GM 62392

ANALYSES PETROGRAPHIQUES ET MINERALOGIQUES SUR DES ECHANTILLONS DE CAROTTES DE FORAGES, RAPPORT L-04-1044, PROPRIETE DUMONT

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

RAPPORT L-04-1044

ANALYSES PÉTROGRAPHIQUES ET MINÉRALOGIQUES SUR DES ÉCHANTILLONS DE CAROTTES DE FORAGES, PROPRIÉTÉ DUMONT

Le 15 octobre 2004

PRÉSENTÉ À :

M. George Bodnar jr., président
Société Minière Alta Inc.
110, Place Crémazie
Bureau 427
Montréal (Québec) H2P 1B9

Ressources naturelles et Faune, Québec
09 SEP. 2006
Service de la Géoinformation

REÇU AU MRNF
03 FEV. 2006
Direction du développement minéral

GM 62392

LAB JOURNEAUX, BÉDARD
1623, Cr. Newman, Dorval, QC H9P 2R6
T 514.636.4102 • F 514.636.8447
e-mail: jba@journeauxbedard.com

TABLES DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION 1

2.0 LOCALISATION ET CONTEXTE GÉOLOGIQUE 1

3.0 MÉTHODOLOGIE 3

4.0 RÉSULTATS 4
4.1 Description des lithofaciès 4
4.2 Observations pétrographiques 7
4.3 Analyses à la microsonde électronique 11

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS 13

6.0 RÉFÉRENCE 17

LISTE DES ANNEXES :

Annexe A : Photographies des principaux lithofaciès rencontrés
Annexe B : Photographies des minéraux au microscope polarisant et en lumière réfléchie
Annexe C : Analyses des minéraux à la microsonde électronique et spectres EDS
Annexe D : Articles sur le diamant dans la ceinture métavolcanique Michipicoten

1.0 INTRODUCTION

La firme Journeaux, Bédard & Associés Inc. (JBA) a été mandatée par M. Paul E. Dumont, ingénieur, pour effectuer des travaux de caractérisations pétrographiques et minéralogiques sur des échantillons composites de carottes de forages provenant de 4 trous de forages (72-2, 72-3, 72-4 et 72-5) ayant été effectués en 1972 par la compagnie Denison Mines Ltd lors d'une campagne d'exploration pour le cuivre, l'or et l'argent.

L'objectif de ces travaux est d'identifier les principaux lithofaciès des échantillons composites de carottes de forages et d'analyser à la microsonde électronique des minéraux qui peuvent être utilisés comme minéraux indicateurs dans l'exploration du diamant.

2.0 LOCALISATION ET CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La propriété Dumont est localisée à environ 100 km au nord-est du lac Mistassini, dans la région des Monts Otish entre les secteurs Beaver-Tichégami au sud et Renard-Portage au nord (Figure 1). Le groupe de claims est situé dans une ceinture de roches métavolcaniques mafiques à intermédiaires qui contient le gisement d'or MSV dans la région de la Haute Eastmain. Plusieurs intrusions de nature kimberlitique ont été mises à jour dans une zone structurale favorable dans laquelle se trouve également la propriété Dumont (Figure 1).

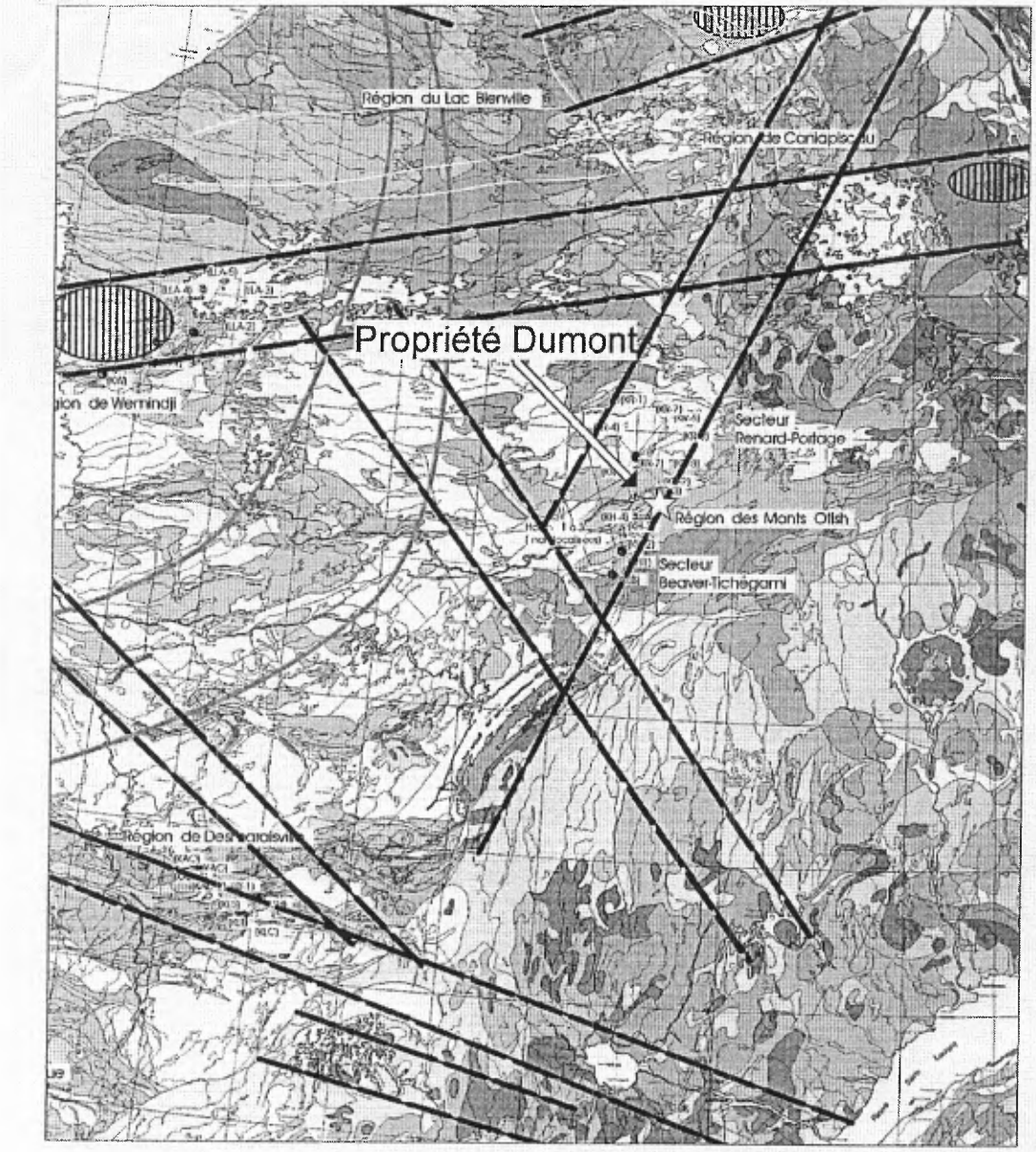


Figure 1. Carte de localisation de la propriété Dumont.

3.0 MÉTHODOLOGIE

Les fragments de carottes de forages ont été regroupés selon les principaux lithofaciès observés. Des photographies des principaux lithofaciès rencontrés sont présentées à l'Annexe A. Une attention particulière fut apportée aux lithologies les plus mafiques et aux lithologies ayant du grenat. Cinq échantillons (3 mafiques, 72-3-1, 72-3-2, 72-5-2; et 2 porteurs de grenats, 72-4-1 et 72-5-1) ont été choisis pour fabriquer des lames minces polies pour procéder à un examen au microscope polarisant et en lumière réfléchie. Des photographies obtenues au microscope polarisant et en lumière réfléchie sont présentées à l'Annexe B. Des analyses à la microsonde électronique (Jeol Superprobe de l'université McGill) ont été effectuées sur des grains de grenats, de magnétites et d'ilménites. Les calculs stoéchiométriques des minéraux ont été effectués avec le logiciel MINPET 2.02. Les résultats des analyses à la microsonde électronique sont présentés à l'Annexe C.

4.0 RÉSULTATS

4.1 Description des lithofaciès

Forage 72-2 (20-140 pieds) : Trois principaux lithofaciès ont été observés dans les fragments composites de carottes provenant de ce forage, soit : 1) un gneiss quartzofeldspathique à biotite (roche métavolcanique intermédiaire), 2) une amphibolite (roche métavolcanique mafique) à grain fin à moyen et 3) un gneiss quartzofeldspathique avec des reliques de cristaux de feldspaths (tufs à cristaux métamorphisés) (photo 1, Annexe A). Certains fragments plus siliceux présentent des sulfures disséminés (pyrrhotite, pyrite et trace de chalcopyrite).

Forage 72-2 (140-250 pieds) : Les fragments de carottes sont principalement constitués de gneiss quartzofeldspathiques à biotite présentant parfois quelques petits grains de grenat rougeâtre du type almandin et de tufs à cristaux métamorphisés (photo 2, Annexe A).

Forage 72-3 (25-125 pieds) : Les lithofaciès observés dans les fragments de carottes de cet échantillon composite sont principalement des gneiss quartzo-feldspathiques à biotite et des amphibolites parfois faiblement chloritisées. Quelques veines de quartz-tourmaline ont été observées sur des fragments de gneiss quartzofeldspathiques à biotite (photo 3, Annexe A). Du graphite (1-2%) et de la pyrrhotite ont été observés dans un échantillon de gneiss quatzofeldspathique à biotite.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.1 Description des Lithofaciès (suite)

Forage 72-3 (125-373 pieds) : Les lithofaciès observés dans les fragments de carottes de cet échantillon composite (photo 4, annexe A) sont principalement des gneiss quartzofeldspathiques à biotite et des amphibolites à grains fins (Lame mince 72-3-1). Un échantillon d'amphibolite à grain moyen présentait une texture de micro-gabbro (Lame mince 72-3-2). De la pyrite disséminée est parfois observée dans les carottes d'amphibolites.

Forage 72-4 (18-75 pieds) : Les lithofaciès observés dans les fragments de carottes de cet échantillon composite sont principalement des gneiss quartzo-feldspathiques à biotite, les tufs à cristaux métamorphisés de composition intermédiaire à felsique (avec yeux de quartz bleuté) et des amphibolites. Quelques fragments de gneiss quartzitiques à biotites contiennent 5-10 % de pyrrhotite et pyrite disséminées.

Forage 72-4 (75-130 pieds) : Les lithofaciès observés dans cette portion du forage 72-4 sont identiques aux précédents soit des gneiss quartzofeldspathiques à biotite, les tufs à cristaux métamorphisés de composition intermédiaire à felsique (avec yeux de quartz bleuté) et des amphibolites (photo 5 Annexe A). On y observe en plus quelques niveaux de schiste à biotite-grenat.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.1 Description des Lithofaciès (suite)

La biotite est de couleur noire et les porphyroblastes de grenats sont rougeâtres et font jusqu'à 1 cm de diamètre (photo 7, Annexe A). Des placages de calcite secondaire ont été observés le long des plans de fracture dans des fragments d'amphibolite.

Forage 72-4 (130-200 pieds) : On retrouve dans cette portion du forage principalement du gneiss quartzofeldspathique à biotite et des amphibolites (photo 8, Annexe A). Parfois des veinules de quartz translucide et recristallisé recoupent des fragments de gneiss quartzofeldspathique à biotite. Quelques fragments d'amphiobolite sont parfois recoupés par des veinules d'albite.

Forage 72-5 (125-300 pieds) : Les lithofaciès observés dans les fragments de carottes de cet échantillon composite sont principalement des gneiss quartzo-feldspathiques à biotite parfois porteur de grenat, des tufs à cristaux métamorphisés de composition intermédiaire (cristaux de feldspaths) et des amphibolites (photos 9 et 10, Annexe A). On observe parfois de la pyrite disséminée dans les métatufs (photo 9, Annexe A). Des fragments de carottes de formation de fer rubanée au faciès silicaté (chert-grunérite) sont également présents dans ce forage.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.1 Description des Lithofaciès (suite)

Forage 72-5 (300-417 pieds) : Les lithofaciès observés dans cette portion du forage sont du même type soit des gneiss quartzofeldspathiques à biotite et parfois porteur de muscovite et grenat, des tufs à cristaux métamorphisés de composition intermédiaire (cristaux de feldspaths) à felsique (avec yeux de quartz bleuté) et des amphibolites (photos 11 et 12, Annexe A).

En résumé, six lithofaciès principaux ont été observés dans les échantillons composites de carottes provenant des forages 72-2, 3, 4 et 5 et sont : 1) des gneiss quartzofeldspathiques à biotite, 2) des gneiss quartzofeldspathiques à biotite-muscovite-grenat, 3) des schistes à biotite-grenat, 4) des tufs à cristaux métamorphisés de composition intermédiaire (avec cristaux de feldspaths) à felsique (avec des yeux de quartz bleuté), 5) des niveaux de formation de fer rubanée au faciès silicaté caractérisé par une alternance de lits de chert et de grunérite, et 6) des amphibolites à grains fins à moyens. Il s'agit d'une séquence assez typique de roches métavolcaniques avec des intercalations de formation de fer rubanée et de niveaux d'exhalites pouvant contenir des sulfures disséminés.

