

## MB 2002-03

GEOCHIMIE DES CEINTURES ET LAMBEAUX VOLCANO-SEDIMENTAIRES DU DOMAINE DE GOUDALIE, BLOC DE MINTO, PROVINCE DU SUPERIEUR, QUEBEC

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



*Licence*

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 

# Géochimie des ceintures et lambeaux volcano-sédimentaires du Domaine de Goudalie, Bloc de Minto, Province du Supérieur, Québec

Michel Boily  
Pierre Lacoste  
Jean-Yves Labbé

MB 2002-03



2002

*Ressources  
naturelles*

Québec 

**DOCUMENT PUBLIÉ PAR GÉOLOGIE QUÉBEC**

**Direction**

Alain Simard

**Service géologique de Québec**

Pierre Verpaelst

**Responsable des études géoscientifiques**

Pierre Verpaelst

**Affiliation des auteurs**

Michel Boily, GÉON

Pierre Lacoste, ministère des Ressources naturelles du Québec

Jean-Yves Lacoste, ministère des Ressources naturelles du Québec

**Lecture critique**

Shirley Péloquin

**Édition sommaire**

Denis L. Lefebvre

Document accepté pour publication le 2002/03/05

**NOTE**

Ce document est une reproduction fidèle du manuscrit soumis par l'auteur sauf pour une vérification et une mise en page sommaire destinées à assurer une qualité convenable de reproduction. Le manuscrit a cependant fait l'objet d'une lecture critique et de commentaires à l'auteur avant la remise de la version finale au Ministère.

## RÉSUMÉ

Cette étude géochimique porte sur les roches volcaniques des ceintures et lambeaux volcano-sédimentaires localisés dans le domaine de Goudalie, bloc de Minto. Nous avons reconnu 6 suites de roches volcaniques: 1) la suite des komatiites et des basaltes komatiitiques (KOM), 2) la suite des tholéiites magnésiennes (TM), 3) la suite des ferrotholéiites (FT), 4) la suite des tholéiites contaminées (TC), 5) la suite des basaltes, andésites et dacites calco-alcalins (BADC) et 6) la suite des tufs et laves rhyodacitiques-rhyolitiques d'affinité calco-alcaline (RHY). Les coulées de laves komatiitiques (suite KOM) affleurent uniquement à l'intérieur du Complexe de Gayot. Le diagramme  $[Gd/Yb]_{NC}$  vs  $Al_2O_3/TiO_2$  révèle une appartenance à la catégorie non appauvrie en Al (chondritique) caractéristique des komatiites de la province du Supérieur. La suite KOM montre des concentrations en terres rares (TR) inférieures à 10 fois les valeurs chondritiques, un profil de TR peu fractionné ( $[La/Yb]_{NC}=0,52-1,44$ ), des faibles teneurs en *High Field Strength Elements* (HFSE, éléments incompatibles à fort potentiel ionique) et des rapports Th/Hf (0,03-0,42) et Zr/Y (2,2-2,7) approchant les valeurs chondritiques. Les tholéiites magnésiennes (TM) et les ferrotholéiites (FT) forment la majorité des empilements basaltiques des complexes de Gayot, de Duvert et de Dupire. Les volcanites de la suite TM exhibent des profils de  $TR_{NC}$  (terres rares normalisées aux chondrites) plats ou légèrement appauvris en TRLé (terres rares légères ;  $[La/Sm]_{NC}=0,5-1,2$ ) et des concentrations avoisinant 10 à 20 fois les valeurs chondritiques. Les FT qui accompagnent les TM se caractérisent généralement par des concentrations en  $TiO_2 > 1,2$  % poids (1,2-1,7 % poids) et en  $FeO_T > 11$  % poids (11,0-18,4 % poids). Elles forment une suite magmatique plus différenciée que la suite TM. Le seul échantillon de la suite FT analysé par méthode ICP-MS exhibe un profil de TR peu fractionné ( $[La/Sm]_{NC}=1,2$  et  $[La/Yb]_{NC}=1,6$ ), des concentrations de 35 fois les valeurs chondritiques et une anomalie négative en Eu. Les FT et TM se localisent dans le champ des tholéiites issues des dorsales océaniques dans le diagramme discriminant Hf/3-Nb/16-Th. L'absence d'anomalies négatives en HFSE dans le diagramme multiéléments normalisés au manteau primordial (MP) corrobore cette assertion. La suite des tholéiites contaminées (TC) affleure dans le Complexe de Duvert. Évoluées ( $Mg\# = 22-39$ ) et enrichies en  $TiO_2$  (1,5-1,9 % poids) et en  $FeO_T$  (8,8-16,8 % poids), ces tholéiites se distinguent des volcanites des suites TM et FT par leur enrichissement en TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=2,3-3,1$ ), Th, LILE (large ion lithophile elements) et Sr et des anomalies négatives en Nb et en Ta dans le diagramme multi-éléments normalisés au MP. Ces caractéristiques géochimiques reflètent probablement l'assimilation d'une croûte sialique plus ancienne lors de la différenciation magmatique. Les basaltes, les basaltes andésitiques, les andésites et les rares dacites d'affinité calco-alcaline affleurent principalement dans le Complexe de Garault et plus rarement dans le Complexe de Gayot (BADC). L'ensemble des volcanites du Complexe de Garault présentent des rapports Zr/Y  $> 3$  (3,1-8,7) et un enrichissement important en TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=2,4-3,6$ ). Enrichies en Th, Sr et Ba, ces volcanites illustrent, dans le diagramme multi-éléments normalisés aux MP, des anomalies négatives en Nb, Ta, P et Ti caractéristiques des roches calco-alcalines. Le Complexe de Garault est interprété comme une séquence volcanique d'arc océanique ou continental mature émergent. Les tufs et laves rhyodacitiques à rhyolitiques (RHY) définissent trois groupes. Le groupe I, surtout représenté dans la ceinture de Vénus, possède des rapports Zr/Y (7-15) et  $[La/Yb]_{NC}$  (6-10) modérés ainsi que des anomalies négatives en Eu. Le groupe II affiche des rapports Zr/Y (18-41) et  $[La/Yb]_{NC}$  (16-36) élevés et manifeste une certaine affinité aux termes évolués des suites «adakitiques». Enfin, les rhyolites du groupe III affleurent uniquement dans le Complexe de Dupire et affichent les faibles rapports  $[La/Yb]_{NC}$  (2,0) et Zr/Y(2,9) des rhyolites dites «fertiles» associées à la minéralisation en sulfures massifs volcanogènes.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ</b> .....	3
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	4
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	6
<b>1.0-INTRODUCTION</b> .....	8
<b>2.0-MÉTHODOLOGIE</b> .....	8
<b>3.0-GÉOLOGIE GÉNÉRALE DU BLOC DE MINTO</b> .....	8
<b>4.0- LA RÉGION DU LAC NEDLOUC</b> .....	8
4.1- <i>Le domaine de Goudalie</i> .....	8
4.1.1- <i>Unité Advt1: basaltes</i> .....	9
4.1.2- <i>Unité Advt2: andésites</i> .....	9
4.1.3- <i>Unité Advt3: paragneiss</i> .....	9
4.1.4- <i>Unité Advt4: roches ultramafiques</i> .....	9
4.2- <i>Le domaine du lac Minto</i> .....	9
4.2.1- <i>Le sous-domaine de Dupire</i> .....	9
4.2.2- <i>Unité Adpr3: roches volcaniques non différenciées</i> .....	9
<b>5.0- LA RÉGION DU LAC GAYOT</b> .....	10
5.1- <i>Le domaine de Goudalie</i> .....	10
5.1.1- <i>Le Complexe de Gayot: unité Agat</i> .....	10
5.1.2- <i>La Formation d'Aubert: unité Aat</i> .....	11
<b>6.0- LA RÉGION DU LAC MARICOURT</b> .....	11
6.1- <i>Le Complexe de Garault: unité Agar</i> .....	12
<b>7.0- GÉOCHIMIE DES ROCHES VOLCANIQUES</b> .....	12
7.1- <i>Introduction</i> .....	12
7.2- <i>La suite des komatiites et des basaltes komatiitiques (KOM)</i> .....	12
7.3- <i>La suite des tholéiites magnésiennes (TM)</i> .....	13
7.4- <i>La suite des ferrotholéiites (FT)</i> .....	14
7.5- <i>La suite des tholéiites contaminées (TC)</i> .....	14
7.6- <i>La suite des basaltes-andésites-dacites calco-alcalins (BADC)</i> .....	15

7.6.1- <i>Le Complexe de Garault (Agar)</i> .....	15
7.6.2- <i>La ceinture de Vénus; le Complexe de Gayot (Agat)</i> .....	16
7.6.3- <i>Autres ceintures</i> .....	16
7.7- <i>La suite des tufs et des laves rhyodacitiques à rhyolitiques calco-alcalins (RHY)</i> .....	16
7.8- <i>Les tholéiites magnésiennes appauvries en Al et enrichies en Fe</i> .....	17
<b>8.0- DISCUSSION</b> .....	17
8.1- <i>Comparaison avec les volcanites de la sous-province de La Grande</i> .....	17
<b>9.0- CONCLUSIONS</b> .....	18
<b>RÉFÉRENCES</b> .....	19
<b>FIGURES</b> (figures 1 à 21).....	23
<b>ANNEXE : Résultats d'analyses utilisés dans le traitement géochimique</b> .....	45

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Contexte géologique du projet Grand-Nord du Québec et localisation des figures 2 et 3 .....	24
Figure 2.	Géologie de la région du lac Nedlouc.....	25
Figure 3.	Géologie de la région des lacs Gayot et Maricourt. ....	26
Figure 4.	Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites du Complexe de Gayot; ceinture de Vénus; (a) MgO vs. SiO <sub>2</sub> ; (b) MgO vs. TiO <sub>2</sub> ; (c) MgO vs. CaO ; (d) MgO vs. FeOT ; (e) Diagramme AFM; (f) Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 vs. SiO <sub>2</sub> et (g) TiO <sub>2</sub> vs. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> .....	27
Figure 5.	Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites du Complexe de Gayot; autres ceintures. (a) MgO vs. SiO <sub>2</sub> ; (b) MgO vs. TiO <sub>2</sub> ; (c) MgO vs. CaO ; (d) MgO vs. FeOT ; (e) Diagramme AFM; (f) Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 vs. SiO <sub>2</sub> et (g), TiO <sub>2</sub> vs. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> . ....	28
Figure 6.	Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites du Complexe de Garault. (a) MgO vs. SiO <sub>2</sub> ; (b) MgO vs. TiO <sub>2</sub> ; (c) MgO vs. CaO ; (d) MgO vs. FeOT ; (e) Diagramme AFM; (f) Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 vs. SiO <sub>2</sub> et (g), TiO <sub>2</sub> vs. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> . ....	29
Figure 7.	Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites de la région du lac Nedlouc. (a) MgO vs. SiO <sub>2</sub> ; (b) MgO vs. TiO <sub>2</sub> ; (c) MgO vs. CaO ; (d) MgO vs. FeOT ; (e) Diagramme AFM; (f) Zr/TiO <sub>2</sub> *0,0001 vs. SiO <sub>2</sub> et (g), TiO <sub>2</sub> vs. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> . ....	30
Figure 8.	Suite KOM. (a) Diagramme Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> vs. [Gd/Yb]NC classifiant les komatiites et les basaltes komatiitiques et (b) Diagramme des terres rares normalisées aux chondrites.....	31
Figure 9.	Suite KOM. Diagrammes (a) MgO vs. [La/Sm]NC ; (b) MgO vs. Zr/Y et (c), MgO vs. Th/Hf. ....	32
Figure 10.	Suites TM et FT. Diagrammes (a) AFM; (b) Zr (ppm) vs. Zr/Y; (c) TiO <sub>2</sub> vs. FeOT et (d), LaNC vs. [La/Sm]NC. ....	33
Figure 11.	Suites TM et FT. Diagrammes (a) de terres rares normalisées aux chondrites et (b), multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP).....	34
Figure 12.	Suites TM, FT et KOM. Diagramme discriminant du milieu tectonique Nb/16-Hf/3-Th et (b), diagramme [Nb/Th]MP vs. [Nb/La]MP. Légende comme à la Figure 10. ....	35

Figure 13.	Suite TC. Diagrammes (a) Mg # vs. Zr/Y; (b) Mg # vs. SiO <sub>2</sub> ; (c) Mg # vs. TiO <sub>2</sub> ; (d) Ti/100-Y*3-Zr; (e) Hf/3-Nb/16-Th et (f), Sr (ppm) vs. Ba (ppm). ....	36
Figure 14.	Suite TC. Diagrammes (a) multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP) et (b), terres rares normalisées aux chondrites. ....	37
Figure 15.	Suite BADC. Diagrammes (a) AFM; (b) SiO <sub>2</sub> vs. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> et (c), SiO <sub>2</sub> vs. Zr/Y. ....	38
Figure 16.	Suite BADC. Complexe de Garault; (a) et (b) diagrammes de terres rares normalisées aux chondrites; (c) et (d) diagrammes multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP). ....	39
Figure 17.	Suite BADC. Complexe de Gayot et tholéiites appauvries en Al; (a) et (b) diagrammes de terres rares normalisées aux chondrites; (c) et (d) diagrammes multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP). ....	40
Figure 18.	Suite BADC. Région du Lac Nedlouc. Diagrammes (a) de terres rares normalisées aux chondrites; (b) multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP) et (c), Diagramme discriminant du milieu tectonique Nb/16-Hf/3-Th. Légende comme en figure 15. ....	41
Figure 19.	Suite RHY. Diagrammes (a) [La/Yb]NC vs. Zr/Y; (b) Y (ppm) vs. Zr/Y et (c), [La/Yb]NC vs. YbNC. ....	42
Figure 20.	Suite RHY. (a) et (b) diagrammes de terres rares normalisées aux chondrites. ....	43
Figure 21.	Diagrammes des terres rares normalisées aux chondrites illustrant les comparaisons entre les volcanites du domaine de Goudalie et les volcanites des ceintures volcano-sédimentaires affleurant dans le nord de la Sous-province de La Grande. ....	44



## 1.0- INTRODUCTION

Dans le cadre du projet Grand-Nord, nous avons entrepris une étude portant sur les roches volcaniques des ceintures et lambeaux volcano-sédimentaires localisés dans le domaine de Goudalie, bloc de Minto, Province du Supérieur. Les analyses géochimiques des volcanites comprennent les éléments majeurs ainsi que les éléments en trace déterminés par la méthode ICP-MS. Les principaux objectifs poursuivis par cette étude sont: 1) la classification des roches volcaniques en suites distinctes, 2) la caractérisation de leur milieu tectonique par l'utilisation des éléments en trace immobiles et 3) l'établissement des similitudes et différences avec la composition des volcanites phanérozoïques et celles de la Sous-province de La Grande.

## 2.0- MÉTHODOLOGIE

À partir d'une banque de données de 164 échantillons de roches volcaniques récoltés lors des travaux de cartographie régionale et contenant les éléments majeurs et quelques éléments en trace (par ex: Zr, Y, Rb, Sr et Ni), nous avons extrait 57 échantillons que nous avons soumis à l'analyse par la méthode ICP-MS pour les éléments suivants: les terres rares, Cs, Rb, Sr, Y, Zr, Hf, Ta, Nb et Th.

Ces échantillons ont été sélectionnés d'après les critères suivants: 1) un degré minimal d'altération. Nous avons, par exemple, éliminé les échantillons montrant des signes évidents de silicification, de chloritisation, d'épidotisation, de lessivage en Na et K, en suivant les critères géochimiques établis par Boily (2000) et Simard (1987), 2) la représentativité des types de roches identifiés par les éléments majeurs, 3) les variations exprimées par les éléments majeurs et particulièrement par le rapport Zr/Y et 4) une couverture appropriée des diverses ceintures et lambeaux de roches vertes affleurant dans le domaine de Goudalie. Toutefois, puisque que la ceinture de Vénus a été échantillonnée en plus grand détail, nous lui avons porté une attention particulière en analysant 17 échantillons.

## 3.0- GÉOLOGIE GÉNÉRALE DU BLOC DE MINTO

Le bloc de Minto comprend surtout des roches métamorphiques de faciès élevé et des roches plutoniques. Il est délimité à l'est par les roches paléoprotérozoïques de la Fosse du Labrador et au nord

et à l'ouest par les équivalents de la Fosse de l'Ungava (Figure 1). Au sud, le bloc de Minto est bordé par les roches plutoniques de la Sous-province de Bienville et les roches granulitiques de la Sous-province d'Ashuanipi. Les travaux de Percival *et al.* (1997a ; 1997b ; 1996 ; 1995 ; 1992) ont permis de subdiviser le bloc de Minto en domaines lithotectoniques, comparables aux sous-provinces du Supérieur, soit les domaines d'Inukjuak, de Tikkerutuk, du lac Minto, de Qalluviartuuq, de Goudalie, d'Utsalik, de Lepelle et de Douglas Harbour (Figure 1). Ces derniers représentent un collage de panneaux lithotectoniques d'âges et d'origines divers, orientés NNW-SSE, qui se sont accrétés précocement au cours de leur évolution tectonique. Ces domaines contiennent plusieurs types de roches plutoniques recoupant de nombreuses séquences volcano-sédimentaires. Les plutons sont regroupés en complexes constitués de tonalites, de granodiorites, de diatexites et de granites avec des enclaves et des intrusions de diorites et de gabbros. Deux suites plutoniques majeures à textures massives, gneissiques ou foliées sont définies: des granitoïdes à hornblende-biotite et des granitoïde à pyroxène (charnokites). Les séquences volcano-sédimentaires se composent de basaltes, de grauwackes, de rhyolites, de grès, de conglomérats et de roches ultramafiques, localement accompagnés de niveaux métriques de marbres calcitiques et dolomitiques. Ces roches supracrustales sont métamorphisées au faciès des schistes verts supérieurs jusqu'au faciès des granulites. Les ceintures et lambeaux volcano-sédimentaires étudiés se localisent principalement dans le domaine de Goudalie et affluent dans trois régions récemment cartographiées à l'échelle 1:250,000. Ces régions sont celles du lac Nedlouc (Parent *et al.*, 2000), du lac Gayot (Gosselin et Simard, 2000) et du lac Maricourt (Simard *et al.*, 2001) pour lesquelles nous présentons ci-dessous un sommaire de la géologie.

## 4.0- LA RÉGION DU LAC NEDLOUC

### 4.1- Le domaine de Goudalie

Le domaine de Goudalie diffère d'autres domaines par une abondance relative de lambeaux de roches supracrustales englobés de suites plutoniques comprenant des granodiorites, des tonalites, des diatexites et des granites. Dans la région du lac Nedlouc (Figure 2), trois ceintures volcano-sédimentaires sont reconnues: Duvert, Natuak et Morrice. Celles-ci renferment des roches métavolcaniques de composition mafique à felsique, des formations de fer, des paragneiss et des roches ultramafiques métamorphisées

du faciès des amphibolites au faciès des granulites. Ces lithologies sont regroupées à l'intérieur du Complexe de Duvert (*Adv1*) qui est constitué d'unités de basaltes (*Adv11*), d'andésites (*Adv12*), de paragneiss (*Adv13*) et de roches ultramafiques (*Adv14*) (Parent *et al.*, 2000). Le Complexe de Duvert est associé à des diatexites appartenant à la Suite de la rivière aux Mélézes (*Aram*) et à des granites et des granodiorites qui pourraient représenter des magmas plus évolués dérivés de ces diatexites (Figure 2).

#### 4.1.1-Unité *Adv11*: basaltes

Les basaltes forment des bandes d'amphibolites de puissance décamétrique à kilométrique. Ils sont constitués, d'une part, d'horizons massifs et homogènes représentant probablement des coulées massives, et d'autre part, d'horizons rubanés interprétés comme des séquences de basaltes coussinés très déformés et métamorphisés. Ces basaltes vert foncé présentent une granulométrie fine à moyenne et une texture granoblastique. Les principaux constituants sont la hornblende, le plagioclase, le clinopyroxène et l'orthopyroxène.

#### 4.1.2- Unité *Adv12*: andésites

Les andésites sont représentées par des bandes de gneiss intermédiaires qui se retrouvent à l'intérieur de l'unité de basaltes (*Adv11*) ou qui forment des unités distinctes d'épaisseur kilométrique. Ces andésites contiennent du plagioclase, de la hornblende, de la biotite brune, du clinopyroxène et du quartz±orthopyroxène. Elles montrent une granulométrie fine à moyenne, une texture granoblastique et se distinguent des basaltes par une prédominance du clinopyroxène sur l'orthopyroxène, la présence de quartz et une plus grande quantité de niveaux felsiques. Ces derniers de composition dacitique à rhyolitique présentent moins de 10% de minéraux ferromagnésiens à l'intérieur d'une matrice constituée de quartz et de plagioclase. Une datation U-Pb sur une population de zircons provenant d'un tuf felsique a donné un âge de 2713±6 Ma (Parent *et al.*, 2000).

#### 4.1.3- Unité *Adv13*: paragneiss

Les paragneiss forment des bandes d'épaisseur métrique à kilométrique à l'intérieur des unités volcaniques. Cette unité inclus des sédiments non-migmatisés à migmatisés ayant moins de 50% de

mobilisats qui se composent de plagioclase, de quartz, de biotite, de grenat et de cordiérite avec, en moins grande quantité, de la microcline, de la sillimanite et de l'andalousite.

#### 4.1.4- Unité *Adv14*: roches ultramafiques

Cette unité est constituée de pyroxénites, de péridotites, de dunités et de hornblendites formant des horizons, des amas lenticulaires et des dykes fréquemment retrouvés en association avec les unités volcaniques. Les roches ultramafiques représentent des coulées komatiitiques ou des filons-couches distincts. Les minéraux composant les pyroxénites sont l'orthopyroxène, le clinopyroxène, la hornblende, une quantité mineure de plagioclase interstitiel et de petits cristaux de sulfure, de magnétite et de spinelle. Pour leur part, les péridotites contiennent de l'olivine, de l'orthopyroxène et du clinopyroxène, tandis que les dunités possèdent presque exclusivement de gros cristaux d'olivine accompagnés d'une faible quantité d'orthopyroxène, de clinopyroxène et d'amphibole.

#### 4.2- Le domaine du lac Minto

##### 4.2.1-Le sous-domaine de Dupire

Dans la région du lac Dupire (Figure 2), le domaine du lac Minto est essentiellement constitué de roches ignées incluant plusieurs suites intrusives pré à tardi-métamorphiques incluant des granodiorites à orthopyroxène-biotite et à hornblende-biotite, des diatexites à orthopyroxène-biotite, et des granites à biotite-hornblende. Toutefois, les nouvelles données géologiques de Parent *et al.* (2000) ont permis de définir le sous-domaine de Dupire (Figure 2) qui se distingue par la présence de granitoïdes de différentes compositions et par un métamorphisme au faciès des amphibolites qui contraste avec celui au faciès des granulites du domaine du lac Minto. À l'intérieur du sous-domaine de Dupire, les lambeaux de roches volcano-sédimentaires sont regroupés sous l'appellation de Complexe de Dupire qui comprend des unités de paragneiss (*Adpr1*), de formations de fer (*Adpr2*), de roches volcaniques non différenciées (*Adpr3*), et de roches volcano-sédimentaires non-différenciées (*Adpr4*).

##### 4.2.2- Unité *Adpr3*: roches volcaniques non-différenciées

Lamothe (1997) a subdivisé les roches volcaniques en suites de basaltes (amphibolites), de

rhyolites, de tufs rhyolitiques, et de schistes à anthophyllite-cordiérite-biotite±quartz±chlorite qui sont regroupées sous l'unité informelle *Adpr3*. Les rhyolites et tufs rhyolitiques présentent une matrice recristallisée de feldspath alcalin et de biotite avec des phénocristaux de quartz. Les basaltes sont constitués de hornblende et de plagioclase et présentent parfois des reliques de coussins étirés. Les schistes représentent probablement des zones d'altération métamorphisées à proximité des laves basaltiques. Le Complexe de Dupire est encaissé par la Suite intrusive de Charnière (*Achn*) constituée d'unités de granodiorites (*Achn2*) et de tonalites (*Achn1*). Un âge de 2787±4 Ma a été déterminé sur une population de zircon extraite d'un tuf à phénocristaux de quartz (Parent *et al.*, 2000).

## 5.0- LA RÉGION DU LAC GAYOT

Située au SE de la région du lac Dupire, la région du lac Gayot (feuillelet SNRC 23 M; Figure 3) comprend des segments des sous-provinces d'Ashuanipi, de Bienville, de La Grande et du bloc de Minto, ce dernier plus particulièrement représenté par le domaine de Goudalie. En contact intrusif avec ce dernier, la Sous-province d'Ashuanipi comprend principalement des diatexites granodioritiques au faciès des granulites (Suite d'Opiscotéo) mises en place entre 2682 et 2637 Ma (David, en préparation ; Leclair *et al.*, 1998 ; Percival *et al.*, 1992) ainsi que des lambeaux de roches supracrustales plus ou moins migmatisés constitués de paragneiss et de volcanites mafiques à felsiques (2707-2711 Ma; Leclair *et al.*, 1998). La Sous-province de Bienville comprend des assemblages plutoniques formés d'orthogneiss et d'intrusions tonalitiques et granodioritiques (Percival *et al.*, 1992 ; Card et Ciesielski, 1986). Dans la région étudiée, le domaine de Goudalie et la Sous-province de La Grande constituent probablement des assemblages équivalents et il est proposé d'utiliser une même entité, soit l'ensemble Goudalie-La Grand (Gosselin et Simard, 2000). La Sous-province de La Grande se compose d'un socle tonalitique ancien (2,77-3,356 Ga), de séquences volcano-sédimentaires (2732-2820 Ma) ainsi que de nombreuses suites intrusives dioritiques à monzogranitiques syn à tardi-tectoniques (2618-2712 Ma) (Goutier *et al.*, 200 ; Goutier *et al.*, 1999a ; 1999b ; 1998a ; 1998b).

### 5.1- Le domaine de Goudalie

Le domaine de Goudalie comprend un ensemble de roches tonalitiques incluant un socle ancien de gneiss tonalitiques ainsi que des lambeaux de roches

supracrustales d'origine volcano-sédimentaire et des intrusions tardives de tonalites, de granites et de granodiorites. Dans la région de la rivière aux Feuilles, le gneiss est daté à 2940 et 3010 Ma (Percival *et al.*, 1992). Les suites plutoniques tardives comprennent des granodiorites à hornblende et à biotite (2702 Ma), des tonalites légèrement foliées (2700 Ma) et des intrusions granitiques y compris des pegmatites (2693 Ma) (Parent *et al.*, 2000 ; Percival *et al.*, 1995 ; 1992). Dans la région du lac Gayot, le domaine de Goudalie et la Sous-province de La Grande ne peuvent être individualisés à cause de leurs similitudes. L'ensemble est orienté NE-SW à NNE-SSW et est affecté par une déformation pénétrative de direction NW.

