de roches, 2) elles ont la même composition minéralogique et 3) elles contiennent généralement du quartz.

The western slope of Pine hill is generally composed of a dark aphanitic rock in which angular rock fragments of different types may locally be seen. This breccia has a syenitic matrix and locally contains plagioclase phenocrysts so that we associate this breccia with the Pine Hill microsyenite. The same type of breccia may be seen in the pulaskites, about two miles to the west of the hill. Along Ruisseau street, the microsyenitic matrix breccia encloses mainly xenoliths of sedimentary origin. North of this outcrop, pulaskites intrude the breccia. The same relations between pulaskites and microsyenites are found near the intersection of Laprairie and Missisquoi streets, west of Brome hill. At this locality, both rock-types contain younger intrusive rocks (tinguaite). We have included these microsyenites in the same group for three reasons: 1) in the field, they present identical relationship with the other rock-types, 2) they have the same mineralogical compositions and 3) they generally contain quartz.

Le flanc ouest de Pine, à proximité de la route, montre une roche difficile à identifier au premier abord. Il s'agit d'une roche noire aphanitique contenant localement des fragments. A plusieurs endroits, la matrice est nettement microsyénitique tel qu'indiqué précédemment, mais ailleurs on remarque de nombreux fragments d'un microgabbro relié à ce que nous avons nommé un "porphyre feldspathique" et occasionnellement les lames minces montrent une roche aphanitique de texture fluidale contenant plusieurs types d'enclaves dont certaines sont riches en feldspath. Cette matrice fluidale contient des minéraux tels que la cordiérite, la sillimanite, la sapphirine et le spinelle. La sillimanite et la cordiérite apparaissent également dans certains fragments. Il semble donc que les venues gabbroïques aient porté en cet endroit les roches sédimentaires à une température suffisamment élevée pour qu'elles coulent à l'état plastique, ce qui donne à certains faciès une matrice fluidale. Cependant ces observations sont très locales puisque l'ensemble fut repris par les venues syénitiques qui ont donné naissance à la colline de Pine.

The western exposure of Pine hill, near the road, is underlain by a rock that, at first sight, is difficult to identify. Is is a black, aphanitic rock which locally contains fragments. In several places, the matrix is clearly microsyenitic as described above, but elsewhere a large number of microgabbro fragments, related to what we called "feldspathic porphyry", may be seen. Occasionally, in thin section, the aphanitic rock shows a fluidal texture and contains several types of inclusions some of which are rich in feldspar. This fluidal matrix contains minerals such as cordierite, sillimanite, sapphirine and spinel. Sillimanite and cordierite are also present in some fragments. It appears, therefore, that the gabbroic intrusions brought the temperature of the sedimentary rocks to such a high degree to induce plastic flowage resulting in a fluidal matrix in certain facies. These observations are very local, however, because these rocks, as a whole, were reworked by the syenitic intrusions giving rise to Pine hill.

PETROGRAPHIE

La microsyénite caractéristique est celle qui affleure au sommet de la colline de Pine; il s'agit d'une roche aphanitique de teinte verte en cassure fraiche et brun chamois sur les surfaces altérées montrant quelques phénocristaux de feldspaths verdâtres et d'amphibole noire.

Au microscope, on remarque des phénocristaux de plagioclase zoné de 3 mm de longueur dont le centre est nettement maclé selon les lois de l'albite et de Carlsbad. Ces phénocristaux

PETROGRAPHY

The characteristic microsyenite is the one that oucrops at the summit of Pine hill; the rock is aphanitic and greenish on a fresh surface but on the weathered surface, it is light brown containing a few greenish feldspar and black amphibole phenocrysts.

Zoned plagioclase phenocrysts, 3 mm in length showing albite and Carlsbad twinning, may be seen under the microscope. These are xenomorphic and generally contain opaque dust along the

sont xénomorphes et montrent généralement un liséré de poussières opaques ou une chaîne de granules de feldspath entre 0.2 mm et 0.4 mm de leur bordure. Au delà de ce liséré les macles sont interrompues à l'exception, dans certains cas, de la macle de Carlsbad (fig.8).

Le centre de ces plagioclases a la composition d'une andésine sodique alors que la bordure non maclée est une antiperthite. Cette bordure se perd en dentelures dans la mésostase. Certains phénocristaux montrent les mêmes phénomènes de résorption, mais ne sont aucunement maclés; ce sont généralement des microantiperthites plus ou moins kaolinisées.

La mésostase se compose surtout de perthites d'un diamètre moyen de 0.1 mm, d'une amphibole poecilitique vert brunâtre aux contours dentelés, de traces de biotite, d'apatite, de clinopyroxène, de zircon et de minéraux opaques. Le quartz est généralement présent comme minéral interstitiel. On remarque également des granules rouges ou oranges qui sont vraisemblablement de l'iddingsite, mais aucune relique ne permet de reconnaître le minéral primaire que nous soupçonnons être de la fayalite. Cette dernière est présente dans les nordmarkites qui ont une composition très voisine de celle de la microsyénite. Dans la partie nord-est du mont Pine, un échantillon de microsyénite quartzifère a révélé la présence de cristaux de pyrochlore. Nous avons reporté l'analyse chimique d'un échantillon caractéristique de cette roche au tableau 12 (21V-19). Cet échantillon provient du sommet de la colline de Pine.

edge or a string of feldspar granules situated between 0.2 and 0.4 mm from the margin. Beyond this margin, twinning is interrupted with the exception, in certain cases, of the Carlsbad twin (Fig. 8).

The composition of the plagioclases at the center is that of a sodic andesine while the untwinned margin is an antiperthite. This margin disappears in the groundmass through identations. Other phenocrysts show the same resorption phenomena but are untwinned; these are generally more or less kaolinized microantiperthites.

The groundmass is composed primarily of perthite grains of 0.1 mm average diameter, a brownish green poikilitic amphibole with indented contours, traces of biotite, apatite, clinopyroxene, zircon and opaque minerals. Quartz is generally interstitial. One can also see red or orange coloured granules that are probably iddingsite but no relics are found that could permit the identification of the primary mineral that we suspect to be fayalite. The latter is present in nordmarkites that have a composition very near that of the microsyenite. In the northeastern part of Pine hill, a quartz microsyenite sample was found to contain pyrochlore crystals. An analysis of a typical sample from this rock (21V-19) is presented in Table 12. This sample is from the summit of Pine hill.

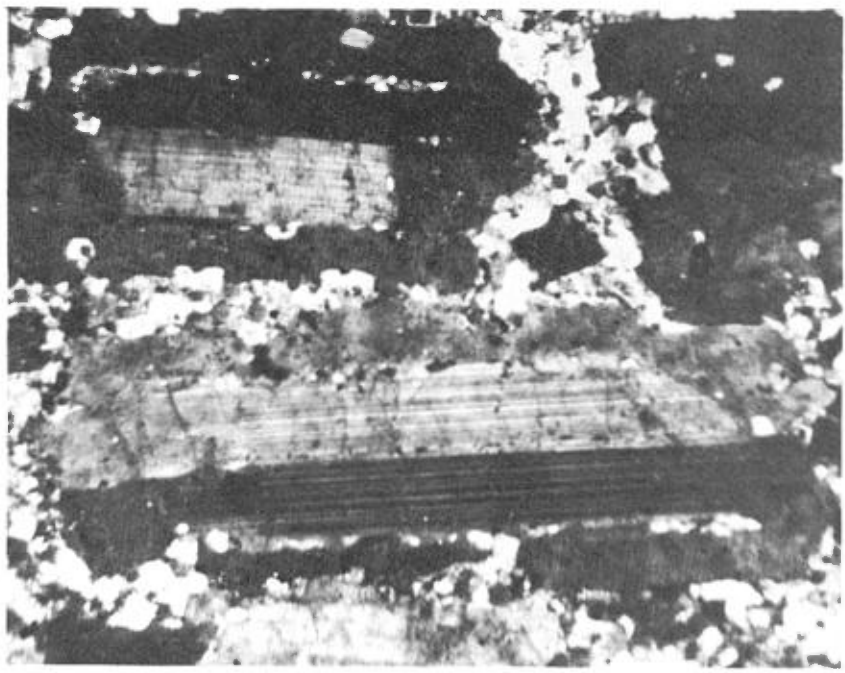


FIGURE 8 - Photomicrographie de phénocristaux de plagioclase enveloppés d'un anneau d'antiperthite dans la microsyénite porphyrique du mont Pine. (NX - X40) / *Photomicrograph of plagioclase phenocryste wrapped in a ring of antiperthite in the Pine Hill porphyritic microsyenite (XN-X40).*

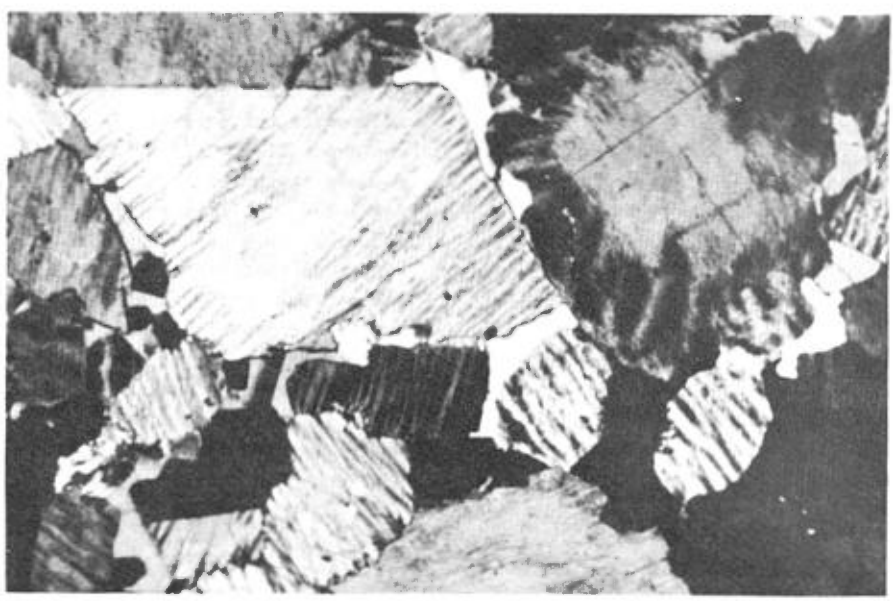


FIGURE 9 - Photomicrographie de nordmarkite caractéristique du mont Brome. Les cryptoperthites passent en bordure à des micromesoperthites. Le quartz est interstitiel. (NX - X16)/*Photomicrograph of typical Mount Brome nordmarkite. The cryptoperthites grade into micromesoperthites along the margin. Quartz is interstitial (XN-X16).*

NORDMARKITE

La colline de Gale se compose en majeure partie d'une syénite grenue de teinte rose en surface d'altération et verte en cassure fraîche. La couleur verte n'est visible que sur un affleurement dynamité en bordure de la route de direction nord qui suit la vallée à l'est de la colline de Gale. Cet affleurement se situe à quelque 800 pieds au sud de la courbe à angle droit de la route Westmount.

D'autres occurrences d'une roche semblable affleurent entre les gabbros et les roches sédimentaires, à proximité du Bull Pond. Un autre petit massif rempli d'enclaves sédimentaires se situe dans la partie sud-est de la région et plusieurs dykes de cette roche font intrusion dans la microsyénite autour de Pine. Quelques rares affleurements se sont mis en place à l'intérieur du croissant de gabbro; on en remarque un en bordure de la partie nord de la rue des Perdrix.

NOMENCLATURE

Le terme "nordmarkite" est utilisé ici dans le sens donné par Barth (1944). Il s'agit d'une syénite constituée de quartz et d'environ 90% de feldspath alcalin. La roche ne doit contenir qu'une variété de feldspath; si elle contient de l'oligoclase, comme l'indique Brogger, ce minéral doit apparaître en lamelles ou en plages dans les microperthites et non en grains individuels. Dans ce dernier cas, la roche devrait se nommer une larvikite. Barth ajoute que le pourcentage d'anorthite dans la norme doit être inférieur à 10. Les auteurs reconnaissent deux types de nordmarkite: le type 1 est une syénite à feldspath alcalin contenant de la biotite, de la hornblende

NORDMARKITE

Most of Gale hill is underlain by a granular syenite, pink on its weathered surface and green when fresh. This green colour is visible only on a blasted outcrop on the side of the northward road that follows the valley to the east of Gale hill. This exposure is located some 800 feet to the south of the right angle curve on Westmount street.

Other occurrences of a similar rock are exposed between the gabbros and the sedimentary rocks near Bull Pond. Another small mass, full of sedimentary xenoliths, is located in the southeastern part of the region and several dykes of this rock intrude the microsyenites in the vicinity of Pine hill. A few rare outcrops are also located inside the gabbro crescent; one on these is situated along the north part of Perdrix street.

NOMENCLATURE

Here, the word "nordmarkite" is used as defined by Barth (1944). It consists in a syenite composed of quartz and about 90% alkali feldspar. Only one variety of feldspar must be present; if the rock contains oligoclase, as pointed out by Brogger, this mineral must be as lamelae or forming zones within the microperthites and not as individual grains. In the latter case, the rock should be called larvikite. Barth adds that the normative percentage of anorthite must be less than 10. The authors recognize two types of nordmarkites: (type 1 is an akali feldspar syenite that contains biotite, green hornblende or augite; type 2 contains aegirine and sodic amphiboles; this rock is deficient

verte ou de l'augite, le type 2 contient de l'aegirine et des amphiboles sodiques; c'est une roche dans laquelle l'alumine est déficiente par rapport aux alcalis. Les nordmarkites de Brome appartiennent au type 1.

in alumina in comparison with the alkali elements. The nordmarkite at Brome belongs to type 1.

PETROGRAPHIE

Dans toutes les localités, les syénites quartzifères se distinguent à leur couleur d'altération rougeâtre ou brun chamois. Les nordmarkites se caractérisent aussi par leur couleur verte en cassure fraîche, mais ce critère n'a été observé qu'à un endroit, tel qu'indiqué précédemment.

PETROGRAPHY

Quartz syenites may be recognized at all localities by their reddish or light brown weathering surfaces. Nordmarkites are also characterized by their green colour in fresh surface, but this criterion was only observed at one locality, as mentioned previously.

La nordmarkite est généralement à grains grossiers; elle montre des cavités miarolitiques renfermant de petits cristaux de quartz, lesquels occupent également certaines diaclases. Les feldspaths composent plus de 90% de la roche.

The nordmarkite is generally a coarse-grained rock. It displays miarolitic cavities containing small quartz crystals which are also found along certain joints. Feldspars constitute over 90% of the rock.

L'analyse chimique de cette roche (échantillon 3F-1) est reportée au tableau 12. L'analyse modale de cet échantillon par le comptage de 1000 grains a révélé la composition suivante:

The chemical analysis of this rock (sample 3F-1) is shown in Table 12. The modal analysis of this sample, obtained through the counting of 1000 grains, gave the following composition:

Feldspath	93.7 %	Feldspar
Amphibole	2.6 %	Amphibole
Biotite	0.8 %	Biotite
Pyroxène	0.6 %	Pyroxene
Minéraux opaques	1.4 %	Opaque minerals
Quartz	0.3 %	Quartz
Fayalite	0.1 %	Fayalite
Zircon	0.1 %	Zircon
Calcite	0.4 %	Calcite

Dans plusieurs localités, ces nordmarkites sont en contact avec des roches sédimentaires et, localement, elles contiennent de nombreuses enclaves comme dans la partie sud-est de la région. Dans ce cas la composition de la roche est hétérogène et cette hétérogénéité est sans doute due à l'assimilation de roches sédimentaires.

At several localities, these nordmarkites are in contact with sedimentary rocks and locally contain numerous xenoliths, as in the southeastern part of the region. In this case, the composition of the rock is heterogeneous and this, most likely, is due to the assimilation of sedimentary rocks.

Le plagioclase maclé est absent dans la plupart des lames minces de nordmarkite étudiées. Un seul feldspath en grands cristaux de 3 à 6 mm de longueur est présent; il montre généralement une extinction onduleuse au centre et une intercroissance antiperthitique en bordure (fig. 9). Cependant, les lamelles d'un grain d'antiperthite s'arrêtent brusquement sur les individus voisins. La plupart des cristaux ont une forme rectangulaire, mais des côtés sinueux. Certaines lames minces ont de grands cristaux de perthite en filonnets tandis que quelques autres montrent des perthites en plages dans lesquelles les domaines de plagioclases maclés sont en continuité optique.

In most nordmarkite thin sections examined, twinned plagioclase is absent. Only one feldspar, which occurs in large, 3 to 6 mm long crystals, is present; it generally shows a wavy extinction at the center and an antiperthitic intergrowth at the edge (Fig. 9). However, antiperthite lamellae terminate abruptly as they reach neighbouring grains. The majority of the crystals have rectangular outline but with sinuous sides. In some thin sections, large veinlet-shaped perthite crystals may be seen, while in others, perthite occurs in zones in which the twinned plagioclase phases are in optical continuity.

Des travaux aux rayons-X par Pouliot (1962) ont montré que les feldspaths qui n'apparaissent pas perthitiques sous le microscope sont en fait des cryptoperthites. Un analyse chimique partielle d'un feldspath provenant de la colline de Gale (Pouliot, 1962) est donnée ci-dessous.

X-ray work by Pouliot (1962) showed that feldspars that are not apparent perthites under the microscope are in fact cryptoperthites. A partial chemical analysis of a feldspar from Gale hill follows (Pouliot, 1962).

TAB. 7 - ANALYSE D'UN FELDSPATH CARACTERISTIQUE DES NORMARKITES
ANALYSIS OF A CHARACTHERISTIC FELDSPAR OF NORDMARKITES

Analyse *Analysis*		Feldspath (% poids) *Feldspar (weight %)*		
K_2O	= 6.81	Orthose	= 42.5	*Orthoclase*
Na_2O	= 6.77	Albite	= 56.98	*Albite*
CaO	= 0.09	Anorthite	= 0.52	*Anorthite*
Echantillon / *Sample*	BR-3			

Dans certains échantillons, les pyroxènes sont tachetés de hornblende brune ou sont accolés à de petits grains de hornblende. Ces pyroxènes, faiblement pléochroïques dans les teintes roses, seraient selon Frisch (1973) des ferrohédenbergites sodiques. Cependant, certaines lames minces exhibent un pyroxène enveloppé d'un liséré vert prononcé. Ces minéraux verts ont un angle 2V variable selon leur position par rapport au centre du cristal, mais certains ont un angle $2V_X$ d'environ 80^o et un angle X Λ C d'environ 10^o, critères suggérant une augite aégirinique. Les études de Frisch (1973) ont montré que ces augites aégiriniques sont riches en manganèse dans les nordmarkites du mont Shefford.

In some samples, the pyroxenes are spotted with brown hornblende or are in contact with small hornblende grains. According to Frisch (1973) these pyroxenes, which show a weak pinkish pleochroism, are sodic ferrohedenbergites. However, some thin sections show the pyroxene surrounded by a dark green margin. These green minerals have a variable 2V angle depending on their position in relation to the center of the crystal but some have a $2V_X$ angle of about 80^o and a X Λ C angle of about 10^o suggesting an aegirine-augite. Studies by Frisch (1973) showed that aegirine-augites in Mount Shefford nordmarkites are manganese-rich.

Les amphiboles sont soit l'amphibole brun foncé (kaersutite?), présente dans certaines lames minces, ou une amphibole brun grisâtre ayant localement un pléochroïsme vert pâle (z) à brun pâle violacé (x). Sur le mont Shefford, des amphiboles semblables à cette dernière ont une composition se rapprochant de celle de l'arfvedsonite, quoique plus riche en Ca et plus pauvre en Na (Frisch, 1970, p.564).

The amphiboles are either the dark brown variety (kaersutite?) present in some thin sections or a greyish brown amphibole that has locally a pleochroism varying from pale green (z) to a light purplish brown colour (x). On Mount Shefford, amphiboles that are similar to the latter have a composition close to that of arfvedsonite although they are richer in Ca and poorer in Na (Frisch, 1970, p.564).

Le quartz rempli des cavités triangulaires entre les grands cristaux de feldspath. Deux lames minces révèlent la présence de fayalite, mais il s'agit de reliques au sein de plages rougeâtres d'altération. Sur le mont Shefford, ces fayalites (knebelite) contiennent du manganèse (Frisch,1972).

Quartz fills triangular-shaped cavities between large feldspar crystals. In two thin sections, fayalite relics within reddish alteration zones may be seen. On Mount Shefford, these fayalites (knebelite) contain manganese (Frisch, 1972).

Parmi les minéraux accessoires, on note la biotite brun rougeâtre, les minéraux opaques, le zircon, le sphène et la calcite. Une lame mince montre un grain pléochroïque rouge à noir qui possède la plupart des caractéristiques de l'amphibole aenigmatite.

Reddish brown biotite, opaque minerals, zircon, sphene and calcite are among the accessory minerals. In one of the thin sections may be seen a red to black pleochroic grain that has most of the characteristics of aenigmatite.

DIORITE ET MONZODIORITE A NEPHELINE

Les diorites et monzodiorites à néphéline sont les premières roches mises en place à l'intérieur du croissant de gabbro; elles occupent une partie des collines de Brome et Spruce. Ces roches forment une masse importante et de nombreuses enclaves dans les foyaites et les pulaskites.

Les monzodiorites à néphéline passent imperceptiblement à des "plagifoyaites" (Streicheisen, 1967) de sorte qu'il est presque impossible de tracer une nette démarcation entre les deux types de roche à certains endroits. Cependant, d'une façon générale, les diorites et monzodiorites à néphéline sont des roches riches en amphiboles et en plagioclases ne contenant qu'une faible quantité de feldspath potassique dans l'analyse modale.

PETROGRAPHIE

Sur le terrain ce sont des roches noires à grises selon la quantité d'amphibole. On remarque à plusieurs endroits une foliation marquée par l'orientation des cristaux d'amphibole. Il est très commun de rencontrer des enclaves contenant jusqu'à 90 % d'amphibole enveloppée dans une diorite plus felsique qui montre une texture fluidale. Le même phénomène se répète sur des faciès plus felsiques d'enclaves et de roches hôtes, comme par exemple des monzodiorites à néphéline lenticulaires dans une pâte de la composition de la pulaskite, au sud de la rue Missisquoi (figs. 10 et 11).

NEPHELINE DIORITE AND MONZODIORITE

The nepheline diorites and monzodiorites were the first rocks to be emplaced inside the gabbro crescent; they occupy part of Brome and Spruce hills. These rocks form an important body as well as a large number of xenoliths in the foyaites and pulaskites.

The nepheline monzodiorites change imperceptibly into "plagiofoyaites" (Streicheisen, 1967) so that, in certain places, it is impossible to mark a clear boundary between the two rock-types. Generally, however, the nepheline diorites and monzodiorites are rich in amphiboles and plagioclases, containing only small quantities of K-feldspars in their modal composition.