4.2 Observations pétrographiques

Cinq lames minces polies ont été faites pour mieux caractériser les lithofaciès mafiques à grains moyens et les lithofaciès à grenat.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.2 Observations pétrographiques (suite)

Des photographies des lames polies réalisées au microscope polarisant et en lumière réfléchie sont présentées à l'Annexe B. Les lames minces polies sont également nécessaires pour l'analyse des grains des différents minéraux à la microsonde électronique.

Lame 72-3-1 : Cette lame mince polie a été faite sur un fragment d'amphibolite à grain moyen échantillonné dans la portion composite 25-125 pieds du forage 72-3. Les principaux minéraux sont la hornblende de pléochroisme vert foncé à bleu et le plagioclase. Il pourrait s'agir d'une roche volcanique mafique massive métamorphisée où d'un micro-gabbro (photos 7B et 8B, Annexe B). Le principal minéral opaque identifié est l'ilménite qui se présente en bâtonnets allongés (photos 9B et 10B, Annexe B). Certains grains d'ilménites présentent des signes de réactions et sont associés au rutile et à la titanite. Des grains d'ilménites ont été analysés et les résultats seront présentés à la prochaine section.

Lame 72-3-2 : Cette lame mince polie a été faite sur un fragment d'amphibolite à grain fin échantillonné dans la portion composite 125-373 pieds du forage 72-3. La minéralogie est très semblable à l'échantillon 72-3-1 mais la hornblende est plus abondante alors que le plagioclase est moins abondant. L'ilménite est également le principal minéral opaque.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.2 Observations pétrographiques (suite)

Lame 72-4-1 : Cette lame mince polie a été faite sur un fragment de schiste à biotite-grenat échantillonné dans la portion composite 75-130 pieds du forage 72-4. La biotite observée dans cet échantillon présente un pléochroisme vert foncé, typique des biotites riches en fer (photos 1B et 2B, Annexe B). Les grains de grenats sont isotropes et présentent une surface craquelée. De nombreuses inclusions de minéraux opaques sont observées dans les grains de grenats et les feuillets de biotite (photos 1B et 2B, Annexe B). Les minéraux opaques identifiés au microscope en lumière réfléchie sont parfois des amas de pyrrhotite-pyrite et magnétite (photo 3B, Annexe B) mais principalement la magnétite qui se présente en petits grains arrondis ou bien cristallisés avec des sections carrées (faces de cubes) ou triangulaires (faces d'octaèdres) (photo 4B, Annexe B). Des grains de grenat et de magnétite ont été analysés à la microsonde électronique et un spectre EDS a été obtenu pour la biotite et les résultats d'analyses seront discutés à la prochaine section.

Lame 72-5-1 : Cette lame mince polie a été faite sur un fragment de gneiss quartzo-feldspathique à biotite-muscovite-grenat échantillonné dans la portion composite 300-417 pieds du forage 72-5. Les porphyroblastes de grenat sont isotropes et poécilitiques (inclusions de quartz, feldspaths, micas) et ont une surface craquelée.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.2 Observations pétrographiques (suite)

La biotite possède un pléochroisme vert foncé et est associée à la muscovite qui se présente en feuillets incolores (photos 5B et 6B, Annexe B). La matrice comprend également du quartz mais surtout des plagioclases. Il n'y a pas de minéraux opaques dans cet échantillon. Des grains de grenats ont été analysés à la microsonde électronique et un spectre EDS a été obtenu pour la biotite et les résultats d'analyses seront discutés à la prochaine section.

Lame 72-5-2 : Cette lame mince polie a été faite sur un fragment d'amphibolite à grain moyen échantillonné dans la portion composite 125-300 pieds du forage 72-3. Les principaux minéraux sont la hornblende de pléochroisme vert foncé à bleu, de la biotite parfois chloritisée et le plagioclase avec des traces d'épidotes. Un petit grain de grenat du type almandin a été observé. Il pourrait s'agir d'une roche volcanique mafique massive faiblement altérée (altération potassique) et métamorphisée (photos 11B et 12B, Annexe B). Le principal minéral opaque identifié est l'ilménite qui se présente en bâtonnets allongés (photos 13B et 14B, Annexe B). Certains grains d'ilménites présentent des signes de réactions et sont associés au rutile et à la titanite. Des grains d'ilménites ont été analysés et les résultats seront présentés à la prochaine section.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.3 Analyses à la microsonde électronique

Grenats : Les grenats présents dans les lames 72-4-1 et 72-5-1 ont été analysés à la microsonde et les résultats des analyses et des calculs stoéchiométriques sont présentés à l'Annexe C. Les grenats analysés sont principalement du type almandin et les plages de compositions pour les principales molécules constituantes des grenats sont résumées au tableau 1 qui suit.

Tableau 1. Plages de compositions des grenats analysés.

Molécule (élément type)	**Lame 72-4-1**	**Lame 72-5-1**
Almandin (Fe^{2+})	53.0-78.6 %	55.1-86.1
Andradite (Fe^{3+})	4.9-10.4 %	2.5-7.7 %
Grossulaire (Ca)	0-8.8 %	1.2-7.0 %
Pyrope (Mg)	4.6-11.4 %	3.7-8.8 %
Spessartite (Mn)	1.3-27.5 %	1.0-31.3 %
Uvarovite (Cr)	0.1-1.1 %	0-0.2 %

Les cœurs des gros grains de grenats sont riches en Mn (spessartite) alors que les bordures des grains sont pauvres en Mn, ce qui représente une zonation de composition normale pour un métamorphisme prograde au faciès amphibolite bas- à moyen.

4.0 RÉSULTATS (suite)

4.3 Analyses à la micosonde électronique (suite)

Magnétite : La magnétite analysée dans l'échantillon de schiste à biotite grenat (72-4-1) est légèrement chromifère (0.4-1.6 % Cr_2O_3) et contient également un peu de zinc (0-0.3 % ZnO) et de vanadium (0.2-0.4 % V_2O_3). Les résultats détaillés des analyses sont présentés à l'annexe C.

Ilménite : Les ilménites analysées dans les échantillons d'amphibolite sont manganésifères (1.3-6.3 % MnO), sont très peu magnésiennes (<0.1 % MgO) et peuvent contenir entre 0 et 0.2 % de Cr_2O_3. Les résultats détaillés des analyses sont présentés à l'Annexe C.

Hornblende : L'amphibole verte observée dans les échantillons d'amphibolites est probablement du type hornblende selon la proportion des pics des éléments montrés sur les spectres EDS présentés à l'Annexe C (photos 1C et 2C, Annexe C).

Biotite : Les spectres EDS des biotites des lames 72-4-1 et 72-5-1 indiquent qu'elles sont principalement riches en Fe et du type annite-phlogopite (photos 3C et 4C, annexe C).

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Les échantillons de carottes de forages observés indiquent que les principaux lithofaciès observés reflètent une séquence de roches métavolcaniques mafiques et intermédiaires à felsiques (tufs à cristaux) qui ont été métamorphisées au faciès amphibolite moyen. Quelques niveaux de formations de fer rubanées sont intercalés aux roches métavolcaniques. Toutefois, nous n'avons pas identifié de lithofaciès typiquement associés aux contextes géologiques favorables à l'exploration diamantifère comme des kimberlites, des lamproites, des lamprophyres où des éclogitiques. De plus, les grenats analysés sont du type almandin-spessartite et contiennent peu de chrome. Le grenat et la magnétite analysés dans l'échantillon 72-4-1 sont légèrement chromifères ce qui indique probablement que le schiste à biotite-grenat a un protolithe dérivé d'une roche volcanique mafique altérée et métamorphisée. L'ilménite analysée dans les amphibolites est manganésifère et très peu magnésienne et chromifère.

Plusieurs corps kimberlitiques diamantifères ont été mis à jour dans les secteurs Beaver-Tichégami et Renard-Portage respectivement au sud et au nord de la propriété Dumont (voir Figure 1) et plusieurs compagnies d'exploration minière sont actives dans cette région d'intérêt. De plus, toutes ces anomalies sont localisées dans un corridor favorable d'orientation NNE. Cette zone est désignée comme étant la zone structurale de Mistassini-Lemoyne (MLZ) qui s'étend sur 650 km dans une direction NNE du Bassin de Mistassini jusqu'à la Fosse du Labrador.

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS (suite)

Notons que les principaux minéraux indicateurs rencontrés dans un échantillon de kimberlite (551 Ma d'âge) provenant de la propriété Ditem près du lac Beaver dans les Monts-Otish (environ 100 km au sud de la propriété Dumont) sont la phlogopite titanifère et chromifère, les spinelles chromifères, l'olivine altérée en serpentine, le rutile chromifère et l'ilménite magnésienne chromifère (Bernier et Moorhead, 2000).

Les diamants se forment dans le manteau terrestre à des profondeurs généralement >150km et les roches sources se retrouvent dans les parties stables des cratons archéens (>2500 millions d'années) et protérozoiques (2500-570 millions d'années). Les deux sources de roches les plus importantes de diamants sont les péridotites et les éclogites et chaque type de roches contient une suite caractéristique de minéraux indicateurs pour l'exploration du diamant. Ainsi dans les roches de nature péridotitique (kimberlites, lamproïtes), on retrouve principalement comme minéraux indicateurs le grenat violacé du type pyrope chromifère, le diopside chromifère, la phlogopite titanifère et chromifère, les spinelles chromifères, l'ilménite magnésienne, et l'olivine. Par contre, dans les roches de nature éclogitique, on retrouvera comme minéraux indicateurs le grenat sodique de couleur orange du type pyrope-almandin, l'omphacite, la kyanite, le rutile, l'ilménite, la chromite.

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS (suite)

Ainsi, le cortège de minéraux indicateurs des péridotites devrait être utilisé dans l'exploration pour l'identification de sources cibles (corps kimberlitiques) dans la propriété Dumont. Par ailleurs, il ne faudrait également pas négliger la découverte d'un nouveau contexte d'exploration du diamant dans la ceinture de roches vertes Michipicoten dans la région de Wawa en Ontario. En effet, des roches intrusives alcalines, des lamprophyres et des roches métavolcaniques d'âge archéen sont porteuses de diamants et font l'objet d'une exploration intensive depuis les 10 dernières années. Ces roches sont intercalées dans une séquence de roches volcaniques déformées et métamorphisées composées de coulées de laves en coussins mafiques à intermédiaires et de roches tuffacées. Des kimberlites d'âge plus jeune sont également connues dans cette région (Wilson, 2003; voir Annexe D).

Un horizon diamantifère de 5 m de largeur est aussi rapporté dans la même région (formation Catfish dans la ceinture Michipicoten) et est composé de roches mafiques métamorphisées qui contiennent des nodules décimétriques riches en amphiboles. On y retrouve également une brèche polygénique formant un horizon lenticulaire et ayant une matrice mafique et des fragments mafiques et felsiques. Il pourrait s'agir ici d'une roche pyroclastique bimodale ayant des nodules d'origine magmatique dans une matrice lamproïtique (Ciesielski et al., 2004; Lefebvre et al 2003; voir Annexe D).

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS (suite)

Ainsi, bien qu'un tel contexte géologique n'ait pas encore été rapporté dans la zone structurale Mistassini-Lemoyne, il serait important de le considérer lors de travaux d'exploration du diamant qui pourraient être effectués ultérieurement sur la propriété Dumont.

D'autre part, pour mettre en valeur la propriété Dumont, une approche plus systématique serait requise. Entre autres, il serait important de pouvoir identifier des lithofaciès favorables en faisant une cartographie détaillée de la propriété à une échelle appropriée (ex : 1 : 2500). Les lithofaciès devant être considérés lors de travaux d'exploration sont : les roches ultramafiques, les roches kimberlitiques, les lamprophyres, des zones volcaniclastiques avec fragments mafiques et felsiques, et les zones de brèches polygéniques. En parallèle aux travaux de cartographie détaillée (géologie et structure), il serait utile de procéder à un échantillonnage de minéraux lourds pour vérifier la présence de minéraux indicateurs. Ces informations additionnelles sont primordiales dans l'évaluation du potentiel diamantifère de la propriété car le seul échantillonnage des carottes de forages provenant des travaux de Denison Mine Ltd effectués en 1972 ne nous permet pas de conclure en la présence de lithofaciès favorables à l'exploration du diamant. Il faut également garder à l'esprit que les travaux d'exploration effectués par la compagnie Denison avaient pour objectif la découverte de gisements de sulfures massifs et de métaux précieux.