Le domaine de Goudalie forme une bande de 60 km de largeur de direction NE-SW à NNE-SSW. Il comprend la suite de gneiss tonalitiques de Brésolles (*Abre*), les tonalites foliées de la Suite de Favard (*Afav1* et *Afav2*) et plusieurs bandes de roches supracrustales appartenant au Complexe de Gayot (*Agat*) et à la Formation métasédimentaire d'Aubert (*Aat*). La Suite de Brésolles (*Abre*), datée à 2794 Ma (David, en préparation), possède un aspect rubané dû à la présence de bandes blanches tonalitiques et de bandes grises de composition mafique à intermédiaire. La Suite de Favard couvre une grande superficie du domaine de Goudalie et est constituée d'une unité peu répandue de diorite foliée (*Afav1*) et d'une unité principale plus jeune de tonalite foliée datée à 2,73 Ga (David, en préparation).

#### 5.1.1- Le Complexe de Gayot: unité *Agat*

Le Complexe de Gayot englobe les ceintures et lambeaux de roches d'origine volcanique métamorphisées au faciès des amphibolites, et localement au faciès des schistes verts. L'unité *Agat1*, incluant les ceintures de Pitaval, de Coulon, de Ladille, de Vimeux, de Vénus, de Marilyn, de Charras et de Moyer, est surtout formée de basaltes amphibolitisés (Figure 3). Ceux-ci sont communément déformés et rubanés et lorsque moins affectés par la déformation, on remarque des textures primaires de coussins (par exemple: à l'intérieur des ceintures de Coulon et de Vénus). Des komatiites à spinifex sont observées dans les ceintures de Vénus, de Coulon et de Marilyn (Gosselin et Simard, 2000). Les roches volcanoclastiques affleurent fréquemment, mais comptent pour une faible proportion des volcanites. Il s'agit d'horizons décimétriques à décamétriques de tufs à cendre rubanés, de tufs à cristaux de composition felsique à intermédiaire et de quelques horizons de

rhyolites. De nombreux horizons de tufs à lapilli et de tufs à lapilli et à blocs sont interstratifiés à des horizons ultramafiques à l'intérieur de la ceinture de Vénus.

La ceinture de Vénus est bien connue puisqu'elle recèle plusieurs indices importants de minéralisation en Ni-Cu-Co-EGP mis à jour, au sein des roches ultramafiques, par la compagnie Mines d'Or Virginia (Chapdelaine et Archer, 2000). Cette ceinture couvre une surface de 75 km<sup>2</sup> et représente une séquence homoclinale déversée faisant face au S-SE. De la base au sommet, la ceinture de Vénus expose une séquence volcanique felsique envahie par une intrusion tonalitique synvolcanique suivie de conglomérats, de quelques coulées de laves mafiques, d'épaisses coulées ultramafiques fractionnées (100-600 m), d'autres roches volcaniques felsiques, d'un horizon exhalatif riche en sulfures, d'un empilement de minces coulées ultramafiques à spinifex surmonté de basaltes komatiitiques et de basaltes, d'une formation de fer à oxydes et finalement, d'une séquence d'amphibolite et de gneiss mafiques. La stratigraphie est, par endroits, répétée par plissement ou par faille de chevauchement et est perturbée par des zones de cisaillement (Chapdelaine et Archer, 2000).

Les intrusions mafiques et ultramafiques apparaissent dans toutes les ceintures de la région du lac Gayot. Ces dernières comprennent des filons-couches de pyroxénites et de péridotites à grains fins à moyens et d'épaisseur variant de 3 à 30 mètres. Les péridotites contiennent entre 15 et 20% d'olivine serpentinisée. Des filons-couches de gabbros à texture massive affleurent également à l'intérieur de toutes les ceintures. Ces gabbros s'insèrent dans les coulées de basaltes ou en alternance avec les intrusions ultramafiques à l'intérieur desquelles elles constitueraient la partie sommitale de filons-couches différenciés. Enfin, des formations de fer oxydées et parfois sulfurées, formées d'une alternance de rubans centimétriques de chert et de magnétite, sont observées dans le Complexe de Gayot. Un tuf felsique de la ceinture de Vénus a récemment été daté à 2873±12/-6 Ma tandis qu'une date U-Pb de 2,86 Ga sur un tuf à cristaux appartenant à la ceinture de Coulon et un âge de 2,70 Ga sur une population de zircons extraits d'une intrusion porphyrique logée dans une bande volcanique située au sud de la ceinture de Vénus, ont aussi été déterminés (David, en préparation).

### 5.1.2- La Formation d'Aubert: unité Aat

La Formation d'Aubert désigne une séquence métasédimentaire qui comprend deux unités: *Aat1* et

*Aat2* (Gosselin et Simard, 2000). Recouvrant le Complexe de Gayot, l'unité *Aat1* comprend des bancs épais de conglomérat polygénique à fragments de basalte amphibolitisé, de tuf à cristaux, de gneiss tonalitique et de formation de fer. Plus répandue, l'unité *Aat2* est formée de paragneiss à grains fins à moyens, rubané, migmatisé et injecté de matériel granitique, et localement de formation de fer oxydée et sulfurée.

## 6.0- LA RÉGION DU LAC MARICOURT

La région du lac Maricourt (feuillelet SNRC 24D) est située immédiatement au nord de la région du lac Gayot (Figure 3). Celle-ci comprend la plupart des unités lithologiques reconnues dans le feuillelet SNRC 23M. Les roches volcano-sédimentaires sont principalement exposées à l'intérieur des ceintures de Moyer et d'Angilbert Sud et Nord. Les deux premières appartiennent au Complexe de Gayot, tandis que la ceinture d'Angilbert Nord formerait le Complexe de Garault. Dans la région du lac Maricourt, Simard *et al.* (2001) ont reconnu les gneiss tonalitiques de la Suite de Brésolles (*Abre*). Ces auteurs ont cependant observé que plusieurs niveaux de gneiss tonalitiques semblables à ceux de la Suite de Brésolles semblent s'injecter dans les roches volcano-sédimentaires appartenant au Complexe de Gayot. Ces observations suggèrent que le Complexe de Gayot pourrait être en partie plus ancien que le gneiss de Brésolles et que l'âge de 2,70 Ga obtenu par Gosselin et Simard (2000) sur un QFP à l'intérieur d'une bande volcano-sédimentaire située au sud de la bande de Vénus représente celui d'une injection tardive sans lien génétique avec le Complexe de Gayot. Plusieurs unités tonalitiques couvrant une vaste superficie sont regroupées sous la Suite de Favard (*Afav*) et les nouvelles suites de Desbergères (*Adeb*) et de Coursolles (*Acou*). Cette dernière est caractérisée par une unité de diorite précoce (*Acou1*) et une unité dominante de tonalite (*Acou2*) pour laquelle un âge de 2778±11/-8 Ma a été déterminé (Simard *et al.*, 2001). La Suite de Desbergères, principalement représentée par des masses granodioritiques homogènes plurikilométriques (2683±11/-8 Ma; Simard *et al.*, 2001), pourrait également constituer la fraction granodioritique envahissant les unités hétérogènes des suites de Coursolles et de Favard. Il serait donc probable que la Suite de Desbergères soit associée à une phase ultime de migmatisation de ces unités. Le Complexe de Du Gué (*Adug*), localisé dans l'extrême NW de la région, représente un ensemble de roches métamorphiques au faciès des granulites comprenant des tonalites, des gneiss tonalitiques, des paragneiss migmatisés, des diorites, des roches volcaniques

mafiques et des diatexités.

### 6.1- Le Complexe de Garault: unité Agar

Le Complexe de Garault comprend les assemblages lithologiques formant la partie nord de la ceinture volcano-sédimentaire d'Angilbert ainsi que quelques petites ceintures localisées dans la région. Le complexe contient principalement des paragneiss à biotite, des schistes à muscovite, des grès quartziques et des niveaux de conglomérat. Les roches volcaniques comprennent des laves mafiques à intermédiaires intercalées aux paragneiss et accompagnées de gabbros et de diorites. Les laves sont massives ou rubanées, à granulométrie fine et généralement bien foliées. Les textures primaires ont été oblitérées par la déformation et le métamorphisme. Une datation U-Pb de 2,786 Ga a été obtenue sur des zircons extraits d'un schiste à séricite probablement d'origine volcanoclastique (Gosselin et Simard, 2000).

## 7.0- GÉOCHIMIE DES ROCHES VOLCANIQUES

### 7.1- Introduction

L'immensité du territoire couvert lors de l'échantillonnage, la variété de composition des assemblages volcaniques composant les lambeaux et ceintures cartographiées et des âges de cristallisation couvrant un intervalle de plus de 80 Ma (i.e. 2,708-2,787 Ga) nous empêchent de construire un ou des modèles pétrogénétiques à partir des données obtenues. Nous allons plutôt tenter de classer les roches volcaniques en diverses suites de roches, d'après leur signature géochimique. Chaque suite sera répertoriée dans les quatre principales régions étudiées; celles du lac Gayot, de la ceinture de Vénus, du lac Maricourt et du lac Nedlouc (Figures 4, 5, 6 et 7). L'emphase sera mise sur les signatures géochimiques déterminées à l'aide des éléments en trace, en relation avec le milieu tectonique d'épanchement probable des volcanites. De plus, des comparaisons avec leurs équivalents phanérozoïques et les divers types identifiés dans la Sous-province de La Grande seront établies.

La chimie des éléments majeurs combinée aux nouvelles données des éléments en trace obtenues par la méthode ICP-MS permettent de reconnaître 6 suites de roches volcaniques: 1) la suite des komatiites et des basaltes komatiitiques (KOM), 2) la suite des tholéiites magnésiennes (TM), 3) la suite des ferrotholéiites (FT),

4) la suite des tholéiites contaminées (TC), 5) la suite des basaltes, des andésites et des dacites calco-alcalins (BADC) et 6) la suite des tufs et laves rhyodacitiques-rhyolitiques d'affinité calco-alcaline (RHY). Un tableau des nouvelles analyses effectuées par la méthode ICP-MS est présenté en Annexe. Les concentrations des éléments en trace du manteau primordial (MP) et des chondrites de type C1 utilisées dans les diagrammes normalisés proviennent de Sun et McDonough (1989).

### 7.2- La suite des komatiites et des basaltes komatiitiques (KOM)

Les coulées de laves komatiitiques affleurent uniquement à l'intérieur du Complexe de Gayot (unité Agar). Malgré un degré d'altération prononcée (perte au feu = 1,8-6,2 % poids), elles exhibent des concentrations en SiO<sub>2</sub> (43,1-48,4 % poids), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4,0-9,3 % poids), MgO (18,3-31,5 % poids), Ni (550-1700 ppm), Cr (2100-3000 ppm) et TiO<sub>2</sub> (0,20-0,49 % poids) comparables à celles des komatiites affleurant dans la Sous-province d'Abitibi (par ex: les komatiites du canton de Munro et de Tisdale; Xie et Kerrich, 1994). Le diagramme [Gd/Yb]<sub>NC</sub> vs Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> (Figure 8a) révèle une appartenance à la catégorie non appauvrie en Al (chondritique) caractéristique des komatiites de la Province du Supérieur, du Bloc de Yilgarn (Australie) et du Craton Rhodésien-Zimbabwe (Arndt, 1986). Possédant des concentrations en terres-rares (TR) inférieures à 10 fois les valeurs chondritiques et arborant un profil de TR modérément fractionné ([La/Yb]<sub>NC</sub>=0,52-1,44; Figures 8b et 9), les komatiites du Complexe de Gayot montrent de faibles teneurs en HFSE (High Field Strength Elements (éléments incompatibles à fort potentiel ionique); Zr=16-34 ppm et Nb=0,94-1,07 ppm) qui, combinées aux rapports Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> (14-34), Ti/Zr (74-104), Th/Hf (0,03-0,42) et Zr/Y (2,2-2,7) approchant les valeurs chondritiques (Figure 9), les distinguent des komatiites de Munro et de Vassan (appauvries en terres rares légères (TRLé); Xie et Kerrich, 1994). La suite KOM présente toutefois d'importantes similarités aux komatiites de Tisdale (Fan et Kerrich, 1997) et de la Bande Volcanique de la Rivière Eastmain (Boily, 2000). Les komatiites de la Ceinture de Vénus semblent se distinguer des autres komatiites du Complexe de Gayot par des teneurs en TR inférieures à 6 fois les valeurs chondritiques et des rapports [La/Sm]<sub>NC</sub> légèrement plus appauvris (0,53-0,97; Figures 8b et 9a). Précisons qu'elles sont associées à la minéralisation en Ni-Cu-Co-EGP (Chapdelaine et Archer, 2000). D'autre part, deux volcanites, apparemment d'affinité komatiitique, présentent des signes évidents d'altération (i.e.

chloritisation et présence de sulfures). Leur classification en tant que basalte komatiitique doit être considérée avec prudence. Certaines komatiites exhibent toutefois des anomalies variées en Eu qui ne peuvent être attribuées à l'accumulation ou au fractionnement du plagioclase (Figure 8b). Les variations cohérentes des autres éléments immobiles (par ex: les HFSE et terres rares lourdes (TRL<sub>o</sub>)) suggèrent une mobilité de l'Eu<sup>++</sup> lors de l'altération des empilements komatiitiques.

Les travaux d'exploration de la compagnie Mines d'Or Virginia ont permis de mettre à jour plusieurs indices importants de minéralisation en Ni-Cu-Co-EGP au sein des roches ultramafiques de la Ceinture volcano-sédimentaire de Vénus (Chapdelaine et Archer, 2000). La minéralisation apparaît, entre autres, sous forme de sulfures massifs, en filets ou disséminés à la base d'une épaisse coulée komatiitique fractionnée ou de minces coulées à spinifex. Barrie *et al.* (1993) ont effectué des analyses géochimiques comparant les coulées et les filons-couches komatiitiques de la Sous-province d'Abitibi associés aux minéralisations en Ni-Cu-EPG, avec des lithologies semblables non-minéralisées. Leur travaux indiquent que les komatiites minéralisées présentent un appauvrissement prononcé en éléments traces incompatibles qui est illustré par des basses teneurs en TR (i.e. Yb<sub>NC</sub>=3-8) accompagnant des rapports [La/Sm]<sub>NC</sub> (0,5-0,8) et [La/Yb]<sub>NC</sub> (0,6-0,9) sub-chondritiques. De plus, ces komatiites manifestent des teneurs élevées en MgO (20-35 % poids) et Cr (> 2000 ppm) et des concentrations en Zr < 15 ppm et Y < 12 ppm qui confirment des rapports Zr/Y < 2,5. Nous constatons que les coulées komatiitiques du Complexe de Gayot possèdent plusieurs des caractères chimiques distinctifs des suites minéralisées en Ni-Cu-Co-EGP. Appauvries en TR (<10 fois chondrites), Zr (16-34 ppm) et Y (7-12 ppm) mais enrichies en MgO et Cr, elles manifestent des rapports Zr/Y, [La/Sm]<sub>NC</sub> et [La/Yb]<sub>NC</sub> similaires à ceux des komatiites minéralisées de la Sous-province de l'Abitibi.

### 7.3- La suite des tholéiites magnésiennes (TM)

La suite des tholéiites magnésiennes (TM) constitue, en volume, la plus importante suite volcanique de la région étudiée. Elle comprend la majorité des empilements basaltiques des complexes de Gayot (*Agat*), de Duvert (*Advtl*) et de Dupire (*Adprl*). Cependant, les TM affleurent rarement à l'intérieur du Complexe de Garault (*Agar*). Le terme TM est utilisé pour désigner des basaltes tholéiitiques (Figure 10a) et

magnésiens (SiO<sub>2</sub>=47,4-54,8 % poids et MgO=4,5-12,1 % poids) dont les concentrations en TR<sub>NC</sub> (terres rares normalisées aux chondrites) montrent un profil plat ou légèrement appauvri en TRLé ([La/Sm]<sub>NC</sub>=0,5-1,2 et [La/Yb]<sub>NC</sub>=0,5-1,5) et des concentrations avoisinant 10 à 20 fois les valeurs chondritiques (Figure 11a). L'ensemble de ces coulées de laves basaltiques montre des corrélations positives entre les teneurs en FeO<sub>T</sub> (8,9-14,9 % poids) et en TiO<sub>2</sub> (0,52-1,18 % poids) (Figure 10c). Les TM expriment de faibles variations des rapports Zr/Y (2-3) (Figure 10b), Ti/Zr (70-130), Th/Hf (0,14-0,22), Zr/Nb (15-23) propres aux chondrites, ce qui les situe dans le champ des tholéiites issues des dorsales océaniques. Les TM exhibent des rapports [La/Yb]<sub>NC</sub> et [La/Sm]<sub>NC</sub> intermédiaires à ceux des N-MORB (tholéiites appauvries issues des dorsales océaniques) et des E-MORB (tholéiites enrichies dont la source a subi l'influence d'une plume ou point chaud) (Figure 10d). Les différences avec les N-MORB sont particulièrement bien exprimées par des teneurs en FeO<sub>T</sub> et des rapports [La/Sm]<sub>NC</sub> plus élevés (Figure 10c,d); des caractéristiques également observées par Kimura *et al.* (1993) et Fan et Kerrich (1997) pour les TM affleurant dans les sous-provinces d'Uchi, de Wabigoon et de Wawa. Toutefois, contrairement au E-MORB, les tholéiites magnésiennes ne présentent pas cet enrichissement typique en TRLé, Ta et Nb qui conduisent à des rapports Zr/Nb < 15 et [La/Sm]<sub>NC</sub> > 1. Leurs teneurs en MgO (> 4,5 % poids), Ni (>60 ppm) et Cr (> 130 ppm), de même que l'absence d'appauvrissement significatif en TiO<sub>2</sub>, Zr, Nb et Ta les excluent des suites tholéiitiques d'arcs insulaires (par ex: Tonga-Kermadec, îles Sandwich; Condie, 1990; Gill, 1981). Ceci est corroboré par le diagramme discriminant du milieu tectonique Hf/3-Nb/16-Th (Figure 12a) et par le diagramme multi-éléments qui souligne l'absence d'anomalie négative en HFSE typique des suites volcaniques orogéniques (Figure 11b). Il faut préciser cependant que les tholéiites magnésiennes archéennes ne peuvent être distinguées de certaines tholéiites épanchées dans les bassins marginaux océaniques. Si plusieurs affichent, relativement aux MORB, l'enrichissement en LILE (large ion lithophile elements) et l'appauvrissement en Nb, Ta et Ti des magmas générés dans les arcs insulaires (Gill, 1981), d'autres tholéiites de bassin marginal montrent un enrichissement modéré en LILE et une absence d'anomalies négatives en HFSE. Ces signatures géochimiques leur confèrent une composition intermédiaire entre les N- et E-MORB (i.e. bassins de Lau, Fidji, South-Sandwich; Hawkins, 1977, Tarney *et al.*, 1977).

Les tholéiites magnésiennes sont présentes dans la majorité des ceintures volcano-sédimentaires archéennes. On les retrouve interstratifiées ou recouvrant les laves komatiitiques dans les cratons de Yilgarn et du Wyoming (Condie, 1994; 1990) et dans la Province du Supérieur (par ex: en Abitibi, dans le comté de Munro, (Xie et Kerrich, 1994) et dans le secteur de Vassan (Desrochers *et al.*, 1993)). Plusieurs auteurs (par ex: Tomlinson *et al.*, 1997; Fan et Kerrich, 1997; Puchtel *et al.*, 1997; Abbot, 1996; Kimura *et al.*, 1993) ont comparé les caractères géochimiques des tholéiites magnésiennes à ceux des tholéiites primitives comprises dans les empilements basaltiques anormalement épais, épanchés en milieu océanique; soit: 1) les basaltes de plateaux océaniques (par ex: les plateaux d'Otong-Java, des Caraïbes et de Kerguelen) et 2) les dorsales océaniques influencées par le magmatisme de plume ou de point chaud (par ex: la dorsale des Galapagos). Quoique par bien des aspects ils ressemblent aux N-MORB (i.e.  $Zr/Y=2-4$ ,  $Ti/Zr=80-120$ ; Floyd, 1989), les tholéiites de plateaux océaniques sont généralement plus ferrifères et moins appauvries en LILE, Th, U et TRLé. Cette analogie est corroborée en partie par la localisation des volcanites des suites TM, FT et KOM dans le champ des basaltes de plateaux océaniques à l'intérieur du diagramme  $[Nb/Th]_{MP}$  vs.  $[Nb/La]_{MP}$  (Figure 12b).

#### 7.4- La suite des ferrotholéiites (FT)

Également présentes dans les complexes de Gayot, de Dupire et de Duvert, les ferrotholéiites (FT) affleurent en compagnie des tholéiites magnésiennes. Les ferrotholéiites et les andésites tholéiitiques se caractérisent généralement par des concentrations en  $TiO_2 > 1,2$  % poids (1,2-1,7 % poids) et en  $FeO_T > 11$  % (11,0-18,4 % poids)(Figure 10c). Elles forment une suite magmatique plus différenciée que les tholéiites magnésiennes en étant légèrement plus siliceuses ( $SiO_2=48,4-53,3$  % poids) et moins magnésiennes ( $MgO=3,7-7,7$  % poids) et présentant des concentrations en HFSE plus importantes ( $Zr= 53-101$  ppm). Le seul échantillon de lave ferrotholéiitique analysé par la méthode ICP-MS exhibe un profil de TR peu fractionné ( $[La/Sm]_{NC}=1,2$  et  $[La/Yb]_N= 1,6$ ), des concentrations de 35 fois les valeurs chondritiques et une anomalie négative en Eu. L'ensemble des ferrotholéiites présente toutefois des rapports  $Zr/Y$  (2-4),  $Ti/Zr$  (84-138),  $Zr/Nb$  (16) comparables à ceux des TM.

Les ferrotholéiites phanérozoïques s'épanchent: 1) dans les empilements d'îles océaniques associées aux points chauds (par ex: Hawaii, les îles de Pâques, les

îles Galapagos; White *et al.*, 1993; Schilling *et al.*, 1982), 2) à la rencontre ou à proximité d'une dorsale océanique active et d'un point chaud (par ex: Islande, dorsale des Galapagos; Schilling *et al.*, 1982), 3) dans l'axe des dorsales océaniques à expansion rapide (par ex: dorsales de Nazca et du Pacifique Est (EPR : East Pacific Rise; Thompson *et al.*, 1976)) et 4) dans les vastes complexes de plateaux océaniques (par ex: les terrains ignées de Nicoya et du Costa Rica; les plateaux des Caraïbes, de Kerguelen et de Naturaliste (Hauff *et al.*, 1998; Floyd, 1989). Lorsque l'influence d'un diapir provenant du manteau profond est manifeste (par ex: Islande, Galapagos et île de Pâques), les ferrotholéiites présentent un enrichissement prononcé en LILE, TRLé, Ta et Nb. Toutefois, les FT du bloc de Goudalie de même que la plupart des FT affleurant dans les ceintures archéennes (ex: Abitibi et Uchi), ne possèdent pas la signature distincte du magmatisme de plume. D'autre part, les ferrotholéiites des dorsales en expansion rapide, éloignées des points chauds mantelliques (EPR et Nazca), conservent l'appauvrissement en LILE, Ta, Nb, Th et U caractéristiques des N-MORB. Ainsi, parmi les plus proches analogues des suites archéennes, on retrouve les ferrotholéiites issues des dorsales où l'influence d'une plume est modérée (par ex: dorsale des Galapagos) et les ferrotholéiites associées aux tholéiites magnésiennes formant les épaisses séquences de plateaux océaniques. Il s'agit de tholéiites de type E- ou N-MORB dont les profils de TR normalisés sont plats (Kent *et al.*, 1997; Floyd, 1989). La localisation des suites TM et FT du domaine de Goudalie, en bordure du champ attribué aux suites des dorsales océaniques, à l'intérieur du diagramme discriminant  $Hf/3-Nb/16-Th$  (Figure 12a), leur affiliation aux tholéiites de plateaux océaniques phanérozoïques (Figure 12b) et l'absence d'anomalie significative en HFSE exprimée dans les profils multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP) (Figure 11b) soutiennent cette hypothèse.

#### 7.5- La suite des tholéiites contaminées (TC)

L'unité basaltique *Adv1* du Complexe de Duvert comprend une suite de laves tholéiitiques évoluées ( $SiO_2=47,2-56,0$  % poids,  $Mg\# =22-39$ ,  $Ni =18-120$  ppm et  $Cr =20-50$  ppm) et enrichies en  $TiO_2$  (1,5-1,9 % poids) et  $FeO_T$  (8,8-16,8 % poids) (Figure 13 a,b,c). Ces ferrotholéiites se distinguent des précédentes (suite FT) par leur enrichissement en TRLé ( $La=18,5-30,3$  ppm;  $[La/Sm]_{NC}=2,3-3,1$ ), Th (0,3-2,0 ppm), LILE ( $Ba=280-770$  ppm;  $Rb=9-52$  ppm) et Sr (199-588 ppm) (Figures 13e et 14b). Ces différences

sont notamment bien exprimées dans le diagramme multi-éléments normalisé au MP (Figure 14a) dans lequel on note également des anomalies négatives en Nb et en Ta caractéristiques des tholéiites d'arc insulaires.

Le calcul de la norme CIPW des basaltes de la suite TC indique qu'ils possèdent tous du quartz normatif. De plus, avec un enrichissement prononcé en TRLé, LILE et Th et leur localisation dans le diagramme discriminant du milieu tectonique Ti-Zr-Y\*3 (Figure 13d), leur signature géochimique suggère une origine par magmatisme intraplaque océanique ou continental. Cette assertion semble démentie par la position de deux échantillons dans le champ des volcanites des arcs insulaires et continentaux à l'intérieur du diagramme Hf/3-Nb/16-Th (Figure 13e). Il est possible que les tholéiites quartzifères de la suite TC soient générées par la fusion de la portion enrichie en LILE et TRLé d'une plume asthénosphérique ascendante sous une croûte océanique (par ex: Islande, Hawaï et Galapagos) ou sous une croûte continentale (par ex: Province Ignée Tertiaire Britannique; soit les séquences des Iles Faeroes, de Skye et de Mull; Saunders *et al.*, 1997)). Toutefois, il faut préciser que les TC du Complexe de Duvert ne sont pas associées à des roches volcaniques alcalines (i.e. coulées de basaltes alcalins, trachytes, benmorite et hawaïites) qui recouvrent fréquemment les tholéiites dans les îles océaniques ou qui s'interstratifient aux tholéiites continentales.

