



COMMISSION  
GÉOLOGIQUE  
DU  
CANADA

MINISTÈRE DES MINES ET  
DES RELEVÉS TECHNIQUES

ÉTUDE 61-7

LE FER ET LE TITANE DANS L' ANORTHOSITE  
DE SAINT-URBAIN, QUÉBEC

Parties de 21 M/7, M/8, M/9, M/10, M/15 et M/16

(Rapport, 2 figures et planches)

Edward R. Rose

This document was produced  
by scanning the original publication.

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

MANUSCRIPTS  
UNIT

APR 2 1962

S.C. 1962



CANADA

COMMISSION GÉOLOGIQUE  
DU CANADA

ÉTUDE 61-7

LE FER ET LE TITANE DANS  
L'ANORTHOSITE DE SAINT-URBAIN,  
QUÉBEC

par

Edward R. Rose

Traduction

MINISTÈRE DES  
MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES  
CANADA



## TABLE DES MATIÈRES

	Page
Introduction.....	1
Portée du présent travail.....	1
Remerciements .....	1
Emplacement et voies d'accès .....	1
Topographie .....	2
Travaux antérieurs .....	2
Résumé des conclusions.....	3
Géologie générale .....	5
Observations sur le terrain.....	5
Lambeaux paléozoïques .....	6
Pétrographie du massif anorthositique de St-Urbain.....	7
Géochimie .....	8
Anomalies magnétiques et leur interprétation.....	12
Polarisation des roches et son interprétation .....	15
Géologie économique .....	16
Historique et travaux de mise en valeur.....	17
Description et origine des gîtes .....	17
Gîtes filoniens .....	17
Gîtes clastiques.....	20
Perspectives économiques.....	21
Ouvrages à consulter .....	22

---

Tableau I. Teneur en éléments ferreux de certains minéraux et roches .....	9
II. Teneur en éléments ferreux de certains minéraux et minerais .....	10
III. Comparaison entre les teneurs en cobalt et en nickel de certains échantillons de pyrite .....	11
IV. Direction de la magnétisation de certains minerais et roches de St-Urbain .....	13

### Illustrations

Figure 1. Géologie, courbes d'égale intensité aéromagnétique, et gîtes connus de fer et de titane au sein du massif anorthositique de St-Urbain, comté de Charlevoix, Québec .....	en pochette
2. Projection stéréographique de la déclinaison et de l'inclinaison magnétique d'échantillons orientés d'anorthosite et d'ilménite-hématite en provenance de St-Urbain. On y voit les positions avant et après le lavage magnétique.....	14

TABLE DES MATIÈRES  
(fin)

	Page
Planche IA. Vue transversale de la rivière au Gouffre, à proximité de St-Urbain .....	24-25
IB. Vue vers le nord du gîte Bignell, montrant la fosse creusée dans le filon d'ilménite massif .....	24-25
IIA. Vue vers la paroi est de la fosse Coulombe-Ouest, montrant les dykes filoniens et irréguliers d'ilménite .....	26-27
IIB. Gros plan d'une petite lentille d'ilménite enrobée dans de l'anorthosite, au gîte Coulombe-Ouest .....	26-27

LE FER ET LE TITANE DANS  
L'ANORTHOSITE DE SAINT-URBAIN  
QUÉBEC

---

---

INTRODUCTION

Portée du présent travail

Ce rapport contient les résultats des investigations géologiques exécutées par l'auteur dans le massif anorthositique de St-Urbain, des gîtes d'ilménite qu'il contient, ainsi que des roches qui l'entourent. Les travaux sur le terrain ont duré six semaines aux cours des étés de 1958 et de 1959. En plus de porter sur l'ensemble des roches anorthositiques, ces travaux ont servi à la compilation de données au moyen de la boussole d'inclinaison, à l'examen des carottes de sondages au diamant, de même qu'au prélèvement de plusieurs échantillons orientés d'ilménite et de roches encaissantes, pour fins de déterminations magnétiques, d'études minéralographiques et d'analyses spectrographiques. Afin de déterminer l'âge des roches suivant la méthode au potassium-argon, l'auteur a prélevé, au sein de l'ilménite-anorthosite, des échantillons de salbande riche en biotite.

Remerciements

L'auteur désire exprimer sa reconnaissance au Séminaire de Québec, à la National Lead Company Limited ainsi qu'à la M.J. O'Brien Company Limited, pour les renseignements de nature aéromagnétique qu'elle lui a fournis, et à la Continental Iron and Titanium Mining Limited (qui a pris, en 1960, le nom de Continental Titanium Corporation), qui a permis à l'auteur de visiter ses chantiers et d'examiner les carottes de sondages au diamant. M. Mickel Zwonuk, employé de cette société, a accompagné l'auteur aux venues d'ilménite et autres endroits susceptibles de l'intéresser. Sur le terrain, l'auteur a également profité de la compétence de M. H. L. Lovell, en 1958, et, en 1959, de celle du regretté G. F. Rose.

Emplacement et voies d'accès

Le village de St-Urbain, situé dans le comté de Charlevoix (Qué.), se trouve à proximité de la rivière au Gouffre, dans la partie centrale sud d'un massif d'anorthosite de forme ovale, à environ huit milles au nord du village de Baie-St-Paul. Ce dernier village est situé à l'embouchure de la rivière susmentionnée, sur la rive nord du Saint-Laurent, soit à environ 60 milles au nord-est de Québec.

St-Urbain et Baie-St-Paul sont tous deux desservis par des routes modernes qui les relient à Québec. De plus, Baie-St-Paul se trouve rattaché au réseau du National-Canadien. Le port de Baie-St-Paul est un estuaire semi-circulaire que la marée a ensablé et envasé, et qui s'étend dans le fleuve Saint-Laurent sur une distance d'environ un mille. Cet estuaire peu profond

ne convient qu'aux petits navires de faible tirant, mais il pourrait être dragué afin de permettre l'accostage de navires plus gros. A marée haute, les estrans sont recouverts et les eaux saumâtres du fleuve s'introduisent dans la rivière au Gouffre, dont ils renversent le courant sur une certaine distance en amont de l'embouchure. Le ministère fédéral des Travaux publics étudie actuellement la possibilité de construire un quai en eau profonde, au Cap-Corbeau ou aux Éboulements (tous deux à l'est de Baie-St-Paul).

### Topographie

A partir du Saint-Laurent, le terrain s'élève abruptement en collines arrondies recouvertes d'un épais manteau de dépôts non consolidés formés de till glaciaire, de sable et de gravier. Les affleurements rocheux apparaissent surtout sur les rives des cours d'eau, sur les percées de la route, ainsi que dans les régions montagneuses qui marquent la limite du parc des Laurentides, au nord de St-Urbain. La rivière au Gouffre coule dans une vallée étroite, mais relativement uniforme, flanquée de collines boisées qui surplombent d'au delà de 2,000 pieds le fond de la vallée à St-Urbain, ainsi que de collines hérissées de rochers, dont les élévations dépassent de beaucoup 3,000 pieds, à 10 milles plus au nord. Le fond plat de la vallée est recouvert de sable et d'argile et s'élève depuis une hauteur d'environ 30 pieds au-dessus du niveau de la mer, à Baie-St-Paul, jusqu'à environ 400 pieds, à St-Urbain. Les versants de la vallée, atteignant jusqu'à 600 pieds d'altitude en certains endroits, sont marqués par des terrasses bien découpées de sable et de gravier qui s'étendent vers le nord sur une distance de 15 milles ou plus à partir de Baie-St-Paul. On a recueilli des coquilles marines d'âge récent dans les sables qui contiennent des terrasses (Logan et autres, 1863)<sup>1</sup>. De plus, on a remarqué, sur les versants de la vallée, plusieurs bancs rocheux découpés par les vagues. Dans le delta de la rivière au Gouffre, à Baie-St-Paul, les plus récents dépôts de sable contiennent en maints endroits des grains fonceés d'ilménite et, sous la baie, les sables semblent contenir de l'ilménite.

### Travaux antérieurs

En 1666, les colons français rapportèrent avoir découvert un gîte de fer dans la vallée de la rivière au Gouffre et, sur les ordres de Louis XIV, procédèrent à son examen. Le premier géologue à préparer un rapport sur cette région fut nul autre que sir William Logan (1850), qui, en 1863, décrit les formations calcaires et la faune à l'embouchure de la rivière au Gouffre, ainsi que l'ilménite à proximité de St-Urbain. Hunt (1853) analysa l'ilménite riche en rutile de la région de St-Urbain, et traita des sources salines situées près de Baie-St-Paul (Logan et autres, 1863). Au cours des années, Russel et Low étudièrent une partie de cette région (carte non publiée de la C.G.C.), de même que l'abbé Laflamme (1890). Dulieux (1912) rédigea pour sa part un rapport sur les gîtes d'ilménite, et Warrent (1912) en fit la matière à une étude pétrographique détaillée. Mawdsley (1927) prépara une étude complète de la région de St-Urbain, et en dressa la carte géologique. Fait à noter, Osborne (1928, 1944) fit aussi mention des gîtes d'ilménite en ce dernier endroit.

---

<sup>1</sup> Les noms et les dates indiqués entre parenthèses renvoient le lecteur aux publications énumérées à la fin du présent ouvrage.

Après examen de ces gîtes, Gillson (1932) leur attribua une origine hydrothermale, ce qui venait en contradiction avec les opinions exposées antérieurement dans les publications. Quant à P.-E. Bourret (1938), il se vit confier la préparation d'un rapport spécial sur l'échantillonnage aux mines d'ilménite Furnace et Coulombe. Par la suite, Tuttle (1943) traita de l'orientation de l'ilménite et de l'andésine au sein des gîtes de St-Urbain, et Karpoff (1953) décrivit les méthodes d'extraction ainsi que les procédés de bonification du minerai.