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS (suite)

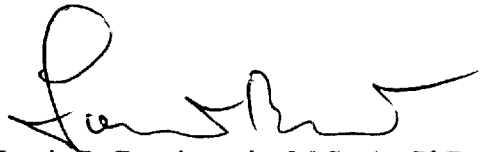
En conclusion, la propriété Dumont est située dans un contexte tectonique et géologique propice à la découverte de lithofaciès pouvant être des cibles d'exploration pour le diamant, soit la zone structurale Mistassini-Lemoyne. Toutefois, des travaux détaillés d'exploration minière sont requis pour bien évaluer le potentiel de la propriété Dumont dans un contexte d'exploration du diamant.

6.0 RÉFÉRENCE

Bernier L. et Moorhead J., 2000. Contrôles structuraux, caractéristiques pétrographiques et minéralogiques de la kimberlite d'Otish. Ministère des Ressources Naturelles, MB-2000-14, 55p.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, n'hésitez pas à nous contacter si vous désirez de plus amples informations.

JOURNEAUX, BÉDARD & ASSOCIÉS INC.



Louis R. Bernier, géo, M.Sc.A., PhD
OGQ 1049

ANNEXE A

Photographies des principaux lithofaciès rencontrés



PHOTO 1 : 72-2 (20-140 pieds)



PHOTO 2 : 72-2 (140-250 pieds)



PHOTO 3 : 72-3 (25-125 pieds)



PHOTO 4 : 72-3 (125-373 pieds)



PHOTO 5 : 72-4 (18-75 pieds)



PHOTO 6 : 72-4 (75-130 pieds)

Légende des photos des carottes de forages

Photo 1 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite; **Centre** : metatuf à cristaux de composition intermédiaire ; **Droite** : amphibolite.

Photo 2 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite; **Centre** : metatuf à cristaux de composition intermédiaire ; **Droite** : amphibolite.

Photo 3 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite silicifié avec veine de quartz-tourmaline; **Centre** : metatuf à cristaux de composition intermédiaire avec pyrrhotite disséminée; **Droite** : amphibolite.

Photo 4 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite silicifié; **Centre** : gneiss quartzofeldspathique à biotite ; **Droite** : amphibolite.

Photo 5 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite; **Centre** : metatuf à cristaux de composition felsique (yeux de quartz bleu) ; **Droite** : amphibolite.

Photo 6 : Gauche : Schiste à biotite-grenat; **Centre** : metatuf à cristaux de composition felsique (yeux de quartz bleu) avec sulfures (pyrite, pyrrhotite) disséminés; **Droite** : amphibolite.



PHOTO 7 : 72-4 (75-130 pieds)



PHOTO 8: 72-4 (130-200 pieds)



PHOTO 9 : 72-5 (125-300 pieds)



PHOTO 10 : 72-5 (125-300 pieds)



PHOTO 11 : 72-5 (300-417 pieds)

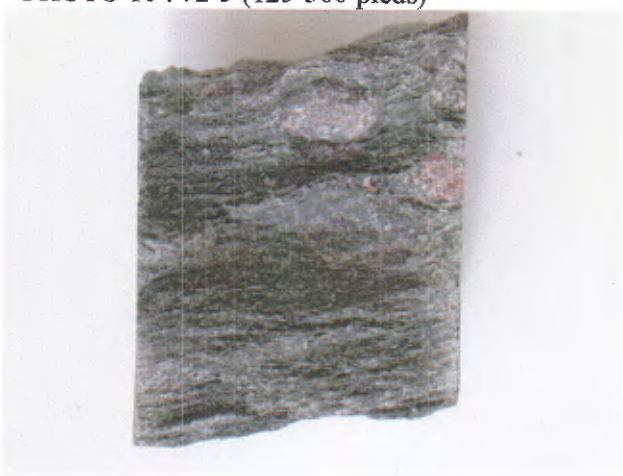


PHOTO 12 :72-5 (300-417 pieds)

Légende des photos des carottes de forages

Photo 7 : Vue rapprochée du schiste à biotite-grenat.

Photo 8 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite silicifié avec veine de quartz; **Centre** : gneiss quartzofeldspathique à biotite; **Droite** : amphibolite.

Photo 9 : **Gauche** : Formation de fer au faciès silicaté (chert/grunérite); **Centre** : metatuf à cristaux de composition intermédiaire; **Droite** : amphibolite.

Photo 10 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite-grenat (dacite altérée métamorphisée).

Photo 11 : **Gauche** : gneiss quartzofeldspathique à biotite-grenat (identique à la photo 10); **Centre** : metatuf à cristaux de composition felsique (yeux de quartz bleu) ; **Droite** : amphibolite avec veinules d'albite.

Photo 12 : Vue rapprochée du gneiss à biotite-grenat.

ANNEXE B

Photographies des minéraux au microscope polarisant et en lumière réfléchie

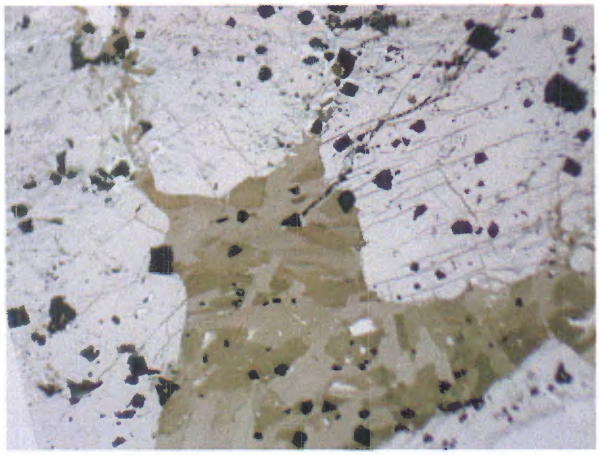


PHOTO 1B: Lame 72-4-1 (75-130 pieds) Grenat et biotite avec inclusions de magnétite, L.P., 15X

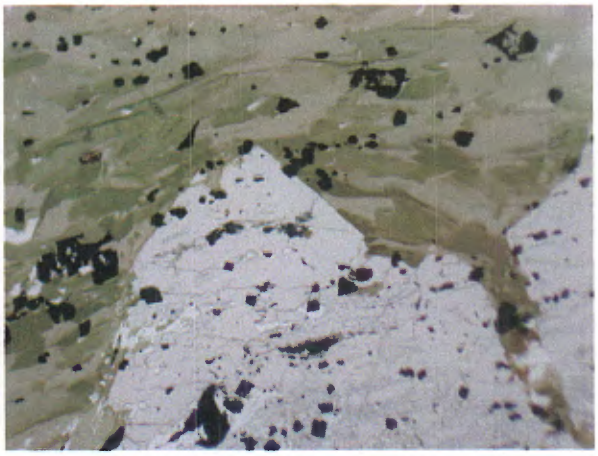


PHOTO 2B: Lame 72-4-1 (75-130 pieds) idem 1B, autre vue, L.P., 15X

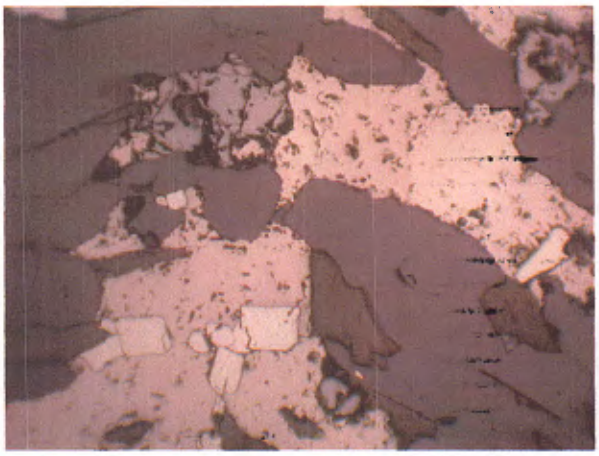


PHOTO 3B: Lame 72-4-1 (75-130 pieds) pyrite-pyrrhotite et magnétite, L.R., 100X

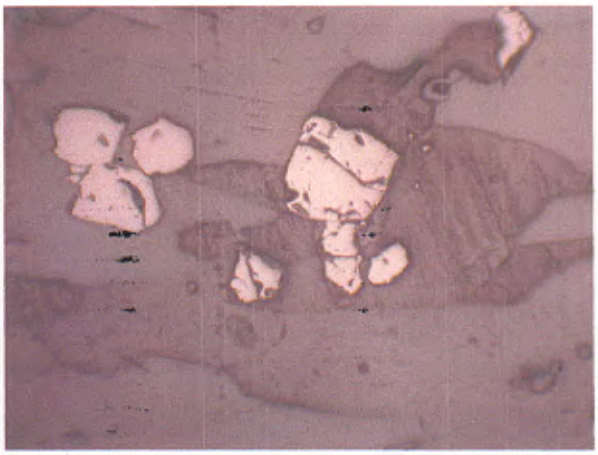


PHOTO 4B: Lame 72-4-1 (75-130 pieds) Grains de magnétite dans la biotite, L.R. 100X



PHOTO 5B: Lame 72-5-1 (300-417 pieds) Porphyroblaste de grenat dans une matrice quartzofeldspathique avec biotite, L.P. 7X

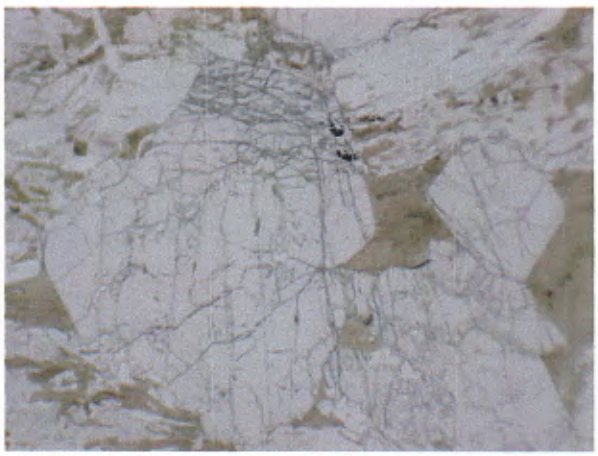


PHOTO 6B: Lame 72-5-1 (300-417 pieds) Porphyroblaste de grenat dans une matrice quartzofeldspathique avec biotite, L.P. 15X



PHOTO 7B : Lame 72-3-1 (25-125 pieds) Amphibolite (micro-gabbro?) L.P., 10X

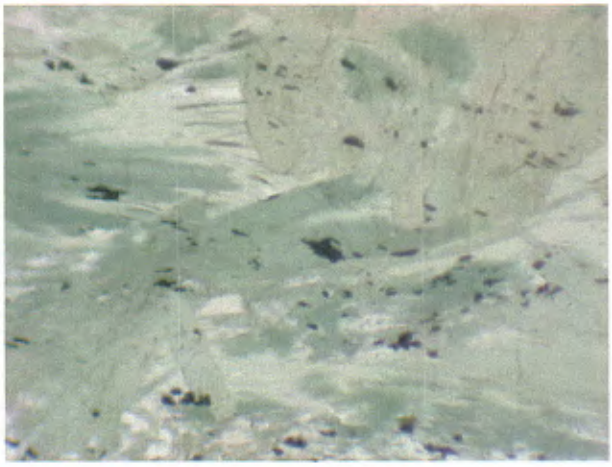


PHOTO 8B: Lame 72-3-1 (25-125 pieds) L.P. Hornblende avec inclusions d'ilménite 45X

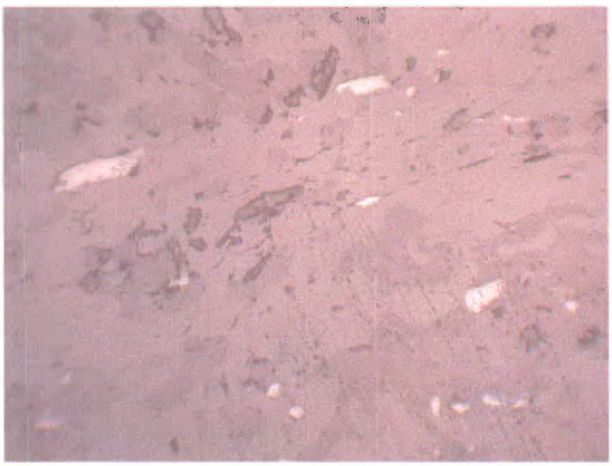


PHOTO 9B: Lame 72-3-1 (25-125 pieds) Grains d'ilménites dans une matrice d'hornblende et plagioclases, L.R., 100X