PETROGRAPHY

In the field, their colour varies from black to grey depending in the amount of amphibole present. In several places, a foliation defined by the orientation of amphibole crystals may be seen. It is very common to come across xenoliths that contain up to 90% amphibole within more felsic diorite showing fluidal texture. The same phenomenon may also be seen on more felsic xenolith and host rock facies as, for example, lenticular nepheline monzodiorite in a matrix of pulaskite composition, south of Missisquoi street (Figs. 10 and 11).

Au sommet de la colline de Brome, certains affleurements en bordure de la rue Argenteuil exposent des cristaux d'amphibole atteignant 2 pouces de longueur et des nodules d'olivine dans une enveloppe de serpentine (fig.12). Au nord du village de Iron Hill, les premiers affleurements à l'ouest de la route montrent des coussins de diorite dans la pulaskite.

At the top of Brome hill, along Argenteuil street, a number of outcrops show amphibole crystals measuring up to 2 inches in length and olivine nodules in serpentine casings (Fig. 12). North of Iron Hill village, the first outcrops to the west of the road show diorite cushions in pulaskite.

Au microscope, les diorites mafiques montrent une grande quantité d'amphiboles brun roux sub-automorphes remplies d'inclusions de feldspath, de minéraux opaques et de pyroxènes. Les plagioclases sont généralement altérés et forment la mésostase.

A large quantity of pyroxenes, reddish brown subhedral amphiboles filled with feldspathic inclusions, and opaque minerals may be seen in the diorites, under the microscope. The plagioclases are generally altered and form the groundmass.

L'analyse modale d'un échantillon (36P-24)de diorite mafique, dont l'analyse chimique est reportée au tableau 12, a donné les résultats suivants:

The modal analysis of a mafic diorite sample (36P-24), for which the chemical analysis is shown in Table 12, produced the following results:

Plagioclases	19.7 %	Plagioclases
Amphiboles	63.8 %	Amphiboles
Pyroxènes	2.4 %	Pyroxenes
Sphène	8.2 %	Sphene
Néphéline et sodalite	3.4 %	Nepheline and sodalite
Minéraux opaques	1.7 %	Opaque minerals
Apatite	0.7 %	Apatite
Biotite	0.1 %	Biotite
Grains comptés	1200	Counted grains

Les plagioclases sont plus ou moins altérés en séricite et, lorsqu'ils sont clairs, ils montrent un zonage prononcé allant de l'andésine calcique au centre à l'oligoclase calcique en bordure. Certains échantillons contiennent des feldspaths alcalins xénomorphes moulés sur les plagioclases et certains cristaux de plagioclases contiennent de petites plages irrégulières de feldspath potassique.

The plagioclases are more or less sericitized and, when clear, they show intense zoning from calcic andesine at the center to calcic oligoclase at the edge. A few samples contain anhedral alkali feldspar grains moulded on the plagioclase crystals and a few of the latter contain small irregular zones of potash feldspar.



FIGURE 10 - Lentilles de monzodiorites dans une pâte de pulaskite, dans le tronçon sud de la rue Missisquoi, en bordure de la route./*Monzodiorite lenses in a pulaskite groundmass along the edge of the road in the southern section of Missisquoi street.*

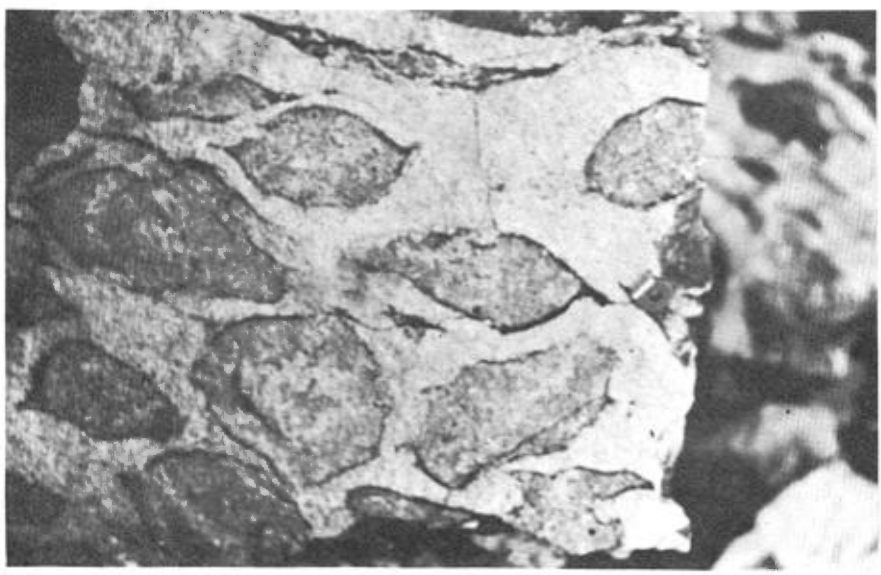


FIGURE 11 - Détail de la figure 11. La monzodiorite est partiellement assimilée. On remarque diverses teintes de gris correspondant à des compositions intermédiaires dans la pulaskite et une concentration de hornblende et de biotite autour des lentilles. /*Detail of figure 11. The monzodiorite is partly assimilated. Several shades of grey correspond to intermediate compositions in the pulaskite and a concentration of hornblende and biotite may be seen around the lenses.*

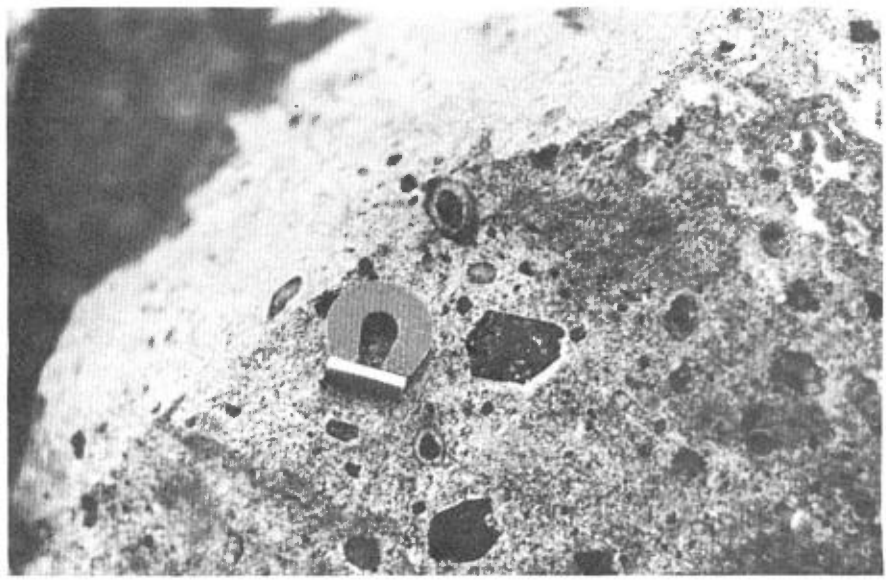


FIGURE 12 - Nodules d'olivine (Fo_{84}) et xénocristaux de kaersutite et d'augite titanifère dans la monzodiorite à néphéline au sommet de la colline de Brome, en bordure de la rue Argenteuil. *Olivine nodules (Fo_{84}) and kaersutite and titaniferous augite xenocrysts in the nepheline monzodiorite at the top of Brome hill, along Argenteuil street.*

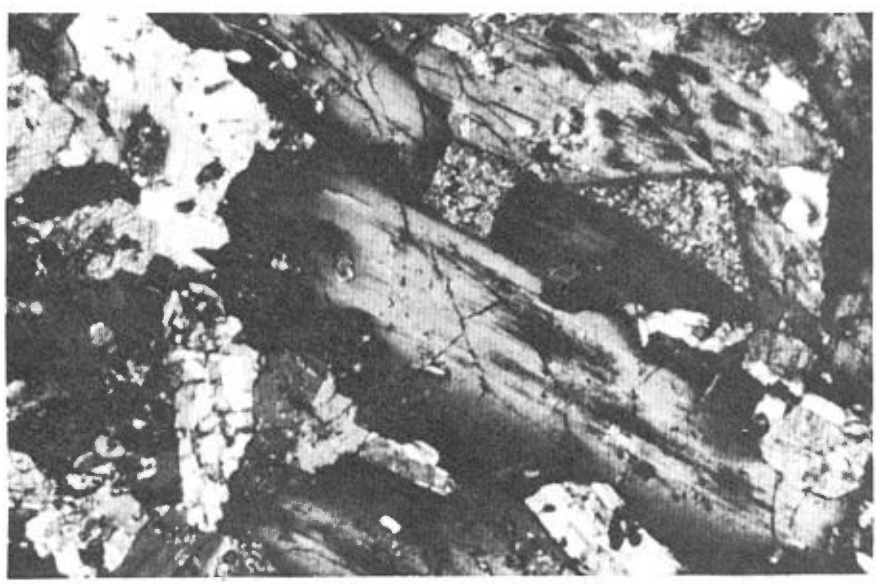


FIGURE 13 - Photomicrographie de cristaux de kaersutite enrobés de hornblende hastingsitique magnésienne dans la monzodiorite à néphéline mafique. (NX - X40)./ *Photomicrograph of kaersutite crystals coated with magnesiohastingsitic hornblende in the mafic nepheline monzodiorite (XN-X40).*

Les amphiboles ont une forte absorption brun roux au centre à vert olive foncé en bordure (fig. 13). Le centre des grains est couvert d'une poussière opaque. Dans les roches felsiques contenant du feldspath potassique, le coeur brun roux s'estompe au profit de la bordure vert olive et les cristaux de petite dimension sont vert olive foncé. Plusieurs cristaux sont poecilitiques.

Quelques analyses à la microsonde électronique de ces amphiboles apparaissent au tableau 8. Le centre des amphiboles des échantillons 36 P-24 et 21 P-19 montre un pléochroïsme brun roux marqué et un angle $2V_x$ d'environ 75^o. L'analyse révèle de plus une quantité de TiO_2 dépassant 5%. Selon la classification de Leake (1968), ces amphiboles sont des kaersutites. La bordure des mêmes amphiboles a un pléochroïsme vert olive foncé et un angle $2V_x$ faible approchant localement 0^o. L'analyse révèle une quantité de Fe total qui voisine 20%. Il s'agit d'une hornblende hastingsitique magnésienne et titanifère (36 P-24) et d'une hastingsite magnésienne et titanifère (21 P-19). Du centre vers la bordure, ces amphiboles enregistrent un appauvrissement marqué en TiO_2 et en MgO et un enrichissement en Fe total.

Les pyroxènes forment localement des phénocristaux de 1 à 2 mm de diamètre ayant un pléochroïsme brun rosé à vert pâle. Certains de ces cristaux sont entourés d'amphibole vert olive foncé, tandis que d'autres sont envahis de taches d'amphiboles à tel point que le pyroxène ne forme plus que des reliques aux contours mal définis perdues dans des plages vert olive foncé en bordure des grands cristaux rougeâtres de kaersutite. Ce pyroxène est biaxe positif et montre une

The amphiboles have a strong reddish brown absorption at the center to dark olive-green along the edges (Fig. 13). The central part of the grains includes an opaque dust. In K-feldspar-bearing felsic rocks, the reddish brown centers are blurred by the olive-green edgings, and small crystals are dark olive-green in colour. Many crystals are poikilitic.

Table 8 presents the results of a few microprobe analyses of these amphiboles. The central portions of the grains in samples 36 P-24 and 21 P-19 show a distinct reddish brown pleochroism and a $2V_x$ angle of about 75^o. The analyses further indicate a concentration of TiO_2 in excess of 5%. According to Leake's (1968) classification, these amphiboles are kaersutites. The edgings of these amphiboles, on the other hand, have a dark olive-green pleochroism and a low $2V_x$ angle, locally near 0^o. Total Fe is in the vicinity of 20%. They are a titaniferous magnesiohastingsitic hornblende (36 P-24) and a titaniferous magnesiohastingsite (21 P-19). From the center towards the edges, these amphiboles show a distinct impoverishement in TiO_2 and MgO and an enrichment in total Fe.

Pinkish brown to light green pleochroic pyroxene phenocyrsts, 1 to 2 mm in diameter, are locally present. Dark olive-green amphiboles at times surround some of these crystals while in other cases, the pyroxene crystals are overrun by spots of amphibole to the point where only blurred outlines of pyroxene relics, engulfed in dark olive-green zones forming the edges of large reddish crystals of kaersutite, remain. This pyroxene is biaxial positive showing a strong dispersion

forte dispersion (r > v) sur les axes optiques. Une analyse à la microsonde de ce pyroxène est présentée au tableau 9 (échantillon V-16); ce pyroxène est une augite titanifère, en effet il contient 4.29% de TiO_2 et une quantité importante d'alumine 9.29%. L'amphibole vert olive foncé (échantillon V-16, bordure) qui enveloppe l'augite titanifère correspond à une hornblende hastingsitique magnésienne, titanifère et potassique.

(r > v) along the optical axes. Table 9 gives a microprobe analysis of this pyroxene (sample V-16); it is a titaniferous augite which contains 4.29% TiO_2 and a considerable amount of alumina: 9.29%. The dark olive-green amphibole that surrounds the titaniferous augite corresponds to a titanium and potassium bearing magnesiohastingsitic hornblende.

Certains échantillons felsiques contenant du feldspath alcalin (monzodiorite) ont un pyroxène vert pâle à incolore. Une analyse de ce pyroxène figure au tableau 9 (échantillon 22P-6B); il s'agit d'une ferrosalite.

A light green to colorless pyroxene is present in certain felsic samples that contain alkali feldspar (monzodiorite). An analysis of this pyroxene is shown in table 9 (sample 22P-6B); it is a ferrosalite.

Les feldspathoïdes sont la néphéline et la sodalite. La néphéline forme de grandes plages qui enveloppent des inclusions de plagioclase, d'amphibole et de pyroxène. Elle est localement sériciteisée et certains échantillons contiennent de la cancrinite. La sodalite, identifiée aux rayons-X, est isotrope.

Sodalite and nepheline constitute the feldspathoids. Nepheline forms large zones that surround plagioclase, amphibole and pyroxene inclusions. It is locally sericitized and a few samples contain cancrinite. Sodalite, which was identified by X-ray analysis, is isotropic.

Les cristaux idiomorphes de sphène atteignent 1 mm de longueur. Les minéraux opaques, la magnétite et l'ilménite, apparaissent en inclusions dans les minéraux ferromagnésiens et en cristaux isolés.

Euhedral sphene crystals measure up to 1 mm in length. The opaque minerals, magnetite and ilmenite, are present as inclusions in the ferromagnesian minerals or as isolated grains.

Les principaux minéraux accessoires sont l'apatite, la biotite, les carbonates, la scapolite et l'épidote. La mélanite apparaît exceptionnellement en intercroissance avec la hornblende hastingsitique et les pyroxènes vert pâle.

The main accessory minerals are apatite, biotite, carbonates, scapolite and epidote. Melanite is exceptionally present as intergrowth with hastingsitic hornblende and light green pyroxenes.

TAB. 8 - ANALYSES A LA MICROSONDE DES AMPHIBOLES DE LA MONZODIORITE A NEPHELINE*/
*MICROPROBE ANALYSES OF AMPHIBOLES IN THE NEPHELINE MONZODIORITE**

Echantillons *Samples*	36 P-24 centre/*center*	36 P-24 bordure/*margin*	21 P-19 centre/*center*	21 P-19 bordure/*margin*
SiO_2	41.95	40.20	40.61	37.56
Al_2O_3	13.68	13.85	13.58	14.55
TiO_2	5.46	2.31	5.23	2.39
Fe_T	9.67	20.39	13.79	18.38
MgO	13.82	7.89	13.00	10.67
MnO	0.20	0.30	0.25	0.76
CaO	11.96	11.15	10.57	11.48
Na_2O	2.10	2.61	1.70	2.17
K_2O	1.75	1.59	2.00	1.94

Note: ± 7% erreur relative / *relative error.*

Nombre de cations calculés selon une formule de 24(O,OH).
Number of cations calculated for a formula of 24(O,OH).

Si	6.25 } 8.00	6.32 } 8.00	6.15 } 8.00	5.94 } 8.00
Al	1.75 }	1.68 }	1.85 }	2.06 }
Al	0.65	0.89	0.57	0.65
Ti	0.61	0.27	0.60	0.28
Fe	1.21 } 5.57	2.68 } 5.73	1.75 } 6.14	2.43 } 5.97
Mg	3.07	1.85	2.93	2.51
Mn	0.03	0.04	0.29	0.10
Ca	1.91	1.88	1.72	1.94
Na	0.51 } 2.82	0.49 } 2.89	0.59 } 2.64	0.59 } 2.97
K	0.40	0.52	0.33	0.44

Note: 36P-24 et 21P-19 centre: amphibole brun roux foncé (kaersutite)
36P-24 and 21P-19 center: dark reddish brown amphibole (kaersutite)

36P-24 et 21P-19 bordure: amphibole vert olive foncé (hornblende hastingsitique magnésienne et hastingsite magnésienne)
36P-24 and 21P-19 margin: dark olive green amphibole (magnesian hastingsitic hornblende and magnesian hastingsite)

* Analyste */Analyst:* G. Archambault et/*and* R. Coy-Yll.

TAB. 9 - ANALYSES A LA MICROSONDE DE PYROXENES ET D'UNE AMPHIBOLE DE LA MONZODIORITE A NEPHELINE*/ *MICROPROBE ANALYSES OF PYROXENES AND AMPHIBOLE IN THE NEPHELINE MONZODIORITE* *

Echantillons *Samples*	V-16 centre/*centre*	V-16 bordure/*margin*	22P-6B
SiO_2	45.39	40.29	49.03
Al_2O_3	9.29	12.20	3.10
TiO_2	4.29	3.91	1.00
Fe_T	9.80	17.23	17.36
MgO	10.80	8.31	7.00
MnO	0.20	0.81	0.24
CaO	20.02	11.63	20.10
Na_2O	0.64	2.30	1.24
K_2O	0.16	3.46	0.11

Nombre de cations calculés selon une formule de 6 oxygènes pour les pyroxènes, et de 24 (O,OH) pour l'amphibole / *Number of cations calculated for a formula of 6 oxygens for the pyroxenes, and of 24 (O,OH) for the amphibole.*

Si	1.70	2.00	6.34	8.00	1.92	2.00
Al	0.30		1.66		0.08	
Al	0.11		0.57		0.06	
Ti	0.12		0.46		0.30	
Fe	0.31	1.15	2.27	5.36	0.57	1.35
Mg	0.60		1.95		0.41	
Mn	0.01		0.11		0.01	
Ca	0.80		1.96		0.77	
Na	0.05	0.86	0.70	3.35	0.09	0.87
K	0.01		0.69		0.01	

Note: V-16 centre: pyroxène (augite titanifère) rosé à vert pâle (Ca = 46.5 %, Mg = 34.9 %, Fe,Mn = 18.6 %)
V-16 center: rosy to light green pyroxene (titaniferous augite)

V-16 bordure: amphibole vert olive foncé (hornblende hastingsitique magnésienne)
V-16 margin: dark olive green amphibole (magnesian hastingsitic hornblende)

22P-6B: pyroxène (ferrosalite) vert pâle (Ca = 43.8 %, Mg = 23.3 %, Fe, Mn = 32.9 %)
22P-6B: light green pyroxene (ferrosalite)

* Analyste / *Analyst:* G. Archambault

L'olivine apparaît rarement dans les lames minces. Cependant certains affleurements montrent des nodules d'olivine atteignant 1 pouce de diamètre. Cette olivine, analysée aux rayons-X par la méthode de Yoder et Sahama (1957), a révélé un espacement d_{130} de 2.776A° qui correspond à une composition de Fo_{84}.

Olivine is rarely seen in the thin sections. Nevertheless, olivine nodules measuring up to 1 inch in diameter may be seen in some outcrops. Using Yoder and Sahama's (1957) method of X-ray analysis, the d_{130} spacing in these olivines was found to be 2.776A° which corresponds to an Fo_{84} composition.

PULASKITE

PULASKITE

La pulaskite constitue avec les gabbros une des variétés de roches les plus répandues dans le complexe de Brome. Ces syénites se situent à l'intérieur du croissant de gabbro et constituent une large zone intermédiaire entre les gabbros ou les syénites quartzifères et les roches à néphéline qui forment le centre du complexe de Brome.

Along with the gabbros, the pulaskite is one of the most common types in the Brome complex. These syenites are found on the inside of the gabbro crescent and form a wide intermediate zone between the gabbros or the quartz syenites and the nepheline-bearing rocks which form the central core of the Brome complex.

NOMENCLATURE

NOMENCLATURE

Le terme pulaskite réfère à une roche saturée ou sous-saturée en silice, c'est-à-dire une roche ne contenant pas de quartz dans l'analyse modale et pouvant offrir des quantités accessoires de néphéline. Cette roche ne doit pas contenir plus de 5% de néphéline dans l'analyse modale. De plus, il s'agit d'une roche contenant un feldspath alcalin, mais qui est dépourvue de cristaux individualisés de plagioclase.

The name pulaskite refers to a rock that is either saturated or undersaturated with regards to silica. In other words, it shows no quartz in its modal analysis and may contain accessory quantities of nepheline. Its modal analysis must not show quantities of amphibole exceeding 5%. Furthermore, this rock contains alkali feldspar but lacks individual crystals of plagioclase.

En pratique, il est difficile de faire la différence sur le terrain entre la nordmarkite et la pulaskite, et entre la pulaskite et la syénite à néphéline. D'une façon générale les nordmarkites se situent dans les parties sud-ouest et ouest du complexe de Brome,

In practice, it is difficult to differentiate a nordmarkite from a pulaskite and a pulaskite from a nepheline syenite in the field. Generally, the nordmarkites are found in the southwestern and western parts of the Brome complex, outside the gabbro crescent.

en dehors du croissant de gabbro. Dans les parties est et nord-est, nous avons nommé nordmarkites des roches dont la couleur d'altération était rougeâtre ou brun chamois et qui révélaient du quartz visible à l'oeil ou au microscope. Sur la carte, le contact entre la pulaskite et la nordmarkite est donc très imprécis puisque ces roches semblent passer graduellement de l'une à l'autre.

In the east and northeast, we called nordmarkites those rocks that were reddish to light brown weathering and that showed visible quartz either with the unaided eye or under the microscope. On the map, the pulaskite-nordmarkite contact is, therefore, lacking in precision as these two rock-types seem to grade into one another.

Le contact entre les pulaskites et les syénites à néphéline (foyaite) est tout aussi imprécis. Pour tracer ce contact, nous avons sectionné chacun des échantillons de syénite recueillis sur le terrain et nous avons fait un essai de coloration au bleu de méthylène. Ces échantillons furent analysés au binoculaire et ceux qui révélèrent contenir plus de 5% de néphéline furent placés du côté des syénites à néphéline. Le tracé du contact est de ce fait très flou; on remarque localement des affleurements de syénites riches en néphéline au milieu de la masse de pulaskite.

The pulaskite-nepheline syenite (foyaite) contact is also inaccurate. In order to locate this contact, we have cut every syenite sample collected in the field and performed a methylene blue coloration test. Using a binocular microscope, the samples that were found to contain in excess of 5% nepheline were placed in a group with the nepheline syenites. As a result, the contact is blurred; locally, nepheline-rich syenites are found in the midst of the pulaskite body.

