

MB 93-52

ETUDE DE L'ALTERATION DES ROCHES VOLCANIQUES ENCAISSANTES A LA MINE SELBAIE, CANTON DE BROUILLAN - COMTE D'ABITIBI-OUEST

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

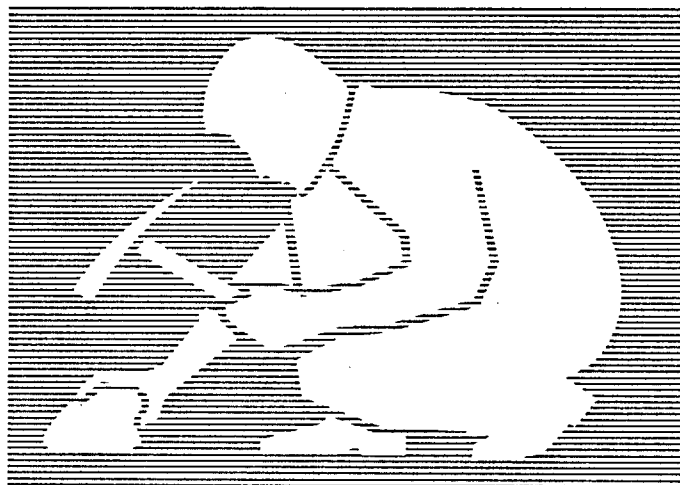
Québec 



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

Étude de l'altération des roches volcaniques encaissantes à la mine Selbaie, canton de Brouillan - Comté d'Abitibi-ouest -

Mathieu Piché



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

MB 93-52

1993

Table des matières

Résumé	1
Abstract	1
INTRODUCTION	2
Objectifs	2
Le gîte de sulfures de Selbaie	2
Problématique régionale	2
Travaux antérieurs	4
Méthodologie	4
Géologie	5
Structure des unités	6
 DESCRIPTION DES UNITÉS	 6
Géochimie	8
Pétrologie	8
 COMPOSITION DES MINÉRAUX	 9
Les carbonates	9
Les chlorites	10
Le mica blanc	10
 TRAITEMENT DES DONNÉES GÉOCHIMIQUES	 11
Le calcul des gains et pertes	11
La norme NEWPET	12
L'indice d'altération de Ishikawa	13
Les rapports $\text{Na}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ et $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	15
Le rapport K/Rb	16
Le rapport MgO/CaO	17
Les rapports $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ et $\text{MgO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$	18
Le contenu en MnO	19
 DISCUSSION	 19
 CONCLUSIONS	 20
 REMERCIEMENTS	 22
 RÉFÉRENCES	 22
 Annexe 1. Tableau d'analyses	 24

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Localisation de la région étudiée	3
2	Position des échantillons	5
3	Distribution des faciès des échantillons	7
4	Diagramme Y/Zr	8
5	Diagramme TiO ₂ /Zr	8
6	Localisation des types de roches	9
7	Diagramme CaO-MgO-FeO des carbonates	10
8a,b	Diagramme FeO/MgO des chlorites	11
9	Gains et pertes des roches à faciès d'altération chloriteuse et siliceuse	12
10	Gains et pertes des roches à faciès d'altération propylitique	12
11	Histogramme du corindon normatif	13
12	Carte des anomalies de corindon normatif	14
13	Histogramme de l'indice d'altération Ishikawa	14
14	Carte des indices d'altération de Ishikawa	14
15	Plagioclase normatif versus I.A. Ishikawa	14
16	Histogramme du rapport Na ₂ O/Na ₂ O+K ₂ O	15
17	Diagramme Na ₂ O/K ₂ O	15
18	Histogramme du rapport K ₂ O/Na ₂ O	15
19	Carte des anomalies du rapport K ₂ O/Na ₂ O	16
20	Diagramme Rb-K ₂ O	16
21	Histogramme du rapport K/Rb	16
22	Carte des anomalies K/Rb	17
23	Diagramme CaO-MgO	17
24	Histogramme du rapport MgO/CaO	17
25	Carte des anomalies du rapport MgO/CaO	18
26	Diagramme Fe ₂ O ₃ -MgO	18
27	Histogramme des valeurs du rapport Fe ₂ O ₃ /MgO	18
28	Carte des anomalies du rapport MgO/Fe ₂ O ₃	19
29	Carte des anomalies en MnO	19
30	Carte de synthèse des anomalies	21
31	Hiérarchie des indicateurs d'altération	21

RÉSUMÉ

Les roches archéennes encaissantes du gîte polymétallique d'origine épithermale de Selbaie sont constituées de laves et de tufs intermédiaires à felsiques et d'affinité calco-alcaline. Des coulées de lave felsique transitionnelles et tholéiitiques sont intercalées dans la séquence stratigraphique.

Selon les travaux antérieurs, les altérations qui affectent les roches hôtes de la minéralisation sont subdivisées en deux types qui sont; 1) l'altération siliceuse et chloriteuse proximale à la minéralisation et 2) l'altération propylitique régionale qui est caractérisée par une augmentation du contenu en séricite et en carbonate de la roche.

À l'échelle régionale, l'altération propylitique augmente d'intensité vers les zones minéralisées. Ceci se traduit par l'apparition de corindon normatif, de l'augmentation de l'indice d'altération de Ishikawa et des rapports K_2O/Na_2O et K/Rb .

Les roches des faciès d'altération distaux contiennent des carbonates de la série dolomie-ankérite tandis que celles des faciès proximaux contiennent ceux de la série magnésite-sidérite et rhodocrosite.

La forme de l'histogramme est utilisé pour établir des seuils d'anomalie pour chaque rapport inter-élément. La sensibilité de ces seuils d'anomalies en fonction de l'intensité de l'altération (et de la proximité de la minéralisation), en ordre décroissant, est la suivante: 1) le corindon normatif, 2) l'indice d'altération de Ishikawa, les rapports 3) K_2O/Na_2O , 4) K/Rb , 5) MgO/CaO , 6) MgO/Fe_2O_3 et 7) le contenu en MnO .

ABSTRACT

The archean host rocks of the epithermal polymetallic Selbaie deposit are composed of intermediate-to-felsic calc-alcalic lavas and tuffs. Transitional and tholeiitic felsic lava flows are interbedded within the stratigraphic sequence.

The previous works had subdivided the alteration of the host rocks into two facies, which are; 1) the proximal silicic and chloritic alteration and 2) the regional propylitic alteration. The latter is characterized by an increase of the sericite and carbonate content of the rock.

At a regional scale, the intensity of the propylitic alteration increase toward the mineralised zones. This is outlined by normative corundum, and by the increase of the Ishikawa alteration index. This is also outlined by the increase of the K_2O/Na_2O and K/Rb ratios.

The rocks of the distal alteration facies contains dolomite-ankerite carbonate. Magnesite-siderite and rhodocrosite carbonates occur in the proximal alteration facies rocks.

The histogram shape is used to establish the anomalous threshold for each of the elemental ratios studied. In decreasing order, the sensitivity to relative alteration intensity (and proximity of mineralisation) of each of these anomalous thresholds is the following: 1) the normative corundum, 2) the Ishikawa alteration index, 3) K_2O/Na_2O , 4) K/Rb , 5) MgO/CaO , 6) MgO/Fe_2O_3 ratios and 7) the MnO content.

Introduction

Objectifs

Le but de cette étude, qui porte sur la mine Selbaie, est de définir des indicateurs de proximité de la minéralisation à l'aide de guides pétrographiques simples et de rapports inter-éléments qui peuvent être employés avec un minimum de contraintes logistiques.

Ce travail descriptif a pour but de fournir des outils de prospection pour des gîtes similaires à la mine Selbaie dans les autres édifices centraux felsiques (de la section à volcanisme polycyclique) de la zone volcanique nord de la ceinture de l'Abitibi (Chown et al. 1993). Une meilleure compréhension des types et de l'étendue des zones d'altération affectant les roches de la mine Selbaie permettrait d'optimiser la superficie et la densité de l'échantillonnage géochimique des futurs secteurs prospectés.

Le Gîte de sulfures de Selbaie

Le gîte de Selbaie se subdivise en trois zones minéralisées. Ce sont les zones A1, A2 et B. Le tableau qui suit résume les teneurs et les tonnages de ces zones selon Bryce 1990.

Zone	tonnes 10 ⁶	Cu %	Zn %	Ag g/t	Au g/t
A1	20	0,8	2,2	31	0,5
A2	2-5	2,2	0,7	30	1,2
B	3,5	3,3	0,32*	30	1,0

Tableau 1. Teneurs et tonnages des trois zones minéralisées de la mine Selbaie. * Le zinc de la zone B n'est pas exploité à cause de problèmes métallurgiques.

Les principaux sulfures sont la pyrite, la sphalérite, la chalcopryrite. Ces minéraux sont associés à des traces de galène, tétrahédrite,

polybasite, de l'argent natif et de l'or (Deptuck, 1982). La chalcocite, la digénite, la covellite, la bornite et le cuivre natif font partie des assemblages des zones d'altération supergène.

Problématique régionale

Dans la région de la bande nord de la Sous-province de l'Abitibi, il est possible d'observer que les laves tholéitiques forment un cycle volcanique basal. Les roches calco-alcalines sont situées au dessus. Par exemple, dans le camp minier de Matagami, le cycle tholéitique basal est représenté par les laves felsiques du Groupe du Lac Watson et les basaltes de la portion inférieure du Groupe de Wabasee. Le cycle calco-alcalin supérieur est représenté par la portion supérieure du Groupe de Wabasee qui contient de l'andésite coussinée, le tuf à ponces de New Hosco et les unités felsiques des monts Mac Ivor décrits par Beaudry (1984).

La minéralisation associée au cycle volcanique tholéitique est constituée de gîtes de sulfures massifs volcanogènes de type Noranda (voir les descriptions dans: MacGeehan, 1979, Tanguay et al., 1991, Piché et al., 1991, par exemple).

Bien que située plus à l'ouest du camp minier de Matagami, et associé à un autre "complexe" volcanique (Lacroix et al., 1989), la mine Selbaie constitue le seul gisement de métaux usuels connu, associé aux laves du cycle calco-alcalin supérieur. Voir la figure 1.

Contrairement aux gisements de type Noranda de Matagami, les zones A1 et A2 de la mine Selbaie n'ont pas de cheminées d'altération bien définies. La distribution des métaux à partir d'une zone riche en cuivre (zone A2) à l'ouest et en

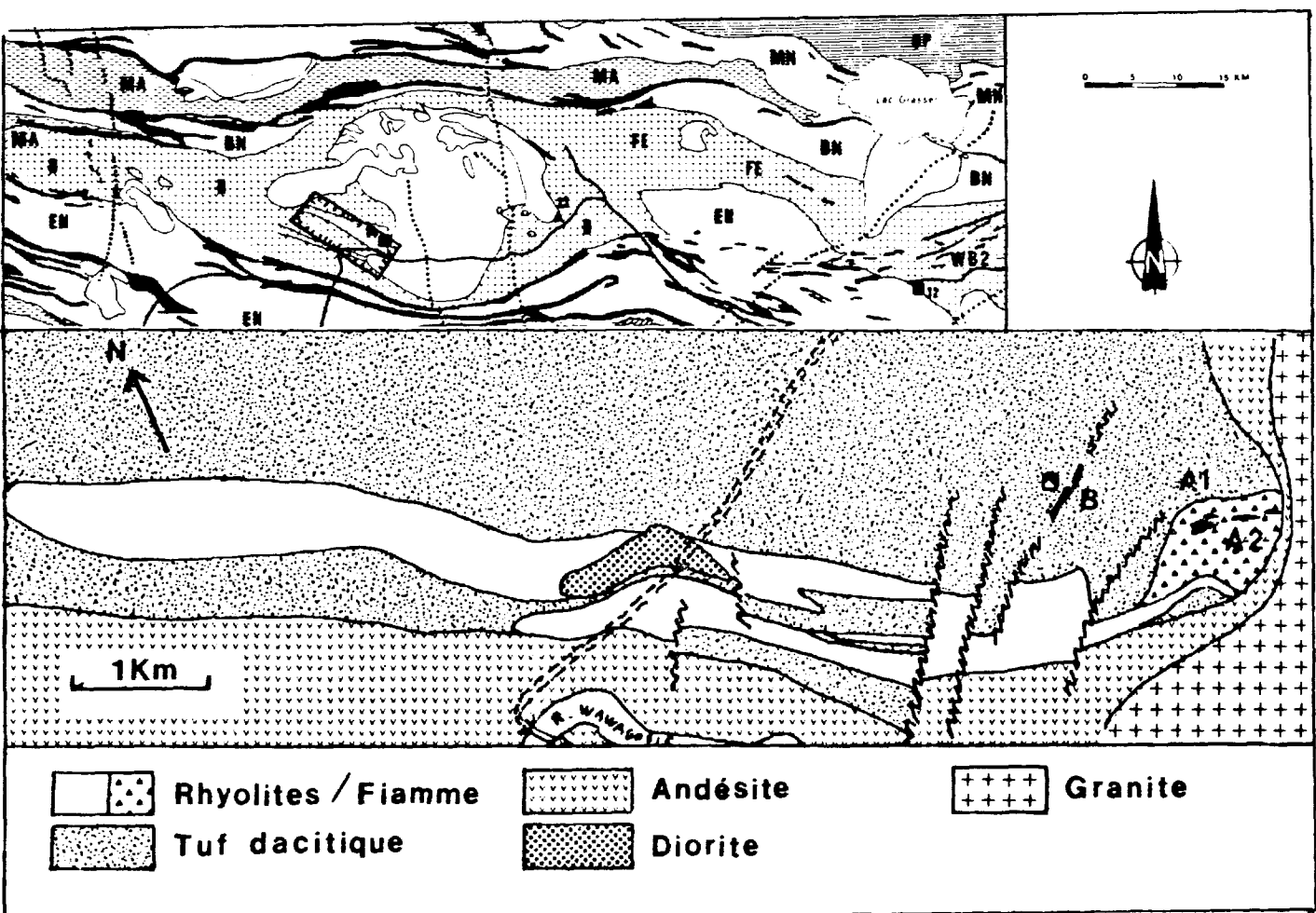


Figure 1. Localisation de la région étudiée. Simplifiée de Faure et al, 1990 et de Depiuck et al, 1982. La cartouche est tirée de Lacroix et al, 1989.

profondeur vers une zone riche en zinc (zone A1) à l'est et près de la surface, suggère que les fluides minéralisateurs ont circulé de façon oblique par rapport à la paléo-surface.

Le halo de roches lessivées en éléments alcalins dépasse largement la taille des zones minéralisées. Également, les roches des environs de la mine Selbaie sont fortement carbonatisées. Par comparaison, le carbonate est un constituant rare dans les roches hôtes des gisements de sulfures de Matagami. Notre hypothèse de travail est que la minéralisation de la mine Selbaie est de nature volcanogène et de type épithermal, tel que suggéré par Deptuck et al., 1982 et Faure et al., 1990.

Les travaux antérieurs

Les études portant sur la mise en place de la minéralisation de la mine Selbaie ne couvraient que les environs immédiats des zones minéralisées. Ces travaux ont permis de caractériser les types d'altération et d'en établir la relation avec la minéralisation.

Faure et al.(1990) et Deptuck et al., (1982) résument l'histoire de la minéralisation par (1) un épisode précoce de minéralisation en pyrite massive stérile de nature volcanogène sous-marine qui aurait été associé à un volcanisme explosif. Ceci aurait été suivi de (2) l'émergence de l'édifice volcanique, et (3) par la formation des zones A1 et A2 par un mécanisme de minéralisation épithermal à filonets de sulfures. La mise en place de zone B à l'intérieur d'une structure en extension, aurait eu lieu durant cet événement épithermal. Enfin, (4) une altération supergène météorique de profondeur variable a affecté les zones B et A1.

Les études spécifiques de l'altération portent sur les zones A1 et A2. Ces amas de filonets

de sulfures sont entourés d'un halo d'altération sériciteuse d'étendue régionale et qui n'a pas été circonscrit dans les travaux antérieurs (Deptuck et al., 1982).

Whyte (1984) note la présence d'une zone de silicification qui cernerait la zone A1 sous la forme d'un cône ouvert vers la surface. Larson (1987) a noté la présence d'ankérite et de carbonates de la série magnésite - sidérite - rhodocrosite dans les roches hôtes de la minéralisation. Il a également noté que le contenu en manganèse de la roche augmente proportionnellement en fonction du rapport Cu/Cu+Zn de la roche.

Notre approche se veut complémentaire à ces travaux et vise à délimiter la zone d'altération associée aux amas de sulfures à une échelle régionale.

Cette étude qui se veut exploratoire, se restreint dans la mesure du possible au plan de la surface d'érosion actuelle pour maximiser le territoire d'investigation.

Méthodologie

Cent dix échantillons ont été prélevés dans les carottes de forages d'exploration de la propriété principale de la mine Selbaie. La zone couverte par cet échantillonnage forme un rectangle qui s'étend de la zone A2, à l'est, jusqu'à 9 kilomètres à l'ouest et qui a trois kilomètres de largeur nord-sud (figures 1 et 2). Les coordonnées de la mine ont été utilisées pour localiser les échantillons en plans.

Les échantillons ont été sélectionnés selon trois critères: l'absence d'altération supergène qui se décèle par la présence de fractures ouvertes et de veinules de limonite; la proximité de la surface et l'exclusion de l'andésite et du tuf andésitique sus-jacent à la séquence felsique de la mine.

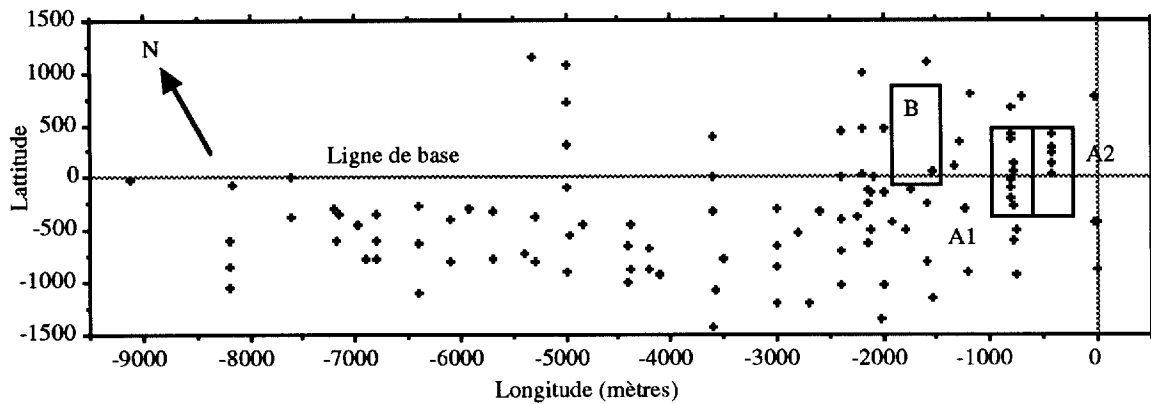


Figure 2. Position des échantillons (+). Les zones minéralisées sont indiqués par les rectangles.

