



**Géochimie des roches volcaniques archéennes du  
Groupe de Blake River, Sous-province de l'Abitibi, Québec :  
composition des échantillons « frais »**

Sarane Sterckx, Pierre-Simon Ross et Jean Goutier

MB 2014-32

**Avertissement**

Ce document est une copie fidèle du manuscrit soumis par l'auteur, sauf pour une vérification sommaire destinée à assurer une qualité convenable de diffusion.

# **Géochimie des roches volcaniques archéennes du Groupe de Blake River, Sous-province de l'Abitibi, Québec : composition des échantillons « frais »**

---

**Sarane Sterckx<sup>1</sup>, Pierre-Simon Ross<sup>1</sup>, Jean Goutier<sup>2</sup>**

1. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau-Terre-Environnement, 490 rue de la Couronne, Québec, Québec, G1K 9A9, Canada

2. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 70 avenue Québec, Rouyn-Noranda, Québec, J9X 6R1, Canada

juin 2014

## **Résumé**

La Sous-province de l'Abitibi, une ceinture de roches volcano-sédimentaires archéennes, constitue l'un des meilleurs endroits au monde pour l'exploration des gisements de cuivre, or, zinc et argent de type sulfures massifs volcanogènes (SMV). Le Groupe de Blake River dans le secteur de Rouyn-Noranda comprend deux camps miniers de SMV importants : le camp de Noranda et le camp de Doyon-Bousquet-LaRonde, qui représentent un peu moins de la moitié du tonnage total de SMV de l'Abitibi.

La stratigraphie des roches volcaniques encaissantes contrôle en partie la mise en place des gisements de SMV. Cependant, à l'échelle régionale du Groupe de Blake River, peu de niveaux marqueurs sont définis. Une meilleure compréhension de la stratigraphie des roches volcaniques sous-marines du Groupe de Blake River est essentielle pour définir la position des gisements connus et faciliter l'exploration. C'est là l'objectif du projet commencé à l'automne 2012 à l'INRS-ETE avec le soutien du MRN.

Ces dernières années, des milliers d'analyses géochimiques (incluant les éléments majeurs et les traces) sont devenues disponibles, ainsi que des datations U-Pb, fournissant un cadre spatio-temporel aux événements volcaniques et à la minéralisation. Pourtant, les données lithogéochimiques n'ont pas été exploitées à leur plein potentiel. Le projet se base sur la compilation de données issues du SIGÉOM et de d'autres sources, d'un ré-échantillonnage sur le terrain et de réanalyses d'anciens échantillons. Une banque de données de près de 3000 analyses complètes de roches volcaniques du Groupe de Blake River a été compilée.

La classification des roches volcaniques étant traditionnellement définie en fonction de la silice, le diagramme  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr/TiO}_2$  est utilisé ici pour pouvoir nommer les 1555 roches volcaniques les moins altérées du Groupe de Blake River. Le caractère bimodal de l'ensemble du Groupe de Blake River est vérifié bien que certaines formations soient majoritairement mafiques (ex. Renault-Dufresnoy) ou felsiques (ex. Bousquet). À l'échelle du Groupe de Blake River l'affinité magmatique varie de tholéitique à calco-alcaline, mais elle est principalement transitionnelle.

## **Mots clés**

Groupe de Blake River, géochimie, stratigraphie, classification, roches volcaniques, sulfures massifs volcanogènes

## 1. Introduction

La Sous-province de l'Abitibi, dans la Province du Supérieur, constitue l'un des meilleurs endroits au monde pour l'exploration des gisements polymétalliques de type sulfures massifs volcanogènes (SMV). Sur les 810 Mt de métaux de base et de métaux précieux cumulés pour la Sous-province de l'Abitibi (production, réserves et ressources), 375 Mt sont associées avec le Groupe de Blake River (Mercier-Langevin *et al.*, 2011). Ce dernier concentre également un plus grand nombre de gisements de SMV que n'importe quelle autre ceinture archéenne au monde (31 gisements pour une superficie de 3000 km<sup>2</sup> dans la partie québécoise, Mercier-Langevin *et al.*, 2011). Le Groupe de Blake River, dans le secteur de Rouyn-Noranda, comprend deux importants camps miniers de SMV, le camp de Noranda (Gibson et Galley, 2007) et celui de Doyon-Bousquet-LaRonde (Mercier-Langevin *et al.*, 2007a) (figure 1).

Malgré l'identification de ces gisements de SMV à travers le Groupe de Blake River, leur position stratigraphique n'est pas toujours clairement connue et peu de niveaux marqueurs existent à l'échelle régionale. De nombreux travaux ont déjà été menés afin de clarifier le schéma stratigraphique de l'ensemble du Groupe de Blake River (ex. Gélinas *et al.*, 1984a; Péloquin *et al.*, 1990, 2001; Mercier-Langevin *et al.*, 2011), mais aussi de différents secteurs d'intérêt particulier. Par exemple, Lafrance et Dion (2004), ainsi que Dion et Rhéaume (2007), ont cartographié et compilé respectivement une partie de la Formation de Renault-Dufresnoy et une partie de la Formation de Duprat-Montbray. Ils ont proposé différentes unités chimico-stratigraphiques dans des secteurs restreints. Rogers *et al.* (2010a, 2010b, 2014) ont travaillé sur un petit segment de la Formation d'Hébecourt. Ross *et al.* (2011a, 2011b) ont étudié la géochimie des roches volcanoclastiques mafiques à intermédiaires dans plusieurs secteurs du Groupe de Blake River. Mercier-Langevin *et al.* (2011) et McNicoll *et al.* (2014) divisent les roches volcaniques du Groupe de Blake River en neuf formations (figure 1) sur la base de la distribution géographique, des observations de terrain (types de roches, textures), de l'âge et de certaines

considérations géochimiques. Les datations U-Pb ont été récemment obtenues et complétées par McNicoll *et al.* (2014) permettent de fournir un cadre chronologique aux événements volcaniques et à la minéralisation.

Le projet de recherche à l'INRS, qui en est à sa deuxième année financière, vise à faire une synthèse lithogéochimique du Groupe de Blake River, à raffiner sa stratigraphie et à définir les niveaux favorables aux gisements de SMV. Ce rapport préliminaire présente l'avancement des travaux au 15 mars 2014.

## **2. Contexte géologique**

Le Groupe de Blake River (2704 à 2695 Ma : Mercier-Langevin *et al.*, 2011; Ross *et al.*, 2011b; McNicoll *et al.*, 2014) représente la plus jeune séquence de roches volcaniques subcalines dans la Sous-province de l'Abitibi (Thurston *et al.*, 2008). Il est limité au nord par la Faille de Porcupine-Destor et de Parfouru et au sud par la Faille de Cadillac. Les séquences volcaniques sous-marines constituant le Groupe de Blake River, généralement de faible grade métamorphique, sont particulièrement bien préservées. Les laves et les roches volcaniques fragmentaires associées sont plus communes que les roches pyroclastiques (Ross *et al.*, 2011a, 2011b). Toutes ces roches volcaniques sont intrudées par plusieurs générations de plutons, de dykes et de filons-couches de compositions variables (ex. Piercey *et al.*, 2008; voir les cartes dans le SIGÉOM).

