

TH 1846

AGES U-PB DES MINÉRALISATIONS DE TYPE SULFURES MASSIFS VOLCANOGÈNES DANS LE GROUPE DE BLAKE RIVER DE LA SOUS-PROVINCE DE L'ABITIBI, QUÉBEC: LES SITES D'ALDERMAC, HEBECOURT ET MILLENBACH

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 

Grindy

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÂGES U-Pb DES MINÉRALISATIONS DE TYPE SULFURES MASSIFS
VOLCANOGÈNES DANS LE GROUPE DE BLAKE RIVER DE LA SOUS-
PROVINCE DE L'ABITIBI, QUÉBEC: LES SITES D'ALDERMAC,
HÉBÉCOURT ET MILLENBACH

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA TERRE

PAR

DENIS VAILLANCOURT

DÉCEMBRE 1996

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

**ÂGES U-Pb DES MINÉRALISATIONS DE TYPE SULFURES MASSIFS
VOLCANOGÈNES DANS LE GROUPE DE BLAKE RIVER DE LA SOUS-
PROVINCE DE L'ABITIBI, QUÉBEC: LES SITES D'ALDERMAC,
HÉBÉCOURT ET MILLENBACH**

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA TERRE

PAR

DENIS VAILLANCOURT

DÉCEMBRE 1996

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier tout ceux et celles qui ont cru en moi et surtout ceux et celles qui m'ont encouragé;

À mes directeurs Nuno Machado et Pierre Verpaelst;

À Gérald Riverin de INMET, et Charles Beaudry de Mines et Exploration Noranda inc. pour leur soutien financier;

À Jean Goutier pour ses précieux conseils et son dévouement;

Au M.R.N.Q., Francis Chartrand, Sylvain Lacroix et les assistants généreux;

À Louis Gariépy (Mines et Exploration Noranda inc.) pour l'ordinateur et sa confiance;

À Raynald Lapointe et Francine Robert du Géotop pour leur disponibilité et leur dévouement dans le maintien des laboratoires;

À Jean David pour les discussions incroyables et les conseils judicieux;

À Bassam pour son courage et son incontournable bonne humeur;

À mes amis qui ont étudié avec moi (Luc, les Martins, Youcef...);

À Alain Carrier, Sylvie Hamelin et Clément Hamelin-Carrier pour votre amitié et votre courage;

À Simon, Gabrielle et Yvette Vaillancourt pour m'avoir surveillé;

Et surtout ma famille et à ma compagne Christine, mon fils Samuël et la nouvelle venue Maude pour l'amour et l'attente.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	II
LISTE DES FIGURES.....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
RÉSUMÉ.....	VII
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
ARTICLE	
LES ÂGES U-Pb DES MINÉRALISATIONS DE TYPE SULFURES MASSIFS VOLCANOGÈNES DANS LE GROUPE DE BLAKE RIVER DE LA SOUS-PROVINCE DE L'ABITIBI, QUÉBEC: LES SITES D'ALDERMAC, HÉBÉCOURT ET MILLENBACH.....	2
Résumé.....	3
1. Introduction.....	4
2. Géologie du Groupe de Blake River.....	6
3. Procédure Analytique.....	10
4. Résultats Analytiques.....	12
4.1 Mine Aldermac.....	12
4.2 Rhyolite d'Hébécourt.....	14
4.3 Rhyolite Porphyrique de Millenbach.....	16
5. Discussion.....	20

5.1 Mise en place des roches volcaniques et minéralisations de SMV	20
5.2 Implication pour l'évolution du Groupe de Blake River	22
6. Conclusion.....	26
Remerciements	27
Bibliographie.....	28
CONCLUSION GÉNÉRALE	32

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Carte géologique simplifiée du Groupe de Blake River.....	5
2	Coupe simplifiée nord-sud du camp de Rouyn-Noranda (modifiée de Giibson et Watkinson 1990)	9
3	Sites d'échantillonnage.....	13
4	Diagrammes concordia A, B et C.	19
5	Les âges U-Pb des roches volcaniques et intrusives du Groupe de Blake River.	23
6	Synthèse des âges du volcanisme et des minéralisations	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1	Les âges U-Pb du Groupe de Blake River, Sous-Province de l'Abitibi	8
2	Résultats analytiques pour les échantillons du Groupe de Blake River.	11

RÉSUMÉ

Le Groupe de Blake River, situé dans la Sous-province de l'Abitibi, est composé de roches métavolcaniques mafiques à felsiques et recoupé par des intrusions syn- à post-volcaniques. Plusieurs types de gisements sont répertoriés dans ce groupe mais les gisements de type sulfures massifs volcanogènes sont les plus importants en tonnage. Les âges obtenus jusqu'à maintenant sur les roches volcaniques et intrusives du Groupe de Blake River indiquent un volcanisme intense et rapide en 5 Ma, ce qui confine la mise en place des minéralisations en sulfures massifs volcanogènes entre 2703 Ma et 2698 Ma. Cette étude géochronologique a pour but de déterminer, grâce à la méthode U-Pb, l'âge des rhyolites d'Aldermac, d'Hébécourt et de Millenbach qui sont associées à des minéralisations de sulfures massifs volcanogènes. Les résultats obtenus indiquent que le filon-couche d'Aldermac daté à 2707 \pm 7/-4 Ma est l'unité la plus ancienne dans le GBR. Les âges de cristallisation des rhyolites d'Hébécourt et de Millenbach se situent entre 2692 Ma et 2677 Ma, et ces rhyolites contiennent également des zircons hérités à peine plus vieux (2698 Ma). Ces données nous permettent d'affirmer que la mise en place du Groupe de Blake River s'est faite au moins en 3 étapes soit, \geq 2707 Ma, 2702 à 2698 Ma et \leq 2692 Ma. On peut également supposer qu'il y a au moins trois épisodes de minéralisation pour les sulfures massifs volcanogènes contemporains à la mise en place des laves felsiques dans le Groupe du Blake River soit pré- ou syn-2707 Ma, pré ou syn-2701 Ma et post-2701 Ma.

MOTS CLÉS: Groupe de Blake River, Abitibi, SMV, Millenbach, Aldermac, Hébécourt, rhyolite, géochronologie, U-Pb.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis les années vingt le secteur de Rouyn-Noranda, dans le Nord-Ouest du Québec, a produit des millions de tonnes de métaux usuels (cuivre, zinc) et des milliers de tonnes de métaux précieux (or, argent). Les compagnies minières et d'exploration, de même que le Ministère des Ressources Naturelles du Québec, ont toujours investi dans la recherche sur les différents dépôts de l'Abitibi dans l'objectif de déterminer la genèse des dépôts et d'expliquer les processus de mise en place des minéralisations. Plusieurs de ces recherches sont devenues des références de première ordre dans le monde entier. La géochronologie par la méthode U-Pb est devenue un instrument important pour la compréhension de ces gisements de la Sous-province archéenne de l'Abitibi du Bouclier canadien. Elle permet de situer précisément dans le temps les différents types de dépôts et de susciter de nouvelles idées sur les stratégies d'exploration.

La recherche géochronologique sur les minéralisations du Groupe de Blake River (GBR) dans le camp minier de Rouyn-Noranda, n'a porté que sur les granitoïdes et quelques roches volcaniques felsiques (tableau 1). L'objectif de cette étude est d'apporter des réponses sur l'âge des dépôts de sulfures massifs volcanogènes (VMS) de cette région. La méthode U-Pb a été utilisée afin d'obtenir une plus grande précision. L'échantillonnage des sites s'est effectué suite à l'élaboration de cartes géologiques détaillées et des échantillons ont été prélevés dans les roches les plus porphyriques. De plus, on a choisi des sites où le gisement à étudier est situé à un niveau stratigraphique déjà défini et dans un contexte géologique régional précis. Aussi, on a prélevé des échantillons recoupant les minéralisations à étudier. Les trois sites choisis sont: Hébécourt, à la limite nord du GBR; Millenbach, au centre du camp minier de Rouyn-Noranda; et Aldermac, le gisement le plus à l'ouest du secteur de Rouyn-Noranda. Le travail s'est effectué pendant l'été 1994 sur le terrain avec la participation du ministère des Ressources naturelles du Québec, d'INMET et de Mines et Exploration Noranda Inc. La présentation du mémoire est sous forme d'article et sera soumis en français à la Revue canadienne des sciences de la Terre.

**Âges U-Pb des minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes dans
le Groupe de Blake River de la Sous-province de l'Abitibi, Québec: les sites
d'Aldermac, Hébécourt et de Millenbach.**

Denis Vaillancourt*

GEOTOP- Département des Sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succursale Centre-Ville, Montréal, Québec H3C 3P8
Tel: 514-987-3259 Fax: 514-987-3635

Nuno Machado

GEOTOP- Département des Sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succursale Centre-Ville, Montréal, Québec H3C 3P8
Tel: 514-987-3259 Fax: 514-987-3635

et

Pierre Verpaelst

Ministère des Ressources Naturelles du Québec
5700, 4 avenue ouest, local 209, Charlebourg, Québec G1H 6R1
Tel: 418-646-2638 Fax 418-643-2816

Total des mots: 5 324

*Présentement: Cambior Exploration
259 9e rue
Rouyn-Noranda J9X 2K3

RÉSUMÉ

Le Groupe de Blake River, situé dans la Sous-province de l'Abitibi, est composé de roches métavolcaniques mafiques à felsiques et recoupé par des intrusions syn- à post-volcaniques. Plusieurs types de gisements sont répertoriés dans ce groupe mais les gisements de type sulfures massifs volcanogènes sont les plus importants en tonnage. Les âges obtenus jusqu'à maintenant sur les roches volcaniques et intrusives du Groupe de Blake River indiquent un volcanisme intense et rapide en 5 Ma, ce qui confine la mise en place des minéralisations en sulfures massifs volcanogènes entre 2703 Ma et 2698 Ma. Cette étude géochronologique a pour but de déterminer, grâce à la méthode U-Pb, l'âge des rhyolites d'Aldermac, d'Hébécourt et de Millenbach qui sont associées à des minéralisations de sulfures massifs volcanogènes. Les résultats obtenus indiquent que le filon-couche d'Aldermac daté à 2707 \pm 7/-4 Ma est l'unité la plus ancienne dans le GBR. Les âges de cristallisation des rhyolites d'Hébécourt et de Millenbach se situent entre 2692 Ma et 2677 Ma, et ces rhyolites contiennent également des zircons hérités à peine plus vieux (2698 Ma). Ces données nous permettent d'affirmer que la mise en place du Groupe de Blake River s'est faite au moins en 3 étapes soit, \geq 2707 Ma, 2702 à 2698 Ma et \leq 2692 Ma. On peut également supposer qu'il y a au moins trois épisodes de minéralisation pour les sulfures massifs volcanogènes contemporains à la mise en place des laves felsiques dans le Groupe du Blake River soit pré- ou syn-2707 Ma, pré ou syn-2701 Ma et post-2701 Ma.

