

# DPV 706

GEOLOGIE DU CANTON DE VILLEMONTÉL (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 



**MINISTÈRE  
DE L'ÉNERGIE  
ET DES RESSOURCES**

DIRECTION GÉNÉRALE  
DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE  
ET MINÉRALE

**GÉOLOGIE DU CANTON**

**DE**

**VILLEMONTÉL**  
( Chimie des laves )

André Ciesielski

**RAPPORT FINAL**

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES  
DIRECTION GENERALE DE LA RECHERCHE GEOLOGIQUE ET MINERALE

GEOLOGIE DU CANTON DE  
VILLEMONTEL  
DISTRICT ELECTORAL  
D'ABITIBI-OUEST

Rapport final  
A. CIESIELSKI

1980

DPV-706  
ISBN 2-551-03948-7



TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION .....	I
Situation .....	1
Accès .....	1
Travaux sur le terrain .....	1
Travaux antérieurs .....	2
Physiographie .....	2
Remerciements .....	3
GEOLOGIE GENERALE .....	3
GEOLOGIE STRUCTURALE .....	4
PETROLOGIE .....	7
Laves claires .....	7
Laves foncées .....	16
Roches pyroclastiques .....	21
Gabbros .....	25
Tonalites .....	27
Granodiorite à hornblende .....	28
Monzonite .....	28
Diabase .....	29
CONCLUSION .....	29
QUATERNAIRE .....	34
GEOLOGIE ECONOMIQUE .....	34
GEOCHIMIE .....	39
REFERENCES .....	39
ANNEXE .....	43

ILLUSTRATIONS

1 - Localisation de la région .....	1
2 - Barrage de castors sur le ruisseau Car- cajou .....	3

3 - Diagramme de fréquence pour l'orientation des schistosités .....	5
4 - Diagramme de fréquence pour les directions d'allongement des coussins .....	5
5 - Allongement des coussins affecté par la déformation .....	5
6 - Coussins verticaux donnant l'aspect de tubes .....	6
7 - Ondulation des charnières de plis .....	6
8 - Noyaux leucocrates situés à l'extérieur et à l'intérieur des coussins dans des laves claires .....	7
9 - Noyaux leucocrates en forme de tache et de nodule. Lot 26, rang IV .....	8
10 - Noyaux leucocrates anguleux. Lot 26, rang IV .....	8
11 - Nodules à quartz-épidote-zoïsite .....	8
12 - Contact matrice-noyau .....	8
13 - Diagramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ .....	9
14 - Diagramme $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{An}$ .....	10
15 - Diagramme $\text{CaO}/\text{CaO}+\text{Fe}(\text{t})+\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3$ vs $\text{MgO}/\text{MgO}+\text{Fe}(\text{t})+\text{MnO}$ .....	10
16 - Diagramme ternaire An - Ab - Or .....	11
17 - Diagramme Na - Ca - K .....	11
18 - Diagramme ternaire AFM .....	11
19 - Diagramme ternaire AFM de Jensen (1976) ..	11
20 - Variations chimiques dans les coussins ..	12
21 - Diagramme Rb vs Sr .....	14
22 - Diagramme $\text{K}_2\text{O}$ vs Rb .....	14
23 - Diagramme $\text{K}_2\text{O}$ vs Ba .....	14
24 - Diagramme $\text{K}_2\text{O}$ vs Sr .....	15
25 - Hétérogénéité de composition dans une lave claire .....	15
26 - Brèches de noyaux leucocrates et brèches intra-coulée dans des laves claires .....	15
27 - Brèches comme celles de la figure 26 ....	16
28 - Coussins montrant une bordure de trempe très épaisse .....	16
29 - Coussins ayant des directions d'allongement perpendiculaires .....	16
30 - Brèche de sommet de coulée .....	17
31 - Hétérogénéité de composition et éléments nodulaires .....	17
32 - Lave foncée à nodules de quartz et calcite .....	18

33 - Diagramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs $\text{SiO}_2$ .....	19
34 - Tuf aquagène dans une brèche de sommet de coulée .....	19
35-36 Tufs aquagènes à aspect conglomératique.	19-20
37 - Stratification convolutive dans un tuf aquagène .....	20
38 - lame mince montrant des nodules pauvres en muscovite et biotite .....	20
39 - Diagramme An-Ab-Or .....	21
40 - Diagramme Na-Ca-K .....	21
41 - Diagramme AFM .....	23
42 - Diagramme AFM de Jensen .....	23
43 - Diagramme $\text{Al}_2\text{O}_3$ vs An .....	23
44 - lame mince de tufs à noyaux ou à débris .	24
45 - lame mince de tufs agglomératiques .....	24
46 - lame mince d'agglomérats .....	26
47 - lame mince montrant le contact entre un gabbro et une lave .....	26
48 - Agglomérat montrant un dyke de gabbro discordant .....	27
49 - lame mince de microtonalites .....	27
50 - lame mince d'une granodiorite à plagio- clase zoné .....	28
51 - Système de joints conjugués dans un dyke de diabase .....	29
52 - Diagramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs $\text{SiO}_2$ pour les vol- canites de Val-d'Or .....	31
53 - Positions des amphibolites dans le dia- gramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs $\text{SiO}_2$ .....	31
54 - Diagramme Na-Ca-K. Volcanites de Val- d'Or .....	32
55 - Diagramme Fe-Mg-Al. Groupe de Kinojévis.	32
56 - Diagramme AFM. Métabasaltés et sills gabbroïques archéens .....	33
57 - Diagramme AFM. Volcanisme archéen de Val-d'Or .....	33
58 - Carte aéromagnétique du canton de Ville- montel .....	35
59 - Carte INPUT du canton de Villemontel ....	36

**TABLEAUX**

I - Analyses chimiques de couples matrice - noyau dans les laves claires .....	9
II - Analyses chimiques de laves claires ....	13

III - Analyses chimiques de laves claires ....	18
IV - Analyses chimiques de tufs et de tufs aquagènes .....	22
V - Analyses chimiques de gabbros .....	25
VI - Analyses chimiques de tonalites .....	27
VII - Succession des événements dans le temps.	33

**CARTE**

Canton de Villemontel (1:20 000) .....	hors texte
--	------------



## INTRODUCTION

Le canton de Villemontel se situe dans le district électoral d'Abitibi-Ouest, en plein centre de la ceinture minière Rouyn-Val-d'Or. Comme les cantons d'Aiguelle, Manneville et La Pause, le canton de Villemontel est pauvre en gisements; on rencontre des indices d'or dans Manneville et de molybdénite dans Villemontel, mais les compagnies minières n'y ont pratiquement rien trouvé depuis trente ans. Les cantons de Figuery et de Preissac attenants à Villemontel se sont avérés beaucoup plus riches en indices et des mines de molybdène ont fonctionné longtemps dans le canton de Preissac.

### SITUATION

Le canton de Villemontel couvre une superficie de 256 km<sup>2</sup> entre les longitudes 78°13'30" et 78°26' et les latitudes 48°26' et 48°34'50". Son centre géographique se situe à 15 km au sud-ouest d'Amos (figure 1). Le seul village important est celui de Sainte-Gertrude-de-Villeneuve en-

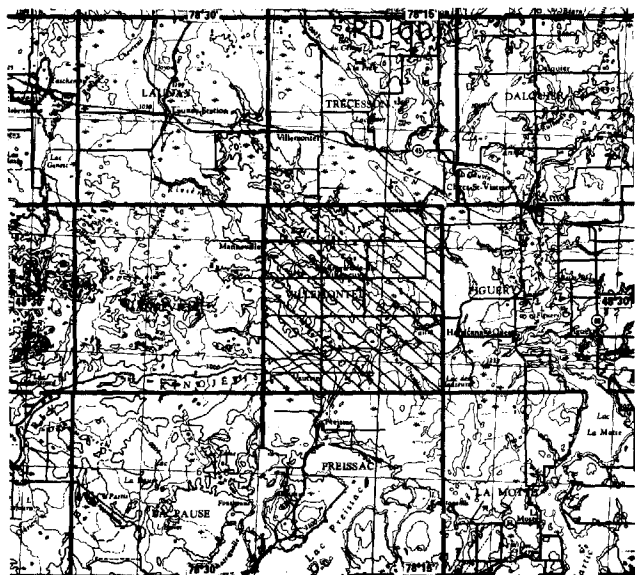


FIGURE 1 - Localisation du canton de Villemontel.

tre les rangs VI et VII au centre du canton; les lieux-dits Gourd et Vautrin sont des croisées de chemins.

### ACCES

L'accès au canton de Villemontel se fait, à l'est, par la route qui joint l'aéroport d'Amos à la ville et, au nord, par la route du village de Villemontel (dans le canton de Trécesson) qui relie directement le village de Preissac au sud. Généralement les routes sont en bon état et permettent d'accéder à tous les coins du canton, sauf pour la partie sud-est. La route qui sépare les cantons de Trécesson et de Villemontel est en voie d'abandon. Le pont sur le ruisseau Carcajou étant détruit, la route qui suit la Kinojévis dans le rang III est abandonnée, sauf la partie ouest qui mène au camp Preissac dans Manneville. La présence de nombreux champs cultivés rend les traverses relativement faciles dans tout le canton. La repousse rapide des aulnes dans les champs abandonnés ne facilite toutefois pas la localisation des affleurements sur les photos aériennes.

### TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Le canton de Villemontel a été cartographié pendant l'été 78. Le camp de base était situé dans l'ancien camp de bûcherons (camp Preissac), au bout de la route qui suit la Kinojévis vers l'ouest. Le quart nord-est a été cartographié à l'aide de photos aériennes au 1/15 000 datant de 1972. Les 3 autres quarts l'ont été avec des photos de 1965 à un quart de mille au pouce. A la fin de l'été, toute la géologie a été reportée sur des photos au 1/15 000 puis sur une carte de base. Dès le départ les traverses systématiques à tous les demi-lots (135 m) se sont avérées inutiles étant donné l'absence complète (à

plusieurs endroits) d'affleurement. Les photos aériennes furent suffisamment précises pour pouvoir localiser les affleurements ainsi que les dénivellations susceptibles d'en contenir. Beaucoup de vérifications ont été effectuées mais peu d'affleurements ont été découverts. Les traverses ont donc été effectuées d'un affleurement à l'autre. Etant donné le peu d'affleurements dans le canton, un échantillonnage important a été fait. On a ramené plusieurs centaines d'échantillons parmi lesquels 60 ont été analysés pour la chimie et 90 ont été taillés en lames minces. Dans les roches hétérogènes montrant des structures intéressantes on a taillé 50 lames de grands formats.

Les rivières Kinojévis et Villemontel et le ruisseau Carcajou ont été parcourus en canot motorisé. Quelques affleurements ont été découverts sur les rives et dans les eaux. Un échantillonnage systématique des sédiments de ruisseaux a été effectué et 103 échantillons ont été analysés.

#### TRAVAUX ANTERIEURS

La région d'Amos n'a pas retenu immédiatement l'attention des prospecteurs comme cela le fut pour celle de Rouyn au début du siècle étant donné son faible contenu en indices minéralisés. Wilson (1907), Tanton (1920), James et Mawdsley (1925), Cooke *et al.* (1933), Weeks (1935) et Gunning (1937) ont effectué la géologie régionale ayant rapport à la colonisation. Plus près de nous, mentionnons les travaux de Brett, Jones, Leuner et Lattulippe dans le canton de Lamotte entre 1959 et 1972, Vogel dans Trécesson en 1972 et 1973, Imreh dans Figury, Lamotte et Preissac (1972-74-75-76). Encore plus près

de nous, Hocq (1977, 1978) a travaillé dans Aiguebelle avec l'aide de Sanschagrin et Leduc (1979); Dubé (1977, 1978) a travaillé dans Manneville. Mentionnons les cartes de compilations de Dugas *et al.*, (1967) pour l'Abitibi, région de Rouyn - Val-d'Or, (feuille V) et celle de Villemontel effectuée par Soquem en 1974. Des études spéciales ont été faites par Campiglio (1977) dans la région de Val-d'Or, par Alsac (1977) dans la région Malartic, Val-d'Or et Amos et par J. Maillet (1979) dans la région d'Amos.

#### PHYSIOGRAPHIE

Le canton de Villemontel est généralement très plat. Le plus haut sommet se situe à l'ouest du rang VII; il se compose de gabbro et a une altitude de 350 m. Les rivières Kinojévis et Villemontel, le ruisseau Carcajou et plusieurs petits cours d'eau tributaires drainent la région. Les patrons de drainage sont quelconques et les ruisseaux sont souvent très méandreaux. La Kinojévis coule du sud au nord jusqu'au rang II puis tourne vers l'ouest. La rivière Villemontel coule du nord au sud dans la Kinojévis au centre du canton. L'allure du patron de drainage a été transformée par les agriculteurs qui ont souvent irrigué leurs champs de façon rectiligne en se servant des ruisseaux déjà existants. Généralement, les rives des cours d'eau sont constituées d'argile dont la stratification est rarement visible. Les sables et les graviers sont surtout concentrés le long de la bordure est du canton. Ailleurs, les gravières ne sont pas nombreuses. Une grande partie de la surface a été affectée à l'agriculture, bien qu'aujourd'hui plus de la moitié soit en friche. La forêt domine au nord (rang X) et au sud (rangs I, II, III et IV) du canton où on peut y voir les traces d'une ancienne exploitation. Elle est mixte et se compose surtout de

conifères (sapin, épinette noir, pin) et d'arbres caduques (bouleau, peuplier, faux tremble et aulne). Les pins se concentrent à l'est, dans les zones riches en sable et gravier. Le gibier est plutôt rare à l'exception du lièvre qui abonde; on y rencontre, dans les zones forestières, l'ours (*ursus americana*) et l'orignal (élan d'Amérique). Les castors sont nombreux et on rencontre leurs barrages un peu partout le long du ruisseau Carcajou (figure 2).



FIGURE 2 - Barrage de castors sur le ruisseau Carcajou à la hauteur du rang V.\*

#### REMERCIEMENTS

Ont collaboré à ce travail J.M. Léger (université de Paris VI), A. Jean, P. Desautels et L. Boivin par leur travail sur le terrain au cours de l'été de 1978. J.H. Mailey (Commission géologique du Canada) a traité les données géochimiques, Y. Boudreault (université du Québec à Chicoutimi) a taillé les lames minces, le Centre de recherches minérales du ministère des Richesses naturelles a fait les analyses chimiques. M. Lyons (collège Edouard-Montpetit de Longueuil) a mis à la disposition de l'auteur ses scies à roches et de l'espace; J. Martignole (université de Montréal)

\* Toutes les photos sont de l'auteur.

a permis l'utilisation de l'appareil à photographier les lames en vraie grandeur.

#### GEOLOGIE GENERALE

Dans Villemontel, les affleurements sont peu nombreux et généralement dépourvus d'altération deutérique. Le métamorphisme est faible, faciès schiste-vert, et la déformation est relativement peu apparente. Les formations cartographiées sous les dépôts quaternaires sont toutes d'âge archéen. Les roches volcaniques et les intrusions basiques et intermédiaires qui sont situées entre les rangs III et X appartiennent au groupe de Kinojévis - Villemontel\*. Les roches granitiques (terme général) et les sédiments des rangs I et II appartiennent au groupe de Caste (Brett *et al.*, 1976). Les deux autres intrusions acide et intermédiaire situées au nord et au centre du canton n'ont pas reçu d'affiliation. La composition des roches volcaniques (leur nature) change rapidement sur de courte distance. Les laves qui dominent sont souvent interlitées avec des microgabbros, des tufs et des métasédiments. Les sondages montrent une grande variété de roches volcaniques dans les séquences. A quelques endroits, les volcaniques sont recoupés par des dykes et des stocks très acides (rang X). Les roches intrusives et les méta-sédiments extra-volcaniques (rang II) sont homogènes. L'analyse microscopique a montré que le métamorphisme au faciès schiste-vert a transformé beaucoup de minéraux en chlorite, albite, épidote et séricite, les rendant méconnaissables. Leur granulométrie est par ailleurs faible et rend l'identification difficile. L'étude des analyses chimiques a pour but d'éclaircir les choses. La carte géologique délimite les grandes unités et tente, là

\* Tant qu'une stratigraphie n'aura pas été définie dans la région, les roches volcaniques seront groupées comme tel (voir Vogel, 1979).

où c'est possible, de délimiter les formations. Le manque d'affleurement rend toute fois cette tentative très aléatoire.

Par ordre d'importance on retrouve les roches suivantes:

1. Laves intermédiaires claires vert gris avec ou sans amygdules (noyaux leucocrates), avec ou sans coussins, brèche de sommet de coulée, microgabbro interlité, chert leucocrate interstratifié, tufs basiques interlités.
2. Laves intermédiaires et basiques, gris foncé, vert foncé à noir, avec ou sans coussins, avec ou sans microgabbro interstratifié, sédiments tufacés intra-coulée, tufs basiques interlités.
3. Gabbros à granulométrie variant de fine à très grossière, vert clair ou gris foncé, en stock et en sill intrusifs dans les laves.
4. Roches pyroclastiques basiques et intermédiaires vert foncé, gris foncé, agglomératiques par endroits, associés aux laves.
5. Roches sédimentaires intra-coulée, chimiques ou détritiques intermédiaires ou très acides. Cherts de couleurs variées, grauwackes.
6. Granodiorite à amphibole, de couleur rose, contenant divers types d'enclaves mélanocrates. Moyennement grenue.
7. Microtonalite à phénocristaux sans enclave. Grain fin à grossier.
8. Granitoïde (monzonite) leucocrate, pegmatitique à muscovite et grenat. Sans enclave.
9. Paragneiss à biotite.
10. Diabase gris noir ou vert clair; moyen, fin ou grossier, en dyke.

## GEOLOGIE STRUCTURALE

Les roches volcaniques sont relativement peu déformées. Plusieurs structures primaires sont très bien conservées.

On reconnaît les déformations cassantes (joints), souples (plis) et enfin la schistosité qui peut être exprimée à la grandeur d'un affleurement (cas rare) ou selon des zones étroites (zone de cisaillement). Les mesures effectuées l'ont été pour la direction de la schistosité ( $S_1$ ), les pendages, l'allongement des coussins, la polarité, la direction des plans de stratification et les axes de plis. Notons que les mesures des joints n'ont pas été compilées, étant en trop faible quantité. Les pendages sont généralement très forts ( $70^\circ - 90^\circ$ ), sauf dans quelques cas. La figure 3 donne l'orientation des schistosités dans un diagramme de fréquence (en rose). L'orientation qui domine est  $N 100^\circ$ . La schistosité affecte surtout les roches pyroclastiques, leur plan de stratification les rendant beaucoup plus vulnérables à la déformation. Elle affecte des laves, selon les zones de cisaillement mais, dans le cas des laves à amygdules, elle n'affecte que la matrice entourant les noyaux, ces derniers n'étant affectés que par une déformation cassante. La schistosité affecte aussi les laves coussinées, ce qui rend souvent impossible la mesure des polarités. Quelques affleurements de tuf et de lave noire schistosée exhibent des plis symétriques et des kink bands. Ces plis ne sont pas généralisés, ils marquent plutôt une déformation cassante locale (à plus grande échelle); ces plis étant trop peu nombreux n'ont pas été compilés. La figure 4 est un diagramme de fréquence pour les directions d'allongement des coussins. Les polarités n'ont pas été portées sur le diagramme. Généralement les coussins sont reconnaissables mais leur polarité est souvent impossible à déterminer. Ceci tient d'abord à l'intensité de la déformation mais aussi la géométrie des coussins qui peuvent dans certains cas, donner des polarités opposées (voir figure 29).

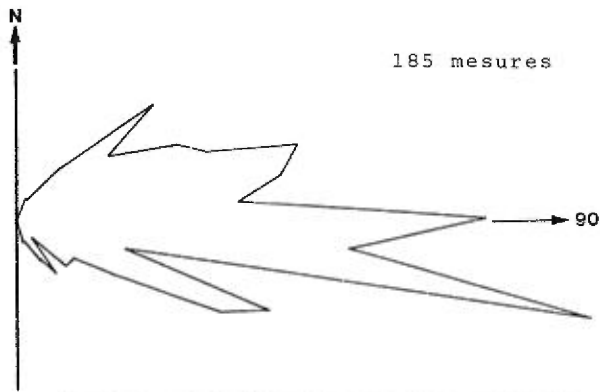


FIGURE 3 - Diagramme de fréquence - orientation des schistosités.

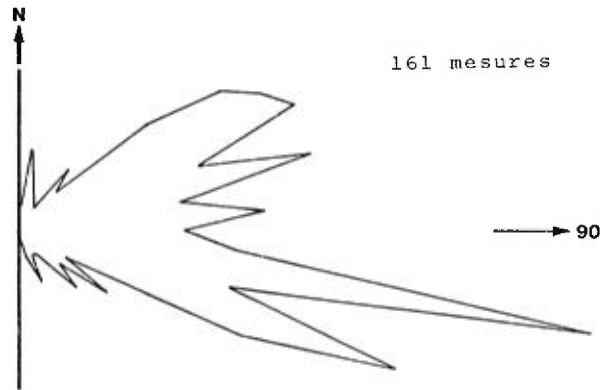


FIGURE 4 - Diagramme de fréquence pour les directions d'allongement des coussins.

L'orientation dominante de l'allongement est  $N 100^{\circ}$ . L'allongement est dû en fait à la déformation (figure 5). Dans quelques cas, les affleurements ont montré des coussins dont la surface idéale de déposition est maintenant verticale ce qui leur donne l'allure de tubes verticaux avec une polarité très bien exprimée (figure 6). Des linéations sur les surfaces inter-coussins (bordures de trempe) ont été aussi remarquées sur deux autres affleurements; la direction étant  $N 270^{\circ}$  et le plongement variable de faible à fort. Des polarités furent également remarquées dans les structures sédimentaires (stratifications convolutées) des sédiments intra-volcaniques de composition intermédiaire. Les tufs situés derrière l'église du village de Manneville sur la limite ouest du canton ont

aussi montré des polarités nord bien développées. Ces polarités opposées de part et d'autre d'une ligne située au centre du canton a permis d'établir un axe anticlinal (théorique) légèrement déversé vers le nord. Dans les laves, on est en présence d'un premier système  $S_1$  d'orientation moyenne  $N 100^{\circ}$ . L'absence d'affleurement ne permet pas de s'assurer que l'anticlinal n'est pas suivi par un autre, même à une échelle plus réduite. Deux affleurements de tufs ont montré des structures (figure 7) qui pourraient laisser croire à la présence d'une phase secondaire qui a ondulé les charnières de plis. Le système secondaire serait perpendiculaire au premier; ceci demeure toutefois une information à vérifier à l'extérieur du canton. Deux failles ont été tracées dans les roches volcaniques. La plus petite a été estimée (ou interprétée) d'après la position des plis dans les laves schistosées, elle est très incertaine. La faille Destor-Manneville a été tracée à partir de roches situées dans Manneville, le long de la rivière où il y a des preuves évidentes de sa présence. Ailleurs elle est tracée à partir de sondages, de données géophysiques et de sa position approximative dans le canton de Figueray.



FIGURE 5 - Allongement des coussins affecté par la déformation (lots 11-12, rang VII). La polarité est encore mesurable.

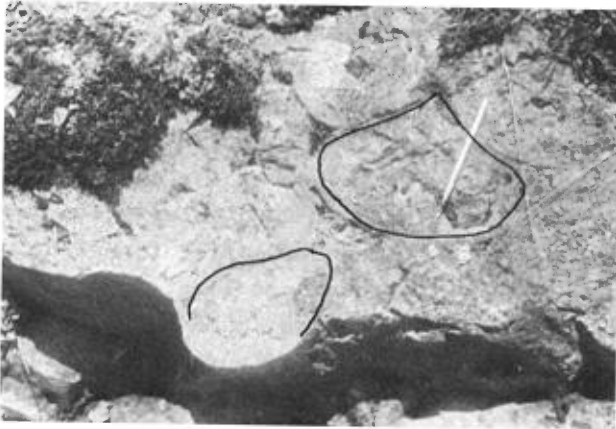


FIGURE 6 - Verticallité des coussins donnant l'aspect de tubes. La polarité est très bien exprimée.

Dans les gabbros et dans les tonalites, la déformation n'est pas apparente. Toutefois, les contacts entre microgabbro, gabbro et roches volcaniques sont souvent conformes à la direction générale. Dans les syénites quartziques à hornblende situées dans les rangs VII et VIII la déformation est donnée par l'orientation des minéraux ferromagnésiens (surtout hornblende). Cette déformation (foliation) n'est pas très intense puisque la roche en microscopie ne montre pas de structures de cataclase. Les enclaves contenues dans la syénite peuvent

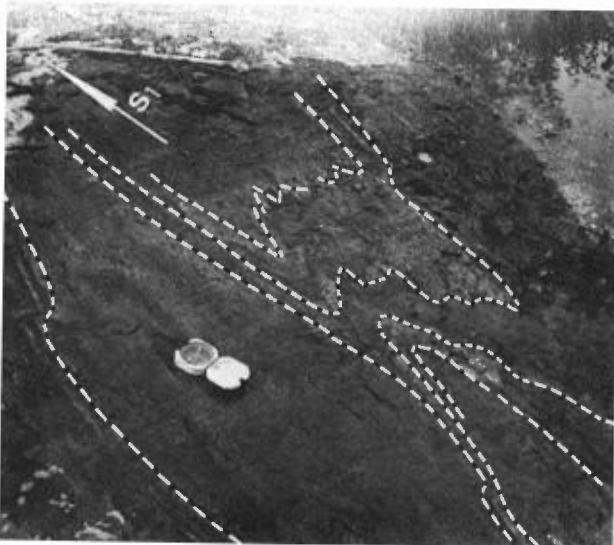


FIGURE 7 - Ondulation des charnières de plis des lits leucocrates dans des tufs basiques.  $S_1$ : schistosité à la lère phase de déformation.

être anisotropes. C'est le cas des amphibolites, elles peuvent être par contre très schistosées comme c'est le cas de certaines enclaves mélanocrates qui sont les restes mal assimilés de roches volcaniques, de tufs ou laves ou de métasédiments que l'on trouve dans les laves et en contact direct avec la roche intrusive. L'orientation générale des enclaves est conforme à celle de la foliation. Les plis sont absents. Le groupe de Caste située au sud, est composé de paragneiss à biotite très foliés, mais non plissés, dont le métamorphisme est très évolué (probablement faciès fin amphibolite). En contact avec les métasédiments, les granites (terme général) sont marqués par une orientation (foliation) très nette des minéraux ferromagnésiens, en l'occurrence, grenats, biotite et muscovite. Dans la roche, les plans de foliation sont peu inclinés. Le granite est apparemment situé sous les paragneiss. Dans les granites, on ne rencontre aucune enclave. Comme pour les paragneiss, on peut croire en une forme en dome plongeant légèrement vers le nord. Cette géométrie est en opposition avec celle rencontrée dans les laves. Le contact entre métasédiments et laves est inconnu. Les pegmatites sont nombreuses dans le granite, mais leurs mesures ne le sont pas suffisamment pour donner lieu à une interprétation statistique.

Les laves basiques et intermédiaires sont synchrones des roches pyroclastiques. On connaît des contacts d'érosion entre tufs et laves à coussins. Les laves étant déformées, on conclut évidemment que la phase de déformation est postérieure à la mise en place de ce premier événement. On sait que les gabbros sont par endroits intrusifs dans les laves, mais s'ils ne sont pas déformés, c'est peut-être à cause de leur résistance mécanique à la déformation et non parce qu'ils sont postérieurs à la déformation, ce qui toutefois paraît peu

probable. Les granodiorites à hornblende sont intrusives dans les laves et sont considérées comme étant postérieures aux laves et aussi antétectoniques; encore là, les relations avec les laves sont inconnues. Le groupe de Caste est considéré comme étant postérieur aux laves. Le métamorphisme au faciès schiste-vert des laves et celui fin amphibolite des métasédiments sont en opposition sur une courte distance, ce qui prouve au moins que les contacts entre ces deux formations ne sont pas normaux. Les dykes de diabase ne sont pas déformés mais probablement affectés par des altérations deutériques; ils sont postérieurs à la déformation. L'âge de toutes les formations n'est pas précisé dans le canton de Villemontel.

## PETROLOGIE

### LAVES CLAIRES

La roche qui domine est une lave de couleur verte et gris clair, à granulométrie moyenne à fine, fine et quelquefois aphanitique. Son altération est souvent brun clair. Les noyaux ou amygdules que l'on retrouve très fréquemment dans cette roche ont une altération blanche ce qui rend la distinction entre les deux types très facile. La taille de ces noyaux est variable mais ne dépasse jamais 50 cm. On retrouve ces noyaux dans les laves massives ou coussinées. Dans ce dernier cas ou quand on connaît la polarité des coussins, ces noyaux sont souvent situés "en haut". On peut retrouver plus d'un noyau par coussin. La relation entre les deux n'est pas claire. Comme l'a bien démontré l'affleurement (lot 7, rang X), les noyaux peuvent se situer en même temps à l'intérieur et à l'extérieur des coussins (figure 8). La forme de ces noyaux n'est pas toujours arrondis, on en connaît qui se présentent en

bande, en tache et en forme d'intraclaste (figures 9 et 10).

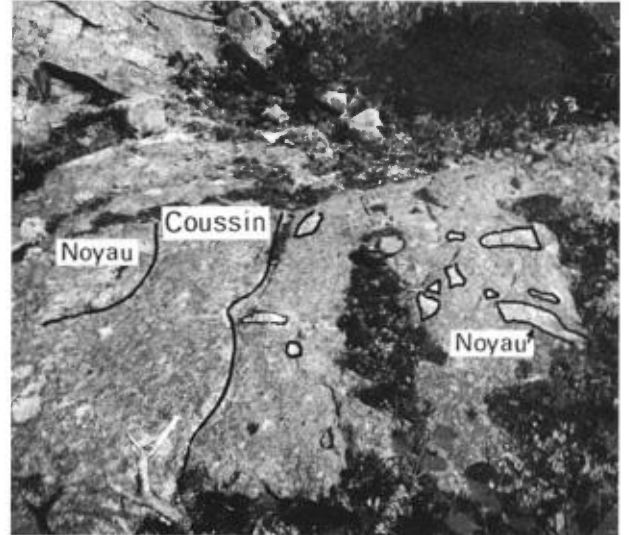


FIGURE 8 - Noyaux leucocrates de différentes formes situés à l'intérieur et à l'extérieur des coussins dans des laves claires. Lot 7, rang X.

Dans un dernier cas, un affleurement (lot 14, rang III) a bien montré que des parties de noyaux semblaient avoir été arrachées et disséminées dans la matrice adjacente. Une telle relation quoique incertaine a déjà été vue entre une lave et un microgabro. Dans les laves claires homogènes, la matrice (ce qui compose le coussin) comprend généralement une mésostase fine à moyenne, à plagioclase altéré ( $An_{20}$ ), contenant épidote, zoïsite, chlorite, (albite, séricite), amphibole claire à cristallisation quelquefois radiale et mica blanc, actinote et minéraux opaques (sulfures). On retrouve relativement d'hétérogénéité dans ces roches. Les phénocristaux de plagioclase  $An_{30}$  sont quelquefois trapus et corrodés; ils sont rarement zonés. Les nodules de quartz recristallisé et à épidote-zoïsite-quartz sont nombreux (figure 11). Au microscope, le passage de la matrice au noyau se fait de façon graduelle; sur le terrain le passage est beaucoup plus tranché (figure 12). Il y a augmentation de la taille des microcristaux de la mésostase et augmentation du % d'épidote.

Dans ce type de roche, les analyses au microscope ne donne qu'une idée imprécise de la composition à cause de la taille des minéraux et de l'altération due au métamorphisme au faciès schiste-vert. On a donc sélectionné onze couples matrice-noyaux et les avons soumis à l'analyse chimique (tableau 1). Les échantillons sont généralement assez homogènes pour ne pas trop fausser les résultats. Une série de diagramme montre à l'évidence que cette roche vert clair, homogène à noyaux (1) n'a pas toujours des compositions semblables (2) appartient quelquefois au domaine tholéitique mais surtout au domaine calco-alcalin (3) est le plus souvent une andésite au sens de Streckeisen (1978). On note dans la figure 13 que les noyaux sont moins alcalins que les matrices correspondantes, sauf dans deux cas.



FIGURE 9 - Noyaux leucocrates dans des laves claires ayant des géométries en tache ou en nodule. Lot 26, rang IV.

En outre, les noyaux sont généralement plus calciques, c'était à prévoir étant donné l'augmentation du pourcentage d'épidote. La majorité des couples sont des andésites riches en alumine ou à tendance plutôt alcaline.

On note dans la figure 14 que les roches sont en majorité situées dans le champ calco-alcalin et que très souvent les noyaux ont un plagioclase normatif



FIGURE 10 - Noyaux leucocrates ayant des formes anguleuses, intraclastiques. Lot 26, rang IV.

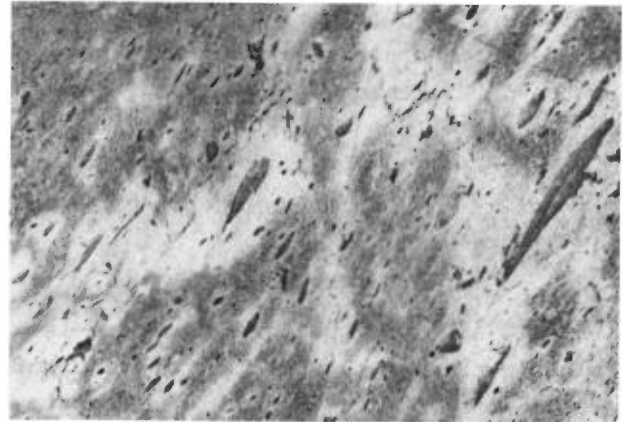


FIGURE 11 - Nodule étiré à quartz-épidote-zoisite dans une lave claire. 1/2X

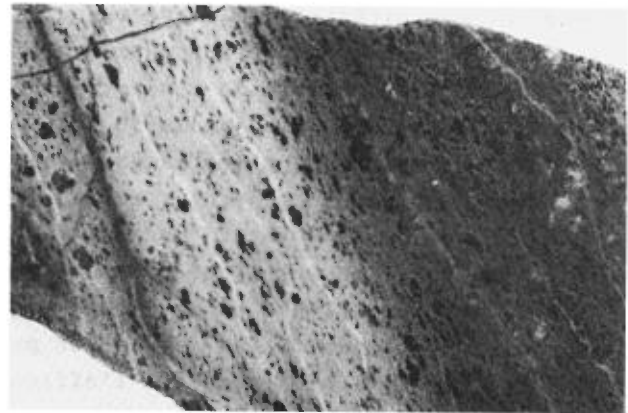


FIGURE 12 - Contact matrice (partie foncée)-noyau (partie claire). 1/2X



TABLEAU 1 - Analyses chimiques de couples matrice-noyau dans les laves claires.

NO LAB.	78-9679	78-9681	78-9680*	78-9677	78-9678*	78-9672	78-9671*	78-9673	78-9674*	78-9670	78-9669*	78-9666	78-9665*	78-9668	78-9667*	78-9662	78-9664*	78-9700	78-9699*	78-9689	78-9690*
BCHAN.	AC.71.1	AC.71.3	AC.71.2	AC.32.1	AC.32.2	AC.46.B	AC.46.A	AC.78.B	AC.79.D	AC.71.B	AC.71.C	AC.55.3B	AC.55.3A	AC.30	AC.30.A	AC.32.E	AC.32.C	JML.21.C	JML.21.B	AC.76.A	AC.76.B
SiO <sub>2</sub>	54.70	42.00	59.40	44.65	58.00	59.60	56.30	57.65	58.00	57.50	60.10	46.90	49.00	53.80	57.40	60.00	66.00	56.00	58.50	56.70	52.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.70	21.30	15.10	18.80	15.30	15.00	15.00	14.00	14.20	17.45	15.30	14.80	13.45	15.55	14.30	13.80	11.70	14.75	15.75	15.10	16.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.40	4.35	2.30	3.70	2.90	2.36	4.45	*	3.50	3.22	2.26	4.03	3.80	1.85	3.85	2.90	2.96	0.51	4.83	1.20	3.10
FeO	5.15	6.85	3.41	7.70	3.30	4.70	2.96	*	2.65	3.92	3.73	8.17	7.00	6.75	2.30	3.67	2.25	7.65	1.16	6.05	4.45
MgO	3.63	4.82	3.17	4.26	2.27	5.40	3.68	7.50	3.12	2.90	3.23	7.25	6.40	8.00	3.55	5.45	3.23	6.40	1.43	5.63	4.95
CaO	5.46	8.80	7.50	9.60	8.87	5.12	13.50	5.20	14.25	6.49	6.50	13.40	15.30	4.34	15.00	9.25	10.10	5.34	14.60	4.20	9.10
Na <sub>2</sub> O	5.40	1.65	4.72	1.65	4.52	2.98	1.73	1.60	0.50	4.95	4.45	1.14	0.82	3.53	0.49	2.49	1.73	4.10	1.20	5.44	3.71
K <sub>2</sub> O	0.65	2.36	0.70	1.90	0.71	0.93	0.07	2.55	0.12	0.81	0.94	0.07	0.06	1.73	0.17	0.17	0.07	1.00	0.11	0.22	0.41
TiO <sub>2</sub>	0.61	1.31	0.65	2.08	1.23	0.69	0.60	0.65	0.77	0.73	0.70	0.90	0.79	0.75	0.65	0.69	0.52	1.05	0.75	1.17	1.08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.17	0.08	0.63	0.44	0.07	0.06	0.09	0.09	0.11	0.11	0.04	0.04	0.07	0.06	0.09	0.08	0.04	0.15	0.14	0.11
MnO	0.11	0.14	0.09	0.17	0.11	0.11	0.12	0.12	0.10	0.10	0.09	0.20	0.17	0.15	0.09	0.11	0.10	0.12	0.06	0.12	0.11
S	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02
PAF	2.80	4.70	1.70	3.95	1.15	3.30	1.54	1.80	1.55	2.10	2.40	2.90	3.30	3.40	2.25	2.25	1.25	2.75	2.20	2.85	2.75
TOTAL	98.98	98.23	98.88	99.22	98.64	100.25	100.06	99.12	98.90	100.32	99.89	99.85	100.23	100.01	100.16	100.94	100.06	99.77	100.76	98.88	98.64
Cu en ppm.	33	50	65	12	6	39	20	28	16	27	34	53	112	19	29	15	14	129	19	35	20
Ni	42	65	32	74	40	148	120	280	41	41	37	111	117	164	120	210	133	80	32	65	83
Co	22	33	18	37	23	30	23	33	23	24	19	44	47	36	23	27	18	43	12	37	33
Cr	36	57	28	180	78	160	180	360	72	38	32	290	280	250	180	280	240	160	26	91	180
Rb	8	73	16	65	25	20	5	66	5	16	20	5	5	58	5	5	5	5	5	5	6
Sr	170	64	190	260	1000	230	130	282	318	86	440	330	490	330	130	120	290	180	110	250	230
Ba	240	480	230	690	280	270	43	530	36	170	260	30	20	430	57	88	40	36	28	120	160

\* Teneur en soufre trop élevée pour doser FeO et calculer Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vrai.  
 † Noyau

NOTE: Voir annexe pour le calcul de la norme et pour les paramètres pétrologiques.

plus basique que la matrice. Dans la figure 15, les couples se situent de part et d'autre du trait marquant l'évolution d'un magma différencié; les noyaux ont un rapport CaO/CaO ... plus élevé que la matrice et les matrices sont plus magnésiennes que les noyaux.