Les roches du Groupe de Blake River ont été affectées par trois épisodes de métamorphisme. Le premier épisode est associé à l'activité hydrothermale synvolcanique, atteint le faciès des schistes verts et affecte les volcanites le long des structures synvolcaniques (Hannington *et al.*, 2003). Le second épisode est un métamorphisme de contact au faciès des amphibolites lors de la mise en place, vers 2690 Ma, du Pluton du Lac Dufault (Wilson, 1941; de Rosen-Spence, 1969; Mortensen, 1993). Le troisième épisode correspond au métamorphisme régional (2677 à 2643 Ma) variant du faciès inférieur des schistes verts au faciès inférieur des amphibolites (Jolly, 1978, 1980; Dimroth *et al.*, 1983; Gélinais *et al.*, 1984a, 1984b; Powell *et al.*, 1993, 1995; Dubé *et al.*, 2007).

### 3. Méthodologie

#### 3.1 Compilation de la base de données complète « finale »

La première année financière du projet avait permis la création d'une base de données géochimiques préliminaire pour le Groupe de Blake River, via la compilation de données issues du SIGÉOM, de la Commission géologique du Canada (CGC) et d'un ré-échantillonnage sur le terrain (Sterckx *et al.*, 2013). Quelques 2103 analyses composaient cette banque de données préliminaire, avec les critères de sélection suivants : 1) échantillon provenant d'un affleurement; 2) roche volcanique clairement identifiée comme telle dans la source des données; 3) Th, Yb, Zr, Y et Nb analysés; 4) la somme des éléments majeurs se situant entre 98,5 et 101 %. Les données ne sont pas normalisées à 100 %.

Ce travail de compilation a été terminé durant la seconde année financière par l'intégration d'environ 500 données issues de publications diverses et de 174 réanalyses d'échantillons préservés dans les lithothèques du MRN. Pour les réanalyses, les échantillons ont été replacés géographiquement dans SIGÉOM sur la base de la position révisée des affleurements (les écarts entre les anciennes et les nouvelles positions des analyses géochimiques varient de quelques mètres à quelques kilomètres). La banque de données compte à présent 2652 analyses complètes (majeurs et traces). Tous nos travaux futurs seront basés sur cette banque de données complète « finale ».

#### 3.2 Classification des roches volcaniques

L'altération hydrothermale variable, mais parfois intense, à laquelle sont soumises les roches volcaniques associées aux gisements de SMV pose problème pour la classification des roches volcaniques. Il n'est pas possible d'utiliser le diagramme TAS (alcalins vs silice) ou le diagramme  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr/TiO}_2$  de Winchester et Floyd (1977) sur les échantillons altérés à cause de la mobilité des éléments majeurs. Il existe deux solutions potentielles à ce problème : soit utiliser un diagramme alternatif comme  $\text{Zr/TiO}_2$  vs  $\text{Nb/Y}$  de



Winchester et Floyd (1977), avec tous les échantillons, soit utiliser tout de même  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr/TiO}_2$ , mais seulement avec les échantillons les moins altérés.

L'utilisation d'un diagramme alternatif était notre préférence initiale puisqu'en retenant seulement des ratios d'éléments immobiles, on peut en principe classer tous les échantillons peu importe leur niveau d'altération. Cependant, il a été montré dans le rapport précédent (Sterckx *et al.*, 2013) que le diagramme  $\text{Zr/TiO}_2$  vs  $\text{Nb/Y}$  n'est pas un équivalent satisfaisant du diagramme  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr/TiO}_2$ . Le taux de mauvaise classification est trop élevé. Il y a effectivement une augmentation générale du ratio  $\text{Zr/TiO}_2$  quand on augmente le  $\text{SiO}_2$ , mais le ratio  $\text{Zr/TiO}_2$  ne peut pas classer parfaitement les échantillons individuels puisqu'il n'est pas parfaitement corrélé avec la silice.

Nous avons, dès lors, tenté de trouver un ratio d'éléments immobiles qui puisse être corrélé de manière plus significative avec la silice, pour éventuellement créer un nouveau diagramme de classification des roches volcaniques. Ces recherches se sont basées sur la compilation de 2058 roches volcaniques présumées fraîches, provenant d'environnements de rides médio-océaniques et d'arcs volcaniques actuels, depuis la banque de données en ligne PetDB ([www.earthchem.org/petdb](http://www.earthchem.org/petdb)). Des matrices de corrélation ont été générées pour explorer toutes les combinaisons possibles d'éléments immobiles. Bien que certains ratios, comme  $\text{TiO}_2/\text{Ho}$  ou  $\text{TiO}_2/\text{Tm}$ , montraient des coefficients de corrélation avec la silice significativement meilleurs que le ratio  $\text{Zr/TiO}_2$ <sup>1</sup>, les tentatives de construction d'un nouveau diagramme de classification sur la base de ces ratios sont restées vaines. En effet, tout comme pour le diagramme  $\text{Zr/TiO}_2$  vs  $\text{Nb/Y}$ , il reste difficile de pouvoir différencier les basaltes des andésites basaltiques ou les dacites des rhyodacites par exemple. Rien ne semble remplacer efficacement la silice quand ce niveau de détail est désiré. Les travaux de Verma *et al.* (2010) soulignent aussi que le simple usage d'un rapport de deux éléments ne peut suffire à reproduire le comportement de la silice lors de la différenciation magmatique. Ces auteurs suggèrent que des analyses statistiques plus poussées (ex. multivariées) permettraient possiblement une meilleure classification des roches volcaniques altérées, mais de tels travaux restent à faire.

---

<sup>1</sup> Ceci a été validé avec des tests statistiques.



Ayant montré qu'il n'existe pas actuellement de méthode simple et efficace pour classer les roches volcaniques altérées de manière acceptable, nous utiliserons le diagramme  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  dans ce rapport, pour nommer uniquement les roches les moins altérées du Groupe de Blake River. L'objectif est ici de donner un nom précis aux roches volcaniques sur la partie de la banque de données qui s'y prête. Nous reviendrons à la banque de données complète incluant les roches plus altérées dans nos travaux futurs, par exemple en utilisant prudemment le diagramme  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  vs  $\text{Nb}/\text{Y}$ , mais sans prétendre atteindre la qualité de nomenclature permise par la silice.

### 3.3 Sélection des données pour le présent rapport

La distinction entre les échantillons « frais » et les échantillons « altérés » se fait sur la base de trois critères : 1) la perte au feu doit être inférieure ou égale à 4,0 %; 2) l'indice d'altération d'Ishikawa (AI) doit être compris entre 20 et 60 %; 3) l'indice chlorite-carbonate-pyrite (CCPI) doit être compris entre 10 et 90 %. Après ces manipulations, il reste 1541 échantillons « frais », c'est-à-dire 58 % de la banque de données complète. Ces échantillons sont ensuite répartis dans chacune des neuf formations du Groupe de Blake River.

## 4. Résultats préliminaires

Les résultats préliminaires concernent la classification des roches volcaniques « fraîches » et la vérification du caractère bimodal du Groupe de Blake River, ainsi que des différentes formations qui le composent à l'aide du diagramme le diagramme  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  de Winchester et Floyd (1977). Nous avons aussi estimé l'affinité magmatique des roches volcaniques grâce au diagramme de Ross et Bédard (2009). Les résultats sont résumés au tableau 1, illustrés aux figures 3 à 5 et discutés ci-dessous. Notons que le nombre d'échantillons est faible pour certaines formations (ex. Horne, Camac).

