

Pétrologie des filons-couches différenciés Roméo 1 et 2 dans la partie centrale de la bande du Cap Smith

F. Thibert

Département de Géologie
Université de Montréal
Montréal, Québec H3C 3A7

C. Picard

Institut de Recherche en Exploration Minérale
Montréal, Québec H3C 3A7

W. Trzciencki

Département de Géologie
Université de Montréal
Montréal, Québec H3C 3A7

Résumé

Les filons-couches Roméo 1 et 2 présentent une séquence ultramafique à mafique litée dont les caractéristiques macro- et microscopiques évoquent une origine magmatique multiphasée. Toutefois, l'étude comparée de la bordure figée inférieure avec la composition pondérale de l'intrusion, et les variations cryptiques de l'olivine et du clinopyroxène démontrent que le filon-couche Roméo 1 résulte de processus d'accumulation et de cristallisation *in situ* à partir d'un seul liquide magmatique, syngénétique de l'épanchement des basaltes komatiitiques à olivine du Groupe de Chukotat. La comparaison avec le filon-couche Roméo 2 et avec plusieurs autres filons-couches de la bande du Cap Smith révèle que ces intrusions différenciées de péridotite-gabbro semblent obéir, à quelques variantes près, aux mêmes processus magmatiques et physiques de mise en place.

Summary

Macroscopic and microscopic characteristics of the Roméo 1 and 2 sills in the Cape Smith Belt suggest a multiphase magmatic origin for these two ultramafic to mafic layered bodies. Nonetheless, cryptic variations within olivines and clinopyroxenes and a comparison study between the Roméo 1 lower chill margin and its weighted bulk composition shows that the intrusion resulted

from the *in situ* crystallization of a single magma syngenetic with the emplacement of the komatiitic basalts of the Chukotat Group. A comparison with Roméo 2 and several other sills in the Cape Smith Belt indicates that these differentiated peridotite-gabbro bodies have all, more or less, undergone a similar magmatic history.

Introduction

Les études en cours (Picard et Giovenazzo, sous presse) sur la distribution et le comportement des éléments du groupe des platinoïdes nécessitent de déterminer les mécanismes de mise en place des filons-couches différenciés de péridotite-gabbro rencontrés dans la partie méridionale de la bande du Cap Smith. Ainsi, plusieurs filons-couches (Delta, Roméo, Vaillant...) ont été cartographiés et échantillonnés en détail. Parmi eux, le filon-couche Roméo 1, et dans une moindre mesure le filon-couche Roméo 2 (Figure 1), constituent deux exemples type en raison de leur apparente complexité, de leur puissance, de leur position stratigraphique et de la qualité de leur exposition. Ils apparaissent particulièrement bien appropriés pour étudier les mécanismes de mise en place et les caractéristiques pétrologiques des filons-couches différenciés de la bande du Cap Smith. Les filons-couches Roméo 1 et 2 sont situés dans le secteur du lac Cross (Figure 1). Ils recoupent à angle faible les sédiments du Groupe de Povungnituk et sont limités au nord par une faille de chevauchement au-delà de laquelle affleurent les basaltes océaniques du Groupe de Chukotat (St-Onge *et al.*, 1987).

Pétrographie

Le filon-couche Roméo 1 (Figure 2) comprend une séquence ultramafique basale de 185 m d'épaisseur et une pile gabbroïque formée de plusieurs unités ($\epsilon = 247,5$ m).

La séquence ultramafique (ZUM, Figure 2) comprend un horizon de pyroxénite à olivine cumulus surmonté de péridotite d'abord massive à la base puis à débit prismatique dans sa partie supérieure, avec une zone de cisaillement entre les deux sous-unités. La pyroxénite de base et la péridotite possèdent une texture de mésocumulat pécilitique (classification de Irvine, 1982) et se composent de cristaux d'olivine cumulus (Fo84-85 en grande partie pseudomorphosée en serpentine) en inclusion dans des plages pécilitiques d'ortho- ou de clinopyroxène, ou en suspension dans une pâte interstitielle microcristalline. Des grains de chromite sont dissimulés tout le long de la séquence et des cristaux de hornblende brune et de biotite se concentrent dans sa partie inférieure. La péridotite prismatique est intercalée par un horizon de pyroxénite à clinopyroxène cumulus en contact abrupt avec la péridotite sous-jacente. Il contient jusqu'à 85% de cristaux cumulus équilibrés et jointifs de clinopyroxène avec

