ET 98-03

STRATIGRAPHIE DE LA PARTIE OUEST DU GROUPE BLAKE RIVER (SOUS-PROVINCE DE L'ABITIBI)

Documents complémentaires

Additional Files

Licence

License

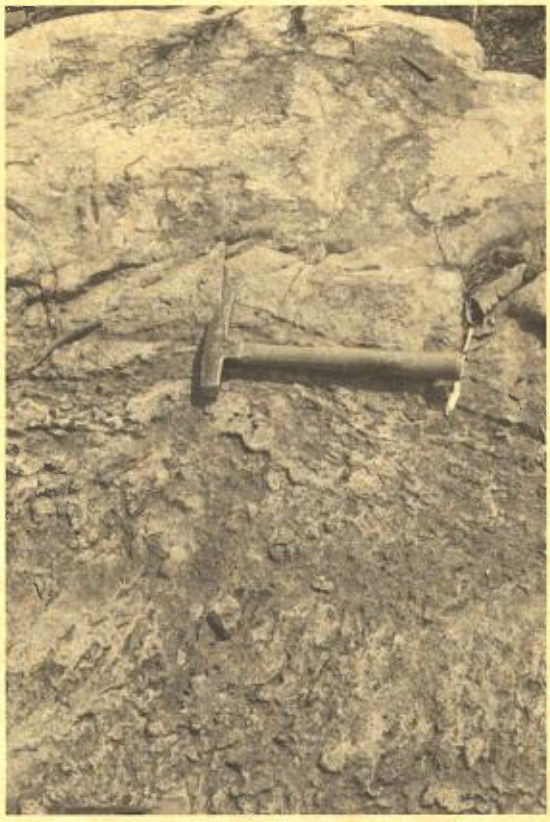
Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources naturelles
Québec

Stratigraphie de la partie ouest du Groupe de Blake River (Sous-province de l'Abitibi)

Alice S. Péloquin
Pierre Verpaelst
John N. Ludden
Brigitte Dejou
Raymond Gaulin

ET 98-03



Faciès de lobes et brèche d'une coulée rhyolitique située dans le canton de Duprat.

2001

Québec

Stratigraphie de la partie ouest du Groupe de Blake River (Sous-province de l'Abitibi)

Alice S. Péloquin [1]
Pierre Verpaelst
John N. Ludden [2]
Brigitte Dejou [3]
Raymond Gaulin [4]

ET 98-03

RÉSUMÉ

Trois sous-groupes sont définis dans le Groupe de Blake River en Abitibi, au Québec : le Noranda, le Misema et le Rouyn-Pelletier. Le secteur étudié inclut le Sous-groupe de Noranda, composé d'andésites et de rhyolites interstratifiées, et le Sous-groupe de Misema, dominé par les andésites avec très peu de rhyolites. Le Sous-groupe de Noranda est divisé en cinq blocs par la Faille de Hunter Creek, par la Faille de Rivière Mouilleuse, par la Faille de Baie Fabie et par le Cisaillement de D'Alembert. Ce sont les blocs Flavrian, D'Alembert, Hunter, Mouilleuse et Arnoux. Les blocs Kanasuta et Després incluent une partie du Sous-groupe de Misema dans le secteur étudié. Le déplacement le long des failles de Baie Fabie et de Rivière Mouilleuse reste inconnu, tandis que la présence des rhyolites hautement sphérolitiques des deux côtés de la Faille de Hunter Creek indique soit un mouvement verticale ascendant du Bloc Flavrian au sud par rapport au Bloc Hunter au nord, soit un mouvement senestre. Le Cisaillement de D'Alembert semble couper la Faille de Hunter Creek et indique un mouvement horizontal, par contre les cisaillements à l'intérieur du Bloc D'Alembert répètent la stratigraphie du secteur et montrent aussi un mouvement vertical.

La région étudiée comprend surtout des andésites et des rhyolites. Les basaltes et les dacites sont très rares. Les roches les plus importantes au point de vue stratigraphique dans le secteur sont les rhyolites hautement sphérolitiques (sphérolites de cristallisation), car elles peuvent être utilisées comme unités repères.

Les rhyolites hautement sphérolitiques sont divisées en trois unités selon leurs contenus en phénocristaux et leurs morphologies. Malgré les différences pétrographiques, toutes ces rhyolites exhibent des caractéristiques géochimiques similaires entre elles et distinctes des autres rhyolites dans le Groupe de Blake River. Elles sont partout enrichies en éléments lourds des terres rares par rapport aux autres rhyolites du groupe et montrent des patrons plats pour les éléments des terres rares ($La/Yb_n = 1$). Cette similitude au niveau de la géochimie suggère un lien génétique entre les unités de rhyolite sphérolitique. Deux de ces unités, la Rhyolite de Fish-roe et la rhyolite sphérolitique volcanoclastique, représentent les unités repères qui relient les sous-groupes du Groupe de Blake River. La présence de la rhyolite sphérolitique volcanoclastique dans les sous-groupes de Noranda et de Misema indique que ces sous-groupes sont contemporains. La Rhyolite de Fish-roe relie les sous-groupes de Noranda et de Rouyn-Pelletier, ce dernier étant à l'extérieur du secteur étudié.

(suite au verso)

1. Université de Montréal
2. Conseil national de la recherche scientifique, France
3. Cominco ltée
4. CEGEP de l'Abitibi-Témiscamingue

RÉSUMÉ (suite et fin)

Les andésites du Groupe de Blake River ont deux affinités géochimiques principales : 1) tholéiitique, sans enrichissement en éléments légers des terres rares et 2) enrichie, sans toutefois mériter d'être désignée calco-alcaline. Un troisième type d'andésite se trouve transitionel entre les deux types principaux et est probablement le résultat d'un mélange des deux types principaux. L'association de ces andésites sur le terrain indique que les systèmes magmatiques qui les ont produites ont fonctionné en même temps.

Entre le Sous-groupe de Misema et celui de Noranda, il n'existe pas de différence évidente au niveau des andésites, mais il y a très peu de rhyolites dans le Sous-groupe de Misema alors qu'elles sont abondantes dans le Sous-groupe de Noranda. La présence de la rhyolite hautement sphérolitique volcanoclastique dans les deux sous-groupes indique que les différences lithologiques ne sont pas dues à une évolution dans le temps mais plutôt à des variations latérales à l'intérieur d'un bassin volcanique. L'association des andésites d'affinités géochimiques différentes et les variations lithologiques (andésite à andésite plus rhyolite) sont actuellement observées dans les bassins naissants en milieu d'arc insulaire ou dans les zones de propagation de ride en milieu océanique.

DOCUMENT PUBLIÉ PAR GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction
Alain Simard

Service géologique du Nord-Ouest
Robert Marquis

Responsable des études géoscientifiques
Pierre Verpaelst

Lecture critique
Pierre Verpaelst et John N. Ludden

Édition et mise en pages
Denis L. Lefebvre

Dessin assisté par ordinateur
Charlotte Grenier et Katy Tremblay

Supervision technique
André Beaulé

Document accepté pour publication le 98/10/07

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec
ISBN : 2-551-20422-4
© Gouvernement du Québec, 2001

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 5
OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE 8
REMERCIEMENTS 8
CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL 8
STRATIGRAPHIE 10
Andésites 10
Rhyolites 10
ALTÉRATION ET DÉFORMATION 11
GÉOCHIMIE 12
Éléments Majeurs 12
Andésites 12
Rhyolites 12
Éléments en traces 12
Andésites 12
Rhyolites 17
Sous-groupe de Rouyn-Pelletier 20
VARIATIONS VERTICALES 22
Bloc Flavrian 22
Bloc Hunter 22
CORRÉLATIONS 22
DISCUSSION 26
RÉFÉRENCES 27
ANNEXE 1 : PHOTOGRAPHIES 30
ANNEXE 2 : VALEUR MOYENNE DE CERTAINS ÉLÉMENTS CHIMIQUES DES SUITES VOLCANIQUES POUR CHAQUE SOUS-GROUPE DU GROUPE DE BLAKE RIVER 33
ANNEXE 3 : VALEUR MOYENNE DE CERTAINS ÉLÉMENTS CHIMIQUES DES SUITES VOLCANIQUES DANS CHACUN DES BLOCS STRUCTURAUX DU GROUPE DE BLAKE RIVER 34

INTRODUCTION

Le Groupe de Blake River se trouve dans la partie sud de la Sous-province de l'Abitibi, dans la Province archéenne du Supérieur (figure 1). Au Québec, le Groupe de Blake River comprend trois sous-groupes : le Misema, le Noranda et un nouveau Sous-groupe, le Rouyn-Pelletier (figure 2). Le Sous-groupe de Misema, défini par Goodwin (1977), consiste en une séquence andésitique montrant les affinités enrichies et non enrichies en éléments légers des terres rares, alors que le Noranda est une séquence bimodale rhyolite-andésite montrant les mêmes affinités que le Misema. Le nouveau Sous-groupe de Rouyn-Pelletier se trouve au sud du secteur étudié; il comprend les unités de Rouyn et de Pelletier telles que définies par Gélinas *et al.* (1984); il est surtout composé de basaltes et d'andésites basaltiques d'affinité principalement tholéiitique.

Plusieurs études stratigraphiques du Groupe de Blake River au Québec se sont attardées aux aspects lithologiques et lithochimiques. La plupart de ces études (de Rosen-Spence, 1976; Gibson, 1989 et Paradis, 1990) portent sur la séquence stratigraphique du Chaudron de Noranda (*Noranda cauldron* dans Gibson, 1989) et des unités adjacentes qui font partie du Sous-groupe de Noranda (figure 2) défini par Goodwin (1977). Peu d'études du Blake River incluent la partie ouest du Sous-groupe de Noranda et le Sous-groupe de Misema (Goodwin, 1977; Dimroth *et al.*, 1982; Dimroth *et al.*, 1983a; Dimroth *et al.*, 1983b; Gélinas *et al.*, 1984 et Péloquin *et al.* 1990). À l'exception de Goodwin (1977), ces études sont basées sur les compilations des données déjà disponibles. L'étude actuelle fournit de nouvelles données modifiant l'interprétation de la stratigraphie du secteur ouest du Groupe de Blake River et sa relation avec le Chaudron de Noranda, représenté ici par le Bloc Flavrian.

Un des principaux problèmes dans la stratigraphie du Groupe de Blake River est la corrélation des unités d'un centre volcanique à l'autre. Dans la région étudiée, il existe plusieurs centres volcaniques majeurs. Ceux du Sous-groupe de Noranda, de type bimodal, sont les plus évidents. Les plus importants sont le Chaudron de Noranda, le Complexe volcanique de Duprat-Montbray et les complexes d'Inmont

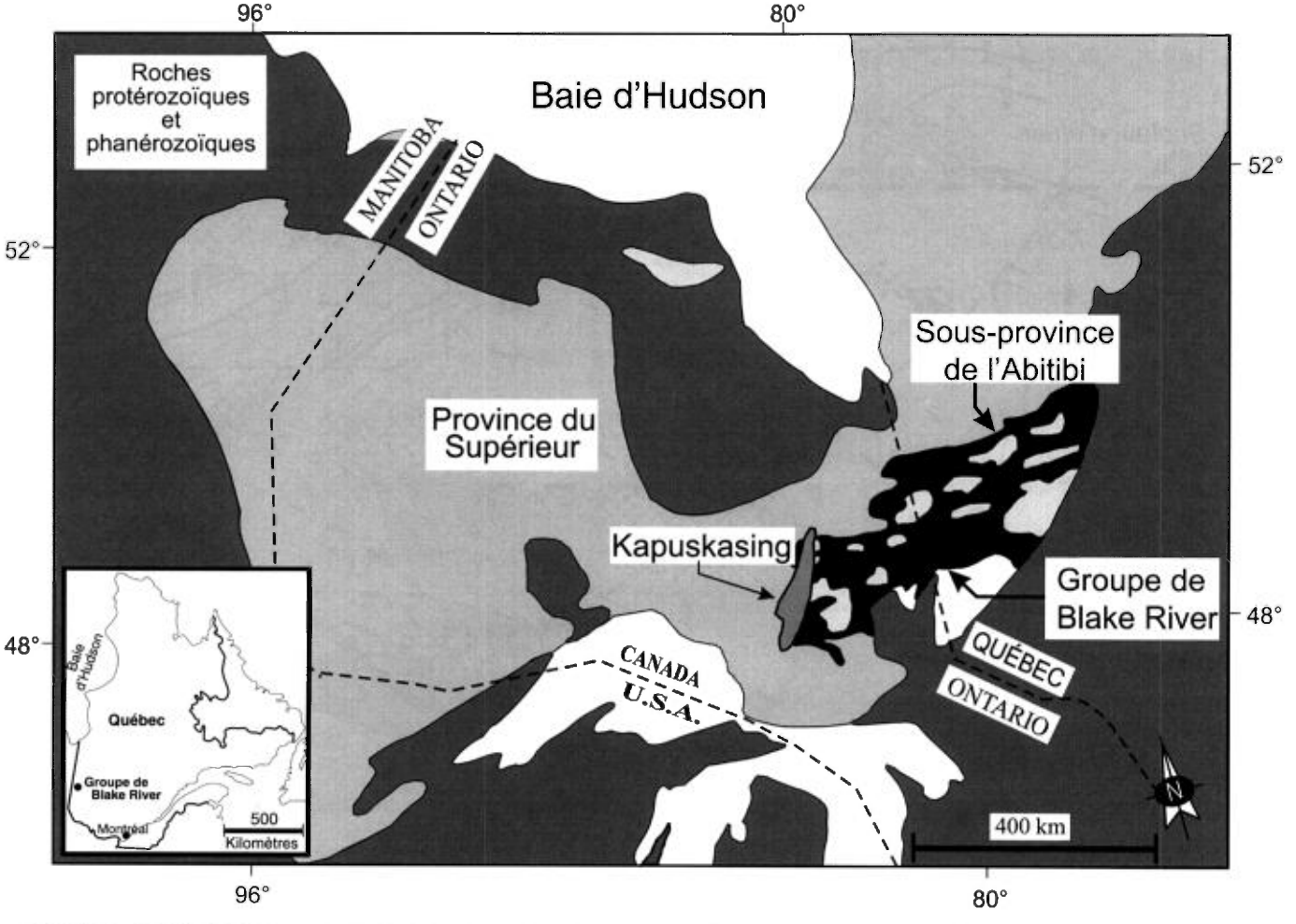


FIGURE 1- Localisation de la Sous-Province de l'Abitibi et du Groupe de Blake River dans la Province du Supérieur.

et des Quatre-Coins (figure 3). Des études détaillées sur ces centres permettraient de résoudre le problème de corrélation. En l'absence d'études détaillées, la géochimie indique que la corrélation entre ces complexes n'est pas simple. Les autres centres du secteur étudié sont plutôt andésitiques. Ces centres, difficiles à discerner, sont responsables de la formation du Sous-groupe de Misema à l'extrême ouest du secteur.

Les travaux de la présente étude ont permis d'identifier une lithologie repère, une rhyolite hautement sphérolitique (à sphérolites de cristallisation) qui affleure dans plusieurs blocs dans le Groupe de Blake River. Cette rhyolite constitue actuellement le meilleur moyen de résoudre le problème des corrélations stratigraphiques dans ce groupe (unités 1, 2 et 3 sur la figure 3). Elle est présente dans trois unités (tableau 1 dans Péloquin *et al.*, 1996) géochimiquement semblables qui se démarquent des autres rhyolites du Groupe de Blake River. La ressemblance géochimique indique un lien génétique probable entre ces unités; leur dissemblance avec les autres rhyolites suggère qu'elles ont été produites par un événement dans une chambre magmatique zonée (Péloquin *et al.*, 1994 et Péloquin *et al.*, 1996). Ces travaux ont aussi permis de définir le troisième Sous-groupe du Blake River, le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier. Enfin, la corrélation stratigraphique permet d'établir que les trois sous-groupes ont connu un même événement volcanique et qu'ils ne se superposent pas simplement comme on l'avait supposé jusqu'à maintenant.

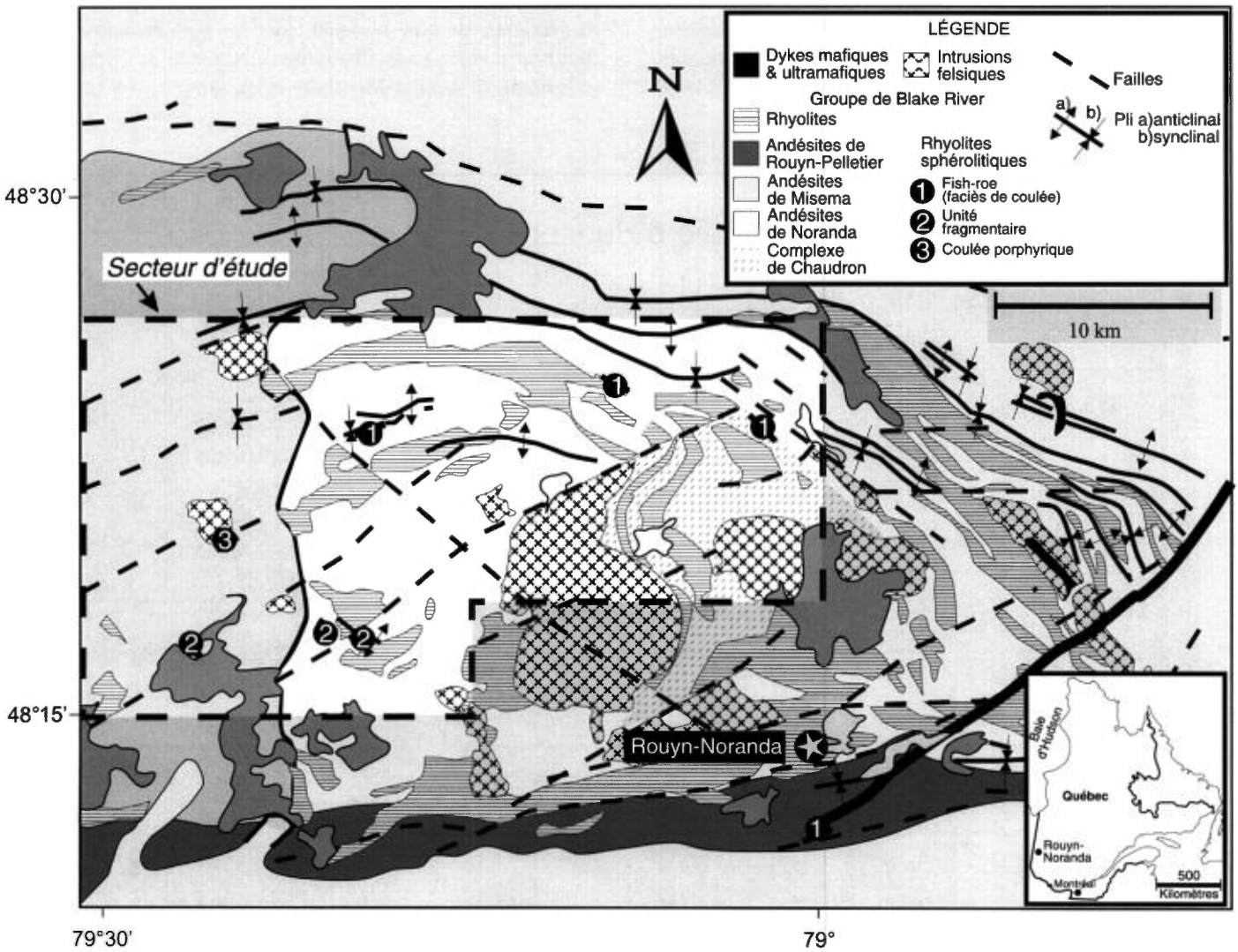


FIGURE 2 - Géologie du Groupe de Blake River avec les sous-groupes, les unités repères (la Rhyolite de Fish-roe) et le secteur d'étude.