Bien que d'une façon générale la transition entre les pulaskites et les syénites à néphéline soit graduelle, on remarque cependant des roches riches en néphéline qui, localement, font intrusion dans les pulaskites, comme c'est le cas au rond-point de la rue Rouville, dans la partie nord-est du complexe de Brome, ainsi qu'à l'extrémité nord-ouest de la rue Missisquoi.

Although the transition between the pulaskites and the nepheline syenites is generally gradational, there are nepheline-rich rocks that locally intrude the pulaskites, as in the case at the Rouville Street traffic circle in the northwest part of the Brome complex and at the northwestern end of Missisquoi street.

PETROGRAPHIE

Alors que la couleur d'altération de la nordmarkite est rougeâtre ou brun chamois, celle de la pulaskite est plutôt blanchâtre à gris bleuâtre et la couleur des sections fraîches ne diffère pas appréciablement de la couleur d'altération. La majorité des échantillons de pulaskite typique sont composés d'environ 90% de feldspath gris bleuâtre à grain grossier tacheté de feuillets de biotite. Certains échantillons montrent une foliation marquée de feldspaths en lamelles parallèles qui ont environ 1 mm d'épaisseur et jusqu'à 1 cm de longueur. Les cristaux de sphène sont visibles à l'oeil sur la plupart des échantillons.

La quantité et la grosseur des grains de feldspath, qui ne sont retenus entre eux par aucun ciment à certains endroits, favorisent la désagrégation de la roche de sorte qu'on ne relève à la surface de certains affleurements qu'un gravier résiduel ou un amas sans consistance de fragments détachables à la main. Certains affleurements montrent des zones pegmatitiques où les cristaux de feldspath atteignent plus de 2 pouces de longueur. L'analyse chimique d'un échantillon (44V-9) caractéristique de la masse des pulaskites est présentée au tableau 12. L'analyse pétrographique de cet échantillon par le comptage de 1200 points a donné les résultats suivants:

PETROGRAPHY

While the alteration colour in the nordmarkite is reddish or chamois brown, that of the pulaskite is more white to bluish grey and the colour of the rock in fresh exposure is not appreciably different from the colour of the alteration. The majority of the typical pulaskite samples are composed of about 90% coarse-grained, bluish grey feldspar, spotted with biotite flakes. Some samples show a foliation marked by parallel, about 1 mm thick and up to 1 cm long, feldspar lamellae. In most samples sphene crystals are visible with the unaided eye.

The abundance and the size of the feldspar grains, which in some places are not cemented together, favour the disintegration of the rock, resulting in some outcrops being entirely covered with a blanket of residual gravel or consisting in a loose pile of fragments that may be broken up by hand. Some outcrops show pegmatitic zones in which the feldspar crystals reach two inches in length. The chemical analysis of a typical pulaskite sample (44V-9) is shown in table 12. The counting of 1200 points in a petrographic analysis of the same sample revealed the following mineralogical composition:

Feldspath	91.0 %	Feldspar
Biotite	4.0 %	Biotite
Pyroxènes	2.0 %	Pyroxenes
Sphène	1.4 %	Sphene
Feldspathoïdes	1.1 %	Feldspathoids
Apatite	0.1 %	Apatite
Minéraux opaques	0.4 %	Opaque minerals

Dans la plupart des échantillons de pulaskite étudiés en lames minces, les microperthites sont les seuls feldspaths présents. Ces minéraux se présentent en grandes plages xénomorphes engrenées les unes dans les autres. La plupart des microperthites sont soit en filonnets, soit en amas irréguliers et, dans quelques rares échantillons, la partie plagioclasique de ces amas montre des traces de macles. Les plagioclases ne forment pas de cristaux individuels. Certains échantillons montrent des phénocristaux de feldspaths alcalins jusqu'à 6 mm de longueur orientés de façon planaire dans une matrice aphanitique où les grains de feldspaths ont environ 0.5 mm de diamètre.

In the majority of the pulaskite samples examined in thin section, microperthite is the only feldspar present. This mineral shows up as large anhedral zones meshed into one another. Most of the microperthites form either veinlets or irregular groupings and, in a few rare samples, the plagioclase phase of these groupings show traces of twinning. The plagioclases do not form individual crystals. A few samples contain alkali feldspar phenocrysts, up to 6 mm in length, oriented in a plane in an aphanitic groundmass in which the feldspar grains are about 0.5 mm in diameter.

Deux analyses partielles de feldspaths (Pouliot, 1962) provenant d'échantillons des pulaskites de Brome sont données ci-dessous.

The following table gives the results of two partial analyses of feldspars from samples of Brome pulaskites (Pouliot, 1962).

TAB. 10 - ANALYSES DE FELDSPATHS CARACTERISTIQUES DES PULASKITES
ANALYSES OF CHARACTERISTIC FELDSPARS OF PULASKITES

Echantillons *samples*	K_2O	Na_2O	CaO	Composition calculée *Calculated composition* Or	Ab	An
Br-8	5.14	7.30	0.42	33.4	64.1	2.5
Br-12	6.84	6.77	0.31	41.5	57.2	1.3

Les pyroxènes sont des clinopyroxènes en phénocristaux ou en petits bâtonnets. Les phénocristaux ont un centre incolore enveloppé d'un anneau vert pâle. Les bâtonnets sont généralement vert pâle à vert foncé; ils ont un allongement négatif, un angle $2V_x$ d'environ 80^o et un angle Z ∧ C d'environ 10^o, ce qui correspond aux caractères optiques de l'augite aegirinique. Ces caractères varient de ceux de l'augite à ceux indiqués ci-dessus selon la grosseur des cristaux et le lieu d'observation sur les cristaux. En effet, le centre des phénocristaux correspond à l'augite et

The clinopyroxenes constitute the total pyroxene phase and are present either as phenocrysts or as small columnar crystals. The phenocrysts have a colourless center surrounded by a light green ring. The columnar crystals are generally light to dark green; they have a negative elongation, a $2V_x$ angle of about 80^o and a Z ∧ C angle of around 10^o which corresponds to the optical specifications of aegirine-augite. These features vary from the ones that characterize augite to those mentioned above, depending on the size of the crystals and the observation site within the crystal. Indeed, the central portion of

la bordure à l'augite aegyrinique alors que les petits cristaux dans la même roche sont de l'augite aegyrinique, ce qui suggère une évolution du magma vers des résidus déficients en alumine par rapport aux alcalis. Frisch (1973) a analysé des pyroxènes optiquement semblables dans la micropulaskite du mont Shefford; le centre correspond à la limite salite-augite et la bordure à une augite sodique riche en manganèse.

La biotite a généralement un pléochroïsme noir à brun doré; ses propriétés optiques sont celles de la variété lépidomélane qui constitue le minéral ferromagnésien prédominant dans la plupart des échantillons de pulaskite.

L'amphibole est un minéral accessoire de la pulaskite. Il s'agit généralement d'une amphibole vert olive foncé, uniaxe négatif ou biaxe avec un angle $2V_x$ faible; c'est une hastingsite magnésienne sodique. On reconnaît aussi une amphibole verte à gris brunâtre, biaxe négatif , marquée d'une forte dispersion et généralement associée aux clinopyroxènes. Nous avons vu précédemment que Frisch (1970) a relié la composition de ces amphiboles à celle de l'arfvedsonite.

Le sphène montre des cristaux atteignant 3 mm de longueur; c'est un minéral accessoire présent dans tous les échantillons de pulaskites alors que les nordmarkites ne le montrent qu'accidentellement et possèdent plutôt du zircon. La néphéline et la sodalite sont des minéraux accessoires de la pulaskite. Les autres minéraux accessoires sont l'apatite, les minéraux opaques, la muscovite, le zircon, des zéolites, des carbonates et la kaolinite.

the phenocrysts corresponds to augite, and the margins to aegirine-augite; this latter phase also forms the smaller crystals in the same rock, suggesting a magmatic evolution towards residual melts deficient in alumina with regard to the alkalis. Frisch (1973) analyzed optically similar pyroxenes in the Mount Shefford micropulaskite; the central portion was found to correspond to the salite-augite boundary, and the margins to a manganese-rich soda augite.

Biotite generally has a black to golden brown pleochroism; its optical properties correspond to those of the lepidomelane variety which is the predominant ferromagnesian mineral in the majority of the pulaskite samples.

Amphiboles are present as accessory minerals in the pulaskite. The most common is a dark olive-green uniaxial negative or biaxial amphibole that has a low $2V_x$ angle; it corresponds to a soda magnesiohastingsite. Also seen is a green to greyish brown biaxial negative amphibole characterized by a strong dispersion and generally associated with the clinopyroxenes. It was mentioned previously that Frisch (1970) related the composition of these amphiboles to that of arfvedsonite.

Sphene is present as crystals measuring up to 3 mm in length; it is an accessory mineral found in all pulaskite samples but only occasionally in the nordmarkites which contain zircon instead. Nepheline and sodalite are two accessory minerals in the pulaskites. The other accessory minerals are apatite, opaque minerals, muscovite, zircon, zeolites, carbonates and kaolinite.

SYENITE A NEPHELINE (FOYAITE)

L'unité lithologique nommée syénite à néphéline (foyaite) groupe toutes les variétés de roches felsiques contenant plus de 5% de néphéline. Le tracé du contact avec les pulaskites est basé sur le pourcentage de néphéline, évalué sur les échantillons après une coloration au bleu de méthylène. Ce contact est donc approximatif.

Ces syénites alcalines, qui peuvent recevoir le nom de "foyaite" sur un grand nombre d'affleurements, passent imperceptiblement à des roches contenant des grains individuels de plagioclases, auxquelles convient mieux le terme de "plagifoyaite" suggéré par Streickeisen (1967). Ces "plagifoyaites" passent graduellement à leur tour aux monzodiorites à néphéline par un accroissement de la quantité d'amphibole et de plagioclase.

Les syénites à néphéline couvrent une superficie importante entre les pulaskites et les monzodiorites à néphéline. Le contact avec les pulaskites paraît graduel, bien que certains dykes de syénites riches en néphéline recoupent la pulaskite à quelques endroits comme au rond-point de la rue Rouville. Les syénites à néphéline sur les collines de Brome et Spruce recoupent ou prennent en enclaves des amas de monzodiorite à néphéline. Des affleurements caractéristiques de ces roches furent taillés à la dynamite le long des courbes prononcées de la rue Argenteuil.

NEPHELINE SYENITE (FOYAITE)

The lithological unit referred to as nepheline syenite includes all the felsic rock-types that contain in excess of 5% nepheline. The position of the contact with the pulaskites was established on the basis of an evaluation of the amount of nepheline present following a methylene blue colour test. This contact is, therefore, an approximation.

These alkalic syenites, that may be called "foyaite" in a large number of outcrops, grade imperceptibly into rocks that contain individual grains of plagioclase and for which the name "plagifoyaite", suggested by Streickeisen (1967), is more convenient. These "plagiofoyaites", in turn, grade into nepheline monzodiorites through an increase in the abundance of amphibole and plagioclase.

The nepheline syenites occupy a large area between the pulaskites and the nepheline monzodiorites. The contact with the pulaskites appears gradational although, in some places, a number of nepheline-rich syenite dykes cut the pulaskite, as may be observed at the Rouville street traffic circle. The nepheline syenites on Brome and Spruce hills cut through or contain xenoliths of nepheline monzodiorite. Outcrops that characterize these rocks have been blasted along the sharp curves of Argenteuil street.

PETROGRAPHIE

Les affleurements de syénites à néphéline passent d'un gris bleuâtre en bordure des pulaskites à un blanc rosé dans les variétés riches en néphéline. La surface des affleurements est creusée de cupules dues à l'érosion différentielle des grains de néphéline. En cassure fraiche on aperçoit des grains rose pâle au lustre gras en évidence au milieu des feldspaths et des cristaux noirs d'amphiboles. Certains échantillons ont en plus des taches bleues de sodalite.

La quantité de néphéline varie d'un endroit à un autre jusqu'à atteindre localement 40%; certains cristaux de néphéline atteignent un demi-pouce de diamètre. Des filons de pegmatites très riches en néphéline, dont l'épaisseur varie de ½ pouce à 1 pied, sont confinés le long de certains plans de diaclase. Les cristaux de néphéline atteignent localement jusqu'à 2 pouces de diamètre.

L'analyse chimique d'un échantillon caractéristique de syénite à néphéline (36P-27) est présentée au tableau 12. L'analyse modale de cet échantillon par le comptage de 1245 points est donnée ci-dessous.

PETROGRAPHY

In outcrop, the nepheline syenites vary from a bluish grey colour near the contact with the pulaskites to a pinkish white in the nepheline-rich varieties. The surface of the outcrops is pitted due to the differential erosion of the nepheline grains. In fresh surface, light pink grains, showing a greasy luster, may be observed amongst the feldspars and black amphibole crystals. Some crystals also exhibit blue specks of sodalite.

The amount of nepheline varies from one area to another and locally constitutes up to 40% of the rock; some nepheline crystals were found to measure up to half-inch in diameter. Nepheline-rich pegmatite veins, varying in thickness from ½ inch to 1 foot, are confined to certain joint planes. In these, nepheline crystals may locally reach 2 inches in diameter.

The chemical analysis of a typical nepheline syenite sample (36 P-27) is shown in Table 12. The modal analysis of the same sample obtained by counting 1245 points follows.

Microperthites	77.5 %	Microperthites
Néphéline et sodalite	17.3 %	Nepheline and sodalite
Amphiboles	2.4 %	Amphiboles
Pyroxènes	0.5 %	Pyroxenes
Sphène	1.1 %	Sphene
Minéraux opaques	1.1 %	Opaque minerals
Apatite	0.1 %	Apatite
Biotite	traces	Biotite
Fluorine	traces	Fluorite

Les feldspaths sont généralement des perthites et des antiperthites dans lesquelles le feldspath alcalin et le plagioclase forment des plages aux contours irréguliers. Certaines de ces plages de plagioclase dans le feldspath alcalin sont maclées et zonées du centre du cristal de perthite vers la bordure. En effet, certains amas situés au centre des perthites sont de l'oligoclase, alors que d'autres situés en bordure ont la composition de l'albite. Cependant, quelques cristaux de plagioclase montrent des macles peu marquées.

The feldspars are, in most cases, perthites or antiperthites in which the alkali feldspar and the plagioclase form irregularly shaped zones. A few of these plagioclase zones within the alkali feldspar are twinned and zones from the center to the margins of the perthite crystal. Indeed, some accumulations located at the center of the perthite grains are oligoclase while others near the margins have the composition of albite. However, some plagioclase crystals are poorly twinned.

Certains échantillons montrant des cristaux de plagioclase bien individualisés ont été qualifiés de plagifoyaite. Dans ce cas, les plagioclases sont enveloppés d'une couronne de perthite ou pris en inclusions dans de grands cristaux de perthite.

A few samples that showed individual plagioclase crystals were classified as plagifoyaites. In this case, the plagioclases are surrounded by a perthite rim or are taken as inclusions in large perthite crystals.

D'une façon générale, les roches à cristaux de plagioclase (plagifoyaites) ont des amphiboles de type kaersutite au centre et de type hastingsite en bordure, semblables à celles décrites dans les monzodiorites, alors que les foyaites dépourvues de plagioclases ont plutôt une amphibole vert olive foncé, une hornblende hastingsitique magnésienne légèrement titanifère (tab. 11).

Generally, the rocks containing plagioclase crystals (plagifoyaites) also contain a kaersutite-type amphibole at the center and a hastingsite-type at the margins, similar to the ones described in the monzodiorites. The foyaites, which are devoid of plagioclase, contain instead a dark olive-green amphibole corresponding to a magnesiohastingsitic hornblende (Tab. 11).

TAB.11 - ANALYSE A LA MICROSONDE D'UNE AMPHIBOLE DE LA FOYAITE *
MICROPROBE ANALYSIS OF AN AMPHIBOLE OF THE FOYAITE *

Echantillon 22P-6A *Sample 22P-6A*		Cations basés sur 24(O,OH)/ *Cations based on 24(O,OH)*		
SiO_2	40.05	Si	6.44	8.00
Al_2O_3	11.64	Al	1.56	
TiO_2	2.35	Al	0.44	5.85
Fe_T	23.63	Ti	0.28	
MgO	8.03	Fe	3.18	
MnO	0.24	Mg	1.92	
CaO	9.61	Mn	0.03	
Na_2O	1.49	Ca	1.66	2.58
K_2O	2.24	Na	0.46	
		K	0.46	

* Analyste / *Analyst:* Dr R. Coy-Yll.

La néphéline et la sodalite se présentent en grandes plages xénormorphes enveloppant tous les minéraux. Parmi les minéraux accessoires, les plus importants sont l'augite ou l'augite aegyrinique (selon les propriétés optiques) qui se présente localement en bâtonnets vert foncé orientés radialement, le sphène, la fluorine, la biotite lépidomélane, l'apatite, les minéraux opaques, les carbonates, la cancrinite, le zircon et des zéolites. Quelques échantillons ont montré le grenat mélanite.

Nepheline and sodalite are present as large xenomorphic zones incorporating all the minerals. The most important accessory minerals are augite or aegirine-augite (depending on the optical properties) that locally occur as dark green radiating columnar crystals, sphene, fluorite, lepidomelane biotite, apatite, opaque minerals, carbonates, cancrinite, zircon and zeolites. A few samples revealed melanite garnet.

TINGUAITE ET LAURDALITE

Les tinguaites forment quelques dykes de roches vertes au lustre glacé qui recoupent toutes les roches du mont Brome, y compris les syénites quartzifères. Les seuls minéraux discernables à l'oeil sur la plupart de ces dykes sont la néphéline en forme de prismes rectangulaires et un feldspath alcalin blanc laiteux.

Un de ces dykes recoupe les nordmarkites, dans la partie nord-est de la colline de Gale, à quelque 200 pieds à l'est d'une érablière. Cependant, le meilleur endroit pour étudier cette roche est à proximité de la croisée des rues Gaspé et Missisquoi où la tinguaite forme un massif ellipsoidal d'au moins 2000 pieds de longueur qui recoupe la pulaskite et montre une structure bréchoïde dans une carrière abandonnée en bordure de la rue Gaspé. En face de la rue Missisquoi, derrière la maison de ferme, une roche aphanitique forme la pâte d'une brèche qui contient des fragments de pulaskite et de gabbro.

TINGUAITE AND LAURDALITE

Tinguaites are present as green dyke rocks with a glossy luster that cut all the rocks on Mount Brome including the quartz syenites. The only minerals which are visible with the unaided eye in the majority of these dykes are nepheline, which forms rectangular prisms, and a milk-white alkali feldspar.

One of these dykes cuts the nordmarkites in the northeast part of Gale hill, some 200 feet to the east of a maple grove. However, this rock may best be examined near the intersection of Gaspé and Missisquoi streets where an ellipsoidal body of tinguaite, measuring at least 2000 feet in length, cuts the pulaskite and displays a brecciated structure in a abandoned quarry near Gaspé street. In front of Missisquoi street, behind the farmhouse, an aphanitic rock is seen forming the groundmass of a breccia that contains fragments of pulaskite and gabbro.

Ce massif renferme en son centre une roche à grain grossier de composition chimique semblable à la tinguaite. Cette roche contient localement jusqu'à 40% de néphéline dans un lacis de bâtonnets de feldspaths alcalins; Dresser (1906) a déjà utilisé le nom de "laurdalose" pour cette roche, nous l'utilisons ici avec certaines réserves.

The central portion of this body consists of a coarse-grained rock of chemical composition similar to that of tinguaite. This rock contains, locally, up to 40% nepheline in an entanglement of alkali feldspar prisms; Dresser (1906) referred to this rock as a "laurdalose"; we shall use this term here but with certain reservations.

Au microscope, la tinguaite montre une texture pilotaxitique formée d'un tissu d'aiguilles d'aegyrine dans une pâte microgrenue de feldspath alcalin et de feldspathoïdes. La mésostase enveloppe de grands cristaux automorphes de néphéline, et des cristaux d'aegirine pléochroïques vert foncé à jaune verdâtre occasionnellement envahis par de grands cristaux d'amphibole vert brunâtre. On remarque également des phénocristaux de feldspaths alcalins marqués d'une auréole de surcroissance dont les contours s'estompent dans la mésostase.

Under the microscope, tinguaite shows a pilotaxitic texture composed of interwoven acicular aegirine crystals in a microcrystalline paste of alkali feldspar and feldspathoids. The groundmass encloses large euhedral nepheline crystals as well as dark green to greenish yellow pleochroic aegirine crystals occasionally overgrown by large brownish green amphiboles. Large alkali feldspar phenocrysts are also seen characterized by a rim of extended growth, with the margins becoming indistinct in the groundmass.

La laurdalite montre à peu près les mêmes minéraux sauf que les feldspaths alcalins forment des lattes hétérogènes au coeur uniforme et au contour maclé. Certaines de ces macles sont assez nettes pour y reconnaître le feldspath albite. Quelques grands cristaux sont tachetés de plages mâclées aux contours irréguliers.

Laurdalite contains basically the same minerals except that the alkali feldspars form dissimilar laths with uniform centers and twinned margins. The twinning is, at times, sufficiently clear to allow the identification of albite. A few large crystals are spotted with irregularly shaped zones of twinning.

Dans cette roche, lorsque les pyroxènes forment des phénocristaux, ils ont un centre incolore à rose et une bordure vert foncé. Les petits cristaux sont invariablement vert foncé et ont un allongement négatif et un angle $2V_x$ d'environ 75°. Il s'agit donc du pyroxène sodique dont la composition varie de l'augite aegyrinique à l'aegyrine.

When the pyroxenes are present as phenocrysts in this rock, they display a colourless to pink center and dark green margins. The smaller crystlas are invariably dark green with a negative elongation and a $2V_x$ angle of about 75°. The rock corresponds, therefore, to the soda pyroxene which has a composition varying between aegirine-augite and aegirine.

Les principaux minéraux accessoires sont le sphène, l'apatite, un feldspathoïde isotrope (sodalite), un zéolite (natrolite), des carbonates et des minéraux opaques. On remarque localement un minéral pléochroïque jaune doré à jaune pâle orienté en rosette qui a les caractéristiques de l'astrophyllite.

Deux analyses chimiques, une de la tinguaite (37P-12) et l'autre de la laurdalite (6V-3), sont présentées au tableau 12.

CAMPTONITE

Quelques dykes mélanocrates recoupent les roches du mont Brome et les roches sédimentaires environnantes. Le dyke le plus large a environ 20 pieds et recoupe les formations sédimentaires le long d'une route de gravier sur le flanc nord de la colline située à l'ouest de l'intersection des rues Pontiac et Champlain. Nous n'avons remarqué aucune direction préférentielle des dykes de camptonite. Cette roche est aphanitique et noire en cassure fraiche; elle est couverte d'une mince pellicule d'altération gris brunâtre et renferme des phénocristaux aciculaires d'amphibole.