dans les espaces interstitiels, quelques fantômes arrondis d'olivine et des cristaux pécilitiques d'orthopyroxène. Sa transition avec la péridotite sus-jacente est marquée par une augmentation graduelle du pourcentage d'olivine et la réapparition de cristaux de clinopyroxène à texture pécilitique.

Un plan de fracture marque le passage de la séquence ultramafique à la séquence gabbroïque sus-jacente et aucun horizon pyroxénitique transitionnel n'a été observé. La séquence gabbroïque comprend trois unités séparées par des contacts abrupts.

- L'unité 1 (U1, Figure 2), composée de gabbro-norite à olivine à texture sub-ophitique ($\epsilon = 25$ m), marque la première apparition du plagioclase. Celui-ci se présente sous forme de lattes jointives et non-orientées entre des grains faiblement pécilitiques d'ortho- et de clinopyroxène ou en inclusion dans ceux-ci.

- L'unité 2 (U2, Figure 2; $\epsilon = 238$ m) comprend à sa base un horizon de pyroxénite à olivine cumulus montrant les mêmes caractéristiques que la pyroxénite de base. Celui-ci passe graduellement à un mince horizon de gabbro mélanocrate puis à un horizon de gabbro-norite, ce dernier surmonté de gabbro à quartz. Cette évolution est marquée par un appauvrissement progressif des cristaux d'olivine de la pyroxénite au sommet du gabbro-norite. Le plagioclase réapparaît de nouveau dans la séquence gabbroïque, d'abord en phase intercumulus puis sous forme de lattes. Les cristaux de clinopyroxène sont hypidiomorphes trapus, mâclés, zonés et s'imbriquent les uns dans les autres. L'orthopyroxène constitue de très grands cristaux hypidiomorphes légèrement prismatiques autour desquels les lattes de plagioclase s'agglomèrent. Le leucoxène et les minéraux opaques occupent les espaces interstitiels. Du quartz interstitiel d'origine primaire apparaît dans la partie supérieure du gabbro-norite.

Le gabbro à quartz sus-jacent (unité 2, Figure 2) marque la disparition de l'orthopyroxène et de l'olivine et présente plusieurs sous-unités. Un premier horizon constitué de lattes jointives et non-orientées de plagioclase et de cristaux prismatiques de pyroxène indique un ordre de cristallisation où le plagioclase a cristallisé en premier, suivi d'une syn-cristallisation du clinopyroxène et du plagioclase. Un second niveau est caractérisé par l'alternance de lits irréguliers et discontinus alternativement enrichis en plagioclase et en pyroxène définissant une texture sub-ophitique à ophitique. Le contact entre les lits est caractérisé par une variation subite du pourcentage de plagioclase et l'ensemble présente une foliation magmatique marquée par la disposition dans un plan du pyroxène et du plagioclase. La troisième sous-unité présente un litage magmatique régulier qui ne montre plus de ségrégation entre les lits plagioclasiques et les lits pyroxénitiques. La texture est inter-

granulaire à sub-ophitique et les minéraux ne sont plus alignés ni jointifs. Le quartz et des amas d'ilméno-magnétite déstabilisée (leucoxène et minéraux opaques) forment les phases interstitielles. La partie sommitale de ce faciès contient des plages réactionnelles granophyriques et le quartz interstitiel augmente en proportion. Les cristaux de plagioclase sont automorphes et de grande taille tandis que les cristaux de clinopyroxène deviennent de plus en plus abondants, augmentent de taille et prennent une forme prismatique définissant une texture de crescumulat dans la partie sommitale du gabbro à quartz. L'apatite fait son apparition sous forme de battonnets allongés associés aux plages de quartz interstitiel.