MOTS CLÉS: U-Pb, rhyolite, Blake River, Abitibi, SMV, Millenbach, Aldermac, Hébécourt, .

1.INTRODUCTION

Les gisements archéens de sulfures massifs volcanogènes (SMV) du camp minier de Rouyn-Noranda, situés dans le nord-ouest du Québec, sont reconnus mondialement pour leur richesse et les modèles métallogéniques qu'ils ont inspirés. Ces dépôts ont produit, en près de 70 ans d'existence, plus de 2 Mt de cuivre, près de 1 Mt de zinc et de 450 t d'or (Chartrand et Cattalani, 1990; Couture, 1996). Ces gisements sont situés dans le Groupe de Blake River (GBR), zone en forme de losange délimitée par des failles majeures, à l'intérieur de la ceinture de roches vertes de la Sous-province de l'Abitibi dans la Province du Supérieur (fig. 1). Le GBR est composé de roches volcaniques bi-modales de composition tholéiitique à calco-alkaline (Gélinas et al., 1984) faiblement métamorphisées et déformées (Jolly, 1978; Dimroth et al., 1983b; Powell, 1994).

Les études géochronologiques récentes de Mortensen (1993) sont les seules qui touchent de près les lithologies associées avec les minéralisations de type SMV (tableau 1). La présente étude par la méthode U-Pb a deux objectifs majeurs: déterminer les âges des minéralisations de type SMV dans le GBR et déterminer si les âges sont homochrones ou hétérochrones pour cibler un ou plusieurs horizons porteurs de minéralisation. Ceci permettra de placer dans un contexte temporel les minéralisations du camp de Rouyn-Noranda et de les comparer avec celles des autres camps miniers (Val d'Or, Timmins).

Les sites d'échantillonnage furent choisis pour leurs intérêts stratégiques en exploration minière de même que pour leur importance stratigraphique. Les trois sites choisis sont (fig.1): Hébecourt, à la limite nord du GBR; Millenbach, au centre du camp minier de Rouyn-Noranda; et Aldermac, le gisement le plus l'ouest du secteur de Rouyn-Noranda.

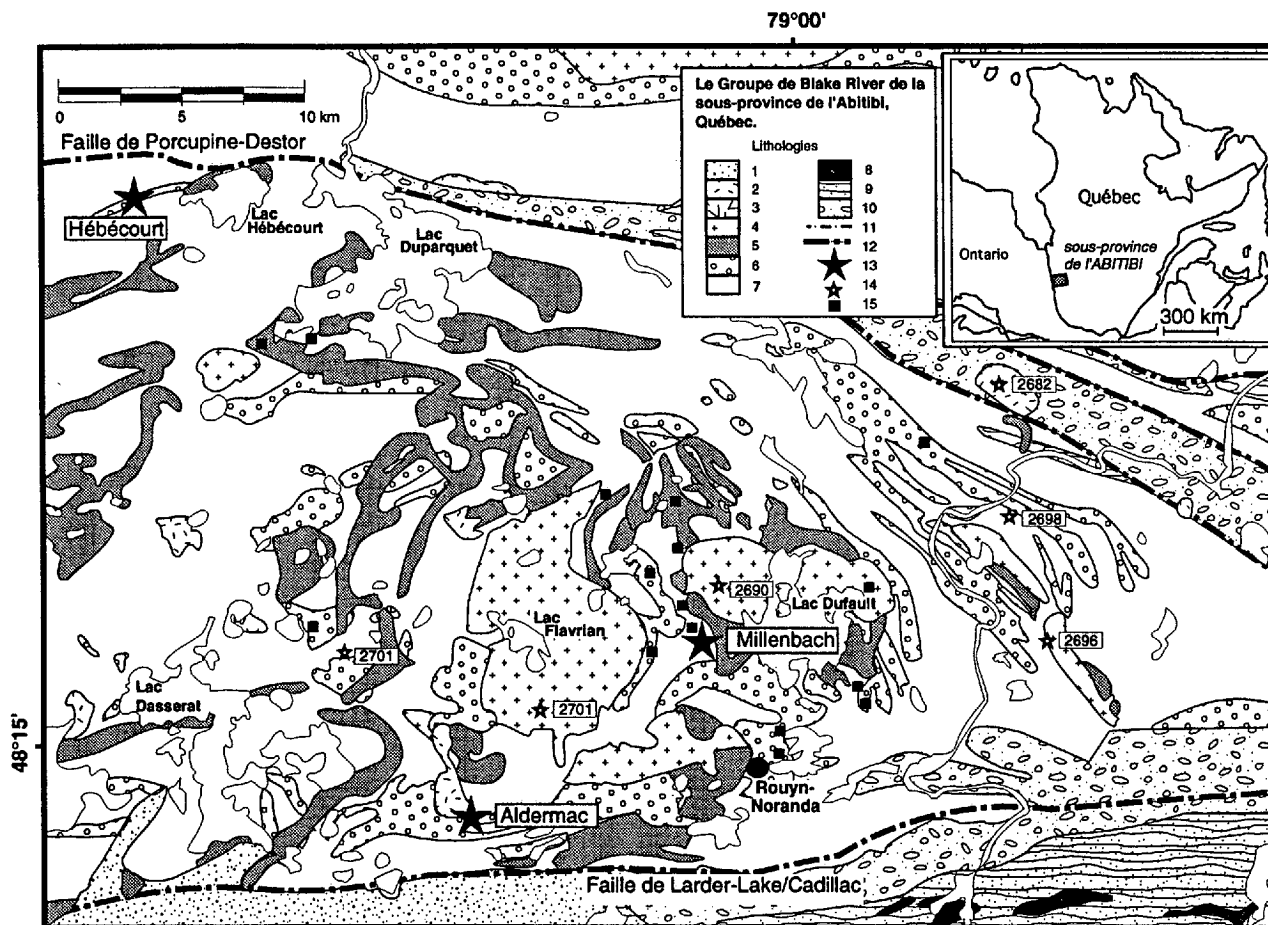


Figure 1. Carte géologique simplifiée du Groupe de Blake River (modifiée d'après la carte # 2109 du DV-90-11 M.R.N.Q).

Roches Protérozoïques: 1= Groupe de Cobalt; roches archéennes-suites intrusives tarditectoniques à post-tectoniques: 2= syénite; suites intrusives syntectoniques, 3= monzonite/monzonite quartzique à pyroxène, 4= tonalite/leucogranite/granodiorite; suite intrusives pré-tectoniques, 5= diorite/gabbro/péridotite; roches volcaniques, 6= felsiques, 7= mafiques à intermédiaires, 8= ultramafiques; roches sédimentaires: 9= sédiments du type Pontiac, 10= sédiments du type Timiskaming; 11= contact géologique; 12= failles; 13= sites d'échantillonnage de géochronologie; 14= âges U-Pb compilés; 15= dépôts de SMV.

2. GÉOLOGIE DU GROUPE DE BLAKE RIVER

Plusieurs synthèses sur la géologie et la géochimie de la ceinture de l'Abitibi ont été présentées ces dernières années (Card, 1990; Jackson et Fyon, 1991; Corfu, 1993). Les travaux géologiques antérieurs montrent que le GBR est bordé au nord par les roches volcaniques du Groupe de Kinojévis et les roches sédimentaires du Groupe de Duparquet; à l'est par les roches sédimentaires du Groupe de Kewagama; au sud par les roches sédimentaires des Groupes de Cobalt, de Cadillac, de Kewagama, de Pontiac et de Timiskaming; à l'ouest le GBR se bute contre le Groupe de Kinojévis (fig. 1). Les contacts délimitant le GBR sont associés à des failles importantes: la faille de Larder-Lake-Cadillac au sud et la faille de Porcupine-Destor au nord (Hubert et al., 1984; Péloquin et al., 1990).

Le GBR est composé d'une ceinture tholéitique datée à 2701 ± 3 Ma (Corfu et Noble, 1992) en partie assignée au Groupe de Kinojévis (Couture et al., 1996) et d'un centre volcanique bimodal calco-alkalin (Gélinas et al., 1984) dont les âges varient entre 2703 et 2698 Ma (Nunes et Jensen, 1980; Corfu et al., 1989; Mortensen, 1993). Ces volcanites sont recoupées par des intrusions felsiques à mafiques syn- à post-volcaniques composées de plusieurs phases (Couture et al., 1996) ayant des âges entre 2701 et 2690 Ma (Mortensen, 1993). Les âges disponibles pour les domaines adjacents du GBR varient entre 2701 ± 3 Ma pour le Groupe de Kinojévis en Ontario (Corfu et Noble, 1992) et 2698-2679 Ma, les âges des zircons détritiques les plus jeunes reportés pour le Groupe de Timiskaming (Davis, 1991).

Les roches du GBR sont faiblement métamorphosées aux faciès de prehnite-pumpellyite et schistes verts (Jolly, 1978; Dimroth et al., 1983; Powell, 1994). Deux phases de déformation reconnues dans le GBR (Trudel, 1978; Hubert et al., 1984) ont formé de grands plis régionaux. Des structures mineures en *kink bands* sont également observées (Péloquin et al., 1990).

Quatre types de gisements sont répertoriés dans le GBR: les SMV (Cu-Zn-Au-Ag), les épigénétiques mésothermaux (Au-Ag), les hydrothermaux-magmatiques (Ni-Cu) et les magmatiques-hydrothermaux (Cu-Mo-Au) (Couture, 1996). La majorité des dépôts de SMV du GBR sont de type proximal sous-marin. Ces gisements forment des lentilles de sulfures massives concordantes, auxquelles sont associés des zones discordantes de filonnets minéralisés comprises dans une cheminée d'altération à chlorite et séricite (Gibson et Watkinson, 1990). Les gisements de SMV sont situés principalement au centre du GBR, dans le camp de Rouyn-Noranda, à l'intérieur d'un complexe volcanique bi-modal formant un chaudron nommé la Séquence des Mines (Gibson, 1989) (fig. 2). L'âge des minéralisations pour le camp central est interprété comme syn-volcanique et étroitement lié au pluton de Flavrian (Gibson, 1989; Gibson et Watkinson, 1990), soit entre 2701 Ma et 2698 Ma (Mortensen, 1993). Seulement quatre gisements ont été exploités à l'extérieur de ce camp.

Tableau 1. Les âges U-Pb du Groupe de Blake River, Sous-province de l'Abitibi.

	Âge (Ma)	Erreur	Lithologie*	Secteur	Auteurs
Volcanites					
1	2703	+2	V1B[PO]	Clarice Lake (Ont.)	Nunes et Jensen (1980) ^a
2	2701	+2	V1B[PO]	Clarice Lake (Ont.)	Corfu et al. (1989) ^b
3	2701	+1	V1B	4 coins (Qué.)	Mortensen (1993)
4	2698	+1	V1[TL]	Cléricy (Qué.)	Mortensen (1993)
Intrusions					
5	2701	+3 -1	I1E	Lac Flavrian sud (Qué.)	Mortensen (1993)
6	2696	+2	I1B	Cléricy (Qué.)	Mortensen (1993)
7	2690	+2	I1C	Lac Dufault ouest (Qué.)	Mortensen (1993)
8	2689	+1	I2I	Clarice Lake (Ont.)	Corfu et Noble (1992)
9	2686	+1	I1C	Lac Dufault ouest (Qué.)	Mortensen (1993)
10	2682	+3	I2D	Cléricy (Qué.)	Mortensen (1993)

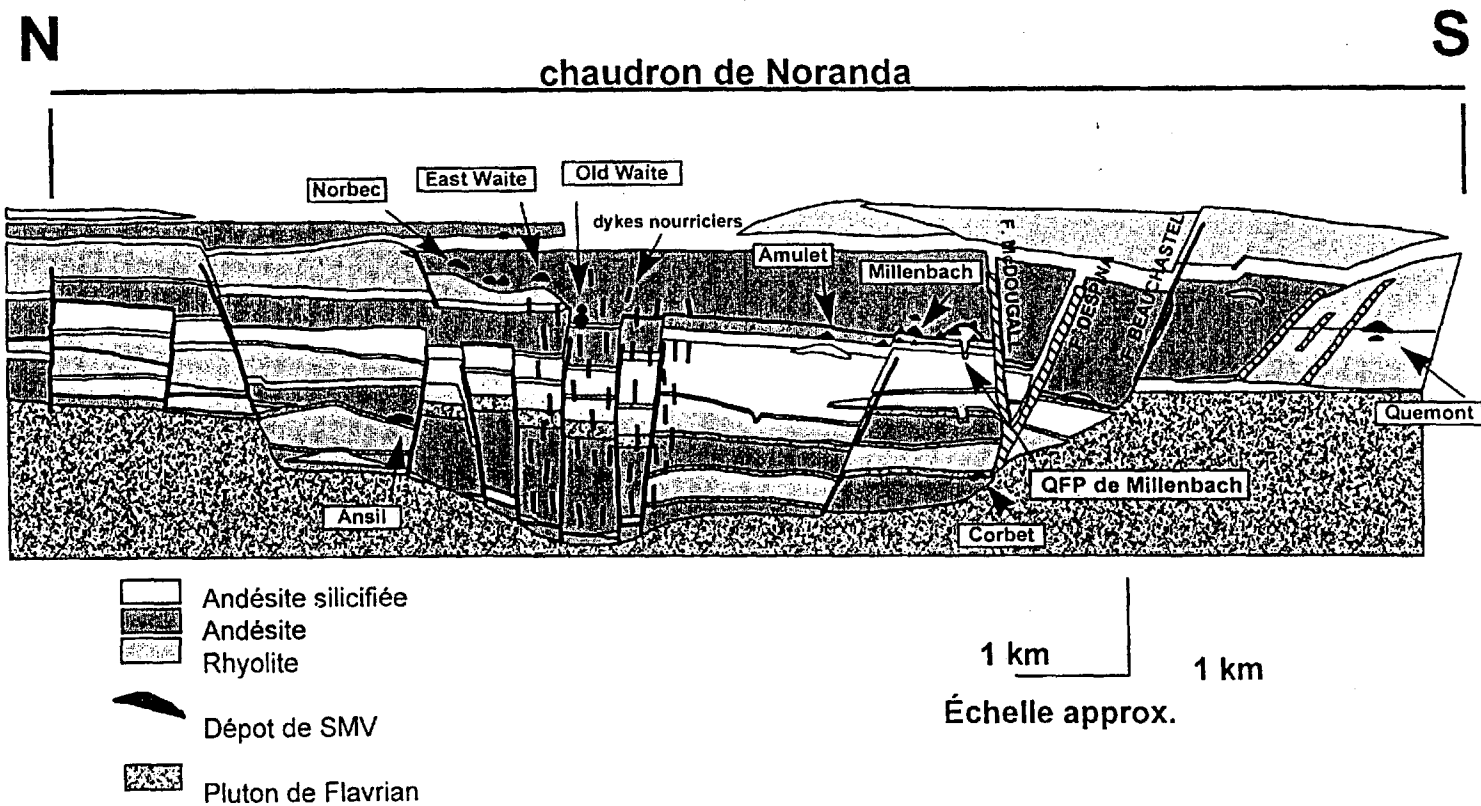
*Légende du M.É.R.Q.

V1= volcanite felsique, V1B= rhyolite, I1= intrusion felsique, I1C= granodiorite, I1E= trondjémite, I1B= granite, I1D= tonalite I2I=diorite à quartz, [TL]= tuf à lapilli, [PO]= porphyrique.

^a = Cet âge est le mélange de 2 sites d'une même unité selon Nunes et Jensen (1980).

^b = Corfu et Noble ont ajouté 2 analyses à l'échantillon (N77-12) de Nunes et Jensen (1980) pour mieux définir cet âge.

Figure 2. Coupe nord-sud du camp de Rouyn-Noranda (modifiée de Gibson et Watkinson 1990)



3. PROCÉDURE ANALYTIQUE

Le laboratoire U-Pb de l'U.Q.A.M. suit la méthode analytique développée par Krogh (1973, 1982) et décrite en détail dans Machado et al. (1991). L'échantillon est broyé et les minéraux lourds concentrés à l'aide d'une table Wilfley, de liqueurs denses et d'un séparateur isodynamique de Frantz. Les propriétés magnétiques des zircons sont utilisées pour sélectionner les cristaux les moins magnétiques, généralement moins riches en uranium et plus concordants (Silver et Deutsch, 1963; Krogh, 1982). La susceptibilité magnétique sera indiquée dans le texte par un chiffre correspondant à l'inclinaison latérale du Frantz (ex: M5 = non-magnétique à pente latérale de 5°). Les zircons sélectionnés pour les analyses contiennent peu ou pas d'inclusions et sont dépourvus de fractures. Toutes les fractions de zircon ont été abrasées pour minimiser l'effet de la perte récente en plomb (Krogh, 1982). La méthode utilisée pour l'extraction du plomb et de l'uranium de chacune des fractions est décrite par Machado et al. (1991). Les échantillons sont déposés sur des filaments dégazés de rhénium avec du gel de silice et de l'acide phosphorique (H₃PO₄). Ils sont analysés entre 1450° à 1530°C dans un spectromètre de masse (VG SECTOR) équipé de détecteurs Daly et Faraday. Le blanc analytique total contient 2 pg d'U, et entre 15 et 25 pg de Pb. La régression linéaire est calculée selon la méthode de Davis (1982). Les analyses U-Pb sont présentées au tableau 2 et à la figure 4. Les ellipses d'erreur des diagrammes concordias représentent la précision à 1σ et celle des âges est de 2σ.

Étant donné la présence de zircons hérités dans des roches du GBR, la stratégie analytique suivie avait pour objectif la détection et la datation des zircons magmatiques (ou autochtones). Ainsi, des terminaisons pyramidales séparées de grains avec un noyau ont été analysées de même que les mono-zircons ayant des populations à caractéristiques morphologiques et chromatiques uniformes. L'analyse de mono-zircons de faible taille entraîne une erreur analytique plus élevée due à la faible proportion entre le Pb radiogénique et le Pb commun, manifestée dans les rapports $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ inférieurs à 1 000. Cette stratégie peut conduire à des résultats moins précis mais plus justes.

Tableau 2. Résultats analytiques pour les échantillons du Groupe de Blake River.

ÉCHANTILLONS			CONCENTRATIONS				RAPPORTS ISOTOPIQUES								ÂGES (Ma)		
Numéro	Min. et	Descrip. Zir. ^b	Poids	U	Pb rad	Pb com	²⁰⁶ Pb ^d	²⁰⁸ Pb ^e	²⁰⁶ Pb ^e	±	²⁰⁷ Pb ^e	±	²⁰⁷ Pb ^e	±	²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁷ Pb
éch.	fraction ^a		[mg]	[ppm]	[ppm]	[pg] ^c	204 Pb	208Pb	238U	%	235U	%	206Pb	%	238U	235U	206Pb
Aldermac (Coordonnées de AL-26-94 : longitude = 83.356944, latitude = 48.208333)																	
2	Z, dia	1/2, cl, -r, inc, m	0.017	18	10	62	172	0.1393	0.51092	0.45	12.9840	0.55	0.18431	0.31	2661	2678	2692
3	Z, dia	1/1, cl, -r, inc, m	0.012	24	12	26	353	0.1175	0.46626	0.92	11.4494	0.98	0.17810	0.45	2467	2560	2635
4	Z, dia	1/1, cl, -r, inc, m	0.083	35	20	6	14630	0.1325	0.51587	0.23	13.1771	0.24	0.18526	0.06	2682	2692	2701
5	Z, dia	1/1, cl, -r, inc, m	0.034	32	19	12	2959	0.1336	0.51402	0.16	13.1022	0.19	0.18487	0.07	2674	2687	2697
6	Z, dia	1/1, cl, -r, inc, m	0.005	66	37	12	896	0.1301	0.50451	0.22	12.7565	0.23	0.18338	0.06	2633	2662	2684
Hébécourt (Coordonnées de HB-03-94 : longitude = 79.453889, latitude = 48.503611)																	
1	Z, 3°	1/2, cl, -r, inc, S	0.003	61	35	8	728	0.1483	0.50258	0.39	12.6578	0.52	0.18266	0.31	2625	2655	2677
3	Z, 3°	1/2, cl, inc, S	0.002	63	36	17	245	0.1808	0.49674	0.61	12.5317	0.68	0.18297	0.30	2600	2645	2680
4	Z, 3°	1/2, cl, -r, inc, m	0.007	58	34	4	2475	0.1690	0.50730	0.22	12.9443	0.23	0.18506	0.06	2645	2676	2699
5	Z, 3°	1/2, cl, -r, inc, m	0.007	38	23	6	1349	0.1854	0.50585	0.26	12.9228	0.27	0.18528	0.06	2639	2674	2701
6	Z, 5°	1/2, cl, -r, inc, m	0.006	51	29	6	1722	0.1471	0.50080	0.32	12.7084	0.34	0.18404	0.12	2617	2658	2690
7	Z, 5°	1/1, cl, -r, inc, m	0.005	75	44	12	1037	0.1548	0.51377	0.23	13.0925	0.25	0.18482	0.08	2673	2686	2697
10	Z, 5°	1/1, cl, -r, inc, m	0.004	118	55	66	190	0.2054	0.38836	0.26	9.8908	0.32	0.18471	0.15	2115	2425	2696
Millenbach (Coordonnées de MB-09-94: longitude = 79.073889, latitude = 48.303889)																	
1	Z, dia	1/1, cl, inc, S	0.002	50	29	9	395	0.1720	0.50274	0.55	12.7779	0.56	0.18434	0.12	2626	2663	2692
2	Z, dia	1/1, cl, inc, plat, S	0.003	72	43	8	857	0.1847	0.50769	0.68	12.8376	0.69	0.18339	0.10	2647	2668	2684
3	Z, dia	1/2, cl, S, top	0.002	58	34	7	574	0.1972	0.50006	0.54	12.6137	0.63	0.18295	0.27	2614	2651	2680
4	Z, dia	1/2, cl, inc, m	<0.001*	524*	316*	4	4258	0.1891	0.50912	0.19	12.9879	0.21	0.18502	0.06	2653	2679	2698
5	Z, 0°-1°	1/2, -cl, inc, m	<0.001*	2117*	1245*	5	12443	0.1984	0.49356	0.29	12.6219	0.29	0.18547	0.08	2586	2652	2702
8	Z, dia	1/1, cl, gros, m, top	0.008	79	48	13	1559	0.1871	0.50816	0.22	12.9591	0.24	0.18496	0.09	2649	2677	2698
9	Z, dia	1/1, cl, petit, m, top	0.007	101	61	23	976	0.2017	0.50578	0.19	12.8959	0.21	0.18492	0.06	2639	2672	2698

NOTES:

* Le poids de l'échantillon est inférieur à la sensibilité de la microbalance (0.001 mg). Les concentrations indiquées sont des valeurs minimum.

^a = Minéral: Z-Zircon; Frantz final: dia -diamagnétique à pente latérale de -1/2, pente à 0°, 1°, 3° et 5°.

^b = Description des zircons automorphes: 1/1-prisme, 1/2-demi-prisme, cl- incolore, -r-rose pâle, inc- inclusion fluide, top-sans inclusion, S-analyse de mono-zircon, m- analyse de multi-zircons.

^c = Teneur en Pb commun (comprend le Pb commun de l'étalon, de la contamination et du minéral).

^d = Corrigé pour la discrimination de masse seulement.

^e = Corrigé pour la discrimination de masse, le Pb commun de l'étalon et de la contamination et le Pb commun initial du minéral (erreur 1 σ en %).

Les blancs analytiques pour les analyses de zircon sont de 15 pg Pb ou moins et de 2 pg U, sauf Aldermac 2 et 3 qui sont à 20 pg Pb.

La composition isotopique du Pb commun initial a été calculée selon le modèle à deux stades de Stacey et Kramers (1975).

4. RÉSULTATS ANALYTIQUES

4.1 MINE ALDERMAC

Les échantillons ont été prélevés à 16 km à l'ouest-sud-ouest de Rouyn-Noranda (fig. 1) sur le site de l'ancienne mine d'Aldermac. Une rhyolite porphyrique (AL-27-94) ainsi qu'un filon-couche porphyrique à quartz et plagioclase (AL-26-94) ont été échantillonnés près du gisement de sulfures massifs volcanogènes le plus à l'ouest de Rouyn-Noranda (fig. 3 A). Les deux unités sont à moins de 300 mètres du gisement d'Aldermac exploité de 1933 à 1943 (Barrett et al., 1991). Ce gisement est encaissé dans une rhyolite possédant certaines caractéristiques similaires au dépôt de Quémont situé dans le camp minier de Rouyn-Noranda. Ces dépôts ont le même type de roche encaissante et surtout une minéralisation en pyrrhotine-chalcopryrite importante (Chartrand et Cattalani, 1990; Couture, 1996).

Le site comprend de différents faciès de rhyolites, d'andésites et d'intrusions mafiques à felsiques. La rhyolite porphyrique (AL-27-94) échantillonnée ne contenait aucun minéral susceptible d'être daté. Cependant, le filon couche porphyrique (AL-26-94) à quartz et plagioclase (PQF) contenait des zircons en abondance. Cette intrusion est considérée comme postérieure à la minéralisation car elle s'est mise en place au sommet de l'empilement volcanique felsique où se retrouvent des lentilles de sulfures massifs (Hunter et Moore, 1983). Les zircons se présentent sous forme de fragments, prismes et demi-prismes automorphes limpides, légèrement rosés et sans noyau. Toutes les analyses ont été effectuées sur des zircons provenant de la fraction diamagnétique M-1/2. Les zircons d'Aldermac contiennent peu d'U (18 à 66 ppm) et de Pb radiogénique (10 à 37 ppm). Les cinq analyses multi-zircons (fig. 4, A) définissent une discordia (probabilité d'alignement de 85%) avec un intercepte supérieur à 2707 \pm 7/ -4 Ma. Cet intercepte est interprété comme l'âge de cristallisation du PQF.

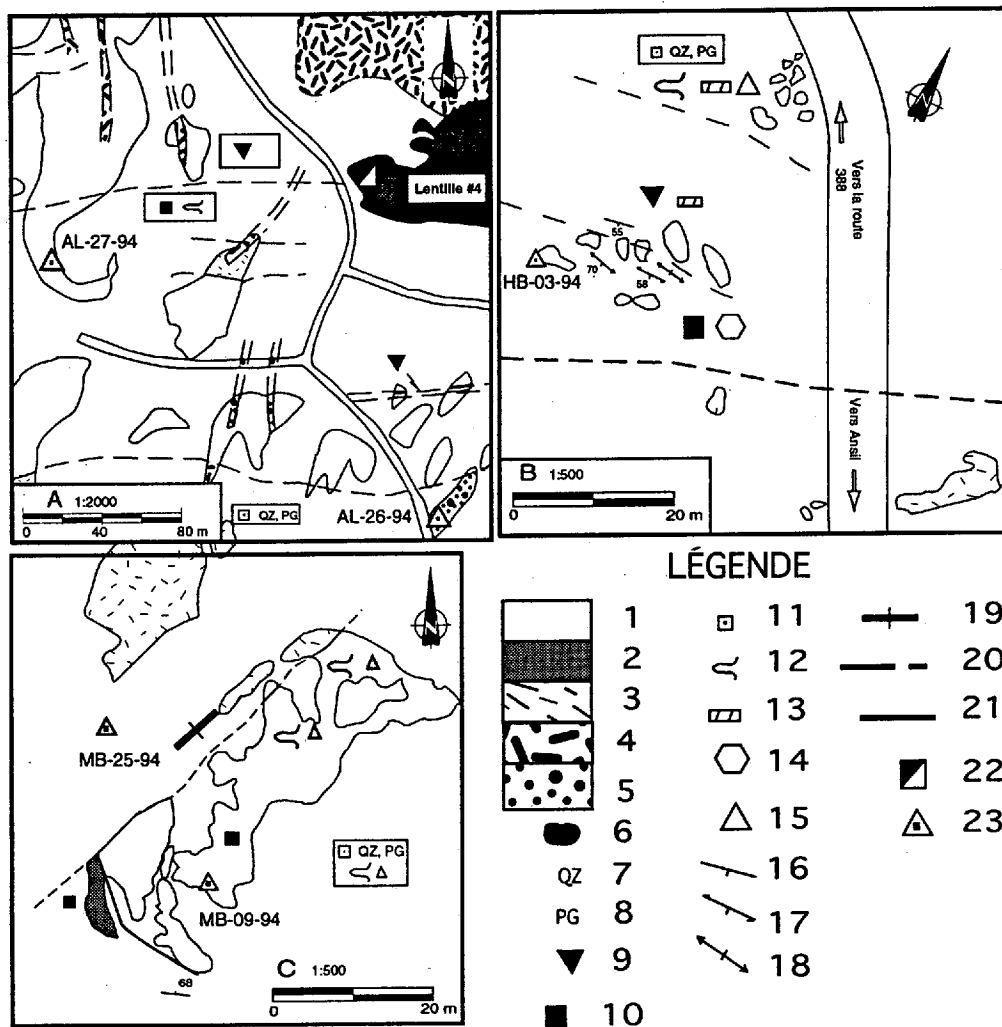


Figure 3. Site d'échantillonnage: A. Aldermac (modification d'une carte de F. Chartrand du M.R.N.Q); B. Hébécourt; C. Millenbach. 1= rhyolite, 2= andésite, 3= diorite, 4= syénite porphyrique, 5= porphyre quartzofeldspathique, 6= sulfures massifs, 7= quartz, 8= plagioclase, 9= fragmentaires, 10= massif, 11= porphyrique, 12= lobes, 13= rubannement, 14= joints polygonaux, 15= brèche, 16= litage avec pendage, 17= clivage, S1, 18= clivage S2, 19= dyke sub-vertical, 20= contact géologique, 21= trace d'exhalite, 22= puits d'Aldermac, 23= échantillon pour géochronologie.

4.2 RHYOLITE D'HÉBÉCOURT

Le site d'échantillonnage d'Hébécourt est situé à 70 km au nord nord-ouest de Rouyn-Noranda et à 5 km à l'ouest du lac Hébécourt (fig. 1). Les lithologies présentes dans la région comprennent différents faciès de rhyolite, d'andésite et d'intrusions mafiques. L'échantillonnage du site a porté sur une rhyolite porphyrique à quartz et plagioclase. La rhyolite est située au centre d'une séquence monoclinale orientée est-nord-est comprenant les tholéiites du Groupe de Kinojévis et les basaltes et andésites calco-alcalins du GBR (communication personnelle de J. Goutier), elle a une polarité stratigraphique normale du nord au sud; les strates ont un pendage abrupt mais sont peu déformées. Une exhalite (*Sudbury contact zone*), montrant des teneurs plus élevées en cuivre, est associée à des minéralisations de type SMV. Cette zone découverte en 1971, est localisée dans la zone de contact entre la rhyolite d'Hébécourt et l'andésite (fig. 3 B), à 700 mètres au sud-est du site d'échantillonnage. La rhyolite contient une grande quantité de zircon dans les fractions les plus magnétiques, tandis qu'à peine une vingtaine de zircons s'est retrouvée dans les fractions moins magnétiques que M1. Les zircons se présentent sous forme de prismes, demi-prismes et fragments incolores à légèrement rosés contenant, dans 60% des cas, de petites inclusions fluides ou métalliques. Les zircons présentent de fines surcroissances et certains contiennent des noyaux. Les analyses ont été réalisées sur des zircons provenant des fractions M5 et M3.

Les analyses 1 et 3 ont porté sur des terminaisons pyramidales individuelles; les analyses 4 à 6 ont porté sur plusieurs terminaisons chacune, alors que les analyses 7 et 10 se rapportent à des prismes complets (tableau 2). Les teneurs en U et en Pb radiogénique sont similaires à celle de l'échantillon d'Aldermac. Par contre, les zircons (analyse 7) provenant de la fraction plus magnétique (M5) sont plus concordants que les zircons (analyse 4 et 5) de la fraction moins magnétique (M3), ce qui est à l'opposé des tendances généralement observées (Silver et Deutsch, 1963; Krogh, 1982). Aussi, les zircons des analyses 4 et 5 ont subi des temps d'abrasion trois fois supérieurs aux 62 heures nécessitées par les zircons de l'analyse 7, mais ils demeurent plus discordants (fig. 4, B). Les observations microscopiques avant abrasion des différentes fractions n'ont pas permis de

distinguer les types de zircons qui possèdent des caractéristiques morphologiques et chromatiques similaires. Donc, tous les zircons de la rhyolite d'Hébécourt semblent identiques.

Ces observations nous portent à conclure que les analyses 4, 5 et 7 ne représentent pas une seule population, mais qu'elles contiendraient des zircons hérités (fig. 4, B). L'âge minimum de l'héritage serait ainsi de 2697 Ma; il s'agit de l'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'analyse 7 qui porte sur seulement trois grains et qui est la plus concordante des trois (1,7 % discordant). Étant donné la différence du nombre de grains inclus dans les fractions de ces analyses (fraction 7= 3 grains; fraction 4= 7 grains; fraction 5= 10 grains) et que ces âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ne varient que de 4 Ma, il est probable que l'âge maximum d'héritage ne soit pas beaucoup plus ancien que 2701 Ma, soit l'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'analyse 5.

Les analyses 1 et 3 livrent des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ plus jeunes, de 2677 Ma (2,38 % discordant) et de 2680 Ma (3,63 % discordant). Des erreurs, relativement plus importantes, sont liées à la petite taille des grains, et pour l'analyse 3 la teneur en Pb commun est relativement plus élevée (fig. 4, B). Malgré ces erreurs, les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ sont significativement plus jeunes que pour ceux des analyses 4-5-7. Puisque les analyses 1 et 3 ont porté sur des mono-zircons, garantissant ainsi l'absence d'âge mixte, on accepte les âges livrés par ces deux analyses (2677 Ma, 2680 Ma) comme les plus proches de l'âge de cristallisation (Fig. 4, B). L'analyse 6, portant sur huit grains, pourrait représenter un âge intermédiaire entre l'âge de cristallisation et les âges d'héritage. Dans le but de mieux préciser l'âge de cet échantillon l'analyse 10 a été effectuée. Cependant, le résultat livré est très discordant ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ de 190, 2696 Ma, 25% discordant).

L'âge minimum de la cristallisation serait de 2677 Ma, obtenu à partir de l'analyse la plus concordante et la plus fiable ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 723$); et l'âge maximum serait de 2690 Ma (fraction 6). Étant donné que l'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'analyse 10 est proche de celui des analyses 4-5-7 et que celle-ci a porté sur un nombre relativement élevé de grains (18), il est possible que l'âge obtenu représente de l'héritage. La régression des points des analyses 4-7-10, livre un âge de 2698 ± 2

Ma (probabilité d'alignement de 17 %), est interprété comme un estimé de l'âge moyen de l'héritage.

4.3 RHYOLITE PORPHYRIQUE DE MILLENBACH

Le site d'échantillonnage est situé à 8 km au nord de Rouyn-Noranda, à moins de 600 mètres au nord-est de la mine Corbet et à 2 km à l'ouest de la mine Millenbach (fig. 1). La rhyolite à phénocristaux de quartz et feldspath de Millenbach, qui est l'hôte du gîte de Millenbach, correspond à l'une des meilleures unités de la Séquence des Mines pour dater la formation des gisements synvolcaniques de sulfures massifs du GBR (fig 2). Cette rhyolite est à l'intérieur de la Formation d'Amulet, au même niveau stratigraphique que les gisements de Vauze, Norbec, East Waite, Old Waite, Amulet D-C-A et lac Dufault #1 (Spence et Rosen-Spence, 1975; Gibson et Watkinson, 1990) (fig. 2). La séquence présente dans la région comprend différents faciès d'andésites coussinées à massives, des rhyolites porphyriques et des intrusions felsiques à mafiques. La rhyolite porphyrique est la roche encaissante du gisement de sulfures massifs de Millenbach en exploitation de 1971 à 1980 (G. Riverin, communication personnelle, 1995). Le site comprend (fig. 3 C) une rhyolite porphyrique à quartz et plagioclase (massive, lobes et brèches) et une diorite massive à granulométrie variable. La diorite de Millenbach (MB-25-95) qui recoupe la rhyolite ne contenait aucun minéral susceptible d'être daté. Cependant, l'échantillon de la rhyolite (MB-09-94) contenait plus d'une centaine de zircons, toutes les fractions du Frantz comprises. Les cristaux de zircons ont une taille de plus ou moins 125 μm , ils sont automorphes, incolores et limpides, et dans certains cas semblent être émoussés, avec des teintes jaunâtre à rosé. Les zircons se présentent sous forme de prismes et demi-prismes, de fragments et de cristaux plats dans les fractions les moins magnétiques. Les grains de zircons présentent de fines surcroissances et certains contiennent des noyaux. L'abrasion des grains dépourvus de noyau permet d'éliminer les surcroissances et les zircons deviennent limpides et à peine rosés.

Toutes les analyses ont été effectuées à partir de la fraction diamagnétique (M-1/2), sauf la fraction 5 (tableau 2). Les analyses 1, 2 et 3 ont porté sur des mono-zircons (100 μm) contenant peu ou pas d'inclusions. Les faibles teneurs en U (50 ppm) et Pb radiogénique (30 ppm) sont comparables à celles obtenues pour les zircons d'Aldermac. Les analyses 4, 5, 8 et 9 ont été effectuées sur plusieurs zircons (11 à 25) avec ou sans inclusions. L'analyse 5 est un mélange de 20 demi-prismes, de M0 et M1.

La fraction 8, ayant subi 29 heures d'abrasion (2,22% discordant), était deux fois moins abrasée que les analyses 4 (2,06% discordant) et 9 (2,66% discordant). Ces observations suggèrent l'homogénéité des zircons sélectionnés qui appartiendraient ainsi à une même population avec un âge de 2698 Ma. Cependant, l'analyse 5 portant sur des zircons issus des fractions M0 et M1, a livré un âge supérieur, 2702 Ma, et est plus discordant (5%). La régression ne peut être possible entre les points des analyses 4-5-8 et 9, qui se trouvent légèrement plus à droite sur le diagramme concordia, puisqu'elle donnerait une intersection inférieure négative (fig. 4, C). Ces observations démontrent qu'il y a au moins deux populations de zircon: une serait représentée par les analyses 4-8-9, livrant un âge de 2698 Ma, et une autre dont l'âge minimum serait de 2702 Ma. Sans le point 5, la proximité des points 4, 8 et 9 rend la régression impossible. L'analyse 5 implique que l'âge minimum d'héritage est de 2702 Ma. Étant donné la répétition des âges (2698 Ma) pour les analyses 4, 8 et 9, il est plus que probable que l'âge moyen d'héritage le plus fréquent soit de 2698 Ma (tableau 2).

Les analyses 2 (prisme) et 3 (demi-prisme) de mono-zircons livrent des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de 2684 Ma (1,68 % discordant) et 2680 Ma (2,98 % discordant). Par contre l'analyse 1 (prisme) de mono-zircon, à 2692 Ma, se positionne à droite des analyses 2 et 3 qui proviennent de la même fraction M-1/2 et ont subi le même temps d'abrasion (fig. 4, C). L'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'analyse 1 se trouve entre les âges livrés par les analyses 2-3 et ceux des analyses 4, 5, 8 et 9. Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ des mono-zircons (analyses 1-2-3) 2692 Ma, 2684 Ma et 2680 Ma, confirment la présence d'une population de zircons, probablement magmatique, et d'une autre de zircons hérités. Seule l'analyse 2, avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de 2684

Ma (1,7% discordant) provenant d'un zircon plat, a été clairement identifiée à un type de zircon. Ce zircon n'est présent qu'en quantité négligeable sur la centaine de zircons trouvés dans cet échantillon. L'âge de cristallisation de la rhyolite est possiblement situé entre 2692 Ma et 2684 Ma.

Mortensen (1993) a obtenu des âges U-Pb de 2690 ± 2 Ma (zircon) et de 2686 Ma (titanite) sur l'intrusion du lac Dufault (partie ouest) qui recoupe les roches volcaniques de la Séquence des Mines (Spence et Rosen-Spence, 1975). Dans ce cas, l'âge de la rhyolite serait semblable à celui de l'intrusion du lac Dufault. Le pluton de Flavrian, situé à 5 km à l'ouest du site d'échantillonnage, est considéré par plusieurs auteurs (Spence et de Rosen-Spence, 1975; Goldie, 1976; Paradis et al., 1988; Gibson, 1989; Gibson et Watkinson, 1990) comme la source des laves de la Séquence des Mines. Mortensen (1993) a obtenu un âge de $2701 + 3/-1$ Ma pour une des phases de trondjémite du pluton de Flavrian. Les analyses de zircon pour une phase tonalitique du même pluton sont discordantes et livrent des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de 2692 Ma, 2705 Ma et 2710 Ma (Mortensen, 1993). Pour expliquer les variations d'âges, dont certains sont plus élevés que l'âge de cristallisation de $2701 + 3/-1$ obtenu sur la trondjémite, Mortensen (1993) invoque la présence de zircons hérités dans la tonalite.

Afin de mieux cerner les problèmes de variations d'âges, les analyses MR-1 et MR-2 (Vaillancourt et Richard, 1994, données non-publiées) ont été effectuées sur des zircons provenant d'une des phases finales du pluton de Flavrian (fig. 4, C). Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ obtenus, respectivement de 2695 Ma (1,8 % discordant) et 2682 Ma (1,5 % discordant), confirment l'héritage observé dans les résultats de la tonalite de Mortensen (1993). Ces âges sont identiques à ceux obtenus sur la rhyolite de Millenbach (analyses 1, 2 et 3). Ces observations confirment nos conclusions sur la présence de zircons hérités dans la rhyolite et suggèrent que la rhyolite de Millenbach pourrait être contemporaine de la dernière phase du pluton de Flavrian.

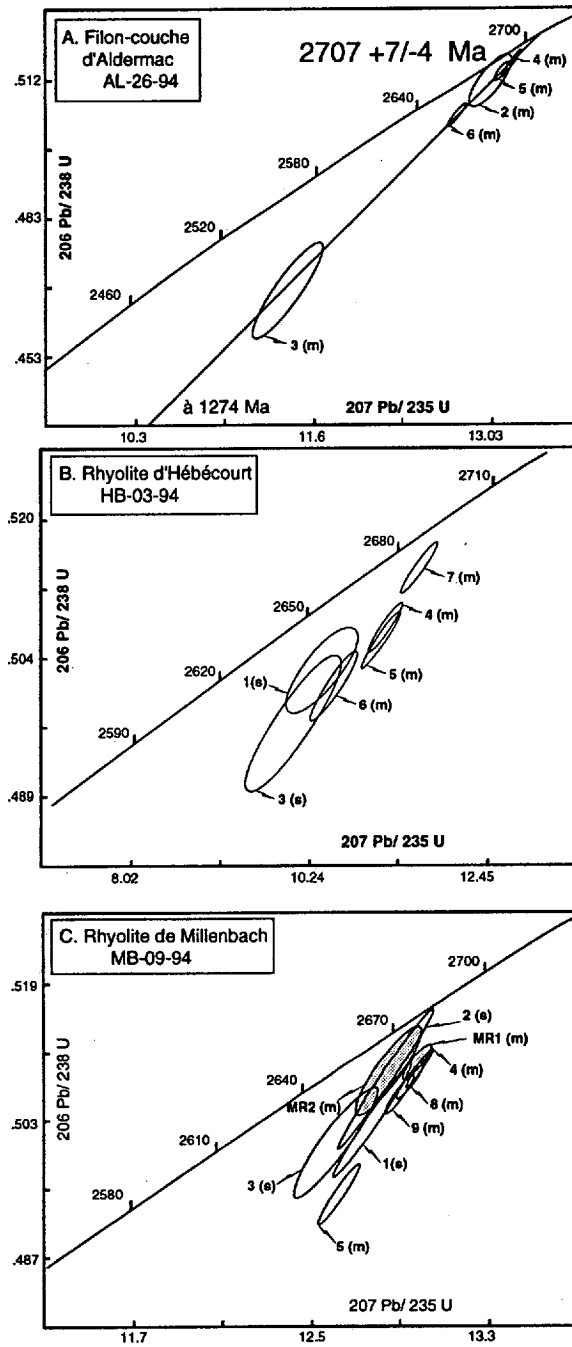


Figure 4. Diagramme concordia A, B et C. (s= mono-zircon, m = multi-zircons)

5. DISCUSSION

Le sommaire des résultats et des âges du GBR déjà connus est présenté à la figure 5 et le tableau 1. Ce graphique montre quatre faits importants concernant le magmatisme du GBR:

- l'unité la plus ancienne est la rhyolite d'Aldermac;
- les âges d'héritage d'Hébécourt et de Millenbach sont semblables aux âges des rhyolites de Clarice Lake, de 4-coins, de Cléricy et des plutons du Flavrian (trondjémite) et de Cléricy (tableau 1 et figure 5);
- les âges de cristallisation des roches d'Hébécourt et de Millenbach sont semblables à ceux du pluton du lac Dufault (secteur ouest) de la diorite de Clarice Lake et de la syénite de Cléricy;
- finalement, il peut être déduit que la mise en place des roches volcaniques est non-synchrone, s'étalant entre 2707 et 2692 Ma.

Les nouvelles datations obtenues augmentent la période de temps d'édification du GBR qui ne se limite donc plus à 5 Ma (de 2703 Ma à 2698 Ma; selon Mortensen, 1993). La mise en place des roches volcaniques du GBR se situe plutôt entre 2707 Ma à 2692 Ma, soit sur une période minimale de 15 Ma.

5.1 MISE EN PLACE DES ROCHES VOLCANIQUES ET DES MINÉRALISATIONS DE SMV

L'âge minimum de 2707 Ma du PQF d'Aldermac implique que l'empilement volcanique précède le PQF ou est sensiblement du même âge. La compilation de Cattalani et al. (1995) confirme que le PQF est postérieur au gisement car il recoupe les unités d'andésite et de dacite sous-jacentes au gisement. Cependant, les roches volcaniques encaissantes du gisement d'Aldermac et le PQF dérivent d'un même magma tholéiitique d'après les teneurs en terres-rares du PQF (Cattalani et al., 1995). D'après nos résultats, les minéralisations de SMV associées avec ces mêmes unités stratigraphiques d'Aldermac seraient syn- ou pré-2707 Ma. Gibson et

Watkinson (1990) ont placé le gisement d'Aldermac à l'intérieur du cycle 3 (<2701Ma et >2698Ma, Mortensen 1990), soit celui de la Séquence des Mines dans le camp de Rouyn-Noranda comprenant les gisements de Millenbach, Amulet et Waite. Toutefois les nouvelles analyses U-Pb infirment cette interprétation et place ce dépôt à l'extérieur de ce cycle. De plus, ces observations indiquent aussi que 2707 Ma est l'âge minimum pour le volcanisme du GBR.

L'âge de la rhyolite d'Hébécourt est plus problématique car la présence d'héritage démontre une contamination de la roche volcanique par une roche ancienne. Les âges de la rhyolite de 4-Coins (2701 Ma; Mortensen, 1993), des tufs felsiques de Cléricy (2698 Ma; Mortensen, 1993) et de Clarice Lake (2701 Ma; Corfu et al., 1989) sont similaires à l'héritage de 2698 Ma d'Hébécourt (fig. 5). Ces âges démontrent une activité volcanique importante entre 2701 et 2698 Ma à l'intérieur du GBR. Par contre, l'estimation de l'âge de cristallisation de cette rhyolite à ≤ 2690 Ma est plus jeune que l'âge obtenu sur Aldermac (2707 Ma) et dans l'ensemble des rhyolites déjà connues. Cette séquence volcanique felsique est la plus jeune répertoriée dans le GBR. Donc, la mise en place des minéralisations de type SMV situées au contact entre la rhyolite et l'andésite d'Hébécourt sont syn- ou post-rhyolite d'Hébécourt (≤ 2690 Ma).

Tout comme la rhyolite d'Hébécourt, la rhyolite de Millenbach a un âge d'héritage moyen de 2698 Ma (fig. 5). Cet héritage est également similaire à l'âge d'une des cinq phases du pluton de Flavrian (2701 Ma, Mortensen, 1993). L'âge de 2690 Ma de la partie ouest du pluton du lac Dufault (Mortensen, 1993), qui compte trois phases, est similaire à l'âge estimé de cristallisation de Millenbach (fig.4). Ce pluton est interprété comme syn à post-volcanique (Rive et al., 1990; Paradis et al., 1988) et syn-tectonique (Mortensen, 1993). Cependant, le pluton du lac Dufault a donné lieu à un métamorphisme de contact (Spence et Rosen-Spence, 1975) qui n'a pas altéré la composition de la roche de façon importante (Riverin et Hodgson 1980). La mise en place de la rhyolite de Millenbach et celle du pluton du lac Dufault (partie ouest) (2690 ± 2 Ma; Mortensen, 1993) pourrait être contemporaine. Le gisement de Millenbach s'est mis en place durant et après la formation de la rhyolite (Knuckey et al., 1982). Ainsi, l'âge de cristallisation de la rhyolite est

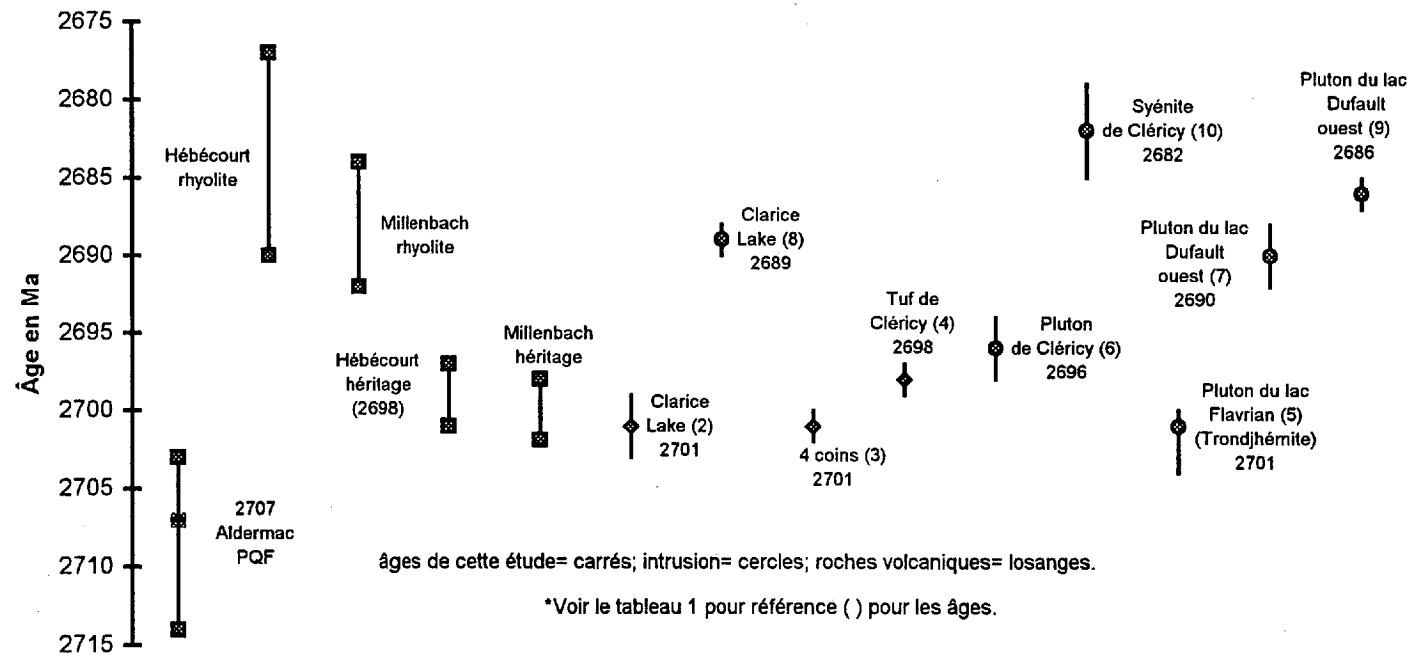
compris entre 2692 Ma et 2684 Ma et situe la mise en place de la minéralisation comme contemporaine à postérieure à celle de la rhyolite (≤ 2692 Ma). Le volcanisme associé à cette rhyolite est similaire à celui d'Hébécourt et montre une activité pré-2698 Ma et une reprise post-2698 Ma.

5.2 IMPLICATION POUR L'ÉVOLUTION DU GROUPE DE BLAKE RIVER

Les résultats de l'étude montrent que la formation du GBR s'est étalée sur une période d'au moins 15 Ma (entre 2707 et 2692 Ma, fig. 6), contrairement aux interprétations précédentes (Corfu 1993; Mortensen, 1993). Les roches volcaniques du secteur d'Aldermac représentent la première phase de volcanisme du GBR, mise en place avant 2707 Ma et accompagne des minéralisations de type SMV. Les volcanites d'Aldermac ont les équivalents temporels dans le sud l'Abitibi: la rhyolite de Kamiskotia dans la région de Timmins à 2707 ± 2 Ma (Barrie et Davis, 1990); l'unité pyroclastite felsique de l'horizon marqueur à 2706 ± 2 Ma (Corfu et Noble, 1992); la rhyolite de Colombière à 2705 ± 1 Ma de la région de Val d'Or (Wong et al., 1991) et les pyroclastites felsiques du Groupe de Larder Lake près de Kirkland Lake à 2705 ± 2 Ma (Corfu et al., 1989). L'absence d'héritage à l'intérieur du QFP d'Aldermac confirme les observations sur les roches pré-2700 Ma qui contiennent rarement de l'héritage (Corfu, 1993). L'âge de 2701 Ma de la rhyolite de 4-Coins (Mortensen, 1993) à moins de 10 km au nord-nord-ouest d'Aldermac indique une diachronie du volcanisme du GBR.

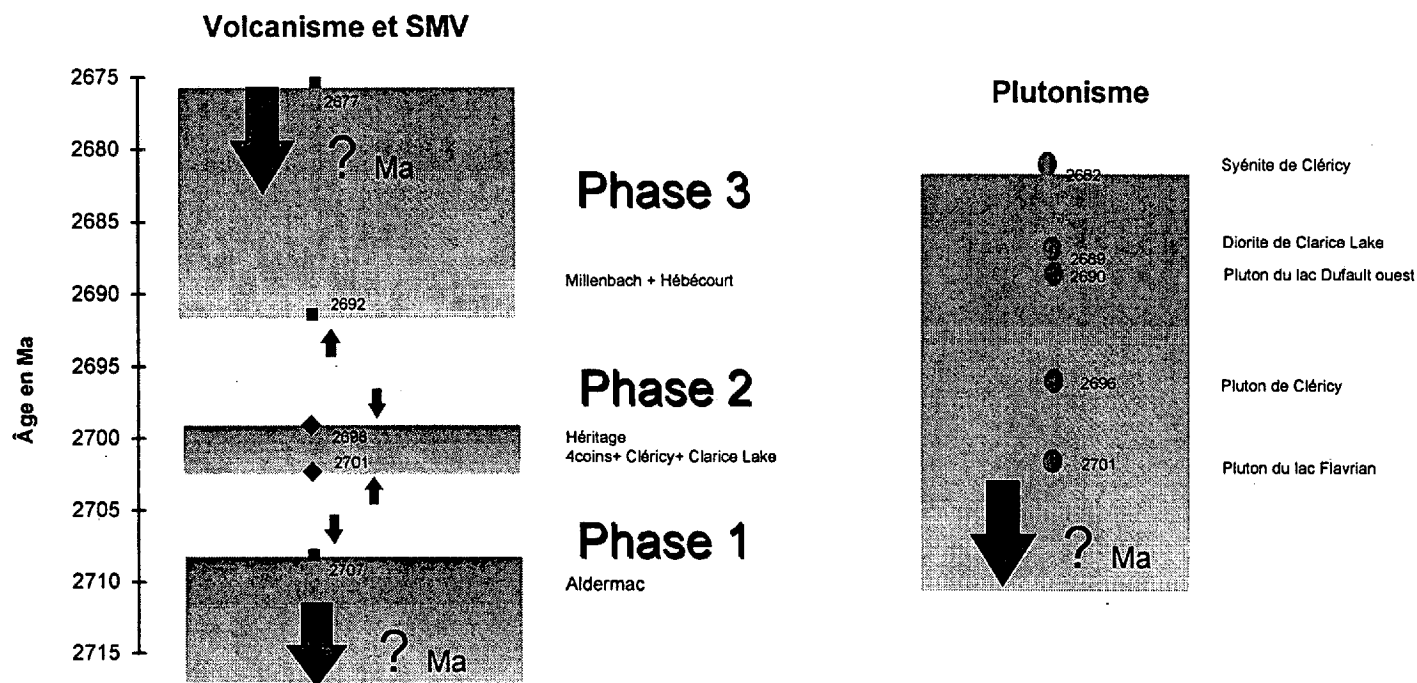
Une deuxième phase de mise en place du GBR se situe entre 2703 Ma et 2698 Ma durant un épisode de magmatisme intense qui couvre la partie sud de la Sous-province de l'Abitibi (Corfu, 1993). Les rhyolites d'Hébécourt et de Millenbach contiennent de l'héritage associé avec cette phase intense de magmatisme. Les tufs felsiques de Clarice Lake, de Cléricy, de même que la rhyolite de 4-coins livrent des âges de cristallisation entre 2701 Ma et 2698 Ma (Corfu et al., 1989; Mortensen, 1993). Cette phase contient également des minéralisations de type SMV.

Figure 5. Les âges U-Pb des roches volcaniques et intrusives du Groupe de Blake River.



Les rhyolites d'Hébécourt et de Millenbach représentent la troisième phase de volcanisme et de minéralisation de type SMV dont l'âge est de ≤ 2692 Ma. Cet épisode est caractérisé, dans la Sous-province de l'Abitibi, par des intrusions calco-alcalines et par la rareté du volcanisme felsique étendu entre 2698 Ma à 2682 Ma (Corfu, 1993). Les rhyolites d'Hébécourt et de Millenbach avec des âges semblables à ceux des plutons de Cléricy et du Lac Dufault ouest et de la diorite de Clarice Lake, représentent un épisode de volcanisme jusqu'à présent inconnu, contemporain du plutonisme tardif dans le GBR entre 2698 Ma et 2689 Ma. Le GBR serait le résultat de l'activité d'un ensemble de centres volcaniques se mettant en place en plusieurs épisodes. Les minéralisations de type SMV dans le Groupe de Blake River sont associées à un minimum de trois épisodes de volcanisme felsique.

Figure 6. Synthèse de la mise en place du volcanisme et des minéralisations dans le Groupe de Blake River (légende voir figure 5).



(légende voir fig. 5)

6. CONCLUSION

Cette étude contient des données importantes sur les âges de mise en place des SMV et des rhyolites encaissantes du GBR. En guise de conclusion, les cinq points suivants peuvent être retenus:

1. le filon-couche d'Aldermac, à 2707 \pm 7/-4 Ma, est l'unité la plus ancienne datée dans le GBR. Le filon-couche ne montre aucun héritage. Le gisement d'Aldermac associé avec l'empilement volcanique est synchrone au filon-couche ou pré-2707 Ma;
2. l'âge de cristallisation de la rhyolite de Millenbach se situe entre 2692 Ma et 2684 Ma. La minéralisation associée est contemporaine ou postérieure à la mise en place de la rhyolite,
3. l'âge de cristallisation de la rhyolite d'Hébécourt se situe entre 2690 Ma et 2677 Ma. La minéralisation associée est contemporaine ou postérieure à la mise en place de la rhyolite. Ces âges sont les plus jeunes documentés dans le GBR.
4. les rhyolites de Millenbach et Hébécourt contiennent des zircons hérités à peu près du même âge (2702-2698 Ma). Ces zircons sont associés à un épisode de volcanisme important entre 2701 Ma à 2698 Ma;
5. la mise en place du GBR s'est faite en un minimum de 3 phases: antérieur à 2707 Ma; entre 2702-2698 Ma; postérieur à 2692 Ma. Il y a également trois épisodes de minéralisation en SMV associés avec ces phases contemporains à la mise en place des laves felsiques. La minéralisation s'est donc développé dans un intervalle de temps de 15 Ma minimum.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par le Ministère des Ressources naturelles du Québec, la Bourse P.A.F.A.C. remise à D. Vaillancourt, la subvention du Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et Génie (Canada) de N. Machado. Il a aussi été rendu possible grâce aux contributions de INMET ainsi que Mines et Exploration Noranda Inc. Le laboratoire de géochronologie de l'Université du Québec à Montréal est financé par le F.C.A.R. (Québec) et C.R.S.N.G. (Canada). Nous remercions J. Goutier (M.R.N.Q.) pour sa collaboration et les discussions sur la géologie du Groupe de Blake River, G. Riverin (INMET) et C. Beaudry (Mines et Exploration Noranda Inc.) pour l'attention particulière qu'ils ont portée à ce projet. Nous remercions F. Robert et R. Lapointe pour leur dédicacion à l'entretien des laboratoires.

BIBLIOGRAPHIE

- Barrie, C.T et D.W. Davis. 1990. «Timing of magmatism and deformation in the Kamiskotia-Kidd Creek area, western Abitibi Subprovince, Canada». *Precambrian Research*, 46, p. 217-240.
- Barrett, T.J., S. Cattalani, F. Chartrand et P. Jones. 1991. «Massive sulfide deposits of the Noranda area, Quebec. II. The Aldermac mine». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 28, p. 1301-1327.
- Card, K.D. 1990. «A review of the Superior Province of the Canadian Shield, a product of Archean accretion». *Precambrian Research*, 48, p. 99-156.
- Cattalani, S., T.J. Barrett et F. Chartrand. 1995. «Géologie et géochimie du gisement d'Aldermac (Région de Rouyn-Noranda)». *Ministère des Ressources naturelles du Québec*, ET- 90-13, 85 p.
- Chartrand, F. et S. Cattalani. 1990. «Massive sulfide deposits in Northwestern Québec». Dans: *La Ceinture Polymétallique du Nord-Ouest Québécois*. Édité par M. Rive, P. Verpaelst, Y. Gagnon, J. M. Lulin, G. Riverin et A. Simard. Institut canadien des mines et de la métallurgie, Volume spécial 43, p. 77-92.
- Corfu, F., T.E Krogh, Y.Y. Kwork et L.S. Jensen. 1989. «U-Pb zircon geochronology in the southwestern Abitibi greenstone belt, Superior Province». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 26, p. 1747-1763.
- Corfu, F. et S. Noble. 1992. «Genesis of the southern Abitibi greenstone belt, Superior Province, Canada: Evidence from zircon Hf isotope analyses using a single filament technique». *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, p. 2081-2097.
- Corfu, F. 1993. «The evolution of the southern Abitibi greenstone belt in light of precise U-Pb geochronology». *Economic Geology*, 88, p. 1323-1337.
- Couture, J.-F. 1990. «Carte géologique des gîtes métallifères des districts de Rouyn-Noranda et Val d'Or (partie sud des feuillets SNRC 32C et 32D ouest). » *Ministère des Ressources naturelles du Québec*, carte no 2109, DV90-11.
- Couture, J.-F. 1996. «Les gisements métalliques du district de Rouyn-Noranda.» Dans *Métallogénie et évolution tectonique de la région de Rouyn-Noranda*. Éditeur: J.F. Couture et J. Goutier, *Ministère des Ressources naturelles du Québec*, MB-96-06, p. 11-18.

- Couture, J.-F., J. Goutier et S.A. Péloquin. 1996. «Géologie de la région de Rouyn-Noranda, Québec». Dans: *Métallogénie et évolution tectonique de la région de Rouyn-Noranda*. Éditeur: J.F. Couture et J. Goutier, Ministère des Ressources naturelles du Québec, MB-96-06, p. 1-9.
- Davis, D. W. 1982. «Optimum linear regression and error estimation applied to U-Pb data». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 19, p. 2141-2149.
- Davis, D. W. 1991. «Age constraints on deposition and provenance of Archean sediments in the southern Abitibi and Pontiac Subprovinces from U-Pb analyses of detrital zircons». *Réunion annuelle de l'Association géologique du Canada/Association minéralogique du Canada*, Toronto, Programme avec résumés, Vol. 16, p.29.
- Dimroth, E, L. Imreh, M. Rocheleau et N. Goulet. 1983b. «Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi belt, Québec. Part III: Plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 19, p.1374-1388.
- Gélinas, L., Pierre Trudel et Claude Hubert. 1984. «Chimico-stratigraphie et tectonique du Groupe de Blake River». *Ministère de l'Énergie et des Ressources*, Québec, MM 83-01, p. 41.
- Gibson, Harold L. 1989. «The mine sequence of the central Noranda complex: geology, alteration of massive sulphide deposits and volcanological reconstruction». Thèse de doctorat, Université Carleton, Ottawa. 715 p.
- Gibson, Harold L. et Dave H. Watkinson. 1990. «Volcanogenic massive sulphide deposits of the Noranda cauldron and shield volcano, Quebec». Dans: *La Ceinture Polymétallique du Nord-Ouest Québécois*. Édité par M. Rive, P. Verpaelst, Y. Gagnon, J. M. Lulin, G. Riverin et A. Simard. Institut canadien des mines et de la métallurgie, Volume spécial 43, p. 119-132.
- Goldie, R. J. 1976. «The Flavrian and Powell plutons, Noranda area, Québec». Thèse de Ph. D., Université Queen's, Kingston.
- Goldie, R. J. 1978. «Magma mixing in the Flavrian pluton, Noranda area, Quebec». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 15, p. 132-144.
- Hubert, C., P. Trudel et L. Gélinas. 1984. «Archean wrench fault tectonics and structural evolution of the Blake River Group, Abitibi Belt, Quebec». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 28, p. 1024-1032.

- Hunter, A.D. et J.M. Moore. 1983. «The geologic setting of the Aldermac copper deposit, Noranda, Quebec». *Institut canadien des mines et de la métallurgie*, 76, Bulletin #851, p. 128-136.
- Jackson, S.L. et J.A. Fryon. 1991. «The western Abitibi subprovince in Ontario.» *Ontario Geological Survey Special*, volume 4, p.404-482.
- Jolly, W.T. 1978. «Metamorphic history of Archean Abitibi belt». Dans *Metamorphism in the Canadian Shield*. Éditeur A. Fraser et W.H. Heywood, *Commission Géologique du Canada*, papier 78-10, p. 63-78.
- Krogh, T. E., 1973. «A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations». *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 37, p. 485-494.
- Krogh, T. E., 1982. «Improved accuracy of U-Pb zircon dating by selection of more concordant fractions using a high gradient magnetic separation technique». *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46, p. 631-635.
- Knuckey, M. J., C. D. A. Comba et G. Riverin. 1982. «Structure, metal zoning and alteration at the Millenbach Deposit, Noranda, Québec». Dans: *Precambrian Sulphide Deposits, H.S. Robinson Memorial Volume*, Edité par R.W. Hutchison, C.D. Spence et J.M. Franklin, Association Géologique du Canada, Special Paper 25, p. 255-295.
- Machado, N., C. Gariépy, S. Philippe et J. David. 1991. «Géochronologie U-Pb du territoire québécois: Fosse du Labrador et de l'Ungava et sous-province de Pontiac». *Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec*, MB 91-07, 62 p.
- Mortensen, J. K. 1993. «U-Pb geochronology of eastern Abitibi Subprovince. Part 2: Noranda- Kirkland Lake area». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 30, p. 29-41.
- Nunes, P. D. et L. S. Jensen. 1980. «Geochronology of the Abitibi metavolcanic belt, Kirkland Lake area-Progress report». *Ontario Geological Survey*, Miscellaneous Paper 92, p. 134-144.
- Paradis, S., J. Ludden et L. Gélinas. 1988. «Evidence for contrasting compositional spectra in comagmatic intrusive and extrusive rocks of late Archean Blake River Group, Abitibi, Québec». *Journal canadien des Sciences de la Terre*, 25, p. 40-45.
- Péloquin, S.A., R. Potvin, M. R. Lafèche, S. Paradis, P. Verpaelst et H. L. Gibson. 1990. «The Blake River Group, Rouyn-Noranda, Quebec: a stratigraphic

- synthesis». Dans: *La Ceinture Polymétallique du Nord-Ouest Québécois*. Édité par M. Rive, P. Verpaelst, Y. Gagnon, J. M. Lulin, G. Riverin et A. Simard. Institut canadien des mines et de la métallurgie, Volume spécial 43, p. 107-118.
- Powell, W. G. 1994. «A petrological and geochronological study of the metamorphic history of the Rouyn-Noranda area, Québec». Thèse de Ph. D., Université Queen's, Kingston.
- Rive, M., H. Pintson et J.N. Ludden. 1990. «Characteristics of late Archean plutonic rocks from the Abitibi and Pontiac subprovinces, Superior province, Canada». Dans: *La Ceinture Polymétallique du Nord-Ouest Québécois*. Édité par M. Rive, P. Verpaelst, Y. Gagnon, J. M. Lulin, G. Riverin et A. Simard. Canadian Institut canadien des mines et de la métallurgie, Volume spécial 43, p. 65-77.
- Riverin, G. et C. J. Hodgson. 1980. «Wall-rock alteration at the Millenbach Cu-Zn mine, Noranda, Québec». *Economic Geology*, 75, p. 424-444.
- Silver, L.T. et S. Deutsch. 1963. «Uranium-lead isotopic variations in zircon: a case study». *Journal of Geology*, 71, p. 721-758.
- Spence, C et A. F. Rosen-Spence. 1975. «The place of sulphide mineralization in the volcanic sequence at Noranda, Québec». *Economic Geology*, 70, p. 90-101.
- Stacey, J.S. et J.D. Kramer. 1975. «Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model». *Earth and Planetary Science Letters*, 26, p. 207-221.
- Trudel, P. 1978. «Géologie de la région de Clérecy, Abitibi-Ouest.». *Ministère des Richesses Naturelles du Québec*, DP-598.
- Wong, L., D.W. Davis, T.E. Krogh et F. Robert. 1991. «U-Pb zircon and rutile chronology of Archean greenstone formation and gold mineralization in the Val d'Or region, Québec». *Earth and Planetary Science Letters*, 104, p. 325-336.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La formation du GBR est liée à la création de plusieurs centres volcaniques qui ont permis l'extrusion de laves tholéitiques à calco-alcalines. Ceci exclut un centre unique de formation de laves et un âge unique de formation des minéralisations de type SMV. La mise en place du GBR s'est effectuée sur plus de 15 Ma et peut se diviser en trois phases distinctes d'édification. La première phase est associée avec le volcanisme syn-Aldermac (2707 Ma), la deuxième phase met en place la plus grande partie du GBR entre 2701 et 2698, et la dernière phase produit un volcanisme plus récent (≤ 2692 Ma) presque syn-Dufault (2690 Ma, Mortensen, 1993). Les indices et les dépôts de types SMV sont présents à l'intérieure de chaque phase de volcanisme.

Cette étude met en lumière l'existence de zircons hérités à l'intérieur des laves felsiques du GBR. La détermination d'un âge dans ce groupe ne pourra plus faire abstraction de cette nouvelle donnée. Les plutons synvolcaniques multiphasés déjà datés du lac Flavrian et du lac Dufault méritent d'être étudiés de façon plus systématique afin d'établir un ordre chronologique dans le GBR en tenant compte de l'héritage. Également, une étude géochronologique de certains gisements de sulfures massifs (Bouchard-Hébert, Gallen, New-insco) permettraient d'établir la relation temporelle entre ces minéralisations et les intrusions syn-volcaniques.