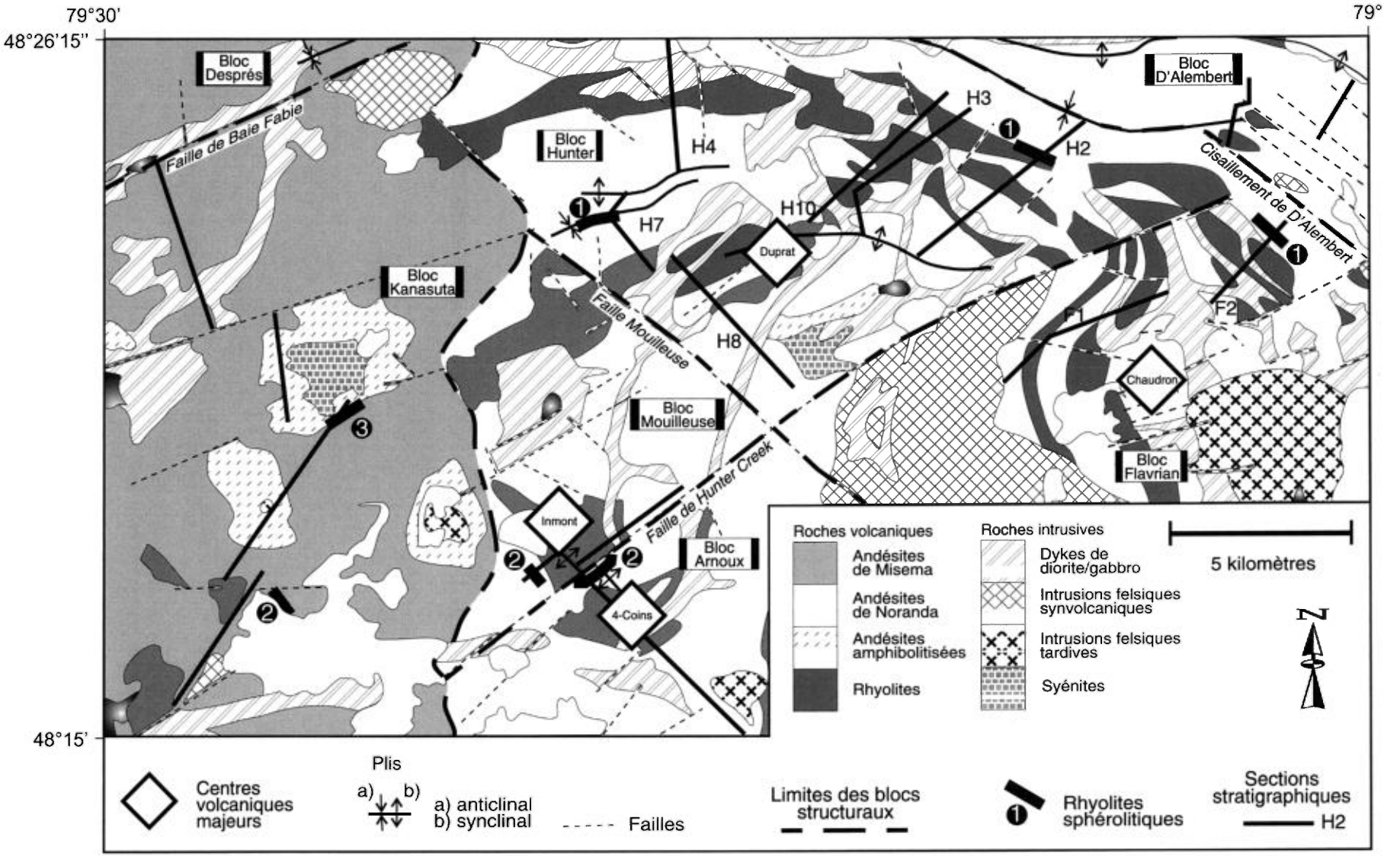


FIGURE 3 - Géologie du secteur étudié avec les sous-groupes, les rhyolites hautement sphérolitiques, les blocs structuraux et les coupes chimico-stratigraphiques. Les coupes identifiées ont fait l'objet d'une étude détaillée et sont discutées dans le chapitre sur les variations verticales. Les coupes non identifiées sont représentées à titre indicatif (sites d'échantillonnages dans chacun des blocs).

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet était de dresser la stratigraphie du Groupe de Blake River. L'objectif spécifique était de mettre à jour la carte 32D/06 à l'échelle de 1:50 000 (Carte SIGÉOM SI-32D06-CG-96B) à partir des cartes de compilation géoscientifique des feuillets 32D/05-0104, 0204, 0304 et 32D/06-0101, 0201, 0301, 0102, 0202, 0302, 0203, 0204, 0303 et 0304 (à l'échelle de 1:10 000) et à partir d'une cartographie ponctuelle à l'échelle de 1:15 000. Le levé a été effectué sur une superficie de 686 km^2 sur les feuillets SNRC 32D/06-200-101 et 102 et 32D/06-200-201 et 202 (à l'échelle de 1:20 000) entre les latitudes et longitudes suivantes : 48°18'45" – 48°26'15" et 79°00' – 79°15', 48°15'00" – 48°26'15" et 79°15'00" – 79°31'00". La région cartographiée est située dans les cantons de Dufresnoy, de Duprat, de Montbray, de Beauchastel et de Dasserat au nord de Rouyn-Noranda, en allant jusqu'à la frontière de l'Ontario; elle est accessible par les routes 101 et 117, par des routes de gravier, des sentiers, des lignes coupées, des lacs et des rivières, et par hélicoptère. La densité des affleurements est élevée dans la région étudiée, sauf dans le voisinage immédiat de la Faille de Hunter Creek. La qualité des affleurements dans le secteur à l'ouest est pauvre à cause de la couverture végétale.

Les travaux, effectués à l'Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi–Témiscamingue (URSTM), sous contrat et en collaboration avec le ministère des Ressources naturelles de 1987 à 1991, incluent la cartographie détaillée des secteurs suivants : la région de l'intersection de la Faille de Hunter Creek et du Cisaillement de D'Alembert (Péloquin *et al.*, 1989a), la région de l'Anticlinal de la Rivière Kanasuta (Péloquin *et al.*, 1989b) et la région du Stock du Lac Tarsac (Dejou *et al.*, 1990 et Dejou, 1992). Ils incluent aussi des coupes stratigraphiques pour l'échantillonnage lithogéochimique et pétrographique, et pour vérifier localement les lithologies et les structures.

Les analyses chimiques ont été faites au Centre de Recherche minérale du Québec; les éléments majeurs et en traces ont été analysés par fluorescence-X, les éléments des terres rares et quelques éléments en traces ont été analysés par activation neutronique. Pour des fins de contrôle, le laboratoire Ultratrace de l'Université de Montréal a répété les analyses des éléments en traces de 54 échantillons d'andésites.

REMERCIEMENTS

Nous remercions monsieur Maurice Rive, qui a proposé le sujet de cette étude, monsieur M. Hocq (MRNQ) ainsi que monsieur G. Riverin (Inmet) pour leurs commentaires constructifs et les nombreuses discussions que nous avons eues. Nous remercions aussi madame S. Paradis et monsieur H.L. Gibson pour les échantillons de géochimie qu'ils nous ont fournis à partir de leurs recherches doctorales. La mise en plan des cartes a été effectuée par C. Vallée en 1987, R. St.-Jean en 1988, F. Trépanier en 1988 et 1989, D. Trottier en 1989 et S. Sigouin, de Service Exploration inc., en 1989.

CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le Groupe de Blake River, d'âge archéen (2,7 Ga), se trouve dans la Sous-province de l'Abitibi de la Province du Supérieur (figure 1). Selon la carte lithostratigraphique de cette Sous-province (MERQ/OGS, 1983), le Groupe de Blake River ferait partie du cycle volcanique III, au-dessus du Groupe de Kinojévis et en-dessous des roches sédimentaires du Groupe de Timiskaming. La région cartographiée fait partie, selon Goodwin (1977), des sous-groupes de Noranda à l'est et de Misema à l'ouest (figures 2 et 3). Les deux sous-groupes sont d'affinité plutôt calco-alcaline (enrichies en éléments légers des terres rares) avec des abondances moyennes pondérées de 76% pour le Misema et de 60% pour le Noranda (Goodwin, 1977). Sur la même base de calcul, les roches mafiques à intermédiaires constituent 66% du Sous-groupe de Noranda et 90% du Misema.

De Rosen-Spence (1976) a défini une lithostratigraphie non formelle du Blake River dans la partie centrale de la séquence volcanique de Noranda, à partir d'une cartographie et d'une compilation des cartes des compagnies minières. Quelques modifications ont été apportées à cette lithostratigraphie par Gibson (1989) et Paradis (1990). Une autre stratigraphie, à partir d'une compilation des données géochimiques des volcanites du Groupe de Blake River au Québec, a été proposée par Gélinas *et al.* (1984). Dans la présente étude, nous utiliserons surtout les noms lithostratigraphiques de de Rosen-Spence (1976) .

Deux interprétations structurales différentes ont été proposées par Hubert *et al.* (1984) et Dimroth *et al.* (1983a). Dans les deux cas, on a identifié quatre phases de déformation. Toutefois, Dimroth *et al.* (1983a) associent la première phase de déformation au volcanisme et la deuxième phase au plissement NNW. Leur deuxième phase correspond à la première phase de Hubert *et al.* (1984). Alors que Hubert *et al.* (1984) voient une deuxième phase de plissement E-W qui reprend les plis de première phase NNW, Dimroth *et al.* (1983a) n'ont pas reconnu la deuxième phase de Hubert *et al.* (1984). Les troisième et quatrième phases, qui sont mineures et consistent en «*kink bands*», ont été décrites par les deux groupes d'auteurs. Notre étude sur la structure (Péloquin *et al.*, rapport non publié) indique l'existence de deux phases de plissement correspondant

grossièrement à celles de Hubert *et al.* (1984). Les nouvelles données n'invalident pas l'existence du «synclinorium» ou de la dépression synvolcanique de Dimroth *et al.* (1983a).

Deux failles majeures et une zone de cisaillement coupent les lithologies : la Faille de Hunter Creek de direction ENE, la Faille de Rivière Mouilleuse et le Cisaillement de D'Alembert de direction NNW. La région étudiée est divisée en cinq blocs par ces failles (figure 3). Les quatre premiers sont : le Bloc Flavrian, le Bloc Hunter, le Bloc Arnoux et le Bloc D'Alembert. Le cinquième domaine comprend deux blocs en raison de la présence des sous-groupes de Noranda et de Misema. Il s'agit du Bloc Mouilleuse (Sous-groupe de Noranda) à l'est et du Bloc Kanasuta (Sous-groupe de Misema) à l'ouest (figure 3). Une troisième faille, la Faille de Baie Fabie de direction NNE, coupe le coin nord-ouest du secteur et limite un septième bloc, le Bloc Després, qui ne fait pas partie de cette étude.

Le métamorphisme dans le secteur étudié avait été interprété jusqu'à récemment comme étant au faciès préhnite-pumpellyite au nord de la Faille Hunter Creek et à l'est du Cisaillement de D'Alembert et au faciès des schistes verts au sud de la Faille Hunter Creek (Jolly, 1978; Dimroth *et al.*, 1983b; Gélinas *et al.*, 1984). Ainsi les blocs Mouilleuse, Després, Hunter et D'Alembert ont été interprétés au faciès préhnite-pumpellyite et les blocs Arnoux et Flavrian, au faciès des schistes verts (Péloquin *et al.*, rapport non publié). L'étude de Powell *et al.* (1995), effectuée à partir des échantillons provenant de la présente étude, démontre par contre que les isogrades métamorphiques ont un faible pendage et ne sont que partiellement contrôlés par des failles (figure 4). Selon les données les plus récentes, on trouve des schistes verts tant au nord qu'au sud de la Faille de Hunter Creek, alors que les études antérieures (Jolly, 1978; Dimroth *et al.*, 1983b; Gélinas *et al.*, 1984) montraient que les volcanites au sud de la Faille étaient surtout à un faciès inférieur aux schistes verts. Il faut noter tout particulièrement la constance des faciès en passant du Sous-groupe de Misema à celui de Noranda et le décalage

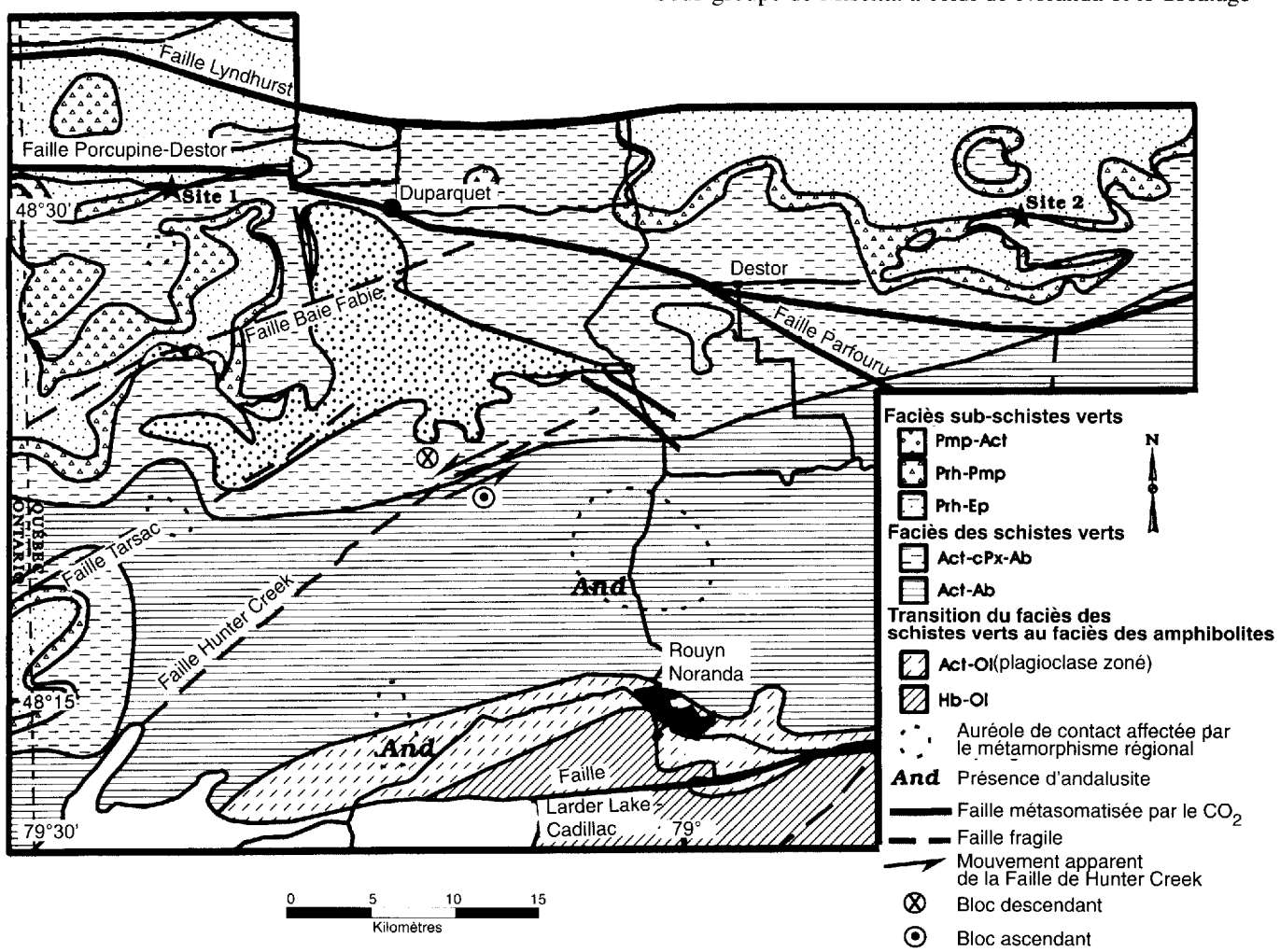


FIGURE 4 - Carte de métamorphisme du Groupe de Blake River adaptée de Powell *et al.* (1995). (**Pmp** = pumpellyite; **Act** = actinote; **Prh** = prehnite; **Ep** = épidote; **cPx** = clinopyroxène; **Ab** = albite; **Ol** = olivine; **Hb** = hornblende)

de l'isograde le long de la Faille de Hunter Creek. La présence du faciès sub-schistes verts dans le Misema suggère que cette partie du Groupe de Blake River n'a pas subi l'exhumation importante à laquelle on devrait s'attendre pour l'unité la plus ancienne du Groupe de Blake River. D'autre part le décalage de l'isograde le long de la Faille de Hunter Creek suggère à Powell *et al.* (1995) un mouvement tardif le long de la Faille de Hunter Creek. Ce mouvement correspond soit à un soulèvement du bloc sud, soit à un mouvement latéral qu'ils décrivent comme dextre, mais que nous considérons plutôt sénestre (figure 4).

STRATIGRAPHIE

Andésites

Les andésites prédominent dans la région étudiée, mais elles sont surtout abondantes dans les parties ouest, nord et est. Elles sont présentes surtout sous forme de coulées de laves et aussi, localement, sous forme de roches pyroclastiques. Les coulées montrent tous les morphofaciès des laves intermédiaires sous-marines (Dimroth *et al.*, 1978; Hargreaves et Ayres, 1979) : massif, coussiné et bréchique (planche 1 en annexe 1); les faciès massif et coussiné sont les plus communs dans la région. Certaines coulées andésitiques montrent des structures particulières comme des fractures concentriques de refroidissement dans les coussins, une grande abondance d'amygdales et un haut pourcentage de phénocristaux de plagioclase. En général, les andésites peuvent être aphanitiques ou porphyriques en plagioclase, amygdalaires ou non.

La plupart des échantillons d'andésite étudiés en lames minces proviennent du faciès massif ou des centres des coussins. Ils sont donc généralement massifs et homogènes et seulement quelques échantillons montrent des structures fragmentaires, schisteuses et cataclastiques. Seuls les échantillons massifs et homogènes ont fait l'objet d'analyses géochimiques.

La minéralogie principale des andésites du Groupe de Blake River est le plagioclase–chlorite–épidote–actinote –quartz–séricite–carbonate et, par endroits, la hornblende, le clinopyroxène relique et la biotite. La préhnite et la pumpellyite sont présents surtout dans les amygdales. Le plagioclase se trouve en phénocristaux et dans la matrice; en phénocristaux, il peut être saussuritisé, c'est-à-dire altéré en albite–épidote–séricite–carbonate, ou sous forme d'albite limpide. Il est impossible de bien définir la minéralogie secondaire du plagioclase dans la matrice. La chlorite se trouve avec l'actinote ou la hornblende en remplacement de minéraux mafiques primaires, plus probablement du clinopyroxène, et aussi avec d'autres minéraux à grains fins dans la matrice. L'épidote (pistachite et clinozoïsite) est la principale altération du plagioclase, que ce soit en phénocristaux ou dans la matrice. Le quartz est aussi présent dans la matrice.