- L'unité 3 (U3, Figure 2; é = 20 m) comprend un horizon de gabbro-norite à texture sub-ophitique à ophitique caractérisé par la réapparition de l'orthopyroxène.

Le sommet du filon-couche Roméo 1 (ZG, Figure 2; é = 20 m) est constitué de microgabbro recoupé sur une épaisseur de 10 mètres par de nombreuses veines digitées de granophyre incorporant des enclaves de sédiments.

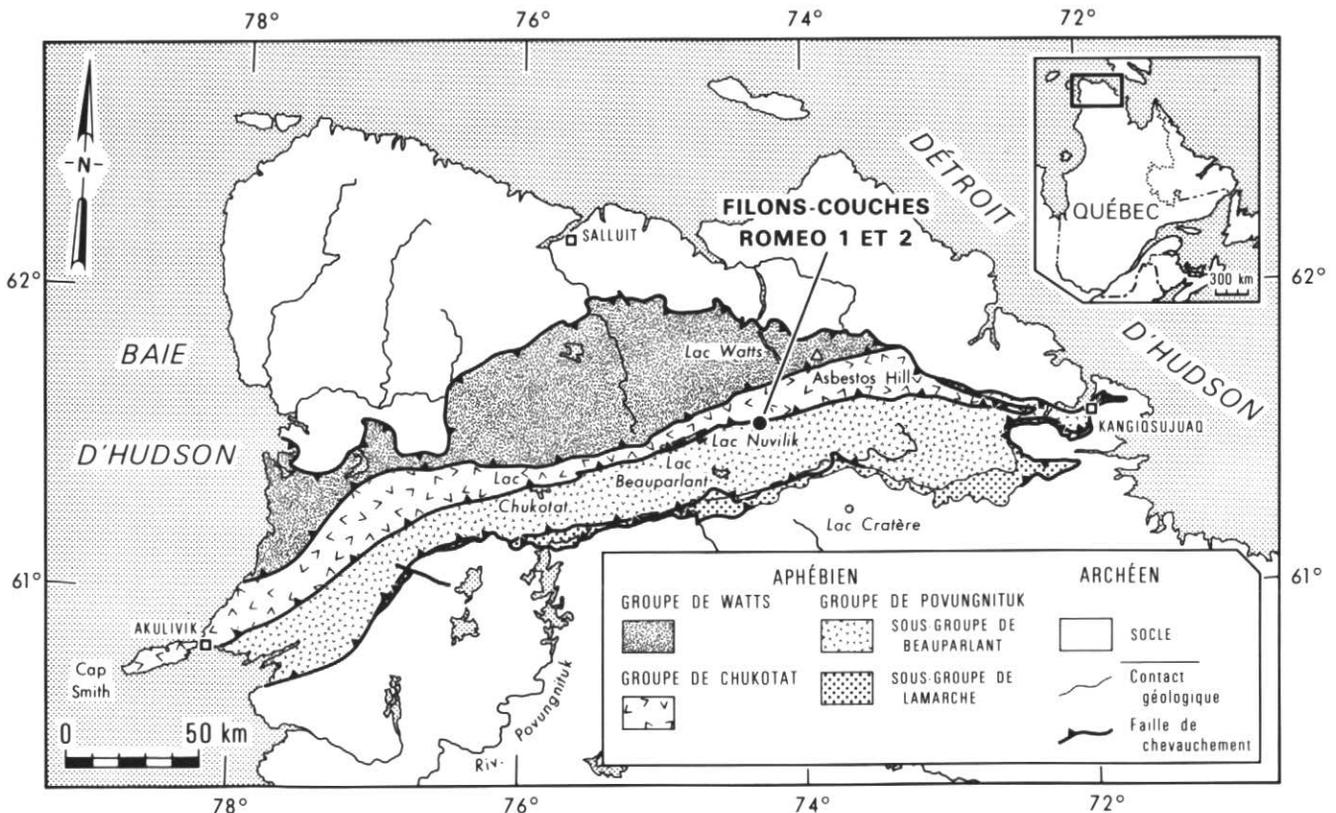
Le filon-couche sus-jacent Roméo 2 (Figure 3; é = 210 m) montre une partie basale composée de gabbro mélanocrate et de webstérite plagioclasifère passant graduellement à une séquence de lherzolite plagioclasifère. Cet ensemble est surmonté par un horizon de webstérite plagioclasifère