Au cours de 1948 et de 1949, des levés aéromagnétique, géophysique et géologique de la zone à anorthosite ont été entrepris pour le compte de la National Lead Company Limited et de la M.J. O'Brien Company Limited, dans un territoire appartenant en grande partie au Séminaire de Québec et dans lequel sont situés les gîtes d'ilménite. L'interprétation des résultats a été effectuée par Scharon (1950). Plusieurs anomalies aéromagnétiques intéressantes ayant été découvertes lors de ces travaux, l'on exécuta certains sondages au diamant; cependant, aucun gîte d'ilménite important ne fut découvert et on cessa de s'intéresser à cette région. Depuis lors, la Continental Iron and Titanium Mining Limited s'est portée acquéreur de ces gîtes d'ilménite, et elle réussit à découvrir de nouvelles réserves dans les gîtes Bignell (planche IB), General Electric et Coulombe (planches IA, IIA) ainsi que dans les prolongements de ceux-ci. La région à l'étude a fait l'objet d'un levé gravimétrique exécuté par l'Observatoire fédéral; Thompson et Garland (1957) ont préparé le rapport relatif à ce levé.

#### Résumé des conclusions

Le massif d'anorthosite de St-Urbain prend, dans sa partie centrale, la forme d'un noyau d'anorthosite entouré d'une large zone de roches dioritiques, gabbroïques et granitiques. La mise en place de ce massif au sein du gneiss fondamental qui l'entoure s'est effectuée en tant qu'intrusion ignée complexe. Les roches dioritiques et gabbroïques plus foncées, plus lourdes et plus fortement magnétiques, situées à la bordure de la masse principale d'anorthosite, représentent des produits plus nettement différenciés du magma originel; elles contiennent plus de minéraux ferromagnésiens et plus de minéraux disséminés d'oxydes de fer et de titane que la véritable anorthosite. Au sein de ces roches, le rapport fer titane est plus élevé qu'au sein de l'anorthosite, et il se peut que leur cristallisation soit légèrement postérieure au gros de l'anorthosite.

Les gîtes d'ilménite massive se rencontrent fréquemment sous forme de dykes filoniens au sein de l'anorthosite; ils s'y sont développés après consolidation et fissuration de la roche encaissante (voir les planches IIA et IIB). En certains endroits, la roche encaissante est constituée d'anorthosite gabbroïque.

La mise en place de l'ilménite s'est accompagnée d'une légère altération de la roche encaissante et, en certains endroits, de la formation de mica foncé et de sapphrine, aux points de contact entre le minerai et la roche. Cette formation de minéraux a été suivie ou accompagnée d'une altération pénétrante plus ou moins intense de la roche en zéolites, en carbonates et en chlorites, et qui, par endroits, se prolonge de 50 à 100 pieds au sein de la roche encaissante.

L'ilménite, tant sous forme disséminée que sous forme massive, contient ordinairement au sein de l'anorthosite des lames et des globules cristallisés à partir d'une solution solide; par contre, le plagioclase de l'anorthosite contient fréquemment des essaims de lentilles microscopiques de feldspath. Il faut donc en conclure que, dans les deux cas, la masse a été cristallisée de nouveau.

Il découle des preuves recueillies, sur le terrain et au laboratoire, que la roche et le minerai se sont tous deux formés en tant que produits de différenciation magmatique à hautes températures. Les composants volatils tels l'oxygène, l'hydrogène, le soufre, le chlore, le phosphore et le potassium ont probablement agi comme agents minéralisateurs au stade pneumatolytique, augmentant la fluidité et abaissant la température de fusion de la roche et du minerai, surtout aux derniers stades de la minéralisation; c'est alors que l'augmentation des quantités de soufre, d'anhydride carbonique et de vapeur d'eau a suffi à donner naissance à la pyrite, aux carbonates et aux zéolites. Au sein du gîte Bignell, le caractère drusique d'une partie de l'enchevêtrement d'ilménite et d'hématite, ainsi que d'une partie de la pyrite, le long de la ligne de contact entre le minerai et la roche encaissante, nous amène à considérer la formation de fluides vaporeux lors des phases tardives de la mise en place du minerai. Les filons de zéolite et de calcite qui coupent le minerai, de même que les druses de la roche encaissante, tapissées de cristaux de zéolite et de calcite, indiquent que la formation du minerai a été suivie d'un stade hydrothermal à basse température.

La mise en place du minerai semble avoir été due surtout à l'injection violente de minerai à l'état de magma dans les joints, les failles et autres zones de faiblesse de l'anorthosite en voie de consolidation. Il y a évidemment eu un certain métasomatisme de substitution de la roche encaissante, à preuve les minces veinules et les disséminations d'ilménite-hématite. De plus, il semble qu'il y ait eu aussi une certaine assimilation et recristallisation de la roche encaissante par le magma de minerai, comme l'indique la présence de bandes et de zones de minerai disséminé et de roche non minéralisée au sein du minerai massif.

Une détermination de l'âge suivant la méthode au potassium et à l'argon, à partir de la biotite formée lors de la mise en place du minerai au sein de la fosse Bignell, indique que le gîte remonterait à 890 millions d'années, soit à la fin du Précambrien; il est donc probable que la roche anorthositique encaissante ne soit que légèrement plus ancienne.

La répartition des gîtes connus d'ilménite-hématite et de titanomagnétite dans la région de St-Urbain de même que les fortes anomalies aéromagnétiques qui avoisinent l'anorthosite indiquent que le massif anorthositique (y inclus ses facies dioritiques et gabbroïques marginaux) offre de grandes possibilités en tant que sources futures de ces minéraux.

## GÉOLOGIE GÉNÉRALE

### Observations sur le terrain

Les plus anciennes roches connues de la région comprennent des schistes et des gneiss tantôt siliciques et tantôt mafiques hautement métamorphisés. On y remarque aussi des intrusions de masses granitiques et de dykes basiques. Cependant, cette région est dépourvue de roches d'origine nettement sédimentaire, comme le calcaire cristallin et le quartzite, lesquels sont ailleurs typiques des roches précambriennes de Grenville.

Une masse anorthositique de forme ovale, longue de 18 milles et large de dix, fait intrusion au sein des gneiss et des schistes. Cette anorthosite se compose d'un facies à labradorite et d'un facies à andésine. Mawdsley (1927) a rapporté que des blocs d'anorthosite à labradorite se trouvent inclus au sein de l'anorthosite à andésine dans un affleurement situé au nord de St-Urbain, et que, en certains endroits, des blocs arrondis d'anorthosite et des fragments de cristaux d'andésine, semblables à ceux qu'il y a dans le massif d'anorthosite, se retrouvent dans la série de diorite-granite. L'anorthosite est parfaitement encerclée d'une zone de roches ignées qui comprennent de la diorite, de l'anorthosite gabbroïque, une certaine quantité de granite et de syénite, et peut-être de monzonite. Les lignes de contact entre ces divers types de roches se trouvent généralement masquées par le drift glaciaire qui les recouvre. Selon toute évidence, elles sont coupées par des dykes de pegmatite.

Quelques roches sédimentaires paléozoïques affleurent sur les flancs des collines qui entourent l'estuaire à Baie-St-Paul, et plus en amont, dans la vallée de la rivière au Gouffre, aussi loin que St-Urbain. Ces roches se composent surtout de calcaire fossilifère gris à grain fin, ainsi que de lentilles intercalées de brèche et de schiste de couleur foncée. Sous-jacente à ces couches, une zone de grès et de conglomérat souillé, d'une épaisseur d'environ dix pieds, peut être aperçue sur le cap situé immédiatement à l'est de Baie-St-Paul. Le calcaire aussi bien que le conglomérat renferment une certaine quantité de matière bitumineuse de couleur brunâtre. Des fragments de trilobites et de brachiopodes, ainsi que d'autres fossiles contenus dans le calcaire, situent l'âge de ces roches sédimentaires (Mawdsley, 1927; Logan et autres, 1863) dans l'Ordovicien moyen (Black River-Trenten). Elles reposent ordinairement sur les roches précambriennes, mais elles ont été fortement disloquées le long des flancs des collines; elles sont plissées et bréchiformes suivant les points de contact des failles avec les roches précambriennes des deux versants de la vallée de la rivière au Gouffre. Bien que la roche en place n'affleure pas dans les terrains bas à l'embouchure de la baie, les renseignements d'ordre structural recueillis portent à croire qu'il s'y trouve une structure en forme de graben. Les roches tant paléozoïques que précambriennes sont coupées en certains endroits, des deux côtés de la baie, notamment du côté ouest, par des filons de calcite presque verticaux qui contiennent de la fluorine verte, du quartz, et, ça et là, des particules de galène, de sphalérite et de pyrite.

### Lambeaux paléozoïques

Sur le versant est de la vallée de la rivière au Gouffre, à environ un demi-mille au sud de St-Urbain, des affleurements de calcaire ordovicien à pendage abrupt semblent être associés à une série de roches clastiques schisteuses de couleur pâle qui, à leur tour, semblent être associées à de l'anorthosite altérée, de couleur blanc rosâtre. La roche sous-jacente à la majeure partie de la colline recouverte de matières d'apport glaciaire, à l'est de la vallée, contient probablement de l'anorthosite altérée; par ailleurs, les roches clastiques de même que le calcaire gris ne sont exposés qu'en quelques endroits sur le flanc de la colline, juste à l'est de la rivière. Des lentilles d'ilménite en forme de filons et d'inclusions se rencontrent également en certains endroits au sein des roches clastiques sur le flanc de la colline et dans la vallée.