La plupart des andésites sont microlitiques, parfois amygdalaires et parfois porphyriques en plagioclase. Très localement, les andésites exhibent des glomèro-phénocristaux de plagioclase ou des pseudomorphes de microphénocristaux de clinopyroxène et possiblement d'olivine (planches 1c et 1d en annexe 1). Les phénocristaux et glomèro-phénocristaux de plagioclase peuvent constituer jusqu'à 30% de la roche. Les textures pilotaxitique et intersertale à sub-ophitique sont communes; la texture trachitique est observée localement et surtout dans le faciès coussiné. Des textures de trempe (sous-refroidissement) ont été rarement observées.

Quelques contacts entre les rhyolites et les andésites affleurent. Ces contacts sont plutôt nets, sauf là où la rhyolite et l'andésite sont toutes deux bréchiques. Dans ce cas, la brèche andésitique est généralement silicifiée et ressemble à la brèche rhyolitique; le changement abrupt d'une brèche porphyrique à quartz et plagioclase à une brèche non porphyrique peut être interprété localement comme un contact rhyolite–andésite. Quels que soient les faciès présents, les contacts rhyolite–andésite observés sont généralement minéralisés en sulfures disséminés. En général, les textures des andésites changent peu d'un bloc à l'autre, mais il existe des différences minéralogiques importantes. Dans les blocs Flavrian et Arnoux, peu d'andésites contiennent du clinopyroxène relique et aucune ne contient de la préhnite ou de la pumpellyite. Ailleurs, l'actinote est le plus abondant minéral de remplacement des minéraux mafiques. Dans le Bloc Flavrian, c'est la chlorite qui est le minéral le plus abondant. Dans le Bloc Arnoux, la hornblende s'ajoute à l'actinote et à la chlorite dans l'assemblage. Les blocs Flavrian et Arnoux se distinguent aussi par des pourcentages plus élevés en albite limpide et moins élevés en épidote. C'est une indication que l'albitisation est métasomatique et non pas simplement métamorphique. Ainsi, l'absence de relique de clinopyroxène résulte, peut être, en partie de l'altération. Dans les autres blocs, où l'albitisation métasomatique n'est pas évidente, la saussuritisation est plus répandue dans les andésites sans clinopyroxène. Dans ce cas, l'absence de clinopyroxène peut s'expliquer par la composition primaire des laves.

Rhyolites

Les rhyolites sont surtout observées dans le Sous-groupe de Noranda du Groupe de Blake River (figure 3), c'est-à-dire dans les blocs Flavrian, Hunter, Arnoux et Mouilleuse. Ces rhyolites font partie des cycles andésite–séquence bimodale du Sous-groupe de Noranda (de Rosen-Spence, 1976; Péloquin *et al.*, 1990) (figures 2 et 3). Ces rhyolites se présentent surtout sous forme de coulées massives, de coulées à lobes et brèches (planche 2a en annexe 1), de brèches et de tufs à lapilli et à blocs (planche 2b en annexe 1). Plusieurs dômes de rhyolites ont des

joints polygonaux. Les rubanements de coulée se trouvent généralement dans les faciès massif et de lobes, et, localement, dans les fragments du faciès bréchique. Une brèche polymicte d'effondrement de dôme a été observée près de l'indice minéralisé des Quatre-Coins et dans le Complexe Duprat-Montbray. Les tufs et les tufs cherteux sont rares, mais se trouvent généralement aux contacts rhyolite–andésite. Les quelques rhyolites observées à l'extérieur de la séquence bimodale affleurent sous forme de coulées massives, de petits dômes massifs à joints polygonaux et, localement, sous forme de coulées à lobes et brèches (Verpaelst, 1985; Furnes *et al.*, 1980), de brèches pyroclastiques et de brèches d'effondrement de dôme.

Les rhyolites sont presque toujours porphyriques à gloméro-porphyriques en quartz et plagioclase; les rhyolites à phénocristaux et microphénocristaux de plagioclase seulement sont plus rares. Elles sont très peu amygdalaires. Les seules rhyolites sphérolitiques identifiables directement sur le terrain sont les rhyolites hautement sphérolitiques, produites par cristallisation, et les rhyolites altérées à sphérolites de séricite. Les sphérolites les plus communes dans les rhyolites du Groupe de Blake River, produites par dévitrification, ne sont observables qu'en lames minces (planche 2c en annexe 1).

Le quartz et le plagioclase micro- à cryptocristallins sont les principaux minéraux de la mésostase avec des quantités moindres de chlorite, d'épidote, d'actinote, de carbonate et de leucoxène. La pumpellyite est en faible quantité.

Les rhyolites observées en lames minces sont généralement massives et homogènes; quelques échantillons montrent des structures schisteuses, laminées, fragmentaires et cataclastiques. L'analyse pétrographique confirme les observations de terrain quant à la présence des phénocristaux et des sphérolites (planche 2c en annexe 1). Les phénocristaux, soit de quartz et plagioclase, soit de plagioclase seulement, peuvent composer jusqu'à 25% de la roche. Dans les blocs Flavrian, Hunter, Arnoux et Mouilleuse, quelques échantillons de rhyolite présentent des phénocristaux à textures granophyriques et micrographiques. Dans le Bloc Flavrian, deux populations de phénocristaux de plagioclase ont été observées : l'une caractérisée par des macles polysynthétiques et l'autre par des macles complexes du type «jupe écossaise».

La mésostase des rhyolites est généralement microlitique à sphérolitique et peu amygdalaire; les microlites montrent une texture pilotaxitique plutôt qu'une texture trachytique. Les sphérolites produites par dévitrification sont composées de lattes radiales de plagioclase et de quartz (planche 2c en annexe 1). Les sphérolites de séricite, observées près de l'indice minéralisé des Quatre-Coins, sont produites possiblement par altération hydrothermale à partir de sphérolites quartzofeldspathiques déjà existantes. Localement, les brèches de rhyolite sont perlitiques (planche 2d en annexe 1).

Les unités de rhyolite hautement sphérolitique se présentent dans les faciès de coulée et de volcanoclastite. La Rhyolite de Fish-Roe exhibe le faciès de coulée et affleure dans le Bloc Flavrian (faciès massif) et dans le Bloc Hunter (faciès de lobes et brèche) (figure 3 et planche 3a en annexe 1). En plus de contenir des sphérolites de cristallisation, elle est gloméro-porphyrique en plagioclase (planches 3a, c et d en annexe 1). L'unité volcanoclastique hautement sphérolitique affleure dans les blocs Mouilleuse, Arnoux et Kanasuta (figure 3). Dans ces blocs, il s'agit probablement d'un tuf à lapilli; cette unité contient des sphérolites de cristallisation mais pas de phénocristaux. Une deuxième coulée de rhyolite hautement sphérolitique se trouve au sud du Pluton de Tarsac (figure 3 et planche 3b en annexe 1) et est porphyrique en quartz et plagioclase.

En lames minces, les sphérolites des rhyolites hautement sphérolitiques ressemblent aux sphérolites de cristallisation trouvées dans les laves mafiques (Natland, 1978; Natland, 1980 et Kirkpatrick, 1978). Elles sont composées de cristaux squelettiques d'actinote et de quelques reliques de clinopyroxène primaire, inclus dans des amas sphériques formant une texture orbiculaire (planche 3c en annexe 1). La Rhyolite de Fish-Roe, dans les blocs Flavrian et Hunter, contient des phénocristaux de plagioclase distinctifs; ils se trouvent sous deux formes : (1) des cristaux trapus individuels et (2) des agrégats de lattes parallèles (planche 3d en annexe 1). La coulée de rhyolite hautement sphérolitique près du Pluton de Tarsac est porphyrique en quartz et plagioclase; celle trouvée dans les blocs Mouilleuse, Arnoux et Kanasuta est fragmentaire et non porphyrique. Ces rhyolites contiennent aussi du leuxocène pseudomorphe des cristaux de rutile.

Même si les textures et les structures des rhyolites sont similaires d'un bloc à l'autre, leur minéralogie varie. Les rhyolites du Bloc Flavrian contiennent beaucoup plus de carbonate que celles des autres blocs. Cette différence minéralogique peut indiquer une altération métasomatique plus forte dans le Bloc Flavrian où se trouve la plupart des gisements de sulfures massifs volcanogènes du Groupe de Blake River.

ALTÉRATION ET DÉFORMATION

Certaines unités, interprétées jusqu'ici comme des dacites et des rhyolites, sont en réalité des andésites altérées (planches 2a et 2b en annexe 1). Les andésites silicifiées sont surtout aux faciès coussiné et bréchique. D'autre part, certaines unités interprétées comme des basaltes sont en fait les andésites altérées dans la zone de métamorphisme de contact des petites intrusions felsiques. Ces andésites près des intrusions felsiques et des failles contiennent de la hornblende, de la biotite et, près du Pluton de Tarsac,

de l'amphibole sodique et sont les produits du métamorphisme de contact ou du métasomatisme. D'autres altérations en épidote et quartz, en carbonate ou en chlorite ont été aussi observées près des dykes de diorite, au contact du Pluton de Flavrian, près des failles synvolcaniques et tardives et près des zones axiales des plis (planches 2a et 2b en annexe 1).

La silicification est l'altération dominante dans les rhyolites; elle est indiquée en lames minces par le remplacement du plagioclase par du quartz et la surcroissance de quartz sur les phénocristaux de quartz. La carbonatisation est locale dans tous les blocs, mais elle est plus fréquente dans les blocs Flavrian et D'Alembert. La Rhyolite de Fish-roe dans le Bloc Flavrian montrent une forte carbonatisation. Dans le cas des brèches rhyolitiques, la matrice est généralement séricitisée et chloritisée. Là où l'altération est intense, les textures primaires ne sont pas préservées et ailleurs l'altération donne une apparence bréchique aux laves massives. Plusieurs échantillons de rhyolite contiennent de la biotite disséminée, en lamelles ou en veinules. Comme pour les andésites, ces échantillons altérés ont été prélevés à proximité de roches intrusives et de failles.

La déformation des rhyolites et des andésites augmente avec l'altération, près des failles ou des contacts cisaillés andésite–rhyolite. Près de la Faille de Hunter Creek et dans la zone de Cisaillement de D'Alembert, c'est l'altération plutôt que la déformation qui oblitère la texture primaire des andésites. Dans les rhyolites, l'intersection de deux schistosités peut donner un aspect bréchique aux laves massives, aspect bréchique qui n'est pas évident en lames minces. D'autre part, dans certaines brèches, les variations mineures dans la distribution des minéraux d'altération (la chlorite et le carbonate) donnent un aspect hétérogène, mais la dévitrification, la foliation et même l'altération secondaire en chlorite et carbonate cachent la texture bréchique primaire. Localement, surtout près du Cisaillement de D'Alembert, les rhyolites montrent une déformation intense, presque mylonitique et avaient été cartographiées auparavant comme des tufs.

GÉOCHIMIE

Le Groupe de Blake River comprend quatre suites : deux suites chimiques andésitiques principales, une suite andésitique transitionnelle et une suite rhyolitique. Les andésites sont ici désignées «non enrichies» et «enrichies» selon leurs rapports en éléments en traces et en éléments des terres rares. La troisième suite andésitique est transitionnelle entre les deux suites andésitiques principales. Ces trois suites sont présentes dans tous les blocs et, par conséquent, dans les deux sous-groupes du Blake River. À l'exception des rhyolites hautement sphérolitiques, les rhyolites constituent une seule suite. Les rhyolites montrent des caractéristiques chimiques semblables à celles des andésites transitionnelles. Les rhyolites hautement sphérolitiques montrent une chimie unique dans la séquence stratigraphique. Lors de l'échantillonnage pour les analyses géochimiques, toutes les roches considérées comme altérées ont été évitées. Pour l'étude géochimique qui suit, nous avons retenu 225 échantillons non altérés qui ont été analysés pour les éléments majeurs et en traces, dont 117 ont aussi été analysés pour les éléments des terres rares. Ces analyses sont accessibles dans la base de données SGDAC du SIGEOM. Seules les moyennes importantes sont données dans le texte ci-dessous.

Éléments Majeurs

Andésites

Sur les diagrammes de Mg versus Fe, Ti versus Si et Al versus Si (figures 5, 6 et 7), les deux chemins d'évolution des andésites sont visibles : celui des andésites «non enrichies» en éléments légers des terres rares et celui des andésites «enrichies». La première suite, «non enrichie», est caractérisée par un fort enrichissement en Fe (figure 5) et un léger enrichissement en Ti (figure 6), comparativement à la suite « enrichie ». Cette première suite est d'affinité tholéiitique. La deuxième suite, dite «enrichie», montre un petit enrichissement en Al comparé à la première suite (figure 7). Cette deuxième suite n'est pas considérée comme calco-alcaline car son enrichissement en éléments en traces et des terres rares n'est pas aussi fort que dans les roches calco-alcalines récentes. La troisième suite, transitionnelle entre les deux suites principales, est considérée comme le résultat d'un mélange des deux premières suites.

Rhyolites

Les rhyolites forment un seul groupe dans les diagrammes des éléments majeurs (figures 5 à 7) à l'exception des rhyolites hautement sphérolitiques qui ont toujours une plus grande concentration en Ti (figure 6) et localement de plus fortes concentrations en Mg et Fe (figure 5).

Éléments en traces

Andésites

Les éléments en traces ont été utilisés pour définir les suites d'andésite (figure 8). Le diagramme La/Yb_n versus La_n (l'indice «n» indique que les valeurs ont été normalisées par rapport aux valeurs mesurées d'une météorite chondritique d'après Sun et McDonough, 1989) montre la distribution des échantillons des trois suites andésitiques : la suite «non enrichie» en éléments légers des terres rares, la suite «enrichie» et la suite transitionnelle (figure 8a). Ces suites se distinguent aussi par leurs concentrations et leurs rapports entre certains éléments (annexes 2 et 3). Les

échantillons de la série transitionnelle montrent des teneurs moyennes en éléments en traces qui sont intermédiaires entre celles de la série «enrichie» et celles de la série «non enrichie», sauf pour La et Zr. Sur le diagramme $(Nb/La)_n$ vs $(Nb/Th)_n$ (figure 8b), les andésites «non enrichies» montrent soit aucune anomalie négative, soit une petite anomalie en Nb; les andésites «enrichies» ont de fortes anomalies négatives en Nb.

Le diagramme $(La/Yb)_n$ vs La_n (figure 9) montre, comme pour les éléments majeurs, qu'il n'existe pas de différence importante entre les blocs. Le tableau en annexe 3 indique des différences entre les blocs; mais ces différences ne sont probablement qu'apparentes et dues à un échantillonnage limité : c'est le cas du rapport $(Zr/Y)_n$ élevé dans le Bloc Arnoux et des rapports $(Zr/Y)_n$ élevés dans certaines andésites du Bloc Mouilleuse, alors que la moyenne

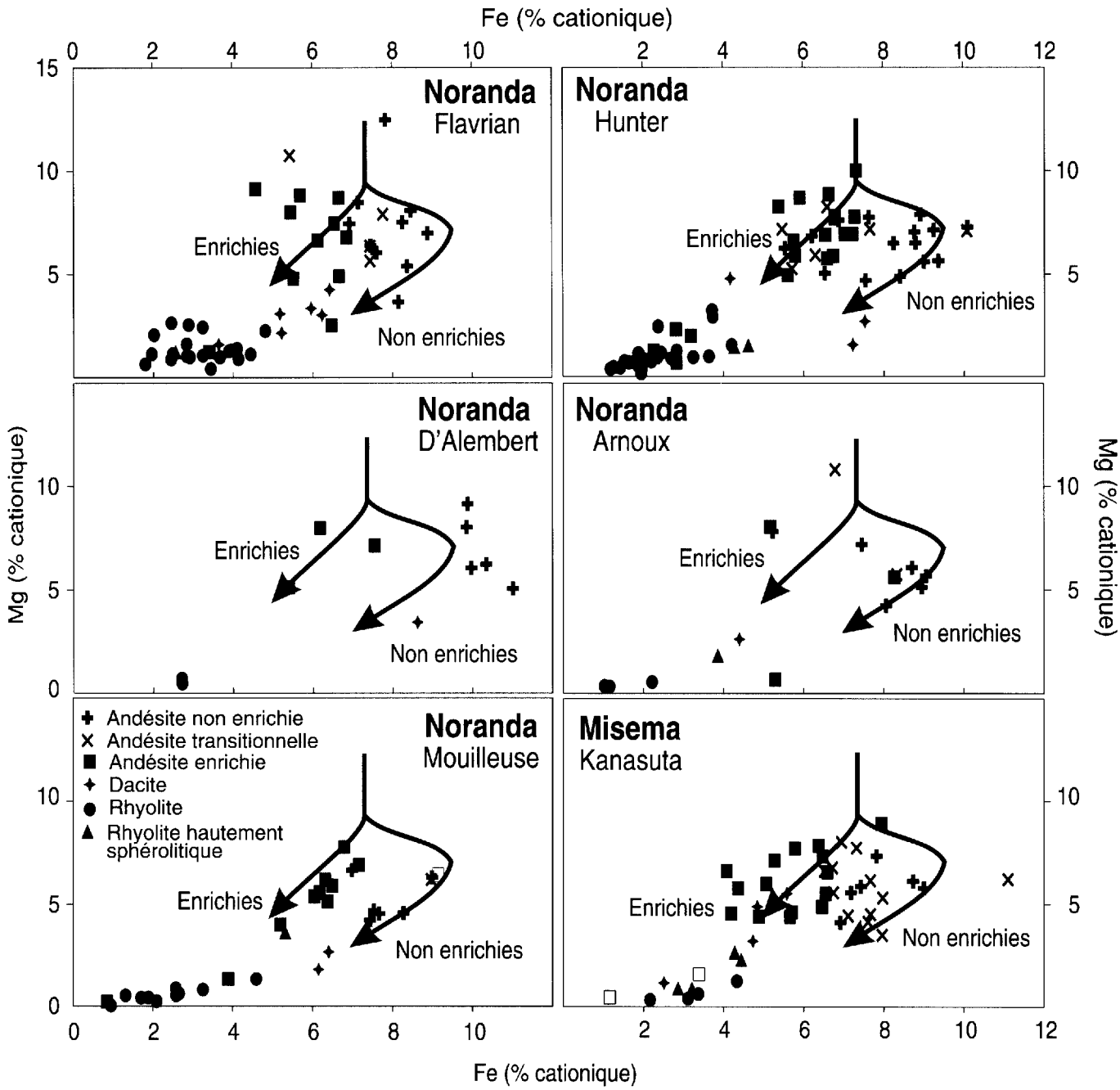


FIGURE 5 - Diagrammes de Mg versus Fe (en % cationique) pour chaque bloc structural dans le secteur d'étude. Les tendances évolutives des deux suites d'andésites principales («enrichies» et «non enrichies» en éléments légers des terres rares) sont indiquées.

pour ce Bloc est pondérée par les autres échantillons. Un échantillonnage plus serré aurait pu révéler des andésites avec des rapports moins élevés.