#### 4.1 Classification des roches volcaniques

La distribution bimodale des roches « fraîches » du Groupe de Blake River est illustrée à la figure 3. Cette figure présente un histogramme de la fréquence des différents types de roches (basaltes, andésites basaltiques, andésites, dacites, rhyodacites et rhyolites), exprimé d'après leurs teneurs en  $\text{SiO}_2$ . Les limites choisies sont celles des diagrammes présentés à la figure 4. Le champ comprenant les andésites basaltiques et les andésites a été arbitrairement divisé en deux en son centre pour séparer les deux classes sur la figure 4. La même stratégie permet de séparer les dacites des rhyodacites.

Pour l'ensemble roches « fraîches » du Groupe de Blake River, le caractère bimodal est très net. Le premier pic est centré sur les andésites basaltiques (53 à 58 % poids  $\text{SiO}_2$ ) mais comprend aussi des basaltes et des andésites. Le second pic comprend des rhyodacites (68 à 73 % poids  $\text{SiO}_2$ ) et des rhyolites (>73 % poids  $\text{SiO}_2$ ). Il y a un trou central dans la distribution comprenant les dacites et la partie supérieure des andésites; les basaltes comprenant moins de 50 % poids  $\text{SiO}_2$  sont aussi rares.

Ce caractère bimodal est également observé pour la Formation de Duprat-Montbray. Les formations de Reneault-Dufresnoy, Rouyn-Pelletier, Hébécourt et Camac sont caractérisées par une plus grande abondance des roches mafiques. Il s'agit principalement d'andésites basaltiques pour la première et de basaltes pour les trois dernières unités. Les formations de Noranda, Dupuis, Bousquet et Horne sont dominées quant à elles par des roches felsiques: des rhyolites pour les deux premières et des dacites pour la dernière. La Formation de Bousquet contient une quantité pratiquement égale de rhyodacites et de rhyolites.

#### 4.2 Affinité magmatique

L'affinité magmatique des roches volcaniques du Groupe de Blake River est présentée à la figure 5. L'ensemble du Groupe de Blake River, ainsi que les formations de Duprat-Montbray, Noranda, Dupuis et Camac sont majoritairement représentés par des roches d'affinité transitionnelle (tableau 1). La Formation de Reneault-Dufresnoy, bien que prin-

cipalement transitionnelle, présente également un nombre presque autant important de roches d'affinité tholéiitique à calco-alkaline. Les formations de Bousquet et de Horne montrent une forte majorité de roches calco-alkalines, alors que les formations d'Hébécourt et de Rouyn-Pelletier sont très majoritairement tholéiitiques.

## 5. Conclusions et travaux futurs

La seconde année financière du projet a permis dans un premier temps de terminer la compilation de données disponibles pour le Groupe du Blake River. La banque de données finale contient 2652 analyses géochimiques complètes (incluant les éléments en traces) de roches volcaniques de surface du Groupe de Blake River. Nous avons dans un second temps poursuivi nos recherches pour améliorer la classification des roches volcaniques altérées. Nous avons cependant montré que définir une nouvelle classification basée sur les éléments en traces n'est pas possible à court terme.

Dès lors, nous classifions les roches volcaniques « fraîches » du Groupe de Blake River grâce au diagramme  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{Zr/TiO}_2$  dans ce rapport. Le caractère bimodal est ainsi confirmé pour l'ensemble du Groupe de Blake River et pour plusieurs de ses formations. Certaines formations sont toutefois à dominance felsique (ex. Bousquet) ou mafique (ex. Rouyn-Pelletier). À l'échelle du Groupe de Blake River, la majorité des échantillons « frais » sont transitionnels, mais l'affinité magmatique varie de tholéiitique à calco-alkaline. Certaines formations ont une affinité magmatique dominante (Hébécourt : 92 % tholéiitique), alors que d'autres ont des affinités magmatiques variables.

Les travaux futurs comprendront deux étapes principales. La première est de caractériser chaque formation à partir de l'ensemble des données disponibles y compris les roches altérées. Pour ce faire, nous utiliserons principalement les éléments en traces immobiles. La seconde étape est d'explorer chaque formation en détail, pour définir des unités chimico-stratigraphiques à l'intérieur des formations. Pour ce faire, plusieurs diagrammes seront considérés simultanément dont les diagrammes multiéléments (terres rares et éléments de haute intensité de charges). L'homogénéité spatiale de ces unités sera vérifiée.

## 6. Références

- DE ROSEN-SPENCE, A., 1969. Genèse des roches à cordiérite-anthophyllite des gisements cupro-zincifères de la région de Rouyn-Noranda, Québec, Canada; Canadian Journal of Earth Sciences, volume. 6, pages 1339-1345.
- DIMROTH, E. – IMREH, L. – GOULET, N. – ROCHELEAU, M., 1983 – Evolution of the south-central part of the Archean Abitibi belt, Quebec. Part III: Plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 19, pages 1729-1758.
- DION, C. – RHÉAUME, P., 2007 – Stratigraphie de la partie occidentale du Groupe de Blake River. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; ET 2007-03, 29 p.
- DUBÉ, B. – MERCIER-LANGEVIN, P. – HANNINGTON, M. – LAFRANCE, B. – GOSSELIN, G. – GOSSELIN, P., 2007 – The LaRonde Penna world-Class Au-rich volcanogenic massive sulfide deposit, Abitibi, Québec: mineralogy and geochemistry of alteration and implications for genesis and exploration. Economic Geology; volume 102, pages 633-666.
- GÉLINAS, L. – TRUDEL, P. – HUBERT, C., 1984a – Chimico-stratigraphie et tectonique du Groupe de Blake River. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM 83-01, 41 pages.
- GÉLINAS, L. – TRUDEL, P. – HUBERT, C., 1984b – Chemostratigraphic division of the Blake River Group, Rouyn–Noranda area, Abitibi, Quebec. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 21, pages 220-231.
- GIBSON, H. – GALLEY, A., 2007 – Volcanogenic massive sulphide deposits of the Archean Noranda district, Quebec. *In*: GOODFELLOW, W.D. (éd.), Mineral deposits of Canada: a synthesis of major deposits types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods. Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division; volume spécial 5, pages 533-552.
- HANNINGTON, M.D. – SANTAGUIDA, F. – KJARSGAARD, I.M. – CATHLES, L. M., 2003 – Regional-scale hydrothermal alteration in the Central Blake River