Au microscope, le minéral le plus important est la hornblende brune; celle-ci se présente en phénocristaux enveloppant des inclusions de pyroxène et de plagioclase, et en petits prismes dans la mésostase. La bordure des phénocristaux d'amphibole sectionnés perpendiculairement à l'axe cristallographique C apparaît zonée.

The main accessory minerals are sphene, apatite, an isotropic feldspathoid (sodalite), a zeolite (natrolite), carbonates and opaque minerals. A rosette-shaped, light to gold yellow pleochroic mineral, displaying the characteristics of astrophyllite, is locally seen.

Two chemical analysis, one of tinguaite (37 P-12) and the other of laurdalite (6V-3), are presented in Table 12.

CAMPTONITE

A few melanocratic dykes cut the Brome rocks as well as the neighbouring sediments. The widest, about 20 feet, cuts the sedimentary formations along a gravel road on the northern side of the hill located west of the intersection between Pontiac and Champlain streets. No preferential orientation of these camptonite dykes was noticed. The rock is black and aphanitic in fresh surface; it is covered by a thin, brownish grey alteration layer that encloses acicular amphibole phenocrysts.

Under the microscope, the most important mineral is brown hornblende; it occurs as phenocrysts enclosing pyroxene and plagioclase inclusions, and as small prisms in the groundmass. Amphibole phenocrysts that were cut at right angle to the C crystallographic axis reveal zoned margins.

Le deuxième minéral le plus important est un pyroxène pléochroïque vert pâle à brun rosé qui forme des phénocristaux et des granules. Les phénocristaux montrent des zones de croissance très nettes du centre à leur bordure.

La mésostase se compose d'un agrégat de plagioclases plus ou moins altérés aux contours mal définis accompagné de carbonates, d'apatite, de minéraux opaques, de minéraux isotropes (feldspathoïdes), de zéolites à extinction en éventail et de sphène.

Ces roches hypoabyssales, qui contiennent des amphiboles brunes à la fois comme phénocristaux et dans la pâte, sont considérées comme des lamprophyres. Le terme camptonite semble convenir à cette roche en raison de la présence de plagioclase et d'une amphibole brune et en raison de son association à des roches alcalines.

The second most important mineral is a light green to pinkish brown pleochroic pyroxene that occurs both as phenocrysts and granules. The phenocrysts show very clear layers of growth from their center to their margins.

The groundmass is composed of a largely altered aggregate of plagioclases of ill-defined contours accompanied by carbonates, apatite, opaque minerals, isotropic minerals (feldspathoids), zeolites that have fan-like extinction, and sphene.

These hypabyssal rocks that contain brown amphiboles, both as phenocrysts and in the groundmass, are considered as lamprophyres. The term camptonite seems to be convenient for this rock because of the presence of plagioclase and one amphibole and also because of its association with alkalic rocks.

VARIATIONS DES ELEMENTS MAJEURS

Les échantillons analysés (tab. 12) sont représentatifs des principaux types de roches du mont Brome. Les variations des éléments majeurs sont montrés pour tous les échantillons analysés.

La nature alcaline des roches de Brome est mise en évidence dans la figure 14 qui représente la variation de $Na_2O + K_2O$ en fonction de SiO_2. Les analyses de Brome se situent toutes au-dessus de la ligne de démarcation entre les roches alcalines et les roches tholéiitiques d'Hawaii (Macdonald et Katsura, 1964). La figure 15

VARIATIONS OF THE MAJOR ELEMENTS

The samples that were analysed (Tab. 12) are representative of the main rock-types to be found on mount Brome. In all cases, the variations of the major elements are given.

The alkali character of the Brome rocks becomes prominent in figure 14 representing the variation of $Na_2O + K_2O$ with SiO_2. All Brome analyses plot above the dividing line between the alkalic rocks and the Hawaiian tholeitic rocks (MacDonald and Katsura, 1964). Figure 15 represents the variation of the oxides with SiO_2 and figure 16, the

représente la variation des oxydes en fonction de SiO_2 et la figure 16, la variation des oxydes en fonction de l'indice de différenciation de Thornton et Tuttle (1960) (I.D. = Σ Q+Or+Ab +Ne+Lc+Kp normatifs).

variation of the oxides with Thornton and Tuttle's (1960) differentiation index (D.I.= Σ normative Q+Or+Ab+Ne+Lc +Kp).

DIAGRAMME DE HARKER (fig. 15)

Le diagramme de variation (SiO_2 en fonction des oxydes) montre pour les 4 échantillons de gabbro un enrichissement en SiO_2 dans l'ordre suivant:

HARKER DIAGRAM (Fig. 15)

The variation diagram (SiO_2 versus the oxides) indicates an enrichment in SiO_2 in all 4 gabbro samples in the following order:

Gabbro folié à olivine	15V-8	Foliated olivine gabbro
Gabbro à phénocristaux poecilitiques d'amphiboles	8V-13	Gabbro with poikilitic crystals of amphiboles
Porphyre feldspathique relié aux gabbros	23V-18	Feldspathic porphyry connected to gabbros
Gabbro microcristallin recoupé par les nordmarkites	8V-30	Microcrystalline gabbro cut by the nordmarkites

Parallèlement à l'enrichissement en silice, le diagramme montre un appauvrissement en CaO, FeO,MgO, et TiO_2,et un enrichissement en Na_2O et K_2O; cependant, les échantillons de nordmarkites montrent un léger fléchissement en Na_2O à l'extrémité de la courbe.

Paralleling this enrichment in SiO_2, the diagram shows an impoverishment in CaO, FeO, MgO and TiO_2 and an enrichment in Na_2O and K_2O; however, nordmarkite samples show a slight decrease in Na_2O towards the end of the curve.

Les échantillons de syénite à néphéline ne figurent évidemment pas selon leur ordre de différenciation et de mise en place parce qu'ils ne peuvent suivre la même voie d'évolution que les syénites quartzifères comme nous l'indiquerons dans la section suivante. Il est cependant important de noter que certaines analyses sont groupées par couples qui correspondent à des roches auxquelles nous avions prêté un lien de parenté pétrogénétique basé sur des observations de terrain;

The nepheline syenite samples are obviously not represented according to their order of differentiation and emplacement as they did no undergo the same evolution pattern as the quartz syenites, as will be shown in the next section. It is important to note, however, that certain analyses are grouped in pairs, corresponding to rocks for which field observations suggested a degree of petrogenic relationship; these are:

ce sont:

	A	
microsyénite porphyrique quartzifère	21V-19	quartziferous porphyritic microsyenite
nordmarkite	3F-1	nordmarkite
	B	
laurdalite à grains grossiers	6V-3	coarse-grained laurdalite
tinguaite enveloppant la laurdalite	37P-12	tinguaite surrounding the laurdalite
	C	
porphyre plagioclasique à mésostase aphanitique	23V-18	plagioclasic porphyry with aphanitic mesostasis
gabbro microcristallin	8V-30	microcrystalline gabbro

DIAGRAMME DES OXYDES EN FONCTION DES INDICES DE DIFFERENCIATION

Dans le diagramme de la figure 16, l'ordre des échantillons est légèrement modifié par rapport au diagramme de Harker; ceci est surtout dû à la néphéline qui réflète une déficience en silice. Cette déficience apparait dans le diagramme de Harker, mais n'est pas enregistrée par l'indice de différenciation. De plus, la laurdalite et la tinguaite (échantillons 6V-3 et 37P-12) ont un indice de différenciation sous-estimé à cause de la présence de 8.27% et 7.75 % d'acmite dans leur analyse normative respective.

La silice montre une courbe croissante presque linéaire correspondant à l'augmentation de l'indice de différenciation. Les points hors de la courbe sont un gabbro caractérisé par des minéraux d'accumulation (15V-8), la laurdalite (6V-3), la tinguaite (37P-12) et des roches résiduelles riches en néphéline qui ne suivent pas les mêmes voies d'évolution que les syénites quartzifères.

Les valeurs de FeO, MgO, CaO, et Fe_2O_3 diminuent avec l'augmentation de l'indice de différenciation. La quantité de K_2O et Na_2O augmente graduellement avec l'augmentation de l'indice de différenciation.

DIAGRAM OF THE OXIDES VERSUS THE DIFFERENTIATION INDEXES

In the diagram represented in figure 16, the sample order is slightly different from that of the Harker diagram; this is mainly due to the presence of nepheline that reflects a deficiency in silica. This deficiency becomes apparent in the Harker diagram but does not influence the differentiation index. Furthermore, laurdalite and tinguaite (samples 6V-3 and 37 P-12) have underrated differentiation indexes because of the presence of 8.27% and 7.75% acmite in their respective normative analyses.

Silica shows a positive, quasi-linear relationship with the differentiation index. The points that fall off the curve are a gabbro characterized by accumulation minerals (15V-8), laurdalite (6V-3), tinguaite (37P-12) and nepheline-rich residual rocks that do not follow the same evolution pattern as the quartz syenites.

The values for FeO, MgO, CaO and Fe_2O_3 decrease with an increase in the differentiation index. The amount of K_2O and Na_2O, on the other hand, gradually increases with an increase in the differentiation index.

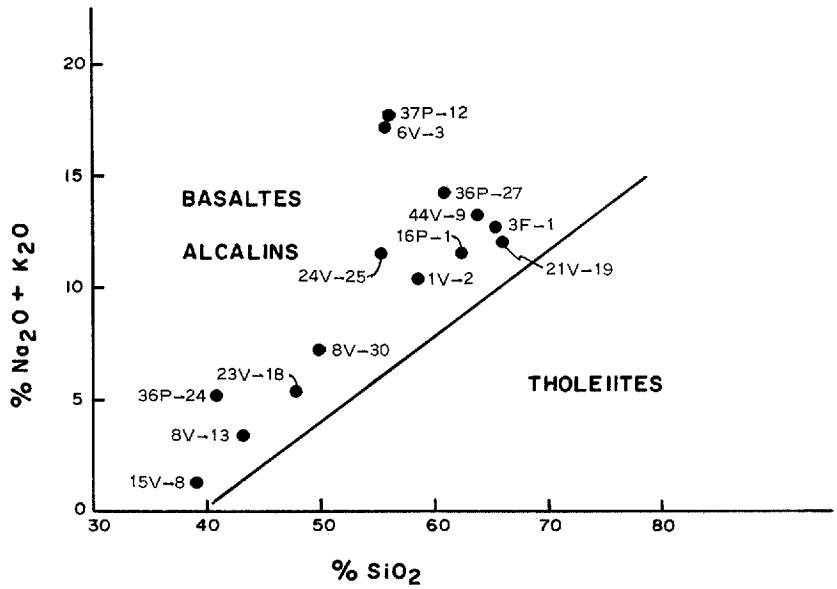


FIGURE 14 - Distribution des roches de Brome sur un diagramme $Na_2O + K_2O$ en fonction de SiO_2. La ligne droite représente la limite entre le champ des roches alcalines et des roches tholéiitiques pour les basaltes d'Hawaii (MacDonald et Katsura, 1964). / *Distribution of Brome rocks on a $Na_2O + K_2O$ against SiO_2 diagram. The straight line represents the limit between the alkalic rocks and the Hawaiian tholeiitic basalts (MacDonald and Katsura, 1964).*

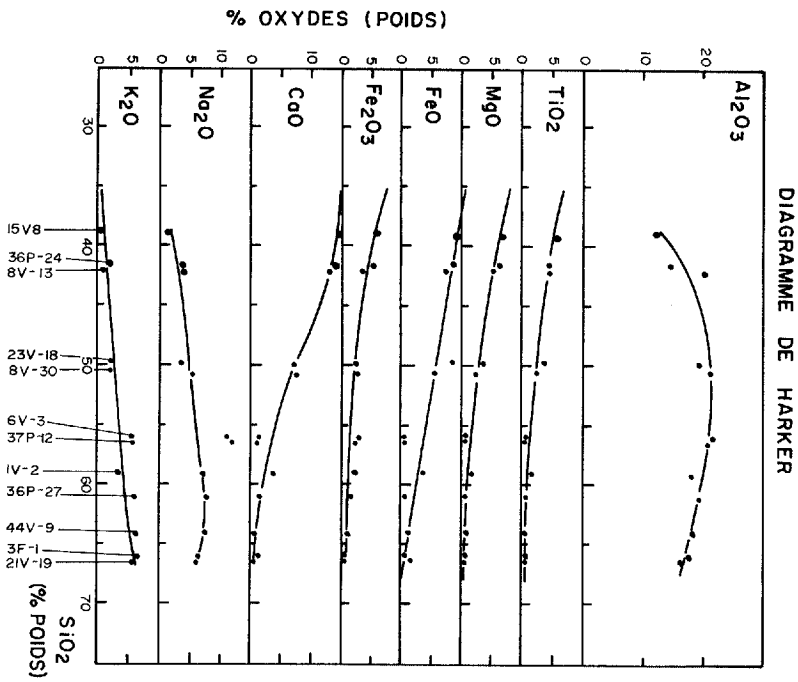


FIGURE 15 - Diagramme de variations des oxydes en fonction de la silice dans les roches du mont Brome. / *Oxides versus silica variation diagram for the Mount Brome rocks.*

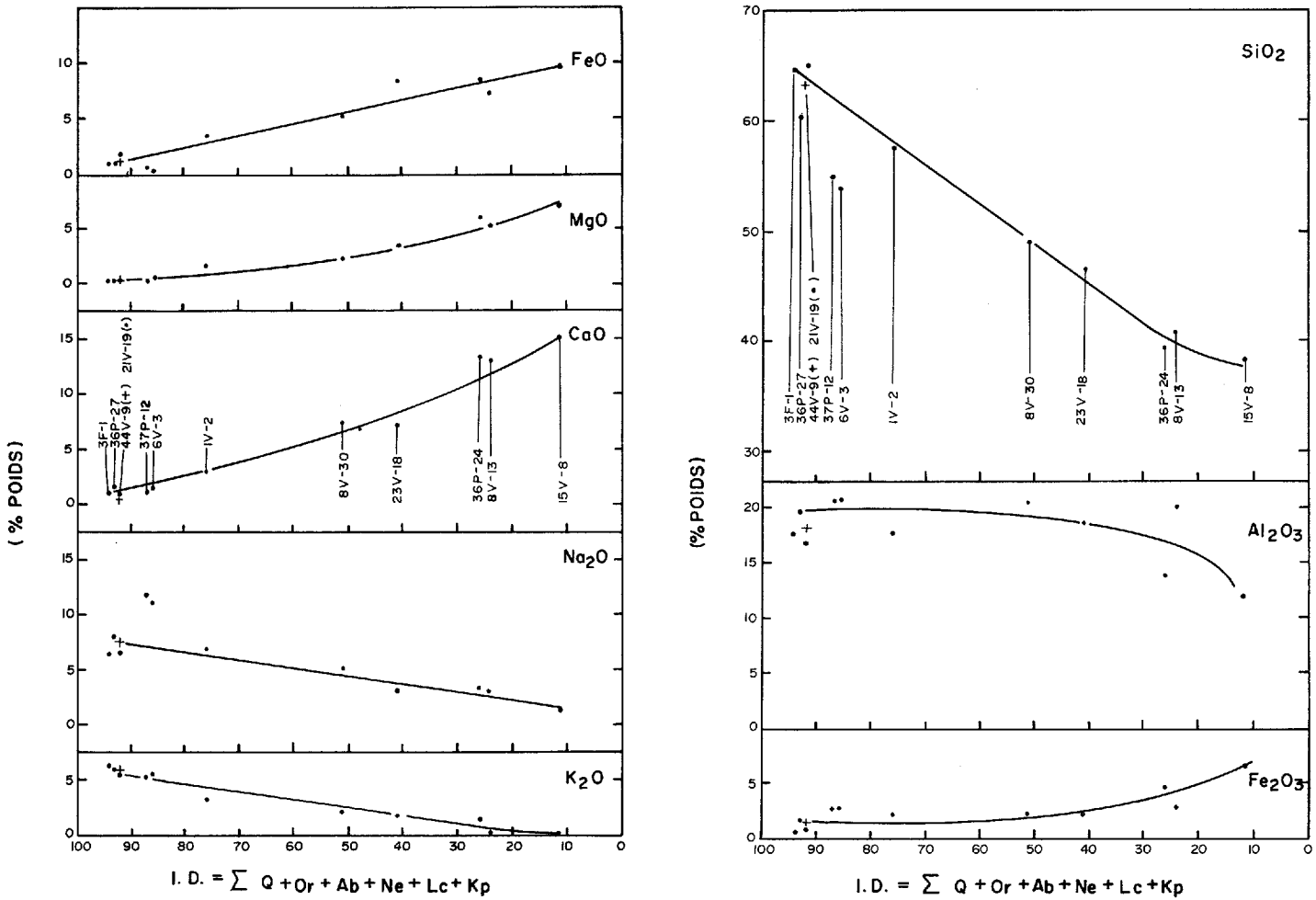


FIGURE 16 - Diagramme des indices de différenciation (I.D.) en fonction des oxydes pour les roches du mont Brome. / *Diagram of the differentiation indexes (D.I.) against the oxides for the Mount Brome rocks.*

Les valeurs en Na_2O sont fortement éloignées de la courbe pour la laurdalite (6V-3) et la tinguaite (37P-12) qui cofncident avec un indice d'agpaicité de 1.15 et de 1.22 respectivement. Ces valeurs élevées en Na_2O apparaissent aussi sur le diagramme Ca-K-Na (fig. 17) où ces roches néphéliniques atteignent $Ca_7\ Na_{64}\ K_{29}$ alors que les nordmarkites bifurquent du côté potassique à $Ca_8\ Na_{46}\ K_{46}$. Cependant, cette bifurcation des nordmarkites du côté potassique (fig. 17) est causée davantage par une faiblesse en Na_2O plutôt que par un enrichissement réel en K_2O comme le montre le diagramme de variation des indices de différenciation de la figure 16.

In the case of laurdalite (6V-3) and tinguaite (37P-12) that have an agpaicity index of respectively 1.15 and 1.22, the values for Na_2O are off the curve by a large amount. These high values for Na_2O are also apparent on the Ca-K-Na diagram (Fig. 17) where these nepheline-bearing rocks attain $Ca_7Na_{64}K_{29}$ and the nordmarkites branch off towards the potassium side at $Ca_8Na_{46}K_{46}$. However, this branching of the nordmarkites (Fig. 17) is due more to a deficiency in Na_2O than to a real enrichment in K_2O, as illustrated in figure 16, representing the variation diagram of the differentiation indexes.

DIAGRAMMES FMA ET Ca-K-Na

Le diagramme FMA (fig. 17) montre une évolution de la cristallisation caractéristique de la plupart des complexes alcalins, c'est-à-dire aucun enrichissement en fer des gabbros, qui se situent à environ 55% de $FeO+Fe_2O_3$, et une évolution du magma vers des résidus riches en alcalis.

FMA AND Ca-K-Na DIAGRAMS

The FMA diagram (Fig. 17) shows that the crystallization evolved in a way that is typical of the majority of the alkalic complexes, consisting in the absence of iron enrichment in the gabbros, which contain about 55% $FeO+Fe_2O_3$, and a magmatic evolution towards alkali-rich residua.

Le diagramme Ca-K-Na montre une distribution à peu près linéaire avec une pente d'environ 28° indiquant la prépondérance de Na_2O sur K_2O, mais entre 10% et 20% de Ca la courbe bifurque vers le pôle Na pour les laurdalites et les tinguaites et vers le pôle K pour les nordmarkites. Nous avons vu précédemment que ce phénomène est davantage attribuable aux variations de Na_2O que de K_2O.

The Ca-K-Na diagram shows a distribution that approximates linearity with a slope of about 28° indicating a preponderance of Na_2O over K_2O. However, at between 10 and 20% Ca, the curve divides into the laurdalite and tinguaite branch oriented towards the Na pole, and the nordmarkite branch oriented towards the K pole. We have seen already that this phenomenon is due to a greater extent to variations in Na_2O than to variations in K_2O.

DIAGRAMME SiO_2 -Ne-Ks

Les analyses chimiques des différents types de syénite projetées sur le diagramme triangulaire SiO_2-Ne-Ks

SiO_2-Ne-Ks DIAGRAM

The projected chemical analyses of different types of syenites on an SiO_2-Ne-Ks triangular diagram (Fig. 18)

(fig. 18) montrent une distribution des points dans la vallée thermique du système pétrogénétique résiduel de Bowen. La position des analyses suit vers le bas l'ordre d'intrusion des différentes phases magmatiques notées sur le terrain et les roches considérées dans les levés géologiques comme correspondant aux derniers liquides de cristallisation (les tinguaites et les laurdalites) se situent à proximité du point minimum du système. Le diagramme utilisé est celui de Hamilton et MacKenzie (1965) pour des conditions de P_{H_2O} de 1000 kg/ cm^2. Les nordmarkites (7 et 8) se situent du côté sursaturé en SiO_2 de la barrière thermique des feldspaths. Nous verrons plus loin qu'une différenciation normale ne peut s'effectuer des liquides résiduels sursaturés aux liquides sous-saturés.

shows the distribution of points in the thermal valley of Bowen's petrogenic residual system. From top to bottom, the positioning of the analyses follows the order of intrusion of the various magmatic phases that were noted in the field; the rocks that, during the mapping operation, were thought to correspond to the latest crystallizing fluids (tinguaites and laurdalites) are found in proximity to the lowest point in the system. The diagram used in that of Hamilton and MacKenzie (1965) at a P_{H_2O} equal to 1000 km/cm^2. The nordmarkites (7 and 8) are located on the SiO_2 supersaturated side of the feldspar thermal barrier. As we shall see later, a normal differentiation will not occur from supersaturated residual fluids to undersaturated fluids.

TECTONIQUE ET PETROGENESE DU COMPLEXE DE BROME

La connaissance de la pétrogénèse du complexe de Brome présuppose la solution d'au moins deux problèmes distincts: l'un relatif aux gabbros, l'autre relatif au cortège des monzodiorites et des syénites.

En ce qui concerne le gabbro, il importe d'établir sa forme tridimensionnelle,d'étudier son mode de mise en place et l'évolution de sa cristallisation. Le problème inhérent aux monzodiorites et aux syénites consiste à les situer dans le contexte pétrogénétique du complexe de Brome, de définir l'ordre de mise en place des différents faciès, leurs interrelations, et l'évolution de leur cristallisation.

TECTONICS AND PETROGENESIS OF THE BROME COMPLEX

As understanding of the petrogenesis of the Brome complex implies the solution of at least two distinct problems: one relative to the gabbros, the other relative to the monzodiorite and syenite suite.

With respect to the gabbro, it is important to determine its three-dimensional shape and to investigate its mode of emplacement as well as the evolution of its crystallization. The problem inherent to the monzodiorites and syenites consists in placing these rocks in the petrogenic context of the Brome complex, in determining the order of emplacement of the different facies, their intercalations, and the evolution of their crystallization.