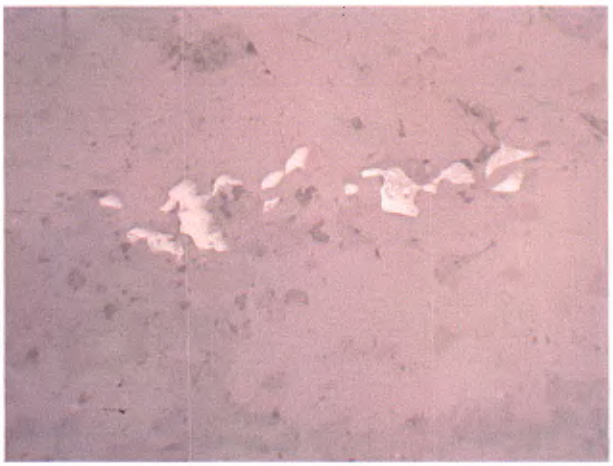


PHOTO 10B: Lame 72-3-1 (25-125 pieds) idem 13B, autre vue, L.R., 100X

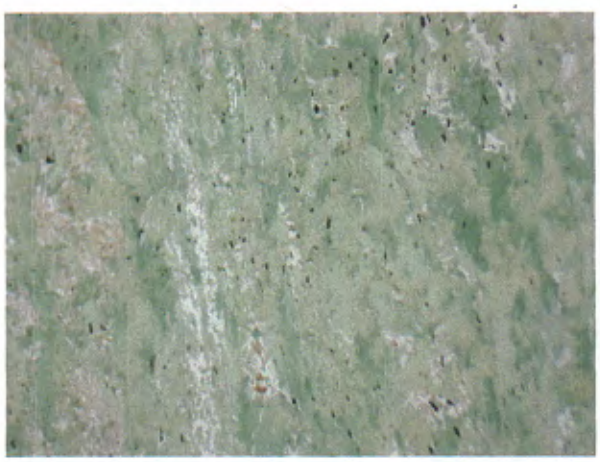


PHOTO 11B: Lame 72-5-2 (125-300 pieds) Amphibolite L.P., 10X

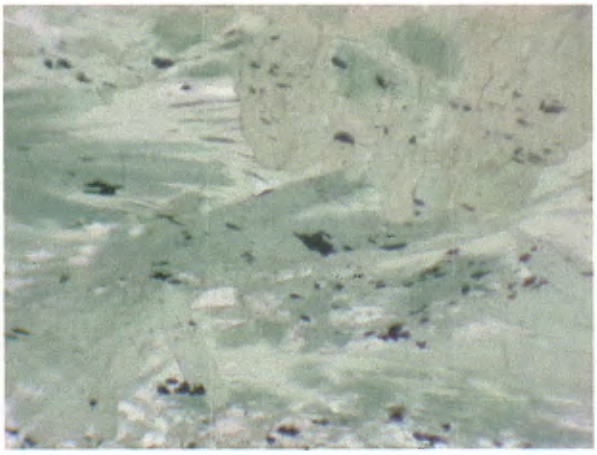


PHOTO 12B: Lame 72-5-2 (125-300 pieds) L.P. Hornblende avec inclusions d'ilménite 45X

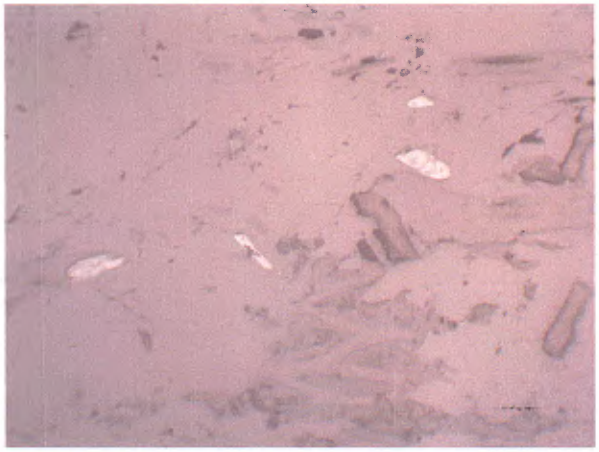


PHOTO 13B: Lame 72-5-2 (125-300 pieds) Grains d'ilménites dans une matrice d'hornblende et plagioclases, L.R., 100X

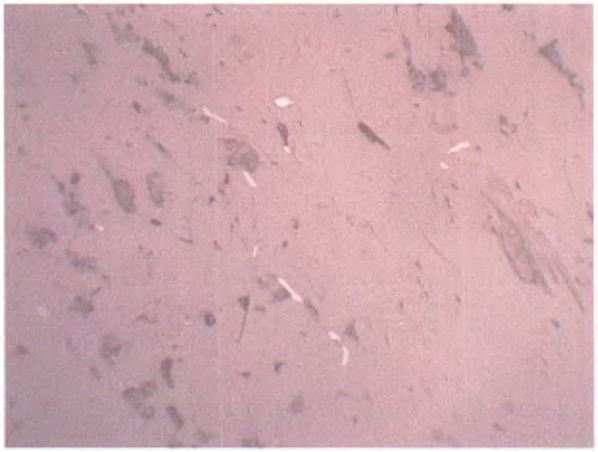


PHOTO 14B: Lame 72-5-2 (125-300 pieds) idem 13B, autre vue, L.R., 100X

ANNEXE C

Analyses des minéraux à la microsonde électronique et spectres EDS

COMPOSITION CHIMIQUE DES GRENATS

Sample	72-4-1-G1-c1	72-4-1-G1-c2	72-4-1-G1-r1	72-4-1-G1-r2	72-4-1-G2-c
Analysis					
Location					
Mineral					
SiO2	36.088	36.463	36.271	36.151	35.925
TiO2	0.166	0.039	0.024	0.032	0.008
Al2O3	20.013	20.497	20.591	20.444	20.328
Cr2O3	0.273	0.173	0.105	0.136	0.133
FeO	28.163	29.314	37.506	37.254	35.121
Fe2O3	0	0	0	0	0
MnO	9.611	8.633	0.681	1.175	3.169
MgO	0.915	1.023	2.061	1.816	1.433
CaO	4.074	3.896	2.465	2.515	2.926
Na2O	0	0	0	0.014	0
F	0	0	0	0	0
Cl	0	0	0	0	0
Total	99.03	99.86	99.60	99.40	98.91
FeOcalc	26.802	28.164	35.958	35.629	33.538
Fe2O3calc	1.512	1.278	1.720	1.806	1.759
Totalcalc	99.18	99.99	99.77	99.58	99.09
O_F_Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CTotal	99.18	99.99	99.77	99.58	99.09
TSi	5.927	5.935	5.905	5.906	5.907
TAl	0.073	0.065	0.095	0.094	0.093
Sum_T	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
AlVI	3.798	3.865	3.853	3.839	3.844
Fe3	0.187	0.157	0.211	0.222	0.218
Ti	0.021	0.005	0.003	0.004	0.001
Cr	0.035	0.022	0.013	0.018	0.017
Sum_A	4.041	4.048	4.080	4.083	4.080
Fe2	3.681	3.834	4.896	4.868	4.612
Mg	0.224	0.248	0.500	0.442	0.351
Mn	1.337	1.190	0.094	0.163	0.441
Ca	0.717	0.679	0.430	0.440	0.516
Na	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
Sum_B	5.959	5.952	5.920	5.917	5.920
Sum_cat	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
O	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
CF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CCl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alm	53.094	56.039	77.330	76.905	71.632
And	5.773	4.873	6.997	7.360	7.081
Gross	7.894	8.537	2.072	1.786	3.536
Pyrope	4.613	5.153	11.073	9.774	7.618
Spess	27.531	24.705	2.079	3.593	9.571
Uvaro	1.095	0.693	0.449	0.582	0.562
XCagnt	0.120	0.114	0.073	0.074	0.087
XFegnt	0.618	0.644	0.827	0.823	0.779
XMggnt	0.038	0.042	0.084	0.075	0.059
Fe_Mggnt	16.433	15.460	9.792	11.014	13.140

Sample	72-4-1-G2-r	72-4-1-G3-c	72-4-1-G3-r	72-4-1-G4-c	72-4-1-G4-r
Analysis					
Location					
Mineral					
SiO2	36.06	35.806	35.588	35.484	35.829
TiO2	0.024	0.151	0.055	0.02	0.031
Al2O3	20.475	20.073	20.485	20.406	20.602
Cr2O3	0.07	0.097	0.032	0.112	0.149
FeO	35.995	27.04	37.235	37.17	37.606
Fe2O3	0	0	0	0	0
MnO	1.565	9.722	0.999	1.179	0.434
MgO	1.681	0.968	1.706	1.73	2.13
CaO	3.341	4.891	2.794	2.861	2.264
Na2O	0	0.027	0	0.017	0.012
F	0	0	0	0	0
Cl	0	0	0	0	0
Total	99.14	98.68	98.86	98.87	98.91
FeOcalc	34.365	25.072	35.058	34.512	35.765
Fe2O3calc	1.811	2.187	2.419	2.954	2.046
Totalcalc	99.32	98.90	99.10	99.16	99.11
O_F_Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CTotal	99.32	98.90	99.10	99.16	99.11
TSi	5.902	5.893	5.852	5.830	5.869
TAl	0.098	0.107	0.148	0.170	0.131
Sum_T	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
AlVI	3.848	3.783	3.819	3.779	3.844
Fe3	0.223	0.271	0.299	0.365	0.252
Ti	0.003	0.019	0.007	0.002	0.004
Cr	0.009	0.013	0.004	0.015	0.019
Sum_A	4.083	4.085	4.129	4.161	4.119
Fe2	4.704	3.451	4.821	4.742	4.900
Mg	0.410	0.237	0.418	0.424	0.520
Mn	0.217	1.355	0.139	0.164	0.060
Ca	0.586	0.862	0.492	0.504	0.397
Na	0.000	0.009	0.000	0.005	0.004
Sum_B	5.917	5.915	5.871	5.839	5.881
Sum_cat	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
O	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
CF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CCl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alm	73.556	50.859	77.303	76.538	78.602
And	7.295	8.130	9.711	10.357	8.063
Gross	5.181	8.753	0.799	0.000	0.000
Pyrope	8.942	4.754	9.044	9.109	11.384
Spess	4.730	27.126	3.009	3.527	1.318
Uvaro	0.296	0.379	0.135	0.469	0.633
XCagnt	0.099	0.146	0.084	0.086	0.068
XFegnt	0.795	0.584	0.821	0.813	0.834
XMggnt	0.069	0.040	0.071	0.073	0.088
Fe_Mggnt	11.473	14.561	11.533	11.184	9.423

Sample	72-5-1-G1-c1	72-5-1-G1-c2	72-5-1-G1-r1	72-5-1-G1-r2	72-5-1-G2-c
Analysis					
Location					
Mineral					
SiO2	36.356	36.086	36.13	36.3	36.614
TiO2	0.047	0.07	0	0.012	0
Al2O3	20.656	20.506	20.78	20.703	20.947
Cr2O3	0.036	0	0.004	0.047	0
FeO	29.004	28.721	38.645	38.565	38.617
Fe2O3	0	0	0	0	0
MnO	10.516	11.005	0.331	0.328	0.676
MgO	0.736	0.746	1.647	1.574	1.547
CaO	2.844	2.735	2.278	2.3	2.312
Na2O	0.007	0	0	0.006	0.015
F	0	0	0	0	0
Cl	0	0	0	0	0
Total	100.17	99.87	99.81	99.79	100.73
FeOcalc	27.963	27.320	37.101	37.392	37.396
Fe2O3calc	1.156	1.557	1.716	1.304	1.357
Totalcalc	100.28	100.03	99.98	99.92	100.86
O_F_Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CTotal	100.28	100.03	99.98	99.92	100.86
TSi	5.932	5.911	5.893	5.922	5.920
TAl	0.068	0.089	0.107	0.078	0.080
Sum_T	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
AlVI	3.900	3.867	3.884	3.899	3.908
Fe3	0.142	0.192	0.211	0.160	0.165
Ti	0.006	0.009	0.000	0.001	0.000
Cr	0.005	0.000	0.001	0.006	0.000
Sum_A	4.053	4.068	4.095	4.067	4.073
Fe2	3.815	3.743	5.060	5.101	5.056
Mg	0.179	0.182	0.400	0.383	0.373
Mn	1.453	1.527	0.046	0.045	0.093
Ca	0.497	0.480	0.398	0.402	0.400
Na	0.002	0.000	0.000	0.002	0.005
Sum_B	5.947	5.932	5.905	5.933	5.927
Sum_cat	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
O	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
CF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CCl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alm	55.906	55.155	81.188	81.237	80.524
And	4.410	5.899	7.041	5.427	5.571
Gross	5.741	3.934	1.812	3.454	3.437
Pyrope	3.707	3.732	8.923	8.652	8.386
Spess	30.093	31.280	1.019	1.024	2.082
Uvaro	0.144	0.000	0.017	0.205	0.000
XCagnt	0.084	0.081	0.067	0.068	0.068
XFegnt	0.642	0.631	0.857	0.860	0.854
XMggnt	0.030	0.031	0.068	0.065	0.063
Fe_Mggnt	21.313	20.566	12.650	13.319	13.555