Dans les figures 16 et 17, les analyses ont une tendance calco-sodique. Dans le diagramme An-Ab-Or, leur distribution indique peu d'orthose normative et une distribution selon l'axe Ab-An avec les noyaux

toujours plus riches en anorthite normative. Dans le diagramme Na-Ca-K, la matrice est toujours plus pauvre en CaO et plus riche en K<sub>2</sub>O, la distribution se faisant aussi selon l'axe calco-sodique. Dans les figures 18 et 19, les couples ont une tendance calco-alcaline par rapport aux gabbros qui sont sur la suite tholéitique et ont des compositions d'andésite. Le diagramme de Jensen discrimine bien et situe mieux les couples dans la suite calco-alcaline et montre que le fer ne varie pas entre noyaux et matrice ( ce qui n'était pas apparent

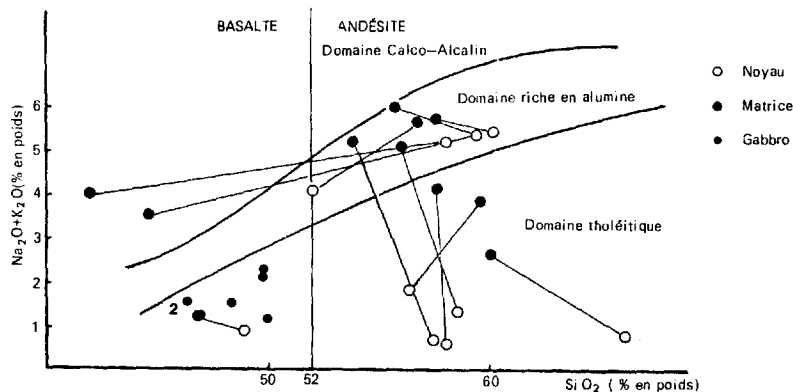


FIGURE 13- Diagramme Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub>. La ligne verticale sépare les basaltes des andésites (Streckeisen, 1978).

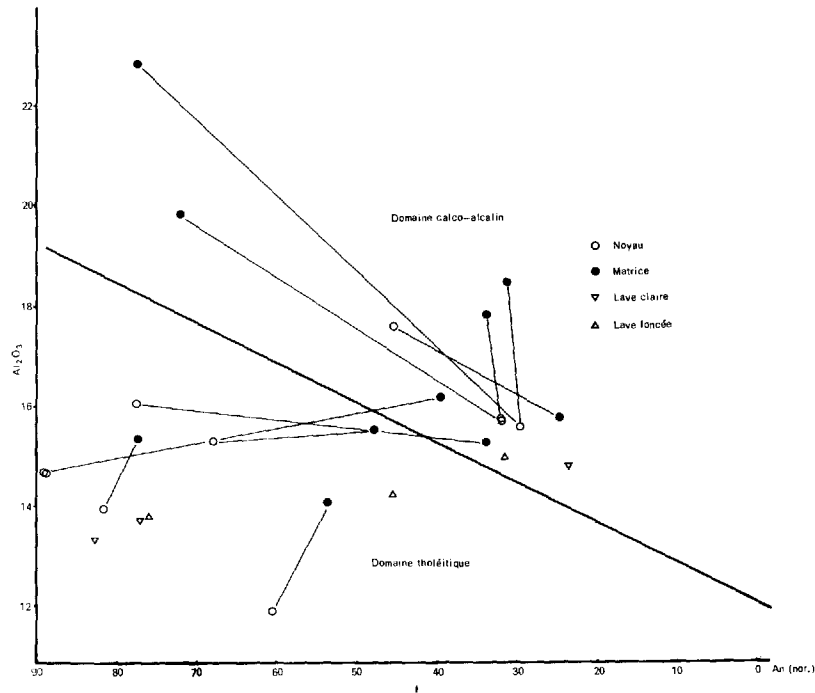


FIGURE 14 - Diagramme  $Al_2O_3/An$  (normatif) (Irvine et Baragar, 1971).

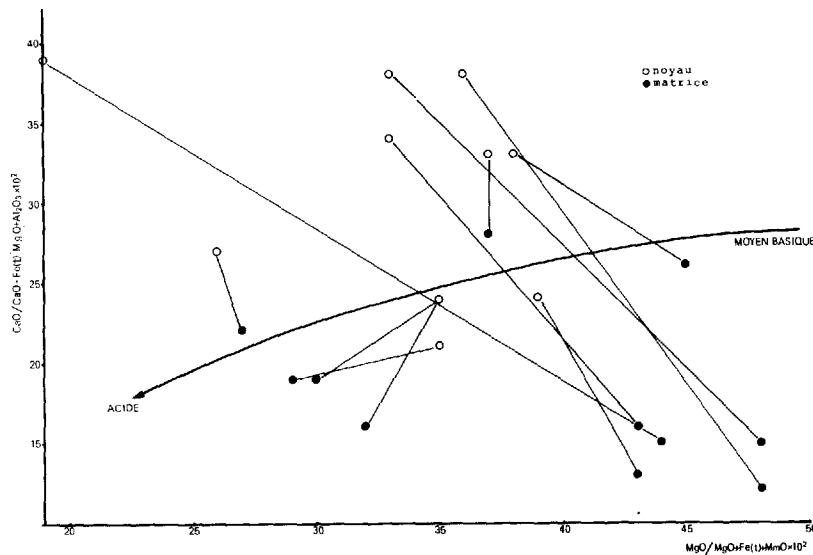


FIGURE 15 - Diagramme  $CaO/CaO+Fe(t)+MgO+Al_2O_3$  vs  $MgO/MgO+Fe(t)+MnO$  (Leake, 1964).

sur la figure 18); les noyaux sont plus pauvres en Mg et plus riches en Al.

En général, donc, les noyaux sont alcalins, plus riches en CaO, plus pauvres en MgO et plus riches en silice et en aluminium. Il apparaît évident que l'augmentation du pourcentage d'épidote est responsable de l'augmentation du calcium et de l'aluminium.

Le noyau est plus acide mais en même temps plus riche en calcium. Cet enrichissement marque donc une variation du rapport Ca/Na qui va en augmentant vers le noyau i.e. généralement vers le centre du coussin. A la rigueur, on pourrait dire que le noyau et la matrice s'inscrivent sur le trait marquant l'évolution d'une série calco-alcaline (figure 19). Ce type de distribution Na/Ca est apparenté

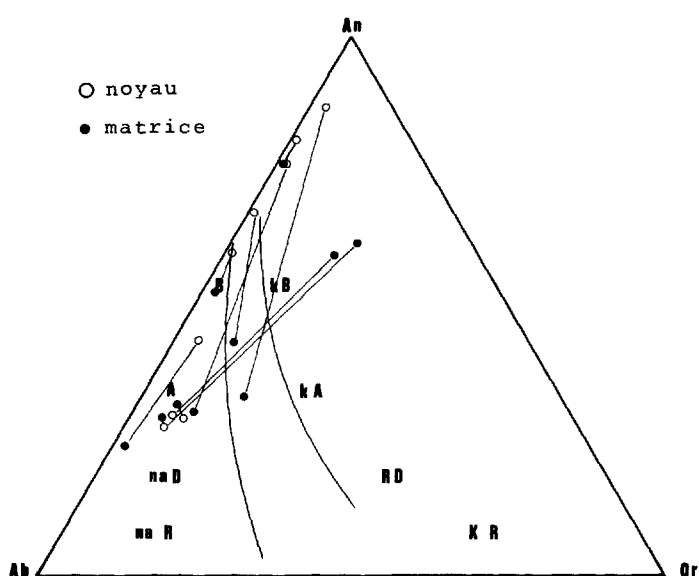


FIGURE 16 - Diagramme ternaire calco-alcalin (Irvine et Baragar, 1971).

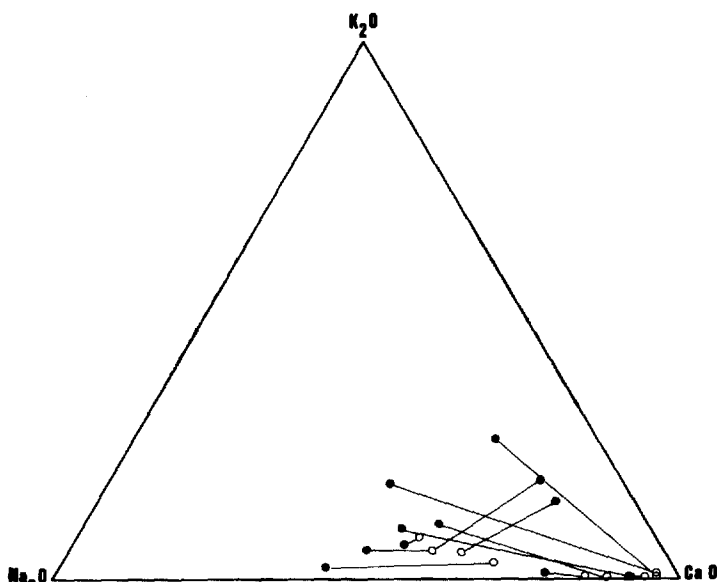


FIGURE 17 - Diagramme ternaire calco-alcalin. O noyau • matrice

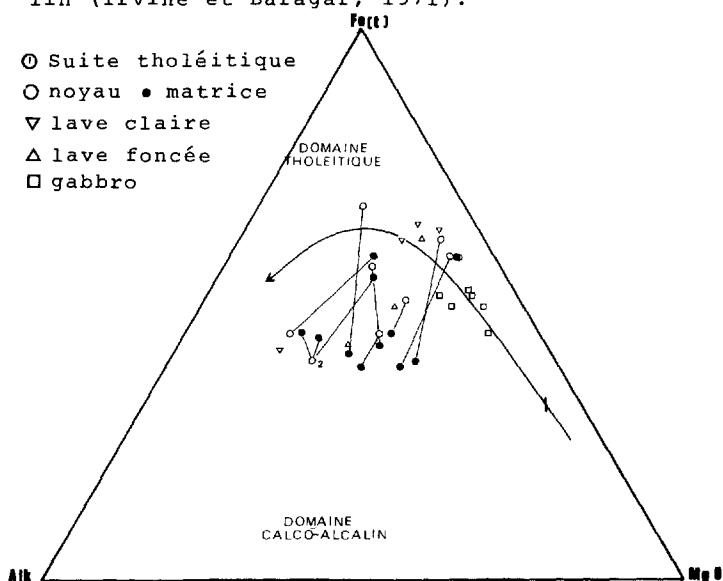


FIGURE 18 - Diagramme ternaire AFM. La ligne sépare les champs calco-alcalin et tholéitique.

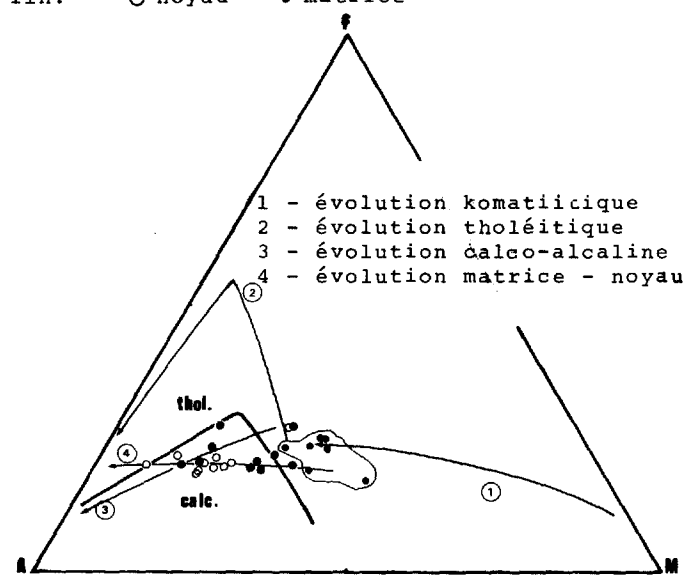


FIGURE 19 - Diagramme ternaire AFM de Jensen (1976) O noyau • matrice □ gabbro

à la spilitisation des laves basiques. Toutefois, l'albite n'est présente que sous forme d'altération (métamorphisme schiste-vert) et en petite quantité. La présence de zones enrichies en épidote dans des laves basiques a fait l'objet de plusieurs études. Reed et Morgan (1971), Smith (1968) et Vallance (1974) décrivent la présence d'épidote sous diverses formes dans des laves basiques due à une altération postérieure à la mise en place. Bien que s'apparentant de loin à la spilitisation, on peut

aborder l'épidotisation des laves selon les principales hypothèses citées par Amstutz (1974) i.e.

- origine primaire
- origine hydrothermale ou autométamorphique
- origine diagénétique ou métamorphique

La présence d'épidote se remarque en "haut" des coussins, dans la matrice entourant les coussins et même dans des séquences détritiques associées. Les formes

sont anguleuses ou arrondies, la taille variable. De tels phénomènes d'altération ont été signalés dans les laves plus jeunes, se disposant en travers des contacts intercoussins ou dans les points triples (M. Chau comm. pers.). A partir des données de Villemontel, on peut énoncer les hypothèses suivantes:

- remplissage des cavités pendant et après la mise en place par des fluides hydrothermaux
- phénomène d'échange chimique pendant la mise en place en relation avec la composition de l'eau de mer
- phénomène métamorphique postérieur, formation et concentration des minéraux typomorphes épidote-chlorite.

Etant donné leur habitus multiple, une origine autométamorphique pendant et après la mise en place des coussins paraît satisfaisante. Une origine métamorphique postérieure cadre mal avec le fait que les noyaux ne sont jamais déformés.

Le fait que les noyaux se rencontrent "en haut des coussins" par endroits, peut être la preuve que l'épidotisation/silicification s'est faite pendant que le coussin était encore semi-solide; le noyau étant plus léger, il a pu monter par gravité. Le remplissage des cavités par l'épidote n'explique pas le fait que des noyaux de petites tailles aient été dispersés aussi bien dans la lave que dans les tufs aquagènes adjacents. Alsac (1977, pp. 10, 11) arrive à la conclusion que ces noyaux sont "antérieurs au métamorphisme" et que le changement est dû à une épidotisation et une silicification des centres des coussins (figure 20).

Des laves claires ont été analysées sans tenir compte des couples noyaux-matrice. Elles ont été échantillonnées sur un grand affleurement (lots 3, 4 et 5, rang III) selon une coupe nord-sud. Un des échantil-

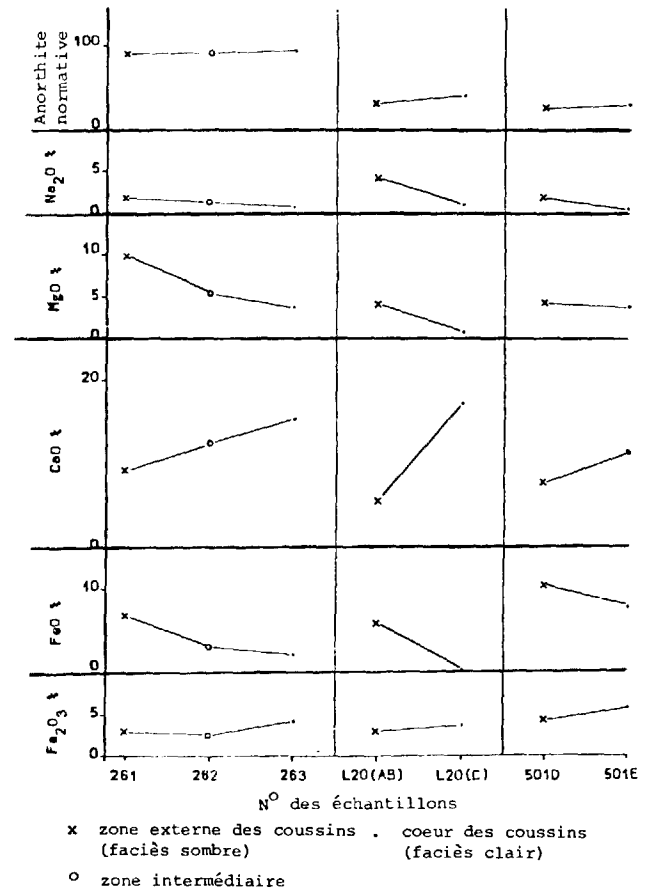


FIGURE 20 - Variations chimiques entre zones interne et externe des coussins. D'après Alsac (1977), p. 10.

lons se situe au nord de cet affleurement. La chimie (tableau II) a montré une différence entre ces roches plutôt basiques et les autres laves claires ayant un aspect semblable. Sur cette série d'affleurement Newconex Exploration avait déjà fait la différence entre dacite au sud, andésite au nord. La figure 19 en fait des basaltes tholéitiques; les roches sont situées sur la ligne de démarcation basalte-andésite de Streckeisen (1978). Il y a une nette différence entre les deux types de coulée, celle au nord (andésite calco-alcaline) et celle du sud (basalte tholéitique). Les diagramme ternaires calco-alcalins en font des basaltes riches en  $K_2O$  (figures 39 et 40). Dans la figure 42, on note que les analyses s'inscrivent sur la courbe à tendance tho-

TABLEAU II - Analyses chimiques de laves claires.

NO LAB.		78-9701	78-9702	78-9703	78-9704
ECHAN.		JML 56	JML 28.1	JML 41B	JML 23.1
OXYDES	SiO <sub>2</sub>	52.00	52.50	52.50	64.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.10	13.35	12.80	14.40
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*	3.80	4.10	2.46
	FeO	*	12.40	11.00	3.35
	MgO	6.10	6.55	6.05	2.24
	CaO	11.55	4.75	6.85	4.45
	Na <sub>2</sub> O	1.20	0.73	0.65	5.22
	K <sub>2</sub> O	0.05	2.45	1.35	0.43
	TiO <sub>2</sub>	0.73	0.85	0.80	0.79
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.22	0.22	0.17
	MnO	0.18	0.29	0.34	0.07
	S	0.29	0.05	0.03	0.02
	Fe t. en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.20	----	----	----
	PAF	1.15	2.00	2.20	1.80
	TOTAL	99.61	100.03	98.96	99.42
	ELEMENTS	Cu	51	15	13
Ni		198	270	170	34
Co		32	34	27	15
Cr		300	320	260	26
Rb (en ppm)		16	76	31	8
Sr		250	180	130	230
Ba	370	550	410	130	

\* Teneur en soufre trop élevée pour doser FeO et calculer Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vrai.

léitique; la figure 18 montre les mêmes évidences.

A partir des diagrammes on peut déduire des variations de composition d'échantillons provenant d'affleurements ayant des allures très semblables. Cela donne donc la possibilité de séparer les coulées non pas sur des critères de terrains (puisqu'ils n'existent pas) mais sur des critères chimi-

ques. Dans Villemontel le manque d'affleurement continu rend le travail de stratigraphie presque impossible.

En même temps que les éléments majeurs, plusieurs éléments-traces ont été analysés. Il s'agit de quatre métaux importants et de Rb, Sr et Ba. Pour le cuivre, on ne décèle aucune règle générale entre noyau et matrice; généralement, les matrices sont plus riches en nickel et en chrome que les noyaux, il en va de même pour le cobalt. Concernant le rapport Rb/Sr, la figure 21 montre qu'entre noyau et matrice il n'y a pas de concentration majeure pour l'un ou pour l'autre des éléments, et que le rapport Rb/Sr est variable de 0.01 à 0.1. Les calculs sont toutefois difficiles puisque plusieurs analyses donnent moins de 5 ppm de Rb. Concernant les éléments pris seul à seul, la figure 22 montre une relation directe entre K et Rb. Puisque les matrices sont plus riches en K<sub>2</sub>O que les noyaux, on retrouvera la même relation pour Rb; la figure montre en outre que la tendance des laves est située au-dessus de celle de la moyenne de laves basiques des ceintures vertes. La figure 23 montre aussi une relation directe entre Ba et K<sub>2</sub>O, donc augmentation du barium dans la matrice. La tendance est conforme à celle des laves basiques des ceintures vertes. La figure 24 au contraire, montre qu'à pourcentage K<sub>2</sub>O constant la distribution du strontium peut être très variable. Il n'y a pas de concentration particulière dans le noyau ou dans la matrice. Notons que le noyau étant plus riche en calcium on pourrait s'attendre à ce que le strontium suive cette tendance.

Toutes les laves claires ne sont pas homogènes. Généralement, les structures ne sont pas apparentes sur l'affleurement. Beaucoup d'échantillons ont été coupés à la scie et ont révélé des structures

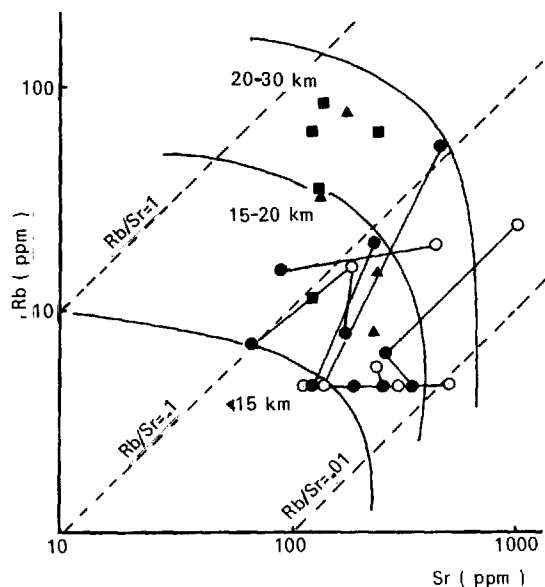


FIGURE 21 - Diagramme Rb vs Sr. D'après Windley (1977), p. 332, modifié.  
 O noyau • matrice ▲ lave foncée ■ tuf

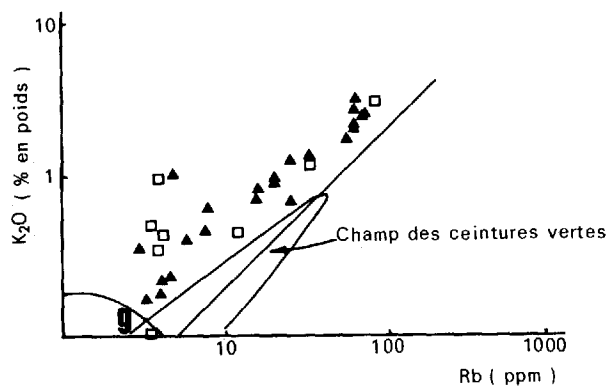


FIGURE 22 - Diagramme  $K_2O$  (% en poids) / Rb (ppm). D'après Lambert *et al.* (1976), pp. 382-383, modifié.  
 □ roche pyroclastique ▲ lave claire et foncée ▭ champ des gabbros.

inattendues. Ce sont en général:

- 1 - Des variations de couleur du vert foncé au vert clair et au blanc, dues aux pourcentage d'épidote-chlorite-amphibole ... etc.
- 2 - Des lentilles de quartz, (probablement des verres recristallisés) liées à des variations lenticulaires de couleur. (Variations du % des minéraux foncés) (figure 25).

- 3 - Des éléments de composition différente sous forme de noyaux, de nodules et de brèches intraclastiques liés à des variations de couleur et à des phénomènes de fluage. Le passage entre les différents éléments peut être graduel ou net.
- 4 - Des brèches (sédimentation interne des coulées), noyaux anguleux dans une matrice de composition et de couleur différente. Phénomène de brèche de sommet de coulée ou brèche intra-coulée. Formation de proto-coussin dans une matrice hyalo-clastique ... etc (figures 26 et 27).

Il faut chercher l'explication de ces phénomènes dans les mécanismes de mise en place des laves. Les causes principales sont les hétérogénéités chimiques locales dans les coulées, les phénomènes de cristallisation différentielle et les hétérogénéités mécaniques lors de l'écoulement. Il faut ajouter à cela le métamorphisme au faciès schiste-vert qui a oblitéré systématiquement les minéraux et qui a pu se faire de

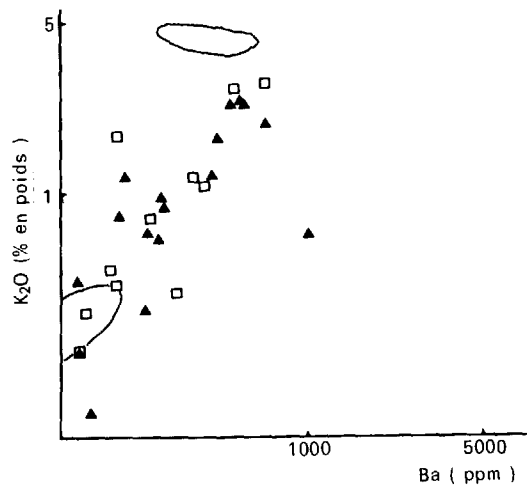


FIGURE 23 - Diagramme  $K_2O$  (% en poids) / Ba (ppm). D'après Lambert *et al.* (1976), modifié.  
 □ roche pyroclastique ▲ lave claire et foncée ○ champ des ceintures vertes.

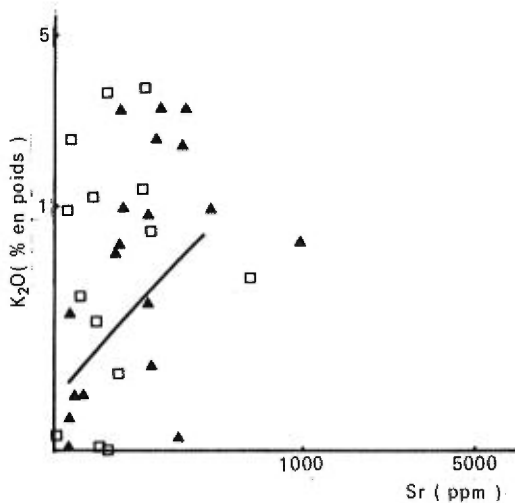


FIGURE 24 - Diagramme K<sub>2</sub>O (% en poids)/Sr (ppm). D'après Lambert *et al.* (1976), modifié. ▲ lave claire et foncée □ roche pyroclastique / champ de ceintures vertes.

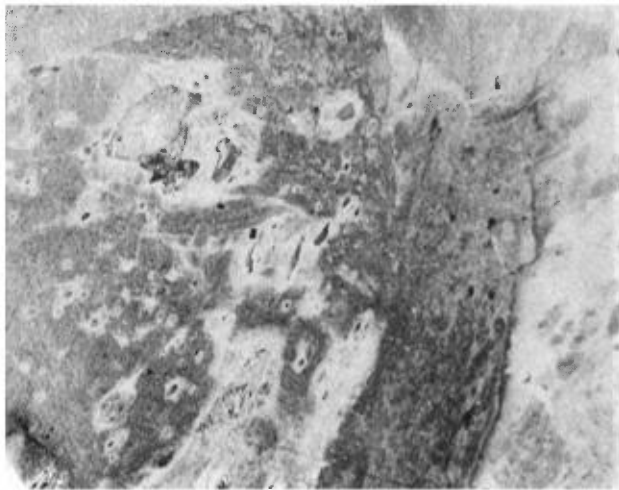


FIGURE 25 - Hétérogénéité de composition dans une lave claire. 1X.

façon non homogène dépendant des types de roches et de leurs caractéristiques mécaniques.

La forme des coussins est souvent quelconque. Il est dans ce cas impossible de mesurer les polarités. Généralement, les coussins ont des tailles variables pouvant aller jusqu'à 1 mètre. La bordure de trempe est généralement mince et la matrice hyalo-clastique pratiquement absente. Quelques



FIGURE 26 - lame mince montrant des brèches de noyaux leucocrates et des brèches intracoulée dans des laves claires. Lumière naturelle. 2X.

affleurements montrent des zones enrichies en pyrite-pyrrhothine entre les coussins. L'affleurement du lot 11 dans le rang IX est un bel exemple qui montre d'épaisses bordures de trempe et des matrices importantes. Un autre affleurement dans le lot 5 du rang X montre des coussins ayant quelquefois des formes allongées et perpendiculaires entre elles (figures 28, 29). Dans ce cas les polarités ne sont pas mesurables. Cet affleurement montre aussi de très belles brèches de sommet de coulée passant à des laves à coussins (figure 30) déjà amplement décrites par Dimroth *et al.*, (1978). On note, en outre, la présence de brèches entre des coussins et ayant une forme de tube. Ici, il n'est pas possible de confondre ces brèches avec les noyaux leucocrates rencontrés ailleurs. Dans plusieurs cas (p. ex. lot 14, rang VIII où on

trouve un affleurement particulièrement difficile à interpréter), les brèches de sommet peuvent ressembler à des noyaux puisque les éléments sont anguleux ou allongés et même plissés de façon symétrique. Une analyse microscopique d'échantillons de cet affleurement milite en faveur d'une structure primaire n'ayant pas de rapport direct avec la formation des coussins (figure 27). Des coussins montrant une zonation sont très rares et n'ont été trouvés que sur un affleurement dans le lot 13 du rang VIII. Le deuxième type important de roches volcaniques est représenté par des laves foncées



FIGURE 27 - Lame mince montrant des brèches de noyaux leucocrates et des brèches intracoulée dans des laves claires. Lumière naturelle. 2X.

à grain fin dans lesquelles peuvent se développer de très beaux coussins. Ces laves sont relativement peu étendues et très souvent associées à des roches d'aspect détri-



FIGURE 28 - Coussins montrant une bordure de trempe très épaisse. Lave foncée; lots 27-28, rangs VII-VIII.

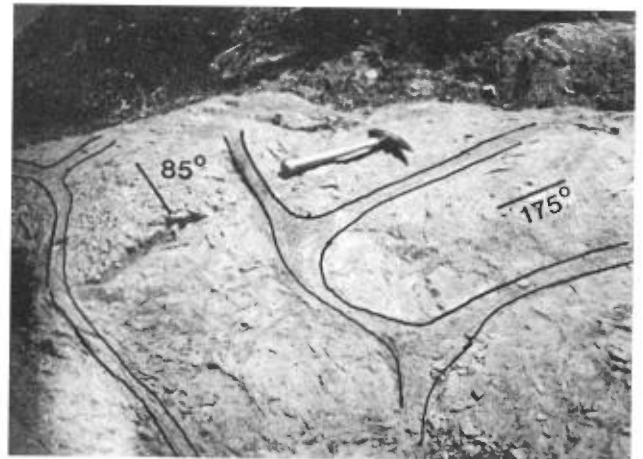


FIGURE 29 - Coussins ayant des directions d'allongement perpendiculaires. Noter l'épaisseur des zones de trempe. Lot 5, rang X.

tique dont une série d'affleurements se situe au nord du canton (lot 11 du rang IX, lots 27 et 28 des rangs VII et VIII, lots 34, 35 et 36 du rang IX et lot 55 du rang VIII). Il n'est pas possible, étant donné le faible pourcentage des affleurements, de dire s'il s'agit d'un horizon continu.

#### LAVES FONCEES

Les échantillons de laves foncées sont gris, noirs ou verts et peuvent conte-



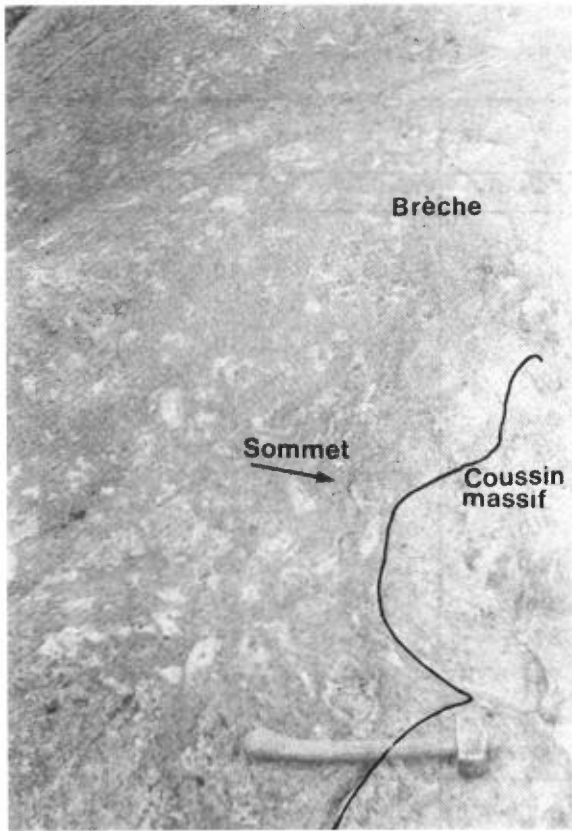


FIGURE 30 - Brèche de sommet de coulée. Lave claire.

nir des noyaux ou des hétérogénéités leucocrates (figure 31). On note, en outre, des brèches à la base et au sommet de la séquence de tufs aquagènes de l'affleurement des lots 27 et 28 des rangs VII et VIII. Ce même affleurement exhibe de plus des bordures de trempe épaisses le long desquelles on note des concentrations d'alvéoles de quartz et calcite se dissipant vers le centre du coussin (figure 32). Au microscope, les échantillons présentent une mésostase fine et moyenne contenant moins de minéraux foncés que les laves claires. Ils se composent de quartz, plagioclase  $An_{20-30}$ , d'amphibole claire, de peu d'épidote et de peu de chlorite. Il n'y a pas de doute que l'épidote et la chlorite cause la couleur verte dans les laves claires dominantes. Dans les laves foncées on trouve beaucoup de phénocristaux de plagioclase  $An_{30}$ . Trois échan-



FIGURE 31 - Photographie de lame mince entière montrant l'hétérogénéité de composition et les éléments nodulaires. Lumière naturelle. 2X.

tillons ont été analysés (tableau III), leurs compositions étant éloignées, il semble qu'il n'existe pas de relation directe entre la couleur de la roche et sa composition. La figure 14 montre un pourcentage d'alumine constant et une grande variation de la basicité du plagioclase; sur le diagramme AFM, deux des trois échantillons se situent dans le champ calco-alcalin, au même titre que les laves claires à noyaux. Dans la figure 33, les trois analyses tombent dans le champ des andésites à caractère tholéitique. La figure 19 (AFM de Jensen) confirme le fait que l'on a affaire à 2 roches différentes, l'une calco-alcaline et l'autre tholéitique. La variété des laves foncées rend l'analyse statistique impossible et les tentatives stratigraphiques pour le moins hasardeuses. Beaucoup de roches foncées échantillonnées sous le terme *lave* se sont

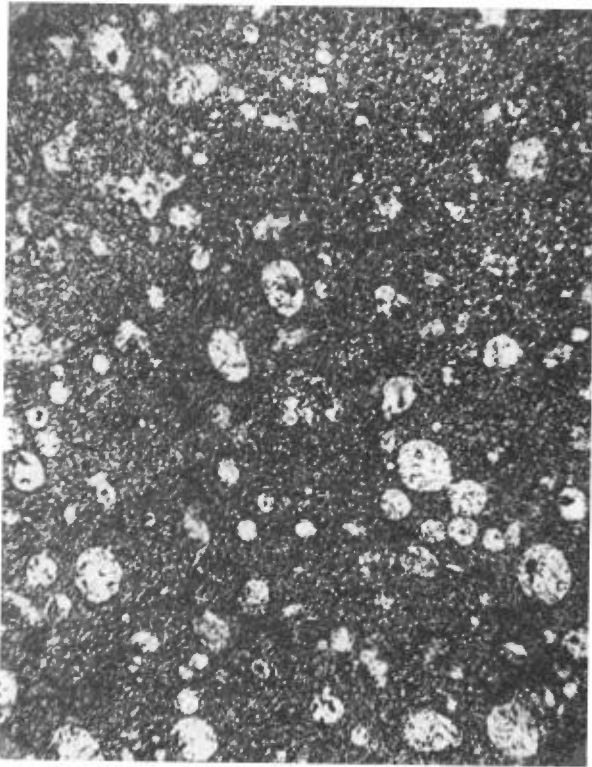


FIGURE 32 - Photographie de lame mince entière montrant une lave foncée à nodules de quartz et calcite. Lumière naturelle. 2X.

révélées, au microscope, des roches pyroclastiques appelées sur le terrain *tuf aquagène* d'après Carlisle (1963), (M. van de Valle, communications pers.). Ces roches détritiques peuvent se confondre avec des laves. Toutefois pour les 4 groupes d'affleurement mentionnés plus haut, la roche montre un litage ou une schistosité (foliation) donnée par des micas et montre des structures sédimentaires. Sur un affleurement ces roches ont un habitus nettement interstitiel remplissant les espaces entre les coussins en voie de déformation. Dans ce cas l'orientation des micas est discordante sur les contacts entre coussins et tufs aquagènes (figure 34). Ces derniers peuvent être associés à des coussins contenant eux aussi des noyaux leucocrates anguleux donnant à la roche un aspect conglomératique par endroits. L'idée de transport sur une longue distance est à rejeter dans ce cas. Une

TABLEAU III - Analyses chimiques de laves foncées.