qui évolue graduellement vers une séquence de gabbro puis de mésogabbro à quartz. Le sommet du filon-couche Roméo 2 est représenté par une séquence de gabbro granophyrique. D'une façon générale, cette intrusion présente les mêmes caractéristiques pétrographiques que celles décrites dans Roméo 1 avec toutefois deux différences majeures. Tout d'abord, la partie basale de l'intrusion contient des lattes pseudomorphosées de plagioclase actuellement composées d'épidote au cœur et de chlorite en bordure. Ces lattes sont disposées en inclusion complète ou partielle dans les diverses phases minéralogiques sauf l'olivine qu'elles englobent. Ensuite, plusieurs globules de composition ultramafique ($\phi \leq 1.5 \times 0.3$ cm) ont été observés dans la pile gabbroïque. Ceux-ci sont composés de pyroxène complètement recristallisé, d'olivine transformée en chlorite, de lattes de plagioclase plus ou moins recristallisé, de quartz polycristallin d'origine secondaire et de sulfures, l'ensemble dans une matrice de chlorite magnésienne cryptocristalline. Des minéraux allongés forment une bordure réactionnelle qui se moule à la surface des globules.

Discussion

L'intrusion Roméo 1. Plusieurs observations suggèrent l'éventualité d'une histoire magmatique multiphasée pour le filon-couche Roméo 1: (1) la présence de plusieurs

sous-unités dans la séquence ultramafique basale; (2) l'existence d'un horizon de pyroxénite à clinopyroxène cumulus dans la péridotite à débit prismatique; (3) la présence de lambeaux sédimentaires finement laminés entre les unités gabbroïques 1 et 2 et entre l'horizon gabbro-noritique de l'unité 2 et la séquence de gabbro à quartz sus-jacent (Figure 2); (4) l'existence d'interdigitations entre les unités 1 et 2; et (5) les transitions abruptes entre la péridotite basale et la première unité de gabbro-norite, et entre les première et deuxième unités gabbroïques. Par contre, les similarités entre la composition chimique de la bordure figée du filon-couche Roméo 1 et la composition pondérale calculée de cette même intrusion (tableau 1) plaident en faveur d'un processus de différenciation à partir d'un même liquide magmatique, au moins dans le cas du filon-couche Roméo 1. Cette dernière hypothèse est corroborée par l'existence d'un seul cycle de variation cryptique pour l'olivine et le clinopyroxène de la base au sommet du filon-couche Roméo 1 (Figure 2). Ainsi, ce filon-couche semble en réalité résulter de l'évolution d'un seul liquide magmatique, dont la composition chimique, révélée par la bordure figée inférieure et la composition pondérale ($Al_2O_3 = 9.24$ et 9.97% ; $MgO = 19.91$ et 18.79% ; $TiO_2 = 0.60$ et 0.88%), apparaît comparable à celle des basaltes komatiitiques à olivine les plus primitifs du Groupe de Chukotat (tableau 1). Ceci



Figures 1 Localisation des filons-couches Roméo 1 et 2 dans la bande du Cap Smith.