En plus de ces trois critères d'exclusion, le choix de l'échantillon, le long des carottes de forages a été effectué pour être visuellement représentatif du faciès volcanique de la roche et de son altération (type et intensité) sur 30 mètres de carotte. Les zones à veinules ont été exclues dans le but de ne déterminer que la constituante pénétrante de l'altération.

Tous les échantillons ont été analysés au Centre de Recherches Minérales du Québec pour les éléments majeurs, les éléments traces communs et pour le CO₂. La densité des échantillons a été déterminée par l'auteur au laboratoire de pétrographie de l'École Polytechnique de Montréal.

Soixante-cinq de ces échantillons ont été étudiés en lame mince. La composition des minéraux a été déterminée à la micro-sonde à énergie dispersive de l'Université du Québec à Chicoutimi sur dix lames minces polies.

Les calculs de bilan de masse de Greisen (1967) ont été effectués à l'aide du programme développé par Appleyard et de Beer (1983), utilisant l'alumine, le titane et le zirconium comme éléments immobiles.

Les calculs de la norme ont été effectués par le programme NEWPET (Département de Géologie, Université Memorial, Terre-Neuve). Des rapports inter-éléments ont également été calculés. Les valeurs de ces différents calculs et rapports inter-éléments sont reportés sur des cartes (figures 12, 14, 19, 22, 25, 28 et 29).

Géologie

Comme l'ont résumé Faure et. al. 1990 et Larsen (1987), de la base vers le sommet, la séquence stratigraphique de la région de la mine Selbaie, est composée de: 1) une unité de tuf andésitique à bloc et à cendres peu stratifié, 2) une unité de tuf dacitique à blocs avec quelques passées à cendres; cette unité est recouverte d'un horizon volcanoclastique détritique; 3) le Tuf de Selbaie qui est un tuf dacitique non soudé, porphyrique à quartz et à feldspaths; On y observe des textures sphérolitiques bien développées; 4) la brèche rhyodacitique qui repose en discordance et avec une attitude sub-horizontale sur les unités précédentes.

Faure et al. (1990) notent également la présence de "porphyres supérieurs" qui sont situés au dessus du Tuf de Selbaie et qui ont été délimités au

sud des zones minéralisées et sur environ neuf kilomètres vers l'ouest. On distingue au moins deux de ces porphyres de composition rhyolitique. Il ont une épaisseur moyenne de 300 mètres et ont une forme lenticulaire. Ces porphyres sont intercalés dans du tuf dacitique porphyrique à quartz et à plagioclase.

Les faciès volcaniques de ces deux "porphyres supérieurs" observés sont la lave massive et des brèches de coulées lithiques à blocs. La texture de la roche en lame mince est typique des laves felsiques; elle est très similaire à celle des fragments des unités de tuf encaissantes à composition dacitique porphyrique à quartz et à plagioclase.

Les unités volcaniques basales ne sont pas connues en détails dans la portion ouest de la région étudiée. Des coulées de lave felsique porphyrique à quartz et à microcline et leur équivalent tufacé y sont intersectés en forage mais leur extension latérale est inconnue. Il semble que la stratigraphie des unités basales (tuf andésitique est de tuf dacitique à lapilli) définies par Faure et. al. (1990) dans le secteur des minéralisations, soit plus complexe dans la portion ouest de la région. La figure 3 présente la géologie de la région étudiée.

Structure des unités

Le pendage des unités est faible dans la partie est de la région étudiée qui va du contact avec le granite de Brouillan jusqu'aux failles d'orientation nord-nord-ouest, 2,5 km plus à l'ouest. À l'ouest de ces failles, le pendage des unités augmente et devient sub-vertical à l'extrémité ouest de la région étudiée. Les polarités sont vers le sud-sud-ouest dans ce secteur.

On suppose que le faible pendage des unités dans le secteur des zones minéralisées est dû à la proximité du batholite de Brouillan. Celui-ci aurait

agi comme un noyau résistant lors de la période de déformation kénoréenne. Les roches de ce secteur sont plissées en une structure anticlinale très ouverte, avec une trace du plan axial orientée ouest-nord-ouest.

La figure 4 de Faure et al. (1990) montre une section typique à travers le pli de l'anticlinal de Selbaie. Cette figure montre le faible pendage des unités dans le secteur des zones minéralisées et l'aspect recoupant des sulfures par rapport à la stratigraphie.

L'amincissement apparent abrupt des porphyres rhyolitiques du côté ouest des failles d'orientation nord-nord-ouest suggère que l'augmentation du pendage des unités de l'ouest s'est produite par une rotation cassante, le long de ces failles. Il est également possible, comme le suggère Deptuck et al, (1982), que ces failles aient été actives lors de l'éruption des laves et qu'une partie de ces variations apparentes d'épaisseur des unités de laves soient le résultat de variations dans la paléotopographie induite par des failles syn-volcaniques.

Description des unités *

Les faciès volcaniques des échantillons ont été évalués mégascopiquement et en lames minces et ont été regroupés en quatre groupes. Ce sont: 1) Les laves massives et bréchiques, 2) les tufs à fiamme (ou tuf "soudés"), 3) les tufs à lapilli et épicastites, 4) les tufs andésitiques.lithiques. La figure 3 représente la distribution spatiale des faciès volcaniques des échantillons.

* Les noms de roche utilisés dans cette étude ont été déterminés strictement par géochimie et par conséquent ne sont pas ceux utilisés par les géologues de la mine.

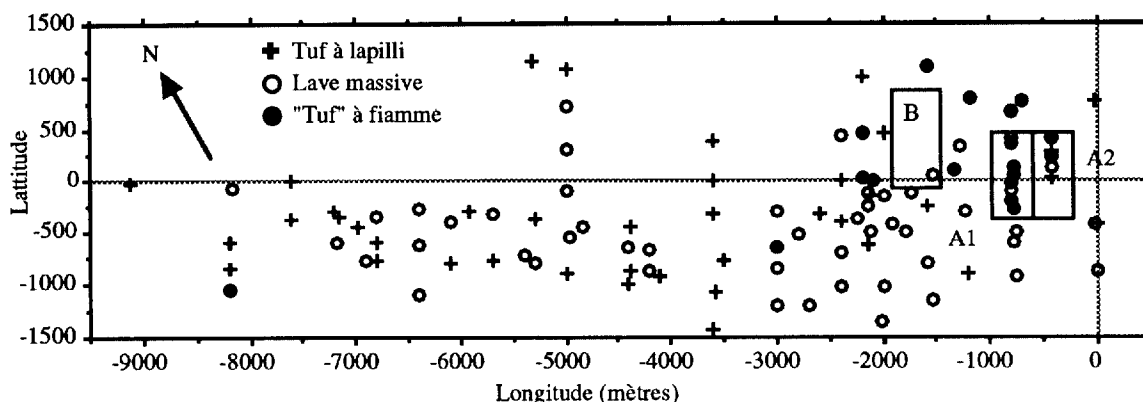


Figure 3. Distribution des faciès volcaniques des échantillons étudiés.

Les laves massives sont en majorité des laves felsiques porphyriques à quartz et à plagioclase. La taille des phénocristaux varie de 1 à 5 mm de diamètre et composent de 5 à 20% de la roche. La mésostase de la roche est à texture équigranulaire à grain fin ou sphérolitique. Celle-ci est, dans bien des échantillons, recristallisée en un assemblage de séricite, de quartz, de carbonate et de chlorite. Des faciès bréchiques de ces laves ont également été échantillonnés. Il s'agit de brèche monomictite à fragments anguleux et à texture lithique (cristallins) qui semblent s'emboîter entre eux. Ces brèches sont similaires aux faciès de bordure de lobes décrits par de Rosen-Spence et al. (1980). Les "tufs" à fiamme regroupent des faciès de lave massive, bréchiques ou tufacés. Dans ces roches, la texture sphérolitique coalescente compose plus de 70% du volume de la roche. Les interstices entre les sphéroles sont composées de masses de chlorite dont l'aspect ressemblerait à des fiamme. Il y a très peu de phénocristaux dans ces laves et tufs.

Les tufs à lapilli et les dépôts épicastiques constituent certainement les faciès volcaniques les plus abondants dans la séquence stratigraphique de la mine Selbaie. Il s'agit d'unités massives de tuf à lapilli et à cendres, à tri faible à moyen, composé de fragments sub-anguleux de lave felsique porphyrique

à quartz et à plagioclase, à mésostase cristalline (nature lithique). Ces unités massives, de puissance variable, ressemblent à des dépôts de retombées pyroclastiques aériennes. La nature lithique des fragments indique que leur mise en place est postérieure à la cristallisation de la lave, par explosions phréatiques ou phréatomagmatiques.

L'arrondi de certains fragments dans quelques échantillons suggère une remobilisation postérieure à leur déposition. Par contre, la structure interne massive de ces dépôts particuliers résulte probablement d'une remobilisation de type mouvement de masse proximal du genre "dépôt de lahar". Quelques échantillons de tuf sont composés essentiellement de ponces caractéristiques d'un volcanisme de type plinien.

Les tufs andésitiques lithiques sont constitués de fragments de lave à texture microlitique à cristallinité variable. Il y a localement des fragments de lave felsique porphyrique de nature lithique. Les fragments ont des tailles qui varient de 1 à 20 mm de diamètre et sont sub-anguleux à sub-arrondis. Ils forment des dépôts massifs, à tri faible. La texture de ce type de roche peut s'apparenter aux dépôts épicastiques de type lahar.

Géochimie

Les affinités géochimiques et le degré de différenciation des roches volcaniques analysées ont été déterminés à l'aide du diagramme Y-Zr (figure 4) et du diagramme TiO_2 -Zr (figure 5). Il a été possible de regrouper les échantillons en 5 groupes qui sont: 1) les rhyolites tholéitiques, 2) les rhyolites transitionnelles, 3) les rhyolites calco-alcalines, 4) les andésites calco-alcalines et 5) les "basaltes-andésites" calco-alcalins (ce sont des andésites un peu plus mafiques qu'en 4). La figure 6 montre la distribution spatiale de ces groupes géochimiques.

Toutes les roches analysées sont de nature sub-alcaline et forment un nuage continu à travers les champs "andésite", "dacite-rhyodacite" et "rhyolite" du diagramme Zr-TiO₂ par Nb-Zr de Winchester et Floyd (1977). Les roches des unités du tuf andésitique, du tuf dacitique, le Tuf de Selbaie, la brèche rhyodacitique et le "porphyre inférieur" nord ont un rapport Y/Zr de 0,11. Ceci indique que ces roches sont d'affinité calco-alcaline. En comparaison, les rhyodacites sub-alcalines et tholéitiques du Groupe du Lac Watson à Matagami ont un rapport Y/Zr moyen de 0,28.

Les échantillons provenant du "porphyre supérieur" sud de la mine Selbaie ont un rapport Y/Zr moyen de 0,23. Ceci indique que ces roches sont plutôt d'affinité tholéitique. Il y a également quelques échantillons qui ont un rapport transitionnel entre ces deux groupes (rapport Y/Zr moyen de 0,16). Toutes les roches tholéitiques et transitionnelles sont des rhyodacites.

Pétrologie

À l'échelle de la région étudiée, les roches du porphyre supérieur tholéitique et de l'andésite sus-jacente ne sont pas altérées de façon significative.

Dans les roches calco-alcalines sous-jacentes, on observe deux types d'altération. Les roches hôtes des amas de sulfures des zones A1 et A2 sont chloritisées et silicifiées. Ce type d'altération est local et passe latéralement à une altération de type propylitique d'étendue régionale. Les roches de ce second type d'altération sont caractérisées par une séricitisation et une carbonatation et peuvent être soit silicifiées ou lessivées en silice.

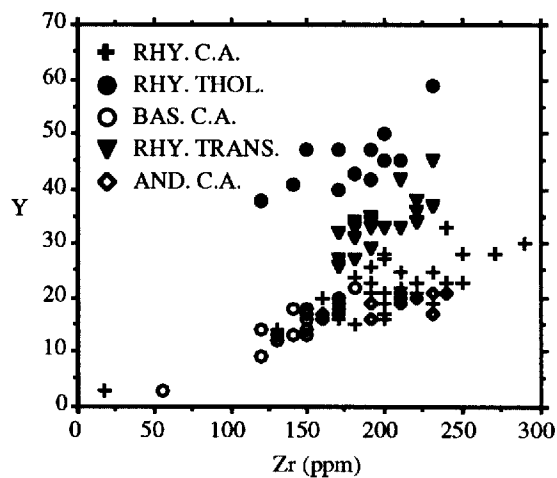


Figure 4. Diagramme Y/Zr des roches de la région étudiée

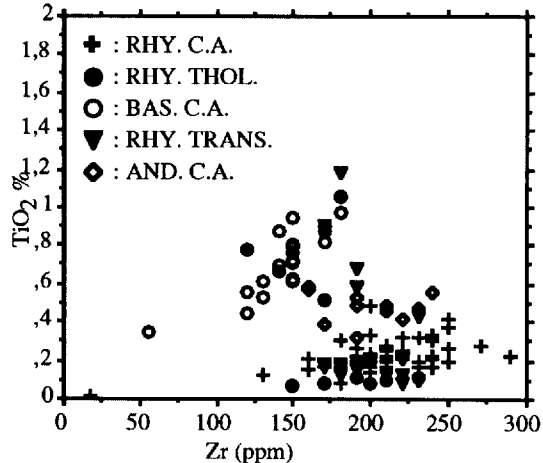


Figure 5. Diagramme TiO_2 /Zr des roches de la région étudiée

Dans la zone d'altération chloriteuse et siliceuse, le plagioclase de la roche est remplacé par du quartz micro-cristallin. Les espaces vides entre les fragments de tuf sont remplis par du quartz.

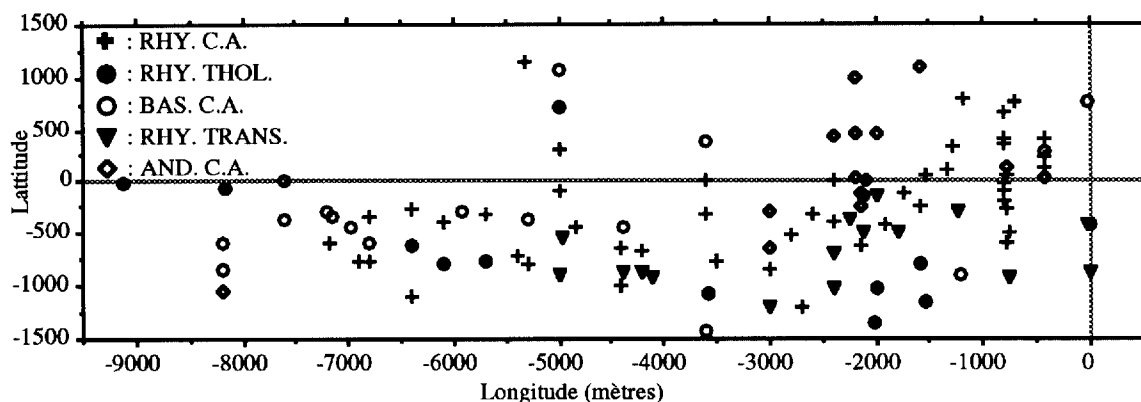


Figure 6. Localisation et affinités géochimiques des échantillons

La mésostase de la lave y est composée d'un assemblage de quartz et de chlorite à grain fin. Des sulfures à grain très fin sont disséminés à travers la roche. Du carbonate est présent, par endroits, en faible quantité sous la forme d'agrégats disséminés de cristaux sub-automorphes. Le long de certaines fractures, la chlorite est partiellement remplacée par de la séricite.

L'altération propylitique régionale est d'intensité variable et il est possible d'en observer l'évolution latérale avec les roches fraîches.

Les traits communs qui caractérisent l'augmentation de l'intensité de cette altération propylitique sont: 1) la décomposition du plagioclase en séricite et en quartz, 2) le remplacement partiel de la chlorite en séricite et en carbonate. Dans quelques échantillons, la réaction inverse est observée: La séricite et le carbonate sont résorbés au profit de la chlorite. 3) Le contenu en quartz des roches est très variable. Certains échantillons en sont appauvris au point qu'il ne reste que de la séricite et le coeur des phénocristaux de quartz tandis que d'autres sont fortement silicifiés.

Le carbonate est abondant dans ces roches et il se présente sous la forme d'agrégats de cristaux prismatiques de petite taille (0,05 mm) qui sont disséminés à travers la roche. Dans les tufs à cendres,

il forme par endroits des concrétions sphériques de 1 à 2 mm de diamètre.

La chlorite est rare dans les échantillons très altérés hors des zones minéralisées. En général, elle se présente avec une bordure pseudomorphisée par de la séricite. La couleur en lumière polarisée des chlorites varie peu d'un échantillon à l'autre et est homogène sur le même échantillon. Ces teintes varient de vert kaki à brun kaki presque isotrope. Ceci est symptomatique d'un rapport Fe/Mg moyen à faible selon les critères de Kranidiotis (1985) et de Piché (1991).

Composition des minéraux

Les carbonates

Des dix échantillons étudiés à la microsonde, cinq sont du type dolomie - ankérite et cinq sont du type magnésite - sidérite - rhodocrosite (figure 7). Le rapport FeO/MgO de ce dernier type de carbonate est très près du rapport FeO/MgO de la roche. Par contre, deux échantillons de sidérite magnésienne qui ont un contenu en MnO élevé, ont un rapport FeO/MgO significativement plus élevé que celui de la roche.

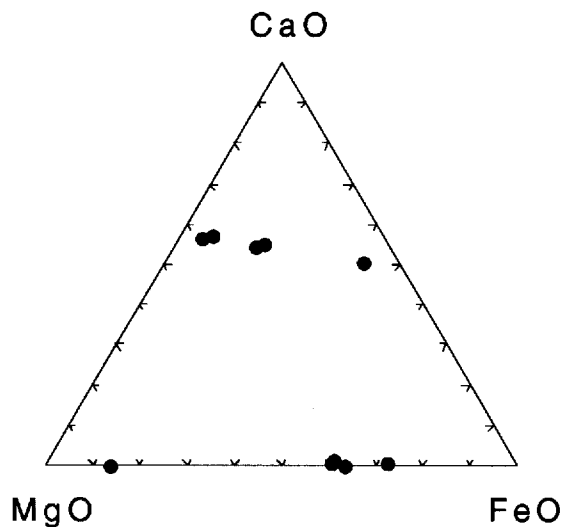


Figure 7. Diagramme ternaire montrant la composition des carbonates. Les pôles représentent le pourcentage poids des oxydes.