- Group, western Abitibi subprovince, Canada: implications for VMS prospectivity. *Mineralium Deposita*; volume 38, pages 393-422.
- JOLLY, W.T., 1978 – Metamorphic history of the Archean Abitibi belt. *In: Metamorphism in the Canadian Shield*. Commission géologique du Canada; Paper 78-10, pages 63-77.
- JOLLY, W.T., 1980 – Development and degradation of Archean lavas, Abitibi area, Canada, in light of major element geochemistry. *Journal of Petrology*; volume 21, part 2, pages 323-363.
- LAFRANCE, B. – DION, C., 2004 – Synthèse de la partie est du Groupe de Blake River, phase 1: secteur à l'est de la faille du ruisseau Davidson (32D/07 SE). Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec; RP 2004-04, 14 pages.
- MCNICOLL, V. – GOUTIER, J. – DUBÉ, B. – MERCIER-LANGEVIN, P. – ROSS, P.-S. – DION, C. – MONECKE, T. – PERCIVAL, J. – LEGAULT, M. – GIBSON, H., 2014 – New U-Pb geochronology from the Blake River Group, Abitibi Greenstone Belt, Québec: implications for geological interpretations and base metal exploration. *Economic Geology*; volume 109, pages 27-59.
- MERCIER-LANGEVIN, P. – DUBÉ, B. – LAFRANCE, B. – HANNINGTON, M. – GALLEY, A. – MOORHEAD, J. – GOSSELIN, P., 2007a – Metallogeny of the Doyon-Bousquet-LaRonde mining camp, Abitibi Greenstone Belt, Quebec. *In: GOODFELLOW, W.D. (éd.), Mineral deposits of Canada: a synthesis of major deposits types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods*. Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division; volume spécial 5, pages 673-701.
- MERCIER-LANGEVIN, P. – GOUTIER, J. – ROSS, P.-S. – MCNICOLL, V. – MONECKE, T. – DION, C. – DUBÉ, B. – THURSTON, P. – BÉCU, V. – GIBSON, H. – HANNINGTON, M. – GALLEY, A., 2011 – The Blake River Group of the Abitibi Greenstone Belt and its unique VMS and gold-rich VMS endowment. Commission géologique du Canada, Dossier Public 6869, pages 1-61.

- MORTENSEN, J.K., 1993. U-Pb geochronology of the eastern Abitibi Subprovince. Part 2: Noranda-Kirkland Lake area. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 30, pages 29-41.
- PÉLOQUIN, A.S. - POTVIN, R. - PARADIS, S. - LAFLÈCHE, M.R. - VERPAELST, P. - GIBSON, H.L., 1990. The Blake River Group, Rouyn-Noranda area, Quebec: a stratigraphic synthesis. *In: Rive, M., Verpaelst, P., Gagnon, Y., Lulin, J.-M., Rivierin, G., Simard, A. (éds), La ceinture polymétallique du nord-ouest québécois : synthèse de 60 ans d'exploration minière.* p. 107-118
- PÉLOQUIN, A.S. – VERPAELST, P. – LUDDEN, J. N. – DEJOU, B. – GAULIN, R., 2001 – Stratigraphie de la partie ouest du Groupe de Blake River (Sous-province de l’Abitibi. Ministère des Ressources naturelles, Québec; ET 98-03, 35 pages.
- PIERCEY, S.J. – CHALOUX, E.C. – PÉLOQUIN, A.S. – HAMILTON, M.A. – CREASER, R.A., 2008 – Synvolcanic and younger plutonic rocks from the Blake River Group: implications for regional metallogenesis. *Economic Geology*; volume 103, pages 1243-1268.
- POWELL, W.G. – CARMICHAEL, C.J. – HODGSON, C.J., 1993 – Thermobarometry in a subgreenschist to greenschist transition in metabasites of the Abitibi greenstone belt, Superior Province, Canada. *Journal of Metamorphic Geology*; volume 11, pages 165-178.
- POWELL, W.G. – CARMICHEAL, D.M. – HODGSON, C.J., 1995 – Conditions and timing of metamorphism in the southern Abitibi greenstone belt, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 32, pages 787-805.
- ROGERS, R. – ROSS, P.-S. – GOUTIER, J. – LAFRANCE, B. – MERCIER-LANGEVIN, P., 2010a – Étude volcanologique et métallogénique d’un segment de la Formation d’Hébécourt, Sous-province de l’Abitibi : résultats préliminaires. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-06, 11 pages.
- ROGERS, R. – ROSS, P.-S. – GOUTIER, J. – MERCIER-LANGEVIN, P., 2010b – Étude volcanologique et géochimique des roches volcaniques mafiques à intermédiaires du Groupe de Blake River entre les lacs McDiarmid et Hébécourt, Sous-

- province de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-08, 11 pages.
- ROGERS, R. – ROSS, P.-S. – GOUTIER, J. – MERCIER-LANGEVIN, P., 2014 – Using physical volcanology, chemo-stratigraphy and pyrite geochemistry as tools for VMS exploration outside of mining camps in the Blake River Group, Abitibi Subprovince. *Economic Geology*; volume 109, pages 61-88.
- ROSS, P.-S. – BÉDARD, J.H., 2009 – Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace-element discriminant diagrams. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 46, pages 823-839.
- ROSS, P.-S. – GOUTIER, J. – MERCIER-LANGEVIN, P. – DUBÉ, B., 2011a – Basaltic to andesitic volcanoclastic rocks in the Blake River Group, Abitibi Greenstone Belt: 1. Mode of emplacement in three areas. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 48, pages 728-756.
- ROSS, P.-S. – MCNICOLL, V. – GOUTIER, J. – MERCIER-LANGEVIN, P. – DUBÉ, B., 2011b – Basaltic to andesitic volcanoclastic rocks in the Blake River Group, Abitibi Greenstone Belt: 2. Origin, geochemistry, and geochronology. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 48, pages 757-777.
- STERCKX, S. – ROSS, P.-S. – GOUTIER, J., 2013 – Géochimie des roches volcaniques archéennes du Groupe de Blake River, Sous-province de l'Abitibi, Québec : rapport préliminaire. Ministère des Ressources naturelles, Québec; GM 67661, 21 pages.
- THURSTON, P.C. – AYER, J.A. – GOUTIER, J. – HAMILTON, M.A., 2008 – Depositional gaps in Abitibi Greenstone Belt stratigraphy: a key to exploration for syngenetic mineralization. *Economic Geology*; volume 103, pages 1097-1134.
- VERMA, S.P. – RODRIGUEZ-RIOS, R. – GONZALEZ-RAMIREZ, R., 2010 – Statistical evaluation of classification diagrams for altered igneous rocks. *Turkish Journal of Earth Sciences*; volume 19.
- WILSON, M.E., 1941. Noranda district, Quebec. Department of Mines and Resources, Canada; Geological Survey, Memoir 229, 162 pages.