En général, les andésites «enrichies» contiennent à la fois plus de Ni et plus de Zr que les andésites «non enrichies» (figure 10 et annexe 2). Les andésites «enrichies» ne peuvent donc pas résulter d'un mélange entre des andésites «non enrichies» et des rhyolites, ni d'une contamination crustale des andésites «non enrichies» car, dans le cas d'un mélange, la teneur en Ni aurait été intermédiaire entre celle de l'andésite «enrichie» et celle de la rhyolite. Un seul échantillon de l'andésite «non enrichie» dans le Bloc Flavrian montre une teneur en Ni plus élevée que les andésites «enrichies» du même Bloc. La plus forte concentration en Ni et la plus faible concentration en Yb (annexe 2) dans les andésites «enrichies» indiquent que ces laves sont en fait plus primitives que les andésites «non enrichies».

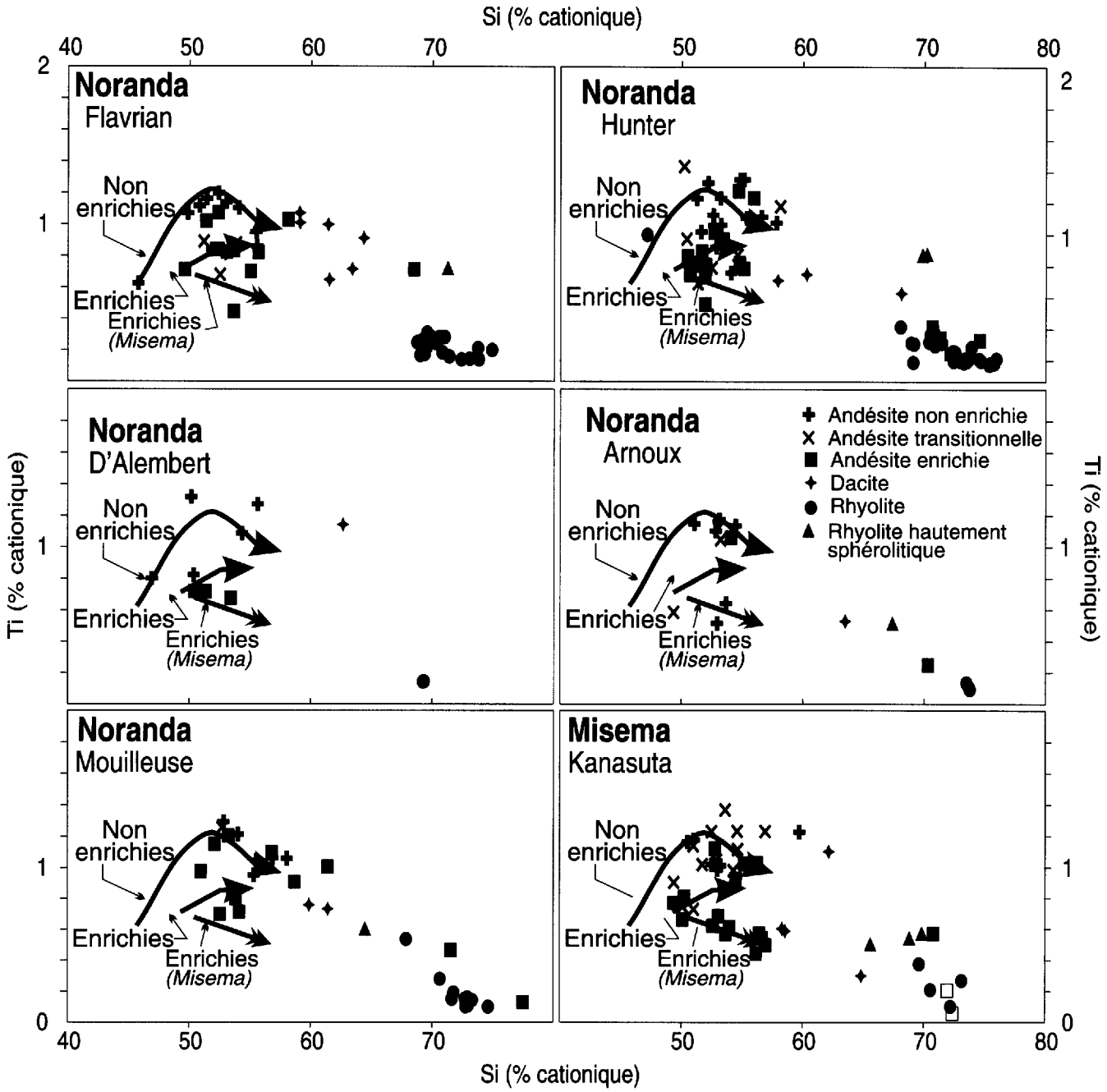


FIGURE 6 - Diagrammes de Ti versus Si (en % cationique) pour chaque bloc structural dans le secteur d'étude. Les tendances évolutives des deux suites d'andésites principales («enrichies» et «non enrichies» en éléments légers des terres rares) sont indiquées.

Sur les diagrammes «araignées» (*Spider*) (figure 11), les andésites «enrichies» les plus primitives dans chaque bloc montrent encore des concentrations moins élevées en éléments lourds des terres rares (Yb_{moy} = 12 fois la chondrite) que les andésites «non enrichies» (Yb_{moy} = 20 fois la chondrite). Aux niveau des éléments légers des terres rares, les andésites «enrichies» sont, par définition, plus enrichies (La_{moy} = 50 fois la chondrite) que les andésites «non enrichies» (La_{moy} = 41 fois la chondrite). Ces valeurs donnent des rapports de $(La/Yb)_n$ de 3 à 4,9 avec une moyenne de 4,2 pour les andésites «enrichies» et de 1 à 2,5 avec une moyenne de 2,1 pour les andésites «non enrichies» (annexe 2). Les deux suites principales ont, en général, une anomalie négative faible ou absente en Eu et une anomalie faible en Sr (figure 11). Quelques rares andésites, dans le Bloc Flavrian (figure 11) montrent de

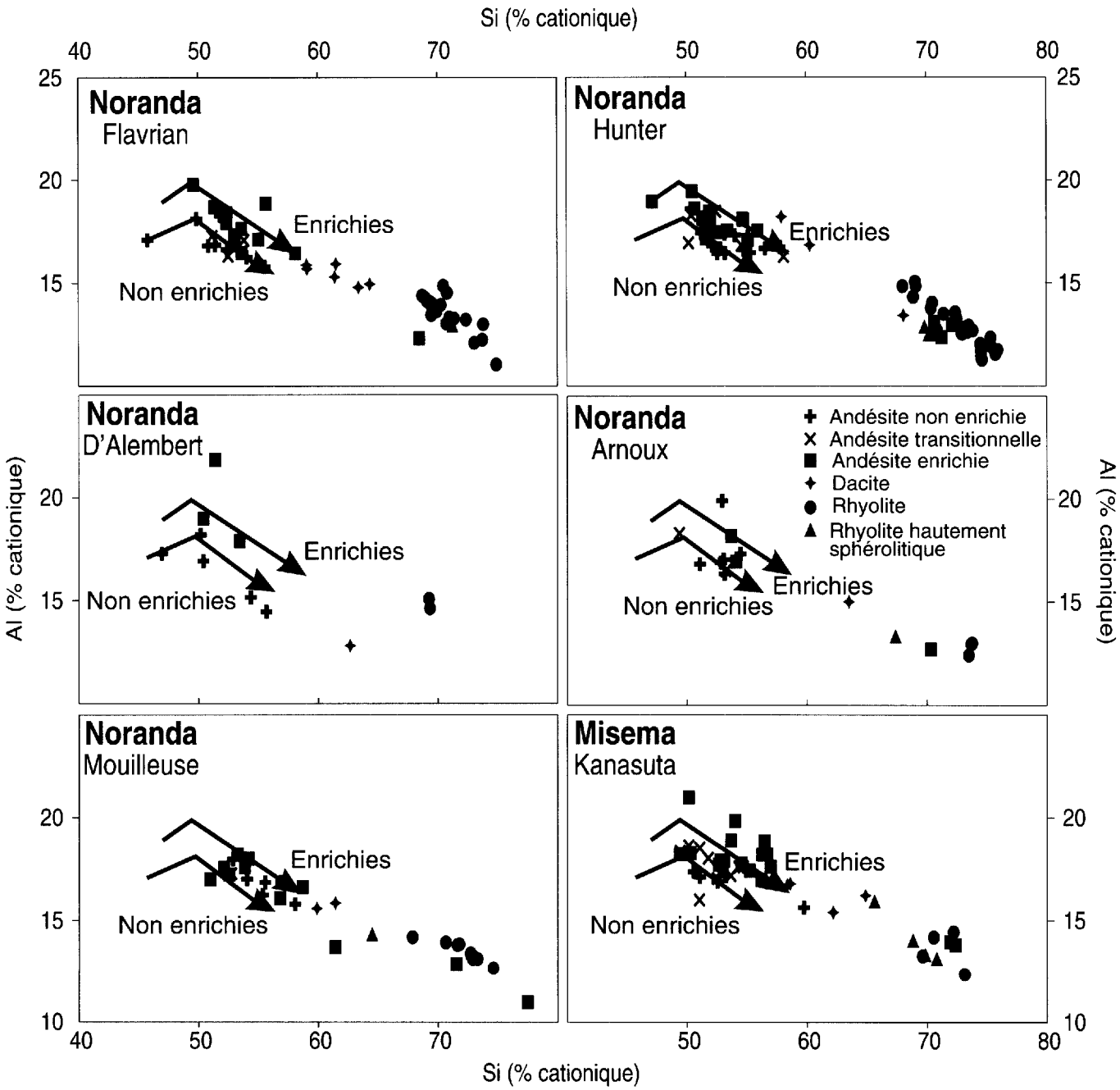


FIGURE 7 - Diagrammes de Al versus Si (en % cationique) pour chaque bloc structural dans le secteur d'étude. Les tendances évolutives des deux suites d'andésites principales («enrichies» et «non enrichies» en éléments légers des terres rares) sont indiquées.

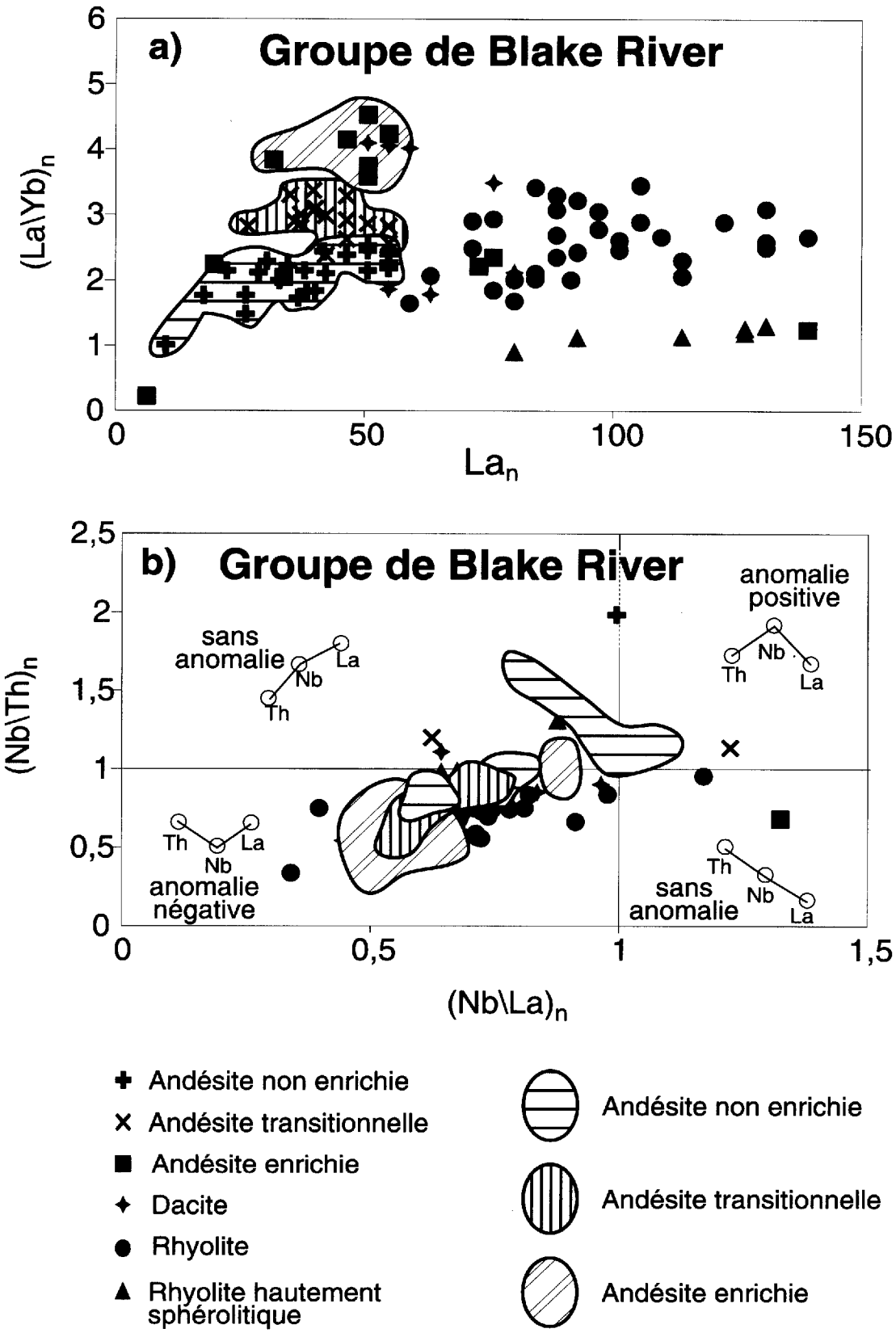


FIGURE 8 - a) $(La/Yb)_n$ versus La_n pour toutes les analyses de cette étude. **b)** $(Nb/Th)_n$ versus $(Nb/La)_n$ pour toutes les analyses de cette étude. L'indice «n» indique que les valeurs ont été normalisées par rapport aux valeurs mesurées d'une météorite chondritique (Sun et McDonough, 1989).

petites anomalies positives en Sr, indiquant soit une accumulation de plagioclase ou un retard de sa cristallisation. Les andésites «enrichies» ont de faibles anomalies négatives en Nb, tandis que ces anomalies sont plus faibles à absentes dans les andésites «non enrichies» (figure 11). Les andésites transitionnelles montrent des caractéristiques qui se situent entre les deux suites principales et elles sont considérées comme le résultat d'un mélange des deux suites principales.

Rhyolites

Pour les éléments en traces, comme pour les éléments majeurs, les rhyolites du Groupe de Blake River, à l'exception des rhyolites hautement sphérolitiques, ne peuvent être divisées en suites distinctes (figure 8). Quand les analyses sont divisées par bloc (figure 9), quelques différences apparaissent d'un bloc à l'autre (annexe 3). Les rhyolites des blocs Flavrian et Hunter montrent toute

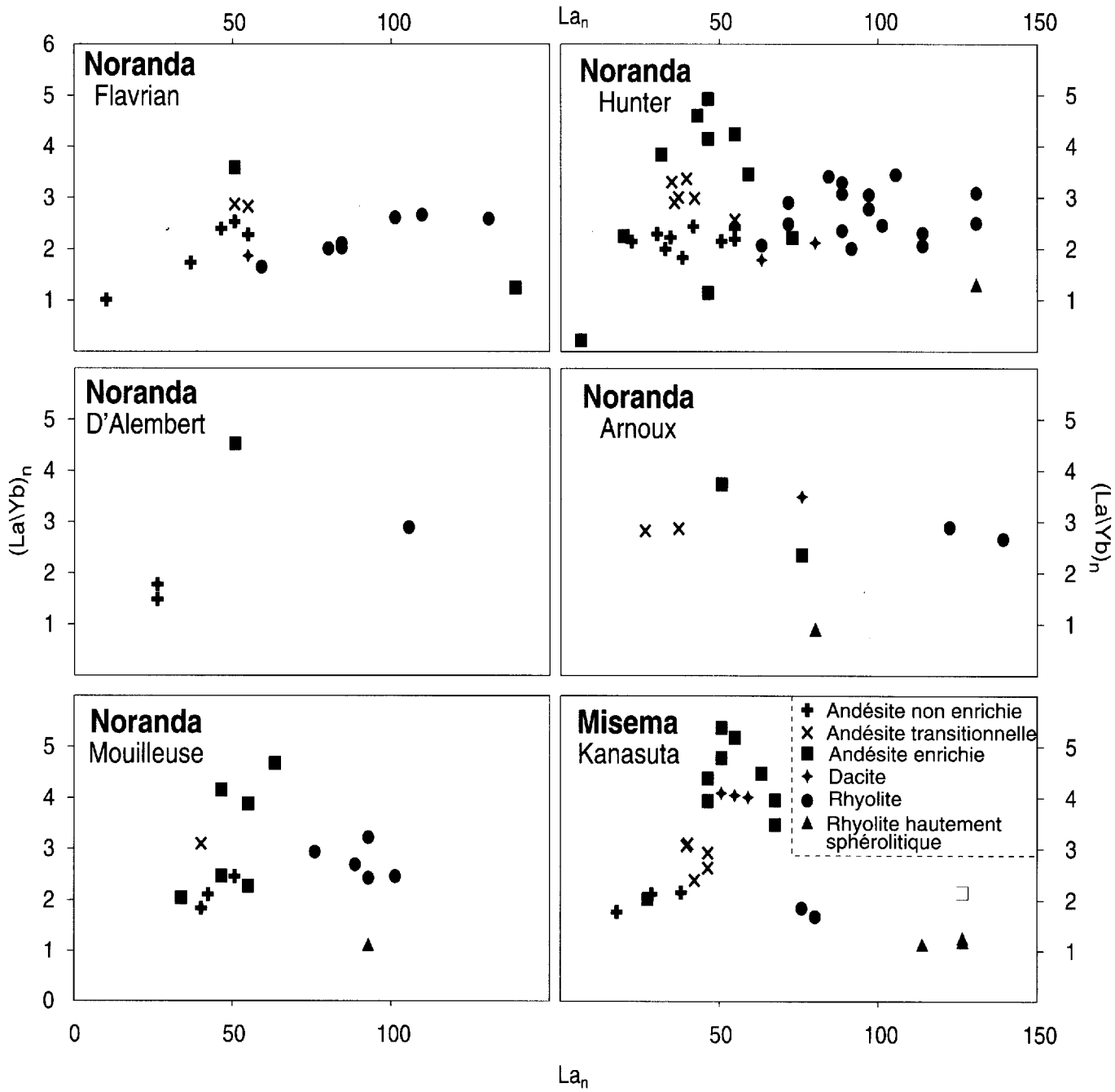


FIGURE 9 - Diagrammes $(La/Yb)_n$ versus La_n pour chaque bloc structural dans le secteur étudié.
L'indice «n» indique que les valeurs ont été normalisées par rapport aux valeurs mesurées d'une météorite chondritique (Sun et McDonough, 1989).

l'étendue des concentrations en La (figure 8), soit entre 60 et 130 fois la chondrite, tandis que les rhyolites dans les blocs D'Alembert, Mouilleuse et Kanasuta montrent des teneurs en La entre 75 et 105 fois la chondrite. Les quelques analyses du Bloc Arnoux exhibent des teneurs en La entre 122 et 139 fois la chondrite. Par contre, les rapports moyens de $(La/Yb)_n$ et de $(Zr/Y)_n$ sont semblables pour tous les blocs (annexe 3), à l'exception du Bloc Kanasuta qui a des rapports un peu plus bas.