Sample	72-5-1-G2-r	72-5-1-G3-c	72-5-1-G3-r	72-5-1-G4-c	72-5-1-G4-r
Analysis					
Location					
Mineral					
SiO2	36.224	36.565	36.15	36.431	36.546
TiO2	0.02	0	0.02	0	0.012
Al2O3	20.606	20.898	20.756	20.613	20.877
Cr2O3	0	0	0.013	0	0
FeO	38.947	38.664	38.904	37.487	38.785
Fe2O3	0	0	0	0	0
MnO	0.324	0.42	0.339	1.297	0.33
MgO	1.62	1.628	1.584	1.417	1.563
CaO	2.282	2.128	2.092	2.458	2.035
Na2O	0.004	0.034	0	0.015	0.004
F	0	0	0	0	0
Cl	0	0	0	0	0
Total	100.03	100.34	99.85	99.72	100.15
FeOcalc	37.262	37.599	37.485	36.591	38.053
Fe2O3calc	1.873	1.183	1.577	0.995	0.814
Totalcalc	100.22	100.46	100.00	99.82	100.23
O_F_Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CTotal	100.22	100.46	100.00	99.82	100.23
TSi	5.901	5.931	5.899	5.952	5.944
TAl	0.099	0.069	0.101	0.048	0.056
Sum_T	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
AlVI	3.854	3.923	3.888	3.918	3.943
Fe3	0.230	0.144	0.194	0.122	0.100
Ti	0.002	0.000	0.002	0.000	0.001
Cr	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
Sum_A	4.086	4.068	4.086	4.041	4.044
Fe2	5.076	5.101	5.116	5.000	5.176
Mg	0.393	0.394	0.385	0.345	0.379
Mn	0.045	0.058	0.047	0.179	0.045
Ca	0.398	0.370	0.366	0.430	0.355
Na	0.001	0.011	0.000	0.005	0.001
Sum_B	5.914	5.932	5.914	5.959	5.956
Sum_cat	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
O	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
CF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CCl	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alm	81.269	86.132	82.085	78.351	82.140
And	7.712	3.658	6.522	4.162	3.425
Gross	1.208	2.588	1.634	5.593	4.705
Pyrope	8.810	6.648	8.651	7.825	8.688
Spess	1.001	0.974	1.052	4.069	1.042
Uvaro	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000
XCagnt	0.067	0.062	0.062	0.072	0.060
XFegnt	0.859	0.861	0.865	0.840	0.869
XMggnt	0.066	0.067	0.065	0.058	0.064
Fe_Mggnt	12.916	12.947	13.288	14.493	13.657

Sample	72-5-1-G5-c	72-5-1-G5-r
Analysis		
Location		
Mineral		
SiO2	36.367	36.469
TiO2	0.008	0.047
Al2O3	20.767	20.698
Cr2O3	0.011	0.021
FeO	37.993	38.322
Fe2O3	0	0
MnO	1.306	0.355
MgO	1.417	1.425
CaO	2.131	2.377
Na2O	0.04	0
F	0	0
Cl	0	0
Total	100.03	99.69
FeOcalc	36.816	37.792
Fe2O3calc	1.307	0.588
Totalcalc	100.16	99.75
O_F_Cl	0.00	0.00
CTotal	100.16	99.75
TSi	5.926	5.959
TAl	0.074	0.041
Sum_T	6.000	6.000
AlVI	3.911	3.942
Fe3	0.160	0.072
Ti	0.001	0.006
Cr	0.001	0.003
Sum_A	4.074	4.023
Fe2	5.017	5.165
Mg	0.344	0.347
Mn	0.180	0.049
Ca	0.372	0.416
Na	0.013	0.000
Sum_B	5.926	5.977
Sum_cat	16.000	16.000
O	24.000	24.000
CF	0.000	0.000
CCl	0.000	0.000
Alm	84.840	81.250
And	4.067	2.505
Gross	2.189	7.006
Pyrope	5.821	8.011
Spess	3.048	1.134
Uvaro	0.036	0.094
XCagnt	0.063	0.070
XFegnt	0.848	0.864
XMggnt	0.058	0.058
Fe_Mggnt	14.584	14.885

COMPOSITION CHIMIQUE DES MAGNÉTITES

Sample Analysis Location Mineral	72-4-1 -Bio-mt-	72-4-1 -G1-mt-1	72-4-1 -G1-mt-2	72-4-1 -G1-mt-3	72-4-1 -G2-bio-
TiO2	0.035	0.073	0	0.063	0.042
Al2O3	0.096	0.119	0.098	0.17	0.075
FeO	91.308	90.187	91.014	91.002	91.261
Fe2O3	0	0	0	0	0
Cr2O3	1.272	1.23	1.287	0.95	1.25
MnO	0.036	0.005	0.009	0.024	0
MgO	0.024	0.023	0	0.012	0.001
V2O3	0.284	0.322	0.345	0.166	0.165
ZnO	0.007	0.032	0.059	0.121	0.021
Total	93.06	91.99	92.81	92.51	92.82
FeOcal	31.13	31.18	31.18	31.15	31.18
Fe2O3cal	67.45	67.42	67.39	67.67	67.47
Totalcal	100.33	100.40	100.37	100.33	100.20
Al	0.004	0.006	0.005	0.008	0.003
Ti	0.001	0.002	0.000	0.002	0.001
Fe2	0.998	0.999	1.000	0.998	1.000
Fe3	1.946	1.944	1.945	1.951	1.947
Cr	0.039	0.038	0.040	0.029	0.039
Mn	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
Mg	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000
V	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cations	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

Sample Analysis Location Mineral	72-4-1 -G2-mt-1	72-4-1 -G2-mt-2	72-4-1 -G3-bio-	72-4-1 -G3-mt-1	72-4-1 -G3-mt-2
TiO2	0.07	0.014	0.021	0.22	0.286
Al2O3	0.149	0.147	0.139	0.37	0.364
FeO	91.701	91.623	90.553	91.49	91.464
Fe2O3	0	0	0	0	0
Cr2O3	0.452	0.6	1.548	0.938	0.731
MnO	0.028	0.027	0.023	0.044	0.062
MgO	0	0.001	0	0.001	0
V2O3	0.302	0.221	0.251	0.256	0.325
ZnO	0.052	0.042	0.095	0.304	0.014
Total	92.75	92.68	92.63	93.62	93.25
FeOcal	31.16	31.14	31.17	30.93	31.24
Fe2O3cal	68.19	68.08	67.09	67.35	67.59
Totalcal	100.40	100.27	100.34	100.41	100.61
Al	0.007	0.007	0.006	0.017	0.017
Ti	0.002	0.000	0.001	0.006	0.008
Fe2	0.999	0.999	0.999	0.989	0.998
Fe3	1.967	1.965	1.935	1.938	1.943
Cr	0.014	0.018	0.048	0.029	0.022
Mn	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Cations	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

Sample	72-4-1	72-4-1	72-4-1
Analysis	-G4-bio-	-G4-mt-1	-G4-mt-2
Location			
Mineral			
TiO2	0.081	0.014	0.144
Al2O3	0.318	0.181	0.222
FeO	91.659	91.718	91.744
Fe2O3	0	0	0
Cr2O3	1.042	0.401	0.855
MnO	0.023	0.001	0.06
MgO	0.024	0	0
V2O3	0.227	0.385	0.226
ZnO	0.107	0	0
Total	93.48	92.70	93.25
FeOcal	31.18	31.17	31.17
Fe2O3cal	67.39	68.25	67.69
Totalcal	100.39	100.40	100.37
Al	0.015	0.008	0.010
Ti	0.002	0.000	0.004
Fe2	0.998	1.000	0.998
Fe3	1.941	1.970	1.950
Cr	0.032	0.012	0.026
Mn	0.001	0.000	0.002
Mg	0.001	0.000	0.000
V	0.01	0.01	0.01
Zn	0.00	0.00	0.00
Cations	3.00	3.00	3.00

COMPOSITION CHIMIQUE DES ILMÉNITES

Sample	72-3-1-ilm-1	72-3-1-ilm-2	72-3-1-ilm-3	72-3-1-ilm-4
Analysis				
Location				
Mineral				
TiO2	50.185	50.241	50.437	50.303
Al2O3	0.014	0.013	0.015	0.001
FeO	46.366	46.639	46.833	46.85
Fe2O3	0	0	0	0
Cr2O3	0.126	0.013	0.018	0.003
MnO	1.717	1.617	1.658	1.641
MgO	0.049	0.048	0.052	0.078
V2O3	0.01	0	0	0
ZnO	0.052	0	0.031	0.051
Total	98.52	98.57	99.04	98.93
FeOcal	46.36	46.45	46.35	46.32
Fe2O3cal	1.66	1.82	1.87	1.93
Totalcal	100.17	100.20	100.43	100.33
Al	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	0.966	0.966	0.965	0.964
Fe2	0.961	0.963	0.962	0.962
Fe3	0.031	0.034	0.035	0.036
Cr	0.003	0.000	0.000	0.000
Mn	0.037	0.035	0.036	0.035
Mg	0.002	0.002	0.002	0.003
V	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00
Cations	2.00	2.00	2.00	2.00

Sample	72-3-1-ilm-5	72-3-1-ilm-6	72-5-2-ilm-1	72-5-2-ilm-2
Analysis				
Location				
Mineral				
TiO2	50.37	49.952	50.728	50.82
Al2O3	0	0.024	0.153	0.022
FeO	46.775	46.958	42.352	41.562
Fe2O3	0	0	0	0
Cr2O3	0.033	0.065	0.049	0.099
MnO	1.788	1.322	5.496	6.336
MgO	0.075	0.053	0.071	0.054
V2O3	0.006	0	0	0
ZnO	0.013	0	0.082	0.01
Total	99.06	98.37	98.93	98.90
FeOcal	46.08	46.56	42.73	41.96
Fe2O3cal	1.92	1.92	1.30	1.25
Totalcal	100.29	99.89	100.61	100.55
Al	0.000	0.001	0.005	0.001
Ti	0.963	0.962	0.970	0.974
Fe2	0.958	0.969	0.879	0.861
Fe3	0.036	0.036	0.024	0.023
Cr	0.001	0.001	0.001	0.002
Mn	0.039	0.029	0.118	0.137
Mg	0.003	0.002	0.003	0.002
V	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00
Cations	2.00	2.00	2.00	2.00

Sample	72-5-2-ilm-3	72-5-2-ilm-4	72-5-2-ilm-5
Analysis			
Location			
Mineral			
TiO2	50.944	50.944	50.6
Al2O3	0.052	0.043	0.036
FeO	42.206	42.064	41.841
Fe2O3	0	0	0
Cr2O3	0.101	0.047	0.179
MnO	5.752	6.039	5.967
MgO	0.081	0.036	0.028
V2O3	0	0	0
ZnO	0.03	0.064	0.033
Total	99.17	99.24	98.68
FeOcal	42.53	42.28	42.29
Fe2O3cal	1.25	1.35	1.24
Totalcal	100.74	100.81	100.37
Al	0.002	0.001	0.001
Ti	0.973	0.973	0.972
Fe2	0.873	0.869	0.870
Fe3	0.023	0.025	0.023
Cr	0.002	0.001	0.004
Mn	0.124	0.130	0.129
Mg	0.003	0.001	0.001
V	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00
Cations	2.00	2.00	2.00

SPECTRES EDS DES AMPHIBOLES ET BIOTITES

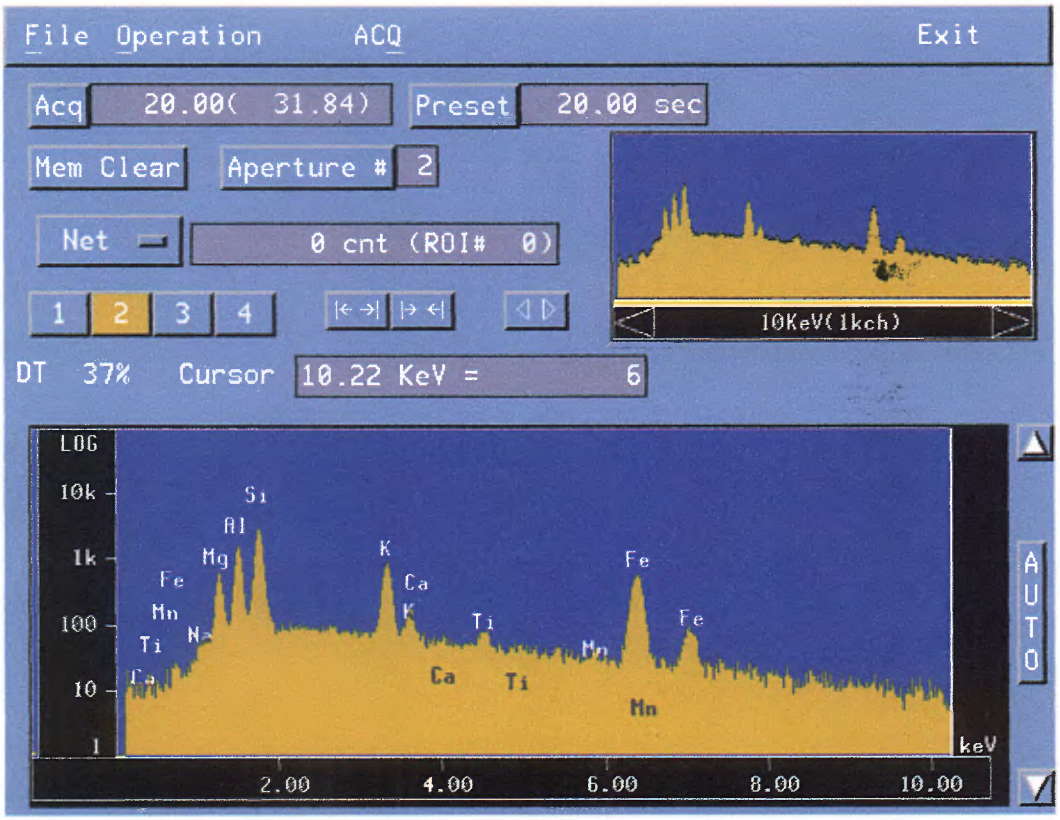


PHOTO 3C: Spectre EDS de la biotite, lame 72-4-1.