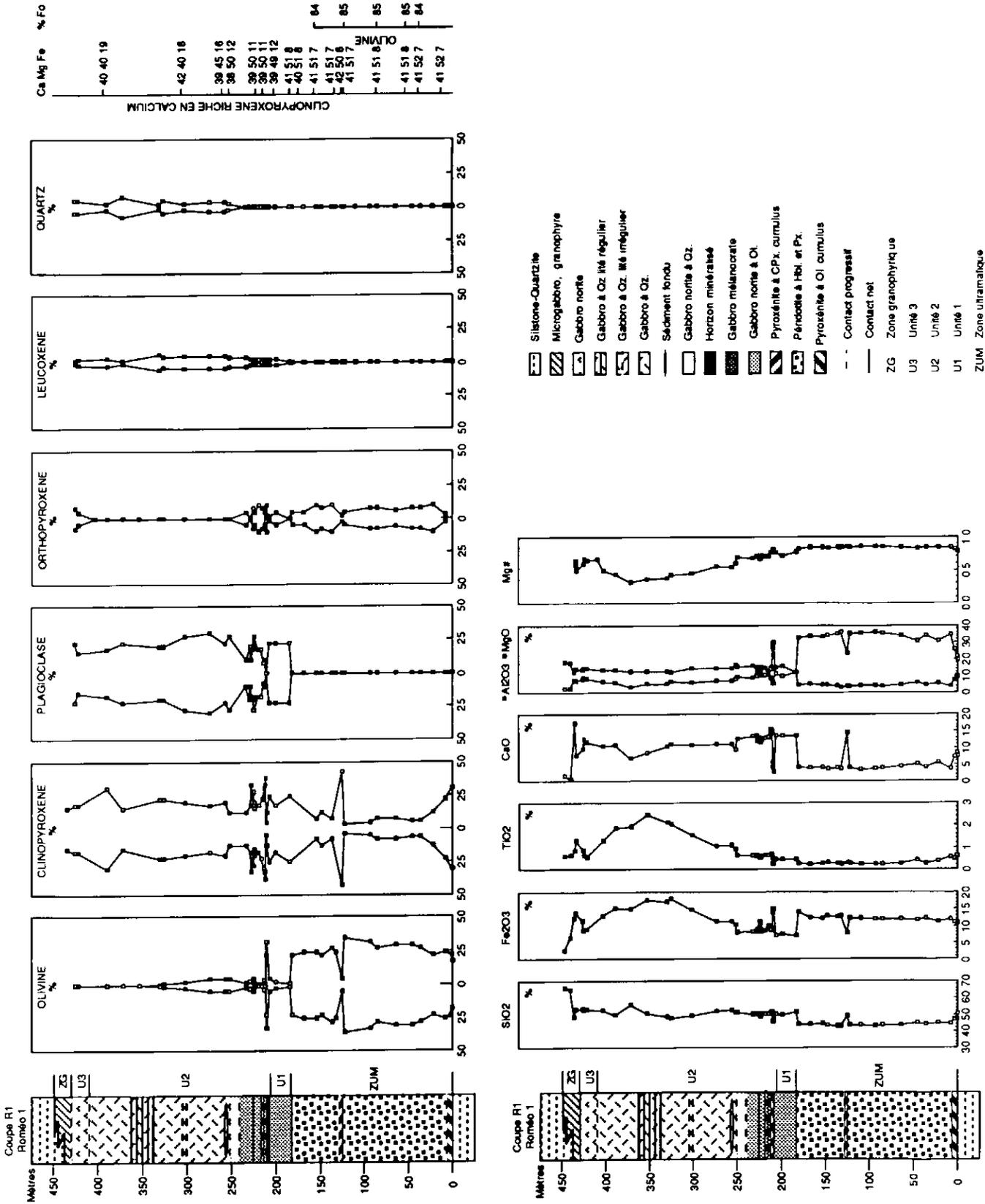


Figure 2 Colonne stratigraphique, analyse modale et distribution des éléments majeurs dans le non-couche Roméo 1 (région du lac Cross).