Sur des diagrammes «araignées» (*Spider*) (figure 11), la pente plus faible du patron des rhyolites du Bloc Kanasuta est évidente. Les concentrations des éléments lourds des terres rares (Yb) pour tous les blocs sont de 19 à 59 fois la chondrite, avec un Yb_{moy} de 37 fois la chondrite. Toutes les rhyolites montrent des anomalies négatives importantes en Sr et des anomalies négatives moins importantes en Eu et Nb (figure 11). L'anomalie négative de Nb est aussi évidente avec les rapports $(Nb/Th)_n$ et $(Nb/La)_n$ (figure 5). Les

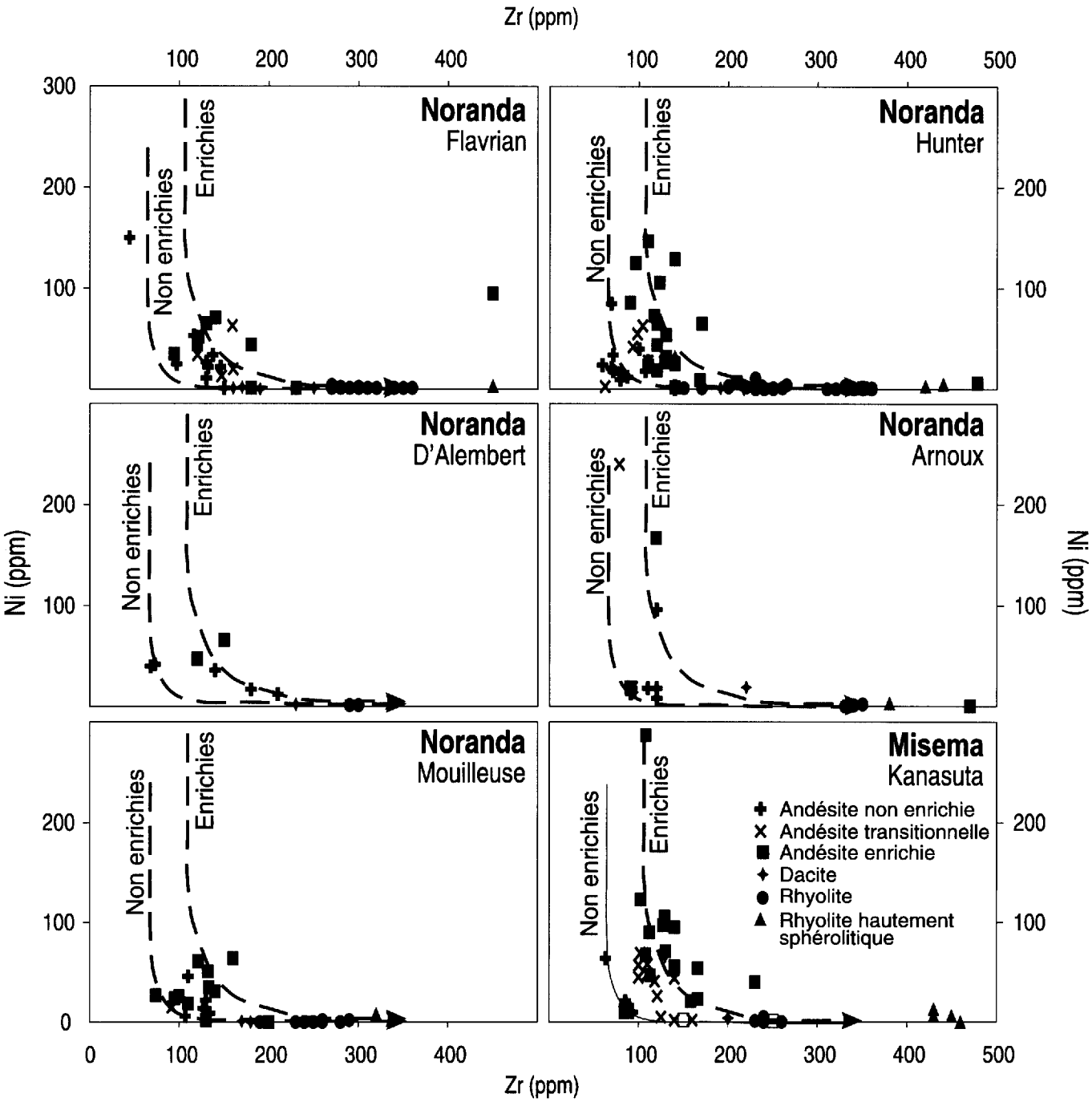


FIGURE 10 - Diagrammes Ni versus Zr pour chaque bloc structuraux dans le secteur étudié. Les tendances évolutives des deux suites d'andésites principales («enrichies» et «non enrichies» en éléments légers des terres rares) sont indiquées.

rhyolites semblent faire partie d'un seule suite évolutive dont les pentes et anomalies ressemblent plus à celles des andésites transitionnelles.

Les rhyolites hautement sphérolitiques sont un cas à part. Ces rhyolites se distinguent déjà des autres rhyolites du Groupe de Blake River au niveau de plusieurs éléments majeurs (Ti, Mg, Ca et P) (figure 12a). Et cette distinction est encore plus évidente au niveau des éléments en traces et des terres rares (figure 12b). Elles possèdent des concentrations en La similaires aux autres rhyolites, mais elles ont des concentrations en Yb, Y et Zr beaucoup plus élevées (annexe 2). Sur les diagrammes «araignées» (figure 11), les rhyolites hautement sphérolitiques exhibent des pentes plus faibles, comparées aux autres rhyolites. Aussi elles ne montrent pas d'anomalie négative en Nb. Leurs caractéristiques pétrographiques et géochimiques sont uniques et

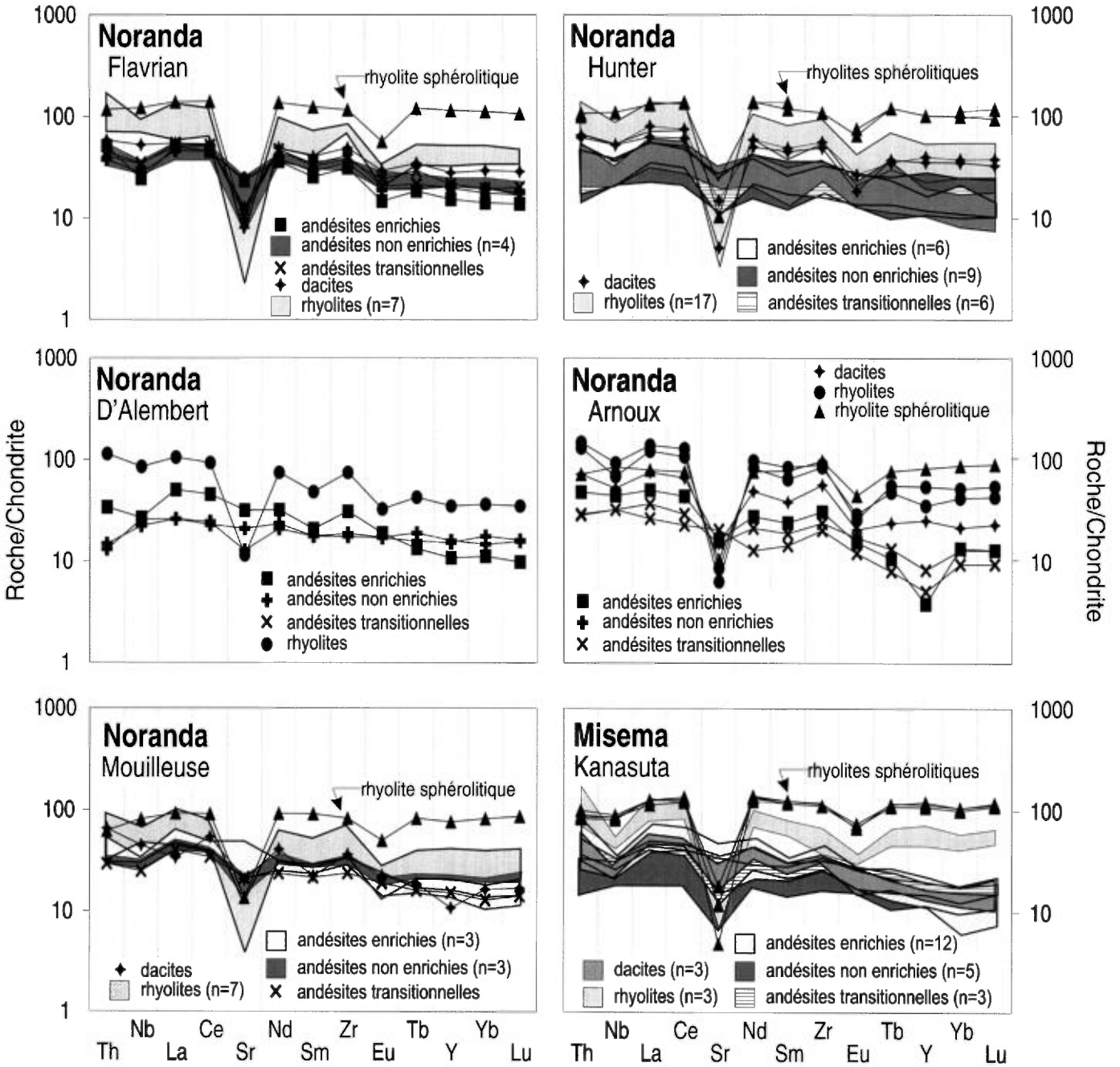


FIGURE 11 - Diagrammes «araignées» (*Spider*) pour chaque bloc structural dans le secteur étudié. Les analyses sont normalisées à la chondrite de Sun et McDonough (1989).

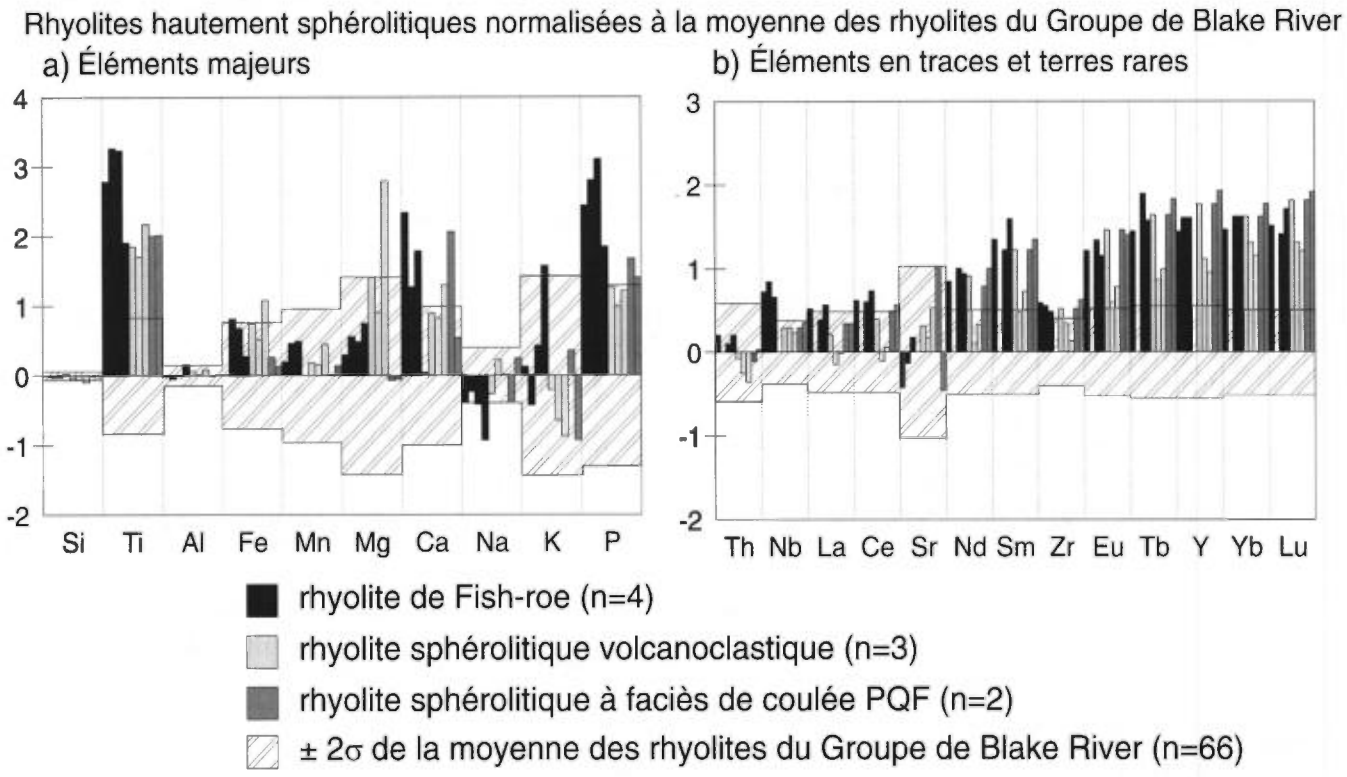


FIGURE 12 - Diagrammes des gains et pertes pour les rhyolites hautement sphérolitiques normalisées par rapport aux teneurs moyennes des rhyolites du Groupe de Blake River : **a)** en éléments majeures (% cationiques); **b)** en éléments en traces et des terres rares. D'après Péloquin *et al.*, 1996.

nous portent à conclure qu'elles résultent d'un seul événement magmatique majeur qui s'est manifesté dans presque tous les blocs des deux sous-groupes étudiés ainsi que dans le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier. Nous les réunissons dans une seule unité-repère qui permet de relier les sous-groupes du Blake River dans le temps et l'espace (Péloquin *et al.*, 1996).

Sous-groupe de Rouyn-Pelletier

Le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier ne faisait pas partie de la présente étude, mais ses caractéristiques principales, tirées des données d'une étude parallèle, seront discutées afin de mieux comprendre l'évolution du Groupe de Blake River. Sur la figure 13, les basaltes et andésites du Sous-groupe de Rouyn-Pelletier se distinguent des andésites des sous-groupes de Noranda et de Misema par leur plus haute teneur en Mg et par l'évolution linéaire en Al. Les roches dominantes sont des tholéiites «non enrichies» avec de faibles rapports en $(La/Yb)_n$ et $(Zr/Y)_n$. De même, la majorité des analyses ne montrent pas d'anomalies négatives en Nb. Ces basaltes et andésites sont en effet plus primitifs que les andésites de même affinité dans le Noranda et le Misema (Yb_{moy} de 1,97 ppm pour le Rouyn-Pelletier, comparé à 3,34 ppm pour le Noranda et 2,65 ppm pour le Misema; annexe 2).

Par contre, comme dans les autres sous-groupes, les andésites «non enrichies» sont moins primitives (plus évoluées) que l'andésite «enrichie» (Yb_{moy} des «non enrichies» de 1,97 ppm, comparé à 1,18 ppm pour l'« enrichie »; tableau 1). Cette relation est aussi visible sur le diagramme «araignée» de la figure 13 : l'anomalie positive en Sr (avec une très petite anomalie positive en Eu) est probablement due à l'apparition tardive du plagioclase dans la séquence de cristallisation, car les roches ne sont pas assez porphyriques en plagioclase pour expliquer l'anomalie par l'accumulation.

La seule analyse d'andésite transitionnelle montre le patron le plus évolué de toutes les roches analysées au niveau des éléments en traces et des terres rares, de même que pour Si et Al (figure 13). Par contre, cette andésite transitionnelle a sensiblement les mêmes moyennes des rapports $(La/Yb)_n$ et $(Zr/Y)_n$ que les andésites «non enrichies» $(La/Yb)_n$ de 1,02 et $(Zr/Y)_n$ de 1,15 pour la transitionnelle; $(La/Yb)_n$ de 1,07 et $(Zr/Y)_n$ de 1,01 pour les «non enrichies»; annexe 2) et ce, malgré sa position sur le chemin d'évolution des andésites «enrichies» sur le diagramme Mg vs Fe (figure 13). Ces caractéristiques la distinguent

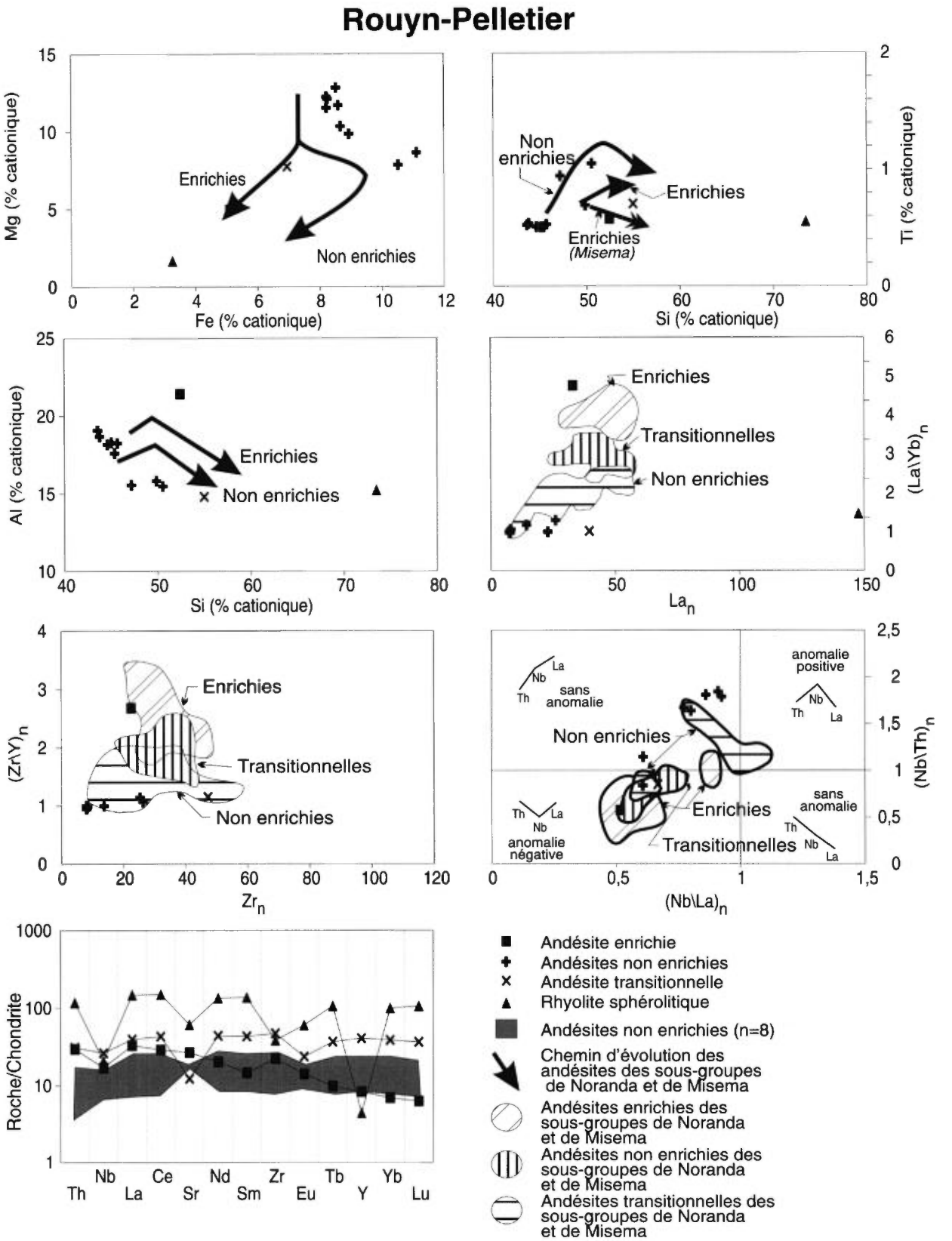


FIGURE 13 - Diagrammes géochimiques pour le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier, au sud du secteur étudié: **a)** Mg versus Fe (% cationique); **b)** Ti versus Si (% cationique); **c)** Al versus Si (% cationique; **d)** $(La/Yb)_n$ versus La_n; **e)** $(Nb/Th)_n$ versus $(Nb/La)_n$; **f)** Les diagrammes «araignées» (*Spider*) pour le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier. Les champs ou les tendances évolutives des andésites des sous-groupes de Noranda et Misema («enrichies» et «non enrichies» en éléments légers des terres rares) sont indiqués. L'indice «n» indique que les valeurs ont été normalisées par rapport aux valeurs mesurées d'une météorite chondritique (Sun et McDonough, 1989).

des andésites transitionnelles des autres sous-groupes. Elle est possiblement le produit d'une cristallisation à plus haute pression du magma parent des roches «non enrichies», qui aurait provoqué une cristallisation tardive du plagioclase dans son histoire.