Ces roches et ces venues d'ilménite, de même que leurs corrélations n'ont pas encore été décrites. L'anorthosite de couleur pâle qu'on trouve dans cette région présente certains traits de similitude avec l'anorthosite altérée sise à proximité du gîte d'ilménite Bignell. Toutes deux se composent surtout de plagioclase particulièrement altéré, suivant les plans de clivage et de fracture, en des masses de carbonates et de zéolites à grain fin, de couleur blanc rosâtre. En certains endroits le long de la rivière et de la route qui mène à Murray Bay, juste à l'est de la vallée de la Gouffre, l'anorthosite altérée est recouverte d'une mince couche de roches clastiques. Cette couche comprend des horizons schisteux de conglomérat ou de brèche tandis que par endroits, le long de la rivière, elle compte des horizons d'arkose et de schiste. Ces strates sont ordinairement inclinées vers l'ouest. Les cailloux ou fragments renfermés dans la brèche conglomératique sont surtout composés d'anorthosite altérée enveloppée d'une gangue de particules à grain fin de feldspath et d'anorthosite altérés. Les fragments et la stratification sont pour une large part mal définis, mais, en certains endroits, dans les couches conglomératiques qui sont transformées graduellement en arkose à grain plus fin et de couleur plus pâle, on aperçoit un rubanement nettement marqué et d'étroites bandes d'ilménite, d'ardoise et de schiste noirs. Toutes ces roches portent des traces de cisaillement et de bréchiation; elles sont toutes coupées de filonets de quartz et de calcite. En plus de l'anorthosite et du feldspath, les roches clastiques contiennent quelques morceaux de matière chloritique (anorthosite gabbroïque altérée, probablement) et d'ilménite. Les fragments sont tantôt quasi anguleux, tantôt arrondis, aussi bien dans la brèche conglomératique que dans l'arkose. Les grains de ces deux types de roches sont très mal triés, contrairement aux grains d'ilménite lesquels sont relativement bien triés et séparés des autres.

La nature non triée des masses d'ilménite, d'arkose et de la brèche conglomératique semblent provenir de l'altération météorique de l'anorthosite ilménitifère; elles sont associées à des couches de schiste et de calcaire, probablement d'âge ordovicien. Cependant, comme elles se trouvent dans une zone faillée suivant laquelle les couches ordoviciennes ont été fortement perturbées et enfoncées au sein de terrains anorthositiques précambriens, la nature fragmentaire et grenue de ces roches est peut-être due à la bréchiation et au broyage qui ont accompagné la formation de ces failles. Les filons d'ilménite en cet endroit se trouvent donc au sein de roches de la fin du Précambrien ou du début du Paléozoïque (cambro-ordovicien); elles sont bréchiformes et ont été

déplacées par des failles dont les effets se sont faits sentir dans les roches tant précambriennes que ordoviciennes. Les mouvements de la croûte terrestre qui ont causé ces plissements en profondeur et ces failles au sein des roches paléozoïques sont probablement concomitants à l'orogénèse des Appalaches, au sud-est, ou encore, sont peut-être reliés de près à la faille de poussée inverse qui a provoqué la formation de la "ligne Logan" sise, à proximité, le long du Saint-Laurent.

### Pétrographie du massif anorthositique de St-Urbain

L'anorthosite type des hautes collines du noyau central est une roche plutonienne de teinte mauve, à grain grossier et uniforme, composée surtout de feldspath plagioclase. Un type semblable d'anorthosite se rencontre, mais en plus faibles quantités, près des principaux gîtes d'ilménite, à l'ouest de St-Urbain, où il se transforme petit à petit en une variété plus abondante d'anorthosite de couleur gris-vert. Par endroits, l'anorthosite est porphyritique et à grain très grossier. Dans la majeure partie de la masse d'anorthosite, le plagioclase est mâclé et nullement altéré, mais, à proximité des principales venues de minerai connues et sur la rive est de la rivière au Gouffre, près de St-Urbain, ce minéral est parfois très altéré en plaques de carbonates et de zéolites blanc rosâtre. Ici et là, au sein de l'anorthosite, on remarque, associées au plagioclase, de petites quantités d'un ou plusieurs des minéraux suivants: pyroxène, amphibole, biotite, chlorite, ilménite et rutile. Ces minéraux sont ordinairement plus abondants en bordure de la masse d'anorthosite où se trouvent les facies dioritiques et gabbroïques foncés. L'ilménite et la magnétite titanifère à grain fin sont plus abondamment disséminées dans ces zones marginales que n'importe où ailleurs au sein de l'anorthosite. D'étroites bandes de roches gabbroïques semblent couper l'anorthosite dans certaines des carottes de sondages au diamant. Les roches gabbroïques à leur tour sont parfois coupées d'étroits dykes de pegmatite de diverses dimensions.

Comme le révèle le microscope, l'anorthosite se compose essentiellement de cristaux entremêlés de plagioclase mâclé d'une composition variant de celle de l'andésine ( $An_{30}$ ) à celle de la labradorite ( $An_{65}$ ) (Mawdsley, 1927). Des essais microscopiques de tiges et de globules antiperthitiques d'un autre feldspath se rencontrent fréquemment au sein du plagioclase. Il se peut qu'il s'agisse là de strates lenticulaires formées par "exsolution". Au sein des variétés porphyritiques d'anorthosite, les phénocristaux sont constitués d'andésine ou de labradorite, tandis que la masse broyée se compose parfois d'albite. Les échantillons tirés de certains affleurements contiennent également des grains interstitiels d'anorthoclase (Mawdsley, 1927). Les minéraux accessoires comprennent l'hypersthène, l'augite, l'ilménite, la hornblende, la biotite et l'apatite. Quant aux minéraux introduits, on y remarque parfois l'ilménite, le rutile et la pyrite, tandis que, parmi les minéraux d'altération secondaire, on reconnaît la biotite, la saphirine, la chamosite, la chlorite (prochlorite et penninite), la serpentine, la prehnite, les zéolites et les carbonates. Une étroite auréole d'altération (ou salbande) de biotite, accompagnée en certains endroits de chamosite et de saphirine, se reconnaît fréquemment aux points de contact entre l'ilménite et les grains de feldspath que contient l'anorthosite. Des filonets irréguliers de calcite blanche, de zéolite blanc rosâtre (laumontite

et phillipsite), de rutile et de pyrite coupent parfois l'anorthosite et l'ilménite, et, à quelques-unes des intersections, on trouve des inclusions de ces minéraux.

L'anorthosite se transforme graduellement en anorthosite gabbroïque du fait de l'augmentation de la teneur en minéraux ferromagnésiens, mais les facies noritiques ou gabbroïques qu'on a rapporté avoir découverts en certaines parties de la masse anorthositique (Scharon, 1950) semblent être présents que sur le pourtour extérieur de l'intrusion.

Les roches gabbroïques et dioritiques sont typiquement constituées de plagioclase, d'hypersthène, de hornblende et de biotite, ainsi que de certaines quantités interstitielles d'orthoclase, de titanomagnétite, d'ilménite, d'apatite, de zircon et, en certains endroits, d'un peu de quartz, de titanite et de pyrite. Le plagioclase varie de l'oligoclase à la labradorite, mais il prend souvent la forme de l'andésine. Des tiges antiperthitiques microscopiques et constituées d'un autre feldspath se rencontrent dans la plupart des grains de plagioclase. La titanomagnétite est plus abondante que l'ilménite et, en certains endroits, elle constitue plus de 20 p. 100 de la roche.

Il semble que les roches gabbroïques et dioritiques se transforment en syénite et en granite, en passant par la monzonite et la granodiorite. Les roches granitiques se composent d'orthoclase micropertthitique, d'hypersthène, de hornblende, d'oligoclase, de myrmékite et de quartz, ainsi que d'augite, de diopside et de biotite, en certains endroits, puis, accessoirement, de magnétite, d'ilménite, de zircon et d'apatite (Mawdsley, 1927). L'orthoclase comprend environ 50 p. 100 des roches granitiques; elle est souvent remplie de mèches de plagioclase cristallisées à partir d'une solution solide.

### Géochimie

A en juger par les analyses chimiques pertinentes qui apparaissent dans les diverses publications, ainsi que par les analyses spectrographiques effectuées par l'auteur, la véritable anorthosite de St-Urbain, tout comme l'anorthosite de Morin (Rose, 1960), est plus pauvre en fer et en titane que la roche ignée ordinaire (voir le tableau I). Toutefois, si l'on tient compte des gîtes d'ilménite-hématite que contient le massif d'anorthosite ainsi que des roches gabbroïques et dioritiques, titanifères et riches en magnétite associées à celui-ci, la teneur globale en fer-titane du massif est probablement plus élevée que celle de la roche ignée ordinaire. Si l'on compare la teneur des divers constituants de l'anorthosite à celle de la roche ignée ordinaire, l'anorthosite semble être typiquement pauvre en magnésium, en chrome, en manganèse et en cobalt, ainsi qu'en fer et en titane, alors que sa teneur en nickel et en vanadium se situe dans la moyenne. Cependant, les facies gabbroïques et dioritiques du massif anorthositique semblent être plus riches en fer, en magnésium et en manganèse, de teneur à peu près moyenne en titane, et de teneur plus faible en vanadium, en chrome, en cobalt et en nickel. Les échantillons d'anorthosite gabbroïque, de diorite, de syénite et de gneiss grenatifère en provenance de cette région semblent avoir certaines propriétés semblables en ce qui concerne leur teneur en éléments ferreux, mais la pegmatite est plus pauvre en fer et en titane.

Tableau I

Teneur en éléments ferreux de certains minéraux et roches

Roche ou minéral	Emplacement	Fer (% Fe)	Titane (% Ti)	Chrome (% Cr)	Vanadium (% V)	Manganèse (% Mn)	Cobalt (% Co)	Nickel (% Ni)
Roche ignée ordinaire <sup>1</sup>	Croûte terrestre	5.1	0.5	0.02	0.015	0.1	0.002	0.008
Gabbro ordinaire <sup>1</sup>	Croûte terrestre	6.8	0.58	0.034	0.006	0.12	0.008	0.016
Anorthosite gabbroïque <sup>2</sup>	St-Urbain	1-10	0.1-1.0	0.001	<0.01	0.1-1.0	<0.001	<0.001
Anorthosite, mauve <sup>2</sup>	St-Urbain (centre)	1-10	0.01-0.1	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001
Anorthosite, rose <sup>2</sup>	St-Urbain (Coulombe)	0.1-1.0	0.01-0.1	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01
Anorthosite, vert <sup>2</sup>	St-Urbain (Bignell)	0.1-1.0	0.01-0.1	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001
Anorthosite, gris-vert <sup>2</sup>	St-Urbain (Furnace)	0.1-1.0	0.01-0.1	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001
Anorthosite, gris <sup>2</sup>	St-Urbain (General Electric)	1-10	0.1-1.0	<0.001	<0.01	0.01-0.1	<0.001	<0.001
Anorthosite gabbroïque <sup>2</sup>	St-Urbain (General Electric)	1-10	0.1-1.0	<0.001	<0.001	0.1-1.0	<0.001	<0.001
Diorite <sup>2</sup>	Baie St-Paul	1-10	0.01-0.1	<0.001	<0.001	0.01-0.1	<0.001	<0.001
Syénite <sup>2</sup>	Ruisseau Rémi	1-10	0.01-0.1	<0.001	<0.001	0.01-0.1	<0.001	<0.001
Pegmatite <sup>2</sup>	Baie St-Paul	0.1-1.0	<0.01	<0.001	<0.001	0.01-0.1	<0.001	<0.001
Gneiss à grenat <sup>2</sup>	Cap au Corbeau	1-10	0.01-0.1	<0.001	<0.001	0.01-0.1	<0.001	<0.001
Plagioclase provenant de l'anorthosite <sup>3</sup>	Château-Richer	0.1-1.0	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

<sup>1</sup>Données d'après Rankama et Sahama (1950).<sup>2</sup>Données obtenues du Laboratoire de spectrographie de la Commission géologique du Canada.<sup>3</sup>Données d'après Adams (1896).

Tableau II  
Teneur en éléments ferreux de certains minéraux et minerais

Minéral, minéral ou roche	Emplacement	Fer (% Fe)	Titane (% Ti)	Chrome (% Cr)	Vanadium (% V)	Manganèse (% Mn)	Cobalt (% Co)	Nickel (% Ni)
Ilménite (théorique) <sup>1</sup>		36.8	31.6	—	—	—	—	—
Ilménite <sup>2</sup>	Château Richer	42.5	23.9	—	—	—	—	—
Concentré d'ilménite <sup>3</sup>	CIT St-Urbain	39.3	44.4	0.21	traces	traces	—	—
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (Furnace)	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.001	<0.01
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (Bignell)	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.001	<0.01
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (Coulombe E)	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.01	<0.01
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (Coulombe O)	10-100	10-100	<0.01	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.001	<0.001
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (General Electric)	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.01	<0.01
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (Bouchard)	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.01	<0.01
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	St-Urbain (Glen)	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	<0.001	<0.01
Ilménite-hématite <sup>4</sup>	Ivry	10-100	10-100	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1	0.1 - 1.0	<0.01	<0.01
Minéral d'ilménite-hématite <sup>5</sup>	QIT Lac Tio	23	40+	—	—	0.8	—	—
Gabbro ordinaire <sup>6</sup>	Croûte terrestre	6.8	0.58	0.034	0.006	0.12	0.008	0.016
Roche ignée ordinaire <sup>6</sup>	Croûte terrestre	5.1	0.5	0.02	0.015	0.1	0.002	0.008
Anorthosite ordinaire <sup>4</sup>	St-Urbain	0.1 - 1.0	0.01 - 0.1	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001
Anorthosite gabbroïque <sup>4</sup>	St-Urbain	1 - 10	0.1 - 1.0	<0.001	0.005	0.1 - 1.0	<0.001	<0.001

<sup>1</sup> Données d'après Dana's Textbook of Mineralogy.  
<sup>2</sup> Données d'après Adams (1896).  
<sup>3</sup> Données fournies par la Continental Iron and Titanium Mining Limited (CIT).  
<sup>4</sup> Données fournies par le Laboratoire de spectrographie de la Commission géologique du Canada.  
<sup>5</sup> Données fournies par la Québec Iron and Titanium Corporation (QIT).  
<sup>6</sup> Données d'après Rankama et Sahama (1950).

Tableau III

Comparaison entre les teneurs en cobalt et en nickel  
de certains échantillons de pyrite

Échantillon et emplacement	Cobalt (% en Co)	Nickel (% en Ni)
A. Pyrite cellulaire au sein de l'ilménite, gîte Bignell, St-Urbain.....	0.01 - 0.1	0.1 - 1.0
B. Pyrite massive associée à de la pyrite cellulaire, au sein d'ilménite, gîte Bignell, St-Urbain.....	0.01 - 0.1	0.01 - 0.1
C. Pyrite tirée de gîtes de magnétite de l'Est ontarien .....	0.03 - 1.0	0.005 - 0.6
D. Pyrite tirée de gîtes aurifères du Nord de l'Ontario et du Québec.....	0.02 - 0.1	0.02 - 0.1
E. Pyrite accessoire tirée de roches précambriennes finlandaises (moyenne) .	0.2	0.09
F. Sulfures magmatiques (moyenne de 57 échantillons) .....	0.21	3.14

A et B: Données obtenues du Laboratoire de spectrographie de la  
Commission géologique du Canada.

C: Données d'après Rose (1958).

D: Données d'après Hawley (1952).

E et F: Données d'après Rankama et Sahama (1950).

Le minerai d'ilménite-hématite tiré de filons massifs situés au sein de l'anorthosite de St-Urbain se reconnaît par sa teneur supérieure à celle de l'anorthosite encaissante pour ce qui est du fer, du titane, du vanadium, du chrome, du manganèse, du nickel et du cobalt, contrairement au fer et au titane dont la teneur est considérablement plus élevée que celle de la roche ignée ordinaire (voir le tableau II). D'autre part, la pyrite associée à l'ilménite-hématite massive est riche en nickel et en cobalt, mais pauvre en titane, en chrome, en vanadium et en manganèse. Pour ce qui est des deux types de pyrite (massif et cellulaire) qu'on trouve au sein de l'ilménite-hématite massive au gîte Bignell, la paragenèse du type cellulaire indique une teneur plus élevée en nickel, mais un rapport cobalt/nickel plus faible. Le tableau III établit la comparaison entre les teneurs en cobalt et en nickel des deux types de pyrite et celles de la pyrite en provenance de plusieurs autres endroits qu'on a déterminé par analyse spectrographique.

Même si l'on n'a pas encore déterminé de façon précise les rapports fer/titane dans le cas de ces roches et de ces minerais, les données du tableau III portent à croire que ce rapport est plus élevé dans le cas des roches gabbroïques et dioritiques que dans le cas des gîtes d'anorthosite et d'ilménite-hématite massive. Wager et Mitchell (1951) ont démontré que le rapport fer/titane au

sein d'intrusions stratifiées grandement fractionnées augmentait au fur et à mesure que s'accroissait la différenciation, c'est-à-dire que le fer tend à s'accroître au regard du titane à mesure que progresse la différenciation, et que le rapport fer/titane des fractions à cristallisation tardive est plus élevé que celui des fractions à cristallisation hâtive. Il s'ensuit que l'anorthosite gabbroïque, dont le rapport fer/titane est plus élevé, constitue probablement un produit de différenciation du magma originel plus récent que l'anorthosite. Compte tenu des rapports fer/titane, il semble que les magnétites titanifères et les gîtes d'ilménite-hématite soient du même âge.

### Anomalies magnétiques et leur interprétation

Le levé aéromagnétique de cette région, exécuté en 1948-1949, pour le compte de la National Lead Company Limited et la M.J. O'Brien Company Limited, au-dessus de terrains détenus par le Séminaire de Québec (Scharon, 1950), a été suivi d'une campagne très importante d'études sur le terrain et de travaux de sondages au diamant. Cependant, ces travaux n'ont donné lieu à aucune découverte importante. Scharon en a conclu que l'anorthosite ne pouvait plus être considérée comme source possible de minerai "d'hématite titanifère".

Les données aéromagnétiques présentent cependant beaucoup d'intérêt, car elles révèlent la remarquable coïncidence qui existe entre le réseau magnétique et les frontières géologiques de l'anorthosite cartographiées par Mawdsley (1927) (voir la figure I, en pochette). L'anorthosite se caractérise par la faible intensité du champ magnétique ainsi que par le relief magnétique relativement faible. La série de diorite-granite de Mawdsley, laquelle comprend l'anorthosite, se caractérise par une zone de puissantes anomalies aéromagnétiques positives dont le relief magnétique est fort élevé. Quant aux roches environnantes, elles sont d'ordinaire plus fortement magnétiques que l'anorthosite, même si elles sont relativement moins magnétiques que les facies dioritique-granitique du massif. Pour ce qui est de la susceptibilité magnétique, Scharon (1950) est d'avis qu'il existe des contrastes marqués entre l'anorthosite, les gîtes de minerai connus et les types rocheux environnants, de telle sorte que l'anorthosite se délimite facilement en tant qu'étendue à faible relief magnétique au regard des roches environnantes. Il en a conclu que les puissantes venues de minerai au sein de l'anorthosite pourrait être délimitées par la présence d'anomalies magnétiques à relief élevé.

Les gîtes connus d'ilménite-hématite, qui se trouvent à l'ouest de St-Urbain, correspondent en réalité à une zone fortement aéromagnétique où le maximum de l'intensité magnétique positive s'établit à environ 3,000 gamma. Par contraste, dans le cas du grand massif de minerai du lac Tio, à proximité du lac Allard (W. Bourret, 1949; Hammond, 1952), le maximum de l'intensité magnétique négative s'établit aux environs de 3,000 gamma. Les sondages effectués au sein de plusieurs autres anomalies de moindre importance de l'anorthosite de St-Urbain ont indiqué que ces anomalies étaient associées à des masses d'anorthosite gabbroïque ou noritique. Scharon (1950) en a conclu que les fortes anomalies magnétiques étaient associées à un facies gabbroïque de l'anorthosite (anorthosite noritique) et qu'elles ne reflétaient pas la présence de venues "d'hématite titanifère" de grande envergure. Cependant, ce même chercheur croyait qu'il y avait une association bien marquée entre le facies gabbroïque et les gîtes de minerai.

Tableau IV

## Direction de la magnétisation de certains minerais et roches de St-Urbain\*

Échantillon	Emplacement	Avant "lavage magnétique"		Après "lavage magnétique" à 90 volts	
		Déclinaison moyenne (degrés azimut vrai)	Déclinaison moyenne	Déclinaison moyenne (degrés azimut vrai)	Déclinaison moyenne
1. Minerai massif d'ilménite-hématite	Gfte Furnace	342	-79.5	343	-78.5
2. Anorthosite grise, mur	Gfte Furnace	140	+41	140.5	+40
3. Anorthosite grise, toit	Gfte Furnace	181.5	+40	185.5	+36
4. Hématite-ilménite, minerai massif, zone du mur	Gfte General Electric Gfte General Electric	258	+77	270	+78.5
5. Anorthosite grise, juste au-dessus du n° 4	Gfte General Electric	72.5	+47.5	82	+49.5
6. "Nerf" ou inclusion d'anorthosite rose au sein de l'ilménite- hématite	Gfte Coulombe Ouest	67	+20	73	+24
7. Minerai massif d'ilménite-hématite	Gfte Coulombe Ouest	132	+44	131.5	+45
8. Minerai massif d'ilménite-hématite	Gfte Bignell	104.5	-71	87.0	-68.5
Champ magnétique actuel	Région de St-Urbain	340.2 (dévie de 2.1' par an)	+76.2 (dévie de 2.1' par an)		

\* Données fournies par le Laboratoire de paléomagnétisme de la Commission géologique du Canada.

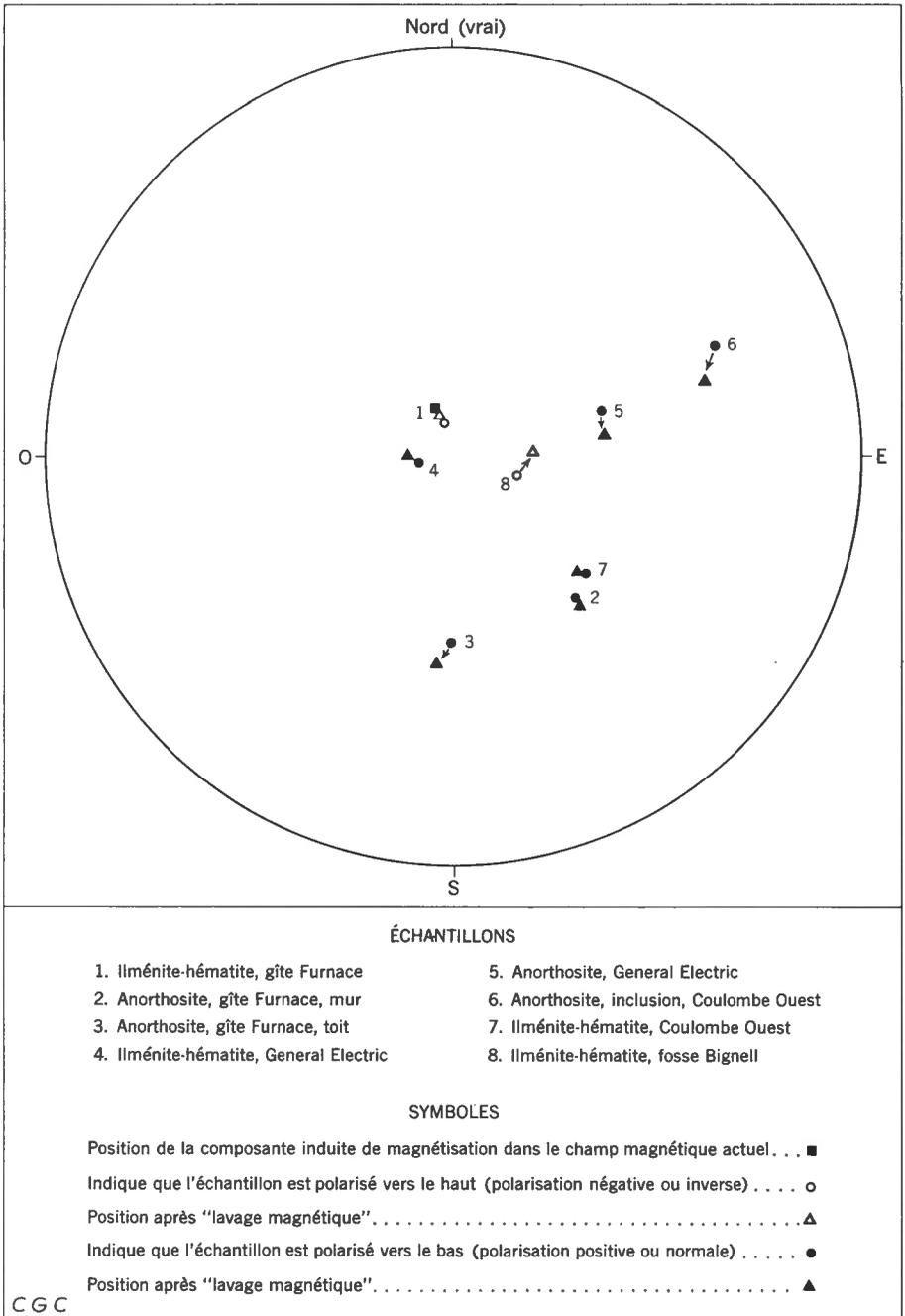


Figure 2. Projection stéréographique de la déclinaison et de l'inclinaison magnétique d'échantillons orientés d'anorthosite et d'ilménite-hématite en provenance de St. Urbain. On y voit les positions avant et après le "lavage magnétique"

Les gîtes connus de minerai qui se trouvent à l'ouest de St-Urbain ne semblent pas être associés directement à l'anorthosite gabbroïque, même s'il existe une telle relation entre certaines venues de la zone de contact de l'anorthosite et la série de diorite-granite décrite par Mawdsley. Afin d'expliquer l'intensité relativement forte de l'anomalie aéromagnétique juste à l'ouest de St-Urbain, l'auteur du présent travail maintient qu'il existe peut-être dans le voisinage une zone profonde et partiellement sous-jacente d'ilménite et de titanomagnétique disséminées. Une anomalie semblable, mais d'intensité moindre, enregistrée à la bordure nord-est de l'anorthosite, mérite plus d'attention qu'elle n'en a encore reçue. Comme on l'a rapporté dans le cas de la région de l'anorthosite de Morin, les gîtes d'ilménite se transforment peut-être graduellement en gîtes de magnétite titanifère (Rose, 1960), et l'intensité de l'anomalie magnétique résultante dépend dans une large mesure de la quantité de titanomagnétite et d'ilménite présente ainsi que du rapport qui existe entre ces deux minéraux. Il se peut que d'autres minéraux magnétiques de même que diverses orientations et textures influencent également cette anomalie, mais, d'une façon générale, puisque la titanomagnétite augmente proportionnellement à l'ilménite, l'anomalie magnétique passe de négative à positive et devient de plus en plus intense.

La magnétite titanifère est plus abondante dans la zone de roches gabbroïques et dioritiques de nature feuilletée que l'on trouve dans la masse principale d'anorthosite. Des anomalies aéromagnétiques positives de l'ordre de plusieurs milliers de gamma s'y rencontrent en abondance, et cette zone semble favorable à la découverte de gîtes d'ilménite et de magnétite titanifère à faible teneur.

#### Polarisation des roches et son interprétation

La Commission géologique a mesuré la magnétisation rémanente de quatre échantillons orientés d'ilménite-hématite en provenance de gîtes situés à proximité de St-Urbain, et elle a découvert que deux d'entre eux étaient polarisés inversement ou négativement, c'est-à-dire polarisés vers le haut, tandis que les deux autres étaient polarisés normalement ou positivement, c'est-à-dire vers le bas. Ces quatre échantillons avaient des inclinaisons et des déclinaisons différentes. Des mesures analogues effectuées sur quatre autres échantillons orientés d'anorthosite encaissante ont indiqué que tous les quatre étaient orientés vers le bas, les inclinaisons et les déclinaisons y étant encore différentes. Ces huit échantillons avaient tous des inclinaisons et des déclinaisons différentes de celles du champ magnétique actuel de la terre (voir le tableau IV et la figure 2). Tous ces échantillons ont paru très stables lorsqu'on les a soumis à l'action d'un champ alternatif d'amplitude lentement décroissante. Ce qui indique la présence en eux d'une composante importante et stable de magnétisme rémanent. Ceci semble être le propre d'échantillons renfermant des enchevêtrements d'ilménite-hématite aussi bien en cet emplacement qu'en d'autres endroits de l'anorthosite de Morin (Rose, 1960).

L'un des échantillons de minerai qui était polarisé vers le haut a acquis une composante normale de thermomagnétisation une fois chauffé à 750° C, puis refroidi à la température de la pièce en présence du champ terrestre. On ne sait pas avec certitude pourquoi deux échantillons de minerai sont polarisés vers le haut, et, dès lors, différent des autres. Cependant, ils semblent

anormaux à cet égard, car l'examen à la boussole d'inclinaison de ces gftes d'ilménite-hématite et des roches environnantes a donné des lectures entièrement positives, ce qui laisse croire que la polarisation est ordinairement orientée vers le bas dans le cas des minerais et des anorthosites découverts en place à proximité de St-Urbain. Si tel est le cas, la polarité généralement positive de l'ilménite-hématite des gftes de St-Urbain est contraire à ce qu'on trouve dans d'autres gftes d'ilménite-hématite en d'autres endroits (Balsley et Buddington, 1958; W. Bourret, 1949; Hammond, 1952). De plus, bon nombre de ces gftes d'ilménite-hématite sont associés à des anomalies aéromagnétiques négatives, tandis que ceux de St-Urbain sont associés à une anomalie aéromagnétique positive. Les enchevêtrements d'ilménite-hématite cristallisées à l'état solide qui marquent de façon si caractéristique les gftes d'ilménite-hématite des Adirondacks proviennent, de l'avis de Balsley et Buddington (1958), d'un mécanisme magnétique inverse indépendant, ce qui expliquerait la polarisation inverse. Cependant, même si la cause exacte de la polarisation normale de l'ilménite-hématite au sein de l'anorthosite de St-Urbain n'est pas encore établie, il est évident que les composantes du magnétisme rémanent et induit peuvent être dirigées en des directions totalement différentes et peuvent être soit en opposition, soit en direction identique, ce qui modifierait du même coup l'intensité de l'anomalie magnétique résultante. Le magnétisme rémanent apparaît donc comme une particularité importante des gftes d'ilménite-hématite et de l'anorthosite à St-Urbain.

Il ressort de ce qui précède qu'il faut exercer beaucoup de prudence lors de l'interprétation quantitative et qualitative des cartes aéromagnétiques de régions où se trouvent des masses d'anorthosite et d'ilménite-hématite. Ces remarques indiquent, par ailleurs, le besoin de poursuivre l'examen du massif anorthositique de St-Urbain afin d'y trouver de nouveaux gftes de fer-titane.

## GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Les gftes minéraux de fer-titane qui caractérisent la région de St-Urbain se composent principalement d'assemblages d'ilménite-hématite, de rutile et de titanomagnétite. Il se peut qu'il s'y trouve également d'autres éléments intermédiaires du complexe fer-titane-oxygène, mais il n'en sera pas question dans le présent rapport.

Les gftes dont on a tiré du minerai portent les noms de massifs Furnace, General Electric, Coulombe Est (planche IA), Coulombe Ouest (planche IIA), Bouchard, Bignell (planche IB), Séminaire et Glen. Ils se trouvent à proximité les uns des autres, à flanc de coteau, à l'ouest du village de St-Urbain, près de la bordure sud-ouest de l'anorthosite de St-Urbain; ils se composent essentiellement d'ilménite ainsi que d'hématite enchevêtrée à l'état microscopique. Il est probable que ces deux minéraux se trouvent contaminés mutuellement par le fer et le titane. On sait qu'il existe d'autres venues d'ilménite-hématite à l'ouest de ces huit gftes, et également à l'est, dans la partie centrale du massif anorthositique. Les nombreux fragments détachés d'ilménite-hématite que contiennent les matériaux d'apport glaciaire au sud-ouest, à l'ouest et au nord-ouest des gftes en exploitation, laissent supposer qu'il existe d'autres gftes d'ilménite-hématite non encore découverts. Le rutile se rencontre ici et là au sein tant du minerai que de l'anorthosite associée, mais semble être présent

en quantité plus grande dans le gîte General Electric. La titanomagnétite se rencontre en quantité restreinte dans ces gîtes, mais elle existe en abondance, en tant que disséminations à grain fin, dans les roches gabbroïques et dioritiques sises sur le pourtour du massif anorthositique proprement dit.

### Historique et travaux de mise en valeur

La première tentative d'exploitation des gîtes d'ilménite-hématite remonte à 1872-1873, alors que la Canadian Titanic Ore Company a construit des fours sur le versant de la colline, à l'ouest de St-Urbain. Cette société utilisait le charbon de bois en tant que combustible. Bien qu'on y ait produit du fer de bonne qualité, cette exploitation a été un fiasco du point de vue financier, et les travaux ont été interrompus en 1874. Les expéditions de minerai, en 1899 et, plus tard, en 1908, à la Titanium Alloy Company, de Niagara Falls (N. Y.) avaient pour but de déterminer les propriétés de ce minerai pour la fabrication d'alliages de ferrotitane au four électrique. La Dupont Chemical Company a procédé à l'examen de ces gîtes entre 1928 et 1932 et elle en a tiré environ 2,000 tonnes de minerai par an, la plus grande partie en ayant été expédié à la General Electric Company, aux États-Unis. On y a extrait environ 200,000 tonnes de minerai entre 1940 et 1946 mais, par la suite, la production (de la part de l'American Titanic Ore Company et de la St. Lawrence Iron and Titanium Mines Limited) est demeurée intermittente jusqu'à 1956-1957, alors que la Continental Iron and Titanium Mining Limited a commencé ses travaux de mise en valeur dans la région. En 1956, cette dernière société a acquis les droits miniers relatifs au gîte Bignell, apparemment peu important, sur le lot 608, dans les limites de la paroisse de St-Jérôme, et elle y a découvert trois millions de tonnes de minerai. La Continental a par la suite fait l'acquisition des droits miniers relatifs aux gîtes Furnace, Coulombe et General Electric. En 1959, la société estimait que ces quatre gîtes contenaient plus de 22 millions de tonnes d'ilménite de haute qualité. Entre 1957 et 1959, grâce aux gîtes Bignell, Furnace et General Electric, la Continental Iron a extrait, concassé et expédié environ 100,000 tonnes d'ilménite massive. Le gros de ce minerai a été expédié par rail afin de servir d'agrégat lourd du béton utilisé lors de la pose du pipe-line à gaz naturel en provenance de l'Ouest canadien. On en a également utilisé une partie dans les gaines de béton des réacteurs nucléaires, et expédié une partie en Italie.

Jusqu'à présent, ces gîtes ont probablement fourni environ un demi-million de tonnes de minerai, et le sous-sol semble en contenir de fortes réserves. Cependant, le minerai riche et facilement accessible devient de plus en plus difficile à découvrir en surface.

### Description et origine des gîtes

#### Gîtes filoniens

Les gîtes filoniens, constitués d'ilménite-hématite, prennent pour la plupart la forme de dykes ou de filons, ou se présentent à l'état massif; leur contact avec la roche anorthositique encaissante est nettement marqué. Dans le cas de plusieurs gîtes, les dykes filoniens épousent plusieurs formes et varient en largeur de quelques pouces à plus de 50 pieds, leur longueur

atteignant parfois 300 pieds. Certains de ces gîtes sont presque verticaux et se prolongent jusqu'à de grandes profondeurs, tandis que d'autres sont presque horizontaux. La plupart d'entre eux sont lenticulaires et horizontaux, mais, en certains endroits, ils se ramifient et se divisent autour de larges enclaves d'anorthosite stérile (planche IIA). D'une façon générale, ils se composent d'un enchevêtrement d'ilménite-hématite, à l'état massif ou presque, mais, en plusieurs endroits, ils renferment des roches disséminées et des matières de gangue, ainsi que des inclusions d'anorthosite (planches IIA, IIB). Des étendues relativement faibles de grains d'ilménite-hématite disséminés et enchevêtrés se rencontrent le long des zones de contact entre le minerai et la roche ou adjacentes à celles-ci. Des couches et des rubans d'ilménite-hématite, dont quelques-uns sont directement rattachés au filon principal, se prolongent fréquemment jusque dans la roche encaissante, en général parallèlement aux gîtes principaux. On remarque ici et là, au sein du minerai tant massif que disséminé, des traces discontinues de rubanement. Le minerai et la roche encaissante contiennent nombre de séries de joints bien formés qui s'entrecoupent et semblent avoir dirigé le dépôt des minéraux en certains endroits de la roche. Des indices montrent que les extrémités et les bords de certains de ces gîtes ont été soumis de manière quelconque au métamorphisme de contact et au cisaillement lors de la formation de la biotite, des filons de pyrite et des miroirs de filons. Ça et là, le minerai est drusique et scoriacé dans une zone étroite située à proximité du contact avec le terrain encaissant. Quelques druses sont partiellement remplies de pyrite, de limonite et d'hématite. En un endroit de la zone de contact, le minerai se présente sous forme d'un agrégat de grains dont les matières interstitielles auraient été enlevées; en un autre, son aspect est cordé, comme s'il avait été partiellement fondu et refroidi rapidement.

La pyrite se présente sous deux formes: la pyrite massive et la pyrite cellulaire. Les deux types coupent le minerai et cimentent les grains d'ilménite-hématite, mais la pyrite cellulaire coupe également la pyrite massive. Certaines failles sont postérieures à la mise en place du minerai, comme l'indiquent les extrémités déplacées des filets de minerai, les miroirs de faille tant sur le minerai que sur la roche, de même que les rares zones de cisaillement vertical au sein du massif de minerai. Des filons de calcite et de zéolite coupent l'ilménite et l'anorthosite en plusieurs endroits, le plus souvent dans les zones de cisaillement et aux points de contact entre le minerai et la roche. Dans le gîte General Electric, on remarque par endroits d'abondants filonets de rutile rouge brunâtre. De plus, le rutile se rencontre dans l'anorthosite et dans l'ilménite des gîtes Bignell, Coulombe et Furnace, surtout dans les zones de contact fracturées qui existent entre le minerai et la roche.

Au contact immédiat de l'ilménite-hématite massive, le gros de l'anorthosite se présente essentiellement à l'état inaltéré, de couleur grise. En certains endroits, elle prend une teinte verdâtre, par suite d'une légère altération chloritique, ou une teinte rosâtre, par suite d'une infime altération zéolithique. Cependant, une partie de l'anorthosite adjacente à la ligne de contact avec l'ilménite-hématite, est tendre et d'un blanc rosâtre, par suite d'une très forte altération en zéolites et en carbonates. De la même façon, dans le minerai, même si le gros des inclusions d'anorthosite sont apparemment inaltérées, quelques gros blocs situés près du contact supérieur, à l'extrémité ouest du gîte Bignell, se trouvent également en partie altérés en zéolites tout

en étant apparemment entourés d'ilménite. Par contre, la répartition des altérations zéolite-carbonate indique que leur formation est postérieure à celle du minerai. Ce genre d'altération et sa répartition au regard des masses d'ilménite-hématite semblent être propres à la région de St-Urbain.

La chlorite vert pâle, les zéolites blanc rosâtre et les cristaux de calcite, qui se trouvent tous dans des druses au sein du minerai, de même que les filons de zéolite-calcite, qui coupent le minerai, proviennent du dernier stade hydrothermal de la zone minéralisée. Les filons de zéolite-calcite coupent également les dernières couches de pyrite au sein de l'ilménite. A Ivry aussi bien qu'au lac Tio, des filons de calcite et de pyrite coupent les gîtes d'ilménite-hématite, mais l'association de ces filons aux zéolites, et peut-être aussi à l'altération zéolitique, semble être particulière à la région de St-Urbain. La limonite et la goéthite, qu'on rencontre dans des druses et des joints du minerai, ont apparemment été produites par l'altération en surface de la pyrite.

En coupes minces ou polies, le minerai ressemble à une mosaïque de grains d'ilménite enchevêtrés dans laquelle des lames, des lentilles et des bulles d'hématite se sont cristallisées à partir d'une solution solide. L'hématite se présente en au moins deux variétés bien distinctes, l'une à grain relativement grenu, et l'autre, à grain relativement fin. L'ilménite et l'hématite associées appartiennent probablement à des variétés impures, car les uns renferment des inclusions quasi microscopiques des autres. Les grains de la gangue, constitués principalement de plagioclase, sont fréquemment arrondis et coupés de lentilles d'ilménite-hématite, tandis que des structures orbiculaires se sont développées en certains endroits, au voisinage des grains d'ilménite-hématite lesquels sont en contact avec le plagioclase. Les produits d'altération de contact comprennent ordinairement la biotite, la chamosite, la chlorite ainsi qu'un peu de saphirine; ils entourent certains grains d'ilménite-hématite et s'introduisent dans le plagioclase suivant les fractures et les plans de clivage. Les lames d'hématite constituent généralement moins de 25 p. 100 des grains d'ilménite-hématite massive, tandis qu'elles constituent environ 50 p. 100 de l'enchevêtrement au point de contact avec le toit du gîte Bignell, où elles se présentent sous forme d'un agrégat de cristaux lamellaires à grain grenu.

La pyrite, tant à l'état massif qu'à l'état cellulaire, de même que la petite quantité de chalcopryrite et de pyrrhotine qui lui est associée, envahissent et cimentent les grains d'ilménite-hématite. La pyrite cellulaire envahit la pyrite massive et entoure fréquemment les grains d'ilménite-hématite, qui sont par endroits arrondis et polis. Les cellules de la pyrite sont revêtues de minuscules cubes de pyrite, et, à l'occasion, de calcite. Les rares cristaux de pyroxène contenus dans la pyrite sont fortement altérés en un agrégat de chlorite et de serpentine et entourés d'une salbande de biotite. Les inclusions d'anorthosite et les cristaux de plagioclase cimentés dans la pyrite sont également entourés de biotite.

La texture de recristallisation du minerai d'ilménite indique une température de formation relativement élevée, de l'ordre de 600° C peut-être. Quant aux altérations de roches et de minéraux qui en ont résulté, leur température de formation a varié de moyenne (comme l'indique la formation d'anneaux de biotite et de saphirine autour du pyroxène et du plagioclase) à basse, soit environ 100° C (comme l'indique la formation des zéolites).

Les principaux gîtes filoniens d'ilménite-hématite semblent s'être formés, par voie d'injection complexe d'un magma de minerai à haute température, dans les joints, les fractures et les failles au sein de l'anorthosite consolidée. La viscosité et la température du magma de minerai ont sans doute été abaissées du fait de la présence d'une quantité appréciable d'ingrédients volatils, de sorte que cette matière a pu pénétrer, digérer et se substituer à des quantités considérables de l'anorthosite encaissante. La mise en place du minerai s'est accompagnée d'une légère altération des minéraux du mur, à température moyenne, ainsi que d'une altération plus poussée des feldspaths, à basse température, à une certaine distance de la zone immédiate de contact; elle a été suivie d'une phase hydrothermale à basse température, y compris la formation de zéolites dans les cavités du minerai.

### Gîtes clastiques

Plusieurs masses d'ilménite-hématite en forme de filons se rencontrent au sein de roches cambro-ordoviciennes (?) situées dans une zone faillée sur la rive est de la rivière au Gouffre, au sud de St-Urbain. L'une de ces venues d'ilménite se trouve sur la propriété de M. Oscar Bouchard, à environ un mille et demi au sud de St-Urbain. Elle mesure environ 30 pieds de longueur sur 7 pieds d'épaisseur. Sa direction est N35° E, et son pendage semble être en direction du sud-est. Une autre venue, située à environ un demi-mille au sud du pont de St-Urbain, mesure au moins 25 pieds de longueur, son épaisseur variant d'environ 6 pouces à 5 pieds. Sa direction est N65° E tandis que son pendage varie de 65° sud-est pour atteindre presque la verticale.

Même si les masses d'ilménite ont l'aspect de filons marqués d'apophyses qui pénètrent les roches encaissantes granuleuses de façon irrégulière, elles sont ordinairement parallèles au rubanement de la roche encaissante et ont une structure granuleuse semblable, ce qui porte à croire à une origine sédimentaire. Cependant, il se peut que cette structure soit attribuable au broyage des deux masses en présence dans la zone faillée.

A l'examen au microscope, les échantillons tirés des masses d'ilménite apparaissent constitués en grande partie d'agrégats granuleux de grains d'ilménite-hématite tantôt quasi anguleux, tantôt arrondis, ainsi que de quantités moins importantes de plagioclase, de spinelle, de rutilé et de pyrite. Les grains d'ilménite-hématite ont des textures nettement apparentées à des lentilles d'hématite cristallisées au sein de l'ilménite. Les zones riches en ilménite passent graduellement à des zones riches en feldspath au sein de l'arkose encaissante. Ces deux zones contiennent de très étroits filonets d'ilménite, d'hématite, de pyrite et d'un minéral de gangue. On peut y remarquer une certaine bréchiation et une certaine fissuration du feldspath et des grains d'ilménite-hématite. Dans une couche d'ilménite broyée, une certaine quantité des grains d'ilménite-hématite se trouvent partiellement substitués par une phase paragénétique subséquente de "leucoxène brun", à grain fin, qui remplace de préférence l'ilménite des enchevêtrements. Dans une autre couche, des fragments irréguliers d'ilménite-hématite se trouvent entourés de biotite-phlogopite, de laumontite (?), de chlorite et de calcite, tous ces minéraux semblant y avoir été introduits, à l'origine, à la suite d'une activité ignée et d'une activité hydrothermale rattachée à cette dernière. L'auteur en conclut

que ces venues sont des lits détritiques d'ilménite dus à l'altération météorique de l'ilménite présente dans l'anorthosite, ces lits ayant par la suite été brisés et modifiés par voie de substitution. Si cette dernière hypothèse est exacte, c'est la première fois qu'on a consigné la présence d'une matière à ilménite-hématite détritique dans les roches sédimentaires qui, dans l'Est canadien, remontent aux premiers âges du Paléozoïque.

### Perspectives économiques

On concède généralement que tout le massif anorthositique de St-Urbain est susceptible de contenir des filons d'ilménite-hématite. On n'a pas encore établi définitivement de relation directe entre les venues de minerai et l'altération si répandue à basse température, des feldspath anorthositiques en zéolites et en carbonates, mais les preuves recueillies sur le terrain incitent fortement à croire à une telle relation. Ainsi les régions riches en roches altérées méritent une attention particulière.

La zone de roches gabbroïques, dioritiques et granitiques qui entoure l'anorthosite contient beaucoup plus d'ilménite et de titanomagnétite disséminées que l'anorthosite, et, de ce fait, elle est susceptible de contenir des gîtes d'ilménite et de magnétite titanifère de qualité inférieure. L'association d'anomalies aéromagnétiques fortement positives à cette zone de roches est un indice de la présence de magnétite titanifère en cet endroit.

Compte tenu du poids spécifique élevé de ces minéraux, des levés gravimétriques détaillés pourraient semble-t-il aider à localiser les gîtes d'ilménite-hématite et de titanomagnétique. Si on se servait des renseignements gravimétriques en tenant compte des données aéromagnétiques et des données magnétiques terrestres, les renseignements de cette nature pourraient peut-être faciliter l'interprétation de certains effets magnétiques qui demeurent obscurs et peut-être même trompeurs.

Même si l'ilménite-hématite offre certaines possibilités en tant que minerai de titane, aucun des gîtes canadiens d'ilménite ne produit encore de titane métallique. Toutefois, l'ilménite-hématite en provenance du lac Tio, au nord de Havre-St-Pierre, est traitée dans les installations de la Quebec Iron and Titanium Corporation, à Sorel (Qué.) et fournit de l'oxyde de titane, sous forme de laitier, de même que du fer en tant que produit dérivé. Le laitier riche en oxyde de titane subit d'autres traitements et s'emploie surtout dans l'industrie des pigments. Tout comme à Ivry (Qué.), une bonne partie de la production actuelle d'ilménite-hématite de la Continental Iron and Titanium Mining Limited, en provenance des gîtes de St-Urbain, a servi d'agrégat lourd dans le béton utilisé lors de la pose des pipe-lines à gaz naturel. Même si la magnétite titanifère demeure un minerai de fer en puissance, au même titre que l'ilménite, l'oxyde de titane, le titane métallique, tous considérés comme produits dérivés possibles, on n'exploite actuellement aucun gîte de magnétite titanifère. Toutefois, à Tahawus (New York), la National Lead Company tire de son gîte et de l'ilménite et de la magnétite, et il se pourrait qu'une telle entreprise s'implante au Canada dans un avenir pas trop éloigné.

OUVRAGES À CONSULTER

- Adams, F.D.  
1896: Rapport sur la géologie d'une partie du Massif laurentien situé au nord de l'île de Montréal; Comm. géol., Canada, Rapp. ann. 1895, partie J.
- Balsley, J.R., et Buddington, A.F.  
1958: Iron-Titanium Oxide Minerals, Rocks and Aeromagnetic Anomalies of the Adirondack Area, New York; Econ. Geol., vol. 53, n<sup>o</sup> 7.
- Bourret, P.E.  
1938: Mines d'ilménite Coulombe et Furnace; Bureau des mines, Québec, Rapport spécial.
- Bourret, Weston  
1949: Aeromagnetic Survey of the Allard Lake District, Quebec; Econ. Geol., vol. 44, pages 732-740.
- Dulieux, P.E.  
1912: Rapport sur les opérations minières dans la province de Québec, 1911, Bureau des mines, Québec, pages 86-94.
- Gillson, Joseph L.  
1932: Genesis of the Ilmenite Deposits of St. Urbain, County Charlevoix, Quebec; Econ. Geol., vol. 27, pages 554-577.
- Hammond, Paul  
1952: Allard Lake Ilmenite Deposits; Econ. Geol., vol. 47, page 634.
- Hawley, J.E.  
1952: Spectrographic Studies of Pyrite in Some Eastern Canadian Gold Mines; Econ. Geol., vol. 47, pages 260-304.
- Hunt, T. Sterry  
1853: Commission géologique du Canada, Rapp. des progrès, 1852-1853.
- Karpoff, D.  
1953: Contribution to the Study of the St. Urbain Ilmenite Deposit; Trans. Can. Inst. Min. Met., vol. 56, pages 240-246.
- Laflamme, abbé J.C.K.  
1890: Investigations géologiques dans le comté de Charlevoix, Qué.; Comm. géol., Canada, rapp. ann. 1890-1891, partie A.
- Logan, W.E.  
1850: Géologie des environs de St-Paul et de Murray Bay; Comm. géol., Canada, Rapp. des progrès 1849-1850.