Il est plutôt proposé que la signature géochimique des TC reflète l'assimilation d'une proportion indéterminée de croûte sialique lors de l'ascension et la différenciation des magmas parents. Bien qu'aucune datation U-Pb n'ait permis d'identifier des complexes gneissiques plus vieux que 2,8 Ga dans la région du lac Nedlouc (feuilletés SNRC 34H et 24E), un socle tonalitique ancien (2940±5 Ma) sur lequel repose une suite volcanique d'affinité calco-alcaline (la séquence du lac Lintelle) affleure dans la Ceinture de Vizien à environ 100 km au NE de la ceinture de Duvert (Skulski et Percival, 1996). De plus, dans la portion centrale du domaine de Goudalie, Percival *et al.* (1992) ont identifié des fragments de croûte tonalitique dont l'âge varie de 2,9 à 3,5 Ga. Nous pouvons établir une analogie entre la composition chimique des TC et celle des assemblages tholéiitiques de la base de la séquence du lac Serindac appartenant à la Ceinture de Vizien. Cette dernière (2722±15/-8 Ma) comprend, vers sa base, des coulées massives de laves enrichies en LILE et TRLé (Figures 13 et 14). Largement subaérienne, la séquence du lac Serindac contient, dans ses niveaux

supérieurs, un assemblage de tufs et de coulées massives rhyodacitiques à rhyolitiques que Skulski et Percival (1996) interprètent comme des pantellerites. Les ferrotholéiites, tout comme le reste des volcanites de la séquence, présentent des anomalies négatives en Nb et des compositions isotopiques initiales du Nd ( $\epsilon_{Nd_{2722} Ma} = +0,83$  à  $-1,38$ ) qui témoignent de la contamination par une croûte tonalitique plus vieille que 2,9 Ga. Il est intéressant de constater qu'un tuf felsique interstratifié aux basaltes (*Adv11*) et andésites (*Adv12*) du Complexe de Duvert donne un âge de 2713±6 Ma (Parent *et al.*, 2000) qui correspond à l'âge de la séquence du lac Serindac.

## 7.6- La suite des basaltes-andésites-dacites calco-alcalins (BADC)

### 7.6.1- Le Complexe de Garault (Agar)

De nature alumineuse ( $Al_2O_3=11,7-19,1$  % poids) (Figure 15b) et couvrant le spectre des basaltes aux andésites ( $SiO_2=45,9-60,5$  % poids), les volcanites du Complexe de Garault sont en majorité d'affinité calco-alcaline, bien que deux échantillons de basaltes tholéiitiques appartenant probablement à la suite des TM y ont été répertoriés (Figure 15a et 16b). Les volcanites calco-alcalines contiennent des teneurs en MgO (2,4-12,6 % poids),  $TiO_2$  (0,59 -1,10 % poids),  $FeO_T$  (8,8-12,1 % poids) et CaO (3,4-11,3 % poids) montrant de faibles corrélations négatives avec la silice. Elles se distinguent des volcanites des suites TM et FT par des rapports Zr/Y >3 (3,1-8,7) et par un enrichissement important en TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=2,4-3,6$  et  $[La/Yb]_{NC}=10,8-17,8$ ) qui sont positivement corrélés à la silice (Figures 15c et 16a). Enrichies en Th (0,7-3,2 ppm), en Sr (281-735 ppm) et en Ba (76-710 ppm), les volcanites de la suite BADC illustrent, dans le diagramme multi-éléments normalisés aux MP, les anomalies négatives en Nb, Ta, P et Ti caractéristiques des roches calco-alcalines associées au processus de subduction (Figure 16c), tandis qu'à l'intérieur du diagramme discriminant Hf/3-Nb/16-Th (Figure 18c), elles se situent dans le champ des marges destructrices. Les profils de TR sont également typiques des suites calco-alcalines et soulignés par un enrichissement en TRLé et un profil peu fractionné en TRLo ( $[Gd/Yb]_{NC}=1,8-2,2$ ) (Figure 16a). Cet enrichissement en TRLé et en LILE exprimé par les volcanites du Complexe de Garault, combiné à l'absence de textures coussinées dans les coulées basaltiques à andésitiques et à leur interstratification aux unités sédimentaires composées de paragneiss à biotite, de grès quartzique et



de niveaux de conglomérat, suggèrent un milieu d'épanchement dans un arc océanique mature en partie émergent (par ex: Java, Philippines, Petites Antilles sud). La présence de zircons hérités (3,170 Ga) dans le tuf felsique qui a donné un âge de 2786 Ma pour le complexe de Garault, ainsi que les âges anciens obtenus sur la Suite gneisso-tonalitique de Brésolles (2803±8 Ma) dans la région du lac Maricourt (Simard *et al.*, 2001), pourraient toutefois indiquer la formation d'un arc continental reposant sur une croûte sialique légèrement plus ancienne.

### 7.6.2. Le Complexe de Gayot (Agat) ; la ceinture de Vénus

À l'intérieur de la ceinture de Vénus, des coulées de basalte andésitique magnésien ( $\text{SiO}_2=52,4-54,7$  % poids et  $\text{MgO}=7,4-12,4$  % poids) et primitif ( $\text{Mg}\#=64-70$  et  $\text{Ni}=100-330$  ppm) présentent un enrichissement en  $\text{TRLé}$  ( $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}=2,2-2,4$ ),  $\text{Zr}/\text{Y}$  (4,2-5,0), Ba (350-390 ppm), Th (1,2-1,8 ppm), Sr (432-448 ppm) et des anomalies négatives en Nb, Ta et Ti caractéristiques du magmatisme calco-alcalin d'arcs insulaires océaniques (ex: Mariannes, Iles Aléoutiennes) (Figure 15c et 17 a,c). Les andésites nettement plus évoluées ( $\text{Mg}\#=27-44$  et  $\text{Ni}=36-100$  ppm) montrent des rapports  $\text{Zr}/\text{Y}$  (7,7-8,4),  $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}$  (3,3) et  $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}$  (8,0) et des teneurs en HFSE ( $\text{Zr}=142-154$  ppm), Th (4,5 ppm) et  $\text{TRLé}$  ( $\text{La}=20,0$  ppm) légèrement plus élevés que les basaltes andésitiques magnésiens. Tout comme les basaltes andésitiques, les andésites montrent les signatures typiques du magmatisme des marges destructrices (Figure 18c).

### 7.6.3. Autres ceintures

Nous avons regroupé une série de coulées basaltiques à andésitiques ( $\text{SiO}_2=46,3-58,5$  % poids) d'affinité calco-alcaline provenant du Complexe de Gayot, hors de la ceinture de Vénus, et des complexes de Dupire (*Adpr*) et de Duvert (*Adv*). Ces volcanites alumineuses ( $\text{Al}_2\text{O}_3=14,6-17,8$  % poids) (Figure 15b) affichent les caractères géochimiques typiques des suites orogéniques, soit l'enrichissement en  $\text{TRLé}$  ( $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}=1,6-6,4$ ), Ba (110-770 ppm),  $\text{Zr}/\text{Y}$  (2,4-8) et Th/Hf (4-6) accompagnant les anomalies négatives en Nb et en Ta dans le diagramme multi-éléments normalisés au MP (Figures 15c et 18a,b)

### 7.7- La suite des tufs et des laves rhyodacitiques à rhyolitiques calco-alcalins (RHY)

Les tufs et les laves rhyodacitiques à rhyolitiques ( $\text{SiO}_2=67,3-78,3$  % poids) se concentrent principalement dans les régions des lacs Maricourt et Gayot. Ils forment trois groupes distincts définis par leurs rapports  $\text{Zr}/\text{Y}$  et  $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}$ . Le groupe I présente des rapports  $\text{Zr}/\text{Y}$  (7-15) et  $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}$  (6-10) modérés tandis que le groupe II affiche des rapports  $\text{Zr}/\text{Y}$  (18-41) et  $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}$  (16-36) élevés (Figure 19a,b). Le troisième groupe, uniquement représenté à l'intérieur du Complexe de Dupire (*Adpr*), se compose de rhyolites siliceuses et peu alumineuses affichant de faibles rapports  $\text{Zr}/\text{Y}$  (2,9),  $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}$  (1,6-1,7),  $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}$  (2,0) et des teneurs modérées en  $\text{TRLé}$  ( $\text{Yb}_{\text{NC}}=18-22$ ) et Y (26-33 ppm) (Figure 19a,b,c). Ces rhyolites, quoiqu'elles ne sont pas interstratifiées aux séquences minéralisées à l'intérieur de la ceinture de Dupire (Lamotte, 1997), présentent néanmoins des signatures géochimiques comparables à celles attribuées aux rhyolites dites «fertiles» associées aux minéralisations en sulfures massifs volcanogènes (par ex: Noranda; Figure 19c). L'ensemble des rhyolites du groupe I, surtout représenté dans la ceinture de Vénus, semble légèrement moins alumineux ( $\text{Al}_2\text{O}_3=11,4-16,2$  vs.  $13,4-17,3$  % poids) que celui du groupe II. Plus différenciées ( $\text{Rb}/\text{Sr}=0,63$  vs.  $0,37$ ) et appauvries en Sr (72-120 vs. 38-663 ppm), les rhyolites du groupe I présentent un profil de  $\text{TRLé}$  moins fractionné ( $[\text{Sm}/\text{Yb}]_{\text{NC}}=1,3-2,4$  vs.  $3,4-11,2$ ) (Figure 20a). De plus, elles montrent des anomalies négatives en Eu qui sont absentes du groupe II. Les volcanites des groupes I et II affleurent en faible volume à l'intérieur de certains assemblages des sous-provinces d'Abitibi et de Wabigoon (par exemple dans les groupes de Bowman et de Skead, sous-province de l'Abitibi et les ceintures de Sturgeon lake et Lake of the Woods; Leshar *et al.* (1986); Barrie *et al.* (1993)).

Les roches volcanoclastiques rhyodacitiques à rhyolitiques du groupe II possèdent certaines des caractéristiques des termes évolués des suites «adakitiques» (Drummond et Defant, 1990). Ainsi, il est proposé que la source des magmas parents consiste en la portion supérieure d'une jeune plaque océanique en subduction. Celle-ci, maintenue à haute température, fusionne par déshydratation de la tranche basaltique à une profondeur correspondant à la transition amphibolite-éclogite. La rétention du grenat+amphibole et l'élimination du plagioclase de la source expliqueraient les faibles teneurs en Y et  $\text{TRLé}$  et les valeurs relativement élevées en Sr,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et  $\text{Na}_2\text{O}$  des volcanites (Drummond et Defant, 1990). D'autre part, Atherton et Petford (1993) suggèrent que de tels

magmas felsiques, dont la composition s'apparente à celle des termes évolués des suites TTG (tonalite-trondhjemite-granodiorite), peuvent également résulter de la fusion partielle de matériel basaltique (amphibolite grenatifère) injecté à la base d'une croûte continentale épaisse ( de plus de 30 km).

Quant aux rhyolites-rhyodacites du groupe II, il est probable qu'elles soient le produit de la cristallisation fractionnée du plagioclase et probablement de la hornblende±biotite±quartz±minéraux accessoires à partir de magmas andésitiques-dacitiques. Dans la ceinture de Vénus, les basaltes andésitiques et andésites affichant des rapports Zr/Y et  $[La/Yb]_{NC}$  comparables aux volcanites du groupe II seraient probablement cogénétiques (Figure 4c).

### 7.8- Les tholéiites magnésiennes appauvries en Al et enrichies en Fe.

Deux échantillons de laves identifiées comme étant de composition basaltique (V3B) présentent des compositions inhabituelles. Magnésiennes ( $MgO=8,0-9,1$  % poids) et appauvries en  $Al_2O_3$  (9,6-10,1 % poids)(Figure 15b), ces tholéiites ( $FeO_T=15,1-16,6$  et  $TiO_2=1,17-1,23$  % poids) montrent des rapports  $[La/Sm]_{NC}$  (1,2-1,5) et Zr/Y (4,7-4,8) et un enrichissement modéré en TRLé ( $La=9,0-10,9$  ppm), Ba (280 ppm) et Th (0,90 ppm) qui les distinguent des volcanites des suites TM et FT (Figures 15c et 17b). Les rapports  $Al_2O_3/TiO_2$  (8,2) sont toutefois extrêmement bas et différent nettement de ceux exprimés par les laves komatiitiques (14-34). Les liens génétiques avec les laves komatiitiques sont d'ailleurs suspects puisque, contrairement à ces dernières, elles sont enrichies en TRLé,  $TiO_2$  et  $FeO_T$ . Par ailleurs, elles ne sont pas assez magnésiennes et trop enrichies en Ti et en Fe pour être classées comme basalte komatiitique. Nous suggérons la possibilité que ces roches cartographiées comme des tholéiites magnésiennes soient en fait des gabbros.

## 8.0- DISCUSSION

### 8.1- Comparaisons avec les volcanites de la Sous-province de La Grande

Des comparaisons significatives peuvent être établies avec volcanites composant les fragments et ceintures volcano-sédimentaires orientés EW qui constituent les roches supracrustales de la Sous-

province de La Grande. Cette dernière comprend les gneiss tonalitiques et les tonalites du Complexe de Langelier (2788-3360 Ma) sur lequel reposent en discordance les arénites quartziques et les conglomérats monogéniques pyritifères et uranifères de la Formation d'Apple (Goutier *et al.*, 2001 ; 1999a ; 1999b ; 1998a ; 1998b). Les roches volcaniques du Groupe de Yasinski (2732+8/-6 Ma) recouvrent en concordance les arénites de la Formation d'Apple. D'une puissance maximale de 2,7 km, elles sont formées, de la base au sommet, de basaltes tholéitiques, d'andésites calco-alcalines riches en feldspath et d'horizons de tufs à lapilli et à blocs de composition dacitique, rhyodacitique et rhyolitique.

Lafèche *et al.* (2000) ont classé les basaltes et basaltes andésitiques du Groupe de Yasinski en trois sous-groupes. Les deux premiers correspondent respectivement aux suites des tholéiites magnésiennes (TM) et des ferrotholéiites (FT). Les TM présentent des rapports légèrement appauvris en TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=0,82$ ) tandis que les FT possèdent des concentrations en TR et HFSE légèrement plus élevées et des profils de TR non-fractionnés ( $[La/Sm]_{NC}=1,1$ ) (Figure 21c). Ces deux sous-groupes ne présentent aucune anomalie en Nb et en Ta dans le diagramme des éléments traces normalisé aux MP. Le troisième groupe consiste en tholéiites fractionnées ( $[La/Sm]_{NC}=2,33$ ) caractérisées par des anomalies négatives en Nb et en Ta dans le diagramme multi-éléments normalisé au MP. Les roches volcaniques intermédiaires du Groupe de Yasinski, d'affinité calco-alcaline, présentent un enrichissement en LILE, Th et TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=2,9$ ), des anomalies négatives en Ta et en Nb normalisés au MP et des profils de TRLo plats, qui sont toutes des signatures géochimiques particulières de la suite des basaltes-andésites-dacites calco-alcalins (suite BADC) (Figure 21b). Quant aux rhyolites, certaines sont alumineuses et affichent un appauvrissement extrême en TRLo et en Y, ainsi qu'une absence d'anomalie en Eu. Leur composition chimique est comparable à celle des rhyolites du groupe II de la suite RHY. Les autres roches felsiques du Groupe de Yasinski montrent un appauvrissement moins important en TRLo et en Y ainsi que des anomalies négatives modérées en Eu. Elles se conforment mieux aux signatures du groupe I de la suite RHY (figure 21a).

Il est difficile d'établir des comparaisons valides entre les compositions chimiques des volcanites du domaine de Goudalie et celles du Groupe de Yasinski, puisque pour ce dernier, le nombre d'échantillons recueillis était plus élevé et la grille d'échantillonnage beaucoup plus serrée. Il appert toutefois que le

volcanisme de la Sous-province de La Grande et du domaine de Goudalie se soit effectué en présence d'un proto-craton tonalitique (i.e. 2,8 à 3,4 Ga). Il est aussi probable que les gneiss tonalitiques et tonalites du Complexe de Langelier, affleurant dans la Sous-province de La Grande, constituent l'équivalent de ceux de la Suite de Brésolles (Dion *et al.*, 2000 ; David, en préparation ; Goutier *et al.*, 1998a ; 1998b).

Nos travaux en géochimie permettent d'établir les différences suivantes. (1) Le volcanisme du domaine de Goudalie est résolument plus mafique et ultramafique comme en témoigne la prépondérance des coulées de composition basaltique à basalte-andésitique ( $\text{SiO}_2=45-55$  % poids), des coulées komatiitiques et des nombreux filons-couches péridotitiques les accompagnant. (2) Les roches de composition andésitique à rhyodacitique ( $\text{SiO}_2=55-64$  % poids) affleurent rarement à l'intérieur du domaine de Goudalie. (3) Par contre, on note la présence d'empilements basaltiques à andésitiques calco-alcalins ( $\text{SiO}_2= 50-58$  % poids), particulièrement à l'intérieur du Complexe de Garault, qui montrent les caractéristiques typiques des suites issues du magmatisme de subduction. (4) Jusqu'à maintenant, aucune suite de tholéiites évoluées et contaminées par une croûte sialique (suite TC) n'a été identifiée dans la Sous-province de La Grande. (5) D'ailleurs, les assemblages volcano-sédimentaires en partie d'origine subaérienne représentant soit un arc volcanique continental (i.e. le Complexe de Garault dans la région du lac Maricourt et la séquence du lac Lintelle dans la ceinture de Vizien) ou des assemblages de rift continental (séquence du lac Serindac; ceinture de Vizien) semblent absents des ceintures volcano-sédimentaires de La Grande. Toutefois, il faut préciser que ces séquences émergentes affleurent au centre du domaine de Goudalie à plus de 500 km au nord de la sous-province de La Grande. Les comparaisons tectono-magmatiques doivent donc être considérées avec prudence.

## 9.0- CONCLUSIONS

Cette étude géochimique a mis l'emphasis sur les roches volcaniques des ceintures et lambeaux volcano-sédimentaires localisés dans le domaine de Goudalie, bloc de Minto. La chimie des éléments majeurs combinée aux nouvelles concentrations des éléments en trace analysées par méthode ICP-MS ont permis de reconnaître 6 suites de roches volcaniques: 1) la suite des komatiites et basaltes komatiitiques (KOM), 2) la suite des tholéiites magnésiennes (TM), 3) la suite des ferrotholéiites (FT), 4) la suite des tholéiites

contaminées (TC), 5) la suite des basaltes, des andésites et des dacites calco-alcalins (BADC) et 6) la suite des tufs et laves rhyodacitiques-rhyolitiques d'affinité calco-alcaline (RHY).

Les coulées komatiitiques (suite KOM) affleurent uniquement à l'intérieur du Complexe de Gayot. Le diagramme  $[\text{Gd}/\text{Yb}]_{\text{NC}}$  vs  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$  révèle une appartenance à la catégorie non appauvrie en Al (chondritique) caractéristique des komatiites de la Province du Supérieur, du Bloc de Yilgarn (Australie) et du Craton Rhodésien-Zimbabwe. La suite KOM montre des concentrations en TR inférieures à 10 fois les valeurs chondritiques, un profil de TR peu fractionné ( $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}=0,52-1,44$ ), des faibles teneurs en HFSE ( $\text{Zr}=16-34$  ppm) et des rapports Ti/Zr (74-104), Th/Hf (0,03-0,42) et Zr/Y (2,2-2,7) approchant les valeurs chondritiques.

Les tholéiites magnésiennes (TM) et les ferrotholéiites (FT) forment la majorité des empilements basaltiques des complexes de Gayot, de Duvert et de Dupire. Les volcanites de la suite TM exhibent des profils de  $\text{TR}_{\text{NC}}$  plats ou légèrement appauvris en  $\text{TRLé}$  ( $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}=0,5-1,2$ ) et des concentrations avoisinant 10 à 20 fois les valeurs chondritiques. Ils expriment de faibles variations des rapports élémentaires (par ex: Zr/Y (2-3) et Ti/Zr (70-130)) typiques des tholéiites océaniques et propres aux chondrites, ce qui les situe dans le champ des tholéiites issues des dorsales océaniques dans le diagramme discriminant du milieu tectonique Hf/3-Nb/16-Th. L'absence des anomalies négatives en HFSE dans le diagramme multi-éléments normalisés au MP corrobore cette assertion. Les ferrotholéiites (FT) qui accompagnent les TM se caractérisent par des concentrations en  $\text{TiO}_2 > 1,2$  % poids (1,2-1,7 % poids) et en  $\text{FeO}_T > 11$  % poids (11,0-18,4 % poids). Elles forment une suite magmatique plus différenciée que la suite TM. Le seul échantillon de la suite TM analysé par la méthode ICP-MS exhibe un profil de TR peu fractionné ( $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}=1,2$  et  $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{NC}}= 1,6$ ), des concentrations de 35 fois les valeurs chondritiques et une anomalie négative en Eu.

La suite des tholéiites contaminées (TC) affleure dans l'unité basaltique *Advi1* du Complexe de Duvert. Évoluées ( $\text{Mg}\# =22-39$ ) et enrichies en  $\text{TiO}_2$  (1,5-1,9 % poids) et en  $\text{FeO}_T$  (8,8-16,8 % poids), elles se distinguent des volcanites des suites TM et FT par leur enrichissement en  $\text{TRLé}$  ( $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{NC}}=2,3-3,1$ ), Th (0,3-2,0 ppm), LILE (Ba=280-770 ppm; Rb=9-52 ppm) et Sr (199-588 ppm) et par des anomalies négatives en Nb et

en Ta dans le diagramme multi-éléments normalisés au MP. Ces caractéristiques géochimiques reflètent probablement l'assimilation d'une croûte sialique plus ancienne lors de la différenciation magmatique. Les basaltes, les basaltes andésitiques, les andésites et les rares dacites d'affinité calco-alkaline affleurent principalement dans le Complexe de Garault et plus rarement dans le Complexe de Gayot (suite BADC). L'ensemble des volcanites du Complexe de Garault présente des rapports  $Zr/Y > 3$  (3,1-8,7) et un enrichissement important en TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=2,4-3,6$ ) positivement corrélés à la silice. Enrichies en Th (1,7-5,2 ppm), en Sr (281-735 ppm) et en Ba (76-710 ppm), ces volcanites présentent, dans le diagramme multi-éléments normalisés aux MP, les anomalies négatives en Nb, Ta, P et Ti caractéristiques des suites orogéniques. Le Complexe de Garault est interprété comme une séquence volcanique d'arc océanique ou continental mature émergent. Enrichies en TRLé ( $[La/Sm]_{NC}=2,2-3,3$ ), LILE, Th et  $Zr/Y$  (2,4-8,4), les volcanites de la suite BADC du Complexe de Gayot présentent également les signatures géochimiques conformes au magmas issus de zones de subduction.

Les tufs et laves rhyodacitiques à rhyolitiques ( $SiO_2=67,3-78,3$  % poids) se concentrent principalement dans les régions des lacs Maricourt et Gayot (suite RHY) et définissent trois groupes. Le groupe I, surtout représenté dans la Ceinture de Vénus, possède des rapports  $Zr/Y$  (7-15) et  $[La/Yb]_{NC}$  (6-10) modérés ainsi que des anomalies négatives en Eu. Le groupe II affiche des rapports  $Zr/Y$  (18-41) et  $[La/Yb]_{NC}$  (16-36) élevés. Relativement au groupe I, ces rhyodacites et rhyolites sont plus alumineuses ( $Al_2O_3=13,4-17,3$  % poids), plus appauvries en TRLo et en Y et ne manifestent pas d'anomalies négatives en Eu. Leur signature géochimique indique une certaine affinité aux termes évolués des suites «adakitiques». Enfin les rhyolites du groupe III affleurent uniquement dans le Complexe de Dupire. Siliceuses, elles affichent les faibles rapports  $[La/Yb]_{NC}$  (2,0) et  $Zr/Y$  (2,9) des rhyolites dites «fertiles» associées à la minéralisation en SMV.

## RÉFÉRENCES

ABBOTT, D.H., 1996 - Plumes and hotspots as sources of greenstone belts. *Lithos*, volume 37, pages 113-127.

ARNDT, N., 1986 - Komatiites: A dirty window to the

Archean mantle. *Terra Cognita*, volume 6, pages 59-66.

ATHERTON, M.P. - PETFORD, N., 1993 - Generation of sodium-rich magmas from newly underplated basaltic crust. *Nature*, volume 362, pages 144-146.

BARRIE, C.T. - LUDDEN, J.N. - GREEN, T.H., 1993 - Geochemistry of Volcanic Rocks Associated with Cu-Zn and Ni-Cu Deposits in the Abitibi Subprovince. *Economic Geology*, volume 88, pages 1341-1358.

BOILY, M., 2000 - Géochimie et tectonique des volcanites du Segment de Frotet-Troilus et de la bande de la rivière Eastmain. *Ministère des Ressources Naturelles*, MB 99-11, 71 pages.

BRYAN, W.B. - THOMPSON, G. - LUDDEN, J.N., 1981 - Compositional Variation in Normal MORB From 22°-25° N: Mid-Atlantic Ridge and Kane Fracture Zone. *Journal of Geophysical Research*, volume 86, pages 11815-11836.

CARD, K.D. - CIESIELSKI, A., 1986 - DNAG no 1. Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. *Geoscience Canada*, volume 13, pages 5-13.

CHAPDELAIN, M. - ARCHER, P., 2000 - Les minéralisations en Ni-Cu-Co-EGP du projet Gayot, Ceinture de Vénus, Grand-Nord. *In* Redécouvrir l'Abitibi, Séminaire d'information sur la recherche géologique. *Ministère des Richesses naturelles, Programme et Résumé*, DV 2000-03, page 14.

CONDIE, K.C., 1990 - Geochemical characteristics of Precambrian basaltic greenstones. *In* Early Precambrian magmatism, édité par R.P. Hall et D.J. Hughes, Blackie & sons, pages 40-45.

CONDIE, K.C., 1994 - Greenstones through time: *In* Archean Crustal Evolution. Édité par K.C. Condie. *Precambrian Research*, volume 11, pages 85-120.

DAVID, J., en préparation - Géochronologie U-Pb Projet Grand-Nord 1998: les régions des lacs Gayot, Nedlouc, Peters et de la rivière Koroc. *Ministère des Ressources naturelles, Québec*.

DION, C. - DAVID, J. - GOUTIER, J. - MOUKHSIL,

- A. - BANDYAYERA, D. - PARENT, M. - DAVIS, DW., 2000 - Datations U-Pb récentes dans le secteur de la Baie-James. *In* Explorer au Québec, Redécouvrir l'Abitibi.. Séminaire d'information sur la recherche géologique. Programme et résumés. DV 2000-03, page 62.
- DESROCHERS, J.P. - HUBERT, C. - LUDDEN, J.N. - PILOTE, P., 1993 - Accretion of Archean oceanic plateau fragments in the Abitibi greenstone belt. *Geology*, volume 21, pages 451-454.
- DRUMMOND, M.S. - DEFANT, M.J., 1990 - A model for trondhjemite-tonalite-dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archean to modern comparisons. *Journal of Geophysical Research*, volume 95, pages 21503-21521.
- FAN, J. - KERRICH, R., 1997 - Geochemical characteristics of aluminium depleted komatiites and HREE-enriched low-Ti tholeiites, western Abitibi greenstone belt: A heterogenous mantle-plume convergent margin environment. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, volume 61, pages 4723-4744.
- FLOYD, P.A., 1989 - Geochemical features of intraplate oceanic plateau basalts. *In* Magmatism in the Ocean Basins. *Édité par* A.D. Saunders et M.J. Norry; Geological Society Special Publications no. 42, pages 215-230.
- GILL, J.B., 1981 - Orogenic Andesites and Plate Tectonics. Springer-Verlag, Berlin, 390 pages.
- GOSSELIN, C. - SIMARD, M., 2000 - Géologie de la région du lac Gayot (SNRC 23M). Ministère des Ressources naturelles, Québec. RG 99-06, 29 pages.
- GOUTIER, J. - DOUCET, P. - DION, C. - BEAUSOLEIL, C. - DAVID, J. - PARENT, M. - DION, D.J., 1998a - Géologie de la région du lac Kowskatehkakmow (SNRC 33F/06). Ministère des Ressources Naturelles, Québec. RG 98-16, 48 pages.
- GOUTIER, J. - DOUCET, P. - DION, C. - BEAUSOLEIL, C. - DION, D.J., 1998b - Géologie de la région du lac Esprit (SNRC 33F/05). Ministère des Ressources Naturelles, Québec. RG 98-09, 39 pages.
- GOUTIER, J. - DION, C. - DAVID, J. - DION, D.J., 1999a - Géologie de la région de la passe Shimusuminu et du lac Vion (33F/11,33F/12). Ministère des Ressources Naturelles, Québec. RG 98-17, 41 pages.
- GOUTIER, J. - DION, C. - LAFRANCE, I. - DAVID, J. - PARENT, M. - DION, D.J., 1999b - Géologie de la région des lacs Langelier et Threefold (SNRC 33F/03, 33F/04). Ministère des Ressources Naturelles, Québec. RG 98-18, 52 pages.
- GOUTIER, J. - OUELLET, M.C. - DION, C., 2001 - Synthèse géologique de la région des lacs Sakami (33F) et Guyer (33G), Baie-James. Ministère des Ressources naturelles, Québec. DV 2001-08, page 17.
- HAUFF, F. - HOERNLE, K. - SCHMINCKE, H.U. - WERNER, R., 1998 - A mid-Cretaceous origin for the Galápagos hotspot, volcanological, petrological and geochemical evidence from Costa Rican oceanic crustal segments. *Geologie Rundschau*, volume 86, pages 141-155.
- HAWKINS, J.W. Jr., 1977 - Petrologic and Geochemical characteristics of Marginal Basin Basalts. *In* Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins, *édité par* M. Talwani and W. C. Pitmann III, pages 355-366.
- KENT, R.W. - HARDARSON, B.S. - SAUNDERS, A.D. - STOREY, M., 1997 - Plateaux ancient and modern, Geochemical and sedimentological perspectives on Archean oceanic magmatism. *Lithos*, volume 37, pages 129-142.
- KIMURA, G. - LUDDEN, J.N. - DESROCHERS, J.P. - HORL, R., 1993 - A model of ocean-crust accretion for the Superior province, Canada. *Lithos*, volume 30, pages 337-355.
- LAFLÈCHE, M.R. - MOOREHEAD, J. - GOUTIER, J. - FALLARA, F., 2000 - Géochimie des roches volcaniques et des formations de fer du Groupe de Yasinski, Sous-province de La Grande. Ministère des Ressources naturelle, Québec, MB 2000-13, 67 pages.
- LECLAIR, A. - LAMOTHE, D. - CHOINIÈRE, J. - PARENT, M., 1998 - Géologie de la région du

- lac Bermen (SNRC 23F). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 97-11, 40 pages.
- LAMOTHE, D., 1997 - Géologie de la région du lac Dupire (SNRC 34H/03). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 96-01, 17 pages.
- LESHER, C.M. - GOODWIN, A.M. - CAMPBELL, I.H. - GORTON, M.P., 1986 - Trace-element geochemistry of ore associated and barren felsic metavolcanic rocks in the Superior Province, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, volume 23, pages 222-237.
- PARENT, M. - LECLAIR, A. - DAVID, J. - SHARMA, K.N.M., 2000 - Géologie de la région du lac Nédélec (SNRC 34H et 24E). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 99-13, 43 pages.
- PEARCE, J.A. - CANN, J.R., 1973 - Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 19, pages 290-330.
- PERCIVAL, J. - MORTENSEN, J.K. - STERN, R.A. - BÉGIN, N.J., 1992 - Giant granulite terranes of northeastern Superior Province; the Ashuanipi Complex and Minto Block. *Canadian Journal of Earth Sciences*, volume 29, pages 2287-2308.
- PERCIVAL, J. A. - SKULSKI, T. - LIN, S. - CARD, K.D., 1995 - Granite-greenstone terranes of the northern Goudalie domain, northeastern Superior Province, Quebec. *In* Current Research 1995-C, Geological Survey of Canada, pages 141-150.
- PERCIVAL, J. - SKULSKI, T. - NADEAU, L., 1996 - Granite-greenstone terranes of the Northern Minto block, northeastern Superior province, Quebec. *In* Current Research 1996-C, Geological Survey of Canada, pages 157-167.
- PERCIVAL, J. - SKULSKI, T. - NADEAU, L., 1997a - Reconnaissance geology of the Pélican-Nantais belt, northeastern Superior Province, Quebec. *In* Current Research 1996-C, Geological Survey of Canada, pages 157-167
- PERCIVAL, J. - SKULSKI, T. - NADEAU, L., 1997b - Granite-greenstone terranes of the northern Minto Block, northeastern Quebec: Pélican-Nantais, Faribault-Leridon and Duquet Belts. *In*: Current Research, 1997-C. Geological Survey of Canada, pages 211-221.
- PUCHTEL, I.S. - HOFFMAN, M.W. - MEZGER, K. - JOCHUM, K.P. - SHCHIPANSKY, A.A. - SAMSONOV, A.V., 1997 - Oceanic plateau model for continental crustal growth in the Archaean: A case study from the Kostomuksha greenstone belt, NW Baltic Shield. *Earth and Planetary Sciences Letters*, volume 155, pages 57-74.
- SAUNDERS, A.D. - FITTON, J.G. - KERR, A.C. - NORRY, M.J. - KENT, R.W., 1997 - The North Atlantic Igneous Province. *In* Large Igneous Provinces: Continental, Oceanic and Planetary Flood Volcanism. American Geophysical Union. *Geophysical Monograph* 100, pages 45-93.
- SCHILLING, J.G. - KINGSLEY, R.H. - DEVINE, J.D., 1982 - Galapagos Hot Spot-Spreading Center System. 1. Spatial Petrological and Geochemical Variations (83°W-101°W). *Journal of Geophysical Research*, volume 87, pages 5593-5610.
- SIMARD, A., 1987 - Stratigraphie et volcanisme dans la partie orientale de la bande volcanosédimentaire archéenne de Frotet-Evans. Ministère de l'Énergie et des Richesses naturelles, Québec, MB-87-17, 300 pages.
- SIMARD, M. - GOSSELIN, C. - DAVID, J., 2001 - Géologie de la région de Maricourt (SNRC 24D). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 2000-07, 50 pages.
- SKULSKI, T. - PERCIVAL, J.A., 1996 - Allochthonous 2.78 Ga oceanic plateau slivers in a 2.72 Ga continental arc sequence; Vizien greenstone belt, northwestern Superior province, Canada. *Lithos*, volume 37, pages 163-179.
- STOREY, M. - MAHONEY, J.J. - KROENKE, L.W. - SAUNDERS, A.D., 1991 - Are oceanic plateau sites of komatiite formation? *Geology*, volume 19, pages 376-379.
- SUN, S.-S. - McDONOUGH, W.F., 1989 - Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and

- processes. *In* Magmatism in the Ocean Basins, *éditeurs*: A.D. Saunders et M.J. Norry, Geological Society of London Special Publication, volume 42, pages 313-345.
- TARNEY, J. - SAUNDERS, A.D. - WEAVER, S.D., 1978 - Geochemistry of volcanic rocks from the island arcs and marginal basins of the Scotia arc region. *In* Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins, *édité par* M. Talwani and W. C. Pitmann III, pages 367-377.
- THOMPSON, G. - BRYAN, W.B. - FREY, F.A. - DICKEY, J.S. - SUEN, C.J., 1976 - Petrology and geochemistry of basalts from DSDP Leg 34, Nazca plate. *In*. Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, V. XXXIV, *édité par* Yeats, R.S. et Hart, S.R., pages 215-226.
- TOMLINSON, K.Y. - STEVENSON, R.K. - HUGHES, D.J. - HALL, R.P. - THURSTON, P.C. - HENRY, P., 1997 - The Red Lake greenstone belt, Superior Province: evidence of plume-related magmatism at 3 Ga and evidence of an older enriched source. *Precambrian Research*, volume 89, pages 59-76.
- WHITE, W.M. - MCBIRNEY, A.R. - DUNCAN, R.A., 1993 - Petrology and geochemistry of the Galapagos Islands: portrait of a pathological mantle plume. *Journal of Geophysical Research*, volume 98, pages 19533-19563.
- WOOD, D.A., 1980 - The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary Volcanic Province. *Earth and Planetary Sciences Letters*, volume 50, pages 11-30.
- XIE, Q. - KERRICH, R., 1994 - Silicate-perovskite and majorite signature komatiites from the Archean Abitibi Greenstone Belt: Implications for early mantle differentiation and stratification. *Journal of Geophysical Research*, volume 99, pages 15799-15812.

**FIGURES**  
**(figure 1 à figure 21)**



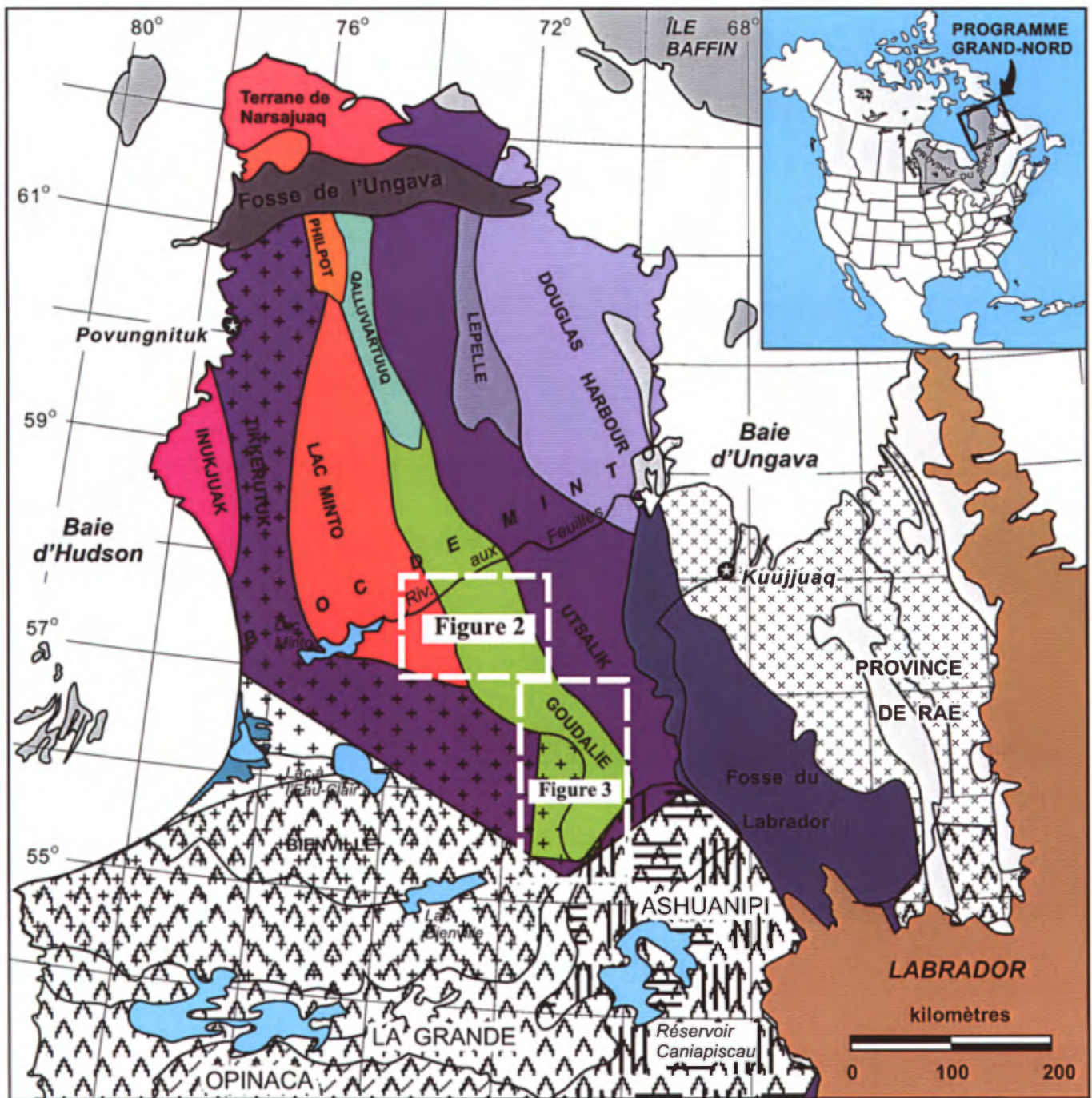
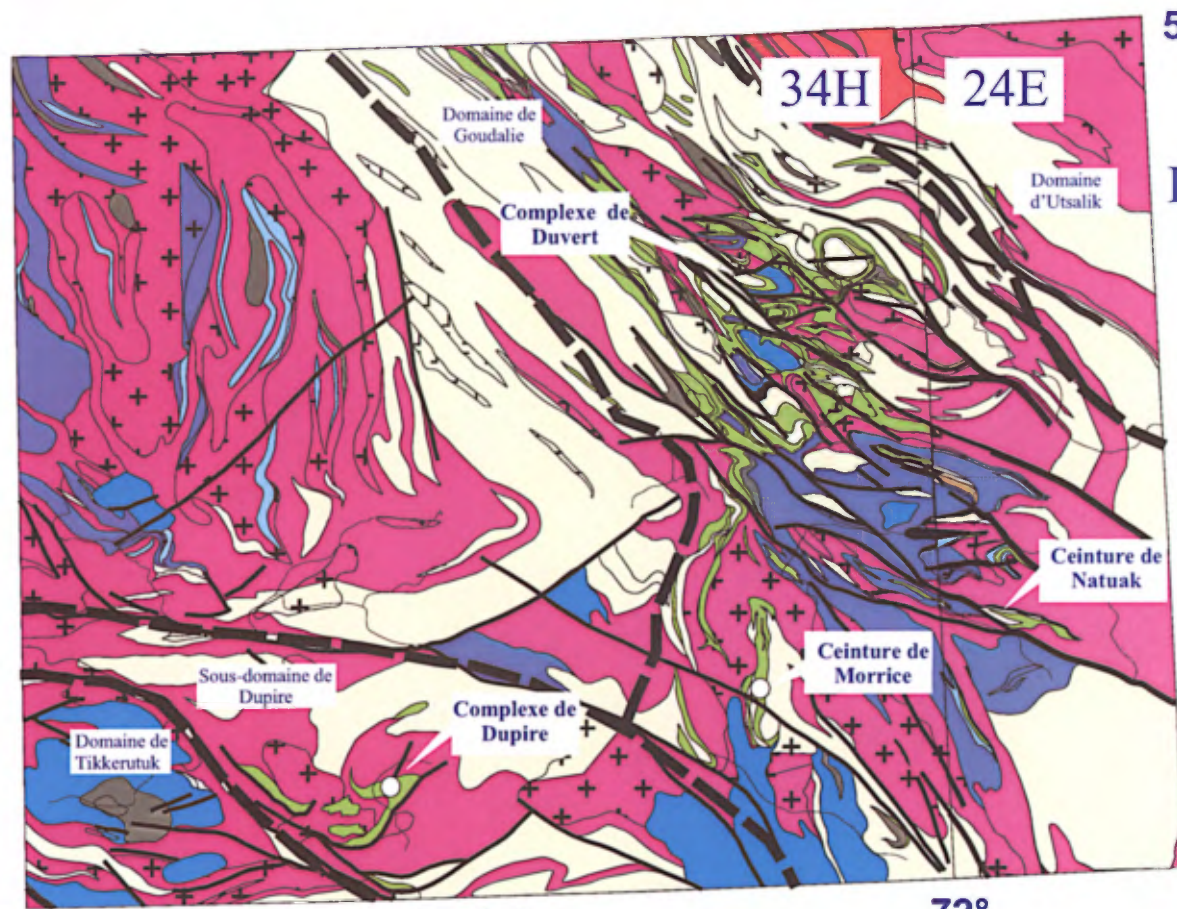


Figure 1. Contexte géologique du projet Grand-Nord du Québec et localisation des figures 2 et 3.



# RÉGION DU LAC NEDLOUC

D'après Parent *et al.* (2000)

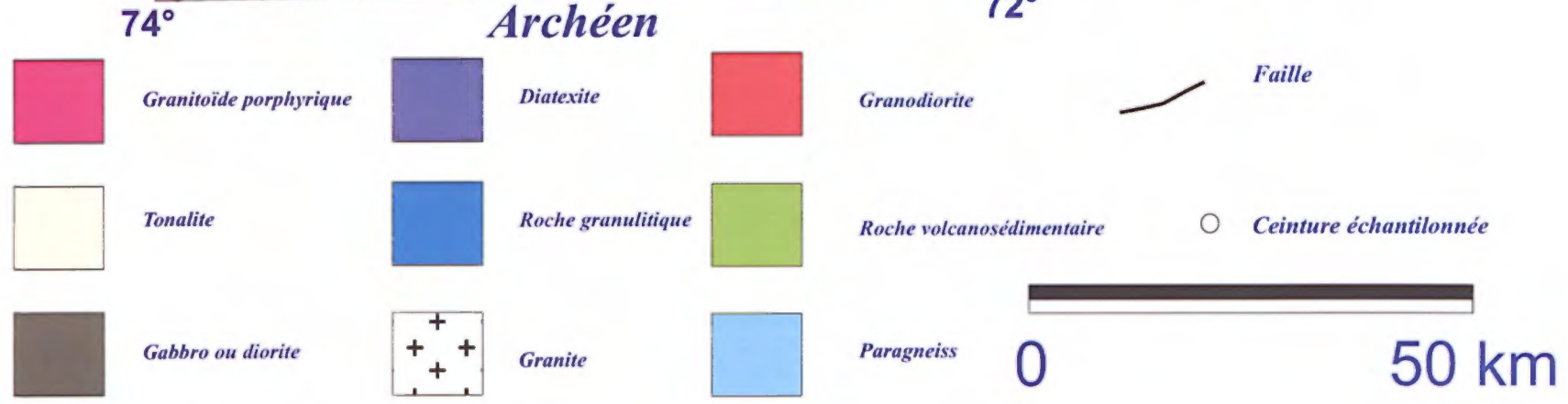
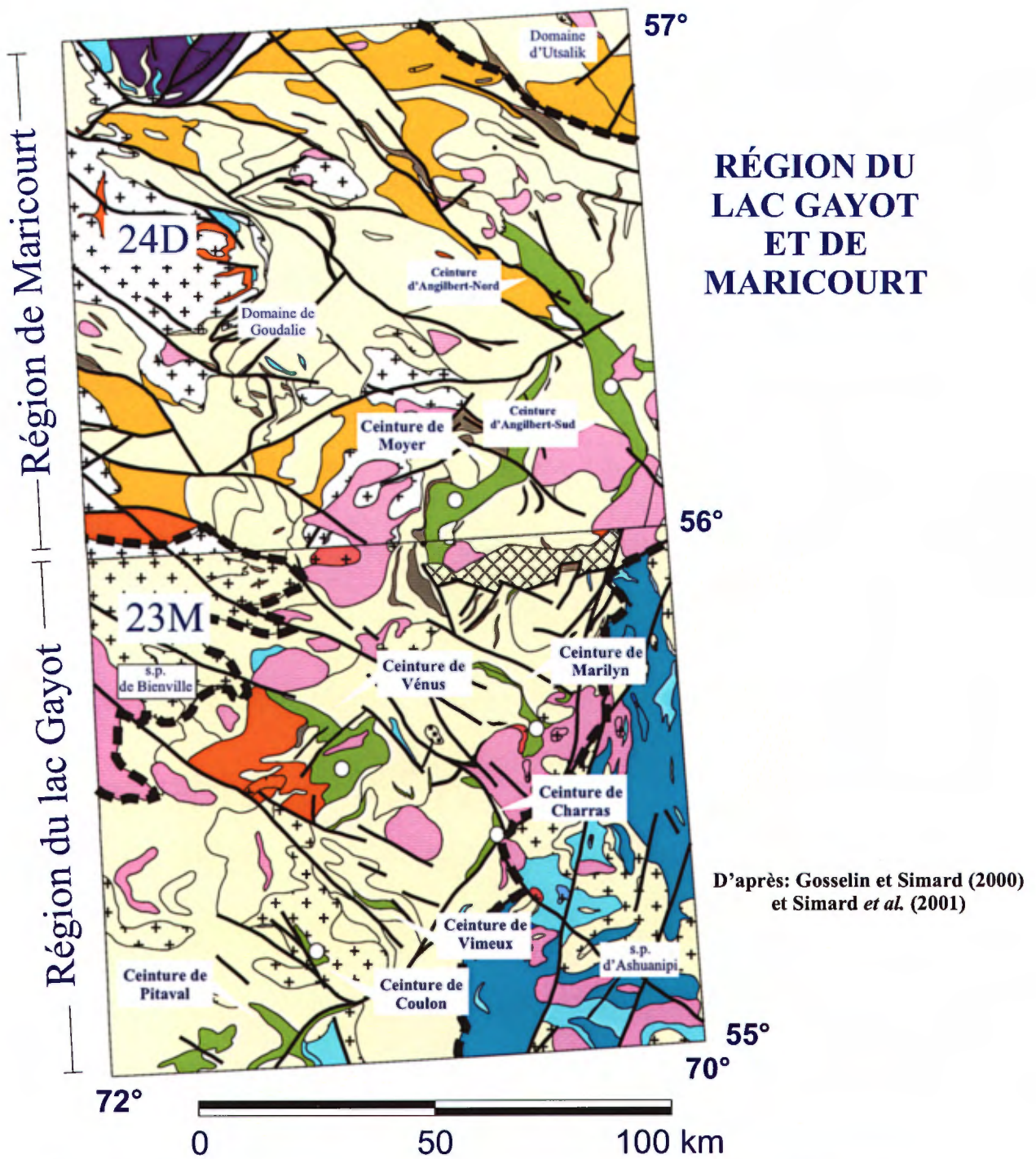


Figure 2. Géologie de la région du lac Nedlouc.



**Archéen**

**Protérozoïque**

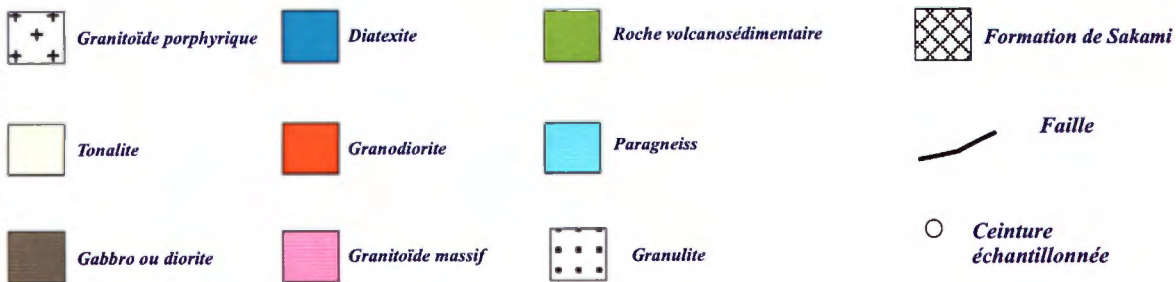


Figure 3. Géologie de la région des lacs Gayot et Maricourt.

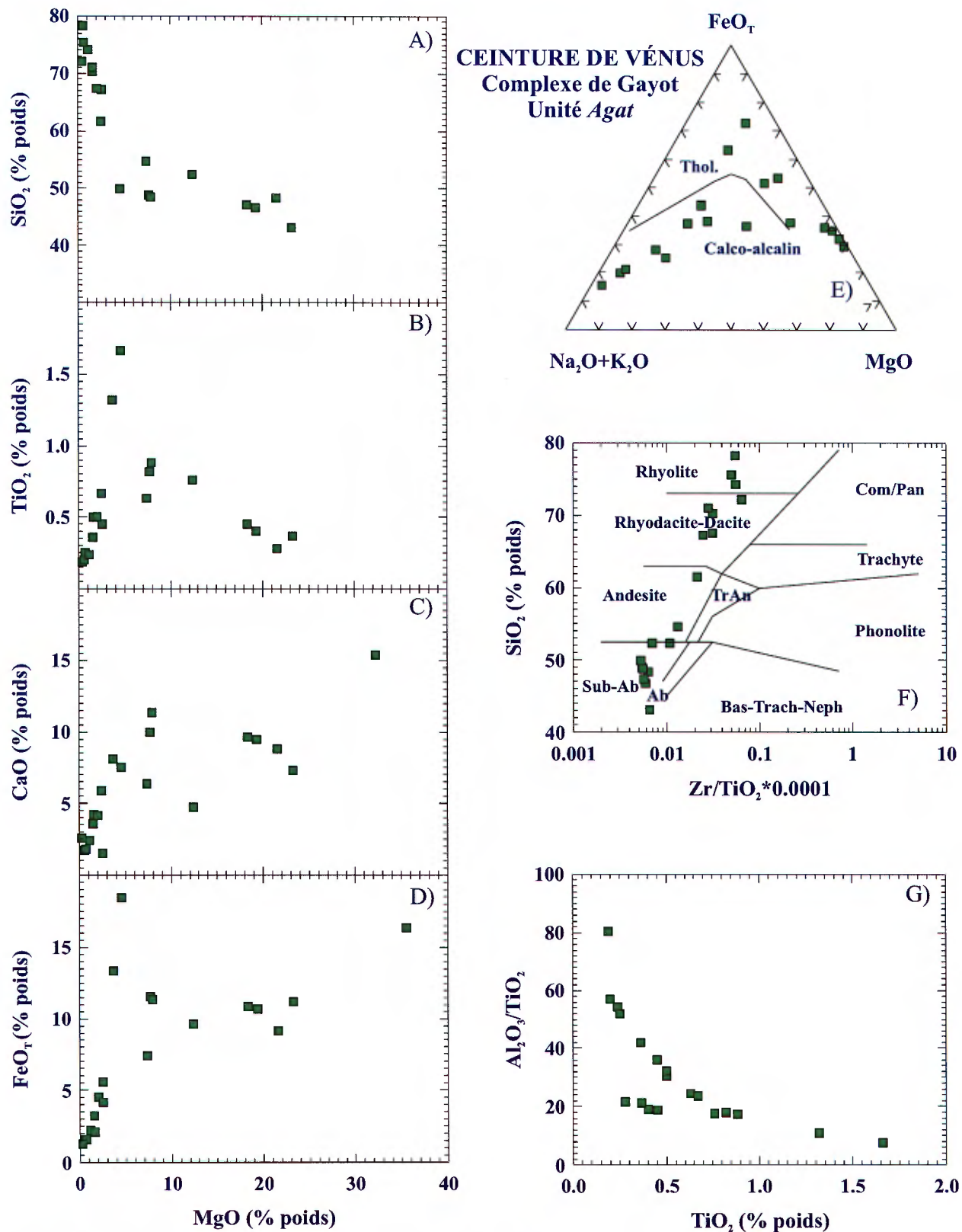


Figure 4. Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites du Complexe de Gayot; ceinture de Vénus; (a)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{SiO}_2$ ; (b)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{TiO}_2$ ; (c)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{CaO}$ ; (d)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{FeO}_T$ ; (e) Diagramme AFM; (f)  $\text{Zr}/\text{TiO}_2 \cdot 0,0001$  vs.  $\text{SiO}_2$  et (g)  $\text{TiO}_2$  vs.  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ .

LAC GAYOTET MARICOURT

Autres ceintures  
Unité *Agat*

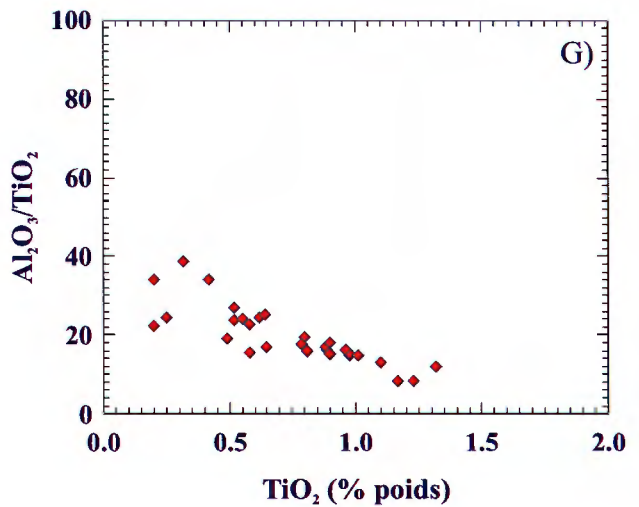
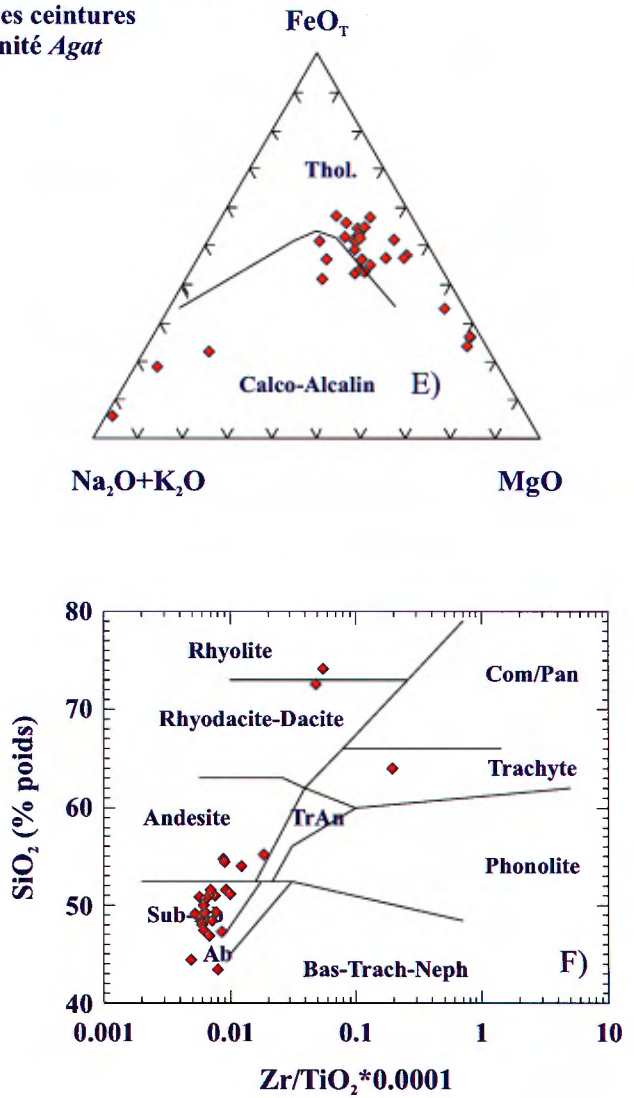
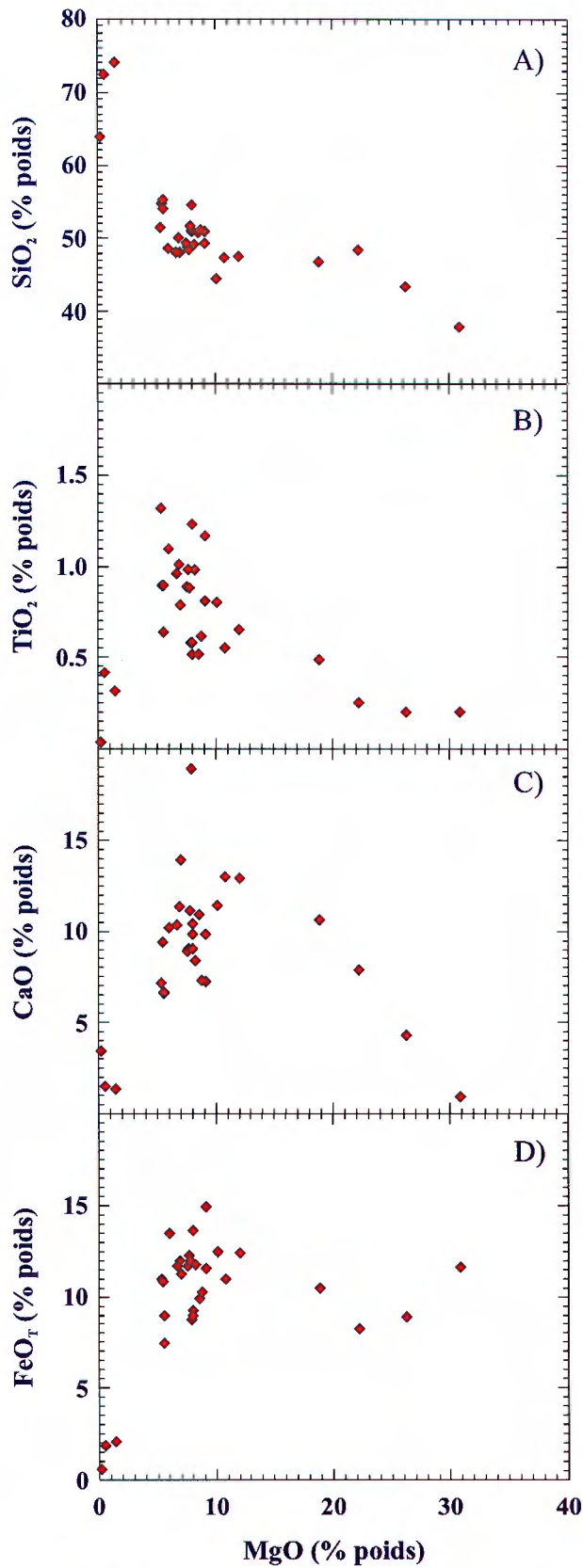


Figure 5. Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites du Complexe de Gayot; autres ceintures. (a) MgO vs. SiO<sub>2</sub> ; (b) MgO vs. TiO<sub>2</sub> ; (c) MgO vs. CaO ; (d) MgO vs. FeO<sub>T</sub> ; (e) Diagramme AFM; (f) Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 vs. SiO<sub>2</sub> et (g), TiO<sub>2</sub> vs. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>.

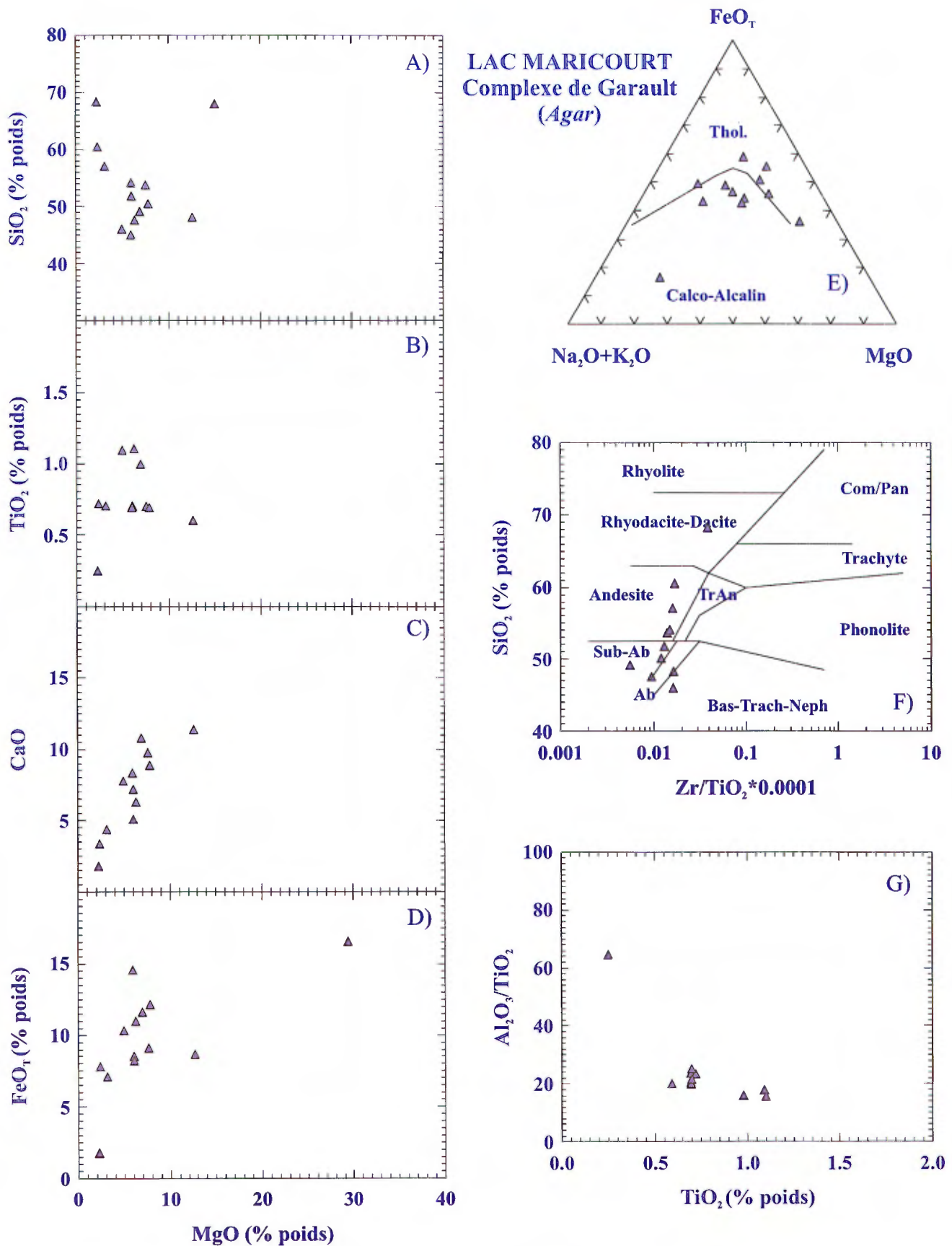


Figure 6 Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites du Complexe de Garault. (a) MgO vs. SiO<sub>2</sub>; (b) MgO vs. TiO<sub>2</sub>; (c) MgO vs. CaO; (d) MgO vs. FeO<sub>1</sub>; (e) Diagramme AFM; (f) Zr/TiO<sub>2</sub>\*0,0001 vs. SiO<sub>2</sub> et (g), TiO<sub>2</sub> vs. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>.

**RÉGION DU LAC NEDLOUC**  
 Incluant la ceinture de Duvert (*Advt*)  
 et la ceinture de Dupire (*Adpr*)

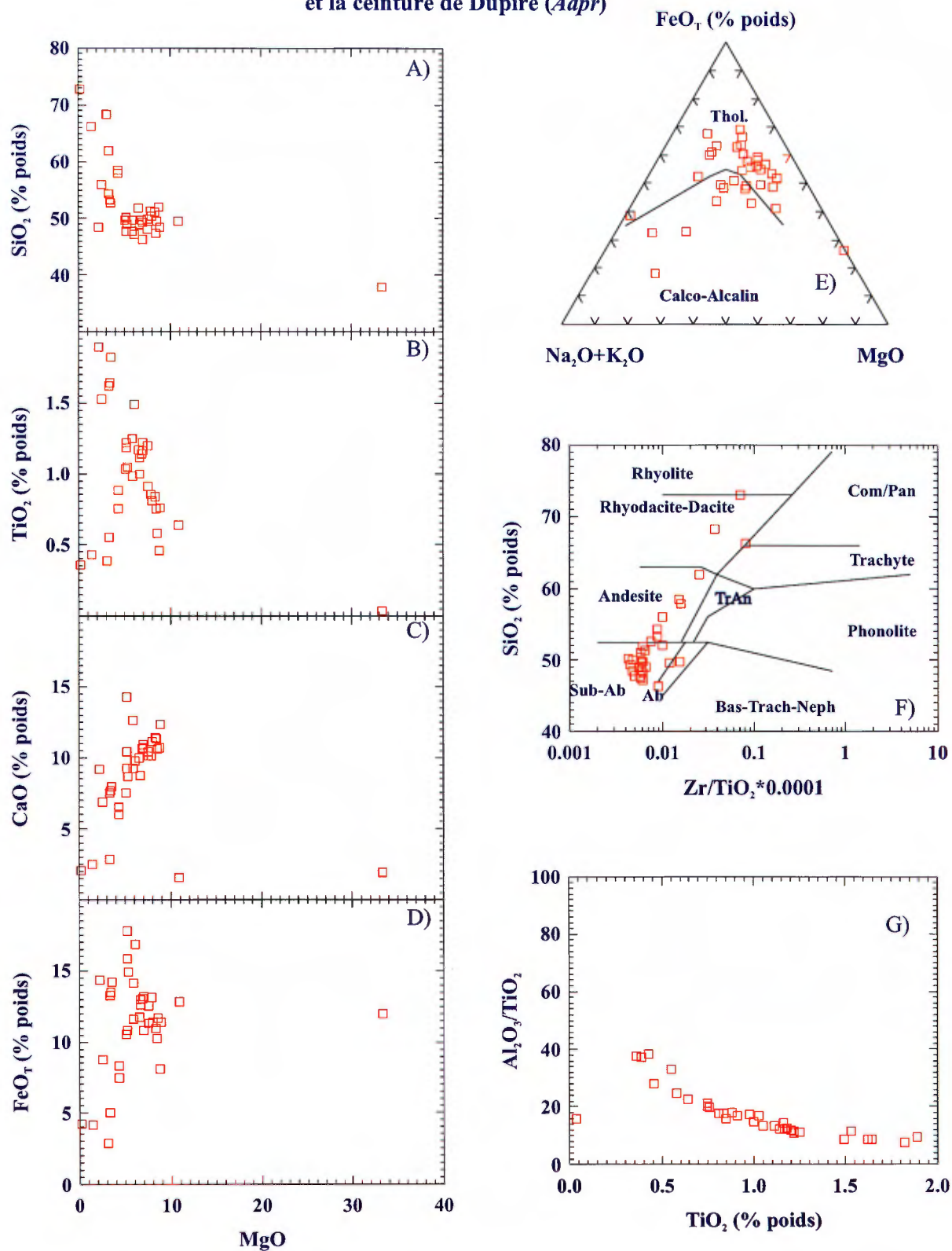


Figure 7. Diagrammes géochimiques illustrant la composition et les variations géochimiques exprimées par les volcanites de la région du lac Nedlouc. (a)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{SiO}_2$ ; (b)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{TiO}_2$ ; (c)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{CaO}$ ; (d)  $\text{MgO}$  vs.  $\text{FeO}_T$ ; (e) Diagramme AFM; (f)  $\text{Zr}/\text{TiO}_2 * 0.0001$  vs.  $\text{SiO}_2$  et (g),  $\text{TiO}_2$  vs.  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ .

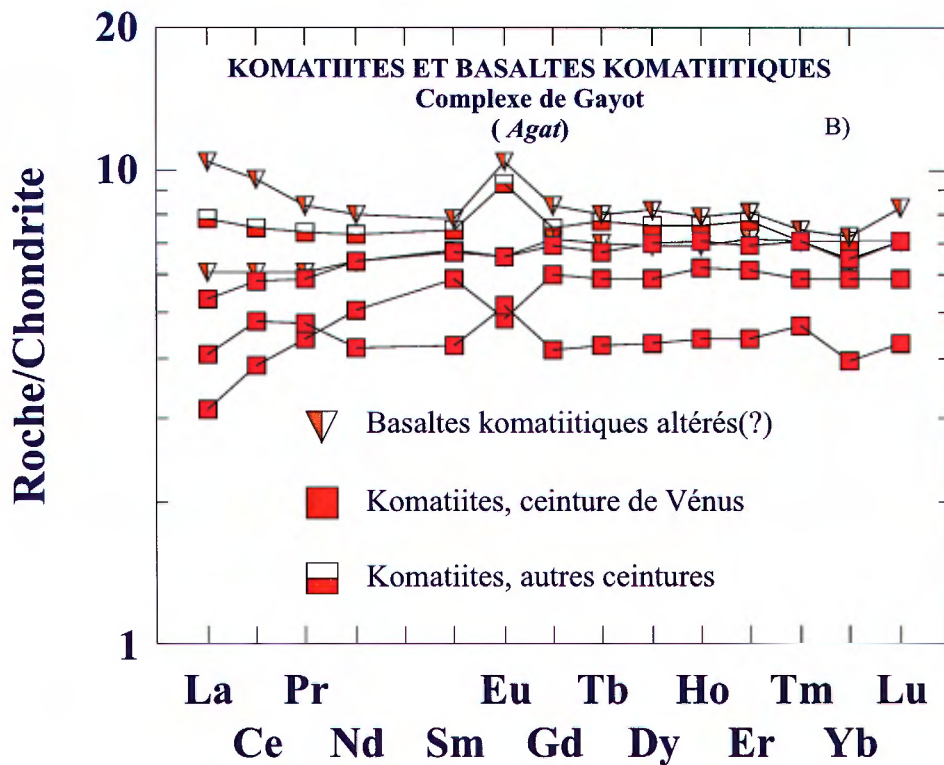
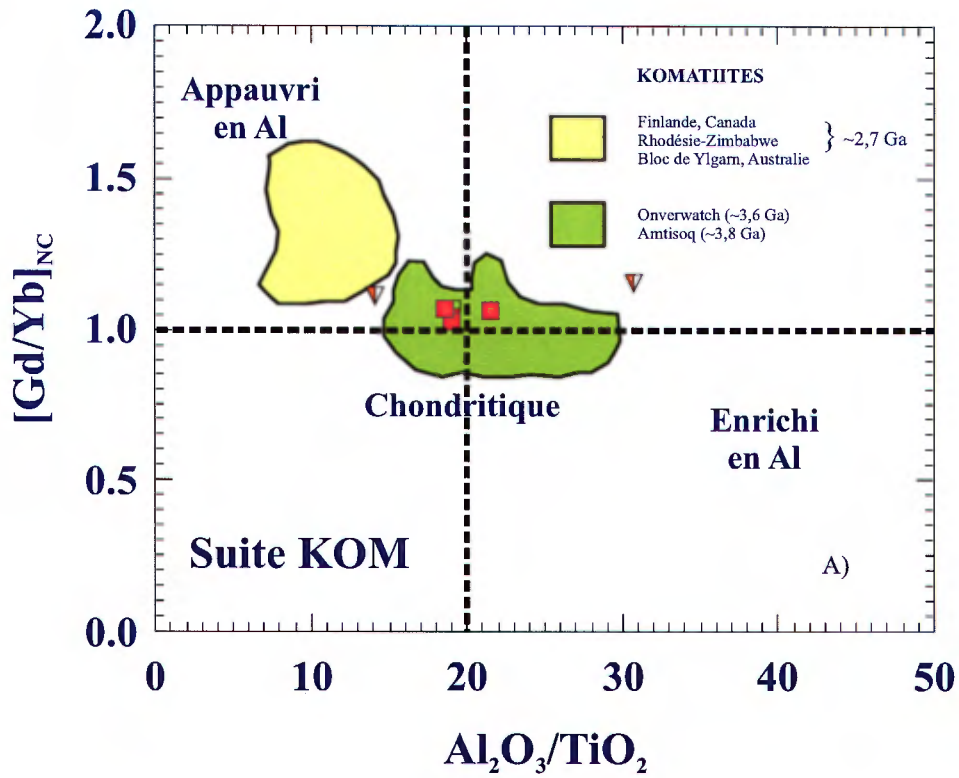


Figure 8. Suite KOM. (a) Diagramme  $Al_2O_3/TiO_2$  vs.  $[Gd/Yb]_{NC}$  classifiant les komatiites et les basaltes komatiitiques et (b) Diagramme des terres rares normalisées aux chondrites.



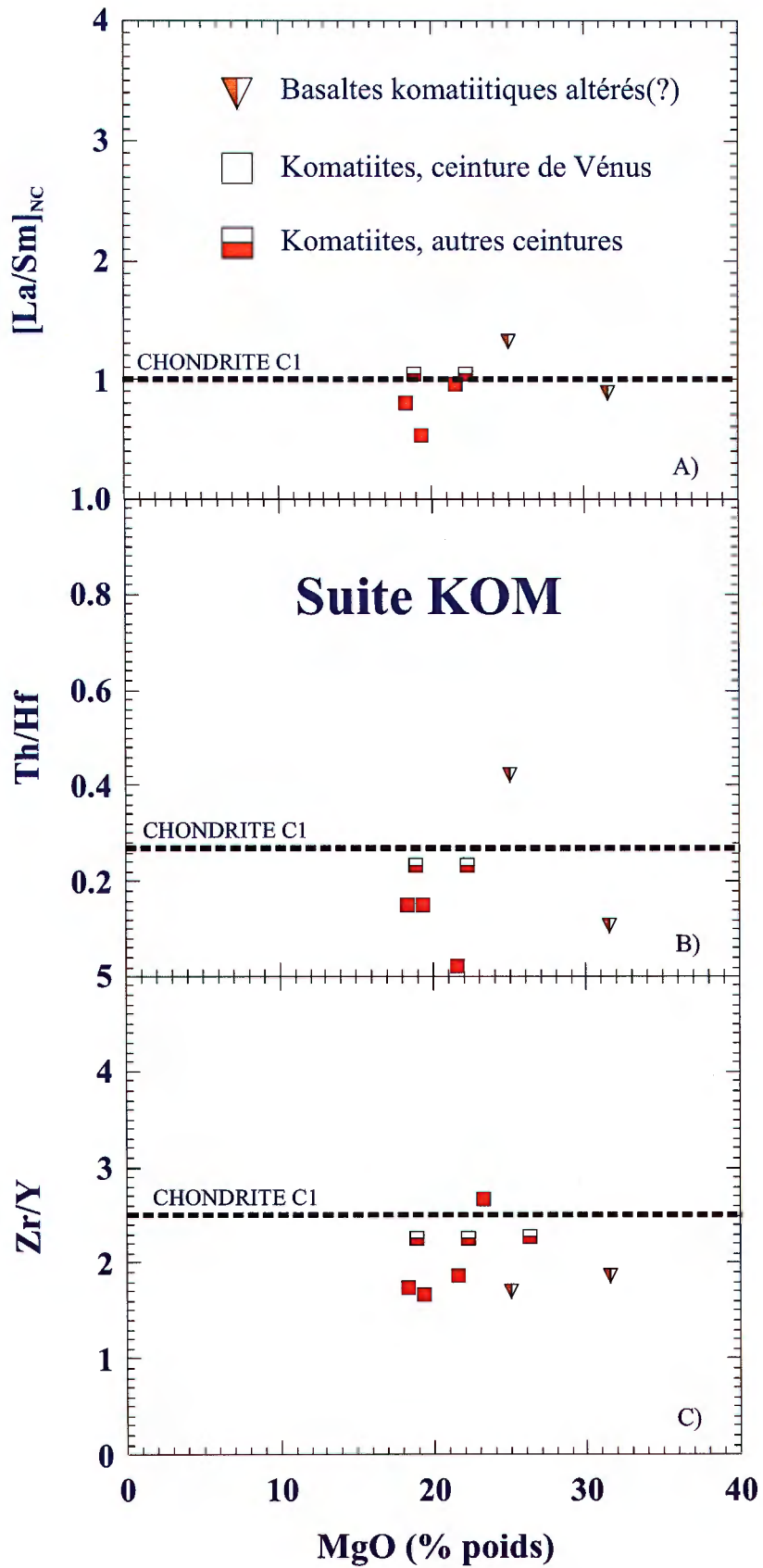
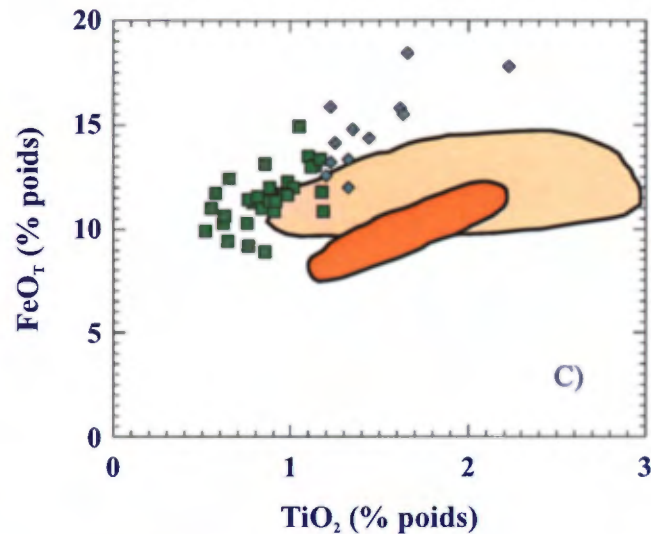
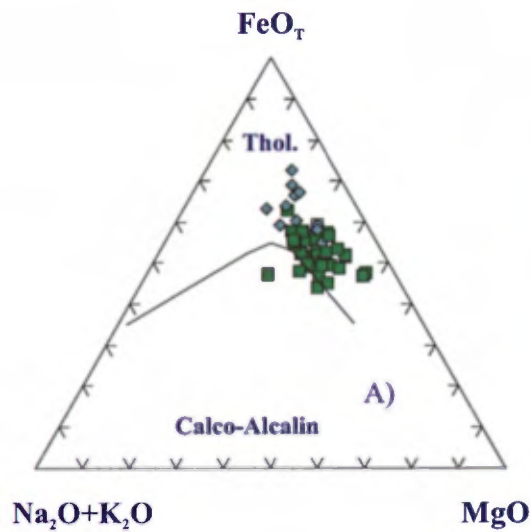


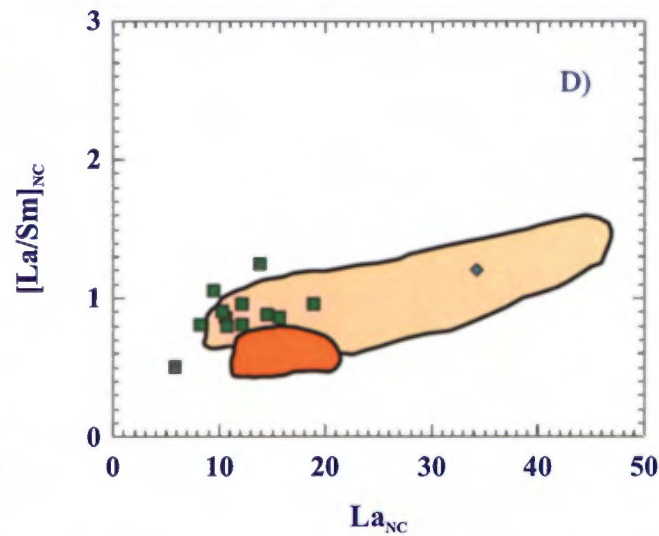
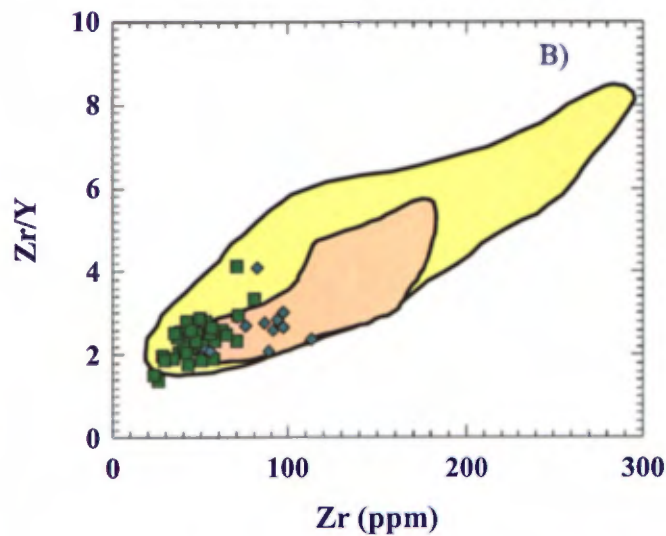
Figure 9. Suite KOM. Diagrammes (a) MgO vs.  $[La/Sm]_{NC}$  ; (b) MgO vs. Zr/Y et (c), MgO vs. Th/Hf.



## LÉGENDE

- Tholéiites magnésiennes
- ◆ Ferrotholéiites

## Suites TM et FT



- Tholéiites magnésiennes et ferrotholéiites; Islande (E-MORB) (Bryan *et al.*, 1981)
- Tholéiites magnésiennes et ferrotholéiites; plateau océanique de Colombie, Costa Rica (N et E-MORB). (Hauff *et al.*, 1998)
- N-MORB (Brian *et al.*, 1981)

Figure 10. Suites TM et FT. Diagrammes (a) AFM; (b) Zr (ppm) vs. Zr/Y; (c) TiO<sub>2</sub> vs. FeO<sub>T</sub> et (d), La<sub>NC</sub> vs. [La/Sm]<sub>NC</sub>.

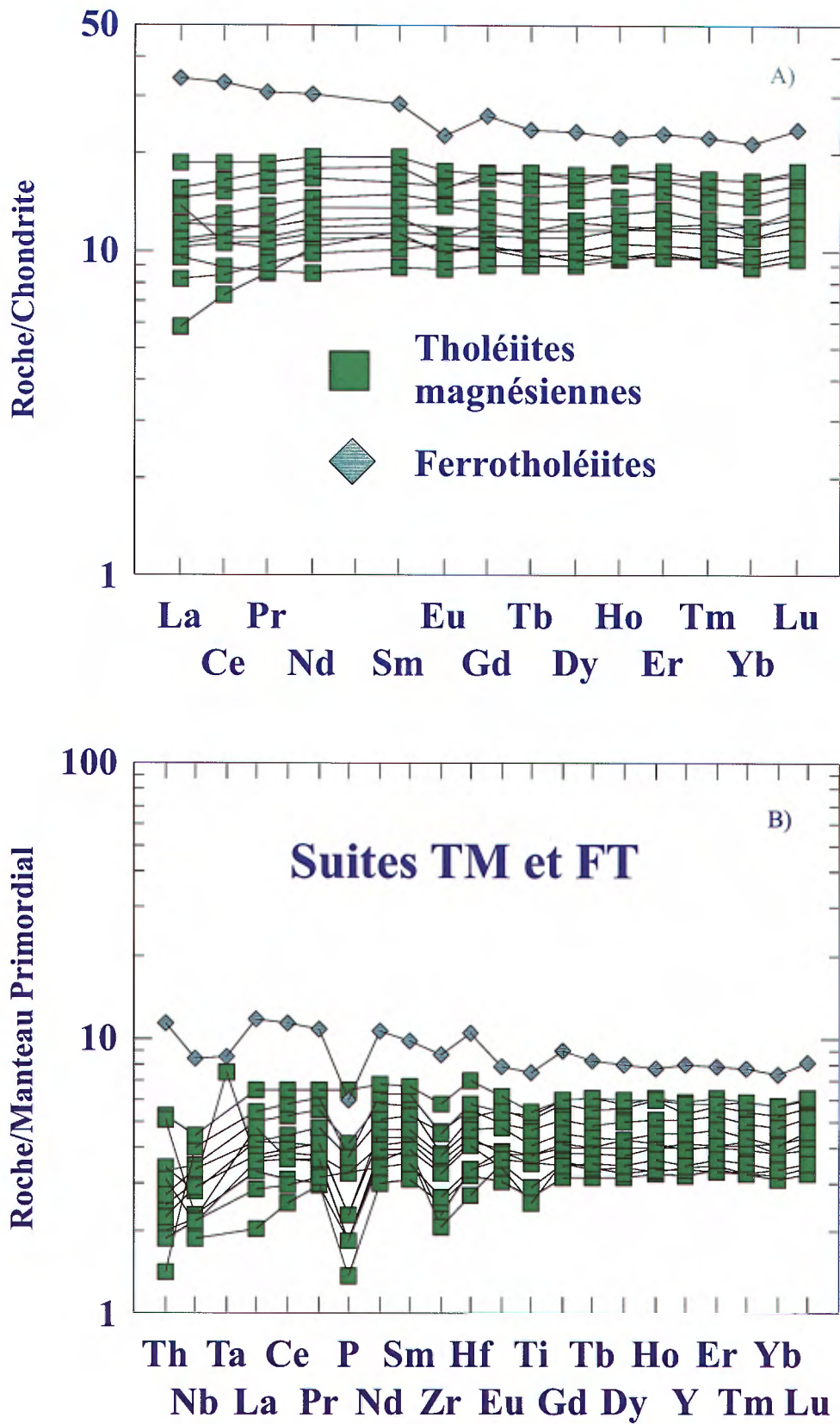


Figure 11. Suites TM et FT. Diagrammes (a) de terres rares normalisées aux chondrites et (b), multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP).

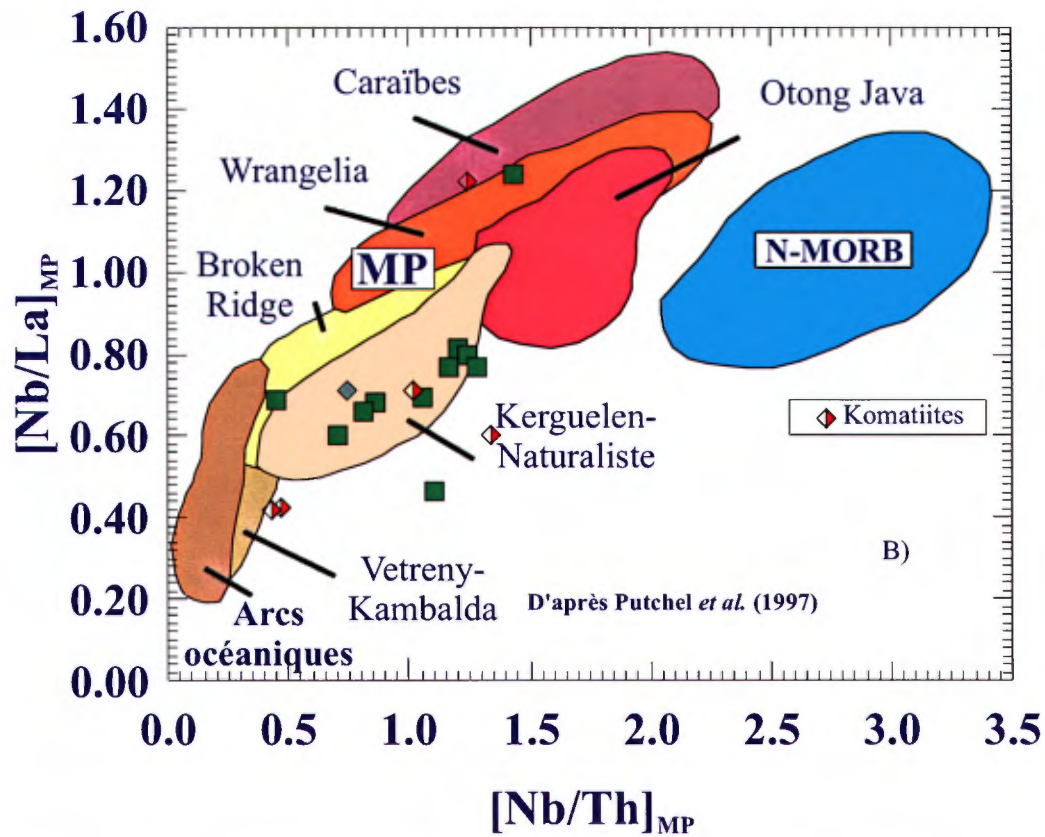
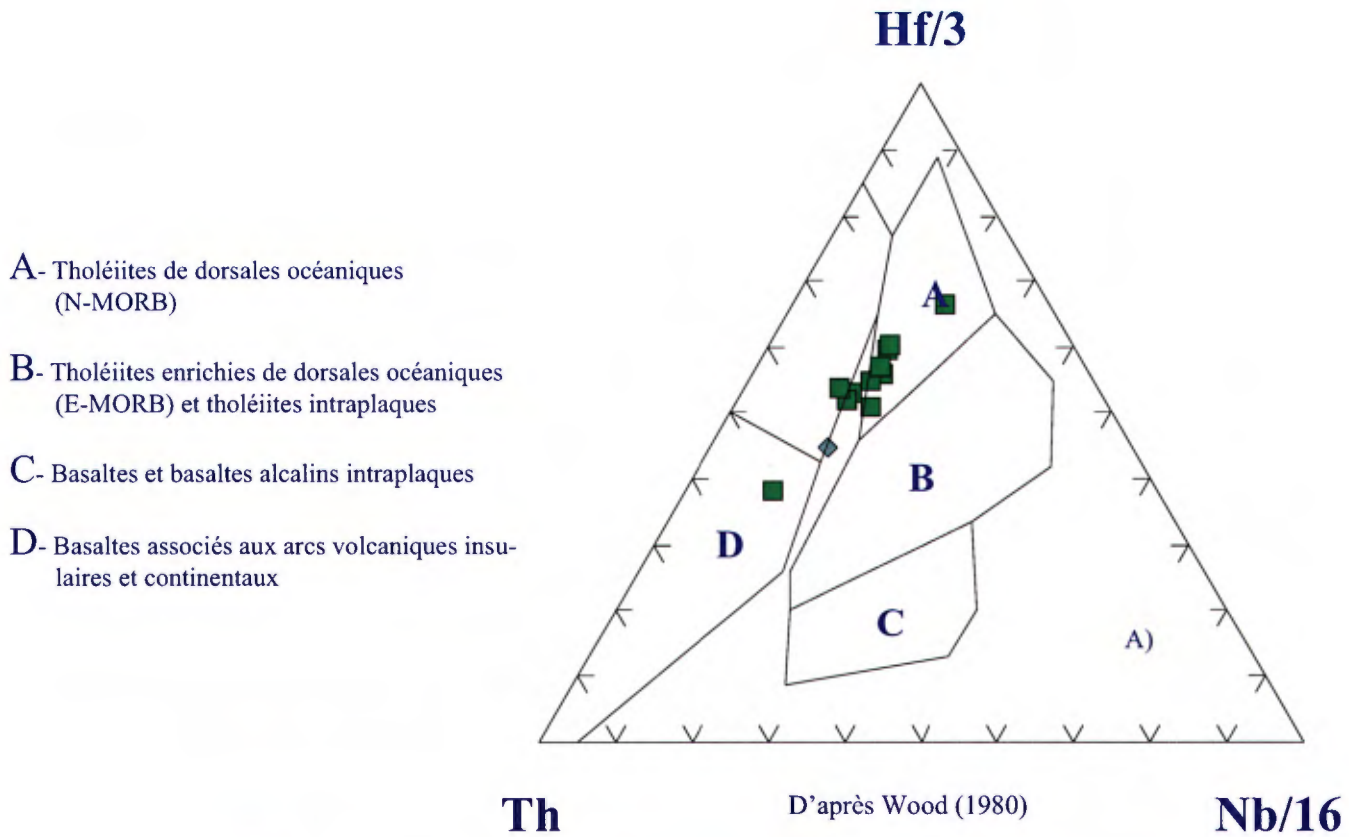
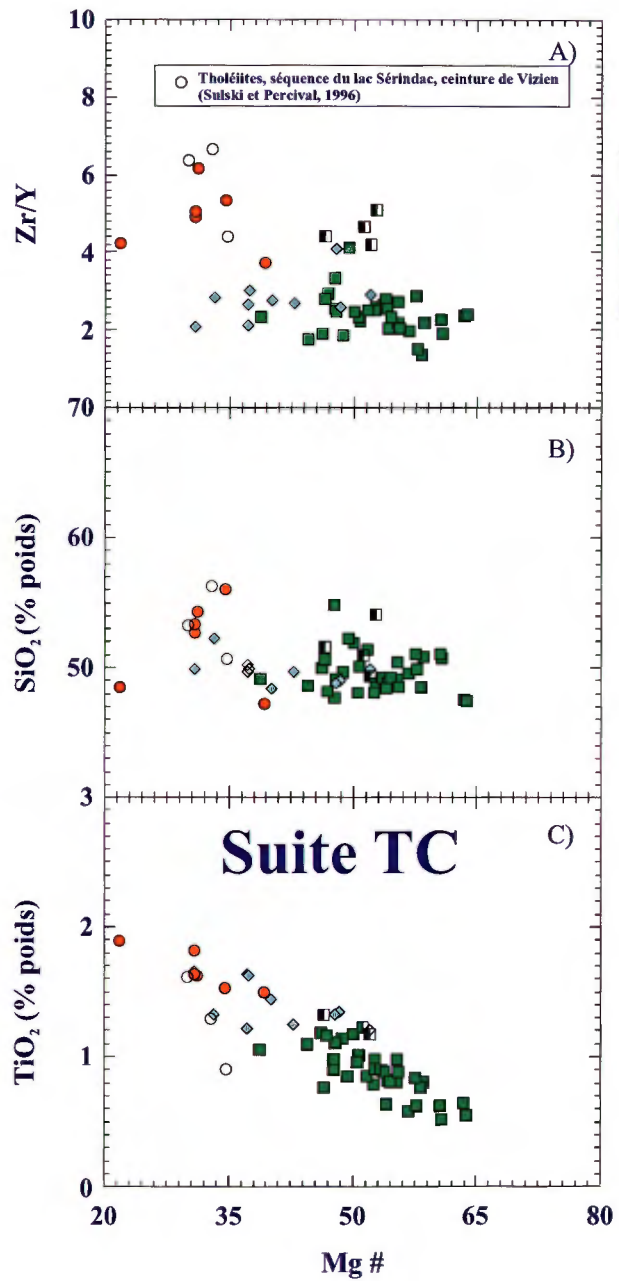
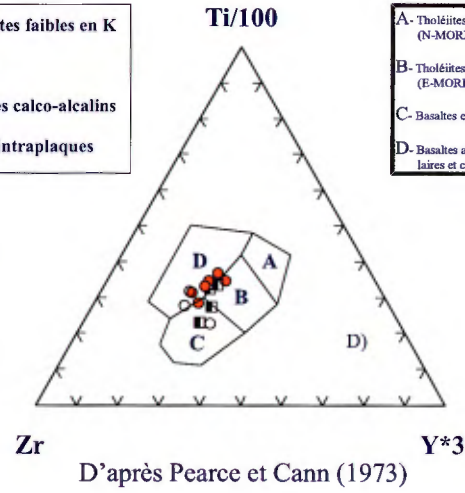


Figure 12. Suites TM, FT et KOM. Diagramme discriminant du milieu tectonique Nb/16-Hf/3-Th et (b), diagramme  $[Nb/Th]_{MP}$  vs.  $[Nb/La]_{MP}$ . Légende comme à la Figure 10.



A,B- Tholéiites faibles en K  
 B- MORB  
 B,C- Basaltes calco-alcalins  
 D- Basaltes intraplaques



A- Tholéiites de dorsales océaniques (N-MORB)  
 B- Tholéiites enrichies de dorsales océaniques (E-MORB) et tholéiites intraplaques  
 C- Basaltes et basaltes alcalins intraplaques  
 D- Basaltes associés aux arcs volcaniques insulaires et continentaux

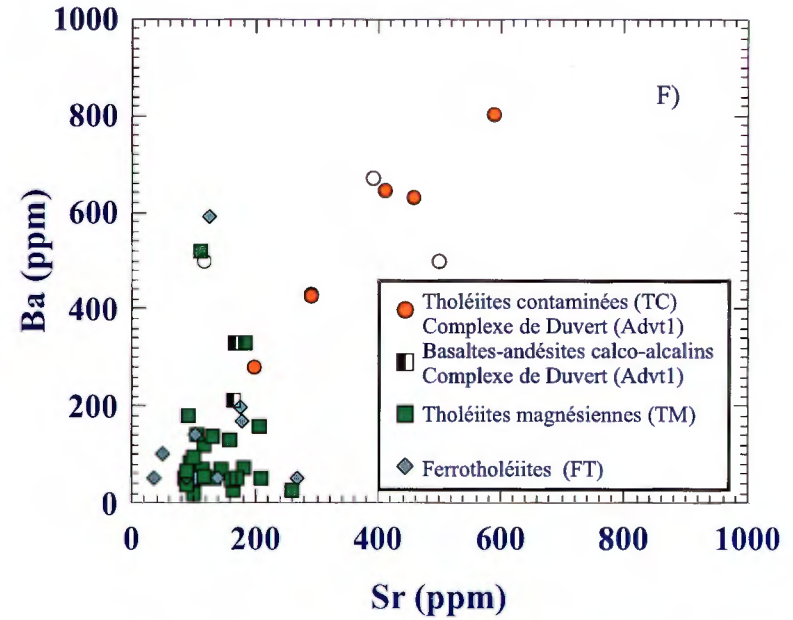
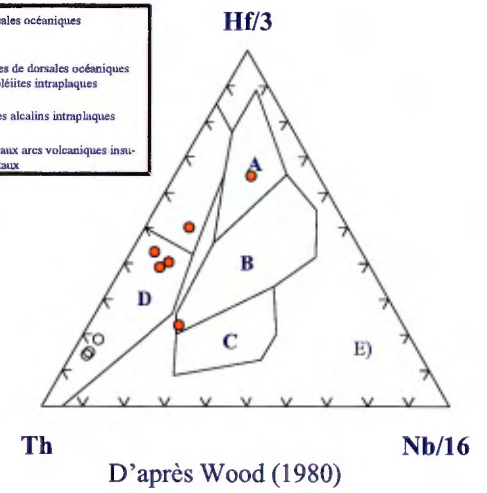


Figure 13. Suite TC. Diagrammes (a) Mg # vs. Zr/Y; (b) Mg # vs. SiO<sub>2</sub>; (c) Mg # vs. TiO<sub>2</sub>; (d) Ti/100-Y\*3-Zr; (e) Hf/3-Nb/16-Th et (f), Sr (ppm) vs. Ba (ppm).

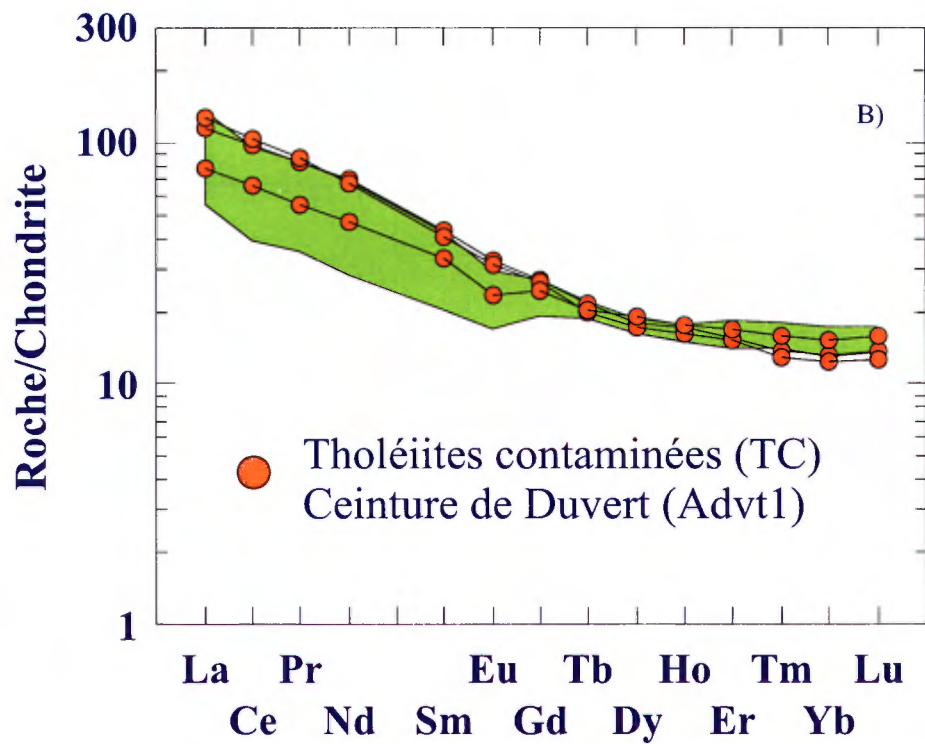
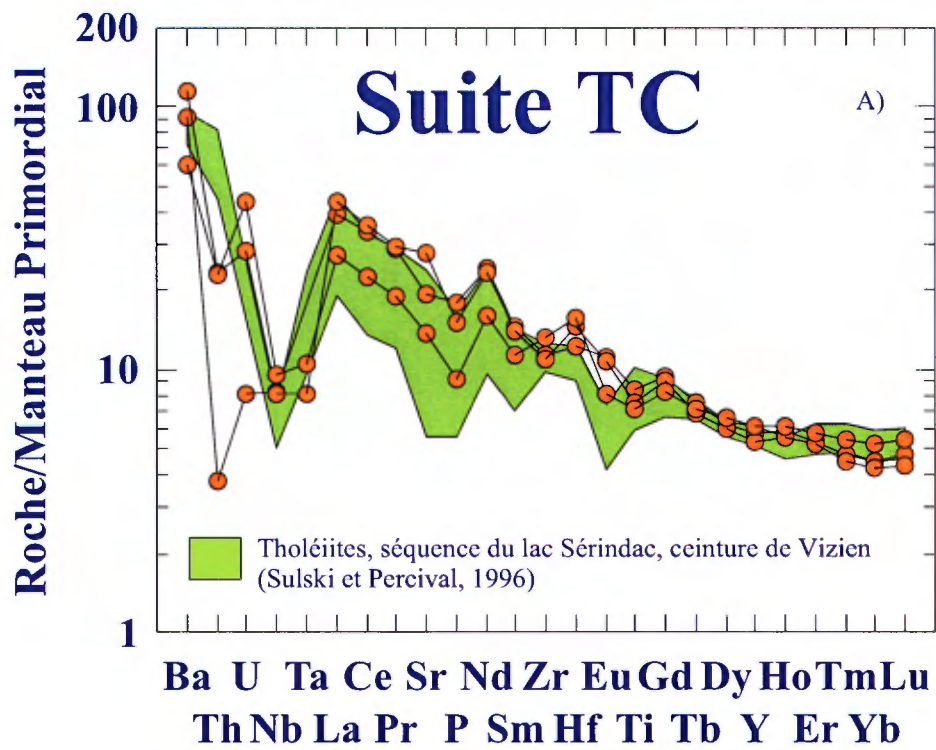
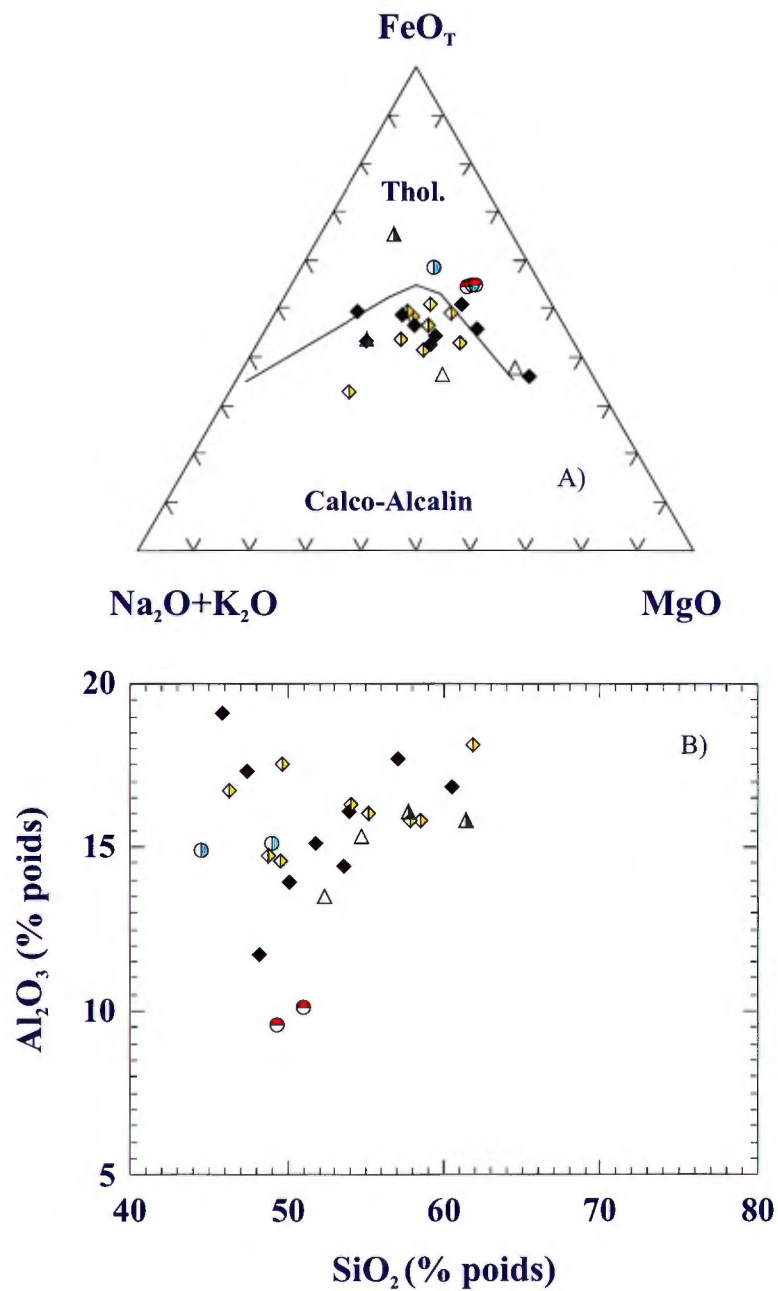


Figure 14. Suite TC. Diagrammes (a) multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP) et (b), terres rares normalisées aux chondrites.



## Suite BADC

- ◆ Basaltes-andésites c.a.; Complexe de Garault (*Agar*)
- ◐ Tholéiites; Complexe de Garault (*Agar*)
- ▲ Basaltes andésitiques magnésiens c.a.  
Ceinture de Vénus, Complexe de Gayot (*Agat*)
- △ Andésites c.a.; Ceinture de Vénus,  
Complexe de Gayot (*Agat*)
- ◊ Basaltes-andésites c.a.; Autres ceintures
- ◑ Tholéiites appauvries en Al.; Autres ceintures

Figure 15. Suite BADC. Diagrammes (a) AFM; (b)  $\text{SiO}_2$  vs.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et (c),  $\text{SiO}_2$  vs.  $\text{Zr/Y}$ .

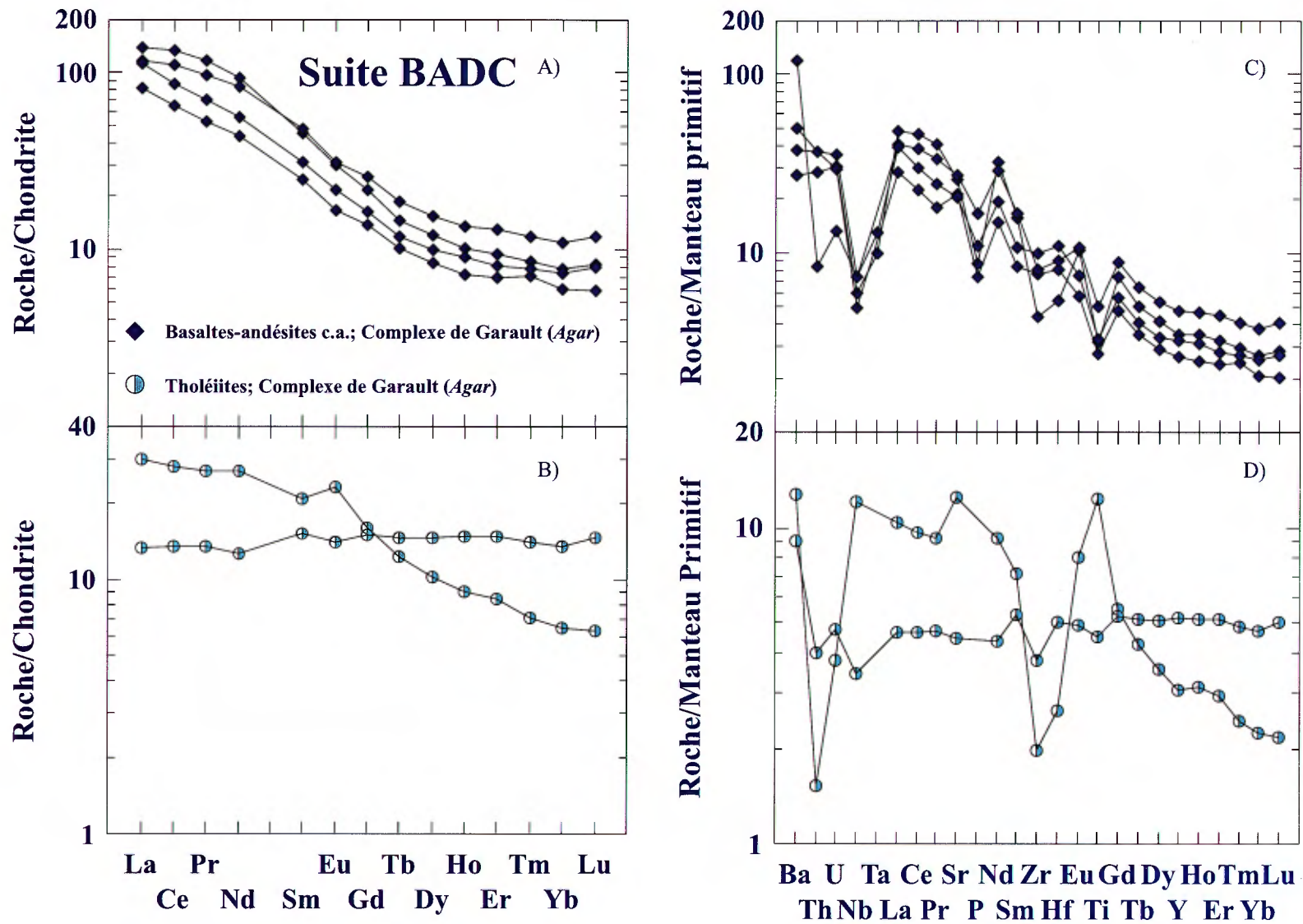


Figure 16. Suite BADC. Complexe de Garault; (a) et (b) diagrammes de terres rares normalisés aux chondrites; (c) et (d) diagrammes multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP).



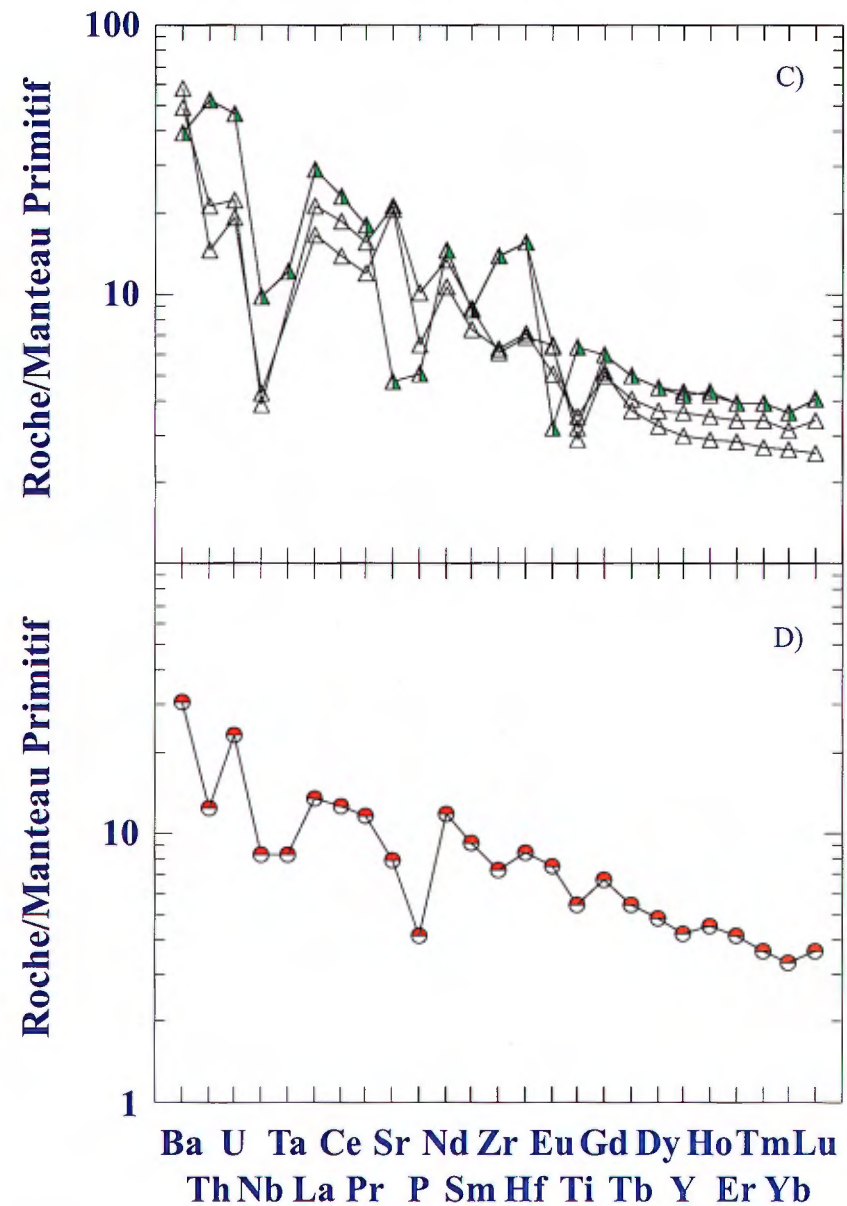
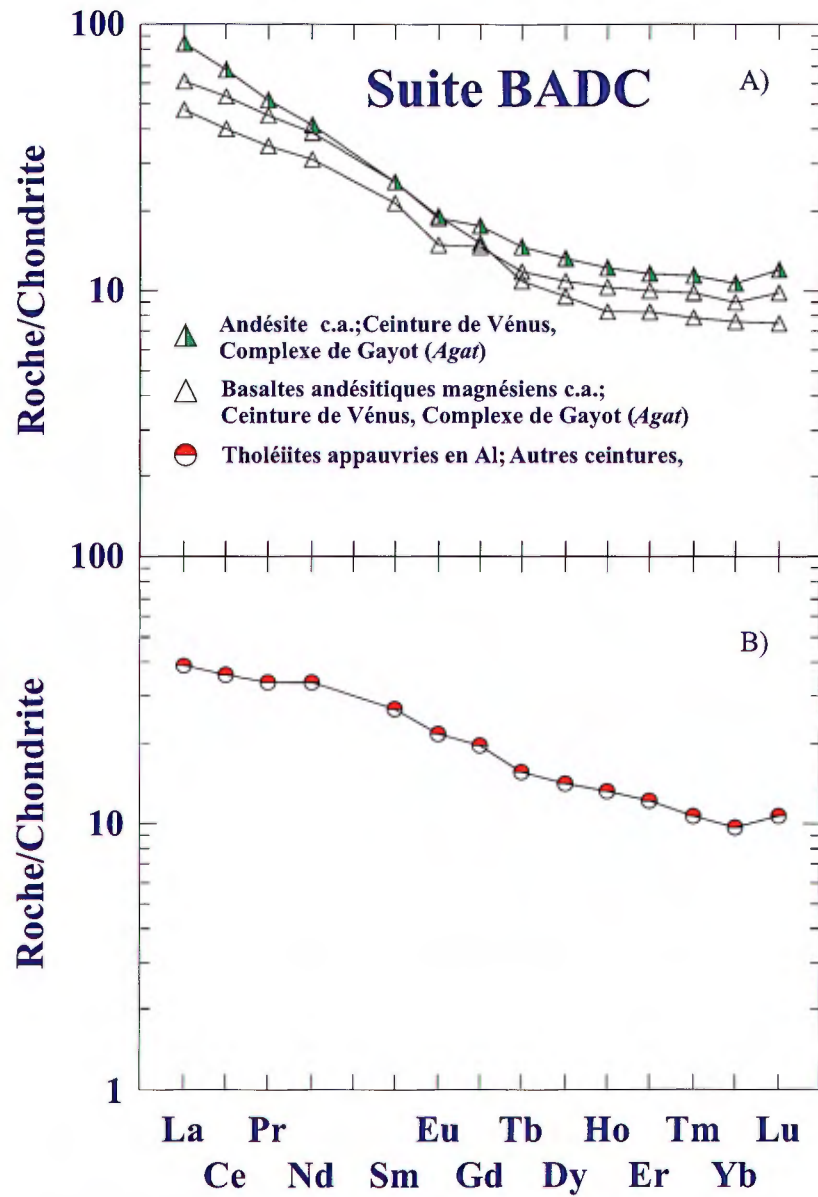
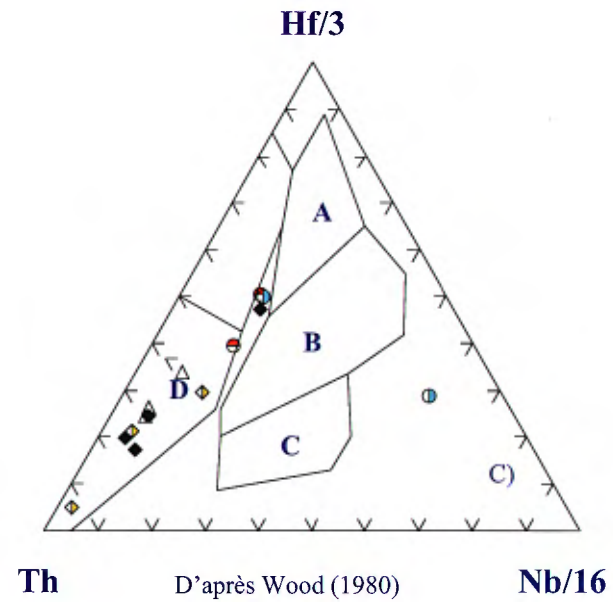
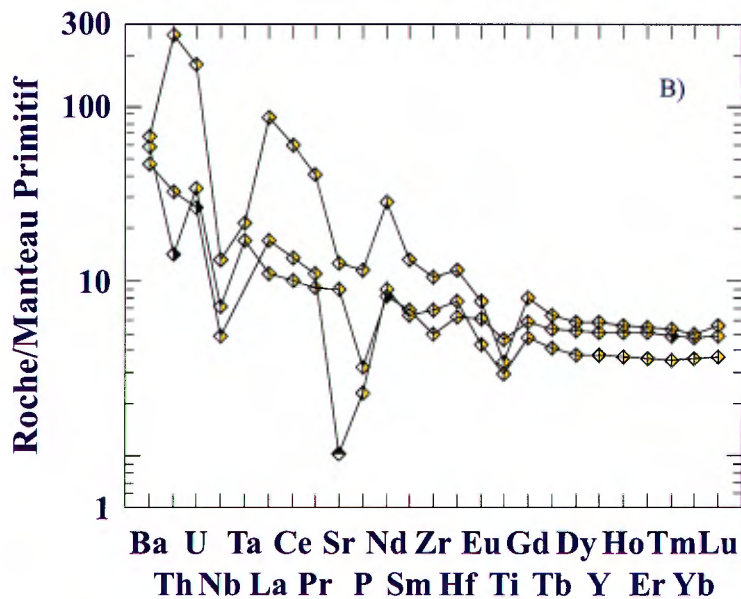
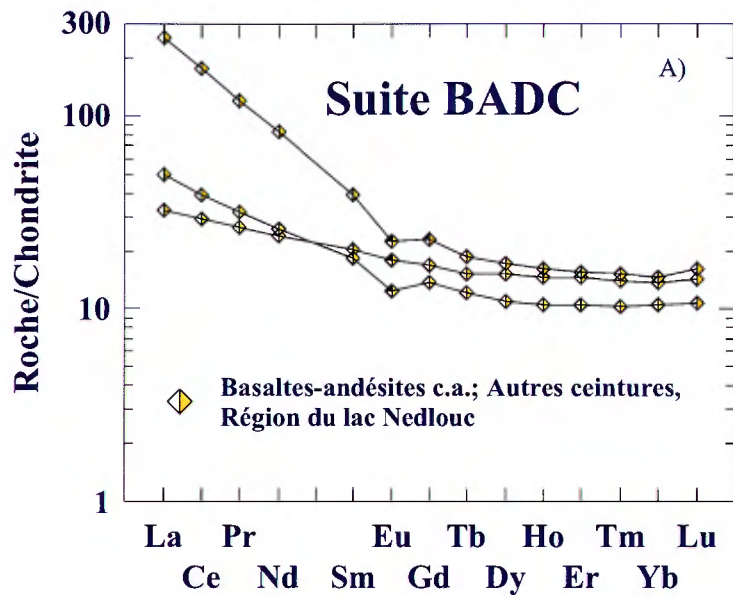
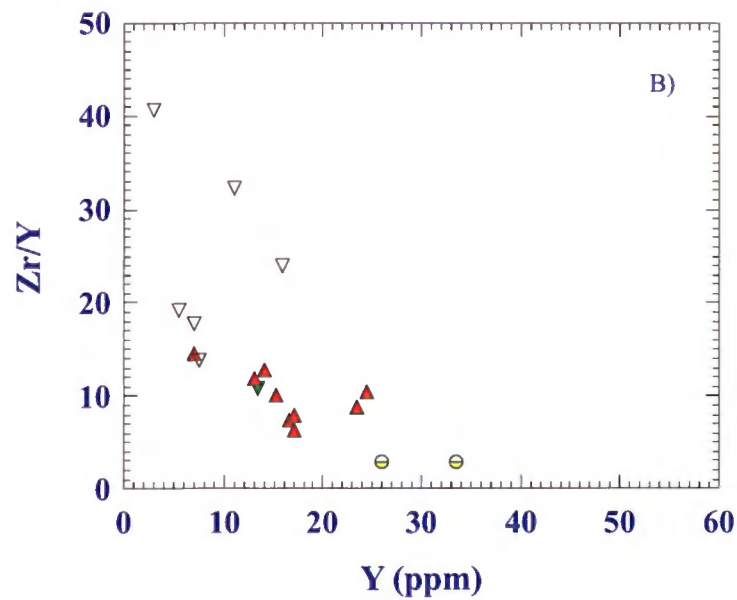
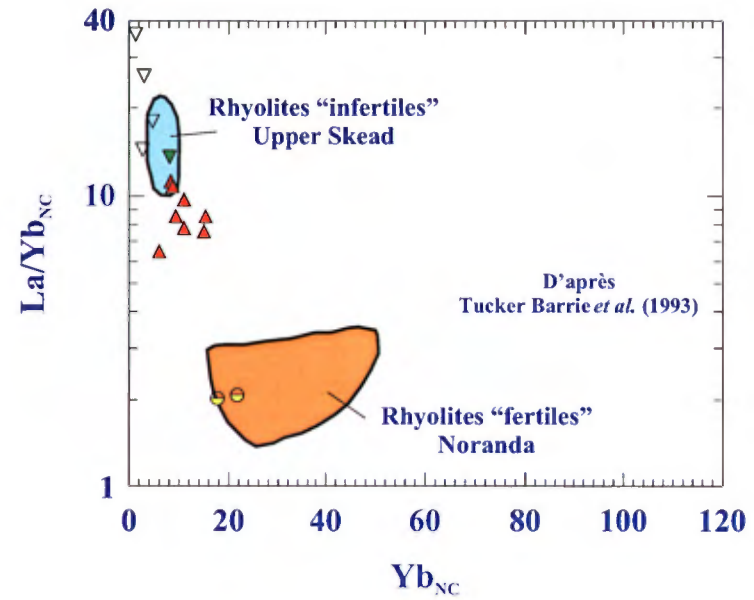
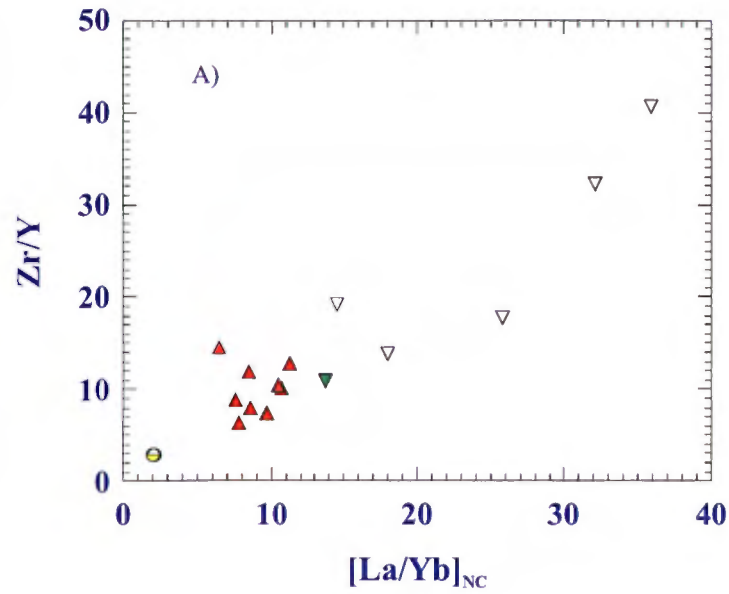


Figure 17. Suite BADC. Complexe de Gayot et tholéiites appauvries en Al; (a) et (b) diagrammes de terres rares normalisées aux chondrites; (c) et (d) diagrammes multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP).



- A- Tholéiites de dorsales océaniques (N-MORB)
- B- Tholéiites enrichies de dorsales océaniques (E-MORB) et tholéiites intraplaques
- C- Basaltes et basaltes alcalins intraplaques
- D- Basaltes associés aux arcs volcaniques insulaires et continentaux

Figure 18. Suite BADC. Région du Lac Nedlouc. Diagrammes (a) de terres rares normalisées aux chondrites; (b) multi-éléments normalisés au manteau primordial (MP) et (c), Diagramme discriminant du milieu tectonique Nb/16-Hf/3-Th. Légende comme en figure 15.



## Suite RHY

*Ensembles des ceintures volcanosédimentaires*



Rhyodacites-rhyolites (Groupe I)



Rhyodacites-rhyolites "adakitiques" (Groupe II)

*Complexe de Dupire  
(Adpr)*



Rhyodacites-rhyolites (Groupe III)



Rhyodacites-rhyolites (Groupe I)

Figure 19. Suite RHY. Diagrammes (a)  $[La/Yb]_{NC}$  vs. Zr/Y; (b) Y (ppm) vs. Zr/Y et (c),  $[La/Yb]_{NC}$  vs.  $Yb_{NC}$ .

# Roche/Chondrite

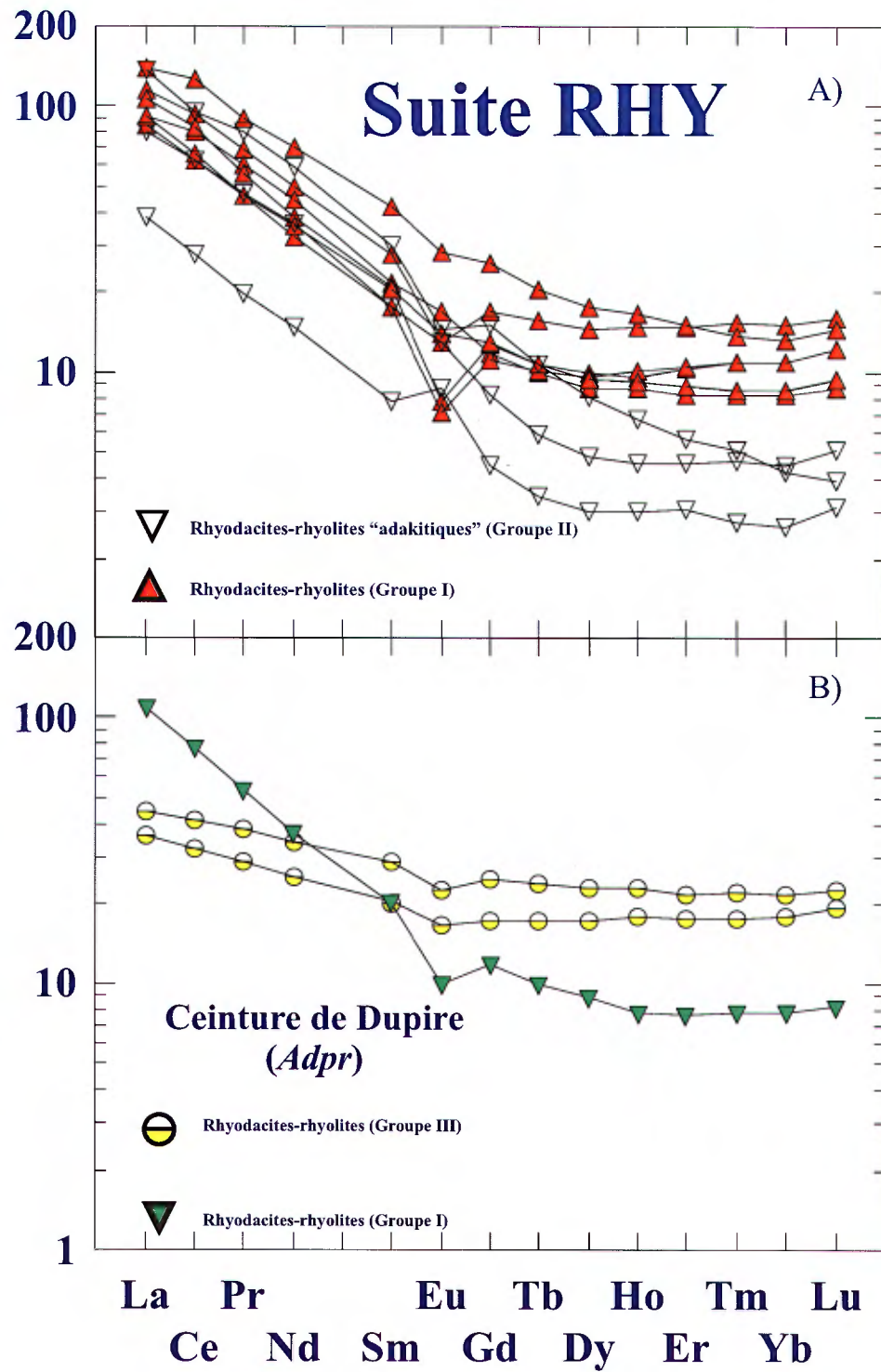


Figure 20. Suite RHY. (a) et (b) diagrammes de terres rares normalisés aux chondrites.

# Roche/Chondrite

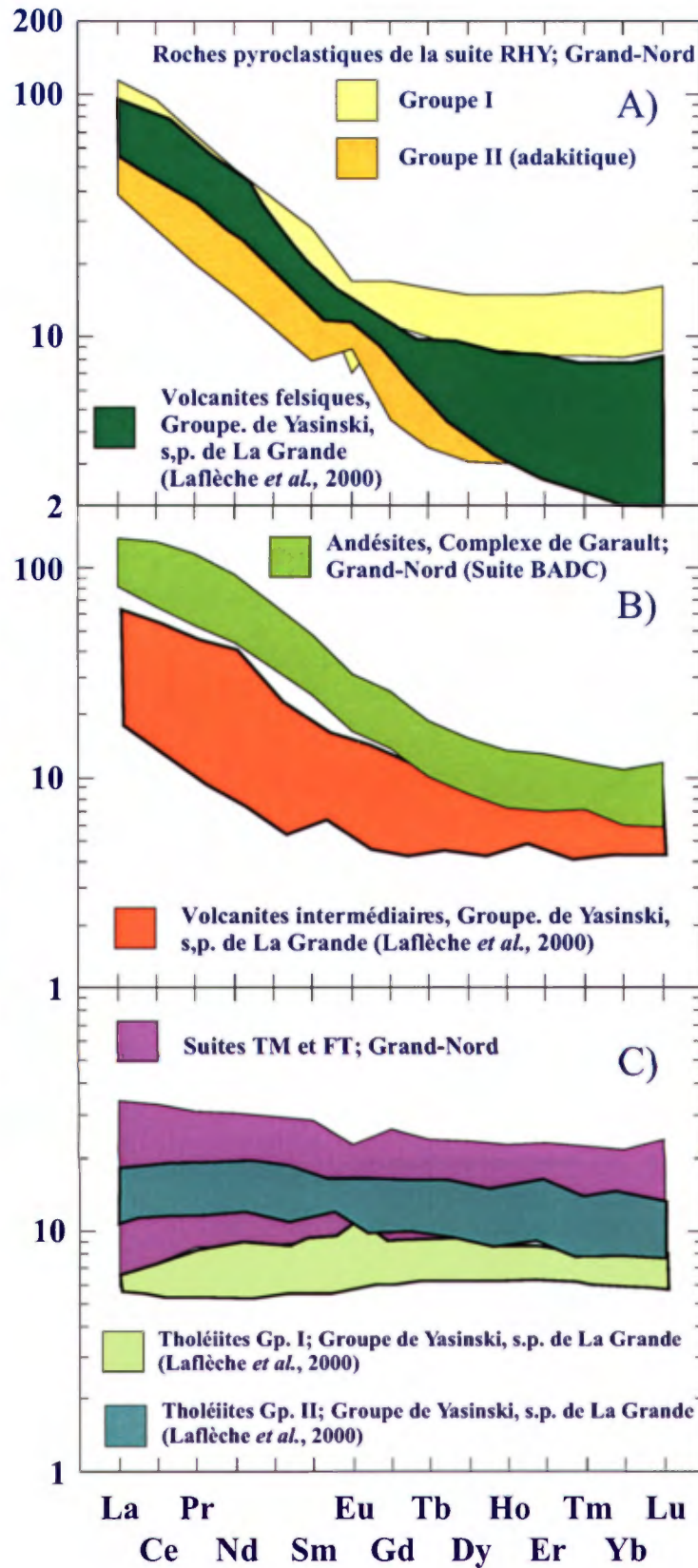


Figure 21. Diagrammes des terres rares normalisées aux chondrites illustrant les comparaisons entre les volcanites du domaine de Goudalie et les volcanites des ceintures volcano-sédimentaires affleurant dans le nord de la Sous-province de La Grande.

## **ANNEXE**

### **Résultats d'analyse utilisés dans le traitement géochimique**

- Note :
- Les oxydes sont exprimés en % poids et les éléments, en ppm
  - n.d. = non détecté, --- = non déterminé
  - Suite FT : Suite des ferrotholéiites
  - Suite TM : Suite des tholéiites magnésiennes
  - Suite TC : Suite des tholéiites contaminées
  - Suite RHY : Suite des tufs et des laves rhyodacitiques à rhyolitiques calco-alcalins
  - Suite BADC : Suite des basaltes-andésites-dacites calco-alcalins
  - Suite KOM; Suite des komatiites et des basaltes komatiitiques

## Roches volcaniques des domaines de Goudalie et de Lac Minto

# ECH Unité	1999029388 Agat1 Suite FT	1994004177 Adpi3 Suite TM	1998018423 Agat1 Suite TM	1998018445 Agat2 Suite TM	1998018452 Agat1 Suite TM	1998020746 AdvT Suite TM	1998020756 AdvT1 Suite TM	1998020758 AdvT1 Suite TM	1998020764 AdvT Suite TM	1999021090 AdvT1 Suite TM	1999029401 Agat1 Suite TM
SNRC zone UTM estant nordant	24D 19 429287 6239974	34H 18 597696 6331083	23M 19 359588 6168902	23M 19 388124 6135446	23M 19 341471 6100308	34H 18 656947 6384885	34H 18 661913 6378124	34H 18 655718 6357784	34H 18 668012 6397651	24E 19 349294 6392124	24D 19 407682 6212306
SiO2	49,70	49,92	48,80	48,60	50,10	49,70	51,90	48,50	50,40	49,60	49,90
TiO2	1,63	0,68	0,82	1,10	1,01	1,14	1,17	0,76	0,81	1,14	0,63
Al2O3	13,40	14,74	14,60	14,30	15,00	14,10	14,40	15,00	14,30	14,30	13,70
Fe2O3T	17,20	12,72	12,80	15,00	13,30	14,50	13,10	12,70	12,70	13,00	11,80
MnO	0,25	0,19	0,20	0,28	0,18	0,23	0,18	0,21	0,19	0,17	0,19
MgO	5,14	8,56	7,67	6,06	6,91	6,96	6,61	8,92	7,98	8,58	8,14
CaO	7,85	11,47	10,00	10,20	11,30	10,60	10,00	12,30	11,10	10,60	11,40
Na2O	2,21	1,29	2,08	2,61	1,76	2,82	2,29	1,66	1,68	2,87	2,07
K2O	1,32	0,30	1,00	1,25	0,18	0,59	0,36	0,19	0,26	0,54	0,61
P2O5	0,13	0,02	0,07	0,09	0,08	0,08	0,14	0,04	0,05	0,03	0,04
PAF	1,09	1,21	1,37	1,16	0,75	0,14	0,60	0,52	0,89	0,30	1,52
Ba	198	25	135	158	26	68	46	17	68	35	74
Rb	80	7	61	46	1	4	15	5	3	3	15
Sr	174	94	130	205	164	144	162	101	115	88	181
Cs	1,23	2,45	0,90	1,12	0,22	0,04	0,35	0,46	0,16	0,02	0,40
Ta	0,35	n.d.	0,31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nb	6,00	1,56	2,12	2,48	2,40	2,86	3,17	1,33	1,98	1,62	1,58
Hf	3,24	1,03	1,31	1,58	1,69	1,79	2,16	1,04	1,35	0,98	0,84
Zr	96,8	29,5	37,3	42,6	51,1	50,1	64,5	25,7	39,7	28,5	23,3
Y	36,6	15,6	18,2	24,3	23,0	26,7	26,1	18,9	18,0	14,4	15,5
Th	0,96	0,16	0,21	0,28	0,23	0,12	0,44	0,00	0,29	0,43	0,17
U	0,23	0,18	0,10	0,07	0,06	0,04	0,13	0,07	0,08	0,11	0,05
Cr	76	---	310	---	---	230	230	390	330	230	350
Ni	130	---	120	---	---	72	69	110	86	100	100
La	8,10	1,95	2,50	3,43	2,89	3,72	4,47	1,39	2,89	2,26	3,26
Ce	20,22	5,19	6,72	9,23	7,91	10,16	11,54	4,49	7,34	5,46	6,44
Pr	2,96	2,54	1,04	1,51	1,30	1,67	1,77	0,81	1,12	0,82	0,98
Nd	14,34	4,57	5,51	7,80	6,81	8,41	9,15	4,80	5,85	4,02	5,10
Sm	4,34	1,55	1,86	2,50	2,30	2,77	2,98	1,75	1,94	1,37	1,68
Eu	1,32	0,61	---	0,92	0,82	0,90	1,03	0,65	0,64	0,51	0,59
Gd	5,39	0,87	2,40	3,42	3,00	3,57	3,54	2,29	2,48	1,86	2,08
Tb	0,89	0,38	0,43	0,59	0,52	0,65	0,65	0,41	0,43	0,34	0,36
Dy	5,94	2,07	2,95	4,10	3,64	4,27	4,40	2,78	3,13	2,29	2,49
Ho	1,28	0,60	0,66	0,98	0,83	0,99	0,98	0,66	0,68	0,53	0,54
Er	3,80	1,73	1,92	2,73	2,50	2,92	2,78	1,97	1,94	1,60	1,65
Tm	0,57	0,26	0,29	0,40	0,36	0,43	0,43	0,31	0,30	0,24	0,24
Yb	3,64	1,66	1,88	2,56	2,34	2,81	2,81	1,88	2,04	1,65	1,56
Lu	0,60	0,26	0,31	0,41	0,38	0,44	0,45	0,29	0,32	0,26	0,25

## Roches volcaniques des domaines de Goudalie et de Lac Minto

# ECH Unité	1999029403 Agat1 Suite TM	1999029553 Agat1 Suite TM	1998020747 Adv1 Suite TC	1998020752 Adv1 Suite TC	1998020765 Adv1 Suite TC	1999029558 Agat1 Suite RHY	1999029561 Agat1 Suite RHY	1998018419 Afav2a Suite RHY	1998018468 Agat1 Suite RHY	1999029417 Agat1 Suite RHY	1999029423 Agat1 Suite RHY
SNRC	23M	23M	34H	34H	34H	23M	23M	23M	23M	23M	23M
zone UTM	19	19	18	18	18	19	19	19	19	19	19
estant	359695	368130	659317	670950	670305	367470	423390	357586	345873	366936	367455
nordant	6161379	6166774	6393475	6385310	6400131	6166774	6185429	6174342	6104683	6163053	6163629
SiO2	48,50	47,40	52,70	53,30	56,00	67,30	67,30	74,10	72,50	75,50	78,30
TiO2	0,88	0,55	1,82	1,64	1,53	0,47	0,45	0,32	0,42	0,25	0,20
Al2O3	15,20	13,30	14,00	14,10	17,50	17,30	16,20	12,40	14,30	13,00	11,40
Fe2O3T	12,60	12,20	15,80	15,00	9,73	2,29	4,62	2,34	2,06	1,93	1,76
MnO	0,20	0,16	0,19	0,18	0,13	0,13	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05
MgO	7,93	10,80	3,55	3,39	2,59	2,08	2,58	1,38	0,49	0,60	0,55
CaO	11,30	13,00	7,95	7,71	6,88	4,77	1,54	1,39	1,54	1,77	1,76
Na2O	1,37	1,08	3,35	3,57	4,18	3,74	1,65	2,25	4,03	2,73	3,72
K2O	0,55	0,56	1,38	1,62	1,21	1,28	2,46	3,62	3,51	3,77	1,55
P2O5	0,05	0,04	0,39	0,33	0,20	0,09	0,15	0,05	0,14	0,06	0,06
PAF	1,34	1,31	0,25	-0,03	0,38	0,76	2,71	1,28	0,43	0,59	0,79
Ba	66	27	647	803	425	542	368	425	1560	520	394
Rb	19	24	37	38	41	165	12583	98	52	135	56
Sr	88	259	410	588	290	256	82	153	110	78	98
Cs	1,05	3,47	0,58	0,54	2,51	5,00	5,00	1,63	5,00	3,50	5,00
Ta	n.d.	n.d.	n.d.	0,33	0,43	0,85	n.d.	0,63	0,55	1,07	0,76
Nb	2,04	1,53	5,89	5,73	6,82	5,30	3,52	7,34	8,63	8,19	7,52
Hf	1,44	1,25	3,80	4,50	4,87	3,20	3,14	6,39	5,24	4,15	3,64
Zr	42,1	36,4	126,9	123,2	147,0	105,7	104,4	205,5	178,3	122,0	106,9
Y	20,4	15,2	25,9	24,4	27,5	5,5	7,6	23,5	14,1	16,6	17,1
Th	0,19	0,26	0,32	2,00	1,95	2,83	3,36	8,63	5,11	11,36	10,13
U	0,06	0,16	0,17	0,59	0,92	0,44	1,42	2,02	0,94	2,17	1,93
Cr	300	740	20	20	20	20	20	20	---	20	20
Ni	100	110	27	18	40	100	100	---	---	100	100
La	2,56	2,44	27,01	30,26	18,54	9,12	19,05	27,18	21,91	25,12	20,00
Ce	6,96	6,49	59,10	63,17	40,26	16,92	38,38	57,73	48,78	50,96	38,26
Pr	1,15	1,01	7,92	8,11	5,23	1,89	4,52	6,53	5,77	5,33	4,44
Nd	6,31	5,32	32,85	31,62	21,68	6,87	16,85	23,13	20,69	17,98	15,14
Sm	2,07	1,74	6,52	6,23	5,07	1,20	2,68	4,27	3,33	3,20	2,70
Eu	0,80	0,57	1,87	1,80	1,36	0,51	0,76	0,75	0,98	0,45	0,41
Gd	2,70	2,13	5,58	5,37	4,95	0,93	1,68	3,48	2,42	2,60	2,30
Tb	0,47	0,37	0,81	0,74	0,76	0,13	0,22	0,59	0,37	0,40	0,38
Dy	3,16	2,37	4,58	4,39	4,83	0,77	1,24	3,72	2,21	2,54	2,46
Ho	0,74	0,55	0,97	0,91	1,00	0,17	0,26	0,84	0,49	0,54	0,57
Er	2,23	1,59	2,54	2,49	2,78	0,51	0,76	2,45	1,36	1,70	1,73
Tm	0,32	0,24	0,35	0,33	0,40	0,07	0,12	0,39	0,21	0,28	0,28
Yb	2,02	1,52	2,23	2,10	2,58	0,45	0,76	2,57	1,39	1,86	1,85
Lu	0,34	0,24	0,35	0,32	0,40	0,08	0,13	0,41	0,22	0,31	0,31



## Roches volcaniques des domaines de Goudalie et de Lac Minto

# ECH Unité	1999029557 Agat1 Suite RHY	1998028963 Adpr3 Suite RHY	1994004182 Adpr3 Suite RHY	1994004209 Adpr3 Suite RHY	1998028968 Adpr3 Suite RHY	1998020755 Adv2 Suite BADC	1999029554 Agat1 Suite BADC	1999029555 Agat1 Suite BADC	1999029483 Agar Suite BADC	1999029539 Agar Suite BADC	1999029404 Agat1 Suite BADC
SNRC	23M	34H	34H	34H	34H	34H	23M	23M	24D	24D	23M
zone UTM	19	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19
estant	365445	604475	599989	607045	565162	665371	368130	364141	412656	364788	359370
nordant	6162404	6328112	6330853	6320685	6356200	6404932	6166774	6161349	6264914	6286482	6160829
SiO2	67,50	68,30	53,70	49,50	66,20	58,50	54,10	49,40	44,60	49,00	52,40
TiO2	0,50	0,39	1,47	0,97	0,43	0,88	0,90	1,17	2,68	0,98	0,76
Al2O3	16,20	14,50	13,50	15,10	16,50	15,80	16,30	9,58	14,90	15,10	13,50
Fe2O3T	5,03	3,18	15,10	15,40	4,65	9,28	9,99	16,60	16,10	12,80	10,70
MnO	0,10	0,02	0,24	0,37	0,06	0,13	0,15	0,14	0,27	0,22	0,13
MgO	1,95	3,11	4,56	4,31	1,46	4,36	5,60	9,11	5,96	6,87	12,40
CaO	4,18	0,14	7,71	6,83	2,51	6,54	6,68	9,83	8,32	10,70	4,71
Na2O	1,78	1,79	2,98	2,94	4,64	2,64	2,86	2,17	3,14	1,40	2,25
K2O	2,03	8,18	0,31	2,12	2,62	1,89	1,84	1,06	1,21	1,20	1,04
P2O5	0,10	0,09	0,15	0,08	0,25	0,13	0,15	0,09	0,41	0,07	0,14
PAF	0,65	0,86	0,31	1,76	0,94	0,70	1,29	0,64	1,20	1,50	1,75
Ba	243	803	72	340	596	350	329	213	89	63	405
Rb	68	136	8	85	134	104	73	37	70	64	45
Sr	136	43	93	160	395	242	168	165	262	94	432
Cs	2,10	5,00	0,72	0,66	1,26	5,00	1,51	3,79	1,05	0,69	2,54
Ta	0,58	0,87	0,30	0,54	n.d.	0,40	0,59	0,34	n.d.	n.d.	n.d.
Nb	6,41	7,53	4,96	4,75	11,01	5,58	6,85	5,88	8,62	2,44	3,05
Hf	4,40	4,78	3,23	2,53	9,63	3,94	3,19	2,60	0,81	1,55	2,19
Zr	153,1	146,5	97,2	76,3	353,6	128,6	113,0	80,8	22,0	42,3	69,8
Y	15,3	13,5	33,5	26,0	11,0	21,7	22,2	19,2	13,9	23,5	16,5
Th	4,96	11,37	2,93	2,82	3,75	5,98	1,42	1,05	0,13	0,34	1,23
U	1,26	3,22	0,67	1,44	0,63	1,54	0,40	0,48	0,08	0,10	0,40
Cr	20	20	---	---	22	220	97	380	65	310	590
Ni	100	---	---	---	---	75	100	100	170	140	330
La	21,70	25,54	10,59	8,57	32,18	19,73	12,90	9,22	7,12	3,18	11,34
Ce	40,50	47,71	25,08	19,78	58,24	41,00	27,79	22,13	17,15	8,26	24,58
Pr	4,44	2,24	5,85	4,35	2,04	5,08	3,69	3,20	2,54	1,29	3,28
Nd	16,47	17,08	16,04	11,69	27,44	19,57	15,26	15,83	12,52	5,92	14,43
Sm	3,13	3,07	4,37	3,16	4,54	4,43	3,58	4,06	3,18	2,34	3,26
Eu	0,81	0,58	1,30	0,96	0,84	1,07	1,05	1,25	1,35	0,82	0,85
Gd	2,65	1,26	3,60	2,89	0,93	3,71	3,53	4,01	3,29	3,10	2,97
Tb	0,40	0,37	0,90	0,65	0,40	0,59	0,57	0,58	0,46	0,55	0,44
Dy	2,39	5,08	3,66	2,75	7,62	3,67	3,60	3,55	2,61	3,74	2,73
Ho	0,52	0,44	1,30	1,01	0,38	0,78	0,78	0,74	0,51	0,84	0,58
Er	1,48	2,45	5,11	3,55	3,08	2,26	2,34	1,99	1,40	2,46	1,63
Tm	0,22	0,20	0,56	0,45	0,13	0,31	0,34	0,27	0,18	0,36	0,25
Yb	1,45	1,33	3,68	3,03	0,72	2,10	2,17	1,63	1,10	2,31	1,54
Lu	0,24	0,21	0,57	0,49	0,10	0,33	0,36	0,27	0,16	0,37	0,25

## Roches volcaniques des domaines de Goudalie et de Lac Minto

# ECH Unité	1999029405 Agat1 Suite BADC	1999029415 Agat1 Suite BADC	1999029390 Agar Suite BADC	1999029392 Agar Suite BADC	1999029485 Agar Suite BADC	1999029542 Agar Suite BADC	1999029546 Agar Suite BADC	1999022857 Aqim4 Suite BADC	1999022923 Aft5 Suite BADC	1998028997 Adv2 Suite BADC	1999022864 Adia3 Suite BADC	1999029537 Agat1 Suite BADC
SNRC	23M	23M	24D	24D	24D	24D	24D	25E	25E	34H	25C	24D
zone UTM	19	19	19	19	19	19	19	19	19	18	19	19
estant	360445	366195	426369	419628	425533	418385	406148	348831	352716	647203	452220	371463
nordant	6159629	6163229	6255383	6264500	6253712	6264350	6248605	6769309	6800947	6385903	6723561	6299254
SiO2	54,70	57,80	50,20	60,50	48,20	57,10	47,50	48,86	49,59	57,90	49,37	50,40
TiO2	0,63	0,69	0,69	0,72	0,59	0,70	1,10	1,00	0,64	0,75	1,22	0,85
Al2O3	15,30	16,10	13,90	16,80	11,70	17,70	17,30	14,75	14,55	15,80	14,03	17,20
Fe2O3T	8,19	12,30	13,50	8,66	9,65	7,89	12,10	14,03	14,25	8,31	14,64	10,80
MnO	0,13	0,22	0,22	0,07	0,14	0,15	0,16	0,26	0,32	0,16	0,23	0,16
MgO	7,38	2,26	7,86	2,36	12,60	3,16	6,21	6,74	10,89	4,36	6,99	5,00
CaO	6,42	5,22	8,85	3,39	11,30	4,38	6,33	8,77	1,59	6,05	10,90	7,09
Na2O	4,07	0,60	3,33	3,63	1,21	3,40	3,62	2,87	3,21	3,33	2,07	4,15
K2O	1,33	3,00	0,56	2,01	1,51	2,70	2,63	2,62	2,84	1,91	0,42	2,13
P2O5	0,22	0,11	0,19	0,24	0,16	0,26	0,36	0,07	0,05	0,25	0,08	0,25
PAF	1,57	1,50	1,30	1,92	2,53	1,95	1,89	0,00	0,00	1,88	0,00	1,59
Ba	344	279	192	350	264	336	839	413	325	470	51	307
Rb	62	119	22	147	65	145	129	69	64	108	8	135
Sr	448	99	540	429	448	451	570	189	22	269	109	455
Cs	0,84	5,00	0,39	5,00	2,45	5,00	5,00	0,58	1,42	0,49	0,02	1,84
Ta	n.d.	0,50	0,41	0,53	n.d.	n.d.	n.d.	0,70	n.d.	0,89	n.d.	n.d.
Nb	2,76	6,92	4,22	5,27	3,54	4,12	5,24	5,14	3,46	9,46	4,07	3,75
Hf	2,12	4,80	1,69	3,39	2,52	3,38	2,81	1,93	2,36	3,60	1,88	2,76
Zr	68,2	154,1	49,6	111,2	85,2	114,1	91,0	55,7	76,5	119,4	55,3	97,3
Y	13,6	19,9	16,1	14,8	12,0	15,6	21,8	23,0	17,1	26,3	26,4	20,3
Th	1,81	4,47	2,41	3,14	3,16	2,91	0,71	1,22	2,73	21,98	0,39	1,26
U	0,47	0,98	0,64	0,74	0,62	0,84	0,28	0,72	0,56	3,73	0,34	0,38
Cr	530	43	730	150	1000	240	72	200	310	57	130	54
Ni	100	100	240	100	250	100	100	100	140	---	100	100
La	14,51	19,95	32,89	26,74	19,56	21,78	28,02	7,66	11,70	59,86	4,49	18,15
Ce	32,87	40,91	82,70	53,19	40,20	45,56	67,60	17,88	23,87	107,11	11,72	41,76
Pr	4,30	4,93	11,21	6,72	4,99	5,78	9,22	2,52	3,02	11,29	1,82	3,96
Nd	18,08	19,60	43,75	26,21	20,28	23,80	38,73	11,12	12,16	38,42	9,13	25,12
Sm	3,90	3,88	6,92	4,73	3,76	4,68	7,40	3,07	2,81	5,94	2,93	5,07
Eu	1,09	1,07	1,74	1,25	0,96	1,29	1,82	1,03	0,72	1,30	1,04	1,39
Gd	3,07	3,57	4,42	3,35	2,83	3,46	5,31	3,44	2,82	4,74	3,60	3,31
Tb	0,40	0,54	0,54	0,44	0,38	0,46	0,70	0,57	0,45	0,69	0,64	0,56
Dy	2,39	3,31	3,08	2,51	2,13	2,60	3,94	3,85	2,77	4,34	4,23	5,81
Ho	0,47	0,69	0,58	0,51	0,41	0,52	0,77	0,83	0,60	0,91	0,94	0,71
Er	1,37	1,90	1,55	1,35	1,15	1,44	2,14	2,41	1,74	2,59	2,80	2,02
Tm	0,20	0,29	0,22	0,20	0,18	0,20	0,30	0,36	0,26	0,39	0,41	0,29
Yb	1,30	1,80	1,32	1,26	1,01	1,23	1,86	2,34	1,78	2,46	2,59	1,82
Lu	0,19	0,30	0,21	0,20	0,15	0,19	0,30	0,36	0,27	0,41	0,40	0,28

## Roches volcaniques des domaines de Goudalie et de Lac Minto

# ECH Unité	1999029556 Agat1 Suite BADC	1998018511 Agat1 Suite KOM	1999029408 Agat1 Suite KOM	1999029424 Agat1 Suite KOM	1999029429 Agat1 Suite KOM	1999023665 Agat1 Suite KOM	1999029320 Agat1 Suite KOM
SNRC	23M	23M	23M	23M	23M	24D	24D
zone UTM	19	19	19	19	19	19	19
estant	392800	351223	367370	366320	364405	388050	388253
nordant	6139967	6097894	6162079	6162529	6161429	6216350	6216416
SiO2	54,50	46,90	46,60	48,30	47,30	45,30	44,00
TiO2	0,58	0,49	0,40	0,28	0,45	0,41	0,22
Al2O3	13,20	9,29	7,58	6,03	8,35	8,15	6,77
Fe2O3T	9,95	11,60	11,90	10,10	12,00	11,70	13,40
MnO	0,18	0,17	0,21	0,19	0,20	0,20	0,14
MgO	8,08	18,90	19,30	21,60	18,30	19,80	25,00
CaO	9,06	10,60	9,47	8,83	9,58	8,40	3,12
Na2O	3,29	1,11	0,52	0,39	1,06	0,59	0,25
K2O	0,34	0,21	0,05	0,02	0,07	0,12	1,44
P2O5	0,04	0,06	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
PAF	0,84	1,80	3,81	4,40	3,02	4,28	5,25
Ba	67	18	0	9	0	n.d.	33
Rb	12	1	3	1	2	7	21
Sr	170	100	66	41	23	8	61
Cs	1,67	0,22	5,00	0,92	0,53	1,38	0,50
Ta	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nb	1,98	0,82	0,94	0,85	0,94	0,90	1,07
Hf	1,44	0,90	0,60	0,48	0,72	0,74	0,71
Zr	44,8	26,8	15,8	12,8	19,1	19,5	25,2
Y	15,0	11,9	9,5	6,9	11,0	10,4	14,8
Th	0,51	0,21	0,09	0,01	0,11	0,08	0,30
U	0,15	0,06	0,03	0,09	0,04	0,39	0,38
Cr	410	—	2500	2200	2100	2500	2400
Ni	110	630	560	570	550	540	660
La	4,11	1,86	0,74	0,97	1,27	1,44	2,47
Ce	9,69	4,62	2,36	2,94	3,56	3,73	5,84
Pr	1,99	0,70	0,42	0,45	0,56	0,58	0,80
Nd	6,36	3,39	2,36	1,96	2,99	3,00	3,75
Sm	1,79	1,14	0,90	0,65	1,02	1,04	1,20
Eu	0,58	0,54	0,28	0,30	0,38	0,38	0,60
Gd	2,40	1,55	1,24	0,86	1,42	1,46	1,72
Tb	0,37	0,29	0,22	0,16	0,25	0,26	0,30
Dy	1,35	1,94	1,50	1,09	1,77	1,76	2,08
Ho	0,55	0,43	0,35	0,25	0,40	0,39	0,45
Er	1,60	1,28	1,02	0,73	1,14	1,18	1,35
Tm	0,25	0,18	0,15	0,12	0,18	0,18	0,19
Yb	1,52	1,20	1,00	0,67	1,10	1,09	1,23
Lu	0,25	0,18	0,15	0,11	0,18	0,18	0,21