Corrélations chronologiques et géochimiques des formations volcaniques du sud de la basse terre de Guadeloupe (petites Antilles) : début du cycle récent

Françoise Blanc

▶ **To cite this version:**

Françoise Blanc. Corrélations chronologiques et géochimiques des formations volcaniques du sud de la basse terre de Guadeloupe (petites Antilles) : début du cycle récent. Géochimie. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1983. Français. NNT : . tel-00690766

HAL Id: tel-00690766

https://theses.hal.science/tel-00690766

Submitted on 24 Apr 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GEOLOGIE GRENOBLE UJF
D 050 031143 4

BLANC (F.)
Ex. n° 1

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE
ET MEDICALE DE GRENOBLE

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

29 NOV. 1983

CORRELATIONS CHRONOLOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES FORMATIONS VOLCANIQUES DU SUD DE LA BASSE_TERRE DE GUADELOUPE (PETITES ANTILLES)

Début du cycle récent

FRANÇOISE BLANC

d

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

Thèse pour obtenir le grade
de Docteur de Spécialité
Géologie appliquée
Option Pétrologie

Thèse soutenue le 25 novembre 1983 devant la commission d'examen

PRESIDENT	R. MICHEL	USM GRENOBLE
RAPPORTEURS	N. VATIN-PERIGNON	CNRS GRENOBLE
	M.P. SEMET	IPG PARIS
EXAMINATEURS	J. LABEYRIE	CEA/CNRS GIF-SUR-YVETTE
	P.Y. GILLOT	CEA SACLAY
	G. VALLADAS	CEA SACLAY

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE
ET MEDICALE DE GRENOBLE

CORRELATIONS CHRONOLOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES FORMATIONS VOLCANIQUES DU SUD DE LA BASSE_TERRE DE GUADELOUPE (PETITES ANTILLES)

Début du cycle récent

FRANÇOISE BLANC

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

Thèse pour obtenir le grade
de Docteur de Spécialité
Géologie appliquée
Option Pétrologie

- 9 NOV. 1983

Thèse soutenue le 25 novembre 1983 devant la commission d'examen

PRESIDENT	R. MICHEL	USM GRENOBLE
RAPPORTEURS	N. VATIN-PERIGNON	CNRS GRENOBLE
	M.P. SEMET	IPG PARIS
EXAMINATEURS	J. LABEYRIE	CEA/CNRS GIF-SUR-YVETTE
	P.Y. GILLOT	CEA SACLAY
	G. VALLADAS	CEA SACLAY

10108622

ERRATA

p.12 ligne 25 , lire NNW-SSE au lieu de WNW-ESE ; ligne 26 , lire WNW-ESE au lieu de NNW-SSE ; ligne 34 , lire NW au lieu de NE.

p.30 ligne 9 , lire Trois-Rivières au lieu de la Regrettée.

p.89 La coulée de La Regrettée est une coulée "Trois-Rivières".

diag. 50,53,57,60 : ajouter après bordures: microlites et inclusions.

p.170 fig.75 , les points 23 et 24 représentent les ponces du Bouchu, (faciès foncé et clair).

RESUME

Cette étude, effectuée dans le cadre des Observatoires Volcanologiques de l'Institut de Physique du Globe de Paris et des programmes de Recherche du CNRS sur l'Histoire des volcans actifs, contribue à la chronologie des événements récents du Sud de la Basse-Terre de Guadeloupe (Petites Antilles) pour laquelle des lacunes importantes subsistaient du fait de mauvaises conditions d'affleurements.

Les méthodes employées sont:1)le potassium-argon(CFR,Gif), 2)la thermoluminescence(CFR,Gif) et 3)la géochimie des majeurs et des traces utilisée en tant que critère de corrélation des différents dépôts (Grenoble,Saclay).

1) la méthode du potassium-argon, dans son adaptation aux périodes récentes (inférieure à 1 Ma), a permis d'obtenir l'âge des coulées de laves massives basaltiques à andésitiques, appartenant au cycle Pitons de Bouillante - Sans-Toucher, aux Monts Caraïbes et à la phase initiale du cycle récent Madeleine-Soufrière.

2) la méthode de thermoluminescence sur quartz a été utilisée pour la datation de certains niveaux ponceux dacitiques à quartz appartenant à la Chaîne andésitique de Bouillante et au cycle récent Madeleine-Soufrière.

3) les éléments majeurs, incompatibles (La, Th) et de transition (Sc, Co) des niveaux ponceux et les analyses des phases minérales à la microsonde ont permis d'établir ou de préciser des corrélations jusqu'ici rendues aléatoires par les conditions de terrain, de regrouper dans un même cycle des niveaux attribués à des cycles différents, et de déceler des indices de mélanges magmatiques.

Les résultats obtenus modifient la chronologie de la Basse-Terre comme suit :

- la fin du cycle des Pitons de Bouillante - Sans-Toucher est aux environs de 600 000 ans,

- celle de la Chaîne andésitique de Bouillante est proche de 244 000 ans,

- et le début de l'activité des Monts Caraïbes se situe aux environs de 500 000 ans.

Le résultat le plus important concerne le début du cycle récent Madeleine-Soufrière pour lequel une phase Carmichaël est datée entre 150 000 et 100 000 ans ; son activité débute par un épisode explosif (ponces à quartz de l'anse des Pères et ponces andésitiques de Pintade) et se poursuit par un épisode effusif de grande importance (coulées de Trois Rivières, groupes nord et sud). Entre la fin de la phase Carmichaël et le début de la phase Madeleine, une période d'accalmie est mise en évidence ; sa durée est voisine de 70 000 ans.

Mots-clés : chronologie, corrélation, formation volcanique, potassium-argon, thermoluminescence, géochimie, microsonde, mélange magmatique, phase Carmichaël, cycle récent Madeleine -Soufrière, Basse-Terre de Guadeloupe, Petites Antilles.

ABSTRACT

This study, supported by the Observatoires Volcanologiques de l'Institut de Physique du Globe de Paris and by the Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.) programs, is a contribution to the geochronology of the recent volcanic events of the South of the Basse-Terre of Guadeloupe (Lesser Antilles).

Three methods were adopted :1) K/Ar dating adapted for ages less than 1 m.y. was used to obtain ages on basaltic to andesitic lava flows of the Pitons de Bouillante - Sans Toucher cycle, of Monts Caraïbes and of the initial phase of the early cycle of Madeleine - Soufrière. 2) Thermoluminescence studies on quartz were used for dating some dacitic pumice layers of the Chaîne andésitique de Bouillante cycle and the early cycle of Madeleine - Soufrière. 3) whole-rock analyses of major and trace elements (La, Th, Sc, Co) and microprobe analyses of phases were used to geochemically characterize the different pumice layers and to regroup these layers into their most likely cycle, and to record evidence for magma mixing.

The results obtained enable the geochronology to be modified as follows :

- the end of the cycle of the Pitons de Bouillante - Sans Toucher occurred at about 600 000 years,

- the end of the Chaîne andésitique de Bouillante occurred at approximately 244 000 years,

- the start of the activity of the Monts Caraïbes cycle took place at about 500 000 years.

The most important result concerns the start of the recent Madeleine - Soufrière cycle for which a volcanic phase "the phase Carmichaël" was dated at between 150 000 and 100 000 years; its activity began with an explosive episode (quartz pumice of the Anse des Pères and andesitic pumice of Pintade) and was followed by a very important effusive episode (flows of the north and south groups of Trois Rivières). Between the end of the phase Carmichaël and the start of the phase Madeleine, was a period of quiescence lasting about 70 000 years.

Key-words : chronology, correlation, volcanic deposit, K-Ar ages, thermoluminescence ages, geochemistry, microprobe analyses, magma mixing, Carmichaël phase, recent cycle of Madeleine - Soufrière, Basse-Terre de Guadeloupe, Lesser Antilles, French West Indies.