Logan, W.E., et autres:

- 1863: Géologie du Canada, 1863; Comm. géol., Canada,  
Rapp. des progrès.

Mawdsley, J.B.

- 1927: La région de Saint-Urbain, district de Charlevoix (Québec);  
Comm. géol., Canada, Mém. 152.

Osborne, F.F.

- 1928: Certain Magmatic Titaniferous Iron Ores and Their Origin;  
Econ. Geol., vol. 23, pages 724-761, 895-922.
- 1944: Rapport spécial sur les microtextures de certains minerais de  
fer du Québec; min. des Mines, Québec, R.P. 186.

Rankama, K., et Sahama, Th. G.

- 1950: Geochemistry; Univ. Chicago Press.

Robinson, A.H.A.

- 1922: Titane; ministère des Mines du Canada, n<sup>o</sup> 579, pages 46-53.

Rose, E.R.

- 1958: Iron Deposits of Eastern Ontario and Adjoining Quebec;  
Comm. géol., Canada, Bull. 45.
- 1960: Le fer et le titane dans le massif anorthositique Morin (Québec);  
Comm. géol., Canada, Etude 60-11.

Scharon, LeRoy

- 1950: Exploratory Survey of the St. Urbain Anorthosite Mass,  
Charlevoix County, Quebec Province, Canada; National  
Lead Co. Ltd., New York, rapport non publié.

Thompson, L.G.D., et Garland, G.D.

- 1957: Gravity Measurements in Quebec (South of Latitude  
52° N); Pub. Obs. fédéraux, vol. 19, n<sup>o</sup> 4.

Tuttle, O.F.

- 1943: Orientation of Ilmenite and Andesine from the St. Urbain,  
Quebec Titaniferous Iron Ore Deposit; Trans. Am. Geophys.  
Union., vol. 24, page 280.

Wager, L.R., et Mitchell, R.L.

- 1951: The Distribution of Trace Elements During Strong Fractionation  
of Basic Magma; Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 1, n<sup>o</sup> 3.

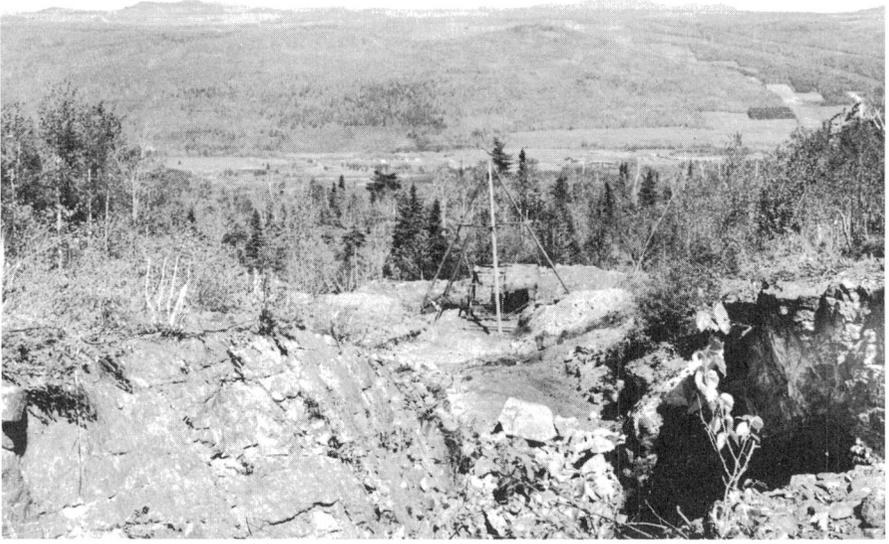
Warren, C.H.

- 1912: The Ilmenite Rocks Near St. Urbain, Quebec; A New  
Occurrence of Rutile and Sapphirine; Am. J. Sci., vol. 33,  
pages 263-277.

- A. Vue transversale de la rivière au Gouffre, à proximité de St-Urbain. On aperçoit, au centre, une foreuse en train d'exécuter des travaux de sondages dans le prolongement est du gîte d'ilménite Coulombe-Est. L'anorthosite est foncée et rubanée et l'ilménite se rencontre tant dans le toit (à gauche) que dans le mur (à droite). Les bandes plongent en direction sud. (Rose, 58-1-7)

#### PLANCHE I

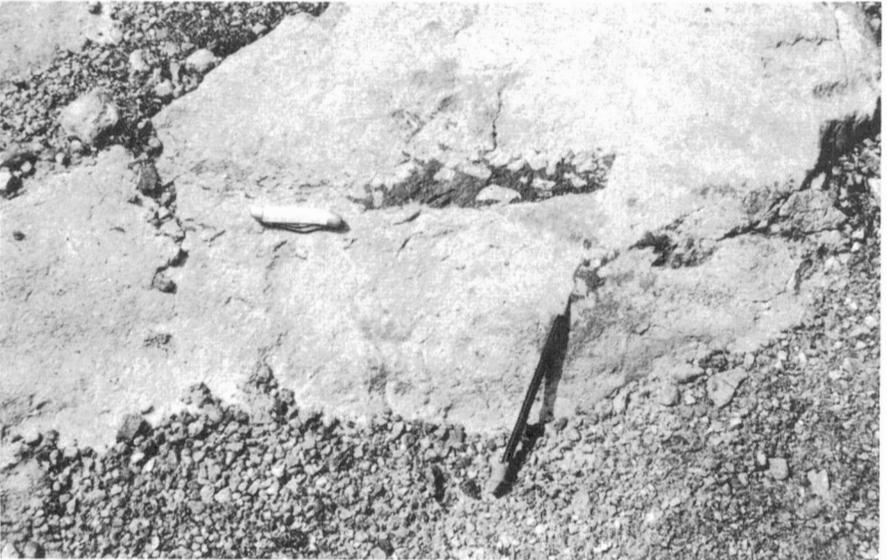
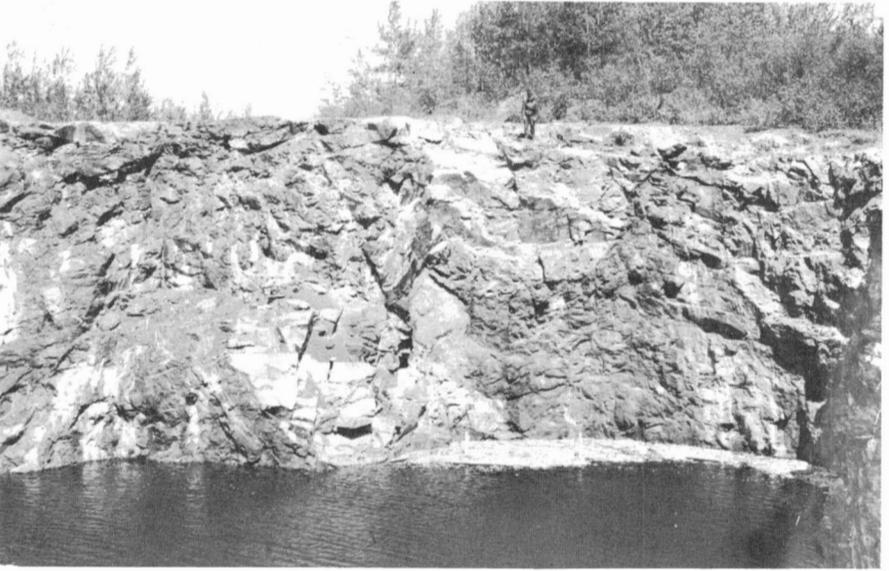
- B. Vue vers le nord du gîte Bignell, montrant la fosse creusée dans le filon d'ilménite massif; ce filon, orienté en direction est, s'incline vers le sud. Les piquets, à gauche de la planchette, sont insérés dans des trous forés à la surface du toit, dont on peut apercevoir le contact avec l'anorthosite grise, plus bas, à gauche. Le jalon de stadia est situé sur une pente relativement forte qui marque le contact du mur. (Rose, 58-6-1)



- A. Vue vers la paroi est de la fosse Coulombe-Ouest, montrant les dykes filoniens et irréguliers d'ilménite (de couleur foncée) qui coupent l'anorthosite (de couleur pâle) et qui s'inclinent vers le sud (à droite).  
M. H. L. Lovell, qui se tient sur une grosse inclusion (ou "nerf") d'anorthosite, marque l'échelle. (Rose, 58-1-6).

## PLANCHE II

- B. Gros plan d'une petite lentille d'ilménite (foncée) enrobée dans de l'anorthosite (pâle), au gîte Coulombe-Ouest. Les relations représentées ici en petit ressemblent à celles qu'on retrouve à grande échelle dans le massif de minerai (planche IIA). Des traces d'ilménite disséminée peuvent être aperçues au-dessus du couteau de poche, à l'extrémité de la lentille d'ilménite; et une petite faille déplace la lentille de quelques pouces vers la droite suivant la ligne du crayon. (Rose, 58-2-1).



ROGER DUHAMEL, M. S. R. C.  
IMPRIMEUR DE LA REINE ET CONTRÔLEUR DE LA PAPETERIE  
OTTAWA, 1962

Prix: 50 cents No de catalogue M44-61 7F