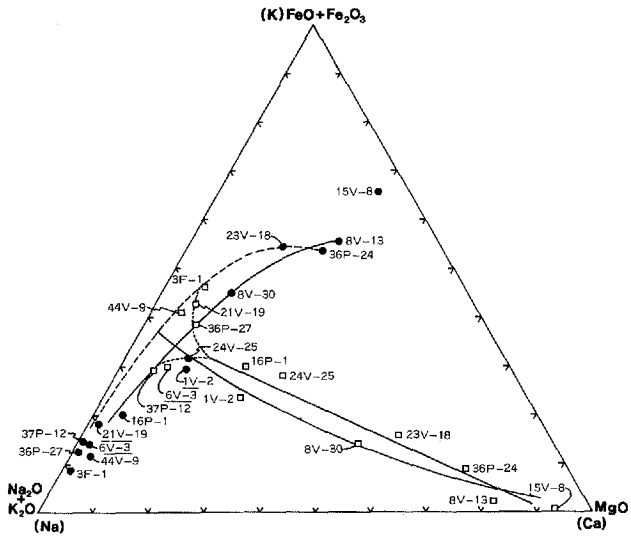


FIGURE 17 - Distribution des principaux types de roches dans un diagramme FMA (points) et K-Na-Ca (carrés). Les chiffres correspondent aux numéros des analyses chimiques (tableau12). Les lignes en tireté représentent la série alcaline sodique de l'Ile Sainte-Hélène, Atlantique-Sud. *Distribution of the main rock-types in an FMA (dots) and K-Na-Ca (squares) diagram. The numbers correspond to the numbers of the chemical analyses (Table 12). The dash-line represents the soda-alkalic series of Sainte-Hélène Island, South Atlantic.*

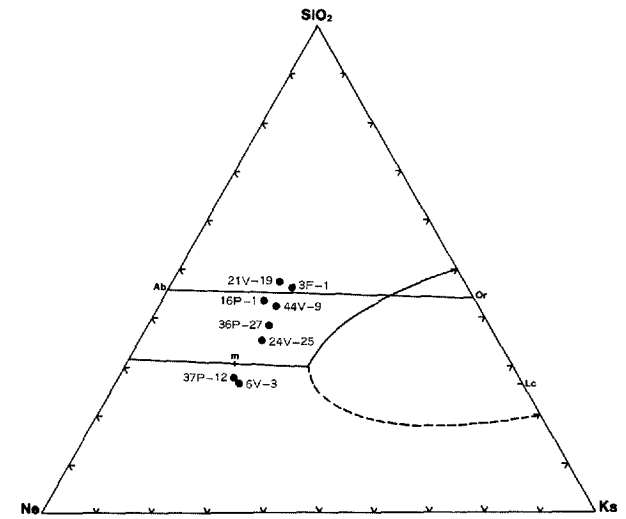


FIGURE 18 - Distribution des syénites du mont Brome dans un diagramme SiO_2 - Ne - Ks construit pour des conditions de P_{H_2O} de 1000 kg/ cm^2 (Hamilton et MacKenzie, 1965). / *Distribution of Mount Brome syenites in a SiO_2-Ne-Ks diagram at P_{H_2O} = 1000 kg/cm^2 (Hamilton and Mackenzie, 1965).*

TAB. 12 - ANALYSES CHIMIQUES ET NORMES DES ROCHES DU MONT BROME
CHEMICAL ANALYSES AND NORMS OF THE ROCKS OF MOUNT BROME

	15V-8	8V-13**8V-30	23V-18	36P-24	1V-2	21V-19	3F-1	44V-9	16P-1*	24V-25*36P-27	6V-3	37P-12
SiO_2	38.77	42.61 49.03	46.82	39.74	58.10	65.12	64.62	63.30	62.08	55.18	60.20	53.80	55.05
Al_2O_3	12.03	16.15 20.48	18.73	13.86	17.10	16.43	17.58	18.07	17.76	16.50	19.64	20.64	20.55
TiO_2	5.87	4.06 2.64	3.45	4.19	1.48	0.48	0.27	0.58	0.79	1.86	0.49	0.36	0.25
CaO	15.10	14.26 7.45	7.24	13.40	3.42	0.94	1.07	0.82	3.35	5.04	1.50	1.52	1.26
MgO	7.07	5.26 2.24	3.40	6.07	1.77	0.36	0.33	0.43	0.88	2.01	0.28	0.43	0.22
FeO	9.87	7.56 5.47	8.51	8.49	3.40	1.92	0.86	0.99	2.27	4.15	0.84	0.29	0.61
Fe_2O_3	6.74	3.72 2.49	2.30	4.84	2.14	0.96	0.50	1.12	0.77	2.44	1.55	2.86	2.68
Na_2O	1.18	3.02 5.04	3.39	3.50	7.04	6.43	6.40	7.58	6.94	6.95	8.03	10.96	11.80
K_2O	0.08	0.33 2.05	1.94	1.55	3.22	5.46	6.32	5.84	4.50	4.72	5.98	5.44	5.28
MnO	0.17	0.15 0.22	0.20	0.27	0.23	0.28	0.09	0.13	0.14	0.23	0.14	0.35	0.39
P_2O_5	2.50	1.99 0.93	1.46	1.34	0.43	0.14	0.14	0.10	0.20	0.40	0.05	0.07	0.03
BaO		0.05	0.09	0.05	0.30	0.08	0.05	0.02			0.06	0.01	0.01
SrO		0.31	0.27	0.24	0.23	0.01					0.03	0.02	0.01
V_2O_5			0.02	0.04									
H_2O^+	0.55	0.65 0.79	1.40	1.51	0.41	0.40	0.20	0.46	0.49	0.51	0.78	2.12	1.08
H_2O^-	0.05	0.04 0.01	0.05	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.11	0.10	0.02	0.12	0.01
Total	99.99	99.85 99.20	99.27	99.10	99.90	99.03	98.46	99.46	100.34	100.14	99.59	98.99	99.23
Q	1.07					4.34	1.22						
Or	0.47	2.01 12.11	11.46	9.16	19.03	32.26	37.35	34.51	26.59	27.89	35.34	32.15	31.20
Ab	9.98	18.84 34.00	28.69	1.07	53.48	54.11	54.16	51.77	54.02	31.39	42.99	17.41	20.38
An	27.29	29.51 27.20	27.27	17.53	7.19		0.58		3.97				
Ne		3.64 4.68		15.47	3.30			4.69	2.59	14.73	13.40	31.67	30.30
Ac						0.26		3.24		0.19	0.19	8.27	7.75
Ns								0.01				1.74	3.43
Cor			1.06										
Wo										0.90	2.24	1.23	0.65
Di	21.41	17.48 2.31		25.27	4.44	0.96	1.67	1.51	4.72	10.80	1.50	2.31	1.18
Hd	3.31	5.16 1.46		7.54	2.16	2.39	1.57	1.35	4.74	5.67		1.11	2.69
Hyp En	7.68		6.57			0.45	0.05						
Of	1.39		6.52			1.29	0.05						
Ol Fo		3.52 3.16	1.33	2.38	1.65			0.26					
Fa		1.31 2.52	1.45	0.90	1.01			0.30					
Mt	9.77	5.39 3.61	3.33	7.02	3.10	1.22	0.72		1.12	3.44	1.74		
Il	11.15	7.73 5.01	6.55	7.96	2.81	0.91	0.51	1.10	1.50	3.55	0.93	0.68	0.47
Hm											0.28		
Ap	5.92	4.71 2.15	3.46	3.10	1.00	0.32	0.32	0.23	0.47	0.95	0.12	0.16	0.07
H_2O	0.55	0.69 0.80	1.45	1.52	0.44	0.42	0.22	0.48	0.60	0.61	0.80	2.24	1.09
Total	100.16	99.98 99.03	99.15	98.92	99.60	98.95	98.42	99.45	100.34	100.13	99.54	98.98	99.22

Analyste / *Analyst:* Z. Katzendorfer, ministère des Richesses naturelles du Québec */Québec Department of Natural Resources*

* Analyste / *Analyst:* P. Hébert, laboratoire de géochimie analytique */Analytical geochemistry laboratory,* Ecole Polytechnique de Montréal.

** Analyste */Analyst:* B. Gunn, laboratoire de géochimie / *Geochemistry laboratory,* Université de Montréal.

(15V-8) - Gabbro folié à olivine./*Foliated olivine gabbro*

(8V-13) - Gabbro à grands cristaux poecilitiques d'amphibole/*Gabbro with large poikilitic crystals of amphibole.*

(8V-30) - Gabbro à grain fin recoupé par les nordmarkites à proximité du prolongement nord de la colline de Gale/*Fine-grained gabbro cut by the nordmarkites near the north extent of Gale hill.*

(23V-18)- Porphyre feldspathique relié aux gabbros, en enclave dans la microsyénite porphyrique au nord de la colline de Pine/*Feldspathic porphyry related to gabbros, in inclusion in the porphyry microsyenite, north of Pine hill.*

(36P-24)- Monzodiorite à néphéline provenant du sommet de la colline de Brome/*Nepheline monzodiorite from the top of Brome hill.*

(1V-2) - Monzodiorite à biotite de la colline de Gale/*Biotite monzodiorite of Gale hill.*

(21V-19)- Microsyénite porphyrique provenant de l'escarpement au sommet de la colline de Pine/*Porphyritic microsyenite from the escarpment at the top of Pine hill.*

(3F-1) - Nordmarkite verte recueillie en bordure de la route longeant le versant est de la colline de Gale/*Green nordmarkite collected along the road on the east side of Gale hill.*

(44V-9) - Pulaskite provenant du flanc ouest de la colline de Brome/*Pulaskite form the west side of Brome hill.*

(16P-1) - Pulaskite le long de la route au nord du lac Bromont/*Pulaskite along the road north of Bromont lake*

(24V-25)- Plagifoyaite à l'est de la route, à 7000 pieds au nord de Iron Hill/*Plagifoyaite on the east side of the road, 7000 feet north of Iron hill.*

(36P-27)- Foyaite prélevée sur la colline de Brome, le long des courbes prononcées de la rue Argenteuil/*Foyaite collected on Brome Hill, along the acute curve of the Argenteuil road*

(6V-3) - Laurdalite à grain grossier affleurant en bordure de la route au nord-ouest de la colline de Brome/*Coarse-grained laurdalite outcropping along the road northwest of Brome hill.*

(37P-12)- Tinguaite formant une zone de bordure autour des venues de laurdalite (6V-3)/*Tinguaite forming a margin zone around laurdalite occurrences (6V-3)*

Les travaux effectués jusqu'à ce jour ont consisté en une mise en carte des différentes unités et en une étude pétrographique et structurale de tous les types de roches appuyée de quelques analyses chimiques des échantillons représentatifs;ce sont des travaux préliminaires indispensables, mais insuffisants pour nous permettre d'apporter des réponses définitives aux problèmes fondamentaux posés par la pétrologie.

The work performed to date consisted in the mapping of the different units along with petrographical and structural studies of all the rock-types, supported by a few chemical analyses of representative samples; this constitutes indispensable preliminary work but is insufficient to allow definite answers to fundamental problems set by the petrology.

Les études subséquentes qui s'imposent consistent en (1) un examen détaillé, sur le terrain et en laboratoire, de la stratification rythmique des gabbros pour tenter de déceler son allure véritable qui nous est apparue localement irrégulière et lenticulaire, (2) une recherche sur les bancs d'anorthosite et de pyroxénite pour vérifier s'ils ont un caractère répétitif et s'ils sont susceptibles de servir d'horizons repères et (3) un examen attentif entre les bancs pour relever la nature graduelle ou brusque des contacts et les empreintes d'érosion éventuelles sur les bancs sous-jacents.

Indispensable future work consists in (1) a detailed examination, both in the field and in the laboratory, of the rhythmic layering of the gabbros in an attempt to establish its true attitude which, locally, appeared irregular and lenticular, (2) a search for anorthosite and pyroxenite beds in order to determine whether they show a repetitive character and if they are likely to be helpful as marker horizons and (3) a careful layer by layer examination to investigate the gradational or sharp nature of the contacts and possible remnants of erosion surfaces that may be present at the surface of underlying beds.

Il importe également de faire une étude systématique de la composition et de la texture des différents minéraux d'accumulation à travers la séquence rythmique pour vérifier si un travail détaillé ne révèlerait pas une stratification cryptique que notre étude générale n'a pas mise à jour et si le zonage de certains minéraux ainsi que l'apparition et la disparition de certaines phases d'accumulation ne sauraient jeter plus de lumière sur les conditions thermales qui ont orienté l'évolution de la cristallisation.

It is essential to perform a systematic study of the composition and texture of the various accumulation minerals throughout the rhythmic sequence in order to establish whether a detailed investigation could possibly reveal the presence of a crypto-stratification which was not detected during the present, more general, study and also, whether zoning in certain minerals, together with the appearance and disappearance of certain accumulation phases, could possibly enhance our comprehension of the thermal conditions which governed the evolution of crystallization.

La connaissance des syénites ne va pas non plus sans une étude approfondie de la minéralogie des feldspaths qui forment plus de 90% de la majorité de ces roches. La composition de ces feldspaths, généralement binaires et ternaires, et leur état structural sont des critères que le microscope ne saurait circonscrire, mais qui sont prérequis à une étude exhaustive de l'évolution magmatique des venues syénitiques.

An understanding of the syenites also requires a thorough investigation of the mineralogy of the feldspars that constitute over 90% of the majority of these rocks. The composition of these feldspars, which are generally binary or ternary, as well as their structure constitute problems which the microscope is not always able to solve, but which are prerequisite to an exhaustive study of the magmatic evolution of the syenitic intrusions.

La pétrogénèse du complexe de Brome ne saurait trouver une explication satisfaisante avant que des recherches plus détaillées ne soient poursuivies sur le terrain et avant qu'une étude approfondie de la composition des minéraux et de l'histoire de la cristallisation ne soit terminée. Cependant, il importe à cette étape de notre étude d'esquisser un tableau général des renseignements recueillis et de mettre en lumière les quelques tendances suggérées par le contexte tectonique et la composition minéralogique et chimique des différents types de roches.

The petrogenesis of the Brome complex will not be understood satisfactority until more detailed field research is undertaken and an elaborate investigation of the composition of minerals and crystallization history is completed. However, at the present stage of our studies, it is essential to present a general outline of the information obtained and point out a few trends that are suggested from the tectonic context and the mineralogical and chemical composition of the various rock-types.

Les grandes lignes de notre interprétation sont basées sur le contexte tectonique, les relations structurales entre les types de roches et les parentés chimiques reliant ces roches.

Our interpretation is based largely on the tectonic context, the structural relationship between the different rock-types and the chemical similarities that exists in these rocks.

Par exemple certaines roches du complexe de Brome sont caractéristiques d'un plutonisme de chambre à refroidissement lent; c'est le cas des roches grenues comme les gabbros et de la plupart des syénites qui ne montrent pas de zones de trempe. D'autres roches, dont la composition minéralogique et chimique est équivalente à celle des roches précédentes, sont plutôt des

For example, some rocks in the Brome complex are typical of a slow-cooling plutonism; this is the case for the granular rocks such as the gabbros and the majority of the syenites that do not show tempered zones. Other rocks, which have mineralogical and chemical compositions identical to these, result from a rapid-cooling plutonism as suggested by phases of microgabbro and

produits d'un plutonisme à refroidissement rapide suggéré par des phases de microgabbro et de porphyres plagioclasiques, de brèches à matrice aphanitique et de microsyénites porphyriques gelés dans un milieu hypoabyssal avant d'avoir atteint leur équilibre pétrochimique. Parmi ces roches, mentionnons en particulier les porphyres plagioclasiques de la colline de Pine qui sont des équivalents pétrochimiques des gabbros, les microsyénites porphyriques de Pine, qui correspondent aux nordmarkites bien que localement envahies par des syénites à grains grossiers, et enfin les tinguaites qui forment quelques dykes, et surtout l'enveloppe d'un coeur à grain grossier de laurdalite.

Nous rappellerons donc ci-après les observations susceptibles de nous renseigner sur l'ordre d'intrusion et le mode d'emplacement des roches et nous tenterons de tirer de ces données et des analyses chimiques les grandes lignes de l'histoire du complexe de Brome.

MISE EN PLACE DES GABBROS

Le contact entre le gabbro et les roches sédimentaires encaissantes n'apparaît que sur une faible distance dans la partie sud du complexe et il montre à ces endroits une nette discordance et une attitude sub-verticale. Tel que mentionné précédemment, à proximité du contact avec le gabbro, les roches sédimentaires ont subi un métamorphisme thermal, témoigné par la cordiérite dans les schistes argileux et la wollastonite dans les dolomies impures. Dans la partie sud du complexe, la température au contact du magma intrusif fut assez élevée pour provoquer un rhéomorphisme des roches sédimentaires qui se sont mises en mouvement à l'état plastique de

plagioclase porphyries, aphanitic groundmass breccias and porphyritic microsyenites that were frozen in an hypabyssal environment prior to reaching petrochemical equilibrium. Of these rocks, we shall mention in particular the plagioclase porphyries of Pine hill, which are petrochemical equivalents to the gabbros; the porphyritic microsyenites of Pine hill that correspond to the nordmarkites, although these are locally intruded by coarse grained syenites; and finely tinguaites that form a few dykes and, above all, constitute the envelope of a coarse-grained laurdalite central core.

In the following, we shall review those observations that are likely to provide us with information regarding the order of intrusion and the mode of emplacement of the rocks and, from these data and the chemical analyses, we shall attempt to reconstitute a broad outline of the history of the Brome complex.

EMPLACEMENT OF THE GABBROS

The contact between the gabbro and the enclosing sedimentary rocks is visible only along a short distance in the southern part of the complex and there, it shows a clear unconformity and near-vertical dips. As mentioned previously, the sedimentary rocks in contact with the gabbro have undergone thermal metamorphism as evidenced by the presence of cordierite in the shales and wallastonite in impure dolomites. In the southern part of the complex, the temperature at the contact with the intruding magma was sufficiently elevated to generate rheomorphism in the sedimentary rocks which underwent plastic movement giving rise to a fluidal texture and a brecciated structure.

façon à acquérir une texture fluidale et une structure bréchoïde.

Ces observations ne correspondent qu'à une faible partie du contact au sud du complexe. Ailleurs, la ligne de démarcation entre le gabbro et les roches encaissantes serpente entre des affleurements sporadiques n'offrant aucun renseignement ou se perd dans des venues de syénite, comme dans le voisinage de la colline de Gale.

La forme de la masse de gabbro est celle d'un croissant ouvert sur le nord-est caractérisé par un pendage concentrique vers l'intérieur. Dans la partie sud et sud-ouest du croissant où la puissance du gabbro est à son maximum, la largeur horizontale atteint de 7000 à 11000 pieds et le pendage a une valeur moyenne d'environ 45°. Du côté ouest du croissant, le gabbro forme une pointe qui s'atténue vers le nord à une distance de 4.5 milles de la limite sud du complexe où un faciès de microgabbro s'estompe entre les nordmarkites et les pulaskites. On retrouve plus au nord quelques enclaves de gabbro dans la monzodiorite à biotite et la tinguaite. Du côté est du croissant, le gabbro bute abruptement sur les nordmarkites, mais un ilôt de porphyre plagioclasique, apparenté au gabbro et pris en enclave dans les microsyénites, porte le prolongement du croissant au nord du mont Pine à 3.5 milles de l'extrémité sud du complexe.

La structure interne du gabbro est mise en évidence par une foliation marquée par l'orientation subparallèle des plagioclases et l'alignement des minéraux ferromagnésiens. Localement, cette foliation se double d'un rubanement où des zones riches

These observations correspond to only a small section of the contact to the south of the complex. Elsewhere, the demarcation line between the gabbro and the enclosing rocks winds between sporadic outcrops resulting in pertinent information being hidden or lost in the midst of syenitic intrusions, as is the case in the vicinity of Gale hill.

The shape of the gabbroic mass is that of a crescent open to the northeast and characterized by a concentric dip towards the interior. In the south and southwest part of the crescent, where the thickness of the gabbro is at a maximum, the horizontal thickness reaches 7000 to 11000 feet and the dip averages about 45°. On the west side of the crescent, the gabbro has a tapering shape and ends toward the north, at a distance of 4.5 miles from the southern limit of the complex, where a microgabbro facies disappears in the nordmarkites and pulaskites. Further north, a few gabbro xenoliths are found in the biotite monzodiorite and the tinguaite. On the east side of the crescent, the body of gabbro hits abruptly against the nordmarkites, but a xenolith of gabbro-related plagioclase porphyry in the microsyenites, extends the range of the crescent to the north of Pine hill to 3.5 miles from the southern extremity of the complex.

The internal structure of the gabbro is revealed by a foliation defined by the subparallel orientation of the plagioclases and the alignment of ferromagnesian minerals. Locally, this foliation becomes banding, with zones enriched in ferromagnesian minerals

en minéraux ferromagnésiens alternent avec des zones felsiques. Le litage rythmique prend, à certains endroits, l'importance de bancs de gabbro à olivine de 1 à 2 pieds d'épaisseur en interlits avec des leucogabbros (anorthosites) ou des bancs de ferrigabbros (pyroxénites).

alternating with more felsic bands. The rhythmic bedding takes on, in certain places, a magnitude of 1 to 2 feet thick layers of olivine gabbro interbedded with leucogabbros (anorthosites) or layers of ferrigabbros (pyroxenites).

Bien que certains bancs de leucogabbros offrent localement un contact net avec les gabbros foliés à olivine, les contacts sont généralement graduels et nous n'avons pu déceler nulle part d'ordre systématique de déposition. La direction de la foliation et du rubanement du gabbro suit grosso modo le contact extérieur avec les roches encaissantes. Le pendage est partout vers l'intérieur, mais son attitude varie entre 25° et 75° , la moyenne étant d'environ 45°. La variation du pendage à l'échelle de notre mise en carte ne saurait être reliée à aucune distribution systématique.

Although some leucogabbro layers are in sharp contact with the foliated olivine gabbros, the contacts are generally gradational and nowhere was it possible to determine a systematic order of deposition. The strike of the foliation and banding follows roughly the external contact with the country rock. The dip is always towards the interior but its angle varies from 25° to 75°, averaging about 45°. At the scale used in our mapping program, it is not feasible to relate variations in dip to systematic distribution.

L'observation de ces gabbros foliés alternant avec des gabbros rubanés et des bancs presque monominéraliques d'anorthosites et de pyroxénites nous suggère que le mode de déposition des cristaux du complexe gabbroïque a donné lieu à une suite de couches dont les minéraux constituants reflètent l'influence de la gravité.

Examination of these foliated gabbros, alternating with banded gabbros, and quasi-monomineralic layers of anorthosite and pyroxenite suggests that the mode of crystal deposition in the gabbroic complex gave rise to a succession of layers with mineralogical compositions reflecting a gravitational influence.