	NO. LAB.	78 -	78 -	78 -
		9710	9709	9682
	ECHAN.	AC.08.A	AC.09	AC.11.A
OXYDES	SiO <sub>2</sub>	59.10	53.40	61.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.00	13.40	14.60
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.62	2.25	1.25
	FeO	5.65	11.30	5.40
	MgO	4.94	6.15	3.98
	CaO	7.88	7.36	5.67
	Na <sub>2</sub> O	3.14	1.00	4.48
	K <sub>2</sub> O	0.14	1.20	0.37
	TiO <sub>2</sub>	0.92	1.02	0.83
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.23	0.17
	MnO	0.16	0.45	0.13
	S	0.04	0.04	0.03
	PAF	0.60	1.40	1.00
	TOTAL:	99.42	99.24	98.95
ELEMENTS	Cu	41	12	58
	Ni	163	193	91
	Co	31	32	23
	Cr	240	260	200
	Rb (en ppm)	<5	26	<5
	Sr	110	90	110
	Ba	74	190	210

coupe d'affleurement située dans les lots 27 et 28 des rangs VII et VIII donne:

- lave foncée à coussins
- séquence gréseuse contenant des siltstones (5 m)
- lave foncée à coussins
- lave foncée à coussins
- brèche d'origine volcanique
- séquence gréseuse
- séquence conglomératique (terme général) (30 m) (figures 35, 36).
- brèches volcaniques (figure 31)
- séquences gréseuses à stratification convolutive (2 m) (figure 37)
- lave foncée à gros coussins
- lave foncée massive.

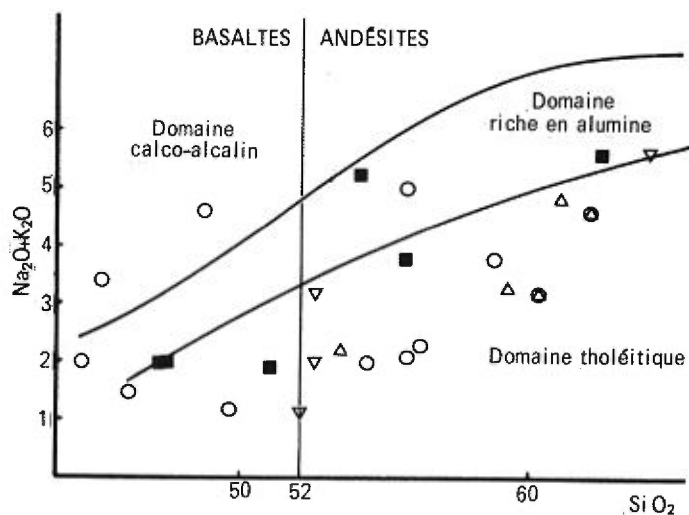


FIGURE 33 - Diagramme  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  vs  $\text{SiO}_2$ .  
 $\nabla$  lave claire  $\Delta$  lave foncée  $\blacksquare$  tuf aquagène  
 $\circ$  tuf  $\odot$  grauwacke



FIGURE 34 - Tuf aquagène (T) dans une brèche de sommet de coulée. Les proto-coussins (B) sont très leucocrates.

Les affleurements montrent une grande intimité entre coussins et tufs aquagènes; l'un englobant l'autre. Il est clair que leur mise en place est synchrone et liée au comportement des laves en milieu aqueux. Dans le complexe plus haut, la séquence détritique montre un aspect conglomératique évident. Cette caractéristique ne

se retrouve cependant pas ailleurs. En lame mince, les éléments se détachent par érosion différentielle; sur l'affleurement ils ne se sont pas révélés être des éléments allochtones. La roche litée est composée de quartz, de biotite et d'amphibole finement cristallisée. Les éléments arrondis sont plus durs parce qu'ils contiennent moins de minéraux ferromagnésiens (muscovite-biotite). On rencontre d'abord une auréole complètement dépourvue de minéraux ferro-magnésiens, puis une zone où il y a légère augmentation de ces minéraux, mais encore 4 fois moins que la matrice en possède (figure 38). Le contact est net. En général, ces roches détritiques sont riches en quartz, biotite et amphibole. Le pourcentage du plagioclase et des amphiboles est variable, ce qui fait



FIGURE 35 - Tuf aquagène à aspect conglomératique.



FIGURE 36 - Tuf aquagène à aspect conglomératique. Le sommet est à droite.

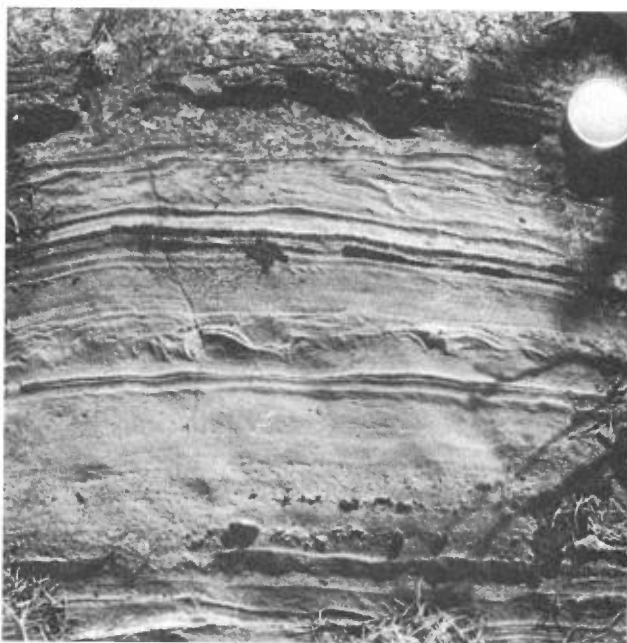


FIGURE 27 - Stratification convolutive dans un tuf aquagène; le sommet est vers le bas. Lots 27-28, rangs VII-VIII.

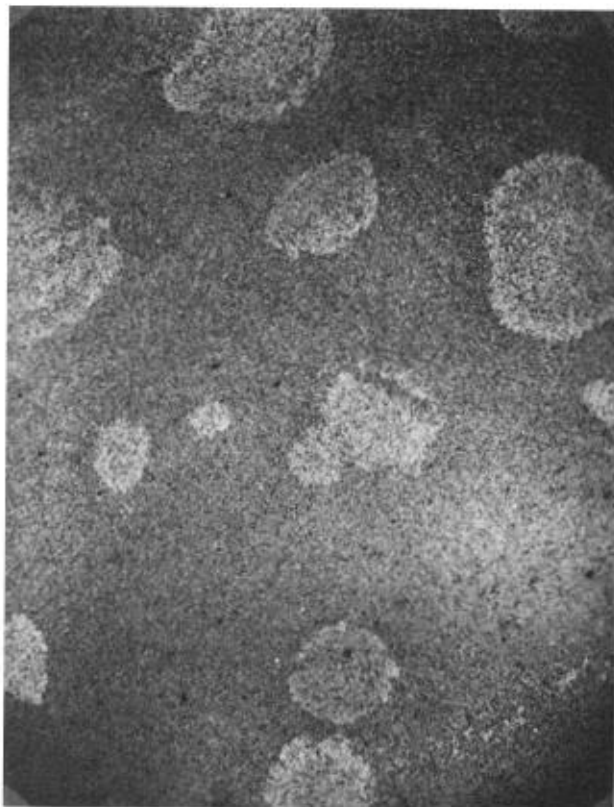


FIGURE 38 - Photographie de lame mince montrant des nodules pauvres en muscovite et biotite ainsi que la bordure les séparant de la matrice. Lumière polarisée. 2X.

varier la basicité de la roche. La mésotase contient des phénocristaux de plagioclase An et peut contenir de la chlorite, de l'épidote et de la zoïsite. Les hétérogénéités de composition sont courantes: amas d'amphiboles, zone de quartz recristallisé, alternance de bandes de mica, de quartz et d'opales. La roche peut prendre l'allure d'une amphibolite. Les micas blancs sont présents par endroits. Des analyses chimiques ont été effectuées (tableau IV). Six analyses montrent des variations en  $K_2O$  (dépendant du pourcentage de biotite et de muscovite dans la roche). Les roches ont un contenu en silice relativement bas et la figure 33 montre que trois tufs aquagènes appartiennent au domaine des basaltes tholéitiques et que les autres tufs sont en

majorité plus acides et dans le domaine tholéitique. Deux grauwackes intra-volcaniques, dont l'habitus et l'allure ne sont pas les mêmes que les tufs aquagènes ont aussi été analysés. La relation entre ces grauwackes et les volcaniques est inconnu puisque les affleurements ne sont pas assez continus pour montrer un contact. Les figures 39 et 40 montrent des roches de composition nettement basaltiques dont deux sont riches en potassium. Dans la figure 41, trois tufs aquagènes sont dans le domaine tholéitique, 3 tufs aquagènes et 2 grauwackes sont dans la suite calco-alcaline. Il y a une nette différence entre la figure 33 et la figure 41. La figure 42 les décrit beaucoup mieux et montre que les tufs aquagènes ont généralement des compositions de basaltes tholéitiques. La figure 43 confirme l'appartenance des tufs aquagènes à la suite tholéitique. Les figures 33, 41 et 42 montrent que des roches appartenant à la suite tholéitique peuvent être riches en minéraux alcalins et que dans ce cas un diagramme n'est pas suffisant pour situer les roches dans un domaine particulier.

Dans les laves aussi bien claires que foncées, on trouve des bancs de chert (ou roche apparentée) ayant des faibles épaisseurs (1 à 5 mètres). Ces roches sont très souvent leucocrates et montrent un litage évident, toutefois plusieurs échantillons sont sombres, verts ou pourpres. En lame mince, ces derniers se révèlent être des roches sédimentaires de type siltstone, contenant épidote et chlorite en faible quantité. Un échantillon seulement s'est avéré être un chert recristallisé. Ces roches ne se présentent qu'en très faible pourcentage. Elles sont interlitées dans des coulées de façon aléatoire et ne constituent pas d'horizons repères. Elles sont en relation génétique avec les tufs aquagènes.

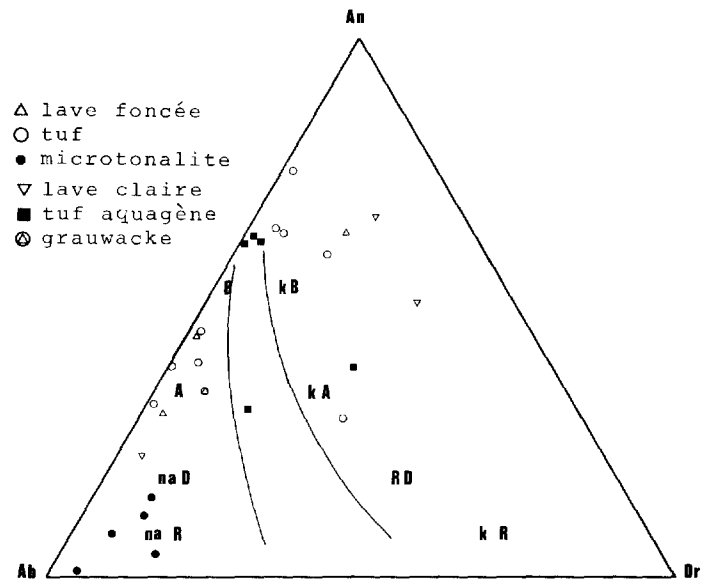


FIGURE 39 - Diagramme ternaire calco-alcalin.

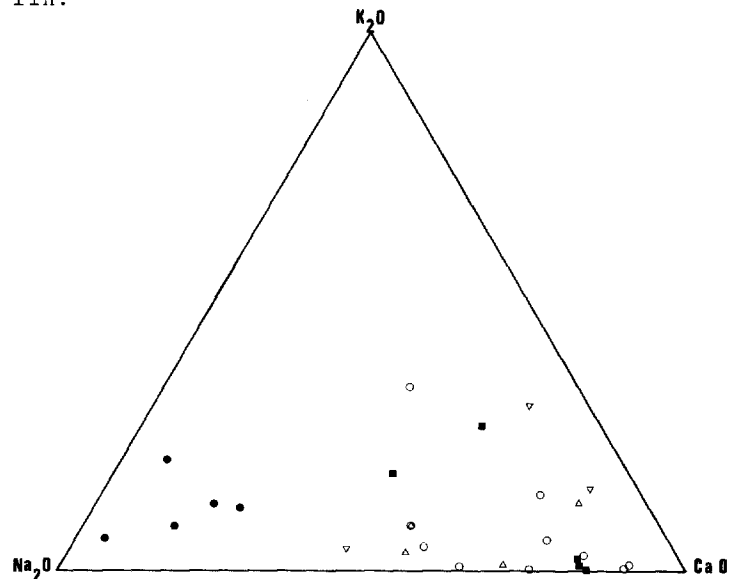


FIGURE 40 - Diagramme ternaire calco-alcalin. Voir symboles à la figure 39.

#### ROCHES PYROCLASTIQUES

Les roches pyroclastiques normales, i.e. les tufs, forment le quatrième plus important type de roche de la région. Ce sont des roches interstratifiées avec des laves massives ou à coussins et qui se sont déposées sur des surfaces d'érosion comme le montrent certains affleurements. En d'autres occasions les affleurements de tufs sont situés dans des laves et il n'est pas possible de voir les relations

TABLEAU IV - Analyses chimiques de tufs et de tufs aquagènes.

NO. LAB.	78- 9692	78- 9693	78- 9694	78- 9695	78- 9696	78- 9697	78- 9698	78- 9663	78- 9688	78- 9661	78- 9705 +	78- 9706 +	78- 9707 +	78- 9708 +	78- 9675 +	78- 9676 +		
ECHAN.	JML.34.1A	JML.59	JML.36C	JML.18.2A	JML.35	JML.64	AJ.14.A	AC.100	AJ.11	AC.88	JML.07	JML.05.1B	JML.05.1C	JML.06.C	AC.79.1B	AC.09.C		
OXYDES	SiO <sub>2</sub>	54.30	58.75	55.70	52.20	48.75	56.15	49.65	44.45	45.20	46.15	49.75	47.20	51.00	50.40	55.60	62.25	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.00	14.20	17.35	15.00	14.40	13.15	14.00	8.75	12.85	13.35	14.00	14.15	13.00	15.50	15.65	15.70	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.90	2.89	1.87	4.15	2.65	2.65	4.86	2.14	1.65	*	4.70	4.65	6.00	1.93	*	1.52	
	FeO	7.40	7.60	5.60	8.10	9.46	7.30	7.46	6.43	8.56	*	9.00	10.60	9.25	8.30	*	4.50	
	MgO	3.95	3.14	5.12	4.43	6.20	4.03	5.31	2.83	4.00	4.24	5.90	6.86	4.20	8.55	5.20	2.95	
	CaO	9.05	4.92	3.20	6.67	8.10	5.43	12.05	18.20	10.40	11.40	10.60	9.37	8.60	6.13	5.85	4.55	
	Na <sub>2</sub> O	1.60	3.43	2.15	1.67	4.50	1.22	1.10	1.91	3.38	1.49	1.95	1.85	1.67	2.13	3.34	3.78	
	K <sub>2</sub> O	0.33	0.41	2.79	0.50	0.11	1.11	0.12	0.10	0.04	0.05	0.05	0.11	0.22	3.03	0.42	1.83	
	TiO <sub>2</sub>	1.46	1.17	0.64	2.08	0.90	0.73	0.96	0.75	0.94	0.95	0.92	1.00	1.17	1.00	0.83	0.85	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18	0.22	0.12	0.08	0.06	0.12	0.06	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.27	0.11	0.18	
	MnO	0.16	0.16	0.11	0.17	0.26	0.24	0.20	0.26	0.22	0.26	0.18	0.21	0.30	0.15	0.21	0.13	
	S	0.10	0.07	0.02	0.03	0.02	0.02	0.07	0.03	0.08	1.09	0.15	0.05	0.05	0.03	0.35	0.02	
	Fe t. en	----	----	----	----	----	----	----	----	----	14.40	----	----	----	----	11.20	----	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>																	
	PAF	3.55	3.05	4.75	4.75	3.50	6.70	3.10	14.30	11.65	8.18	2.15	3.25	4.10	2.00	1.30	1.05	
TOTAL;	99.91	100.00	99.49	99.91	98.95	98.90	98.82	100.20	98.68	100.62	99.30	99.36	99.63	99.55	99.76	99.34		
ELEMENTS (en ppm)	Cu	37	63	50	43	5	38	96	101	103	96	126	101	110	58	61	29	
	Ni	<1	8	49	98	84	23	72	21	76	115	65	70	32	235	65	53	
	Co	29	27	26	34	43	17	41	30	35	68	48	54	43	44	31	22	
	Cr	1	16	37	120	120	31	160	30	200	190	99	160	38	340	59	97	
	Rb	<5	<5	85	<5	<5	35	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	63	12	65
	Sr	150	210	170	650	150	140	100	170	130	110	80	90	170	240	130	110	
	Ba	120	300	490	160	60	400	36	30	24	26	36	58	130	670	160	170	

+ Tuf aquagène

\* Teneur en soufre trop élevée pour doser FeO et calculer Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vrai.

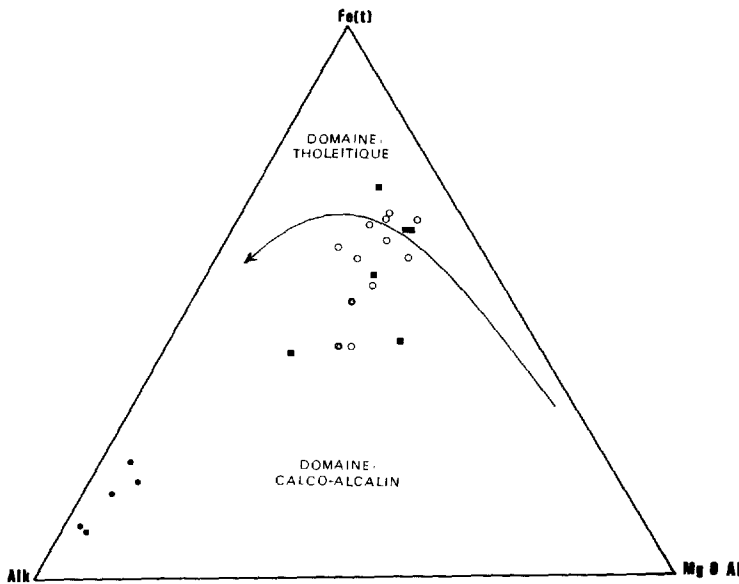


FIGURE 41 - Diagramme AFM  
 ■ tuf aquagène ○ tuf ⊙ grauwacke  
 ● microtonalite

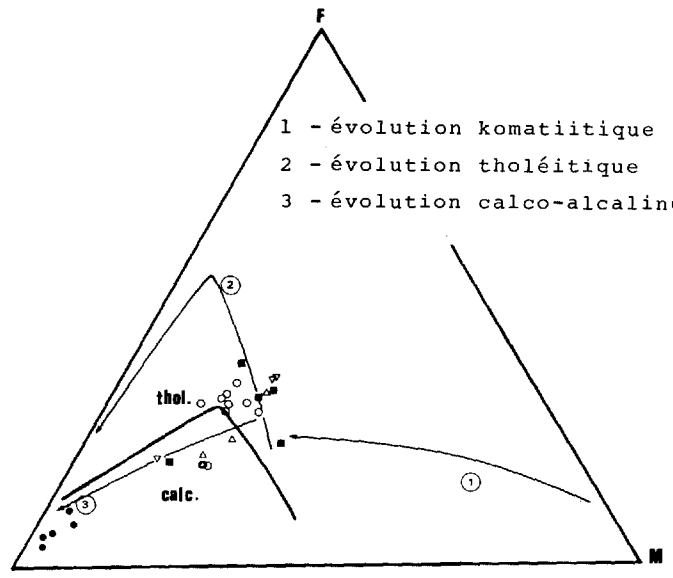


FIGURE 42 - Diagramme AFM de Jensen (1976).  
 ▽ lave claire △ lave foncée ⊙ grauwacke  
 ■ tuf aquagène ○ tuf ● microtonalite

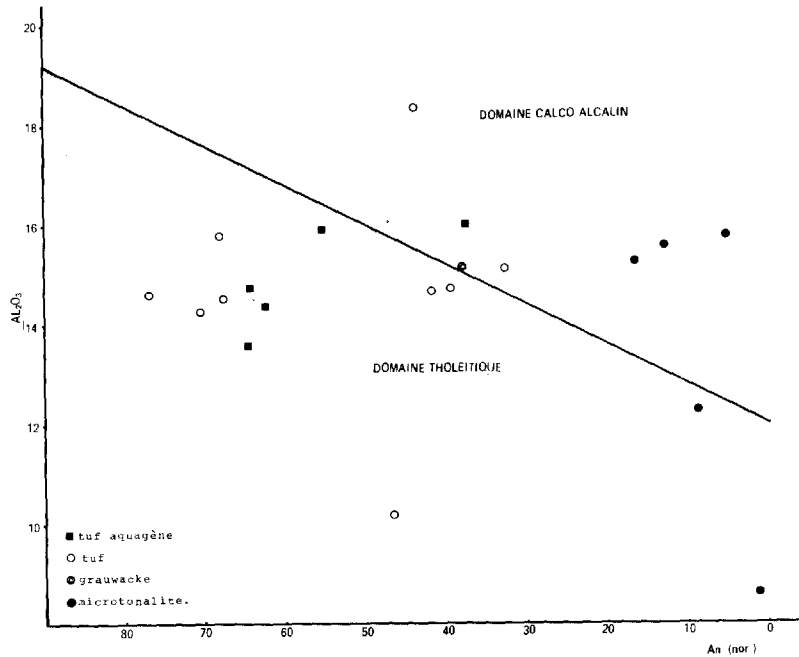


FIGURE 43 - Diagramme Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vs An (normatif).

entre les deux types de roche. Généralement, elles sont sombres avec des plans de stratification bien développés et des déformations plus marquées que dans les autres roches. En lame mince, ces roches sont parfois homogènes et se composent de quartz ou de

plagioclase An<sub>30</sub> et d'amphiboles; elles sont opaques et riches en épidote, calcite, quartz, plagioclase et contiennent des phénocristaux. La mésostase est toujours très fine et bien orientée. Lorsqu'elles sont hétérogènes, on note des variations

dans la composition des lits: zone à calcite, chlorite ou à quartz; le grain est variable. On a aussi des lames montrant des éléments finement grenus, apparamment allochtones, contenus dans une matrice plus grossière à plagioclase-chlorite-épidote-calcite. Plusieurs tufs montrent des débris ou des éléments extérieurs, i.e. de composition différente de la matrice, ce sont des noyaux à mésostase basique ou plus acide dans laquelle flottent des phénocristaux de plagioclase. On note des variations de basicité des éléments. En outre, les phénocristaux peuvent laisser la place à des nodules de quartz et calcite. On retrouve aussi des phénocristaux dans la matrice mais ceux-ci sont plus acides. Il existe quatre types de roche pyroclastique:

(1) tufs homogènes



FIGURE 44 - Photographie de lame mince entière montrant des noyaux étirés riches en épidote dans une matrice basique. Lumière naturelle. 2X

- (2) tufs à noyaux ou à débris (figure 44)
- (3) tufs agglomératiques (figure 45)
- (4) agglomérats (figure 46)

Dans ce dernier cas, les éléments déjà décrits, i.e. mésostase basique à intermédiaire à phénocristaux ou nodules de quartz, sont cimentés par une matrice tufacée, fine ou moyenne, de composition basique ou intermédiaire où les structures de fluage sont bien développées. Plusieurs tufs ont été analysés pour la chimie. La majorité des roches de la figure 33 sont des andésites et des basaltes appartenant au domaine tholéitique. Les figures 39 et 40 montrent que ce sont des roches pauvres en  $K_2O$  qui se situent dans le domaine sodique. La figure 41 montre que les tufs sont si-



FIGURE 45 - Photographie de lame mince entière montrant des éléments allochtones cimentés par un tuf basique. Lumière naturelle. 2X



TABLEAU V - Analyses chimiques de gabbros.

	NO. LAB.	10845	10846	10847	10848	10849	10850	10851
	ECHAN.	AG.39.9	AC.41	AC.36	AC.37	AC.42	AC.70.A	AC.96
OXYDES	SiO <sub>2</sub>	48.50	50.15	49.90	46.50	50.00	46.50	47.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.90	12.85	14.30	15.60	14.15	13.75	13.70
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.47	2.45	2.35	2.55	2.50	2.75	3.23
	FeO	6.56	7.46	7.55	6.30	8.17	8.80	8.23
	MgO	11.95	8.72	6.83	9.30	8.29	9.05	8.70
	CaO	12.10	12.73	11.33	12.15	9.90	12.00	13.25
	Na <sub>2</sub> O	1.50	1.15	2.17	1.24	2.05	1.39	1.15
	K <sub>2</sub> O	0.02	0.06	0.10	0.24	0.08	0.10	0.11
	H <sub>2</sub> O-	0.20	0.17	0.14	0.18	0.17	0.20	0.16
	H <sub>2</sub> O±	3.60	3.00	3.10	4.17	4.05	3.87	3.50
	TiO <sub>2</sub>	0.44	0.60	0.48	0.56	0.56	0.80	0.80
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03
	MnO	0.14	0.17	0.17	0.15	0.18	0.17	0.17
	CO <sub>2</sub>	0.26	0.13	0.60	0.60	0.26	0.40	0.30
	S	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.08	0.15
	TOTAL		99.78	99.76	99.12	99.68	100.44	100.01
ELEMENTS (en ppm)	Cu	38	178	110	54	138	180	137
	Ni	116	88	36	154	69	150	129
	Co	44	48	45	49	50	58	56
	Cr	700	155	22	365	120	580	560
	Rb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Sr	50	70	90	80	60	100	90
	Ba	24	<20	32	66	56	32	36

tués sur le trait d'évolution de la série tholéitique, l'AFM de Jensen raffine encore plus et montre que cette série tholéitique est plus riche en alumine que la série classique. La figure 43 confirme ce qui a été dit et montre une variation dans la basicité du plagioclase normatif. Il est donc possible que ces tufs aient eu une origine commune mais leur mise en place s'est effectuée à différents stades. En ce qui concerne les agglomérats et les tufs agglomératiques, il n'est pas possible de reconnaître la provenance des éléments allochtones sur d'autres affleurements. En effet,

aucune roche ne ressemble vraiment aux éléments que l'on retrouve dans les agglomérats. L'alternance tufs-laves montre l'importance de la phase d'éjection de composition plus basique que les laves claires, donc possibilité de sources différentes entre ces deux types de roche.

#### GABBROS

Les gabbros (tableau V) sont des roches intra- et extra-volcanique. De couleur vert clair, vert foncé et même très noir, ces roches sont relativement altérées. On



FIGURE 46 - Photographie de lame mince entière montrant des éléments allochtones étirés de grande dimension. La bande supérieure appartient à un dyke de gabbro intrusif montrant des structures de fluidalité (voir figure 48). Lumière naturelle. 2X

les retrouve interlitées avec des laves et il est souvent difficile de les différencier des laves grenues sauf par le fait que la roche est moins déformée, qu'elle ne contient ni noyau, ni coussin et que son altération peut être différente. Le contact entre les sills de micro-gabbro ou gabbro moyen peut être intrusif, i.e. avec bordures figées, ou normal (figures 47 et 48). Le grain est fin ou moyen, la roche homogène et la largeur des sills atteint 15 à 30 m. Lorsque les gabbros forment des stocks, ils sont foncés et ont une cristallisation parfois très grossière, voire "pegmatitique." En lame mince, ces gabbros présentent des plagioclases très noirs (dûs à l'altération), des amphiboles intersti-

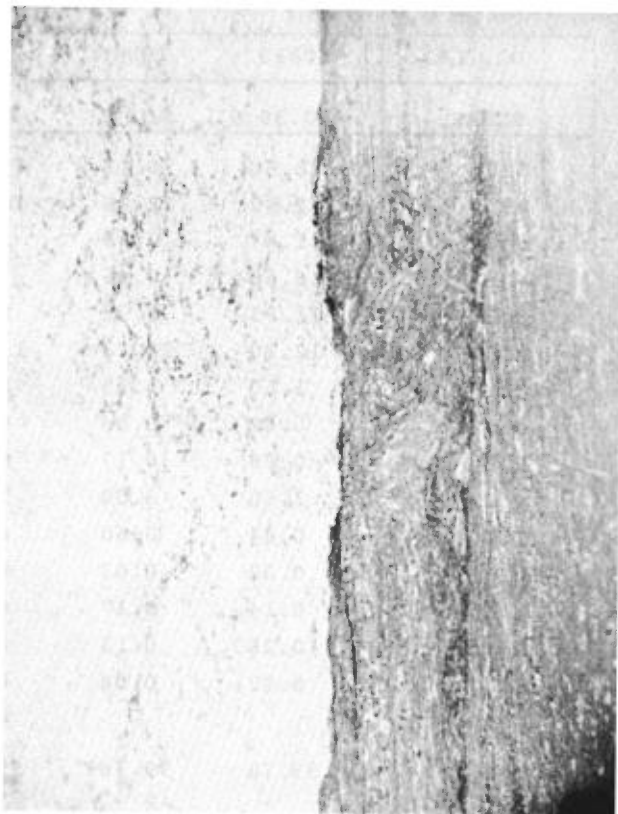


FIGURE 47 - Photographie de lame mince entière montrant un contact entre un gabbro et une lave. Noter la turbulence. Le gabbro n'a pas de bordure figée; le contact est considéré normal ou synchrone. Lumière naturelle. 2X

tielles et des reliques de pyroxènes; des minéraux d'altération comme la chlorite ou la calcite remplacent les amphiboles. Les gabbros ont généralement une minéralogie assez simple: amphibole et plagioclase très altérés, chlorite, épidote, calcite, peu ou pas de quartz. Les gabbros extra-volcaniques (i.e. intrusifs dans les laves et montrant des bordures figées) appartiennent à la suite tholéitique et sont moins évolués que les basaltes. Le diagramme AFM de Jensen peut laisser croire que ces roches constituent la fin de la série komatiitique (fin de l'évolution d'une série ultrabasique). Généralement, les gabbros sont homogènes sur l'affleurement et ne contiennent pas d'enclaves.



FIGURE 48 - Agglomérat montrant un dyke de gabbro discordant. Noter les structures de fluidalité dans le dyke (voir figure 46).

### TONALITES

Intrusives dans les laves au nord du canton, les tonalites ont été faussement décrites comme des "rhyolites intrusives"; le terme tonalite subvolcanique nous apparaît plus approprié (tableau VI). En effet, ces roches sont très leucocrates, sont à grain fin ou même aphanitiques par endroits et donnent l'impression d'être un énorme filon de quartz. En lame mince, il s'agit d'une mésostase à quartz et plagioclase ( $An_{20}$ ) dans laquelle flottent des phénocristaux trapus de plagioclase ( $An_{20}$ ) et d'orthose montrant des golfes de corrosion (figure 49). La roche n'est pas déformée; elle peut contenir des muscovites orientées selon une fluidalité notée dans certains échantillons. Les diagrammes montrent qu'il s'agit d'une roche très sodique qui pourrait se situer à la toute fin d'une série tholéitique différenciée. Les relations entre cette roche et les laves encaissantes sont inconnues. On sait que les microtonalites ne contiennent aucune enclave.

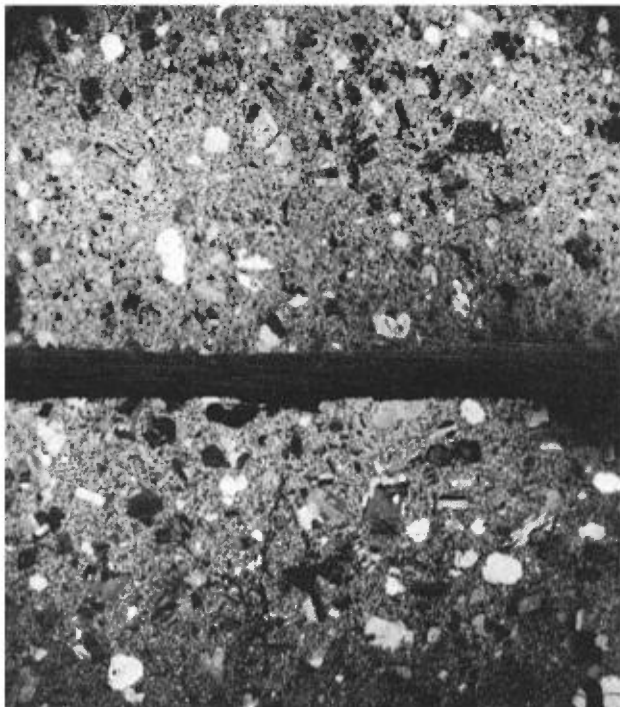


FIGURE 49 - Photographie de lame mince entière montrant la texture particulière et la composition des microtonalites. Lumière polarisée. 2X

TABLEAU VI - Analyses chimiques de tonalites

	LAB.	78-9683	78-9684	78-9685	78-9686	78-9687
	ECHAN.	AC.29	AC.43	AC.35.2	AC.35.1	AJ.15
OXYDES	SiO <sub>2</sub>	72.00	72.20	83.30	75.50	70.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.00	15.30	8.40	12.00	15.20
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.00	0.53	0.35	1.25	1.21
	FeO	0.45	0.26	0.26	0.65	0.64
	MgO	0.43	0.38	0.15	0.45	0.82
	CaO	2.17	0.62	0.26	1.10	1.78
	Na <sub>2</sub> O	5.95	5.90	4.75	5.75	6.40
	K <sub>2</sub> O	1.12	1.70	0.33	0.65	1.20
	TiO <sub>2</sub>	0.21	0.21	0.19	0.35	0.33
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04
	MnO	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04
	S	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	PAF	1.15	1.65	0.90	1.20	1.10
	TOTAL	99.60	98.88	98.96	98.98	98.83
ELEMENTS (en ppm)	Cu	7	47	7	15	4
	Ni	1	1	1	1	1
	Co	1	2	1	4	5
	Cr	2	1	1	3	4
	Rb	22	23	< 5	5	26
	Sr	130	130	290	95	170
	Ba	550	690	110	270	440

#### GRANODIORITE A HORNBLLENDE

Le massif intrusif situé au centre du canton est constitué d'une roche à granulométrie moyenne, de couleur rose, contenant des amphiboles. La roche est relativement homogène et elle contient divers types d'enclaves dont des amphibolites et des laves ou des roches pyroclastiques foliées en voie d'assimilation. Le seul contact que l'on connaisse se situe entre les lots 56 et 57 du rang VIII; la roche est intrusive dans un grauwacke considéré comme intravolcanique. Les enclaves rencontrées un peu partout dans le massif sont à l'évidence d'origine volcanique ou détritique mais peuvent être aussi dues à la concentration de l'amphibole selon une géométrie particulière. En lame mince, on note que la roche est altérée, qu'elle contient des grands plagioclases ( $An_{25}$ ) sub-automorphes plutôt altérés montrant une zonation donnée par des anneaux de séricite (figure 50). Le quartz n'est pas abondant et le feldspath potassique est interstitiel. Le minéral ferromagnésien dominant est une amphibole vert clair à incolore qui prend des formes automorphes en section basale. La biotite est plutôt rare et souvent chloritisée. Les minéraux accessoires sont le sphène et l'épidote et les minéraux opaques sont associés aux amphiboles. La roche que l'on pourrait appeler granodiorite (tendance tonalitique) à hornblende contient des enclaves d'amphibolite dont la quantité d'amphibole varie de 30 à 90%. On note que le degré de contamination de la roche augmente près des enclaves d'amphibolites.

#### MONZONITE

Au sud, le groupe de Caste est constitué par des paragneiss à biotite, grenat et muscovite à granulométrie moyenne et relativement altérée. Il y a variation dans le pourcentage du plagioclase ( $An_{25}$ ). Les

échantillons montrent des variations de composition qui sont manifestement dues à une source diversifiée. D'après la quantité de mica, ces roches ont des compositions proches d'une granodiorite. Les paragneiss sont en contact anormal avec les laves du fait que le métamorphisme est différent dans les laves et que les laves ont une structure verticale et que celle des paragneiss est sub-horizontale. Au sud des paragneiss, se trouve une roche leucocrate à granulométrie grossière parfois pegmatitique, de composition granodioritique et contenant de la muscovite et du grenat. En lame mince, le quartz et le plagioclase ( $An_{25}$ ) ont entre eux des contacts non linéaires; le microcline inter-granulométrique, la muscovite, la biotite et le grenat sont très communs. La présence de grenat et de mica dans les schlieren prouve que l'enrichissement en fer-magnésium et en alumine s'est fait avant la cristallisation.