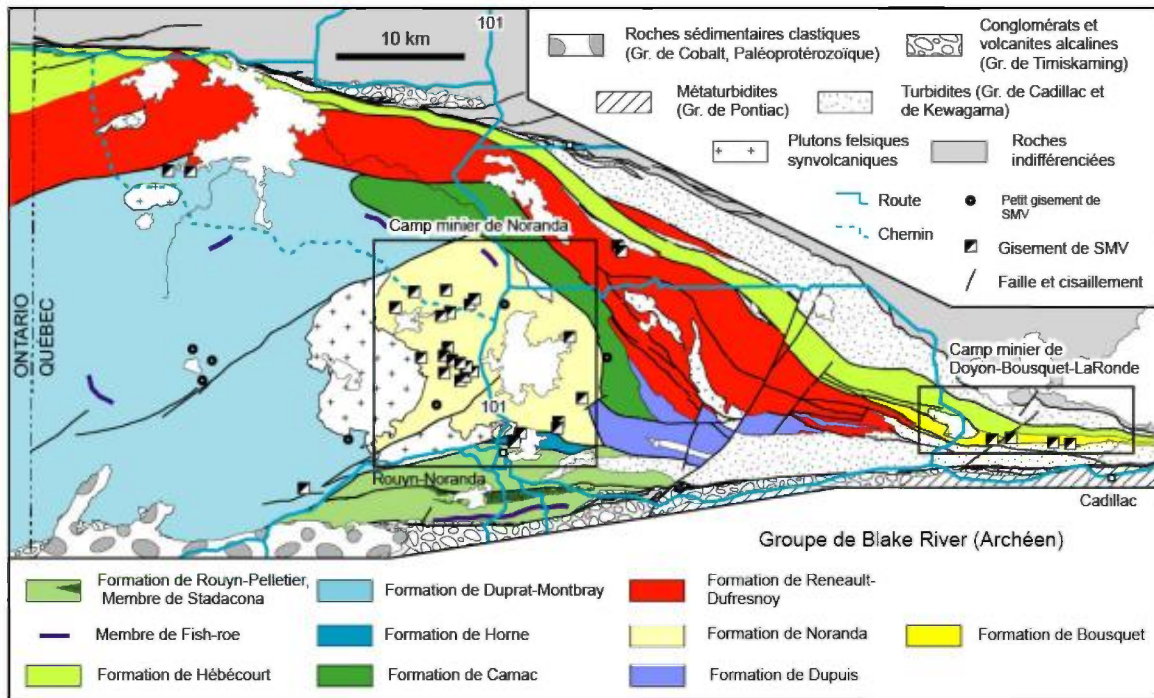


WINCHESTER, J.A. – FLOYD, P.A., 1977 – Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*; volume 20, pages 325-343.

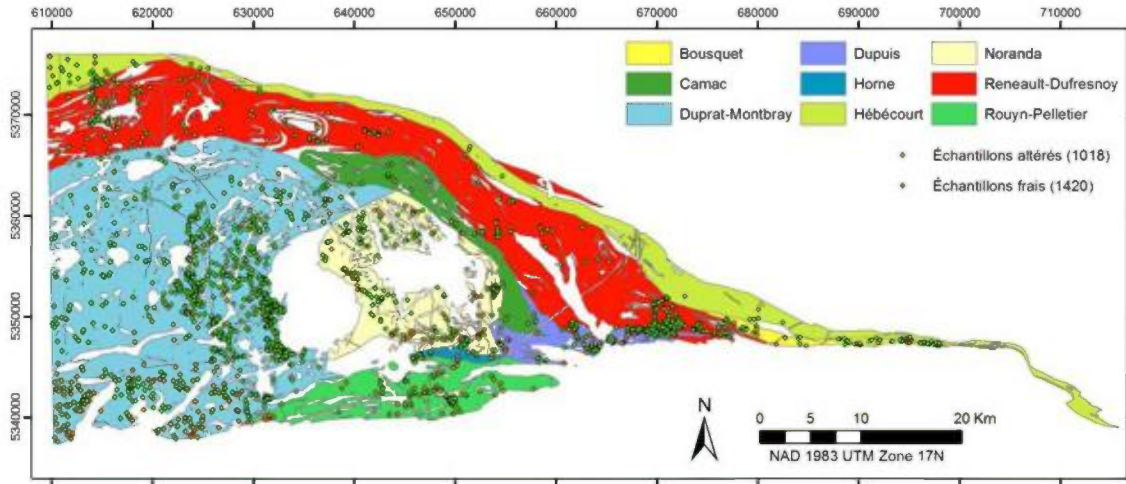
## 7. Tableau et figures

**Tableau 1 – Résumé des compositions et des affinités magmatiques des roches « fraîches » du Groupe de Blake River, ainsi que des neuf formations qui le composent. Les caractéristiques principales de chaque unité sont surlignées en vert. Thol. = tholéitique; Trans. = transitionnelle; CA = calco-alcaline; bas. = basalte; and. bas. = andésite basaltique; and. = andésite; rhyodac. = rhyodacite; rhyol. = rhyolite.**

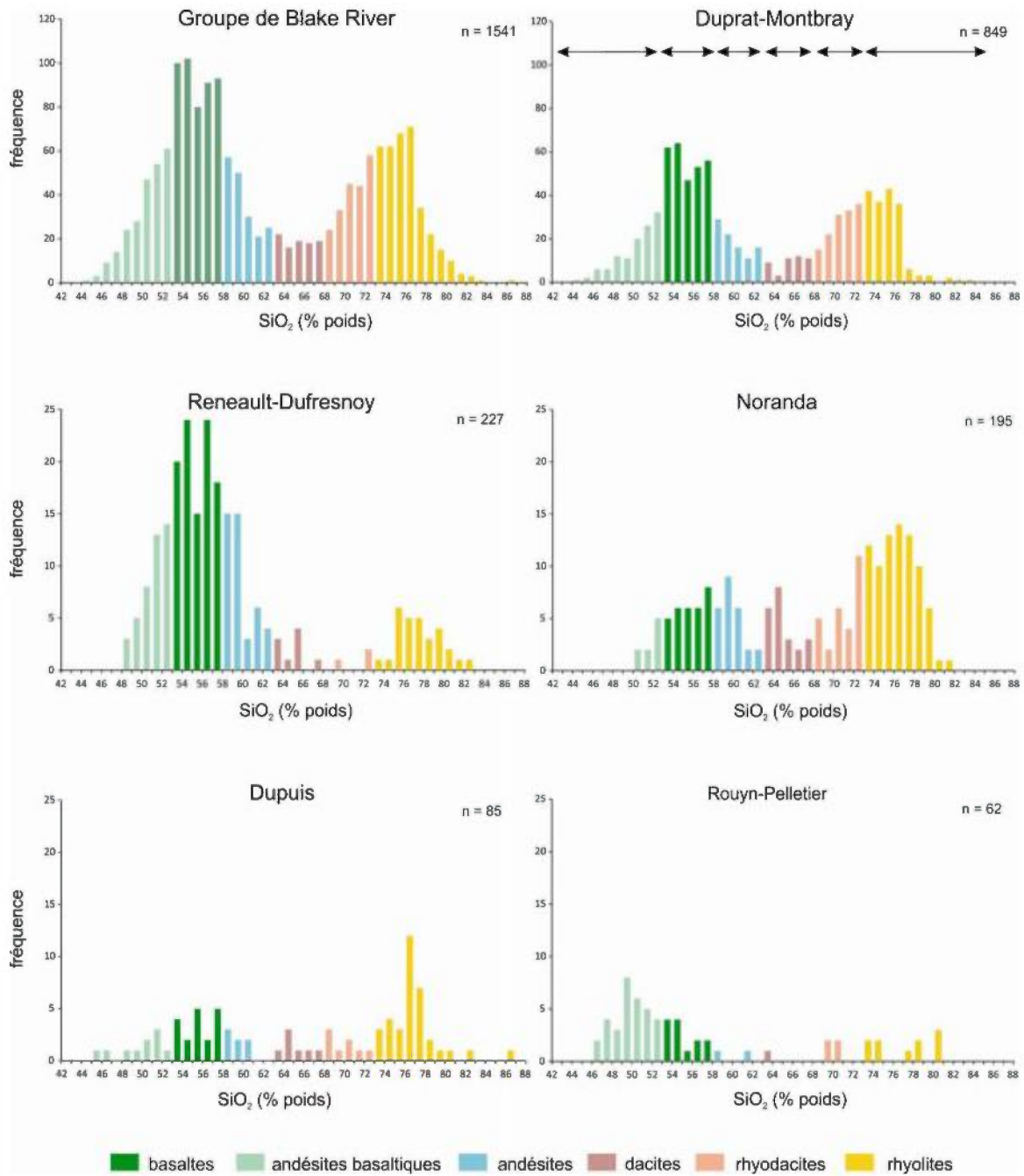
Unité	Nb. éch. frais	Affinité magmatique			Nom de la roche					
		Thol.	Trans.	CA	bas.	and. bas.	and.	dacite	rhyodac.	rhyol.
Duprat-Montbray	788	15 %	56 %	29 %	13 %	33 %	11 %	6 %	17 %	20 %
Reneault-Dufresnoy	213	31 %	39 %	29 %	18 %	45 %	19 %	4 %	1 %	12 %
Noranda	164	5 %	73 %	22 %	4 %	15 %	13 %	12 %	13 %	43 %
Dupuis	82	26 %	46 %	28 %	12 %	22 %	9 %	7 %	9 %	41 %
Bousquet	58	5 %	33 %	62 %	12 %	10 %	10 %	10 %	28 %	29 %
Rouyn-Pelletier	53	58 %	30 %	11 %	53 %	17 %	4 %	2 %	8 %	17 %
Hébécourt	39	92 %	5 %	3 %	41 %	28 %	8 %	3 %	3 %	18 %
Camac	16	31 %	56 %	13 %	44 %	13 %	25 %	0 %	19 %	0 %
Horne	7	14 %	14 %	71 %	0 %	14 %	0 %	14 %	57 %	14 %
Blake River	1420	20 %	52 %	28 %	15 %	30 %	12 %	6 %	14 %	23 %