Les quelques affleurements de gabbros caractérisés par de grands cristaux poecilitiques de hornblende brune se localisent vers le sommet de la séquence de gabbros ou en bordure des contacts avec les roches sédimentaires. Par exemple, l'échantillon 8V-13 étudié précédemment se situe à environ 800 pieds du contact avec les syénites de la rue Multimore. La même amphibole apparaît dans la plupart des gabbros, mais elle ne revêt alors que

The small number of gabbro outcrops that are characterized by large poikilitic brown amphibole crystals are located near the top of the gabbro sequence or near the edge of the contacts with the sedimentary rocks. For example, sample 8V-13, studied previously, is located about 800 feet from the syenite contact on Multimore street. The same amphibole is present in the majority of the gabbros, but in these, its importance is limited to forming a

l'importance d'un liséré autour des pyroxènes. Cette amphibole poeciliti-que témoigne d'une cristallisation tar-dive (intercumulus) favorisée par un accroissement de la pression d'eau dans un milieu tectoniquement stabilisé.

margin around the pyroxenes. This poikilitic amphibole provides evidence of a late crystallization (intercumulus) favoured by an increase in the water pressure in a tectonically stabilized environment.

Quelle est l'identité tecto-nique du complexe de Brome? C'est une question à laquelle il est difficile de répondre, mais nous croyons que la ré-ponse viendra d'une meilleure connais-sance de la tectonique et de la cristal-lisation du croissant de gabbro.

What is the tectonic identity of the Brome complex? This question is a difficult one to answer but we believe that it will be answered with increased knowledge of the tectonics and crystalli-zation of the crescentic body of gabbro.

Dresser (1906) a considéré que les monts Brome et Shefford for-maient deux parties d'un grand laccoli-the, mais cette hypothèse nous semble très improbable. En effet, les roches de Brome et de Shefford provoquent des anomalies magnétiques qui devraient se trouver entre les deux monts, mais elles n'y ont pas été observées. De plus, les rele-vés gravimétriques faits par M.M. Fitzpatrick (G. Pouliot, 1962, p. 13) entre les monts Brome et Shefford n'indiquent aucun lien certain entre ces deux monts si ce n'est en profon-deur et par des roches felsiques.

Dresser (1906) assumed that Mounts Brome and Shefford were part of a large laccolith but this hypothesis appears to us as improbable. Indeed, Brome and Shefford rocks give rise to magnetic anomalies that should extent between the two hills if one accepts Dresser's (op.cit) theory; these, how-ever, are not observed. Furthermore, gravity surveys carried out by M.M. Fitzpatrick (G. Pouliot, 1962, p.13) between Mount Brome and Shefford do not reveal any positive link between these two hills except, perhaps, at depth and through felsic rocks.

L'hypothèse qui nous semble la plus plausible à ce stade de notre étude est celle de la mise en place d'une masse intrusive discordante de gabbros dans les roches sédimentaires. Cette masse intrusive, dont les parois sont subverticales, a acquis lors de la cristallisation une structure inter-ne qui prend la forme d'une stratifi-cation rythmique à pendage concentrique vers l'intérieur. Cette structure témoigne de l'influence d'une diffé-renciation par gravité lors du dépôt des cristaux. L'état de nos recherches ne nous permet pas de préciser le méca-nisme de formation du complexe; il est possible cependant que certains contacts

The hypothesis that appears to us as the most plausible at the present stage in our investigation is the one whereby a discordant intrusive body of gabbro is emplaced in the sedimentary rocks. This intrusive mass, which has subvertical walls, acquired an internal structure during crystallization in the form of a rhythmic stratification dipping concentrically towards the interior. This struture bears witness to influence of gravitational differentiation during crystal deposition. The state of our research does not permit us to explicit with respect to the mechanism of forma-tion of the complex; it is possible, however, that sharp contacts between

brusques entre les bancs de composition différente du complexe gabbroïque soient dus à des venues successives de magma.

Les différents échantillons représentatifs des roches de Brome (tab. 12) se situent tous dans le champ des basaltes alcalins lorsque leur composition est figurée sur un diagramme $Na_2O + K_2O$ vs SiO_2 (fig. 14). Le diagramme FMA (fig. 17) montre que l'évolution de la cristallisation a suivi une voie parallèle à celle de la plupart des complexes alcalins, en particulier celle des roches de l'île Sainte-Hélène (Baker, 1969) et du Mont-Royal (Gélinas, 1972). Les analyses représentées sur ce diagramme situent les gabbros à environ 55% de $FeO + Fe_2O_3$; elles n'indiquent aucun enrichissement en fer, mais plutôt une évolution vers des phases riches en alcalis atteignant pour la nordmarkite (3F-1) une valeur de 88.6% de $Na_2O + K_2O$, 9.1% de $FeO + Fe_2O_3$ et 2.3% de MgO.

L'analyse du gabbro folié (fig.17, 15V-8) se situe en dehors de la courbe d'évolution du magma, indiquant ainsi le caractère cumulatif de ses composants. L'analyse 8V-30 représente un gabbro anorthositique en enclave dans les nordmarkites. Ce gabbro apparaît riche en alcalis, mais cette composition semble due au métasomatisme des alcalis en provenance de la syénite. Cette interprétation est suggérée par la composition magnésienne de l'olivine (Fo_{70}) et la recristallisation du plagioclase dans un faciès du gabbro envahi par le feldspath potassique à proximité de la syénite. Le gabbro rubané au sud du lac Bromont a des caractéristiques conduisant aux mêmes conclusions.

beds of different composition in the gabbro complex represent successive intrusions of magma.

All the representative samples of Brome rocks fall within the alkali basalt field on an Na_2O+K_2O vs SiO_2 diagram (Fig. 14). The FMA diagram (Fig. 17) shows that crystallization evolved in a direction parallel to that of the majority of the alkali complexes, in particular the rocks of Sainte-Hélène Island (Baker, 1969) and Mont-Royal (Gélinas, 1972). The analyses shown on this diagram place the gabbros at about 55% $FeO+Fe_2O_3$; they indicate no enrichment in iron but rather an evolution towards the alkali-rich phases reaching, in the case of nordmarkite, (3F-1) 88.6% Na_2O+K_2O, 9.1% $FeO+Fe_2O_3$ and 2.3% MgO.

The analysis of the foliated gabbro (Fig. 17, 15V-8) falls off the magmatic evolution curve, indicating the cumulative character of its components. The analysis 8V-30 represents a xenolith of anorthosite gabbro within the nordmarkites. This gabbro appears alakli-rich but this composition seems to be due to metasomatism of the alkalis originating from the syenites. The magnesian composition of the olivine (Fo_{70}) and recrystallization of the plagioclase in a gabbro facies, overrun by K-feldspar near the syenite, support this interpretation. The banded gabbro to the south of Bromont lake has characteristics that lead to the same conclusions.

MONZODIORITES

Les relations de terrain suggèrent que la mise en place du gabbro fut suivie de 2 types de monzodiorites: les monzodiorites à biotite de la colline de Gale et les monzodiorites à néphéline au centre de la colline de Brome, deux types de roches qu'il convient de relier génétiquement à l'évolution du magma gabbroïque, mais dont le mode de mise en place est mal connu.

MONZODIORITE A BIOTITE

La monzodiorite à biotite de la colline de Gale est vraisemblablement un produit de différenciation en profondeur du magma gabbroïque, si on se fie aux diagrammes de variation (figs 15 et 16). Cependant, sa localisation hors du croissant de gabbro suggère une venue tardive un peu en marge de l'évolution normale du croissant de gabbro. En effet, cette monzodiorite, caractérisée par l'arrangement de ses feuillets en forme de pattes d'oiseaux, est injectée de dykes et de veinules de nordmarkite et contient des enclaves sporadiques plus ou moins digérées de gabbro anorthositique, en particulier sur le flanc nord-est de Gale.

La parenté pétrochimique entre la monzodiorite à biotite et le gabbro semble donc être reliée à une certaine hybridisation entre le matériel gabbroïque et les venues syénitiques. La composition de cette monzodiorite à biotite (tab. 12, 1V-2), projetée sur le diagramme FMA (fig. 17), est la seule avec celle de la plagifoyaite (24V-25) à se situer à peu près à mi-chemin entre le champ des gabbros et celui des syénites. Cette particularité pourrait caractériser une phase de différenciation intermédiaire entre le gabbro et la syénite.

MONZODIORITES

As relationships observed in the field suggest, emplacement of the gabbro was followed by 2 types of monzodiorites: the biotite monzodiorites of Gale hill and the nepheline monzodiorites of the central part of Brome hill; two rock-types that, for convenience, are said to be genetically related to the evolution of the gabbroic magma, but for which the mode of emplacement is not well known.

BIOTITE MONZODIORITE

Judging from the differenciation diagrams (Figs. 15 and 16), the biotite monzodiorite of Gale hill is very likely a deep-seated differentiation product of the gabbroic magma. However, its position outside the gabbro crescent suggests a late intrusion somewhat aside from the normal evolution of the gabbro crescent. Indeed, this monzodiorite, characterized by its biotite scales being arranged in bird-feet patterns, is injected by nordmarkite dykes and veinlets and contains sporadic, more or less digested, anorthositic gabbro xenoliths, particularly on the northeast side of Gale hill.

The petrochemical relationship between the biotite monzodiorite and the gabbro is therefore seemingly related to some sort of hybridization between the gabbroic material and the syenitic intrusions. When plotted on the FMA diagram (Fig. 17), the composition of this biotite monzodiorite (Tab. 12, IV-2) and that of plagifoyaite (24V-25) are the only ones to be located more or less half way between the gabbro and the syenite fields. This peculiarity could characterize an intermediate phase of differentiation between gabbro and syenite.

Cependant, les évidences d'échange entre le matériel gabbroïque et syénitique ne se limitent pas à cette localité. En effet, dans la brèche de rhéomorphisme de la zone de contact de la partie sud du complexe de Brome, des blocs arrondis de monzodiorite à biotite offrent la même composition minéralogique et la même texture en pattes d'oiseaux et passent graduellement à la composition du gabbro. Ces observations suggèrent que l'hybridisation entre le gabbro et les venues syénitiques ou le gabbro et le matériel sédimentaire remobilisé pourrait être un des facteurs responsables de la formation d'au moins une partie des monzodiorites à biotite.

However, evidences of exchange between gabbroic and syenitic material are not limited to this locality. Indeed, in the rheomorphic breccia of the contact zone in the southern part of the Brome complex, rounded biotite monzodiorite blocks present the same mineralogical composition and the same bird-feet texture and gradually evolve into a rock of gabbro composition. These observations suggest that hybridization between the gabbro and the syenitic intrusions, or the gabbro and remobilized sedimentary material, may be one of the factors responsible for the formation of, at least, part of the biotite monzodiorites.

MONZODIORITE A NEPHELINE

La monzodiorite à néphéline est une unité lithologique très hétérogène comprenant entre autres des diorites mafiques reprises et enveloppées par des roches plus felsiques de composition monzodioritique contenant de la néphéline et de la sodalite. Certains affleurements au sommet de la colline de Brome exposent des phénocristaux de kaersutite de 2 pouces de longueur, des pyroxènes titanifères et de l'olivine (Fo_{84}) atteignant un pouce de diamètre.

NEPHELINE MONZODIORITE

The nepheline monzodiorite is a heterogeneous lithological unit that includes among others, remobilized mafic diorites surrounded by more felsic rocks of monzodioritic composition containing nepheline and sodalite. Some outcrops at the top of Brome hill exhibit kaersutite phenocrysts measuring 2 inches in length, titaniferous pyroxenes and olivines (Fo_{84}) measuring up to one inch in diameter.

L'analyse chimique 36P-24 (tab. 12) correspond à une de ces monzodiorites mélanocrates contenant 64% d'amphiboles, 20% de feldspaths constitués d'inclusions de plagioclases zonés (andésine calcique à oligoclase calcique) dans des plages de feldspath potassique, des traces de néphéline et de sodalite, environ 8% de sphène, un pyroxène titanifère et des quantités accessoires d'apatite et d'oxydes.

Chemical analysis 36P-24 (Tab. 12) corresponds to one of these melanocratic monzodiorites containing 64% amphibole, 20% feldspar made up of zoned plagioclase inclusions (calcic andesine to calcic oligoclase) in zones of K-feldspar, traces of nepheline and sodalite, about 8% sphene, a titaniferous pyroxene, and accessory quantities of apatite and oxydes.

La composition chimique de cette monzodiorite (tab. 12, 36P-24) projetée sur les diagrammes FMA et K-Na-Ca (fig. 17) se situe dans le champ des gabbros en raison de la quantité de kaersutite dans l'échantillon analysé. De plus, les phénocristaux d'olivine trouvés dans des phases dioritiques de la monzodiorite sont même plus magnésiens (Fo_{84}) que la plupart des cristaux d'olivine analysés dans le gabbro. Ensuite, les cristaux de pyroxène pléochroïque brun rosé ont une composition chimique semblable dans la monzodiorite à néphéline du centre du complexe (tab. 9) et dans le gabbro contaminé par les dolomies (tab.2,6V-11). Les pyroxènes des ferrigabbros ont aussi des propriétés optiques identiques aux pyroxènes des roches précitées et sont donc susceptibles d'avoir la même composition. Les kaersutites forment, en plus des phénocristaux idiomorphes, le coeur des cristaux d'amphibole de la matrice dans les monzodiorites à néphéline. La composition chimique de cette kaersutite (tab. 8, 36P-24) est semblable à celle du gabbro (tab.6, 8V-13).

When plotted on FMA and K-Na-Ca diagrams (Fig. 17) the chemical composition of this monzodiorite (Tab. 12, 36P-24) is located within the gabbro field because of the amount of kaersutite in the sample that was analysed. Furthermore, olivine phenocrysts found in the dioritic phase of the monzodiorite are even more magnesian (Fo_{84}) than the majority of olivine crystals analysed in the gabbro. Also, the pinkish brown pleochroic pyroxene crystals in the nepheline monzodiorite from the central part of the complex (Tab. 9) have a similar chemical composition to the same crystals in the dolomite-contaminated gabbro (Tab. 2,6V-11). The pyroxenes in the ferrigabbros and those in the above-mentioned rocks have identical optical properties and are, therefore, likely to have the same composition. In addition to forming euhedral phenocrysts, kaersutite also forms the centers of the amphibole crystals in the nepheline monzodiorite matrix. The chemical composition of this kaersutite (Tab. 8, 36P-24) is similar to that of the gabbro (Tab. 6, 8V-13).

L'olivine, l'augite titanifère et la kaersutite, dont la composition est étrangère au milieu des monzodiorites, sont en réalité des xénocristaux issus d'un magma plus basique. Ces xénocristaux ont pu se retrouver dans un milieu de monzodiorite, comme les enclaves plus ou moins digérées de diorite de compositions diverses, grâce à un phénomène d'hybridisation entre les venues syénitiques et les gabbros ou un phénomène de contamination par l'assimilation d'enclaves.

Olivine, titaniferous augite and kaersutite, which have a composition that is foreign to the monzodiorite medium, are in fact xenocrysts originating from a more basic magma. These xenocrysts may have ended up in a monzodiorite medium, as is the case for semi-digested diorite xenoliths of various compositions, as a result of either hybridization between syenitic intrusions and the gabbros or contamination through the assimilation of xenoliths.

VENUES SYENITIQUES

L'évènement suivant fut l'entrée des phases syénitiques, nettement intrusives à l'intérieur comme à l'extérieur du complexe de Brome. D'une façon générale les syénites quartzifères sont distribuées à l'extérieur du croissant de gabbro alors que les syénites saturées et sous-saturées en silice se situent à l'intérieur. Les syénites quartzifères se divisent en deux unités: les microsyénites porphyriques et les nordmarkites. Les microsyénites porphyriques portent la marque d'un refroidissement rapide à la fois par la texture microcristalline de la roche et par la présence de phénocristaux de plagioclases plus ou moins résorbés qui, selon Tuttle et Bowen (1958), témoignent d'un gel prématuré du magma trachytique:

"On suggère que dans plusieurs trachytes, phonolites et rhyolites, les phénocristaux de plagioclase réagiront avec le liquide de façon à produire, durant une phase subséquente de cristallisation, qu'un seul feldspath alcalin; de ce fait, la présence de plagioclase et de phénocristaux de feldspath alcalin ne constitue aucunement une garantie que les deux feldspaths continueront à cristalliser durant toute la période de cristallisation du magma (traduction)" (Tuttle et Bowen, 1958, p.134).

Les travaux de Carmichael (1965) ont conduit aux mêmes conclusions. En ce qui concerne le complexe de Brome, nous considérons les microsyénites porphyriques et les nordmarkites comme des roches presque équivalentes qui diffèrent surtout par leur mode de mise en place. En effet, ces roches contiennent du quartz, ont une composition chimique comparable, se situent presque ensemble sur les diagrammes de

SYENITIC INTRUSIONS

The event that followed was the introduction of syenitic phases, clearly intrusive, both inside and outside the Brome complex. Generally, the quartz syenites are distributed outside the gabbro crescent while the syenites that are saturated and undersaturated in silica are located on the inside. The quartz syenites are divided in two units: the porphyritic microsyenites and the nordmarkites. The porphyritic microsyenites show indications of rapid cooling, both in the microcrystalline texture of the rock and in the presence of more or less resorbed plagioclase phenocrysts that, according to Tuttle and Bowen (1958), indicate premature solidification of the trachytic magma:

"It is suggested that the plagioclase phenocryst in many trachytes, phonolites, and rhyolites will react with the liquid in this fashion and give way to a single alkali feldspar during a later stage of crystallisation; and therefore the presence of plagioclase and alkali feldspar phenocrysts is no proof that two feldspars will continue to crystallize throughout the crystallisation history of the magma" (Tuttle and Bowen, 1958, p. 134).

Work by Carmichael (1965) led to the same conclusions. With respect to the Brome complex, we consider the porphyritic microsyenites and the nordmarkites as nearly equivalent rocks that differ mainly in their mode of emplacement. Indeed, both these rocks contain quartz, have comparable chemical compositions, are practically located together on the variation diagrams (Figs. 15 and 16) and on the triangular SiO_2-Ne-Ks

variations (figs 15 et 16) et le diagramme triangulaire SiO_2 -Ne-Ks (fig.18), et enfin elles sont spatialement très liées sur les pentes de la colline de Pine où les dykes de nordmarkite recoupent à plusieurs endroits la microsyénite.

Ces microsyénites quartzifères forment la pâte d'importantes brèches intrusives sur le flanc ouest de Pine et localement à l'intérieur du croissant de gabbro où elles sont prises en enclaves et recoupées par des dykes de syénites sous-saturées en silice (pulaskites).

A l'intérieur du croissant de gabbro, entre les gabbros et les monzodiorites à néphéline, les syénites sous-saturées en silice occupent une grande superficie du complexe. Il s'agit en général de roches à gros grains qui montrent exceptionnellement une foliation dont l'attitude n'est pas assez régulière pour être instructive. Ces syénites sous-saturées sont les pulaskites et les foyaites qui, sur le terrain, montrent un passage graduel de l'une à l'autre, les tinguaites et les laurdalites, variétés de syénites très riches en néphéline dont on retrouve des dykes jusque dans les syénites quartzifères de la colline de Gale.

Il semble donc, si nous considérons les relations structurales sur le terrain, qu'il y ait une voie normale d'évolution des pulaskites aux laurdalites caractérisée par une déficience de plus en plus prononcée en silice. La composition chimique des différentes syénites, représentée sur le diagramme ternaire SiO_2 -Ne-K_S de la figure 18, suggère les mêmes voies d'évolution.

diagram (Fig. 18), and finally, are spatially very closely related on the slopes of Pine hill where nordmarkite dykes cut the microsyenite in several places.

These quartz microsyenites also constitute the matrix of important intrusive breccias on the western side of Pine hill and form occasional xenoliths on the inside of the gabbro crescent; these xenoliths are cut by syenite dykes that are undersaturated with regard to silica (pulaskites).

On the inside of the gabbro crescent, between the gabbros and the nepheline monzodiorites, the undersaturated syenites occupy an extensive area in the complex. They are generally coarse-grained rocks that exceptionally show a foliation which is never sufficiently consistent in strike to be informative. These undersaturated syenites are the pulaskites and the foyaites which, in the field, grade into one another, the tinguaites and the laurdalites, varieties of syenites very rich in nepheline which form dykes that are found as far away as in the quartz syenites of Gale hill.

If one takes into consideration the structural relationships observed in the field, it appears that there is a normal evolutionary trend from the pulaskites to the laurdalites characterized by an increasing deficiency in silica. The chemical compositions of the various syenites, as shown on the ternary SiO_2-Ne-Ks diagram of figure 18, suggest the same evolutionary trend.

Le problème devient plus complexe lorsqu'il s'agit de relier génétiquement aux syénites sous-saturées les syénites sursaturées en silice (microsyénites porphyriques et nordmarkites) qui se situent surtout en dehors du croissant de gabbro. Sur le terrain, nous avons observé des microsyénites porphyriques quartzifères recoupées et prises en enclaves dans les pulaskites et nous avons signalé que des dykes de tinguaite recoupent les nordmarkites alors que le passage entre les nordmarkites et les pulaskites est imperceptible et apparemment graduel.

Il semble donc que les voies normales d'évolution iraient des roches sursaturées en silice aux roches sous-saturées. Le diagramme ternaire SiO_2-Ne-K_S (fig. 18) suggère le même axe d'évolution du magma syénitique passant par les points suivants: 1- microsyénite porphyrique, 2- nordmarkite, 3-pulaskite, 4-foyaite, 5-tinguaite, 6-laurdalite, c'est-à-dire une tendance des liquides résiduels à s'éloigner du pôle de la silice. Cependant, entre la nordmarkite et la pulaskite, le magma doit subir un processus de sous-saturation étranger à la différenciation normale (la différenciation normale conduirait à des résidus riches en silice), un processus susceptible de porter sa composition du côté sous-saturé de la barrière thermale des feldspaths d'où l'évolution normale pourra alors se poursuivre vers des résidus de plus en plus riches en néphéline.

Lorsqu'on considère que les nordmarkites se situent surtout hors du complexe de gabbro et que les pulaskites et les autres syénites sous-saturées sont à l'intérieur, on est fortement tenté de considérer le passage des syénites à travers les gabbros comme un processus valable de sous-saturation.

The problem becomes more complex when one attempts to relate genetically the syenites that are undersaturated with the ones that are oversaturated in silica (porphyritic microsyenites and nordmarkites) that are found mainly outside the gabbro crescent. In the field, we have observed quartz-bearing porphyritic microsyenites cut and taken as xenoliths in the pulaskites and we have pointed out that tinguaite dykes cut the nordmarkites while the change between the nordmarkites and the pulaskites occurs imperceptibly and appears to be gradational.

It appears, therefore, that the normal evolutionary processes went from oversaturated to undersaturated rocks with regard to silica. The ternary SiO_2-Ne-Ks diagram (Fig. 18) suggests that the syenitic magma followed the same evolutionary course, going through the stages: 1- porphyritic microsyenite, 2- nordmarkite, 3- pulaskite, 4- foyaite, 5- tinguaite, 6- laurdalite corresponding to a tendency for the residual liquids to edge away from the silica pole. However, between the nordmarkite and the pulaskite, the magma probably undergoes a process of undersaturation which is foreign to normal differentiation (normal differentiation would lead to silica-rich residua); this process brings the composition of the magma to the undersaturated side of the feldspathic thermal barrier from where the normal evolution may then progress towards residua increasingly rich in nepheline.