AVANT-PROPOS

Ce travail a bénéficié de nombreuses aides et je voudrais remercier tous ceux qui y ont contribué. Je suis surtout redevable à ceux qui m'ont accordé, à maintes reprises, leur appui financier.

le Directeur des Programmes Interdisciplinaires de Recherches sur la Prévision et la Surveillance des Eruptions Volcaniques (P. I. R. P. S. E. V.) (M. Treuil, C. N. R. S. et I. N. A. G.) et le Responsable du groupe "Histoire des volcans" (J. Labeyrie) a

les responsables des Observatoires Volcanologiques de l'I. P. G. Paris (J. L. Le Mouël et J. L. Cheminée).

Mes remerciemnts vont à R. Michel, Professeur à l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble (U. S. M. G.), qui a bien voulu me faire l'honneur de présider le jury.

Je voudrais exprimer ma gratitude à

N. Vatin-Pérignon, Maître de recherche au C. N. R. S., et à M. P. Semet, Physicien-Adjoint à l'I. P. G., pour la confiance qu'ils m'ont témoignée en me proposant ce sujet, et pour l'aide sans cesse renouvelée au cours de ces deux années passées ensemble.

Toute ma reconnaissance va à

J. Labeyrie, Directeur du centre des Faibles Radioactivités (C. F. R) laboratoire mixte C. E. A. - C. N. R. S., pour m'avoir accueillie dans son laboratoire,

P. Y. Gillot, Responsable du laboratoire de potassium-argon du C. F. R., pour l'aide sans défaut qu'il m'a apportée lors des analyses potassium-argon, et pour les encouragements qu'il a toujours su me prodiguer.

G. Valladas, Créateur et Responsable du laboratoire de thermo-luminescence, qui, avec patience, m'a initiée à cette technique.

Je ne voudrais pas oublier G. Vivier, Responsable des laboratoires techniques de l'Institut Dolomieu, sans lequel mon expérience du potassium-argon ne serait pas ce qu'elle est, ainsi que Charlotte et Désirée, mes fidèles rampes à argon, pour les heures d'anxiété qu'elles m'ont fait subir.

Je remercie M. Feuillard et avec lui tout le personnel de l'Observatoire de Parnasse à la Guadeloupe. Grâce à eux, mes missions se sont déroulées dans des conditions exceptionnelles.

Je ne veux pas oublier

G. Boudon, de l'Université de Clermont-Ferrand, avec qui j'ai découvert la géologie de la Guadeloupe,

A. Gadalia, du B. R. G. M., grâce à qui les problèmes posés par la chaîne andésitique de Bouillante se sont clarifiés,

J. L. Joron, de Pierre Süe, pour les analyses des éléments en traces,

F. Keller de l'Université de Grenoble, pour les analyses des éléments majeurs.

Je remercie également

Y. Cornette, du laboratoire de potassium-argon du C. F. R., pour sa disponibilité sans pareille et sa gentillesse et

C. Cassignol instigateur de la méthode K.Ar au C. F. R., pour les critiques judicieuses apportées à mon manuscrit.

Je n'oublie pas E. Dompnier, et M. Domeyne de l'Université de Grenoble pour l'aide apportée dans la préparation des échantillons et

Cl. Merlet de l'Université des Sciences et Techniques de Montpellier, pour son aide à la microsonde.

Je remercie M. J. Babault pour la rapidité avec laquelle ce mémoire a été frappé.

Enfin, je n'oublie pas mes camarades et amis de 3e cycle, éloignés (péruviens, réunionnais...) et présents, mes amis Michèle et Christian, qui m'ont reçu si gentiment fort tard le soir après de grandes journees de rédaction...

Des pensées affectueuses vont à

la famille Grandperret, sans qui les séjours à Paris auraient été moroses,

aux Parents de Christian, toujours accueillants et disponibles,

à Joselyne, pour la gentillesse avec laquelle elle m'a aidée, à Robert, Deborah et Yann,

à Marie-Do, imbattable à l'ordinateur,

à Jean, Jacques, Michèle et Christian.

Pour mes Parents, mes remerciements ne seront jamais assez forts, et donc difficiles à exprimer.

Quant à Christian, c'est à lui que revient le partage de mes angoisses, et surtout de toutes mes joies...

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1.PRESENTATION DE LA GUADELOUPE-PROBLEMES POSES.

1.CADRE STRUCTURAL ET GEOLOGIQUE REGIONAL
1.1.Cadre structural 3
1.2.Contexte géologique régional 6
1.2.1.Caractéristiques pétrographiques 6
1.2.2.Caractéristiques géochimiques 8
1.2.3.Coexistence de plusieurs séries volcaniques dans l'arc des Petites Antilles 8
1.2.4.Genèse des laves des Petites Antilles 9
1.3.La Guadeloupe 10
1.3.1.La Grande-Terre 10
1.3.2.La Basse-Terre ou Guadeloupe sensu stricto 10
2.DESCRIPTION DES FORMATIONS GUADELOUPEENNES.PROBLEMES POSES 12
2.1.La chaîne septentrionale 12
2.2.L'épisode des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher 12
2.3.Les Monts Caraïbes 12
2.4.La chaîne andésitique de Bouillante et le début du cycle récent Madeleine-Soufrière 16
2.4.1.La chaîne andésitique de Bouillante 18
2.4.2.Le cycle récent Madeleine-Soufrière 25
2.4.2.1.Les événements anté-Pintade 25
2.4.2.2.L'événement ponceux de Pintade 28
2.4.2.3.Les événements post-Pintade 28
2.4.2.4.Les datations absolues sur ces événements 32
2.5.Problèmes poséspar les formations guadeloupéennes.Solutions pour les résoudre 33

CHAPITRE 2.CHRONOMETRIE 39

I.METHODE DU POTASSIUM-ARGON 39

1.INTRODUCTION 39
1.1.Nécessité d'une méthode adaptée aux âges jeunes 39
1.2.Principe 40
1.3.Description succinte de la technique de datation K-Ar 43
2.MESURE DU POTASSIUM 44
3.MESURE DE L'ARGON 45
3.1.Conditions de mesures
3.1.1.Maintien du vide résiduel à un niveau minimum et constant-Purification des échantillons 45
3.1.2.Stabilité et reproductibilité des conditions de mesures d'argon 46
3.1.2.1.Stabilité des paramètres de source 46
3.1.2.2.Mesures en double collection 46
3.1.2.3.Diminution des effets de mémoire 46

3.2. Principe des mesures 47
3.2.1.Composition de l'argon de contamination 49
3.2.2.Mesures au spectromètre de masse 49
3.3.Précision de la mesure d'argon 50
3.4.Traitement des échantillons 54
3.4.1.Excès d'argon-préparation des échantillons 54
3.4.2.Conditions de prédégazage 54
3.4.2.1.Fractionnement isotopique de l'argon de contamination 55
3.4.2.2.Départ de l'argon radiogénique 55
3.5.Manipulations-Mode opératoire 55
3.5.1.Prédégazage 57
3.5.2.Fusion 57
3.5.3.Purification 57
3.5.4.Mesures au spectromètre de masse 57
3.5.4.1.Description de la rampe d'introduction 59
3.5.4.2.Mesures 61
3.6.Exemples comparant deux méthodes géochronologiques appliquées aux âges jeunes:le ^{14}C et la thermoluminescence 62
3.6.1.Comparaisons avec le ^{14}C-âges zéro 62
3.6.2.Comparaisons avec la thermoluminescence 62
4.RESULTATS 62
4.1.Mesures des âges zéro 62
4.2.Résultats 64

II.LA THERMOLUMINESCENCE 67

1.INTRODUCTION 67
2.PRINCIPE DE LA THERMOLUMINESCENCE 67
2.1.Principe de base 67
2.2.Mesure de la thermoluminescence 68
3.PREPARATION DES ECHANTILLONS-MESURES DE LA PALEODOSE-CALCUL DE LA DOSE ANNUELLE 71
3.1.Choix des échantillons 71
3.2.Préparation des échantillons 72
3.3.Mesure de la paléodose 72
3.3.1.Mesure de la thermoluminescence 72
3.3.2.Mesure de la supralinéarité 74
3.3.3.Résultats 74
3.4.Calcul de la dose annuelle 74
3.4.1.Calcul de la dose interne d_i 76
3.4.2.Calcul de la dose externe d_e 78
3.4.3.Effet de l'imprégnation en eau dans le calcul de la dose annuelle 79
3.5.Résultats-Discussion 82

III.INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS PAR POTASSIUM-ARGON ET THERMOLUMINESCENCE 85

1.PITONS DE BOUILLANTE-SANS-TOUCHER 85
2.LES MONTS CARAIBES 85
3.LA CHAINE ANDESITIQUE DE BOUILLANTE ET LE CYCLE RECENT 86
3.1.La chaîne andésitique de Bouillante 86
3.2.Le début du cycle récent 86

CHAPITRE 3. ETUDE GEOCHIMIQUE DES NIVEAUX PONCEUX 95

1.CORRELATIONS DES NIVEAUX PONCEUX 95
1.1.Etude de la composition chimique des roches totales 95
1.2.Etude minéralogique des niveaux ponceux 101
1.2.1.Les ponces soyeuses du Morne à Jules 102
1.2.2.La nuée Saint-Vincent de la carrière Danoy 103
1.2.3.Les dacites à quartz de l'anse des Pères et de la carrière Danoy 111
1.2.4.L'événement ponceux de Pintade 131
1.3.Les pyroxènes 150
1.4.Les éléments en traces 155
2.CONCLUSION 158
3.MELANGES MAGMATIQUES 161

CHAPITRE 4. CONCLUSIONS GENERALES: CHRONOLOGIE DES DIFFERENTS EPISODES ERUPTIFS DU SUD DE LA BASSE-TERRE 165

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

Fig. n° 1 - Unités morphologiques de la plaque caraîbe et ses limites 2
Fig. n° 2 - Arc des Petites Antilles 4
Fig. n° 3 - Carte sismique de l'archipel des Petites Antilles 5
Fig. n° 4 - Bloc-diagramme schématique de l'arc des Petites Antilles 5
Fig. n° 5 - Diagramme Ol-Di-Qtz 7
Fig. n° 6 - Diagramme K_2O/SiO_2 7
Fig. n° 7 - Diagramme An + Ab+Or/DI 7
Fig. n° 8 - La Guadeloupe 11
Fig. n° 9 - Carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre 13
Fig. n° 10 - Carte géologique simplifiée des Monts Caraîbes 15
Fig. n° 11 - Carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre 19
Fig. n° 12 - Carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre 21
Fig. n° 13 - Le Sud de la Basse-Terre 24
Fig. n° 14 - Coupe de la carrière Blanchette 26
Fig. n° 15 - Coupe de la carrière Danoy..... 27
Fig. n° 16 - Affleurements des ponces de Pintade dans le Sud de la Basse-Terre 29
Fig. n° 17 - Carte géologique simplifiée du Sud-Est de la Basse-Terre 31
Fig. n° 18 - Localisation des échantillons étudiés 32
Fig. n° 19 - Mesures des signaux de l'argon 36 de l'étalon Gl-O et d'un échantillon (coulée du Plessis E 1101) 48
Fig. n° 20 - Réponse du spectromètre de masse en fonction de la pression régnant dans la cellule (linéarité) 51
Fig. n° 21 - Erreur sur l'âge en fonction du taux d'argon radiogénique ... 53
Fig. n° 22 - Schéma d'un module-stade du prédégazage..... 56
Fig. n° 23 - Schéma d'un module-stade de la fusion de l'échantillon..... 56
Fig. n° 24 - Schéma d'un module-stade de la purification 57
Fig. n° 25 - Schéma d'un module-stade de la mesure 57
Fig. n° 26 - Schéma de la rampe d'introduction 60
Fig. n° 27 - Dispositif de cryopompage de la cellule du spectromètre de masse 61
Fig. n° 28 - Schéma de l'appareil de mesure de thermoluminescence 68
Fig. n° 29 - Test du plateau 69
Fig. n° 30 - Courbes de thermoluminescence 70
Fig. n° 31 - Comportement supralinéaire aux faibles doses..... 71
Fig. n° 32 - Courbes de thermoluminescence relatives au quartz de l'anse des Pères 73
Fig. n° 33 - Test du plateau sur la mesure de thermoluminescence du quartz de l'anse des Pères 73
Fig. n° 34 - Mesure de la paléodose (Anse des Pères)..... 73
Fig. n° 35 - Mesure de la paléodose (Montval) 75
Fig. n° 36 - Mesure de la paléodose (Carrière Danoy)..... 75
Fig. n° 37 - Arc insulaire des Petites Antilles 81
Fig. n° 38 - Corrélations entre courbe d'ensoleillement pour l'hémisphère nord, température de la surface de l'océan atlantique et courbe de fluctuations au niveau de l'océan..... 81

Fig. n° 39 Carte des ensembles volcaniques du Sud de la Basse-Terre 87
Fig. n° 40 Carte géologique simplifiée du Sud-Est de la Basse-Terre 89
Fig. n° 41 Position des ponces étudiées dans le diagramme Fe_2O_3/SiO_2 97
Fig. n° 42 Position des ponces étudiées dans le diagramme Al_2O_3/SiO_2 97
Fig. n° 43 Position des ponces étudiées dans le diagramme Na_2O/SiO_2 98
Fig. n° 44 Position des ponces étudiées dans le diagramme K_2O/SiO_2 98
Fig. n° 45 Position des ponces étudiées dans le diagramme MgO/SiO_2 99
Fig. n° 46 Position des ponces étudiées dans le diagramme CaO/SiO_2 99
Fig. n° 47 Position des ponces étudiées dans le diagramme P_2O_5/SiO_2 100
Fig. n° 48 Position des ponces étudiées dans le diagramme TiO_2/SiO_2 100
Fig. n° 49 Position des plagioclases des ponces du Morne à Jules, et de la carrière Blanchette dans le diagramme An-Ab-Or 103
Fig. n° 50 Position des pyroxènes et des olivines des ponces du Morne à Jules et de la Carrière Blanchette dans le diagramme En-Fe-Wo 104
Fig. n° 51 Position des magnétites des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme Fe_2O_3-Feo-TiO_2 104
Fig. n° 52 Position des plagioclases de F802a_1 et de F 802a_2 dans le diagramme An-Ab-Or..... 109
Fig. n° 53 Position des pyroxènes de F802a_1 et de F802a_2 (nuée Saint-Vincent) dans le diagramme En-Fe-Wo 109
Fig. n° 54 Position des magnétites de F802a_1 et de F802a_2 dans le diagramme TiO_2 -Fe_2O_3 -FeO 109
Fig. n° 55 Position des verres de la mésostase et en inclusions, analysés à la microsonde, de l'ensemble des ponces étudiées, dans le diagramme K_2O/SiO_2 110
Fig. n° 56 Position des plagioclases des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères dans le diagramme An-Ab-Or..... 119
Fig. n° 57 Position des pyroxènes et des olivines des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères dans le diagramme En-Fe-Wo..... 119
Fig. n° 58 Position des magnétites et des ilménites des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères dans le diagramme TiO_2-Fe_2O_3-FeO..... 119
Fig. n° 59 Position des plagioclases des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme An-Ab-Or..... 128
Fig. n° 60 Position des pyroxènes et des olivines des ponces de la carrière Blanchette et du Morne à Jules dans le diagramme En-Fe-Wo..... 129
Fig. n° 61 Position des magnétites des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme Fe_2O_3-FeO-TiO_2 129
Fig. n° 62 Position des plagioclases des ponces de Pintade dans le diagramme An-Ab-Or..... 146
Fig. n° 63 Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade dans le diagramme En-Fe-Wo 147
Fig. n° 64 Position des clinopyroxènes des ponces de Pintade dans le diagramme En-Fe-Wo 148
Fig. n° 65 Position des magnétites des ponces de Pintade dans le diagramme TiO_2-Fe_2O_3-FeO 148
Fig. n° 66 Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade et des dacites à quartz de l'anse des Pères dans le diagramme Mn/Mg/Mg+Fe 151
Fig. n° 67 Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade et des dacites à quartz de l'anse des Pères dans le diagramme Al/Mg/Mg+Fe 152

Fig. n° 68 Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade et des dacites à quartz de l'anse des Pères dans le diagramme Ca/Mg/Mg + Fe..... 152
Fig. n° 69 Position des orthopyroxènes des ponces de Rocroy, du Morne à Jules et des carrières Blanchette et Danoy dans le diagramme Al/Mg/Mg + Fe 153
Fig. n° 70 Position des orthopyroxènes des ponces de Rocroy, du Morne à Jules, de la carrière Blanchette et de la carrière Danoy dans le diagramme Ca/Mg/Mg + Fe 154
Fig. n° 71 Diagrammes La/Th et Co/Sc/Th..... 156
Fig. n° 72 Aire de répartition des ponces de Pintade 159
Fig. n° 73 Traversées de phénocristaux 163
Fig. n° 74 Carte géologique simplifiée du Sud de la Basse-Terre d'après DAGAIN (1981), BOUDON (1981) et les résultats de la présente étude 168
Fig. n° 75 Position des échantillons de ponces étudiées à la microsonde et des coulées du Morne Goyavier, Fond de Bernard, Carbet (3ème chute), Schoelcher, Habituée dans le diagramme La/Th 170

LISTE DES TABLEAUX

Tab. n° 1 - Tableau synthétique illustrant les différentes hypothèses concernant l'édification du massif Madeleine-Soufrière et la chaîne andésitique de Bouillante..... 17
Tab. n° 2 - Echantillons datés par potassium-argon 35
Tab. n° 3 - Echantillons datés par thermoluminescence 36
Tab. n° 4 - Echantillons étudiés par microsonde 37
Tab. n° 5 - Influence d'une quantité d'argon héritée sur des roches d'âge croissant 42
Tab. n° 6 - Erreurs absolues sur les âges en fonction du pourcentage d'Ar* 53
Tab. n° 7 - Comparaisons entre âge ^{14}C, données historiques et âge potassium-argon 63
Tab. n° 8 - Comparaisons entre âges obtenus par thermoluminescence et âges obtenus par potassium-argon 63
Tab. n° 9 - Ages obtenus par la méthode K-Ar..... 65
Tab. n° 10 - Paléodoses 74
Tab. n° 11 - Doses annuelles spécifiques 76
Tab. n° 12 - Concentration en U, Th, K des trois échantillons avec leurs erreurs (%)..... 77
Tab. n° 13 - Doses annuelles reçues par les échantillons, exprimées en mrad 78
Tab. n° 14 - Doses annuelles dans l'hypothèse humide 82
Tab. n° 15 - Résultats de la mesure de TL des ponces de Montval 82
Tab. n° 16 - Ages dans l'hypothèse humide des ponces de la carrière Danoy et de l'anse des Pères..... 83
Tab. n° 17 - Résultats des mesures des âges des ponces de la carrière Danoy et de l'anse des Pères par la méthode de la thermo-luminescence 83
Tab. n° 18 - Moyennes des analyses de plagioclases, d'orthopyroxènes et de magnétites deC 1501 (Morne à Jules) 102
Tab. n° 19 - Moyennes des analyses d'orthopyroxènes de $F802a_1$ et de $F802a_2$ (nuée Saint-Vincent) 105
Tab. n° 20 - Moyennes des analyses de plagioclases de $F\ 802a_1$ (nuée Saint-Vincent de la carrière Danoy..... 106
Tab. n° 21 - Moyennes des analyses de plagioclases de $F\ 802a_2$ (nuée Saint-Vincent, carrière Danoy)..... 106
Tab. n° 22 - Moyennes des analyses de clinopyroxènes de $F\ 802a_1$ et $F\ 802a_2$ (nuée Saint-Vincent)..... 107
Tab. n° 23 - Moyennes des analyses de magnétites de $F\ 802a_1$ et $F\ 802a_2$ nuée Saint-Vincent)..... 107
Tab. n° 24 - Nuée Saint-Vincent..... 108
Tab. n° 25 - Moyennes des analyses de clinopyroxènes des dacites à quartz de l'anse des Pères et de la carrière Danoy.....
Tab. n° 26 - Moyennes des analyses de plagioclases des dacites à quartz 111
de la carrière Danoy..... 112

Tab. n° 27 - Moyennes des analyses de plagioclases des dacites à quartz de l'anse des Pères 113
Tab. n° 28 - Moyennes des analyses d'amphiboles des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères..... 113
Tab. n° 29 - Moyennes des analyses d'orthopyroxènes des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères 114
Tab. n° 30 - Moyennes des analyses d'olivines des dacites à quartz de la carrière Danoy (F 802g) et de l'anse des Pères (P 301)..... 114
Tab. n° 31 - Moyennes des analyses des magnétites des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères 115
Tab. n° 32 - Moyennes des analyses d'ilménites des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères..... 116
Tab. n° 33 - Ponces à quartz de la carrière Danoy 117
Tab. n° 34 - Ponces à quartz de l'anse des Pères 118
Tab. n° 35 - Moyennes des analyses de plagioclases des ponces (E 1103 a, b, c,) et de la scorie (E 1103e) de Blanchette..... 122
Tab. n° 36 - Moyennes des analyses d'orthopyroxènes des ponces (E 1103 a b, c,) de Blanchette..... 123
Tab. n° 37 - Moyennes des analyses d'olivines des scories de Blanchette.
Tab. n° 38 - Moyennes des analyses de clinopyroxènes des ponces (E 1103 a, b, c,) et des scories (E 1103 e) de Blanchette..... 124
Tab. n° 39 - Analyse d'ilménite des ponces (E 1103 e) de Blanchette..... 124
Tab. n° 40 - Moyenne des analyses de magnétites des ponces (E 1103 a, b, c,) et des scories (E 1103 e) de Blanchette..... 125
Tab. n° 41 - Carrière Blanchette 126
Tab. n° 42 - Carrière Blanchette 127
Tab. n° 43 - Moyennes des analyses de plagioclases de F 901 (carrière Danoy) et de H 901 (rivière des Pères). 132
Tab. n° 44 - Moyennes des analyses des plagioclases de J 1007 (rivière Noire), de D 1204 (Rocroy) et de 7 A (Calbassiers)..... 133
Tab. n° 45 - Moyennes des analyses de plagioclases de X 901 (anse à la Fontaine) et de P 401 (anse du Morne Rouge)..... 134
Tab. n° 46 - Moyennes des analyses d'orthopyroxènes du F 901 b (carrière Danoy), de H 901 (rivière des Pères), de J 1007 (rivière Noire) et de 7A (Calbassiers)..... 135
Tab. n° 47 - Moyennes des analyses d'orthopyroxènes de D 1204 (Rocroy), de X 901 (anse à la Fontaine), et de P 401 (anse du Morne Rouge)..... 136
Tab. n° 48 - Moyennes des analyses de clinopyroxènes de D 1204 (Rocroy), de 7A (Calbassiers), de P 401 (anse du Morne rouge), de F 901 (carrière Danoy) et de H 901 (rivière des Pères)..... 137
Tab. n° 49 -Moyennes des analyses de clinopyroxènes de J 1007 (rivière Noire)..... 138
Tab. n° 50 -Moyennes des analyses de magnétites de P 401 (anse du Morne Rouge)..... 138
Tab. n° 51 -Moyennes des analyses de magnétites de H 901 (rivière des Pères) ,de F 901 (carrière Danoy) , de J 1007 (rivière Noire) , de 7A (Calbassiers) et de X 901 (anse à la Fontaine)..... 139

Tab. n° 52 - Evénement ponceux de Pintade (F 901)..... 140
Tab. n° 53 - Evénement ponceux de Pintade (H 901) 141
Tab. n° 54 - Evénement ponceux de Pintade (J 1007) 142
Tab. n° 55 - Evénement ponceux de Pintade (7A et D1204) 143
Tab. n° 56 - Evénement ponceux de Pintade (P 401)..... 144
Tab. n° 57 - Evénement ponceux de Pintade (X901)..... 145
Tab. n° 58 - Teneurs en SiO_2 des faciès clairs et sombres des ponces 162
Tab. n° 59 - Chronologie des différents épisodes éruptifs du Sud de la Basse-Terre de Guadeloupe..... 167

INTRODUCTION

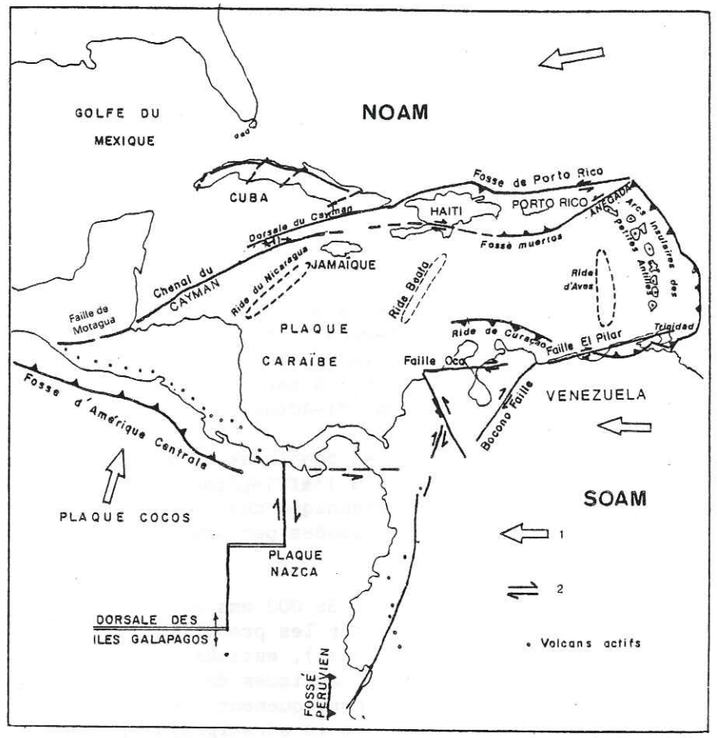
Après la crise volcanique de la Soufrière de Guadeloupe en 1976-1977, de nombreux travaux de recherche furent entrepris par des scientifiques français (VINCENT et al.,1979 , WESTERCAMP, 1980/81 , BOUDON,1981 , DAGAIN , 1981 , SEMET et al., à paraître), notamment sur le cycle récent de ce volcan (1 Ma, 0,5 Ma (?)-Actuel).

L'absence de coupes naturelles continues, l'érosion et l'altération rapides des produits volcaniques à l'affleurement, le couvert végétal important, la relative monotonie pétrographique des laves, ont largement contribué aux hypothèses divergentes proposées par les auteurs pour la chronologie relative des événements.

De plus, mis à part la période 35 000 ans-Actuel, qui peut être datée par ^{14}C, aucun âge n'a été obtenu sur les produits du cycle récent Madeleine-Soufrière (1 Ma, 0,5 Ma (?)-Actuel), estimés trop jeunes pour être valablement datés par les méthodes classiques de la géochronologie. Or, sans données chronologiques, il est pratiquement impossible de corréler certains niveaux, donc d'avoir une idée de la stratigraphie, d'apprécier la durée des cycles volcaniques et de détecter les périodes d'accalmie.

Nous nous sommes donc proposé de synthétiser les travaux effectués précédemment, en apportant notre propre contribution sous forme d'une étude géochronologique et géochimique des produits.

Pour ce faire, nous avons utilisé pour la datation (1) le potassium argon pour les laves massives et fraîches, et (2) la thermoluminescence pour les niveaux ponceux à quartz ; pour l'étude géochimique (1) les éléments majeurs et les éléments en traces, et (2) l'étude chimique des minéraux. Cela a permis de mettre en évidence des corrélations jusqu'ici difficiles à établir sur le terrain.



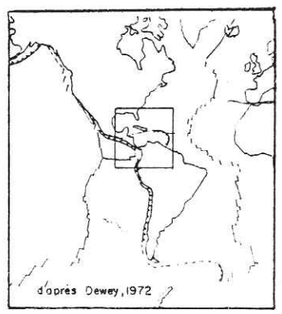


Fig. 1 . Unités morphologiques de la plaque caraïbe et ses limites.
(WESTERCAMP 1980)

1:direction de mouvement des plaques NOAM , SOAM et Cocos par rapport à la plaque caraïbe.

2:mouvement le long des failles et failles transformantes.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE LA GUADELOUPE - PROBLEMES POSES

1. CADRE STRUCTURAL REGIONAL

1.1. Contexte structural

A l'Est de l'océan Atlantique, coincée entre les plaques nord-américaine (NOAM) et sud-américaine (SOAM) d'un côté et la plaque Cocos de l'autre, se place la plaque caraïbe (fig. 1). Ses limites ouest et est (Amérique Centrale et sa fosse, arc insulaire des Petites Antilles) ont été vite reconnues comme des zones de subduction. La limite nord-est est constituée de la fosse de Porto Rico et du fossé Muertos reliés à l'Ouest par le Chenal de Cayman et sa dorsale, puis par la faille de Motagua. Les failles El Pilar et Oca limitent la plaque au Sud (fig. 1)

Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'arc des Petites Antilles. (fig. 2)

* Côté océan Atlantique ; les structures se différencient de part et d'autre du 14è parallèle. Au Sud, le bassin de Tobago, profond de 2 000 m, sépare la ride de Barbade de l'arc lui-même. Au Nord, la fosse des Petites Antilles, plus profonde de 1 000 mètres, fait suite à la dépression de Tobago (KEARY et al., 1975 BOUYSSE, 1979). Les données géophysiques (magnétisme, gravimétrie, sismique)s'accordent pour montrer la présence d'une zone de subduction sous la ride de Barbade (KEARY et al., 1975). La grande épaisseur de sédiments sous celle-ci, ainsi que leur tectonisation, ont conduit à interpréter cette structure comme un prisme d'accrétion (WESBROOK, 1975, BIJU-DUVAL et al., 1978).

* L'arc des Petites Antilles montre une activité sismique importante (MOLNAR et SYKES, 1969 ; MURPHY et al., 1970 ; DOREL et al., 1972) (fig. 3). L'étude des cartes sismiques permet de visualiser les angles de plongement de la plaque SOAM sous la plaque caraïbe. Aux extrémités de l'arc, le pendage du plan de subduction est de 30°, et il atteint 65° au centre de l'arc (fig. 3 coupes AA' et BB'). La profondeur à laquelle se situe la plaque plongeante sous les volcans varie : de 130 km sous la Martinique, elle est inférieure à 100 km au Nord de la Guadeloupe.

L'arc des Petites Antilles s'est formé en trois étapes (MARTIN-KAY, 1969, WESTERCAMP et al., 1980);(fig. 1) :

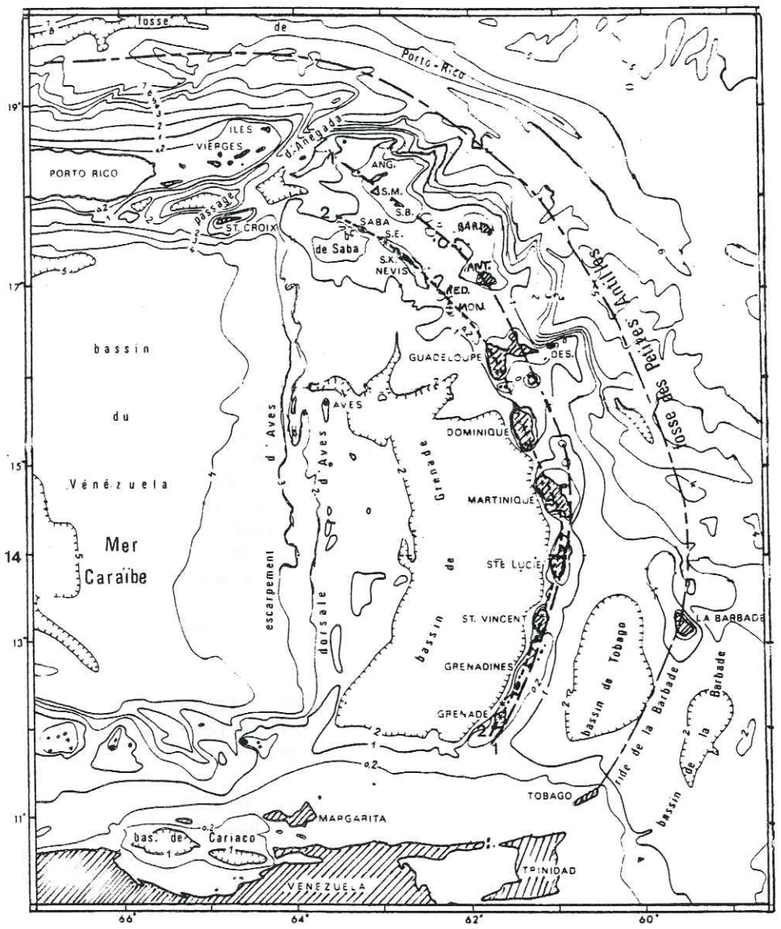


Fig. 2 . Arc des Petites Antilles(. (BOUYSSE , 1979)

1:arc externe

2:arc interne

SE:SAINT-EUSTACHE ; SK:SAINT KITTS ; Red:REDONDA

Mon : MONTSERRAT ; SM: SAINT MARTIN .; SB :SAINT BARTHELEMY

Ang : ANGUILLA ; Ant : ANTIGUA ; Des : LA DESIRADE

Bar : BARBUDA

Grenadines (Canouan, Bequia)

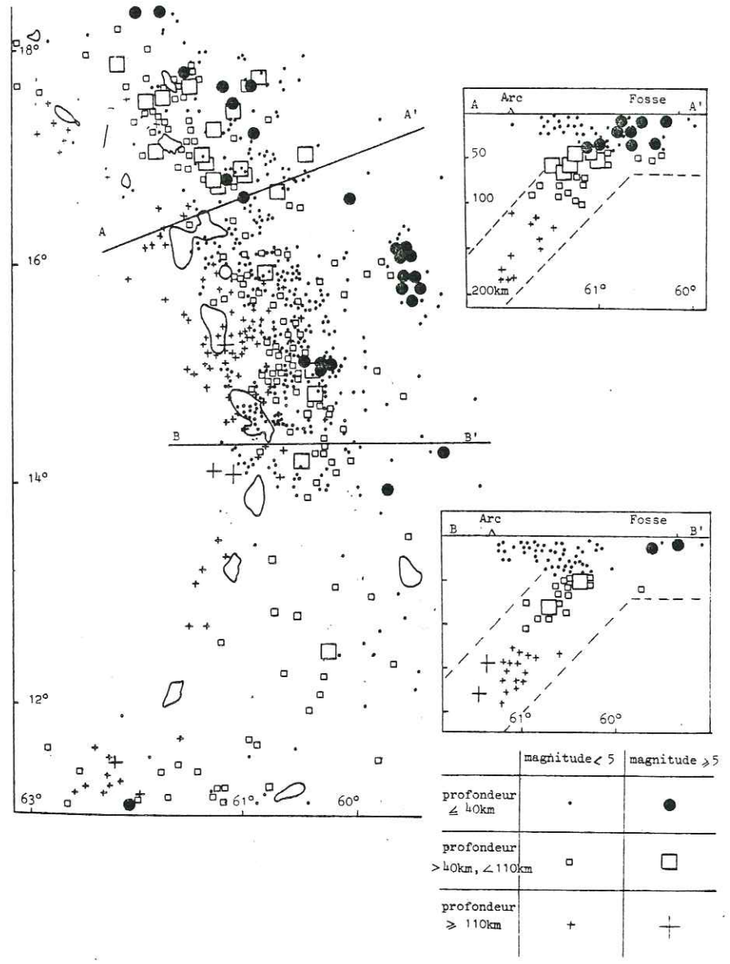


Fig. 3 . Carte sismique de l'archipel des Petites Antilles.
Coupes selon les profils AA' et BB';
(WESTERCAMP, 1980, d'après DOREL, 1978)

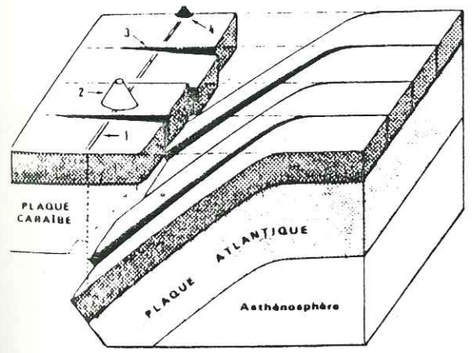


Fig. 4 .Bloc-diagramme schématique le l'arc des Petites Antilles (WESTERCAMP, 1980

- Avant le Miocène (> 20 Ma) s'est constitué l'arc externe ou ancien (de Saint Barthelemy à Grenade)

- Durant le Miocène moyen, (20 Ma > âge > 6,5 Ma), des mouvements tectoniques sont responsables de la fragmentation de la partie est de la plaque caraïbe .

- Les fractures NW/SE contrôlent la mise en place du volcanisme et l'injection de dykes qui contribuent à agrandir la surface de la plaque vers le Nord-Est.

- A partir de la fin du Miocène (depuis 6,5 Ma), l'arc interne ou récent se constitue, avec son chapelet de jeunes volcans. La fracturation actuelle est un héritage de la période miocène (fig 4).

* Côté mer des Caraïbes, le bassin de Grenade sépare l'arc de la dorsale d'Aves. Celle-ci serait considérée comme un ancien arc volcanique à la fin du Crétacé, début du Paléocène (BUNCE et al., 1970, MALFAIT, DINKELMAN, 1972 ; CLARK, 1978). Le bassin de Grenade serait alors un reliquat de l'ancienne plaque océanique faisant face à la dorsale d'Aves, active.

Remarque : Les caractéristiques géophysiques de l'arc des Petites Antilles en font un arc de taille intermédiaire entre les grands arcs (Aléoutiennes) et les petits arcs (Hébrides). Son âge, 50 Ma environ, est également intermédiaire entre celui des Hébrides (10 Ma) et celui des Aléoutiennes (100 Ma). Son taux de subduction lent (2,2 cm/an), est lié à une activité volcanique et sismique faible (BOUYSSE, 1979).

La lithosphère caraïbe a une croûte différente d'une croûte océanique ou continentale typique. Elle se compose d'une couche inférieure et d'une couche supérieure où la vitesse respective des ondes P est de 7,2 km/s et 6,2 km/s. Elles s'épaississent au niveau des rides (arc des Petites Antilles , ride d'Aves).

L'origine de la plaque caraïbe reste encore dans le domaine des hypothèses. Il est cependant admis que son histoire, en tant que bassin océanique, ne commence pas avant le Jurassique. Elle serait issue d'un mouvement vers l'Est de la plaque pacifique et considérée alors comme une protubérance nord orientale de cette plaque (MALFAIT et DINKELMAN, 1972). Mais elle pourrait s'être formée in situ grâce à une ride d'accrétion, profitant du mouvement divergent des deux Amériques (LADD, 1976, SAUNDERS, 1980).

1.2. Contexte géologique régional

Bien que 42 % des roches affleurant soient de type andésitique (Brown et al., 1977), les volcans des Petites Antilles ont fourni des laves et des pyroclastites de composition chimique variée (43 à 69 % SiO_2)

1.2.1. Caractéristiques pétrographiques

Les laves sont comparables aux laves des autres arcs insulaires. La dominance des roches porphyriques (phénocristaux d'olivine, d'augite, d'hypersthène, de plagioclase et d'amphibole), la nature très calcique des plagioclases, la présence d'amphibole et de biotite dans les andésites et les dacites, sont caractéristiques des séries calco-alcalines.

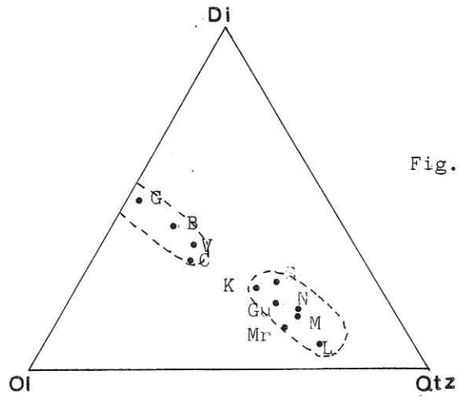


Fig. 5 .Diagramme Ol-Di-Qtz. Les îles du Sud se distinguent nettement des autres îles par leur caractère sous-saturé.(BROWN et al. ,1977)

G:Grenade
B:Bequia
C:Canouan
L:Sainte-Lucie
M:Montserrat
Mr:Martinique
Gu:Guadeloupe
N:Nevis
K:Saint-Kitts
S:Saba
V:Saint-Vincent

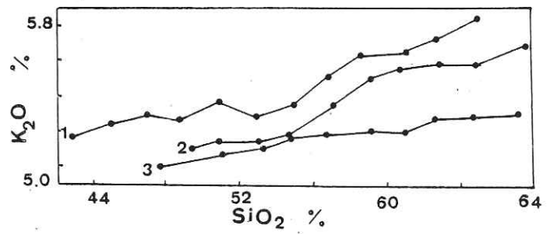


Fig. 6 .Diagramme K_2O/SiO_2
(BROWN et al. , 1977)
1:Grenade
2:Dominique
3:Saint-Kitts

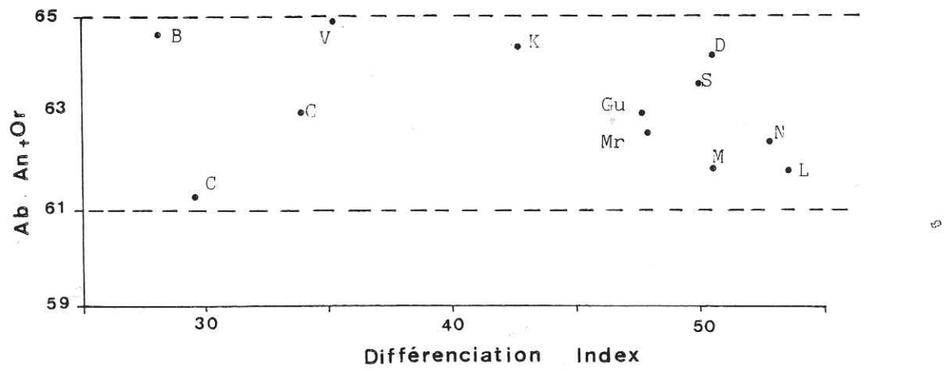


Fig. 7 .Diagramme Ab+An+Or/ DI
(BROWN et al.,1977)
V:Saint-Vincent
D:Dominique
Même légende que pour le diagramme 5 .

Dans les îles du Sud de l'arc, (Grenade et les Grenadines) affleurent des picrites microporphyriques ; les andésites et les dacites sont identiques pétrographiquement à celles du reste de l'archipel.

1.2.2. Caractéristiques géochimiques

* Le diagramme Ol-Di-Qtz met en évidence le caractère sous-saturé des laves du Sud de l'archipel (Grenade et les Grenadines), comparé aux laves des autres îles (figure **5**). Saint-Vincent et Bequia ont des compositions intermédiaires entre le Sud et le reste de l'arc.

* Quelle que soit la composition des laves, les teneurs en alcalins sont constantes et relativement basses (diagr. **6**) avec un maximum de 4,7 % (pour 68 % de SiO_2) dans les îles du Centre et du Nord de l'archipel, et de 5,7 % (pour 65 % de SiO_2) dans les îles du Sud (BROWN et al.,1977). Ces valeurs contrastent avec les teneurs en alcalins de la série calco-alcaline des Andes, où $Na_2O + K_2O$ atteignent 7 % (pour 62 % de SiO_2) (ROOBOL et al.,1974).

* Les teneurs en Al_2O_3 sont remarquablement constantes tout au long de l'arc des Petites Antilles, comme l'illustre le diagramme An + Ab+ Or / Di.(Fig.**7**)

* En ce qui concerne les éléments en traces, seul l'Yttrium montre des valeurs constantes (18 - 23 ppm) tout le long de l'arc. Les éléments en traces K, Rb, Sr, Zr, Ni et Cr confirment la distinction des îles du Sud (Grenade et les Grenadines), du centre (de Saint-Vincent à la Guadeloupe) et du Nord (de Montserrat à Saba,) ébauchée grâce aux éléments majeurs. (BROWN et al.,1977).

1.2.3. Coexistence de plusieurs séries volcaniques dans l'arc des Petites Antilles

* LACROIX (1936) a considéré que les laves des Petites Antilles appartiennent à une même série calco-alcaline faiblement potassique.

* A l'aide des données chimiques, BROWN et al. (1977) distinguent 3 séries:

une série alcaline au Sud de l'arc,

-une série calco-alcaline au centre,

-une série tholéiitique au Nord.

* REA et BAKER (1980) distinguent un 4ème groupe d'îles (Saint-Vincent, Bequia, Canouan), où les laves sont de composition intermédiaire entre celles du Sud et du centre de l'archipel.

* A l'exception des îles du Sud, SMITH et ROOBOL (1980) considèrent que l'arc des Petites Antilles est constitué de magmas appartenant à la même lignée calco-alcaline.

* WESTERCAMP (1979) décrit cinq séries dans l'archipel.

- une série alcaline au Sud (Grenade et les Grenadines) ;
- une série tholéiitique pouvant marquer le début de l'arc récent ;
- une série calco-alcaline primaire, formant l'ossature des grandes îles, succède à la série tholéiitique ;
- une série calco-alcaline secondaire, dont le principal critère d'identification est la présence de phénocristaux de quartz, reste modeste en volume. Sur le terrain, on observe l'association de la série calco-alcaline primaire avec la série calco-alcaline secondaire ;
- une série de basaltes subalcalins à olivine qui se remarque par la basicité de ses produits par rapport aux autres séries, se rapproche des high-alumina basaltes.

1.2.4. Genèse des laves des Petites Antilles :

La série alcaline des Grenadines et de Grenade provient de la fusion partielle, à des degrès variables (2 à 17 %), d'un manteau de composition lherzolithe à grenat, entre 90 et 100 km de profondeur (WESTERCAMP,1980, BROWN et al., 1977, SMITH et al., 1980), ceci dans un contexte peut-être affranchi du phénomène de subduction (WESTERCAMP,1979), ou tout simplement obscurci par la présence importante de sédiments dans la ride de Barbade (DOREL,1978, BOUYSSE,1979).

Du fait de leur pauvreté en Ni et Cr, les laves du centre et du Nord ne peuvent avoir la même origine que les laves du Sud de l'arc.

Les magmas primaires des séries tholéiitiques et calco-alcalines de l'arc des Petites Antilles pourraient dériver de la fusion partielle de la croûte hydratée subductée (PELLETIER,1976, BROWN et al.,1977, ZIMMERMAN et KUDO,1978). Les faibles teneurs en Ni suggèrent que l'olivine joue un rôle mineur dans la genèse des magmas parentaux. La cristallisation précoce de l'amphibole et du plagioclase, puis celle du plagioclase, des pyroxènes, des oxydes de fer-titane, sont à la base du mécanisme de différenciation des laves des Peties Antilles (ARCULUS,1976, PELLETIER,1976, WESTERCAMP et MERVOYER,1976, BROWN et al.,1977).