Une rhyolite hautement sphérolitique du faciès de lobes et brèche a été échantillonnée dans le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier. Cette rhyolite (figure 13) a les caractéristiques pétrographiques et chimiques des rhyolites sphérolitiques des autres sous-groupes (annexe 1 et figures 5 à 11). Elle contient notamment des «fantômes» des glomérophénocristaux de plagioclase comme ceux observés dans la Rhyolite de Fish-roe des blocs Flavrian et Hunter ce qui permet sa corrélation directe avec la Rhyolite de Fish-roe. Le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier, ou à tout le moins une partie du Sous-groupe, serait contemporain du Sous-groupe de Noranda dans les blocs Flavrian et Hunter.

VARIATIONS VERTICALES

Malgré l'effort mis sur l'échantillonnage géochimique le long des coupes stratigraphiques, seuls les blocs Flavrian et Hunter cumulent assez de données pour en tirer des conclusions. Il y a aussi des lacunes dans les données des coupes du Bloc Hunter.

Bloc Flavrian

De Rosen-Spence (1976) a proposé une stratigraphie informelle pour le Bloc Flavrian basée sur les lithologies, la pétrographie et, en partie, la géochimie. Selon elle et les auteurs plus récents (Gibson, 1989; Paradis, 1990 et Péloquin *et al.*, 1990), le Bloc Flavrian fait partie d'un chaudron qui s'est rempli en deux phases ou cycles. Le premier cycle s'est terminé après la mise en place de la Rhyolite de Waite; c'est pendant cette période calme que la plupart des gisements de sulfures massifs volcanogènes ont été formés. Dans le nomenclature de de Rosen-Spence (1976), les cycles consistent en séquences bimodales séparées par des andésites inter-cycles. La première andésite inter-cycle est l'Andésite de Flavrian, surmontée du cycle bimodal comprenant la Rhyolite de Northwest, l'Andésite de Rusty Ridge, la Rhyolite de Amulet, l'Andésite de Waite et la Rhyolite de Waite (figure 14). La deuxième andésite inter-cycle est l'Andésite d'Amulet, suivie du deuxième cycle bimodale qui comprend l'Andésite de Newbec, la Rhyolite de Fish-roe, la Rhyolite de Norque, l'Andésite de D'Alembert (membres inférieur et supérieur) et la Rhyolite de D'Alembert (figure 14). Gibson (1989) et Péloquin *et al.* (1990) ont suggéré d'intégrer les andésites inter-cycles aux cycles bimodaux.

Dans l'évolution chimique des éléments majeurs les unités de rhyolites et d'andésites sont distinctes et ont évolué de façon indépendante (figure 14a). L'évolution de l'Andésite de Rusty Ridge, par exemple, diffère de façon évidente de celle de l'Andésite de Waite. L'Andésite de Rusty Ridge devient plus primitive tandis que l'Andésite de Waite devient plus évoluée en montant la stratigraphie. Les rhyolites de Northwest et d'Amulet montrent des compositions plus évoluées en montant dans la stratigraphie. Par contre, aucune conclusion ne peut être tirée des quelques données de la Rhyolite de Waite (figure 14a). Au niveau des éléments en traces (figure 14b), les rapports $(La/Yb)_n$ et $(Nb/Th)_n$ montrent un changement après la Rhyolite d'Amulet, mais on ne peut définir plus à fond ce changement, faute de données. Par contre, le rapport $(Zr/Y)_n$ montre un changement abrupt des tendances évolutives après le mise en place de l'Andésite de Rusty Ridge et après les andésites de Waite et de Norbec. Ce rapport ne montre pas de changement important près des contacts entre la Rhyolite d'Amulet et l'Andésite de Waite, ni entre la Rhyolite de Waite et l'Andésite de Norbec.

Bloc Hunter

Les données sont moins bien contraintes dans le Bloc Hunter que dans le Bloc Flavrian (figure 15). La seule corrélation sûre et réelle dans les coupes est établie grâce à la Rhyolite de Fish-roe dans les coupes H2 et H7; la corrélation observée entre les coupes H3 et H10 (figure 15) n'est en fait qu'une répétition structurale due au chevauchement. L'impossibilité d'établir plus de corrélations était prévisible, étant donné la nature même des unités et des centres volcaniques qui ont des extensions latérales limitées et qui sont séparés les uns des autres par des failles au mouvement souvent indéterminé.

CORRÉLATIONS

Les rhyolites hautement sphérolitiques sont des unités distinctes dans le Groupe de Blake River. Elles se présentent dans trois unités : la première unité, la Rhyolite de Fish-roe, exhibe les faciès de coulée massive et de lobes et brèche, et est glomérophyrique à plagioclase; la deuxième unité est volcanoclastique et aphyrique; la troisième unité est une coulée porphyrique à quartz et plagioclase. La Fish-roe et l'unité volcanoclastique se trouvent chacune dans plus d'un sous-groupe : le Noranda et le Rouyn-Pelletier pour la Fish-roe, et le Noranda et le Misema pour l'unité volcanoclastique. Les distances entre les affleurements de l'unité volcanoclastique ne posent pas de problème à l'interprétation de corrélation. Par contre, ce n'est pas le cas pour la Rhyolite de Fish-roe. Par conséquent, nous proposons que les différentes unités rhyolitiques hautement sphérolitiques, dont la Fish-roe, l'unité volcanoclastique aphyrique et l'unité porphyrique à quartz

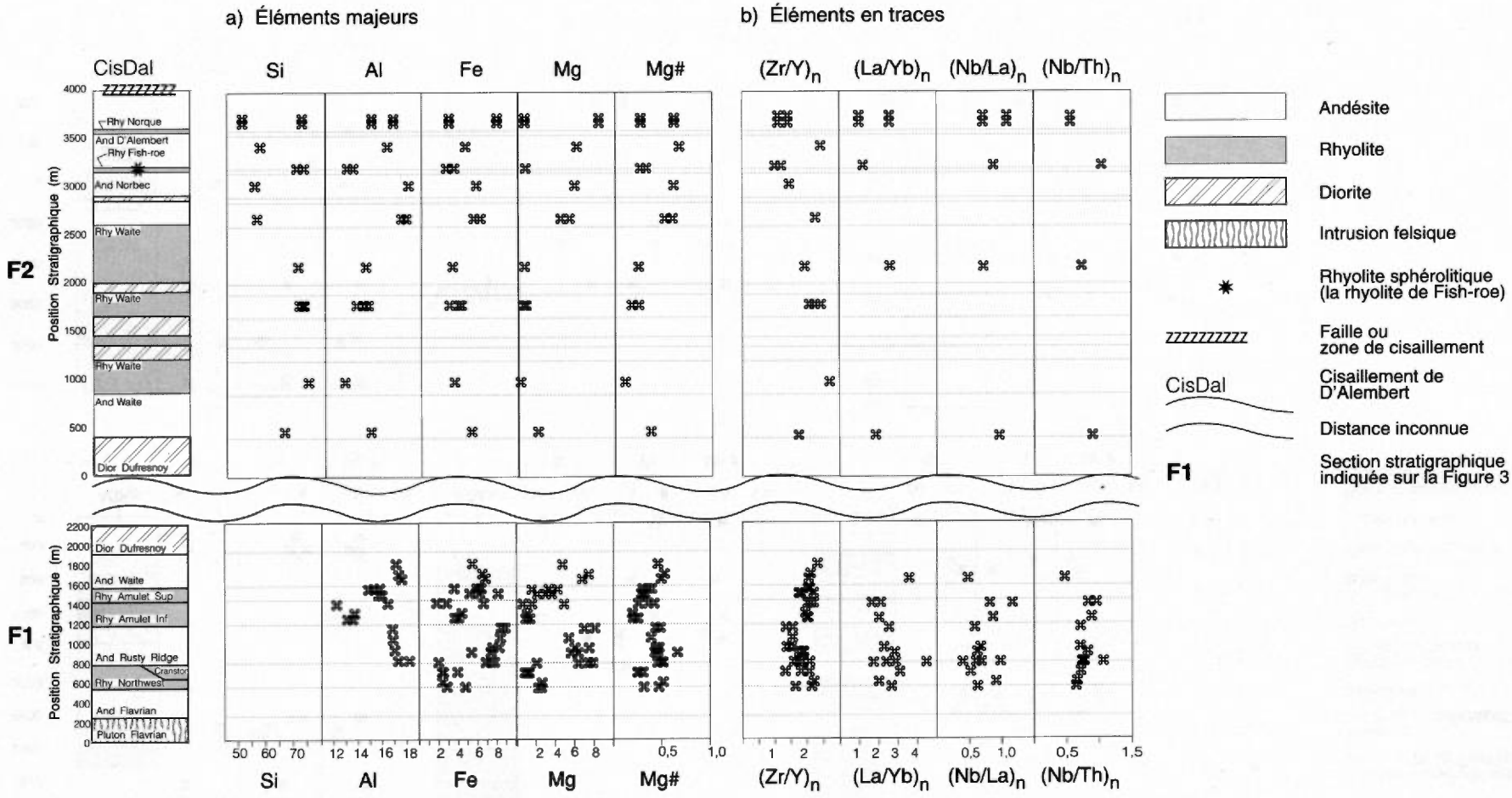


FIGURE 14 - Coupes chimico-stratigraphiques F1 et F2 du Bloc Flavrian: **a)** pour quelques éléments majeurs. Les valeurs de Si, Al, Fe et Mg sont exprimées en pourcentages cationiques. Mg# = 100 [MgO/(MgO+FeO)]; **b)** pour quelques rapports d'éléments en traces et des terres rares. Nomanclature des unités d'après de Rosen-Spence (1976). L'indice «n» indique que les valeurs ont été normalisées par rapport aux valeurs mesurées d'une météorite chondritique (Sun et McDonough, 1989).

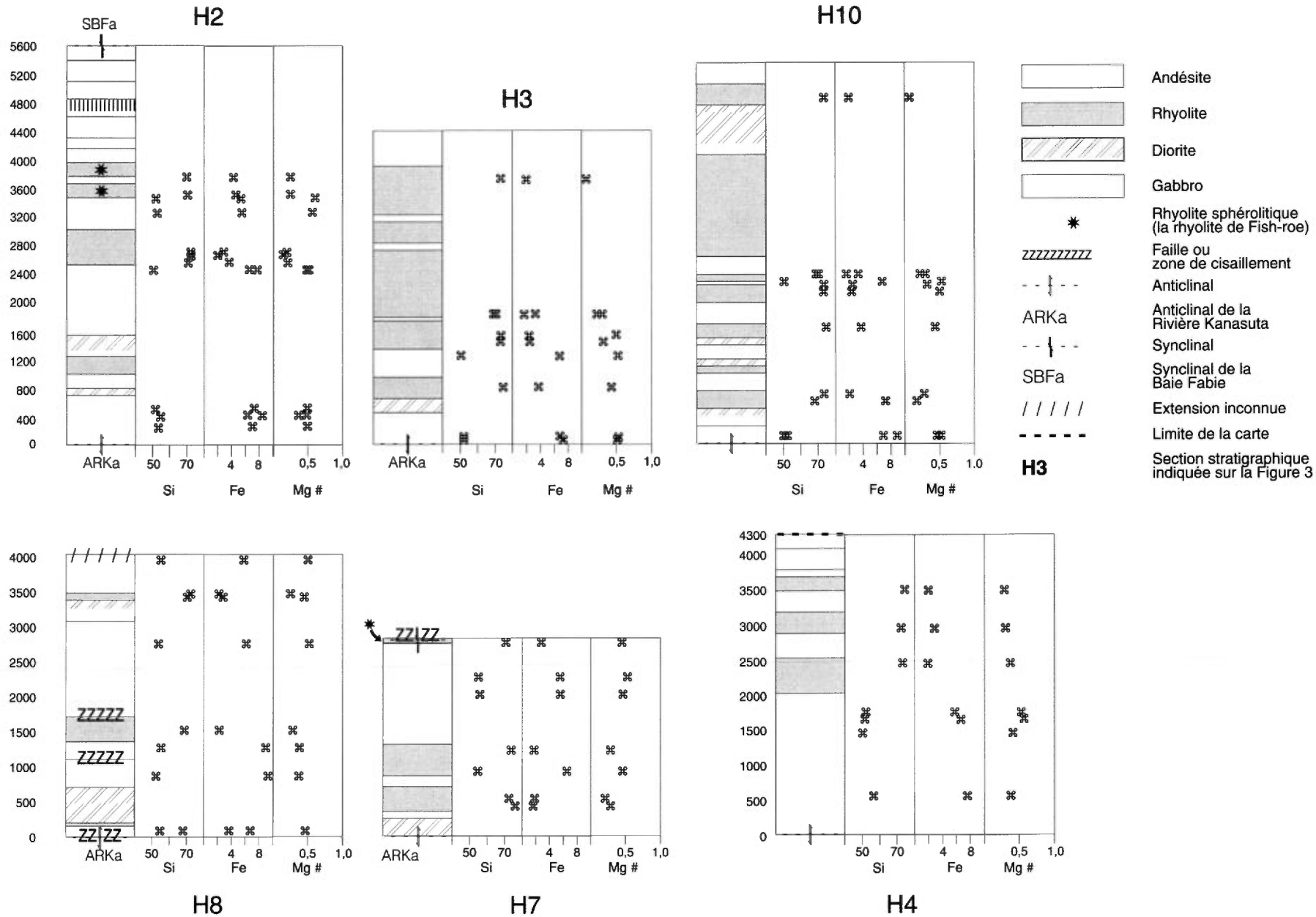


FIGURE 15a) - Coupes chimico-stratigraphiques H2, H3, H4, H7, H8 et H10 du Bloc Hunter pour quelques éléments majeurs. Les valeurs de Si et de Fe sont exprimées en pourcentages cationiques. Mg# = [MgO/(MgO+FeO)].

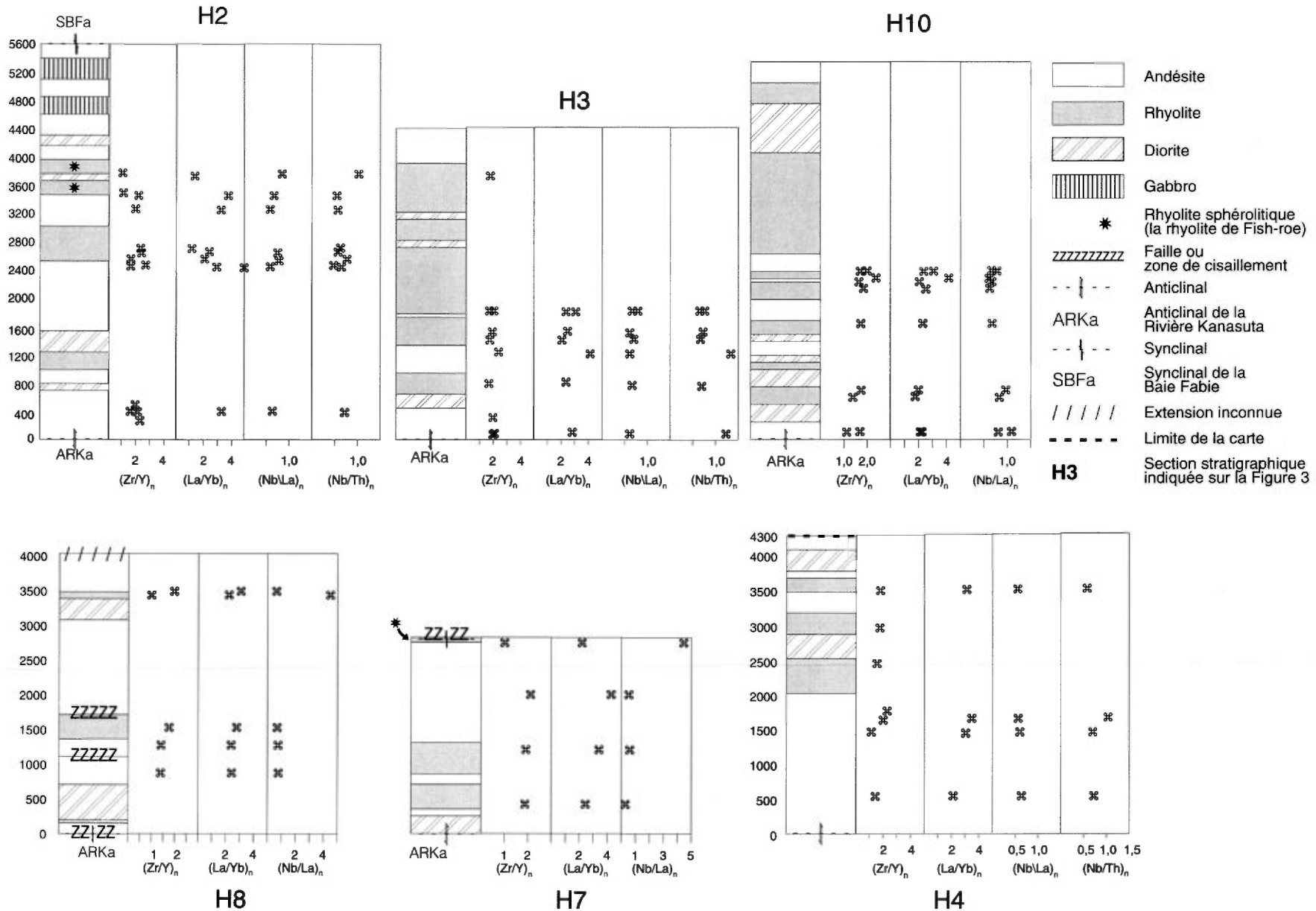


FIGURE 15b) - Coupes chimico-stratigraphiques H2, H3, H4, H7, H8 et H10 du Bloc Hunter pour quelques rapports d'éléments en traces et des terres rares. L'indice «n» indique que les valeurs ont été normalisées par rapport aux valeurs mesurées d'une météorite chondritique (Sun et McDonough, 1989).

et plagioclase, ne sont pas une seule coulée, mais représentent un événement magmatique au cours duquel la rhyolite s'est épanchée de plusieurs cheminées volcaniques dans le Sous-groupe de Noranda, dans le Sous-groupe de Misema et dans le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier. Cette interprétation est basée sur les aspects uniques, pétrographiques et géochimiques, de ces rhyolites.