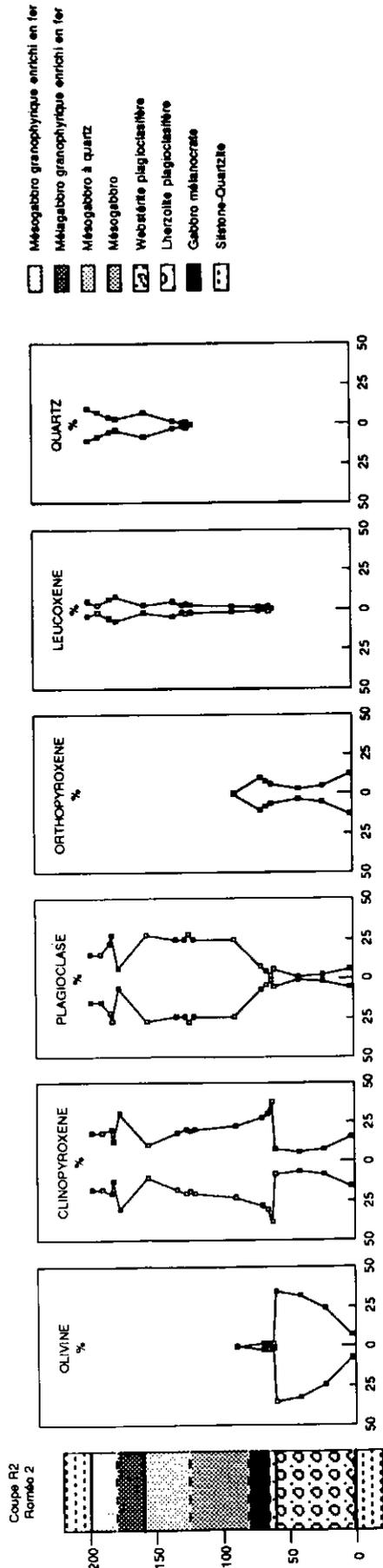


Figure 3 Colonne stratigraphique et distribution modale des silicates dans le filon-couche Roméo 2 (région du lac Cross).

démontre le syngénétisme entre la mise en place de cette intrusion et l'épanchement des basaltes à olivine du Groupe de Chukotat. Quant aux mécanismes de différenciation et de cristallisation, (1) les textures de mésocumulus péculiitiques; (2) l'absence de variation cryptique de l'olivine cumulus et de clinopyroxène intercumulus dans les séquences ultramafiques (Figure 2); (3) les teneurs et le comportement antagoniste des oxydes MgO-Al₂O₃ dans les séquences ultramafiques (Figure 2); et (4) les caractéristiques pétrographiques de la bordure figée inférieure, révèlent que les péridotites résultent essentiellement de l'accumulation des cristaux d'olivine depuis un liquide primitif komatiitique contenant 10 à 20% d'olivine (Fo84-85) tandis que le liquide interstitiel de composition gabbro-pyroxénitique a été en grande partie évacué vers le haut de la séquence.

Un changement brusque dans les abondances relatives du magnésium et de l'aluminium marque le passage entre la séquence ultramafique basale et l'unité 1 de la séquence gabbroïque, ceci étant directement relié à la chute des teneurs en olivine et à l'apparition du plagioclase. Dans la pile gabbroïque, les teneurs en MgO (5-10%) et

en Al₂O₃ (9-14%) présentent des valeurs compatibles à celles généralement rencontrées dans les liquides basaltiques d'affinité tholéiitique. Cette observation et les textures magmatiques rencontrées suggèrent des modalités de cristallisation *in situ* pour les liquides gabbroïques plutôt qu'une forte intervention des processus d'accumulation. De plus, (1) l'augmentation des teneurs en fer et titane; (2) la diminution progressive du Mg# (calculé sur roche totale); et (3) l'augmentation globale des teneurs en fer pour les cristaux de clinopyroxène de la base au sommet des unités 1 et 2 (Figure 2), suggèrent que l'évolution des liquides gabbroïques a été contrôlée par des mécanismes de cristallisation fractionnée avec migration constante des liquides résiduels de plus en plus évolués vers le haut de la séquence. La baisse des teneurs en fer et titane et l'augmentation important du Mg# depuis la base de l'horizon de gabbro à quartz régulièrement lité (U2, Figure 2) jusqu'au sommet de l'unité 3 gabbro-noritique pourrait s'expliquer par un mécanisme de différenciation opérant du haut vers le bas (Marsh, 1988) à partir d'un liquide gabbro-noritique, vraisemblablement issu de la formation de la pile ultramafique. Enfin, la

Tableau 1 Comparaison de la composition de la bordure figée inférieure et de la composition pondérale du filon-couche Roméo 1 avec la composition des basaltes komatiitiques à olivine du Groupe de Chukotat. (Les oxydes = % ; les éléments = ppm).