FIGURE 50 - Photographie de lame mince entière montrant la texture d'une granodiorite à plagioclase zoné. Lumière naturelle. 2X.

La roche ne contient pas d'enclave mais beaucoup de pegmatite; celle-ci contient des microclines et des plagioclases cristallisés perpendiculairement à l'axe des dykes et également, contient souvent de la muscovite et du grenat. La composition chimique de la roche est proche d'une monzonite pauvre en minéraux ferromagnésiens.

#### DIABASE

Les dykes de diabase sont intrusifs dans toutes les unités décrites. On rencontre parfois la diabase en contact avec les roches volcaniques et la microtonalite. Généralement, les dykes ont une largeur de 100 m; leur granulométrie augmente vers le centre. Ils sont traversés de joints perpendiculaires à leur direction (figure 51). Au contact des autres roches, les diabases présentent des zones de trempe (bordure figée). En lame mince, les plagioclases ( $An_{45-50}$ ) sont très frais et forment des baquettes entre lesquelles sont cristallisés des pyroxènes et des amphiboles.

#### CONCLUSION

Le très petit nombre d'affleurements dans la région ne nous permet pas de comprendre tous les phénomènes qui s'y sont produits et nous force à des interprétations. L'allure de la structure dans le canton de Villemontel est basée sur des extrapolations. En admettant que la position de l'anticlinal déversé soit exacte, une fois les roches dépliées dans leur position originale, nous pourrions établir la stratigraphie suivante:

Haut de la séquence (nord de l'anticlinal)

- lave claire à coussins
- microtonalite
- lave foncée à coussins
- tuf aquagène

- gabbro lave claire à coussins granodiorite à hornblende
  - gabbro lave foncée à coussins
  - tuf
  - gabbro
- Bas de la séquence (nord de l'anticlinal)

Haut de la séquence (sud de l'anticlinal)

Groupe de Caste

discordance

- dacite
- andésite
- tuf
- gabbro
- lave claire
- lave foncée
- lave claire
- lave foncée
- tuf
- lave claire
- tuf
- lave claire
- gabbro
- lave claire

Bas de la séquence (sud de l'anticlinal).



FIGURE 51 - Système de joints conjugués dans un dyke de diabase. Lot 20 du rang IX.

Il n'est pas possible d'évaluer la position des centres d'activité volcanique. Un affleurement, en particulier, a montré de très belles structures de mise en place en milieu marin (i.e. coussins et brèche de sommet de coulée) permettant de déterminer

l'orientation du sommet. Afin de replacer ces polarités dans l'espace, il faut "déplier" les séquences et ceci ne sera possible que lorsqu'on aura étudié et compris comment les différentes phases de plissements ont affecté les roches. Une difficulté s'ajoute, celle de mesurer les polarités. Pour qu'elles soient valables, il faut qu'elles soient basées sur une étude statistique, ce qui n'est pas le cas dans Villemontel.

Une autre difficulté est la différenciation des tufs aquagènes des laves foncées sur le terrain. Ces deux types de roches sont très semblables; en lame mince, toutefois, la différenciation est plus facile. Les affleurements exhibants des tufs intra-volcaniques (aquagènes) sont un bel exemple de ce qui se passe lors des mises en place en milieu marin. Toutefois, la présence des amygdules (noyaux leucocrates) est difficile à expliquer même par le phénomène de pseudo-spilitisation. L'origine de ces tufs aquagènes est certainement liée à celles des laves à coussins adjacentes puisque les analyses de l'affleurement du lot 11 du rang IX (laves et tufs aquagènes) sont très semblables. Ces tufs ne peuvent être des émissions pyroclastiques indépendantes des coussins mais des phénomènes de sédimentation accompagnant ou étant dus à la mise en place des laves à coussins, comme c'est le cas des matrices hyaloclastiques. D'ailleurs, le seul échantillon d'argillite provient d'un affleurement de tuf aquagène. Ce qui tend à montrer qu'une sédimentation argileuse s'est faite en même temps que la formation des coussins. La présence de la biotite montre en effet que les tufs aquagènes sont des silts qui ont été à l'origine riches en argile, (à comparer au dépôt de Lahars, coulée de boue accompagnant les laves).

La chimie des laves montre qu'elles sont généralement plutôt intermédiaires

que basiques. Si on compare les roches de Villemontel à celles de Val-d'Or (figure 52), on note que leur distribution est semblable. La figure 52 donne en outre une indice sur la composition moyenne des roches environnantes (voir les analyses dans Alsac, 1977).

A titre d'exemple, et afin de comparer entre elles deux ceintures vertes, la ceinture Abitibi et la ceinture Frotet-Evans (Franconi, 1974), la figure 52 montre que beaucoup d'échantillons ont des compositions nettement basiques et sont situés dans la série tholéitique. Il semble en effet que la ceinture Abitibi (à la hauteur de Villemontel) soit beaucoup plus riche en lave intermédiaire que cette ceinture volcano-sédimentaire située plus au nord. En comparaison encore (figure 53), les amphibolites provenant des ceintures gneissiques du lac Evans (Ciesielski, 1978) ont aussi des compositions de basalte et il est évident que le volcanisme intermédiaire en soit pratiquement absent ou qu'il ait disparu.

La comparaison entre les figures 17, 40 et 54 montrent que les roches de Villemontel sont nettement plus potassiques que celles des groupes de Kinojévis, Malartic et Blake River. Les figures 19 et 42 se comparent à celle de Jensen (1976) (figure 55). On notera que les échantillons du groupe de Kinojévis sont nettement plus riches en fer que ceux de Villemontel qui sont à l'évidence plus acides. Les figures 18 et 41 se comparent bien au diagramme AFM donnant les statistiques des roches intermédiaires, basiques et ultra-basiques de l'Archéen du Canada et de l'Australie (figure 56). On notera les concentrations importantes d'andésites et de basaltes. La figure 57 montre les groupes de Kinojévis, Malartic et Blake River dans un AFM. On notera la gran-

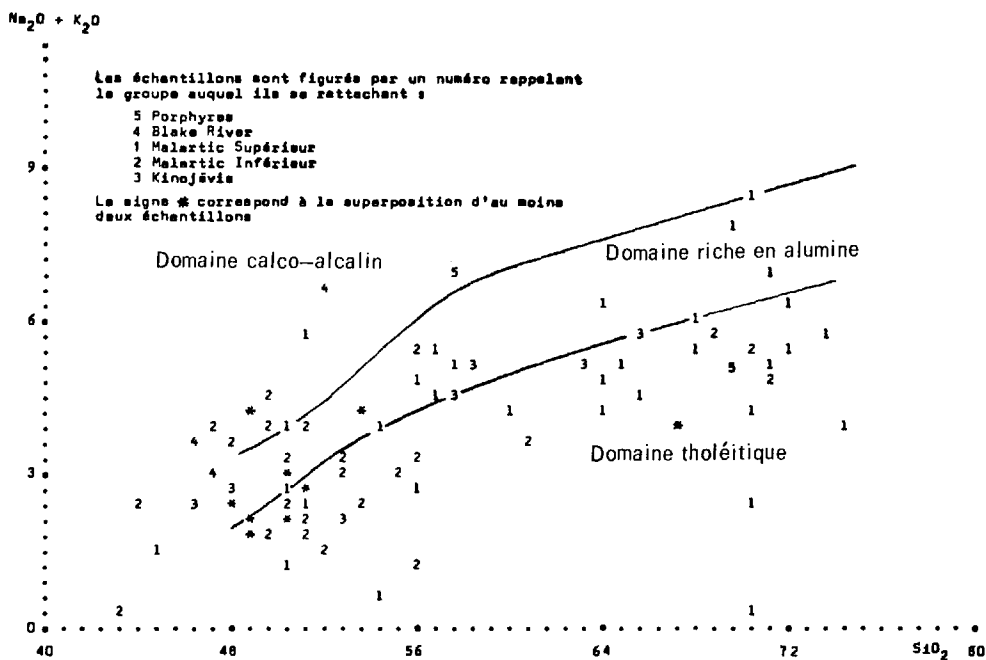


FIGURE 52 - Diagramme Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O vs SiO<sub>2</sub>. Volcanites de Val-d'Or. Tiré de Alsac (1977), p.14.

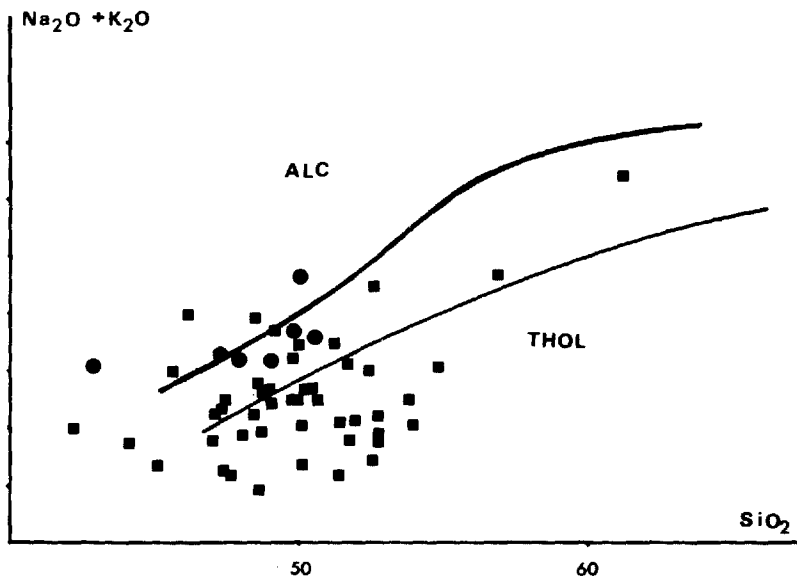


FIGURE 53 - Positions des amphibolites dans le diagramme Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O vs SiO<sub>2</sub> en comparaison avec les données de Franconi (1974). ● amphibolites, Ciesielski (1978) ■ basaltes, Franconi (1974).

de dispersion des analyses et leur tendance nettement alcaline (c'est le cas des roches de Villemontel). A partir de la littérature, il est difficile d'établir des correspondances géologiques entre la région de Villemontel et ses voisins puisque leur

géologie n'est pas encore publiée. Il est évident, une fois les données publiées, qu'il faudra faire une synthèse et établir, s'il le faut, des distinctions dans les roches du groupe Kinojévis qui, d'après nous ne sont pas toutes de la même appartenance.

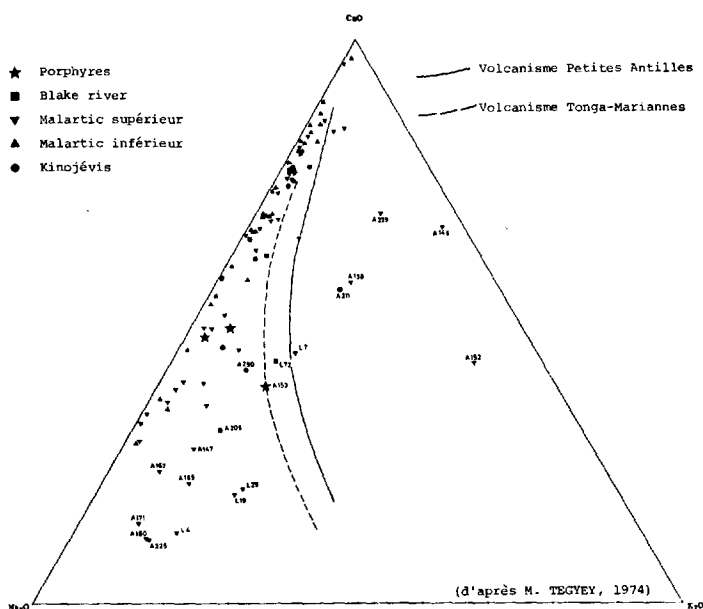


FIGURE 54 - Diagramme CaO - Na<sub>2</sub>O - K<sub>2</sub>O des volcanites de Val-d'Or. Tiré de Al-sac (1977), p. 12.

nance. En effet, les roches du canton de Villemontel sont très différentes de celles de Manneville qui s'apparentent plus à celles d'Aiguebelle, alors que celles de Trécesson sont relativement semblables à celles de Villemontel. L'autre problème majeur est le rapport entre les roches volcaniques et le groupe de Caste situé au sud. Il est clair que les relations entre roches gneissique et granitique et roches volcaniques ne seront connues que lorsqu'une étude détaillée des contacts sera effectuée. Le manque d'affleurements et les difficultés théoriques soulevées par ce problème rendent les choses difficiles. D'autre part, malgré de nombreux forages effectués dans ces zones de contact où souvent les carottes ont disparu, il faut se fier aux journaux de sondages qui ne sont souvent que très descriptifs.

Bien qu'il ne soit pas possible de tirer des conclusions quant à la tectonique régionale, les données de Villemontel étant trop fragmentaires, les éléments-traces placés dans le diagramme Rb/Sr (figure 21) don-

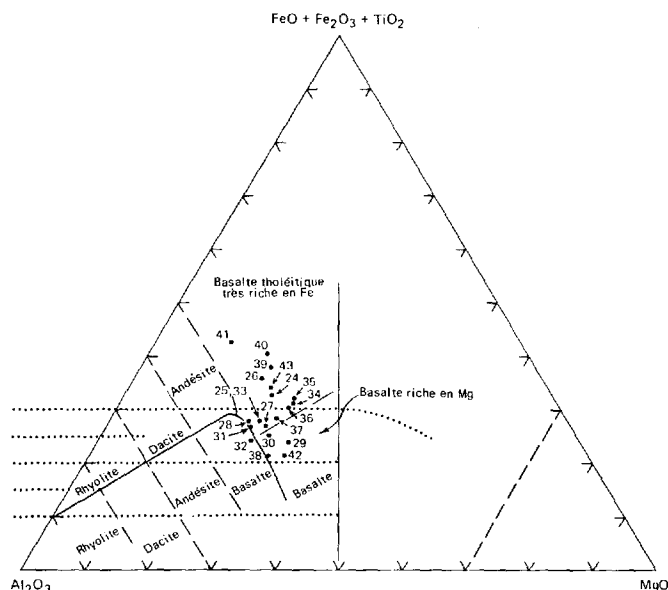


FIGURE 55 - Diagramme Fe - Mg - Al. Groupe de Kinojévis. Tiré de Jensen (1976), p. 14.

nent une approximation de l'épaisseur de la croûte volcanique dans la région de Villemontel. Bien que les points ne soient pas concentrés dans une zone en particulier, on peut dire que 20 km est une estimation raisonnable (comparer avec la figure 19.17 de Windley (1977) page 332). Les données de Windley donnent une estimation supérieure; ses exemples sont basées sur des roches plus basiques que celles de Villemontel.

A notre avis les gens qui feront des travaux de synthèse dans la région de Villemontel devront s'intéresser aux points suivants:

- position de la faille Destor-Manneville
- position de l'anticlinal de Villemontel
- origine des microtonalites
- relations entre le groupe de Caste et les laves
- relation matrice-amygdules dans les laves vert clair des cantons de Trécesson et de Figuery
- relations entre laves à coussins et roches détritiques.



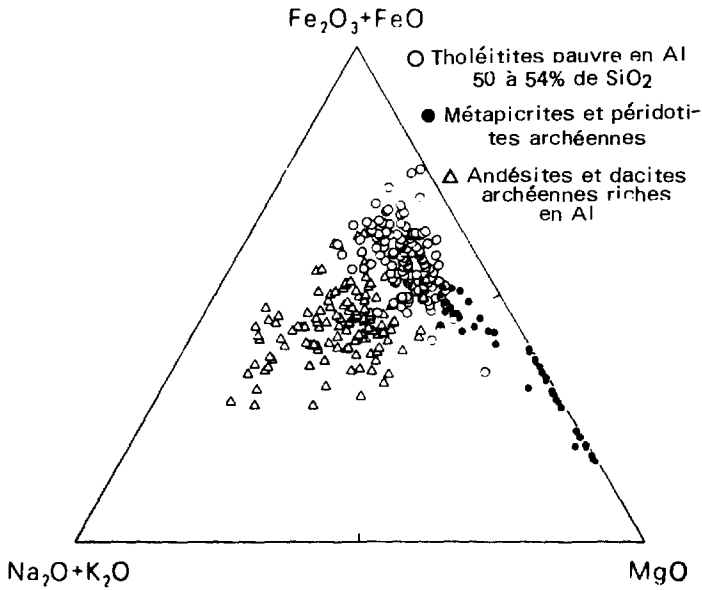


FIGURE 56 - Diagramme AFM de quelques coulées de métabasaltés et de silts gabbroïques archéens. D'après Gunn (1976), p. 389. Reproduit avec la permission de J. Wiley & Sons Ltd.

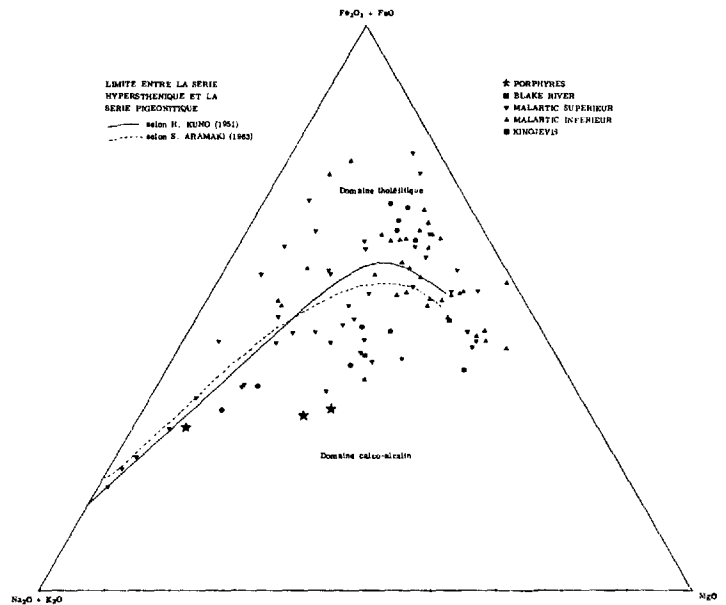


FIGURE 57 - Diagramme AFM. Volcanisme archéen de Val-d'Or. Tiré de Alsac (1977), page 16.

TABEAU VII - Succession des événements dans le temps

HOLOCENE	Dépôts récents
PLÉISTOCENE	Moraine, sable, gravier, argile stratifiée
	Discordance
	Diabase (âge inconnu)
	Discordance
ARCHEEN	Granodiorite à hornblende
	Discordance
	Gabbro-microtonalite
	Discordance
	Groupe de Caste: monzonite, paragneiss
	Faïlle Destor-Manneville
	Groupe de Kinojévis-Villemontel: lave foncée, tuf aquagène lave claire, tuf basique, chert gabbro interlité, grauwacke

## QUATERNAIRE

En discordance sur les roches archéennes, on retrouve des sédiments meubles déposés par les mers formées il y a environ 8000 ans par la fonte des glaciers Wisconsin. Dans le canton de Villemontel, beaucoup de terre cultivée sont très riches en argile. Il n'a été possible de déceler des argiles stratifiées que le long de la rivière Villemontel et encore que sur une faible épaisseur. Généralement, les dépôts quaternaires peuvent atteindre jusqu'à 100 m. Il y a peu de tourbières dans le canton. Les sédiments sont constitués d'argile pur ou mixte (avec sable), de sable et gravier et de tills glaciaires. Toute la partie orientale du canton est riche en sable et gravier à cause d'un esker qui passe du nord au sud. Le long de l'aéroport d'Amos qui longe cet esker, on remarque en photo aérienne la présence de dunes de sable produites par l'action du vent qui ont une direction N 125°. Ces dunes ne sont plus actives et sont recouvertes de pin. Le long de la route qui suit la rivière Kinojévis, on a remarqué à certains endroits des glissements et des plis en voie de formation dans des argiles stratifiées; ces phénomènes ne sont pas courants. Dans les gravières, on note une hétérogénéité des dépôts qui passent du sable au gravier grossier avec plusieurs discordances.

## GEOLOGIE ECONOMIQUE

Les indices minéralisés sont très peu nombreux dans le canton de Villemontel. On a trouvé des affleurements de pyrite-pyrrhotine (chapeau de fer) dans le lot 55 du rang VIII, de molybdénite dans le lot 37 du rang I et de béryl dans le lot 33 du rang I. Dans l'étude de la géologie économique du canton, nous avons utilisé les car-

tes aéromagnétiques 23G et 37G (figure 58), la carte INPUT (figure 59) (qui montrent l'intensité de la conduction et des anomalies magnétiques par endroits) et plusieurs forages effectués pour l'eau. En outre, plusieurs compagnies d'exploration ont effectué dans le canton de Villemontel des travaux pour leur compte ou pour des compagnies minières importantes. Quelques détails relatifs à ces propriétés sont présentés ci-dessous:

### Propriété Authier (1967)\*

Trou foré sur la ligne séparant les lots 32 et 33 du rang I dans la zone à molybdénite. Minéralisation très éparse en molybdénite et en pyrite-pyrrhotine.

### Canadian Nickel (1965)

Forage effectué sur le lot 29 du rang V dans une lave dacitique. Le conducteur révélé par anomalies magnétique et électromagnétique est une argillite à graphite. Aucune minéralisation intéressante.

### Centurion Mines (1960)

La compagnie a foré dans le lot 8 du rang X un conducteur qui se compose de pyrite et de pyrrhotine. La roche sous le mort-terrain est un porphyre quartzofeldspathique qui est peut-être relié aux microtonalites. Anomalies électrique, électromagnétique et méthode "ratiograph".

### Hudson Bay Exploration (1975)

Cette compagnie a foré trois trous dans deux conducteurs composés de graphite et de pyrite-pyrrhotine. La roche sous le mort-terrain est une dacite altérée (lot 11, rang II) et une lave verte claire à graphite (lot 44, rang X). Anomalie électromagnétique.

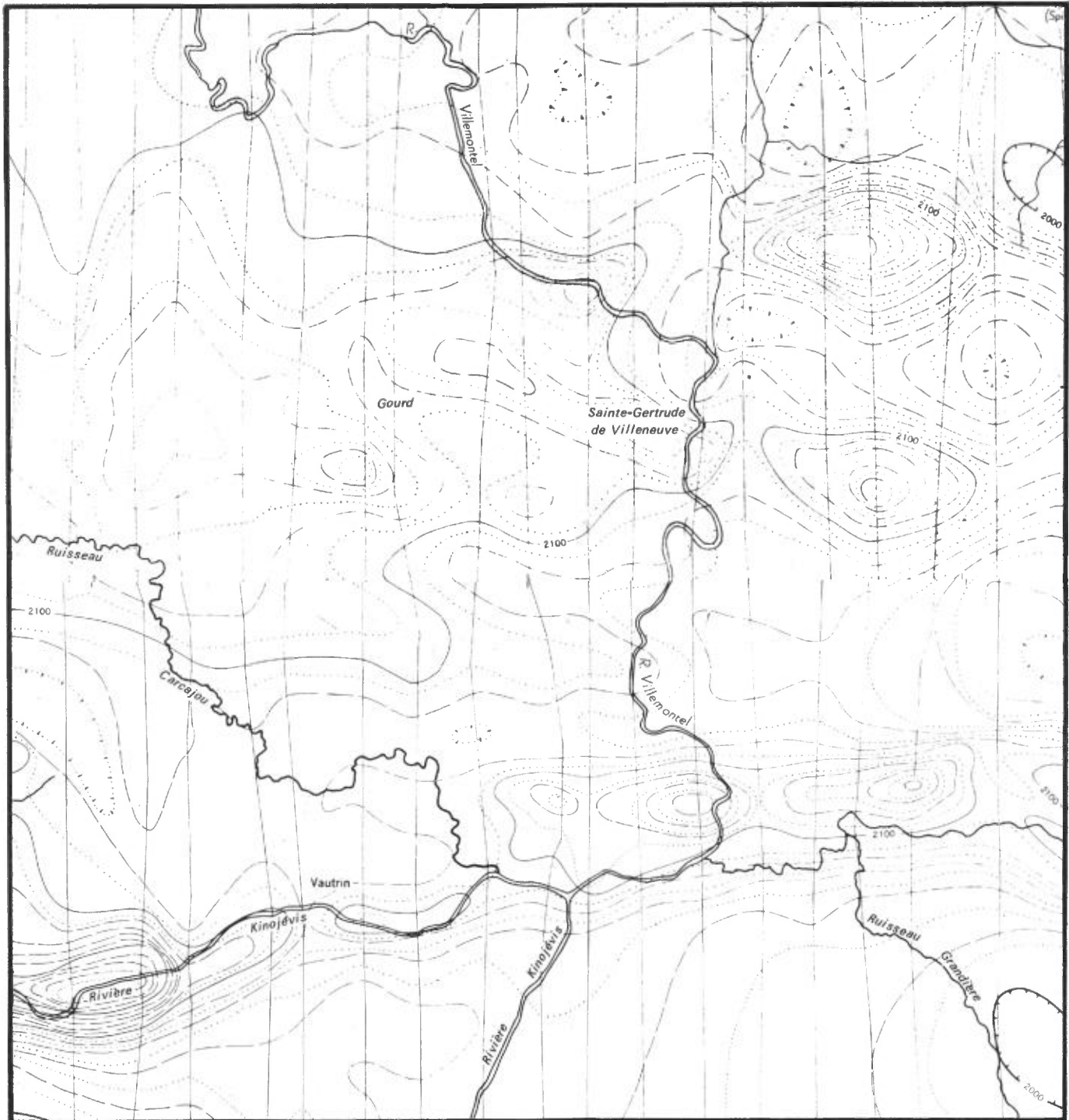
### International Nickel (1965)

La compagnie implanta un trou sur le lot 41 du rang VI. On y trouva des minéralisations stériles en pyrite et pyrrhotine dans des andésites de couleur claire. Anomalie électromagnétique

### Lavandin Mining (1958)

Une carte magnétique de la propriété donne la position du dyke de diabase et définit deux zones à molybdénite dans le rang I.

\* Les chiffres en parenthèses indiquent l'année de création de la propriété.



Lignes isomagnétiques ( champ total )  
500 gammas  
100 gammas  
20 gammas  
10 gammas

Ligne de vol  
Altitude de vol: 1000 pieds au dessus du sol

Dépression magnétique

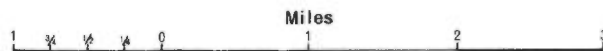
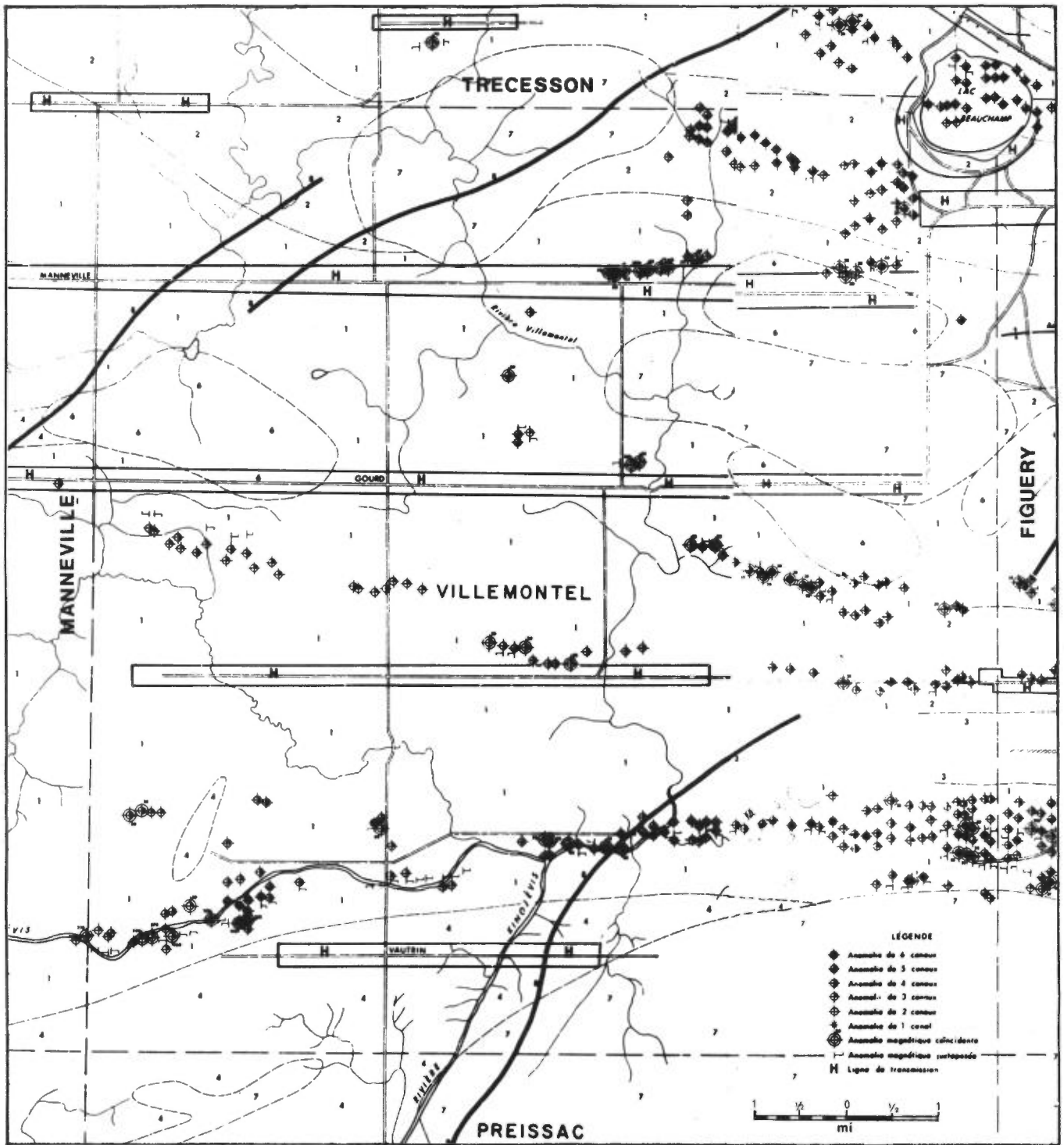


FIGURE 58 - Carte aéromagnétique du canton de Villemontel. D'après les cartes aéromagnétiques fédérales 23G et 37G.



- |   |  |
|---|--|
| <p>8 - Diabase</p> <p>7 - Granite, monzonite et syénite</p> <p>6 - Roches intrusives intermédiaires et diorite</p> <p>5 - Péridotite, pyroxénite et gabro</p> | <p>4 - Roches sédimentaires non différenciées et conglomérat</p> <p>3 - Roches pyroclastiques non différenciées, tuf et agglomérat</p> <p>2 - Rhyolite, trachyte et dacite</p> <p>1 - Roches volcaniques intermédiaires ou basiques, andésite et basalte</p> |
|---|--|

FIGURE 59 - Carte INPUT du canton de Villemontel. Tiré du DP-066, (GM-27709), ministère des Richesses naturelles, 1971.

Une étude électromagnétique, au nord du rang III, a révélé la présence d'un conducteur. Dix forages ont été effectués dans les zones à molybdène; malgré sa présence dans pratiquement tous les trous (jusqu'à 1.5%), aucune zone de minéralisation importante n'a été découverte. Les analyses pour Au, Li et Bi, n'ont pas donné de résultats.

Lithium Corp. of America (1953)

Cinq trous verticaux ont été forés près du contact (préssumé) métasédiments/granite du groupe de Caste. On n'y a rencontré que quelques sulfures disséminés.

Malartic Goldfields (1959)

Un forage pour l'eau dans le lot 9 du rang IX a révélé un indice important de nickel. Par la suite, la compagnie a foré 3 trous non loin du puits en question. Les forages n'ont révélé que de la pyrite et de l'hématite. Les tests pour l'or n'ont rien donné.

Mines Lac Mattagami Limitée (1973)

On a foré deux trous dans des conducteurs (anomalies magnétiques et électromagnétiques) qui étaient riches en graphite. Le trou du rang II a été percé dans la zone de la faille Destor-Manneville. Dans ce cas, la roche est décrite comme une argilite à graphite contenant de la pyrite. Toutefois, il est probable que la roche soit une lave cataclasée. Le trou du rang VI a débuté dans un tuf intermédiaire.

Mokta Canada (1967)

La compagnie a implanté sur le lot 34 du rang I un forage dans la zone à molybdénite. La minéralisation en  $\text{MoS}_2$  est faible et présente peu d'intérêt.

Molybia Mines (1966)

Un forage a été implanté dans le lot 25 du rang I le long de la limite Preissac-Villemoncel. Le trou traverse le contact granite-gneiss susceptible de contenir des minéralisations en  $\text{MoS}_2$ . On a rencontré un

peu de "molybdénite"; les résultats d'analyse pour  $\text{MoS}_2$  et Bi n'ont rien donné.

Newconex (1973)

Un trou sur le lot 4 du rang III a été foré dans un conducteur (anomalies électromagnétique et magnétique) qui se compose de graphite, pyrite et pyrrhotine disséminés. La roche sous la surface quaternaire est une andésite. Les analyses pour l'or n'ont pas donné de résultats.

Québec Tantalum and Lithium (1953)

Les forages effectués dans le lot 31 du rang I par la compagnie ne sont pas basés sur la découverte d'anomalies mais plutôt sur les données provenant de l'exploration de surface le long du contact granite-gneiss dans les cantons de Preissac et de Villemoncel. Quelques minéralisations sans importance de molybdénite ont été mises à jour.

Ranger's Claim group (1951-1959)

Les forages faits par cette compagnie dans les lots 26 et 27 du rang I ne sont pas basés sur des données géophysiques. Cette propriété est située au nord d'une importante zone minéralisée en  $\text{MoS}_2$  située dans le canton de Préissac.

Les deux premiers forages effectués en 1957 ont donné jusqu'à 1.5%  $\text{MoS}_2$  mais jamais sur des épaisseurs suffisantes. Les trois autres, forés en 1959, n'ont montré aucune minéralisation importante. Cette propriété a été reprise en 1964 par Preissac Molybdénite. On y a foré deux autres trous qui ne furent pas beaucoup plus riches que les autres. Les espoirs de pouvoir trouver des zones minéralisées au contact granite-gneiss, comme c'est le cas dans le canton de Preissac, semblent vains.

Riotinto (1963)

La compagnie a foré un trou dans (lot 28 du rang VII) l'anomalie détectée par méthodes géophysiques (anomalies par gravité, électromagnétique et magnétique). Plusieurs minéralisations en pyrite et pyrrhotine se sont avérées stériles pour l'or et le cui-

vre. La roche sous le mort-terrain est une diorite porphyrique dans laquelle on retrouve des agglomérats. Cette diorite fait probablement partie du massif de monzonite quartzique.

Soquem (1974)

La compagnie a mis à jour plusieurs conducteurs lors de sa campagne d'exploration. Trois trous ont été forés. Les conducteurs (anomalies par gravité et électromagnétique) sont de la pyrrhotine, de la pyrite et du graphite. La roche sous le mort-terrain est une dacite. Voici quelques analyses de la compagnie:

Analyses semi-quantitatives

No de l'échantillon : 48633

Si	10	-	50%
Fe, Mg		-	20%
Al, Ca	2.	-	10%
K, Na	0.5	-	2%
Ti	0.1	-	1%
Ba, Cr, Mn	0.05-		0.5%
P, Sr	0.01	-	0.1%
Co, Li, Ni, V	0.005-		0.05%
Cu, Zr	0.001-		0.01%

No de l'échantillon : 48638

Si	10%	-	50%
Al, Ca, Fe,			
Mg	2%	-	10%
Na	1%	-	5%
Ti	0.1%	-	1%
Mn, Sr	0.05%-		0.5%
Cr, Ni	0.01%-		0.1%
Ba, Li	0.005%-		0.05%
Co, Cu, V	0.001%-		0.01%
Zr			<0.001%

No de l'échantillon: 48639

Si	10%	-	50%
Al, Mg	2%	-	10%
Ca, Fe, Na	1%	-	1%

K	0.5%	-	2%
Ti	0.1%	-	1%
Mn	0.05%	-	0.5%
Ba, Cr, Ni,			
Sr	0.01%	-	0.1%
B, Li	0.005%	-	0.05%
Cu, V	0.001%	-	0.01%
Co, Zr			<0.001%

No de l'échantillon : 48640

Fe, Si	10%	-	50%
Al, Ca, Mg	2%	-	10%
Na	1%	-	5%
Ti	0.5%	-	2%
K	0.1%	-	1%
Mn	0.05%	-	0.5%
Ba, Sr	0.01%	-	0.1%
Cr, V	0.005%	-	0.05%
Cu, Li, Ni	0.001%	-	0.01%
Co, Zr			<0.001%

No de l'échantillon : 48645

Si	10%	-	50%
Al, Ca, Fe,			
Mg	2%	-	10%
Na	0.5%	-	2%
K, Ti	0.1%	-	1%
Mn	0.05%	-	0.5%
Ba, Cr, Ni,			
Sr	0.01%	-	0.1%
Cu, Li, V,			
Zr	0.001%	-	0.01%
Co			<0.001%

No de l'échantillon : 48646

Si	10%	-	50%
Mg	5%	-	20%
Al, Ca, Fe	2%	-	10%
Na	0.5%	-	2%
Ti	0.1%	-	1%
Cr, Mn	0.05%	-	0.5%
Ni, Sr	0.01%	-	0.1%
Ba	0.005%	-	0.05%
Cu, Li, V	0.001%	-	0.01%
Co			<0.001%

ANALYSES DES METAUX (en ppm)

No de l'échantillon	Cu	Pb	Zn	Mo	Ni	Ag
48620			28			
48634	570		3640			0.9
35	440		3290			1.0
36	263	28	235	2	250	0.9
37	88		183		265	
43	334		391		170	
44	132	14	52	2	76	0.5

Les analyses pour l'or n'ont rien donné.

Umex (1974) lot 51, rang IX

Un conducteur (anomalie magnétique) important a été foré par cette compagnie. Le trou s'est avéré très riche en pyrite-pyrrhotine, ce qui explique l'intensité de l'anomalie. Des analyses pour le cuivre, le nickel, et l'or n'ont rien donné. La roche sous le mort-terrain est une andésite amygdalaire.

GEOCHIMIE

On a prélevé 103 échantillons de sédiments de ruisseaux au cours de la cartographie. Les échantillons ont été analysés pour Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mn, Ag, U, Mo et Sn. Tous les résultats sont donnés dans le DP-672 (Ciesielski, 1979). L'échantillonnage le long de la rivière Kinojévis avait pour but de savoir si les minéralisations qui la caractérisent avaient provoqué un déplacement ionique jusque dans les sédiments meubles. Outre quelques mesures d'uranium plus grandes que 25 ppm, on réalise que le recouvrement a oblitéré la diffusion ionique et que cette méthode ne semble pas adéquate pour rechercher des anomalies chimiques dans ce type de terrain.

A. Ciesielski (1979)  
Commission géologique du Canada  
Géologie du Précambrien  
588 Booth, Ottawa  
K1A 0E4

REFERENCES

- ALSAC, C.  
1977 - Pétrographie et Géochimie de formations volcaniques minéralisées de l'Abitibi et de l'Estrie; ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-519.
- AMSTUTZ, G.C.  
1974 - Spilites and Spilitic Rocks; International Union of Geological Sciences, Series A, Number 4. Springer - Verlag, New-York.
- BRETT, P.R. - JONES, R.E. - LEUNER, W.R. - LATULIPPE, M.  
1976 - Canton de La Motte Township; ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-160.
- CAMPIGLIO, C.  
1977 - Batholite de Bourlamaque batholith; ministère des Richesses naturelles du Québec; ES-26.
- CARLISLE, D.  
1963 - Pillow breccias and their aquagene tuffs, Quandra Island B.C.; Journal of Geology; volume 71, numéro 1, pp. 49-71.
- CIESIELSKI, A.  
1978 - Les migmatites de la rivière Broadback; Thèse de doctorat inédite, Paris, 1978.  
1979 - Géochimie des sédiments de ruisseau, canton de Villemontel; ministère des Richesses naturelles du Québec; DP-672.
- COOKE, H.C. - JAMES, W.F. - MAWDSLEY, F.J.  
1933 - Géologie et gîtes minéraux de la région de Rouyn-Harricana (Québec); Commission géologique du Canada; mémoire 166.
- DIMROTH, E. - COUSINEAU, P., - LEDUC, M. - SANSCHAGRIN, Y.  
1978 - Structure and organisation of Archaean subaqueous basalt flows, Rouyn-Noranda area, Québec, Canada; journal canadien des sciences de la terre; volume 15, numéro 6, pp. 902-918.
- DUBE, C.-Y.  
1978 - Quart nord-est du canton de Manneville; ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-561.  
1979 - Demi sud du canton de Manneville, ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-651.

- DUGAS, J. - LATULIPPE, M. - DUQUETTE, G.  
1967 - Bibliographie annotée sur la minéralisation dans les régions de Noranda, Matagami, Val-d'Or, Chibougamau; ministère des Richesses naturelles du Québec; ES-2.
- FRANCONI, A.  
1974 - Moitié ouest de la bande volcano-sédimentaire Frotet-Evans. Territoire d'Abitibi; ministère des Richesses naturelles du Québec; DP-265.
- GUNN, B.M.  
1976 - A Comparison of modern and Archean oceanic crust and island-arc petrochemistry in B.F. Windley (Ed.), *The History of the Earth*, J.Wiley & Sons, London, pp. 389-403.
- GUNNING, H.C.  
1937 - Région de Cadillac, Québec, Commission géologique du Canada; mémoire 206.
- HOCQ, M.  
1977 - Moitié sud du canton d'Aiguebelle, ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-544.  
  
1978 - Demi nord et quart sud-ouest du canton d'Aiguebelle; ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-644.
- IMREH, L.  
1972 - Sillon serpentinitique de La Motte; ministère des Richesses naturelles du Québec; DP-215.  
  
1974 - Esquisse géologique du sillon serpentinitique archéen de La Motte-Vassan; ministère des Richesses naturelles, Québec; DP-232.  
  
1975 - Etude du Sillon La Motte-Vassan; ministère des Richesses naturelles, Québec; LP-297.  
  
1976 - Nouvelle lithostratigraphie à l'ouest de Val-d'Or et son incidence géologique; ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV-349.
- IRVINE, T.N. - BARAGAR, W.R.A.  
1971 - A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks; journal canadien des sciences de la terre; volume 8, numéro 5, pp. 523-548.
- JAMES, W.F. - MAWDSLEY, J.B.  
1925 - Cléricky and Kinojévis Map-Area, Témiscamingue and Abitibi Counties; Commission géologique du Canada; rapport sommaire pour l'année 1924, partie C, pp. 99-125.
- JENSEN, L.S.  
1976 - A New Cation Plot for Classifying Subalkalic Volcanic Rocks; Ontario Division of Mines; MP-66, 22 pages.
- LEAKE, B.E.  
1964 - The Chemical Distribution Between Ortho and Para-amphibolites; *Journal of Petrology*; volume 5, pp. 238-254.
- LAMBERT, R. St J. - CHAMBERLAIN, V.E. - HOLLAND, J.G.  
1976 - The geochemistry of Archean rocks in B.F. Windley (Ed.), *The Early History of the Earth*, J. Wiley & Sons, London, pp. 377-387.
- MAILLET, J.  
1979 - Relevés lithogéochimiques des roches de l'Abitibi; projet Senneville; rapport interne à Soquem.
- REED, J.C. - MORGAN, B.A.  
1971 - Chemical alteration and spilitization of the Catoclin greenstones, Shenandoah Natural Park; Virginia; *Journal of Geology*; volume 79, numéro 5, pp. 526-548.
- SANSCHAGRIN, Y. - LEDUC, M.  
1980 - Quart sud-est du canton d'Aiguebelle; ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-676.
- SMITH, R.E.  
1968 - Redistribution of major Elements in alteration of some Basic Lavas during Burial Metamorphism. *Journal of Petrology*; volume 9, numéro 2; pp. 191-219.
- STRECKEISEN, A.L.  
1976 - Classification of common igneous rocks by means of their chemical composition. A provisional attempt; *Neues Jahrbuch fuer mineralogie, Abhandlungen*, Stuttgart; H. 1, pp. 1-15.  
  
1978 - Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks; Recommendations and suggestions. *Neues Jahrbuch fuer mineralogie, Abhandlungen* Stuttgart; 134 (1), pp. 1-14.
- TANTON, T.L.  
1920 - Le bassin des rivières Harricanaw et Turgeon, dans le nord de Québec; Commission géologique du Canada; mémoire 109.
- VALLANCE, T.G.  
1974 - Spilitic Degradation of a Tholeiitic Basalt; *Journal of Petrology*, volume 15, numéro 1, pp. 79-96.
- VOGEL, D.E.  
1979 - Canton de Trécesson; ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-194.



WEEKS, L.J.

1935 - Feuille d'Amos, carte 327-4. Commission géologique du Canada; publication no 2403.

WILSON, W.J.

1907 - Exploration le long de la ligne projetée du chemin de fer Transcontinental, district d'Abitibi; Commission géologique du Canada, rapport sommaire pour l'année 1906, pp. 130-139.

WINDLEY, B.F.

1976 - The Early History of the Earth. John Wiley and Sons Ltd., London.

1977 - The Evolving Continents; John Wiley and Sons Ltd., London.



ANNEXE

ANALYSES CHIMIQUES, NORME ET  
PARAMETRES PETROLOGIQUES DES  
ECHANTILLONS 0001 à 0059

- N.B. - Les données ont été traitées par le centre d'ordinateurs à la Commission géologique du Canada.  
- La classification des roches est selon Irvine et Baragar (1971), Jensen (1976) et Streckeisen (1976, 1978).

AC.39.9 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE MAGNÉSIEN

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	48.50	TiO2	.44	SiO2	50.58	TiO2	.46
Al2O3	12.90	P2O5	.02	Al2O3	13.45	P2O5	.02
Fe2O3	1.47	MnO	.14	Fe2O3	1.53	MnO	.15
FeO	6.56	S	.02	FeO	6.84	S	.02
MgO	11.95	NiO	0.00	MgO	12.46	NiO	0.00
CaO	12.19	Cr2O3	0.04	CaO	12.62	Cr2O3	0.04
Na2O	1.50	CO2	.26	Na2O	1.56	CO2	.27
K2O	.00	H2O	3.60	K2O	.02	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 40.25 AL = 14.50 FE3 = 1.05 FE2 = 5.34 CA = 12.36 MG = 16.98  
 NA = 2.77 K = .02 TI = .34 P = .02 S = .04 CR = 0.00 CO2 = .34

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	0.000	0.000	DI	19.170	19.492	MT	2.223	1.582
C	0.000	0.000	ME	5.779	5.136	IL	.872	.631
OR	.123	.122	EN	17.931	19.623	CR	0.000	0.000
AB	13.236	13.866	FS	6.221	5.181	HM	0.000	0.000
AN	29.630	29.656	FO	2.957	3.463	AP	0.000	0.000
LC	0.000	0.000	FA	1.130	.914	PY	.043	.054
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	.617	.677

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

MG/MG+FE2	.79	.68				
AN/AN+AM	67.85	69.12				
OR/AB/AN	.28	32.06	07.65	.29	30.79	68.92
Q / AB/OR	0.00	39.13	.87	0.00	39.08	.92
OL/HY/AG	8.14	46.13	49.73	7.68	49.39	46.93
Q / HY/AG	0.00	50.22	49.78	0.00	49.17	50.83
PL/AG/HY	46.61	26.98	26.81	46.68	27.14	26.26
AG/PL/HY+Q	26.98	46.61	26.81	.49	46.60	26.26
OL+PL/Q+	51.78	59.64	8.58	31.22	60.29	8.49
OL+AG/Q+	42.74	45.73	11.53	41.72	46.93	11.35
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS						
NE*/Q*/OL*/AG*	12.30	17.37	33.98	36.35	10.39	18.62
RATIO OF NE*/Q*/OL*	19.33	27.29	53.38		16.28	29.18
						34.80
						36.19

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	12.36	13.99
COLOUR INDEX	56.30	55.98

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	16.78	18.31
MG/FE2+NA+K	67.90	66.92
M - F - A	55.96	36.92
		7.12

POLYMERWAARTS FORMULA	-3.424
MOLECULAR RATIO ALUMINA	5.183
Ø OF SUGIMURA	41.516
CRYSTALLIZATION INDEX	04.023
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.817

AC.41 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	50.15	TiO2	.60	SiO2	51.97	TiO2	.62
Al2O3	12.85	P2O5	.03	Al2O3	13.32	P2O5	.03
Fe2O3	2.45	MnO	.17	Fe2O3	2.18	MnO	.18
FeO	7.46	S	.04	FeO	8.05	S	.04
MgO	8.72	NiO	0.00	MgO	9.04	NiO	0.00
CaO	12.73	Cr2O3	0.00	CaO	13.19	Cr2O3	0.00
Na2O	1.15	CO2	.13	Na2O	1.19	CO2	.13
K2O	.06	H2O	3.00	K2O	.06	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 48.60 AL = 14.68 FE3 = 1.53 FE2 = 6.44 CA = 13.22 MG = 12.59  
 NA = 2.16 K = .07 TI = .44 P = .02 S = .07 CR = 0.00 CO2 = .17

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	5.213	4.875	DI	18.506	19.207	MT	3.155	2.297
C	0.000	0.000	ME	8.752	7.928	IL	1.181	.875
OR	.368	.371	EN	13.923	15.584	CR	0.000	0.000
AB	10.083	10.803	FS	7.552	6.432	HM	0.000	0.000
AN	30.803	31.108	FO	0.000	0.000	AP	.072	.066
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.065	.109
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	.306	.344

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

MG/MG+FE2	.71	.58				
AN/AN+AM	74.22	75.34				
OR/AB/AN	.88	25.55	73.57	.89	24.44	74.67
Q / AB/OR	30.38	67.31	2.31	38.28	64.37	2.35
OL/HY/AG	0.00	44.79	55.21	0.00	44.07	55.93
Q / HY/AG	9.02	40.75	50.22	3.56	39.01	58.58
PL/AG/HY	46.42	29.88	24.18	45.62	30.42	23.96
AG/PL/HY+Q	24.54	27.91	37.05	.44	37.01	38.32
OL+PL/Q+	24.40	60.91	15.09	23.84	60.50	15.66
OL+AG/Q+	30.56	50.22	19.21	29.86	50.53	19.62
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS						
NE*/Q*/OL*/AG*	12.04	22.68	29.47	41.86	8.36	24.07
RATIO OF NE*/Q*/OL*	17.19	39.00	43.81		14.35	41.31
						25.83
						40.34

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	15.06	16.05
COLOUR INDEX	53.87	52.32

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	19.56	21.27
MG/FE2+NA+K	59.61	29.81
M - F - A	44.51	49.31
		6.18

POLYMERWAARTS FORMULA	-7.319
MOLECULAR RATIO ALUMINA	6.568
Ø OF SUGIMURA	44.812
CRYSTALLIZATION INDEX	59.067
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.753

AC.36 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	49.90	TiO2	.48	SiO2	52.08	TiO2	.50
Al2O3	14.30	P2O5	.03	Al2O3	14.98	P2O5	.03
Fe2O3	2.35	MnO	.17	Fe2O3	2.07	MnO	.18
FeO	7.55	S	.04	FeO	8.22	S	.04
MgO	6.83	NiO	0.00	MgO	7.13	NiO	0.00
CaO	11.33	Cr2O3	0.00	CaO	11.83	Cr2O3	0.00
Na2O	2.17	CO2	.60	Na2O	2.26	CO2	.63
K2O	.10	H2O	3.10	K2O	.10	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 48.49 AL = 16.38 Fe3 = 1.45 Fe2 = 6.54 CA = 11.80 MG = 9.89  
 NA = 4.09 K = .12 TI = .35 P = .02 S = .07 CR = 0.00 CO2 = .80

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	3.745	J	3.486	DI	12.166	12.590	MT	2.996	2.172
C	0.000	6.000	HE	7.667	6.914	IL	.952	.702	
OR	.617	.620	EN	12.103	13.486	CR	0.000	0.000	
AB	19.163	20.439	FS	8.736	7.407	HM	0.000	0.000	
AN	30.254	30.416	FO	0.000	0.000	AP	.073	.066	
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.086	.109	
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000	
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000	
AG	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	1.424	1.592	

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.65			.51
AN/AN+AB	59.81			61.22
OR/AB/AN	1.41	29.71	59.09	1.23
Q /AB/OR	10.20	63.27	2.53	15.92
Q /HY/AG	0.60	51.72	48.28	0.00
Q /HY/AG	7.94	47.61	44.45	8.43
PL/AG/HY	35.73	21.37	22.90	54.84
AG/PL/HY+4Q	18.54	48.34	33.12	.33
OL*/PL*/Q*	20.83	67.60	11.58	21.12
OL*/AG/Q*	35.71	44.45	19.85	35.17

ANALYSE RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 19.07 26.25 24.36 30.32 16.11 28.14 24.95 30.80  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 27.36 37.67 34.96 23.27 40.57 36.06

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	23.53	24.55
COLOUR INDEX	44.64	43.27

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	18.44	20.08
MG/FE2/NA+K	48.23	31.23
H - F - A	36.41	51.49

POLUVERVAARTS FORMULA -6.952  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 3.886  
 Ø OF SUGIMURA 39.996  
 CRYSTALLIZATION INDEX 50.922  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .763

AC.37 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	46.50	TiO2	.56	SiO2	48.84	TiO2	.59
Al2O3	19.60	P2O5	.04	Al2O3	16.89	P2O5	.04
Fe2O3	2.99	MnO	.15	Fe2O3	2.16	MnO	.16
FeO	6.30	S	.03	FeO	7.09	S	.03
MgO	9.34	NiO	0.00	MgO	9.77	NiO	0.00
CaO	12.15	Cr2O3	0.00	CaO	12.76	Cr2O3	0.00
Na2O	1.24	CO2	.64	Na2O	1.30	CO2	.63
K2O	.20	H2O	4.17	K2O	.25	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 45.09 AL = 17.83 FE3 = 1.30 Fe2 = 5.09 CA = 12.03 MG = 13.44  
 NA = 4.33 K = .30 TI = .41 P = .03 S = .05 CR = 0.00 CO2 = .79

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	0.000	0.000	DI	12.277	12.580	MT	3.137	2.295
C	0.000	0.000	HE	4.604	4.117	IL	1.117	.817
OR	1.491	1.486	EN	18.614	20.585	CR	0.000	0.000
AB	11.020	11.656	FS	6.403	5.734	HM	0.000	0.000
AN	38.124	38.008	FO	.017	.020	AP	.097	.088
LC	0.000	0.000	FA	.008	.007	PY	.065	.082
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AG	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	1.433	1.589

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.75			.63
AN/AN+AB	76.53			77.58
OR/AB/AN	2.91	22.79	74.31	2.94
Q /AB/OR	0.00	88.69	11.31	0.00
Q /HY/AG	0.66	62.01	37.93	.06
Q /HY/AG	0.60	62.05	37.95	0.00
PL/AG/HY	53.03	17.83	29.14	33.05
AG/PL/HY+4Q	17.83	53.03	29.14	.32
OL*/PL*/Q*	26.53	64.51	8.86	26.37
OL*/AG/Q*	40.57	37.93	19.50	49.92

ANALYSE RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 12.56 20.63 36.82 29.99 10.56 22.02 37.55 29.87  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 17.34 29.47 52.59 19.46 31.40 53.54

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	12.91	13.14
COLOUR INDEX	47.77	47.09

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	21.58	23.42
MG/FE2/NA+K	52.42	25.37
H - F - A	48.01	44.35

POLUVERVAARTS FORMULA -5.036  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 6.784  
 Ø OF SUGIMURA +1.913  
 CRYSTALLIZATION INDEX 63.457  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .712

AC.42 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	58.00	TiO2	.56	SiO2	52.61	TiO2	.58
Al2O3	24.15	P2O5	.02	Al2O3	14.72	P2O5	.02
Fe2O3	2.50	MnO	.18	Fe2O3	2.14	MnO	.19
FeO	6.17	S	.02	FeO	6.91	S	.02
MgO	8.29	NiO	0.00	MgO	8.62	NiO	0.00
CaO	9.90	Cr2O3	0.00	CaO	10.30	Cr2O3	0.00
Na2O	2.05	CO2	.26	Na2O	2.13	CO2	.27
K2O	.08	H2O	4.05	K2O	.08	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 48.35 AL = 16.13 Fe3 = 1.50 FE2 = 7.47 CA = 14.26 MG = 11.95  
 NA = 3.84 K = .10 TI = .41 P = .02 S = .04 LR = 0.00 CO2 = .34

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	2.905	2.700	DI	9.849	14.161	MT	3.107	2.249
C	0.000	0.000	HE	5.570	2.015	IL	1.106	.815
OR	.492	.494	EN	16.309	18.814	CR	0.000	0.000
AB	18.042	19.216	FS	10.956	9.285	HM	0.000	0.000
AN	30.348	30.466	FO	0.000	0.000	AP	.048	.344
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.443	.054
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	LC	.615	.087

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.67	.53				
AN/AN+AB	61.32	62.71				
OR/AB/AN	.98	38.30	00.72	1.01	38.91	62.08
Q / AB/OR	12.05	65.75	4.20	13.55	84.16	2.30
OL/HY/AG	0.00	04.93	35.07	0.00	64.39	35.61
Q / HY/AG	5.87	61.12	33.01	6.29	60.34	33.38
PL/AG/HY	53.45	16.33	30.23	52.78	16.82	30.40
AG/PL/HY+Q	14.63	47.88	37.49	.26	46.84	38.23
OL/PL/Q*	26.19	61.73	12.08	26.41	61.12	12.47
OL/AG/Q*	45.84	33.01	21.15	45.25	33.38	21.37

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 17.69 26.71 32.33 24.28 14.90 28.56 33.03 23.51  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 23.05 34.81 42.14 19.48 37.34 43.18

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	21.44	22.41
COLOUR INDEX	47.91	40.34

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	17.80	19.39
MG/FE2/NA+K	52.57 30.25 17.28	43.67 45.10 11.22
M - F - A	39.79 49.99 10.22	

POLDERVAARTS FORMULA -5.843  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.091  
 # OF SUGIMURA 40.525  
 CRYSTALLIZATION INDEX 52.048  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .766

AC.70.A (1978)

BASALTE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	46.50	TiO2	.84	SiO2	48.55	TiO2	.84
Al2O3	13.75	P2O5	.04	Al2O3	14.36	P2O5	.04
Fe2O3	2.75	MnO	.17	Fe2O3	2.44	MnO	.18
FeO	0.80	S	.08	FeO	9.61	S	.08
MgO	9.05	NiO	0.00	MgO	9.45	NiO	0.00
CaO	12.00	Cr2O3	0.00	CaO	12.53	Cr2O3	0.00
Na2O	1.39	CO2	.40	Na2O	1.45	CO2	.42
K2O	.10	H2O	3.87	K2O	.10	H2O	3.90

CATION PERCENT

SI = 45.24 AL = 15.77 FE3 = 1.68 FE2 = 7.63 CA = 12.51 MG = 13.12  
 NA = 2.62 K = .12 TI = .59 P = .03 S = .15 CR = 0.00 CO2 = .53

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	0.000	0.000	DI	14.272	14.760	MF	3.482	2.526
C	0.000	0.000	HE	7.634	6.891	IL	1.546	1.171
OR	.610	.621	EN	15.251	17.011	CR	0.000	0.000
AB	12.279	12.110	FS	9.396	7.941	HM	0.000	0.000
AN	32.352	32.558	FO	1.165	1.331	AP	.097	.088
LC	0.000	0.000	FA	.788	.650	PY	.172	.219
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	LC	.950	1.063

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.68	.35				
AN/AN+AB	71.29	72.49				
OR/AB/AN	1.34	28.32	78.34	1.46	27.14	71.50
Q / AB/OR	0.00	95.48	4.52	0.00	95.21	4.79
OL/HY/AG	4.28	51.30	44.51	4.03	50.77	45.20
Q / HY/AG	0.00	53.54	46.44	0.80	52.90	47.10
PL/AG/HY	49.49	23.46	27.04	48.97	24.03	27.00
AG/PL/HY+Q	23.46	49.49	27.04	.42	48.97	27.00
OL/PL/Q*	28.26	62.85	8.59	28.67	62.69	8.64
OL/AG/Q*	42.67	44.51	12.82	42.11	45.24	12.69

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 12.74 18.99 33.61 35.06 10.70 19.82 34.24 35.24  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 19.61 28.63 51.75 16.52 30.61 52.07

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	12.90	13.73
COLOUR INDEX	53.53	52.34

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	18.36	20.00
MG/FE2/NA+K	56.19 32.05 11.76	45.85 46.61 7.55
M - F - A	41.49 51.67 6.83	

POLDERVAARTS FORMULA -3.868  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 5.742  
 # OF SUGIMURA 40.363  
 CRYSTALLIZATION INDEX 58.477  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .762

AC.96 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	47.00	TiO2	.00	SiO2	46.60	TiO2	.43
Al2O3	13.70	P2O5	.03	Al2O3	14.16	P2O5	.03
Fe2O3	3.23	MnO	.17	Fe2O3	2.38	MnO	.16
FeO	8.23	S	.15	FeO	9.36	S	.16
MgO	8.70	NiO	0.00	MgO	9.40	NiO	0.00
CaO	13.25	Cr2O3	0.00	CaO	13.76	Cr2O3	0.00
Na2O	1.15	CO2	.00	Na2O	1.19	CO2	.01
K2O	.11	H2O	3.50	K2O	.11	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 45.43 AL = 15.61 FE3 = 1.67 FE2 = 7.46 CA = 13.72 MG = 12.53  
 NA = 2.16 K = .14 TI = .58 P = .02 S = .27 CR = 0.00 CO2 = .40

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	.18%	.172	DI	17.367	18.018	MT	3.440	2.510
C	0.000	0.000	HE	9.379	8.493	IL	1.571	1.166
OR	.673	.679	EN	14.351	16.054	CR	0.000	0.000
AB	10.061	10.776	FS	8.888	7.569	HM	0.000	0.000
AN	32.982	33.297	FO	0.000	0.000	AP	.072	.066
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.319	.408
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	.705	.792

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)		(WEIGHT PER CENT)	
MG/MG+FE2	.68		.54
AN/AN+AB	75.25		76.63
OR/AB/AN	1.52	24.08	74.40
Q / AB/OR	1.48	92.68	5.84
OL/HY/AG	0.00	47.12	52.08
Q / HY/AG	.34	46.96	52.69
PL/AG/HY	46.78	28.14	25.08
AG/PL/HY+4Q	27.34	46.44	25.62
OL+PL/Q+	26.11	64.94	0.76
OL+AG/Q+	32.22	52.69	12.08

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*Q\*/OL\*AG\* 10.58 17.01 29.01 43.40  
 RATIO OF NE\*Q\*/OL\* 18.70 30.05 51.25 15.72 8.87 18.09 29.49 43.54  
 32.05 52.63

DIFFERENTIATION INDEX

COLOUR INDEX WEIGHT CATION EQUIVS.  
 10.92 11.63  
 >5.04 53.81

(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3	18.60		20.25
MG/FE2/NA+K	56.59	33.06	10.34
M - F - A	41.26	52.77	5.98

POLDERVAARTS FORMULA -4.040  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 6.814  
 # OF SUGIMURA 41.697  
 CRYSTALLIZATION INDEX 60.406  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .718

JML.21.C (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	56.00	TiO2	1.05	SiO2	57.73	TiO2	1.08
Al2O3	14.75	P2O5	.04	Al2O3	15.21	P2O5	.04
Fe2O3	.51	MnO	.12	Fe2O3	.53	MnO	.12
FeO	7.65	S	.04	FeO	7.89	S	.04
MgO	6.40	NiO	0.00	MgO	6.60	NiO	0.00
CaO	5.34	Cr2O3	0.00	CaO	5.51	Cr2O3	0.00
Na2O	4.10	CO2	0.00	Na2O	4.23	CO2	0.00
K2O	1.00	H2O	2.75	K2O	1.03	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 53.08 AL = 16.46 FE3 = .36 FE2 = 6.15 CA = 5.42 MG = 9.03  
 NA = 7.52 K = 1.21 TI = .75 P = .03 S = .07 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	3.669	3.368	DI	3.741	3.812	MT	.762	.545
C	0.000	0.000	HE	2.463	2.190	IL	2.056	1.495
OR	6.898	6.844	EN	14.697	16.150	CR	0.000	0.000
AB	35.762	37.617	FS	11.896	9.279	HM	0.000	0.000
AN	19.475	19.308	FO	0.000	0.000	AP	.096	.086
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.085	.106
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)		(WEIGHT PER CENT)	
MG/MG+FE2	.64		.49
AN/AN+AB	33.92		35.26
OR/AB/AN	9.60	59.74	30.66
Q / AB/OR	7.16	79.99	12.05
OL/HY/AG	0.00	80.90	19.10
Q / HY/AG	9.60	73.07	17.25
PL/AG/HY	64.43	6.79	28.78
AG/PL/HY+4Q	5.89	55.90	38.20
OL+PL/Q+	22.25	66.41	11.35
OL+AG/Q+	54.01	17.25	27.95

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*Q\*/OL\*AG\* 31.17 34.21 26.34 8.29  
 RATIO OF NE\*Q\*/OL\* 33.98 37.30 26.72 29.26 26.75 37.26 27.41 8.57  
 40.76 29.98

DIFFERENTIATION INDEX

COLOUR INDEX WEIGHT CATION EQUIVS.  
 45.53 47.03  
 34.82 33.47

(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3	5.66		6.25
MG/FE2/NA+K	37.91	25.43	36.67
M - F - A	32.64	41.35	26.01

POLDERVAARTS FORMULA -3.482  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.864  
 # OF SUGIMURA 32.791  
 CRYSTALLIZATION INDEX 33.516  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .938

JML.28.1 (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE FERRIFERE (Potassique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL				ADJUSTED TO 100 PERCENT																											
STO2	52.50	TI02	.85	STO2	53.69	TI02	.87	AL2O3	13.65	P2O5	.22	FE2O3	2.40	MNO	.30	FE0	14.00	S	.05	MGO	6.70	NIO	0.00	CAO	4.86	CR2O3	0.00	NA2O	.75	CO2	0.00	K2O	2.51	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 51.46 AL = 15.42 FE3 = 1.73 FE2 = 11.46 CA = 4.99 MG = 9.57  
 NA = 1.39 K = 3.07 TI = .63 P = .18 S = .09 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	9.637	9.237	DI	0.000	0.000	MT	3.485	2.600	C	1.418	1.602	HE	0.000	0.000	IL	1.651	1.253	OR	14.821	15.336	EM	16.682	19.138	CR	0.000	0.000	AB	6.317	6.937	FS	22.736	19.850	HM	0.000	0.000	AN	22.627	23.421	FO	0.000	0.000	AP	.522	.487	LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.105	.138	NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000	KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000	AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000
---	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	---	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	--------	--------	----	--------	--------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	--------	--------	----	-------	-------	----	--------	--------	----	-------	-------	----	------	------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	------	------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG*FE2	.49	.35	AN/AN*AB	77.15	78.18	OR/AB/AN	33.56	15.10	33.86	14.43	51.70	O / AB/OR	29.32	22.01	48.67	31.32	20.53	48.16	OL/HY/AG	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	O / HY/AG	19.15	80.05	0.00	0.00	19.65	80.35	0.00	PL/AG/HY	43.78	0.00	56.22	42.34	0.00	57.66	AG/PL/HY*Q	0.00	20.56	71.44	0.00	27.07	72.93	OL*/PL/Q*	36.51	41.21	22.29	37.23	39.50	23.27	ADJUSTED FOR CORUNDUM	OL*/MG/Q*	68.63	0.00	39.37	60.27	0.00	39.73
-----------	-----	-----	----------	-------	-------	----------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	------	--------	------	------	--------	------	-----------	-------	-------	------	------	-------	-------	------	----------	-------	------	-------	-------	------	-------	------------	------	-------	-------	------	-------	-------	-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------------------	-----------	-------	------	-------	-------	------	-------

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 7.54 39.45 53.01 0.00 6.19 41.07 52.74 0.00  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 7.54 39.45 53.01 6.19 41.07 52.74

DIFFERENTIATION INDEX	WEIGHT	CATION EQUIV.
	38.77	31.51
COLOUR INDEX	44.55	42.84

(ATOMIC PERCENT)			(WEIGHT PERCENT)		
FE3/FE2+FE3	13.38	14.65	27.97	14.65	13.58
MG/FE2/NA+K	37.98	44.45	17.64	27.97	58.45
N - F - A	25.65	61.98	12.45		

POLDERVAARTS FORMULA -17.360  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 3.463  
 # OF SUGIMURA 40.119  
 CRYSTALLIZATION INDEX 34.319  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .765

JML.41.B (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE FERRIFERE (Potassique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL				ADJUSTED TO 100 PERCENT																											
STO2	52.59	TI02	.80	STO2	54.41	TI02	.83	AL2O3	13.27	P2O5	.23	FE2O3	2.38	MNO	.35	FE0	13.06	S	.03	MGO	6.27	NIO	0.00	CAO	7.10	CR2O3	0.00	NA2O	.67	CO2	0.00	K2O	1.40	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 52.33 AL = 15.04 FE3 = 1.73 FE2 = 10.79 CA = 7.32 MG = 8.99  
 NA = 1.26 K = 1.72 TI = .60 P = .19 S = .06 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	12.958	12.879	DI	1.794	1.915	HT	3.456	2.588	C	0.000	0.000	HE	2.127	1.902	IL	1.575	1.199	OR	0.275	0.592	EM	14.782	17.016	CR	0.000	0.000	AD	5.699	6.248	FS	28.104	17.612	HM	0.000	0.000	AN	29.837	30.156	FO	0.000	0.000	AP	.529	.496	LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.064	.084	NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000	KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000	AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000
---	--------	--------	----	-------	-------	----	-------	-------	---	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	--------	--------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	--------	--------	----	-------	-------	----	--------	--------	----	-------	-------	----	------	------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	------	------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG*FE2	.49	.35	AN/AN*AB	82.77	83.59	OR/AB/AN	19.88	13.95	66.97	19.24	13.25	67.51	O / AB/OR	44.82	23.30	31.88	47.33	21.48	31.19	OL/HY/AG	1.88	89.89	18.11	0.80	89.90	18.10	O / HY/AG	23.87	68.43	7.78	24.45	67.92	7.63	PL/AG/HY	48.61	5.20	46.19	47.23	5.33	47.44	AG/PL/HY*Q	3.16	29.56	67.28	.05	28.06	68.77	OL*/PL/Q*	31.24	43.82	24.94	31.84	42.27	25.89	ADJUSTED FOR CORUNDUM	OL*/MG/Q*	51.32	7.78	48.98	50.94	7.63	41.43
-----------	-----	-----	----------	-------	-------	----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	------	-------	-------	------	-------	-------	-----------	-------	-------	------	-------	-------	------	----------	-------	------	-------	-------	------	-------	------------	------	-------	-------	-----	-------	-------	-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------------------	-----------	-------	------	-------	-------	------	-------

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 6.62 48.87 45.66 6.85 5.42 42.42 45.28 6.88  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 7.11 43.87 49.01 5.82 45.55 48.63

DIFFERENTIATION INDEX	WEIGHT	CATION EQUIV.
	26.53	26.95
COLOUR INDEX	43.84	42.31

(ATOMIC PERCENT)			(WEIGHT PERCENT)		
FE3/FE2+FE3	14.11	15.43	29.30	15.43	9.68
MG/FE2/NA+K	48.00	46.76	13.24	29.30	61.82
N - F - A	26.63	64.37	8.88		

POLDERVAARTS FORMULA -18.547  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 5.056  
 # OF SUGIMURA 49.112  
 CRYSTALLIZATION INDEX 41.198  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .728



JML.25.1 (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)						ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT								
SiO2	64.88	TiO2	.79	SiO2	65.59	TiO2	.81	Al2O3	14.48	P2O5	.17	Al2O3	14.76	P2O5	.17
Fe2O3	2.46	MnO	.07	Fe2O3	2.35	MnO	.07	FeO	3.35	S	.02	FeO	3.59	S	.02
MgO	2.24	NiO	0.00	MgO	2.30	NiO	0.00	CaO	4.45	Cr2O3	0.00	CaO	4.56	Cr2O3	0.00
Na2O	5.22	CO2	0.00	Na2O	5.35	CO2	0.00	K2O	.43	H2O	1.00	K2O	.44	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 69.82 AL = 16.13 FE3 = 1.64 FE2 = 2.84 CA = 4.53 MG = 3.17  
 NA = 9.62 K = .52 TI = .56 P = .14 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	19.964	18.093	DI	3.497	3.598	MT	3.403	2.656
C	0.000	0.000	HE	1.816	1.631	IL	1.538	1.129
OR	2.687	2.689	EN	4.095	4.545	CR	0.000	0.000
AB	45.250	48.883	FS	2.439	2.060	HM	0.000	0.000
AN	14.996	14.976	FO	0.000	0.000	AP	.404	.365
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	(WEIGHT PER CENT)			
MG/MG+FE2	.69			.55
AN/AN+AB	3.97	23.75		24.04
OR/AB/AN	3.97	73.22	22.81	4.15 72.84 23.81
Q /AB/OR	26.73	69.98	3.77	29.41 65.75 3.84
OL/HY/AG	0.80	59.81	44.19	0.80 55.16 44.84
Q /HY/AG	68.98	21.78	17.24	62.73 20.55 16.71
PL/AG/PY	84.20	6.98	8.82	83.56 7.37 9.07
AG/PL/HY+Q	3.51	42.36	54.13	.06 39.66 56.84
OL*/PL/Q*	5.62	71.53	22.85	5.65 69.46 24.89 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/Q*	15.33	17.24	66.42	15.42 16.71 67.87

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 36.79 58.22 6.32 6.67 6.67 31.68 54.86 6.60 6.60  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 39.42 53.81 6.77 34.01 58.91 7.08

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT CATION EQUIV.  
 COLOUR INDEX 16.79 15.42

	(ATOMIC PERCENT)			(WEIGHT PERCENT)		
FE3/FE2+FE3			37.05			39.54
MG/FE2/NA+K	19.71	17.29	63.00	19.66	30.74	49.60
M - F - A	16.85	41.35	42.80			

POLDERVAARTS FORMULA -9.324  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.591  
 Ø OF SUGIMURA 36.043  
 CRYSTALLIZATION INDEX 21.323  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .577

JML.07 (1978)

BASALTE THOLEITIQUE FERRIFERE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)						ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT								
SiO2	49.75	TiO2	.92	SiO2	51.28	TiO2	.95	Al2O3	14.00	P2O5	.06	Al2O3	14.43	P2O5	.06
Fe2O3	4.78	MnO	.18	Fe2O3	2.49	MnO	.19	FeO	9.00	S	.15	FeO	11.37	S	.15
MgO	5.90	NiO	0.00	MgO	6.08	NiO	0.00	CaO	10.68	Cr2O3	0.00	CaO	10.93	Cr2O3	0.00
Na2O	1.95	CO2	0.00	Na2O	2.01	CO2	0.00	K2O	.85	H2O	2.15	K2O	.85	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 48.55 AL = 16.10 FE3 = 1.78 FE2 = 9.15 CA = 11.08 MG = 0.56  
 NA = 3.69 K = .06 TI = .68 P = .05 S = .27 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	4.319	4.088	DI	9.834	10.332	MT	3.617	2.666
C	0.000	0.000	HE	9.781	8.969	IL	1.901	1.350
OR	.385	.312	EN	18.568	11.996	CR	0.000	0.000
AB	17.000	18.447	FS	12.077	10.414	HM	0.000	0.000
AN	38.208	30.881	FO	0.000	0.000	AP	.143	.132
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.318	.412
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	(WEIGHT PER CENT)			
MG/MG+FE2	.94			.39
AN/AN+AB		62.60		63.98
OR/AB/AN	.63	37.16	62.21	.64 35.79 63.57
Q /AB/OR	17.89	80.74	1.36	19.96 78.63 1.41
OL/HY/AG	0.80	53.73	46.27	0.80 53.61 46.39
Q /HY/AG	8.93	48.93	42.14	9.27 48.64 42.09
PL/AG/HY	54.18	21.20	24.62	52.76 21.92 25.32
AG/PL/HY+Q	17.97	45.83	36.09	.32 44.22 37.41
OL*/PL/Q*	22.17	65.85	12.78	22.91 63.63 13.46 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/Q*	36.79	42.14	21.16	36.48 42.09 21.43

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 17.23 26.97 26.16 30.04 14.44 28.25 26.58 30.73  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 24.63 37.98 37.40 28.84 40.79 38.37

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT CATION EQUIV.  
 COLOUR INDEX 47.70 45.73

	(ATOMIC PERCENT)			(WEIGHT PERCENT)		
FE3/FE2+FE3			16.49			17.99
MG/FE2/NA+K	40.22	42.19	17.59	31.17	58.26	10.57
M - F - A	27.95	62.57	9.48			

POLDERVAARTS FORMULA -5.984  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.293  
 Ø OF SUGIMURA 40.335  
 CRYSTALLIZATION INDEX 47.462  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .657

JML.05.1B (1978)

BASALTE THOLEITIQUE FERRIFERE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	47.58	TiO2	1.00	SiO2	49.23	TiO2	1.04
Al2O3	14.15	P2O5	.06	Al2O3	14.76	P2O5	.06
Fe2O3	4.65	MnO	.21	Fe2O3	2.61	MnO	.22
FeO	18.68	S	.05	FeO	13.05	S	.05
MgO	6.46	NiO	0.00	MgO	7.16	NiO	0.00
CaO	9.37	Cr2O3	0.00	CaO	9.77	Cr2O3	0.00
Na2O	1.85	CO2	0.00	Na2O	1.93	CO2	0.00
K2O	.11	H2O	3.25	K2O	.11	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 46.68 AL = 16.47 FE3 = 1.86 FE2 = 19.51 CA = 9.91 MG = 10.09  
 NA = 3.54 K = .14 TI = .74 P = .05 S = .09 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	4.81	4.55	DI	6.992	7.344	MT	3.741	2.786
C	0.000	0.000	HE	6.976	6.396	IL	1.981	1.485
OR	.679	.693	EN	14.570	16.515	CR	0.000	0.000
AB	16.326	17.785	FS	16.681	14.382	HM	0.000	0.000
AN	31.274	31.966	FO	0.000	0.000	AP	.145	.134
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.107	.139
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2			.53				.39
AN/AN+AB			64.36				65.70
OR/AB/AN	1.38		39.15	63.47		1.41	33.82 64.74
Q*/AB/OR	2.41		93.91	3.68		2.75	93.37 3.88
OL*/HY/AG	4.00		69.22	38.78		0.00	69.12 30.88
O*/HY/AG	1.01		60.52	30.47		1.05	60.39 30.56
PL*/AG/HY	52.67		14.57	32.76		51.28	15.05 33.67
AG*/PL/HY+Q	14.29		51.67	34.03		.25	50.24 35.02
OL*/PL/O*	28.60		61.31	10.09		29.55	60.00 10.46 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/O*	51.39		38.47	18.14		51.29	38.56 18.15

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 16.92 24.38 36.90 21.88  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 21.65 31.11 47.24 18.29 14.19 25.47 37.53 22.41

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT 17.49 CATION EQUIV. 18.45

COLOUR INDEX 50.99 48.91

(ATOMIC PERCENT)

(WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3			15.24				16.65
MG/FE2/NA+K	41.87		42.86	15.27		32.16	58.66 9.19
M - F - A	29.89		62.68	8.31			

POLDERVAARTS FORMULA -4.938

MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.475

# OF SUGIMURA 38.729

CRYSTALLIZATION INDEX 48.482

FE2/(FE2+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .695

JML.05.1C (1978)

BASALTE THOLEITIQUE FERRIFERE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	51.00	TiO2	1.17	SiO2	53.59	TiO2	1.23
Al2O3	13.00	P2O5	.07	Al2O3	13.66	P2O5	.07
Fe2O3	6.00	MnO	.30	Fe2O3	2.81	MnO	.32
FeO	9.25	S	.05	FeO	12.83	S	.05
MgO	4.20	NiO	0.00	MgO	4.41	NiO	0.00
CaO	0.60	Cr2O3	0.00	CaO	0.64	Cr2O3	0.00
Na2O	1.67	CO2	0.00	Na2O	1.75	CO2	0.00
K2O	.22	H2O	4.10	K2O	.23	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 51.61 AL = 15.51 FE3 = 2.03 FE2 = 18.59 CA = 9.32 MG = 6.33  
 NA = 3.28 K = .28 TI = .89 P = .06 S = .09 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	11.170	10.756	DI	5.149	5.503	MT	4.068	3.058
C	0.000	0.000	HE	0.846	7.505	IL	2.335	1.781
OR	1.367	1.422	EN	0.694	9.916	CR	0.000	0.000
AB	14.647	16.388	FS	15.419	13.524	HM	0.000	0.000
AN	20.716	29.862	FO	0.000	0.000	AP	.171	.168
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.106	.102
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PERCENT)

MG/MG+FE2			.42				.29
AN/AN+AB			64.58				65.92
OR/AB/AN	2.98		34.37	62.65		3.04	33.04 63.91
Q*/AB/OR	37.66		57.36	4.98		48.79	54.22 4.99
OL*/HY/AG	0.00		64.21	35.69		0.00	64.55 35.45
O*/HY/AG	22.79		49.66	27.56		23.08	49.65 27.27
PL*/AG/HY	59.92		15.73	29.35		53.93	16.33 29.74
AG*/PL/HY+Q	18.35		36.78	52.87		.14	34.72 54.76
OL*/PL/O*	21.86		57.49	20.66		22.88	55.31 21.81 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/O*	39.24		27.56	35.20		37.23	27.27 35.50

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 15.46 36.44 27.65 20.46  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 19.43 45.61 34.76 16.23 12.82 38.35 27.80 21.03

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT 27.38 CATION EQUIV. 26.56

COLOUR INDEX 43.62 41.28

(ATOMIC PERCENT)

(WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3			16.44				17.94
MG/FE2/NA+K	31.31		51.89	17.60		22.95	66.73 10.33
M - F - A	20.28		70.59	9.13			

POLDERVAARTS FORMULA -12.047

MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.355

# OF SUGIMURA 42.880

CRYSTALLIZATION INDEX 39.695

FE2/(FE2+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .687

JML.06.C (1978)

BASALTE THOLEITIQUE (Potassique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	59.48	TiO2	1.88	SiO2	51.73	TiO2	1.83
Al2O3	15.98	P2O5	.27	Al2O3	15.91	P2O5	.28
Fe2O3	1.93	MnO	.15	Fe2O3	1.98	MnO	.15
FeO	8.38	S	.03	FeO	8.52	S	.03
MgO	8.55	NiO	0.00	MgO	8.74	NiO	0.00
CaO	6.13	CR2O3	0.00	CaO	6.29	CR2O3	0.00
Na2O	2.13	CO2	0.00	Na2O	2.19	CO2	0.00
K2O	3.83	H2O	2.00	K2O	3.11	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 47.76 AL = 17.31 FE3 = 1.38 FE2 = 6.70 CA = 6.22 MG = 12.07  
 NA = 3.91 K = 3.67 TI = .71 P = .22 S = .05 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)									
Q	0.000	0.000	DI	2.788	2.774	MT	2.872	2.054	
C	0.000	0.000	HE	1.354	1.211	IL	1.950	1.425	
OR	18.397	18.334	EN	12.902	14.254	CR	0.000	0.000	
AB	18.499	19.564	FS	7.400	6.222	HM	0.000	0.000	
AN	24.486	24.329	FO	5.395	6.380	AP	.643	.578	
LC	0.000	0.000	FA	3.418	2.785	PY	.063	.080	
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000	
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000	
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000	

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)					(WEIGHT PER CENT)				
MG/MG+FE2				.70					.56
AN/AN+AB				59.43					56.88
OR/AB/AN	29.46			31.44	39.18			38.01	38.18
Q / AB/OR	0.00			51.62	48.38			0.00	50.14
OL/HY/AG	27.25			60.90	11.85			26.55	61.21
Q / HY/AG	0.00			83.71	16.29			0.00	83.33
PL/AG/HY	64.21			5.83	29.96			63.78	6.04
AG/PL/HY+Q	5.83			64.21	29.96			.11	63.78
OL+PL/Q	33.35			59.69	6.96			33.37	59.58
OL+AG/Q	72.93			11.85	15.22			72.45	12.25

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*Q\*/OL\*/AG\* 22.87 24.34 46.10 7.49 18.73 26.22 47.46 7.59  
 RATIO OF NE\*Q\*/OL\* 23.86 26.31 49.84 20.27 28.37 51.36

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	36.98	37.98
COLOUR INDEX	37.99	37.12

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	17.30	18.87
MG/FE2/NA+K	46.83	25.07
N - F - A	36.01	42.27

POLDERVAARTS FORMULA -2.526  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 2.264  
 # OF SUGIMURA 31.156  
 CRYSTALLIZATION INDEX 41.551  
 FE2/(FE2+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .811

AC.09 (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE FERRIFERE (Potassique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	53.40	TiO2	1.02	SiO2	54.60	TiO2	1.04
Al2O3	13.40	P2O5	.23	Al2O3	13.70	P2O5	.24
Fe2O3	2.25	MnO	.45	Fe2O3	2.30	MnO	.46
FeO	11.38	S	.04	FeO	11.55	S	.04
MgO	6.15	NiO	0.00	MgO	6.29	NiO	0.00
CaO	7.36	CR2O3	0.00	CaO	7.53	CR2O3	0.00
Na2O	1.88	CO2	0.00	Na2O	1.82	CO2	0.00
K2O	1.28	H2O	1.48	K2O	1.23	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 52.21 AL = 15.44 FE3 = 1.56 FE2 = 9.61 CA = 7.71 MG = 8.96  
 NA = 1.98 K = 1.50 TI = .75 P = .19 S = .07 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)									
Q	12.185	11.652	DI	2.725	2.892	MT	3.336	2.483	
C	0.000	0.000	HE	2.787	2.581	IL	1.981	1.500	
OR	7.257	7.492	EN	14.396	16.477	CR	0.000	0.000	
AB	8.651	9.477	FS	16.884	14.706	HM	0.000	0.000	
AN	29.169	38.122	FO	0.000	0.000	AP	.546	.508	
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.084	.110	
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000	
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000	
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000	

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)					(WEIGHT PER CENT)				
MG/MG+FE2				.53					.39
AN/AN+AB				76.07					77.13
OR/AB/AN	15.91			20.13	63.96			16.10	19.19
Q / AB/OR	48.71			33.11	26.18			43.37	38.79
OL/HY/AG	0.00			85.07	14.93			0.00	85.02
Q / HY/AG	24.12			64.55	11.33			24.88	63.87
PL/AG/HY	51.93			7.18	40.89			50.69	7.39
AG/PL/HY+Q	4.45			32.23	63.31			.08	30.66
OL+PL/Q	28.37			48.04	23.59			28.86	46.53
OL+AG/Q	48.41			11.33	40.26			47.90	11.25

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*Q\*/OL\*/AG\* 9.84 48.22 48.47 9.47 8.95 8.10 41.99 40.38 9.52  
 RATIO OF NE\*Q\*/OL\* 18.87 44.42 44.71 44.71 8.95 46.41 44.64

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	28.09	28.62
COLOUR INDEX	42.11	40.64

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	15.19	16.61
MG/FE2/NA+K	41.50	42.79
N - F - A	28.37	61.48

POLDERVAARTS FORMULA -16.689  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.550  
 # OF SUGIMURA 44.272  
 CRYSTALLIZATION INDEX 41.984  
 FE2/(FE2+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .834

AC.76.B (1978)

BASALTE CALCO-ALCALIN ALUMINEUX

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
STO2	52.08	TIO2	1.08	STO2	54.30	TIO2	1.13
AL2O3	16.80	P2O5	.11	AL2O3	17.54	P2O5	.11
FE2O3	3.10	MNO	.11	FE2O3	2.69	MNO	.11
FeO	4.45	S	.01	FeO	5.13	S	.01
MgO	4.95	NiO	0.00	MgO	5.17	NiO	0.00
CaO	9.19	CR2O3	0.00	CaO	9.50	CR2O3	0.00
NA2O	3.71	CO2	0.00	NA2O	3.87	CO2	0.00
K2O	.41	H2O	2.75	K2O	.43	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 50.14 AL = 19.09 FE3 = 1.07 FE2 = 4.05 CA = 9.40 MG = 7.11  
 NA = 6.94 K = .50 TI = .78 P = .09 S = .02 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	3.578	3.304	DI	10.077	10.372	MT	3.906	2.808
C	0.000	0.000	HE	3.771	3.373	IL	2.142	1.566
OR	2.932	2.524	EN	0.199	9.062	GR	0.000	0.000
AB	32.775	25.075	FS	3.519	2.968	HM	0.000	0.000
AN	29.214	29.133	FO	0.000	0.000	AP	.266	.240
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.021	.027
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.75	.63				
AN/AN+AB	45.66	47.13				
OR/AB/AN	3.81	52.27	43.92	3.92	50.80	45.28
U / AB/ OR	0.16	85.61	6.23	9.20	84.29	6.51
OL/HY/AG	0.00	46.74	53.26	0.00	45.84	54.16
Q / HY/AG	31.39	41.42	47.20	12.28	40.21	47.52
PL/AG/HY	71.27	15.30	13.43	70.80	15.82	13.38
AG/PL/HY+Q	13.33	62.10	24.56	.24	60.85	25.55
OL/PL/Q	11.39	80.63	7.97	11.37	80.21	8.42
OL/AG/Q	31.86	47.20	21.74	30.16	47.52	22.33

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 32.66 31.66 14.15 21.51 28.28 34.81 14.86 22.06  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 41.61 40.36 18.03 36.28 44.65 19.07

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT CATION EQUIVS.  
 COLOUR INDEX 38.88 40.50  
 31.61 38.10

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	32.89	34.43				
MG/FE2/NA+K	38.42	21.40	48.18	35.40	35.13	29.46
N - F - K	38.36	44.37	25.27			

POLDERVAARTS FORMULA -1.439  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 2.566  
 # OF SUGIMURA 35.981  
 CRYSTALLIZATION INDEX 45.037  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .549

JML.34.1A (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
STO2	54.38	TIO2	1.46	STO2	56.37	TIO2	1.52
AL2O3	14.00	P2O5	.18	AL2O3	14.53	P2O5	.19
FE2O3	3.90	MNO	.16	FE2O3	3.07	MNO	.17
FeO	7.40	S	.10	FeO	8.55	S	.10
MgO	3.95	NiO	0.00	MgO	4.10	NiO	0.00
CaO	9.05	CR2O3	0.00	CaO	9.40	CR2O3	0.00
NA2O	1.60	CO2	0.00	NA2O	1.66	CO2	0.00
K2O	.33	H2O	3.55	K2O	.34	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 53.98 AL = 16.40 FE3 = 2.21 FE2 = 6.98 CA = 9.64 MG = 5.85  
 NA = 3.06 K = .42 TI = 1.09 P = .15 S = .19 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	17.849	17.051	DI	6.134	6.519	MT	4.456	3.321
C	0.000	0.000	HE	5.633	5.225	IL	2.879	2.183
OR	2.026	2.095	EN	7.368	8.444	CR	0.000	0.000
AB	14.854	15.417	FS	7.760	6.768	HM	0.000	0.000
AN	31.192	32.253	FO	0.000	0.000	AP	.433	.404
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.214	.279
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.56	.41				
AN/AN+AB	67.66	68.94				
OR/AB/AN	4.21	38.96	64.81	4.29	29.73	65.98
U / AB/ OR	69.39	44.56	6.05	52.61	41.42	5.97
OL/HY/AG	0.00	56.43	43.57	0.00	56.25	43.75
Q / HY/AG	38.88	34.54	26.66	39.89	33.81	26.30
PL/AG/HY	63.88	15.74	20.38	62.72	16.31	20.97
AG/PL/HY+Q	8.21	33.34	58.45	.14	31.52	60.28
OL/PL/Q	14.27	59.61	26.13	14.51	57.84	27.65
OL/AG/Q	29.98	26.66	47.44	25.38	28.30	48.34

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 15.56 45.51 19.19 19.75 12.90 47.88 19.29 19.94  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 19.38 56.71 23.91 16.11 59.80 24.09

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT CATION EQUIVS.  
 COLOUR INDEX 33.93 34.60  
 34.23 32.46

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	24.44	26.44				
MG/FE2/NA+K	36.12	42.26	21.62	27.98	58.35	13.67
N - F - A	23.94	64.96	11.50			

POLDERVAARTS FORMULA -16.888  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.684  
 # OF SUGIMURA 46.336  
 CRYSTALLIZATION INDEX 42.491  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .655

JML.59 (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	54.75	TiO2	1.17	SiO2	68.61	TiO2	1.21
Al2O3	14.20	P2O5	.22	Al2O3	14.65	P2O5	.23
Fe2O3	2.89	MnO	.16	Fe2O3	2.75	MnO	.17
FeO	7.60	S	.07	FeO	8.04	S	.07
MgO	3.14	NiO	0.00	MgO	3.24	NiO	0.00
CaO	4.92	Cr2O3	8.00	CaO	5.08	Cr2O3	0.00
Na2O	3.43	CO2	0.00	Na2O	3.54	CO2	0.00
K2O	.41	H2O	3.05	K2O	.42	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 57.33 AL = 16.33 FE3 = 1.96 FE2 = 6.49 CA = 5.14 MG = 4.57  
 NA = 6.49 K = .51 TI = .85 P = .18 S = .13 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	15.675	17.665	OI	.331	.348	MT	3.994	2.941
C	0.000	0.000	HE	.362	.358	IL	2.292	1.717
OR	2.502	2.555	EN	7.913	8.959	CR	0.000	0.000
AB	29.939	32.446	FS	10.455	9.068	HM	0.000	0.000
AN	22.842	23.333	FO	0.000	0.000	AP	.526	.465
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.149	.192
WE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.50	.36				
AN/AN+AB	41.83	43.20				
OR/AB/AN	4.38	95.62	40.80	4.53	54.16	41.32
Q / AB/OR	33.54	61.61	4.85	36.54	58.57	4.89
OL/HY/AG	0.00	96.26	3.74	0.00	96.26	3.74
Q / HY/AG	46.62	49.46	1.92	49.46	48.65	1.89
PL/AG/HY	74.93	.94	24.14	73.45	.99	25.56
AG/PL/HY+4Q	.48	38.44	61.08	.81	36.01	63.50
OL*/PL/Q*	14.74	61.02	24.24	15.34	58.76	25.90
OL*/AG/Q*	37.89	1.92	63.99	36.49	1.89	61.62
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS						
NE*/Q*/OL*/AG*	28.31	51.89	19.59	1.01	23.96	54.88
RATIO OF NE*/Q*/OL*	26.60	51.61	19.79	24.22	55.46	20.11
					20.33	1.05

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	51.12	52.67
COLOUR INDEX	25.37	23.32

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	23.56	25.51
MG/FE2/NA+K	25.47	35.49
H - F - A	18.26	59.37
		22.35

POLDERVAARTS FORMULA	-13.772
MOLECULAR RATIO ALUMINA	2.333
Ø OF SUGIMURA	48.464
CRYSTALLIZATION INDEX	28.719
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.724

JML.36.C (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE (Potassique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	55.78	TiO2	.64	SiO2	58.84	TiO2	.68
Al2O3	17.35	P2O5	.12	Al2O3	18.33	P2O5	.13
Fe2O3	1.97	MnO	.11	Fe2O3	1.98	MnO	.12
FeO	5.60	S	.02	FeO	5.92	S	.02
MgO	5.12	NiO	0.00	MgO	5.41	NiO	0.00
CaO	3.20	Cr2O3	0.00	CaO	3.38	Cr2O3	0.00
Na2O	2.15	CO2	0.00	Na2O	2.27	CO2	0.00
K2O	2.79	H2O	4.75	K2O	2.95	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 54.74 AL = 20.10 FE3 = 1.38 FE2 = 4.69 CA = 3.37 MG = 7.50  
 NA = 4.10 K = 3.50 TI = .47 P = .18 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	15.416	14.530	OI	0.000	0.000	MT	2.864	2.075
C	0.000	0.000	HE	0.000	0.000	IL	1.284	.946
OR	17.432	17.511	EN	13.468	14.999	CR	0.000	0.000
AB	19.215	20.404	FS	8.287	7.823	HM	0.000	0.000
AN	15.940	16.816	FO	0.000	0.000	AP	.294	.267
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.843	.855
WE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.68	.55				
AN/AN+AB	43.88	45.34				
OR/AB/AN	32.42	37.93	29.65	33.15	36.54	38.31
Q / AB/OR	27.55	39.88	33.34	29.88	36.77	33.35
OL/HY/AG	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Q / HY/AG	39.75	68.25	0.00	41.79	58.21	0.00
PL/AG/HY	62.37	0.00	37.63	61.77	0.00	38.23
AG/PL/HY+4Q	0.00	31.29	68.71	0.00	29.45	70.55
OL*/PL/Q*	23.89	56.64	20.27	22.97	54.99	22.05
OL*/AG/Q*	45.19	0.00	54.81	43.66	0.00	56.34
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS						
NE*/Q*/OL*/AG*	21.55	49.49	28.96	0.00	18.84	52.57
RATIO OF NE*/Q*/OL*	21.55	49.49	28.96	18.84	52.57	29.39
					29.39	0.00

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	52.26	52.52
COLOUR INDEX	25.98	25.84

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	23.18	25.03
MG/FE2/NA+K	38.07	23.36
H - F - A	29.52	41.99
		28.48

POLDERVAARTS FORMULA	-16.184
MOLECULAR RATIO ALUMINA	2.645
Ø OF SUGIMURA	41.867
CRYSTALLIZATION INDEX	25.379
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.758

JML.18.2A (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE FERRIFERE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	52.21	TiO2	2.08	SiO2	54.94	TiO2	2.19
Al2O3	15.80	P2O5	.06	Al2O3	15.79	P2O5	.08
Fe2O3	4.15	MnO	.17	Fe2O3	3.77	MnO	.18
FeO	8.10	S	.03	FeO	9.06	S	.03
MgO	4.43	NiO	0.00	MgO	4.66	NiO	0.00
CaO	6.67	Cr2O3	0.00	CaO	7.02	Cr2O3	0.00
Na2O	1.67	CO2	0.00	Na2O	1.76	CO2	0.00
K2O	.58	H2O	4.75	K2O	.53	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 52.60 AL = 17.02 FE3 = 2.71 FE2 = 7.40 CA = 7.20 MG = 6.65  
 NA = 3.26 K = .64 TI = 1.58 P = .07 S = .06 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	16.458	15.752	DI	3.00	.310	HT	5.463	4.072
C	0.000	0.000	HE	.229	.212	IL	4.158	3.153
OR	3.113	3.210	EN	11.472	13.147	CR	0.000	0.000
AB	14.878	16.314	FS	10.053	8.768	HM	0.000	0.000
AN	33.633	34.778	FO	0.000	0.000	AP	.195	.182
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.065	.085
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AG	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FEZ	.60				.46
AN/AN+AB	68.07				69.34
OR/AB/AN	5.92	30.04	64.04	6.03	28.81
O /AB/OR	40.64	46.24	9.12	47.77	43.19
OL/HY/AG	8.88	97.63	2.37	0.00	97.60
O /HY/AG	41.24	57.37	1.39	42.72	55.90
PL/AG/HY	69.48	.72	29.60	68.74	.75
AG/PL/HY+Q	.39	37.42	62.19	.01	35.57
OL+PL/Q	10.52	57.56	23.92	10.67	56.09
OL+AG/Q	43.03	1.39	55.58	41.93	1.37

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*Q\*/OL\*/AG\* 17.96 50.92 30.15 .97 14.92 53.71 30.39 .98  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 10.13 51.42 30.45 15.07 54.24 30.69

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	34.43	35.28
COLOUR INDEX	31.67	29.67

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	27.23	29.38
MG/FE2/NA+K	37.35 40.72 21.93	29.13 56.60 14.27
M - F - A	24.04 64.19 11.78	

POLDERVAARTS FORMULA -10.547  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.561  
 # OF SUGIMURA 44.633  
 CRYSTALLIZATION INDEX 41.973  
 FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .661

JML.35 (1978)

HAWAIIITE (basalte alcalin sodique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	48.75	TiO2	.90	SiO2	51.11	TiO2	.94
Al2O3	14.40	P2O5	.06	Al2O3	15.10	P2O5	.06
Fe2O3	2.65	MnO	.26	Fe2O3	2.52	MnO	.27
FeO	9.46	S	.02	FeO	10.15	S	.02
MgO	6.28	NiO	0.00	MgO	6.50	NiO	0.00
CaO	0.10	Cr2O3	0.00	CaO	0.49	Cr2O3	0.00
Na2O	4.59	CO2	0.00	Na2O	4.72	CO2	0.00
K2O	.11	H2O	3.50	K2O	.12	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 47.15 AL = 16.42 FE3 = 1.75 FE2 = 8.04 CA = 8.39 MG = 8.94  
 NA = 8.64 K = .14 TI = .65 P = .05 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	0.000	0.000	DI	9.932	10.169	MT	3.648	2.620
C	0.000	0.000	HE	0.275	7.395	IL	1.792	1.309
OR	.682	.679	EN	0.000	0.000	CR	0.000	0.000
AB	38.217	48.393	FS	0.000	0.000	HM	0.000	0.000
AN	19.680	19.606	FO	8.117	9.591	AP	.146	.131
LC	0.000	0.000	FA	8.547	6.975	PY	.043	.054
NE	.928	1.077	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AG	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FEZ	.58				.44
AN/AN+AB	32.68				33.99
AN/AN+AB+S/3NE	31.73				33.11
OR/AB/AN	1.12	66.57	32.31	1.16	65.24
O /AB/OR	0.40	98.35	1.65	0.00	98.25
OL/HY/AG	40.54	0.00	51.46	47.79	0.00
O /HY/AG	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
PL/AG/HY	77.36	22.64	0.00	76.08	23.92
AG/PL/HY+Q	22.64	77.36	0.00	.42	76.08
OL+PL/Q	21.64	78.36	0.00	22.35	77.65
OL+AG/Q	48.54	51.46	0.00	47.79	52.21

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*Q\*/OL\*/AG\* 33.48 21.37 21.91 23.23 29.02 23.51 23.03 24.44  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 43.62 27.84 20.54 38.41 31.11 30.48

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	39.82	42.15
COLOUR INDEX	40.31	38.06

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	13.24	19.86
MG/FE2/NA+K	35.26 30.90 33.03	30.26 47.25 22.50
M - F - A	27.37 52.28 20.35	

POLDERVAARTS FORMULA 4.410  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.915  
 # OF SUGIMURA 26.563  
 CRYSTALLIZATION INDEX 37.729  
 FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .781

JML.64 (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE FERRIFERE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	56.15	TiO2	.73	SiO2	60.96	TiO2	.79
Al2O3	13.15	P2O5	.12	Al2O3	14.28	P2O5	.13
Fe2O3	2.65	MnO	.24	Fe2O3	2.42	MnO	.26
FeO	7.30	S	.02	FeO	8.33	S	.02
MgO	4.03	NiO	0.00	MgO	4.38	NiO	0.00
CaO	5.43	Cr2O3	0.00	CaO	5.90	Cr2O3	0.00
Na2O	1.22	CO2	0.00	Na2O	1.32	CO2	0.00
K2O	1.11	H2O	6.70	K2O	1.21	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 58.34 AL = 16.10 FE3 = 1.74 FE2 = 6.08 CA = 6.05 MG = 6.24  
 NA = 2.46 K = 1.47 TI = .57 P = .11 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	26.194	23.194	DI	0.000	0.000	MT	3.510	2.615
C	.307	.436	HE	0.000	0.000	IL	1.505	1.141
OR	7.128	7.365	EN	10.896	12.481	CR	0.000	0.000
AB	11.207	12.288	FS	12.430	10.835	HM	0.000	0.000
AN	28.395	29.345	FO	0.000	0.000	AP	.302	.282
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.045	.058
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.54	.39				
AN/AN+AB	78.49	71.70				
OR/AB/AN	15.03	25.08	59.89	15.25	23.98	60.76
Q / AB/OR	54.89	28.71	17.21	56.89	26.35	16.76
OL/HY/AG	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Q / HY/AG	49.83	50.17	0.00	50.91	49.09	0.00
PL/AG/HY	64.10	0.00	35.90	62.93	0.00	37.07
AG/PL/HY+4Q	0.00	26.42	73.58	0.00	24.80	75.20
OL+PL/Q	19.92	47.78	32.29	20.15	45.95	33.90
OL+AG/Q	37.83	0.00	62.17	36.82	0.00	63.18

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 12.55 57.69 29.76 0.00 10.30 60.08 29.62 0.00  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 12.55 57.69 29.76 29.76 10.30 60.08 29.62

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	42.53	42.81
COLOUR INDEX	28.34	27.07

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	28.73	22.52
MG/FE2/NA+K	37.06 39.68 23.34	28.72 54.68 16.60
N - F - A	25.12 60.35 14.53	

POLDERVAARTS FORMULA -24.679  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.097  
 # OF SUGIMURA 49.493  
 CRYSTALLIZATION INDEX 36.032  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .734

AJ.14.A (1978)

BASALTE THOLEITIQUE FERRIFERE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	49.65	TiO2	.96	SiO2	51.95	TiO2	1.00
Al2O3	14.80	P2O5	.06	Al2O3	14.65	P2O5	.06
Fe2O3	4.86	MnO	.20	Fe2O3	2.57	MnO	.21
FeO	7.46	S	.07	FeO	10.04	S	.07
MgO	5.31	NiO	0.00	MgO	5.56	NiO	0.00
CaO	12.85	Cr2O3	0.00	CaO	12.61	Cr2O3	0.00
Na2O	1.10	CO2	0.00	Na2O	1.15	CO2	0.00
K2O	.12	H2O	3.10	K2O	.13	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 49.54 AL = 16.47 FE3 = 1.85 FE2 = 8.18 CA = 12.80 MG = 7.90  
 NA = 2.13 K = .15 TI = .72 P = .05 S = .13 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

Q	8.855	8.445	DI	11.856	12.549	MT	3.732	2.771
C	0.000	0.000	HE	11.125	10.274	IL	1.908	1.441
OR	.743	.765	EN	8.339	9.519	CR	0.000	0.000
AB	9.738	10.648	FS	8.974	7.796	HM	0.000	0.000
AN	34.436	35.464	FO	0.000	0.000	AP	.146	.135
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.151	.196
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.55	.41				
AN/AN+AB	76.92	77.95				
OR/AB/AN	1.63	22.70	75.67	1.65	21.68	76.67
Q / AB/OR	42.54	53.60	3.85	45.80	50.36	3.84
OL/HY/AG	0.00	43.13	56.87	0.00	42.97	57.03
Q / HY/AG	17.38	35.64	46.98	18.02	35.23	46.76
PL/AG/HY	53.46	26.47	20.08	52.29	27.21	20.50
AG/PL/HY+4Q	19.02	38.41	42.57	.33	36.84	43.99
OL+PL/Q	18.07	64.15	17.77	18.46	62.80	18.74
OL+AG/Q	26.73	46.98	26.29	26.42	46.76	26.82

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 10.78 28.75 21.93 38.54 8.92 10.20 22.01 58.87  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 17.54 46.78 35.68 14.60 49.40 36.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	19.34	19.85
COLOUR INDEX	49.93	44.35

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	18.74	20.41
MG/FE2/NA+K	43.42 44.03 12.54	32.93 59.51 7.57
N - F - A	28.95 64.39 6.65	

POLDERVAARTS FORMULA -10.173  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 7.219  
 # OF SUGIMURA 45.438  
 CRYSTALLIZATION INDEX 52.135  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .606

JML.21.B (1978)

DACITE CALCO-ALKALINE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	58.50	TiO2	.75	SiO2	59.53	TiO2	.75
Al2O3	15.75	P2O5	.15	Al2O3	16.03	P2O5	.15
Fe2O3	4.83	MnO	.06	Fe2O3	2.29	MnO	.06
FeO	1.16	S	.02	FeO	3.52	S	.02
MgO	1.43	NiO	0.00	MgO	1.46	NiO	0.00
CaO	14.60	CR2O3	0.00	CaO	14.86	CR2O3	0.00
Na2O	1.20	CO2	0.00	Na2O	1.22	CO2	0.00
K2O	.11	H2O	2.20	K2O	.11	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 56.98 AL = 18.08 FE3 = 1.65 FE2 = 2.86 CA = 15.24 MG = 2.08  
 NA = 2.27 K = .14 TI = .55 P = .12 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	24.397	23.353	DI	7.816	8.303	MT	3.320	2.474
C	0.000	0.000	HE	6.351	5.889	IL	1.449	1.099
OR	.662	.664	EN	0.000	0.000	CR	0.000	0.000
AB	18.331	11.330	FS	0.000	0.000	HM	0.000	0.000
AN	37.920	39.198	FO	0.000	0.000	AP	.354	.330
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.055
NE	0.000	0.000	WO	7.356	7.266	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2		.59			.44
AN/AN+AB		77.58			78.59
OR/AB/AN	1.34	22.12	76.54	1.35	21.12 77.53
Q / AB/OR	66.03	32.04	1.93	66.94	29.19 1.87
OL/HY/AG	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00 100.00
Q / HY/AG	62.20	0.00	37.80	63.26	0.00 36.74
PL/AG/HY	78.87	21.93	0.80	77.30	22.70 0.00
AG/PL/HY+AQ	8.97	31.95	59.07	.15	30.16 60.99
OL+PL/Q+	0.00	68.39	31.61	0.00	66.42 33.58
OL+AG/Q+	0.00	37.80	62.20	0.00	36.74 63.26

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE*/Q*/OL*/AG*	13.91	57.85	0.80	29.04	11.45	59.58	0.00	28.98
RATIO OF NE*/Q*/OL*	19.60	80.40	0.00	0.00	16.12	83.88	0.00	0.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	35.39	35.37
COLOUR INDEX	18.94	17.76

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	36.94	39.43
MG/FE2/NA+K	28.46	32.94
M - F - A	17.40	66.67 15.94

POLDERVAARTS FORMULA	-23.701
MOLECULAR RATIO ALUMINA	7.525
# OF SUGIMURA	53.281
CRYSTALLIZATION INDEX	45.736
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.194

AC.71.2 (1978)

ANDESITE CALCO-ALKALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	59.40	TiO2	.65	SiO2	61.16	TiO2	.67
Al2O3	15.10	P2O5	.08	Al2O3	15.55	P2O5	.08
Fe2O3	2.30	MnO	.09	Fe2O3	2.21	MnO	.09
FeO	3.41	S	.02	FeO	3.65	S	.02
MgO	3.17	NiO	0.00	MgO	3.26	NiO	0.00
CaO	7.50	CR2O3	0.00	CaO	7.72	CR2O3	0.00
Na2O	4.72	CO2	0.00	Na2O	4.85	CO2	0.00
K2O	.70	H2O	1.70	K2O	.72	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 56.43 AL = 16.91 FE3 = 1.54 FE2 = 2.89 CA = 7.64 MG = 4.49  
 NA = 8.69 K = .85 TI = .46 P = .06 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	11.345	10.468	DI	11.803	11.267	MT	3.210	2.306
C	0.000	0.000	HE	4.598	4.118	IL	1.271	.929
OR	4.263	4.247	EN	3.827	3.343	CR	0.000	0.000
AB	41.117	43.469	FS	1.451	1.219	WH	0.000	0.000
AN	18.482	18.416	FO	0.000	0.000	AP	.191	.172
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2		.73			.61
AN/AN+AB		29.76			31.01
OR/AB/AN	6.42	65.73	27.85	6.68	64.36 28.94
Q / AB/OR	17.99	74.71	7.30	20.08	72.49 7.52
OL/HY/AG	0.00	22.88	77.12	0.00	22.38 77.70
Q / HY/AG	38.43	15.00	56.57	36.19	14.25 49.65
PL/AG/HY	75.63	18.79	5.58	74.80	19.58 5.62
AG/PL/HY+AQ	12.43	50.83	37.54	.22	47.66 39.87
OL+PL/Q+	4.45	88.46	15.89	4.45	79.82 16.53
OL+AG/Q+	11.25	58.57	38.18	10.69	49.65 39.67

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE*/Q*/OL*/AG*	35.30	39.25	4.63	28.81	38.58	43.14	4.86	21.42
RATIO OF NE*/Q*/OL*	44.58	49.57	5.85	38.91	56.90	6.19	0.00	0.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	56.73	58.18
COLOUR INDEX	24.96	23.17

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	35.32	37.76
MG/FE2/NA+K	26.64	56.65
M - F - A	22.53	38.94 38.53

POLDERVAARTS FORMULA	-4.210
MOLECULAR RATIO ALUMINA	1.772
# OF SUGIMURA	38.634
CRYSTALLIZATION INDEX	31.606
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.597



AC.71.3 (1978)

BASALTE CALCO-ALCALIN (Potassique)

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	42.00	TiO2	1.31	SiO2	44.96	TiO2	1.40
Al2O3	21.38	P2O5	.17	Al2O3	22.80	P2O5	.14
Fe2O3	4.15	MnO	.14	Fe2O3	3.01	MnO	.15
FeO	6.05	S	.02	FeO	4.61	S	.02
MgO	4.82	NiO	0.00	MgO	5.16	NiO	0.00
CaO	8.80	Cr2O3	0.00	CaO	9.42	Cr2O3	0.00
Na2O	1.65	CO2	0.00	Na2O	1.77	CO2	0.00
K2O	2.36	H2O	4.70	K2O	2.53	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 41.98 AL = 25.09 FE3 = 2.11 FE2 = 6.84 CA = 9.42 MG = 7.10  
 NA = 3.20 K = 3.01 TI = .98 P = .14 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)										
U	0.000	U	0.000	DI	0.000	0.000	MT	4.361	T	1.170
C	.468	.515	ME	0.000	0.000	IL	2.663	1.969		
OR	14.942	15.062	EN	0.000	0.000	CR	0.000	0.000		
AB	32.600	33.467	FS	0.000	0.000	HM	0.000	0.000		
AN	45.540	45.910	FO	9.004	10.769	AP	.422	.384		
LC	0.000	0.000	FA	8.602	7.171	PY	.044	.056		
NE	1.265	1.459	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000		
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000		
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000		

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)					(WEIGHT PER CENT)				
MG/NC+FE2		.68		.46					
AN/AN+AB		77.30		78.32					
AN/AN+AB+5/3NE		74.10		75.58					
OR/AB/AN	20.23	18.11	61.66	20.44	17.25	62.31			
Q /AB/OR	0.00	47.24	52.76	0.00	45.76	54.24			
OL/HY/AG	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00			
Q /HY/AG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
PL/AG/HY	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00			
AG/PL/HY+Q	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00			
OL+PL/Q	23.23	76.93	-.16	23.35	76.80	-.15	ADJUSTED FOR CORUNDUM		
OL+AG/Q	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00			

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 ME\*Q\*/OL\*/AG\* 29.13 16.38 54.49 0.00 25.11 17.93 56.96 0.00  
 RATIO OF ME\*Q\*/OL\* 29.13 16.38 54.49 25.11 17.93 56.96

DIFFERENTIATION INDEX		WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX		28.81	30.05
COLOUR INDEX		24.71	23.08

FES/FE2+FE3		(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FES/FE2+FE3		23.92		25.89	
MG/FE2+NA+K	35.78	33.43	30.08	28.57	47.67 23.77
M - F - A	24.04	54.49	20.67		

POLDERVAARTS FORMULA		5.007
MOLECULAR RATIO ALUMINA		4.841
Ø OF SUGIMURA		33.326
CRYSTALLIZATION INDEX		54.544
FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)		.623

AC.11.A (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	61.00	TiO2	.63	SiO2	62.30	TiO2	.65
Al2O3	14.60	P2O5	.17	Al2O3	14.91	P2O5	.17
Fe2O3	1.25	MnO	.13	Fe2O3	1.28	MnO	.13
FeO	5.48	S	.03	FeO	5.52	S	.03
MgO	3.98	NiO	0.00	MgO	4.06	NiO	0.00
CaO	5.67	Cr2O3	0.00	CaO	5.79	Cr2O3	0.00
Na2O	4.48	CO2	0.00	Na2O	4.58	CO2	0.00
K2O	.37	H2O	.10	K2O	.38	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 57.67 AL = 16.27 FE3 = .89 FE2 = 4.37 CA = 5.74 MG = 5.61  
 NA = 0.21 K = .45 TI = .59 P = .14 S = .05 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)										
U	14.534	13.455	DI	4.100	4.302	MT	1.851	1.334		
C	0.000	0.000	ME	2.034	2.541	IL	1.610	1.100		
OR	2.235	2.234	EN	8.102	9.065	CR	0.000	0.000		
AB	30.713	41.060	FS	6.350	5.355	HM	0.000	0.000		
AN	19.036	19.031	FO	0.000	0.000	AP	.403	.363		
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.063	.080		
NE	0.000	0.000	MO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000		
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000		
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000		

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)					(WEIGHT PER CENT)				
MG/NC+FE2		.63		.49					
AN/AN+AB		31.67		32.96					
OR/AB/AN	3.98	65.08	30.53	3.73	64.54	31.74			
Q /AB/OR	23.71	72.35	3.94	26.20	69.78	4.03			
OL/HY/AG	0.00	67.82	32.18	0.00	67.42	32.58			
Q /HY/AG	30.75	41.53	19.71	40.27	40.27	19.46			
PL/AG/HY	73.86	8.41	17.72	72.82	8.85	18.32			
AG/PL/HY+Q	5.06	44.45	50.48	.89	42.02	52.07			
OL+PL/Q	12.00	88.31	1.93	12.55	86.52	20.93	ADJUSTED FOR CORUNDUM		
OL+AG/Q	35.15	19.71	45.14	30.29	19.46	50.34			

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 ME\*Q\*/OL\*/AG\* 32.51 44.19 14.27 9.03 27.04 48.02 14.82 9.82  
 RATIO OF ME\*Q\*/OL\* 35.74 46.57 15.69 30.70 52.95 16.34

DIFFERENTIATION INDEX		WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX		55.48	56.75
COLOUR INDEX		25.01	23.78

FES/FE2+FE3		(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FES/FE2+FE3		17.24	46.71	10.80	
MG/FE2+NA+K	30.25	23.04	27.97	37.95	34.08
M - F - A	25.92	42.49	31.59		

POLDERVAARTS FORMULA		-0.139
MOLECULAR RATIO ALUMINA		1.879
Ø OF SUGIMURA		37.291
CRYSTALLIZATION INDEX		20.956
FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)		.812

AC.29 (1978)

TRONDJHEMITE HYPER-SODIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL		ADJUSTED TO 100 PERCENT	
SiO2	72.88	TiO2	.21	SiO2	73.17	TiO2	.21
Al2O3	15.00	P2O5	.03	Al2O3	15.24	P2O5	.03
Fe2O3	1.00	MnO	.02	Fe2O3	1.02	MnO	.02
FeO	.45	S	.02	FeO	.46	S	.02
MgO	.43	NiO	0.00	MgO	.44	NiO	0.00
CaO	2.17	Cr2O3	0.00	CaO	2.21	Cr2O3	0.00
Na2O	5.95	CO2	0.00	Na2O	6.05	CO2	0.00
K2O	1.12	H2O	1.15	K2O	1.14	H2O	0.00

CATION PERCENT							
SI	= 67.38	AL	= 16.53	FE3	= .78	FE2	= .37
CA	= 2.17	MG	= .60	NA	= 18.78	K	= 1.34
TI	= .15	P	= .02	S	= .04	CR	= 0.00
CO2	= 0.00						

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)							
O	26.351	26.877	OT	0.000	0.000	HT	.848
C	.129	.148	HE	0.000	0.000	IL	.405
OR	6.733	6.695	EN	1.088	1.198	CR	0.000
AB	51.181	53.914	FS	.000	.000	HM	.431
AN	18.741	18.669	FO	0.000	0.000	AP	.071
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)				(WEIGHT PER CENT)			
MG/MG+FE2		1.00				1.00	
AN/AN+AB		16.52				17.35	
OR/AB+AN	9.38	75.65	14.97	9.01	74.54	15.65	
O / AB+OR	30.89	62.20	7.71	32.87	59.32	7.81	
OL/MY+AG	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	
O / MY+AG	95.61	4.39	0.00	96.30	3.70	0.00	
PL/AG+HY	98.18	0.00	1.82	98.27	0.00	1.73	
AG/PL+HY+Q	0.00	37.97	62.03	0.00	35.09	64.91	
OL+PL/Q	1.00	70.37	28.55	1.00	67.84	31.17	ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL+AG/Q	3.29	0.00	96.71	2.77	0.00	97.23	

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS							
NE*Q*/OL*AG*	39.84	59.05	1.11	0.00	34.31	64.53	1.16
RATIO OF NE*Q*/OL*	39.84	59.05	1.11	0.00	34.31	64.53	1.16

DIFFERENTIATION INDEX		WEIGHT	CATION EQUIVS.
COLOUR INDEX		86.24	86.68
		2.77	2.40

FES/FE2+FE3 (ATOMIC PERCENT)				(WEIGHT PERCENT)			
MG/FE2/NA+K		4.58	66.66			5.41	68.97
M - F - A	4.86	15.25	79.89			5.66	88.93

POLDERVAARTS FORMULA		MOLECULAR RATIO ALUMINA		Ø OF SUGIMURA		CRYSTALLIZATION INDEX	
			-12.570				
			1.364				
			38.704				
			11.504				
FEO/(FEO+FE2O3)		(WEIGHT OF OXIDES)				.310	

AC.43 (1978)

TRONDJHEMITE HYPER-SODIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL		ADJUSTED TO 100 PERCENT	
SiO2	72.20	TiO2	.21	SiO2	74.31	TiO2	.22
Al2O3	15.38	P2O5	.03	Al2O3	15.75	P2O5	.03
Fe2O3	.53	MnO	.01	Fe2O3	.55	MnO	.01
FeO	.26	S	.02	FeO	.27	S	.02
MgO	.38	NiO	0.00	MgO	.39	NiO	0.00
CaO	.62	Cr2O3	0.00	CaO	.64	Cr2O3	0.00
Na2O	5.98	CO2	0.00	Na2O	6.07	CO2	0.00
K2O	1.70	H2O	1.65	K2O	1.75	H2O	0.00

CATION PERCENT							
SI	= 68.16	AL	= 17.03	FE3	= .38	FE2	= .21
CA	= .63	MG	= .53	NA	= 18.00	K	= 2.05
TI	= .15	P	= .02	S	= .04	CR	= 0.00
CO2	= 0.00						

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)							
O	30.426	27.989	OT	0.000	0.000	HT	.195
C	2.777	3.003	HE	0.000	0.000	IL	.411
OR	10.358	10.249	EN	.974	1.069	CR	0.000
AB	51.378	53.995	FS	.000	.000	HM	.411
AN	2.964	2.936	FO	0.000	0.000	AP	.072
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)				(WEIGHT PER CENT)			
MG/MG+FE2		1.00				1.00	
AN/AN+AB		5.16				5.45	
OR/AB+AN	15.26	88.37	4.37	16.00	79.42	4.58	
O / AB+OR	38.29	58.59	11.12	33.02	55.75	11.23	
OL/MY+AG	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	
O / MY+AG	96.31	3.69	0.00	96.90	3.10	0.00	
PL/AG+HY	98.16	0.00	1.84	98.24	0.00	1.76	
AG/PL+HY+Q	0.00	33.56	66.44	0.00	30.78	69.30	
OL+PL/Q	3.22	67.89	28.89	2.99	65.15	31.86	ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL+AG/Q	2.77	0.00	97.23	2.33	0.00	97.67	

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS							
NE*Q*/OL*AG*	39.05	59.99	.97	0.00	33.56	65.43	1.01
RATIO OF NE*Q*/OL*	39.05	59.99	.97	0.00	33.56	65.43	1.01

DIFFERENTIATION INDEX		WEIGHT	CATION EQUIVS.
COLOUR INDEX		92.15	92.15
		1.99	1.79

FES/FE2+FE3 (ATOMIC PERCENT)				(WEIGHT PERCENT)			
MG/FE2/NA+K		3.93	64.72			4.61	67.09
M - F - A	4.36	8.45	87.19			3.16	92.23

POLDERVAARTS FORMULA		MOLECULAR RATIO ALUMINA		Ø OF SUGIMURA		CRYSTALLIZATION INDEX	
			-13.443				
			1.325				
			38.842				
			8.646				
FEO/(FEO+FE2O3)		(WEIGHT OF OXIDES)				.329	

AC.35.2 (1978)

OBSIDIENNE SODIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL			ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	83.30	TiO2	.19	SiO2	84.97	TiO2	.19	
Al2O3	0.40	P2O5	.02	Al2O3	0.57	P2O5	.02	
Fe2O3	.35	MnO	.01	Fe2O3	.36	MnO	.01	
FeO	.26	S	.02	FeO	.27	S	.02	
MgO	.15	NiO	0.00	MgO	.15	NiO	0.00	
CaO	.26	Cr2O3	0.00	CaO	.27	Cr2O3	0.00	
Na2O	6.75	CO2	0.00	Na2O	4.86	CO2	0.00	
K2O	.33	H2O	.90	K2O	.34	H2O	0.00	

CATION PERCENT

SI = 80.00 AL = 9.52 FE3 = .25 FE2 = .22 CA = .27 MG = .21  
 NA = 8.85 K = .41 TI = .14 P = .02 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	54.877	51.721	DI	.423	.442	MT	.253	.185
C	0.000	0.000	HE	0.000	0.000	IL	.368	.275
OR	1.991	2.266	EN	.185	.209	CR	0.000	0.000
AB	68.993	64.255	FS	0.000	0.000	HM	.133	.130
AN	.639	.651	FO	0.000	0.000	AP	.047	.043
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.054
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	CATION EQUIVALENTS		(WEIGHT PER CENT)	
MG/MG+FE2	1.00		1.00	
AN/AN+AB	1.45		1.54	
OR/AB/AN	4.32	94.30	1.39	4.56
Q / AB/OR	52.77	45.16	2.07	56.00
OL/MY/AG	0.00	32.09	67.91	0.00
Q / MY/AG	98.76	.40	.84	98.90
PL/AG/MY	98.57	.97	.46	98.55
AG/PL/MY+4Q	.10	17.79	82.83	.00
OL+PL/Q+	.16	46.38	53.46	.14
OL+AG/Q+	.30	.04	98.86	.25

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/O\*/OL\*/AG\* 27.48 71.90 .16 .46 23.01 76.39 .16 .44  
 RATIO OF NE\*/O\*/OL\* 27.61 72.23 .16 .46 23.11 76.72 .17 .44

DIFFERENTIATION INDEX

WEIGHT 97.86 CATION EQUIVS. 98.01  
 COLOUR INDEX 1.41 1.24

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3 54.70 57.38  
 MG/FE2/NA+K 2.22 2.16 95.62 2.73 4.74 92.53  
 M - F - A 2.58 9.90 87.51

POLDERVAARTS FORMULA

-25.108

MOLECULAR RATIO ALUMINA

1.028

OF SUGIMURA

39.251

CRYSTALLIZATION INDEX

1.192

FE2/(FE2+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)

.426

AC.35.1 (1978)

TRONDJHEMITE HYPER-SODIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL			ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	79.50	TiO2	.35	SiO2	77.22	TiO2	.35	
Al2O3	12.00	P2O5	.03	Al2O3	12.27	P2O5	.03	
Fe2O3	1.25	MnO	.02	Fe2O3	1.28	MnO	.02	
FeO	.65	S	.02	FeO	.66	S	.02	
MgO	.45	NiO	0.00	MgO	.46	NiO	0.00	
CaO	1.10	Cr2O3	0.00	CaO	1.13	Cr2O3	0.00	
Na2O	5.75	CO2	0.00	Na2O	5.88	CO2	0.00	
K2O	.65	H2O	1.20	K2O	.66	H2O	0.00	

CATION PERCENT

SI = 71.70 AL = 13.43 FE3 = .89 FE2 = .53 CA = 1.12 MG = .64  
 NA = 10.59 K = .79 TI = .25 P = .02 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	37.514	34.831	DI	.195	.201	MT	1.098	.794
C	0.000	0.000	HE	0.000	0.000	IL	.680	.500
OR	3.933	3.942	EN	1.056	1.173	CR	0.000	0.000
AB	49.760	52.933	FS	0.000	0.000	HM	.521	.364
AN	5.130	5.144	FO	0.000	0.000	AP	.071	.064
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	CATION EQUIVALENTS		(WEIGHT PER CENT)	
MG/MG+FE2	1.00		1.00	
AN/AN+AB	8.86		9.35	
OR/AB/AN	6.36	85.35	8.29	6.69
Q / AB/OR	37.90	57.72	4.30	41.13
OL/MY/AG	0.00	65.38	14.62	0.00
Q / MY/AG	96.28	3.24	.55	96.77
PL/AG/MY	97.69	.34	1.97	97.77
AG/PL/MY+4Q	.10	29.22	70.66	.00
OL+PL/Q+	.94	61.73	37.33	.85
OL+AG/Q+	2.43	.55	97.01	2.04

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/O\*/OL\*/AG\* 35.63 63.16 .99 .23 30.46 68.39 68.37 1.02 .22  
 RATIO OF NE\*/O\*/OL\* 35.71 63.38 .99 .23 30.46 68.52 1.02 .22

DIFFERENTIATION INDEX

WEIGHT 91.21 CATION EQUIVS. 91.71  
 COLOUR INDEX 3.55 3.03

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3 63.38 65.79  
 MG/FE2/NA+K 5.08 4.12 90.80 6.00 8.67 85.33  
 M - F - A 5.22 20.58 74.21

POLDERVAARTS FORMULA

-16.728

MOLECULAR RATIO ALUMINA

1.181

OF SUGIMURA

37.422

CRYSTALLIZATION INDEX

6.065

FE2/(FE2+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)

.342

AJ.15 (1978)

TRONDIHEMITE HYPER-SODIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	71.00	TiO2	.33	SiO2	71.66	TiO2	.34
Al2O3	15.20	P2O5	.04	Al2O3	15.56	P2O5	.04
Fe2O3	1.21	MnO	.04	Fe2O3	1.24	MnO	.04
FeO	.64	S	.02	FeO	.66	S	.02
MgO	.02	NiO	0.00	MgO	.04	NiO	0.00
CaO	1.70	Cr2O3	0.00	CaO	1.02	Cr2O3	0.00
Na2O	6.40	CO2	0.00	Na2O	6.55	CO2	0.00
K2O	1.20	H2O	1.10	K2O	1.23	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 65.95 AL = 16.70 FE3 = .85 FE2 = .53 CA = 1.79 MG = 1.14  
 NA = 11.62 K = 1.44 TI = .23 P = .03 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	28.000	21.778	DI	0.000	0.000	MT	1.192	.849
C	.238	.257	HE	0.000	0.000	IL	.642	.465
OR	7.267	7.176	EN	2.091	2.209	CR	0.000	0.000
AB	35.435	38.097	FS	.000	.000	HM	.416	.287
AN	0.773	0.666	FO	0.000	0.000	AP	.095	.085
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2		1.00			1.00
AN/AN+AB		12.98			13.66
OR/AB/AN	9.71	70.57	11.72	10.17	77.56 12.27
Q /AB/OR	25.02	66.74	8.24	27.52	66.08 8.40
OL/MY/AG	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00 0.00
Q /MY/AG	98.49	9.51	0.00	91.93	8.07 0.00
PL/AG/MY	96.69	0.00	3.31	96.65	0.00 3.15
AG/PL/MY+Q	0.00	42.75	57.25	0.00	39.75 60.25
OL+PL/Q+	2.06	73.59	24.33	1.92	71.35 26.72
OL+AG/Q+	7.13	0.00	92.87	6.05	0.00 93.95

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 42.43 55.49 2.09 0.00 36.77 61.03 2.20 0.00  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 42.43 55.49 2.09 0.00 36.77 61.03 2.20 0.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	86.51	87.05
COLOUR INDEX	4.34	3.89

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	62.90	65.41
MG/FE2/NA+K	7.79 3.41 80.81	9.05 7.06 83.89
M - F - A	8.83 17.83 74.89	

POLDERVAARTS FORMULA -9.468  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.285  
 # OF SUGIMURA 35.093  
 CRYSTALLIZATION INDEX 18.238  
 FE2/(FE2+FE3) (WEIGHT OF OXIDES) .346

AJ.11 (1978)

BASALTE CALCO-ALCALIN SODIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	45.20	TiO2	.94	SiO2	51.74	TiO2	1.08
Al2O3	12.85	P2O5	.04	Al2O3	14.71	P2O5	.05
Fe2O3	1.65	MnO	.22	Fe2O3	1.89	MnO	.25
FeO	8.56	S	.06	FeO	9.00	S	.09
MgO	4.00	NiO	0.00	MgO	4.58	NiO	0.00
CaO	18.40	Cr2O3	0.00	CaO	11.90	Cr2O3	0.00
Na2O	3.30	CO2	0.00	Na2O	3.87	CO2	0.00
K2O	.84	H2O	11.65	K2O	.05	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 46.33 AL = 16.19 FE3 = 1.33 FE2 = 7.85 CA = 11.91 MG = 6.37  
 NA = 7.01 K = .05 TI = .76 P = .04 S = .16 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	0.000	0.000	DI	14.083	14.597	MT	2.739	1.991
C	0.000	0.000	HE	16.084	14.551	IL	2.844	1.512
OR	.271	.273	EN	1.204	1.435	CR	0.000	0.000
AB	32.735	35.029	FS	1.682	1.431	HM	0.000	0.000
AN	22.037	22.833	FO	2.916	3.010	AP	.196	.097
LC	0.000	0.000	FA	3.632	3.000	PY	.100	.241
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2		.50			.36
AN/AN+AB		39.46			40.88
OR/AB/AN	.47	60.26	39.27	.49	58.03 40.68
Q /AB/OR	0.00	99.23	.77	0.00	99.18 .82
OL/MY/AG	15.01	7.54	76.66	15.65	7.55 76.80
Q /MY/AG	0.00	0.00	91.85	0.00	0.95 91.05
PL/AG/MY	64.36	32.43	3.19	62.56	34.00 3.35
AG/PL/MY+Q	12.23	86.78	1.07	12.98	85.87 1.15
OL+PL/Q+	21.46	76.66	1.88	21.31	76.80 1.89

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 28.77 28.16 11.17 39.90 24.62 21.90 11.59 41.89  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 28.77 28.16 11.17 39.90 24.62 21.90 11.59 41.89

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	33.01	35.30
COLOUR INDEX	44.06	41.53

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	14.76	16.16
MG/FE2/NA+K	30.22 36.30 33.46	25.03 53.57 21.40
M - F - A	22.60 57.51 19.56	

POLDERVAARTS FORMULA 2.037  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 2.294  
 # OF SUGIMURA 31.248  
 CRYSTALLIZATION INDEX 40.136  
 FE2/(FE2+FE3) (WEIGHT OF OXIDES) .838

AC.76.A (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINFUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	56.77	TiO2	1.17	SiO2	59.87	TiO2	1.22
Al2O3	15.18	P2O5	.14	Al2O3	15.73	P2O5	.15
Fe2O3	1.20	MnO	.12	Fe2O3	1.25	MnO	.13
FeO	6.85	S	.02	FeO	6.30	S	.02
MgO	5.63	NiO	0.00	MgO	5.87	NiO	0.00
CaO	4.20	CR2O3	0.00	CaO	4.38	CR2O3	0.00
Na2O	5.44	CO2	0.00	Na2O	5.67	CO2	0.00
K2O	.22	H2O	2.95	K2O	.23	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 53.84 AL = 16.98 FE3 = .86 FE2 = 4.90 CA = 4.27 MG = 7.97  
 NA = 19.81 K = .27 TI = .84 P = .11 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	4.445	4.016	DI	2.109	2.134	MT	1.813	1.266
C	0.000	0.000	HE	1.898	.969	IL	2.315	1.671
OR	1.356	1.334	EN	13.628	14.867	CR	0.000	0.000
AB	47.949	58.878	FS	8.134	6.753	HM	0.000	0.000
AM	16.812	16.547	FO	0.000	0.000	AP	.338	.300
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.043	.053
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.69	.55
AN/AN+AB	24.84	25.96
OR/AB/AN	1.96 73.69 24.35	2.05 72.52 25.43
Q / AB/OR	7.24 90.35 2.41	8.20 89.28 2.52
OL/AM/AG	0.00 87.45 12.55	0.00 87.16 12.84
Q / AM/AG	13.97 75.23 10.80	14.99 74.09 10.92
PL/AG/AM	72.93 3.40 23.67	72.17 3.57 24.25
AG/PL/AM+Q	2.89 62.03 35.08	.05 60.33 36.68
OL+PL/Q	17.58 72.21 10.21	17.95 71.22 10.83
OL+AG/Q	58.42 18.88 32.78	55.57 18.92 33.52

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 ME\*/Q\*/OL\*/AG\* 38.12 37.37 20.58 3.94 33.09 41.16 21.66 4.09  
 RATIO OF ME\*/Q\*/OL\* 39.68 38.90 21.42 34.50 42.92 22.58

DIFFERENTIATION INDEX 53.71 55.42  
 COLOUR INDEX 29.10 27.68

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	15.14	16.55
MG/FE2/NA+K	34.56 20.84 44.60	32.47 34.89 32.64
W - F - A	38.57 38.71 30.73	

POLDERVAARTS FORMULA -1.887  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.644  
 # OF SUGIMURA 38.477  
 CRYSTALLIZATION INDEX 29.473  
 FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .836

AC.71.B (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINFUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	57.58	TiO2	.73	SiO2	58.62	TiO2	.74
Al2O3	17.45	P2O5	.11	Al2O3	17.79	P2O5	.11
Fe2O3	3.22	MnO	.10	Fe2O3	2.27	MnO	.10
FeO	3.92	S	.02	FeO	4.89	S	.02
MgO	2.98	NiO	0.00	MgO	2.96	NiO	0.00
CaO	6.49	CR2O3	0.00	CaO	6.62	CR2O3	0.00
Na2O	4.95	CO2	0.00	Na2O	5.85	CO2	0.00
K2O	.81	H2O	2.10	K2O	.83	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 54.82 AL = 19.33 FE3 = 1.58 FE2 = 3.85 CA = 6.53 MG = 4.06  
 NA = 9.02 K = .97 TI = .52 P = .09 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	6.958	6.412	DI	4.143	4.237	MT	3.296	2.365
C	0.000	0.000	HE	2.957	2.648	IL	1.413	1.832
OR	4.886	4.889	EN	5.442	6.883	CR	0.000	0.000
AB	42.858	45.883	FS	4.456	3.748	HM	0.000	0.000
AM	23.483	23.381	FO	0.000	0.000	AP	.268	.234
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.842	.853
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.62	.47
AN/AN+AB	34.11	35.45
OR/AB/AN	6.63 61.52 31.85	6.88 60.11 33.02
Q / AB/OR	11.38 88.88 8.62	12.76 78.29 8.96
OL/AM/AG	0.00 98.62 41.38	0.00 98.23 41.77
Q / AM/AG	27.84 82.38 29.88	29.84 81.32 29.64
PL/AG/AM	88.46 8.89 11.46	79.52 8.54 11.98
AG/PL/AM+Q	8.21 61.01 31.97	.11 59.61 34.08
OL+PL/Q	8.64 88.98 10.66	8.94 79.69 11.36
OL+AG/Q	31.73 29.86 38.41	38.59 29.66 39.37

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 ME\*/Q\*/OL\*/AG\* 39.71 39.46 10.73 10.18 34.53 43.55 11.31 10.60  
 RATIO OF ME\*/Q\*/OL\* 44.17 43.90 11.93 36.63 48.72 12.65

DIFFERENTIATION INDEX 34.54 58.35  
 COLOUR INDEX 21.71 28.92

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	29.48	31.72
MG/FE2/NA+K	22.79 21.17 56.05	21.54 35.67 42.79
W - F - A	18.75 44.81 37.24	

POLDERVAARTS FORMULA -2.252  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.935  
 # OF SUGIMURA 34.326  
 CRYSTALLIZATION INDEX 31.489  
 FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .549

AC.46.A (1978)

ANDESITE CALICO-ALCALINE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL			ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	56.38	TiO2	.68	SiO2	57.31	TiO2	.61	
Al2O3	15.80	P2O5	.06	Al2O3	15.27	P2O5	.06	
Fe2O3	4.45	MnO	.12	Fe2O3	2.14	MnO	.12	
FeO	2.96	S	.02	FeO	5.14	S	.02	
MgO	3.68	NiO	0.00	MgO	3.75	NiO	0.00	
CaO	13.98	Cr2O3	0.00	CaO	13.74	Cr2O3	0.00	
Na2O	1.73	CO2	0.00	Na2O	1.76	CO2	0.00	
K2O	.87	H2O	1.54	K2O	.87	H2O	0.00	

CATION PERCENT  
 SI = 54.23 AL = 17.83 FE3 = 1.52 FE2 = 4.17 CA = 13.93 MG = 5.28  
 NA = 3.23 K = .09 TI = .43 P = .05 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	16.287	15.335	DI	17.891	17.947	MT	3.188	2.283
C	0.000	0.000	HE	10.946	10.832	IL	1.160	.869
OR	.421	.481	EN	1.486	1.592	CR	0.000	0.000
AB	14.988	16.153	FS	1.833	.890	HM	0.000	0.000
AN	38.952	34.283	FO	0.000	0.000	AP	.142	.131
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.054
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.64	.50				
AN/AN+AB	67.97	69.25				
OR/AB/AN	.05	31.76	67.40	.06	30.49	68.65
Q / AB/OR	48.04	50.61	1.35	51.00	47.26	1.34
OL/MT/AG	8.00	8.15	91.85	0.00	8.00	92.00
Q / MT/AG	33.49	34.42	61.10	34.72	5.22	68.06
PL/AG/MT	82.35	78.59	3.87	61.39	35.52	3.03
AG/PL/MT+Q	19.87	35.46	44.87	.34	33.70	46.79
OL/PL/Q+	2.73	73.98	23.34	2.73	72.21	25.06
OL/AG/Q+	4.36	61.10	34.84	3.92	68.06	36.02

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 15.64 36.19 3.00 45.16 13.09 38.41 3.05 45.46  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 28.53 65.99 5.48 23.99 70.42 5.59

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT CATION EQUIV.  
 31.53 31.92  
 COLOUR INDEX 34.73 33.61

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	27.23	29.37
MG/FE2/NA+K	41.70 32.12 26.18	34.94 47.96 17.09
M - F - A	29.53 55.88 14.45	

POLDERVAARTS FORMULA -11.825  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 5.135  
 # OF SUGIMURA 48.160  
 CRYSTALLIZATION INDEX 51.628  
 FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .399

AC.46. B (1978)

ANDESITE THOLEITIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL			ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	56.68	TiO2	.69	SiO2	61.47	TiO2	.71	
Al2O3	15.90	P2O5	.07	Al2O3	15.47	P2O5	.07	
Fe2O3	2.36	MnO	.11	Fe2O3	2.26	MnO	.11	
FeO	4.70	S	.02	FeO	5.00	S	.02	
MgO	5.49	NiO	0.00	MgO	5.57	NiO	0.00	
CaO	5.12	Cr2O3	0.00	CaO	5.28	Cr2O3	0.00	
Na2O	2.98	CO2	0.00	Na2O	3.07	CO2	0.00	
K2O	.93	H2O	3.30	K2O	.96	H2O	0.00	

CATION PERCENT  
 SI = 57.20 AL = 16.97 FE3 = 1.58 FE2 = 3.98 CA = 5.27 MG = 7.72  
 NA = 5.54 K = 1.14 TI = .50 P = .06 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	17.668	16.434	DI	.881	.004	MT	3.275	2.373
C	0.000	0.000	HE	.032	.029	IL	1.352	.996
OR	5.673	5.780	EN	13.832	15.486	CR	0.000	0.000
AB	26.883	27.724	FS	6.298	5.338	HM	0.000	0.000
AN	25.584	25.718	FO	0.000	0.000	AP	.167	.152
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.054
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.74	.62				
AN/AN+AB	48.12	49.59				
OR/AB/AN	9.64	46.88	43.48	9.91	45.41	44.68
Q / AB/OR	32.96	55.61	11.43	35.80	52.71	11.50
OL/MT/AG	8.00	99.46	.54	8.00	99.44	.56
Q / MT/AG	44.87	55.63	.38	46.59	53.11	.30
PL/AG/MT	71.93	.15	27.92	71.82	.16	28.02
AG/PL/MT+Q	.08	38.16	61.76	.80	36.21	63.71
OL/PL/Q+	17.17	58.97	23.86	16.89	57.72	25.39
OL/AG/Q+	41.72	.30	57.98	39.83	.30	59.87

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 25.59 50.31 23.93 .17 21.60 53.81 24.46 .17  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 25.63 50.40 23.97 21.60 53.90 24.50

DIFFERENTIATION INDEX WEIGHT CATION EQUIV.  
 49.34 49.86  
 COLOUR INDEX 24.87 24.23

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	28.89	31.10
MG/FE2/NA+K	42.20 21.24 36.52	38.13 34.26 27.61
M - F - A	33.47 42.29 24.24	

POLDERVAARTS FORMULA -14.640  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 2.538  
 # OF SUGIMURA 42.953  
 CRYSTALLIZATION INDEX 35.359  
 FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .666

AC.79.D (1978)

ANDESITE CALCIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL			ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	58.88	TiO2	.77	SiO2	59.68	TiO2	.79	
Al2O3	14.28	P2O5	.09	Al2O3	14.61	P2O5	.09	
Fe2O3	3.88	MnO	.18	Fe2O3	2.34	MnO	.18	
FeO	2.85	S	.02	FeO	3.85	S	.02	
MgO	3.12	NiO	0.00	MgO	3.21	NiO	0.00	
CaO	14.25	Cr2O3	0.00	CaO	14.66	Cr2O3	0.00	
Na2O	.58	CO2	0.00	Na2O	.51	CO2	0.00	
K2O	.12	H2O	1.55	K2O	.12	H2O	0.00	

CATION PERCENT  
 SI = 57.28 AL = 16.51 FE3 = 1.68 FE2 = 3.17 CA = 15.06 MG = 4.59  
 NA = .96 K = .15 TI = .57 P = .08 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	26.881	24.921	DI	17.245	18.343	MT	3.387	5.527
C	0.000	0.000	HE	7.497	6.960	IL	1.505	1.142
OR	.738	.796	EN	0.000	0.000	CR	0.000	0.000
AB	4.353	4.780	FS	0.000	0.000	HM	0.000	0.000
AN	37.196	38.580	FO	0.000	0.000	AP	.215	.201
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.055
NE	0.000	0.000	HO	1.430	1.915	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	CATION EQUIVALENTS		WEIGHT PER CENT	
MG/MG+FE2	.72		.60	
AN/AN+AB	88.96		89.52	
OR/AB/AN	1.72	10.85	87.43	1.73
Q / AB/OR	81.32	15.69	2.48	83.65
Q / HY/AG	0.00	0.00	100.00	0.00
Q / HY/AG	49.62	0.00	50.38	51.24
PL/AG/HY	63.11	36.89	0.00	62.68
AG/PL/HY+4Q	15.04	25.72	59.24	.26
OL+/PL/Q+	0.00	63.46	36.54	0.00
OL+/AG/Q+	0.00	50.38	49.62	0.00

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 5.21 48.78 0.00 46.00 4.28 50.81 0.00 44.91  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 9.66 90.34 0.00 7.77 92.23 0.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	31.88	30.46
COLOUR INDEX	29.63	28.97

	(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3	35.30		37.74	
MG/FE2/NA+K	52.22	35.17	12.61	41.69
M - F - A	32.75	68.74	6.51	50.03

POLDERVAARTS FORMULA -23.405  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 14.909  
 # OF SUGIMURA 56.528  
 CRYSTALLIZATION INDEX 54.440  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .431

AC.09.C (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL			ADJUSTED TO 100 PERCENT		
SiO2	62.25	TiO2	.85	SiO2	63.35	TiO2	.87	
Al2O3	15.70	P2O5	.18	Al2O3	15.98	P2O5	.18	
Fe2O3	1.52	MnO	.13	Fe2O3	1.55	MnO	.13	
FeO	4.50	S	.02	FeO	4.58	S	.02	
MgO	2.95	NiO	0.00	MgO	3.00	NiO	0.00	
CaO	4.95	Cr2O3	0.00	CaO	4.63	Cr2O3	0.00	
Na2O	3.78	CO2	0.00	Na2O	3.85	CO2	0.00	
K2O	1.83	H2O	1.05	K2O	1.86	H2O	0.00	

CATION PERCENT  
 SI = 58.98 AL = 17.53 FE3 = 1.08 FE2 = 3.67 CA = 4.62 MG = 4.17  
 NA = 6.94 K = 2.21 TI = .61 P = .14 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	17.477	16.271	DI	.460	.475	MT	2.243	1.626
C	0.000	0.000	NE	.317	.286	IL	1.643	1.211
OR	11.016	11.073	EN	7.263	8.094	CR	0.000	0.000
AB	32.548	34.718	FS	5.739	4.867	HM	0.000	0.000
AN	20.827	20.940	FO	0.000	0.000	AP	.425	.386
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	CATION EQUIVALENTS		WEIGHT PER CENT	
MG/MG+FE2	.62		.48	
AN/AN+AB	37.62		39.02	
OR/AB/AN	16.59	52.83	31.38	17.11
Q / AB/OR	26.22	55.94	17.84	28.63
Q / HY/AG	0.00	94.45	5.55	0.00
Q / HY/AG	54.25	43.21	2.54	55.91
PL/AG/HY	88.22	1.18	16.68	79.48
AG/PL/HY+4Q	.57	41.39	58.04	.01
OL+/PL/Q+	11.45	65.57	22.98	11.63
OL+/AG/Q+	32.41	2.54	65.05	31.20

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 32.19 51.61 15.02 1.18 27.44 55.83 15.53 1.21  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 32.57 52.23 15.20 27.77 56.51 15.72

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	61.04	62.06
COLOUR INDEX	17.67	16.56

	(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3	23.31		25.25	
MG/FE2/NA+K	24.66	21.11	54.22	22.59
M - F - A	20.45	40.67	38.88	34.46

POLDERVAARTS FORMULA -12.225  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.915  
 # OF SUGIMURA 38.804  
 CRYSTALLIZATION INDEX 26.378  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .748

AC.32.1 (1978)

BASALTE CALCO-ALCALIN ALUMINEUX

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)		ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT				
SiO2	44.65	TiO2	2.08	SiO2	46.92	TiO2	2.19
Al2O3	18.80	P2O5	.63	Al2O3	19.76	P2O5	.66
Fe2O3	3.79	MnO	.17	Fe2O3	3.76	MnO	.15
FeO	7.70	S	.03	FeO	8.20	S	.03
MgO	4.26	NiO	0.00	MgO	4.48	NiO	0.00
CaO	9.68	CR2O3	0.00	CaO	10.09	CR2O3	0.00
Na2O	1.65	CO2	0.00	Na2O	1.73	CO2	0.00
K2O	1.90	H2O	3.95	K2O	2.00	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 44.39 AL = 22.03 FE3 = 2.66 FE2 = 6.63 CA = 10.23 MG = 6.31  
 NA = 3.18 K = 2.41 TI = 1.56 P = .53 S = .06 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	.930	.028	DI	2.692	2.826	MT	5.455	4.017
C	0.000	0.000	HE	1.814	1.662	IL	4.151	3.110
OR	11.810	12.062	EN	9.901	11.210	CR	0.000	0.000
AB	14.671	15.980	FS	7.951	6.592	HM	0.000	0.000
AN	40.225	41.092	FO	0.000	0.000	AP	1.536	1.445
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.065	.084
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

MG/MG+FE2	.63			.49
AN/AN+AB	72.10			73.28
OR/AB/AN	17.47	23.03	59.51	17.71 21.99 60.30
O / AB/VOH	.10	56.81	43.09	.11 55.34 44.55
OL/HY/AG	0.00	79.97	20.13	0.00 79.57 20.43
Q /HY/AG	.13	79.76	20.11	.14 79.46 20.40
PL/AG/HY	71.89	5.66	22.45	71.34 5.86 22.81
AG/PL/HY+4Q	5.65	71.78	22.56	.10 71.23 22.93
OL*/PL/Q*	17.84	76.17	5.99	18.16 75.74 6.10 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/Q*	59.82	20.11	20.07	59.60 20.40 20.00
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS				
NE*/Q*/OL*/AG*	24.96	26.36	34.93	11.74 21.25 30.64 36.06 12.05
RATIO OF NE*/Q*/OL*	28.28	32.13	39.58	24.16 34.83 41.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	26.51	27.99
COLOUR INDEX	31.66	29.42

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	29.21	31.44
MG/FE2/NA+K	34.31	35.29 30.48
M - F - A	22.61	58.54 18.04

POLDERVAARTS FORMULA	-3.299
MOLECULAR RATIO ALUMINA	3.939
θ OF SUGIMURA	34.991
CRYSTALLIZATION INDEX	49.856
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.675

AC.32.2 (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)		ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT				
SiO2	59.88	TiO2	1.23	SiO2	59.40	TiO2	1.26
Al2O3	15.30	P2O5	.44	Al2O3	15.67	P2O5	.45
Fe2O3	2.98	MnO	.11	Fe2O3	2.80	MnO	.11
FeO	3.38	S	.02	FeO	3.53	S	.02
MgO	2.27	NiO	0.00	MgO	2.32	NiO	0.00
CaO	8.87	CR2O3	0.00	CaO	9.08	CR2O3	0.00
Na2O	4.52	CO2	0.00	Na2O	4.63	CO2	0.00
K2O	.71	H2O	1.15	K2O	.73	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 55.26 AL = 17.18 FE3 = 1.96 FE2 = 2.84 CA = 9.06 MG = 3.22  
 NA = 8.35 K = .86 TI = .88 P = .35 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	11.812	10.990	DI	12.487	12.893	MT	4.053	2.936
C	0.000	0.000	HE	4.265	3.844	IL	2.392	1.763
OR	4.381	4.320	EN	0.000	0.000	CR	0.000	0.000
AB	39.162	41.744	FS	8.000	0.000	HM	0.000	0.000
AN	19.829	19.923	FO	0.000	0.000	AP	1.045	.948
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.842	.854
NE	0.000	0.000	WO	.610	.588	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

MG/MG+FE2	.77			.65
AN/AN+AB	32.31			33.61
OR/AB/AN	6.55	63.26	30.19	6.79 61.88 31.33
O / AB/VOH	19.26	73.17	7.57	21.37 78.85 7.78
OL/HY/AG	0.00	0.00	100.00	0.00 0.00 100.00
Q /HY/AG	39.64	0.00	60.36	41.35 0.00 58.65
PL/AG/HY	78.65	21.35	0.00	77.88 22.12 0.00
AG/PL/HY+4Q	13.68	58.48	35.93	.24 47.96 38.42
OL*/PL/Q*	0.00	84.87	15.13	0.00 83.32 16.68 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/Q*	0.00	68.36	31.64	0.00 58.65 41.35
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS				
NE*/Q*/OL*/AG*	36.85	39.86	0.00	26.89 31.32 43.94 0.00 24.73
RATIO OF NE*/Q*/OL*	47.58	52.50	0.00	41.62 58.38 0.00

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	55.26	57.05
COLOUR INDEX	23.20	21.43

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	41.58	44.17
MG/FE2/NA+K	21.22	18.11 60.67
M - F - A	16.93	44.86 39.81

POLDERVAARTS FORMULA	-4.178
MOLECULAR RATIO ALUMINA	1.865
θ OF SUGIMURA	34.194
CRYSTALLIZATION INDEX	32.316
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.532



AC.71.II(1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	54.70	TiO2	.01	SiO2	56.89	TiO2	.84
Al2O3	17.70	P2O5	.12	Al2O3	18.41	P2O5	.12
Fe2O3	2.40	MnO	.11	Fe2O3	2.40	MnO	.11
FeO	5.15	S	.03	FeO	5.44	S	.03
MgO	3.63	NiO	0.00	MgO	3.78	NiO	0.00
CaO	5.46	Cr2O3	0.00	CaO	5.68	Cr2O3	0.00
Na2O	5.40	CO2	0.00	Na2O	5.62	CO2	0.00
K2O	.65	H2O	2.80	K2O	.68	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 52.05 AL = 19.85 FE3 = 1.65 FE2 = 4.25 CA = 5.57 MG = 5.15  
 NA = 9.96 K = .79 TI = .58 P = .10 S = .05 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	2.046	1.874	DI	2.178	2.211	MT	3.483	2.481
C	0.000	0.000	HE	1.365	1.210	IL	1.600	1.159
OR	3.999	3.999	EN	8.392	9.190	CR	0.000	0.000
TS	47.337	47.337	FS	7.035	5.829	HH	0.000	0.000
AN	23.027	23.750	FO	0.000	0.000	AP	2.290	.258
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.064	.080
NE	0.000	0.000	WG	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	(CATION EQUIVALENTS)			(WEIGHT PER CENT)		
MG/MG+FE2	.65			.51		
AN/AN+AB	31.35			32.64		
OR/AB/AN	5.16	65.10	29.74	5.36	63.74	30.89
O / AB/OR	3.37	89.53	7.10	3.82	85.71	7.47
OL/HY/AG	0.00	88.61	19.39	0.00	80.28	19.72
O / HY/AG	9.60	72.87	17.53	10.23	72.07	17.70
PL/AG/HY	88.44	3.79	15.76	79.70	4.00	16.30
AG/PL/HY+Q	3.50	74.27	22.23	.06	72.95	23.39
OL/PL/Q	12.03	81.85	6.12	12.43	81.07	6.50
OL/AG/Q	54.65	17.53	27.82	54.05	17.70	28.25

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 43.11 36.57 15.38 4.94 37.78 40.67 16.35 5.20  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 45.35 38.47 16.18 39.85 42.90 17.25

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	53.56	55.63
COLOUR INDEX	23.05	21.28

	(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3	28.44		30.64	
MG/FE2/NA+K	25.66	20.75	24.35	35.08
H - F - A	21.37	43.02	35.61	40.58

POLDERVAARTS FORMULA	.879
MOLECULAR RATIO ALUMINA	1.846
OF SUGINURA	31.436
CRYSTALLIZATION INDEX	31.887
FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.582

AC.97 (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	62.80	TiO2	.58	SiO2	63.36	TiO2	.59
Al2O3	14.85	P2O5	.14	Al2O3	15.18	P2O5	.14
Fe2O3	1.14	MnO	.08	Fe2O3	1.17	MnO	.08
FeO	5.15	S	.02	FeO	5.26	S	.02
MgO	4.13	NiO	0.00	MgO	4.22	NiO	0.00
CaO	5.10	Cr2O3	0.00	CaO	5.21	Cr2O3	0.00
Na2O	3.83	CO2	0.00	Na2O	3.91	CO2	0.00
K2O	.83	H2O	1.31	K2O	.85	H2O	0.00

CATION PERCENT  
 SI = 58.80 AL = 16.68 FE3 = .81 FE2 = 4.15 CA = 5.18 MG = 5.84  
 NA = 7.84 K = 1.01 TI = .41 P = .11 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	17.499	16.240	DI	1.781	1.834	MT	1.609	1.221
C	0.000	0.000	HE	1.157	1.040	IL	1.126	.827
OR	5.017	5.827	EN	9.686	10.759	CR	0.000	0.000
AB	33.117	35.213	FS	7.216	6.182	HH	0.000	0.000
AN	21.337	21.304	FO	0.000	0.000	AP	.332	.300
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	WG	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	(CATION EQUIVALENTS)			(WEIGHT PER CENT)		
MG/MG+FE2	.64			.50		
AN/AN+AB	37.78			39.18		
OR/AB/AN	8.16	57.14	34.70	8.44	55.69	35.88
O / AB/OR	28.75	62.35	8.90	31.45	59.53	9.02
OL/HY/AG	0.00	85.44	14.56	0.00	85.20	14.80
O / HY/AG	45.14	46.87	7.99	46.06	45.27	7.97
PL/AG/HY	74.15	3.77	22.09	73.29	3.95	22.75
AG/PL/HY+Q	2.83	48.06	57.91	.04	37.74	60.23
OL/PL/Q	14.18	63.18	22.88	14.27	61.29	24.45
OL/AG/Q	35.15	7.99	56.86	33.95	7.87	58.18

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS  
 NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 29.68 48.52 17.76 4.04 25.23 52.33 18.31 4.13  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 30.93 50.56 18.51 26.31 54.59 19.10

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	55.63	56.48
COLOUR INDEX	22.66	21.78

	(ATOMIC PERCENT)		(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3	16.61		18.12	
MG/FE2/NA+K	32.48	22.73	29.63	36.94
H - F - A	27.68	41.27	31.14	33.43

POLDERVAARTS FORMULA	-11.767
MOLECULAR RATIO ALUMINA	2.863
OF SUGINURA	48.578
CRYSTALLIZATION INDEX	29.905
FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.819

AC.32.E (1978)  
ANDESITE CALCO-ALCALINE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT				
SiO2	68.88	TiO2	.69	SiO2	68.88	TiO2	.78	
Al2O3	13.88	P2O5	.09	Al2O3	14.80	P2O5	.09	
Fe2O3	2.98	MnO	.11	Fe2O3	2.22	MnO	.11	
FeO	3.67	S	.02	FeO	4.36	S	.02	
MgO	5.45	NiO	0.00	MgO	5.53	NiO	0.00	
CaO	9.25	Cr2O3	0.00	CaO	9.38	Cr2O3	0.00	
Na2O	2.49	CO2	0.00	Na2O	2.53	CO2	0.00	
K2O	.17	H2O	2.25	K2O	.17	H2O	0.00	
CATION PERCENT								
SI = 56.97	AL = 15.45	FE3 = 1.56	FE2 = 3.50	CA = 9.41	MG = 7.71			
NA = 4.58	K = .21	TI = .49	P = .07	S = .04	CR = 0.00	CO2 = 0.00		
NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)								
Q	19.298	18.868	DI	11.868	12.319	MT	3.222	2.347
C	0.000	0.000	HE	3.897	3.532	IL	1.330	.985
OR	1.028	1.031	EM	8.272	9.265	CR	0.000	0.000
AB	21.375	22.919	FS	3.117	2.657	HM	0.000	0.000
AN	26.357	26.638	FO	0.000	0.000	AP	.212	.193
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	HO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000
NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)								
MG/MG+FE2								.66
AN/AN+AB								55.22
OR/AB/AN	2.84	45.31	52.66		2.09	43.84	54.06	
Q / AB/OR	42.99	54.56	2.45		46.29	51.27	2.45	
OL/HY/AG	0.00	42.93	57.07		0.00	41.95	58.05	
O / HY/AG	39.40	26.01	34.58		41.55	24.52	33.93	
PL/AG/HY	64.08	20.50	15.42		63.75	21.04	15.21	
AG/PL/HY+Q	18.60	33.13	56.27		.19	31.39	58.25	
OL+PL/O+	11.24	62.38	26.45		10.89	60.87	28.24	ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL+AG/O+	19.51	34.58	45.91		18.39	33.93	47.68	
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS								
NE*/Q*/OL*/AG*	28.88	43.94	13.01	23.06		16.84	46.95	13.28
RATIO OF NE*/Q*/OL*	25.99	57.10	16.90			21.85	60.92	17.23
DIFFERENTIATION INDEX								
COLOUR INDEX		41.69		42.01				
		31.70		31.11				
(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)								
FE3/FE2+FE3		31.42						33.74
MG/FE2/NA+K	48.45	21.46	30.09		43.91	34.66	21.43	
M - F - A	37.89	43.61	18.49					
POLDERVAARTS FORMULA								
MOLECULAR RATIO ALUMINA								
# OF SUGIMURA								
CRYSTALLIZATION INDEX								
FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)								

AC.100 (1978)  
BASALTE THOLEITIQUE CALCIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT				
SiO2	44.45	TiO2	.75	SiO2	51.75	TiO2	.87	
Al2O3	8.75	P2O5	.04	Al2O3	10.19	P2O5	.05	
Fe2O3	2.14	MnO	.26	Fe2O3	2.49	MnO	.30	
FeO	6.43	S	.03	FeO	7.49	S	.03	
MgO	2.83	NiO	0.00	MgO	3.29	NiO	0.00	
CaO	18.28	Cr2O3	0.00	CaO	21.19	Cr2O3	0.00	
Na2O	1.91	CO2	0.00	Na2O	2.22	CO2	0.00	
K2O	.18	H2O	14.30	K2O	.12	H2O	0.00	
CATION PERCENT								
SI = 49.29	AL = 11.44	FE3 = 1.79	FE2 = 6.21	CA = 21.63	MG = 4.68			
NA = 4.11	K = .14	TI = .63	P = .04	S = .06	CR = 0.00	CO2 = 0.00		
NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)								
Q	2.158	2.856	DI	17.698	18.784	MT	3.612	2.679
C	0.000	0.000	HE	28.194	18.632	IL	1.658	1.251
OR	.689	.708	EN	0.000	0.000	CR	0.000	0.000
AB	18.814	20.532	FS	0.000	0.000	HM	0.000	0.000
AN	17.473	17.973	FO	0.000	0.000	AP	.108	.100
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.072	.094
NE	0.000	0.000	HO	17.523	17.267	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000
NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)								
MG/MG+FE2			.50					.36
AN/AN+AB			46.68					45.15
OR/AB/AN	1.81	52.36	45.83		1.86	50.88	47.26	
Q / AB/OR	8.82	88.14	3.04		9.96	86.86	3.13	
OL/HY/AG	0.00	8.00	100.00		0.00	0.00	100.00	
O / HY/AG	5.22	8.00	94.78		5.39	8.00	94.61	
PL/AG/HY	56.77	49.23	0.00		48.92	51.08	0.00	
AG/PL/HY+Q	44.42	45.80	9.78		.79	43.82	10.42	
OL+PL/O+	0.00	94.93	5.07		0.00	94.39	5.61	ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL+AG/O+	8.00	94.78	5.22		0.00	94.61	5.39	
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS								
NE*/Q*/OL*/AG*	28.56	17.13	0.00	62.31		17.31	18.31	0.00
RATIO OF NE*/Q*/OL*	54.54	45.46	0.00			48.60	51.40	0.00
DIFFERENTIATION INDEX								
COLOUR INDEX		21.66		23.30				
		43.16		41.27				
(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)								
FE3/FE2+FE3		23.05						24.97
MG/FE2/NA+K	31.41	40.05	28.53		25.11	57.05	17.83	
M - F - A	21.45	63.32	15.23					
POLDERVAARTS FORMULA								
MOLECULAR RATIO ALUMINA								
# OF SUGIMURA								
CRYSTALLIZATION INDEX								
FE3/(FE3+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)								

AC.32.C (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL				ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	66.88	TiO2	.52	SiO2	66.89	TiO2	.53	SiO2	66.89	TiO2	.53
Al2O3	11.70	P2O5	.08	Al2O3	11.86	P2O5	.08	Al2O3	11.86	P2O5	.08
Fe2O3	2.96	MnO	.18	Fe2O3	2.85	MnO	.18	Fe2O3	2.85	MnO	.18
FeO	2.25	S	.03	FeO	3.13	S	.03	FeO	3.13	S	.03
MgO	3.23	NiO	0.00	MgO	3.27	NiO	0.00	MgO	3.27	NiO	0.00
CaO	18.18	CR2O3	0.00	CaO	10.24	CR2O3	0.00	CaO	10.24	CR2O3	0.00
Na2O	1.73	CO2	0.00	Na2O	1.75	CO2	0.00	Na2O	1.75	CO2	0.00
K2O	.87	H2O	1.25	K2O	.87	H2O	1.25	K2O	.87	H2O	1.25

CATION PERCENT  
 SI = 63.72 AL = 13.32 FE3 = 1.47 FE2 = 2.57 CA = 10.45 MG = 4.65  
 NA = 3.24 K = .89 TI = .38 P = .07 S = .85 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	33.939	32.332	DI	15.449	16.334	MT	2.968	2.202
C	0.000	0.000	HE	5.467	5.845	IL	1.881	.755
OR	.428	.432	EN	.990	1.129	CR	0.000	0.000
AB	14.835	16.192	FS	.402	.369	HM	0.000	0.000
AN	24.278	24.977	FO	0.000	0.000	AP	.188	.175
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.063	.081
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2		.76		.65
AN/AN+AB		60.67		62.07
OR/AB/AN	1.84	38.92	60.84	1.06 37.53 61.41
O / AB/OR	56.84	33.87	.88	68.99 30.16 .85
OL/HY/AG	0.88	6.46	93.54	0.00 6.24 93.76
O / HY/AG	58.59	2.68	38.74	60.34 2.47 37.19
PL/AG/HY	64.30	33.39	2.31	63.68 34.85 2.27
AG/PL/HY+4O	11.86	21.29	67.65	.19 19.84 69.56
OL/PL/O*	1.48	54.91	43.61	1.48 52.94 46.06 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL/AG/O*	2.81	38.76	58.26	1.86 37.19 60.96

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE*/O*/OL*/AG*	13.61	54.69	1.55	29.95	11.29	57.77	1.56	29.38
RATIO OF NE*/O*/OL*	19.43	76.35	2.22	15.99	61.80	2.21		

DIFFERENTIATION INDEX	WEIGHT	CATION EQUIVS.
	49.19	48.96
COLOUR INDEX	26.28	25.81

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3		37.06		39.56
MG/FE2/NA+K	44.41	23.82	31.77	39.88 38.03 22.18
M - F - A	32.51	49.37	18.12	

POLDERVAARTS FORMULA -22.693  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 4.805  
 # OF SUGIMURA 55.157  
 CRYSTALLIZATION INDEX 48.421  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .432

AC.55.3A (1978)

BASALTE THOLBTIQUE CALCIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)				ORIGINAL				ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	49.00	TiO2	.79	SiO2	50.66	TiO2	.82	SiO2	50.66	TiO2	.82
Al2O3	13.45	P2O5	.04	Al2O3	13.91	P2O5	.04	Al2O3	13.91	P2O5	.04
Fe2O3	3.80	MnO	.17	Fe2O3	2.37	MnO	.18	Fe2O3	2.37	MnO	.18
FeO	7.08	S	.06	FeO	8.63	S	.06	FeO	8.63	S	.06
MgO	6.48	NiO	0.00	MgO	6.62	NiO	0.00	MgO	6.62	NiO	0.00
CaO	15.30	CR2O3	0.00	CaO	15.82	CR2O3	0.00	CaO	15.82	CR2O3	0.00
Na2O	.42	CO2	0.00	Na2O	.85	CO2	0.00	Na2O	.85	CO2	0.00
K2O	.86	H2O	3.30	K2O	.86	H2O	3.30	K2O	.86	H2O	3.30

CATION PERCENT  
 SI = 48.02 AL = 15.54 FE3 = 1.69 FE2 = 6.98 CA = 16.07 MG = 9.35  
 NA = 1.56 K = .88 TI = .58 P = .03 S = .11 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

O	5.605	5.314	DI	21.649	22.817	MT	3.433	2.533
C	0.000	0.000	HE	14.616	13.420	IL	1.551	1.165
OR	.367	.375	EN	6.423	7.287	CR	0.000	0.000
AB	7.178	7.790	FS	4.364	4.286	HM	0.000	0.000
AN	37.956	34.759	FO	0.000	0.000	AP	.096	.089
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.128	.165
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS) (WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2		.63		.49
AN/AN+AB		81.69		82.56
OR/AB/AN	.87	18.15	88.98	.88 17.29 81.83
O / AB/OR	39.42	57.79	2.79	42.64 54.97 2.79
OL/HY/AG	8.88	24.21	75.79	0.00 23.87 76.13
O / HY/AG	18.00	21.76	68.21	10.52 21.36 68.12
PL/AG/HY	47.09	48.10	12.81	46.31 48.87 12.82
AG/PL/HY+4O	32.47	38.12	29.41	.57 36.97 38.39
OL/PL/O*	14.60	71.59	13.81	14.69 70.76 14.54 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL/AG/O*	16.34	68.21	15.45	16.02 64.12 15.86

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE*/O*/OL*/AG*	7.67	18.59	14.25	59.49	6.38	19.62	14.37	59.63
RATIO OF NE*/O*/OL*	18.94	45.89	35.17	15.81	48.60	35.60		

DIFFERENTIATION INDEX	WEIGHT	CATION EQUIVS.
	13.15	13.48
COLOUR INDEX	52.68	51.51

(ATOMIC PERCENT) (WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3		19.81		21.54
MG/FE2/NA+K	52.46	38.38	9.16	40.96 53.40 5.63
M - F - A	36.19	58.83	4.98	

POLDERVAARTS FORMULA -6.245  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 9.514  
 # OF SUGIMURA 45.720  
 CRYSTALLIZATION INDEX 60.146  
 FEO/(FEO+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .648

AC.55.3B (1978)

BASALTE THOLEITIQUE CALCIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)		ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT	
SI02	TI02	SI02	TI02	TI02
48.90	.90	48.49	.93	.93
AL2O3 14.00	P2O5 .04	AL2O3 15.30	P2O5 .04	
FE2O3 4.00	MNO .20	FE2O3 2.48	MNO .21	
FE0 8.17	S .02	FE0 9.92	S .02	
MGO 7.25	NIO 0.00	MGO 7.50	NIO 0.00	
CAO 13.40	CR2O3 0.00	CAO 13.86	CR2O3 0.00	
NA2O 1.14	CO2 0.00	NA2O 1.18	CO2 0.00	
K2O .07	H2O 2.90	K2O .07	H2O 0.00	

CATION PERCENT

SI = 45.73 AL = 17.81 FE3 = 1.76 FE2 = 7.99 CA = 14.00 MG = 10.54  
 NA = 2.16 K = .09 TI = .66 P = .03 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q .753	.710	DI 15.573	16.299	MT 3.598	2.642
C 0.000	0.000	HE 10.889	9.947	IL 1.767	1.320
DR .428	.436	EN 11.448	12.922	CR 0.000	0.000
AB 9.973	10.775	FS 9.181	7.886	HM 0.000	0.000
AN 36.252	36.920	FO 0.000	0.000	AP .096	.088
LC 0.000	0.000	FA 0.000	0.000	PY .043	.055
NE 0.000	0.000	WO 0.000	0.000	NS 0.000	0.000
KP 0.000	0.000	LA 0.000	0.000	KS 0.000	0.000
AC 0.000	0.000	RU 0.000	0.000	CC 0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.62	.48
AN/AN+AB	77.41	78.43
OR/AB/AN	22.39	21.38
Q /AB/OR	5.96	6.75
OL/PL/AG	0.00	0.00
Q /HY/AG	1.49	1.57
PL/AG/HY	50.34	49.54
AG/PL/HY+Q	26.89	28.35
OL+PL/OL	22.55	22.88
OL+AG/OL	32.67	32.36

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

ME*O*/OL*/AG*	11.84	17.46	26.66	44.83	9.23	18.52	27.02	45.22
RATIO OF ME*O*/OL*	20.82	31.65	48.33	16.85	33.81	49.33		

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	11.15	11.92
COLOUR INDEX	52.46	51.02

(ATOMIC PERCENT)

(WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	18.37	20.01
MG/FE2/NA+K	51.14	53.14
M - F - A	35.87	58.15

POLDERVAARTS FORMULA -4.064  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 7.586  
 # OF SUGIMURA 8  
 CRYSTALLIZATION INDEX 59.845  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .671

AC.30.A (1978)

ANDESITE CALCIQUE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)		ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT	
SI02	TI02	SI02	TI02	TI02
57.40	.66	58.76	.67	.67
AL2O3 14.38	P2O5 .06	AL2O3 14.64	P2O5 .06	
FE2O3 3.85	MNO .09	FE2O3 2.20	MNO .09	
FE0 2.30	S .02	FE0 3.90	S .02	
MGO 3.95	NIO 0.00	MGO 3.63	NIO 0.00	
CAO 15.00	CR2O3 0.00	CAO 15.35	CR2O3 0.00	
NA2O .49	CO2 0.00	NA2O .50	CO2 0.00	
K2O .17	H2O 2.25	K2O .17	H2O 0.00	

CATION PERCENT

SI = 56.14 AL = 16.49 FE3 = 1.58 FE2 = 3.19 CA = 15.72 MG = 5.17  
 NA = .93 K = .21 TI = .48 P = .05 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q 23.367	22.327	DI 19.519	20.698	MT 3.191	2.374
C 0.000	0.000	HE 8.235	7.622	IL 1.264	.956
OR 1.029	1.062	EN 0.000	0.000	CR 0.000	0.000
AB 4.244	4.645	FS 0.000	0.000	HM 0.000	0.000
AN 37.176	38.359	FO 0.000	0.000	AP .142	.133
LC 0.000	0.000	FA 0.000	0.000	PY .042	.055
NE 0.000	0.000	WO 1.790	1.770	NS 0.000	0.000
KP 0.000	0.000	LA 0.000	0.000	KS 0.000	0.000
AC 0.000	0.000	RU 0.000	0.000	CC 0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2	.73	.60
AN/AN+AB	89.20	89.75
OR/AB/AN	2.41	10.54
Q /AB/OR	79.64	16.57
OL/PL/AG	0.00	0.00
Q /HY/AG	44.88	0.00
PL/AG/HY	60.29	39.71
AG/PL/HY+Q	17.63	26.77
OL+PL/OL	0.00	65.83
OL+AG/OL	0.00	55.92

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

ME*O*/OL*/AG*	5.84	43.74	0.00	51.22	4.15	45.72	0.00	50.13
RATIO OF ME*O*/OL*	10.33	89.67	0.00	8.33	91.67	0.00		

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	28.64	28.03
COLOUR INDEX	32.21	31.65

(ATOMIC PERCENT)

(WEIGHT PERCENT)

FE3/FE2+FE3	33.66	36.06
MG/FE2/NA+K	54.85	47.52
M - F - A	35.65	57.72

POLDERVAARTS FORMULA -29.813  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 14.442  
 # OF SUGIMURA 55.501  
 CRYSTALLIZATION INDEX 56.595  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .374

AC.30 (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	53.88	TiO2	.75	SiO2	55.73	TiO2	.78
Al2O3	15.55	P2O5	.07	Al2O3	16.11	P2O5	.07
Fe2O3	1.85	MnO	.15	Fe2O3	1.92	MnO	.16
FeO	6.75	S	.02	FeO	6.99	S	.02
MgO	8.00	NiO	0.00	MgO	8.29	NiO	0.00
CaO	4.34	Cr2O3	0.00	CaO	4.50	Cr2O3	0.00
Na2O	3.53	CO2	0.00	Na2O	3.66	CO2	0.00
K2O	1.73	H2O	3.40	K2O	1.79	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 50.96 AL = 17.36 FE3 = 1.32 FE2 = 5.47 CA = 4.40 MG = 11.29  
 NA = 6.48 K = 2.09 TI = .53 P = .06 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	1.162	1.053	DI	0.000	0.000	MT	2.778	1.978
C	.152	.154	HE	0.000	0.000	IL	1.475	1.068
OR	18.600	10.463	EN	20.637	22.585	CR	0.000	0.000
AB	30.937	32.410	FS	10.220	8.512	HM	0.000	0.000
AN	21.828	21.554	FO	0.000	0.000	AP	.168	.150
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.043	.053
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2			.73			.60
AN/AN+AB			39.94			41.37
OR/AB/AN	16.24		50.30	33.45	16.73	48.82 34.45
Q / AB/OR	2.42		73.77	23.62	2.75	72.65 24.82
OL/HY/AG	0.00		100.00	0.00	0.00	100.00 0.00
O / HY/AG	3.30		96.70	0.00	3.63	96.37 0.00
PL/AG/HY	63.44		0.00	36.56	63.10	0.00 36.90
AG/PL/HY+Q	0.00		60.42	39.58	0.00	59.78 40.22
OL+PL/Q+	27.07		62.78	10.16	27.28	62.35 10.37 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL+AG/Q+	72.52		0.00	27.48	72.28	0.00 27.72

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 30.12 33.76 36.12 0.00  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 30.12 33.76 36.12 0.00 25.79 36.69 36.69 37.51 0.00

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	42.70	43.94
COLOUR INDEX	35.11	34.14

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	19.78	21.51
MG/FE2/NA+K	44.79	21.21 34.81
M - F - A	36.91	38.82 24.27 39.98 33.73 26.29

POLDERVAARTS FORMULA -3.740  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 2.025  
 # OF SUGIMURA 32.514  
 CRYSTALLIZATION INDEX 36.291  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .785

AC.71.C (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE ALUMINEUSE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	68.10	TiO2	.70	SiO2	61.69	TiO2	.72
Al2O3	15.30	P2O5	.11	Al2O3	15.70	P2O5	.11
Fe2O3	2.26	MnO	.09	Fe2O3	2.26	MnO	.09
FeO	3.73	S	.02	FeO	3.88	S	.02
MgO	3.23	NiO	0.00	MgO	3.32	NiO	0.00
CaO	6.50	Cr2O3	0.00	CaO	6.67	Cr2O3	0.00
Na2O	4.45	CO2	0.00	Na2O	4.57	CO2	0.00
K2O	.94	H2O	2.40	K2O	.96	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 57.00 AL = 17.13 FE3 = 1.57 FE2 = 3.08 CA = 6.61 MG = 4.57  
 NA = 8.19 K = 1.14 TI = .50 P = .09 S = .04 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	13.368	12.368	DI	7.213	7.407	MT	3.274	2.359
C	0.000	0.000	HE	3.206	2.873	IL	1.365	1.000
OR	5.787	5.701	EN	4.912	5.440	CR	0.000	0.000
AB	38.646	48.968	FS	2.504	2.110	HM	0.000	0.000
AN	19.500	19.488	FO	0.000	0.000	AP	.262	.236
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.042	.053
NE	0.000	0.000	NO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

(WEIGHT PER CENT)

MG/MG+FE2			.72			.59
AN/AN+AB			32.23			33.54
OR/AB/AN	8.67		61.93	29.45	8.94	60.52 30.54
Q / AB/OR	28.95		69.39	9.66	23.16	66.95 9.89
OL/HY/AG	0.00		42.35	57.65	0.00	41.58 58.42
O / HY/AG	40.96		25.08	34.04	42.84	23.77 33.39
PL/AG/HY	77.22		13.13	9.65	76.53	13.71 9.76
AG/PL/HY+Q	0.05		47.32	44.64	.14	44.92 47.03
OL+PL/Q+	7.05		75.32	17.74	7.05	73.67 19.29 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL+AG/Q+	18.75		34.04	47.21	17.83	33.39 48.78

ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS

NE\*/Q\*/OL\*/AG\* 34.54 43.06 7.96 14.45  
 RATIO OF NE\*/Q\*/OL\* 48.37 58.33 9.30 34.95 55.29 9.76

	WEIGHT	CATION EQUIV.
DIFFERENTIATION INDEX	57.72	59.04
COLOUR INDEX	22.47	21.19

	(ATOMIC PERCENT)	(WEIGHT PERCENT)
FE3/FE2+FE3	34.35	36.77
MG/FE2/NA+K	27.04	17.77 55.19
M - F - A	22.46	48.87 37.47 26.84 30.50 43.46

POLDERVAARTS FORMULA -6.587  
 MOLECULAR RATIO ALUMINA 1.835  
 # OF SUGIMURA 36.077  
 CRYSTALLIZATION INDEX 38.156  
 FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES) .623

AC.08.A (1978)

ANDESITE CALCO-ALCALINE

ANALYSIS (WEIGHT PERCENT)			ORIGINAL	ADJUSTED TO 100 PERCENT			
SiO2	59.18	TiO2	.92	SiO2	59.83	TiO2	.93
Al2O3	14.88	P2O5	.21	Al2O3	14.17	P2O5	.21
Fe2O3	2.62	MnO	.16	Fe2O3	2.45	MnO	.16
FeO	5.65	S	.04	FeO	5.90	S	.04
MgO	4.94	NiO	0.00	MgO	5.00	NiO	0.00
CaO	7.88	Cr2O3	0.00	CaO	7.98	Cr2O3	0.00
Na2O	3.14	CO2	0.00	Na2O	3.18	CO2	0.00
K2O	.14	H2O	.60	K2O	.14	H2O	0.00

CATION PERCENT

SI = 56.05 AL = 15.65 FE3 = 1.73 FE2 = 4.75 CA = 8.01 MG = 6.98  
 NA = 5.77 K = .17 TI = .66 P = .17 S = .07 CR = 0.00 CO2 = 0.00

NORM (WEIGHT PERCENT AND CATION EQUIVALENTS)

Q	16.587	15.462	OT	7.582	7.882	MT	3.552	2.591
C	0.000	0.000	HE	3.976	3.607	IL	1.769	1.312
GR	.638	.444	EN	8.939	10.023	CR	0.000	0.000
AB	26.895	28.865	FS	5.376	4.587	HM	0.000	0.000
AN	23.989	24.266	FC	0.000	0.000	AP	.493	.450
LC	0.000	0.000	FA	0.000	0.000	PY	.083	.107
NE	0.000	0.000	WO	0.000	0.000	NS	0.000	0.000
KP	0.000	0.000	LA	0.000	0.000	KS	0.000	0.000
AC	0.000	0.000	RU	0.000	0.000	CC	0.000	0.000

NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)

	NORM RATIOS (CATION EQUIVALENTS)			(WEIGHT PER CENT)		
MG/NC+FEZ		.69				.55
AN/AN+AB		45.67				47.14
OR/AB/AN	1.57	53.47	44.96	1.62	52.00	46.38
D /MS/OR	34.23	63.90	1.88	37.31	60.79	1.89
Q /HY/AG	0.80	55.98	44.82	0.00	55.33	44.67
O /HY/AG	37.20	35.15	27.64	38.95	33.78	27.27
PL/AG/HY	67.06	14.50	18.44	66.29	15.06	18.66
AG/PL/HY+Q	8.14	37.66	54.20	.14	35.64	56.27
OL*/PL/O*	13.17	63.86	22.97	13.14	62.28	24.58 ADJUSTED FOR CORUNDUM
OL*/AG/Q*	26.36	27.64	45.99	25.33	27.27	47.39
ANALYSES RECAST IN TERMS OF 4 END MEMBERS						
NE*/Q*/OL*/AG*	24.59	43.54	19.56	16.31	20.80	46.74 15.96 16.58
RATIO OF NE*/Q*/OL*	29.39	52.82	18.59		24.91	55.97 19.11

	WEIGHT	CATION EQUIVS.
DIFFERENTIATION INDEX	44.24	45.17
COLOUR INDEX	31.19	30.00

	(ATOMIC PERCENT)			(WEIGHT PERCENT)	
FE3/FE2+FE3		27.20			29.34
MG/FE2/NA+K	39.79	26.34	33.87	35.17	41.49 23.35
M = F = A	36.45	49.34	20.22		

POLDERVAARTS FORMULA	-11.516
MOLECULAR RATIO ALUMINA	2.633
θ OF SUGIMURA	41.984
CRYSTALLIZATION INDEX	37.835
FE0/(FE0+FE2O3) (WEIGHT OF OXIDES)	.683