Dans le cas des carbonates calciques, le rapport FeO/MgO des dolomies ferrifères est plus faible que celui de la roche. Ce phénomène s'atténue si le carbonate a une composition qui se rapproche du pôle de l'ankérite.

Les carbonates avec un contenu en manganèse élevé ($> 1\%$) proviennent des échantillons situés près des zones minéralisées.

Règle générale, les carbonates de la série de la sidérite - magnésite - rhodocrosite se retrouvent dans les roches à altération chloriteuse et dans les faciès les plus intenses de l'altération propylitique régionale. Les carbonates de la série ankérite-dolomie se retrouvent dans les échantillons moins altérés qui contiennent des vestiges de plagioclase.

Les chlorites

Trois échantillons provenant de la zone d'altération chloriteuse et siliceuse ont été analysés. Les deux premiers proviennent de la zone A1 et contiennent de la chlorite magnésienne dont le rapport FeO/MgO est inférieur à 1 (figure 8A). Ces

deux échantillons sont minéralisés. La présence de sulfures de fer augmente sensiblement le rapport FeO/MgO de la roche par rapport à celui de la chlorite. Dans l'un de ces échantillons, la chlorite est associée à de la magnésite ferrifère qui a un rapport FeO/MgO identique. Dans l'autre échantillon, la chlorite est associée à de la dolomie et de la séricite. Les rapports FeO/MgO de la chlorite et de la séricite sont semblables tandis que celui de la dolomie est plus faible.

Le troisième échantillon provient de la zone A2. Il contient de la chlorite plus ferrifère que dans les échantillons de la zone A1. Cette chlorite plus ferrifère est associée à de la sidérite magnésienne et manganésifère.

Quatre autres échantillons proviennent de la zone d'altération propylitique. Ces chlorites ont des rapports FeO/MgO supérieurs à 1 (figure 8B). Parmi ces échantillons, il y en a trois dans lesquels la chlorite est associée à de la dolomie ferrifère. Le rapport FeO/MgO de ces chlorites est plus faible que celui de la roche et du carbonate associé. Dans le quatrième échantillon, l'altération est plus intense et la chlorite est en association avec de la sidérite magnésienne et manganésifère. Le rapport FeO/MgO de la chlorite est plus faible que celui du carbonate associé.

Le mica blanc

Dans tous les échantillons, le mica blanc a une composition qui est relativement homogène, avec 10,5% de K_2O . Il n'y a presque pas de sodium et de calcium. Ce mica contient en moyenne 2% de FeO et 1,7% de MgO . Le TiO_2 y est plus concentré (moyenne de 0,3%) que dans la chlorite où sa mesure est sous le seuil de détection.

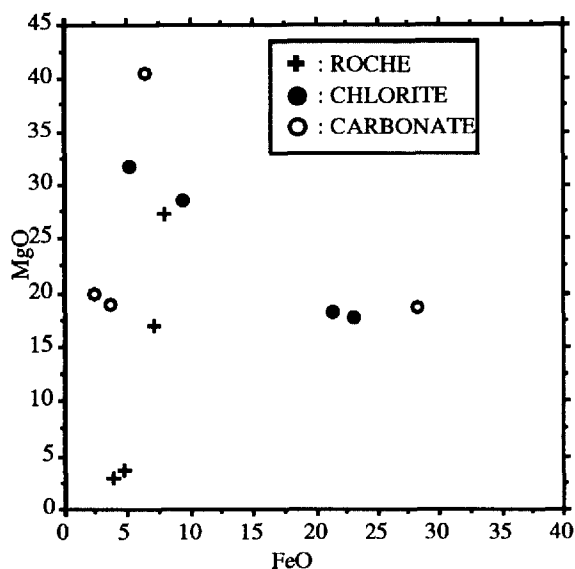


Figure 8A. Diagramme FeO/MgO des chlorites, des carbonates et de la roche des échantillons à faciès d'altération chloriteuse et siliceuse.

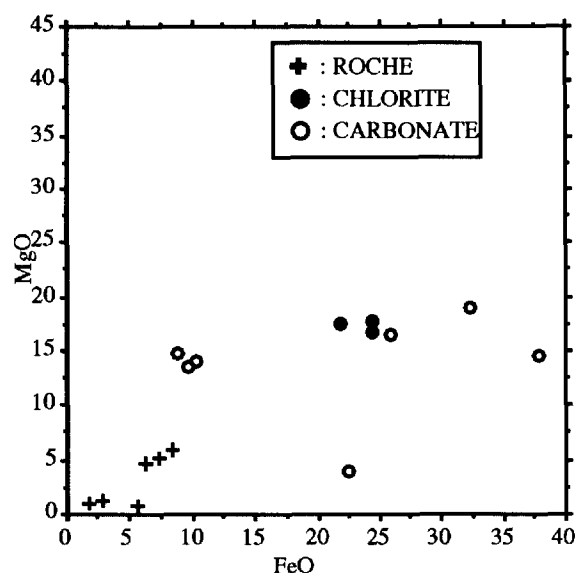


Figure 8B. Diagramme FeO/MgO des chlorites, des carbonates et de la roche des échantillons à faciès d'altération propylitique.

Cette composition est près de celle des muscovites. Le terme séricite sera employé dans le reste du texte pour désigner le mica blanc à grain fin des roches étudiées.

Il y a un échantillon où la teneur en fer et en magnésium est nettement plus forte et dont le contenu en potassium est plus faible. De feuillets de biotite recoupent les autres minéraux de cet

échantillon. Ceci pourrait être le résultat d'un métamorphisme de contact. Il est possible que cette séricite anormale ait été partiellement biotitisée.

Traitement des données géochimiques

Le calcul des gains et pertes

Dans chacun des groupes géochimiques qui ont été définis plus haut, un protolithe "frais" a été choisi sur la base des critères suivants: 1) la présence de plagioclase frais en lame mince; 2) un rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ près de 1; 3) une perte au feu de moins de 5%; 4) l'absence de corindon normatif; 5) un rapport CaO/MgO près de 1; 6) un contenu en SiO_2 compatible avec la définition du nom correspondant avec le degré de différenciation de la roche et finalement, 7) une teneur en Al_2O_3 aux environs de 12% pour les roches de rhyolites à dacites et aux environs de 13,5% pour les andésites. Ces protolithes "frais" ont servi aux calculs de bilan de masse.

Les roches altérées des deux types d'altération se distinguent par un lessivage en sodium et en calcium. La variation est abrupte. Les roches fraîches ont un contenu en sodium qui varie de 1 à 5% et les roches altérées en ont un contenu inférieur à 0,2%. La même variation est observée pour le calcium mais elle est moins abrupte. Les autres éléments sont caractérisés par des variations graduelles.

Les gains et pertes du SiO_2 constituent environ 90% de la variation du facteur volumique de la roche. Les roches lessivées en sodium et en calcium ne démontrent pas de variations systématiques des gains et pertes en silice.

Le lessivage de sodium et de calcium s'accompagne généralement d'une augmentation du contenu en fer, en magnésium et en manganèse dans

les roches du faciès d'altération chloriteuse et siliceuse (figure 9). Dans les roches du faciès d'altération propylitique, ce lessivage s'accompagne d'un enrichissement en potassium (figure 10).

Les gains et pertes en CO_2 ne montrent pas de variations systématiques avec l'intensité de l'altération.

éléments alcalins et en calcium de la roche. Les valeurs de corindon normatif sont indépendantes de l'affinité magmatique et du degré de différenciation de la roche. Le corindon normatif peut donc être utilisé comme indicateur d'altération. Par contre, si le calcul de la norme est effectué avec le CO_2 , presque toutes les roches (même celles contenant du

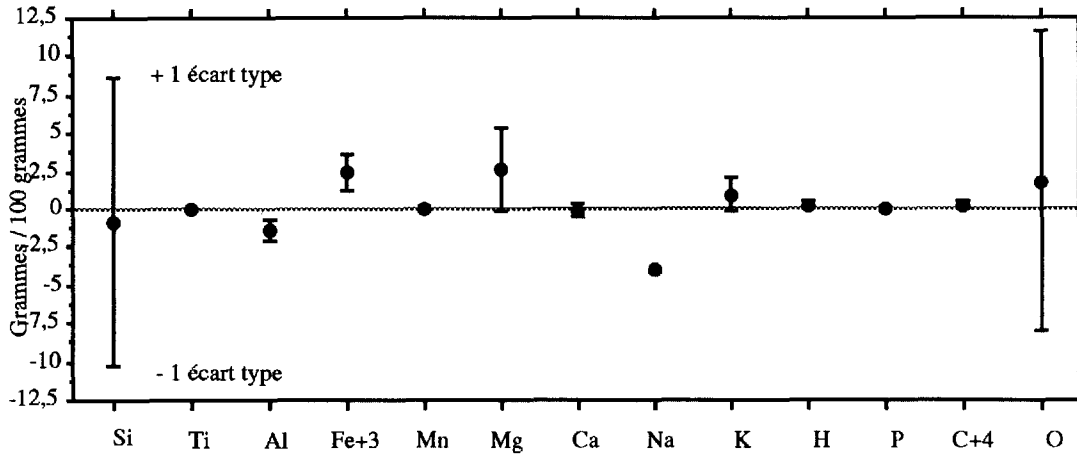


Figure 9. Synthèse des gains et pertes des échantillons du faciès d'altération chloriteuse et siliceuse.

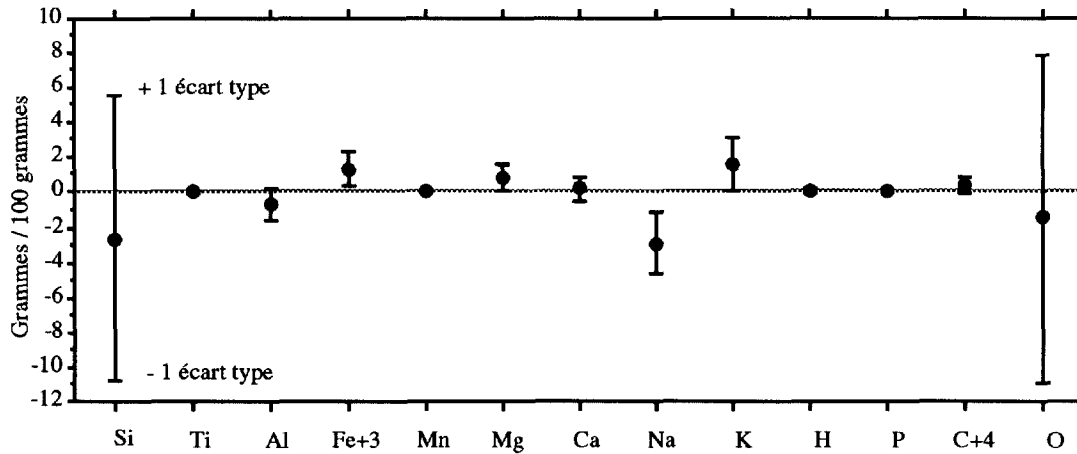


Figure 10. Synthèse des gains et pertes des échantillons du faciès d'altération propylitique.

La norme NEWPET

Le calcul de la norme NEWPET a été effectué sur toutes les analyses. Les valeurs des principaux minéraux normatifs sont reportées dans le tableau en annexe. Le corindon normatif est un bon indicateur d'altération car il quantifie le déficit en

plagioclase frais) sont anormales en corindon normatif. Si le contenu en CO_2 n'y est pas comptabilisé, le nombre des échantillons anormaux en corindon normatif est plus faible et semble plus consistant avec les observations pétrographiques. Ainsi, si dans le calcul de la norme,

le contenu du calcium de la roche est partagé entre la calcite, l'augite et l'anorthite normative, il y a création d'un surplus d'alumine virtuelle. Ceci suggère que la carbonatation des roches s'est surtout effectuée par l'ajout de CO_2 aux cations de calcium, de fer, de magnésium et de manganèse déjà présents plutôt que par l'apport et la précipitation de solutions contenant ces cations.

L'augmentation du contenu en manganèse de certains échantillons provenant de la proximité des amas de sulfures semble cependant avoir été causée par un gain métasomatique. La totalité du manganèse de ces roches est contenue dans le carbonate.

Le métasomatisme potassique important qu'ont subi les roches diminue le surplus d'alumine virtuelle causé par la perte de sodium et de calcium au profit de l'orthose normative. Ainsi, l'utilisation de la valeur absolue du corindon normatif comme indicateur d'intensité de l'altération est biaisé. Les figures 11 et 12 résument les variations du contenu en corindon normatif des échantillons étudiés.

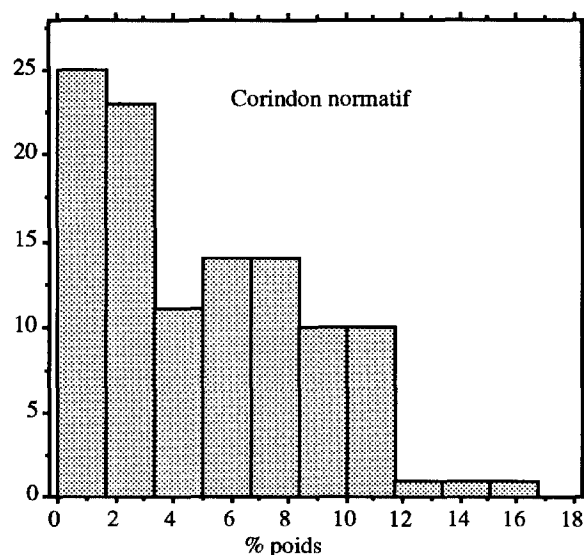


Figure 11. Histogramme des valeurs de corindon normatif calculé sans le CO_2

Sur la figure 12, on observe que les roches de la zone A1 et A2 ainsi que celles de l'extension vers l'ouest des unités encaissantes et du mur de la minéralisation sont anormales en corindon normatif.

L'indice d'altération de Ishikawa

Cet indice d'altération est défini par le rapport

$$\text{I.A.} = \frac{\text{MgO} + \text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO}} \times 100$$

Cet indice est utilisé pour quantifier l'intensité de l'altération hydrothermale dans les roches hôtes des gîtes de sulfures massifs volcanogènes. Les roches altérées de ce type de gisement sont enrichies en MgO et en K_2O et sont lessivées en Na_2O et CaO.

Les figures 13 et 14 montrent à peu près les mêmes relations que le corindon normatif. On observe qu'avec un seuil anormal de l'indice d'altération fixé à 92, les régions anormales semblent mieux définies qu'avec les valeurs du corindon normatif.

L'enrichissement en K_2O et en MgO avec l'intensité de l'altération est plus difficile à déceler avec cet indice car ces éléments se retrouvent des deux côtés de l'opérateur de la fonction de l'indice d'altération.

La figure 15 montre la relation inverse entre le plagioclase normatif et l'indice d'altération d'Ishikawa. Ceci démontre que l'indice d'Ishikawa est bien corrélé avec la perte de sodium et de calcium de la roche.

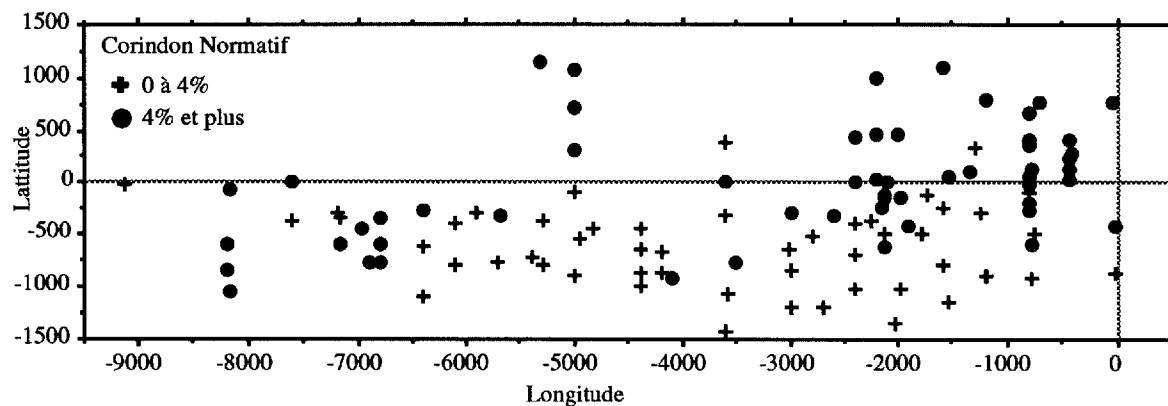


Figure 12. Position des anomalies de corindon normatif.

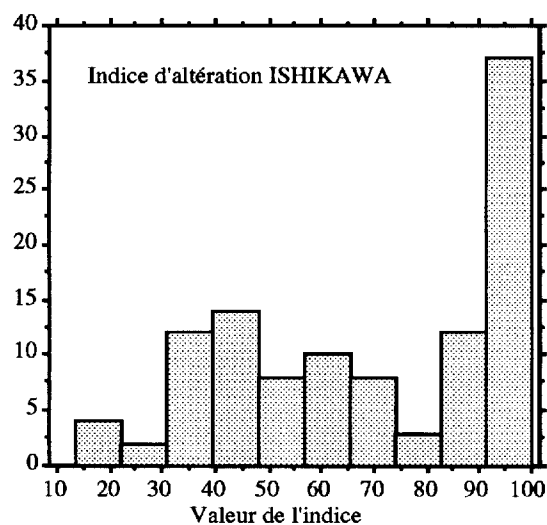


Figure 13. Histogramme montrant la distribution des valeurs de l'indice d'altération ISHIKAWA. Cette distribution est bimodale. Les roches fraîches ont un mode aux environs de 50 alors que les roches altérées ont un mode aux environs de 95,

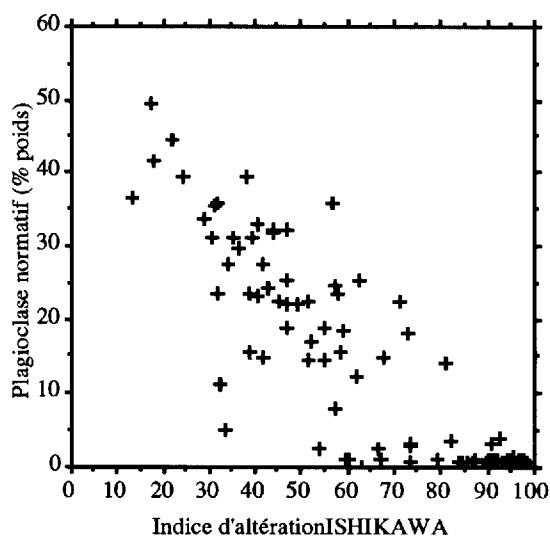


Figure 15. Relation entre l'indice d'altération ISHIKAWA et le contenu en plagioclase normatif.