	Filon-couche Roméo 1		Basaltes à olivine du Groupe de Chukotat	
	Bordure figée inférieure	Composition pondérale	primitif	évolué
SiO ₂	50.54	48.04	47.98	49.70
TiO ₂	0.60	0.88	0.60	0.74
Al ₂ O ₃	9.24	9.97	9.67	11.93
Fe ₂ O ₃	10.80	12.37	12.24	10.27
MnO	0.19	0.19	0.22	0.17
MgO	19.91	18.79	17.96	11.41
CaO	7.49	8.24	10.70	13.59
Na ₂ O	1.11	1.12	0.56	2.04
K ₂ O	0.08	0.35	0.06	0.08
P ₂ O ₅	0.03	0.04	0.01	0.06
Total	100.00	100.00	100.00	99.99
Zr	44	52	44	50
Y	12	15	14	15
Rb	---	11	2	6
Sr	25	95	24	137
Cr	---	---	789	348
Ni	662	659	544	368

partie granophyrique sommitale semble provenir du mélange entre le magma gabbro-noritique et les sédiments selon un mécanisme comparable à celui décrit par Nadeau (1984) dans un autre filon-couche (le "No Name Sill") de la bande du Cap Smith.

L'intrusion Roméo 2. La présence de plagioclase et d'olivine en phase cumulus dans la séquence basale évoque un liquide primitif probablement plus évolué que celui à l'origine de la séquence ultramafique de Roméo 1. De plus, elle suggère que les intrusions Roméo 1 et 2 correspondraient à deux injections magmatiques indépendantes. Les données actuellement disponibles évoquent des mécanismes de cristallisation analogues à ceux du filon-couche Roméo 1. Toutefois, la présence de globules de composition ultramafique dans la séquence gabbroïque indique l'intervention de mélanges entre une masse ultramafique semi-consolidée et le liquide résiduel de composition gabbroïque provoquant le piégeage de xénolithes ultramafiques (les globules) dans le gabbro. Cette observation est insuffisante pour conclure à l'existence de plusieurs injections magmatiques. Les résultats obtenus sur le filon-couche Roméo 1 évoquent plutôt l'influence de courants magmatiques qui auraient arraché des lambeaux de la partie supérieure de la séquence péridotitique. De tels courants magmatiques dans le système Roméo 1 pourraient également fournir une explication sur la présence de fragments sédimentaires dans la pile gabbroïque et sur les contacts abrupts observés entre les différents faciès.

Conclusion

Plusieurs observations macro- et microscopiques plaident en faveur d'une origine magmatique multiphasée pour les filons-couches Roméo 1 et 2. Cependant, les variations cryptiques de l'olivine et du clinopyroxène et l'étude comparée de la bordure figée inférieure et de la composition pondérale du filon-couche Roméo 1 montrent que cette intrusion résulte de la différenciation par des processus d'accumulation et de cristallisation *in situ* d'un seul liquide magmatique, syngénétique de la mise en place des basaltes komatiitiques à olivine du Groupe de Chukotat. Malgré l'insuffisance de données, la comparaison des filons-couches Roméo 1 et Roméo 2 indique qu'il est probable que ce dernier résulte également d'un seul cycle de différenciation mais à partir d'un liquide parent vraisemblablement plus évolué. Des résultats analogues obtenus sur le No Name Sill, intrusif à la base des basaltes du Groupe de Chukotat (Nadeau, 1984), et sur le filon-couche Delta (Desroches, 1988; Picard et Giovenazzo, sous presse) conduisent à admettre l'idée que les processus mentionnés ci-dessus peuvent se généraliser (avec quelques