When one considers that the nordmarkites are found mainly outside the gabbro complex and that the pulaskites and the other undersaturated syenites are found inside, one is strongly inclined to assume that the passage of the syenites through the gabbros is a valid undersaturation

Cependant, la découverte de quelques affleurements sporadiques de syénites quartzifères à l'intérieur du croissant de gabbro, à proximité de syénites sous-saturées en silice, suscite des interrogations sur la validité de cette hypothèse.

process. However, the discovery of a few isolated quartz syenite outcrops inside the gabbro crescent and in proximity to undersaturated syenites gives rise to questions regarding the validity of this hypothesis.

Nous avons aussi exploré l'hypothèse de Bailey et Schairer(1966) voulant que la présence de F_2O_3dans la structure du feldspath puisse entraîner une sous-saturation en silice du liquide résiduel, mais cette voie s'est révélée inefficace (Valiquette et Archambault, 1970, p. 505). De plus, les minéraux autres que les feldspaths, représentent moins de 10% des constituants dans les pulaskites et les nordmarkites,et montrent à l'analyse pétrographique des différences trop mineures pour leur attribuer la responsabilité de la sous-saturation.

We have also examined the hypothesis formulated by Bailey and Schairer (1966) whereby the presence of Fe_2O_3 in the feldspar structure may lead to the residual liquid becoming undersaturated in silica, but this proved to be unsuccessful (Valiquette and Archambault, 1970, p.505). Furthermore, the other minerals, besides the feldspars, represent less than 10% of the total constituents of the pulaskites and nordmarkites, and petrological analyses indicate differences that are so minor that they couldn't possibly be responsible for the undersaturation.

La sursaturation en silice du magma syénitique peut-elle être le résultat d'une contamination par les enclaves sédimentaires? Il est vrai que la nordmarkite à grains grossiers en dehors du croissant de gabbro contient de nombreuses enclaves de schistes argileux et de quartzite susceptibles d'enrichir le magma en silice. Cependant la micronordmarkite au centre du mont Pine est apparemment dépourvue d'enclaves et nettement sursaturée en silice dans l'analyse modale et l'analyse normative (tab. 12, 21V-19), ce qui pourrait suggérer l'existence d'un magma sursaturé en silice.

Could the oversaturation of the syenitic magma with respect to silica result from contamination by sedimentary xenoliths? It is a fact that coarse-grained nordmarkites outside the gabbro crescent contain a large number of argillaceous schists and quartzite xenoliths that may have caused an enrichment of the magma in silica. However, the micronordmarkite at the center of Pine hill is apparently devoid of xenoliths and is clearly oversaturated with regards to silica as shown in both the modal and normative analyses (Tab. 12, 21V-19); this might suggest the existence of a magma oversaturated in silica.

Le diagramme Ca-Na-K (fig.17) montre une distribution linéaire des compositions des divers types de roches s'éloignant du pôle Ca, mais entre 10% et 20% de Ca, l'évolution du magma semble bifurquer vers le pôle Na (jusqu'à Na_{64} K_{29}) pour les laurdalites et les tinguaites,

The Ca-Na-K diagram (Fig. 17) shows that the composition of various rock-types is distributed linearly away from the Ca pole; however, at between 10% and 20% Ca, the evolution of the magma appears to divide, one branch going towards the Na pole (until

et vers le pôle K (jusqu'à $Na_{46}K_{46}$) pour les nordmarkites. Dans la nature, l'histoire n'est pas aussi simple que peut le suggérer ce diagramme puisque certaines foyaites figurent du côté calcique de cette bifurcation de la ligne d'évolution montrée par le diagramme.

A cette étape de notre étude, l'hypothèse qui nous semble la plus plausible est que cette bifurcation vers des résidus d'une part saturés et d'autre part sous-saturés a pu s'opérer au moment de la mise en place du magma syénitique. En effet, il est possible que le magma syénitique à peu près saturé en silice ait accusé une légère sous-saturation au moment de son passage à travers les gabbros pour évoluer vers des résidus sous-saturés en silice (pulaskites-foyaites-tinguaites) et une légère sursaturation lors de son intrusion dans les schistes argileux et les quartzites à l'extérieur du complexe pour évoluer vers des résidus légèrement sursaturés, les nordmarkites et micronordmarkites.

Il importe de noter également la présence d'un liséré vert d'augite aégirinique (ou pyroxène sodique) autour des cristaux de pyroxène des nordmarkites, des pulaskites et des foyaites, et la présence d'aégirine dans les tinguaites; ces observations suggèrent que la déficience en silice au cours de l'évolution du magma s'est accompagnée d'une déficience graduelle en alumine relativement aux alcalis. Cependant, cette déficience est plus apparente que réelle puisqu'aucune des roches de Brome analysées n'est vraiment agpaitique. En effet, les roches analysées ont un indice d'agpaicité (Ussing, 1911) (Na+K)/Al inférieur à 1, à l'exception de la laurdalite (1.15) et de la tinguaite (1.22). De plus,

it reaches $Na_{64}K_{29}$) for the laurdalites and tinguaites, and the other towards the K pole (until it reaches $Na_{46}K_{46}$) for the nordmarkites. In nature, things are not as simple as this diagram might suggest because certain foyaites appear on the calcic side of this birfucation in the evolution line shown on the diagram.

At the present stage of our investigation, the hypothesis that appears the most plausible is one whereby this bifurcation towards, on the one side, saturated residua and on the other, undersaturated residua, may have operated at the time of emplacement of the syenitic magma. Indeed, it is possible that the more or less silica-saturated syenitic magma may have become slightly undersaturated as a result of its passage through the gabbros, evolving towards silica-undersaturated residua (pulaskites-foyaites-tinguaites), and slightly oversaturated while intruding the argillaceous schists and the quartzites outside the complex giving rise to residua that are slightly oversaturated in silica (nordmarkites and micronordmarkites).

Also, it is important to note the presence of a green margin of aegirine-augite (or soda pyroxene) around the pyroxene crystals in the nordmarkites, pulaskites and foyaites, and the presence of aegirine in the tinguaites; these observations suggest that the silica deficiency during the evolution of the magma was accompanied by a gradual deficiency in alumina relative to the alkalis. This deficiency, however, is more apparent than real because none of the Brome rocks that were analysed is truly agpaitic. Indeed, the rocks analysed all have an agpaicity index (Ussing, 1911) (Na+K)/Al of less than 1 with the exception of laurdalite (1.15) and tinguaite (1.22). Furthermore, the samples that were studied do

les échantillons étudiés ne contiennent pas de silicate complexe de zirconium et de titane, condition essentielle à l'acceptation des roches alcalines dans la famille des agpaites (Sorensen, 1960, p. 323). La laurdalite, par exception, a montré quelques rosettes d'astrophyllite.

not contain complex zirconium and titanium silicates, an essential condition for rocks to be accepted in the agpaite family (Sorensen, 1960, p.323). Exceptionally, laurdalite was found to contain a few rosettes of astrophyllite.

MONT SHEFFORD / MOUNT SHEFFORD

INTRODUCTION

Le complexe igné du mont Shefford, situé à 45 milles à l'est de Montréal et à 3 milles au nord du mont Brome, fut cartographié pour la première fois en 1903 par Dresser. Il appartient à la série d'intrusifs que Adams (1903) a groupés sous le nom de "province pétrographique des collines montérégiennes". Bien que le complexe de Shefford n'ait pas encore été daté par des méthodes radiochronologiques, il est à peu près certain que les roches qui le composent se sont mises en place au Crétacé inférieur comme ce fut le cas pour les autres intrusifs des collines montérégiennes.

Le noyau igné du mont Shefford occupe une superficie de 5.6 milles carrés. Les venues ignées se sont introduites en discordance à travers des formations plissées et métamorphisées du Paléozoïque inférieur et ont provoqué une auréole de métamorphisme thermal dont l'intensité a atteint le faciès des cornéennes à hornblende.

Les travaux de mise en carte effectués au cours de l'été 1967 nous

INTRODUCTION

The Mount Shefford igneous complex, located 45 miles east of Montreal and 3 miles north of Mount Brome was mapped for the first time in 1903 by Dresser. It forms part of the intrusive series collectively referred to by Adams (1903) as the "Monteregian Hills petrographical province". Although the Shefford complex has yet to be dated by radiochronological methods, it is more or less certain that the rocks that form the complex were emplaced during the Lower Cretaceous as in the case of the other Monteregian intrusives.

The igneous core of Mount Shefford occupies an area of 5.6 square miles. The igneous intrusions were emplaced unconformably through folded and metamorphosed Lower Paleozoic formations and gave rise to an aureole of thermal metemorphism reaching the hornblende-bearing hornfels facies.

The mapping program carried out during the summer of 1967 led to

ont permis d'identifier divers types de roches ignées. Cependant, le nombre restreint d'affleurements, leur faible étendue et la presque nécessité d'un examen au microscope pour obtenir une identification exacte de ces roches sont autant de facteurs qui rendent difficile de dresser sans équivoque l'ordre de mise en place de certaines unités. De fait, les contacts entre les différentes unités n'apparaissent nulle part sur les affleurements. Les relations établies entre les unités sont, dans la majorité des cas, tirées d'observations telles que l'intrusion de dykes à travers une unité, la présence d'enclaves ou de fragments et les affinités minéralogiques et chimiques entre certains types de roches.

the identification of various igneous rock-types. However, the small number of outcrops, their limited size and the necessity for microscopic examination in almost every case in order to obtain an exact identification of these rocks, are all factors contributing to the difficulty in establishing unequivocally the order of emplacement of some of the units. Indeed, contacts between different units are not exposed anywhere. The relationships between the units were establish as a result of certain observations such as the intrusion of dykes through a unit, the presence of xenoliths of fragments and chemical and mineralogical affinities between certain rock types.

GEOLOGIE GENERALE

Nous présentons au tableau 13 les unités lithologiques dans l'ordre chronologique de mise en place suggéré à ce jour par nos travaux. Notons, cependant, que certaines hypothèses faites dans l'élaboration de cette séquence ne sauraient être confirmées que par des levés additionnels. Les pourcentages qui figurent au tableau des formations représentent, en milles carrés, la superficie occupée par l'unité visée en regard de la superficie totale du noyau de roches ignées.

La carte géologique du mont Shefford montre la disposition bien particulière des unités pétrographiques principales constituant le complexe. Ces unités pétrographiques dessinent plusieurs formes arquées bien distinctes dont certaines s'agencent les unes dans les autres à la façon de demi-cercles. Cette distribution ne saurait mieux évoquer la ressemblance du complexe de Shefford avec certains complexes

GENERAL GEOLOGY

Table 13 shows the lithological units in chronological order of emplacement as suggested to date by our work. We would like to point out, however, that certain hypotheses brought forward in establishing this sequence, could not possibly be confirmed by additional surveys. The percentages shown on the table of formations refer to the surfaces area, in square miles, occupied by the respective units compared to the total surface area of the igneous core.

The geological map of Mount Shefford shows the peculiar arrangement of the main petrographical units that form the complex. These units show several distinct arc-shaped bodies, some of which fit into one another like semi-circles. This distribution strongly evokes a resemblance between the Mount Shefford complex and certain types of circular (ring) or conical (cone-sheets) complexes. Moreover, a radial and

circulaires (ring complexes) ou coniques (cone-sheets). De plus, la disposition radiale et tangentielle de nombreuses diaclases et de quelques filons cadre très bien avec ce genre de structure.

tangential disposition of many joints and some dykes is in accordance with this structural type.

TAB. 13 - TABLEAU DES FORMATIONS DU MONT SHEFFORD
TABLE OF FORMATIONS OF MOUNT SHEFFORD

UNITE / *UNIT*	SUPERFICIE/ *AREA* % en mi^2/% *in* mi^2	LITHOLOGIE/ *LITHOLOGY*
8		Roches filoniennes non différenciées d'âge varié/ *Undifferentiated dyke rocks of various age*
7	16.2	Nordmarkite et faciès de larvikite *Nordmarkite and larvikite facies*
6	4.8	Micropulaskite; latite et trachyte intrusives porphyriques/ *Micropulaskite; porphyritic intrusive trachyte and latite*
5	9.0	Brèches et porphyres subvolcaniques/*Subvolcanic and breccias porphyries.* 1) Brèches felsiques et brèches de diatrème /*Felsic breccias and diatreme breccias* 2) Porphyre plagioclasique mélanocrate d'âge antérieur à la pulaskite et probablement apparenté aux roches dioritiques /*Melanocrate plagioclasic porphyry earlier than the pulaskite and probably related to dioritic rocks*
4	17.3	Pulaskite, faciès de laurdalite et de foyaite / *Pulaskite, laurdalite and foyaite facies*
3	0.4	Diorite et monzodiorite à néphéline /*Nepheline and diorite monzodiorite*
2	52.3	Roches dioritiques et faciès associés de gabbro et diorite poecilitique, diorite, monzodiorite quartzifère et monzonite/*Dioritic rocks and associated facies of gabbro and poikilitic diorite, diorite, monzonite and quartziferous monzodiorite*
1		Roches sédimentaires /*Sedimentary rocks*

Deux structures arquées ou circulaires, possédant chacune un centre distinct, semblent se dessiner dans le complexe de Shefford. L'une, située dans la partie ouest du complexe, nous semble en partie atrophiée par la seconde dont le centre se localise presque au milieu du complexe. Dans la structure circulaire occidentale, la foliation bien marquée dans les diorites et les gabbros ainsi que quelques rares indices de foliation dans les laurdalites suggèrent que ces unités ont un pendage relativement abrupt (40° à 90°) vers le centre du complexe. Toutefois, à ce stade de notre étude, ces indications ne sont pas suffisantes pour nous amener à certifier une structure conique parce que ces indices sporadiques de foliations ne reflètent pas nécessairement l'attitude des différentes unités. La même restriction s'applique à la structure de la partie est du complexe où l'attitude des unités pétrographiques est peu évidente et mal connue. Il est cependant important de souligner que la mise en carte a permis de mettre en relief ces types de structure sur le complexe de Shefford.

Two arched or circular structures, each one having a distinct center, seem to be outlined in the Shefford complex. One, located in the western part of the complex, seems to be partly malformed due to interference from the second which has its center near the middle of the complex. Well-developed foliation in the diorites and the gabbros as well as rare signs of foliation in laurdalites in the western circular structure suggest a fairly steep dip in these units (40° to 90°) towards the center of the complex. However, at the present stage in our study, these indications are insufficient to permit a positive identification of a conical structure because these sporadic signs of foliation do not necessarily reflect the true attitude of the different units. The same restriction applies to the structure in the eastern part of the complex where the attitude of the petrographical units is not obvious and therefore not well known. It is important, however, to point out that mapping gave prominence to these types of structures in the Mount Shefford complex.

ROCHES DIORITIQUES ET FACIES ASSOCIES

Les roches dioritiques et gabbroïques sont les plus anciennes du mont Shefford; elles constituent une partie importante des deux structures circulaires (52%). Il est possible que la mise en place de ces roches ne soit pas contemporaine dans les deux structures, mais vu que les contacts entre ces roches n'apparaissent pas sur le terrain, nous avons préféré les considérer comme contemporaines.

DIORITIC ROCKS AND ASSOCIATED FACIES

The dioritic and gabbroic rocks are the oldest rocks on Mount Shefford; they constitute an important proportion of the two circular structures (52%). It is possible that the emplacement of these rocks has not taken place at the same time in both structures but because the contacts are not apparent in the field we have opted to consider them as contemporaneous.

Ces roches comprennent diverses variétés de gabbros et de diorites à amphiboles poecilitiques, de monzodiorites et de monzonites quartzifères qui ne montrent aucune relation intrusive entre elles. Il est donc logique de considérer ces unités comme le résultat d'une différenciation sur place. La différenciation aurait évolué des roches légèrement sous-saturées vers des roches légèrement sursaturées.

These rocks include different types of gabbros and poikilitic amphibole diorites, monzodiorites and quartz monzodiorites that show no intrusive relationship between each other. It is therefore quite logical to consider these units as the result of in situ differentiation. This differentiation probably evolved from slightly undersaturated towards slightly oversaturated rocks.

Les diorites et les gabbros ont généralement une foliation et, à certains endroits, un rubanement; à l'instar de certains gabbros de Brome, ces roches possèdent des faciès caractérisés par des poecilocristaux de kaersutite qui peuvent atteindre plusieurs centimètres de longueur.

The diorites and the gabbros generally show a foliation and, locally, some banding; as is the case for certain Brome gabbros, these rocks contain facies that are characterized by poikilitic kaersutite crystals that may reach several centimeters in length.

La minéralogie des gabbros et des diorites du complexe de Shefford est semblable à celle des faciès équivalents du complexe de Brome; cependant, contrairement à Brome, Shefford a plus de diorites que de gabbros. Le plagioclase est généralement une andésine calcique ou un labrador sodique; l'amphibole brun rouge (kaersutite) est en quantité nettement supérieure aux augites. A plusieurs endroits, la kaersutite apparait entourée d'un anneau d'hastingsite magnésienne vert olive (Frisch, 1970). Les monzonites se composent principalement d'un feldspath alcalin, d'un plagioclase et de la biotite; le quartz y est peu abondant et interstitiel. Les minéraux accessoires sont le sphène, l'apatite, les minéraux opaques et plus rarement l'olivine.

The gabbros and diorites of Mount Shefford have a similar mineralogical composition as equivalent facies of the Brome complex; however, contrary to Brome, Mount Shefford has more diorites than gabbros. The plagioclase is generally a calcic andesine or a sodic labradorite; the reddish brown amphibole (kaersutite) is clearly more abundant than augite. In several places, kaersutite is surrounded by a ring of olive-green magnesiohastingsite (Frisch, 1970). The main mineral components of the monzonites are an alkali feldspar, a plagioclase and biotite; quartz is scarce and interstitial. The accessory minerals are sphene, apatite, opaque minerals and, on rare occasions, olivine.

MONZODIORITES ET DIORITES A NEPHELINE

Les monzodiorites et les diorites à néphéline représentent une partie infime de la superficie de l'intrusion de Shefford (0.4%). Elles affleurent à deux endroits dans la pulaskite à proximité de la route traversant le massif et à un endroit dans les roches dioritiques de la partie nord-est du complexe. Des dykes de pulaskite recoupent les deux premières occurrences.

Les monzodiorites et les diorites à néphéline sont semblables à celles du mont Brome. Ce sont des roches à grains moyens dont l'indice de coloration varie de 45 à 10 selon le contenu en amphiboles (kaersutite et hastingsite magnésienne). Le plagioclase est zoné de l'andésine au centre à l'oligoclase en bordure. Les minéraux accessoires sont la néphéline, la sodalite, le sphène, l'apatite, les minéraux opaques et la cancrinite. Le sphène peut former jusqu'à 10% de certaines diorites.

NEPHELINE MONZODIORITES AND DIORITES

The nepheline monzodiorites and diorites represent a very small proportion of the total surface area of the Shefford intrusion (0.4%). These rocks are exposed in two places within the pulaskite in proximity to the road that runs over the hill and at a locality within the dioritic rocks in the northeast part of the complex. Pulaskite dykes are found cutting the first two occurrences.

The nepheline monzodiorites and diorites are similar to the ones found on Mount Brome. They are medium-grained rocks of colour index varying between 45 and 10 depending on the concentration of amphibole (kaersutite and magnesiohastingsite). The plagioclase is zoned from andesine at the center to oligoclase along the margins. The accessory minerals are nepheline, sodalite, sphene, apatite, opaque minerals and cancrinite. Sphene may account for up to 10% in some diorites.

PULASKITE ET FACIES ASSOCIES (FOYAITE ET LAURDALITE)

La pulaskite forme deux massifs distincts: l'un se trouve dans la partie ouest de l'intrusif où il recoupe les diorites et les gabbros, l'autre affleure dans la partie nord-est, à proximité de la nordmarkite; aucun affleurement n'a montré le contact entre les deux unités lithologiques de sorte que leurs relations chronologiques sont inconnues. Bien que nous ayions considéré les deux massifs de pulaskite comme contemporains en raison de leur parenté minéralogique, il est cependant possible qu'ils soient chronologiquement différents.

PULASKITE AND ASSOCIATED FACIES (FOYAITE AND LAURDALITE)

Pulaskite forms two distinct masses: one is located in the western part of the intrusive where it cuts the diorites and the gabbros, the other is exposed in the northeast part, near the nordmarkite; the contact between the two lithological units is not observed in any outcrop and, therefore, their chronological relationship is not known. Although we have assumed the two bodies of pulaskite to be contemporaneous because of their mineralogical similarities, they could well be chronogically different.

Les faciès associés à la pulaskite sont la foyaite,qui peut être considérée comme une variété de pulaskite riche en néphéline,et une syénite néphélinique à cristaux individualisés de plagioclase (laurdalite). Ces variétés sont intimement associées et ne montrent aucune relation intrusive.

La pulaskite est une roche grise ou gris rosé, à grains moyens ou grossiers, composée de 90% de feldspaths alcalins micro - à cryptoperthitiques ($Or_{40}Ab_{60}$) et de moins de 5% de néphéline. La foyaite peut contenir jusqu'à 15% de néphéline, tandis que la laurdalite contient des cristaux de plagioclase fortement corrodés par le feldspath alcalin. Les minéraux ferromagnésiens dans la pulaskite sont localement des xénocristaux de kaersutite résorbés et enrobés d'hastingsite magnésienne sodique (Frisch, 1970) et des cristaux d'augite enrobés d'un anneau vert pâle de pyroxène sodique. Les minéraux accessoires sont l'apatite, le sphène, les minéraux opaques et le zircon.

The facies associated with pulaskite are foyaite, which may be considered as a nepheline-rich variety of pulaskite, and a nepheline-bearing syenite containing individual plagioclase crystals (laurdalite). These varieties are closely associated and show no intrusive relationships.

The pulaskite is a medium to coarse grained rock, grey or pinkish grey in colour, composed of 90% micro- to cryptoperthitic alkali feldspar ($Or_{40}Ab_{60}$) and less than 5% nepheline. The foyaite may contain up to 15% nepheline while the laurdalite contains plagioclase crystals that are highly corroded by alkali feldspar. The ferromagnesian minerals in the pulaskite are locally resorbed kaersutite xenocrysts that are coated with soda magnesiohastingsite (Frisch, 1970) and augite crystals surrounded by a light green ring of soda pyroxene. The accessory minerals are apatite, sphene, opaque minerals and zircon.

BRECHES ET PORPHYRES SUBVOLCANIQUES

La partie centrale de la structure subcirculaire occidentale est occupée par un assemblage hétérogène et complexe de roches à caractère subvolcanique et volcanique. Cet assemblage comprend divers types de porphyres ainsi que des brèches ignées et des brèches d'explosion (diatrèmes) qui ont affecté les roches préexistantes. Ces brèches recèlent des indices susceptibles de révéler un chapitre intéressant de l'histoire géologique de l'intrusif. En effet, l'étude des fragments de ces brèches nous amène à envisager une suite complexe d'évènements que des travaux additionnels devraient mettre plus en lumière.