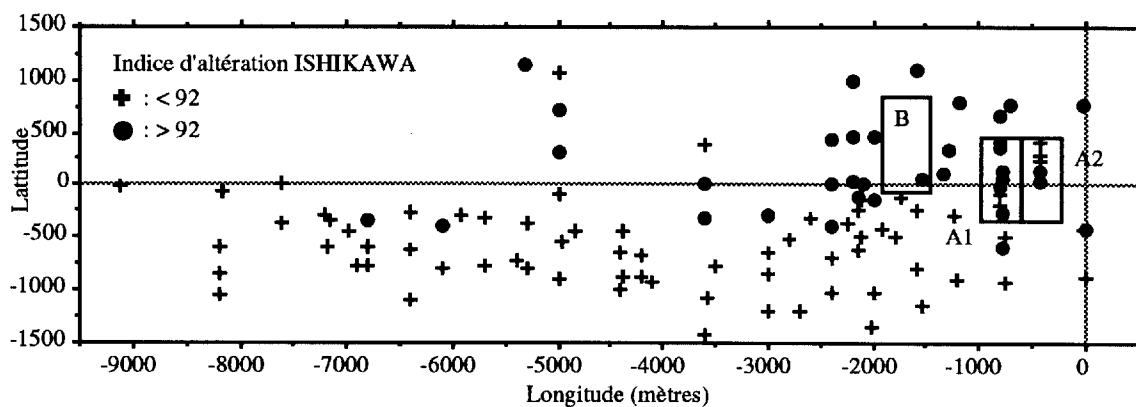


Figure 14. Position des anomalies de l'indice d'altération de Ishikawa.

Les rapports $\text{Na}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ et $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$

Le rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vise à quantifier le métasomatisme potassique et la perte de sodium que la roche a subi lors de l'altération. Le rapport moyen des roches fraîches se situe aux environs de 0,6. Les échantillons altérés ont un rapport inférieur à 0,1 (figure 16).

Le rapport $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ n'a pas le désavantage d'être "fermé". Étant donné qu'il est possible que le sodium soit lessivé dès les premiers stades de l'altération alors que le métasomatisme potassique serait un phénomène plus continu, l'utilisation d'un rapport "ouvert" entre le sodium et le potassium fournirait une image moins biaisée de l'intensité de l'altération comme on peut le voir sur la figure 17 et 18.

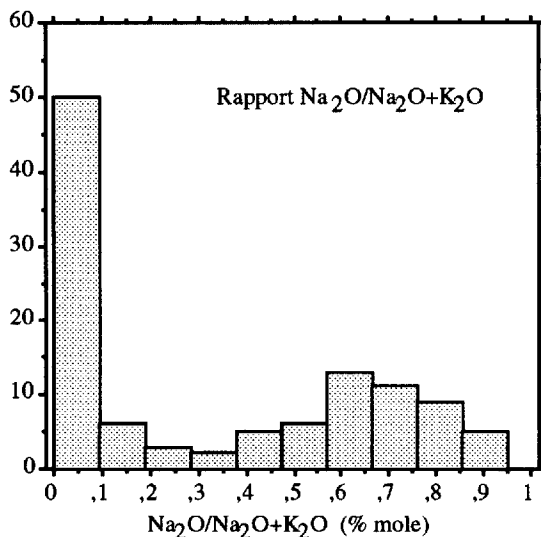


Figure 16. Histogramme du rapport $\text{Na}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$. Ce rapport a le désavantage d'être contenu entre 0 et 1. Les roches les plus altérées se situent entre 0,1 et 0.

La distribution spatiale des échantillons avec un rapport $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ anomal est présentée sur la figure 19. On y observe que les échantillons à rapport élevé sont situés en périphérie des zones

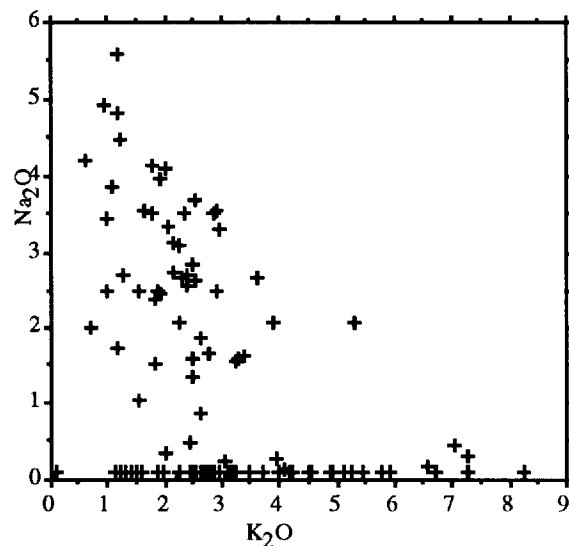


Figure 17. Diagramme Na_2O - K_2O montrant que le lessivage en sodium s'accompagne d'un enrichissement en potassium.

minéralisées. Les échantillons des zones A1 et A2 ont des rapports moyens. Ceci est compatible avec les observations pétrographiques des échantillons du faciès d'altération chloriteuse et siliceuse où la séricite est moins abondante que dans le faciès d'altération propylitique régionale.

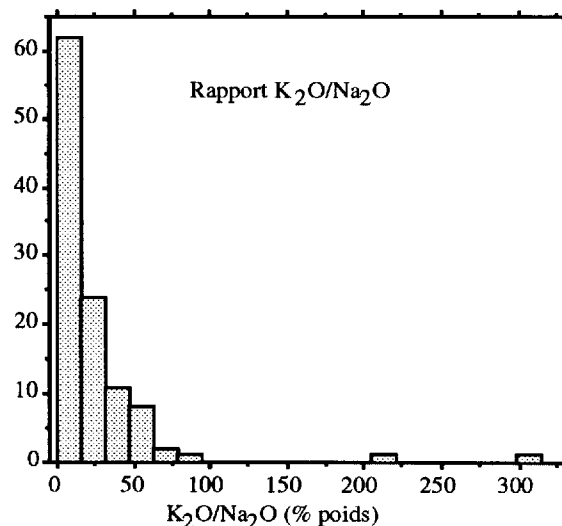


Figure 18. Histogramme des valeurs du rapport $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$. La distribution est fortement biaisée vers la droite, ce qui rend plus facile la détermination des seuils anomaux.

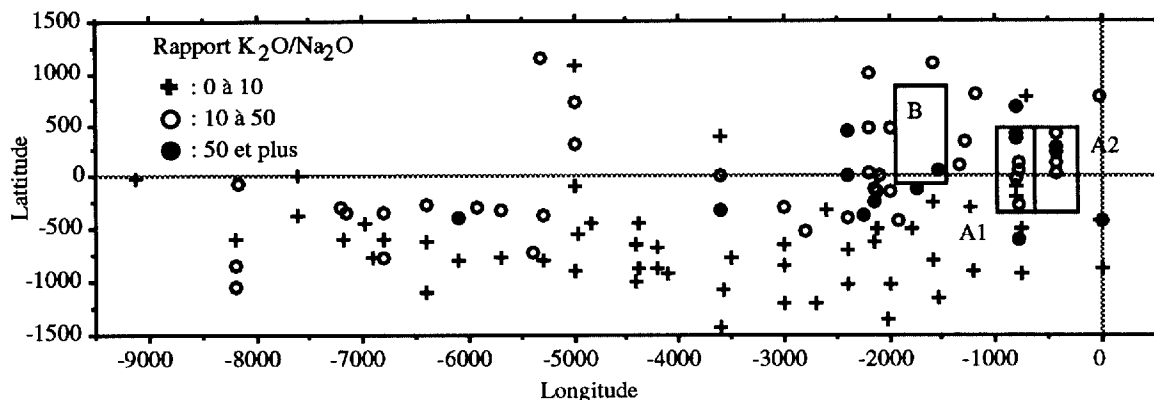


Figure 19. Position des anomalies du rapport K_2O/Na_2O

Le rapport K/Rb

L'utilisation de ce rapport dans l'étude des roches altérées permet d'évaluer la provenance des fluides hydrothermaux ainsi que les conditions physico-chimiques qui régnaient lors de l'altération. Gagnon (1981) résume la pertinence d'utiliser ce rapport pour l'altération hydrothermale des roches de la mine Hunter en Abitibi. Son approche est relativement simple. L'eau de mer a un rapport K/Rb de 3167, l'eau météorique a un rapport d'environ 800 alors que les fluides d'origine magmatique ont un rapport aux environs de 100. Les roches à rapport élevé auraient subi un métasomatisme par de l'eau de mer ou par de l'eau météorique.

Appleton et al., (1986) proposent que les valeurs élevées du rapport K/Rb peuvent être des indicateurs de proximité de minéralisation dans les régions des dépôts de métaux de base épithermaux de la cordillère des Andes en Bolivie et au Pérou. L'altération propylitique régionale, associée aux minéralisations et décrite par ces auteurs est cependant dominée par le feldspath potassique plutôt que par la séricite. Les figures 20, 21 et 22 montrent que le rapport K/Rb des échantillons de la mine Selbaie a une distribution normale avec une moyenne aux environs de 350. Cette valeur est élevée par

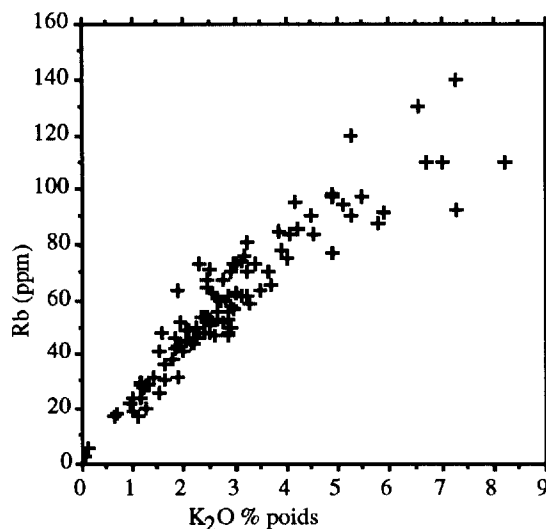


Figure 20. Graphique Rb- K_2O des roches étudiées.

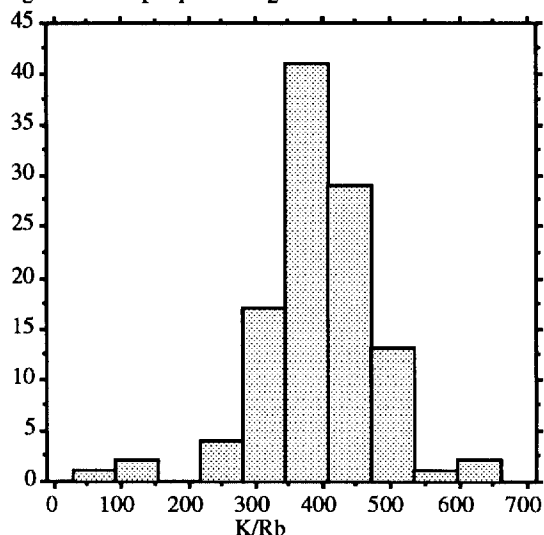


Figure 21. Histogramme des valeurs du rapport K/Rb .

rapport à celle des fluides magmatiques. Cependant, vu la distribution normale, le seuil anomal est fixé de façon arbitraire à 500. On y observe une distribution

périphérique aux zones minéralisées similaire à celle du rapport K_2O/Na_2O mais un peu plus erratique.

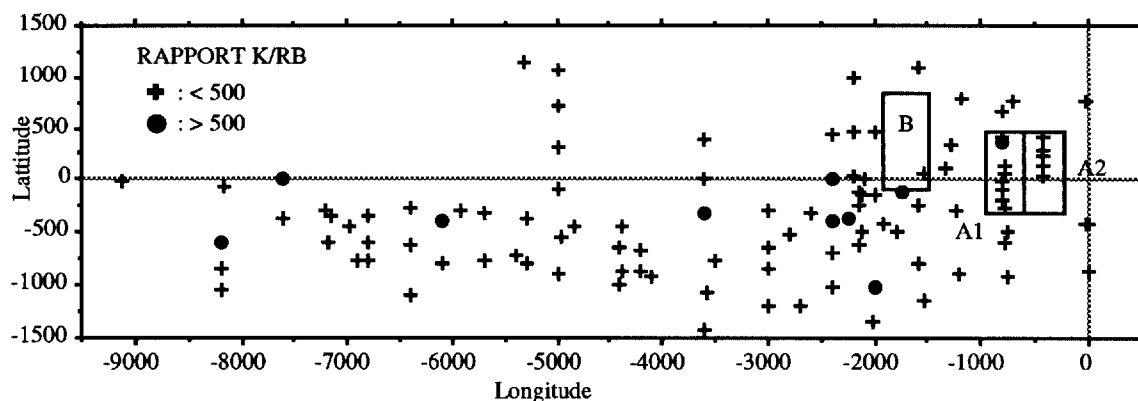


Figure 22. Position des échantillons dont le rapport K/Rb est "élevé" par rapport à la moyenne

Le rapport MgO/CaO

Ce rapport met en relation le magnésium qui est plus abondant dans les roches du faciès d'altération chloriteuse et siliceuse avec le calcium qui est lessivé dans les stades intermédiaires et avancés de l'altération propylitique régionale. Les figures 23 et 24 représentent le rapport MgO/CaO et la distribution des valeurs de ce rapport pour les échantillons étudiés.

La figure 25 représente la distribution spatiale des valeurs de ce rapport sur le terrain. On y observe que les valeurs anormales sont concentrées dans la zone A2, au sud de la zone A1 et autour de la zone B. Les valeurs anormales plus à l'ouest correspondent à la position d'anomalies géophysiques de conductivité qui sont causées par des amas de veinules de sulfures non économiques.

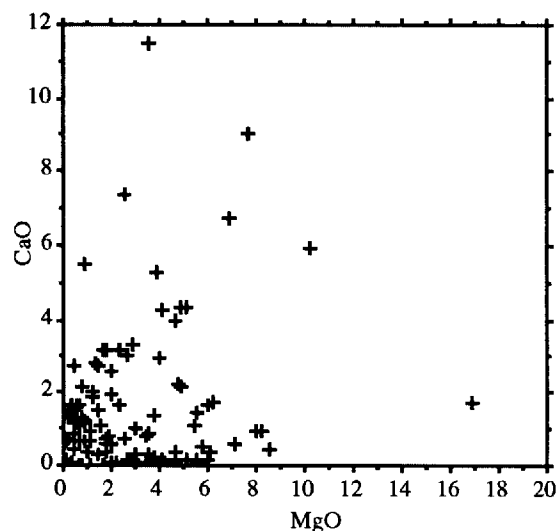


Figure 23. Diagramme CaO-MgO. Le lessivage du calcium ne s'accompagne pas nécessairement d'un enrichissement de magnésium.

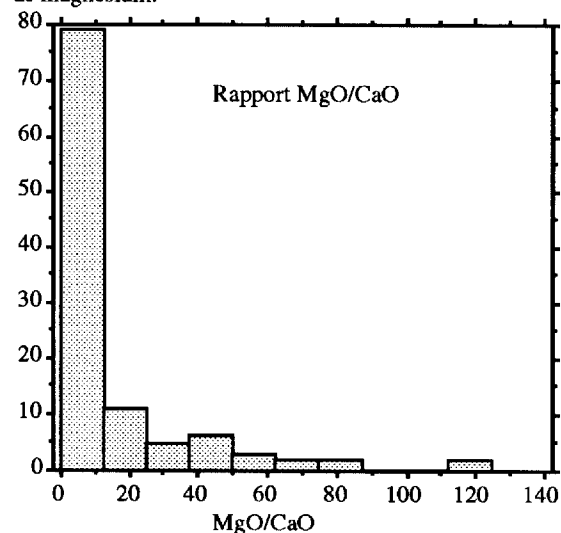


Figure 24. Distribution du rapport MgO/CaO .

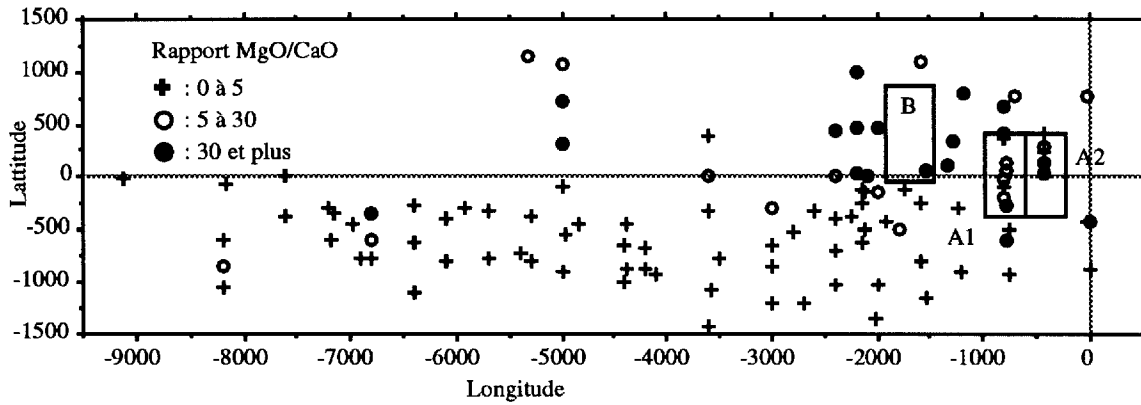


Figure 25. Position des échantillons dont le rapport MgO/CaO est élevé.

Les rapports Fe_2O_3/Fe_2O_3+MgO et MgO/Fe_2O_3

Le rapport Fe_2O_3/Fe_2O_3+MgO est utilisé pour mesurer le métasomatisme magnésien dans les roches hôtes des gîtes de sulfures massifs volcanogènes. Les roches calco-alcalines se différencient avec un rapport fer-magnésium relativement constant. Il est donc possible d'utiliser ce rapport sans tenir compte des changements lithologiques à l'intérieur d'une même suite de lave. Ce rapport présente le même problème de présentation que celui du Na_2O/Na_2O+K_2O . Le rapport MgO/Fe_2O_3 ne présente pas ce problème de fermeture et peut tenir compte des cas extrêmes de métasomatisme magnésien. Les figures 26, 27 et 28 illustrent le comportement du fer et du magnésium dans les roches des deux faciès d'altération confondus.

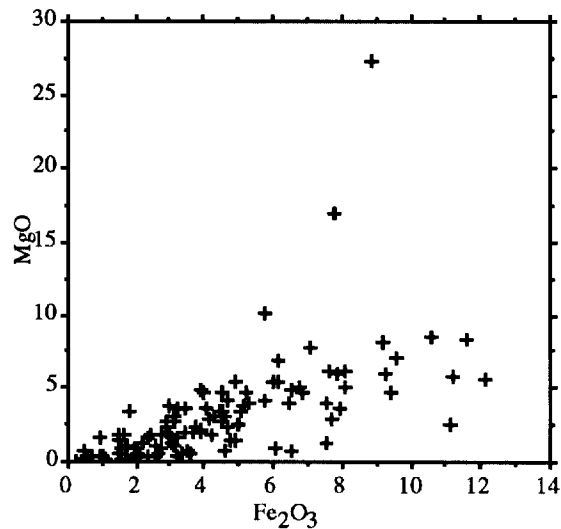


Figure 26. Diagramme Fe_2O_3 - MgO . À part quelques échantillons provenant des zones minéralisées, le rapport est près des valeurs magmatiques.

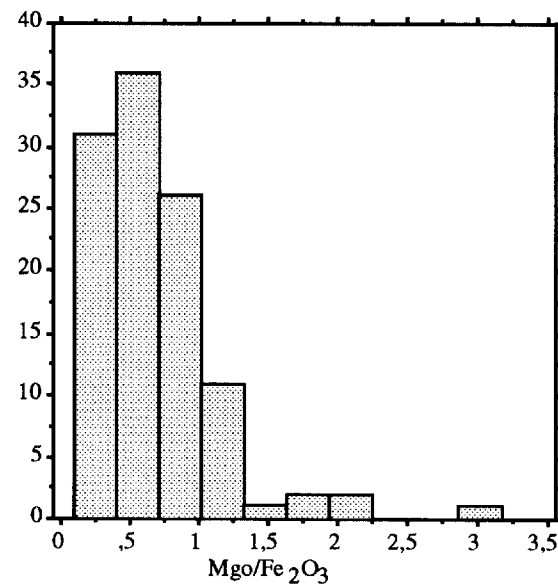


Figure 27. Histogramme des valeurs du rapport MgO/Fe_2O_3

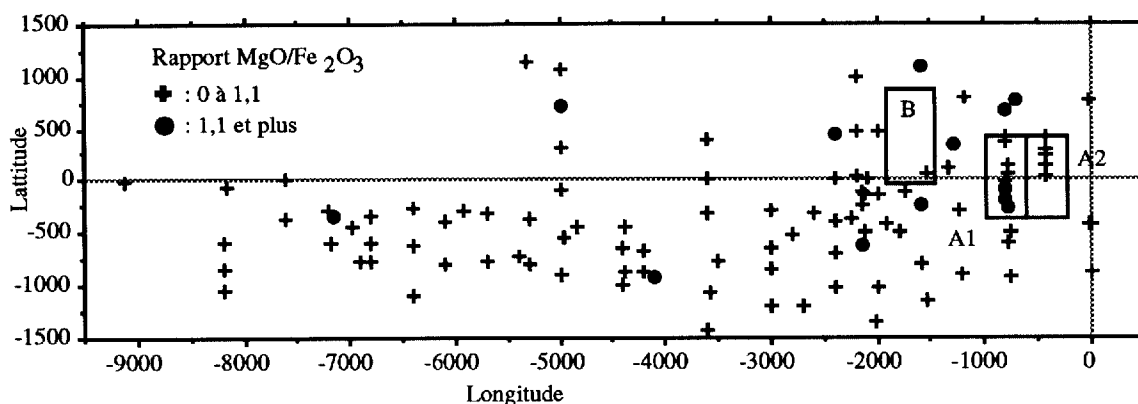


Figure 28. Position des échantillons dont le rapport $\text{MgO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ est élevé.

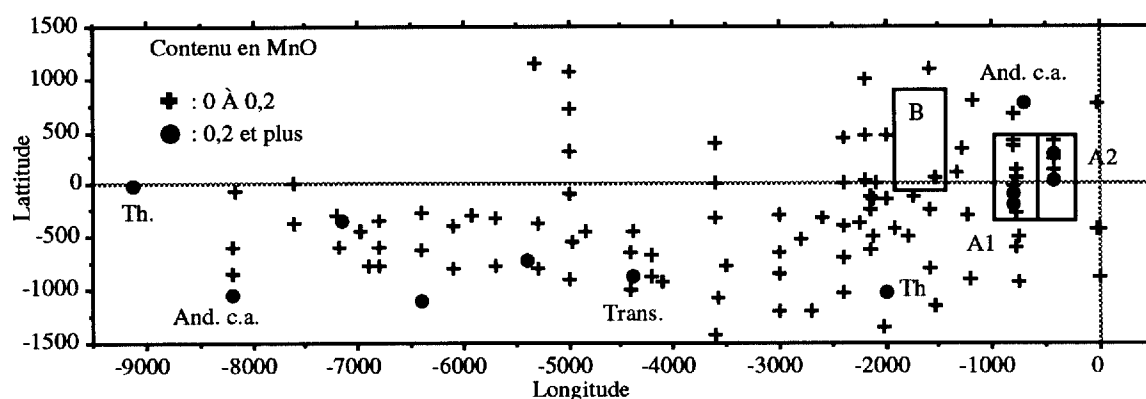


Figure 29. Distribution des anomalies en MnO. Les points anomaliques marqués Th, And. c.a., et Trans. sont des laves tholéitiques, des andésites calco-alcalines et des laves transitionnelles.

Le contenu en MnO

Les échantillons à faciès d'altération chloriteuse et siliceuse sont enrichis en MnO. Un seuil d'anomalie fixé à 0,2 % met en relief les zones A1 et A2. L'utilisation de cet indicateur de proximité doit cependant être utilisé avec des roches de même degré de fractionnement et de même affinité géochimique. Il y a quelques échantillons de lave felsique tholéitique et transitionnelle qui ont un contenu en MnO supérieur à 0,2, qui ne sont pas altérés de façon significative. La figure 29 indique la position des échantillons anomaliques en MnO.

Discussion

Les faciès d'altération chloriteuse et siliceuse associé à la minéralisation filonienne des zones A1 et A2 est différent du faciès des cheminées d'altération des gisements volcanogènes de type noranda en deux points. Contrairement à l'attitude primaire sub-v verticale des cheminées d'altération volcanogènes, l'enveloppe de la minéralisation et de l'altération associée aux zones A1 et A2 a une géométrie oblique par rapport à la paléosurface.

Les roches des cheminées d'altération sont fortement lessivées en silice (Piché, 1991). Les roches hôtes de la minéralisation de la mine Selbaie sont silicifiées. La densité de nos données provenant de ces zones ne met pas ceci en évidence mais les

travaux de Whyte (1984) le démontrent bien. Ces roches chloritisées et silicifiées pourraient être l'équivalent métamorphique des faciès proximaux à silice-smectite des veines minéralisées des gisements épithermaux de la cordillère (Loucks et al. 1988 et Appleton et al. 1986).

Le faciès d'altération propylitique régional est caractérisé par un métasomatisme potassique important. Ce genre d'altération est similaire à celui entourant les gisements épithermaux associés à l'orogénèse Laramide de la Cordillère du sud-ouest américain jusqu'au Pérou (Loucks et al. 1988 et Appleton et al. 1986). Un type similaire d'altération potassique régionale et stratiforme est associé aux gisements de sulfures massifs volcanogènes de type Mattabi (Norton et Franklin, 1987 et Walford et Franklin, 1982). Les gisements de ce type se seraient mis en place dans un environnement à faible profondeur d'eau.

Les rapports inter-éléments qui ont été utilisés dans cette étude produisent des courbes de distribution normales, avec un biais (skewness) vers la droite (valeurs élevées). Les seuils anomaux ont été déterminés à partir de la forme de la courbe de distribution de chaque rapport inter-élément. La figure 30 résume sous la forme de pseudo-contours les zones anomaux de chaque rapport inter-élément. Il est possible d'observer une hiérarchie de sensibilité à l'altération entre les différents rapports. Ainsi, tel que résumé par la figure 31, le corindon normatif est l'indicateur le plus sensible. Ce dernier est suivi de près par l'indice d'altération Ishikawa. Ces deux indicateurs sont sensibles à la zone d'altération propylitique et à la zone d'altération siliceuse et chloriteuse.

Les rapports K_2O/Na_2O et K/Rb arrivent respectivement troisième et quatrième dans l'échelle

de sensibilité relative. Ces indicateurs sont sensibles aux faciès les plus intenses de l'altération propylitique.

Les rapports MgO/CaO et MgO/Fe_2O_3 ainsi que le contenu en manganèse ne sont sensibles qu'aux zones d'altération siliceuse et chloriteuse. Les anomalies de ces derniers rapports sont également redondantes avec la présence de minéralisation.

Conclusions

Les faciès d'altérations observés dans cette étude correspondent à ceux qui ont été définis par Deptuck et al., 1982. Ce sont 1) les roches chloritisées et silicifiées de la proximité immédiate des amas de sulfures et 2) les roches séricitisées et carbonatisées entourant les premières et qui s'étendent sur plusieurs kilomètres vers l'ouest.

La variation latérale de l'altération à partir des roches fraîches jusqu'au cœur des zones minéralisées débute par un lessivage du sodium et du calcium. Il y a ajout de CO_2 pour former des carbonates calciques au début puis des carbonates de la série sidérite - magnésite - rodochrosite dans les stades plus avancés. La chlorite est remplacée par de la séricite et des carbonates ferro-magnésiens. Le métasomatisme potassique augmente graduellement vers les zones minéralisées puis est plus faible à l'intérieur de celles-ci. Les roches hôtes des zones minéralisées sont silicifiées et chloritisées.

À l'aide des seuils anomaux déterminés par la forme de la courbe de distribution de chaque rapport inter-élément, l'ordre hiérarchique de la sensibilité à l'altération est le suivant: le corindon normatif suivi des rapports K_2O/Na_2O , K/Rb , MgO/CaO et MgO/Fe_2O_3 . Le contenu en manganèse de la roche est également un bon indicateur de la proximité de l'altération. Les calculs de bilan de masse sont aussi sensibles à l'intensité de l'altération.

que les rapports inter-éléments utilisés mais ils nécessitent des calculs plus complexes qui ne sont pas familiers à tous les explorationnistes.

noter que les roches encaissantes des amas de sulfures ont subi une augmentation de volume significative causée par la silicification (Whyte 1984).

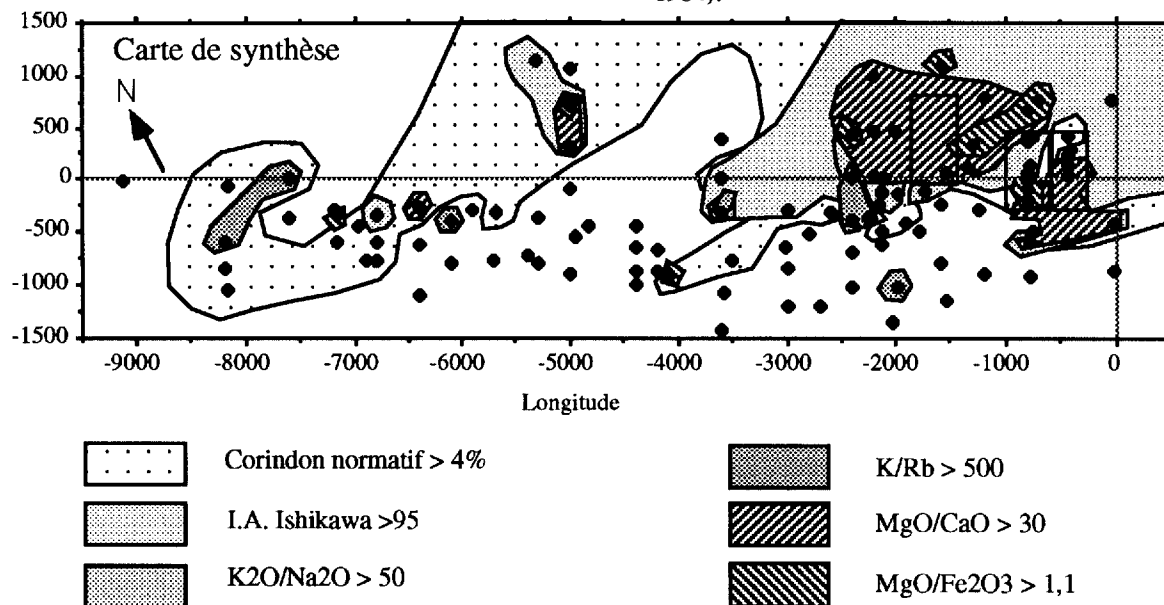


Figure 30. Synthèse des différents indicateurs d'altération. Les anomalies situées entre - 6000 et -7500 m est et près de -300 m sud, correspondent à des anomalies géophysiques déjà connues.

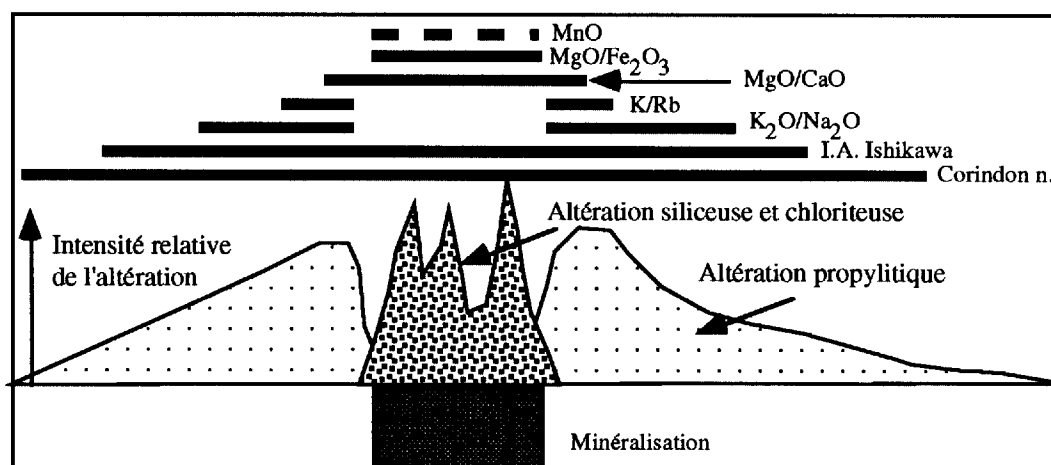


Figure 31. Schéma démontrant la relation entre le type et l'intensité de l'altération en fonction des seuils anomalies des différents indicateurs d'altération évalués dans cette étude.

La faible densité de nos données ne permet pas de définir de variations cohérentes des gains et pertes de silice en fonction de l'intensité de l'altération et de la proximité des sulfures. Cependant, il faut

Ces faciès d'altération sont différents de ceux associés aux sulfures volcanogènes de type Noranda. La nature filonienne des sulfures des zones A1, A2 et B est similaire à celle des gisements de

métaux de base épithermaux plus récents. L'altération régionale potassique s'apparente également à celle entourant les gisements volcanogènes de type Mattabi.

Remerciements

Cette étude a été rendue possible par l'assistance financière du Service Géologique du Nord-Ouest du Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Je remercie MM. Alain Simard, Francis Chartrand et Pierre Verpaelt pour leur aide. L'assistance technique de MM. Bernard Lapointe de l'UQAC ainsi que celle du personnel du département de géologie de la mine Selbaie sont grandement appréciées. L'accès aux carottes de forages a été rendu possible grâce à M. Jean-Jacques Bouillon.

Références

- Appleton, J.D., Claros, J., Rodrigues, W. 1986. Comparison of rocks geochemistry and mineral alteration as exploration guides for Cordilleran epithermal precious and base metal vein-type deposits in Bolivia and Peru. Dans: Elliot, I.L., Smee, Barry, W. GEOEXPLO/86; Exploration in the North American Cordillera. Cominco, Vancouver, BC, Canada. p. 83-93.
- Appleyard, E.C., de Beer, C.J. 1983. SOMA - A package of FORTRAN IV programs for calculating mass exchange in metasomatic and altered rocks. CSIRO, Technical Communication 70, 74 pages.
- Beaudry C. 1984. The geology and geochemistry of Archean volcanic rocks in Daniel Township, Matagami, Quebec. Université McGill, Thèse de Maîtrise non publiée. 129 pages.
- Bryce, R.C. 1990. Les mines Selbaie Story. Introduction. Bulletin de l'institut canadien des mines et de la métallurgie. Volume 83, No. 936. p. 73-76.
- Chown, E.H., Daigneault, R., Mueller, W., Mortensen, J. K. 1993. Tectonic evolution of the Northern Volcanic-Zone, Abitibi belt, Quebec. Revue canadienne des sciences de la Terre. Volume 29, No. 10, p. 2211-2225.
- Deptuck, R., Squair, H., Wierzbicki, V. 1982. Geology of the Detour zinc-copper deposits, Brouillon township, Quebec. DANS: Hutchinson, R.W., Spence, C.D., Franklin, J.M. Precambrian Sulphides Deposits. Association géologique du Canada. Volume spécial 25. p. 319-342.
- de Rosen-Spence, A., Provost, G., Dimroth, E., Gochner, K., Owen, V. 1980. Archean subaqueous felsic flows, Rouyn-Noranda, Quebec, Canada, and their Quaternary equivalents. Precambrian Research. Volume 12. p. 43-77.
- Faure, S., Jebrack, M., Bouillon, J.J. 1990. Géologie et minéralisations en Zn-Cu-Ag-Au des mines Selbaie. DANS: Rive, M., Verpaelt, P., Gagnon, Y., Lulin, J-M, Riverin, G., Simard, A. - La Ceinture polymétallique du Nord-Ouest québécois: Synthèse de 60 ans d'exploration minière. L'institut canadien des mines et de la métallurgie. Volume spécial 43. p. 363-372.
- Gagnon, Y. 1981. Lithogéochimie du Complexe rhyolitique de la mine Hunter, Abitibi-Ouest. Rapport préliminaire. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. DPV-789. 33 pages + cartes.
- Greisen, R.L. 1967. Composition-Volume relationship of metasomatism. Chemical Geology. Volume 2. p. 47-65.
- Kranidiotis, P. 1985. Geology, geochemistry and hydrothermal alteration at Phelps Dodge massive sulphide deposit, Matagami, Quebec. Université McGill. Thèse de Maîtrise non publiée. 166 pages.
- Lacroix, S., Simard, A., Pilote, P., Dubé, L-M. 1989. Vers une image régionale du sillon Harricana-Turgeon (Matagami - Joutel - Casa-Bérardi). Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. PRO 89-04. 7 pages.
- Larson, J.E. 1987. Geology, geochemistry and volcanic history of Les mines Selbaie, Quebec, Canada: An Archean epithermal system. Colorado School of Mines. Ph.D. thesis (non publiée). T-3290, 387 pages.
- Loucks, R.R., Lemish, J., Damon, P.E. 1988. Polymetallic epithermal fissure vein mineralisation, Topia, Durango, Mexico: Part 1. District geology, geochronology, hydrothermal alteration, and vein mineralogy. Economic Geology. Volume 83. P. 1499-1528.
- MacGeehan, P.J. 1979. The petrology and geochemistry of volcanic rocks at Matagami, Quebec, and their relationship to massive sulphide mineralisation. Université McGill. Thèse de Doctorat non publiée. 414 pages.
- Norton, R.L., Franklin, J.M. 1987. Two-fold classification of Archean volcanic-associated massive sulphide deposits. Economic Geology, Volume 82. p. 1057-1063.
- Piché, M. 1991. Synthèse géologique et métallogénique du camp minier de Matagami, Québec. Université du Québec à Chicoutimi, Thèse de Doctorat. D-4. 249 pages.

Piché, M., Guha, J., Daigneault, R., Sullivan, J.R., Bouchard, G. 1990. Les gisements volcanogènes du camp minier de Matagami: structure, stratigraphie et implications métallogéniques. DANS: Rive, M., Verpaerst, P., Gagnon, Y., Lulin, J-M, Riverin, G., Simard, A. - La Ceinture polymétallique du Nord-Ouest québécois: Synthèse de 60 ans d'exploration minière. L'institut canadien des mines et de la métallurgie. Volume spécial 43. p. 327-335.

Tanguay, R., Carignan, J., Piché, M., Beaudry, C., Bonenfant, A. 1990. Caractéristiques pétrologiques et géochimiques de la cheminée d'altération du gisement Isle-Dieu, Matagami, Québec. DANS: Rive, M., Verpaerst, P., Gagnon, Y., Lulin, J-M, Riverin, G., Simard, A. - La Ceinture polymétallique du Nord-Ouest québécois: Synthèse de 60 ans d'exploration minière. L'institut canadien des mines et de la métallurgie. Volume spécial 43. p. 349-361.

Walford, P.C., Franklin, J.M. 1982. The Anderson Lake mine, Snow Lake, Manitoba. DANS: Hutchinson, R.W., Spence, C.D., Franklin, J.M. Precambrian Sulphides Deposits. Association géologique du Canada. Volume spécial 25. p. 481-523

Whyte, J.B. 1984. Primary dispersion in wallrocks of the A1 and A2 zones of the Selbaie deposit, Quebec. Queens University, Thèse de Maîtrise non publiée. 322 pages.

Winchester, J.A., Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology. Volume 20. p. 325-343.

ANNEXE 1
TABLEAU D'ANALYSES

SELDAT

Échantillon	DB1-92	DB2-33	DB6-33	DB7-44	DB9-50.9	DB12-33	DB13-18.3
Longitude	-5320	-9120	-5920	-7155	-3000	-5000	-7175
Latitude	1150	-25	-280	-340	-1200	-905	-605
Élévation	5190	5231	5252	5228	5225	5228	5243
Profondeur	90	49	28	52	55	52	37
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	RHY. THOL.	BAS. C.A.	BAS. C.A.	RHY. TRANS.	RHY. TRANS.	RHY. C.A.
FACIES	TL	TL	TL	TL	LM	TL	LM
SiO2	82,10	45,90	52,90	46,80	71,30	62,90	69,70
Al2O3	8,70	8,96	12,20	10,90	11,60	14,10	11,90
Fe2O3t	2,70	7,95	6,53	6,14	2,19	4,90	3,44
MgO	0,82	3,59	4,84	6,94	1,31	1,49	1,97
CaO	0,03	11,50	4,37	6,72	2,80	2,74	0,59
Na2O	0,10	0,48	0,10	0,10	2,57	2,63	2,69
K2O	2,61	2,45	4,22	3,13	2,37	2,51	2,38
TiO2	0,17	0,78	0,56	0,45	0,21	1,18	0,32
MnO	0,04	0,33	0,11	0,25	0,05	0,10	0,12
P2O5	0,02	0,06	0,14	0,10	0,02	0,08	0,05
PAF	1,67	16,30	12,70	17,00	3,83	5,89	4,99
TOTAL	98,96	98,30	98,67	98,53	98,25	98,52	98,15
CO2	0,10	15,00	10,90	15,70	2,38	4,25	4,11
DENSITÉ	2,727	2,784	2,863	2,87	2,697	2,701	2,732
Ga	15	15	16	14	16	23	17
Nb	10	8	6	5	15	11	9
Rb	47	65	86	62	54	71	48
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	3	60	72	210	79	71	44
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	4	7	3	3	5	5	5
Y	23	38	14	9	34	34	21
Zr	240	120	120	120	220	180	240
FV		0,81	1,25	1,61	0,85	0,48	0,79
SI		-15,00	5,06	9,66	-6,39	-20,80	-9,96
TI		0,26	-0,04	-0,02	0,03	0,27	0,04
AL		-2,18	0,73	2,03	-1,33	-3,00	-1,64
FE+3		1,92	0,38	1,65	-0,07	0,27	1,50
MN		0,14	-0,05	0,17	0,00	0,01	0,06
MG		0,60	0,11	3,32	0,31	0,06	0,86
CA		5,46	2,82	6,80	1,27	0,50	-0,16
NA		-1,52	-1,92	-1,89	-2,02	-2,72	-2,57
K		0,12	3,46	3,28	0,92	0,24	0,59
H		-0,03	1,21	2,57	0,00	-0,05	-0,01
P		0,00	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,01
C+4		2,59	1,17	13,60	0,48	0,48	0,78
O		-9,16	20,50	74,90	-6,99	-25,80	-10,40
quartz	50					50	
chlorite	20					0	
séricite	30					40	
carbonate	0					10	
plagioclase	0					0	
microcline	0					0	
biotite	0					0	
sulfures	0					0	

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>DB14-25</i>	<i>B10-230.2</i>	<i>B13-92</i>	<i>B16-191.4</i>	<i>B20-66.1</i>	<i>B36-105.1</i>	<i>B37-259.7</i>
Longitude	-6400	-785	-800	-795	-805	-800	-430
Latitude	-620	140	355	60	-20	-85	240
Élévation	5248	5073	5182	5090	5208	5169	5032
Profondeur	32	207	98	190	72	111	248
GEOCHIMIE	RHY. THOL.	AND. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.		RHY. C.A.
FACIES	LM	FI	LM	FI	FI	LM	FI
SiO2	69,90	76,30	74,40	82,50	78,70	58,00	70,20
Al2O3	10,70	8,59	11,10	6,56	9,39	0,11	10,20
Fe2O3t	3,63	5,09	2,41	3,08	2,84	5,79	5,15
MgO	1,95	3,52	1,77	2,63	2,00	10,20	3,74
CaO	2,59	0,28	0,39	0,13	0,10	5,93	1,37
Na2O	0,85	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
K2O	2,64	1,49	4,88	1,24	2,42	0,09	1,98
TiO2	0,20	0,32	0,20	0,21	0,28	0,01	0,33
MnO	0,10	0,09	0,06	0,06	0,09	0,56	0,16
P2O5	0,02	0,07	0,02	0,03	0,04	0,01	0,07
PAF	5,66	3,26	3,43	2,13	2,38	17,70	4,74
TOTAL	98,24	99,11	98,76	98,67	98,34	98,50	98,05
CO2	4,36	0,18	1,50	0,15	0,22	18,00	2,20
DENSITÉ	2,745	2,719	2,741	2,727	2,83	2,744	2,721
Ga	16	13	15	14	14	3	14
Nb	13	8	9	7	9	3	8
Rb	61	41	77	29	54	6	41
Sn	10	10	10	19	10	10	10
Sr	60	4	28	4	4	77	9
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	6	3	5	3	4	3	3
Y	45	16	22	20	20	3	17
Zr	200	190	210	160	210	18	200
FV	1,03	1,44	0,99	1,27	0,90		0,88
SI	1,26	20,30	-1,31	13,30	-1,32		-7,00
TI	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04		0,06
AL	-0,23	-1,32	-0,80	-2,21	-1,97		-1,89
FE+3	-0,07	2,68	1,26	2,33	1,45		2,75
MN	0,01	0,06	0,03	0,04	0,05		0,09
MG	0,02	2,59	0,98	1,94	1,05		1,90
CA	0,54	-1,25	-0,22	-0,38	-0,43		0,36
NA	-1,16	-2,83	-4,07	-4,05	-4,08		-4,08
K	0,71	0,18	3,04	0,34	0,91		0,47
H	0,00	0,33	0,12	0,19	0,13		0,16
P	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,01		0,02
C+4	0,42	-0,49	0,30	-0,06	-0,05		0,42
O	2,32	24,60	-0,13	15,30	-2,36		-5,95
quartz	59	60	54	80	70	34	75
chlorite	0	20	0	15	8	0	5
séricite	30	20	40	3	20	33	20
carbonate	1	0	5	2	0	33	0
plagioclase	10	0	0	0	0	0	0
microcline	0	0	0	0	0	0	0
biotite	0						
sulfures	0		1		1		

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B40-127</i>	<i>B43-177</i>	<i>B53-95.4</i>	<i>B68-316.3</i>	<i>B77-290</i>	<i>B78-272.5</i>	<i>B104-139.3</i>
Longitude	-800	-795	-800	-430	-420	-430	-785
Latitude	-180	-260	415	135	280	425	-600
Élévation	5149	5101	5179	4971	4991	5011	5134
Profondeur	131	179	101	309	289	269	146
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	BAS. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.
FACIES	FI	FI	LM	LM	TL	FI	LM
SiO2	46,20	74,00	77,20	77,70	58,60	71,20	78,50
Al2O3	12,20	8,71	8,95	10,40	13,30	12,00	9,63
Fe2O3t	7,76	4,88	2,86	2,88	9,19	4,28	3,90
MgO	16,90	5,50	2,75	2,27	8,05	3,01	2,23
CaO	1,73	0,07	0,04	0,02	0,92	1,04	0,04
Na2O	0,01	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,01
K2O	0,05	1,30	3,25	2,70	1,39	2,87	2,18
TiO2	0,21	0,14	0,16	0,19	0,61	0,41	0,17
MnO	0,22	0,05	0,05	0,10	0,33	0,16	0,04
P2O5	0,02	0,01	0,01	0,02	0,13	0,07	0,02
PAF	10,70	3,64	4,09	2,53	6,17	4,06	2,24
TOTAL	96,00	98,40	99,46	98,91	98,79	99,20	98,96
CO2	2,97	0,15	2,68	0,27	1,69	1,65	0,10
DENSITÉ	2,749	2,741	2,757	2,724	2,766	2,755	2,723
Ga	18	13	15	15	17	18	15
Nb	10	9	9	10	7	10	9
Rb	3	29	62	60	32	62	44
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	20	3	4	8	11	12	6
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	3	4	5	5	3	5	6
Y	21	16	16	19	12	23	20
Zr	210	200	170	230	130	250	170
FV	0,94	1,22	1,22	1,00	1,28	0,71	1,18
SI	-15,30	6,75	8,62	0,52	8,28	-11,90	7,40
TI	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,06	0,01
AL	-0,53	-0,96	-0,80	-1,12	1,43	-2,07	-0,63
FE+3	4,71	3,79	2,05	1,60	2,72	1,74	2,80
MN	0,15	0,03	0,03	0,06	0,17	0,07	0,02
MG	9,54	3,99	1,96	1,29	2,56	1,22	1,50
CA	0,67	-0,43	-0,46	-0,48	-0,35	0,04	-0,46
NA	-4,14	-4,06	-4,06	-4,07	-1,92	-4,09	-4,14
K	-0,93	0,35	2,34	1,26	0,43	0,73	1,15
H	0,73	0,39	0,10	0,16	-0,12	0,10	0,19
P	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,02	0,01
C+4	0,66	-0,06	0,79	-0,04	4,41	0,21	-0,08
O	-3,48	12,50	13,10	0,98	23,70	-13,60	9,99
quartz	50	70	55	70	40	62	80
chlorite	40	10	0	9	50	10	5
séricite	0	18	40	20	8	25	15
carbonate	8	1	5	1	2	3	0
plagioclase	0	0	0	0	0	0	0
microcline	0	0	0	0	0	0	0
biotite							
sulfures	2	1					

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B104-401.7</i>	<i>B106-160.5</i>	<i>B106-163.5</i>	<i>B113-353.9</i>	<i>B125-404.2</i>	<i>B164-341.7</i>
Longitude	-760	-810	-810	-770	-440	-20
Latitude	-480	680	680	-910	30	-415
Élévation	4899	5118	5115	4944	4879	4936
Profondeur	381	162	165	336	401	344
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. TRANS.	AND. C.A.	RHY. TRANS.
FACIES	LM	FI	LM	LM	TL	LM
SiO2	73,30	73,40	73,40	76,90	61,90	75,40
Al2O3	11,70	12,10	11,90	11,20	12,80	12,50
Fe2O3t	2,65	2,98	1,78	1,58	9,29	1,59
MgO	0,51	3,77	3,46	0,49	6,01	0,21
CaO	1,65	0,21	0,78	0,90	0,16	0,69
Na2O	3,54	0,10	0,01	4,49	0,10	4,08
K2O	2,89	2,85	3,04	1,22	1,87	2,02
TiO2	0,11	0,22	0,21	0,14	0,57	0,12
MnO	0,14	0,03	0,06	0,03	0,29	0,05
P2O5	0,01	0,02	0,03	0,01	0,12	0,01
PAF	3,22	3,18	3,81	1,92	5,24	1,85
TOTAL	99,72	98,86	98,48	98,88	98,35	98,52
CO2	2,71	0,21	1,28	1,50	1,72	1,10
DENSITÉ	2,673	2,73	2,729	2,661	2,81	2,679
Ga	16	19	19	15	20	22
Nb	13	10	10	12	8	15
Rb	50	56	63	28	43	49
Sn	10	10	10	10	10	10
Sr	69	4	8	76	5	48
Ta	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10
Th	5	4	4	7	3	7
Y	47	20	23	33	17	36
Zr	190	210	220	210	160	220
FV	1,28	0,93	0,94	1,02	1,07	1,01
SI	10,30	-3,77	-3,59	1,32	0,71	0,58
TI	-0,04	0,01	0,00	0,01	0,10	-0,01
AL	1,65	-0,65	-0,72	-0,62	-0,40	0,07
FE+3	-0,39	1,54	0,76	-0,27	4,71	-0,27
MN	0,07	0,01	0,03	-0,01	0,21	0,01
MG	-0,82	2,04	1,88	-0,07	3,52	-0,25
CA	0,09	-0,35	0,03	0,20	-1,41	0,05
NA	1,49	-4,08	-4,14	-0,29	-2,86	-0,60
K	1,44	1,23	1,39	0,25	0,11	0,92
H	-0,08	0,22	0,17	-0,09	0,27	-0,05
P	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
C+4	0,11	-0,06	0,22	0,34	-0,04	0,22
O	13,00	-2,59	-2,33	0,99	5,40	0,62
quartz		70		25	40	60
chlorite		10		2	30	0
séricite		20		10	20	17
carbonate		0		3	10	3
plagioclase		0		60		20
microcline		0		0		0
biotite						
sulfures						

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B164-140</i>	<i>B168-498.6</i>	<i>B191-561.4</i>	<i>B221-27.1</i>	<i>B264-31.7</i>	<i>B265-99.1</i>
Longitude	-10	-5	-30	-1600	-1245	-2105
Latitude	-425	-865	780	-235	-285	5
Élévation	5137	4786	4724	5245	5243	5191
Profondeur	143	494	556	35	37	89
GEOCHIMIE	BAS. C.A.	RHY. TRANS.	BAS. C.A.	RHY. C.A.	RHY. TRANS.	AND. C.A.
FACIES	TL	LM	TL	TL	LM	FI
SiO2	54,40	75,00	61,50	69,90	74,20	71,50
Al2O3	16,00	12,50	12,70	9,43	12,10	11,30
Fe2O3t	10,60	1,99	11,20	3,90	1,58	5,79
MgO	8,53	0,62	5,80	4,90	0,84	4,20
CaO	0,41	0,63	0,50	2,17	1,20	0,10
Na2O	0,10	4,94	0,10	0,35	3,09	0,10
K2O	1,86	0,93	1,14	2,03	2,23	2,24
TiO2	0,72	0,13	0,61	0,27	0,15	0,39
MnO	0,12	0,04	0,10	0,14	0,06	0,10
P2O5	0,11	0,01	0,14	0,04	0,01	0,07
PAF	5,71	1,53	4,63	6,02	3,12	3,27
TOTAL	98,56	98,32	98,42	99,15	98,58	99,06
CO2	0,33	0,29	0,37	3,41	2,05	0,22
DENSITÉ	2,777	2,682	2,803	2,728	2,685	2,74
Ga	19	17	18	15	20	18
Nb	6	15	8	9	15	8
Rb	32	22	24	45	46	50
Sn	10	10	10	10	10	10
Sr	10	55	6	23	32	5
Ta	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10
Th	3	7	4	5	9	3
Y	17	42	13	21	33	17
Zr	150	210	150	190	190	170
FV	1,01	1,00	1,25	0,98	1,00	1,27
SI	-0,99	0,00	9,60	-3,79	-0,50	11,60
TI	-0,04	0,00	-0,01	0,04	0,01	0,02
AL	1,01	0,00	0,93	-1,74	-0,23	-0,22
FE+3	2,01	0,00	4,40	2,26	-0,29	2,72
MN	-0,06	0,00	-0,06	0,09	0,02	0,06
MG	1,57	0,00	0,78	2,81	0,13	2,76
CA	-0,90	0,00	-0,74	1,02	0,40	-1,45
NA	-1,94	0,00	-1,92	-3,89	-1,38	-2,84
K	0,52	0,00	0,15	0,68	1,07	0,77
H	-0,33	0,00	-0,31	0,19	-0,02	0,27
P	-0,03	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,01
C+4	0,52	0,00	10,80	0,80	0,48	-0,48
O	-0,55	0,00	39,50	-0,11	0,22	15,40
quartz					70	
chlorite					0	
séricite					10	
carbonate					3	
plagioclase					17	
microcline					0	
biotite						
sulfures						

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B268-34.4</i>	<i>B292-36</i>	<i>B297-140.8</i>	<i>B298-40.2</i>	<i>B299-299.3</i>	<i>B300-129.5</i>	<i>B301-117.7</i>
Longitude	-1550	-1300	-1590	-1195	-1985	-1205	-2395
Latitude	75	350	-795	800	-1015	-905	-1020
Élévation	5246	5238	5123	5234	4967	5140	5151
Profondeur	34	42	157	46	313	140	129
GEOCHIMIE	RHY. C.A.		RHY. THOL.	RHY. C.A.	RHY. THOL.	BAS. C.A.	RHY. TRANS.
FACIES	LM	LM	LM	FI	LM	TL	LM
SiO2	76,90	85,60	71,90	71,50	67,90	59,90	74,90
Al2O3	10,90	7,09	10,50	11,40	10,40	14,10	11,10
Fe2O3t	1,69	0,48	4,60	4,42	6,55	5,27	2,53
MgO	1,07	0,71	0,73	3,44	0,70	4,06	0,39
CaO	0,03	0,02	1,27	0,03	1,07	4,25	1,29
Na2O	0,10	0,10	1,87	0,10	3,49	2,75	3,52
K2O	5,44	2,76	2,64	3,46	2,86	2,15	1,76
TiO2	0,19	0,13	0,10	0,25	0,09	0,53	0,09
MnO	0,04	0,01	0,17	0,05	0,28	0,09	0,12
P2O5	0,03	0,01	0,01	0,04	0,01	0,10	0,01
PAF	2,22	1,26	4,54	4,30	5,01	5,99	2,83
TOTAL	98,61	98,17	98,33	98,99	98,36	99,19	98,54
CO2	0,48	0,11	2,64	0,51	5,24	3,48	2,09
DENSITÉ	2,696	2,644	2,752	2,762	2,728	2,732	2,705
Ga	15	10	20	16	20	20	19
Nb	9	6	14	9	15	6	13
Rb	97	52	56	64	47	44	39
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	7	3	50	3	42	90	45
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	14	10	10	10	10	10	10
Th	5	3	6	4	7	3	7
Y	21	14	45	21	50	13	38
Zr	200	130	210	220	200	130	220
FV	1,04		1,28	0,89	1,37	1,30	1,15
SI	1,28		10,90	-5,76	10,80	9,08	5,48
TI	0,00		-0,05	0,02	-0,05	-0,07	-0,02
AL	-0,68		1,10	-1,21	1,43	1,98	0,19
FE+3	0,81		1,47	2,37	3,58	-0,78	0,66
MN	0,02		0,10	0,02	0,23	-0,07	0,08
MG	0,59		-0,63	1,78	-0,63	-0,51	-0,10
CA	-0,47		-0,21	-0,47	-0,34	2,69	0,62
NA	-4,07		-0,01	-4,08	1,74	0,59	-0,64
K	3,68		1,28	1,60	1,69	1,24	0,92
H	0,11		0,13	0,29		0,14	-0,04
P	0,01		-0,01	0,01	-0,01	-0,03	0,00
C+4	0,03		0,12	0,02	1,15	4,45	0,58
O	1,68		15,10	-4,37	17,10	25,80	8,06
quartz	60	70	55	58	50	20	65
chlorite	0	0	0	8	0	35	5
séricite	35	30	15	30	10	35	10
carbonate	5	0	10	1	10	10	10
plagioclase			20		30	0	10
microcline			0		0	0	0
biotite							
sulfures				3			

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B302-24.7</i>	<i>B303-31.4</i>	<i>B304-350.8</i>	<i>B305-95.1</i>	<i>B340-67.4</i>	<i>B342-26.5</i>	<i>B352-398.7</i>
Longitude	-2800	-1600	-2700	-1350	-2200	-2995	-1550
Latitude	-505	1100	-1190	110	990	-295	-1150
Élévation	5242	5247	4925	5198	5220	5243	4875
Profondeur	38	33	355	82	60	37	405
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	AND. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	AND. C.A.	AND. C.A.	RHY. THOL.
FACIES	LM	FI	LM	FI	TL	LM	LM
SiO2	69,70	65,40	80,10	75,00	66,40	64,50	71,70
Al2O3	11,10	14,50	8,82	11,10	12,30	12,90	8,87
Fe2O3t	2,95	3,93	0,98	3,08	6,77	4,67	7,53
MgO	1,82	4,65	0,28	3,05	5,15	4,08	1,18
CaO	3,16	0,33	1,69	0,06	0,17	0,15	2,00
Na2O	0,10	0,13	4,18	0,10	0,10	0,10	1,72
K2O	3,10	4,07	0,63	2,96	2,52	4,90	1,17
TiO2	0,17	0,55	0,08	0,22	0,58	0,49	0,08
MnO	0,07	0,14	0,07	0,05	0,10	0,11	0,16
P2O5	0,02	0,12	0,01	0,04	0,14	0,12	0,01
PAF	6,52	4,47	2,24	3,04	4,13	7,07	3,62
TOTAL	98,71	98,29	99,08	98,70	98,36	99,09	98,04
CO2	5,39	1,25	1,94	0,11	0,37	5,21	1,91
DENSITÉ	2,745	2,752	2,652	2,773	2,753	2,808	2,765
Ga	19	20	14	20	21	18	18
Nb	9	10	14	10	8	10	11
Rb	74	84	17	73	53	98	29
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	49	14	40	3	5	8	61
Ta	5	5	5	5	8	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	7	5	4	7	3	6	7
Y	25	21	24	21	16	21	40
Zr	230	240	180	240	160	210	170
FV	1,01	0,92	1,57	0,90	1,10	1,02	1,56
SI	-2,71	-2,62	21,40	-3,58	3,29	0,66	20,50
TI	-0,01	0,03	-0,04	0,01	0,11	0,04	-0,05
AL	-0,66	-0,69	0,51	-1,23	-0,64	-0,66	1,34
FE+3	1,68	0,11	0,64	1,57	2,80	0,99	5,67
MN	0,04	0,06	0,07	0,02	0,05	0,05	0,13
MG	1,03	2,15	0,18	1,61	2,98	2,12	-0,07
CA	1,79	-1,32	1,35	-0,45	-1,40	-1,42	0,88
NA	-4,07	-2,85	0,59	-4,08	-2,85	-2,86	0,21
K	1,64	1,56	-0,17	1,28	0,72	2,70	-0,03
H	0,04	0,17	-0,04	0,21	0,30	0,05	0,16
P	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	-0,01
C+4	1,38	-0,24	0,70	-0,08	-0,45	0,95	0,01
O	1,34	-2,60	27,50	-3,32	6,23	3,94	28,60
quartz				75	20		40
chlorite				0	55		30
séricite				20	20		22
carbonate				3	3		3
plagioclase				0	0		5
microcline				0	0		
biotite							
sulfures				2	2		

SELDAT

Échantillon	B355-562.0	B368-61	B371-67.4	B372-42.7	B373-36.3	B374-97.5	B375-11.3
Longitude	-2020	-2200	-2400	-2400	-2400	-1745	-3595
Latitude	-1350	455	435	20	-390	-125	400
Élévation	4705	5223	5215	5234	5237	5182	5252
Profondeur	575	57	65	46	43	98	28
GEOCHIMIE	RHY. THOL.	AND. C.A.	AND. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	BAS. C.A.
FACIES	LM	FI	LM	TL	TL	LM	TL
SiO2	75,00	68,70	68,40	68,00	78,20	66,30	60,00
Al2O3	11,90	12,60	14,20	13,20	10,80	10,90	13,20
Fe2O3t	1,50	4,08	3,16	4,09	0,47	3,45	6,81
MgO	0,51	3,58	3,70	2,85	0,10	3,56	4,78
CaO	1,57	0,08	0,05	0,13	0,13	0,87	2,24
Na2O	1,64	0,10	0,10	0,10	0,44	0,10	1,61
K2O	3,36	3,99	5,12	5,77	7,01	6,69	3,26
TiO2	0,11	0,47	0,48	0,46	0,17	0,17	0,82
MnO	0,05	0,12	0,07	0,20	0,01	0,04	0,11
P2O5	0,01	0,05	0,03	0,10	0,03	0,03	0,23
PAF	3,10	5,10	4,42	4,05	1,03	6,31	5,56
TOTAL	98,75	98,87	99,73	98,95	98,39	98,42	98,62
CO2	2,09	3,04	2,00	2,27	0,12	4,95	3,34
DENSITÉ	2,692	2,731	2,666	2,762	2,641	2,703	2,794
Ga	23	18	20	20	14	21	19
Nb	18	9	10	10	9	11	9
Rb	73	75	94	88	110	110	59
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	50	5	7	11	15	17	37
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	9	4	5	8	4	6	5
Y	59	17	19	20	27	27	20
Zr	230	230	210	210	170	180	170
FV	1,18	1,04	1,05	0,70	1,17	1,12	0,98
SI	8,30	2,44	1,75	-13,20	5,62	-1,44	0,73
TI	-0,05	0,02	0,02	0,08	0,00	0,00	0,01
AL	1,25	-0,88	-0,13	-1,67	-0,15	-0,24	-0,73
FE+3	-1,49	0,53	-0,19	1,62	-0,03	2,26	-0,83
MN	-0,02	0,06	0,02	0,09	-0,01	0,02	-0,07
MG	-0,85	1,78	1,82	1,14	-0,01	2,30	-0,82
CA	-0,08	-1,48	-1,50	-0,43	-0,39	0,20	0,37
NA	-0,39	-2,86	-2,86	-4,09	-3,78	-4,06	-0,85
K	1,70	1,87	2,78	2,42	5,61	5,17	1,60
H	-0,02	0,07	0,11	0,05	0,02	0,08	0,00
P	-0,01	-0,03	-0,03	0,03	0,01	0,01	0,02
C+4	-0,15	0,31	0,00	0,33	-0,07	1,38	4,50
O	8,98	3,60	2,83	-14,80	5,93	4,67	11,50
quartz	50		25	30	40		20
chlorite	0		0	0	0		30
séricite	40		70	45	20		20
carbonate	3		5	5	0		10
plagioclase	7			0	0		9
microcline	0			15	40		0
biotite				5			10
sulfures							1

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B376-23.8</i>	<i>B377-56.1</i>	<i>B379-227.1</i>	<i>B380-38.1</i>	<i>B381-76.2</i>	<i>B383-43</i>	<i>B384-68.6</i>
Longitude	-3600	-3595	-3590	-3600	-2195	-4390	-2000
Latitude	10	-315	-1075	-1425	40	-880	465
Élévation	5244	5217	5079	5231	5248	5220	5220
Profondeur	36	63	201	49	32	60	60
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. THOL.	BAS. C.A.	AND. C.A.	RHY. TRANS.	AND. C.A.
FACIES	TL	TL	TL	TL	FI	TL	TL
SiO2	68,60	77,80	70,30	54,10	69,20	52,60	67,20
Al2O3	12,50	9,38	11,60	14,00	13,10	13,00	13,40
Fe2O3t	4,60	1,94	3,89	8,09	4,55	11,10	5,96
MgO	3,00	0,98	2,00	5,13	4,69	2,51	5,51
CaO	0,29	0,34	1,95	4,36	0,12	7,40	0,12
Na2O	0,18	0,10	2,45	3,44	0,10	1,03	0,10
K2O	6,55	5,89	1,90	0,99	2,88	1,54	2,48
TiO2	0,49	0,31	0,51	0,88	0,48	0,68	0,53
MnO	0,11	0,05	0,09	0,12	0,07	0,27	0,07
P2O5	0,11	0,07	0,04	0,17	0,09	0,14	0,10
PAF	2,31	2,47	4,33	6,76	3,58	9,10	3,83
TOTAL	98,74	99,33	99,06	98,04	98,86	99,37	99,30
CO2	0,40	1,47	3,01	4,13	0,08	6,12	0,07
DENSITÉ	2,739	2,707	2,71	2,776	2,768	2,85	2,714
Ga	17	12	16	20	19	19	19
Nb	9	7	13	8	8	9	8
Rb	130	92	43	19	53	48	48
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	22	34	48	90	6	97	4
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	6	3	4	5	4	3	4
Y	19	15	47	18	16	34	19
Zr	200	180	170	140	190	190	190
FV	0,71	0,96	1,00	0,97	1,07	0,55	1,05
SI	-12,70	-1,10	0,00	-2,17	4,21	-20,60	1,81
TI	0,10	0,06	0,00	0,04	0,04	0,16	0,06
AL	-1,87	-1,89	0,00	-0,37	-0,28	-2,57	-0,42
FE+3	1,90	0,89	0,00	0,00	1,02	3,17	1,92
MN	0,05	0,02	0,00	-0,06	0,02	0,09	0,02
MG	1,22	0,48	0,00	-0,64	2,62	0,52	3,02
CA	-0,35	-0,26	0,00	1,83	-1,44	2,66	-1,45
NA	-4,05	-4,08	0,00	0,46	-2,86	-3,22	-2,86
K	2,93	3,68	0,00	-0,25	1,01	-0,02	0,56
H	0,06	0,01	0,00	0,09	0,26	0,06	0,27
P	0,03	0,02	0,00	-0,01	0,00	0,03	0,00
C+4	-0,03	0,27	0,00	-3,82	-0,54	0,90	-0,54
O	-15,00	-2,08	0,00	-11,90	6,00	-21,10	3,82
quartz	30	45	70	25			
chlorite	5	0	0	25			
séricite	20	20	20	15			
carbonate	5	5	10	10			
plagioclase	0	0	0	25			
microcline	30	30	0	0			
biotite	10	0	0	0			
sulfures							

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B386-42.7</i>	<i>B387-28.7</i>	<i>B388-103.6</i>	<i>B389-15.8</i>	<i>B393-43</i>	<i>B394-105.5</i>
Longitude	-3500		-4395	-4965	-1795	-4400
Latitude	-780		-450	-540	-500	-655
Élévation	5226		5171	5249	5226	5169
Profondeur	54		109	31	54	111
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	RHY. C.A.	BAS. C.A.	RHY. TRANS.	RHY. TRANS.	RHY. C.A.
FACIES	TL	LM	TL	LM	LM	LM
SiO2	73,00	77,30	52,90	74,30	74,80	73,80
Al2O3	12,70	10,40	13,90	12,10	12,20	11,30
Fe2O3t	3,21	1,70	6,45	1,94	2,31	3,19
MgO	1,58	0,19	3,92	0,32	0,33	0,31
CaO	1,07	1,41	5,25	1,35	0,04	1,52
Na2O	2,51	3,11	4,12	3,51	2,08	2,66
K2O	1,87	2,17	1,80	2,33	5,28	2,30
TiO2	0,23	0,15	0,62	0,20	0,14	0,17
MnO	0,05	0,08	0,11	0,06	0,20	0,15
P2O5	0,03	0,04	0,15	0,02	0,01	0,03
PAF	3,21	2,34	9,45	2,82	1,68	3,47
TOTAL	99,46	98,89	98,67	98,95	99,07	98,90
CO2	1,76	1,83	8,07	2,09	1,05	2,75
DENSITÉ	2,707	2,67	2,749	2,695	2,655	2,701
Ga	18	14	17	18	18	15
Nb	12	9	7	12	14	10
Rb	64	46	42	54	91	48
Sn	10	10	10	10	10	10
Sr	86	64	230	56	19	58
Ta	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10
Th	4	4	3	6	9	6
Y	28	20	14	29	33	24
Zr	200	160	150	190	180	180
FV	0,92	1,25	1,20	0,90	1,05	1,10
SI	-4,40	8,31	2,69	-3,61	1,14	1,99
TI	0,01	0,00	-0,03	0,03	0,01	0,00
AL	-0,45	0,09	1,19	-0,82	0,07	-0,08
FE+3	1,65	1,04	-0,13	-0,16	0,28	2,03
MN	0,02	0,06	-0,05	0,01	0,13	0,11
MG	0,80	0,06	-0,83	-0,20	-0,17	0,13
CA	0,21	0,73	3,27	0,42	-0,42	0,69
NA	-2,44	-1,34	1,62	-1,31	-2,07	-1,99
K	0,45	1,22	0,73	0,98	3,77	1,12
H	0,06	-0,02	0,71	-0,06	-0,07	0,00
P	0,01	0,02	-0,01	0,00	0,00	0,01
C+4	0,33	0,50	7,78	0,44	0,22	0,71
O	-3,49	11,30	31,90	-4,45	1,36	4,87
quartz	55		20	20		
chlorite	30		20	0		
séricite	10		30	30		
carbonate	5		10	10		
plagioclase	0		20	40		
microcline	0		0	0		
biotite						
sulfures						

SELDAT

Échantillon	B397-28.6	B398-16.8	B406-28.3	B407-26.2	B410-206.3	B411-17.1
Longitude	-4830	-5305	-2400	-3010	-4400	-3000
Latitude	-435	-365	-690	-640	-990	-840
Élévation	5237	5249	5241	5251	5071	5248
Profondeur	43	31	39	29	209	32
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	BAS. C.A.	RHY. TRANS.	AND. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.
FACIES	LM	TL	LM	FI	TL	LM
SiO2	69,90	39,40	77,00	66,90	59,30	76,40
Al2O3	12,70	14,80	11,30	14,90	13,20	12,50
Fe2O3t	3,38	7,11	2,11	3,53	7,73	0,58
MgO	0,63	7,70	0,41	0,80	2,86	0,13
CaO	1,65	9,02	0,41	2,15	3,31	0,69
Na2O	2,08	0,26	2,86	3,96	2,39	5,59
K2O	3,87	3,03	2,47	1,94	1,82	1,17
TiO2	0,19	0,35	0,10	0,46	0,90	0,19
MnO	0,14	0,13	0,04	0,05	0,14	0,02
P2O5	0,04	0,11	0,01	0,11	0,09	0,01
PAF	3,76	16,30	1,88	3,57	6,80	1,22
TOTAL	98,34	98,21	98,59	98,37	98,54	98,50
CO2	2,71	13,30	0,30	2,05	5,17	0,40
DENSITÉ	2,72	2,834	2,69	2,71	2,78	2,733
Ga	21	14	19	22	20	16
Nb	12	3	15	10	10	12
Rb	85	73	67	52	46	29
Sn	10	10	10	10	10	10
Sr	55	280	25	80	80	53
Ta	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10
Th	9	3	7	8	3	9
Y	26	3	37	21	32	23
Zr	190	56	230	230	170	190
FV	1,00	2,31	1,09	1,00	1,00	1,30
SI	-3,21	16,70	4,36	0,00	0,00	13,90
TI	0,00	0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,02
AL	0,07	10,90	-0,07	0,00	0,00	1,41
FE+3	1,95	6,22	0,22	0,00	0,00	-0,87
MN	0,09	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
MG	0,30	7,30	-0,10	0,00	0,00	-0,46
CA	0,68	14,00	-0,13	0,00	0,00	-0,15
NA	-2,61	-1,56	-1,34	0,00	0,00	3,06
K	2,22	4,88	1,47	0,00	0,00	-1,14
H	0,03	3,15	0,05	0,00	0,00	-0,09
P	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,01
C+4	0,63	-4,92	0,01	0,00	0,00	0,04
O	-0,83	54,10	5,17	0,00	0,00	16,50
quartz	55				40	
chlorite	0				0	
séricite	55				19	
carbonate	10				1	
plagioclase	0				40	
microcline	0				0	
biotite					0	
sulfures						

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B412-72.4</i>	<i>B413-70.4</i>	<i>B415-36.3</i>	<i>B416-24.1</i>	<i>B417-20.7</i>	<i>B418-33.2</i>	<i>B420-39.6</i>
Longitude	-4200	-4200	-5000	-5000	-5000	-5000	-5705
Latitude	-865	-670	-85	310	710	1065	-770
Élévation	5194	5193	5231	5242	5245	5231	5238
Profondeur	86	87	49	38	35	49	42
GEOCHIMIE	RHY. TRANS.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. THOL.	BAS. C.A.	RHY. THOL.
FACIES	LM	LM	LM	LM	LM	TL	TL
SiO2	74,20	72,40	71,60	68,80	81,00	58,10	66,00
Al2O3	11,80	11,60	13,90	13,10	10,50	14,70	14,60
Fe2O3t	0,95	3,58	2,01	5,22	0,97	9,55	3,02
MgO	0,39	0,52	0,94	4,66	1,69	7,13	1,24
CaO	2,73	1,18	1,13	0,09	0,02	0,55	1,91
Na2O	1,68	3,33	3,28	0,10	0,10	1,53	3,66
K2O	2,77	2,06	2,93	2,96	3,69	1,85	2,55
TiO2	0,58	0,18	0,28	0,37	0,07	0,87	1,06
MnO	0,06	0,19	0,03	0,05	0,02	0,19	0,03
P2O5	0,05	0,02	0,04	0,06	0,01	0,28	0,07
PAF	3,78	3,82	2,28	3,46	2,08	4,70	4,22
TOTAL	98,99	98,88	98,42	98,87	100,15	99,45	98,36
CO2	2,71	3,48	0,37	0,07	0,07	0,13	2,77
DENSITÉ	2,709	2,721	2,672	2,763	2,707	2,777	2,742
Ga	20	17	19	22	16	19	22
Nb	13	11	14	11	13	10	12
Rb	67	49	70	57	66	32	63
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	97	57	93	4	3	23	91
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	9	6	7	4	10	3	5
Y	35	27	28	28	47	18	43
Zr	190	180	270	250	150	170	180
FV	0,63	1,07	0,77	0,71	1,63	0,96	0,55
SI	-12,90	0,26	-10,50	-12,60	29,30	-0,68	-15,60
TI	0,15	0,00	0,01	0,05	-0,06	0,03	0,23
AL	-2,62	-0,09	-1,07	-1,63	2,98	-0,10	-1,82
FE+3	-0,97	2,26	0,66	2,22	-1,61	0,91	-1,54
MN	0,00	0,14	0,00	0,01	-0,04	-0,01	-0,06
MG	-0,22	0,26	0,35	1,94	0,47	0,48	-0,79
CA	0,80	0,40	0,12	-0,45	-1,37	-0,82	-0,63
NA	-2,87	-1,52	-2,31	-4,09	-1,70	-0,93	-0,30
K	0,70	0,85	0,86	0,80	3,45	0,43	-0,39
H	-0,06	-0,05	0,07	0,18	0,22	-0,35	-0,06
P	0,01	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,03	0,00
C+4	0,39	0,90	-0,03	-0,10	-0,79	3,58	-0,40
O	-17,40	3,19	-12,50	-13,70	34,80	6,12	-22,40
quartz			50	40	80	10	
chlorite			3	40	0	50	
séricite			15	20	20	10	
carbonate			0	0	0	0	
plagioclase			30			30	
microcline			0			0	
biotite			0			0	
sulfures			2				

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B421-224.9</i>	<i>B422-24.1</i>	<i>B423-29.3</i>	<i>B424-19.8</i>	<i>B425-16.2</i>	<i>B426-292.4</i>	<i>B427-27.7</i>
Longitude	-5695	-6100	-6100	-6400	-6800	-4100	-6800
Latitude	-320	-790	-385	-1095	-590	-925	-330
Élévation	5062	5250	5245	5252	5257	5022	5246
Profondeur	218	30	35	28	23	258	34
GEOCHIMIE	RHY. C.A.	RHY. THOL.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	BAS. C.A.	RHY. TRANS.	RHY. C.A.
FACIES	LM	TL	LM	LM	TL	TL	LM
SiO2	75,30	60,60	80,50	58,80	61,00	75,60	71,80
Al2O3	11,30	10,50	10,20	13,50	14,30	12,40	11,40
Fe2O3t	2,74	9,42	0,23	6,07	8,12	1,51	4,48
MgO	1,82	4,63	0,05	0,85	6,08	1,76	3,43
CaO	0,74	3,98	0,02	5,47	0,37	0,61	0,07
Na2O	0,10	2,02	0,10	2,50	2,50	2,51	0,10
K2O	3,16	0,69	7,27	2,90	0,99	1,56	2,67
TiO2	0,26	0,66	0,21	0,30	0,80	0,43	0,32
MnO	0,03	0,18	0,01	0,25	0,14	0,02	0,08
P2O5	0,03	0,04	0,02	0,10	0,13	0,03	0,06
PAF	3,18	6,67	0,59	8,84	4,77	2,62	4,59
TOTAL	98,66	99,39	99,20	99,58	99,20	99,05	99,00
CO2	1,25	4,25	0,08	8,14	1,43	0,44	2,55
DENSITÉ	2,738	2,776	2,628	2,757	2,755	2,696	2,773
Ga	19	16	13	24	21	20	17
Nb	10	9	9	10	8	15	9
Rb	76	18	93	58	24	48	53
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	8	78	16	100	38	120	8
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	7	3	4	4	4	7	4
Y	23	41	23	33	16	45	21
Zr	250	140	240	240	150	230	220
FV	0,85	0,78	0,99	0,77	1,04	0,65	0,81
SI	-5,79	-10,30	0,32	-14,40	2,79	-12,00	-8,01
TI	0,02	0,19	0,01	0,03	0,02	0,09	0,04
AL	-1,53	-1,72	-1,45	-1,08	0,27	-2,33	-1,64
FE+3	1,22	2,52	-0,25	2,88	0,39	-0,70	2,18
MN	0,00	0,04	-0,01	0,13	-0,04	-0,02	0,04
MG	0,86	1,01	-0,05	0,32	0,16	0,32	1,63
CA	-0,04	0,87	-0,48	2,53	-0,92	-0,17	-0,45
NA	-4,08	-0,63	-4,08	-2,71	-0,10	-2,45	-4,09
K	1,26	-1,12	4,81	0,89	-0,20	0,07	0,86
H	0,09	0,07	-0,04	-0,03	-0,20	0,02	0,10
P	0,01	0,00	0,00	0,03	-0,02	0,00	0,02
C+4	0,18	0,10	-0,09	1,61	1,46	0,00	0,47
O	-6,82	-10,70	-2,22	-11,60	5,56	-16,50	-7,93
quartz		40		50			
chlorite		40		0			
séricite		10		20			
carbonate		5		10			
plagioclase		5		20			
microcline		0		0			
biotite		0		0			
sulfures							

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B430-215.8</i>	<i>B431-104.8</i>	<i>B433-229.8</i>	<i>B436-46.9</i>	<i>B437-93.3</i>	<i>B439-26.8</i>
Longitude	-2120	-2140	-2150	-2120	-2140	-2245
Latitude	-135	-105	-240	-500	-620	-370
Élévation	5087	5181	5072	5228	5189	5245
Profondeur	193	99	208	52	91	35
GEOCHIMIE	BAS. C.A.	AND. C.A.	AND. C.A.	RHY. TRANS.	RHY. C.A.	RHY. TRANS.
FACIES	TL	LM	LM	LM	TL	LM
SiO2	59,60	69,60	69,30	78,60	74,20	76,20
Al2O3	12,80	13,10	13,00	11,60	13,10	11,40
Fe2O3t	12,10	4,78	4,17	0,47	1,64	0,37
MgO	5,56	1,47	1,80	0,17	1,85	0,05
CaO	1,44	0,32	0,71	1,27	0,82	0,76
Na2O	0,10	0,10	0,10	4,81	2,08	0,10
K2O	1,60	4,89	5,23	1,17	2,27	8,23
TiO2	0,70	0,46	0,42	0,13	0,22	0,18
MnO	0,08	0,16	0,11	0,02	0,03	0,01
P2O5	0,13	0,09	0,08	0,01	0,01	0,03
PAF	5,43	4,28	4,43	1,69	3,12	1,30
TOTAL	99,54	99,25	99,35	99,94	99,34	98,63
CO2	0,62	1,83	2,09	1,21	1,21	0,22
DENSITÉ	2,813	2,788	2,781	2,651	2,696	2,631
Ga	17	19	19	15	18	15
Nb	7	9	10	12	13	11
Rb	31	97	120	30	73	110
Sn	10	10	10	10	10	10
Sr	13	12	34	43	58	22
Ta	5	5	5	5	5	5
Te	11	10	10	10	10	10
Th	3	5	5	7	8	6
Y	13	20	20	31	23	26
Zr	140	210	220	180	220	170
FV	1,19	1,05	1,07	1,09	0,90	1,01
SI	6,81	3,73	4,19	4,60	-4,75	0,30
TI	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03
AL	0,59	-0,43	-0,35	0,01	-0,43	-0,63
FE+3	4,69	1,13	0,72	-1,04	0,62	-1,14
MN	-0,08	0,09	0,05	-0,01	0,01	-0,02
MG	0,40	0,47	0,71	-0,26	0,92	-0,34
CA	0,05	-1,29	-0,98	0,53	0,03	0,09
NA	-1,93	-2,86	-2,86	0,19	-2,77	-3,59
K	0,55	2,76	3,14	0,28	0,71	6,01
H	-0,28	0,13	0,12	-0,08	0,10	-0,02
P	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,01
C+4	5,07	-0,02	0,07	0,28	0,19	-0,02
O	21,30	4,69	5,60	5,06	-4,44	-1,09
quartz						
chlorite						
séricite						
carbonate						
plagioclase						
microcline						
biotite						
sulfures						

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B441-25.9</i>	<i>B443-86.9</i>	<i>B449-89.9</i>	<i>B454-17.9</i>	<i>B456-96.9</i>	<i>B460-38.9</i>	<i>B461-39.01</i>
Longitude	-7200	-7600	-6400	-7600	-1990	-6800	-6900
Latitude	-285	-355	-255	10	-135	-780	-780
Élévation	5246	5195	5190	5253	5185	5235	5234
Profondeur	34	85	90	27	95	45	46
GEOCHIMIE	BAS. C.A.	BAS. C.A.	RHY. C.A.	BAS. C.A.	RHY. TRANS.	RHY. C.A.	RHY. C.A.
FACIES	TL	TL	LM	TL	LM	TL	LM
SiO2	61,70	55,20	73,40	57,20	78,20	72,00	69,60
Al2O3	13,60	13,40	11,50	14,30	13,50	11,80	12,10
Fe2O3t	4,54	7,53	3,11	7,86	0,73	5,00	3,70
MgO	2,68	3,98	1,11	6,04	0,31	2,53	2,29
CaO	3,07	2,99	0,65	1,67	0,02	0,73	1,64
Na2O	0,28	1,61	0,10	2,72	0,10	0,10	1,34
K2O	3,92	2,48	4,15	1,26	4,53	2,79	2,50
TiO2	0,71	0,95	0,22	0,79	0,20	0,32	0,34
MnO	0,13	0,13	0,06	0,20	0,01	0,10	0,19
P2O5	0,12	0,10	0,01	0,19	0,02	0,04	0,05
PAF	8,70	10,20	4,07	5,82	1,95	3,60	4,90
TOTAL	99,45	98,57	98,38	98,05	99,57	99,01	98,65
CO2	7,48	9,09	1,94	3,23	0,04	1,17	3,23
DENSITÉ	2,791	2,845	2,87	2,778	2,719	2,757	2,719
Ga	19	20	19	18	18	18	19
Nb	9	6	10	8	12	10	10
Rb	78	51	95	20	84	60	52
Sn	10	10	18	10	10	10	10
Sr	92	86	10	49	4	21	48
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	12	10	10	10
Th	5	4	5	3	7	6	7
Y	14	17	30	18	33	25	23
Zr	150	150	290	150	200	230	240
FV	1,14	0,96	0,81	1,00	0,85	0,80	0,77
SI	6,31	-1,47	-6,54	0,00	-3,69	-8,66	-10,70
TI	0,01	0,08	0,00	0,00	0,03	0,04	0,04
AL	0,68	-0,62	-1,44	0,00	-0,48	-1,59	-1,68
FE+3	-1,86	-0,34	1,44	0,00	-0,95	2,41	1,59
MN	-0,04	-0,06	0,02	0,00	-0,02	0,05	0,10
MG	-1,79	-1,29	0,49	0,00	-0,21	1,15	0,99
CA	1,32	0,90	-0,10	0,00	-0,44	-0,07	0,41
NA	-1,78	-0,85	-4,08	0,00	-3,60	-4,09	-3,38
K	2,68	0,97	1,96	0,00	2,45	0,89	0,63
H	0,60	0,64	0,11	0,00	0,04	0,13	0,05
P	-0,02	-0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
C+4	5,97	-0,84	0,34	0,00	-0,07	0,15	0,57
O	26,90	-0,17	-7,05	0,00	-5,93	-9,31	-11,20
quartz			40	20			
chlorite			0	50			
séricite			40	10			
carbonate			20	10			
plagioclase			0	10			
microcline			0	0			
biotite							
sulfures							

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B462-253</i>	<i>B463-57.3</i>	<i>B465-122.8</i>	<i>B466-27.7</i>	<i>B472-289.5</i>	<i>B473-21.3</i>	<i>B475-501.4</i>
Longitude	-6980	-1920	-5395	-5300	-8175	-8200	-8180
Latitude	-440	-425	-715	-785	-65	-590	-1035
Élévation	5070	5211	5152	5243	5013	5250	4924
Profondeur	210	69	128	37	267	30	356
GEOCHIMIE	BAS. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.	RHY. THOL.	BAS. C.A.	AND. C.A.
FACIES	TL	LM	LM	LM	LM	TL	FI
SiO2	57,80	72,70	54,20	78,90	75,80	56,00	63,10
Al2O3	19,90	12,80	17,50	11,30	11,00	14,40	13,50
Fe2O3t	2,36	2,54	4,63	1,06	1,49	7,61	6,13
MgO	1,71	1,15	2,29	0,10	1,41	6,18	5,45
CaO	3,15	0,95	3,18	0,64	1,55	1,71	1,10
Na2O	1,55	0,10	0,31	3,55	0,10	3,84	0,10
K2O	3,22	4,50	7,28	1,62	3,21	1,07	2,87
TiO2	0,97	0,17	0,26	0,18	0,20	0,76	0,49
MnO	0,11	0,02	0,21	0,01	0,02	0,20	0,22
P2O5	0,10	0,01	0,04	0,01	0,01	0,16	0,08
PAF	7,42	4,18	8,10	1,63	4,19	6,53	5,61
TOTAL	98,29	99,12	98,00	99,00	98,98	98,46	98,65
CO2	4,73	1,47	5,68	0,07	2,60	4,40	2,38
DENSITÉ	2,809	2,738	2,781	2,673	2,719	2,748	2,74
Ga	24	20	23	15	19	20	19
Nb	7	11	7	11	15	9	9
Rb	81	91	140	37	70	17	48
Sn	10	10	10	10	10	10	10
Sr	120	22	97	53	42	110	15
Ta	5	5	5	5	5	5	5
Te	10	10	10	10	10	10	10
Th	3	6	3	7	10	3	5
Y	22	27	19	21	42	17	20
Zr	180	200	210	190	190	150	210
FV	0,77	1,01	0,77	1,08	1,05	1,04	1,03
SI	-5,60	-1,32	-16,00	3,12	4,43	0,23	-0,51
TI	-0,02	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
AL	0,67	0,24	0,60	-0,32	-0,01	0,28	-0,43
FE+3	-4,21	1,39	2,12	0,38	-1,62	-0,01	2,00
MN	-0,09	0,00	0,11	-0,01	-0,05	0,00	0,14
MG	-2,84	0,62	1,00	-0,01	-0,31	0,20	2,95
CA	0,57	0,19	1,28	-0,01	-0,23	0,07	-0,72
NA	-1,12	-4,07	-3,97	-1,37	-1,74	0,92	-2,86
K	1,05	2,81	3,73	0,45	1,23	-0,13	0,88
H	0,05	0,22	0,12	0,09	0,04	0,15	0,21
P	-0,05	0,00	0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
C+4	-2,50	0,30	1,10	-0,09	-0,07	1,23	0,12
O	-15,80	1,45	-12,30	3,53	3,77	5,37	2,74
quartz					50	20	60
chlorite					4	40	10
séricite					30	5	20
carbonate					15	5	10
plagioclase					0	30	0
microcline					1	0	0
biotite							
sulfures							

SELDAT

<i>Échantillon</i>	<i>B476-284.4</i>	<i>B478-90.8</i>	<i>OP-1</i>
Longitude	-8200	-2600	-715
Latitude	-855	-305	775
Élévation	5026	5184	5200
Profondeur	254	96	
GEOCHIMIE	BAS. C.A.	RHY. C.A.	RHY. C.A.
FACIES	TL	TL	FI
SiO ₂	54,50	72,90	26,80
Al ₂ O ₃	14,40	13,30	15,60
Fe ₂ O _{3t}	11,60	1,74	8,87
MgO	8,27	0,87	27,20
CaO	0,92	0,62	1,60
Na ₂ O	0,10	2,67	0,10
K ₂ O	1,50	3,63	0,01
TiO ₂	0,90	0,25	0,20
MnO	0,17	0,01	0,53
P ₂ O ₅	0,27	0,04	0,01
PAF	5,89	2,82	17,80
TOTAL	98,52	98,85	98,72
CO ₂	0,84	0,95	6,53
DENSITÉ	2,827	2,747	2,81
Ga	20	19	25
Nb	11	11	18
Rb	26	70	3
Sn	10	10	10
Sr	11	36	6
Ta	6	5	5
Te	10	10	10
Th	6	6	10
Y	19	25	28
Zr	170	210	250
FV	0,92	0,86	0,81
SI	-2,84	-6,25	-25,30
TI	0,03	0,02	-0,01
AL	-0,42	-0,53	0,26
FE+3	2,11	0,65	4,76
MN	-0,03	-0,01	0,33
MG	1,04	0,38	13,60
CA	-0,58	-0,11	0,46
NA	-1,95	-2,43	-4,08
K	0,12	1,63	-0,96
H	-0,27	0,09	0,96
P	0,03	0,01	0,00
C+4	2,59	0,12	1,38
O	1,89	-6,59	-7,64
quartz	35	50	0
chlorite	45	0	80
séricite	15	25	0
carbonate	5	10	10
plagioclase	0	10	0
microcline	0	0	0
biotite			
sulfures			10