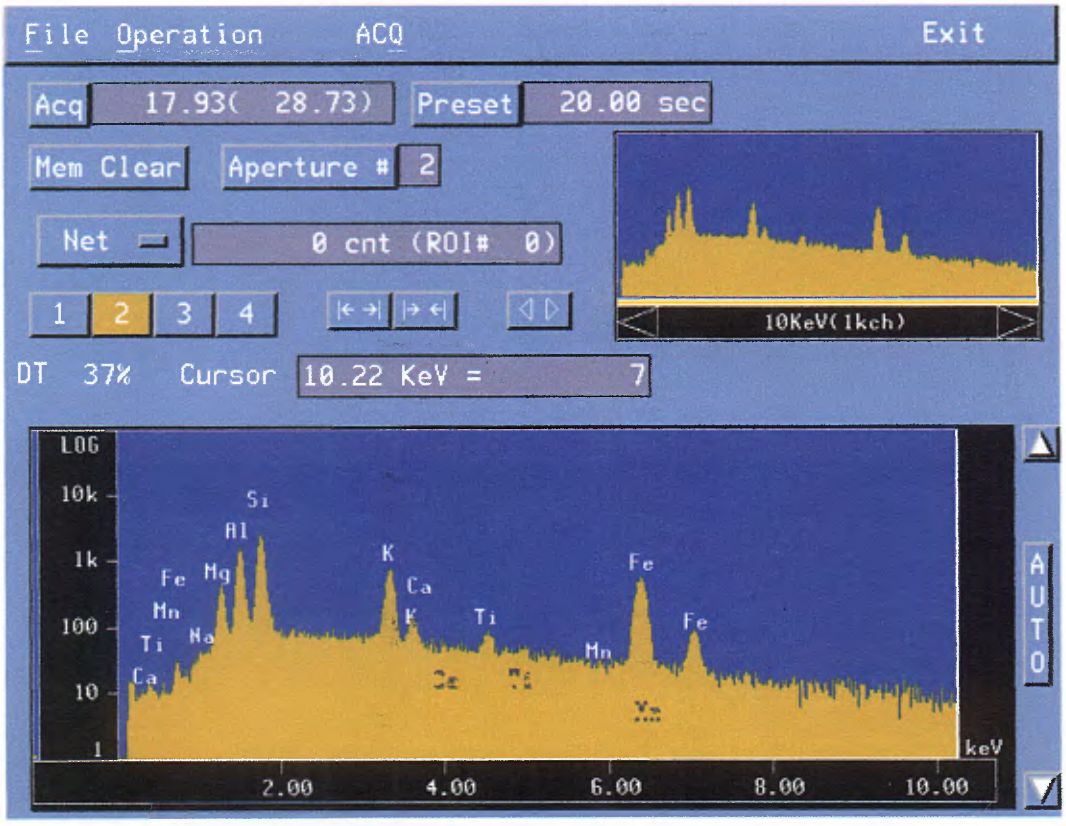


PHOTO 4C: Spectre EDS de la biotite, lame 72-5-1.

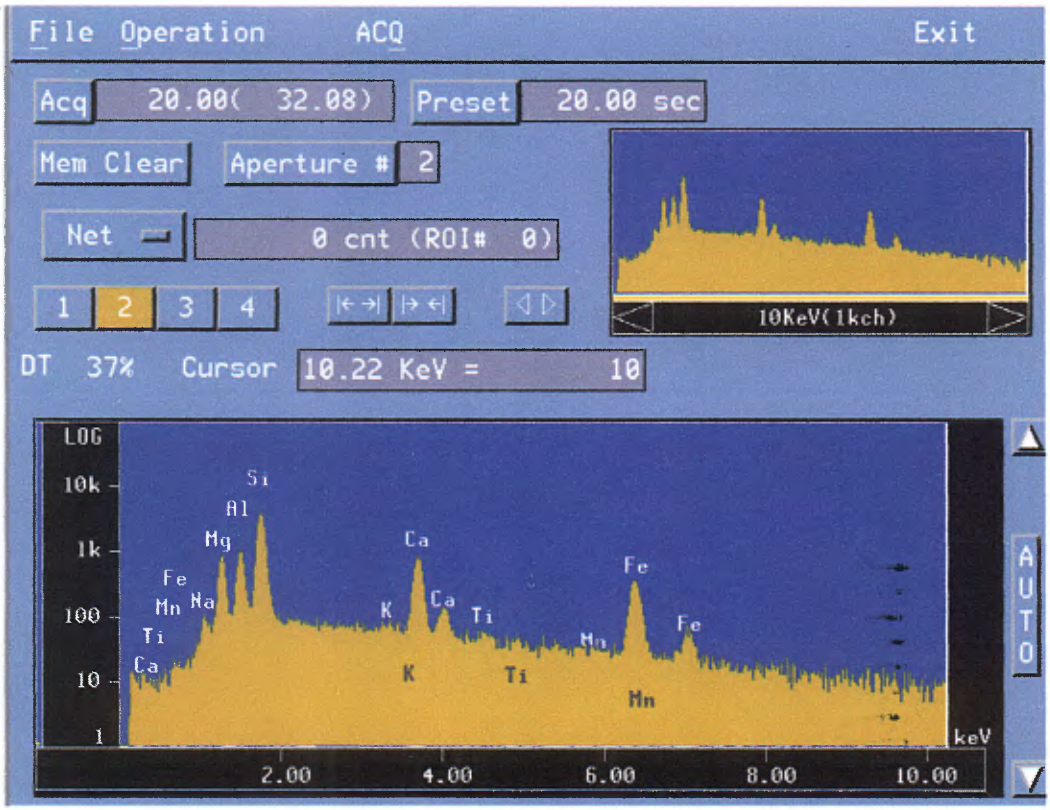


PHOTO 1C : Spectre EDS typique de la hornblende, lame 72-3-1

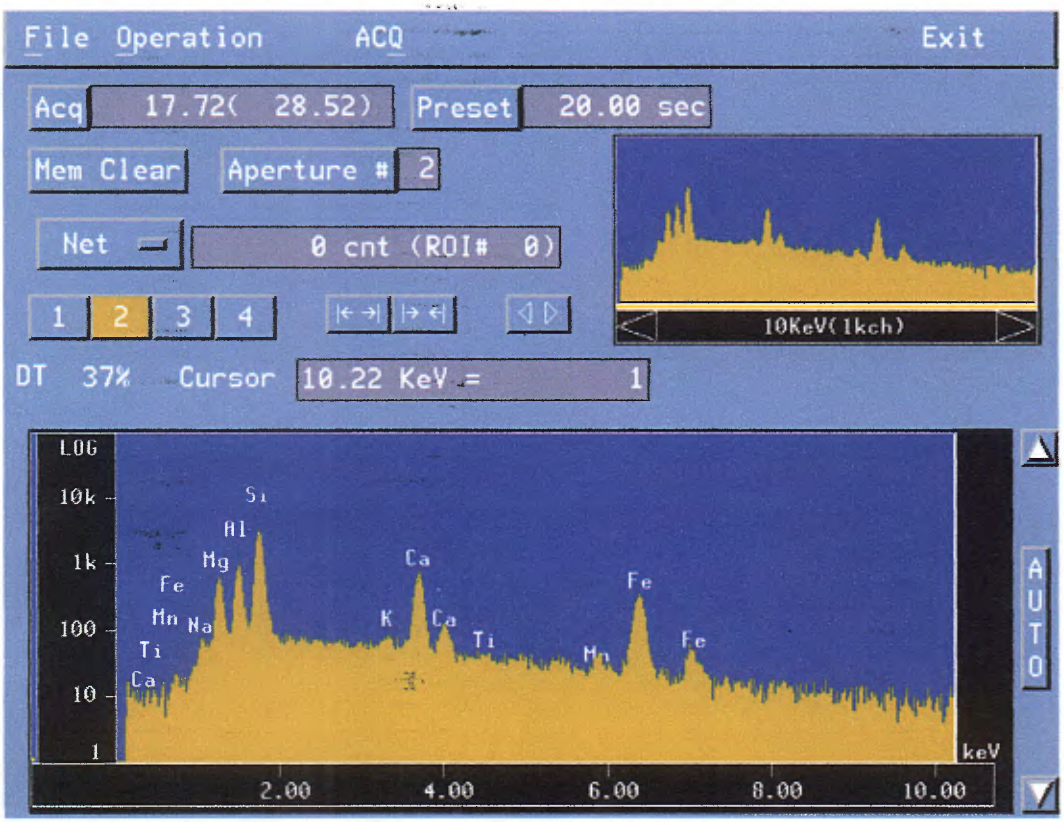


PHOTO 2C: Spectre EDS typique de la hornblende, lame 72-5-2

ANNEXE D

Articles sur le diamant dans la ceinture métavolcanique Michipicoten

St. Catharines 2004

Technical Program

SS14: Kimberlites and diamonds: New discoveries and new developments
Organizers / Organisateurs: **Dan Schulze, Thomas Stachel**
Room / Salle: **Field House**
Date: **5/14/2004**
Time: **4:00 PM**
Presenter: **Christine Vaillancourt**

Volcanic-hosted diamonds from northern Ontario: a non-kimberlitic origin

Ciesielski[1], A., Marchand[2], J., and Vaillancourt[3], C. [1]Omegalpha, Joliette, QC, ancies@videotron.ca, [2]Egeolog, Quebec, QC, [3]Ontario Geological Survey, ON

Non-alluvial diamond deposits are typically found in kimberlite pipes or in lamprophyre dikes of Phanerozoic age located at margins or within Precambrian cratons. Even thought diamonds have also been found in komatiites, eclogites and impactites, these deposits don't have commercial values. Therefore, exploration for diamond deposits has always been concentrated in kimberlites and lamprophyres. The diamonds that we are describing here are found within volcaniclastic breccias in northern Ontario. Their quality and count are promising for the discovery of economically viable deposits. In the study area, the regional-scale diamondiferous horizon is 5 m wide on average, and composed of metamorphosed mafic rock, which contains decimetre-scale, amphibole-rich nodules. It also includes a lenticular horizon of polygenic breccia composed of mafic matrix and centimetre-scale mafic and felsic fragments. Preliminary petrographic and geochemical studies show that the nodules are of magmatic origin. They could be the result of immiscibility phenomena in the flows or sills associated with the bimodal pyroclastic rocks carrying a lamproitic matrix. The rocks are located within the Catfish assemblage of the Michipicoten greenstone belt, between sequences of gabbro and basalt, and an extensive sequence of intermediate tuff. The sequences show a regional-scale interference pattern revealing a probable primary phase of deformation resulting in axial planes of folds shallowly dipping to the east-northeast, overprinted by a later phase with axial planes moderately dipping to the north. The diamonds described here were recovered principally in the polygenic breccia horizon. They are less than one millimetre in size, have irregular shapes, are free of inclusions, and some have a yellow color. They constitute a new type of occurrence, different from Phanerozoic kimberlites, which may imply an origin under oceanic crust or at the margin of a craton under formation, and transportation to the surface by lamproitic diatreme-like intrusion in a bimodal volcanic environment. Consequently, these diamondiferous horizons represent a new target for exploration in volcaniclastic rocks in Archean greenstone belts.