La présence de la Rhyolite de Fish-roe dans les sous-groupes de Noranda et de Rouyn-Pelletier, a permis de proposer un modèle dans lequel ces deux sous-groupes se sont formés en même temps. D'autre part, la présence de l'unité hautement sphérolitique volcanoclastique dans les sous-groupes de Noranda et de Misema a permis aussi de proposer la contemporanéité des deux. Les trois sous-groupes ont donc connu le même événement volcanique. Le secteur du Bloc D'Alembert, qui a été étudié ici, ne contient pas d'affleurement de rhyolite hautement sphérolitique. Il contient cependant une épaisse unité pyroclastique andésitique qui semble se corréler avec une unité observée au nord de Lac Déry (Péloquin *et al.*, 1989a; Trudeau, 1982; Allard et Trudeau, 1983); toutefois, cette corrélation est difficile à établir à cause des complexités structurales.

DISCUSSION

L'interprétation stratigraphique est importante pour expliquer la pétrogenèse et la métallogénie du Groupe de Blake River. Les interprétations stratigraphiques précédentes (Goodwin, 1977; Gélinas *et al.*, 1984; Dimroth *et al.*, 1982 et Péloquin *et al.*, 1990) avaient toujours considéré la partie occidentale du Groupe de Blake River au Québec (le Sous-groupe de Misema) comme plus ancienne que la partie orientale (le Sous-groupe de Noranda). Par ailleurs, les unités de Pelletier et de Rouyn (Gélinas *et al.*, 1984), au sud de la ville de Rouyn-Noranda, avaient aussi été considérées comme la base du Sous-groupe de Noranda (Gélinas *et al.*, 1984; de Rosen-Spence, 1976; Péloquin *et*

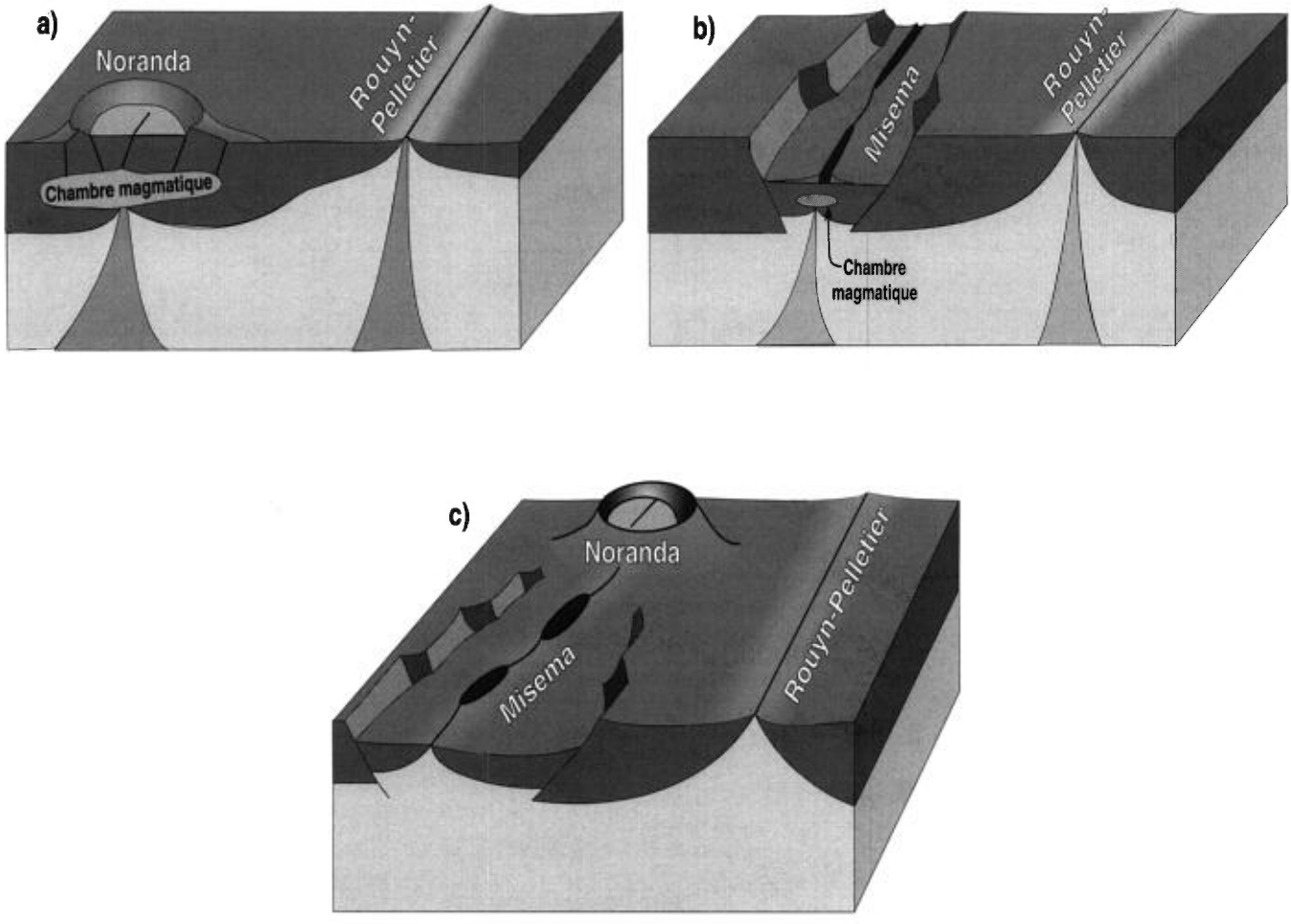


FIGURE 16 - Relation paléogéographique proposée pour les sous-groupes de Noranda, de Misema et de Rouyn-Pelletier lors de leur formation. **a)** schéma d'une coupe à travers les sous-groupes de Noranda et de Rouyn-Pelletier. **b)** schéma d'un coupe à travers les sous-groupes de Noranda et de Misema. **c)** schéma de la relation entre les trois sous-groupes; le Noranda représente le point de propagation d'une ride; le Misema représente la portion la plus mature du bassin; le Rouyn-Pelletier représente une ride parallèle à la ride Misema - Noranda. Tiré de Péloquin *et al.*, 1996.

al., 1990). Dans l'étude actuelle et dans une étude parallèle (Péloquin *et al.*, 1994; Péloquin *et al.*, 1996), les unités de Rouyn et de Pelletier forment un sous-groupe distinct de celui de Noranda, soit le Sous-groupe de Rouyn-Pelletier. La présence des rhyolites hautement sphérolitiques dans les sous-groupes de Misema et de Rouyn-Pelletier infirme les interprétations précédentes et démontre que les trois sous-groupes sont contemporains. Ceci implique que les centres de volcanisme intermédiaire à mafique du Misema et du Rouyn-Pelletier ont été actifs à l'extérieur et pendant la mise en place des centres volcaniques bimodaux du Sous-groupe de Noranda. Le modèle proposé (Péloquin *et al.*, 1994; Péloquin *et al.*, 1995; Péloquin *et al.*, 1996) pour expliquer cette géométrie est celui d'un bassin volcanique qui se propage dans un environnement près d'un arc insulaire océanique (figure 16). Un modèle similaire a été proposé par Laflèche *et al.*, (1992a et b). La contribution originale de l'étude actuelle est l'établissement d'une relation contemporaine entre les trois sous-groupes qui se forment à l'intérieur du bassin. Cette contemporanéité indique que le Groupe de Blake River a évolué dans un bassin naissant qui a avorté; les roches volcaniques produites au front de propagation ont été préservées et non pas détruites par l'ouverture complète du bassin.

Les deux aspects importants du modèle pétrogénétique proposé sont : (1) que les centres volcaniques bimodaux à l'extérieur du Bloc Flavrian (les blocs Hunter, Mouilleuse et Arnoux) sont du même âge que ceux qui sont à l'intérieur du Bloc de Flavrian, donc du même âge que ceux de la «Série des Mines»; et (2) que le volcanisme bimodal s'est développé au front de propagation du bassin et ce front a migré d'ouest en est.

L'exploration pour des gisements de type SMV implique l'identification des lithologies propices pour agir comme roches-hôtes et des plutons synvolcaniques qui agissent comme source de chaleur pour les cellules hydrothermales. Le Bloc Flavrian du Sous-groupe de Noranda, où se trouve le camp minier, remplit ces deux critères. Le reste du Sous-groupe de Noranda (le Bloc Hunter, le Bloc Mouilleuse et le Bloc Arnoux) contient aussi, par définition, des assemblages volcaniques bimodaux. On devra alors chercher des évidences d'intrusions importantes dans ces secteurs. La présence de quelques indices de sulfures volcanogènes et d'exhalites dans le partie ouest du Groupe de Blake River (Inmont, Quatre-Coins , New Insco, Magusi) indique aussi la présence probable d'une source de chaleur pour les cellules hydrothermales à l'extérieur du Bloc Flavrian. Le levé de sismique réflexion à haute résolution de la ligne 21-1, effectué dans le cadre du projet Abitibi-Grenville du programme LITHOPROBE, indique la présence possible de l'extension du Pluton Flavrian au nord de la Faille de Hunter Creek (Verpaelst *et al.*, 1995). Le profil sismique régional montre aussi des zones de haute réflectivité qui peuvent être la manifestation de petites intrusions semblables au Pluton de Flavrian.

Dans le modèle pétrogénétique proposé, le front de la propagation du bassin est passé par le secteur du Sous-groupe de Misema avant d'arriver à celui de Noranda. Ainsi, un volcan du «type Noranda» a pu exister auparavant, là où le Misema s'est formé par le suite. Dans le Misema, les pendages sont plutôt faibles; et l'analyse des données gravimétriques (Bellefleur, 1992) et sismiques (Green *et al.*, 1990; Jackson *et al.*, 1995; Verpaelst *et al.* 1995) montrent un épaississement du Groupe de Blake River à l'ouest. Il est donc possible que les vestiges d'un volcan du type Noranda se trouvent localement en dessous du Sous-groupe de Misema. On aurait ainsi un environnement propice aux minéralisations en SMV de type Noranda. Les technologies actuelles de sondage géophysique ne permettent pas de vérifier cette hypothèse (Verpaelst *et al.*, 1995).

RÉFÉRENCES

ALLARD, M. et Y. TRUDEAU, 1983 - Rapport d'un levé électromagnétique Deep-EM avec 5 journaux de sondage, projet Anaconda, cantons de Duparquet et Duprat. Anaconda Canada Exploration Ltd. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; GM-40557, 219 pages.

BELLEFLEUR, G., 1992 - Contribution des méthodes de potentiel à la cartographie géologique et à la structure profonde dans le Groupe de Blake River, Abitibi. École Polytechnique de Montréal; mémoire de maîtrise, 101 pages.

DE ROSEN-SPENCE, A. F., 1976 - Stratigraphy, development and petrogenesis of the central Noranda volcanic pile, Noranda, Quebec. University of Toronto; thèse de doctorat, 166 pages.

DEJOU, B., 1992 - Pétrographie et géochimie du pluton syénitique du lac Tarsac, canton Montbray, Abitibi. École Polytechnique de Montréal; mémoire de maîtrise, 140 pages.

DEJOU, B. - VALIQUETTE, G. - VERPAELST, P., 1990 - Petrography and geochemistry of Tarsac Lake alkaline pluton, Abitibi, Quebec. Geological Association of Canada / Mineralogical Association of Canada, Vancouver, Joint Annual Meeting, program and abstracts; volume 15, page A 31.

DIMROTH, E.- COUSINEAU P. - LEDUC, M. - SANSCHAGRIN, Y - PROVOST, G., 1978 - Structure and organization of Archean subaqueous basalt flows, Rouyn-Noranda Area. Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 15, pages 902-918.

DIMROTH, E. - IMREH, L. - ROCHELEAU, L. - M. - GOULET, N., 1982 - Evolution of the south-central part of the Archean Abitibi belt, Quebec. Part I: Stratigraphy and paleogeographic model. Journal canadien des Sciences des la Terre; volume 19, pages 1729-1758.

DIMROTH, E. - IMREH, L. - GOULET, N. - ROCHELEAU, M., 1983a - Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part II: Tectonic evolution and geome- volume 20 , pages 1355-1373.

DIMROTH, E. - IMREH, L. - GOULET, N. - ROCHELEAU, M., 1983b - Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part III: Plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model. Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 20, pages 1374-1388.

FURNES, H. - FRIDLEIFSSON, I. B. - ATKINS, F.B., 1980 - Subglacial volcanics on the formation of acid hyaloclastites. Journal of Volcanology and Geothermal Research; volume 8, pages 95-110.

GÉLINAS, L. - TRUDEL, P. - HUBERT, C., 1984 - Chimicostratigraphie et tectonique du Groupe de Blake River. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM 83-01, 41 pages.

GIBSON, H.L., 1989 - The geology and reconstruction of the Mine sequence and the Noranda cauldron of the Noranda complex, northwestern Quebec. Thèse de doctorat, Carleton University, Ottawa; 715 pages.

GOODWIN, A.M., 1977 - Archean volcanism in Superior Province, Canadian Shield. *In :* Volcanic Regimes in Canada (Baragar, W.R.A., Coleman, L.C. et Hall, J.M., editors). Geological Association of Canada; special paper 16, pages 205-241.

GREEN, A. - MILKEREIT, B. - MAYRAND, L. - LUDDEN, J.N. - HUBERT, C. - JACKSON, S.L. - SUTCLIFFE, R.H. - WEST, G.F. - VERPAELST, P. - SIMARD, A., 1990 - Deep structure of an Archean greenstone terrane. Nature; volume 344, pages 327-330.

GUNNING, H.C., 1937 - Cadillac Area, Québec. Commission géologique du Canada; mémoire 206, 80 pages.

HARGREAVES, R. - AYRES, L.D., 1979 - Morphology of Archean metabasalt flows, Utik Lake, Manitoba. Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 16, pages 1452-1466.

HUBERT, C., - TRUDEL, P., - GÉLINAS L., 1984 - Archean wrench fault tectonics and structural evolution of the Blake River Group, Abitibi Belt, Quebec. Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 21, pages 1024-1032.

JACKSON, S.L. - CRUDEN, A.R. - WHITE, D. - MILKEREIT, B., 1995 - A seismic-reflection-based regional cross section of the southern Abitibi grennstone belt. Revue canadienne des sciences de la Terre; volume 32, pages 135-148.

JOLLY, W.T., 1978 - Metamorphic History of the Archean Abitibi belt. Metamorphism in the Canadian Shield. Geological Survey of Canada; paper 78-10, pages 63-78.

KIRKPATRICK, R.J., 1978 - Processes of crystallization in pillow basalts, Hole 396B, D.S.D.P. Leg 46. *In*: San Juan, Puerto Rico to Las Palmas, Canary Islands, January-March 1975. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Leg 46; pages 271-282.

LAFLÈCHE, M.R. – DUPUY, C., - BOUGEAULT, H., 1992a - Geochemistry and petrogenesis of Archean mafic volcanic rocks of the southern Abitibi Belt, Quebec. Precambrian Research; volume 57, pages 207-241.

LAFLÈCHE, M.R. - DUPUY, C. - DOSTAL, J., 1992b - Tholeiitic volcanic rocks of the late Archean Blake River Group, southern Abitibi greenstone belt: orgin and geodynamic implications. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 29, pages 1448-1458.

MERQ, 1982 - Cartes de compilation géoscientifiques (1:10 000) 32D/5 104, 204 et 304, et 32D/6 101, 102, 201, 202, 203, 204, 301, 302, 303 et 304. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec.

MERQ - OGS, 1983 - Carte lithostratigraphique de la Sous-province de l'Abitibi. Ministère de l'Énergie et des Ressources/Ontario Geological Survey : 1:500 000; cataloguée « DV 83-16 » au Québec et « Map 2484 » en Ontario.

NATLAND, J.H., 1978 - Crystal morphologies in basalts from DSDP Site 395, 23°N, 46°W, Mid-Atlantic Ridge. *In* : Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Leg 45; San Juan, Puerto Rico to San Juan, Puerto Rico. Leg 45; pages 423-445.

NATLAND, J.H., 1980 - Crystal morphologies in basalts dredged and drilled from the East Pacific Rise near 9°N and the Sequeiros Fracture Zone. *In*: Leg 54 of the cruises of the drilling vessel Glomar Challenger; Cristobal, Panama Canal Zone to Long Beach, California; Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Leg 54; pages 605-634.

PARADIS, S., 1990 - Stratigraphy, volcanology and geochemistry of the New Vauze - Norbec area, Central Noranda Volcanic Complex, Quebec, Canada. Carleton University, Ottawa; thèse de doctorat., 695 pages.

PÉLOQUIN, A.S. - LUDDEN, J.N. - VERPAELST, P., 1995 - The Blake River Group in Quebec: A 2,7 GA in situ propagating volcanic basin hosting volcanogenic massive sulphide deposits. *In* : Precambrian '95 : Réunion internationale sur la tectonique et la métallogénie des ceintures orogéniques du Précambrien inférieur et moyen; programme et résumés, Montréal, page 271.

PÉLOQUIN, A.S. - LUDDEN, J.N. - HUBERT, C., 1994 - Magmatic systems in late Archean volcanic basins: Implications for Noranda-type VMS. Association géologique du Canada/ Association mineralogique du Canada, Congrès annuel, Waterloo, programme et résumés; volume 19, page A87.

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. *Dans* : La ceinture polymétallique du Nord-Ouest québécois: géoloqie et production minérale. Editeurs : 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, pages 107-119.

PÉLOQUIN, A.S. - VERPAELST, P., (non publié) - Le Projet Blake River Ouest dans les cantons de Dufresnoy, de Duprat, de Montbray, de Beauchastel et de Dasserat, SNRC 32D/06 et 32D/05. Ministère des Ressources Naturelles, Québec.

PÉLOQUIN, A.S. - VERPAELST, P. - LUDDEN, J.N., 1996 - Spherulitic rhyolites of the Archean Blake River Group, Canada: Implications for stratigraphic correlation and VMS exploration. Economic Geology; volume 91, p.343-354.

PÉLOQUIN, A.S. - VERPAELST, P. - PARADIS, S. - GAULIN, R.R. - COUSINEAU, P., 1989a - Projet Blake River Ouest, Cantons de Duprat et de Dufresnoy, SNRC 32D/06. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 89-02, 180 pages.

PÉLOQUIN, A.S. - VERPAELST, P. - GAULIN, R., 1989b - Le Blake River dans les cantons de Duprat, de Montbray, de Beauchastel et de Dasserat. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec; MB 89-64, 90 pages.

POWELL, W.G. - CARMICHAEL 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.

SUN, S.-S. - MCDONOUGH, W.F., 1989 - Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts : Implications for mantle composition and processes. Geological Society of London; special publication 42, pages 313-345.

TRUDEAU, Y., 1982 - Rapport géologique de la propriété Anaconda, canton de Duprat. Anaconda Canada Exploration Ltd, Explorations Noranda ltée. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; GM 39500. 22 pages.

VERPAELST, P. 1985 - Géologie de la séquence volcanique archéenne de Duprat, Abitibi, Québec. Université de Montréal; thèse de doctorat, 260 pages.