SUBVOLCANIC BRECCIAS AND PORPHYRIES

The central part of the western subcircular structure is occupied by a complex heterogeneous assemblage of rocks showing subvolcanic and volcanic characteristics. This assemblage includes various types of porphyries as well as igneous and explosion breccias (diatreme) which affected pre-existing rocks. These breccias likely conceal information that could open an interesting chapter on the geological history of this intrusion. Indeed, the study of fragments in these breccias suggests a complex succession of events that could be brought to light with additional work.

Les fragments des brèches indiquent une première activité ignée subvolcanique au cours de laquelle des porphyres plagioclasiques mélanocrates auraient repris et incorporé, au moins en partie, des formations antérieures de trachyte et de latite. Ces porphyres plagioclasiques ont une composition semblable à celle des roches dioritiques et gabbroïques grenues qui forment les amas importants que nous avons mentionnés précédemment. Nous considérons donc que ces porphyres plagioclasiques mélanocrates sont des équivalents subvolcaniques des roches dioritiques et gabbroïques.

The breccia fragments indicate an initial phase of subvolcanic igneous activity in the course of which melanocratic plagioclase prophyries would have reworked an incorporated, at least in part, earlier trachyte and latite formations. The composition of these plagioclases porphyries is similar to that of the granular dioritic and gabbroic rocks that form large masses mentioned previously. These melanocratic plagioclase porphyries are therefore regarded as subvolcanic equivalents to the dioritic and gabbroic rocks.

Ces premières venues subvolcaniques furent en partie remaniées par une seconde période d'activité intense marquée par l'emplacement de brèches de caractère transitionnel entre des diatrèmes et des brèches ignées qui témoignent d'une fracturation et d'une comminution beaucoup moins poussées. Cette seconde période de bréchiation aurait précédé de peu la mise en place d'une micropulaskite et serait étroitement liée à cette roche.

The initial subvolcanic intrusions have been in part reworked by a second phase of intense activity characterized by the emplacement of breccias that have a transitional character between diatremes and igneous breccias providing evidence for much less fracturation and comminution. This second phase of brecciation would have preceeded the emplacement of a micropulaskite by a short period and would be intimately associated with this rock.

MICROPULASKITES ET FACIES DE LATITE ET DE TRACHYTE PORPHYRIQUES INTRUSIVES

Comme son nom l'indique, la micropulaskite se distingue de la pulaskite, à grains grossiers, par sa granulométrie. Elle affleure sur la rive est du lac Coupland et forme à l'intérieur du demi-cercle de pulaskite un amas aux contours sinueux parsemé de nombreuses enclaves de brèches subvolcaniques. La micropulaskite recoupe les brèches et donne lieu à des faciès microgrenus porphyriques à proximité des contacts avec la masse principale de roches subvolcaniques. Les contacts entre la micropulaskite

MICROPULASKITE AND INTRUSIVE LATITE AND PORPHYRITIC TRACHYTE FACIES

As indicated by the name, the micropulaskite differs from coarse-grained pulaskite, in the grain size. It outcrops on the eastern shore of Coupland lake and, on the inside of the pulaskite half-circle, forms a sinuously contoured mass containing a large number of xenoliths of subvolcanic breccia. The micropulaskite cuts through the breccias and gives rise to very fine porphyritic facies near the contact with the main body of subvolcanic rocks. The micropulaskite-pulaskite contacts are seldom exposed. In the northern

et la pulaskite sont très peu exposés. Dans la partie nord du demi-cercle, la micropulaskite recoupe les laurdalites que nous considérons comme un faciès de la pulaskite. De plus, de petites enclaves de pulaskite apparaissent à deux endroits dans la micropulaskite.

La minéralogie de la micropulaskite est sensiblement la même que celle de la pulaskite. Les feldspaths alcalins peuvent atteindre 90% de la roche et les principaux minéraux ferromagnésiens sont des reliques de kaersutite plus ou moins résorbées et enveloppées d'un anneau d'hastingsite magnésienne sodique et de clinopyroxènes incolores dont la composition se situe à la frontière salite-augite et qui sont entourés d'un anneau d'augite sodique riche en manganèse (Frisch, 1973).

NORDMARKITES ET FACIES DE LARVIKITE

Les syénites alcalines saturées ou même quartzifères forment trois massifs distincts sur le mont Shefford. Les deux massifs les plus étendus délimitent une structure arquée dont le centre coïncide avec celui de la structure subcirculaire orientale de l'intrusif. Le troisième massif a la composition d'une larvikite et forme une structure arquée dans le secteur nord-ouest du complexe igné. D'autres faciès de larvikite occupent les zones de contact entre les nordmarkites et les roches dioritiques et gabbroïques.

Bien que les trois massifs de nordmarkite ne se retrouvent nulle part en contact, nous les croyons contemporains. Les nordmarkites recoupent les roches qui leur sont contiguës, soit la micropulaskite, les

part of the half-circle, the micropulaskite cuts the laurdalites which regard as a facies of the pulaskites. Furthermore, small pulaskite xenoliths are found in two places within the micropulaskite.

The mineralogical composition of the micropulaskite is approximately the same as that of the pulaskite. Alkali feldspars may form up to 90% of the rock and the main ferromagnesian minerals are relics of more or less resorbed kaersutite surrounded by a ring of soda magnesiohastingsite, and colourless clinopyroxenes of salite-augite limit composition surrounded by a manganese-rich soda augite rim (Frisch, 1973).

NORDMARKITES AND LARVIKITE FACIES

On Mount Shefford, the saturated alkalic syenites or even the quartz syenites form three distinct bodies. The two largest of these bodies outline an arched structure, the central part of which coincides with the center of the eastern subcircular structure of the intrusive. The third one has the composition of a larvikite and forms an arched structure in the northwest sector of the igneous complex. Other larvikite facies are found in contact zones between the nordmarkites and the dioritic and gabbroic rocks.

Although the three bodies of nordmarkites are not found anywhere in contact, we believe they are contemporaneous. The nordmarkites cut the adjacent rocks, namely the micropulaskite, the breccias and the porphyries as well as

brèches et les porphyres, ainsi que les roches dioritiques et gabbroïques. Toutefois, nous n'avons observé aucune relation entre la pulaskite dans la partie nord-est du complexe et la nordmarkite adjacente. Il reste à préciser si ces deux unités lithologiques ont des contacts intrusifs ou si le passage de l'une à l'autre est graduel.

La nordmarkite est rose saumon en surface altérée et vert pâle en surface fraîche. Elle est constituée de feldspath alcalin micro-et cryptoperthitique ($Ab_{40}Or_{60}$). Le quartz représente moins de 2% de la roche et se trouve dans les interstices entre les grains de feldspaths. Les minéraux mafiques, surtout le clinopyroxène et l'olivine, représentent généralement moins de 10% de la roche. Le clinopyroxène zoné vert pâle au centre à vert foncé en bordure fut déterminé par Frisch (1973, p. 651) comme étant une ferrohédenbergite sodique enveloppée d'augite aegirinique. Ce clinopyroxène est localement enrobé d'amphibole dont la composition se rapproche de celle de l'arfvedsonite (Frisch, 1970). L'olivine est manganifère; il s'agit d'une knebelite ferrifère altérée en iddingsite (Frisch, 1972). Les minéraux accessoires sont des traces de biotite, du zircon et des minéraux opaques. Les faciès de larvikite ont en plus quelques grains de plagioclases résorbés par le feldspath alcalin.

ROCHES FILONIENNES D'AGE DIVERS

Un grand nombre de filons recoupent les différentes unités pétrographiques du complexe de Shefford alors que les filons sont rares dans le complexe de Brome. A plusieurs endroits, le voisinage d'un contact entre deux unités lithologiques est annoncé

the dioritic and gabbroic rocks. However, we have failed to observed any relationship between the pulaskite in the northeast part of the complex and the adjacent nordmarkite. It remains to be seen if these two lithological units are in sharp intrusive contact with each other or if the passage from one to the other is gradational.

The nordmarkite is salmon-pink on its weathered surface and light green in fresh surface. It is composed of micro- and cryptoperthitic alkali feldspar ($Ab_{40}Or_{60}$). Quartz consitutes less than 2% of the rock and is interstitial between the feldspar grains. The mafic minerals, above all the clinopyroxene and olivine, form less than 10% of the rock. The zoned clinopyroxene, light green at the center to dark green at the margins, was identified by Frisch (1973, p.651) as a soda ferrohedenbergite surrounded by aegirine-augite. This clinopyroxene is locally coated by amphibole of composition resembling that of arfvedsonite (Frisch, 1970). The olivine contains manganese; it is an iron-bearing knebelite altered into iddingsite (Frisch, 1972). Traces of biotite, zircon and opaque minerals constitute the accessories. In addition, the larvikite facies contain a few plagioclase grains resorbed by alkali feldspar.

DYKE ROCKS OF VARIOUS AGES

A large number of dykes cut the various petrographical units in the Shefford complex, in opposition to the Brome complex in which dykes are rare. In several places, proximity to a contact between two lithological units is indicated by the presence of a multitude

par un cortège de filonnets et de dykes de l'unité la plus jeune dans la plus ancienne. Bien que plusieurs de ces dykes aient des directions irrégulières, un bon nombre occupent cependant des diaclases et ont une orientation radiale ou tangentielle par rapport aux structures subcirculaires principales. Une grande proportion de ces dykes se rallient par leur composition aux unités pétrographiques prédominantes; les autres sont constitués de roches apparentées aux tinguaites et, à un degré moindre, aux camptonites.

of veinlets and dykes from the younger into the older unit. Although many of these dykes are irregularly oriented, a large number fill joints and are oriented radially or tangentially in relation to the main subcircular structures. An considerable proportion of these dykes are related to the main petrographical units through their composition; the others are made up of tinguaite and, to a lesser extent, camptonite related rocks.

TAB. 14 - ANALYSES CHIMIQUES ET NORMES DES ROCHES DU MONT SHEFFORD
CHEMICAL ANALYSES AND NORMS OF ROCKS OF MOUNT SHEFFORD

	16C15	17C11	11P7	4C19	7C9	4C38	7P6*	4P2	10P5*	8C37*	12P10	S1	8C11	41C25	14C24*	25C19*
SiO_2	67.93	68.11	60.25	60.77	62.99	63.04	58.49	55.44	59.90	60.83	51.97	49.36	56.20	52.59	50.99	49.90
Al_2O_3	14.92	14.97	17.19	17.13	17.93	16.53	17.10	16.80	17.21	17.30	17.89	15.25	19.40	19.70	17.98	19.63
TiO_2	0.23	0.16	1.28	0.88	0.91	0.65	1.38	1.78	0.75	0.81	1.92	2.57	1.61	2.18	2.21	2.06
Fe_2O_3	1.10	0.76	2.07	1.43	2.10	1.88	2.83	3.69	2.08	1.57	3.19	4.17	2.09	4.06	3.58	3.46
FeO	1.85	2.40	2.83	2.41	1.50	1.43	3.15	3.42	2.44	1.87	4.87	6.82	2.79	4.60	4.99	5.11
MnO	0.23	0.24	0.18	0.25	0.08	0.22	0.22	0.25	0.27	0.18	0.17	0.20	0.18	0.23	0.19	0.14
MgO	0.13	0.08	1.10	0.49	0.28	1.76	1.01	1.19	0.87	1.86	2.47	3.92	1.22	1.91	3.32	2.18
CaO	0.64	0.67	2.86	2.49	0.84	1.35	4.19	5.57	1.81	2.28	6.89	7.63	5.42	5.44	9.09	11.62
Na_2O	6.95	7.18	6.67	7.97	7.03	7.45	6.42	6.54	8.21	7.79	6.36	5.36	5.96	4.68	4.81	3.72
K_2O	5.63	5.26	4.88	5.48	5.66	5.26	4.30	4.17	5.85	4.66	2.66	2.53	4.04	2.61	1.29	0.59
P_2O_5	0.01	0.01	0.26	0.14	0.12	0.13	0.41	0.50	0.11	0.21	0.87	1.08	0.54	0.88	0.95	0.99
H_2O^+	0.38	0.16	0.43	0.56	0.56	0.30	0.50	0.65	0.50	0.74	0.74	1.11	0.55	1.12	0.60	0.60
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.
Q	9.95	9.92												2.48		2.58
O_7	33.27	31.08	28.84	32.38	33.45	31.08	25.41	24.64	34.57	27.54	15.72	14.95	23.87	15.42	7.62	3.49
Ab	45.40	47.72	50.43	41.66	57.63	51.34	48.75	40.41	36.26	48.13	35.48	30.80	41.29	39.60	40.23	31.48
An			2.55		0.65		5.14	4.17			12.41	10.08	14.25	21.24	23.66	35.12
Ne			3.25	8.64	1.00	2.38	3.02	8.09	10.67	7.80	9.83	7.89	4.95		0.25	
Ac	3.18	2.20		4.14		5.44			6.02	2.99						
Ns	2.30	2.45		1.20		0.26			1.56							
Cor														1.39		
Wo				0.34	0.33		1.12	4.34								
Di	0.27	0.14	5.25	2.63	1.50	3.40	5.43	6.39	2.78	5.83	8.77	11.47	5.59		9.35	8.48
Hd	2.77	2.75	2.85	6.46		1.32	2.97	1.42	4.18	2.18	4.29	5.33	1.72		2.87	4.61
En	0.20	0.14												4.76		1.50
Of	2.13	3.13												9.92		0.93
Fo			0.22			1.97			0.62	1.35	1.46	3.11	0.31		2.76	
Fa			0.15			0.97			1.17	0.64	0.90	1.83	0.12		1.07	
Mt			3.00		2.46		4.10	5.35		0.78	4.63	6.05	3.03	5.89	5.19	5.02
Il	0.44	0.30	2.43	1.67	0.40	1.23	2.62	3.38	1.42	1.54	3.65	4.88	3.06	4.14	4.20	3.91
Hm					1.73											
Ap	0.02	0.02	0.62	0.33	0.28	0.31	0.97	1.18	0.26	0.50	2.06	2.56	1.28	2.08	2.25	2.34

Analyste/*Analyst:* P.Hébert, laboratoire de géochimie analytique/*Analytical geochemistry laboratory,* Ecole Polytechnique de Montréal.

*Analyste/*Analyst:* B.Gunn, laboratoire de géochimie / *Geochemistry laboratory,* Université de Montréal.

16C-15 - Nordmarkite contenant de petites quantités d'augite sodique et d'arfvedsonite (?)/*Nordmarkite with small amounts of arfvedsonite and sodic augite*

17C-11 - Nordmarkite contenant les mêmes minéraux que l'échantillon 16C-15/*Nordmarkite with the same minerals than sample 16C-15*

11P-7 - Larvikite contenant de la biotite, mais pas de quartz/*Larvikite with biotite, but devoid of quartz*

4C-19 - Micropulaskite porphyrique/*Porphyritic micropulaskite*

7C-9 - Microsyénite porphyrique (trachyte)/*Porphyritic microsyenite (trachyte)*

4C-38 - Microsyénite porphyrique (phénocristaux de feldspaths)/*Porphyritic microsyenite (feldspar phenocrysts)*

7P-6 - Monzodiorite porphyrique à grain fin (phénocristaux de feldspath)/*Fine-grained porphyritic monzodiorite (feldspar phenocrysts)*

4P-2 - Monzodiorite porphyrique contenant des phénocristaux d'oligoclase potassique et d'anorthose *Porphyritic monzodiorite with anorthoclase and potassic oligoclase phenocrysts*

10P-5 - Foyaite contenant de la biotite et de l'hastingsite magnésienne sodique/*Foyaite with biotite and sodic magnesian hastingsite*

8C-37 - Pulaskite contenant de l'augite et des reliques de kaersutite entourées d'hastingsite magnésienne sodique /*Pulaskite with augite and kaersutite relics surrounded by sodic magnesian hastingsite*

12P-10 - Monzodiorite à néphéline / *Nepheline monzodiorite*

S-1 - Monzodiorite à néphéline/ *Nepheline monzodiorite*

8C-11 - Porphyre monzodioritique contenant des phénocristaux de plagioclase/*Monzodioritic porphyry with plagioclase phenocrysts*

41C-25 - Micromonzodiorite/*Micromonzodiorite*

14C-24 - Diorite foliée/*Foliated diorite*

25C-19 - Anorthosite (gabbroïque) à cristaux de kaersutite poecilitique/*Anorthosite (gabbroic) with poikilitic kaersutite crystals*

BIBLIOGRAPHIE / BIBLIOGRAPHY

L'astérisque à la suite d'un millésime de publication signale l'existence d'une traduction

The asterisk following a publication date indicates the existence of a translation.

ADAMS, F.D.
1903 *The Monteregian Hills, a Canadian petrographical province;* Journal of geology, volume 11, pages 239-282.

BAILEY, D.K.J. - SCHAIRER, J.F.
1966 *The system Na_2O - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2 at 1 atmosphere and the Petrogenesis of Alkaline Rocks;* Journal of Petrology, volume 7, pages 114-170.

BAKER, I.
1969 *Petrology of the volcanic rocks of Saint Helena Island, South Atlantic;* Geological Society of America, Bulletin 80, pages 1283-1310.

BARTH, T.F.W.
1944 *Studies on igneous rocks of the complex of Oslo Region, II Systematic petrography of the plutonic rocks;* Skr. Norske Vidensk. Akad. Oslo I Mat.-Naturvidensk, Kl.-9, pages 1-104.

CARMICHAEL, I.S.E.
1965 *Trachytes and their feldspar phenocrysts;* Mineralogical Magazine, Tilley Volume, volume 34, pages 107-12.

DRESSER, J.A.
1903 *The geology and petrography of Shefford Mountain, Québec;* Geological Survey of Canada, Annual Report 1900, volume 13, part L.

1906 *The geology and petrography of Brome Mountain, Québec;* Geology Survey of Canada, Annual Report 1904, volume 16, part G.

FAIRBAIRN, H.W. *et.al.*
1963 *Initial ratio of strontium 87 to strontium 86, whole-rock age and discordant biotite in the Monteregian igneous province, Québec;* Journal of Geophysical Research, 68, 6515.

FRISCH, T.
1970 *Chemical variations among the amphiboles of Shefford Mountain, a Monteregian intrusion in southern Québec;* Canadian Mineralogist, volume 10, pages 553-570.

1972 *Iron knebelite from the nordmarkite of Shefford Mountain, Québec;* Canadian Mineralogist, volume 11, pages 552-553.

1973 *Clinopyroxenes from Shefford Mountain, a Monteregian Intrusion in Southern Quebec;* Geological Society of America, Bulletin, volume 84, pages 647-656.

GELINAS, L.
1972* *Géologie du Mont-Royal;* XXIV Congrès Géologique International Livret-guide, Excursion B-12, 43 pages.

GOLD, D.P.
1967 *Alcaline ultrabasic rocks in the Montreal Area, Québec,* in *Ultramafic and related rocks,* by P.J. Wyllie, John Wiley, pages 288-302.

GRAHAM, R.P.D.
1946* *Les Collines Montérégiennes* in *La Géologie du Québec,* volume 2, Géologie descriptive par J.A. Dresser et T.C. Denis, Ministère des Mines, Québec, Rapport géologique 20, pages 541-574.

HAMILTON, D.L. - MACKENZIE, W.S.
1965 *Phase-equilibrium studies in the system $NaAlSiO_4$- $KAlSiO_4$-SiO_2-H_2O.* Mining Magazine Tilley Volume, pages 214-231.

HESS, H.H.
1949 *Chemical composition and optical properties of common clinopyroxenes;* American Mineralogist, volume 34, pages 621.

JAMBOR, J.L. - SMITH, C.H.
1964 *Olivine composition determination with small diameter X-ray powder cameras;* Mineralogical Magazine 33, pages 730-741.

LAROCHELLE, A.
1962 *Paleomagnetism of the Monteregian Hills, S.E., Quebec;* Geological Survey of Canada, Bulletin 79.

1968 *Paleomagnetism of the Monteregian Hills: New Results;* Journal of Geophysical Research, Volume 73, No 10, pages 3239-3246.

LEAKE, B.E.
1968 *A catalog of analysed calciferous and subcalciferous amphiboles together with their nomenclature and associated minerals;* Geological Society of America,Special Paper 98, 210 pages.

MACDONALD, G.A. - KATSURA, T.
1964 *Chemical composition of Hawaii lavas;* Journal of Petrology 5, pages 82-133.

MATHISON, C.I.
1967 *The Somerset Dam layered basic intrusion southeastern Queenland;* Journal of Geological Society of Australia, 14 (1), pages 57-86.

PHILPOTTS, A.R.
1967 *Kalsilite, Diopside and Melilite in a Sedimentary Xenolith from Brome Mountain, Québec;* Nature, Volume 214, pages 1322-1323.

POLDERVAART, A. - HESS, H.H.
1951 *Pyroxenes in the crystallisation of basaltic magma;* Journal of Geology 59, pages 472-489.

POULIOT, G.
1962 *The thermal history of the Monteregian intrusives based on a study of the feldspars;* Ph. D. Thesis, McGill University.

SAVARD, R.
1974 *Métamorphisme de contact au sud du Mont Brome;* Thèse de maîtrise, Ecole Polytechnique de Montréal.

SCHAIRER, S.F.
1950 *The alkali-feldspar join in the system $NaAlSiO_4$ - $KAlSiO_4$ - SiO_2;* Journal of Geology, volume 58, pages 512-517.

SIEMIATKOWSKA, K.
1969 *Highly Aluminous Breccia Fragments from the southern contact of Brome Mountain;* Réunion annuelle de l'Association géologique du Canada programme général et résumés des communications,page 48.

SORENSEN,H.
1960* *On the agpaitic rocks;* In *Petrographic Provinces, Igneous and Metamorphic Rocks;* Part XIII, International Geological Congress, pages 319-327.

SMITH, J.V. - GAY, P.
1958 *The powder patterns and lattice parameters of plagioclase feldspars (2);* Mineral Magazine, volume 31, No 240, pages 744-762.

STREICHEISEN, A.L.
1967 *Classification and Nomenclature of Igneous Rocks;* Neues Jahrbuch für Mineralogie 107, 2, pages 144-214; 3, pages 215-240.

THORNTON, C.P. - TUTTLE, O.F.
1960 *Chemistry of Igneous Rocks I. Differentiation Index;* American Journal of Science, Volume 258, pages 664-684.

TUTTLE, O.F. - BOWEN, N.L.
1958 *Origin of granite in the light of experimental studies in the system $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$ - SiO_2 - H_2O;* Geological Society of America,Memorials 74.

USSING, N.V.
1911 *Geology of the country around Julianehaab, Greenland;* Medd. on Gronland, 38, 376 pages.

VALIQUETTE, G. - ARCHAMBAULT, G.
1970 *Les gabbros et les syénites du complexe de Brome;* Canadian mineralogist, 10, pages 485-510.

WOUSSEN, G.
1974 *Pétrologie du complexe igné de Brome;* Thèse de Doctorat, Université de Montréal

YODER, H.S.Jr. - SAHAMA, Th.G.
1957 *Olivine X-ray determinative curve;* American mineralogist,volume 42, page 475.

PRÉPARÉ PAR LE SERVICE DE REVISION TECHNIQUE POUR:
L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC