

MB 92-12

RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE ET METALLOGENIQUE AU NW DE SCHEFFERVILLE - REGION DES LACS WEEKS (1/2E) ET PAILLERAUT (1/2W) (TERRITOIRE DU NOUVEAU-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 

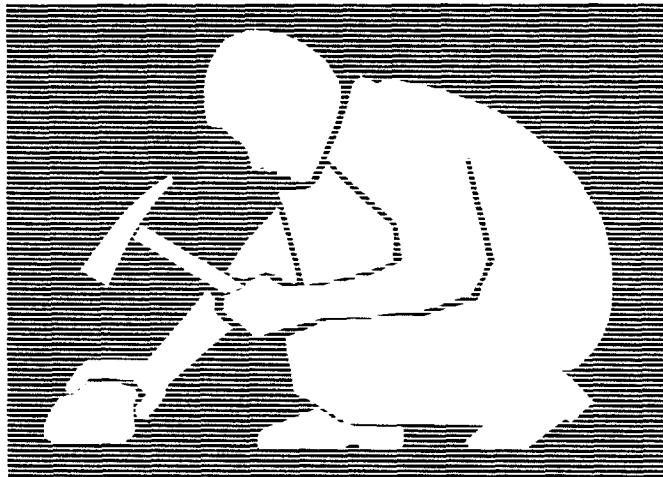


Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service géologique de Québec

Reconnaissance géologique et métallogénique au NW de Schefferville Région des lacs Weeks (1\2 E) et Pailleraut (1\2 W) - Territoire du Nouveau-Québec -

Serge Chevé

Pierre Brouillette



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

Le présent projet est financé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada et le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec dans le cadre de l'entente auxiliaire Canada - Québec sur le développement minéral.

Cette étude s'est effectuée en coopération avec l'Institut National de la recherche scientifique.

MB 92-12

1992

RÉSUMÉ

La région étudiée couvre une superficie de 900 km² centrée à environ 80 km à l'ouest-nord-ouest de Schefferville sur des terrains archéens de la Sous-province d'Ashuanipi (Province du Supérieur). Elle inscrit dans ses limites la partie centre-ouest d'une anomalie géochimique en As détectée au cours d'un levé de sédiments de fond de lac du MER (Beaumier, 1987).

Un assemblage de métatexites, de diatexites hétérogènes et de faciès de transition métatexite-diatexite compose approximativement 80% du territoire étudié. Les critères minéralogiques permettent de classer ces lithologies en des faciès grenatifères (>5% grenat, communément 10 à 15%) et en des faciès faiblement à non grenatifères (<5% grenat) dans lesquels se développent localement des quantités significatives (5 à 10%) de pyroxènes amphibolitisés. Le grain tectonique régional WNW-ESE à E-W est perturbé par des structures en dômes dans lesquelles se focalisent des masses relativement bien circonscrites de diatexites homogènes (leucogranitiques, dioritiques quartzifères et granitiques) et des roches plutoniques syn- à tardicinématiques (granodiorite, syénite alcaline et syénite néphélinique).

Les évidences de terrain suggèrent au moins quatre périodes de déformation, trois événements migmatitiques et cinq événements ignés. Les âges radiométriques U-Pb obtenus sur trois échantillons de notre région, alliés aux données de Mortensen et Percival (1987), permettent de mettre quelques contraintes sur ces événements.

La première déformation, D₁, enregistrée par les unités lithologiques anciennes est à l'origine d'une foliation pénétrative S₁; elle est accompagnée d'une migmatisation M₁ révélée par

un rubanement métatexitique d'épaisseur millimétrique à centimétrique (leucosomes de type I) conforme à S_1 . Le second événement migmatitique, M_2 , est caractérisé par l'injection, dans les unités métatexitiques, de veines d'épaisseur décimétrique à métrique (leucosome de type II) pour lesquelles un âge minimum U-Pb de 2645 ± 6 Ma est indiqué à l'indice aurifère du lac du Canoë. La seconde déformation, D_2 , conduit à la formation de plis serrés dont les charnières révèlent localement soit un clivage S_2 de flux ou de pli-fracture, soit un mobilisat granodioritique diffus (événement migmatitique M_3). La déformation D_3 s'exprime par un plissement ouvert de longueur d'onde décakilométrique et d'axe variant de NW à NE; son interférence avec D_2 conduit à un patron structural régional en dômes et en bassins. La déformation D_4 est une déformation cassante à l'origine du réseau de fractures et de failles conjuguées NNW-SSE et NW-SE qui découpe le socle archéen.

Les principaux événements ignés sont identifiés par un plutonisme granodioritique I_2 , pré- ou syncinématique précoce, âgé de 2698 ± 3 Ma (âge U-Pb sur zircon) et par un magmatisme syénitique néphélinique I_3 , syncinématique et pré- D_2 , âgé de 2625 ± 3 Ma (âge concordant U-Pb sur baddeleyite). Des événements ignés mineurs sont identifiés par des dykes de pegmatite (I_4) et par des dykes de diabase (I_5) dont la mise en place est contrôlée par le réseau de fractures et de failles conjuguées associé à la déformation D_4 .

Environ 220 sites de zones rouilles minéralisées à divers degrés en sulfures ont été répertoriés dans la région cartographiée. Dix-sept d'entre eux, confinés aux unités métatexitiques, sont caractérisés par des formations de fer rubanées qui montrent les mêmes caractéristiques structurales internes et minéralogiques que celles des indices aurifères du lac du Canoë

et du lac Lilois. Toutefois aucune valeur significative d'or (>1000 ppb Au) n'a été enregistrée parmi les échantillons provenant de ces 17 sites.

Le volet métallogénique est complété dans ce rapport par la caractérisation géologique de deux indices mineurs d'or, les indices Rusty Acres et Baleine Rouge situés tous les deux dans la partie nord des terrains cartographiés.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
GÉOLOGIE GÉNÉRALE	3
MÉTATEXITES	3
Métatexite finement grenue à biotite-grenat ± pyroxène (unité M-1)	3
Métatexite finement grenue à biotite-pyroxène ± grenat (unité M-2)	6
Interrubnement des métatexites finement grenues des unités M-1 et M-2 (unité M-3)	8
Métatexite à grain moyen à biotite-grenat ± pyroxène (unité M-4)	9
Métatexite à grain moyen à biotite-pyroxène ± grenat (unité M-5)	10
DIATEXITES HÉTÉROGÈNES	10
Diatexite hétérogène à biotite-grenat ± pyroxène (unité D-1)	12
Diatexite hétérogène à biotite ± pyroxène ± grenat (unité D-2)	13
DIATEXITES HOMOGÈNES	13
Diatexite homogène leucogranodioritique (unité D- 3)	14
Diatexite homogène dioritique quartzifère (unité D-4)	18
Diatexite homogène granitique (unité D-5)	22
UNITÉS DE TRANSITION MÉTATEXITE-DIATEXITE	27
Lithofaciès à biotite-grenat ± pyroxène (unité T- 1)	27
Lithofaciès à biotite-pyroxène ± grenat (unité T- 2)	29
Zone de mélange chaotique (unité T-3)	29

	vi
INTRUSIONS SYN- À TARDI-CINÉMATIQUES	30
Syénite alcaline (unité 1)	30
Syénite néphélinique et roches associées (unité 2)	37
Granodiorite (unité 3)	45
Pegmatite (unité 4)	46
INTRUSION POST-OROGÉNIQUE	50
Diabase (unité 5)	50
 GÉOLOGIE STRUCTURALE	 73
 MÉTAMORPHISME	 75
 CHRONOLOGIE DES ÉVÉNEMENTS TECTONIQUES, MIGMATITIQUES ET	
IGNÉS	76
GÉOCHRONOLOGIE	76
GÉOLOGIE HISTORIQUE	81
Les périodes de déformation	81
Les événements migmatitiques	83
Les événements ignés	86
 GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE	 89
TYPOLOGIE ET INVENTAIRE DES MINÉRALISATIONS	89
CHIMISME	90
L'or et ses traceurs	90
Les métaux usuels (cu, zn, pb) et l'argent	101
GÎTOLOGIE	104
 RÉFÉRENCES	 109
ANNEXES	
ANNEXE 1 - ANALYSES CHIMIQUES DE ROCHES	117
Annexe 1.1 - Localisation et brève description des échantillons analysés	118

Annexe 1.2 - Dosage des constituants majeurs . . .	129
Annexe 1.3 - Dosage des éléments en traces . . .	160
Annexe 1.4 - Dosage des éléments des terres rares par activation neutronique	185
ANNEXE 2 - ANALYSES CHIMIQUES PARTIELLES D'ÉCHANTILLONS MINÉRALISÉS	191
Annexe 2.1 - Localisation des échantillons analysés	192
Annexe 2.2 - Dosage des éléments traces	196

HORS-TEXTE : Carte 1:50 000, Feuillet 1 de 1 :
Reconnaissance géologique et métallogénique
au NW de Schefferville. Région des lacs
Weeks et Pailleraut. (Territoire du Nouveau-
Québec)
SNRC 23N/1 E et 230/4 W.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de la région étudiée: régions du Lac Weeks (23 N/1, moitié est) et du Lac Pailleraut (23 O/4, moitié ouest)	2
Figure 2. Formation de pyroxènes (px) "en atoll" et en chaînettes par nucléation et croissance cristalline au niveau des points triples de la matrice quartzofeldspathique	7
Figure 3. Altération caractéristique de l'orthopyroxène des diatexites homogènes de l'unité D-3	16
Figure 4. Classification, à partir de la minéralogie normative CIPW, des diatexites homogènes de l'unité D-3 dans le diagramme binaire de Streckeisen et Le Maître (1979)	17
Figure 5. Caractérisation géochimique des diatexites homogènes de l'unité D-3: (A) sur le diagramme AFM (A=Na ₂ O+K ₂ O, Fe=FeO* (FeO*=fer total exprimé sous forme de fer ferreux), M=MgO) et, (B) sur le diagramme des minéraux normatifs An-Ab'-Or	19
Figure 6. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des diatexites homogènes de l'unité D-3	20
Figure 7. Développement de sillimanite dans une diatexite homogène granitique de l'unité D-5	24
Figure 8. Classification, à partir de la minéralogie normative CIPW, des diatexites homogènes de l'unité D-5 dans le diagramme binaire de Streckeisen et Le Maître (1979)	25
Figure 9. Caractérisation géochimique des diatexites homogènes granitiques de l'unité D-5	26
Figure 10. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des diatexites homogènes granitiques de l'unité D-5	28

Figure 11. Caractérisation géochimique des syénites alcalines et des lithofaciès associés de l'unité 1 dans le diagramme $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$	33
Figure 12. Classification, à partir de la minéralogie normative CIPW, des syénites alcalines et des lithologies associées de l'unité 1 dans le diagramme binaire de Streckeisen et Le Maître (1979)	34
Figure 13. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites de deux échantillons (nos 39 et 41) de l'unité 1	36
Figure 14. Classification des lithofaciès de l'unité 2 dans le diagramme triangulaire de classification des roches alcalines de Sarantsina et Shinkarev (1967)	39
Figure 15. Caractérisation géochimique des lithologies syénitiques de l'unité 2 dans le diagramme $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$	41
Figure 16. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des lithofaciès syénitiques de l'unité 2	43
Figure 17. Caractérisation géochimique des granodiorites de l'unité 3 sur le diagramme QAP	47
Figure 18. Caractérisation géochimique des granodiorites de l'unité 3 sur le diagramme AFM (A) et sur le diagramme des minéraux normatifs An-Ab'-Or (B)	48
Figure 19. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites de trois échantillons de granodiorite de l'unité 3	49
Figure 20. Distribution des dykes de diabase échantillonnés dans les régions cartographiées au cours des étés 1987 et 1988	51
Figure 21. Distribution des dykes de diabase de l'unité 5 dans le diagramme de variation de Hughes (1973)	56
Figure 22. Caractérisation géochimique des dykes de diabase dans le diagramme $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$	58

Figure 23.	Caractérisation géochimique des dykes de diabase dans le diagramme mettant en relation l'indice d'alcalinité I.A. en fonction de Al_2O_3	59
Figure 24.	Distribution des diabases des dykes des groupes 1, 2 et 3 dans le diagramme (Zr/Y)-Zr (A) et dans le diagramme des ratios molaires de Pearce $(1,5Ca+0,5(Fe+Mg)+0,25Al+2,75Na)/Ti$ vs Si/Ti (B)	60
Figure 25.	Diagrammes de variation de quelques éléments mineurs (Cr, Ni, Co, Sc et Sr) en fonction de Zr dans les dykes de diabase de l'unité 5	62
Figure 26.	Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des diabases des dykes de l'unité 5	69
Figure 27.	Diagramme Concordia U-Pb des zircons et de la monazite de l'échantillon de granodiorite (87-SC-371)	78
Figure 28.	Diagramme Concordia U-Pb de la monazite du leucosome de type II du lac du Canoe (88-CAN-2) et de deux fractions de baddeleyite d'une syénite des plutons de la Rivière Goodwood (88-SC-506)	80
Figure 29.	Histogramme des concentrations des échantillons minéralisés (A) en Au (ppb), (B) en As (ppm) et (C) en S (%)	91
Figure 30.	Diagrammes de variation logarithmique binaires entre le soufre, l'or et l'arsenic dans les échantillons minéralisés appartenant au type 5a	94
Figure 31.	Diagrammes de variation logarithmique binaires entre le soufre, l'or et l'arsenic dans les échantillons minéralisés appartenant au type 5b	96
Figure 32.	Diagrammes de variation logarithmique binaires entre le soufre, l'or et l'arsenic dans les échantillons minéralisés appartenant au type 6	98
Figure 33.	Géologie de l'indice Rusty Acres	104
Figure 34.	Géologie de l'indice Baleine Rouge	106

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Abondance de quelques éléments caractéristiques dans des syénites à néphéline (en ppm)	42
Tableau 2. Chronologie des événements tectoniques, migma- titiques et ignés dans le complexe d'Ashuanipi au NW de Schefferville	82

INTRODUCTION

Située à environ 80 km à l'WNW de Schefferville, la région étudiée (fig. 1) couvre une superficie de 900 km² chevauchant les feuillets SNRC 23 N/1E (Lac Weeks) et 23 0/4W (Lac Pailleraut). Elle est limitée au sud et au nord par les latitudes 55°00' et 55°15', à l'est et à l'ouest, par les longitudes 67°45' et 68°15'.

Amorcé en 1987, ce projet triennal vise à établir la géologie et la métallogénie de l'or dans une région du socle archéen de la Province du Supérieur, qui inscrit dans ses limites une anomalie géochimique régionale en As (Beaumier, 1987) et de nombreux chapeaux de fer aurifères (Gorzynski et Youngman, 1986a, 1986b; Lapointe, 1986; Panneton et Doucet, 1987; Poisson, 1986; Simpson et Campbell, 1986). Les travaux de cartographie, réalisés à l'échelle 1:50 000, sont en continuité avec ceux exécutés antérieurement dans les régions du Lac Pailleraut (Lapointe, 1986), du Lac Lillois (Lapointe, 1987) et du Lac Fontisson et de la Rivière Goodwood (Chevé et Brouillette, 1988).

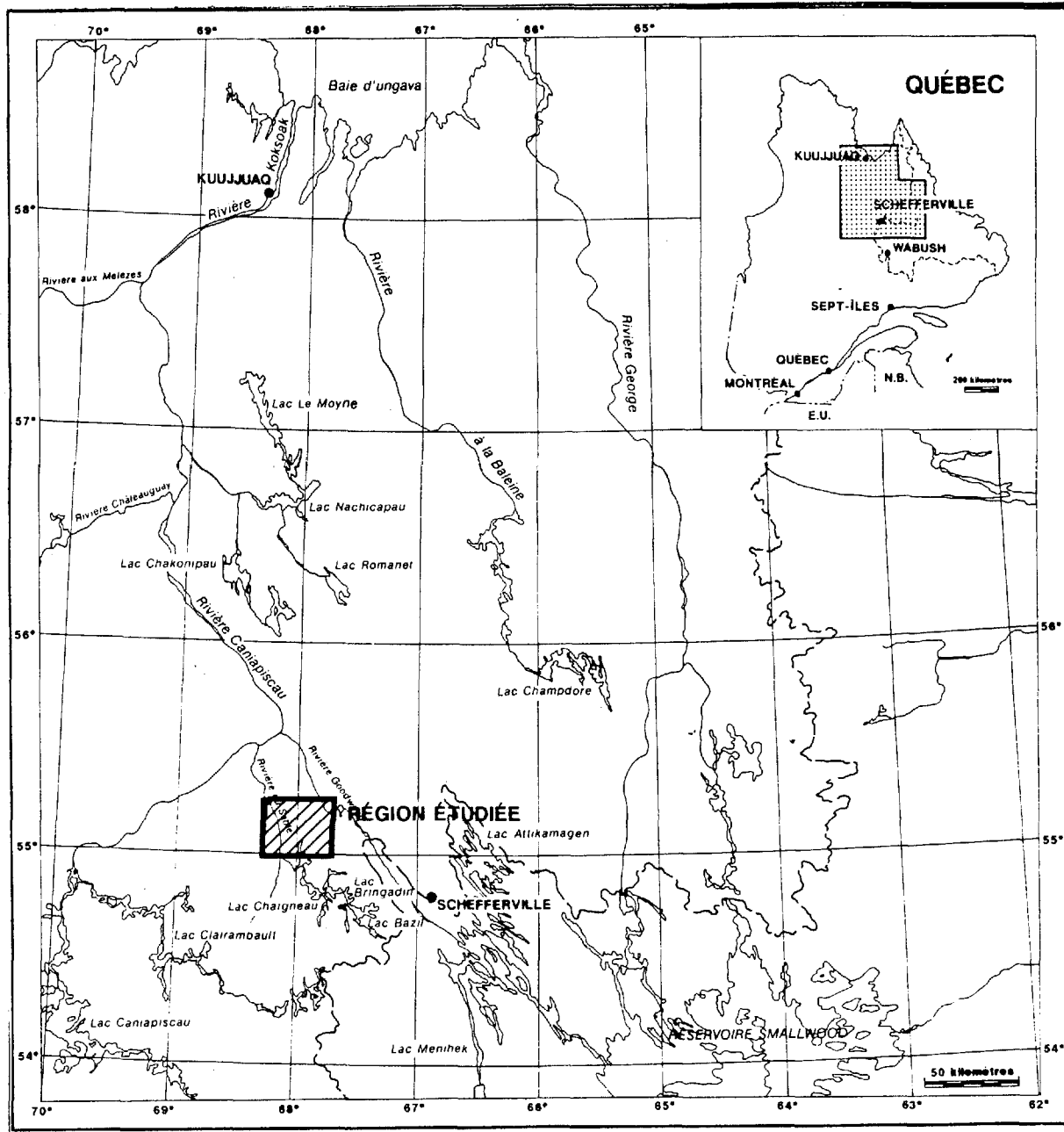


Figure 1. Localisation de la région étudiée: régions du Lac Weeks (23 N/1, moitié est) et du Lac Pailleraut (23 O/4, moitié ouest).

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

Les roches cartographiées sont d'âge archéen et appartiennent à la Province du Supérieur. Selon la terminologie introduite dans un rapport antérieur (Chevé et Brouillette, 1988), elles sont assignées au complexe "B", lui-même considéré comme partie intégrante de la sous-province d'Ashuanipi (Card et Ciesielski, 1986). Ces roches marquent ainsi la continuité vers l'ouest du complexe de gneiss reconnu par Lapointe (1986, 1987) dans les régions des lacs Pailleraut et Lillois.

MÉTATEXITES

Les métatexites sont des roches rubanées hétérogènes dans lesquelles les mésosomes et les leucosomes alternent irrégulièrement en des niveaux d'épaisseur millimétrique à métrique. Cinq unités métatexitiques sont reconnues. Dans ces unités, l'abondance des leucosomes et l'intercalation de niveaux mineurs (c'est-à-dire non cartographiables à l'échelle de travail) de diatexite conduisent à la définition d'une douzaine de sous-unités.

MÉTATEXITE finement grenue à biotite-grenat ± pyroxène (unité M-1)

Les métatexites de l'unité M-1 affleurent abondamment dans la partie orientale de la région d'étude. Elles sont en tout point comparables au gneiss à biotite et grenat défini plus au nord dans les lithologies rubanées associées au complexe "B" (Chevé et Brouillette, 1988).

Les mésosomes sont généralement bien foliés, de couleur gris moyen et caractérisés par une texture grano-lépidoblastique. Le grenat s'avère le minéral caractéristique de cette unité et, par endroits, des mésosomes peuvent en contenir jusqu'à 20 ou 30%, concentré à proximité ou au contact des leucosomes. Outre le grenat, l'examen microscopique révèle la présence de plagioclases (25-45%), de quartz (30-40%), de biotite (20-25%) et plus rarement de microcline (<5%). Des opaques ($\approx 0,5\%$) et quelques grains isolés de hornblende, d'apatite et de zircon constituent la minéralogie accessoire. Un métamorphisme rétrograde de très faible intensité est révélé par la présence de chlorite et d'épidote (pistachite, \pm clinozoïsite) à la jonction de quelques lamelles de biotite. Plus rarement, de la chlorite de néoformation se développe le long des plans de clivage de la biotite.

Les leucosomes, regroupés en deux principaux types (Chevé et Brouillette, 1988), présentent des contacts nets et continus avec les mésosomes adjacents. Localement, les contacts sont rehaussés par le développement d'un mélanosome à biotite de 3 ou 4 mm d'épaisseur tout au plus. Quoique généralement parallèles à la foliation, les leucosomes exhibent en maints endroits des relations recoupantes et des plissements très complexes (plis ptygmatisques et plis de fluage), suggérant la succession de plusieurs événements de migmatisation.

Les leucosomes sont composés d'un matériel granitoïde de couleur blanc laiteux en surface d'altération et gris très clair en cassure fraîche. Dans les leucosomes de type I, d'épaisseur millimétrique à centimétrique, le grain est moyen (2 à 5 mm de diamètre); il est généralement grossier à très grossier, voire pegmatitique, dans les leucosomes de type II d'épaisseur décimétrique à métrique. Le quartz, le feldspath et, accessoirement, la biotite ainsi que des phénoblastes millimétriques à

centimétriques de grenat et, localement, de pyroxène constituent l'essentiel de leur minéralogie.

L'unité M-1 est divisée en quatre sous-unités lithologiques.

- Sous-unité M-1a:** Sous-unité la plus commune dans laquelle les leucosomes représentent moins de 1/3 (<33%) du volume total de la roche. Les leucosomes de type I sont dominants (10 à 20%); les leucosomes de type II ont un développement plus limité (généralement quelques pourcents, toujours moins de 15% du volume total).
- Sous-unité M-1b:** Sous-unité caractérisée par un développement soutenu des leucosomes de type II (abondance égale ou supérieure à celle des leucosomes de type I). Les leucosomes de type I et II occupent entre 1/3 et 2/3 (33 à 66%) du volume total de la roche.
- Sous-unité M-1c:** Sous-unité marquée par la présence de niveaux d'épaisseur métrique à décimétrique de diatexite (<33% du volume total) dans les métatexites de la sous-unité M-1b.
- Sous-unité M-1d:** Sous-unité semblable à M-1a où l'injection des leucosomes de type II (>33% du volume total de la roche) est focalisée dans des niveaux de puissance décimétrique à hectométrique.

MÉTATEXITE finement grenue à biotite-pyroxène ± grenat (unité M-2)

Les métatexites de l'unité M-2 apparaissent en des niveaux d'épaisseur variée, métrique, décamétrique, hectométrique et même kilométrique dans toute la partie nord-est de la région d'étude. Sur la base de leur structure, de leur texture et de la diversité de leur faciès, les métatexites de l'unité M-2 sont tout à fait comparables à celles de l'unité M-1. Les différences résident dans le pourcentage et l'habitus du grenat de l'assemblage minéralogique, de même que dans le rapport biotite versus amphibole et/ou pyroxène.

Le grenat (<5%) est communément disséminé dans les mésosomes tandis que les leucosomes en sont dépourvus. À la différence de l'unité M-1, les grenats poeciloblastiques sont rares et, localement, leur absence constitue le guide de terrain privilégié pour distinguer les unités grenatifères (M-1) des unités faiblement grenatifères (M-2).

L'examen microscopique des mésosomes révèle 20 à 55% de plagioclase, 15 à 50% de quartz, 5 à 20% de pyroxène (orthopyroxène et/ou clinopyroxène), 5 à 15% de biotite ainsi que des quantités variables mais généralement très faibles (≈1 à 3%) de feldspath potassique (microcline essentiellement). Des minéraux opaques (<0,5%), de l'apatite (≈0,5%) et quelques grains de zircon complètent l'assemblage minéralogique.

Une texture granoblastique avec des pyroxènes "en atoll" et en chaînettes caractérise quelques mésosomes au rapport pyroxène vs biotite élevé. Cette texture résulte de la nucléation et de la croissance des pyroxènes au niveau des points triples de la matrice quartzofeldspathique (fig. 2).

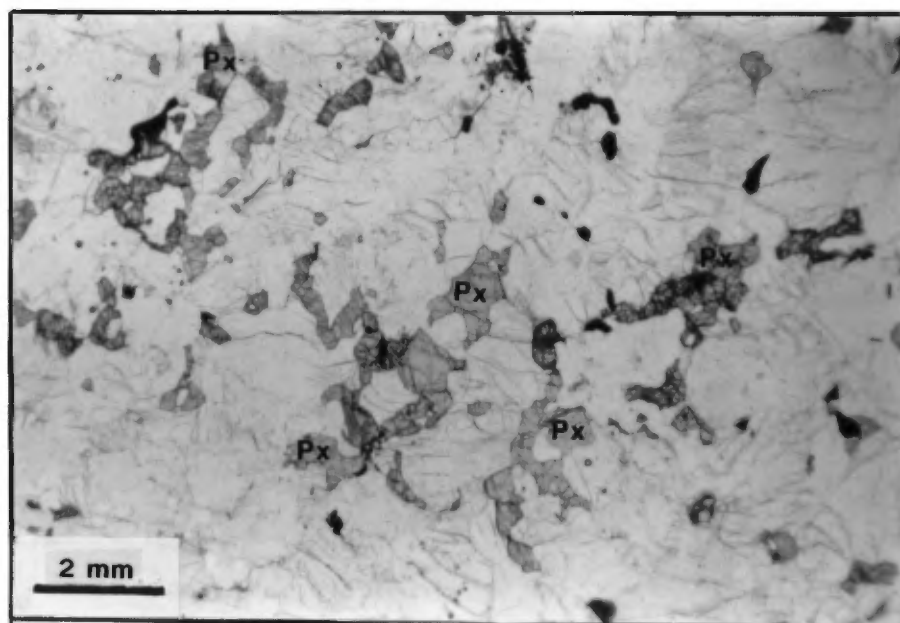


Figure 2. Formation de pyroxènes (px) "en atoll" et en chaînettes par nucléation et croissance cristalline au niveau des points triples de la matrice quartzofeldspathique.

L'ouralitisaiton des pyroxènes ainsi que la séricitisation des plagioclases constituent les deux principaux processus d'altération qui affectent, à des degrés divers, les métatexites de cette unité. Plus localement, de la hornblende verte pseudomorphose quelques plages micrométriques de pyroxène.

La coloration gris-verdâtre plus ou moins intense d'un bon nombre de mésosomes de l'unité M-2 suggère des variations du rapport biotite versus amphibole et/ou pyroxène. Une diminution prononcée de ce rapport conduit localement à l'apparition de niveaux décimétriques de couleur verdâtre, essentiellement composés de feldspath, de quartz et d'amphibole et/ou de pyroxène.

L'unité M-2 est divisée en quatre sous-unités lithologiques qui, à l'exception de l'assemblage minéralogique, correspondent par leurs paramètres texturaux et leurs éléments structuraux à la description des sous-unités M-1a à M-1d. Ainsi, la transition entre les sous-unités M-2a, M-2b et M-2d voit son contrôle dans l'abondance et l'habitus des leucosomes de type I et II, tandis que la sous-unité M-2c se caractérise par l'intercalation de niveaux métriques à décimétriques de diatexite en volume inférieur à 33%.

INTERRUBANEMENT DES MÉTATEXITES finement grenues des unités M-1 et M-2 (unité M-3)

L'alternance de niveaux métriques et décimétriques (non cartographiables à l'échelle 1:50 000) des unités métatexitiques M-1 et M-2 conduit localement à reconnaître une unité mixte de métatexite, identifiée M-3. Implicitement, cette unité mixte est caractérisée par l'alternance de niveaux métatexitiques grenu-

tifères (unité M-1) et de niveaux métatexitiques faiblement grenatifères (unité M-2).

Quelques horizons décamétriques à hectométriques de métatexite mixte apparaissent dans la partie ENE de la région d'étude. Les horizons prennent la forme de corps lenticulaires, plus ou moins circonscrits, qui, dans leurs extensions latérales, passent progressivement à des métatexitiques de l'une ou de l'autre des deux unités métatexitiques constitutives.

MÉTATEXITE à grain moyen à biotite-grenat ± pyroxène (unité M-4)

Les métatexitiques de l'unité M-4 affleurent dans les parties ouest et sud-ouest de la région étudiée et, dans leur distribution spatiale, elles sont étroitement associées aux unités diatexitiques ou aux unités de transition.

Les métatexitiques de l'unité M-4 se différencient des métatexitiques décrites précédemment par une granulométrie légèrement plus grossière (1 à 2 mm) de même que par des contacts mésosome-leucosome nettement plus irréguliers et diffus. En outre, la notion de leucosomes type I et type II, développée pour les métatexitiques des unités M-1 et M-2, ne peut être utilisée que localement. En effet, les leucosomes sont essentiellement d'épaisseur centimétrique, rarement décimétrique.

L'assemblage minéralogique de l'unité M-4 est tout à fait semblable à celui reconnu pour l'unité M-1 où le grenat, en pourcentage supérieur à 5%, constitue le minéral caractéristique dominant de l'assemblage. Trois sous-unités lithologiques sont définies dans l'unité M-4 sur la base du type de mobilisat granitoïde et de son abondance dans la roche. Dans leurs limites percentiles, ces sous-unités sont identiques à celles définies

pour les métatexites M-1 et M-2. La **sous-unité M-4b** (entre 33% et 66% de leucosomes) constitue le faciès dominant de l'unité M-4. À l'opposé, la **sous-unité M-4a** est restreinte à quelques niveaux métriques non cartographiables, généralement interrurbanés avec la sous-unité dominante M-4b. Par endroits, l'injection de niveaux métriques à décamétriques de diatexite (<33%) dans la sous-unité M-4b conduit à l'identification de la **sous-unité M-4c**.

MÉTATEXITE à grain moyen à biotite-pyroxène ± grenat (unité M-5)

L'unité métatexitique M-5 constitue l'équivalent faiblement grenatifère (grenat inférieur à 5%) de l'unité M-4 décrite précédemment. À l'échelle de l'affleurement, trois faciès sont reconnus. Toutefois, seule la **sous-unité M-5b** (entre 33 et 66% de leucosomes) est cartographiable à notre échelle de travail.

Dans la partie centre-ouest de la région, la sous-unité M-5b forme une masse irrégulière d'une dizaine de km² de superficie accompagnant un assemblage lithologique complexe qui marque le passage graduel entre des roches métatexitiques au nord et au nord-est et des roches essentiellement diatexitiques au sud-ouest.

DIATEXITES HÉTÉROGÈNES

L'hétérogénéité des diatexites hétérogènes est définie à partir de paramètres texturaux et d'éléments structuraux. Texturalement, elle se manifeste par une granulométrie variant de moyen-grossier (3 à 5 mm) à grossier et très grossier. Par endroits, cette hétérogénéité granulométrique est accentuée par la présence (<5%) de phénocristaux hypidiomorphes centimétriques de feldspath alcalin isolés ou regroupés en des agrégats décimé-

triques pegmatitiques. Structuralement, l'hétérogénéité est caractérisée par le passage communément graduel de lithofaciès massifs à faiblement foliés à des lithofaciès foliés à subrubanés et par la présence de xénolites métatexitiques. Sur la base de leur texture et de leur structure, trois faciès de diatexite hétérogène sont reconnus (Chevé et Brouillette, 1990): un faciès massif à faiblement folié, un faciès folié à subrubané et un faciès xénolitique.

Le faciès massif à faiblement folié reçoit essentiellement son caractère hétérogène de ses paramètres texturaux (granulométrie). Il est surtout reconnu à l'échelle de l'affleurement où il apparaît en des masses métriques à décamétriques mal circonscrites, sans continuité latérale, et généralement associées à de la diatexite foliée à subrubanée. Quelques corps cartographiables sont toutefois présents au sud et au sud-ouest de la région.

Le faciès folié à subrubané constitue le faciès dominant des diatexites hétérogènes. La structure interne de ces roches est révélée par des liserés millimétriques et/ou des bandes centimétriques (généralement <2 cm) de ferromagnésiens d'extension longitudinale centimétrique à décimétrique. Ainsi se définit un rubanement très fruste souligné en affleurement par une érosion différentielle qui fait ressortir en relief faiblement positif la composante la plus quartzofeldspathique de la diatexite. Dans l'ensemble, l'orientation des éléments structuraux est régulière et conforme au patron structural local.

Dans les diatexites hétérogènes foliées à subrubanées, la présence, jusqu'à 33%, d'enclaves (xénolites) et de "niveaux" métatexitiques permet de définir un troisième faciès. Dans ce dernier, à l'échelle de l'affleurement, la composante xénolitique

s'identifie à des enclaves décimétriques à métriques et à des "niveaux" de puissance métrique à décamétrique qui, dans le contexte lithologique, peuvent être raisonnablement considérés comme des méga-enclaves. Un plissement disharmonique accompagne en maints endroits le subrubanement de la diatexite, en particulier là où les enclaves se font les plus abondantes. Les régions affiliées à ce faciès apparaissent généralement en continuité avec les unités métatexitiques.

Minéralogiquement, à l'examen mégascopique, la diatexite hétérogène est composée de 50 à 70% de feldspath, 25 à 40% de quartz, 5 à 30% de minéraux fémiqes (biotite surtout, avec des quantités mineures de pyroxène et d'amphibole) et 0 à 20% de grenat. L'insertion de la minéralogie comme caractère lithique distinctif conduit à scinder les diatexites hétérogènes en deux unités: une unité D-1 grenatifère (>5% grenat) et une unité D-2 faiblement à non grenatifère (<5% grenat).

DIATEXITE HÉTÉROGÈNE à biotite-grenat ± pyroxène (unité D-1)

L'unité D-1 affleure abondamment dans toute la partie sud de la région d'étude et de nombreux horizons, de puissance hectométrique à kilométrique, y sont cartographiés. Quoique l'unité soit définie par une limite percentile inférieure de 5%, l'abondance moyenne du grenat est de l'ordre de 10%; localement elle peut atteindre 15 à 20%.

Sur la base de leurs caractères texturaux et structuraux, la sous-unité D-1a définit le faciès massif à faiblement folié, la sous-unité D-1b, le faciès folié à subrubané et la sous-unité D-1c, le faciès xénolitique. Par sa distribution spatiale, la sous-unité D-1b constitue la principale sous-unité; les deux

autres sous-unités se restreignant à des masses cartographiables dont la superficie ne dépasse pas quelques km².

DIATEXITE HÉTÉROGÈNE à biotite ± pyroxène ± grenat (unité D-2)

Structuralement, l'unité D-2 est comparable à l'unité D-1; comme celle-ci, elle a été divisée en trois sous-unités lithologiques. Là encore, la sous-unité D-2b, au faciès folié à subrubané, constitue l'unité lithique dominante. Elle est identifiée dans les parties centrale et centre-ouest de la région étudiée à des corps de puissance hectométrique à kilométrique. Les sous-unités D-2a et D-2c, respectivement définies par le faciès massif et le faciès xénolitique, réfèrent à des masses restreintes de quelques km² de superficie maximale.

Minéralogiquement, quoique défini par une faible abondance et une distribution erratique du grenat, le pyroxène (orthopyroxène et/ou clinopyroxène) des unités D-2 ne prend nulle part un développement significatif. En effet, même si son abondance excède communément celle du grenat, elle ne dépasse elle-même que très localement 5%.

DIATEXITES HOMOGÈNES

Les diatexites homogènes se présentent généralement en masses relativement bien circonscrites, décamétriques à kilométriques qui, localement, s'inscrivent en continuité avec le rubanement migmatitique local. À la différence des diatexites hétérogènes, elles sont massives à très faiblement foliées et caractérisées par une texture et une granulométrie homogène.

Sur la base de leur assemblage minéralogique, les diatexites homogènes ont été divisées en trois unités lithologiques distinctes.

DIATEXITE HOMOGENE leucogranodioritique (unité D-3)

Lithologie

L'unité D-3 caractérise des roches leucocrates massives, gris clair verdâtre à faiblement rosé, à grain moyen et de composition granodioritique. Deux masses principales relativement bien circonscrites, dont la superficie varie entre 10 et 15 km², affleurent au centre-nord de la région d'étude.

Des enclaves d'amphibolite, d'amphibolite feldspathique et, plus rarement, de gneiss amphibolique rubané, caractérisent plusieurs affleurements de l'unité D-3. De forme ovoïde, décimétriques à métriques, localement fuselées et orientées dans la direction de la foliation, ces enclaves présentent des contacts nets avec la leucogranodiorite encaissante. En fonction du pourcentage d'enclaves, l'unité D-3 a été scindée en deux sous-unités: la sous-unité D-3a, contenant moins de 10% d'enclaves et la sous-unité D-3b, à 10% et plus d'enclaves.

À l'examen microscopique, les diatexites leucogranodioritiques montrent une texture grenue hétérogranulaire xénomorphe à hypidiomorphe. Elles sont composées de quartz (10 à 20%), de plagioclase (55 à 65%), de feldspath alcalin (10 à 20%) et de minéraux colorés (5 à 10%). Ces derniers sont représentés par l'orthopyroxène (2 à 5%), le clinopyroxène (1 à 5%), la biotite (<1%), la hornblende (<1%) et des minéraux opaques (0,5 à 1%). Un cortège de minéraux accessoires constitués de traces d'apatite, de zircon et plus rarement de sphène, complète la paragenèse.

Des agrégats cryptocristallins de chlorite, de calcite, d'actinote et, plus rarement, de serpentine pseudomorphosent, en plusieurs sites, l'orthopyroxène (fig. 3). Cette transformation est généralement accompagnée d'une saussuritisation du plagioclase. Elle caractérise les effets d'un métamorphisme rétrograde.

Géochimie

Trente-deux échantillons de leucogranodiorite ont été analysés (échantillons 1 à 32) pour les éléments majeurs et les éléments en traces (annexe 1). De ce nombre, 13 ont été dosés pour les éléments des terres rares. Les échantillons 1 à 22 proviennent des deux masses principales qui affleurent dans le centre-nord (est du lac Grousset) et le NW (lac Leber) de la région d'étude, tandis que les échantillons 23 à 32 représentent des masses leucogranodioritiques beaucoup plus restreintes, reconnues essentiellement dans le secteur WNW de la région.

Sur le diagramme binaire de classification des roches ignées en fonction des minéraux normatifs de Streckeisen et Le Maître (1979), les échantillons analysés chevauchent les champs des diorites quartzifères, des monzodiorites quartzifères, des tonalites et des granodiorites (fig. 4). Font exception les échantillons 11 et 27 qui montrent une affinité nettement granitique et les échantillons 5 et 13 qui s'isolent dans le champ des monzodiorites.

Les échantillons 11 et 27 caractérisent des ségrégations pegmatoïdes rosées à feldspaths alcalins (20 à 30%) qui, localement, accompagnent les niveaux riches en enclaves mafiques de la sous-unité D-3b.

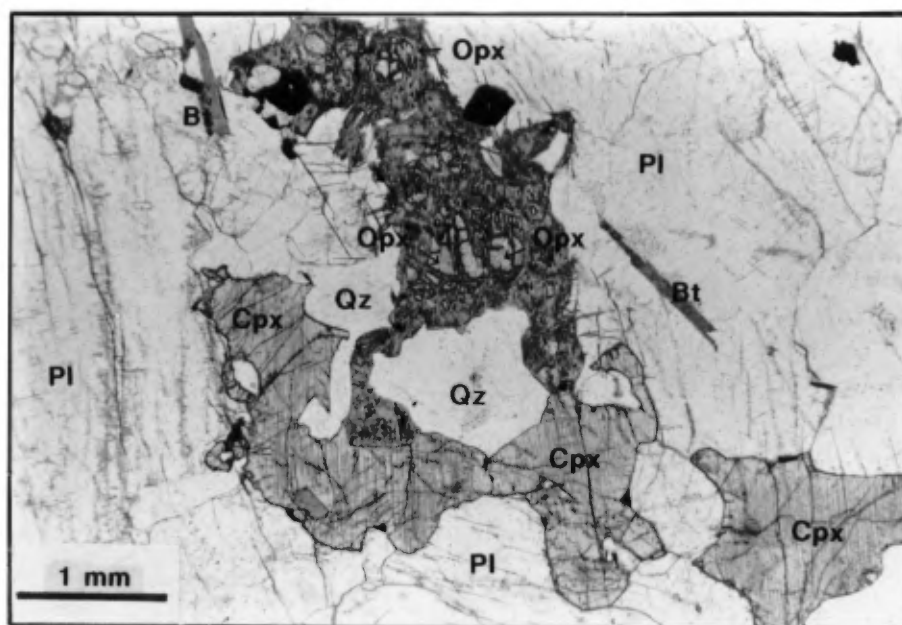


Figure 3. Altération caractéristique de l'orthopyroxène des diatexites homogènes de l'unité D-3. Quelques reliques d'orthopyroxène (Opx) sont préservées à l'intérieur de l'agrégat cryptocristallin de chlorite, de calcite, d'actinote et de serpentine. Les clinopyroxènes (Cpx) et la biotite (Bt) adjacents ne sont pas altérés. Le plagioclase (Pl) est faiblement saussuritisé. Qz = quartz.

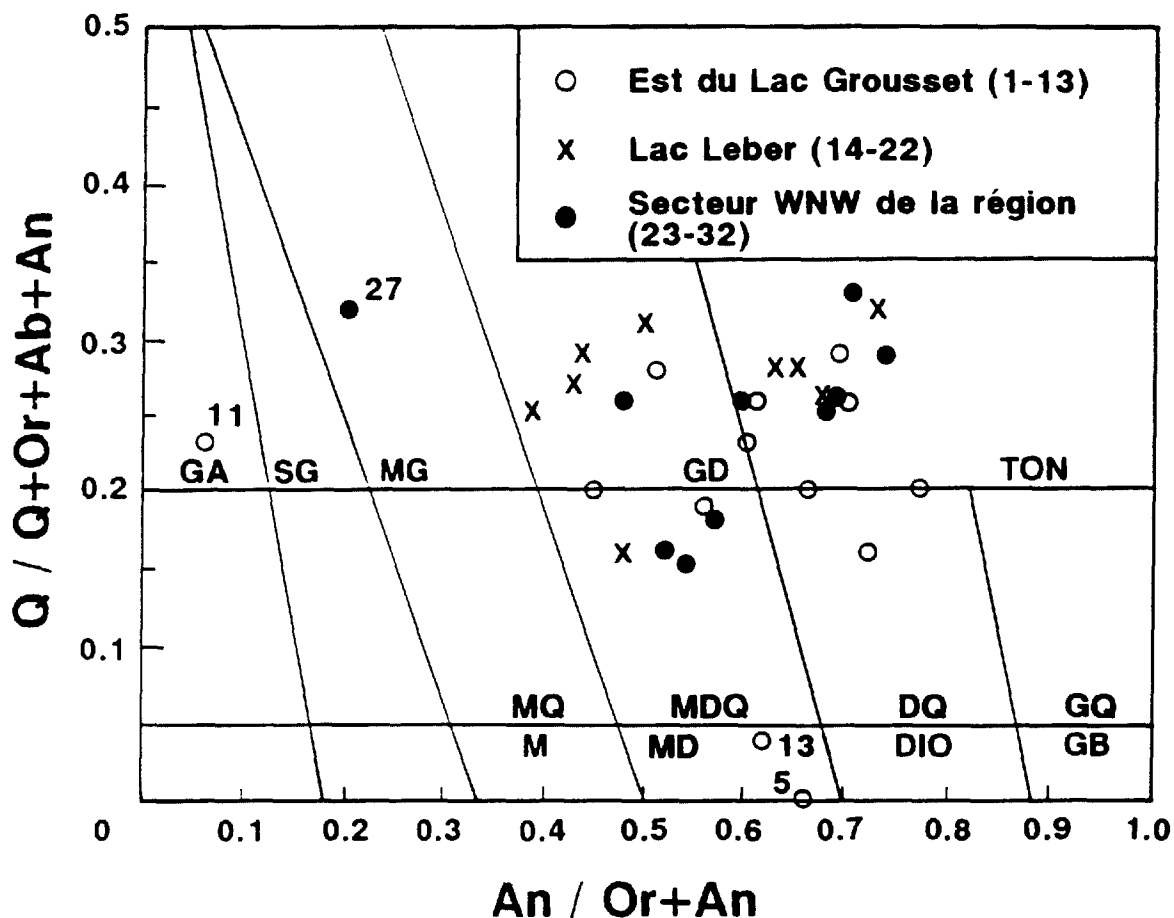


Figure 4. Classification, à partir de la minéralogie normative CIPW, des diatexites homogènes de l'unité D-3 dans le diagramme binaire de Streckeisen et Le Maître (1979).

$An/Or + An$ = anorthite/orthose + anorthite; $Q/Q + Or + Ab + An$ = quartz/quartz + orthose + albite + anorthite. GA = granite alcalin, SG = syénogranite, MG = monzogranite, GD = granodiorite, TON = tonalite, MQ = monzonite quartzifère, MDQ = monzodiorite quartzifère, DQ = diorite quartzifère, GQ = gabbro quartzifère, M = monzonite, MD = monzodiorite, DIO = diorite, GB = gabbro.

Le comportement géochimique particulier des échantillons 5 et 13 s'accorde avec nos observations de terrain qui révèlent des hétérogénéités minéralogiques en bordure et au coeur de la masse leucogranodioritique sise au centre-nord de la région. Prélevé à proximité de la zone de contact, l'échantillon no 5 réfère à une roche mésocrate nettement enrichie en pyroxène (orthopyroxène et clinopyroxène: 25 à 30%), biotite (10%) et hornblende (5%), résultant probablement d'une contamination par les métatexites encaissantes. L'assignation de l'échantillon no 13 au champ des monzodiorites traduit la déficience en quartz (max. 5%) qui caractérise cette roche essentiellement blanche reconnue sur quelques pointements au coeur de la même masse de diatexite leucogranodioritique.

Un caractère géochimique calco-alcalin à tendance sodique se dégage des diagrammes AFM (fig. 5a) et Ab'-An-Or (fig. 5b). L'analyse des spectres des terres rares de la figure 6 est compatible avec cette affiliation. Toutefois, elle fait ressortir deux groupes, l'un caractérisé par un rapport moyen La_n/Yb_n de 10,9 (corps situé à l'est du lac Grousset, moyenne sur les échantillons 4 et 6), l'autre par un rapport moyen La_n/Yb_n de 24,7 (moyenne sur les échantillons 18, 28 et 32). Les échantillons 1, 11 et 12 (fig. 6a) présentent un comportement particulier caractérisé par un fractionnement très prononcé entre La et Sm et une anomalie positive en Eu (noter que l'abondance des terres rares lourdes de ces échantillons se situe en deça des limites de détection analytiques).

DIATEXITE HOMOGENE dioritique quartzifère (unité D-4)

L'unité D-4 réfère à des roches massives faiblement à modérément foliées et à grain fin qui se distribuent au centre-nord de la région. Leur teinte est gris clair à blanchâtre en

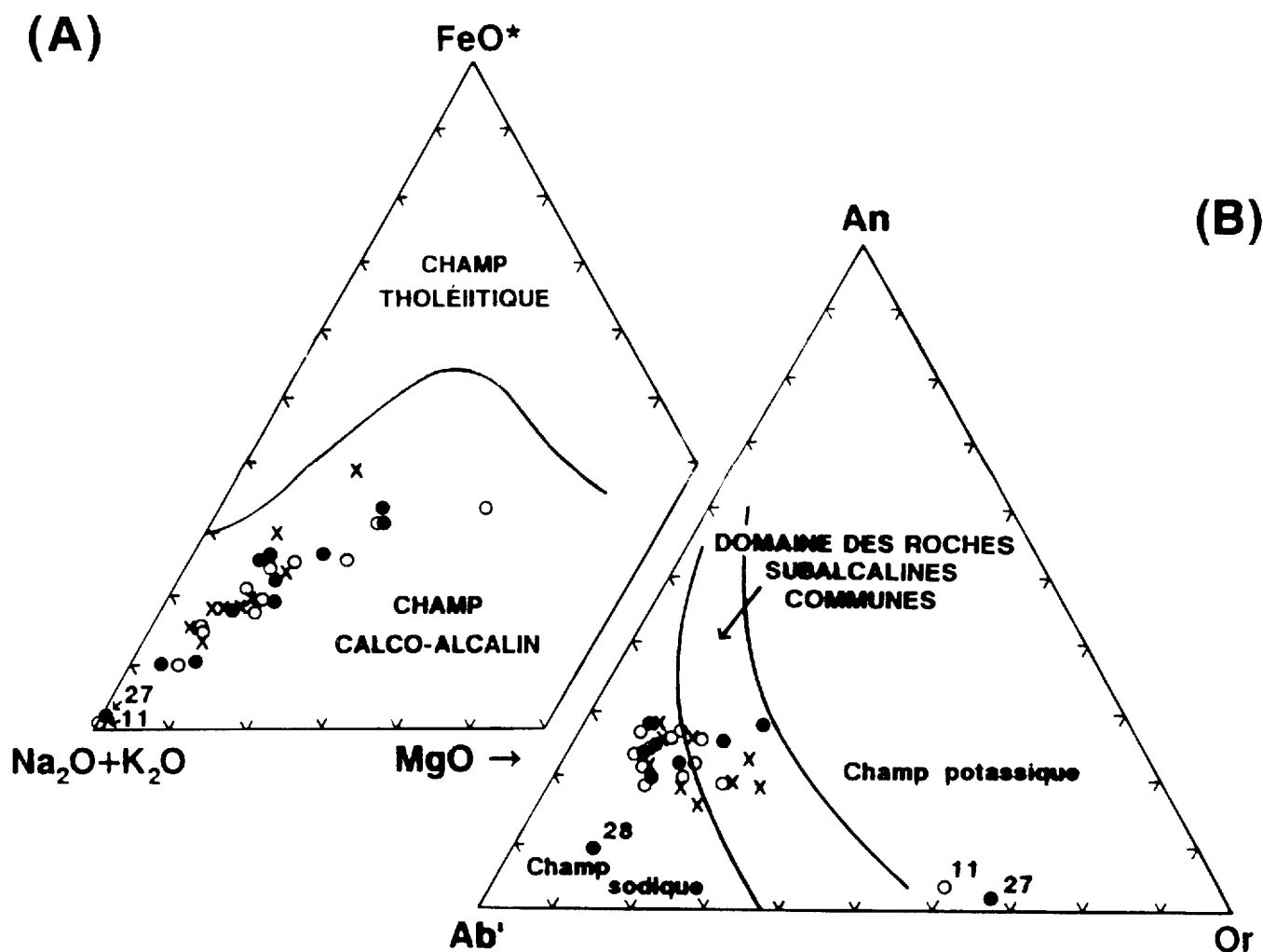
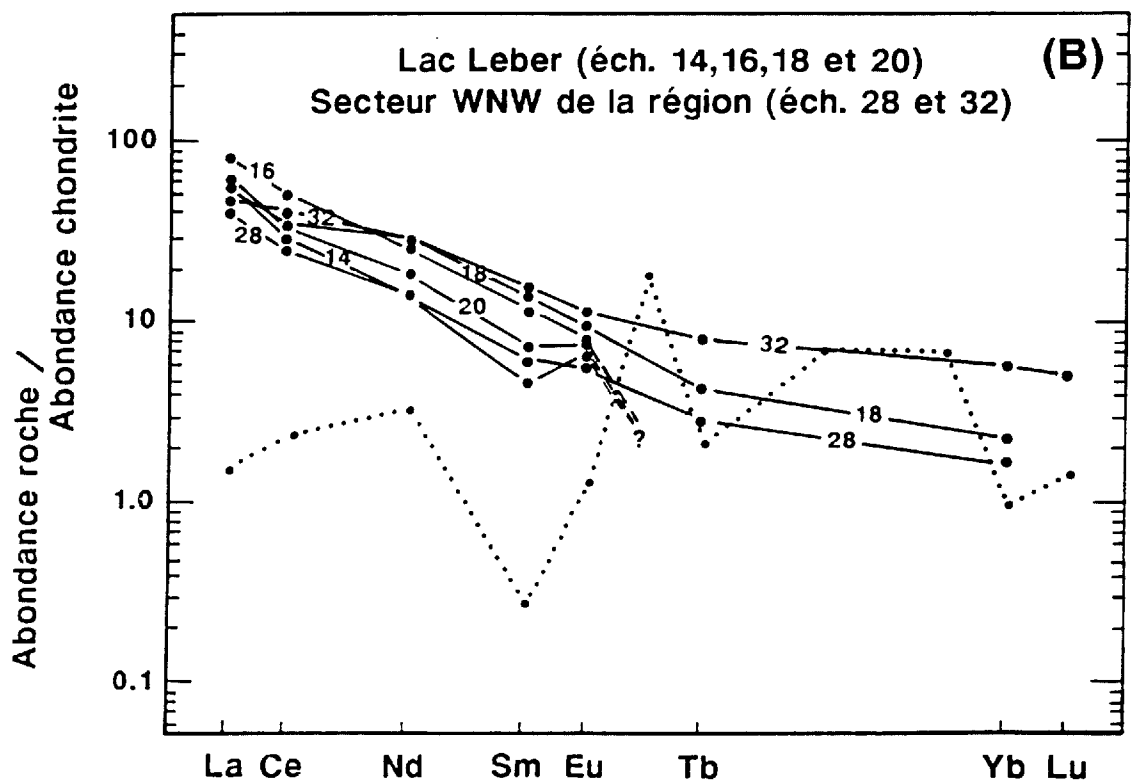
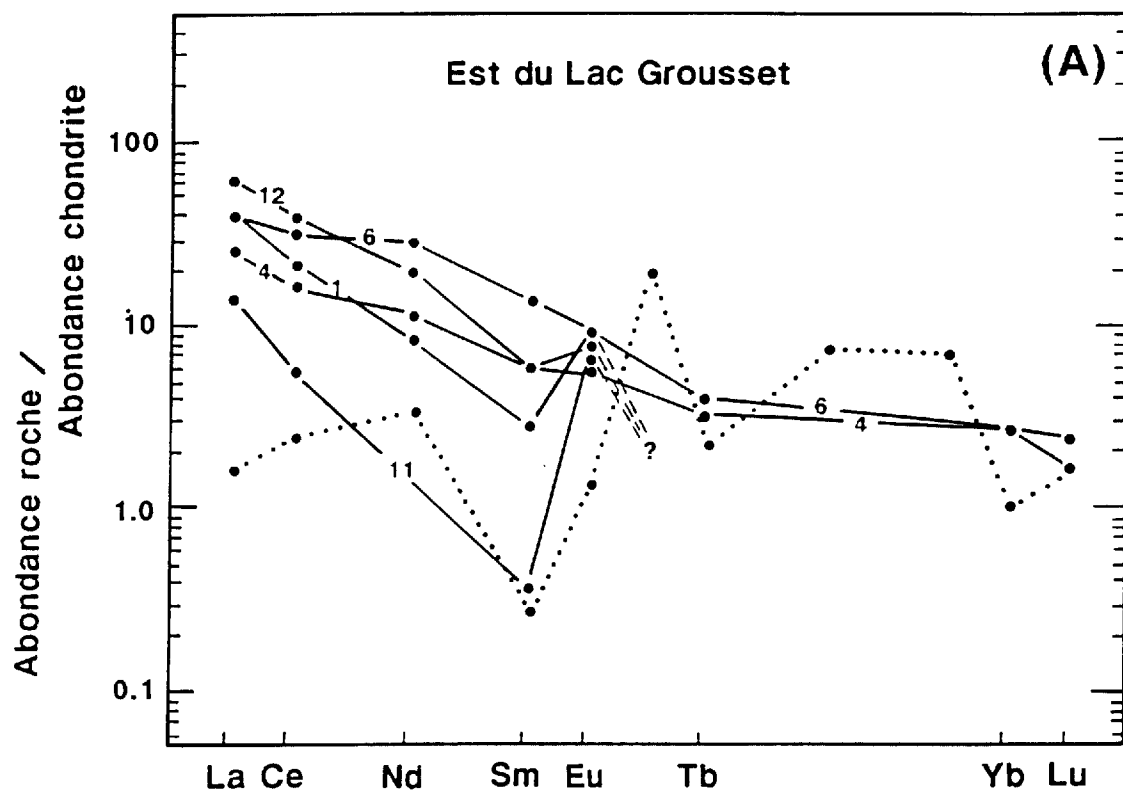


Figure 5. Caractérisation géochimique des diatexites homogènes de l'unité D-3: (A) sur le diagramme AFM (A=Na₂O+K₂O, Fe=FeO* (FeO*=fer total exprimé sous forme de fer ferreux), M=MgO) et, (B) sur le diagramme des minéraux normatifs An-Ab'-Or. Les limites de champ sur les diagrammes (A) et (B) sont de Irvine et Baragar (1971). Voir légende des symboles sur la figure 4.

Figure 6. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des diatexites homogènes de l'unité D-3. (A) Est du lac Grousset; (B) Lac Leber (nos 14, 16, 18 et 20) et secteur WNW de la région (nos 28 et 32). Valeurs de normalisation de Nakamura (1974). La ligne pointillée définit le profil normalisé aux chondrites des limites de détection analytiques.



surface d'altération et gris moyen verdâtre en cassure fraîche. Essentiellement quartzofeldspathique (10 à 25% quartz, 60 à 75% feldspath), ces roches montrent une paragenèse ferromagnésienne (15%) composée de fines paillettes de biotite et d'agrégats diffus millimétriques de minéraux verdâtres (amphibole et/ou pyroxène) contrôlés dans leur étirement général par la foliation. Localement, quelques veines d'épaisseur millimétrique à centimétrique de matériel feldspathique pauvre en quartz (<10%) et contenant 10-15% de pyroxène recoupent les affleurements. Des niveaux d'épaisseur métrique paraconcordants avec la foliation de la roche encaissante et comparables lithologiquement aux leucosomes de type II des métatexites caractérisent également quelques pointements à l'WNW de l'extrémité nord du lac Leber.

DIATEXITE HOMOGENE granitique (unité D-5)

Lithologie

L'unité diatexitique D-5 est composée de roches massives très homogènes, blanchâtres à roses, à grain moyen à grossier. Ces roches sont pauvres en minéraux ferromagnésiens (<10%) et faiblement grenatifères (<5%). Par endroits, des veines centimétriques et des agrégats irréguliers pegmatoïdes sont observés.

Restreinte à quelques masses dont la superficie varie de quelques hectomètres à 2 ou 3 km², l'unité D-5 présente de nombreuses similitudes minéralogiques et texturales avec les granodiorites de l'unité 3. Toutefois, la proximité de masses importantes de diatexite hétérogène, la présence de grenat dans l'assemblage minéralogique et l'absence de signature aéromagnétique nous incitent à associer l'unité D-5 à une origine diatexitique.

Au microscope, les granites de l'unité D-5 apparaissent avec une texture grenue hétérogranulaire xénomorphe. L'examen minéralogique révèle un assemblage de minéraux incolores composé principalement de quartz (25 à 35%), de plagioclase (20 à 30%), de microcline (15 à 40%) et de phénoblastes d'orthose (<10%) généralement perthitiques. Le grenat, la biotite (2 à 6%) ainsi qu'un cortège de minéraux accessoires représentés par des traces d'apatite, de sphène, de zircon et, plus rarement, de sillimanite et d'une variété de spinelle vert (possiblement hercynite) complètent la minéralogie. Le développement de la sillimanite semble se restreindre aux deux masses granitiques sises aux limites E et ESE du territoire cartographié. Sous le microscope, elle prend généralement la forme de prismes automorphes allongés, associés intimement aux phénoblastes de grenat (fig. 7).

Une altération rétro-métamorphique se manifeste par la chloritisation plus ou moins intense de la biotite, ainsi que par le développement d'hydromuscovite (damouritisation) sur les plagioclases et sur quelques phénoblastes d'orthose.

Géochimie

Six échantillons de diatexite granitique (échantillons 33 à 38) ont été analysés pour les éléments majeurs, les éléments en traces et les terres rares. Le diagramme de la figure 8 corrobore nos observations microscopiques à l'effet de considérer ces échantillons comme des granites, plus spécifiquement comme des syénogranites.

Un caractère géochimique calco-alkalin à très faible tendance potassique se dégage des diagrammes AFM et An-Ab'-Or de la figure 9.

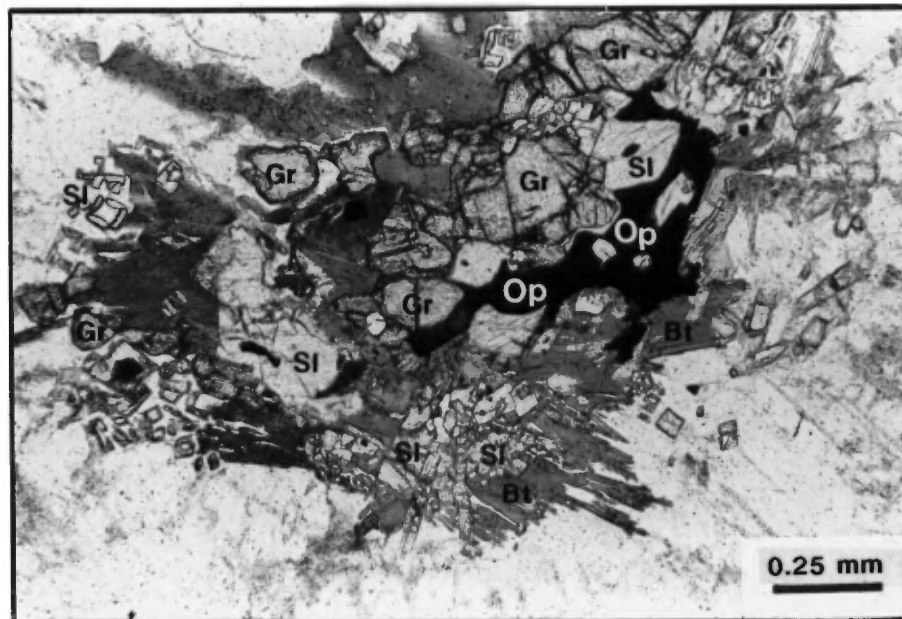


Figure 7. Développement de sillimanite dans une diatexite homogène granitique de l'unité D-5. La sillimanite (Sl) en prismes allongés à sections losangiques se confine à un agrégat polycristallin composé de biotite (Bt), de grenat (Gr) et d'un minéral opaque (Op).

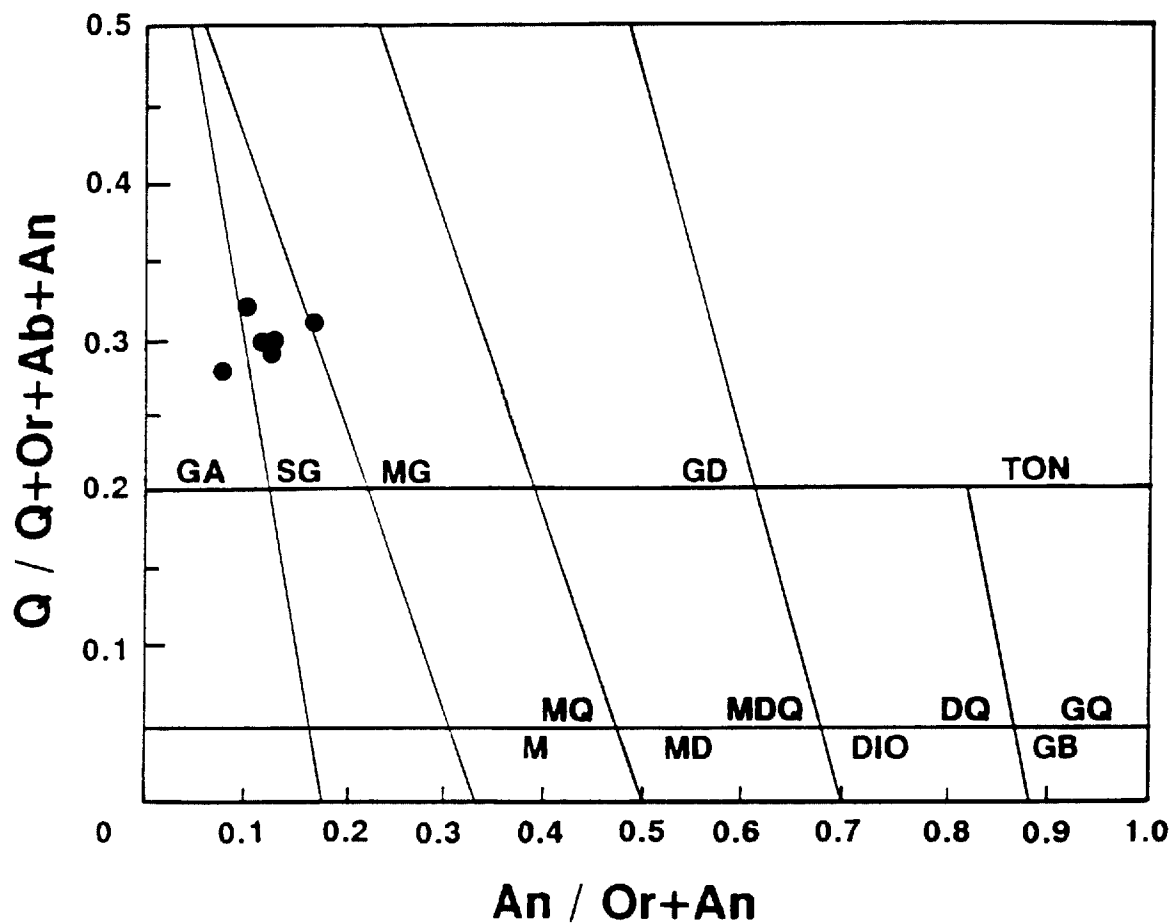


Figure 8. Classification, à partir de la minéralogie normative CIPW, des diatexites homogènes de l'unité D-5 dans le diagramme binaire de Streckeisen et Le Maître (1979). Voir figure 4 pour les abréviations.

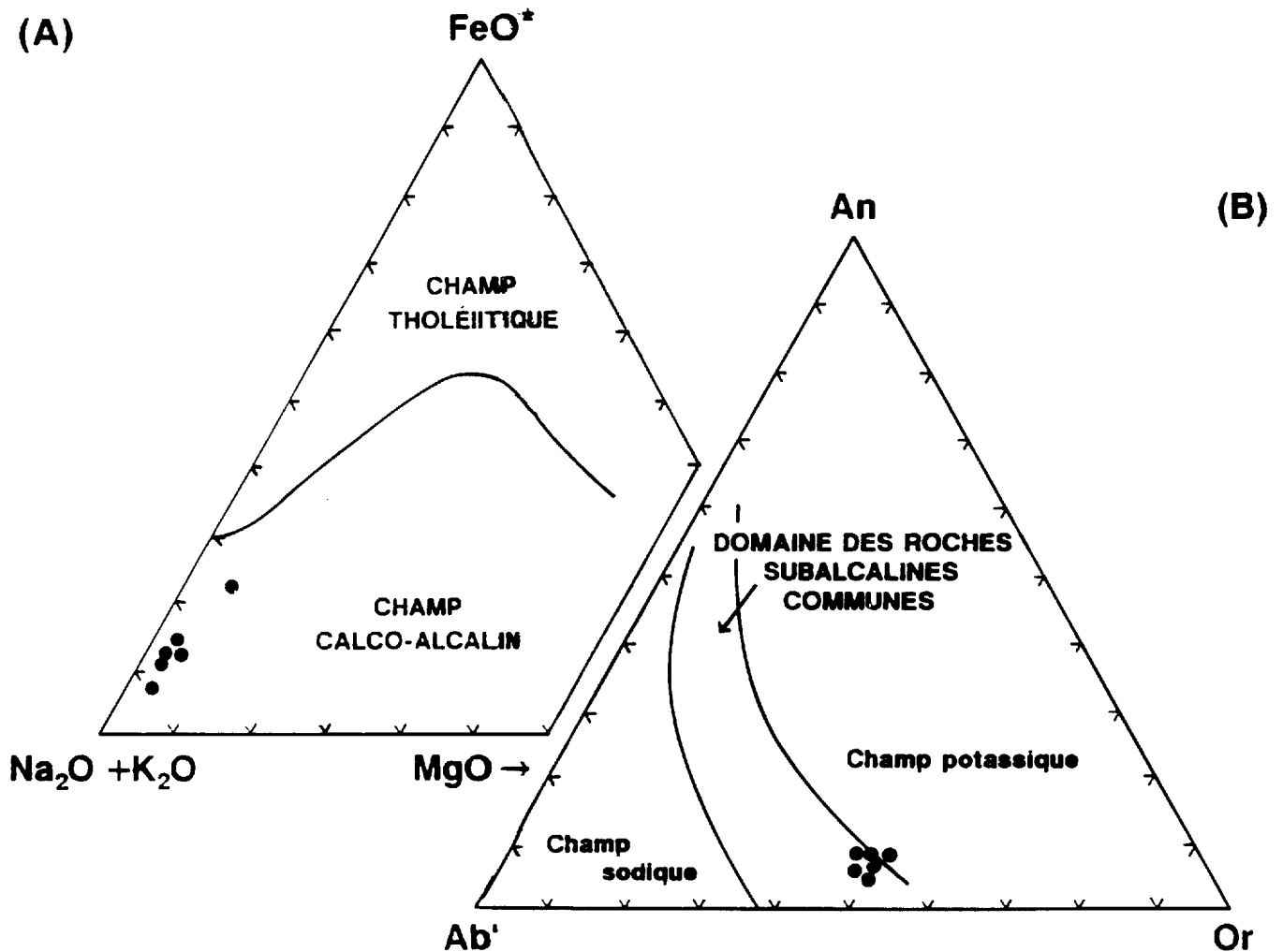


Figure 9. Caractérisation géochimique des diatexites homogènes granitiques de l'unité D-5: (A) sur le diagramme AFM et, (B) sur le diagramme des minéraux normatifs An-Ab'-Or. Limites des domaines selon Irvine et Baragar (1971).

Le patron des terres rares normalisées (fig. 10) est caractérisé par un net fractionnement des terres rares légères par rapport aux terres rares lourdes (La_n/Yb_n variant de 29 à 155) et par une anomalie négative marquée en Eu. Dans un environnement migmatitique, cette anomalie reflète probablement la rétention de Eu dans des phases résiduelles du protolithe.

UNITÉS DE TRANSITION MÉTATEXITE-DIATEXITE

Trois assemblages lithologiques majeurs ont été définis par leurs caractéristiques minéralogiques, texturales et structurales dans le continuum de roches qui marque le passage entre les unités métatexitiques et diatexitiques. Généralement reconnus à l'échelle de l'affleurement, ces assemblages de transition peuvent définir des niveaux cartographiables d'épaisseur et d'extension variées (hectométrique à kilométrique). Ainsi se trouvent caractérisées sur une base minéralogique les unités T-1, grenatifère, T-2, faiblement à non grenatifère, et, sur une base structurale, l'unité T-3, chaotique.

LITHOFACIÈS à biotite-grenat ± pyroxène (unité T-1)

L'unité de transition T-1 est constituée de deux assemblages lithologiques distincts, représentés par les sous-unités T-1a et T-1b. Caractérisée par le développement intense de leucosomes centimétriques à décimétriques de matériel granitoïde (>66% du volume total de la roche), la sous-unité T-1a s'inscrit généralement en continuité avec la sous-unité métatexitique M-4b. La roche présente une structure rubanée à subrubanée et les contacts mésosome-leucosome sont irréguliers et diffus. L'assemblage minéralogique à biotite-grenat ± amphibole et/ou pyroxène est

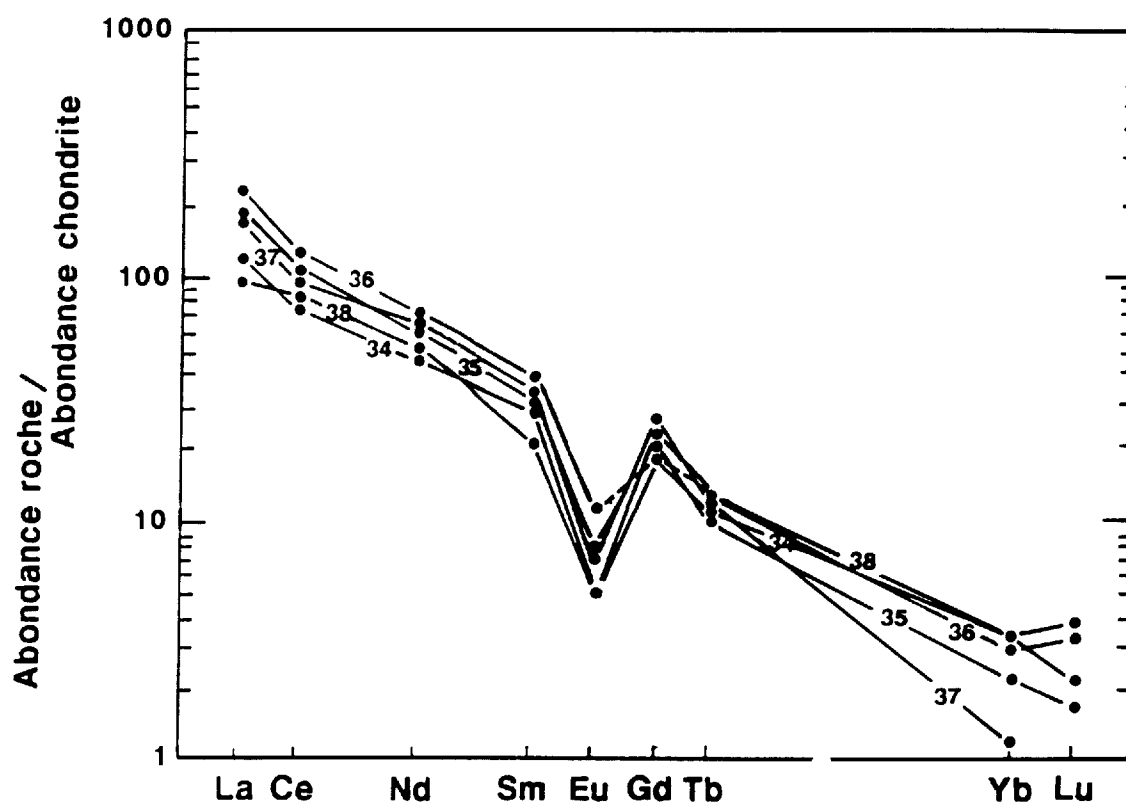


Figure 10. Spectres de terres rares normalisés aux chondrites des diatexites homogènes granitiques de l'unité D-5. Valeurs de normalisation de Nakamura (1974).

comparable à celui de la sous-unité métatexitique équivalente M-4b.

La sous-unité T-1b est une unité mixte qui marque le passage entre l'unité métatexitique M-4c et l'unité diatexitique D-1c. En affleurement, elle s'identifie par un interrubanement métrique à décamétrique et en proportions sensiblement égales (entre 33% et 66%) de métatexite et de diatexite. Texturalement et minéralogiquement, ces lithologies se comparent à leurs équivalents respectifs M-4c et D-1c.

LITHOFACIÈS à biotite-pyroxène ± grenat (unité T-2)

Les caractéristiques texturales et structurales définies pour les sous-unités T-1a et T-1b s'appliquent intégralement à l'unité transitionnelle T-2. En effet, seul l'assemblage minéralogique diffère avec une abondance de grenat inférieure à 5%.

Ainsi, les sous-unités T-2a et T-2b constituent des unités lithologiques mixtes qui, dans leurs caractéristiques structurales et texturales, forment un cortège de roches marquant la transition entre la sous-unité métatexitique M-5c et la sous-unité diatexitique D-2c.

ZONE DE MÉLANGE CHAOTIQUE (unité T-3)

À la différence des unités T-1 et T-2, l'unité de transition T-3 constitue un faciès mineur difficilement cartographiable à l'échelle de 1:50 000 (il ne figure pas sur la carte géologique hors-texte). Cette unité est introduite pour rendre compte de plusieurs aires d'affleurements de grande superficie (de l'ordre de plusieurs hectomètres carrés) qui exposent un mélange

chaotique de métatexite et de diatexite en proportions sensiblement égales (entre 33% et 66%).

À l'affleurement, une structure générale en radeau (schollen structure; Mehnert, 1968) caractérise ces zones de mélange où, localement, des blocs décimétriques à métriques de métatexite flottent dans un matériel granitoïde massif à faiblement folié (diatexite hétérogène). Sur quelques sites, l'assimilation des enclaves et des niveaux discontinus de métatexite tend à effacer le rubanement migmatique et à rendre diffus les contacts avec le matériel de diatexie.

INTRUSIONS SYN- À TARDI-CINÉMATIQUES

SYÉNITE ALCALINE (unité 1)

Lithologie

De la syénite alcaline affleure au centre-sud de la région en une masse ovale d'environ 1,5 km de long et 500 m de large soulignée par une anomalie aéromagnétique. Son orientation générale est-ouest est faiblement discordante sur la foliation WNW de la diatexite encaissante.

La syénite alcaline est une roche à grain moyen-fin, massive à faiblement foliée qui, en affleurement, présente une coloration générale rosée. Au microscope, elle montre une texture grenue hétérogranulaire xénomorphe. L'assemblage minéralogique est défini par du plagioclase antiperthitique (55 à 65%), des feldspaths potassiques (microcline et orthose; 15 à 30%) et par du clinopyroxène (augite aegyrinique probable; environ 15%). La minéralogie accessoire est caractérisée par du sphène (2%), des minéraux opaques (2%) et des traces d'apatite. Une faible

altération affecte les clinopyroxènes qui se frangent d'actinote et de quelques grains de pistachite.

À l'extrémité ouest de la masse précédemment décrite, un pointement contient des enclaves décimétriques de roche mélanocrate verdâtre à grain fin qui semblent appartenir à un dyke précoce et à ses ramifications.

De la syénite alcaline quartzifère (5 à 20% de quartz) à structure pegmatitique, localement du granite alcalin, s'injecte de façon irrégulière au travers de la syénite alcaline. De couleur rose violacé, ces lithologies quartzifères à grain grossier se présentent en des veines d'épaisseur centimétrique ou en des masses irrégulières métriques; des fragments de la syénite alcaline encaissante et des ségrégations quartzieuses décimétriques caractérisent les plus importantes de ces masses.

À l'examen microscopique, le matériel pegmatoïde révèle une minéralogie essentielle composée de plagioclase antiperthitique (60 à 70%), de feldspath potassique (microcline et orthose; 5 à 15%) et de quartz (5 à 25%). Les minéraux accessoires sont représentés par le sphène, le clinopyroxène et des traces d'apatite. Le sphène se manifeste sous la forme de cristaux millimétriques prismatiques à section losangique; sa distribution est irrégulière, atteignant près de 5% sur une lame mince qui révèle en outre une leucoxénisation partielle de quelques grains. L'abondance du pyroxène est variable (0 à 10%); une altération en actinote et/ou chlorite accompagnée d'épidote et de granules de leucoxène l'affecte à des degrés divers. En affleurement la taille des cristaux est proportionnelle au grain de la roche.

Géochimie

Quatre échantillons de l'unité 1 ont été soumis à l'analyse pour les éléments majeurs, les éléments en traces et les éléments des terres rares. Deux de ces échantillons sont des syénites alcalines à clinopyroxène (annexe 1, nos 39 et 40); les deux autres (analyses nos 41 et 42) caractérisent le matériel des veines et masses qui s'injecte dans la syénite alcaline.

Le caractère alcalin des syénites de l'unité 1 s'exprime clairement sur le diagramme alcalins-SiO₂ de la figure 11. Une très faible saturation en silice se traduit par la présence d'une faible quantité ($\leq 1\%$) de quartz normatif (fig. 12) alors qu'une tendance miaskitique se manifeste par un indice d'agpaïcité $((\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3, \text{ proportion moléculaire})$ inférieur à 1 (0,91).

L'assignation, après examen microscopique, des échantillons 41 et 42 à la famille des granites alcalins semble être appuyée par la minéralogie normative (fig. 12). Toutefois, l'excédant de silice et d'alumine par rapport aux alcalis ne permet pas de les assigner au clan des roches alcalines dans la mesure où, sur une base moléculaire, la relation $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} < \text{Al}_2\text{O}_3 < 1/6 \text{SiO}_2$ est observée. Quoique la courbe séparant le champ alcalin du champ subalcalin de la figure 11 ne soit strictement valable que pour des concentrations en SiO₂ inférieures à 70%, la position des points représentatifs des analyses 41 et 42 tend à confirmer le diagnostic précédent. En outre, la minéralogie normative de ces deux échantillons fait ressortir leur caractère peralumineux par la présence de corindon normatif (6,07% et 0,4% respectivement pour les échantillons 41 et 42) qui témoigne de la saturation en alumine par rapport à Na₂O, K₂O et CaO ($\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$, en proportion moléculaire).

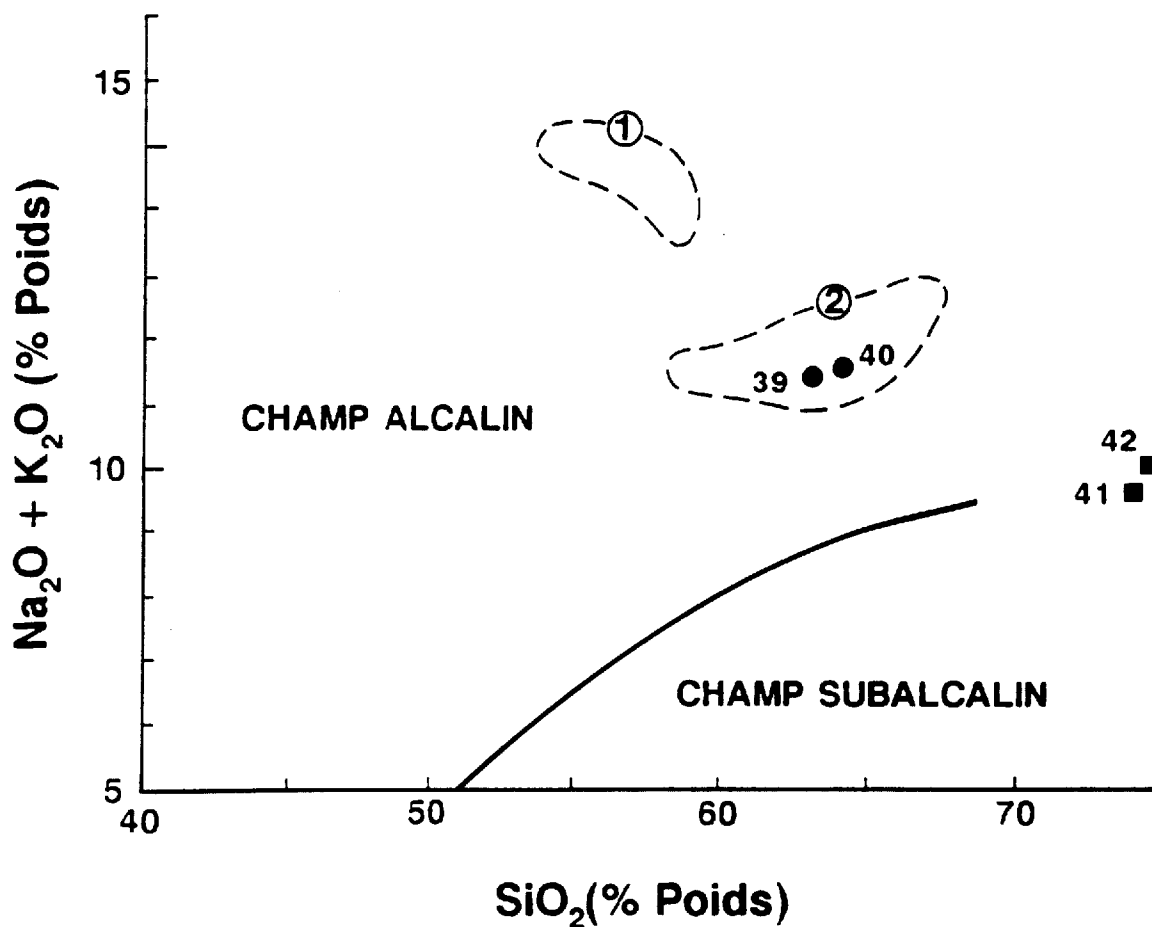


Figure 11. Caractérisation géochimique des syénites alcalines et des lithofaciès associés de l'unité 1 dans le diagramme $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$. La limite entre les champs alcalin et subalcalin est celle proposée par Irvine et Baragar (1971). Les enveloppes 1 et 2 délimitent respectivement le champ des syénites néphéliniques et le champ des syénites alcalines des corps syénitiques de l'unité 5 cartographiés au nord de la région (Chevé et Brouillette, 1989).

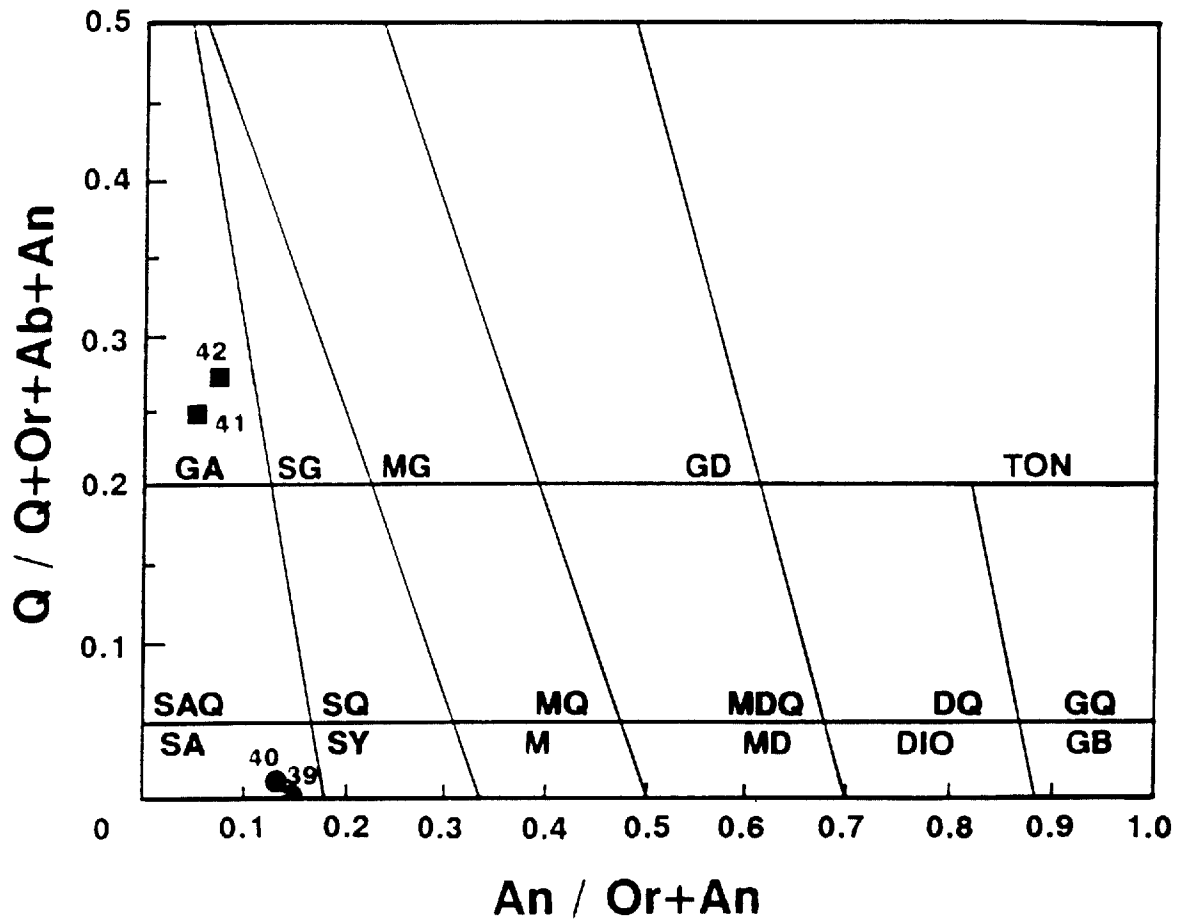


Figure 12. Classification, à partir de la minéralogie normative CIPW, des syénites alcalines et des lithologies associées de l'unité 1 dans le diagramme binaire de Streckeisen et Le Maître (1979). SAQ = syénite alcaline quartzifère, SQ = syénite quartzifère, SA = syénite alcaline, SY = syénite, GA = granite alcalin. Voir figure 4 pour les autres abréviations.

Les spectres des terres rares d'un échantillon de syénite alcaline (no 39) et d'un échantillon de granite pegmatitique peralumineux (no 41) sont présentés à la figure 13. Dans son comportement général, la syénite alcaline adopte un profil comparable à celui des syénites alcalines identifiées au nord de la présente région d'étude (Chevé et Brouillette, 1989). Un faible fractionnement des terres rares légères par rapport aux terres rares lourdes caractérisé par un rapport La_n/Yb_n de 32,8 définit ce profil. En outre, comparé aux syénites alcalines du secteur du lac Fontisson et de la rivière Goodwood (Chevé et Brouillette, 1989), l'échantillon 39 présente une abondance en terres rares significativement plus élevée ($\Sigma TR \approx 269$ ppm versus une valeur moyenne de 125 ppm pour les deux échantillons dosés du secteur nord).

Un fractionnement peu prononcé ($La_n/Yb_n = 8,3$), une faible abondance des terres rares ($\Sigma TR \approx 8,4$ ppm) et un pic positif en Eu caractérisent le profil de l'échantillon 41, contrastant ainsi nettement avec le profil de la syénite alcaline de l'échantillon 39. La faible abondance en terres rares est compatible avec un processus de différenciation très avancé conduisant à des roches granitiques siliceuses suite à la cristallisation d'une phase minérale accessoire telle que allanite, apatite, sphène ou hornblende (Cullers et Graf, 1984). L'enrichissement anormal en sphène (~5%) dans l'échantillon 42 qui constitue un faciès homogène à grain moyen de la masse où a été prélevé l'échantillon 41 appuie cette assertion: la plus faible abondance des terres rares (annexe 1.3) dans ce même échantillon va également dans ce sens.

Dans ce contexte, l'anomalie positive en Eu de l'échantillon 41 (fig. 13) conduit à interpréter le matériel pegmatoïde comme un produit de fin de cristallisation d'où les feldspaths alcalins

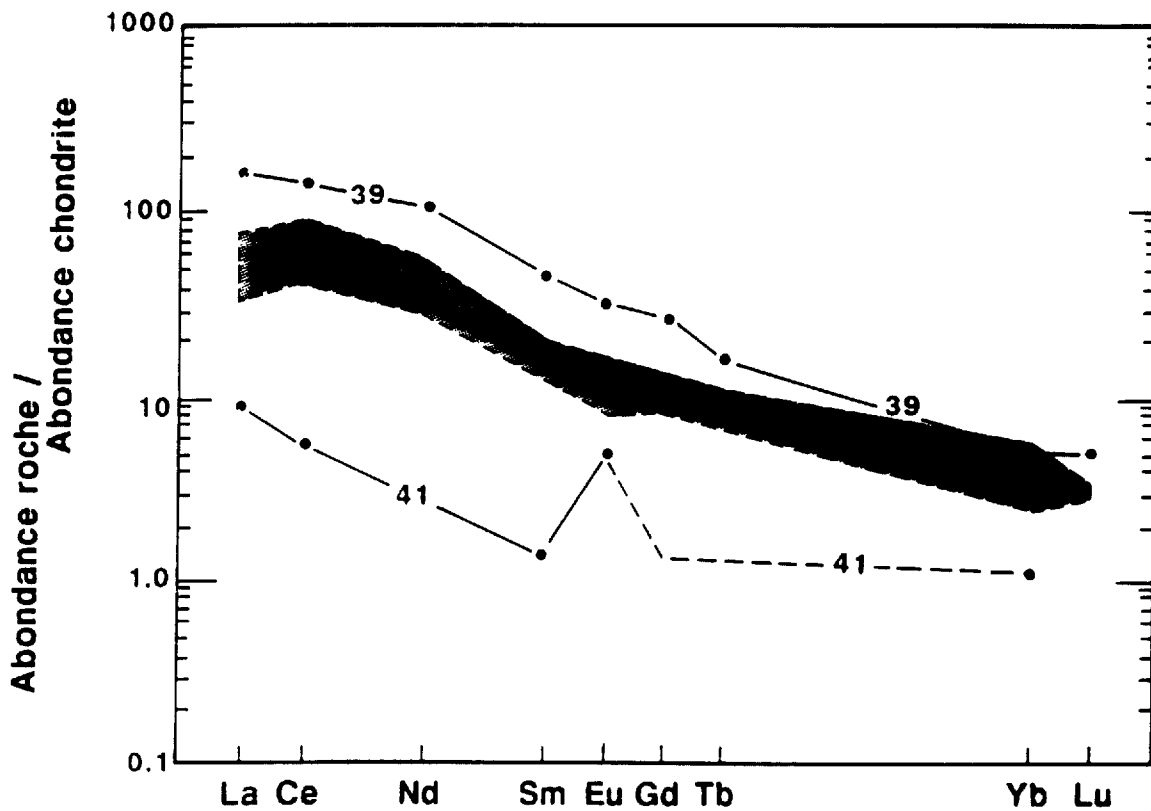


Figure 13. Spectres de terres rares normalisés aux chondrites de deux échantillons (nos 39 et 41) de l'unité 1. La zone ombragée caractérise l'enveloppe des spectres de terres rares de syénites alcalines provenant des corps syénitiques de l'unité 5 cartographiés au nord de la région (Chevé et Brouillette, 1989). Valeurs de normalisation de Nakamura (1974).

des dernières phases de différenciation n'ont pu s'extraire en raison de la viscosité élevée acquise par le magma résiduel siliceux.

SYÉNITE NÉPHÉLINIQUE ET ROCHES ASSOCIÉES (unité 2)

Lithologie

Deux corps de syénite néphélinique (10-60% néphéline), de syénite alcaline à néphéline (<10% néphéline) et de syénite alcaline (<5% quartz) affleurent dans la partie est de la région. Ces roches gris clair à gris moyen et à grain moyen présentent les mêmes caractéristiques minéralogiques, texturales et structurales que celles décrites dans les régions du lac Fontisson (feuillet SNRC 23 N/8E; Chevé et Brouillette, 1988) et du lac Pailleraut (feuillet SNRC 23 O/4E; Lapointe, 1986). Dans la masse la plus importante du nord de la région, des niveaux centimétriques à décimétriques d'ijolite et de roches n ph liques mésocrates   mélanocrates (melteigite) soulignent le rubanement igné. En quelques endroits, ce rubanement est impliqué dans des déformations plicatives serrées de longueur d'onde métrique à décamétrique accompagnées d'une foliation axiale conforme dans son attitude à celle des métatexites encaissantes. De telles relations indiquent clairement que ces corps syénitiques sont pré- ou syn-cinématiques.

Le feldspath (orthose-microcline, m soperthite et antiperthite), la néphéline, la biotite et le clinopyroxène (augite aegyrinique?) constituent, par ordre d'importance décroissante, la minéralogie caractéristique des roches syénitiques. La minéralogie accessoire est définie par la magnétite (<3%), l'apatite (<1%) et, sporadiquement, la calcite (<0,5%). L'altération est généralement peu importante. Elle se traduit par un développement restreint de produits micacés et de cancri-

nite sur la néphéline, par une chloritisation plus ou moins intense, mais locale, de la biotite (altération accompagnée à des degrés divers de subopaques et de sphène) et par le développement d'une frange d'amphibole fibreuse autour de quelques clinopyroxènes.

Le clinopyroxène, la hornblende et la biotite constituent les phases fémiques des faciès néphéliniques mésocrates et mélanocrates. Leur abondance relative varie d'un échantillon à l'autre. Le clinopyroxène et la biotite sont omniprésents; le clinopyroxène représente 15% et plus des minéraux colorés alors que la présence de la biotite varie de l'état de traces à près de 45%. La participation de la hornblende à l'assemblage minéralogique n'est pas systématique; cependant, là où elle est présente, elle peut constituer la phase fémique dominante.

Géochimie

Vingt échantillons de roche de l'unité 2 ont été analysés pour les éléments majeurs et en traces (annexes 1.2 et 1.3); onze d'entre eux ont été dosés pour les éléments des terres rares (annexe 1.4). Les échantillons appartiennent aux deux corps cartographiés dans la partie est de la région que nous identifions, pour les besoins du présent rapport, comme les corps nord (superficie d'environ 12 km²; échantillons nos 43 à 58) et sud (superficie d'environ 2 km²; échantillons nos 59 à 62). Une description sommaire de ces échantillons est présentée à l'annexe 1.1; leur classification est présentée sur la figure 14 à partir de la minéralogie normative.

Sur la base des éléments majeurs, les corps de syénite de l'unité 2 sous étude rencontrent les mêmes caractéristiques géochimiques générales que celles enregistrées dans des corps

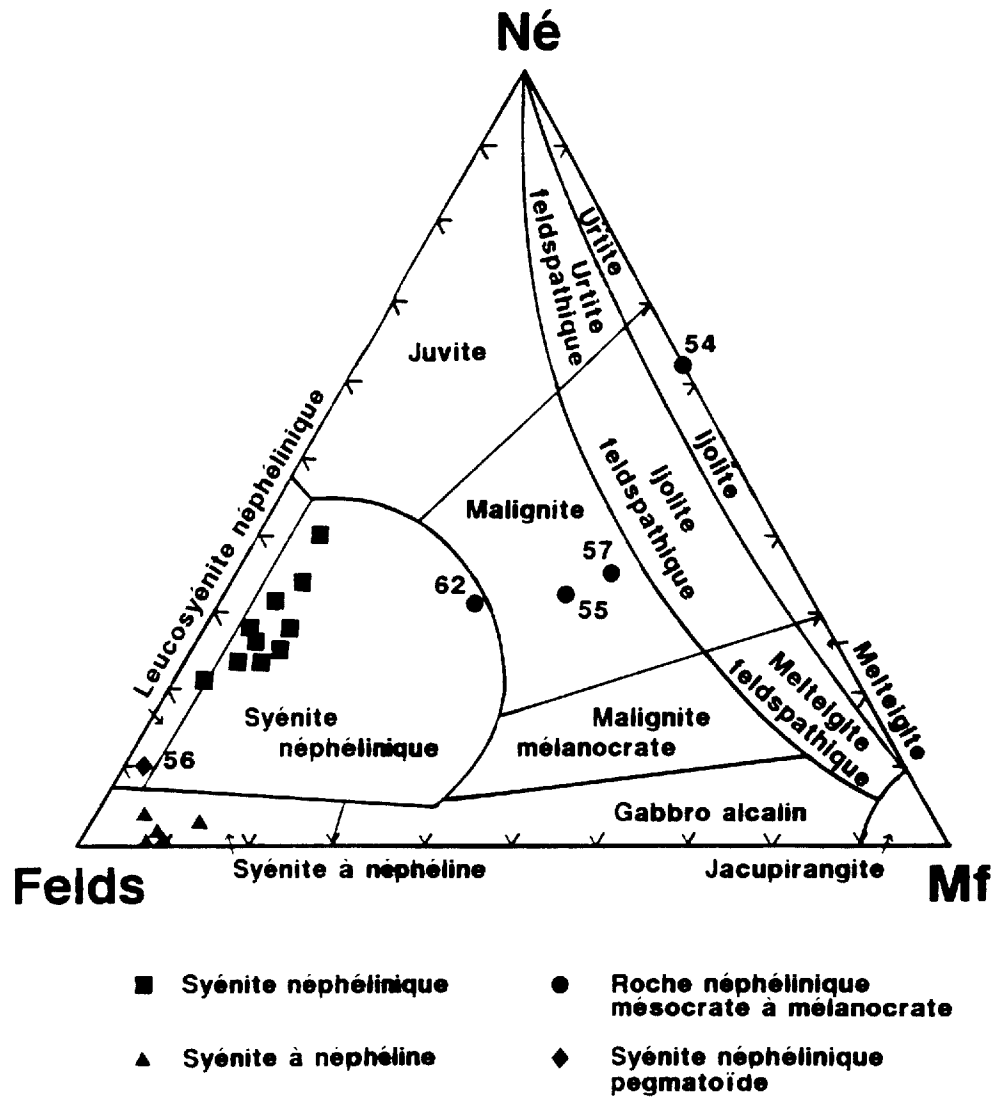


Figure 14. Classification des lithofaciès de l'unité 2 dans le diagramme triangulaire de classification des roches alcalines de Sarantsina et Shinkarev (1967). Né = néphéline, Felds = feldspaths, Mf = minéraux mafiques.

étudiés au nord (Chevé et Brouillette, 1989) et à l'est (Fumerton et Barry, 1984) de notre région. Le diagramme alcalins-silice de la figure 15 illustre ce fait en faisant toutefois ressortir une dispersion un peu plus marquée des points représentatifs des analyses des syénites néphéliniques et des syénites alcalines.

Minéralogiquement exprimé par l'omniprésence de biotite, le caractère légèrement miaskitique des syénites néphéliniques est précisé géochimiquement par un indice d'agpaïcité ($(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$, proportion moléculaire) moyen de 0,96 (écart type=0,03; n=10), soit une valeur significativement plus élevée que celle enregistrée sur le principal corps syénitique de la région située plus au nord (Chevé et Brouillette, 1989).

Sur la base des éléments en traces et des éléments des terres rares, les syénites miaskitiques se différencient des syénites agpaïtiques par des concentrations plus faibles en éléments lithophiles et radioactifs rares (Nb, Zr, Rb, U, Th et terres rares; Gerasimovsky, 1974, tableau 1, p. 403). Les faibles concentrations rencontrées dans les syénites néphéliniques de notre région appuient ainsi le caractère myaskitique identifié à partir des éléments majeurs (tableau 1). Les concentrations en Sr et Ba corroborent également ce caractère chimique dans la mesure où ces deux éléments sont plus abondants dans les miaskites que dans les agpaïtes (tableau 1).

Les spectres des terres rares sont présentés à la figure 16; toutefois, les faibles concentrations des terres rares lourdes, proches des limites de détection analytiques, en limitent l'interprétation. Le degré de fractionnement entre les terres rares intermédiaires des syénites néphéliniques et des syénites alcalines se compare à celui des corps situés au nord de la

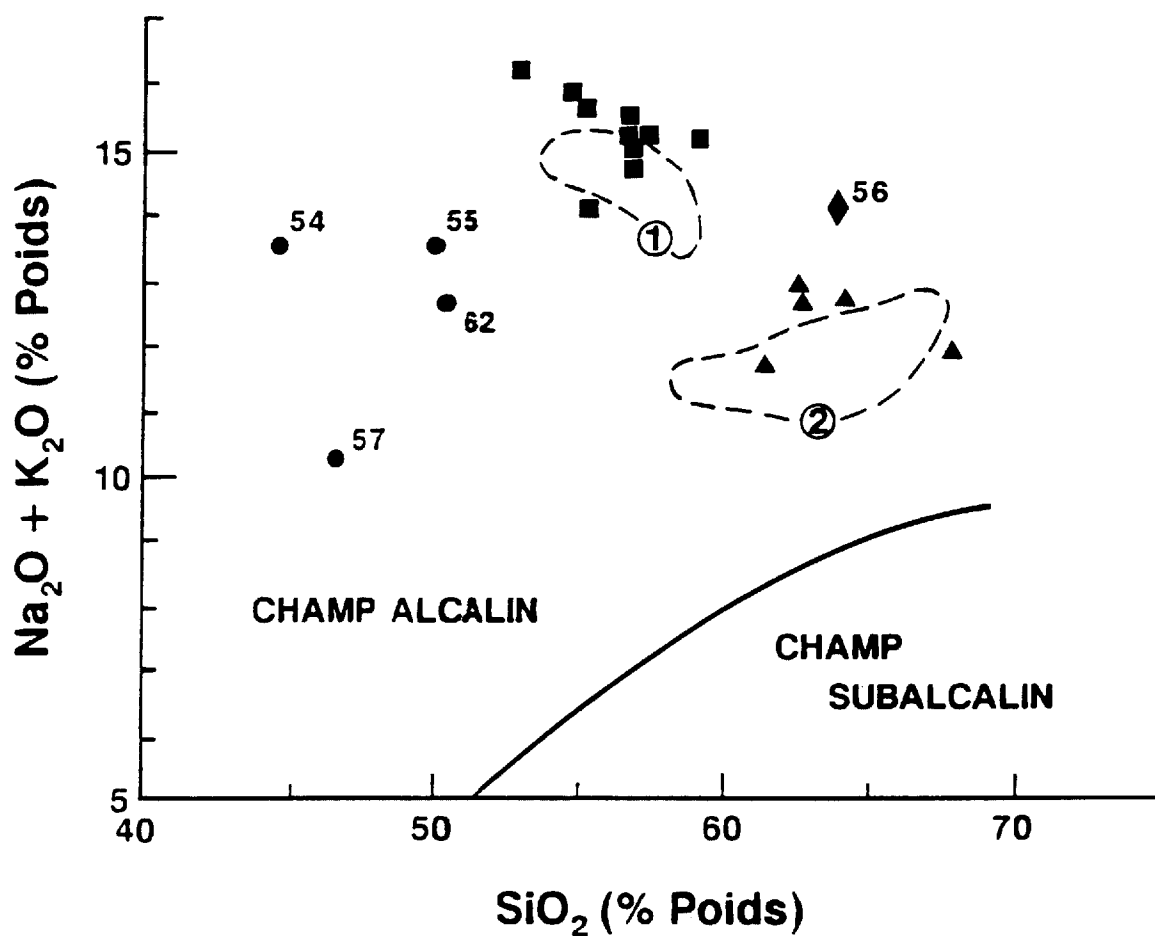


Figure 15. Caractérisation géochimique des lithologies syénitiques de l'unité 2 dans le diagramme $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$. La limite entre les champs alcalin et subalcalin est celle de Irvine et Baragar (1971). Voir légende des symboles sur la figure 14. Enveloppes 1 et 2 telles que définies à la figure 11.

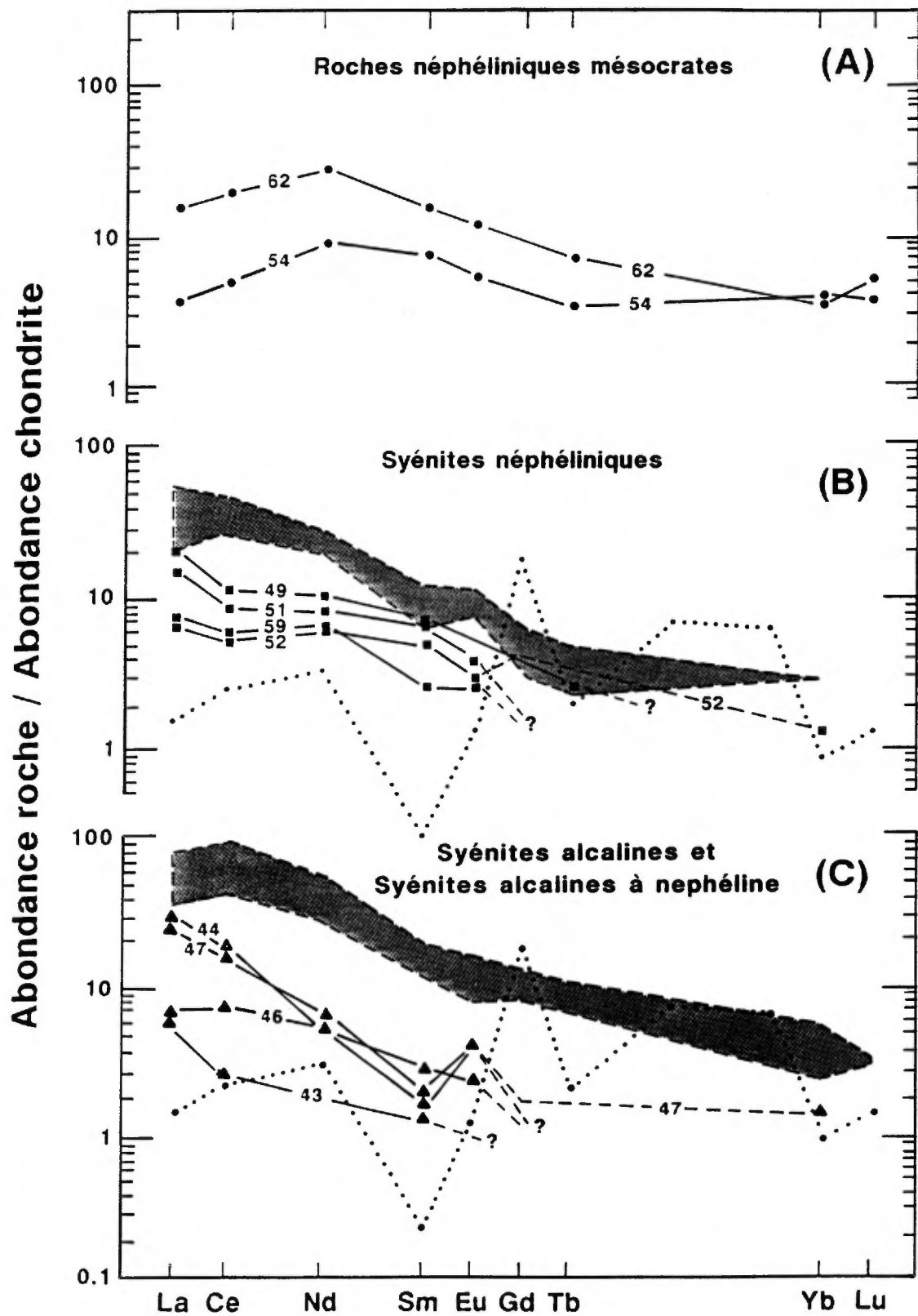
Tableau 1. Abondance de quelques éléments caractéristiques dans des syénites à néphéline (en ppm).

	Lac Weeks - Lac Pailleraut (23 N/1E - 23 O/4W)			Ilimaussaq (SW Groenland)	Lovozero (Péninsule de Kola)	Vishnevogorsk (Oural)	Province de Mongol-Tuva
	Syé. alc (<5% Qz) Syé. à Né (<10% Né) n = 5	Syérite néphélinique n = 10	Syérite pegmatitique (n = 1)				
Rb	¹ 140 (78)	144 (54)	120	590	230	-	-
Sr	278 (173)	948 (447)	720	47	610	1270	-
Ba	260 (201)	1152 (582)	265	90	680-700	1170	-
ΣTR	² 24 (10)	² 21 (6)	-	^{2,9} 2913	^{2,9} 1708	^{2,9} 256	240-500
Y	³ <3	⁷ <3,5	<3	390	135	-	-
Zr	61 (78)	88 (133)	29	4735	3480	518	206-520
Nb	⁴ <6	⁸ <3	10	525	696	252	31-51
Pb	⁵ <n.d.	⁵ <n.d.	n.d.	225	14,6	10	-
Th	⁵ <n.d.	⁵ <n.d.	n.d.	38	35	11	11-16
U	⁶ <0,4	⁵ <n.d.	n.d.	62	16,1	6,3	-
Réf.	1	2	3	4	4	5	6

- Références: 1- Présent rapport; annexe 1.3, analyses 43 à 47.
 2- Présent rapport; annexe 1.3, analyses 48 à 53 et 58 à 63.
 3- Présent rapport; annexe 1.3, analyse 56.
 4- Gerasimovsky (1968); cité par Gerasimovsky (1974; tableau 1, p. 403). Syénite néphélinique agpaïtite.
 5- Eskova et al. (1964); ibid. Syénite néphélinique miaskitique.
 6- Gerasimovsky (1974); données citées dans le texte, p. 406. Syénite néphélinique miaskitique d'origine paléogénétique.

- Notes: ¹ Les valeurs entre parenthèses dans les deux premières colonnes expriment la valeur de l'écart type.
² ΣTR = La + Ce + Nd + Sm + Eu + Gd + Tb + Yb + Lu.
³ Inclut trois valeurs <3 ppm (limite de détection) et considérées comme égales à 3 ppm.
⁴ Inclut une valeur <3 ppm (limite de détection) et considérée comme égale à 3 ppm.
⁵ Toutes les valeurs sont inférieures à la limite de détection analytique.
⁶ Inclut trois valeurs <0,2 ppm (limite de détection) et considérées comme égales à 0,2 ppm.
⁷ Inclut huit valeurs <3 ppm (limite de détection) et considérées comme égales à 3 ppm.
⁸ Inclut neuf valeurs <3 ppm (limite de détection).
⁹ Valeurs extraites des tableaux 1 et 2 de Gerasimovsky (1974).

Figure 16. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des lithofaciès syénitiques de l'unité 2. (A) Roches néphéliniques mésocrates; (B) Syénites néphéliniques; (C) Syénites alcalines et syénites alcalines à néphéline. Les zones ombragées en (B) et (C) définissent les enveloppes des spectres de terres rares des syénites néphéliniques et des syénites alcalines des corps syénitiques de l'unité 5 cartographiées au nord de la région (Chevé et Brouillette, 1989). Valeurs de normalisation de Nakamura (1974). La ligne pointillée définit le profil normalisé aux chondrites des limites de détection analytiques.



présente région (Chevé et Brouillette, 1989). Toutefois, en terme d'abondance absolue, une déficience significative apparaît.

La déficience des corps syénitiques de la région en éléments à potentiel ionique élevé (Zr, Nb, Y), en terres rares et en éléments uranophiles (U, Th, Pb) est ainsi confirmée. Comparées à l'ensemble des syénites néphéliniques traitées par Gerasimovsky (1974), celles qui caractérisent les plutons de la Rivière Goodwood (Fumerton et Barry, 1984) apparaissent nettement les plus déficientes en ces éléments, plus déficientes encore que celles d'origine palingénétique pour lesquelles la faible concentration de tels éléments constitue une caractéristique.

GRANODIORITE (unité 3)

Lithologie

Un seul corps granodioritique s'inscrit totalement dans la région cartographiée à l'été 1988. Situé en bordure ENE de la carte, il forme une masse bien circonscrite d'un kilomètre carré de superficie. Le corps granodioritique apparaissant à la limite NNE de la carte marque la terminaison d'une masse plus importante cartographiée l'année précédente (Chevé et Brouillette, 1988).

La granodiorite de l'unité 3 est une roche homogène, massive à très faiblement foliée, de couleur blanchâtre à rosée en surface d'altération et gris clair en cassure fraîche. Sur le terrain, elle se différencie des leucogranodiorites de l'unité D-3 par une plus grande abondance de ferromagnésiens (10 à 15%), par la quasi-absence d'enclaves et, plus particulièrement, par une signature aéromagnétique positive très marquée.

Au microscope, la granodiorite apparaît généralement avec une texture hétérogranulaire xénomorphe à hypidiomorphe. Toute-

fois, une texture grano-lépidoblastique fruste caractérise quelques échantillons prélevés en périphérie de la masse partiellement cartographiée au NNE de la région. L'assemblage minéralogique est composé de quartz (15 à 25%), de plagioclase (50 à 65%), de feldspath potassique (microcline et localement orthose: 5 à 10%) et de minéraux colorés (10 à 15%). Ces derniers sont la biotite (5 à 15%), le clinopyroxène (1 à 3%), la hornblende ($\leq 1\%$) et les minéraux opaques ($< 1\%$). Les minéraux accessoires sont représentés par des traces d'apatite, de zircon et, plus rarement, de sphène.

Géochimie

Six échantillons de granodiorite ont été analysés pour les éléments majeurs et les éléments en traces; trois d'entre eux ont également été dosés pour les terres rares (annexe 1).

Dans leurs caractéristiques géochimiques générales, nous retrouvons les mêmes signatures que celles enregistrées dans le pluton principal de granodiorite qui perce les métatexites du complexe "B" cartographiées en 1987 (Chevé et Brouillette, 1988; 1989). Ces caractéristiques sont soulignées à l'aide du diagramme QAP de la figure 17 et des diagrammes AFM et An-Ab'-Or de la figure 18. Les patrons des terres rares normalisées de la figure 19 corroborent ces résultats; nous y relevons cependant une abondance légèrement plus faible de l'ensemble des terres rares.

PEGMATITE (unité 4)

Des dykes de pegmatite de puissance décimétrique, rarement métrique, recoupent en quelques endroits les métatexites et les diatexites du sud-ouest de la région. Rectilignes, d'extension

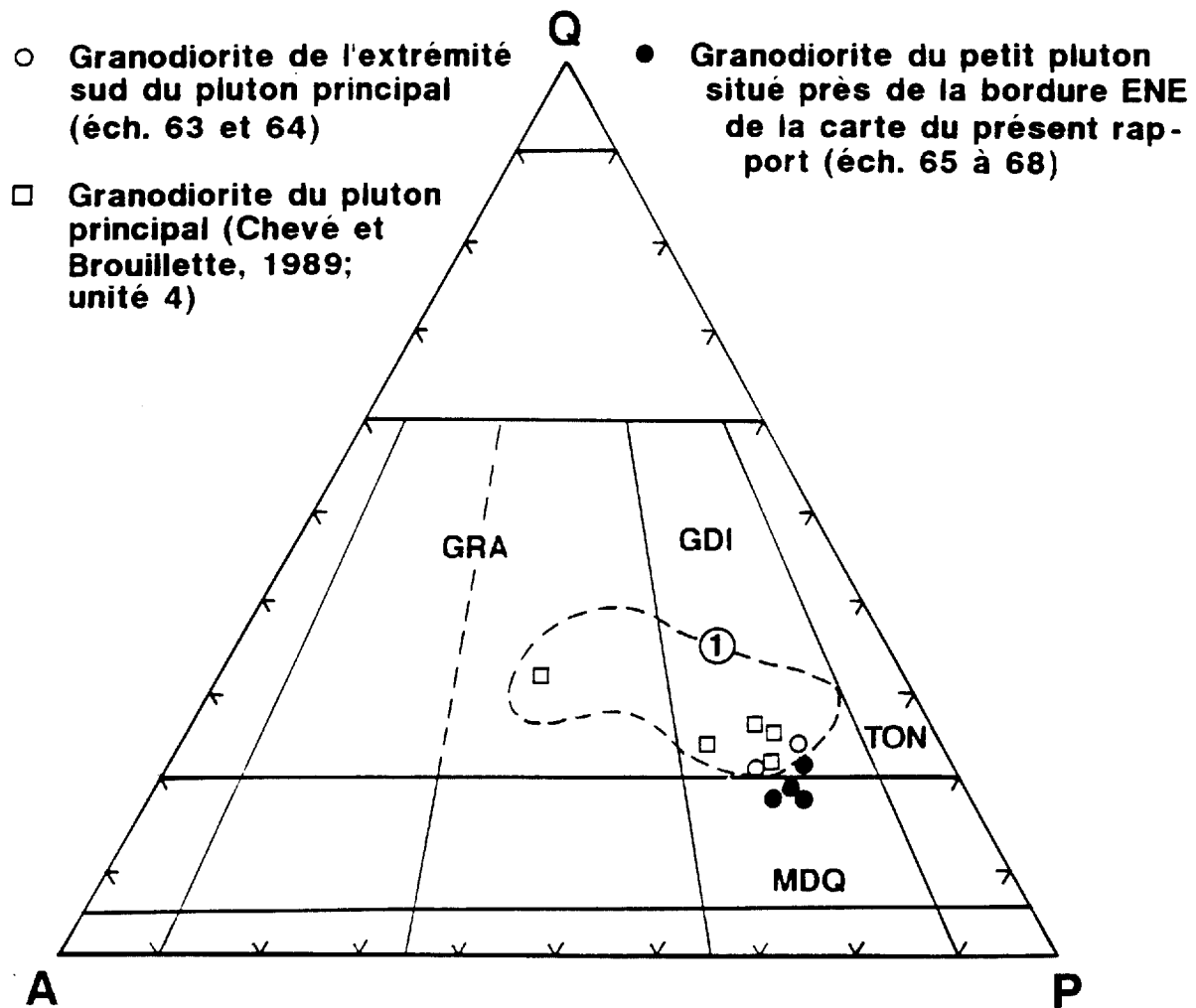


Figure 17. Caractérisation géochimique des granodiorites de l'unité 3 sur le diagramme QAP (Q=quartz, A=feldspath alcalin, P=plagioclase (An_{5-100})). Limites des domaines d'après Streckeisen (1976). GRA = granite, GDI = granodiorite, TON = tonalite, MDQ = monzodiorite quartzifère. L'enveloppe 1 circonscrit les analyses des différentes masses de granodiorite cartographiées au nord de la région sous étude (Chevé et Brouillette, 1989).

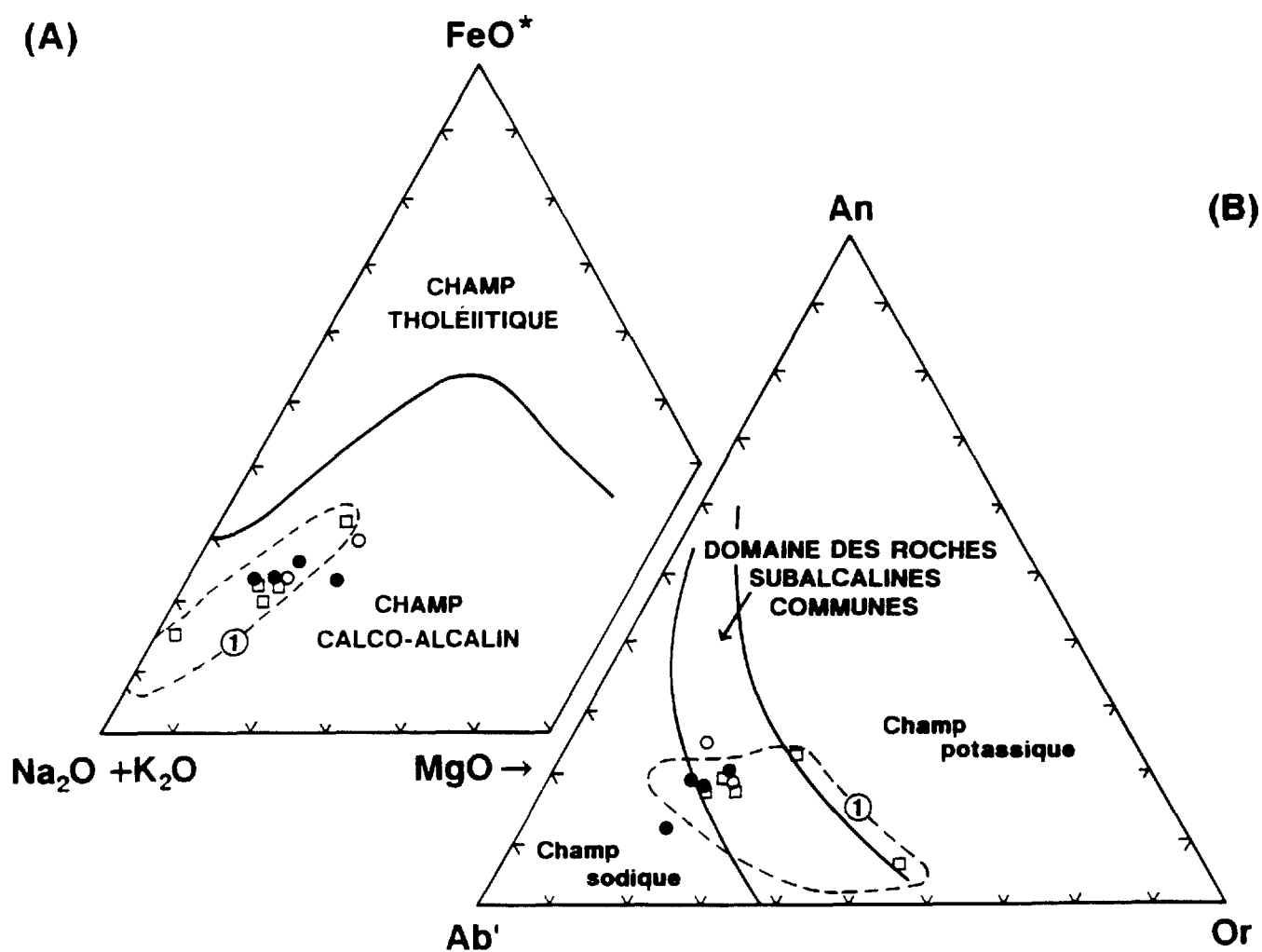


Figure 18. Caractérisation géochimique des granodiorites de l'unité 3 sur le diagramme AFM (A) et sur le diagramme des minéraux normatifs An-Ab'-Or (B). Limites des champs selon Irvine et Baragar (1971). Voir la figure 17 pour le symbolisme et la signification de l'enveloppe 1.

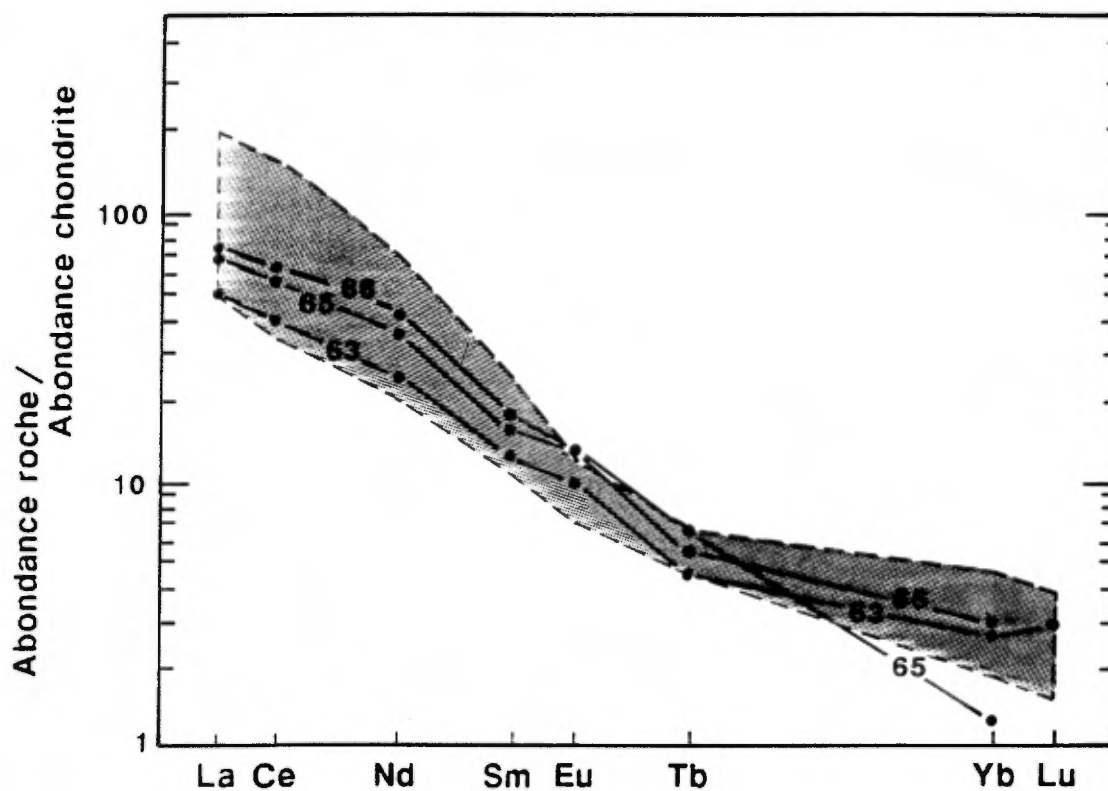


Figure 19. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites de trois échantillons de granodiorite de l'unité 3. La zone ombragée définit l'enveloppe des spectres de terres rares d'échantillons de granodiorite situés au nord de la région de la présente étude (Chevé et Brouillette, 1989). Valeurs de normalisation de Nakamura (1974).

longitudinale décamétrique et communément discordants par rapport à la foliation des roches encaissantes, ces dykes sont les témoins d'injections ignées mineures tardi- à post-cinématiques.

À la différence du matériel pegmatoïde des leucosomes, la biotite est omniprésente (5-10%) et son habitus caractéristique. Elle se développe en tablettes feuilletées de taille proportionnelle à la granulométrie moyenne de la roche et à l'épaisseur du dyke; généralement de quelques millimètres d'épaisseur et de 3 à 5 cm de longueur, ces tablettes peuvent atteindre 10 à 15 cm de long dans les faciès de pegmatite très grossière. Des agrégats irréguliers de magnétite s'associent localement à l'assemblage minéralogique.

INTRUSION POST-OROGÉNIQUE

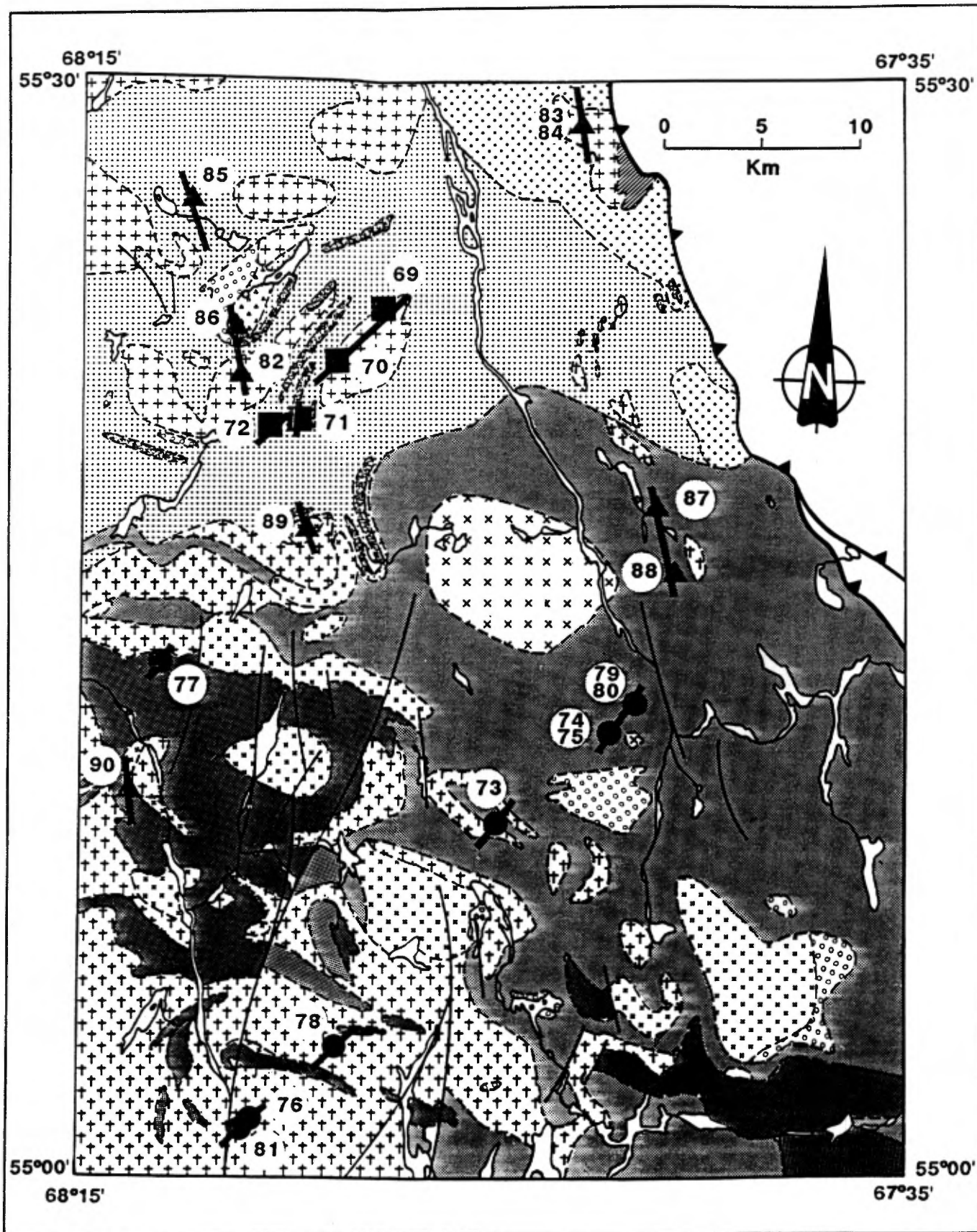
DIABASE (unité 5)

Lithologie

Des dykes de diabase d'épaisseur métrique recourent par endroits les unités métatexitiques et diatexitiques de la région avec des directions parallèles au réseau de fractures conjuguées NNW-SSE et NE-SW qui découpe le socle archéen. Massifs, non foliés et à grain très fin (zone de trempe) à moyen, ces dykes sont postérieurs à l'orogénèse kénoréenne.

Un échantillonnage assez systématique de ces dykes dans la région du lac Fontisson et de la Rivière Goodwood (Chevé et Brouillette, 1989) et dans la région sous étude du présent rapport, nous permet d'amorcer une étude pétrologique régionale (fig. 20).

Figure 20. Distribution des dykes de diabase échantillonnés dans les régions cartographiées au cours des étés 1987 et 1988 (la légende suit la carte). Les numéros réfèrent aux numéros de séquence utilisés dans le texte et à l'annexe 1.



LÉGENDE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE

ROCHES IGNÉES



Dyke de diabase



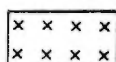
Groupe 1



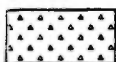
Groupe 2



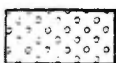
Groupe 3



Granodiorite

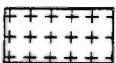


Diorite



Syénite

COMPLEXE "A"



Diatexite homogène



Gneiss tonalitique



Gneiss mafique



Gneiss quartzofeldspathique et roches granoblastiques

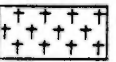


Amphibolite et ultramafite

COMPLEXE "B"



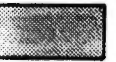
Diatexite homogène



Diatexite hétérogène



Métatexite à grain moyen
(incluant unités de transition métatexite-diatexite)



Métatexite finement grenue
(incluant zone d'intense injection tonalitique)



Linéament majeur observé sur photographie aérienne

L'étude pétrographique révèle trois groupes de dykes de diabase. Les dykes des groupes 1 et 2 sont de direction NE-SW et ceux du groupe 3, sont orientés NNW-SSE.

Le groupe 1 est défini par un dyke segmenté et ses dykes satellites situés dans le secteur nord du lac Fontisson (fig. 20). En dehors des bordures de trempe, les diabases de ce groupe exhibent une texture intergranulaire à intersertale, localement subophitique, caractérisée par l'enchevêtrement de bâtonnets trapus de plagioclase (50%). Les espaces interstitiels sont occupés par des clinopyroxènes (25%) et/ou par une mésostase phyllosilicatée (biotite ± chlorite) d'où se dégagent localement des cristaux de hornblende (5%) aux terminaisons fibreuses d'actinote. L'assemblage minéralogique est complété par des minéraux opaques (3%), des traces de quartz interstitiel (<1%), de l'épidote (<3%) et des traces de calcite.

Une altération modérée à profonde caractérise les plagioclases (saussuritisation) et les minéraux fémiques (ouralitisation) des dykes de ce groupe. De plus, de la chlorite s'insinue partout dans les microfractures de la roche. Ces altérations, combinées avec l'extinction irrégulière des plagioclases, indiquent clairement que la mise en place des dykes du groupe 1 fut suivie d'une période de déformation fragile et d'un métamorphisme ayant atteint le faciès des schistes verts.

Les diabases du groupe 2 s'apparentent texturalement à celles du groupe 1. Minéralogiquement, elles s'en différencient par la présence, dans certains espaces interstitiels du bâti feldspathique, de quartz (3-10%) et/ou d'une simplectite micro-pegmatitique de quartz-feldspath. Concurrément, l'importance de la mésostase phyllosilicatée et, dans une moindre mesure, du clinopyroxène décroît sensiblement dans ces roches.

L'altération des diabases du groupe 2 est faible à modérée. Elle affecte surtout la minéralogie fémique. À la différence du groupe 1, les plagioclases ont, pour la plupart, conservé leur limpidité primaire. Quelques échantillons font toutefois exception en présentant une altération aussi profonde que celle enregistrée dans des diabases du groupe 1 (échantillon no 81).

Les diabases du groupe 3 se caractérisent minéralogiquement par la présence d'olivine (5 à 10%). Avec le clinopyroxène (30%), les minéraux opaques (<5%) et, accessoirement, une mésostase microfibreuse (5 à 10%) de trémolite-actinote, d'antigorite et de phyllosilicates, l'olivine occupe les interstices de la charpente feldspathique (50%). Texturalement, la principale différence entre ce groupe et les groupes 1 et 2 se manifeste au niveau de la morphologie des plagioclases qui prennent ici un habitus prismé beaucoup plus élancé.

L'altération des diabases du groupe 3 est quasi inexistante. Ce sont des roches fraîches où le plagioclase a préservé sa limpidité initiale et où le clinopyroxène et l'olivine ne sont que très localement affectés. Seule la mésostase indique les effets d'une altération tardive, probablement ignée (altération deutérique) plutôt que métamorphique.

Géochimie

Vingt-deux échantillons de diabase ont été analysés pour les éléments majeurs et les éléments en traces (annexes 1.2 et 1.3, échantillons 69 à 90). Treize d'entre eux ont également été analysés pour les éléments des terres rares (annexe 1.4).

Le diagramme de Hughes (1973) de la figure 21 permet de considérer l'ensemble des échantillons sous étude comme des

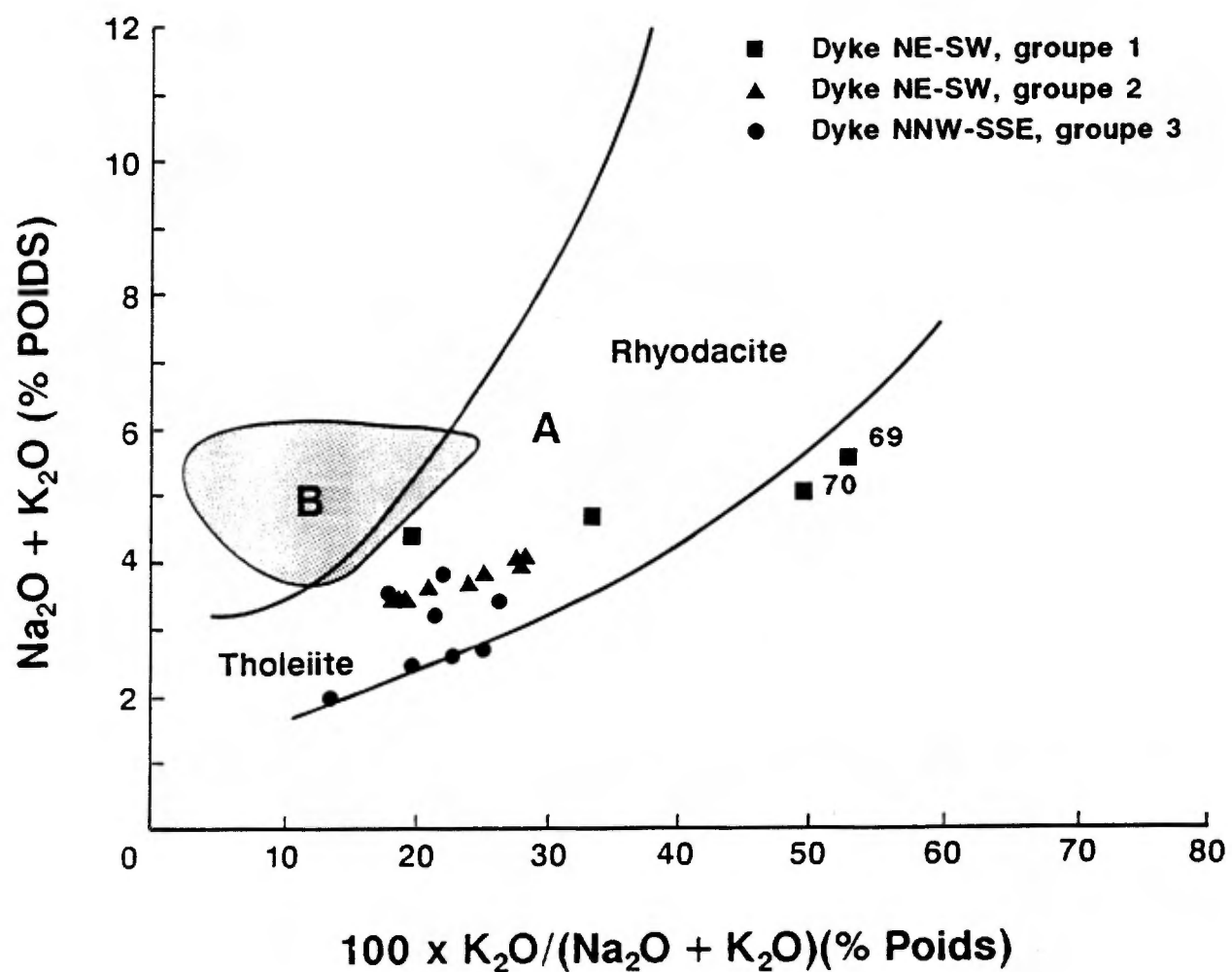


Figure 21. Distribution des dykes de diabase de l'unité 5 dans le diagramme de variation de Hughes (1973). Le spectre des roches ignées "fraîches" se situe dans le champ A, les spilites dans le champ B (région encerclée et tramée).

échantillons de roche fraîche ou dont les modifications chimiques post-intrusives n'ont pas changé significativement le chimisme initial. Seuls deux échantillons du groupe 1 (nos 69 et 70) s'inscrivent légèrement en dehors du spectre des roches ignées normales en raison d'un faible enrichissement en potassium.

Le diagramme alcalins-silice (fig. 22) permet de discriminer clairement les trois groupes de diabase définis sur des bases minéralogiques et de leur assigner un caractère subalcalin. Le diagramme de la figure 23 reconnaît un caractère tholéitique net pour les groupes 1 et 2. Les points du groupe 3, quant à eux, présentent une aire de dispersion qui recouvre largement le champ des basaltes calco-alcalins riches en alumine. Ainsi, le groupe 1 définit des roches tholéitiques saturées, ou faiblement sous-saturées en silice ($<1,1\%$ quartz et $<3,1\%$ olivine normatifs), le groupe 2 caractérise des tholéiites quartzifères faiblement sursaturées (moyenne $3,76\%$ quartz normatif, écart type= $1,7\%$, $n=9$) et le groupe 3 s'identifie à des roches sous-saturées à tendance calco-alcaline (moyenne $7,0\%$ olivine normative, écart type= $3,2\%$, $n=9$).

Le zirconium, élément généralement considéré comme immobile dans des processus d'altération sous-marine ou métamorphique de faible degré (Cann, 1970; Hart et al., 1974; Pearce, 1975; Humphris et Thompson, 1978a et b), est également un élément qui possède une affinité pour les liquides magmatiques basaltiques (coefficient de répartition minéral/liquide $D \ll 1$; Pearce et Norry, 1979; Steinberg et al., 1979). Cet élément défini comme incompatible, ou hygromagmatophyle, constitue en outre un indice de différenciation sensible à la fois aux processus magmatiques de fusion partielle et de cristallisation fractionnée (Tarney et al., 1977 et 1978; Pearce et Norry, 1979). Les diagrammes des figures 24 et 25 l'utilisent en ce sens comme référence pour

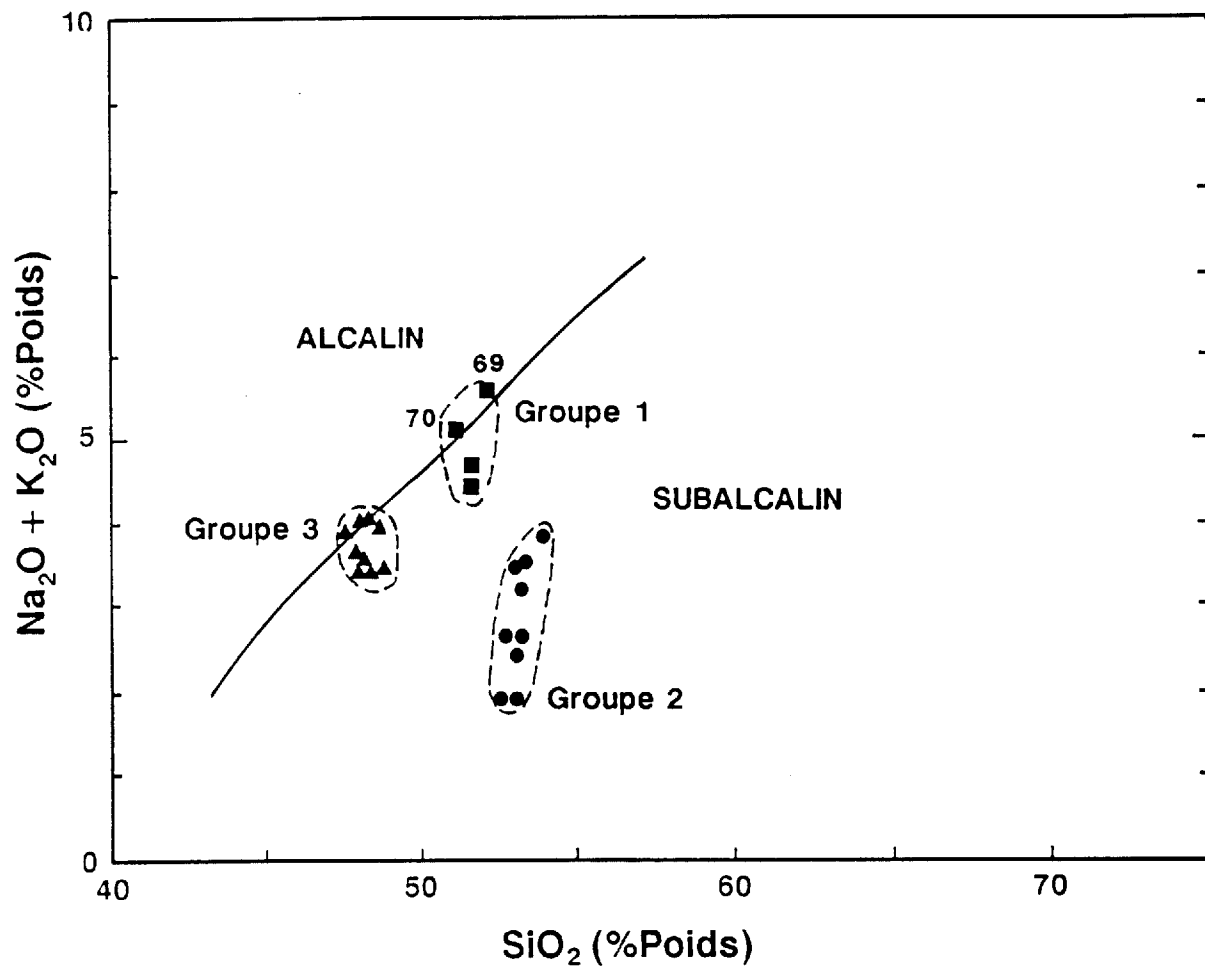


Figure 22. Caractérisation géochimique des dykes de diabase dans le diagramme $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$. Limite entre champ alcalin et champ subalcalin selon Irvine et Baragar (1971).

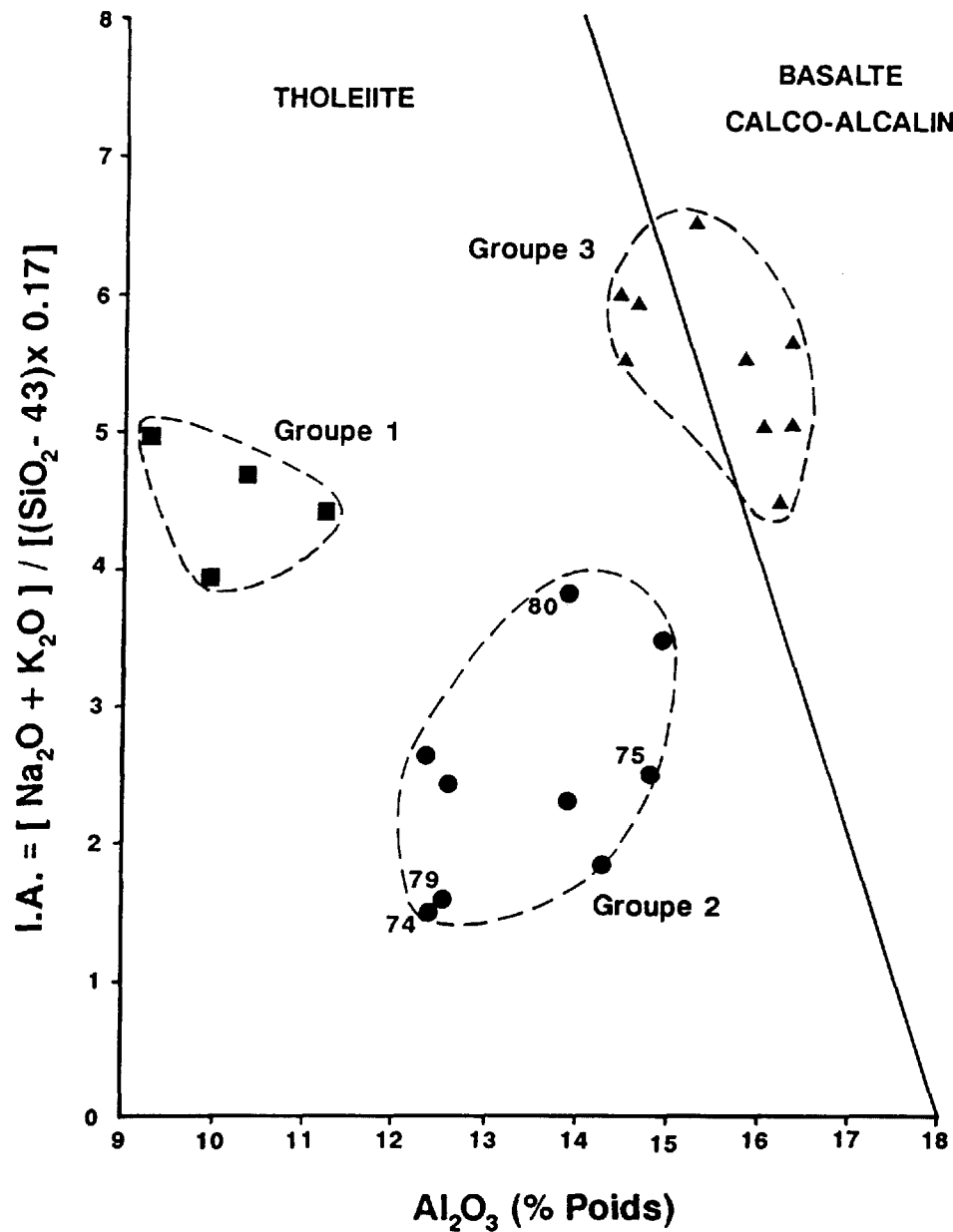


Figure 23. Caractérisation géochimique des dykes de diabase dans le diagramme mettant en relation l'indice d'alcalinité I.A. en fonction de Al_2O_3 . Limite des champs selon Middlemost (1975). $\text{I.A.} = [\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}] / [(\text{SiO}_2 - 43) \times 0.17]$.

Figure 24. Distribution des diabases des dykes des groupes 1, 2 et 3 dans le diagramme (Zr/Y)-Zr (A) et dans le diagramme $(1,5Ca + 0,5(Fe+Mg) + 0,25Al + 2,75Na)/Ti$ vs Si/Ti (Stanley et Russell, 1989) (B). Les droites numérotées sont les droites de régression calculées pour chacun des groupes; les équations de ces droites et les coefficients de corrélation apparaissent sur la figure. Les segments de droite orientés indiquent les relations chimiques entre des échantillons de la zone de bordure et de la zone centrale d'un dyke prélevés sur un même affleurement; les flèches pointent vers l'échantillon du centre du dyke. Voir figure 21 pour le symbolisme.

Dans le diagramme (Zr/Y)-Zr, les vecteurs de la partie inférieure droite expriment graphiquement le changement de composition du liquide résiduel résultant de la cristallisation fractionnée modélisée de l'olivine (Ol), du plagioclase (Pl), de l'orthopyroxène (Op), du clinopyroxène (Cp) et de la hornblende (Hb) à partir des coefficients de répartition de Pearce et Norry (1979). Limites des domaines géotectoniques des basaltes selon Pearce et Norry (1979): WPB = basaltes intraplaques, IAB = basaltes des arcs insulaires et MORB = basaltes des rides médio-océaniques.

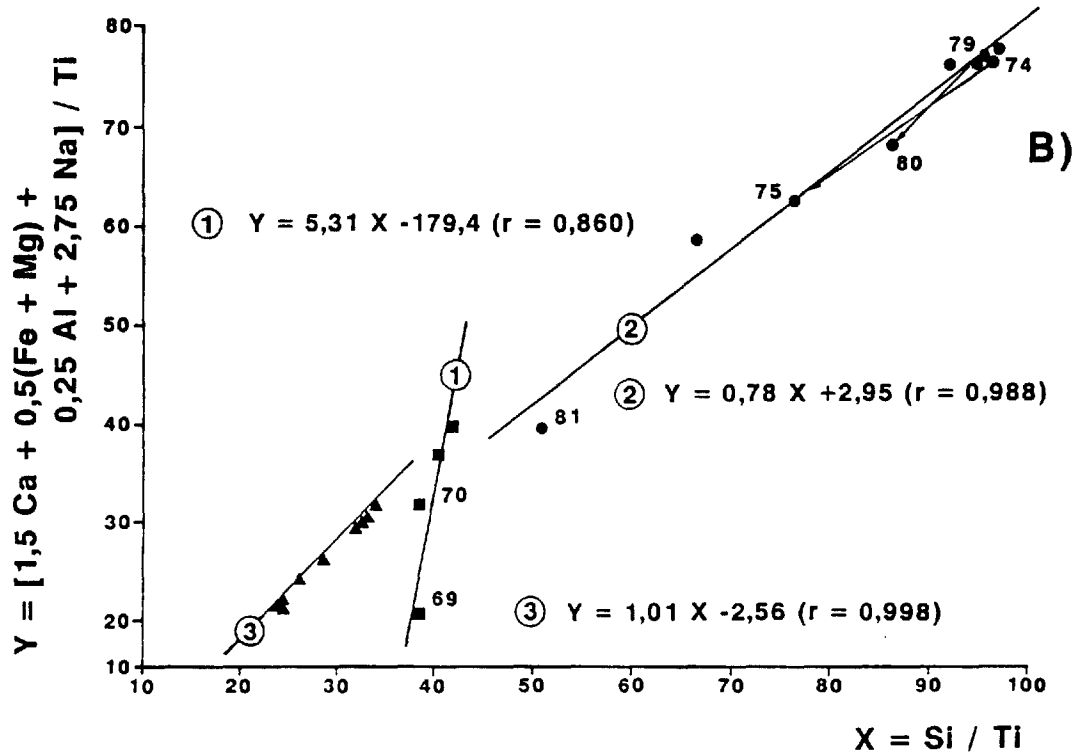
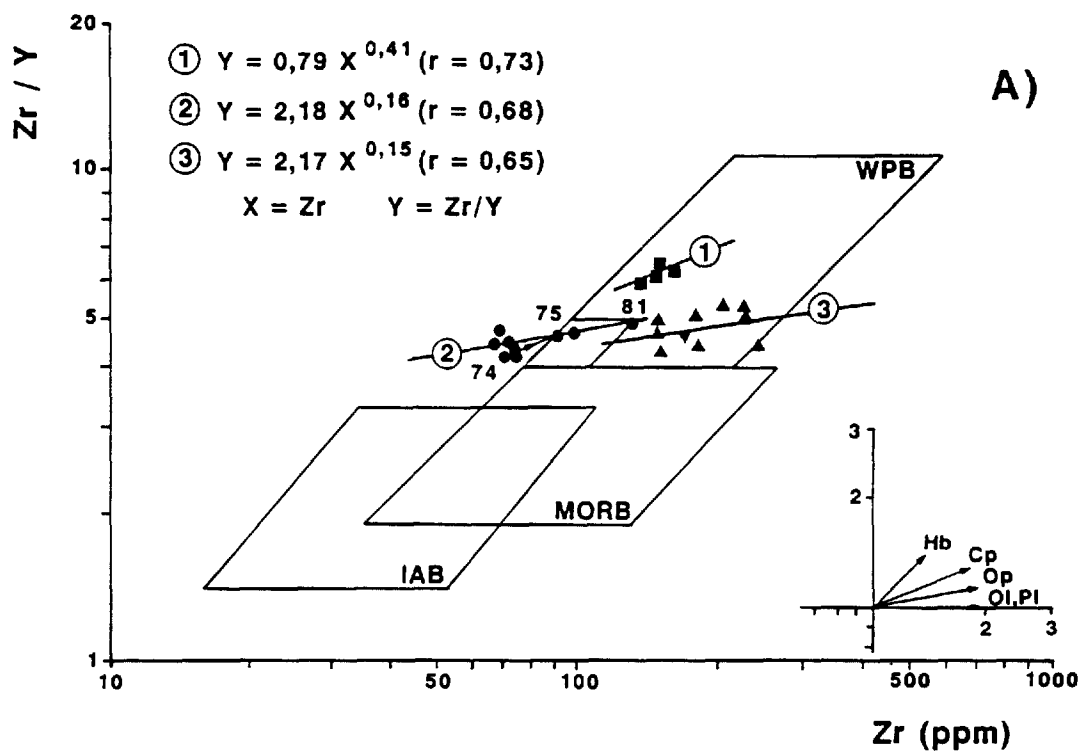
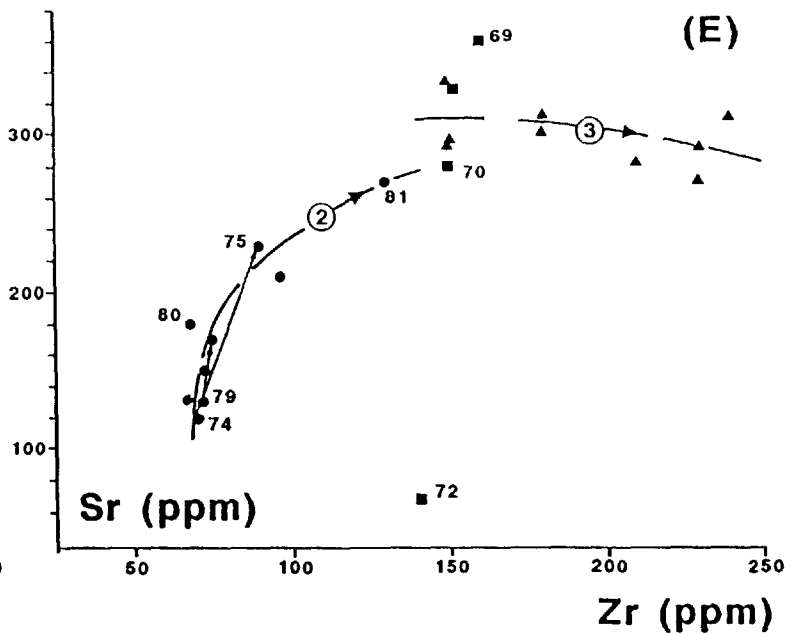
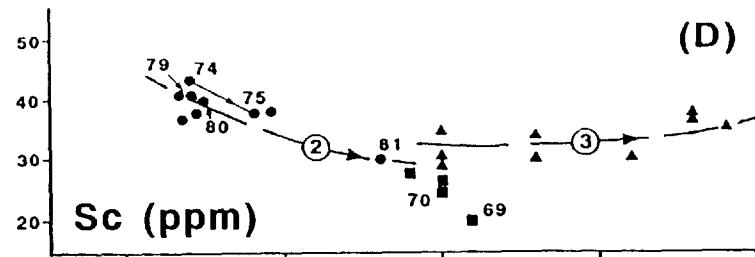
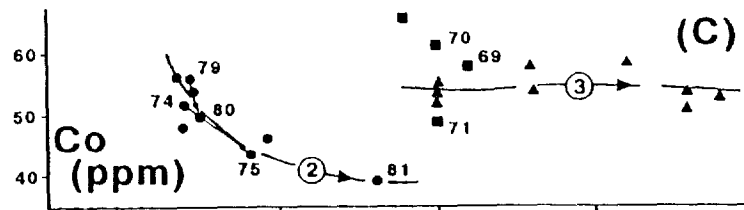
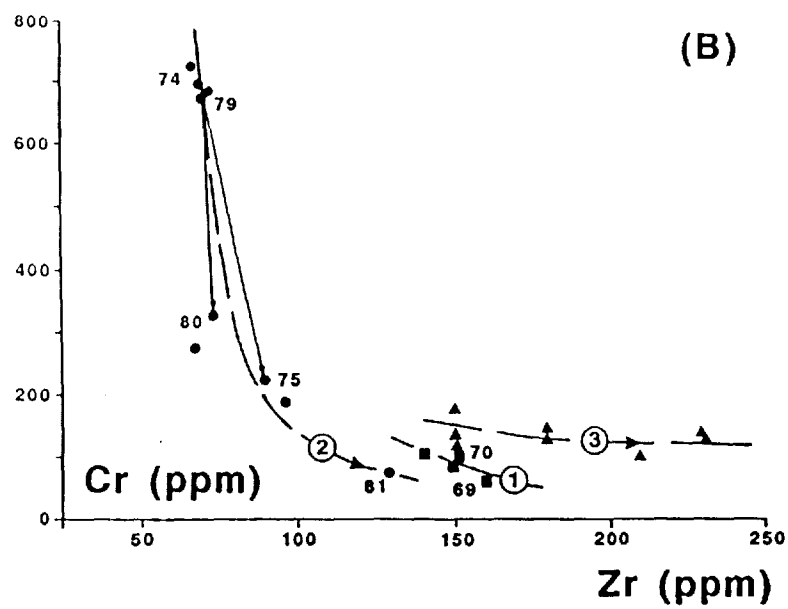
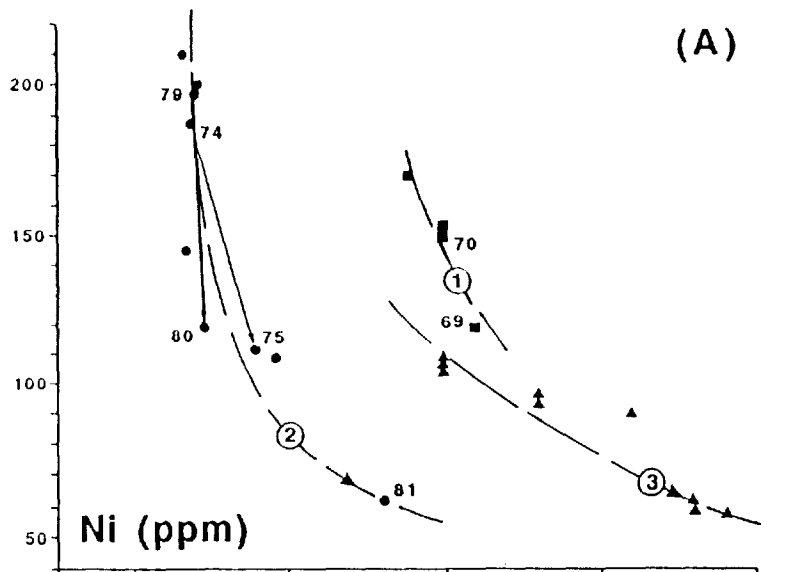


Figure 25. Diagrammes de variation de quelques éléments mineurs (Cr, Ni, Co, Sc et Sr) en fonction de Zr dans les dykes de diabase de l'unité 5. Les courbes numérotées définissent les tendances évolutives de chacun des groupes. Noter que seulement sept échantillons du groupe 3 ont été analysés pour Cr. Voir figure 21 pour le symbolisme.



évaluer les variations chimiques au sein des trois groupes de diabase de l'unité 5.

Hormis la dispersion de la majorité des points dans le champ des basaltes intraplaques de Pearce et Norry (1979), les relations linéaires observées sur le diagramme (Zr/Y)-Zr de la figure 24a suggèrent un processus de cristallisation fractionnée à l'intérieur de chacun des groupes. La signification de ces relations reçoit sa justification dans le groupe 2 par les variations chimiques enregistrées entre l'échantillon de la bordure de trempe (numéro 74) et celui de la région centrale (numéro 75) d'un dyke d'épaisseur métrique.

Dans le diagramme (Zr/Y)-Zr, la pente des droites de régression permet d'entrevoir la contribution relative des minéraux participant à la fractionnation. Les vecteurs modélisés pour la fractionnation de l'olivine (Ol), du plagioclase (Pl), de l'orthopyroxène (Op), du clinopyroxène (Cp) et de la hornblende (Hb) illustrés à la figure 24a permettent d'évaluer graphiquement cette contribution. En effet, sur ce diagramme (et ceux du même type mettant en relation des paires d'éléments incompatibles), tout modèle de cristallisation fractionnée est représenté par une droite dans les domaines où D, le coefficient global de répartition solide/liquide, est constant. Subparallèle à l'axe des abscisses si D est faible, c'est-à-dire lorsque la cristallisation est contrôlée par l'olivine et/ou le plagioclase, la droite devient pentée positivement si D est plus élevé, c'est-à-dire lorsque l'orthopyroxène, le clinopyroxène et/ou la hornblende guident le processus magmatique. Dans ce contexte et en relation avec les observations pétrographiques, les pentes des droites de régression établies pour les groupes 1, 2 et 3 conduisent aux remarques suivantes:

- 1- De l'olivine et/ou du plagioclase ont contribué en présence de minéraux mafiques (pyroxènes et/ou hornblende) à la différenciation magmatique.
- 2- Une phase possédant un coefficient de répartition D_{Zr} supérieur à celui de l'orthopyroxène a participé à l'assemblage minéralogique contrôlant la différenciation du groupe 1. Un assemblage dominé par du clinopyroxène ou contenant de la hornblende pourrait ainsi expliquer la pente élevée de la droite de régression de ce groupe (pente de 0,41 comparée à 0,16 et 0,15 respectivement pour les groupes 2 et 3); rappelons que le groupe 1 est le seul groupe dans lequel de la hornblende a été rapportée dans l'assemblage minéralogique qui comble les espaces interstitiels du bâti feldspathique de la roche.

Basé sur l'étude des ratios molaires de Pearce (1968), le diagramme de la figure 24b constitue un test pour vérifier la composition de l'assemblage minéralogique qui contrôle la différenciation d'un magma. En effet, sur ce diagramme, les compositions de roches comagmatiques dérivant de la cristallisation et de la fractionnement d'olivine, de clinopyroxène, de plagioclase ou de toute combinaison de ces trois phases minérales doivent être colinéaires et distribuées sur une droite de pente 1 (Stanley et Russell, 1989). Les points représentatifs du groupe 3 satisfont à cette condition.

Les points du groupe 2 présentent une plus grande dispersion que ceux du groupe 3; toutefois, statistiquement ils définissent une droite de régression compatible avec l'évolution chimique enregistrée entre des zones de trempes (numéros 74 et 79) et des zones centrales (numéros 75 et 80) échantillonnées sur un même site. La pente de la droite de régression du groupe 2, diffé-

rente de 1, nécessite la participation d'au moins une autre phase minérale à l'assemblage qui contrôle l'évolution chimique; cette participation n'écarte pas nécessairement celle de l'une des trois autres phases (olivine, clinopyroxène, plagioclase).

Un constat général semblable à celui que nous venons de faire pour le groupe 2 prévaut pour le groupe 1. Toutefois, le comportement des échantillons 69 et 70, pour lesquels une légère altération potassique est reconnue à la figure 21, oblige à questionner la signification pétrogénétique, en terme d'évolution magmatique, que l'on doit attribuer à la régression menée sur les quatre échantillons du groupe 1.

Les éléments traces compatibles, ceux qui entrent de préférence dans la structure cristalline des minéraux plutôt que de rester dans le liquide résiduel au cours de la cristallisation des magmas (contribuant ainsi à l'appauvrir) fournissent d'autres informations sur le processus de différenciation. Caractérisé par un coefficient de répartition minéral/liquide élevé ($D > 1$), un élément compatible s'avère particulièrement intéressant s'il se concentre dans un nombre restreint de phases minérales; tel est le cas du Ni dans l'olivine¹ ($D \approx 13$) le spinelle ($D \approx 16$) et les sulfures ($D = 275$), du Cr dans le spinelle ($D \approx 600-660$) et le clinopyroxène ($D \approx 15$), du Co dans les sulfures ($D = 80$) et le spinelle ($D \approx 40$) et, à un degré moindre, dans l'olivine, l'orthopyroxène et le clinopyroxène ($D \approx 3,8, 3,2$ et $1,5$ respectivement), du Sc dans l'orthopyroxène ($D \approx 3,1-5,0$) et le clinopyroxène ($D = 2,8$) et du Sr dans le plagioclase ($D \approx 1,66-13$). Le comportement de ces éléments en fonction de l'indice de différenciation

¹Les coefficients de répartition minéral/liquide en milieu basaltique présentés sont tirés de Rajamani et Naldrett (1978; tableau 3, p. 87), de Steinberg et al. (1979; tableau 9-1, p. 470) et de Halleran et Russell (1990; tableau 1, p. 244).

Zr est présenté graphiquement sur les diagrammes de la figure 25; la particularité géochimique de chacun des trois groupes de diabase ressort clairement.

Les chutes drastiques et corrélatives du Ni (fig. 25a) et du Cr (fig. 25b) dans les diabases du groupe 2 traduisent nettement les effets de la cristallisation de l'olivine et du clinopyroxène¹. La faible diminution du Co (fig. 25c) qui accompagne cette chute ne permet pas d'entrevoir la participation significative de spinelle au cours de ce processus. La décroissance du Sc (fig. 25d) témoigne de la participation du pyroxène (orthopyroxène et/ou clinopyroxène) à l'assemblage de minéraux qui contrôle la cristallisation du magma. L'enrichissement en Sr (fig. 25e) écarte la participation du plagioclase, tout au moins dans les premiers stades de la cristallisation; en effet, la réduction progressive du taux d'enrichissement (entre les échantillons 80 et 81) met en évidence l'apparition du plagioclase sur le liquidus. Ainsi, l'évolution chimique enregistrée parmi les échantillons du groupe 2 résulte d'une cristallisation contrôlée par la séparation d'un assemblage de minéraux mafiques (olivine+clinopyroxène et/ou orthopyroxène) auxquels s'ajoute progressivement du plagioclase.

Dans le cas des diabases du groupe 3, les diagrammes de variation du Ni, Cr et Sr de la figure 25 appuient le diagnostic porté à la figure 24b en faisant ressortir la contribution simultanée des trois phases olivine, clinopyroxène et plagioclase

¹Étant donné la faible concentration des sulfures dans les échantillons analysés ($S=0,08\% \pm 0,05\%$; moyenne et écart type des 22 échantillons) et par conséquent leur faible contribution au coefficient global de répartition, les effets de leur cristallisation ne sont pas pris en considération dans l'évolution du Ni et du Co.

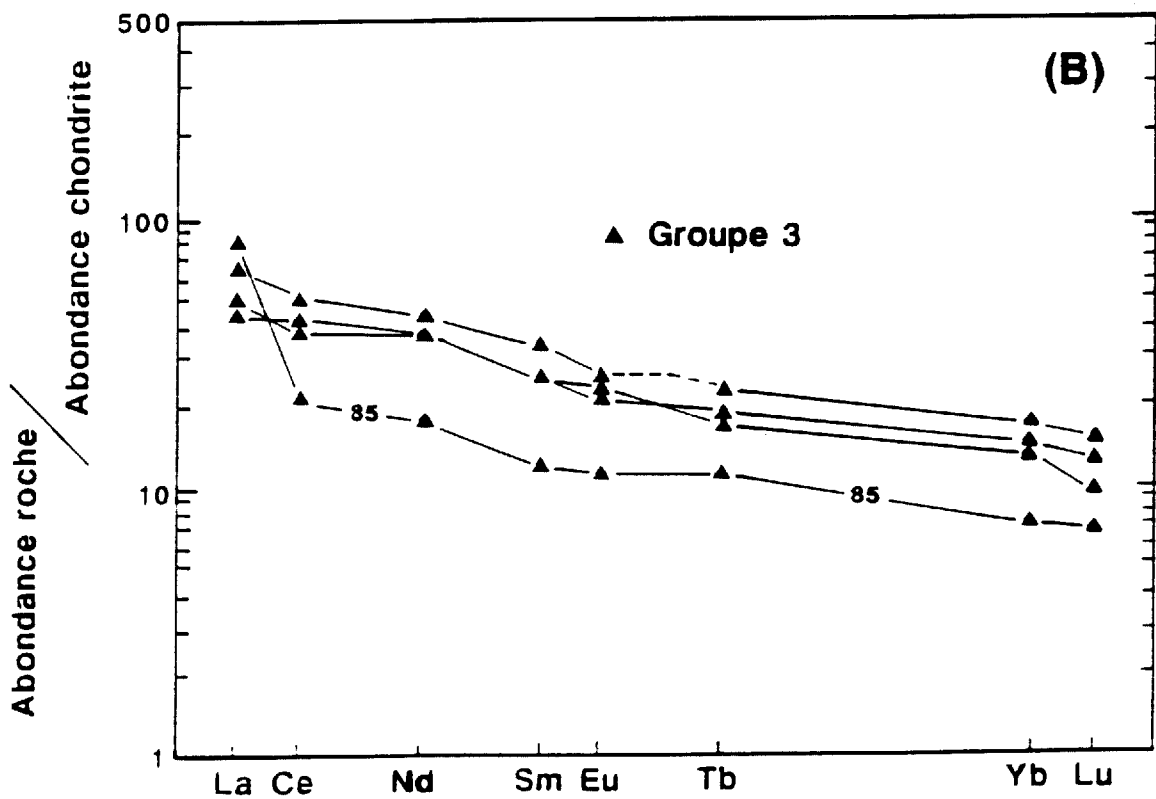
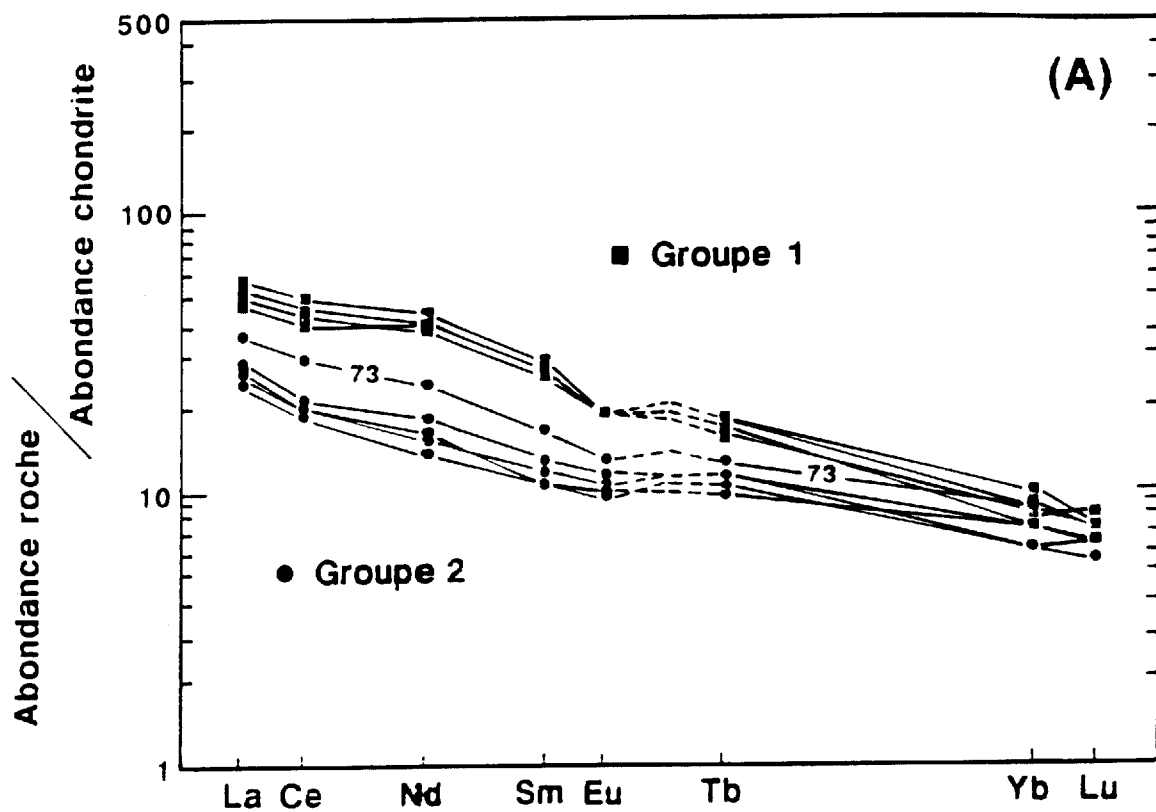
à l'évolution du liquide magmatique résiduel. Toutefois, le faible enrichissement du Sc vers les termes les plus évolués du groupe élimine une contribution significative du clinopyroxène à cet assemblage.

Le nombre limité d'échantillons et les faibles variations chimiques enregistrées ne permettent pas de tirer des conclusions très spécifiques quant au processus magmatique qui gouverne l'évolution des diabases du groupe 1. Leur assujettissement à un métamorphisme au faciès des schistes verts et la légère altération potassique observée pour deux d'entre elles à la figure 21 (échantillons 69 et 70) contribuent à masquer davantage ce processus. Dans ce contexte nous devons être attentif au caractère fortuit possible de certaines corrélations ou tendances mesurées ou observées sur les diagrammes chimiques. Pour cela, relevons simplement pour ce groupe que les tendances évolutives suggérées aux figures 25a, 25b et 25c sont compatibles avec une cristallisation contrôlée par la séparation d'un assemblage d'olivine et/ou de clinopyroxène et/ou d'orthopyroxène.

Quant à une possible contribution de la hornblende suggérée pétrographiquement et géochimiquement à la figure 24a, celle-ci ne peut être clairement établie sur les diagrammes de la figure 25 puisqu'il s'agit également d'un minéral concentrateur de Ni, Cr, Co ($D=13$, 20 et 3,7 respectivement pour ces trois éléments; Steinberg et al., 1979) et de Sc.

Les diagrammes des terres rares soutiennent la discrimination des diabases en trois groupes (fig. 26). Les différences se manifestent au niveau de l'abondance absolue des terres rares et du degré de fractionnement entre les terres rares légères et les terres rares lourdes. Ceci s'exprime par une abondance absolue moyenne ΣTR de 91 ppm (écart-type=6 ppm, $n=4$), de 44 ppm

Figure 26. Spectres de terres rares normalisées aux chondrites des diabases des dykes de l'unité 5. (A) Spectres d'échantillons des groupes 1 et 2. (B) Spectres d'échantillons du groupe 3. Valeurs de normalisation de Nakamura (1974).



(écart-type=9 ppm, n=5) et de 105 ppm (écart-type=23 ppm, n=4) et par un fractionnement moyen La_n/Yb_n de 6,2 (écart-type=0,6), de 3,9 (écart-type=0,3) et de 3,7 (écart-type=0,4) respectivement pour les groupes 1, 2 et 3.

Une anomalie négative en Eu se dégage du profil des terres rares des diabases du groupe 1; ainsi semble mis en évidence le rôle, non suspecté à la figure 25e, du plagioclase dans l'évolution chimique de ce groupe.

La contribution du plagioclase inférée dans le processus de cristallisation fractionnée du groupe 3 n'est que très faiblement soulignée par une anomalie négative en Eu dans le profil des terres rares de deux des quatre échantillons dosés de ce groupe. Il semble donc que, par leur abondance dans l'assemblage qui contrôlait la cristallisation, l'olivine et le clinopyroxène aient dominé quantitativement le plagioclase.

Le profil général des terres rares du groupe 2 est compatible avec une cristallisation contrôlée à ces débuts par la séparation du magma d'un assemblage d'olivine, d'orthopyroxène et de clinopyroxène. La faible anomalie négative en Eu dans l'échantillon 73 corrobore notre hypothèse à l'effet que lors des derniers stades de l'évolution du magma du groupe 2, le plagioclase ait de plus en plus contribué à la cristallisation de cet assemblage.

Âge

Aucune donnée géochronologique n'est actuellement disponible pour les dykes de diabase de notre région. Sur la base des données de terrain, les relations recoupantes sur le grain tectonique des unités métatexitiques et diatexitiques indiquent

clairement que leur injection est postérieure à l'orogénèse kénoréenne. Les observations pétrographiques suggèrent en outre que le dyke où ont été prélevés les échantillons du groupe 1 soit le plus ancien et que les dykes NNW-SSE porteurs des échantillons du groupe 3 soient les plus jeunes.

Au nord de notre région, à l'ouest du lac Cambrien un âge K-Ar de 1499 ± 85 MA est rapporté par Clark (1984) sur un dyke de diabase de direction NE-SW recoupant les roches granitiques du socle archéen de la province du Supérieur et les roches sédimentaires de la Formation de Sakami. Sur la base de l'analyse chimique publiée par Clark (tableau 3, p. 57, analyse no 4), il n'est pas possible de retrouver dans le comportement des éléments majeurs, ni dans celui du rapport Zr/Y, un des trois groupes identifiés dans notre région. Toutefois, les concentrations en Ni, Cr, Co, Sr et Zr, respectivement de 45, 23, 38, 260 et 160 ppm, placent cette analyse dans le prolongement différencié des lignes évolutives des diabases du groupe 2. Nous ne pouvons donc écarter la possibilité que les diabases des groupes 2 et 3 puissent être postérieurs à l'orogénèse hudsonienne.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

Le rubanement migmatitique et/ou la foliation constituent les principaux éléments structuraux mesurés dans les unités métatexitiques M-1 à M-5 ainsi que dans les unités diatexitiques hétérogènes D-1 et D-2.

Les travaux de cartographie entrepris depuis 1987 permettent de reconnaître quatre événements de déformation. Une foliation pénétrative S_1 , soulignée par l'orientation des lamelles de biotite et parallèle à un rubanement métatexitique millimétrique à centimétrique (leucosomes de type I), constitue l'élément structural prédominant observé sur le terrain. Aucun plissement, tant microscopique que mésoscopique n'a pu lui être associé. La seconde déformation (D_2) conduit à la formation de plis isoclinaux et de plis serrés approximativement semblables. Un clivage S_2 par pli-fracture recoupe la foliation S_1 dans les charnières de ces plis. En quelques endroits, surtout dans les charnières des plis les plus serrés, S_2 évolue vers un clivage de flux et transpose partiellement S_1 . Dans tous les cas, l'attitude de S_2 dans les charnières des plis P_2 se confond avec celle de S_1 sur les flancs de ces mêmes plis. L'attitude générale des foliations est WNW-ESE avec pendage modéré de 40° à 65° NNE dans la partie nord de la région. Elle virgure dans la partie SE pour acquérir une attitude générale NW-SE et un pendage plus accentué de 60° à 80° NE.

Dans les parties centre-ouest et sud-ouest le patron structural est profondément imprimé par des structures en dômes qui, par leur allongement général WNW, respectent cependant le grain tectonique régional. Une déformation plicative D_3 , caractérisée par un plissement ouvert de longueur d'onde décakilométrique et d'axe plongeant de NW à NE, est identifiée dans la

partie nord des terrains cartographiés en 1987 (Chevé et Brouillette, 1988). Non reconnue comme telle dans la région d'étude de 1988, sa présence est inférée à partir du patron régional en dômes et bassins.

La déformation D_4 est une déformation cassante à l'origine du réseau de fractures et de failles d'orientation NNW-SSE et NE-SW qui découpe une grande partie du socle archéen. Dans la région d'étude ces failles et fractures ont peu d'incidence sur le grain tectonique et leur développement apparaît nettement postérieur aux déformations plicatives D_1 , D_2 et D_3 . En plusieurs endroits, elles ont contrôlé la mise en place des dykes de diabase de l'unité 5.

MÉTAMORPHISME

Un métamorphisme régional de degré intermédiaire à élevé caractérise l'ensemble de la région cartographiée.

La biotite et le grenat sont les minéraux indicateurs de métamorphisme les mieux distribués régionalement. De l'orthopyroxène s'associe en quantités variables à la paragenèse. Peu abondant ou difficilement observable dans des mésosomes des métatexites, celui-ci s'observe mieux dans les leucosomes des métatexites et dans les diatexites. La stabilité du pyroxène dans le mobilisat granitique (leucosomes et diatexites) permet alors d'évaluer la température de cristallisation à environ 750°C (Bohlen et al., 1983; Vielzeuf et Holloway, 1988).

Un métamorphisme rétrograde régional au faciès des schistes verts se manifeste par l'apparition de chlorite dans la plupart des roches métatexitiques, diatexitiques et intrusives.

CHRONOLOGIE DES ÉVÉNEMENTS TECTONIQUES,
MIGMATITIQUES ET IGNÉS

GÉOCHRONOLOGIE

Trois échantillons ont été choisis pour datation par la méthode U-Pb. Les travaux d'analyse ont été effectués par N. Machado au Royal Ontario Museum de Toronto. Les échantillons sélectionnés sont:

- 1) une granodiorite de l'unité 3;
- 2) un leucosome de type II de l'unité métatexitique M-1;
et,
- 3) une syénite néphélinique de l'unité 2.

Granodiorite. L'échantillon provient du pluton principal de granodiorite cartographié au centre-sud du feuillet SNRC 23 0/5 de la Rivière Goodwood (Chevé et Brouillette, 1988). Il s'agit d'une roche massive et homogène, gris clair, à grain fin à moyen qui, au microscope, révèle une texture grenue hétérogranulaire xénomorphe à hypidiomorphe. Elle se compose de quartz (20%), de feldspath potassique (20%), de plagioclase (45%), de biotite (8%), de clinopyroxène (3%), de hornblende (Tr) et de minéraux opaques (2%). Une analyse chimique des constituants majeurs et des éléments en traces de l'échantillon soumis pour datation est présentée à l'annexe 1 de notre rapport intérimaire des régions du Lac Fontisson et de la Rivière Goodwood (analyse no 32; Chevé et Brouillette, 1989).

Deux types de zircon caractérisent l'échantillon de granodiorite, soit: 1) des zircons au coeur rose enveloppé d'une surcroissance brune à terminaison pyramidale et, 2) des zircons entièrement bruns. L'analyse du coeur d'un grain de zircon dégagé de sa surcroissance brune donne un âge concordant de

2699 ± 3 Ma. L'analyse d'une fraction contenant des terminaisons pyramidales brunes et des cristaux de zircon entièrement bruns conduit à un âge concordant de 2697 ± Ma (fig. 27). La similitude des âges concordants du coeur rose et des surcroissances brunes conduit à émettre les deux hypothèses suivantes:

- 1) Le coeur est plus vieux que l'âge mesuré et a été complètement réajusté lors de la cristallisation de la granodiorite; et,
- 2) Le coeur et les surcroissances se sont formés au cours du même événement, les différences d'âge s'inscrivant à l'intérieur des limites de précision analytique.

Dans un cas comme dans l'autre, les datations indiquent l'âge de cristallisation de la granodiorite, âge qui est fixé à 2698 ± 3 Ma, soit la moyenne des deux mesures obtenues.

Des grains de monazite recueillis dans le même échantillon donnent un âge concordant de 2619 ± 6 Ma (fig. 27). L'écart de 78 Ma entre l'âge de cristallisation établi sur zircon et cet âge rend peu probable qu'il s'agisse là d'un âge de refroidissement de l'intrusion. Cette datation U-Pb sur monazite représente plus probablement l'âge d'un événement métamorphique.

Leucosome. L'échantillon a été recueilli sur l'indice aurifère du lac du Canoe (Panneton et Doucet, 1987; Lapointe, 1986). Il provient d'un leucosome d'environ 50 cm d'épaisseur (leucosome de type II) recoupant avec un angle très prononcé d'autres leucosomes d'épaisseur décimétrique (également de type II). À cet endroit, les leucosomes, y compris le leucosome échantillonné, et la métatexite encaissante sont impliqués dans une déformation plicative P_2 de longueur d'onde et d'amplitude métrique.

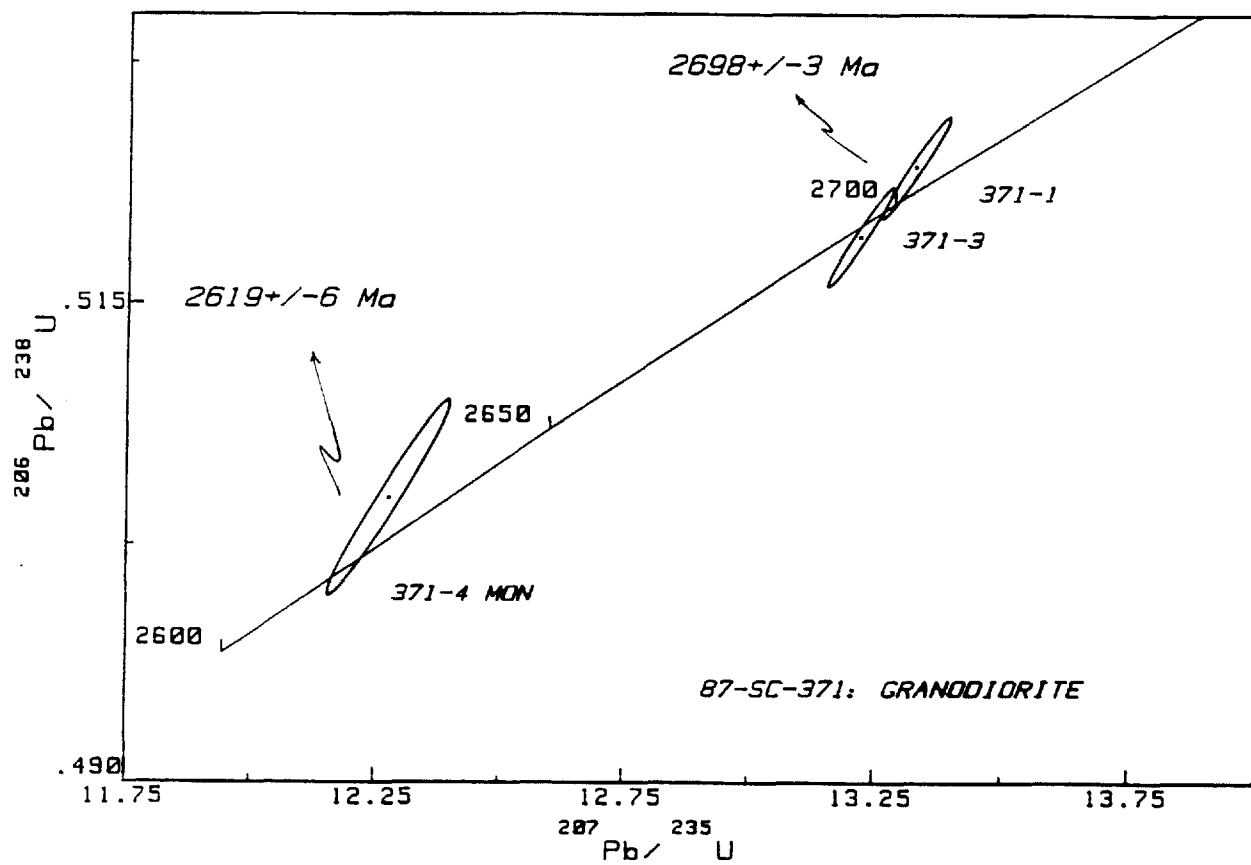


Figure 27. Diagramme Concordia U-Pb des zircons et de la monazite de l'échantillon de granodiorite (87-SC-371).

La roche est massive, blanche et à grain moyen à grossier, localement très grossier. Elle se compose de feldspath alcalin, de quartz, de plagioclase et accessoirement de biotite intensément chloritisée. Quelques grains millimétriques à centimétriques de grenat sont présents en bordure, au contact avec la métatexite encaissante; toutefois, cette zone a été exclue de l'échantillonnage.

Des grains de zircon métamicté et des grains de monazite ont été isolés de l'échantillon. En raison de sa médiocre qualité, le zircon n'a pas été analysé. Le dosage de la monazite détermine un âge concordant de 2645 ± 6 Ma (fig. 28). Cette datation constitue l'âge minimum de la cristallisation du leucosome.

Syénite. L'échantillon provient du pluton situé dans la partie NW du feuillet SNRC 23/04E (Lac Pailleraut) cartographié par Lapointe (1986). Ce pluton correspond à l'intrusion la plus à l'est des plutons de la Rivière Goodwood tels que définis par Fumerton et Barry (1984).

Dans un contexte géologique dominé par des syénites néphéliniques (10-60% néphéline), l'échantillon soumis à l'analyse est une syénite rubanée et foliée pratiquement dépourvue de néphéline (traces seulement) contenant environ 15% de biotite et 3% de magnétite.

De nombreux grains de zircon métamicté et des grains de baddeleyite (ZrO_2) de bonne qualité ont été extraits de la roche. Les zircons n'ont pas été analysés en raison de leur médiocre qualité. Deux fractions de baddeleyite donnent des âges de 2624 ± 3 Ma (concordant) et de 2626 ± 3 Ma (0,5% discordant). La moyenne de ces deux âges, 2625 ± 3 Ma date la cristallisation de la syénite (fig. 28).

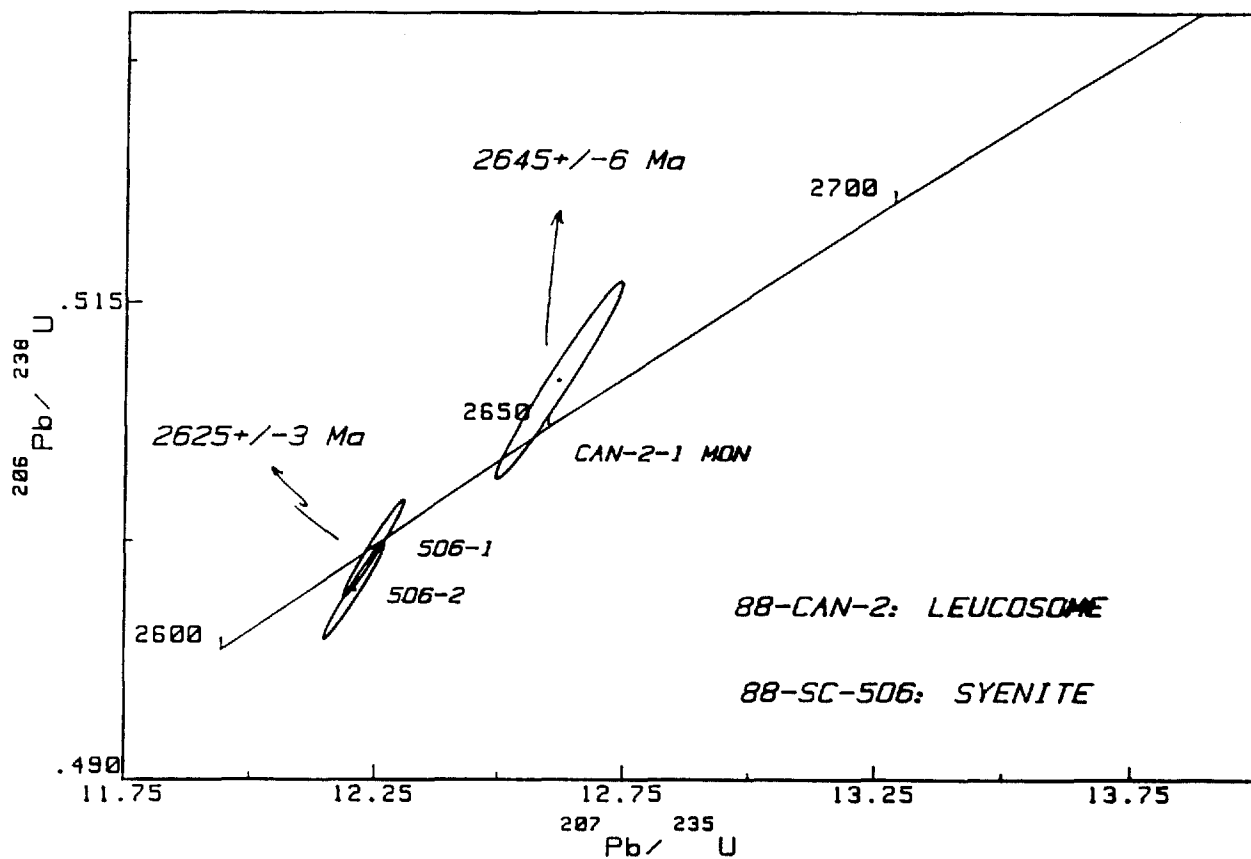


Figure 28. Diagramme Concordia U-Pb de la monazite du leucosome de type II du lac du Canoe (88-CAN-2) et de deux fractions de baddeleyite d'une syénite des plutons de la Rivière Goodwood (88-SC-506).

GÉOLOGIE HISTORIQUE

Les unités lithologiques les plus anciennes reconnues dans le complexe d'Ashuanipi sont les unités métatexitiques. Un âge minimum de 2786 Ma est postulé par Mortensen et Percival (1987) pour des lithologies semblables dans la région du lac Clairambault située à environ 100 km au SW du centre de notre région d'étude.

Les lamines de magnétite et le rubanement centimétrique dans les horizons de formation de fer insérés dans les unités de métatexite constituent les seules évidences de structure, probablement primaires et sédimentaires, acquises avant le rubanement métatexitique. Dans ce contexte, les plissements isoclinaux qui les affectent sans se prolonger dans les métatexites encaissantes témoignent soit de glissements synsédimentaires (slumping?), soit de déformations plicatives antérieures au développement du rubanement des métatexites. Aucune évidence nette de litage S_0 n'a été observée dans les unités métatexitiques; Percival (1987) en rapporte une dans la région du lac Clugny (environ 75 km SE du centre de la région d'étude).

Les évidences de terrain suggèrent au moins quatre périodes de déformation, trois événements migmatitiques et cinq événements ignés. Le tableau 2 résume la chronologie relative de ces événements en tentant de les "caler" géochronologiquement par les datations U-Pb présentées en début de chapitre et par les données de Mortensen et Percival (1987).

Les périodes de déformation

La nature de ces déformations et les éléments structuraux qui leur sont associés ont été discutés dans le chapitre de

Tableau 2. Chronologie des événements tectoniques, migmatitiques et ignés dans le complexe d'Ashuanipi au NW de Schefferville.

ÉVÉNEMENTS			DATATION (Age en Ma)	ÉVIDENCES DE TERRAIN ÉLÉMENTS GÉOLOGIQUES DATÉS
Tectonique	Migmati- tique	Igné		
				Protolithes du Complexe d'Ashuanipi
				Plissement intraformationnel (?) dans formation de fer (type Algoma)
D ₁	M ₁	I ₁	2698 ± 3	Foliation et rubanement métatextitique (leucosomes type I); éléments structuraux : S ₁ et P ₁ (?) Dykes mafiques métamorphisés au faciès granulite Plutonisme granodioritique (unité 3)
?	M ₂ M _{2a} M _{2b} M _{2c}	?	2667,3 ± 1,2	Leucosomes type II (leucosomes anatectiques); relations discordantes locales : au moins trois générations (lac du Canoe) Diatexite homogène à biotite et pyroxène (Mortensen et Percival, 1987)
		I ₂	2645 ± 6 2641,9 ± 3,0	Métamorphisme (rétrograde ?) : Datation sur monazite (leucosome type II, lac du Canoe) Datation sur zircon (Mortensen et Percival, 1987)
		I ₃	2625 ± 3	Magmatisme syénitique néphélinique (unité 2)
D ₂	M ₃		2619 ± 6	Plissement P ₂ (clivage pli-fracture, flux; S ₂) Diatexite locale (M ₃) peu intense dans charnière plis P ₂ Age postulé sur monazite de la granodiorite de l'unité 3
D ₃		I ₄		Déformation plicative ouverte Dykes de pegmatite
D ₄		I _{5a} I _{5b}		Déformation cassante (fractures NNW-SSE et NE-SW) Dykes de diabase : a) groupes géochimiques 1 et 2 (fracturation NE-SW) b) groupe géochimique 3 (fracturation NNW-SSE)

géologie structurale; nous n'en rappellerons donc que les éléments principaux.

La première déformation, D_1 , enregistrée dans les unités métatexitiques est à l'origine de la foliation pénétrative S_1 qui, sur le terrain, constitue l'élément structural dominant régionalement. Aucun plissement probant P_1 n'a été observé en affleurement. Toutefois, les petits plis observés dans les formations de fer, à défaut d'être intradéformationnels (déformation D_0 ?), pourraient être les témoins de cette déformation plicative D_1 .

La seconde déformation, D_2 , donne naissance à des plis isoclinaux et à des plis serrés approximativement semblables. Un clivage S_2 par pli-fracture, évoluant localement à un clivage de flux (charnières de plis très serrés) accompagne D_2 .

La déformation D_3 s'exprime par un plissement ouvert de longueur d'onde décakilométrique et d'axe variant de NW à NE. Son interférence avec D_2 conduit à un patron structural régional en dômes et bassins.

La déformation D_4 est une déformation fragile à l'origine du réseau de fractures et de failles conjuguées NNW-SSE et NE-SW qui découpe le socle archéen.

Les événements migmatitiques

Le premier événement migmatitique, M_1 , se manifeste par les leucosomes millimétriques à centimétriques (leucosomes de type I) qui donnent naissance au rubanement des métatexités. Le parallélisme de la majorité de ces leucosomes avec la foliation S_1 est le reflet probable d'un même événement tectono-métamorphique.

Au contact de la granodiorite de l'unité 3, plus particulièrement aux contacts E et SE du pluton principal situé au centre-sud du feuillet topographique de la Rivière Goodwood (SNRC 23 O/5), le rubanement métatexitique subit un effacement graduel de l'encaissant vers la granodiorite. Par ailleurs, des enclaves de métatexite sont présentes près de la bordure du pluton de syénite néphélinique d'où nous avons prélevé un échantillon pour datation (NW du feuillet SNRC 23 O/4E). Le rubanement métatexitique avec ses leucosomes de type I est donc antérieur à la mise en place des corps de syénite néphélinique de l'unité 2 et des corps de granodiorite de l'unité 3.

Dans les unités métatexitiques grenatifères, dans l'unité M-1 surtout, les poeciloblastes de grenat englobent en de maints endroits, sans modification, la foliation S_1 et le rubanement. Ce rubanement métatexitique et, par conséquent, les leucosomes de type I sont donc liés à un processus métamorphique antérieur et de degré moindre que celui qui induit la blastogenèse grenatifère. La migmatisation M_1 apparaît ainsi résulter essentiellement d'un processus de différenciation métamorphique antérieur, distinct ou précurseur de la migmatisation M_2 .

Le second événement migmatitique, M_2 , est caractérisé par l'injection des leucosomes de type II dans l'ensemble des unités métatexitiques. À la différence de M_1 , la migmatisation M_2 requiert un système ouvert.

Les veines d'épaisseur décimétrique à métrique qui caractérisent les leucosomes de type II sont pour la plupart faiblement discordantes sur S_1 et sur le rubanement métatexitique. D'autre part, des relations discordantes locales entre leucosomes de type II conduisent à reconnaître plusieurs pulsations magmatiques. Sur l'affleurement de l'indice du lac du Canoë, trois

généralisations de leucosomes de type II sont reconnues. Le leucosome le plus jeune, impliqué dans une déformation plicative D_2 , révèle un âge minimum U-Pb de 2645 ± 6 Ma. La durée de la migmatisation M_2 est inconnue. Toutefois, des veines décimétriques de matériel tonalitique semblable à celui des leucosomes de type II recourent la bordure foliée du pluton principal de granodiorite dans la région de la Rivière Goodwood. Sur cette base, un âge maximum de $2698 \pm$ Ma peut être avancé.

Les relations pétrogénétiques possibles entre les leucosomes de type II rencontrés dans les métatexites et les corps de diatexite hétérogène ou homogène rencontrés dans la partie SW des terrains cartographiés jusqu'à présent n'ont pas été examinées. Dans le secteur du lac Francheville (SW du feuillet SNRC 23 O/4W), quelques amas leucotonalitiques décamétriques à contacts diffus avec l'encaissant diatexitique ont été identifiés et laissent entrevoir des liens pétrogénétiques et/ou temporels. Dans la région du lac Clairambault, Mortensen et Percival (1987) accordent un âge U-Pb maximum de $2667,3 \pm 1,2$ Ma à une diatexite homogène à biotite et pyroxène montrant des similitudes, selon leur description pétrographique, avec la diatexite de l'unité D-3 de notre terrain d'étude. Un âge plus jeune de $2660,8 \pm 2,2$ Ma enregistré sur une monazite de cette même diatexite conduit Mortensen et Percival (1987) à caler la période de genèse de ces diatexites et, probablement celle du métamorphisme au faciès granulite, entre 2660 et 2670 Ma. Dans ce contexte, l'âge enregistré sur la monazite du leucosome plissé du lac du Canoë (2645 ± 6 Ma) apparaîtrait trop jeune pour caractériser l'événement migmatitique M_2 . Par contre, cet âge se compare avec l'âge concordant U-Pb de $2641,9 \pm 3,0$ Ma rapporté par Mortensen et Percival (1984) sur une fraction de zircon d'une diatexite rétro-métamorphisée. Ces deux données convergent donc pour

admettre l'existence d'une rétrogradation métamorphique vers 2642-2645 Ma.

Le troisième événement migmatitique, M_3 , est peu intense. La migmatisation n'est clairement reconnue que dans quelques charnières de plis P_2 . Là, elle se manifeste essentiellement par le développement de veines diffuses d'épaisseur centimétrique et d'extension longitudinale décimétrique composées d'un matériel granodioritique homogène. La relation avec la déformation D_2 est soulignée dans ce cas par l'orientation systématique de ces veines dans le plan axial du plis P_2 . Quelques sites exposent des veines irrégulières boudinées, d'épaisseur centimétrique à décimétrique et d'extension métrique, focalisées dans le plan axial de petits plis isoclinaux très serrés.

Les événements ignés

Les événements ignés traités dans ce paragraphe excluent les manifestations ignées à l'origine des ultramafites de l'unité A-1 et des roches amphiboliques de l'unité A-2 (Chevé et Brouillette, 1989).

Le premier événement igné, I_1 , réfère à des dykes mafiques de puissance décimétrique sectionnés et démembrés partiellement par un matériel diatexitique. De telles relations contribuent à leur assigner un âge pré- M_2 sans qu'un âge maximum (post- M_1 probable) ne puisse être raisonnablement considéré.

Le second événement igné, I_2 , est associé au plutonisme granodioritique de l'unité 3. Les relations de terrain exposées dans les paragraphes précédents permettent de considérer cette activité ignée comme post- D_1 et post- M_1 , mais pré- M_2 . La datation U-Pb sur zircon la fixe assez précisément à 2698 ± 3 Ma.

L'âge concordant enregistré sur une monazite de 2619 ± 6 Ma révèle l'âge d'un événement métamorphique postérieur qui, dans le contexte géologique local, pourrait correspondre à la migmatisation M_3 . C'est en effet à quelques kilomètres seulement au SW du pluton daté que nous avons observé les manifestations les plus évidentes de M_3 .

Le troisième événement igné, I_3 , se rapporte au magmatisme syénitique néphélinique. Les relations de terrain indiquent une mise en place postérieure au premier épisode de migmatisation M_1 (enclaves métatexitiques en bordure d'un corps syénitique) et antérieure à la déformation D_2 (plis P_2 du rubanement minéralogique primaire). L'âge concordant U-Pb sur baddeleyite de 2625 ± 3 Ma interprété comme celui de la cristallisation de la syénite diffère notablement de l'âge minimum de 2398 ± 72 Ma obtenu par K/Ar sur de la biotite par Fumerton et Barry (1984). Cette différence suggère une perte significative en argon radiogénique lors de recristallisations métamorphiques tardi- à post-kénoréennes ou un événement métamorphique tardif ayant atteint au moins le faciès des schistes verts.

Des dykes de pegmatite (unité 4) témoignent de l'activité ignée I_4 . Leur injection discordante dans les métatexités et les diatexités du SW des terrains cartographiés permet de leur assigner un âge maximum tardi- M_2 . Fracturés et diaclasés, ces mêmes dykes apparaissent également pré- D_4 .

Le cinquième événement igné, I_5 , est spatialement contrôlé par le réseau de fractures associé à des déformations fragiles D_4 . Il voit la mise en place de dykes de diabase qui, sur des bases pétrographiques et pétrologiques définissent trois groupes:

- a) deux groupes tholéitiques à quartz normatif présentant une minéralogie primaire altérée au faciès des schistes verts et contrôlés dans leur mise en place par des fractures approximativement NE-SW; et,
- b) un groupe à olivine normative présentant une minéralogie primaire fraîche et contrôlé par des fractures NNW-SSE.

Sur la base de ces données, il semble que l'activité magmatique I_5 ait eu au moins deux pulsations post-kénoréennes. L'âge K/Ar de 1499 ± 85 Ma rapporté par Clark (1984) au nord de notre région (ouest du lac Cambrien) sur un dyke de direction NE-SW rend même cette activité possiblement post-hudsonienne.

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

TYPOLOGIE ET INVENTAIRE DES MINÉRALISATIONS

Environ 220 sites de zones rouilles minéralisées à divers degrés ont été répertoriés dans la région cartographiée au cours de l'été 1988. Leur reconnaissance n'engendre que des modifications mineures dans la typologie établie dans la région étudiée en 1987 (Chevé et Brouillette, 1988).

Un nouveau type, le type 7, est introduit pour décrire un site particulier dans la partie nord de la région. À cet endroit, un filonet d'arsénopyrite massive d'environ 1 cm d'épaisseur et 2 m de long s'insinue dans la métatexite conformément au rubanement général et en continuité avec une petite lentille fuselée de mobilisat granitoïde blanc.

Les minéralisations des autres sites sont affiliées au type 5 et au type 6. Le type 5, décrivant antérieurement une minéralisation pyriteuse disséminée dans le gneiss de l'unité B-1, est redéfini. Il considère dorénavant les minéralisations de sulfures (pyrite, pyrrhotite) et/ou de magnétite disséminées dans les unités métatexitiques et diatexitiques du complexe "B". D'autre part, afin d'évaluer l'importance des zones de gossan sur les sites, une subdivision a été introduite. Ainsi, le sous-type 5a regroupe les zones rouilles mineures, soit celles dont la superficie n'excède pas quelques mètres carrés. Le sous-type 5b réfère, quant à lui, à des zones majeures d'extension métrique à décamétrique ou à des pointements où se concentrent des gossans de plus petites dimensions.

Les minéralisations portées par les horizons de formation de fer rubanées interstratifiées dans les métatexites définissent le

type 6. Dix-sept sites sont associés à ce type; ils se regroupent dans la partie nord-est du territoire cartographié. Dans leurs caractéristiques générales ces formations de fer sont tout à fait comparables à celles décrites plus au nord (Chevé et Brouillette, 1988).

La plupart des zones rouilles ont été échantillonnées. Les échantillons les plus représentatifs et les mieux minéralisés ont été sélectionnés pour dosage de l'or et d'autres éléments métalliques.

CHIMISME

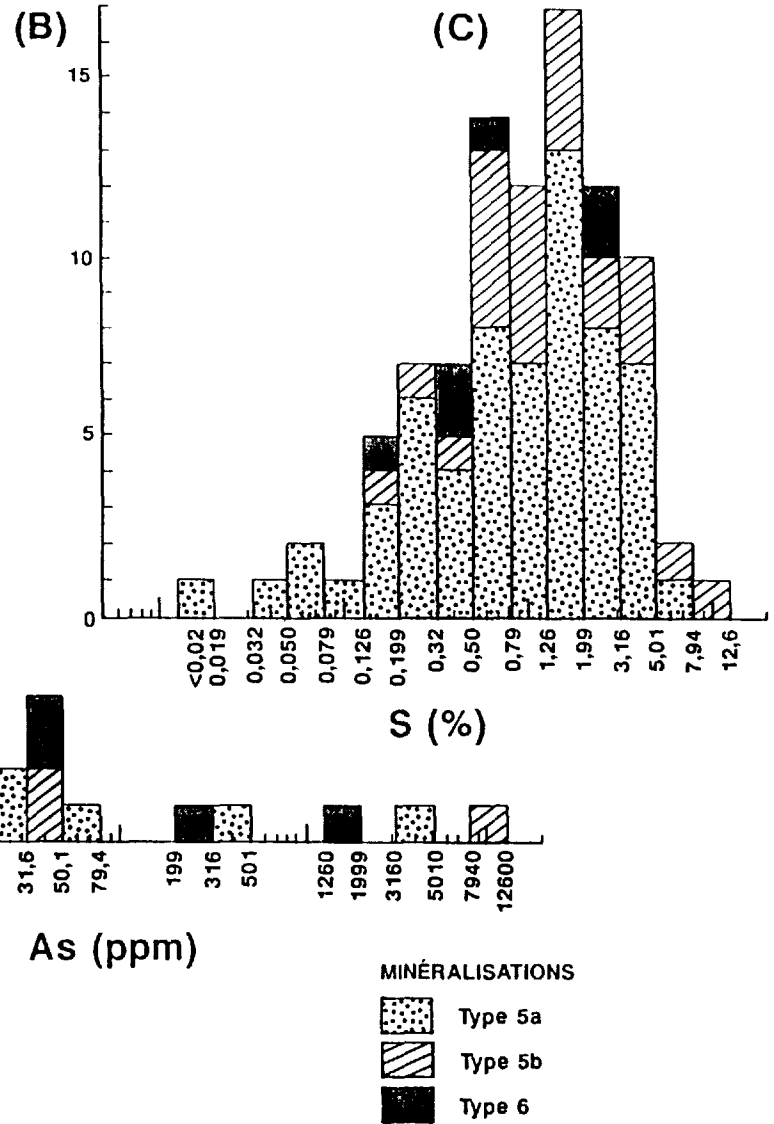
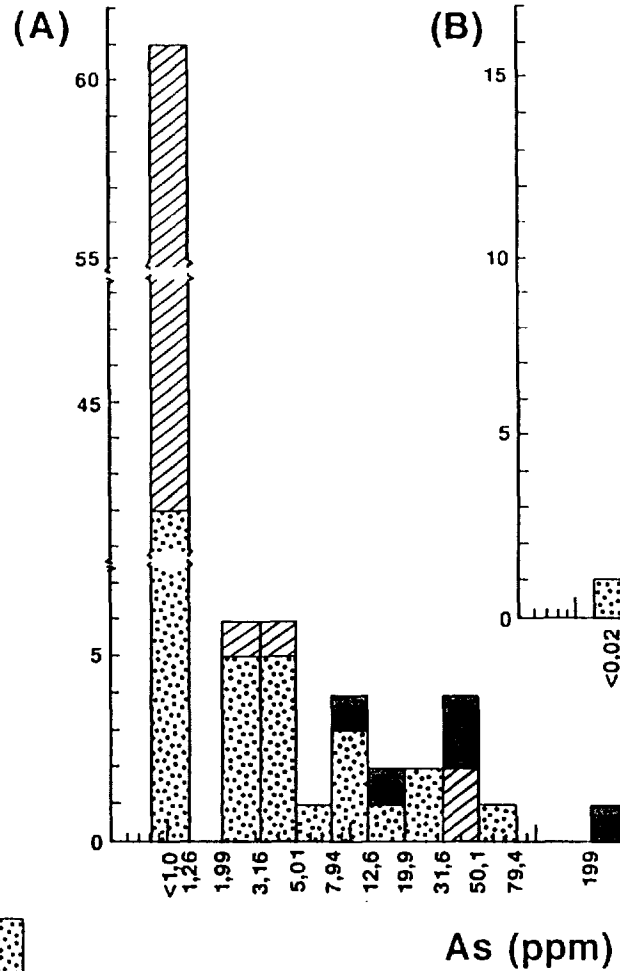
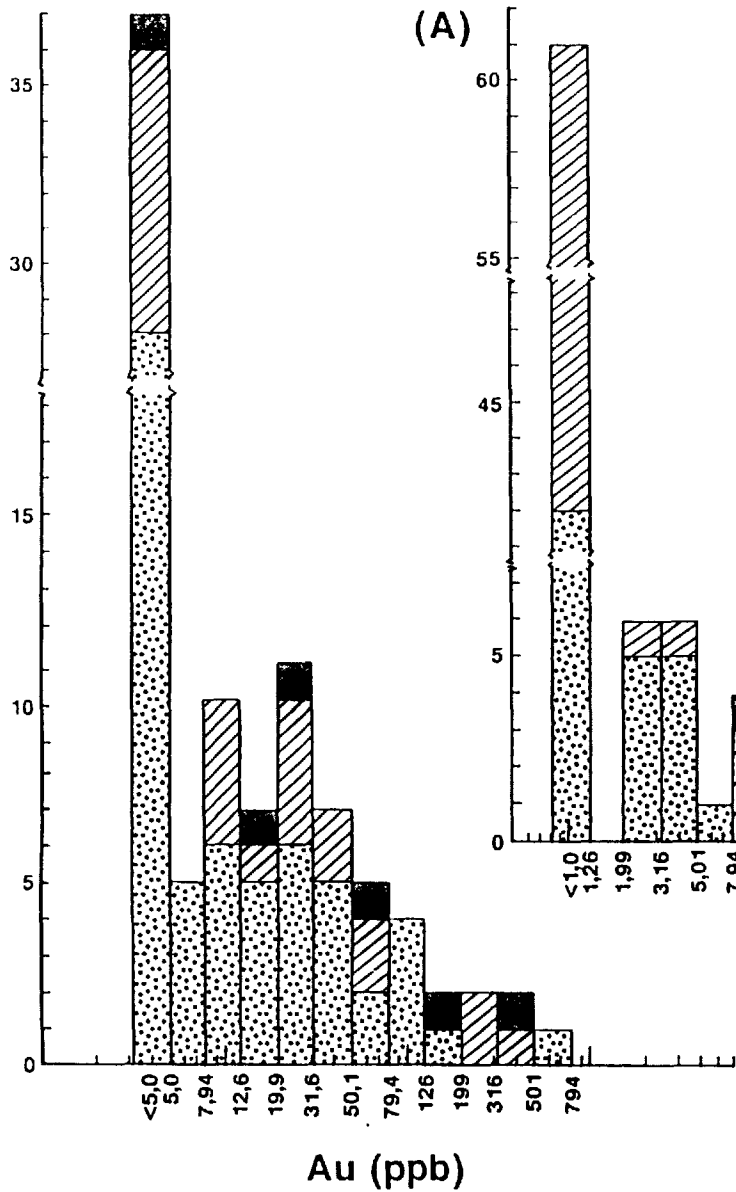
Les analyses chimiques de 92 échantillons prélevés sur les principales zones rouilles de la région cartographiée au cours de l'été 1988 sont présentées à l'annexe 2. De ce nombre, 62 analyses proviennent de minéralisations affiliées au type 5a, 24 de minéralisations de type 5b et 6 de minéralisations de type 6.

L'OR ET SES TRACEURS

Les données analytiques de l'annexe 2 sont représentées graphiquement à la figure 29 sous forme d'histogramme pour le soufre, l'arsenic et l'or. Quoique dosés, le sélénium et l'antimoine, deux éléments communément associés à l'or dans la plupart de ces gisements (Boyle, 1979), ne sont pas illustrés. La concentration de ces éléments s'avère en effet, pour la majorité des échantillons, inférieure ou peu supérieure aux limites de détection analytiques qui sont de 10 ppm Se et 0,1 ppm Sb.

Figure 29. Histogramme des concentrations des échantillons minéralisés (A) en Au (ppb), (B) en As (ppm) et (C) en S (%). Noter que la distribution des valeurs étant nettement asymétrique, les classes des histogrammes sont logarithmiques. Les limites de détection sont 5 ppb Au, 1 ppm As et 0,02% S.

Nombre d'échantillons analysés



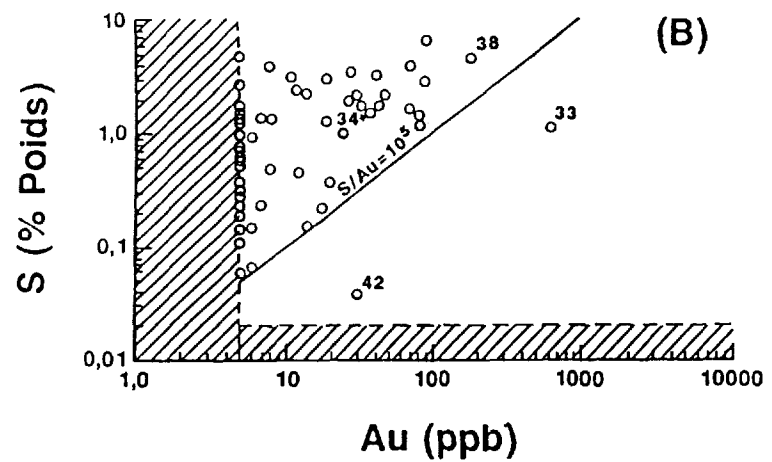
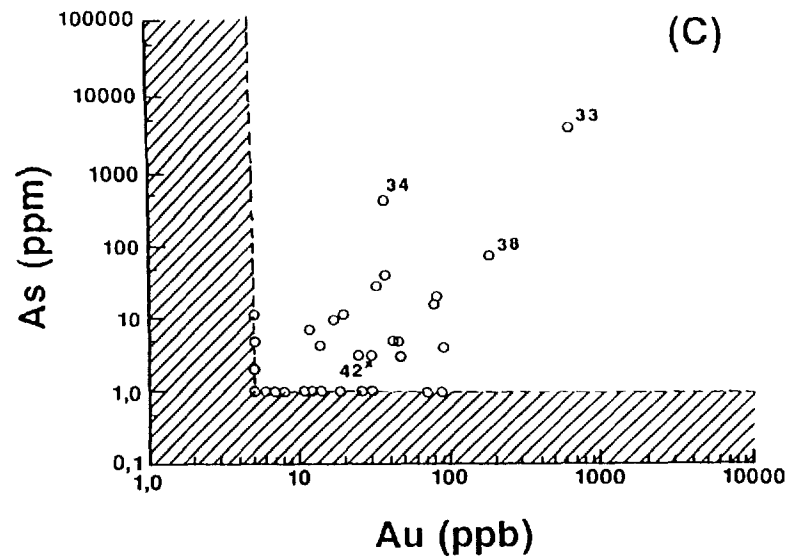
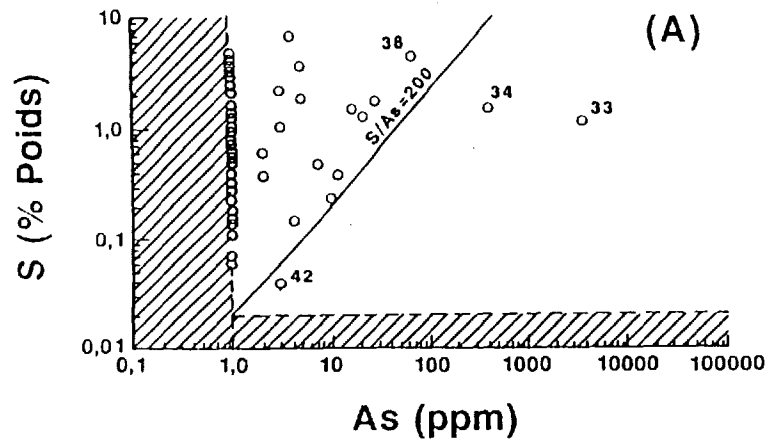
Un net biais de l'échantillonnage vers les valeurs élevées de soufre (supérieures à 1,25% S) apparaît à l'examen de la figure 29c. Un tel biais, normal dans la mesure où notre concept de minéralisation est basé mégascopiquement sur l'abondance de minéraux sulfurés (pyrite essentiellement), ne se reflète pas dans la distribution des analyses d'or et d'arsenic (figures 29a et 29b) suggérant ainsi peu de corrélation entre les abondances de pyrite et d'or. Les histogrammes de la figure 29 révèlent en outre que des teneurs significatives en or et en arsenic (10 ppb Au et 2 ppm As, soit deux fois les limites de détection analytiques) ne se rencontrent respectivement que dans 45% et 35% des échantillons analysés. De ces mêmes histogrammes il ressort également que la plupart des échantillons des minéralisations de type 6 (5 des 6 échantillons) présentent des teneurs significatives en Au et As sans être parmi ceux qui contiennent les plus fortes teneurs en soufre.

Les diagrammes binaires logarithmiques des figures 30, 31 et 32 permettent d'évaluer les relations d'interdépendance entre Au, S et As pour les minéralisations de type 5a, 5b et 6.

Aucune relation statistique ne se dégage pour les minéralisations de type 5a (fig. 30). Le regroupement des analyses dans des domaines caractérisés par des rapports $S/As^1 > 200$ et $S/Au > 10^5$ suggère que l'or et l'arsenic entrent dans la structure de la pyrite. En effet, Cook et Chryssoulis (1990) rapportent

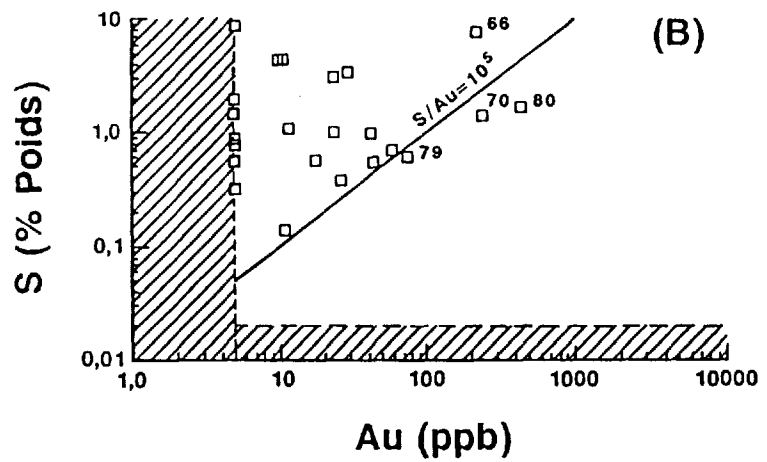
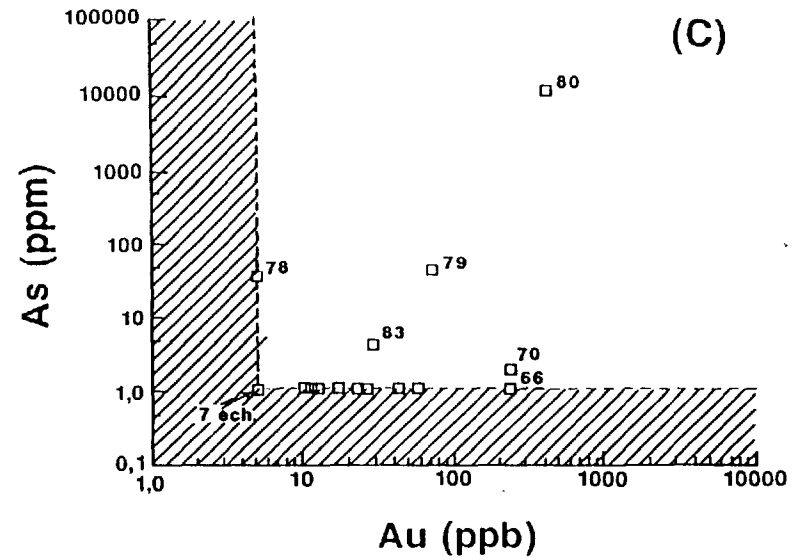
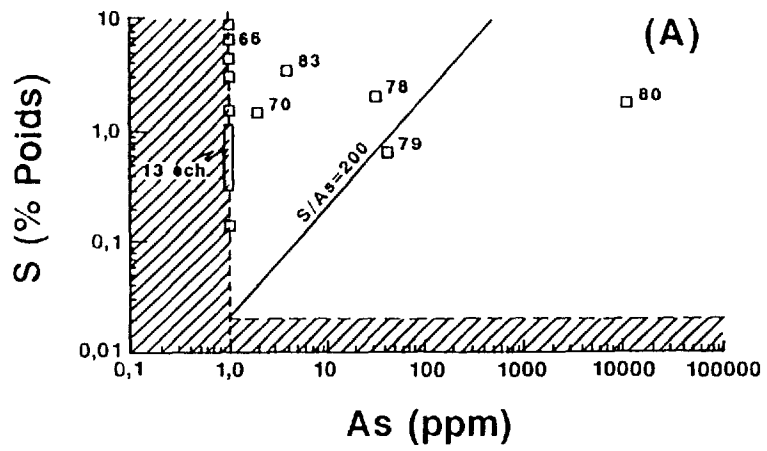
¹En référence aux travaux de Cook et Chryssoulis (1990), le rapport $S/As = 200$ correspond à une teneur de 0,27% (poids) As dans de la pyrite, soit approximativement la teneur seuil moyenne en As au-delà de laquelle une corrélation apparaît dans des grains de pyrite aurifère. Le rapport $S/Au = 10^5$ équivaut à une teneur de 5,34 ppm Au dans de la pyrite; cette valeur correspond approximativement à la concentration maximum d'or "invisible" dans des grains de pyrite non arséniée (<0,5% As).

Figure 30. Diagrammes de variation logarithmique binaires entre le soufre, l'or et l'arsenic dans les échantillons minéralisés appartenant au type 5a. (A): diagramme S (% poids) - As (ppm); (B): diagramme S (% poids) - Au (ppb); (C): diagramme As (ppm) - Au (ppb). Les régions tramées définissent les domaines au dessous des limites de détection analytiques (0,02% S, 1 ppm As et 5 ppb Au).



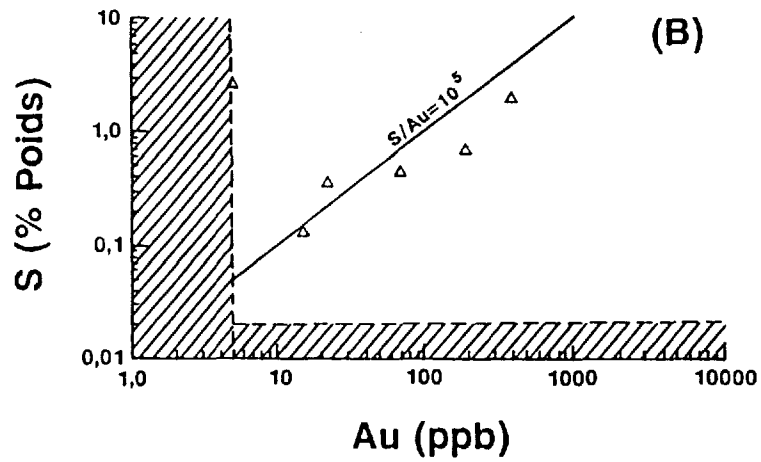
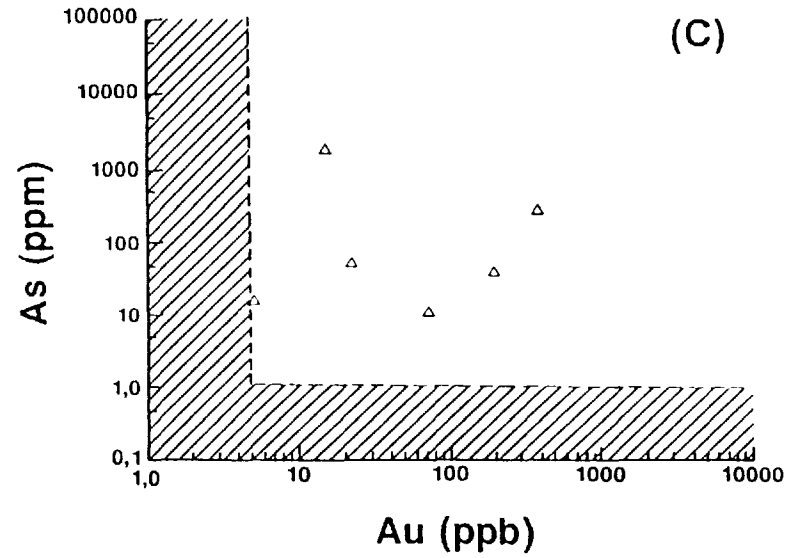
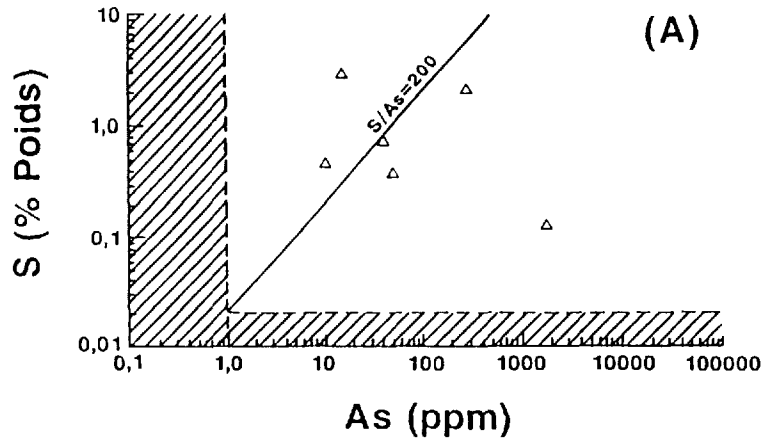
MINÉRALISATIONS
TYPE 5a

Figure 31. Diagrammes de variation logarithmique binaires entre le soufre, l'or et l'arsenic dans les échantillons minéralisés appartenant au type 5b. (A): diagramme S (% poids) - As (ppm); (B): diagramme S (% poids) - Au (ppb); (C): diagramme As (ppm) - Au (ppb). Les régions tramées définissent les domaines au dessous des limites de détection analytiques (0,02% S, 1 ppm As et 5 ppb Au).



MINÉRALISATIONS
TYPE 5b

Figure 32. Diagrammes de variation logarithmique binaires entre le soufre, l'or et l'arsenic dans les échantillons minéralisés appartenant au type 6. (A): diagramme S (% poids) - As (ppm); (B): diagramme S (% poids) - Au (ppb); (C): diagramme As (ppm) - Au (ppb). Les régions tramées définissent les domaines au dessous des limites de détection analytiques (0,02% S, 1 ppm As et 5 ppb Au).



MINÉRALISATIONS
TYPE 6

que la pyrite "normale" contient moins de 0,5% As et que l'or "invisible" (l'or qui entre dans la structure atomique d'un minéral et qui ne peut être observé optiquement ou au microscope électronique) quoique n'excédant généralement pas 2 ppm, peut dépasser 100 ppm. L'absence de corrélation entre As et Au parmi les échantillons ayant un rapport $S/As > 200$ et/ou un rapport $S/Au > 10^5$ (ensemble des points non numérotés de la fig. 30c) apparaît ainsi conforme aux observations de Cook et Chryssoulis (1990). En effet, ces derniers n'observent de corrélation positive As-Au que lorsque la pyrite contient plus de 0,2% - 0,4% As. Dans ce contexte, seuls trois échantillons analysés (échantillons 33, 34 et 42) présentent des comportements géochimiques qui pourraient témoigner de la présence de pyrite arséniée aurifère ou éventuellement de quelques grains d'arsénopyrite et/ou d'or dans la paragenèse minérale.

Quoique localisé dans des domaines avec des rapports $S/As > 200$ et $S/Au > 10^5$ (figures 30a et 30b), l'échantillon 38 retient l'attention par son abondance en or (180 ppb Au; fig. 30c). Une quantité significative de chalcoppyrite (0,25% Cu) le caractérise également; toutefois, les concentrations en "or invisible" dans ce minéral étant mineures et du même ordre que celles dans les pyrites pauvres en As (Cooks et Chryssoulis, 1990), le contenu en or de cet échantillon ne peut être attribué à la présence de chalcoppyrite. Quelques grains libres d'or ou d'une phase minérale riche en or semblent donc en être responsables.

Un constat général semblable à celui que nous venons de faire pour les minéralisations de type 5a s'applique pour les minéralisations de type 5b. Le géochimisme des minéralisations pyriteuses disséminées du type 5 ne semble donc en rien modifié par l'extension de la zone minéralisée.

Le nombre restreint d'échantillons analysés limite la caractérisation géochimique des minéralisations de type 6. Notons cependant que cette série d'analyses exclut des échantillons en provenance des indices Rusty Acres et Baleine Rouge pour lesquels des teneurs en or de quelques centaines à quelques milliers de ppb sont rapportées (Gorsynski et Youngman, 1986b; Panneton et Doucet, 1987). Géochimiquement, la plupart des échantillons analysés ont un comportement comparable à ceux considérés comme anomaux dans les minéralisations de type 5. À la différence de ces dernières, la pyrrhotite constitue la phase sulfurée dominante des minéralisations de type 6. Ce minéral se comportant vis-à-vis de l'or comme la pyrite pauvre en As (Cook et Chryssoulis, 1990), l'anomalie géochimique des échantillons affiliés au type 6 apparaît donc plus vraisemblablement liée à la présence de quelques grains d'arsénopyrite et éventuellement d'inclusions libres d'or natif dans la paragenèse.

LES MÉTAUX USUELS (Cu, Zn, Pb) ET L'ARGENT

Une grande dispersion caractérise les données analytiques du cuivre et du zinc. Les concentrations moyennes (\bar{x}) et les écarts types (s) associés de ces deux éléments s'établissent comme suit dans les minéralisations de types 5a, 5b et 6 (valeurs en ppm):

	Type 5a	Type 5b	Type 6
Cu (\bar{x} (s))	346 (401)	182 (119)	118 (78)
Zn (\bar{x} (s))	107 (90)	138 (126)	81 (49)

De ces données, les minéralisations de type 6 apparaissent ainsi comme les moins riches en Cu et en Zn mais également comme

celles qui présentent les variations les plus faibles (variations relatives de 66% pour Cu et 60% pour Zn).

Parmi les échantillons analysés appartenant aux minéralisations de type 5a, neuf seulement ont des valeurs en Cu et/ou en Zn qui se démarquent des concentrations des autres échantillons (Cu >750 ppm, Zn >200 ppm). Pour la plupart (6 sur 9), le cuivre constitue l'élément anomal. Quatre des neuf échantillons sont également caractérisés par des valeurs anormales en Ni et des valeurs élevées ou anormales en V et/ou Co. Dans leur relation avec l'or, trois des neuf échantillons présentent des valeurs significatives en Au (>10 ppb Au); deux d'entre eux (échantillons 22 et 26; annexe 2) appartiennent au groupe à valeurs anormales en Ni, le troisième (échantillon 38, annexe 2) est associé à la meilleure teneur en Cu (0,25% Cu) et présente des valeurs élevées en V, Co et Ni.

Dans le groupe des échantillons affiliés aux minéralisations de type 5b, deux présentent des valeurs anormales en zinc, trois en Cu et deux en Cu et Ni. Si dans ce même groupe près des deux tiers (15 sur 24) ont des teneurs en Au supérieures à 10 ppb, nous constatons également que deux des plus fortes valeurs en Au (230 ppb et 430 ppb respectivement dans les échantillons 66 et 80; annexe 2) sont enregistrées dans les deux échantillons anomaux en Cu et Ni.

Des concentrations élevées ou anormales en Ni, V et Co suggèrent la contribution de matériaux mafiques ou ultramafiques au protolithe. À la lumière des données sur les minéralisations de type 5, indépendamment de la dimension des sites minéralisés, de tels matériaux apparaissent ainsi propices à la fixation de l'or. Cette fixation a pu être précoce et contemporaine à leur mise en place initiale (précipitation syngénétique, exhalaisons

hydrothermales) ou plus tardive et accompagner les premiers événements diastrophiques (D_1 ou des déformations pré- D_1 oblitérées) ou les événements tectono-métamorphiques profonds ultérieurs (post- D_1). Dans le cas d'une telle fixation tardive, le rôle des matériaux mafiques et ultramafiques apparaîtrait essentiellement comme celui d'un capteur chimique capable de piéger l'or des fluides métamorphiques.

La distribution des valeurs anormales en Cu et en Zn dans les minéralisations de type 6 est difficile à cerner en raison du nombre restreint d'analyses. Nous constatons cependant que les deux meilleures valeurs en Au sont enregistrées dans deux échantillons anomaux, l'un en Zn (échantillon 90), l'autre en Cu-Zn (échantillon 91). La troisième plus forte teneur en Au (70 ppb Au; échantillon 88) est, quant à elle, associée à des valeurs anormales en Ni, V et Co.

Quelque soit le type de minéralisation considéré, 25% seulement des échantillons ont des valeurs en Pb supérieures à la limite de détection analytique (12 ppm) et 11% des valeurs significatives supérieures à deux fois cette limite. Pour l'argent, avec une limite de détection de 0,5 ppm, ces pourcentages s'établissent respectivement à 12% et 6%.

Une analyse retient l'attention pour sa valeur en plomb (110 ppm; échantillon 17). Elle caractérise un échantillon fortement anormalique en Au (70 ppb) qui contient également des valeurs élevées en Cu (513 ppm) et en Ag (1,2 ppm). Une seule analyse tranche également des autres par sa valeur en Ag (4,4 ppm; échantillon 87); il semble s'agir d'une valeur erratique qu'aucun autre élément métallique ne rehausse.

GÉOLOGIE

Le potentiel économique de la région réside essentiellement dans les horizons de formation de fer (type 6) qui montrent les mêmes caractéristiques structurales internes et minéralogiques que les zones minéralisées aurifères du lac du Canoë où des teneurs atteignant 40 g/t Au ont été obtenues sur des échantillons choisis de surface (Panneton et Doucet, 1987; Lapointe, 1986). Les dix-sept sites de formation de fer rubanée répertoriés dans la partie NE du territoire cartographié (partie nord du feuillet SNRC 23 O/4W) se situent sur les permis d'exploration 695 et 819 détenus par les Sociétés d'Exploration Minière Vior et Mazarin Inc. et sur le permis 707 de Northern Dynasty Explorations Ltd. (permis optionné par le Groupe Vior-Mazarin en 1987). Deux de ces sites ont fait l'objet de travaux de prospection, les indices Rusty Acres et Baleine Rouge. Notons que l'indice Baleine Rouge est également le site d'une minéralisation de type 5b.

L'indice **Rusty Acres** (fig. 33) est constitué d'une formation de fer rubanée de 1,5 m à 2 m de puissance, plissée sur elle-même et subcontinue en affleurement sur environ 100 m. Des valeurs supérieures à 1 g/t Au ont été enregistrées sur une douzaine d'échantillons de surface minéralisés en pyrrhotite (<5%), arsénopyrite (<5%) et pyrite (traces). Les plus fortes teneurs rapportées sont de 6700 ppb Au (Gorzynski et Youngman, 1986b) et de 9,5 g/t Au (Panneton et Doucet, 1987).

Deux horizons minéralisés plus ou moins parallèles et distants l'un de l'autre d'environ 100 m définissent l'indice **Baleine Rouge** (fig. 34).

Figure 33. Géologie de l'indice Rusty Acres.

GÉOLOGIE DE L'INDICE RUSTY ACRES

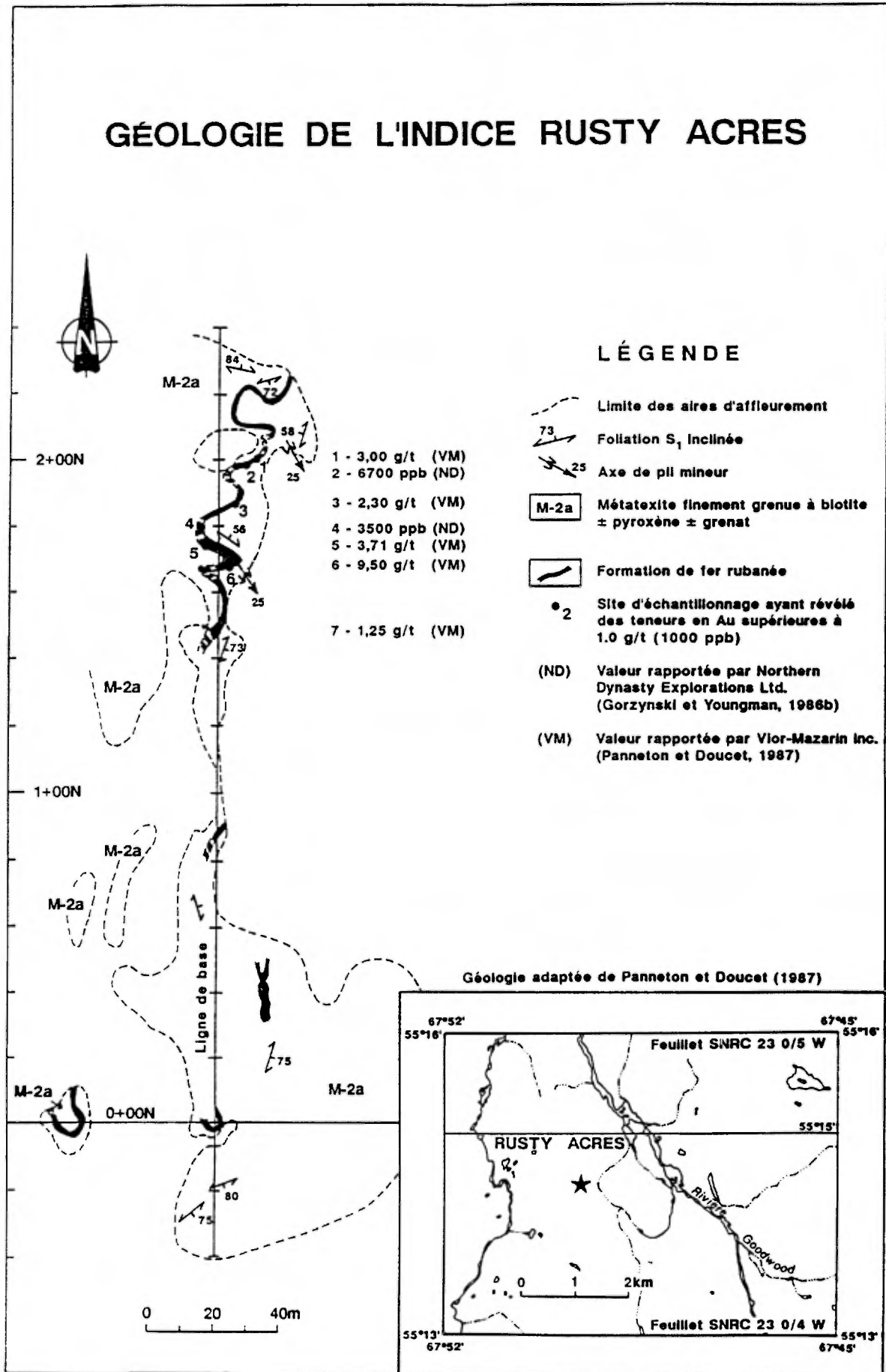


Figure 34. Géologie de l'indice Baleine Rouge.

INDICE BALEINE ROUGE

MEILLEURES SECTIONS AURIFÈRES

Baleine Rouge Sud

Cannelure "A"

1 - 275 ppb (2m)

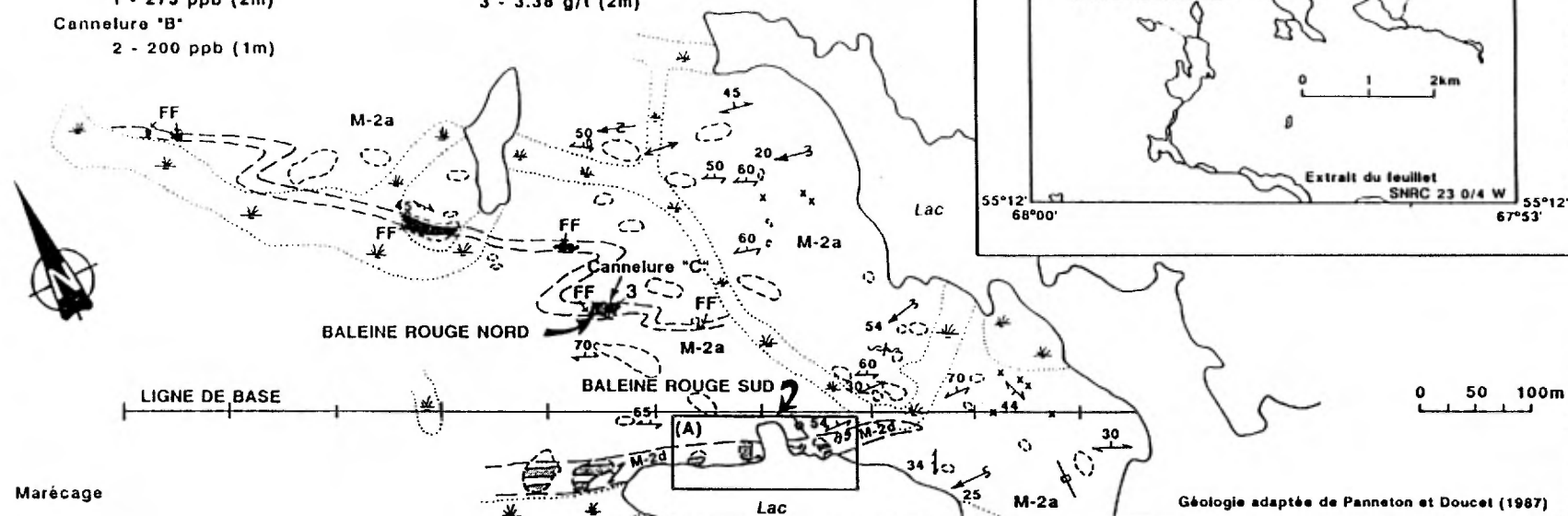
Cannelure "B"

2 - 200 ppb (1m)

Baleine Rouge Nord

Cannelure "C"

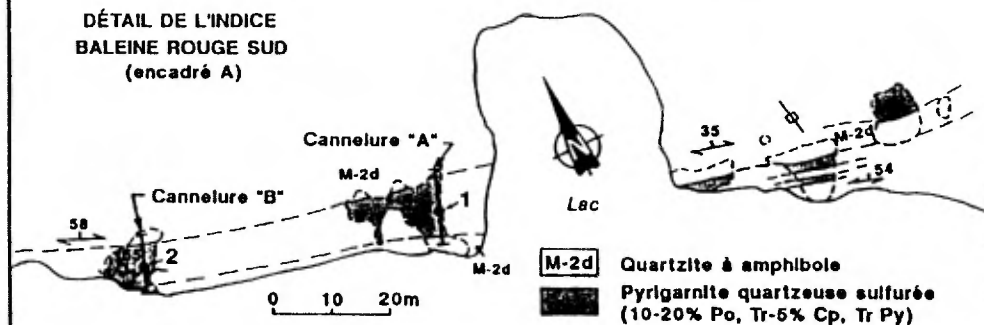
3 - 3.38 g/t (2m)



Géologie adaptée de Panneton et Doucet (1987)

- Marécage
- Limite d'affleurement
- Contact géologique interprété
- Métatexite finement grenue à biotite ± pyroxène ± grenat
- Formation de fer rubanée
- Quartzite à amphibole (a) avec niveau de pyrrhite quartzreuse sulfurée (b)
- Foliaction S₁ inclinée
- Foliaction S₂, pendage non déterminé
- Axe de micropli (amplitude et longueur d'onde millimétrique à centimétrique)
- Axe de pli mineur (amplitude et longueur d'onde métrique)
- Cisaillement avec pendage
- Fracture chloriteuse verticale

DÉTAIL DE L'INDICE BALEINE ROUGE SUD (encadré A)



- M-2d Quartzite à amphibole Pyrrhite quartzreuse sulfurée (10-20% Po, Tr-5% Cp, Tr Py)

Une formation de fer rubanée d'environ 2 m de puissance et exposée de façon continue sur 30 m de long caractérise l'indice nord de Baleine Rouge. De la pyrrhotite (<10%) et de l'arséno-pyrite (<5%) sont présentes dans des lits centimétriques de pyrigarnite de cette formation de fer. Une cannelure de 2 m de long (1,4 m d'épaisseur vraie) a révélé des teneurs en or de 3,38 g/t (Panneton et Doucet, 1987). L'horizon porteur peut être suivi, au gré des déformations plicatives, sur environ 500 m sans que d'autres valeurs comparables ne soient toutefois rapportées.

L'indice sud de Baleine Rouge mesure 7 à 10 m de largeur et environ 300 m de long; il est ouvert à ces deux extrémités. Encaissé dans un quartzite à amphibole (20-30%), l'horizon minéralisé est caractérisé par une pyrigarnite quartzeuse massive, foliée, non rubanée, contenant jusqu'à 10% de pyrrhotite disséminée. Deux cannelures totalisant 18 m de longueur ont été réalisées au travers de cet horizon (Panneton et Doucet, 1987). Les meilleures teneurs en or obtenues sont de 275 ppb sur 2 m; elles sont localisées dans une zone mineure de cisaillement (cf. fig. 34, détail de l'indice Baleine Rouge sud).

RÉFÉRENCES

BEAUMIER, M. (1987). Géochimie des sédiments de lac, région de la rivière Caniapiscau. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DP 86-23, 40 cartes.

BOHLEN, S.R., BOETTCHER, A.L., WALL, V.J., CLEMENS, J.D. (1983). Stability of phlogopite-quartz and sanidine-quartz: a model for melting in the lower crust. Contributions to Mineralogy and Petrology, vol. 83, pp. 270-277.

BOYLE, R.W. (1979). The geochemistry of gold and its deposits. Geological Survey of Canada, Bull. 280, 584 p.

CANN, J.R. (1970). Rb, Sr, Y, Zr and Nb in some ocean floor basaltic rocks. Earth Planet. Sci. Lett., vol. 10, pp. 7-11.

CARD, K.D., CIESIELSKI, A. (1986). Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. Geoscience Canada, vol. 13, pp. 5-13.

CHEVÉ, S.R., BROUILLETTE, P. (1988). Reconnaissance géologique et métallogénique au NW de Schefferville. Régions du Lac Fontisson (moitié est) et de la Rivière Goodwood (feuillet 23 N/8E et 23 O/5). Territoire du Nouveau-Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 88-36, 33 p., 1 carte (1:50 000).

CHEVÉ, S.R., BROUILLETTE, P. (1989). Reconnaissance géologique et métallogénique au NW de Schefferville. Régions du lac Fontisson (moitié est) et de la rivière Goodwood (feuillettes 23 N/8E et 23 O/5), territoire du Nouveau-Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, rapport intérimaire, 112 p., inédit.

CHEVÉ, S.R., BROUILLETTE, P. (1990). Reconnaissance géologique et métallogénique au NW de Schefferville. Région des lacs Weeks et Paillerault (Territoire du Nouveau-Québec). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 90-12, 41p.

CLARK, T. (1984). Géologie de la région du Lac Cambrien (Territoire du Nouveau-Québec). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, ET 83-02, 71 p.

COOK, N.J., CHRYSOULIS, S.L. (1990). Concentrations of "invisible gold" in the common sulfides. *Canadian Mineralogist*, vol. 28, pp. 1-16.

CULLERS, R.L., GRAF, J.L. (1984). Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: intermediate and silicic rocks-ore petrogenesis. *In: Rare Earth Element Geochemistry* (P. Henderson, ed.), Elsevier, Amsterdam, pp. 275-316.

ESKOVA, E., ZHABIN, A., MUKHITDINOV, G. (1964). Mineralogy and geochemistry of the rare elements of Vishnevogorsk. *Izd. "Nauka"*, pp. 1-319 (en russe). Cité par Gerasimovsky (1974).

FUMERTON, S.L., BARRY, A.P. (1984). Probable Archean nepheline syenite plutons in the Superior Province adjacent to the Labrador Trough. *Journal canadien des Sciences de la Terre*, vol. 21, pp. 615-618.

GAGNON, J. (1976). Méthodes d'analyse chimique des minerais et des silicates. Ministère des Richesses naturelles, Centre de Recherches minérales, Service analyse et contrôle; A.C.-1, 190 p.

GERASIMOVSKY, V.I. (1974). Trace elements in selected groups of alkaline rocks. In: The alkaline rocks (H. Sørensen, ed.), London, John Wiley & Sons, pp. 402-412.

GORZYNSKI, G., YOUNGMAN, B.A. (1986a). Lac Guillaume property, Schefferville, Québec. Exploration permit no. 706. Northern Dynasty Explorations Ltd. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, GM-44854, 44 p., 4 plans.

GORZYNSKI, G., YOUNGMAN, B.A. (1986b). She-Wolf property, Schefferville, Québec. Exploration permit no. 707. Northern Dynasty Exploration Ltd. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, GM-44855, 47 p., 2 plans.

HALLERAN, A.D., RUSSEL¹, J.K. (1990). Trace elements formulated as Pearce element ratios II: recognition of open system behavior. In Theory and application of Pearce element ratios to geochemical data analysis (J.K. Russell, C.R. Stanley, eds.): Geological Association of Canada Short Course; vol. 8, pp. 243-269.

HART, S.R., ERLANK, A.J., KABLE, E.J.D. (1974). Sea floor basalt alteration: some chemical and Sr isotopic effects. Contrib. Mineral. Petrol., vol. 44, pp. 219-230.

HUGHES, C.J. (1973). Spilites, keratophyres and the igneous spectrum. Geological Magazine, vol. 109, pp. 513-527.

HUMPHRIS, S.E., THOMPSON, G. (1978a). Hydrothermal alteration of oceanic basalts by seawater. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 42, pp. 107-125.

HUMPHRIS, S.E., THOMPSON, G. (1978b). Trace element mobility during hydrothermal alteration of oceanic basalts. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 42, pp. 127-136.

IRVINE, T.N., BARAGAR, W.R.A. (1971). A guide to the classification of the common volcanic rocks. *Journal canadien des Sciences de la Terre*, vol. 8, pp. 523-549.

LAPOINTE, B. (1986). Reconnaissance géologique de la région du lac Pailleraut, Territoire du Nouveau-Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 85-73, 10 p.

LAPOINTE, B. (1987). Reconnaissance géologique de la région du lac Lillois. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DP 87-02, 1 carte annotée.

MEHNERT, K.R. (1968). Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier, Amsterdam, 405 p.

MIDDLEMOST, E.A.K. (1975). The basalt clan. *Earth-Science Reviews*, vol. 11, pp. 337-364.

MORTENSEN, J.K., PERCIVAL, J.A. (1987). Reconnaissance U-Pb zircon and monazite geochronology of the Lac Clairambault area, Ashuanipi complex, Quebec. In: Radiogenic Age and Isotopic Studies: Report I. Geological Survey of Canada, paper 87-2, pp. 135-142.

NAKAMURA, N. (1974). Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica Cosmochimica Acta*, vol. 38, pp. 757-775.

PANNETON, G., DOUCET, D. (1987). Projet Scheffor: rapport sur les travaux d'exploration de l'été 1986, bloc nord, région de Schefferville, Nouveau-Québec. Société d'Exploration Minière Vior-Mazarin. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, GM-44730, 303 p., 11 plans.

PEARCE, J.A. (1975). Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics*, vol. 25, pp. 41-67.

PEARCE, J.A., NORRY, M.J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 69, pp. 33-47.

PEARCE, T.H. (1968). A contribution to the theory of variation diagrams. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, vol. 19, pp. 142-157.

PERCIVAL, J.A. (1987). Geology of the Ashuanipi granulite complex in the Schefferville area Quebec. In: *Current Research, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 87-1A*, pp. 1-10.

POISSON, P. (1986). Projet Scheffor: rapport sur les travaux de terrain effectués sur les permis d'exploration 693 (Delta 2) et 698 (delta 7), 1986. Société d'exploration Minière Vior-Mazarin. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, GM-44729, 27 p., 7 plans.

RAJAMANI, V., NALDRETT, A.J. (1978). Partitioning of Fe, Co, Ni, and Cu between sulfide liquid and basaltic melts and the composition of Ni-Cu sulfide deposits. *Economic Geology*, vol. 73, pp. 82-93.

SARANTSINA, G.M., SHINKAREV, N.F. (1967). Petrography of magmatic and metamorphic rocks (en russe). Cité par Sørensen (1974), p. 17.

SIMPSON, H., CAMPBELL, D.S. (1986). Summer 1986 exploration on permit # 691, Québec. Compagnie Minière IOC Inc. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, GM-44728, 38 p., 1 plan.

SØRENSEN, H. (1974). The alkaline rocks. London, John Wiley and Sons, 577 p.

STANLEY, C.R., RUSSEL, J.K. (1989). Petrologic hypothesis testing with Pearce element ratio diagrams: Derivation of diagram axes. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 103, pp. 78-89.

STEINBERG, M., TREUIL, M., TOURAY, J.C. (1979). Cristallochimie et éléments en traces. *In* *Géochimie, principes et méthode* (M. Steinberg et al., eds.): Paris, Doin, pp. 281-599.

STRECKEISEN, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, vol. 12, pp. 1-33.

STRECKEISEN, A., LE MAITRE R.W. (1979). A chemical approximation to the modal QAPF classification of igneous rocks. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, vol. 136, pp. 169-206.

TARNEY, J., SAUNDERS, A.D., WEAVER, S.D. (1977). Geochemistry of volcanic rocks from the island arcs and marginal basins of the

Scotia Sea Region. In Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins: Maurice Ewing Series, vol. 1, Washington, Am. Geophys. Union, pp. 367-378.

TARNEY, J., SAUNDERS, A.D., WEAVER, S.D., DONNELLAN, N.C.B., HENDRY, G.L. (1978). Minor element geochemistry of basalts from Leg 49, North Atlantic ocean. In Initial report of the Deep Sea Drilling Project, vol. 49 (B.P. Luyendik, J.R. Cann, eds.): Washington, U.S. Government Printing Office, pp. 657-691.

VIELZEUF, D., HOLLOWAY, J.R. (1988). Experimental determination of the fluid - absent melting relations in the pelitic system: Consequences for crustal differentiation. Contributions to Mineralogy and Petrology, vol. 98, pp. 257-276.

ANNEXE 1**ANALYSES CHIMIQUES DE ROCHES**

Toutes les analyses ont été réalisées au, ou sous la supervision du Centre de recherches minérales (CRM) du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

ANNEXE 1.1**LOCALISATION ET BRÈVE DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS****Remarques:**

- 1- Les données analytiques sont présentées en fonction d'un numéro de séquence adopté pour les fins du présent rapport.
- 2- Sur le tableau de localisation géographique, chaque numéro de séquence est accompagné:
 - a) du numéro de terrain;
 - b) du numéro d'autorisation du MERQ; et,
 - c) du numéro de laboratoire alloué par le CRM.

No	Numéro de l'échantillon			Localisation géographique		
	Terrain	Autorisation	Laboratoire	Feuillet SNRC	Estant	Nordant
1	88-PB-1259A-1	88-02 428	89-000 149	23 O/4W	566-816	6 106 240
2	88-PB-1210A-1	88-02 429	89-000 198	23 O/4W	568-554	6 108 210
3	88-PB-1208A-1	88-02 430	89-000 199	23 O/4W	566-641	6 109 542
4	88-PB-1209A-1	88-02 431	89-000 150	23 O/4W	568-966	6 108 558
5	88-PB-1258A-1	88-02 432	89-000 200	23 O/4W	568-258	6 106 763
6	88-PB-1227A-1	88-02 433	89-000 151	23 O/4W	565-386	6 110 339
7	88-PB-1228A-1	88-02 434	89-000 201	23 O/4W	565-285	6 110 424
8	88-PB-1258C-1	88-02 435	89-000 202	23 O/4W	568-258	6 106 763
9	88-MC-3153A	88-02 436	89-000 203	23 N/1E	563-401	6 110 849
10	88-MC-3158A	88-02 437	89-000 204	23 N/1E	563-593	6 109 620
11	88-PB-1232A-1	88-02 438	89-000 152	23 O/4W	564-231	6 109 733
12	88-PB-1233A-1	88-02 439	89-000 153	23 O/4W	565-158	6 109 834
13	88-PB-1267A-1	88-02 440	89-000 205	23 O/4W	567-361	6 107 600
14	88-SC-35A-1	88-02 443	89-000 156	23 N/1E	559-859	6 116 355
15	88-SC-33A	88-02 444	89-000 206	23 N/1E	559-919	6 116 800
16	88-SC-7A	88-02 445	89-000 157	23 N/1E	557-941	6 117 048
17	88-SC-31A	88-02 446	89-000 207	23 N/1E	559-637	6 117 099
18	88-SC-6A	88-02 447	89-000 158	23 N/1E	557 759	6 117 088
19	88-JG-2072A	88-02 448	89-000 208	23 N/1E	559-410	6 114 575
20	88-SC-38A	88-02 449	89-000 159	23 N/1E	560-309	6 115 587
21	88-JG-2106A	88-02 451	89-000 209	23 N/1E	558-685	6 116 100
22	88-SC-4A-1	88-02 454	89-000 210	23 N/1E	557-912	6 117 473
23	88-PB-1279A-1	88-02 455	89-000 162	23 O/4W	570-677	6 111 106
24	88-PB-1242B-2	88-02 456	89-000 211	23 O/4W	570-189	6 111 675
25	88-SC-193A-1	88-02 458	89-000 212	23 N/1E	550-776	6 110 244
26	88-YL-5108A-1	88-02 459	89-000 213	23 N/1E	551-800	6 110 900
27	88-YL-5102A-1	88-02 461	89-000 214	23 N/1E	553-350	6 109 450
28	88-PB-1124B-1	88-02 462	89-000 165	23 N/1E	553-907	6 107 164
29	88-SC-111A-1	88-02 463	89-000 166	23 N/1E	557-783	6 107 594
30	88-SC-114A-1	88-02 464	89-000 215	23 N/1E	558-048	6 107 984
31	88-SC-322A-1	88-02 501	89-000 230	23 N/1E	559-161	6 122 154

No	Numéro de l'échantillon			Localisation géographique		
	Terrain	Autorisation	Laboratoire	Feuille SNRC	Estant	Nordant
32	88-SC-323A-3	88-02 502	89-000 186	23 N/1E	560-098	6 122 302
33	88-SC-284A-1	88-02 466	89-000 216	23 O/4W	577-002	6 102 769
34	88-MC-3265A	88-02 467	89-000 168	23 O/4W	578-663	6 103 403
35	88-YL-5196A-1	88-02 468	89-000 169	23 O/4W	571-175	6 108 250
36	88-PB-1273C-1	88-02 469	89-000 170	23 O/4W	570-141	6 109 847
37	88-PB-1141A-1	88-02 465	89-000 167	23 N/1E	557-189	6 101 249
38	88-MC-3212C	88-02 503	89-000 187	23 O/4W	579-166	6 109 094
39	88-SC-221A-2	88-02 491	89-000 181	23 O/4W	569-349	6 099 284
40	88-SC-222A-1	88-02 493	89-000 227	23 O/4W	569-399	6 099 485
41	88-SC-222C-1	88-02 494	89-000 182	23 O/4W	569-399	6 099 485
42	88-SC-221C-2	88-02 492	89-000 226	23 O/4W	569-349	6 099 284
43	88-SC-162B-1	88-02 476	89-000 174	23 O/4W	573-741	6 113 450
44	88-YL-5167A-1	88-02 484	89-000 177	23 O/4W	572-000	6 115 000
45	88-YL-5167A-2	88-02 485	89-000 223	23 O/4W	572-000	6 115 000
46	88-YL-5173A-1	88-02 486	89-000 178	23 O/4W	573-450	6 115 300
47	88-SC-306B-1	88-02 482	89-000 176	23 O/4W	576-117	6 115 558
48	88-SC-303A-1	88-02 481	89-000 221	23 O/4W	575-875	6 114 115
49	88-SC-159A-1	88-02 474	89-000 173	23 O/4W	573 823	6 113 204
50	88-SC-165A-1	88-02 478	89-000 218	23 O/4W	574-542	6 113 888
51	88-SC-164A-1	88-02 477	89-000 175	23 O/4W	574-499	6 114 038
52	88-YL-5267A-1	88-02 471	89-000 171	23 O/4W	574-601	6 115 161
53	88-SC-167A	88-02 479	89-000 219	23 O/4W	575-414	6 113 801
54	88-SC-168B-1	88-02 507	89-000 189	23 O/4W	575-019	6 113 610
55	88-SC-304D-1	88-02 480	89-000 220	23 O/4W	575-459	6 114 901
56	88-YL-5267A-2	88-02 472	89-000 172	23 O/4W	574-601	6 115 161
57	88-SC-168B-2	88-02 483	89-000 222	23 O/4W	574-019	6 113 610
58	88-YL-5268A-1	88-02 473	89-000 217	23 O/4W	575-009	6 115 400
59	88-GL-4349A-1	88-02 487	89-000 179	23 O/4W	572-650	6 103 577
60	88-PB-4349B	88-02 488	89-000 224	23 O/4W	572-650	6 103 577
61	88-GL-4421A-2	88-02 489	89-000 225	23 O/4W	572-210	6 103 525
62	88-GL-4422A-1	88-02 490	89-000 180	23 O/4W	572-100	6 103 650

No	Numéro de l'échantillon			Localisation géographique		
	Terrain	Autorisation	Laboratoire	Feuille SNRC	Estant	Nordant
63	88-SC-330A-1	88-02 496	89-000 183	23 O/4W	572-327	6 122 263
64	88-SC-327B-1	88-02 495	89-000 228	23 O/5W	572-767	6 122 268
65	88-PB-1291A-1	88-02 497	89-000 184	23 O/4W	576-246	6 117 302
66	88-MC-3303A-1	88-02 498	89-000 185	23 O/4W	576-098	6 117 051
67	88-YL-5254A-1	88-02 499	89-000 229	23 O/4W	575-998	6 117 023
68	88-YL-5303A-1	88-02 504	89-000 231	23 O/4W	578-582	6 113 644
69	87-SC-111B	88-02 401	88-025 006	23 N/8E	562-425	6 138 300
70	87-SC-157	88-02 399	88-025 005	23 N/8E	559-975	6 135 025
71	87-PB-1130A-1	88-02 395	88-025 001	23 O/5W	559-250	6 134 425
72	87-JG-2331C-2	88-02 408	88-025 013	23 N/8E	557-850	6 132 875
73	88-PB-1248C-1	88-02 393	88-024 999	23 O/4W	570-103	6 112 619
74	88-PB-1194C-1	88-02 396	88-025 002	23 O/4W	575-859	6 118 785
75	88-PB-1294C-2	88-02 397	88-025 003	23 O/4W	575-859	6 118 785
76	88-JG-2249C-2	88-02 407	88-025 012	23 N/E	556-900	6 098 200
77	88-GL-4146C-1	88-02 409	88-025 014	23 N/1E	552-325	6 120 085
78	88-GL-4469D-1	88-02 398	88-025 004	23 N/1E	560-643	6 101 319
79	88-YL-5245B-1	88-02 411	88-025 016	23 O/4W	577-100	6 120 400
80	88-YL-5245B-2	88-02 412	88-025 017	23 O/4W	577 100	6 120 400
81	88-JG-2197A	88-02 394	88-025 000	23 N/1E	556-775	6 097 550
82	87-SC-217B	87-06 408	87-032 405	23 N/8E	556-400	6 135 750
83	87-SC-227B-1	87-06 409	87-032 406	23 O/5W	572-625	6 148 400
84	87-SC-227B-2	87-06 410	87-032 390	23 O/5W	572-625	6 148 400
85	87-PB-1048A	88-02 402	88-025 007	23 N/8E	553-400	6 143 750
86	87-PB-1110B	88-02 406	88-025 011	23 O/5W	555-550	6 137 850
87	87-PB-1184A	88-02 403	88-025 008	23 N/8E	577-075	6 129 300
88	87-PB-1300A	88-02 404	88-025 009	23 N/8E	578-075	6 126 550
89	87-PB-1355A	88-02 405	88-025 010	23 O/5W	559-700	6 128 000
90	88-GL-4153D-1	88-02 410	88-025 015	23 N/1E	552-100	6 114 950

UNITÉ D-3

- 1- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène (1% reliques d'orthopyroxène); grain moyen-fin, homogène, gris verdâtre.
- 2- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène; grain moyen, homogène.
- 3- Leucogranodiorite à orthopyroxène et clinopyroxène; grain moyen, faiblement foliée.
- 4- Leucogranodiorite à orthopyroxène et clinopyroxène; grain moyen, homogène.
- 5- Granodiorite mésocrate à biotite (10%), orthopyroxène et clinopyroxène (25%); grain moyen; verdâtre.
- 6- Granodiorite à biotite, orthopyroxène et clinopyroxène; grain moyen-fin, légèrement foliée, gris sombre verdâtre.
- 7- Granodiorite à biotite, orthopyroxène et clinopyroxène; grain moyen, homogène.
- 8- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène (1% reliques de pyroxène); homogène, gris clair verdâtre, légèrement rosé; faciès altéré.
- 9- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène; grain moyen-fin, légèrement foliée.
- 10- Leucogranodiorite à orthopyroxène (5%), clinopyroxène (5%) et biotite (<1%); homogène.
- 11- Pegmatite granodioritique; rosée.

- 12- Granodiorite à biotite et pyroxène (<1% reliques de pyroxène); grain moyen, homogène, rougeâtre.
- 13- Leucogranodiorite à biotite; grain moyen à grossier, blanc légèrement verdâtre; faciès bien altéré.
- 14- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène; homogène, verdâtre faiblement rosée.
- 15- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène (5% reliques de pyroxène); faciès altéré.
- 16- Leucogranodiorite à pyroxène (3% reliques de pyroxène) et traces de biotite; faciès altéré.
- 17- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène (1% reliques de pyroxène); foliée à faiblement rubanée.
- 18- Leucogranodiorite à pyroxène (1% reliques de pyroxène); homogène; faciès altéré.
- 19- Leucogranodiorite à orthopyroxène et clinopyroxène; grain moyen, foliée.
- 20- Leucogranodiorite à biotite et orthopyroxène; homogène, gris verdâtre; faciès légèrement altéré, pas d'évidence de clinopyroxène.
- 21- Granodiorite à biotite, pyroxène et grenat (5%); grain moyen, verdâtre, homogène.
- 22- Granodiorite gneissique à biotite et orthopyroxène; rubanement millimétrique à sub-centimétrique; faciès de bordure.

- 23- Leucogranodiorite à biotite (<1%), orthopyroxène (5%) et clinopyroxène (3%); grain moyen, homogène.

- 25- Leucogranodiorite à biotite (1%) et pyroxène (reliques de pyroxène en traces); grain moyen, gris rosé légèrement verdâtre; faciès altéré.

- 26- Leucogranodiorite à pyroxène (8% reliques de pyroxène) et biotite (<1%), faciès altéré.

- 27- Pegmatite granodiorite; rosée.

- 28- Leucogranodiorite à biotite et pyroxène (reliques de pyroxène); homogène; coloration rosée à légèrement verdâtre; faciès altéré.

- 29- Leucogranodiorite à pyroxène (5% pyroxènes totalement ouralitisés) et biotite (<1%); grain moyen, homogène; faciès altéré.

- 30- Leucogranodiorite à pyroxène et biotite; homogène; faciès altéré.

- 31- Granodiorite à biotite et reliques de pyroxène; homogène, grain moyen, nettement verdâtre; faciès altéré.

- 32- Granodiorite à biotite (5%), orthopyroxène (8%) et clinopyroxène (2%); homogène, grain moyen, gris verdâtre.

UNITÉ D5

- 33- Granite à biotite (5%) et grenat (2%) (traces de sillimanite); homogène, grain fin à moyen-fin, rosée.

- 34- Granite à biotite (1%) et grenat (<1%) (traces de sillimanite); homogène, grain moyen, rose.
- 35- Granite à biotite (2%) et grenat (traces); hétérogène, grain moyen-fin à très grossier; rosée.
- 36- Granite à biotite (4%) et grenat (<1%); grain moyen-fin à grossier; rosée.
- 37- Granite à biotite; homogène, grain moyen, gris rougeâtre.
- 38- Granite à biotite (3%) et grenat (<1%) (traces de sillimanite); homogène, grain moyen à moyen-grossier; rosée.

UNITÉ 1

- 39- Syénite alcaline à clinopyroxène (augite aegyrienne; 15%) et sphène (2%); homogène, grain fin; rosée.
- 40- Syénite alcaline à clinopyroxène (15%), sphène (2%) et traces de calcite; homogène, grain fin à moyen-fin; rosée.
- 41- Granite alcalin (<2% minéraux colorés); hétérogène, grain grossier à très grossier; rose.
- 42- Granite alcalin à clinopyroxène (7%) et sphène (5%); homogène, grain moyen; rosée.

UNITÉ 2

- 43- Syénite alcaline; grain grossier à très grossier, pegmatoïde; blanche, légèrement verdâtre.

- 44- Syénite alcaline; grain grossier à très grossier, pegmatoïde; rosée.
- 45- Syénite alcaline à biotite (chloritisée; 15%); grain moyen; rosée.
- 46- Syénite alcaline à biotite (15%); grain moyen-fin; rosée.
- 47- Leucosyénite à néphéline (5% Né); foliée à subrubanée grain grossier, pegmatoïde; rosée.
- 48- Syénite néphélinique (35% Né) à clinopyroxène (augite aegyrinique; 10%) et traces de biotite (<1%); foliée, grain moyen-grossier.
- 49- Syénite néphélinique (35% Né) à biotite (10%) et clinopyroxène (5%); faiblement foliée, grain moyen-fin.
- 50- Syénite néphélinique (30% Né) à biotite (12%); foliée, grain fin.
- 51- Syénite néphélinique (35% Né) à biotite (8%) et clinopyroxène (3%); foliée, grain grossier.
- 52- Syénite néphélinique (30% Né) à clinopyroxène (10%) et traces de biotite et de calcite; foliée, grain moyen-grossier.
- 53- Syénite néphélinique (20% Né) à clinopyroxène (10%) et biotite (3%); rubanée, grain moyen-grossier.
- 54- Ijolite à clinopyroxène (22%) et biotite (18%); foliée, grain fin à moyen.

- 55- Ijolite feldspathique (15% feldspath alcalin) à clinopyroxène (30%) et traces de biotite (1%); foliée à faiblement rubanée, grain fin à moyen.
- 56- Syénite néphélinique (15% Né) à biotite (5%); grain très grossier, pegmatoïde.
- 57- Ijolite feldspathique à hornblende (22%), clinopyroxène (18%) et traces de biotite et de calcite; foliée, grain moyen.
- 58- Syénite néphélinique (40% Né) à biotite (5%); foliée, grain moyen-grossier.
- 59- Syénite néphélinique (40% Né) à biotite (7%); homogène, grain grossier.
- 60- Syénite néphélinique (45% Né) à biotite (7%); homogène, grain moyen.
- 61- Syénite néphélinique (35% Né) à biotite (7%); foliée, grain grossier à très grossier.
- 62- Syénite néphélinique (30% Né) mésocrate à clinopyroxène, hornblende et biotite; grain moyen, foliée.

UNITÉ 3

- 63- Granodiorite à biotite (5%), clinopyroxène (1%) et hornblende (<1%); homogène, grain moyen-fin, gris verdâtre faiblement rosé.
- 64- Granodiorite à biotite (15%), clinopyroxène (2%) et hornblende (<1%); grain moyen, gris verdâtre, foliée; faciès de bordure.

- 65- Granodiorite à biotite (15%) (traces de pyroxène, possiblement orthopyroxène); homogène, grain moyen, gris-verdâtre faiblement rosé; foliée.
- 66- Granodiorite à hornblende (10%) et biotite (3%); homogène, grain grossier.
- 67- Granodiorite à biotite (reliques de pyroxène et/ou amphibole chloritisées); homogène, grain moyen.
- 68- Granodiorite à hornblende (8%), biotite (2%) et pyroxène (2%) (possiblement orthopyroxène); homogène, grain moyen; gris sombre verdâtre.

ANNEXE 1.2

DOSAGE DES CONSTITUANTS MAJEURS

Remarques:

- 1- Pour chaque échantillon, la colonne de gauche réfère aux données analytiques "brutes" et la colonne de droite aux données normalisées à 100% sans la perte au feu (PAF).
- 2- Les constituants majeurs, dosés à l'état élémentaire par spectrométrie des rayons-X, sont exprimés en terme d'oxyde. La précision de l'analyse est équivalente à un écart de $\pm 2\%$ du total des constituants déterminés.
- 3- Définition des paramètres géochimiques et abréviations.
Fe₂O₃*: Fer total exprimé sous forme de Fe₂O₃
FeO*: Fer total exprimé sous forme de FeO
Ox: $FeO / (FeO + Fe_2O_3)$
FM: $FeO* / (FeO* + MgO)$
TOTAL(1): Total des oxydes des constituants majeurs (incluant ou non PAF, selon la colonne) calculé avec le fer total exprimé sous forme de Fe₂O₃
TOTAL(2): Total des oxydes des constituants majeurs (incluant ou non PAF, selon la colonne) calculé après dosage volumétrique de fer ferreux (Gagnon, 1976) et calcul du fer ferrique vrai. Noter que pour que le dosage du fer ferreux soit fait, la teneur de soufre dans l'échantillon doit être inférieure à 0,2%.

No seq.	1		2		3	
SiO ₂	71,4	72,05	66,2	67,30	68,4	68,69
TiO ₂	0,13	0,13	0,24	0,24	0,34	0,34
Al ₂ O ₃	16,4	16,55	17,8	18,09	16,8	16,87
Fe ₂ O ₃ *	0,82	-	1,89	-	2,73	-
MgO	0,48	0,48	1,15	1,17	1,10	1,10
MnO	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04
CaO	3,35	3,38	4,40	4,47	3,62	3,64
Na ₂ O	5,27	5,32	5,72	5,81	4,75	4,77
K ₂ O	1,28	1,29	1,00	1,02	1,85	1,86
P ₂ O ₅	0,02	0,02	0,04	0,04	0,12	0,12
PAF	0,59	-	1,00	-	0,33	-
Total (1)	99,76	-	99,48	-	100,08	-
FeO	0,66	0,67	1,03	1,05	1,52	1,53
Fe ₂ O ₃	0,09	0,09	0,75	0,76	1,04	1,04
Total (2)	99,69	100,00	99,37	100,00	99,91	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	0,02	-	<0,01	-
Fe Total	0,57	0,58	1,32	1,35	1,91	1,92
FeO*	0,74	0,75	1,70	1,73	2,46	2,47
Ox	-	0,88	-	0,58	-	0,60
FeO*/MgO	-	1,56	-	1,48	-	2,25
FM	-	0,61	-	0,60	-	0,69

No seq.	4		5		6	
SiO ₂	65,3	66,42	55,3	56,34	65,7	66,57
TiO ₂	0,28	0,28	0,53	0,54	0,38	0,39
Al ₂ O ₃	17,9	18,21	15,1	15,38	15,2	15,40
Fe ₂ O ₃ *	2,35	-	7,06	-	3,75	-
MgO	1,32	1,34	6,67	6,80	2,74	2,78
MnO	0,05	0,05	0,16	0,16	0,05	0,05
CaO	3,90	3,97	7,74	7,89	3,70	3,75
Na ₂ O	6,13	6,23	4,50	4,58	4,70	4,76
K ₂ O	1,19	1,21	1,45	1,48	2,59	2,62
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,16	0,16	0,14	0,14
PAF	0,66	-	0,27	-	0,49	-
Total (1)	99,13	-	98,94	-	99,44	-
FeO	1,36	1,38	4,71	4,80	2,22	2,25
Fe ₂ O ₃	0,84	0,85	1,83	1,86	1,28	1,30
Total (2)	98,98	100,00	98,42	100,00	99,19	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	1,64	1,67	4,94	5,03	2,62	2,66
FeO*	2,11	2,14	6,35	6,47	3,37	3,42
Ox	-	0,62	-	0,72	-	0,63
FeO*/MgO	-	1,60	-	0,95	-	1,23
FM	-	0,61	-	0,49	-	0,55

No séq.	7		8		9	
SiO ₂	63,1	64,76	68,9	69,62	68,3	69,15
TiO ₂	0,37	0,38	0,32	0,32	0,38	0,38
Al ₂ O ₃	15,0	15,39	16,7	16,88	16,5	16,71
Fe ₂ O ₃ *	4,76	-	2,25	-	2,50	-
MgO	2,97	3,05	0,89	0,90	0,96	0,97
MnO	0,06	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02
CaO	4,73	4,85	3,39	3,43	2,86	2,90
Na ₂ O	4,66	4,78	5,32	5,38	5,74	5,81
K ₂ O	1,92	1,97	1,20	1,21	1,53	1,55
P ₂ O ₅	0,15	0,15	0,09	0,09	0,11	0,11
PAF	1,17	-	0,73	-	0,43	-
Total (1)	98,89	-	99,82	-	99,33	-
FeO	2,53	2,60	1,19	1,20	1,18	1,19
Fe ₂ O ₃	1,95	2,00	0,93	0,94	1,19	1,20
Total (2)	98,61	100,00	99,69	100,00	99,20	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,09	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	3,33	3,42	1,57	1,59	1,75	1,76
FeO*	4,28	4,40	2,02	2,05	2,25	2,27
Ox	-	0,57	-	0,56	-	0,50
FeO*/MgO	-	1,44	-	2,28	-	2,34
FM	-	0,59	-	0,69	-	0,70

No seq.	10		11		12	
SiO ₂	67,3	67,18	71,3	72,85	70,3	71,65
TiO ₂	0,38	0,38	0,02	0,02	0,24	0,24
Al ₂ O ₃	16,5	16,47	15,0	15,33	15,7	16,00
Fe ₂ O ₃ *	3,34	-	0,11	-	1,49	-
MgO	1,57	1,57	<0,05	<0,01	0,62	0,63
MnO	0,06	0,06	<0,01	<0,01	0,01	0,01
CaO	4,08	4,07	0,54	0,55	2,65	2,70
Na ₂ O	5,73	5,72	3,26	3,33	5,07	5,17
K ₂ O	1,36	1,36	7,58	7,74	2,03	2,07
P ₂ O ₅	0,13	0,13	<0,01	<0,01	0,08	0,08
PAF	0,17	-	0,30	-	0,62	-
Total (1)	100,62	-	<98,18	-	98,81	-
FeO	2,41	2,41	0,14	0,14	0,63	0,64
Fe ₂ O ₃	0,66	0,66	<0,01	<0,01	0,79	0,81
Total (2)	100,35	100,00	<98,22	<100,00	98,74	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	2,34	2,33	0,08	<0,12	1,04	1,06
FeO*	3,01	3,00	0,10	<0,15	1,34	1,37
Ox	-	0,79	-	0,93	-	0,44
FeO*/MgO	-	1,91	-	-	-	2,17
FM	-	0,66	-	-	-	0,69

No seq.	13		14		15	
SiO ₂	60,7	61,57	71,5	71,83	71,6	72,59
TiO ₂	0,18	0,18	0,26	0,26	0,24	0,24
Al ₂ O ₃	21,9	22,21	15,5	15,57	15,1	15,31
Fe ₂ O ₃ *	1,86	-	1,64	-	1,83	-
MgO	0,69	0,70	0,47	0,47	0,60	0,61
MnO	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
CaO	4,73	4,80	2,40	2,41	2,36	2,39
Na ₂ O	6,58	6,67	5,26	5,28	4,96	5,03
K ₂ O	1,91	1,94	2,50	2,51	1,95	1,98
P ₂ O ₅	0,11	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06
PAF	1,24	-	0,87	-	0,90	-
Total (1)	99,93	-	100,48	-	99,62	-
FeO	0,92	0,93	0,61	0,61	0,85	0,86
Fe ₂ O ₃	0,84	0,85	0,96	0,96	0,89	0,90
Total (2)	99,83	100,00	100,41	100,00	99,53	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	1,30	1,32	1,15	1,15	1,28	1,30
FeO*	1,67	1,69	1,48	1,47	1,65	1,67
Ox	-	0,52	-	0,39	-	0,49
FeO*/MgO	-	2,41	-	3,13	-	2,74
FM	-	0,71	-	0,76	-	0,73

No seq.	16		17		18	
SiO ₂	70,3	71,24	68,5	69,31	70,8	70,61
TiO ₂	0,21	0,21	0,41	0,41	0,17	0,17
Al ₂ O ₃	15,3	15,50	16,1	16,29	16,0	15,96
Fe ₂ O ₃ *	2,11	-	2,64	-	1,51	-
MgO	0,93	0,94	1,30	1,32	0,73	0,73
MnO	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
CaO	2,66	2,70	3,60	3,64	3,02	3,01
Na ₂ O	4,49	4,55	4,58	4,63	4,56	4,55
K ₂ O	2,67	2,71	1,68	1,70	3,42	3,41
P ₂ O ₅	0,09	0,09	0,17	0,17	0,12	0,12
PAF	1,02	-	0,91	-	0,55	-
Total (1)	99,80	-	99,92	-	100,90	-
FeO	0,89	0,90	1,61	1,63	0,69	0,69
Fe ₂ O ₃	1,12	1,13	0,85	0,86	0,74	0,74
Total (2)	99,70	100,00	99,74	100,00	100,82	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,03	-	0,03	-	<0,01	-
Fe Total	1,48	1,49	1,85	1,87	1,06	1,05
FeO*	1,90	1,92	2,38	2,40	1,36	1,36
Ox	-	0,44	-	0,65	-	0,48
FeO*/MgO	-	2,04	-	1,82	-	1,86
FM	-	0,67	-	0,65	-	0,65

No seq.	19		20		21	
SiO ₂	71,0	71,38	69,0	69,85	60,0	60,97
TiO ₂	0,33	0,33	0,30	0,30	0,81	0,82
Al ₂ O ₃	15,8	15,88	16,4	16,60	17,9	18,19
Fe ₂ O ₃ *	1,85	-	2,08	-	6,56	-
MgO	0,70	0,70	0,92	0,93	2,25	2,29
MnO	0,03	0,03	0,02	0,02	0,08	0,08
CaO	3,03	3,05	3,62	3,66	3,76	3,82
Na ₂ O	5,41	5,44	5,17	5,23	4,23	4,30
K ₂ O	1,35	1,36	1,30	1,32	2,74	2,78
P ₂ O ₅	0,08	0,08	0,10	0,10	0,57	0,58
PAF	0,61	-	1,12	-	0,89	-
Total (1)	100,19	-	100,03	-	99,79	-
FeO	1,00	1,01	1,15	1,16	4,42	4,49
Fe ₂ O ₃	0,74	0,74	0,80	0,81	1,65	1,68
Total (2)	100,08	100,00	99,90	100,00	99,30	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,04	-	0,01	-	0,06	-
Fe Total	1,29	1,30	1,45	1,47	4,59	4,67
FeO*	1,66	1,68	1,87	1,89	5,90	6,00
Ox	-	0,58	-	0,59	-	0,73
FeO*/MgO	-	2,40	-	2,03	-	2,62
FM	-	0,71	-	0,67	-	0,72

No seq.	22		23		24	
SiO ₂	70,3	70,65	69,6	70,48	65,1	66,19
TiO ₂	0,36	0,36	0,25	0,25	0,48	0,49
Al ₂ O ₃	15,5	15,58	16,4	16,61	17,6	17,89
Fe ₂ O ₃ *	3,06	-	1,93	-	3,24	-
MgO	0,86	0,86	0,86	0,87	1,03	1,05
MnO	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03
CaO	3,68	3,70	2,80	2,84	3,46	3,52
Na ₂ O	4,67	4,69	5,48	5,55	5,38	5,47
K ₂ O	1,07	1,08	1,54	1,56	2,07	2,10
P ₂ O ₅	0,20	0,20	0,02	0,02	0,17	0,17
PAF	0,39	-	0,67	-	0,39	-
Total (1)	100,13	-	99,57	-	98,95	-
FeO	2,12	2,13	1,35	1,37	1,78	1,81
Fe ₂ O ₃	0,70	0,70	0,43	0,44	1,26	1,28
Total (2)	99,89	100,00	99,42	100,00	98,75	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	2,14	2,15	1,35	1,37	2,27	2,30
FeO*	2,75	2,76	1,74	1,77	2,92	2,96
Ox	-	0,75	-	0,76	-	0,59
FeO*/MgO	-	3,21	-	2,03	-	2,82
FM	-	0,76	-	0,67	-	0,74

No seq.	25		26		27	
SiO ₂	69,0	70,13	67,6	69,16	74,1	75,69
TiO ₂	0,22	0,22	0,49	0,50	0,01	0,01
Al ₂ O ₃	17,3	17,58	16,0	16,37	13,4	13,69
Fe ₂ O ₃ *	0,93	-	2,95	-	0,19	-
MgO	0,70	0,71	1,66	1,70	0,06	0,06
MnO	<0,01	<0,01	0,05	0,05	<0,01	<0,01
CaO	3,41	3,47	3,51	3,59	0,27	0,28
Na ₂ O	5,50	5,59	4,65	4,76	2,41	2,46
K ₂ O	1,35	1,37	0,98	1,00	7,41	7,57
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,09	0,09	0,05	0,05
PAF	0,81	-	1,56	-	0,30	-
Total (1)	<99,27	-	99,54	-	<98,21	-
FeO	0,67	0,68	2,13	2,18	0,12	0,12
Fe ₂ O ₃	0,19	0,19	0,58	0,59	0,06	0,06
Total (2)	<99,20	<100,00	99,30	100,00	<98,20	<100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	0,65	0,66	2,06	2,11	0,13	0,14
FeO*	0,84	0,85	2,65	2,71	0,17	0,17
Ox	-	0,78	-	0,79	-	0,67
FeO*/MgO	-	1,20	-	1,59	-	2,83
FM	-	0,54	-	0,61	-	0,74

No seq.	28		29		30	
SiO ₂	69,8	70,51	70,5	71,93	68,2	69,21
TiO ₂	0,32	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35
Al ₂ O ₃	16,1	16,26	14,8	15,10	16,5	16,74
Fe ₂ O ₃ *	2,43	-	2,68	-	2,50	-
MgO	1,54	1,56	0,89	0,91	1,20	1,22
MnO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04
CaO	1,38	1,39	3,00	3,06	3,47	3,52
Na ₂ O	6,27	6,33	4,85	4,95	5,10	5,18
K ₂ O	1,19	1,20	1,08	1,10	1,26	1,28
P ₂ O ₅	0,07	0,07	0,03	0,03	0,09	0,09
PAF	1,25	-	1,08	-	0,71	-
Total (1)	100,37	-	99,25	-	99,41	-
FeO	1,14	1,15	1,42	1,45	1,48	1,50
Fe ₂ O ₃	1,16	1,17	1,10	1,12	0,86	0,87
Total (2)	100,24	100,00	99,09	100,00	99,25	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	0,02	-	0,01	-
Fe Total	1,70	1,71	1,87	1,91	1,75	1,77
FeO*	2,19	2,20	2,41	2,46	2,25	2,28
Ox	-	0,50	-	0,56	-	0,63
FeO*/MgO	-	1,41	-	2,70	-	1,87
FM	-	0,59	-	0,73	-	0,65

No seq.	31		32		33	
SiO ₂	62,1	63,58	62,9	63,22	71,0	70,03
TiO ₂	0,43	0,44	0,43	0,43	0,37	0,36
Al ₂ O ₃	16,5	16,89	16,3	16,38	14,7	14,50
Fe ₂ O ₃ *	5,08	-	5,37	-	2,88	-
MgO	3,27	3,35	3,14	3,16	0,76	0,77
MnO	0,12	0,12	0,09	0,09	0,03	0,03
CaO	3,61	3,70	4,80	4,82	1,26	1,27
Na ₂ O	4,43	4,54	3,91	3,93	3,52	3,56
K ₂ O	2,40	2,46	2,86	2,87	4,62	4,67
P ₂ O ₅	0,16	0,16	0,15	0,15	0,10	0,10
PAF	1,74	-	0,27	-	0,31	-
Total (1)	99,84	-	100,22	-	99,55	-
FeO	3,89	3,98	4,06	4,08	2,15	2,17
Fe ₂ O ₃	0,76	0,78	0,86	0,86	0,49	0,49
Total (2)	99,41	100,00	99,77	100,00	99,31	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,03	-	<0,1	-	<0,01	-
Fe Total	3,55	3,64	3,76	3,77	2,01	2,03
FeO*	4,57	4,68	4,83	4,85	2,59	2,61
Ox	-	0,84	-	0,83	-	0,82
FeO*/MgO	-	1,40	-	1,53	-	3,39
FM	-	0,58	-	0,61	-	0,77

No seq.	34		35		36	
SiO ₂	68,9	73,10	73,3	74,00	70,9	72,6
TiO ₂	0,18	0,19	0,22	0,22	0,25	0,26
Al ₂ O ₃	13,8	14,64	14,3	14,44	14,6	14,95
Fe ₂ O ₃ *	1,40	-	0,85	-	1,49	-
MgO	0,33	0,35	0,38	0,38	0,56	0,57
MnO	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
CaO	0,68	0,72	1,01	1,02	1,02	1,04
Na ₂ O	3,47	3,68	3,42	3,45	3,43	3,51
K ₂ O	5,51	5,85	5,58	5,63	5,47	5,60
P ₂ O ₅	0,11	0,12	0,06	0,06	0,05	0,05
PAF	0,36	-	0,49	-	0,64	-
Total (1)	94,75	-	<99,62	-	98,42	-
FeO	1,19	1,26	0,73	0,74	1,08	1,11
Fe ₂ O ₃	0,08	0,08	0,04	0,04	0,29	0,30
Total (2)	94,62	100,00	<99,54	<100,00	98,30	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	0,98	1,04	0,59	0,60	1,04	1,07
FeO*	1,26	1,33	0,76	0,78	1,34	1,38
Ox	-	0,94	-	0,95	-	0,79
FeO*/MgO	-	3,80	-	2,05	-	2,42
FM	-	0,79	-	0,67	-	0,71

No seq.	37		38		39	
SiO ₂	72,7	73,88	73,1	73,50	62,6	63,16
TiO ₂	0,16	0,16	0,23	0,23	0,24	0,24
Al ₂ O ₃	14,1	14,33	14,4	14,48	17,6	17,76
Fe ₂ O ₃ *	1,22	-	1,63	-	3,22	-
MgO	0,40	0,41	0,40	0,40	1,19	1,20
MnO	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,07	0,07
CaO	1,02	1,04	0,85	0,85	2,75	2,77
Na ₂ O	3,55	3,61	3,59	3,61	6,88	6,94
K ₂ O	5,27	5,36	5,21	5,24	4,35	4,39
P ₂ O ₅	0,06	0,06	0,15	0,15	0,27	0,27
PAF	0,39	-	0,45	-	0,28	-
Total (1)	<98,88	-	100,03	-	99,45	-
FeO	0,79	0,80	1,10	1,11	1,41	1,42
Fe ₂ O ₃	0,34	0,35	0,41	0,41	1,75	1,77
Total (2)	<98,79	<100,00	99,91	100,00	99,39	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	0,85	0,87	1,14	1,15	2,25	2,34
FeO*	1,10	1,11	1,47	1,48	2,90	3,01
Ox	-	0,70	-	0,73	-	0,45
FeO*/MgO	-	2,71	-	3,70	-	2,51
FM	-	0,73	-	0,79	-	0,71

No seq.	40		41		42	
SiO ₂	63,6	64,27	73,6	74,75	74,2	74,30
TiO ₂	0,26	0,26	0,02	0,02	0,14	0,14
Al ₂ O ₃	17,7	17,89	14,4	14,63	14,3	14,32
Fe ₂ O ₃ *	2,54	-	0,25	-	0,58	-
MgO	0,89	0,90	0,06	0,06	0,31	0,31
MnO	0,07	0,07	<0,01	<0,01	0,02	0,02
CaO	2,47	2,50	0,29	0,29	0,60	0,60
Na ₂ O	7,14	7,22	5,64	5,73	4,96	4,97
K ₂ O	4,25	4,30	4,19	4,26	4,63	4,64
P ₂ O ₅	0,15	0,15	<0,01	0,01	0,15	0,15
PAF	0,50	-	0,18	-	0,32	-
Total (1)	99,57	-	<98,65	-	100,21	-
FeO	1,05	1,06	0,10	0,10	0,26	0,26
Fe ₂ O ₃	1,37	1,38	0,14	0,14	0,29	0,29
Total (2)	99,45	100,00	<98,64	<100,00	100,18	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,12	-	<0,01	-	<0,01	-
Fe Total	1,78	1,79	0,17	0,18	0,41	0,40
FeO*	2,29	2,30	0,22	0,23	0,52	0,52
Ox	-	0,43	-	0,42	-	0,47
FeO*/MgO	-	2,56	-	3,83	-	1,68
FM	-	0,72	-	0,79	-	0,63

No seq.	43		44		45	
SiO ₂	67,5	67,83	64,1	64,27	60,0	61,41
TiO ₂	<0,01	<0,01	0,24	0,24	0,75	0,77
Al ₂ O ₃	19,3	19,40	20,0	20,05	18,6	19,04
Fe ₂ O ₃ *	0,67	-	1,83	-	5,52	-
MgO	<0,05	<0,05	0,45	0,45	0,97	0,99
MnO	<0,01	<0,01	0,03	0,03	0,06	0,06
CaO	0,06	0,06	0,51	0,51	0,69	0,71
Na ₂ O	9,81	9,86	7,61	7,63	6,60	6,76
K ₂ O	2,08	2,09	5,08	5,09	4,78	4,89
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,02	0,02	<0,01	<0,01
PAF	0,14	-	0,76	-	0,81	-
Total (1)	<99,66	-	100,63	-	<98,79	-
FeO	0,15	0,15	1,28	1,28	2,56	2,62
Fe ₂ O ₃	0,51	0,51	0,41	0,41	2,68	2,74
Total (2)	<99,65	<100,00	100,49	100,00	<98,51	<100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	<0,01	-	0,03	-
Fe Total	0,47	0,47	1,28	1,28	3,86	3,95
FeO*	0,60	0,61	1,65	1,65	4,97	5,09
Ox	-	0,23	-	0,76	-	0,49
FeO*/MgO	-	>12,20	-	3,67	-	5,14
FM	-	>0,92	-	0,79	-	0,84

No seq.	46		47		48	
SiO ₂	61,8	62,64	62,5	62,79	56,3	56,71
TiO ₂	0,54	0,55	0,44	0,44	0,23	0,23
Al ₂ O ₃	18,3	18,55	19,9	19,99	21,3	21,45
Fe ₂ O ₃ *	4,41	-	3,23	-	3,89	-
MgO	0,61	0,62	0,45	0,45	0,81	0,82
MnO	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05
CaO	0,36	0,36	0,58	0,58	1,98	1,99
Na ₂ O	7,18	7,28	7,72	7,76	9,31	9,38
K ₂ O	5,55	5,63	4,91	4,93	5,36	5,40
P ₂ O ₅	0,10	0,10	<0,01	<0,01	0,20	0,20
PAF	0,22	-	0,54	-	0,43	-
Total (1)	99,13	-	<100,32	-	99,86	-
FeO	2,27	2,30	2,13	2,14	1,32	1,33
Fe ₂ O ₃	1,89	1,92	0,86	0,86	2,42	2,44
Total (2)	98,88	100,00	<100,08	100,00	99,71	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,02	-	0,03	-	0,02	-
Fe Total	3,08	3,13	2,26	2,26	2,72	2,74
FeO*	3,97	4,03	2,91	2,91	3,50	3,53
Ox	-	0,55	-	0,71	-	0,35
FeO*/MgO	-	6,50	-	6,47	-	4,30
FM	-	0,87	-	0,87	-	0,81

No seq.	49		50		51	
SiO ₂	54,6	55,24	56,0	56,57	52,5	53,02
TiO ₂	0,58	0,59	0,31	0,31	0,36	0,36
Al ₂ O ₃	22,1	22,36	23,9	24,14	24,3	24,54
Fe ₂ O ₃ *	5,34	-	2,92	-	4,00	-
MgO	1,19	1,20	0,38	0,38	0,76	0,77
MnO	0,08	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03
CaO	1,28	1,30	0,30	0,30	1,09	1,10
Na ₂ O	8,75	8,85	10,1	10,20	11,2	11,31
K ₂ O	5,18	5,24	5,20	5,25	4,83	4,88
P ₂ O ₅	0,04	0,04	<0,01	<0,01	0,14	0,14
PAF	0,88	-	0,82	-	0,64	-
Total (1)	100,02	-	<99,97	-	99,85	-
FeO	2,66	2,69	1,45	1,46	1,82	1,84
Fe ₂ O ₃	2,38	2,41	1,31	1,32	1,98	2,00
Total (2)	99,72	100,00	<99,81	<100,00	99,65	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,03	-	<0,01	-	0,01	-
Fe Total	3,73	3,78	2,04	2,06	2,80	2,83
FeO*	4,80	4,86	2,63	2,65	3,60	3,64
Ox	-	0,45	-	0,53	-	0,48
FeO*/MgO	-	4,05	-	6,97	-	4,73
FM	-	0,80	-	0,87	-	0,83

No seq.	52		53		54	
SiO ₂	56,6	56,65	56,2	56,84	43,7	44,22
TiO ₂	0,23	0,23	0,22	0,22	0,96	0,97
Al ₂ O ₃	21,8	21,82	22,6	22,86	19,2	19,43
Fe ₂ O ₃ *	3,68	-	3,03	-	11,4	11,53
MgO	0,59	0,59	0,63	0,64	4,36	4,41
MnO	0,03	0,03	0,04	0,04	0,16	0,16
CaO	1,75	1,75	1,32	1,34	5,84	5,91
Na ₂ O	10,1	10,11	9,63	9,74	9,17	9,28
K ₂ O	5,06	5,06	5,16	5,22	4,03	4,08
P ₂ O ₅	0,19	0,19	0,19	0,19	<0,01	<0,01
PAF	0,40	-	0,43	-	0,55	-
Total (1)	100,43	-	99,45	-	<99,38	-
FeO	1,02	1,02	1,37	1,39	-	-
Fe ₂ O ₃	2,55	2,55	1,51	1,53	-	-
Total (2)	100,32	100,00	99,30	100,00	-	<100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,03	-	0,01	-	0,21	-
Fe Total	2,57	2,58	2,12	2,15	7,97	8,06
FeO*	3,31	3,31	2,73	2,77	10,26	10,37
Ox	-	0,29	-	0,48	-	-
FeO*/MgO	-	5,61	-	4,33	-	2,35
FM	-	0,85	-	0,81	-	0,70

No seq.	55		56		57	
SiO ₂	49,4	50,02	63,2	63,92	45,1	46,05
TiO ₂	0,55	0,56	0,72	0,73	0,68	0,69
Al ₂ O ₃	17,0	17,21	19,8	20,02	17,5	17,87
Fe ₂ O ₃ *	12,3	-	1,16	-	10,5	10,72
MgO	2,12	2,15	0,09	0,09	4,28	4,37
MnO	0,11	0,11	0,02	0,02	0,17	0,17
CaO	4,23	4,28	0,10	0,10	9,05	9,24
Na ₂ O	11,0	11,14	9,03	9,13	7,91	8,08
K ₂ O	2,36	2,39	4,84	4,89	2,03	2,07
P ₂ O ₅	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,71	0,73
PAF	0,27	-	0,32	-	0,77	-
Total (1)	<99,35	-	<99,26	-	98,70	-
FeO	2,82	2,86	0,79	0,80	-	-
Fe ₂ O ₃	9,17	9,28	0,28	0,28	-	-
Total (2)	<99,04	<100,00	<99,20	<100,00	-	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,02	-	<0,01	-	0,27	-
Fe Total	8,60	8,71	0,81	0,82	7,34	7,50
FeO*	11,07	11,21	1,04	1,05	9,45	9,65
Ox	-	0,24	-	0,74	-	-
FeO*/MgO	-	5,21	-	11,67	-	2,21
FM	-	0,84	-	0,92	-	0,69

No seq.	58		59		60	
SiO ₂	58,5	59,10	53,4	54,73	53,5	55,06
TiO ₂	0,29	0,29	0,39	0,40	0,31	0,32
Al ₂ O ₃	21,8	22,02	23,5	24,09	23,8	24,49
Fe ₂ O ₃ *	3,12	-	3,86	-	3,33	-
MgO	0,10	0,10	0,77	0,79	0,61	0,63
MnO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
CaO	0,27	0,27	0,42	0,43	0,43	0,44
Na ₂ O	9,03	9,12	10,2	10,45	9,94	10,23
K ₂ O	5,96	6,02	5,27	5,40	5,26	5,41
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,10	0,10	0,16	0,16
PAF	0,33	-	0,88	-	1,75	-
Total (1)	99,44	-	98,82	-	99,11	-
FeO	1,05	1,06	3,28	3,36	1,67	1,72
Fe ₂ O ₃	1,95	1,97	0,21	0,22	1,47	1,55
Total (2)	99,32	100,00	98,45	100,00	98,92	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	0,12	-	0,01	-
Fe Total	2,18	2,20	2,70	2,77	2,33	2,42
FeO*	2,81	2,83	3,47	3,56	3,00	3,11
Ox	-	0,35	-	0,94	-	0,53
FeO*/MgO	-	28,30	-	4,51	-	4,94
FM	-	0,97	-	0,82	-	0,83

No seq.	61		62		63	
SiO ₂	56,6	57,28	50,0	50,44	66,7	67,41
TiO ₂	0,47	0,48	0,65	0,66	0,33	0,33
Al ₂ O ₃	22,3	22,57	18,6	18,76	16,1	16,27
Fe ₂ O ₃ *	4,03	-	8,37	-	3,11	-
MgO	0,41	0,41	3,44	3,47	1,63	1,65
MnO	0,04	0,04	0,13	0,13	0,05	0,05
CaO	0,20	0,20	5,34	5,39	3,11	3,14
Na ₂ O	9,15	9,26	9,01	9,09	4,80	4,85
K ₂ O	5,86	5,93	3,57	3,60	3,02	3,05
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,22	0,22	0,11	0,11
PAF	0,63	-	0,55	-	0,60	-
Total (1)	99,70	-	99,88	-	99,56	-
FeO	1,86	1,88	1,78	1,80	0,07	0,07
Fe ₂ O ₃	1,92	1,94	6,39	6,45	3,03	3,06
Total (2)	99,45	100,00	99,68	100,00	99,55	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,02	-	<0,01	-	0,01	-
Fe Total	2,82	2,82	5,85	5,91	2,18	2,19
FeO*	3,63	3,63	7,53	7,60	2,80	2,82
Ox	-	0,49	-	0,22	-	0,02
FeO*/MgO	-	8,85	-	2,19	-	1,71
FM	-	0,90	-	0,69	-	0,63

No seq.	64		65		66	
SiO ₂	66,3	66,85	66,4	67,30	65,6	66,67
TiO ₂	0,60	0,60	0,39	0,40	0,41	0,42
Al ₂ O ₃	16,0	16,13	16,4	16,62	16,3	16,57
Fe ₂ O ₃ *	4,05	-	3,16	-	3,62	-
MgO	2,48	2,50	1,46	1,48	1,73	1,76
MnO	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05
CaO	3,48	3,51	2,89	2,93	3,03	3,08
Na ₂ O	4,35	4,39	5,27	5,34	5,23	5,32
K ₂ O	2,02	2,04	2,68	2,72	2,46	2,50
P ₂ O ₅	0,14	0,14	0,16	0,16	0,18	0,18
PAF	0,68	-	0,99	-	1,11	-
Total (1)	100,15	-	99,84	-	99,72	-
FeO	2,62	2,64	1,67	1,69	1,85	1,88
Fe ₂ O ₃	1,14	1,15	1,30	1,32	1,56	1,59
Total (2)	99,86	100,00	99,65	100,00	99,51	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	0,02	-	<0,01	-
Fe Total	2,83	2,86	2,21	2,24	2,53	2,57
FeO*	3,64	3,67	2,84	2,88	3,26	3,31
Ox	-	0,70	-	0,56	-	0,54
FeO*/MgO	-	1,47	-	1,95	-	1,88
FM	-	0,59	-	0,66	-	0,65

No seq.	67		68		69	
SiO ₂	64,8	66,87	65,8	66,59	50,2	52,06
TiO ₂	0,42	0,43	0,46	0,47	1,73	1,79
Al ₂ O ₃	16,7	17,23	17,2	17,41	11,2	11,61
Fe ₂ O ₃ *	3,28	-	2,95	-	14,6	-
MgO	2,58	2,66	1,11	1,12	5,90	6,12
MnO	0,04	0,04	0,03	0,03	0,52	0,54
CaO	1,78	1,84	3,20	3,24	7,58	7,86
Na ₂ O	5,25	5,42	5,03	5,09	3,13	3,25
K ₂ O	2,12	2,19	3,07	3,11	2,27	2,35
P ₂ O ₅	0,17	0,18	0,19	0,19	0,17	0,18
PAF	1,60	-	0,41	-	1,61	-
Total (1)	98,74	-	99,45	-	98,91	-
FeO	2,04	2,11	2,03	2,05	7,83	8,12
Fe ₂ O ₃	1,01	1,04	0,69	0,70	5,90	6,12
Total (2)	98,51	100,00	99,22	100,00	98,04	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,04	-	<0,01	-	0,02	-
Fe Total	2,29	2,37	2,06	2,08	10,21	10,59
FeO*	2,95	3,05	2,65	2,68	13,14	13,63
Ox	-	0,67	-	0,75	-	0,57
FeO*/MgO	-	1,15	-	2,39	-	2,23
FM	-	0,53	-	0,71	-	0,69

No séq.	70		71		72	
SiO ₂	49,2	51,05	49,9	51,61	49,8	51,79
TiO ₂	1,69	1,75	1,63	1,69	1,60	1,66
Al ₂ O ₃	10,3	10,69	9,89	10,23	9,30	9,67
Fe ₂ O ₃ *	14,6	-	13,9	-	13,8	-
MgO	7,00	7,26	7,33	7,58	7,57	7,87
MnO	0,43	0,45	0,28	0,29	0,38	0,40
CaO	8,96	9,30	10,00	10,34	10,2	10,61
Na ₂ O	2,32	2,41	3,03	3,13	3,43	3,57
K ₂ O	2,62	2,72	1,52	1,57	0,84	0,87
P ₂ O ₅	0,14	0,15	0,13	0,13	0,13	0,14
PAF	1,72	-	1,10	-	1,06	-
Total (1)	98,98	-	98,71	-	98,11	-
FeO	7,87	8,17	8,32	8,60	8,05	8,37
Fe ₂ O ₃	5,85	6,07	4,66	4,82	4,85	5,04
Total (2)	98,10	100,00	97,79	100,00	97,21	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	<0,01	-	0,04	-	0,14	-
Fe Total	10,21	10,60	9,72	10,06	9,65	10,03
FeO*	13,14	13,63	12,51	12,94	12,42	12,90
Ox	-	0,57	-	0,64	-	0,62
FeO*/MgO	-	1,88	-	1,71	-	1,64
FM	-	0,65	-	0,63	-	0,62

No séq.	73		74		75	
SiO ₂	50,9	53,21	51,2	52,97	50,9	53,02
TiO ₂	1,01	1,06	0,71	0,73	0,88	0,92
Al ₂ O ₃	13,9	14,53	12,4	12,83	14,8	15,42
Fe ₂ O ₃ *	12,0	-	11,0	-	11,0	-
MgO	6,16	6,44	9,55	9,88	6,17	6,43
MnO	0,17	0,18	0,19	0,20	0,17	0,18
CaO	9,42	9,85	10,7	11,07	9,61	10,01
Na ₂ O	2,43	2,54	1,59	1,64	2,44	2,54
K ₂ O	0,66	0,69	0,25	0,26	0,88	0,92
P ₂ O ₅	0,10	0,10	0,06	0,06	0,08	0,08
PAF	2,11	-	1,23	-	1,69	-
Total (1)	98,86	-	98,88	-	98,62	-
FeO	8,82	9,22	8,85	9,16	8,37	8,72
Fe ₂ O ₃	2,09	2,18	1,16	1,20	1,70	1,77
Total (2)	97,77	100,00	97,89	100,00	97,69	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,03	-	0,01	-	0,03	-
Fe Total	8,39	8,69	7,69	7,96	7,69	8,02
FeO*	10,80	11,18	9,90	10,24	9,90	10,31
Ox	-	0,81	-	0,88	-	0,83
FeO*/MgO	-	1,74	-	1,04	-	1,60
FM	-	0,63	-	0,51	-	0,62

No seq.	76		77		78	
SiO ₂	51,3	52,59	50,9	53,30	51,3	52,71
TiO ₂	0,70	0,72	0,74	0,77	0,73	0,75
Al ₂ O ₃	12,3	12,61	12,6	13,19	14,3	14,69
Fe ₂ O ₃ *	11,2	-	10,5	-	10,7	-
MgO	9,81	10,06	10,9	11,41	7,60	7,81
MnO	0,17	0,17	0,15	0,16	0,16	0,16
CaO	10,8	11,07	7,19	7,53	10,8	11,10
Na ₂ O	1,60	1,64	2,76	2,89	1,98	2,03
K ₂ O	0,25	0,26	0,61	0,64	0,59	0,61
P ₂ O ₅	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
PAF	0,97	-	3,08	-	0,81	-
Total (1)	99,17	-	99,50	-	99,04	-
FeO	8,58	8,80	8,35	8,74	8,19	8,42
Fe ₂ O ₃	1,97	2,02	1,23	1,29	1,60	1,64
Total (2)	98,52	100,00	98,58	100,00	98,13	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,03	-	0,03	-	0,02	-
Fe Total	7,83	8,25	7,34	7,70	7,48	7,69
FeO*	10,08	10,62	9,45	9,90	9,63	9,90
Ox	-	0,81	-	0,87	-	0,84
FeO*/MgO	-	1,06	-	0,87	-	1,27
FM	-	0,51	-	0,46	-	0,56

No seq.	79		80		81	
SiO ₂	51,8	53,06	51,7	53,15	51,8	53,92
TiO ₂	0,72	0,74	0,80	0,82	1,35	1,41
Al ₂ O ₃	12,5	12,80	13,8	14,19	14,9	15,51
Fe ₂ O ₃ *	11,3	-	11,2	-	13,0	-
MgO	9,21	9,43	7,39	7,60	3,72	3,87
MnO	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,18
CaO	10,5	10,76	10,5	10,79	8,29	8,63
Na ₂ O	1,87	1,92	1,94	1,99	2,84	2,96
K ₂ O	0,47	0,48	0,65	0,67	0,81	0,84
P ₂ O ₅	0,06	0,06	0,07	0,07	0,14	0,15
PAF	0,11	-	1,07	-	1,98	-
Total (1)	98,72	-	99,29	-	99,00	-
FeO	8,90	9,12	8,53	8,77	8,58	8,93
Fe ₂ O ₃	1,41	1,44	1,72	1,77	3,47	3,61
Total (2)	97,73	100,00	98,34	100,00	98,05	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,02	-	0,02	-	0,06	-
Fe Total	7,90	8,10	7,83	8,05	9,09	9,47
FeO*	10,16	10,42	10,08	10,36	11,70	12,18
Ox	-	0,86	-	0,83	-	0,71
FeO*/MgO	-	1,10	-	1,36	-	3,15
FM	-	0,52	-	0,58	-	0,76

No seq.	82		83		84	
SiO ₂	47,1	48,7	47,4	48,7	46,9	48,3
TiO ₂	2,60	2,69	1,96	2,01	1,85	1,90
Al ₂ O ₃	14,4	14,9	16,2	16,6	16,3	16,8
Fe ₂ O ₃ *	16,0	-	13,3	-	13,1	-
MgO	5,49	5,67	6,79	6,97	7,35	7,57
MnO	0,21	0,22	0,19	0,20	0,18	0,19
CaO	8,01	8,27	8,95	9,19	8,92	9,18
Na ₂ O	2,75	2,84	2,74	2,81	2,71	2,79
K ₂ O	1,08	1,12	0,62	0,64	0,60	0,62
P ₂ O ₅	0,39	0,40	0,32	0,33	0,30	0,31
PAF	0,30	-	0,14	-	0,61	-
Total (1)	98,33	-	98,61	-	98,82	-
FeO	11,07	11,44	9,98	10,25	9,42	9,70
Fe ₂ O ₃	3,70	3,82	2,20	2,26	2,60	2,68
Total (2)	97,10	100,00	97,49	100,00	97,74	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,15	-	0,11	-	0,13	-
Fe Total	11,19	11,56	9,30	9,55	9,16	9,43
FeO*	14,40	14,87	11,97	12,29	11,79	12,13
Ox	-	0,75	-	0,82	-	0,78
FeO*/MgO	-	2,62	-	1,76	-	1,60
FM	-	0,72	-	0,64	-	0,62

No seq.	85		86		87	
SiO ₂	46,9	48,04	46,9	47,98	46,9	47,99
TiO ₂	2,64	2,70	2,19	2,24	1,91	1,95
Al ₂ O ₃	14,6	14,95	15,7	16,06	16,5	16,88
Fe ₂ O ₃ *	16,8	-	15,1	-	13,4	-
MgO	5,31	5,44	6,44	6,59	7,20	7,37
MnO	0,21	0,22	0,20	0,20	0,18	0,18
CaO	8,12	8,32	8,41	8,60	9,04	9,25
Na ₂ O	2,83	2,90	2,76	2,82	2,69	2,75
K ₂ O	1,09	1,12	0,88	0,90	0,62	0,63
P ₂ O ₅	0,42	0,43	0,33	0,34	0,33	0,34
PAF	-0,03	-	0,51	-	0,18	-
Total (1)	98,89	-	99,42	-	98,95	-
FeO	11,6	11,88	10,5	10,74	9,49	9,71
Fe ₂ O ₃	3,91	4,00	3,44	3,52	2,86	2,93
Total (2)	97,60	100,00	98,26	100,00	97,90	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,17	-	0,13	-	0,11	-
Fe Total	11,75	12,03	10,56	10,81	9,37	9,60
FeO*	15,12	15,48	13,59	13,91	12,06	12,35
Ox	-	0,75	-	0,75	-	0,77
FeO*/MgO	-	2,85	-	2,11	-	1,68
FM	-	0,74	-	0,68	-	0,63

No seq.	88		89		90	
SiO ₂	46,6	48,14	46,9	48,30	46,4	47,54
TiO ₂	1,91	1,97	2,62	2,70	2,37	2,43
Al ₂ O ₃	16,3	16,84	14,4	14,83	15,4	15,78
Fe ₂ O ₃ *	13,2	-	16,4	-	15,8	-
MgO	7,00	7,23	5,29	5,45	5,92	6,07
MnO	0,18	0,19	0,22	0,23	0,21	0,22
CaO	8,91	9,20	8,20	8,44	8,18	8,38
Na ₂ O	2,72	2,81	2,84	2,92	2,82	2,89
K ₂ O	0,73	0,75	1,10	1,13	0,95	0,97
P ₂ O ₅	0,32	0,33	0,41	0,42	0,37	0,38
PAF	1,15	-	0,51	-	0,73	-
Total (1)	99,02	-	98,89	-	99,15	-
FeO	9,50	9,81	11,4	11,74	11,4	11,68
Fe ₂ O ₃	2,64	2,73	3,73	3,84	3,58	3,67
Total (2)	97,96	100,00	97,62	100,00	98,33	100,00
CO ₂	-	-	-	-	-	-
S	0,11	-	0,16	-	0,13	-
Fe Total	9,23	9,53	11,47	11,81	11,05	11,65
FeO*	11,88	12,27	14,76	15,20	14,22	14,98
Ox	-	0,78	-	0,75	-	0,76
FeO*/MgO	-	1,70	-	2,79	-	2,47
FM	-	0,63	-	0,74	-	0,71

ANNEXE 1.3

DOSAGE DES ÉLÉMENTS EN TRACES

Remarques:

- 1- Le dosage des éléments en traces, à l'exception de l'or, est exprimé en ppm. Quelques dosages élevés sont indiqués en %.
- 2- Le dosage de l'or est exprimé en ppb.
- 3- Les méthodes analytiques suivantes ont été utilisées pour le dosage des éléments en traces:
 - a) Spectrométrie d'émission atomique au plasma (SEAP): Li, Sc, V, Co, Ni, Cu, Zn, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Dy, Pb.
 - b) Spectrométrie des rayons-X (SRX): Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Th.
 - c) Activation neutronique: Cs, U, Au, As, Sb, W.
 - d) Spectrométrie d'absorption atomique (SAA): Ag.
- 4- Les limites de détection analytiques sont indiquées dans la première colonne par la valeur entre parenthèses à la suite du symbole chimique de l'élément. Les dosages inférieurs à la limite de détection sont identifiés par l'abréviation n.d. (non détecté); un tiret indique l'absence de dosage.
- 5- Au laboratoire du CRM, le dosage du césium est rapporté avec une limite de détection de 0,2 ppm lorsqu'un échantillon est dosé pour l'ensemble des terres rares; cette limite est inférieure à celle rapportée lors d'un dosage avec les éléments de l'ensemble de l'or, soit 1 ppm. Pour cette raison, les dosages du césium des échantillons analysés pour

les terres rares (cf. annexe 1.4) apparaissent entre parenthèses, tout comme la limite de détection (0,2 ppm) placée à l'intérieur du deuxième groupe de parenthèses de la première colonne, à la suite du symbole chimique.

	1	2	3	4
Li (1)	18	13	13	16
Sc (1)	n.d.	3	2	3
V (2)	10	30	58	33
Cr	-	-	-	-
Co (2)	n.d.	7	8	7
Ni (1)	15	20	9	26
Cu (1)	8	18	19	15
Zn (2)	45	26	45	38
Ga (3)	20	20	20	19
Rb (3)	17	8	38	11
Sr (3)	510	510	760	700
Y (3)	n.d.	n.d.	4	3
Zr (3)	150	34	130	77
Nb (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1) (0.2)	n.d.	2	n.d.	n.d.
Ba (1)	340	353	843	403
La (2)	7	7	12	6
Ce (3)	17	9	18	12
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	12	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0.2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0.1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	1	n.d.
Ag (0.5)	n.d.	-	-	n.d.
S (0.01)	n.d.	0,02%	n.d.	n.d.

	5	6	7	8
Li (1)	21	22	30	8
Sc (1)	22	6	10	1
V (2)	115	67	97	39
Cr	-	-	-	-
Co (2)	29	13	17	6
Ni (1)	187	64	79	6
Cu (1)	11	6	0, 11%	14
Zn (2)	214	72	123	58
Ga (3)	22	19	19	20
Rb (3)	54	44	36	9
Sr (3)	450	910	910	540
Y (3)	32	5	6	n.d.
Zr (3)	100	100	96	120
Nb (3)	6	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1) (0, 2)	n.d.	1	n.d.	n.d.
Ba (1)	575	0, 13%	910	519
La (2)	25	8	16	8
Ce (3)	63	21	32	12
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	4	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0, 2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	24	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0, 1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0, 5)	-	n.d.	-	-
S (0, 01)	n.d.	n.d.	0, 09%	n.d.

	9	10	11	12
Li (1)	15	7	4	18
Sc (1)	2	5	n.d.	n.d.
V (2)	36	53	n.d.	21
Cr	-	-	-	-
Co (2)	6	9	n.d.	3
Ni (1)	7	18	1	6
Cu (1)	13	6	4	5
Zn (2)	68	57	n.d.	33
Ga (3)	22	19	17	20
Rb (3)	40	10	150	30
Sr (3)	690	710	180	580
Y (3)	3	6	n.d.	n.d.
Zr (3)	160	140	22	110
Nb (3)	n.d.	4	n.d.	n.d.
Cs (1) (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	1
Ba (1)	461	397	0,12%	782
La (2)	23	19	3	10
Ce (3)	44	33	4	20
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	33	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	-	n.d.	n.d.
S (0,01)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

	13	14	15	16
Li (1)	12	11	23	14
Sc (1)	3	n.d.	2	2
V (2)	24	21	22	31
Cr	-	-	-	-
Co (2)	3	3	5	6
Ni (1)	2	3	5	11
Cu (1)	3	4	8	18
Zn (2)	27	15	33	24
Ga (3)	23	18	20	17
Rb (3)	29	50	31	51
Sr (3)	950	460	410	590
Y (3)	3	n.d.	n.d.	n.d.
Zr (3)	51	120	110	110
Nb (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1) (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	470	778	626	0,11%
La (2)	8	10	10	17
Ce (3)	15	20	13	32
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	12	n.d.	12	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0.2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	n.d.	-	n.d.
S (0,01)	n.d.	n.d.	n.d.	0,03%

	17	18	19	20
Li (1)	28	13	4	17
Sc (1)	3	5	1	2
V (2)	44	28	40	36
Cr	-	-	-	-
Co (2)	8	n.d.	8	6
Ni (1)	12	5	16	11
Cu (1)	19	5	39	7
Zn (2)	42	5	30	22
Ga (3)	18	18	18	21
Rb (3)	41	69	12	14
Sr (3)	460	630	620	620
Y (3)	7	5	n.d.	n.d.
Zr (3)	97	66	120	110
Nb (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1) (0,2)	n.d.	n.d.	1	n.d.
Ba (1)	482	0,16%	368	385
La (2)	12	9	12	11
Ce (3)	25	22	18	20
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	12	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0.2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	n.d.	-	n.d.
S (0,01)	0,03%	n.d.	0,04%	0,01%

	21	22	23	24
Li (1)	34	16	25	10
Sc (1)	9	4	2	2
V (2)	112	31	33	48
Cr	-	-	-	-
Co (2)	14	6	4	7
Ni (1)	17	5	5	6
Cu (1)	22	9	7	8
Zn (2)	91	71	17	76
Ga (3)	23	19	21	24
Rb (3)	100	16	53	50
Sr (3)	980	210	400	810
Y (3)	17	11	n.d.	4
Zr (3)	350	170	140	150
Nb (3)	7	6	5	3
Cs (1) (0,2)	1	n.d.	(0,4)	n.d.
Ba (1)	0,13%	202	186	756
La (2)	104	22	17	15
Ce (3)	178	38	31	28
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	5	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	21	n.d.	18	13
Th (3)	3	n.d.	6	n.d.
U (0,2)	3,1	0,3	0,3	0,2
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	-	n.d.	-
S (0,01)	0,06%	n.d.	n.d.	n.d.

	25	26	27	28
Li (1)	47	29	2	30
Sc (1)	n.d.	4	n.d.	1
V (2)	20	54	n.d.	29
Cr	-	-	-	-
Co (2)	4	7	n.d.	5
Ni (1)	7	10	3	5
Cu (1)	4	17	n.d.	3
Zn (2)	26	34	27	22
Ga (3)	18	21	10	19
Rb (3)	15	12	190	22
Sr (3)	610	480	430	290
Y (3)	n.d.	4	3	3
Zr (3)	100	210	54	110
Nb (3)	n.d.	4	n.d.	4
Cs (1) (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	1
Ba (1)	492	326	0,24%	370
La (2)	8	11	6	7
Ce (3)	11	19	6	10
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	12	n.d.	41	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	0,2	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	-	-	n.d.
S (0,01)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

	29	30	31	32
Li (1)	27	18	23	29
Sc (1)	2	3	10	9
V (2)	48	37	102	95
Cr	-	-	-	-
Co (2)	7	6	15	15
Ni (1)	10	10	32	30
Cu (1)	14	13	10	5
Zn (2)	40	46	89	57
Ga (3)	19	21	17	21
Rb (3)	12	10	69	88
Sr (3)	540	640	540	520
Y (3)	n.d.	n.d.	12	10
Zr (3)	160	55	120	110
Nb (3)	n.d.	n.d.	4	4
Cs (1) (0,2)	(0,25)	n.d.	1	(0,82)
Ba (1)	431	374	870	861
La (2)	8	11	12	12
Ce (3)	12	16	22	25
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	13	12
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	n.d.	0,2	0,3
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0.1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	-	-	n.d.
S (0,01)	0,02%	0,01%	0,03%	n.d.

	33	34	35	36
Li (1)	17	19	10	12
Sc (1)	3	3	1	3
V (2)	39	12	18	23
Cr	-	-	-	-
Co (2)	5	n.d.	n.d.	n.d.
Ni (1)	14	4	7	8
Cu (1)	16	3	3	5
Zn (2)	66	21	n.d.	11
Ga (3)	20	18	16	17
Rb (3)	250	250	150	160
Sr (3)	150	110	180	230
Y (3)	16	15	9	10
Zr (3)	250	140	150	210
Nb (3)	13	9	4	4
Cs (1) (0,2)	1	1(1,2)	(0,53)	(0,41)
Ba (1)	416	306	621	712
La (2)	40	18	27	32
Ce (3)	89	42	55	70
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	3	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	1	1	n.d.	1
Pb (12)	36	31	38	35
Th (3)	40	19	17	20
U (0,2)	4,2	3,1	1,7	2,2
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,01)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

	37	38	39	40
Li (1)	22	57	10	10
Sc (1)	2	2	2	3
V (2)	14	16	53	42
Cr	-	-	-	-
Co (2)	n.d.	n.d.	5	5
Ni (1)	4	5	8	10
Cu (1)	3	4	12	47
Zn (2)	10	25	45	71
Ga (3)	17	20	19	21
Rb (3)	180	330	83	65
Sr (3)	160	110	1600	1400
Y (3)	12	16	14	12
Zr (3)	140	150	180	180
Nb (3)	4	12	n.d.	5
Cs (1) (0,2)	n.d. (1)	6 (6,2)	2 (0,5)	n.d.
Ba (1)	496	365	2100	1800
La (2)	24	20	35	38
Ce (3)	56	48	84	85
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	1	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	33	28	30	55
Th (3)	16	19	n.d.	n.d.
U (0,2)	2,2	4,3	1,9	3,8
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	-
S (0,01)	n.d.	n.d.	n.d.	0,12%

	41	42	43	44
Li (1)	3	6	n.d.	13
Sc (1)	n.d.	3	n.d.	n.d.
V (2)	n.d.	12	n.d.	8
Cr	-	-	-	-
Co (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ni (1)	n.d.	4	n.d.	n.d.
Cu (1)	n.d.	2	n.d.	3
Zn (2)	n.d.	12	n.d.	n.d.
Ga (3)	17	14	42	17
Rb (3)	54	63	22	130
Sr (3)	610	540	20	360
Y (3)	n.d.	8	n.d.	n.d.
Zr (3)	22	31	14	21
Nb (3)	n.d.	3	3	n.d.
Cs (1) (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	1(0,69)
Ba (1)	790	934	9	250
La (2)	n.d.	15	n.d.	3
Ce (3)	n.d.	38	4	6
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	3	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	1	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	14	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	0,2	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	-	n.d.	n.d.
S (0,01)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

	45	46	47	48
Li (1)	9	8	36	15
Sc (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
V (2)	28	28	24	44
Cr	-	-	-	-
Co (2)	7	4	3	3
Ni (1)	2	1	1	4
Cu (1)	10	4	5	5
Zn (2)	30	55	26	20
Ga (3)	21	24	22	19
Rb (3)	150	240	160	78
Sr (3)	340	590	530	180
Y (3)	3	3	n.d.	4
Zr (3)	29	200	41	460
Nb (3)	6	6	12	n.d.
Cs (1) (0,2)	2	5(7,5)	4(3,5)	4
Ba (1)	147	536	358	912
La (2)	3	n.d.	n.d.	n.d.
Ce (3)	3	n.d.	4	3
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	0,8	n.d.	0,4	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	n.d.	n.d.	-
S (0,01)	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%

	49	50	51	52
Li (1)	33	20	16	11
Sc (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
V (2)	61	27	40	33
Cr	-	-	-	-
Co (2)	10	4	5	n.d.
Ni (1)	n.d.	2	3	1
Cu (1)	7	5	5	2
Zn (2)	37	23	42	7
Ga (3)	18	19	20	21
Rb (3)	250	100	130	170
Sr (3)	1200	1300	950	810
Y (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zr (3)	35	29	31	70
Nb (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1) (0,2)	21(30)	2	4(3,2)	3(3,1)
Ba (1)	1400	1300	740	747
La (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ce (3)	4	n.d.	4	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	0,2	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	0,1
W (1)	n.d.	n.d.	2	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	-	n.d.	n.d.
S (0,01)	0,03%	n.d.	0,01%	0,03%

	53	54	55	56
Li (1)	10	34	29	6
Sc (1)	2	3	8	n.d.
V (2)	46	167	194	n.d.
Cr	-	-	-	-
Co (2)	4	26	5	n.d.
Ni (1)	3	6	9	n.d.
Cu (1)	4	34	9	4
Zn (2)	23	97	57	n.d.
Ga (3)	18	19	31	40
Rb (3)	95	140	78	120
Sr (3)	1600	190	180	720
Y (3)	n.d.	5	4	n.d.
Zr (3)	51	68	460	29
Nb (3)	n.d.	3	n.d.	10
Cs (1) (0,2)	2 (-)	2 (3,5)	2	3(1,4)
Ba (1)	2000	287	64	265
La (2)	2	n.d.	2	n.d.
Ce (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	n.d.	-	n.d.
S (0,01)	0,01%	0,21%	0,02%	n.d.

	57	58	59	60
Li (1)	58	6	33	50
Sc (1)	3	n.d.	5	n.d.
V (2)	198	18	139	33
Cr	-	-	-	-
Co (2)	31	n.d.	19	4
Ni (1)	11	2	22	3
Cu (1)	29	3	32	6
Zn (2)	65	25	64	36
Ga (3)	16	26	19	19
Rb (3)	34	210	130	120
Sr (3)	1400	440	610	1400
Y (3)	12	n.d.	7	n.d.
Zr (3)	69	39	110	33
Nb (3)	n.d.	n.d.	4	n.d.
Cs (1) (0,2)	n.d.	3	2(4,9)	1
Ba (1)	464	209	908	2100
La (2)	23	n.d.	3	n.d.
Ce (3)	54	n.d.	12	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	-	n.d.	-
S (0,01)	0,27%	n.d.	0,12%	0,01%

	61	62	63	64
Li (1)	11	15	28	39
Sc (1)	n.d.	n.d.	6	12
V (2)	56	44	55	102
Cr	-	-	-	-
Co (2)	6	6	9	13
Ni (1)	3	2	20	31
Cu (1)	9	4	10	9
Zn (2)	46	14	45	68
Ga (3)	23	20	21	21
Rb (3)	160	140	85	100
Sr (3)	990	1600	610	490
Y (3)	n.d.	n.d.	6	10
Zr (3)	26	34	110	100
Nb (3)	n.d.	n.d.	3	6
Cs (1) (0,2)	2	4(3,6)	2(1,7)	2
Ba (1)	1200	2400	864	442
La (2)	n.d.	n.d.	17	27
Ce (3)	n.d.	n.d.	29	46
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	20	16
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	n.d.	0,3	0,3
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	-	n.d.	n.d.	-
S (0,01)	0,02%	n.d.	0,01%	n.d.

	65	66	67	68
Li (1)	17	17	23	29
Sc (1)	4	6	7	3
V (2)	56	60	72	62
Cr	-	-	-	-
Co (2)	7	8	7	7
Ni (1)	17	16	15	11
Cu (1)	7	11	8	7
Zn (2)	53	56	48	72
Ga (3)	21	23	23	22
Rb (3)	74	57	49	81
Sr (3)	910	880	700	840
Y (3)	5	4	5	4
Zr (3)	120	120	120	120
Nb (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1) (0,2)	2 (1,6)	(0,63)	n.d.	n.d.
Ba (1)	899	911	779	1100
La (2)	16	16	28	14
Ce (3)	34	35	47	28
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	13	15	n.d.	18
Th (3)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	n.d.	0,3	0,3	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	1	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	-	-
S (0,01)	0,02%	n.d.	0,04%	n.d.

	69	70	71	72
Li (1)	26	22	30	25
Sc (1)	20	25	26	28
V (2)	253	259	242	255
Cr	60	99	88	98
Co (2)	58	62	49	66
Ni (1)	119	149	152	169
Cu (1)	58	138	117	231
Zn (2)	947	704	671	0,15%
Ga (3)	20	18	19	17
Rb (3)	110	100	51	27
Sr (3)	360	280	330	67
Y (3)	26	25	24	24
Zr (3)	160	150	150	140
Nb (3)	10	8	8	9
Cs (1) (0,2)	(10)	(6,5)	(n.d.)	(n.d.)
Ba (1)	0,13%	0,12%	976	159
La (2)	23	22	21	21
Ce (3)	49	44	41	42
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	426	293	484	939
Th (3)	-	-	-	-
U (0,2)	-	-	-	-
Au (5)	-	-	-	-
As (1)	-	-	-	-
Sb (0,1)	-	-	-	-
W (1)	-	-	-	-
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,01)	0,02%	n.d.	0,04%	0,14%

	73	74	75	76
Li (1)	24	40	25	15
Sc (1)	38	43	38	41
V (2)	253	246	231	250
Cr	188	695	220	723
Co (2)	46	52	44	56
Ni (1)	109	188	112	210
Cu (1)	148	113	125	160
Zn (2)	88	85	85	87
Ga (3)	17	16	18	15
Rb (3)	28	17	44	14
Sr (3)	210	120	230	130
Y (3)	21	17	20	15
Zr (3)	96	70	90	67
Nb (3)	4	4	5	3
Cs (1) (0,2)	(n.d.)	-	-	(0,98)
Ba (1)	141	76	176	77
La (2)	15	10	13	10
Ce (3)	23	17	23	16
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	-	-	-	-
U (0,2)	-	-	-	-
Au (5)	-	-	-	-
As (1)	-	-	-	-
Sb (0,1)	-	-	-	-
W (1)	-	-	-	-
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	0,7	n.d.
S (0,01)	0,03%	0,01%	0,03%	0,03%

	77	78	79	80
Li (1)	42	14	27	44
Sc (1)	38	37	41	40
V (2)	255	239	253	256
Cr	683	275	674	328
Co (2)	54	48	56	50
Ni (1)	200	145	197	119
Cu (1)	115	103	122	138
Zn (2)	98	77	88	98
Ga (3)	16	17	15	15
Rb (3)	31	24	25	32
Sr (3)	150	180	130	170
Y (3)	17	15	16	18
Zr (3)	72	68	71	74
Nb (3)	5	4	5	4
Cs (1) (0,2)	-	(0,65)	(2,5)	(1,3)
Ba (1)	212	143	124	165
La (2)	10	11	10	11
Ce (3)	23	21	20	19
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb (12)	19	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	-	-	-	-
U (0,2)	-	-	-	-
Au (5)	-	-	-	-
As (1)	-	-	-	-
Sb (0,1)	-	-	-	-
W (1)	-	-	-	-
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,01)	0,03%	0,02%	0,02%	0,02%

	81	82	83	84
Li (1)	11	12	13	21
Sc (1)	30	35	30	29
V (2)	250	262	216	204
Cr	72	-	-	173
Co (2)	40	53	54	55
Ni (1)	62	56	92	108
Cu (1)	206	94	66	64
Zn (2)	89	162	126	115
Ga (3)	22	42	38	34
Rb (3)	34	26	11	12
Sr (3)	270	310	310	330
Y (3)	27	55	42	36
Zr (3)	130	240	180	150
Nb (3)	6	11	9	7
Cs (1) (0,2)	-	2	n.d.	1(0,8)
Ba (1)	183	450	274	270
La (2)	17	26	16	17
Ce (3)	31	55	34	28
Nd (25)	n.d.	205	150	150
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	6	5	5
Dy (1)	n.d.	9	6	4
Pb (12)	n.d.	17	17	15
Th (3)	-	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	-	0,4	0,4	0,4
Au (5)	-	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	-	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	-	n.d.	0,2	0,1
W (1)	-	2	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	0,9
S (0,01)	0,06%	0,15%	0,11%	0,13%

	85	86	87	88
Li (1)	13	14	10	12
Sc (1)	37	34	34	30
V (2)	300	272	242	244
Cr	122	143	98	133
Co (2)	51	58	53	52
Ni (1)	57	96	106	104
Cu (1)	97	81	67	68
Zn (2)	159	140	117	127
Ga (3)	25	24	21	23
Rb (3)	29	23	15	23
Sr (3)	270	300	290	290
Y (3)	46	36	31	32
Zr (3)	230	180	150	150
Nb (3)	8	5	6	4
Cs (1) (0,2)	(1,7)	-	-	(1,3)
Ba (1)	513	413	312	300
La (2)	29	23	19	19
Ce (3)	61	44	41	39
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	3	1	1	1
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Th (3)	-	-	-	-
U (0,2)	-	-	-	-
Au (5)	-	-	-	-
As (1)	-	-	-	-
Sb (0,1)	-	-	-	-
W (1)	-	-	-	-
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,01)	0,17%	0,13%	0,11%	0,11%

	89	90
Li (1)	30	15
Sc (1)	37	30
V (2)	309	272
Cr	123	98
Co (2)	54	59
Ni (1)	60	89
Cu (1)	95	89
Zn (2)	163	150
Ga (3)	27	24
Rb (3)	36	19
Sr (3)	290	280
Y (3)	45	40
Zr (3)	230	210
Nb (3)	8	7
Cs (1) (0,2)	-	-
Ba (1)	540	470
La (2)	30	24
Ce (3)	58	51
Nd (25)	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.
Dy (1)	2	2
Pb (12)	n.d.	n.d.
Th (3)	-	-
U (0,2)	-	-
Au (5)	-	-
As (1)	-	-
Sb (0,1)	-	-
W (1)	-	-
Ag (0,5)	n.d.	n.d.
S (0,01)	0,16%	0,13%

ANNEXE 1.4**DOSAGE DES ÉLÉMENTS DES TERRES RARES PAR ACTIVATION NEUTRONIQUE****Remarques:**

- 1- Le dosage est exprimé en ppm.
- 2- Les limites de détection analytiques sont indiquées dans la première colonne par la valeur entre parenthèses à la suite du symbole chimique de l'élément.

	1	4	6	11	12
La (0,5)	13	8,2	12	4,7	19
Ce (2)	18	14	26	4,8	30
Nd (2)	5,2	6,7	17	n.d.	13
Sm (0,05)	0,55	1,2	2,6	0,074	1,3
Eu (0,1)	0,71	0,41	0,74	0,49	0,6
Gd (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tb (0,1)	n.d.	0,15	0,18	n.d.	n.d.
Ho (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (0,2)	0,34	0,3	0,42	0,4	0,46
Yb (0,2)	n.d.	0,59	0,64	n.d.	n.d.
Lu (0,05)	n.d.	0,054	0,081	n.d.	n.d.

	14	16	18	20	23
La (0,5)	19	28	18	19	25
Ce (2)	25	44	31	28	41
Nd (2)	8,9	16	17	12	15
Sm (0,05)	1	2,3	2,9	1,5	1,9
Eu (0,1)	0,52	0,61	0,69	0,6	0,6
Gd (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tb (0,1)	n.d.	n.d.	0,2	n.d.	n.d.
Ho (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (0,2)	0,31	0,29	0,42	0,34	n.d.
Yb (0,2)	n.d.	n.d.	0,5	n.d.	n.d.
Lu (0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

	28	29	32	34	35
La (0,5)	14	17	17	40	60
Ce (2)	22	19	34	65	88
Nd (2)	8,9	6,7	18	29	37
Sm (0,05)	1,3	0,79	3,2	5,6	6,2
Eu (0,1)	0,46	0,63	0,89	0,39	0,62
Gd (5)	n.d.	n.d.	n.d.	5,1	5,6
Tb (0,1)	0,14	n.d.	0,38	0,53	0,48
Ho (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	0,63	n.d.
Tm (0,2)	0,2	n.d.	n.d.	0,21	n.d.
Yb (0,2)	0,37	n.d.	1,3	0,77	0,48
Lu (0,05)	n.d.	n.d.	0,18	0,072	0,058

	36	37	38	39	41
La (0,5)	72	58	32	54	3,1
Ce (2)	108	87	69	126	4,4
Nd (2)	45	38	31	68	n.d.
Sm (0,05)	7,8	6,7	4,1	9	0,27
Eu (0,1)	0,82	0,54	0,38	2,5	0,38
Gd (5)	n.d.	7,0	5,9	7,3	n.d.
Tb (0,1)	0,58	0,55	0,56	0,74	n.d.
Ho (0,5)	n.d.	0,86	0,86	0,6	n.d.
Tm (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Yb (0,2)	0,67	0,25	0,73	1,1	0,25
Lu (0,05)	0,11	n.d.	0,13	0,17	n.d.

	43	44	46	47	49
La (0,5)	2	9,1	2,2	7,6	6,2
Ce (2)	2,3	16	6,1	14	9,7
Nd (2)	n.d.	3,5	3,6	3,7	6,3
Sm (0,05)	0,26	0,3	0,53	0,37	1,3
Eu (0,1)	n.d.	0,29	0,17	0,28	0,33
Gd (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11
Ho (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Yb (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	0,29	n.d.
Lu (0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

	51	52	54	56	59
La (0,5)	4,5	2,1	1,1	n.d.	2,4
Ce (2)	7,4	4,2	4,2	n.d.	5,2
Nd (2)	4,8	3,6	5,9	n.d.	4
Sm (0,05)	1,1	0,94	1,5	0,068	0,48
Eu (0,1)	0,26	0,2	0,4	n.d.	0,18
Gd (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tb (0,1)	n.d.	n.d.	0,15	n.d.	n.d.
Ho (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Yb (0,2)	n.d.	0,25	0,79	n.d.	n.d.
Lu (0,05)	n.d.	n.d.	0,12	n.d.	n.d.

	62	63	65	66	69
La (0,5)	5,2	16	22	23	19
Ce (2)	18	34	47	51	43
Nd (2)	17	15	23	25	28
Sm (0,05)	3,1	2,5	3,1	3,4	5,9
Eu (0,1)	0,88	0,74	0,99	0,99	1,5
Gd (5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,82
Tb (0,1)	0,34	0,20	0,29	0,25	0,94
Ho (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,70
Tm (0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,1
Yb (0,2)	0,74	0,57	0,27	0,63	0,26
Lu (0,05)	0,17	0,098	n.d.	n.d.	n.d.

	70	71	72	73	76
La (0,5)	16	17	16	12	8
Ce (2)	37	38	36	25	16
Nd (2)	25	25	25	15	8,6
Sm (0,05)	5,2	5,5	5,4	3,3	2,2
Eu (0,1)	1,5	1,5	1,5	1,0	0,72
Gd (5)	-	-	-	-	-
Tb (0,1)	0,76	0,77	0,79	0,57	0,48
Ho (0,5)	0,80	0,87	1,20	0,76	0,67
Tm (0,2)	0,65	0,83	0,75	0,73	0,64
Yb (0,2)	1,8	1,6	1,9	1,9	1,4
Lu (0,05)	0,26	0,23	0,25	0,24	0,22

	78	79	80	84	85
La (0,5)	8,4	8,4	9	15	26
Ce (2)	17	17	18	37	58
Nd (2)	9,6	9,7	11	24	36
Sm (0,05)	2,4	2,3	2,5	5,2	7,8
Eu (0,1)	0,80	0,76	0,85	1,80	2,5
Gd (5)	-	-	-	-	-
Tb (0,1)	0,52	0,47	0,52	0,83	1,30
Ho (0,5)	0,59	0,94	1,20	1,00	1,70
Tm (0,2)	0,71	0,59	0,69	1,10	1,30
Yb (0,2)	1,4	1,6	1,6	2,9	4,1
Lu (0,05)	0,20	0,22	0,23	0,34	0,60

	88	90
La (0,5)	16	22
Ce (2)	36	45
Nd (2)	25	28
Sm (0,05)	5,4	6,9
Eu (0,1)	1,7	2,0
Gd (5)	-	-
Tb (0,1)	0,86	1,10
Ho (0,5)	1,20	1,50
Tm (0,2)	0,96	0,92
Yb (0,2)	3,2	3,9
Lu (0,05)	0,44	0,52

ANNEXE 2

ANALYSES CHIMIQUES PARTIELLES D'ÉCHANTILLONS MINÉRALISÉS

Analyses réalisées au Centre de recherche minérale du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

ANNEXE 2.1**LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS ANALYSÉS**

Même présentation et mêmes remarques que le tableau de l'annexe 1.1.

No	Numéro de l'échantillon			Localisation géographique		
	Terrain	Autorisation	Laboratoire	Feuillet SNRC	Estant	Nordant
1	88-GL-4011B-1	88-02 301	88-010 787	23 O/4W	567-450	6 103 850
2	88-GL-4011B-2	88-02 302	88-010 788	23 O/4W	567-450	6 103 850
3	88-GL-4050C	88-02 303	88-010 789	23 O/4W	565-250	6 102 450
4	88-GL-4050B-1	88-02 304	88-010 790	23 O/4W	565-250	6 102 450
5	88-GL-4065C-1	88-02 306	88-010 792	23 O/4W	563-150	6 098 100
6	88-GL-4065C-2	88-02 307	88-010 793	23 O/4W	563-150	6 098 100
7	88-GL-4103C-1	88-02 310	88-010 796	23 N/1W	550-700	6 115 175
8	88-GL-4109C-1	88-02 311	88-010 797	23 N/1W	548-000	6 115 450
9	88-GL-4111B-1	88-02 312	88-010 798	23 N/1W	548-950	6 166 400
10	88-GL-4111C-1	88-02 313	88-010 799	23 N/1W	548-950	6 116 400
11	88-MC-3018A	88-02 314	88-010 800	23 N/1E	554-940	6 114 000
12	88-MC-3059C-3	88-02 316	88-010 802	23 N/1E	548-300	6 103 850
13	88-MC-3088B-1	88-02 317	88-010 803	23 N/4W	548-350	6 104 875
14	88-MC-3103C	88-02 318	88-010 804	23 N/1E	548-000	6 101 250
15	88-MC-3103C-2	88-02 319	88-010 805	23 N/1E	548-000	6 101 250
16	88-MC-3112C	88-02 320	88-010 806	23 N/1E	549-300	6 100 500
17	88-MC-3114C	88-02 321	88-010 807	23 N/1E	548-500	6 100 000
18	88-MC-3128B	88-02 322	88-010 808	23 N/1E	560-350	6 110 600
19	88-MC-3206C	88-02 327	88-010 813	23 N/1E	548-600	6 109 400
20	88-JG-2004C	88-02 328	88-010 814	23 N/1E	557-995	6 119 750
21	88-JG-2076C	88-02 329	88-010 815	23 N/1E	554-425	6 115 450
22	88-JG-2207C-5	88-02 330	88-010 816	23 N/1E	559-850	6 097 450
23	88-JG-2217C	88-02 331	88-010 817	23 N/1E	561-550	6 098 575
24	88-JG-2314B	88-02 337	88-010 823	23 N/1E	555-750	6 110 025
25	88-JG-2368	88-02 338	88-010 824	23 N/1E	573-400	6 112 650
26	88-JG-2365B	88-02 341	88-013 138	23 O/4W	576-691	6 112 514
27	88-MC-3213C	88-02 342	88-013 139	23 O/4W	579-425	6 110 550
28	88-MC-3232C-4	88-02 346	88-013 143	23 O/4W	576-867	6 106 703
29	88-MC-3237C	88-02 347	88-013 144	23 O/4W	577-579	6 105 263
30	88-MC-3260A-2	88-02 348	88-013 145	23 O/4W	579-544	6 101 292
31	88-MC-3261C-1	88-02 349	88-013 146	23 O/4W	579-654	6 102 237

No	Numéro de l'échantillon			Localisation géographique		
	Terrain	Autorisation	Laboratoire	Feuille SNRC	Estant	Nordant
32	88-MC-3281C	88-02 351	88-013 148	23 O/4W	575-052	6 098 815
33	88-MC-3312C-2	88-02 353	88-013 150	23 O/4W	574-108	6 116 907
34	88-MC-3323C	88-02 354	88-013 151	23 O/4W	579-691	6 115 742
35	88-MC-3328A-1	88-02 355	88-013 152	23 O/4W	577-901	6 116 191
36	88-GL-4152C-2	88-02 359	88-013 156	23 N/1E	552-103	6 114 554
37	88-GL-4280C-1	88-02 361	88-013 158	23 O/4W	570-182	6 116 448
38	88-GL-4281C-1	88-02 362	88-013 159	23 O/4W	570-808	6 116 782
39	88-GL-4329C-1	88-02 363	88-013 160	23 O/4W	570-590	6 105 252
40	88-GL-4354C-1	88-02 365	88-013 162	23 O/4W	573-106	6 101 747
41	88-GL-4404C	88-02 366	88-013 163	23 O/4W	570-609	6 103 338
42	88-GL-4423C-1	88-02 367	88-013 164	23 O/4W	573-647	6 103 591
43	88-GL-4581C	88-02 373	88-013 170	23 O/4W	563-163	6 119 032
44	88-YL-5059B-1	88-02 378	88-013 175	23 N/1E	551-671	6 100 618
45	88-YL-5087C-1	88-02 379	88-013 176	23 N/1E	550-704	6 112 130
46	88-YL-5091C-2	88-02 380	88-013 177	23 N/1E	550-243	6 113 372
47	88-YL-5095C-1	88-02 382	88-013 179	23 N/1E	550-610	6 113 510
48	88-YL-5136C-1	88-02 385	88-013 182	23 N/1E	551-024	6 108 439
49	88-YL-5160C-1	88-02 386	88-013 183	23 O/4W	569-570	6 115 045
50	88-YL-5234C-1	88-02 389	88-013 186	23 O/4W	576-982	6 117 243
51	88-YL-5266C-1	88-02 390	88-013 187	23 O/4W	574-061	6 115 733
52	88-PB-1032C-1	88-02 414	89-000 237	23 O/4W	566-200	6 103 600
53	88-PB-1055D-1	88-02 415	89-000 238	23 O/4W	562-850	6 096 700
54	88-PB-1114D-1	88-02 416	89-000 239	23 N/1E	554-030	6 103 744
55	88-PB-1118C-3	88-02 418	89-000 241	23 N/1E	553-320	6 105 465
56	88-PB-1132C-1	88-02 419	89-000 242	23 N/1E	557-138	6 100 641
57	88-PB-1148C-1	88-02 420	89-000 243	23 N/1E	555-886	6 105 338
58	88-PB-1148C-1	88-02 421	89-000 244	23 N/1E	555-886	6 105 338
59	88-PB-1161C-1	88-02 422	89-000 245	23 N/1E	553-630	6 099 129
60	88-PB-1163A-1	88-02 423	89-000 246	23 N/1E	553-412	6 099 495
61	88-PB-1281C	88-02 424	89-000 247	23 O/4W	571-494	6 111 334
62	88-JG-2004C-3	88-02 427	89-000 249	23 N/1E	558-043	6 119 541

No	Numéro de l'échantillon			Localisation géographique		
	Terrain	Autorisation	Laboratoire	Feuille SNRC	Estant	Nordant
63	88-GL-4051C-1	88-02 305	88-010 791	23 O/4W	565-000	6 102 650
64	88-GL-4073C-1	88-02 308	88-010 794	23 O/4W	564-200	6 097 000
65	88-GL-4073C-2	88-02 309	88-010 795	23 O/4W	564-200	6 097 000
66	88-MC-3037B	88-02 315	88-010 801	23 N/1E	557-150	6 115 000
67	88-MC-3160B-3	88-02 324	88-010 810	23 N/1E	562-000	6 109 500
68	88-JG-2237C-2	88-02 332	88-010 818	23 N/1E	559-875	6 099 850
69	88-JG-2249	88-02 333	88-010 819	23 N/1E	557-375	6 099 150
70	88-JG-2255	88-02 334	88-010 820	23 N/1E	558-450	6 098 650
71	88-JG-2260	88-02 335	88-010 821	23 N/1E	557-450	6 099 150
72	88-JG-2278	88-02 336	88-010 822	23 N/1E	555-000	6 106 500
73	88-JG-2455B-4	88-02 339	88-013 136	23 O/4W	563-242	6 115 275
74	88-JG-2472B	88-02 340	88-013 137	23 O/4W	563-540	6 117 316
75	88-GL-4125C-1	88-02 357	88-013 154	23 N/1E	551-620	6 121 293
76	88-GL-4143C-1	88-02 358	88-013 155	23 N/1E	553-434	6 120 821
77	88-GL-4332C	88-02 364	88-013 161	23 O/4W	570-796	6 106 000
78	88-GL-4589C-1	88-02 374	88-013 171	23 O/4W	564-901	6 122 361
79	88-GL-4590C-2	88-02 376	88-013 173	23 O/4W	564-894	6 121 996
80	88-YL-5092C-2	88-02 381	88-013 178	23 N/1E	550 248	6 114 044
81	88-YL-5135C-1	88-02 383	88-013 180	23 N/1E	551-023	6 108 223
82	88-YL-5135C-3	88-02 384	88-013 181	23 N/1E	551-023	6 108 223
83	88-YL-5166C-1	88-02 387	88-013 184	23 O/4W	571-006	6 114 833
84	88-PB-1003C	88-02 413	89-000 236	23 O/4W	565-050	6 097 250
85	88-PB-1118-C	88-02 417	89-000 240	23 N/1E	553-320	6 105 465
86	88-YL-5135C-2	88-02 426	89-000 248	23 N/1E	551-000	6 108 300
87	88-MC-3164C	88-02 326	88-010 812	23 N/1E	563-200	6 113 600
88	88-MC-3310C	88-02 352	88-013 149	23 O/4W	573-546	6 116 509
89	88-MC-3345C-2	88-02 356	88-013 153	23 O/4W	575-867	6 119 522
90	88-YL-5246C-1	88-02 388	88-013 185	23 O/4W	576-741	6 120 167
91	88-YL-5297C-1	88-02 391	88-013 188	23 O/4W	579-708	6 112 296
92	88-YL-5397C-2	88-02 392	88-013 189	23 O/4W	579-708	6 112 296

ANNEXE 2.2**DOSAGE DES ÉLÉMENTS EN TRACES****Remarques:**

- 1- Le dosage des éléments en traces, à l'exception de l'or, est exprimé en ppm. Quelques dosages élevés sont indiqués en %.
- 2- Le dosage de l'or est exprimé en ppb.
- 3- Les méthodes analytiques suivantes ont été utilisées pour le dosage des éléments en traces:
 - a) Spectrométrie d'émission atomique au plasma (SEAP): Li, Sc, V, Co, Ni, Cu, Zn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Dy, Pb.
 - b) Activation neutronique: U, Au, As, Sb, W, Cs.
 - c) Spectrométrie d'absorption atomique (SAA): Ag.
- 4- Les limites de détection analytiques sont indiquées dans la première colonne par la valeur entre parenthèses à la suite du symbole chimique de l'élément. Dans le tableau des données, les dosages inférieurs à la limite de détection sont identifiés par l'abréviation n.d. (non détecté).

No séq.	1	2	3	4	5
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	13	n.d.	8	5	9
Sc (1)	11	43	17	19	6
V (2)	98	221	105	122	100
Co (2)	26	35	26	68	12
Ni (1)	66	45	121	206	7
Cu (1)	144	64	111	367	47
Zn (2)	91	168	83	117	44
Pb (12)	35	n.d.	13	n.d.	39
Cs (1)	n.d.	11	n.d.	n.d.	1
Ba (1)	0,12%	263	179	143	0,16%
La (2)	22	4	19	15	20
Ce (3)	47	8	40	30	47
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	40	45	45	35	45
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	1	2	2	2	2
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (2)	3	n.d.	3	2	3
U (0,2)	0,9	0,2	0,3	0,2	0,4
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	6	n.d.	12	12	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	7	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	0,96%	0,62%	0,45%	2,44%	0,11%

No séq.	6	7	8	9	10
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	51	63	17	7	n.d.
Sc (1)	22	10	9	20	11
V (2)	103	169	67	149	153
Co (2)	22	30	28	26	40
Ni (1)	39	105	72	75	29
Cu (1)	144	77	148	115	741
Zn (2)	359	112	59	86	93
Pb (12)	35	35	19	12	25
Cs (1)	3	n.d.	n.d.	n.d.	1
Ba (1)	0,14%	0,13%	494	87	308
La (2)	35	46	30	10	747
Ce (3)	80	99	55	14	0,14%
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	152
Nd (25)	75	80	50	65	675
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	51
Eu (1)	1	2	1	1	10
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8
Tm (2)	3	7	3	n.d.	23
U (0,2)	3,8	1,7	1,1	0,3	9,2
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	1	2
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	7	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	0,5	n.d.
S (0,02)	1,05%	0,25%	0,74%	0,38%	1,41%

No seq.	11	12	13	14	15
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	9	13	14	11	8
Sc (1)	12	15	22	10	75
V (2)	122	37	60	64	249
Co (2)	28	95	38	29	108
Ni (1)	89	188	128	25	235
Cu (1)	52	583	109	188	449
Zn (2)	144	129	144	75	518
Pb (12)	17	n.d.	13	13	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1
Ba (1)	606	107	261	212	39
La (2)	29	26	24	35	26
Ce (3)	46	39	59	65	57
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	50	n.d.	45	45	30
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	2	2	1	1	2
Dy (1)	n.d.	n.d.	2	n.d.	4
Tm (2)	n.d.	3	n.d.	4	n.d.
U (0,2)	0,3	0,8	0,3	1,1	0,8
W (1)	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	30	n.d.	n.d.	7
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	0,06%	2,13%	0,52%	0,59%	1,37%

No séq.	16	17	18	19	20
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	27	14	20	n.d.	13
Sc (1)	11	10	18	113	16
V (2)	90	38	116	71	88
Co (2)	16	32	28	16	54
Ni (1)	56	84	91	4	161
Cu (1)	36	513	397	52	257
Zn (2)	59	128	86	44	65
Pb (12)	18	110	17	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	1	n.d.	3
Ba (1)	552	0,14%	432	32	382
La (2)	25	40	18	10	18
Ce (3)	48	75	32	42	35
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	40	40	40	30	40
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	1	2	2	n.d.	1
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	86	n.d.
Tm (2)	3	6	4	18	5
U (0,2)	0,9	2,2	n.d.	1,3	0,6
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	1,2	n.d.	n.d.	1,5
Au (5)	n.d.	70	n.d.	6	89
As (1)	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	0,14%	1,65%	1,23%	0,07%	2,98%

No séq.	21	22	23	24	25
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	3	2	15	18	n.d.
Sc (1)	8	5	17	10	4
V (2)	65	21	124	63	39
Co (2)	41	171	31	25	10
Ni (1)	102	380	106	109	45
Cu (1)	353	865	67	659	267
Zn (2)	79	114	115	45	46
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2
Ba (1)	148	83	282	130	82
La (2)	14	28	18	15	15
Ce (3)	22	50	27	38	26
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	40	50	75	30	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	2	3	2	2	3
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (2)	4	4	4	2	2
U (0,2)	0,3	3,7	0,2	1,0	0,9
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	1,0	1,7	1,2	0,5	n.d.
Au (5)	14	73	n.d.	19	43
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	2,32%	4,12%	0,31%	3,14%	3,37%

No seq.	26	27	28	29	30
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	9	49	26	8	2
Sc (1)	22	19	11	45	2
V (2)	35	134	77	242	22
Co (2)	84	27	18	38	4
Ni (1)	332	61	55	85	13
Cu (1)	957	121	69	103	7
Zn (2)	78	90	58	134	32
Pb (12)	n.d.	25	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	1	9	n.d.	1	n.d.
Ba (1)	48	609	302	0,17%	31
La (2)	6	95	16	203	7
Ce (3)	11	138	24	316	4
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	41	n.d.
Nd (25)	n.d.	30	n.d.	120	n.d.
Sm (2)	n.d.	7	n.d.	31	n.d.
Eu (1)	2	3	n.d.	5	2
Dy (1)	5	6	4	11	33
Tm (2)	3	2	n.d.	5	n.d.
U (0,2)	0,4	6,6	2,3	4	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (1)	4	n.d.	n.d.	n.d.	11
Sb (0,1)	n.d.	0,1	n.d.	n.d.	0,2
S (0,02)	6,50%	0,55%	0,28%	0,20%	n.d.

No séq.	31	32	33	34	35
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	14	36	10	15	40
Sc (1)	11	24	4	19	13
V (2)	82	186	22	152	94
Co (2)	22	30	18	36	17
Ni (1)	47	53	80	147	81
Cu (1)	0,1%	116	241	590	25
Zn (2)	73	128	32	170	53
Pb (12)	n.d.	26	n.d.	n.d.	12
Cs (1)	n.d.	3	n.d.	4	1
Ba (1)	483	0,12%	28	117	230
La (2)	70	26	10	30	46
Ce (3)	119	47	17	54	86
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	7	n.d.	n.d.	7	7
Eu (1)	2	2	2	3	n.d.
Dy (1)	3	4	5	13	5
Tm (2)	4	3	4	4	4
U (0,2)	1,8	1,3	0,6	1,8	1,5
W (1)	n.d.	n.d.	64	8	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	640	38	14
As (1)	n.d.	n.d.	0,39%	0,043%	4
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	19	1,3	n.d.
S (0,02)	1,62%	0,71%	1,18%	1,57%	0,16%

No seq.	36	37	38	39	40
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	34	27	29	3	12
Sc (1)	4	19	15	1	12
V (2)	45	132	124	6	85
Co (2)	17	23	100	n.d.	19
Ni (1)	21	80	176	12	70
Cu (1)	344	246	0,25%	49	199
Zn (2)	43	96	136	25	79
Pb (12)	n.d.	26	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	1	n.d.	n.d.	n.d.	5
Ba (1)	846	511	279	16	405
La (2)	27	26	20	5	29
Ce (3)	47	37	36	10	52
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	5	n.d.	n.d.
Eu (1)	2	2	4	1	1
Dy (1)	3	5	9	3	5
Tm (2)	2	2	2	n.d.	5
U (0,2)	1,6	0,5	0,4	0,4	4
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	19	25	180	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	3	69	2	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	0,3	n.d.	n.d.
S (0,02)	1,32%	1,04%	4,62%	0,59%	1,00%

No séq.	41	42	43	44	45
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	8	10	17	5	12
Sc (1)	7	18	8	4	9
V (2)	51	110	147	30	54
Co (2)	13	25	15	33	70
Ni (1)	98	88	46	83	300
Cu (1)	250	363	319	449	506
Zn (2)	61	76	71	104	92
Pb (12)	n.d.	n.d.	14	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	509	180	119	25	40
La (2)	16	15	18	18	22
Ce (3)	21	24	30	28	32
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	5	4
Eu (1)	2	1	2	3	2
Dy (1)	4	7	5	6	7
Tm (2)	3	n.d.	2	2	2
U (0,2)	1,3	0,4	3	1,2	1,0
W (1)	2	1	3	n.d.	9
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	81	30	n.d.	8	11
As (1)	16	3	5	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	0,2	n.d.	n.d.
S (0,02)	1,47%	0,04%	1,70%	4,09%	3,22%

No séq.	46	47	48	49	50
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	31	22	5	5	9
Sc (1)	37	5	5	4	7
V (2)	199	43	21	27	41
Co (2)	86	18	17	23	5
Ni (1)	135	94	22	77	24
Cu (1)	0,16%	546	36	128	80
Zn (2)	81	51	120	82	52
Pb (12)	n.d.	n.d.	14	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	228	78	16	12	27
La (2)	12	18	22	10	10
Ce (3)	24	26	32	12	9
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	2	2	3	3	2
Dy (1)	8	3	6	5	3
Tm (2)	2	n.d.	2	n.d.	n.d.
U (0,2)	2,9	1,8	1,4	1,0	0,7
W (1)	2	5	1	n.d.	3
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	44	n.d.	33	20
As (1)	n.d.	5	n.d.	28	11
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,2
S (0,02)	4,70%	1,83%	0,23%	1,85%	0,39%

No seq.	51	52	53	54	55
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	10	8	7	17	13
Sc (1)	8	6	77	9	13
V (2)	61	35	254	97	135
Co (2)	23	31	109	36	30
Ni (1)	89	54	448	58	98
Cu (1)	272	534	400	318	85
Zn (2)	116	93	505	76	87
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	15	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	113	204	26	415	772
La (2)	61	20	7	36	13
Ce (3)	107	36	22	66	28
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (2)	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	1,2	1,8	0,2	1,2	0,4
W (1)	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	47	27	8	n.d.	6
As (1)	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	2,19%	2,09%	1,37%	1,33%	0,15%

No seq.	56	57	58	59	60
TYPE	5a	5a	5a	5a	5a
Li (1)	10	8	9	16	30
Sc (1)	9	15	6	10	20
V (2)	206	108	54	82	168
Co (2)	35	18	13	50	30
Ni (1)	42	37	65	124	133
Cu (1)	524	198	567	394	80
Zn (2)	145	82	41	58	135
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	20	25
Cs (1)	24	n.d.	n.d.	n.d.	1
Ba (1)	514	256	194	498	0,11%
La (2)	57	21	19	21	17
Ce (3)	120	40	26	48	41
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (2)	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U (0,2)	2,4	0,6	0,4	1,1	0,8
W (1)	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	1	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	18	84	n.d.	n.d.
As (1)	n.d.	10	21	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	2,77%	0,23%	1,25%	1,40%	0,34%

No séq.	61	62	63	64	65
TYPE	5a	5a	5b	5b	5b
Li (1)	17	19	n.d.	26	22
Sc (1)	30	13	3	57	59
V (2)	182	125	20	376	352
Co (2)	45	54	29	58	60
Ni (1)	236	192	26	82	102
Cu (1)	126	334	111	136	170
Zn (2)	182	67	315	476	483
Pb (12)	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	4	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	203	325	10	108	159
La (2)	40	14	11	2	n.d.
Ce (3)	93	28	26	4	7
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	n.d.	4	3	3
Dy (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tm (2)	3	n.d.	3	n.d.	3
U (0,2)	3,2	0,8	0,5	n.d.	0,3
W (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	8	28	n.d.	27	18
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	0,50%	3,60%	1,46%	0,38%	0,59%

No seq.	66	67	68	69	70
TYPE	5b	5b	5b	5b	5b
Li (1)	6	30	5	n.d.	7
Sc (1)	8	32	13	3	5
V (2)	105	159	19	n.d.	24
Co (2)	62	36	51	5	25
Ni (1)	296	49	81	n.d.	76
Cu (1)	503	208	319	49	223
Zn (2)	71	35	95	74	41
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	64	101	31	18	54
La (2)	12	11	50	10	21
Ce (3)	28	18	79	16	36
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	55	40	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	3	2	1	5	2
Dy (1)	n.d.	n.d.	5	3	1
Tm (2)	3	2	3	3	5
U (0,2)	1,9	n.d.	0,5	n.d.	1,8
W (1)	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	1,8	0,5	n.d.	n.d.
Au (5)	230	24	24	n.d.	240
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	6,96%	1,05%	3,14%	0,56%	1,52%

No séq.	71	72	73	74	75
TYPE	5b	5b	5b	5b	5b
Li (1)	n.d.	5	10	13	10
Sc (1)	40	35	40	10	4
V (2)	208	170	149	73	28
Co (2)	27	85	47	30	11
Ni (1)	49	121	89	124	62
Cu (1)	136	430	130	268	240
Zn (2)	145	95	208	208	52
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba (1)	57	78	12	164	127
La (2)	6	6	22	21	15
Ce (3)	8	15	51	31	25
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	45	55	35	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	10	3	4
Eu (1)	2	2	n.d.	2	4
Dy (1)	3	5	10	6	6
Tm (2)	4	5	n.d.	2	n.d.
U (0,2)	0,4	0,8	0,3	1,4	1,6
W (1)	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	n.d.	59	12	43
As (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	0,78%	8,99%	0,70%	1,09%	1,04%

No séq.	76	77	78	79	80
TYPE	5b	5b	5b	5b	5b
Li (1)	7	5	15	11	61
Sc (1)	16	18	10	3	23
V (2)	123	94	62	12	163
Co (2)	20	15	15	3	132
Ni (1)	61	35	61	13	480
Cu (1)	94	132	55	22	344
Zn (2)	83	89	60	41	76
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	3	1	n.d.	n.d.	13
Ba (1)	870	290	37	22	891
La (2)	24	11	20	11	35
Ce (3)	37	18	33	17	53
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	2	2	3	3	3
Dy (1)	4	5	7	4	3
Tm (2)	2	n.d.	3	n.d.	25
U (0,2)	0,7	n.d.	1,0	0,3	2,5
W (1)	n.d.	n.d.	14	n.d.	3
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	n.d.	44	n.d.	74	430
As (1)	n.d.	n.d.	33	43	1,1%
Sb (0,1)	n.d.	n.d.	0,1	0,3	61
S (0,02)	0,32%	0,54%	2,09%	0,62%	1,83%

No seq.	81	82	83	84	85
TYPE	5b	5b	5b	5b	5b
Li (1)	6	6	14	25	20
Sc (1)	2	3	4	26	17
V (2)	16	13	29	320	183
Co (2)	26	15	22	63	20
Ni (1)	36	32	109	306	42
Cu (1)	135	103	115	223	94
Zn (2)	52	115	60	168	210
Pb (12)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11
Ba (1)	19	88	18	420	901
La (2)	10	8	16	11	28
Ce (3)	14	10	26	20	61
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.
Eu (1)	3	2	2	n.d.	n.d.
Dy (1)	4	3	6	n.d.	n.d.
Tm (2)	3	2	2	n.d.	n.d.
U (0,2)	0,3	1,7	0,7	0,5	0,8
W (1)	n.d.	n.d.	4	1	n.d.
Ag (0,5)	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.d.
Au (5)	10	n.d.	30	n.d.	11
As (1)	1	n.d.	4	n.d.	n.d.
Sb (0,1)	0,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
S (0,02)	4,47%	1,46%	3,64%	0,84%	0,14%

No seq.	86	87	88	89	90
TYPE	5b	6	6	6	6
Li (1)	5	n.d.	77	84	9
Sc (1)	2	1	27	21	4
V (2)	20	n.d.	313	144	24
Co (2)	30	4	43	31	n.d.
Ni (1)	38	3	164	141	13
Cu (1)	145	97	164	109	50
Zn (2)	54	41	55	92	139
Pb (12)	n.d.	n.d.	35	n.d.	n.d.
Cs (1)	n.d.	n.d.	19	11	3
Ba (1)	19	10	0,1%	435	21
La (2)	11	13	11	27	9
Ce (3)	22	25	19	45	10
Pr (10)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eu (1)	n.d.	2	3	1	3
Dy (1)	n.d.	n.d.	4	4	5
Tm (2)	n.d.	2	2	4	n.d.
U (0,2)	n.d.	1,1	0,8	3,5	n.d.
W (1)	n.d.	n.d.	4	2	8
Ag (0,5)	n.d.	4,4	n.d.	n.d.	n.d.
Au (5)	11	22	70	n.d.	190
As (1)	n.d.	49	10	15	39
Sb (0,1)	n.d.	0,2	2,7	n.d.	0,2
S (0,02)	4,62%	0,37%	0,45%	2,84%	0,71%

No seq.	91	92
TYPE	6	6
Li (1)	3	7
Sc (1)	16	3
V (2)	92	18
Co (2)	7	n.d.
Ni (1)	37	7
Cu (1)	247	39
Zn (2)	134	24
Pb (12)	n.d.	n.d.
Cs (1)	1	1
Ba (1)	18	20
La (2)	n.d.	11
Ce (3)	n.d.	16
Pr (10)	n.d.	n.d.
Nd (25)	n.d.	n.d.
Sm (2)	n.d.	n.d.
Eu (1)	3	3
Dy (1)	10	4
Tm (2)	3	9
U (0,2)	n.d.	0,5
W (1)	2	3
Ag (0,5)	n.d.	n.d.
Au (5)	380	15
As (1)	0,027%	0,17%
Sb (0,1)	1,1	6,7
S (0,02)	2,01%	0,13%