VERPAELST, P. - PÉLOQUIN, A.S. - ADAM, E. - BARNES, A.E. - LUDDEN, J.N. - DION, D.-J. - HUBERT, C. - MILKEREIT, B. - LABRIE, M., 1995 - Seismic reflection profiles across the "Mine Series" in the Noranda camp of the Abitibi belt, eastern Canada. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 32, pages 167-176.

ANNEXE 1 : PHOTOGRAPHIES

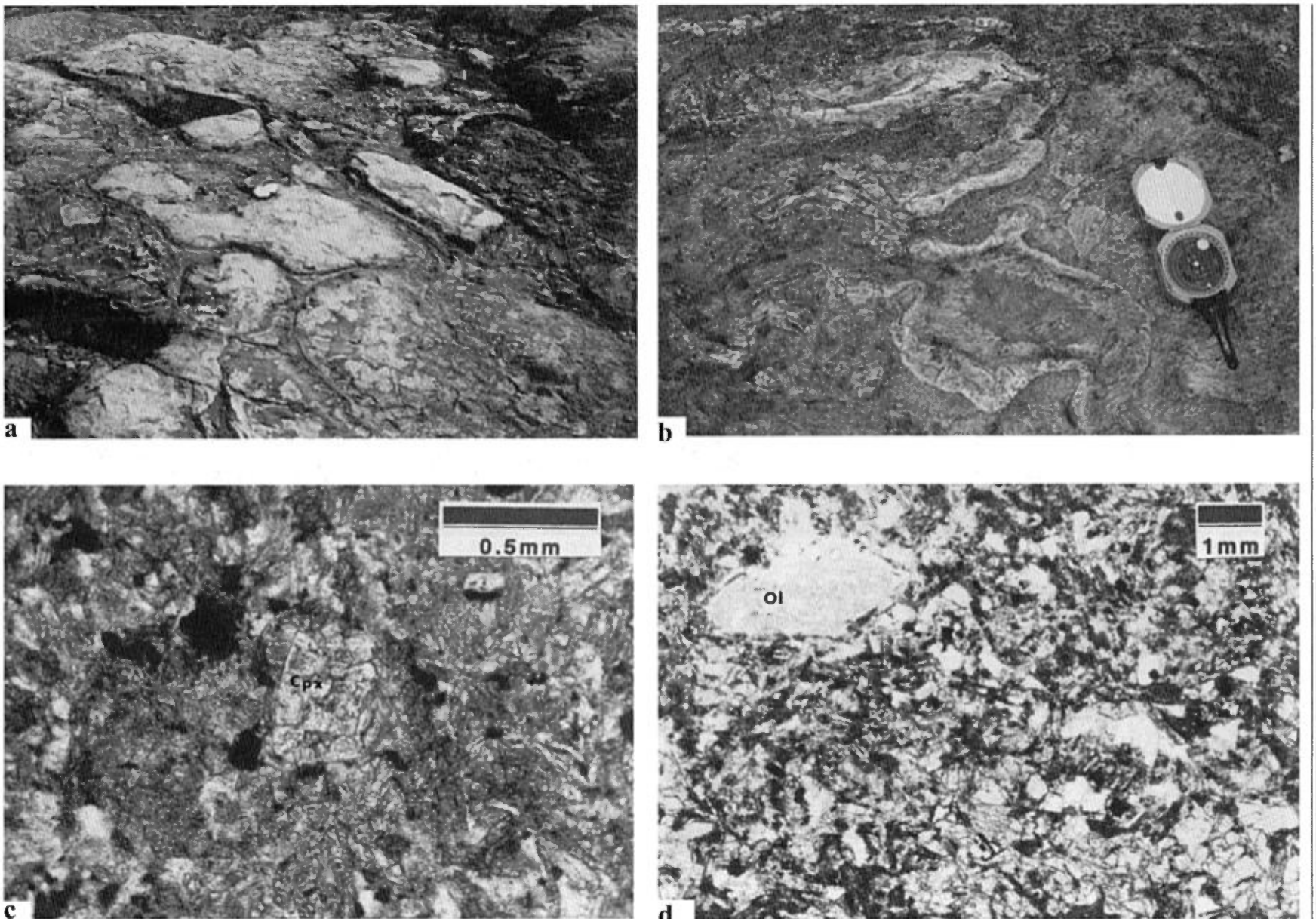


Planche 1 - a) Andésite coussinée silicifiée. **b)** Brèche andésitique montrant des fragments partiellement et entièrement silicifiés. **c)** Photomicrographie d'un microphénocristal de pyroxène relique (Cpx). **d)** Photomicrographie d'un pseudomorphe d'un microphénocristal d'olivine (Ol).

ANNEXE 1 : PHOTOGRAPHIES (SUITE)

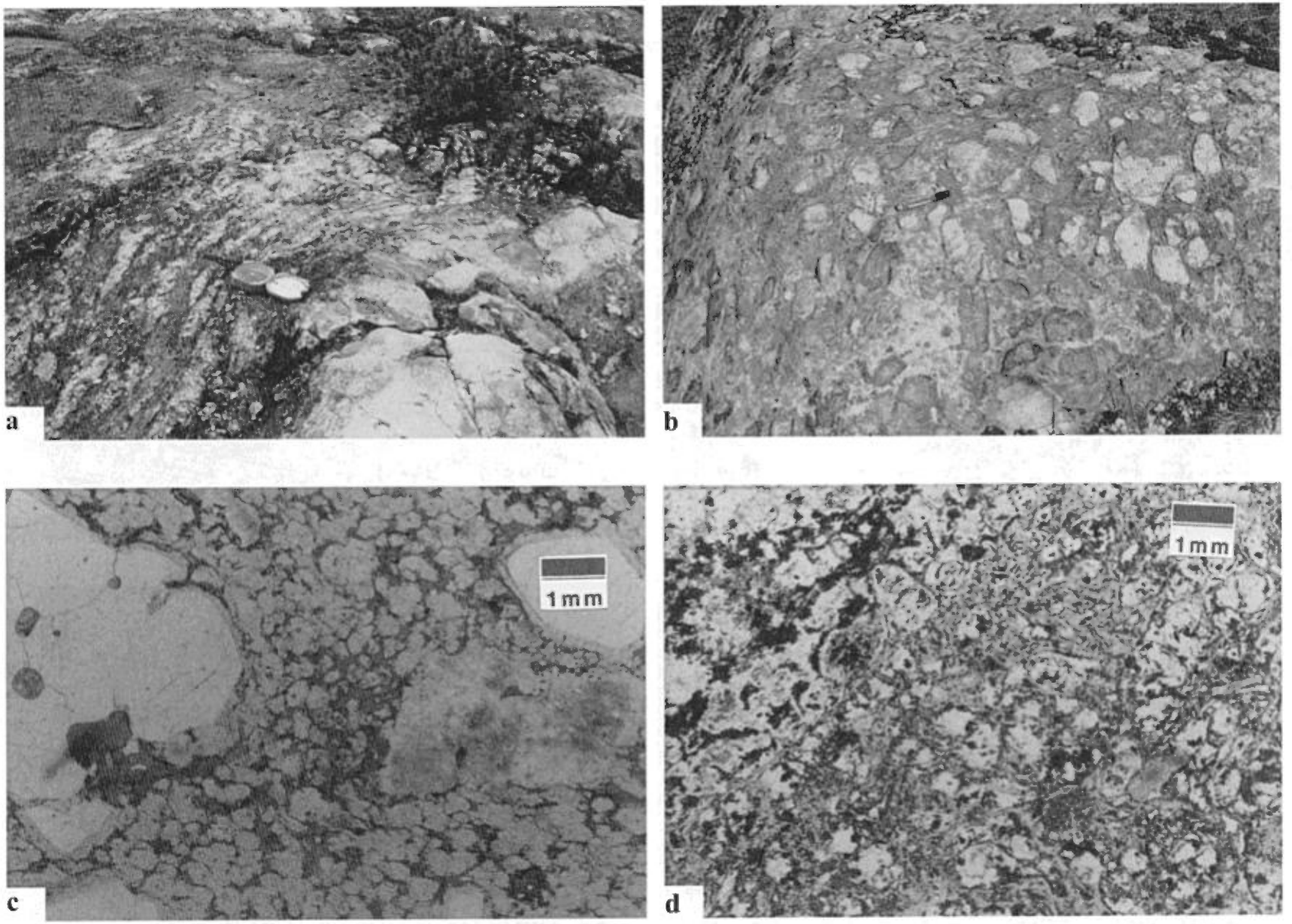


Planche 2 - a) Faciès de lobe et brèche montrant l'autobréchification en bordure d'un lobe. **b)** Brèche rhyolitique à blocs et à lapilli. **c)** Photomicrographie des sphérolites de dévitrification dans une rhyolite. **d)** Photomicrographie de la texture perlitique dans une brèche rhyolitique.

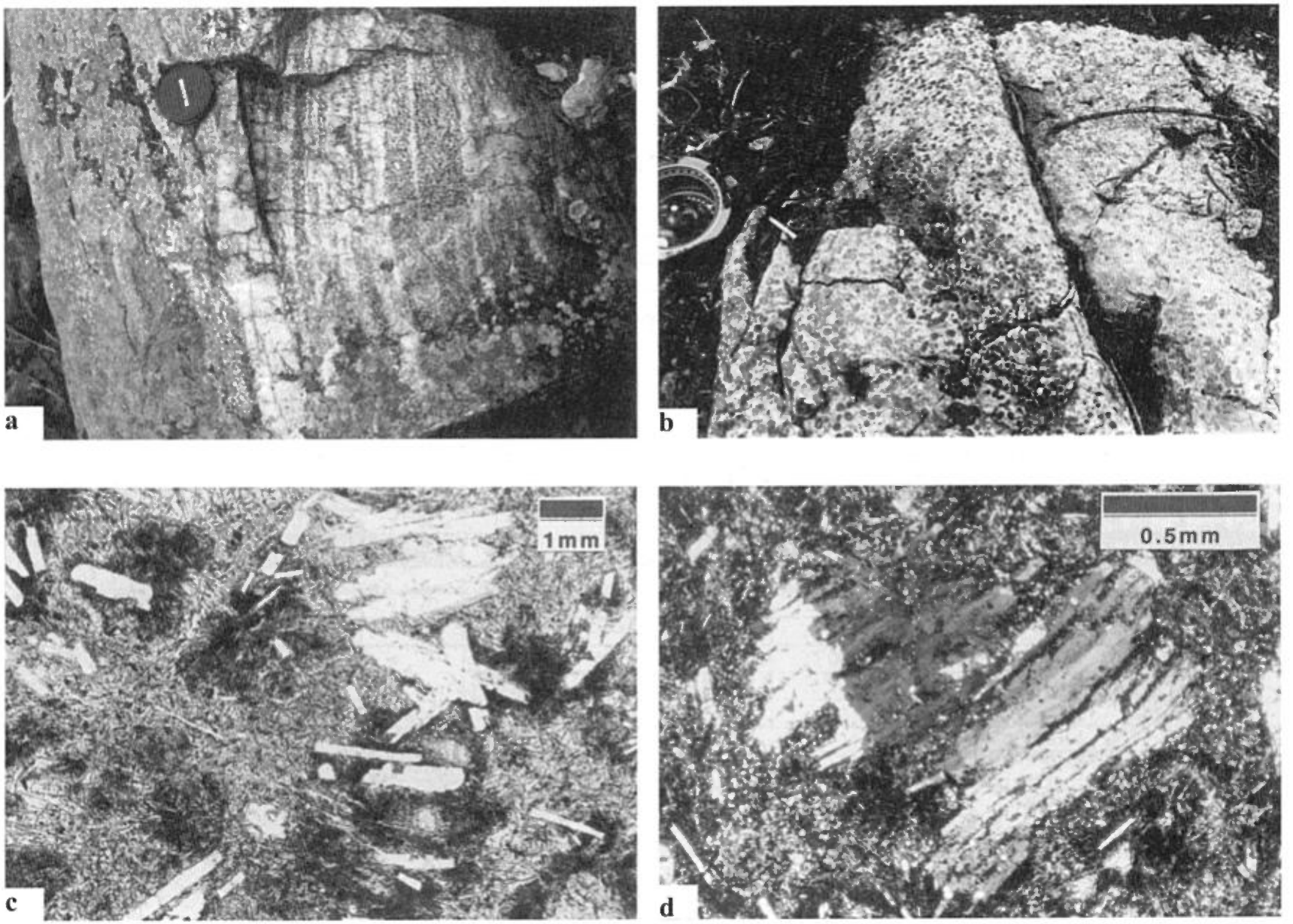


Planche 3 - Rhyolites hautement sphérolitiques. **a)** Faciès de lobe et brèche dans le bloc Hunter. **b)** Coulée porphyrique en quartz et plagioclase (PQF) dans le bloc Kanasuta. **c)** Photomicrographie des sphérolites de cristallisation. **d)** Photomicrographie des gloméro-phénocristaux de plagioclase.

ANNEXE 2

Valeur moyenne de certains éléments chimiques des suites volcaniques pour chaque sous-groupe du Groupe de Blake River

Noranda	Ti (%cat)	Ni (ppm)	La (ppm)	Yb (ppm)	Zr (ppm)	Y (ppm)	La(n)	Yb(n)	La/Yb (n)	Zr/Y (n)
Andésite enrichie	0,82	55,56	11,81	2,07	129,37	23,11	49,82	12,15	4,15	2,48
Andésite non enrichie	1,05	24,01	9,78	3,34	119,78	33,97	41,27	19,63	2,05	1,43
Andésite transitionnelle	0,96	46,16	9,46	2,27	100,38	22,50	39,92	13,35	3,01	1,97
Dacite	0,85	8,70	15,50	4,35	175,33	37,00	65,40	25,59	2,68	1,98
Rhyolite	0,19	1,71	22,37	6,31	286,69	59,21	94,37	37,13	2,58	2,02
Rhyolite sphérolitique	0,70	19,50	28,50	16,67	410,00	150,00	120,25	98,04	1,22	1,11

Misema	Ti (%cat)	Ni (ppm)	La (ppm)	Yb (ppm)	Zr (ppm)	Y (ppm)	La(n)	Yb(n)	La/Yb (n)	Zr/Y (n)
Andésite enrichie	0,73	81,67	12,54	2,00	133,53	24,27	52,91	11,76	4,80	2,26
Andésite non enrichie	1,16	14,64	8,07	2,65	110,55	29,82	34,07	15,59	2,17	1,50
Andésite transitionnelle	0,92	45,80	10,50	2,63	110,20	26,40	44,30	15,49	2,88	1,69
Dacite	0,65	42,75	13,00	2,30	152,50	27,50	54,85	13,53	4,06	2,25
Rhyolite	0,20	2,00	22,33	8,37	224,00	85,80	94,23	49,22	1,89	1,10
Rhyolite sphérolitique	0,55	8,33	29,25	17,50	442,50	177,50	123,42	102,94	1,20	1,01

Rouyn-Pelletier	Ti (%cat)	Ni (ppm)	La (ppm)	Yb (ppm)	Zr (ppm)	Y (ppm)	La(n)	Yb(n)	La/Yb (n)	Zr/Y (n)
Andésite enrichie	0,58	na	7,83	1,18	86,80	13,13	33,04	6,94	4,76	2,68
Andésite non enrichie	0,65	na	3,00	1,97	49,33	19,41	12,67	11,60	1,07	1,01
Andésite transitionnelle	0,71	na	9,37	6,58	182,70	64,24	39,54	38,71	1,02	1,15
Dacite										
Rhyolite										
Rhyolite sphérolitique	0,55	na	35,00	17,00	na	na	147,68	100,00	1,48	na

Valeur moyenne de certains éléments chimiques des suites volcaniques dans chacun des blocs structuraux du Groupe de Blake River

Ti (% cat.)	Enrichie	Trans.	Non enrichie	Dacite	Rhyolite	Rhyol. sphér.
Arnoux	0,74	0,82	1,14	0,53	0,11	0,52
D'Alembert	0,70		1,06	1,14	0,14	
Flavrian	0,80	0,96	1,00	0,89	0,23	0,72
Hunter	0,82	0,92	1,04	0,63	0,18	0,81
Kanasuta	0,74	0,92	1,16	0,65	0,20	0,55
Mouilleuse	0,95	1,27	1,07	0,83	0,18	0,60

Ni (ppm)						
Arnoux	94,00	129,50	15,00	19,00	1,50	3,00
D'Alembert	53,67		29,40	2,00	1,00	
Flavrian	38,55	34,00	42,78	1,20	1,28	49,00
Hunter	68,00	35,33	10,49	32,00	2,25	4,00
Kanasuta	81,67	45,80	14,64	42,75	2,00	8,33
Mouilleuse	40,00	30,50	12,80	14,00	2,00	8,00

La (ppm)						
Arnoux	12,00	7,55		18,00	31,00	19,00
D'Alembert	12,00		6,20		25,00	
Flavrian	12,00	12,50	9,42	13,00	22,00	33,50
Hunter	11,12	9,00	11,14		22,91	31,50
Kanasuta	12,54	10,50	8,07	13,00	22,33	29,25
Mouilleuse	13,00	9,50	10,50	8,00	18,71	22,00

Yb (ppm)						
Arnoux	2,30	1,90		3,70	8,05	15,00
D'Alembert	1,90		2,75		6,20	
Flavrian	2,40	3,15	3,20	5,00	7,00	17,50
Hunter	1,93	2,08	3,57		6,33	18,00
Kanasuta	2,00	2,63	2,65	2,30	8,37	17,50
Mouilleuse	2,20	2,20	3,53		5,10	14,00

Zr (ppm)	Enrichie	Trans.	Non enrichie	Dacite	Rhyolite	Rhyol. sphér.
Arnoux	109,67	85,50	106,60	220,00	340,00	380,00
D'Alembert	130,00		134,20	230,00	295,00	
Flavrian	150,10	124,25	123,89	181,67	305,56	450,00
Hunter	123,00	92,00	110,75	140,00	288,70	430,00
Kanasuta	133,53	110,20	110,55	152,50	224,00	442,50
Mouilleuse	121,57	101,00	125,60	141,33	240,00	320,00

Y (ppm)						
Arnoux	16,00	14,50	29,60	40,00	73,67	130,00
D'Alembert	21,67		43,00	69,00	54,50	
Flavrian	28,10	28,50	33,00	37,17	61,50	165,00
Hunter	23,33	21,13	33,13	23,00	63,44	160,00
Kanasuta	24,27	26,40	29,82	27,50	84,75	177,50
Mouilleuse	19,14	24,00	32,40	29,67	43,09	120,00

La/Yb (n)						
Arnoux	3,74	2,85		3,49	2,77	0,91
D'Alembert	4,53		1,63		2,89	
Flavrian	3,59	2,85	1,99	1,86	2,23	1,39
Hunter	4,20	3,12	2,24		2,67	1,26
Kanasuta	4,80	2,88	2,17	4,06	1,89	1,20
Mouilleuse	4,24	3,10	2,14		2,64	1,13

Zr/Y (n)						
Arnoux	4,55	3,45	1,47	2,23	1,93	1,19
D'Alembert	2,47		1,26	1,35	2,20	
Flavrian		1,75	1,50	1,98	2,05	1,12
Hunter	2,19	1,77	1,34	2,47	1,88	1,09
Kanasuta	2,26	1,69	1,50	2,25	1,10	1,01
Mouilleuse	2,73	1,71	1,60	1,92	2,33	1,08

Québec

Ministère des
Ressources naturelles