CIM ICM MINING INDUSTRY CONFERENCE & EXHIBITION
MONTRÉAL 2003

Diamonds from Canada to the World

DIAMOND EXPLORATION TARGETS, MICHIPICOTEN GREENSTONE BELT, WAWA, ONTARIO

by Ann Wilson, Ontario Geological Survey

Co-authors:
Ms. Ann Wilson, Ontario Ministry of Northern Development and Mines

Abstract

Archean-aged, diamond-bearing, alkaline intrusive and extrusive metavolcanic rocks are the main focus of diamond exploration north of Wawa. These rocks are intercalated within a sequence of metamorphosed and tectonically deformed mafic to intermediate pillowed and tuffaceous rocks. Exploration has concentrated in the west-central portion of the Michipicoten greenstone belt where a recumbent nappe geographically delimits the diamond occurrences. Few age dates have been reported for these diamond-bearing rocks. The Ontario Geological Survey (OGS) reports age dates of 2703+/-42 Ma at the Sandor Occurrence and 2674+/-8 Ma at the GQ Discovery site. Diamond exploration targets in the Wawa area also include confirmed diamond-bearing kimberlite dikes and intrusions at the east end of the Michipicoten greenstone belt, as well as some potential kimberlite targets in the central part of the belt. Other confirmed kimberlites are associated with an alluvial diamond discovery and in the Missanabie - Dalton area. These kimberlite dikes all appear to be spatially related to the Kapuskasing Structural Zone. While no age dates are available for any of the diamond-bearing kimberlites, the OGS obtained a 207Pb/206Pb age of 1197+/-24 Ma for one kimberlite dike in the eastern part of the greenstone belt.

Presented at:

Diamonds from Canada to the World - Montreal 2003

May 04, 2003 - May 07, 2003

| Back to Session | Back to Technical Program Schedule |

DIAMONDIFEROUS VOLCANICLASTIC DEBRIS FLOWS OF WAWA, ONTARIO, CANADA

Nathalie Lefebvre[1], Maya Kopylova[1], Kevin Kivi[2], and Robert Barnett[3]

[1] Earth and Ocean Sciences Department, University of British Columbia, Canada; [2] Kennecott Canada Exploration Inc.; [3] R.L. Barnett Geological Consulting, Canada

INTRODUCTION

Historically the majority of diamonds are recovered from Proterozoic to Cenozoic magmatic rocks such as kimberlite, and lamproite, and occasionally from lamprophyre and basalt. An atypical, highly diamondiferous occurrence has recently been discovered in the western section of the Michipicoten greenstone belt, within the Wawa subprovince of the Superior craton (Fig. 1). To date 22,235 stones in 4080.5 kg have been recovered. The Wawa rocks are unique because they represent a diamondiferous occurrence between 2600 to 2700 Ma in age (2674±8 Ma, Stott et al., 2002). They have been metamorphosed and deformed, and little evidence of their primary magmatic nature is preserved. The aim of this study is to determine if these rocks are metamorphic equivalents of known diamondiferous deposits or a new, previously unrecognized, deposit type. This question was addressed using field mapping, and petrographic and mineralogical studies of these Archean rocks.

LITHOSTRATIGRAPHY

Two types of diamond-bearing rocks have been recognized in the Wawa area. Both rock types have been metamorphosed to upper greenschist facies. The data presented below suggests that the rocks had magmatic predecessors that are interpreted to be a polymict volcaniclastic breccia and a lamprophyre. The lamprophyre is younger than the volcaniclastic breccia, as it contains rare fragments of the breccia. Both the lamprophyre and breccia are intercalated with 2700 Ma felsic to intermediate metavolcanics, intermediate to mafic metavolcanics, and mafic intrusive rocks (Fig. 1).

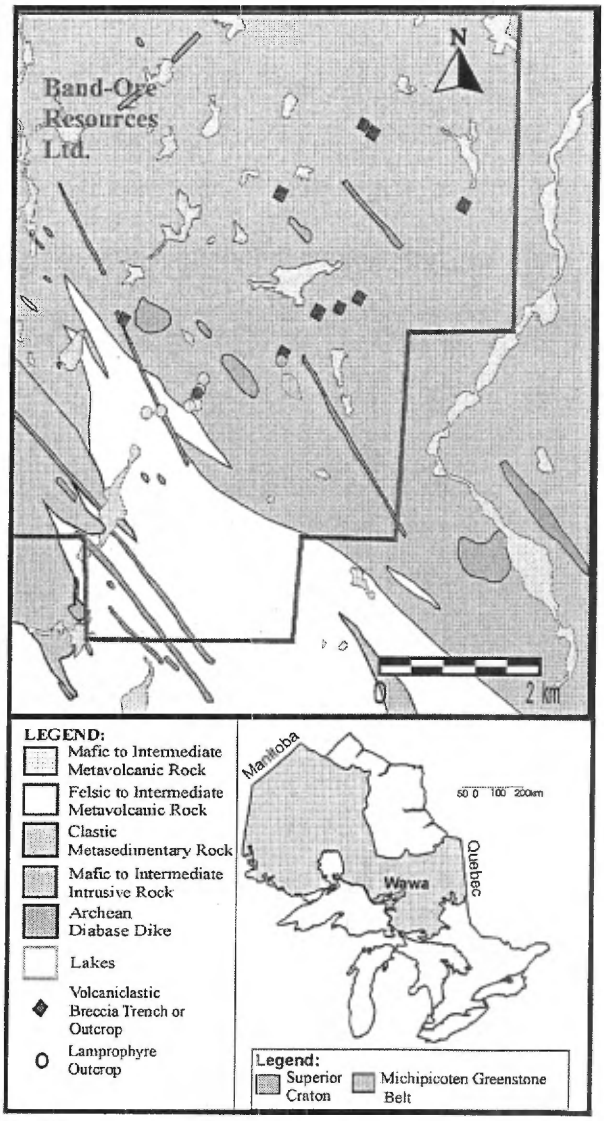


Figure 1: Location of the Wawa diamondiferous rocks within the western section of the Michipicoten Greenstone belt and within the Superior craton. The simplified geology map is modified from Sage (1995). It shows the location of the study area outlined in magenta and the location of the volcaniclastic breccia and lamprophyre occurrences within the greenstone belt rock sequence.

METAMORPHOSED POLYMICT VOLCANICLASTIC BRECCIA

The matrix- to clast- supported breccia forms thick (~ 60 to 70 m) units. It contains dominantly angular, granule to large boulder-sized fragments with a wide variety of mainly igneous lithologies (Fig. 2A), including metamorphosed mantle ultramafic rocks with high Cr and Ni content. Irregular and oval shaped, aphanitic fragments and similar aphanitic rinds around lithic fragments (Fig. 2B and C) are present in some breccia areas. These are believed to be juvenile and cored lapilli, and their presence implies incorporation of a pyroclastic component in the breccias. The breccias are interpreted to be volcaniclastic debris flow deposits based on the stratigraphy, the wide range in fragment lithologies, crude bedding (Fig. 2D), poor sorting, and lack of sedimentary structures. The fine-grained matrix of the breccia is comprised of the typical upper greenschist to epidote-amphibolite mineral assemblage for rocks of mafic composition. This assemblage comprises 50-75% actinolite, 1-20% epidote, 1-20% titanite 1-10% quartz/feldspar, 0-20% biotite, 0.5-15% hornblende, and 0-10% chlorite, with minor calcite, albite, opaques and rutile. At least two foliations are present and are defined by the alignment of acicular and bladed actinolite grains: a shallow NNE dipping foliation (S1) and a weaker S dipping foliation (S2). No obvious igneous textures and minerals have been preserved. Occasional oscillatory zoned hornblende, biotite and and unknown mineral pseudomorphed by epidote are microstructurally pre- to syn-S1 (Fig. 3A). The large, euhedral, oscillatory zoned grains of hornblende are interpreted as possible relict phenocrysts and probably the only primary phase preserved (Fig. 3B). Rare biotite grains, which are euhedral and larger than the matrix biotite, may also be relict phenocrysts.

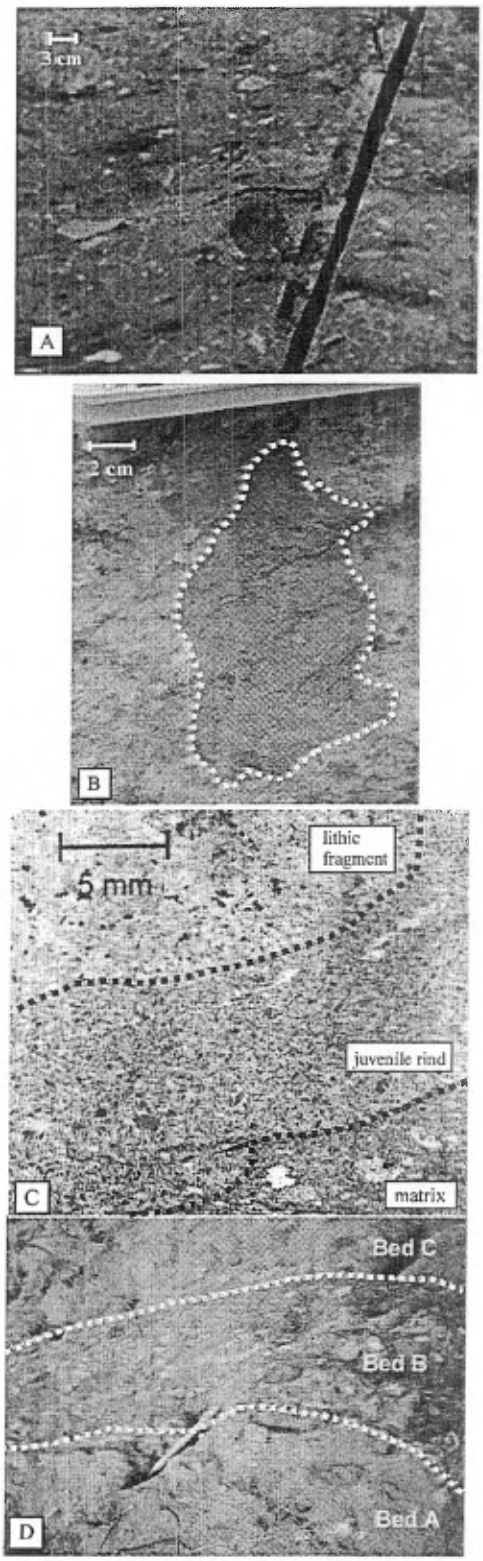


Figure 2: Photographs of volcaniclastic breccia. A. Typical volcaniclastic breccia characterized by poor sorting and wide variety of clast lithologies. B. Juvenile bomb which is outlined in yellow. C. Cored lapilli in thin section. The boundaries of breccia matrix, juvenile rind and lithic fragment are outlined in black. D. Bedding.

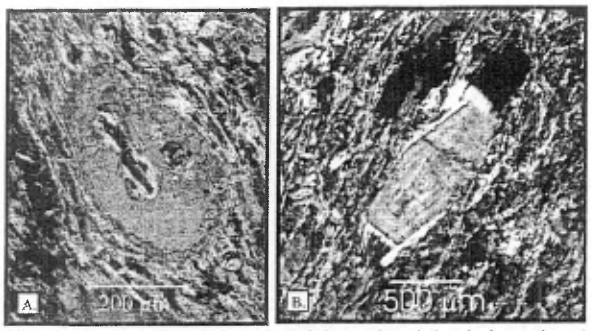


Figure 3: Microphotographs of the volcaniclastic breccia. A. S1 foliation wrapping around a hornblende grain. B. Large grain of oscillatory zoned, pre- to syn-S1 hornblende.

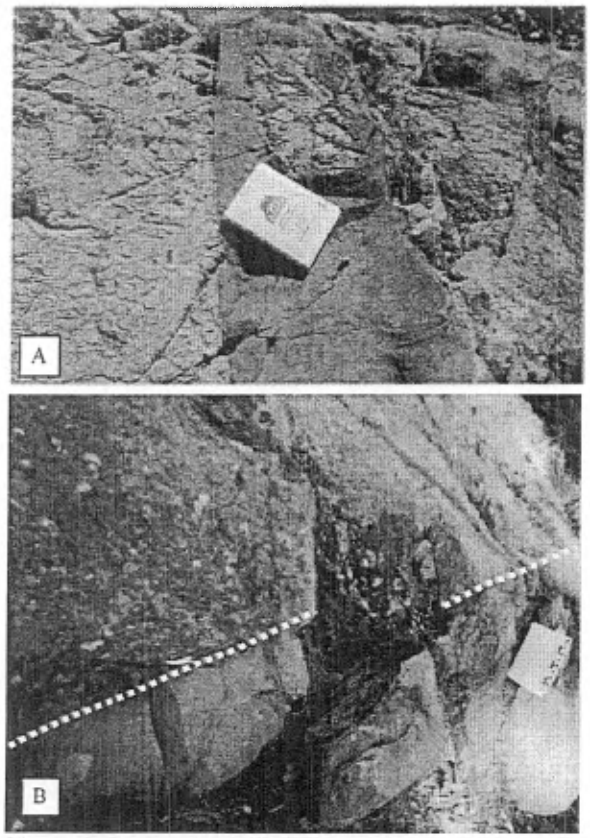


Figure 4: Lamprophyre field photos. A. Lamprophyre dike cross-cutting felsic to intermediate metavolcanic rock. B. Contact between clast-supported volcaniclastic breccia and lamprophyre is outlined in yellow.