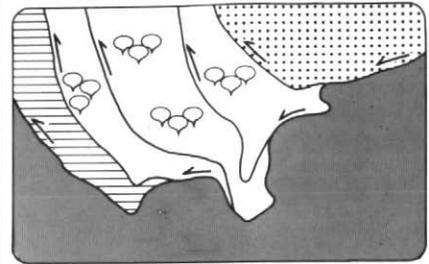
variantes) à la plupart des filons-couches différenciés de péridotite-gabbro de la bande du Cap Smith. Les travaux en cours permettront de quantifier ce modèle et de l'appliquer pour expliquer le comportement des éléments du groupe des platinoïdes dans les séquences ultramafiques à mafiques.

Remerciements

Nous remercions le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ) qui a financé les travaux de terrain et de laboratoire ainsi que le Centre de Recherche Minérale à Québec (CRM) et le laboratoire de géochimie de l'Université de Montréal qui ont réalisé les analyses chimiques. Nous remercions en particulier Gilles Gauthier et Jean-Pierre Bourque (U de M) pour leur support technique. Cet article a grandement bénéficié d'une lecture critique par Stephen Lucas et Marc St-Onge (Commission géologique du Canada).

Références

- Desroches, V., 1988, Méthode de détermination du liquide parent des intrusions différenciées: Exemple du filon-couche Delta 3, Nouveau Québec: Projet de fin d'études, Département de Géologie de l'Université de Montréal, Montréal, Québec, 41 p.
- Irvine, T.N., 1982, Terminology for layered intrusions: *Journal of Petrology*, v. 23, p. 127-162.
- Marsh, B.D., 1988, Crystal capture, sorting, and retention in convection magma: *Geological Society of America Bulletin*, v. 100, p. 1720-1737.
- Nadeau, S., 1984, La pétrologie, la géochimie et le rôle de la contamination dans l'évolution magmatique du Sill No-Name, Cap-Smith, Baie de Wakeham, Nouveau Québec: Thèse Maîtrise, Université de Montréal, 115 p.
- Picard, C. and Giovenazzo, D., in press, Pétrographie, Géochimie et Géologie des roches plutoniques ultramafiques et mafiques protérozoïques de la partie centrale de la Fosse de l'Ungava: implications sur la distribution des éléments du groupe des platinoïdes: Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.
- St-Onge, M.R., Lucas, S.B., Scott, D.J. and Bégin, N.J., 1987, Tectono-stratigraphie and structure of the lac Watts-lac Cross-Rivière Déception area, central Cape Smith Belt, northern Québec: *Geological Survey of Canada, Paper 87-1A*, p. 619-632.



The 1998 Ma Purtunig ophiolite: imbricated and metamorphosed oceanic crust in the Cape Smith Thrust Belt, northern Quebec

D.J. Scott
Department of Geological Sciences
Queen's University
Kingston, Ontario K7L 3N6

M.R. St-Onge
Geological Survey of Canada
588 Booth Street
Ottawa, Ontario K1A 0E4

S.B. Lucas
Geological Survey of Canada
588 Booth Street
Ottawa, Ontario K1A 0E4

H. Helmstaedt
Department of Geological Sciences
Queen's University
Kingston, Ontario K7L 3N6

Summary

A sequence of rocks representing obducted oceanic crust (an ophiolite) has been identified in the Cape Smith Belt. The physical and chemical nature of this 1998 Ma ophiolite is similar to rocks from Phanerozoic ophiolites and modern oceans, implying that tectonic processes similar to those operating today were active nearly two billion years ago. At that time, northern Quebec may have been tectonically similar to the modern Red Sea.

Résumé

Une séquence de roches caractérisant une croûte océanique obductée (une ophiolite) a été identifiée dans la bande du Cap Smith. Les aspects physiques et chimiques de cette ophiolite datée à 1998 Ma sont semblables à ceux des ophiolites phanérozoïques et des océans modernes. L'implication est que les processus tectoniques modernes sont semblables à ceux qui étaient actifs il y a deux milliards d'années. A ce temps là, le nord du Québec était peut-être similaire à la mer Rouge actuelle.