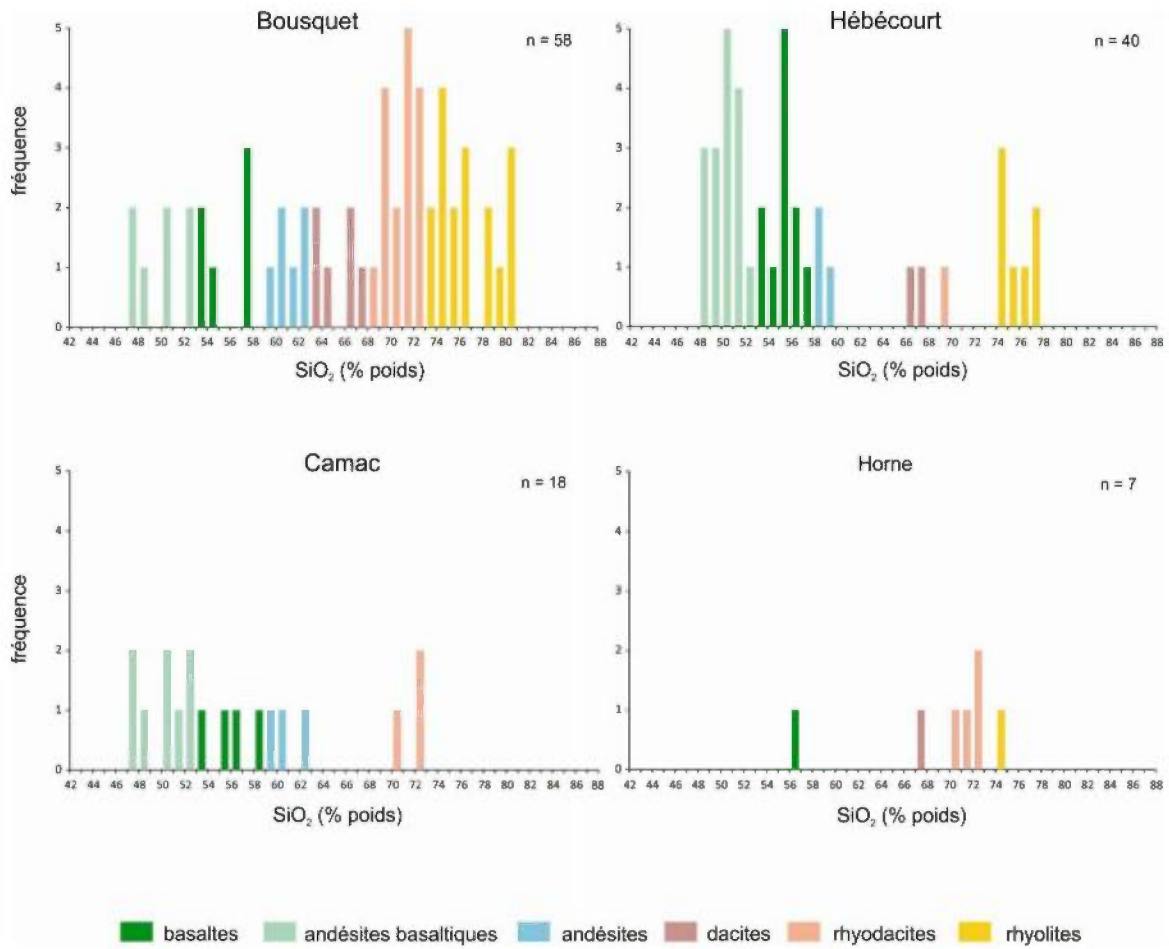
**Figure 1** - Carte géologique simplifiée du Groupe de Blake River avec les neuf différentes formations proposées par Goutier (en préparation) et la localisation des gisements de SMV.



**Figure 2** - Carte géologique simplifiée du Groupe de Blake River avec les neuf différentes formations proposées par Goutier (en préparation) et la localisation des échantillons « frais » et « altérés » composant la banque de données géochimique complète « finale ».