METAMORPHOSED LAMPROPHYRIC ROCK

The lamprophyre commonly occurs as dikes which cross-cut the metavolcanic sequences (Fig. 4A) and the breccia. In other areas the relationship between the lamprophyre and the breccia, and the lamprophyre and metavolcanics is unclear. The lamprophyre overlies these rocks along straight, long, parallel contacts that may be depositional in origin (Fig. 4B). The lamprophyre contains commonly 5-10% fragments of surrounding country rock, occasional altered ultramafic mantle xenoliths, and rare breccia. It also comprises the upper greenschist mineral assemblage containing 50-80% actinolite, 1-15% epidote, 1-10% titanite, 1-30% biotite, 1-15% quartz/feldspar, and 1-7% hornblende, with minor plagioclase, microcline, chlorite, calcite, opaques, and rutile. The lamprophyre may be weakly foliated as defined by faint alignment of actinolite and biotite grains. Petrographically, it differs from the breccia by 1) overall lower clast abundance; 2) fewer rock types present in the clasts; 3) the absence of the juvenile clasts, and 4) the occasional presence of microcline in the matrix.

GEOCHEMISTRY AND MINERALOGY

BULK ROCK GEOCHEMISTRY

Whole rock samples of the breccia matrix, juvenile clasts and lamprophyres were analyzed for major and some minor elements. There are no major systematic differences between compositions of the breccia, its juvenile clasts and the lamprophyres. This may be interpreted as a complete obliteration of their primary magmatic compositions by metamorphism, or as a reflection of similar compositions of their magmatic protoliths. The rocks plot in the alkaline to sub-alkaline fields on the (Na_2O + K_2O) vs SiO_2 diagram. Major element compositions of the rocks show a better fit to the calc-alkaline lamprophyre and lamproite fields of Rock (1987, 1991) than to all other diamondiferous groups of rocks.

COMPOSITION OF THE HORNBLENDES

Oscillatory zoned hornblendes (Fig. 3B) were analyzed in the volcaniclastic breccia and the lamprophyre. The pre- to syn- S1 hornblendes were classified as calcium amphiboles (CaO 6.9-14.9 wt%, TiO_2 0-3 wt%, K_2O 0-2.3 wt%, Na_2O 0.4-2.1 wt%), specifically tschermakite, pargasite, edenite, and magnesio-hornblende. The hornblende compositions for both rock types are similar; however, pargasitic hornblende is restricted to the lamprophyres, whereas hornblendes of the volcaniclastic breccia are more commonly edenitic. Oscillatory zoned hornblendes from the volcaniclastic breccia showed a common core-to-rim compositional pattern. Magnesio-hornblende cores evolve to edenitic rims or showed oscillations between Mg-hornblende and edenite. From core to rim and within the oscillatory zones, Na increases, K decreases slightly, and Si substitutes for Al^{IV}.

Magnesio-hornblende, tschermakite, pargasite, and edenites can be found in igneous and lower greenschist to amphibolite facies metamorphic rocks. Their compositions, therefore, cannot be ascribed unambiguously to the pre-metamorphic stage of the rock formation. However, the majority of the hornblendes are consistent with a possible magmatic origin based on the Al^{VI} - Si, and the (Ca+Na+K) - Si plots (Leake, 1965, 1971). On the FeO-SiO_2-(Na_2O+K_2O) ternary plots (Wones and Gilbert, 1982), the hornblendes fit within fields of amphiboles in mafic parageneses, as expected from the overall greenschist metamorphic mineral assemblage of the Wawa rocks.

POSSIBLE MAGMATIC PROTOLITH

Few clues are available to reconstruct the magmatic predecessors of the Wawa diamondiferous rocks and to classify them. Their bulk rock compositions cannot be used, as the rocks have incorporated mantle xenolithic material and may have experienced compositional changes during metamorphism. Reconstruction of the primary magmatic compositions is most likely to be successful if based on petrography and mineral chemistry of the pre- to syn-S1 minerals. These include biotite, hornblende and an unknown mineral pseudomorphed by epidote. Hornblende has the best chance of retaining the relic magmatic compositions because it displays concentric oscillatory zoning that is rarely found in metamorphic rocks (Hoskin and Black, 2000; Schaltegger et al., 1999). Assuming that Mg-hornblende, tschermakite, edenite and pargasite retained their magmatic compositions, their protoliths were petrographically and chemically close to calc-alkaline lamprophyres. These hornblende compositions are not compatible with orangeites and lamproites as their possible magmatic hosts; the latter contain Ti- and K- richterites (Mitchell and Bergman,1991; Mitchell, 1995). Hornblendes found in the Wawa lamprophyre and the volcaniclastic breccia could have crystallized from calc-alkaline lamprophyre, but do not match compositions of amphiboles in alkali and ultramafic lamprophyres (Woolley et al., 1996; Rock, 1991). Larger crystals of epidote may have been pseudomorphed phenocrysts of clinopyroxene, as the epidote is Cr-rich (B. Doyle, Pers. Comm.). Assuming that the modal abundances of the pre- to syn-S1 minerals (1 - 15% clinopyroxene, 1-5 % biotite, 1-15% hornblende) reflect the primary magmatic abundances, this calc-alkaline lamprophyre should be called spessartite.

DIAMONDS

Diamonds are found in the breccias and the lamprophyres. Both contain metamorphosed ultramafic mantle xenoliths identified by their high Cr and Ni-content. The presence of these xenoliths and diamonds is evidence for preservation and incorporation of mantle material in the lamprophyric magma.

The diamond population recovered from the polymict volcaniclastic breccia are characterized by their morphology, colour, degree of resorption, and surface features. This diamond population is dominated by microdiamonds. Among 64 macrodiamonds, the majority are colourless (48%), have non-uniform colour (30%), or are yellow (17%) and overall show very little resorption. They form single crystals and aggregates with predominant octahedral and occasional cubic morphology (Fig. 5). Many of the diamonds have experienced breakage and late etching.

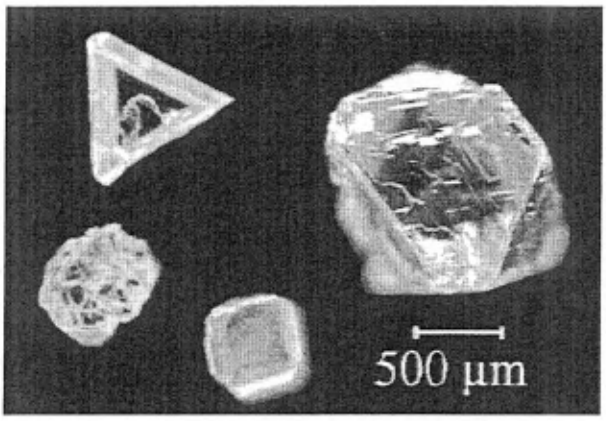


Figure 5: Wawa diamonds recovered from the volcaniclastic breccia. An octahedral aggregate, a cubic crystal, a macle and an octahedral crystal with trigonal and hexagonal pitting.

DISCUSSION

The two types of diamondiferous rocks from Wawa, Ontario have been interpreted as metamorphosed polymict volcaniclastic breccia and lamprophyre based on field observations, petrographic studies, and mineral chemistry. The matrix of the breccia, the juvenile material and the lamprophyre have similar mineral assemblages, bulk rock compositions and mineral chemistry which suggests they may have formed from a similar type of magma. This primary magma was likely to have calc-alkaline affinity based on the chemistry of the oscillatory zoned, pre- to syn- S1 hornblende. The magma must have originated in the diamond stability field, as it incorporated diamond-bearing mantle material upon its ascent to the surface. It erupted in the

Archean to produce volcaniclastic deposits and later also intruded as dikes. A highly explosive eruption style that produces volcaniclastic rocks is not characteristic of lamprophyric magmas that commonly intrude as dykes. Thus, the Wawa diamondiferous rocks could be one of few known lamprophyric volcanoes. Other examples have been described in Namibia, New Mexico (Rock, 1991) and Southern Alberta (Kjarsgaard, 1994). The Wawa calc-alkaline lamprophyres belong to a greenstone belt volcanic sequence and formed in a subduction-related tectonic setting. This tectonic setting is distinct from that of all other currently exploited diamond deposits, but has been reported to host diamonds (Barron et al., 1996; Capdevila et al., 1999). Several diamond occurrences in subduction-related magmatic rocks suggest that diamonds may have already formed at earlier stages of subduction, well before its later incorporation in subcratonic eclogites. Lamprophyric volcaniclastic rocks may be considered a potential target for diamond exploration in the future.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Band-Ore Resources Ltd. for their permission and financial contribution to map the Wawa diamondiferous rock trenches on their GQ Property, and for generously donating the diamonds for this study. Field work was carried out with the invaluable assistance of B. Duess and D. Smithson. Also we wish to thank B. Doyle, K. Hickey, G. Dipple and M. Raudsepp for their discussions and comments. This research was partly funded by a National Science and Engineering Research Grant. N. Lefebvre has been fully supported through a National Science and Engineering Industrial Post-Graduate Scholarship that has been partly sponsored by Band-Ore Resources Ltd.

REFERENCES

Barron, L. M., S. R. Lishmund, Oakes, G.M., Barron, B.J., Sutherland, F.L., 1996. Subduction model for the origin of some diamonds in the Phanerozoic of eastern New South Wales. Australian Journal of Earth Sciences 43, 257-267.

Capdeliva, Arndt, R.N., Letendre, J., Sauvage, J-F, 1999., Diamonds in volcaniclastic komatiite from French Guiana. Nature. 399, 456-458.

Hoskin, P.W.O. and L.P. Black 2000., Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon. Journal of Metamorphic Geology, 18, 423-439.

Kjarsgaard, B.A., 1994. Potassic magmatism in the Milk River area, southern Alberta: petrology and economic potential. In: Interior Plains and Arctic Canada, Geological Survey of Canada, Current Research 1994-B, 59-68.

Leake, B.E., 1965. The relationship between tetrahedral aluminium and the maximum possible octahedral aluminium in natural calciferous and subcalciferous amphiboles. Amer. Min. 5, 843-851.

Leake, B.E., 1971. On aluminous and edentic hornblendes. Min. Mag. 38, 389-407.

Mitchell, R.H., Bergman, S.C., 1991. Petrology of Lamproites. New York, N.Y., Plenum Press.

Mitchell, R.H., 1995. Kimberlites, Orangeites, and Related Rocks. New York, Plenum Press.

Rock, N.M.S., 1987. The nature and origin of lamprophyres: an origin. In: Alkaline Igneous Rocks, Fitton and Upton (Eds.), Geological Society Special Publication No.30, 191-226.

Rock, N.M.S., 1991. Lamprophyres. Glasgow, Blackie.

Sage, R.P., 1995. Alteration zones, Michipicoten greenstone belt, central portion; Ontario Geological Survey, Preliminary map P.3322, scale 1:50 000.

Schaltegger, U., Fanning, M., Gunther, D., Maurin, J.C., Schulmann, K., Gebauer, D., 1999. Growth, annealing and recrystallization of zircon and preservation of monzanite in high-grade metamorphism: conventional and in-situ U-Pb isotope, cathodoluminescence and microchemical evidence. Contrib. Mineral. Petrol. 134, 186-201.

Stott, G.M., Ayer, J.A., Wilson, A.C., Grabowski, G.P.B., 2002. Are the Neoarchean diamond-bearing breccias in the Wawa area related to late-orogenic alkalic and "sanukitoid" intrusions?. Ontario Geological Survey. Open File Report 6100, 9-1 to 9-10.

Wones, D.R., Gilbert, M. C., 1982. Amphiboles in the igneous environment. In: Amphiboles: petrology and experimental phase relations. B.R. Vebelen, P.H. Ribbe (Eds.), Reviews in Mineralogy. 9B, 355-385.

Woolley, A.R., Bergman, S.C., Edgar, A.D., Le Bas, M.J., Mitchell, R.H., Rock, N.M.S., Scott-Smith, B.H., 1996. Classification of lamprophyres, lamproites, kimberlites, and the kalsilitic, melilitic, and leucitic rocks. The Canadian Mineralogist. 34, 175-186.

Contact: NS Lefebvre, 6339 Stores Rd., Department of Earth and Ocean Sciences, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, V6T 1Z1, E-mail: nlefebvre@eos.ubc.ca