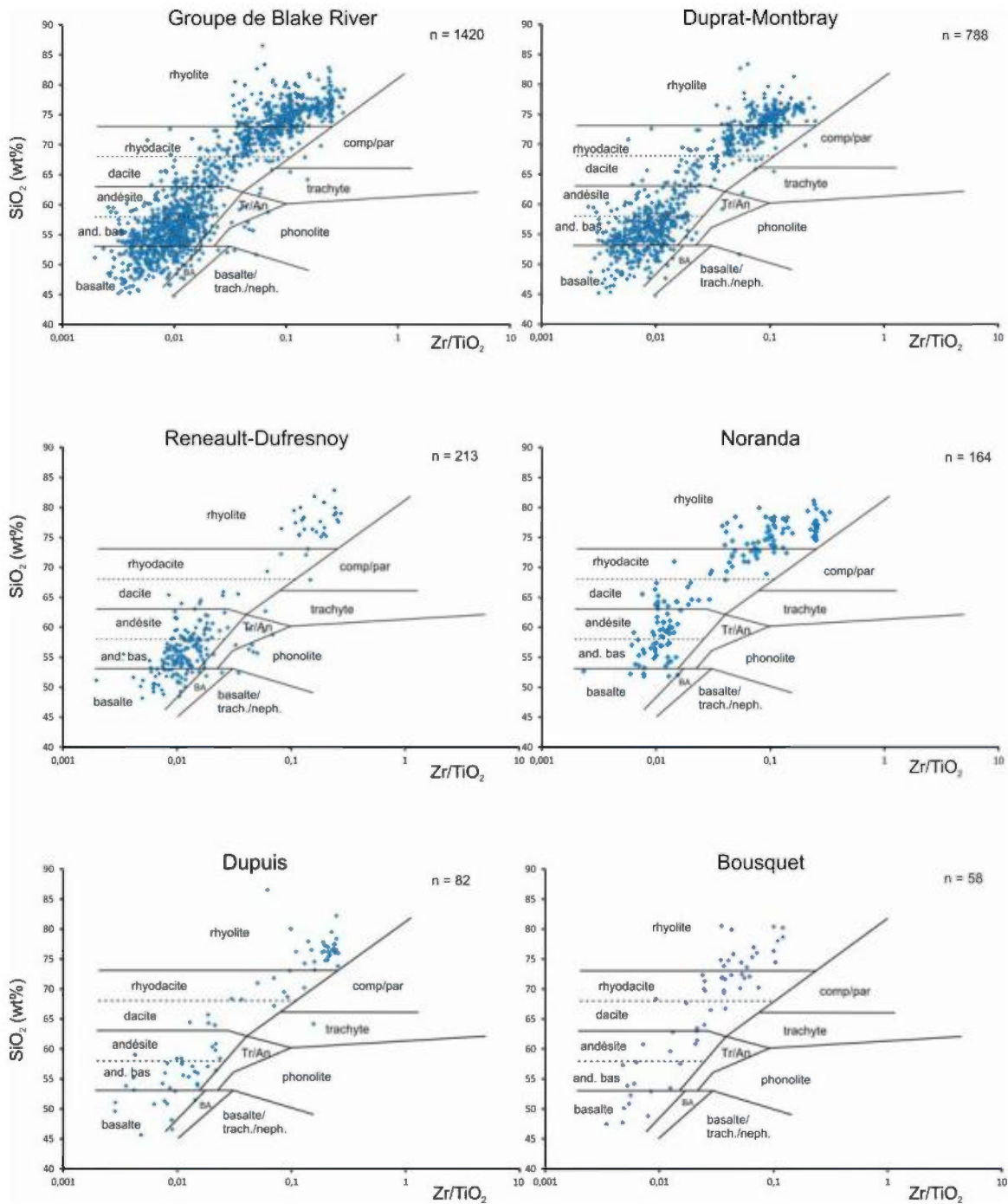


**Figure 3** – Histogramme de la fréquence des différents types de roches volcaniques « fraîches », exprimé d'après leurs teneurs en  $\text{SiO}_2$ . Les limites entre les champs sont tirées de la version modifiée du diagramme de Winchester et Floyd (1977), tel que montré à la figure 4. Sont présentés : le Groupe de Blake River en entier, les formations de Duprat-Montbray, Renault-Dufresnoy, Noranda, Dupuis et Bousquet.

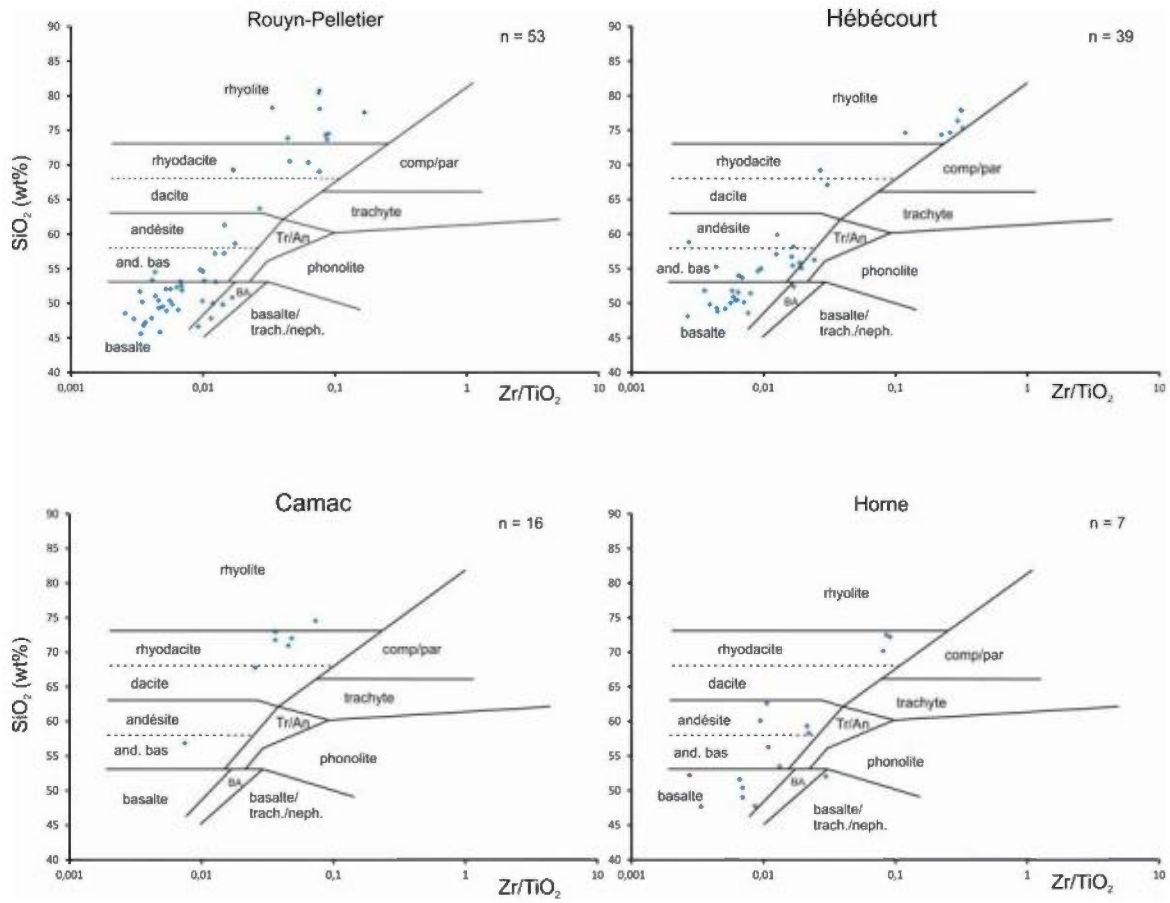


**Figure 3, suite** – Histogramme de la fréquence des différents types de roches volcaniques « fraîches » : formations de Rouyn-Pelletier, Hébécourt, Camac et Horne.



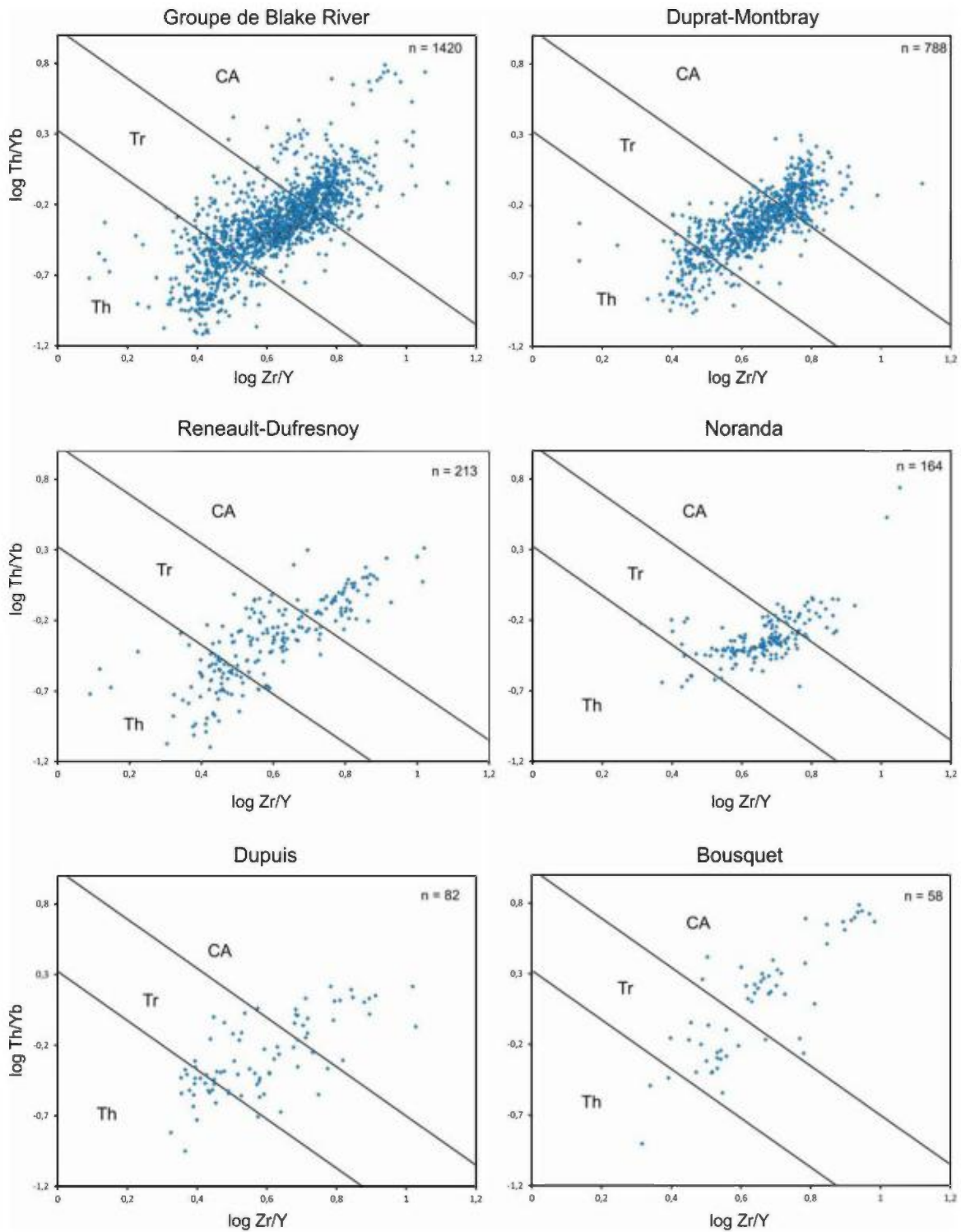


**Figure 4** – Diagrammes de classification des roches volcaniques « fraîches » du Groupe de Blake River et des unités de Duprat-Montbray, Reneault-Dufresnoy, Noranda, Dupuis et Bousquet. Diagrammes modifiés d’après Winchester et Floyd (1977).

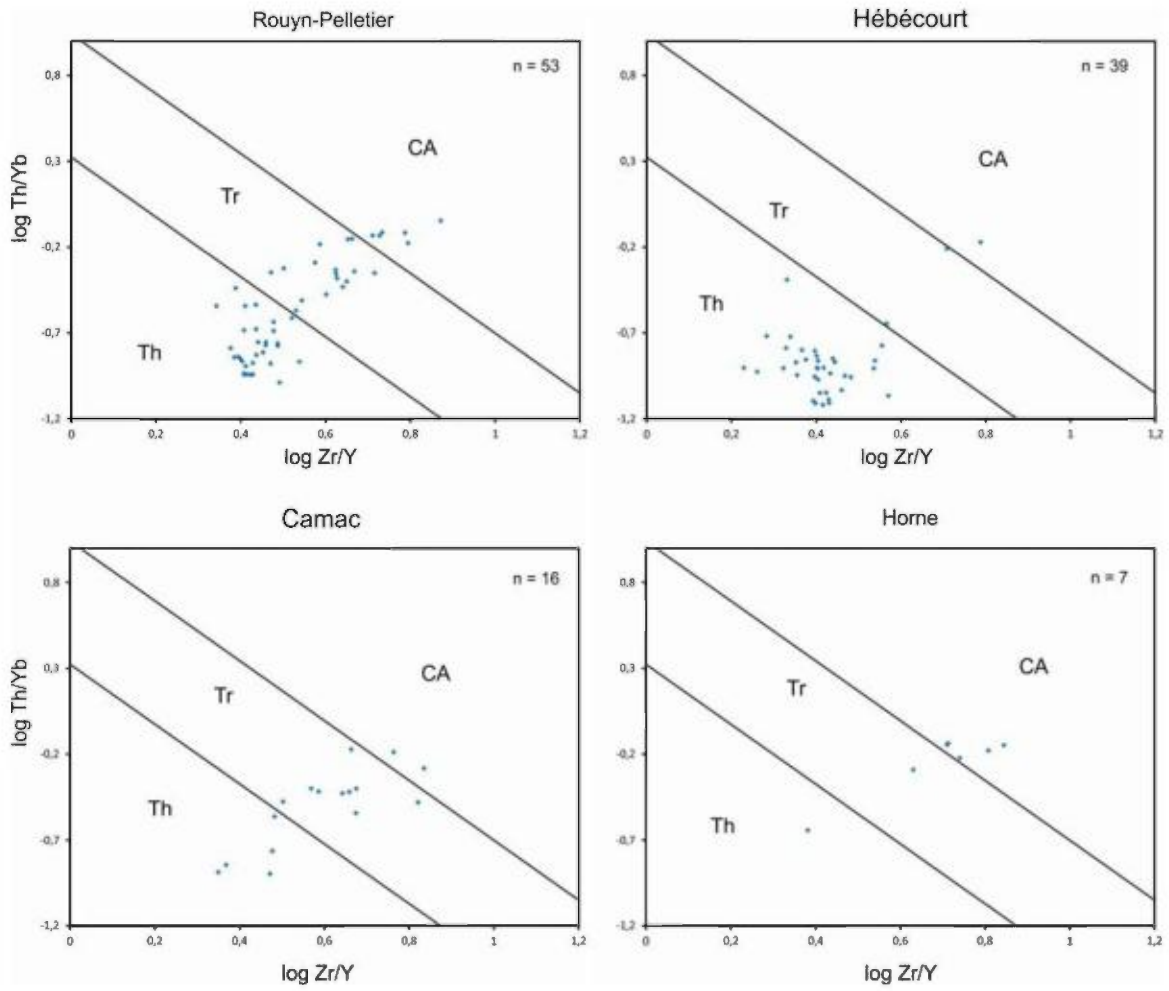


**Figure 4, suite** – Diagrammes de classification des roches volcaniques « fraîches » des formations de Rouyn-Pelletier, Hébécourt, Camac et Horne.





**Figure 5** – Diagrammes présentant l’affinité magmatique des roches volcaniques « fraîches » du Groupe de Blake River et des formations de Duprat-Montbray, Reneault-Dufresnoy, Noranda, Dupuis et Bousquet. Diagrammes d’après Ross et Bédard (2009).



**Figure 5, suite** – Diagrammes présentant l’affinité magmatique des roches volcaniques « fraîches » des formations de Rouyn-Pelletier, Hébécourt, Camac et Horne.