1. 3. La Guadeloupe :

La Guadeloupe est formée de deux îles aux paysages opposés : la Grande-Terre et la Basse-Terre, séparées par la Rivière Salée, isthme marin très étroit (fig 8)

1.3.1. La Grande-Terre : (fig 8)

C'est une île plate et triangulaire, culminant à 135 mètres au Morne l'Escade dans les Grands Fonds. Le substratum n'affleure pas, mais des études sismiques (gravimétrie et magnétisme) menées par l'INAG confirment sa nature volcanique. Il appartiendrait pro parte à l'arc externe (la Pointe des Châteaux semble se rattacher à l'ensemble Désirade - Petite Terre) et pour le reste à l'arc intermédiaire miocène. Le recouvrement calcaire plio-pléistocène important de cette partie de l'île présente des intercalations volcano-sédimentaires.

1.3.2. La Basse-Terre ou Guadeloupe sensu stricto : (fig 8)

Avec ses 55 km de long et ses 25 km de large, elle est une des plus grandes îles de l'arc actuel. Exclusivement volcanique, elle est formée d'un massif montagneux quasiment ininterrompu de la Soufrière (point culminant des Petites Antilles avec ses 1467 mètres) au Nord de l'île ; largement recouvert par la végétation tropicale, abrupt et trapu , le massif volcanique n'offre que très peu de possibilités de pénétration. Seule à l'extrémité nord-est, une zone plate recouverte de marécages rappelle la morphologie de la Grande-Terre. Aucune formation antérieure au Pliocène moyen n'a été reconnue sur la Basse-Terre. Cinq ensembles volcaniques y sont recensés. Du Nord au Sud, on retrouve :

-la chaîne septentrionale,

-le massif des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher en position centrale dans l'île;il est limité à l'Ouest sur la côte caraïbe par:

-la chaîne andésitique de Bouillante,

-le massif Madeleine-Soufrière,

-les Monts Caraïbes.

Au Sud,les îles des Saintes se seraient mises en place en même temps que la chaîne septentrionale.

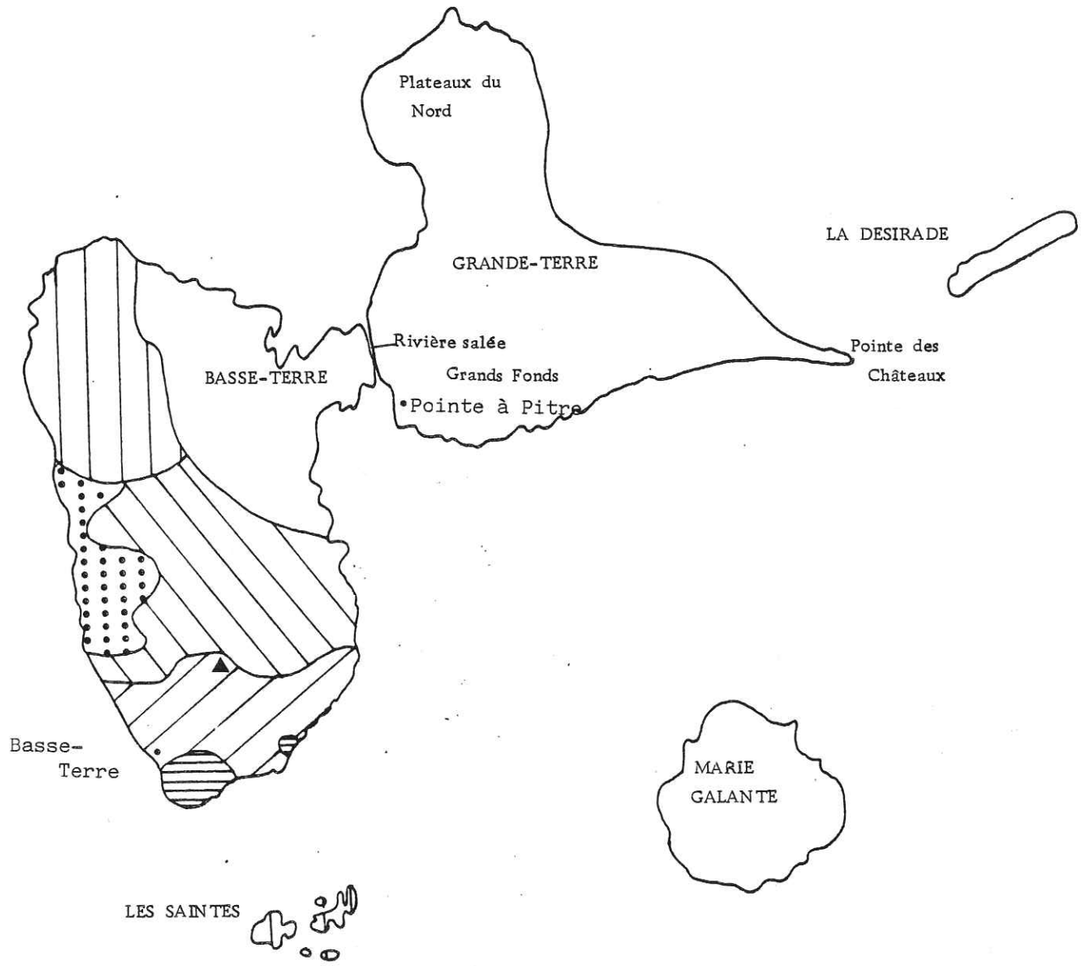


Fig. 8 .La Guadeloupe

2 DESCRIPTION DES FORMATIONS GUADELOUPEENNES - PROBLEMES POSES.

2. 1. La chaîne septentrionale.

La Guadeloupe a commencé son édification au Pliocène moyen (de 2,5 à 3,5 Ma) par la chaîne septentrionale affleurant de la pointe Allégre au Nord, jusqu'à la région des Mamelles au Sud (fig. **9**). Son orientation générale est NNW-SSE. Le volcanisme a été essentiellement effusif. Six épisodes majeurs ont été distingués (WESTERCAMP, 1980), dont l'un deux, particulièrement intéressant, correspond à la mise en place de coulées et de nuées ardentes dacitiques à quartz au niveau de la Tête Allègre et du Morne Goton. Les dépôts les plus méridionaux, les Mamelles, ont pu être aussi accompagnés d'un épisode explosif à quartz (CLOCCHIATTI, MERVOYER, 1976). Leur fraîcheur morphologique a suggéré à DAGAIN (1981), de les rattacher à la phase des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher, ou même à la chaîne andésitique de Bouillante. L'altération des dômes ne permet pas de datations. Cependant, leur chimisme, relativement potassique par rapport aux autres formations de l'île, leur paragénèse, les rattachent plutôt à la chaîne septentrionale, dont ils constitueraient alors le dernier épisode. (GADALIA, 1983)

2.2. L'épisode des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher :

Cet édifice massif occupe le centre de l'île entre les Pitons de Bouillante et la montagne de Capesterre, avec de nombreux sommets dépassant mille mètres. A l'Est, il atteint l'océan Atlantique, à l'Ouest, il est limité par la Chaîne andésitique de Bouillante, plus récente.

Les Pitons de Bouillante se seraient mis en place le long d'un axe unique WNW-ESE (WESTERCAMP, 1980, DAGAIN, 1981), où selon un segment de même direction, relié par un segment NNW-SSE décalé par rapport au précédent (GADALIA, 1981) (fig. **9**). Le matériau émis est essentiellement lavique, andésitique à deux pyroxènes.

Les premières manifestations volcaniques sont phréatomagmatiques (GADALIA, 1983), puis aériennes et effusives. Elles s'articuleraient autour de deux, voire peut-être trois caldeiras, (WESTERCAMP, 1980, DAGAIN, 1981).

La caldeira de Vieux-Habitants, la plus importante, serait limitée par les sommets de Matéliane, Morne Moustique, Merwart. Elle serait prolongée au NE par la caldeira de la rivière Beaugendre, et plus au Sud par celle moins nette de la montagne de Capesterre (fig. **9**).

Cependant, pour GADALIA (op. cit.), l'absence de dépôts et de structures liées aux caldeiras (pyroclastites associées, dômes intrusifs, figures tectoniques), ne militent pas en faveur de celle-ci. Pour cet auteur, les dépressions semi-circulaires sont dues à l'altération préférentielle des roches dans des zones de circulation hydrothermale, au croisement des directions tectoniques NNW-SSE/WNW-ESE. (fig. **9**)

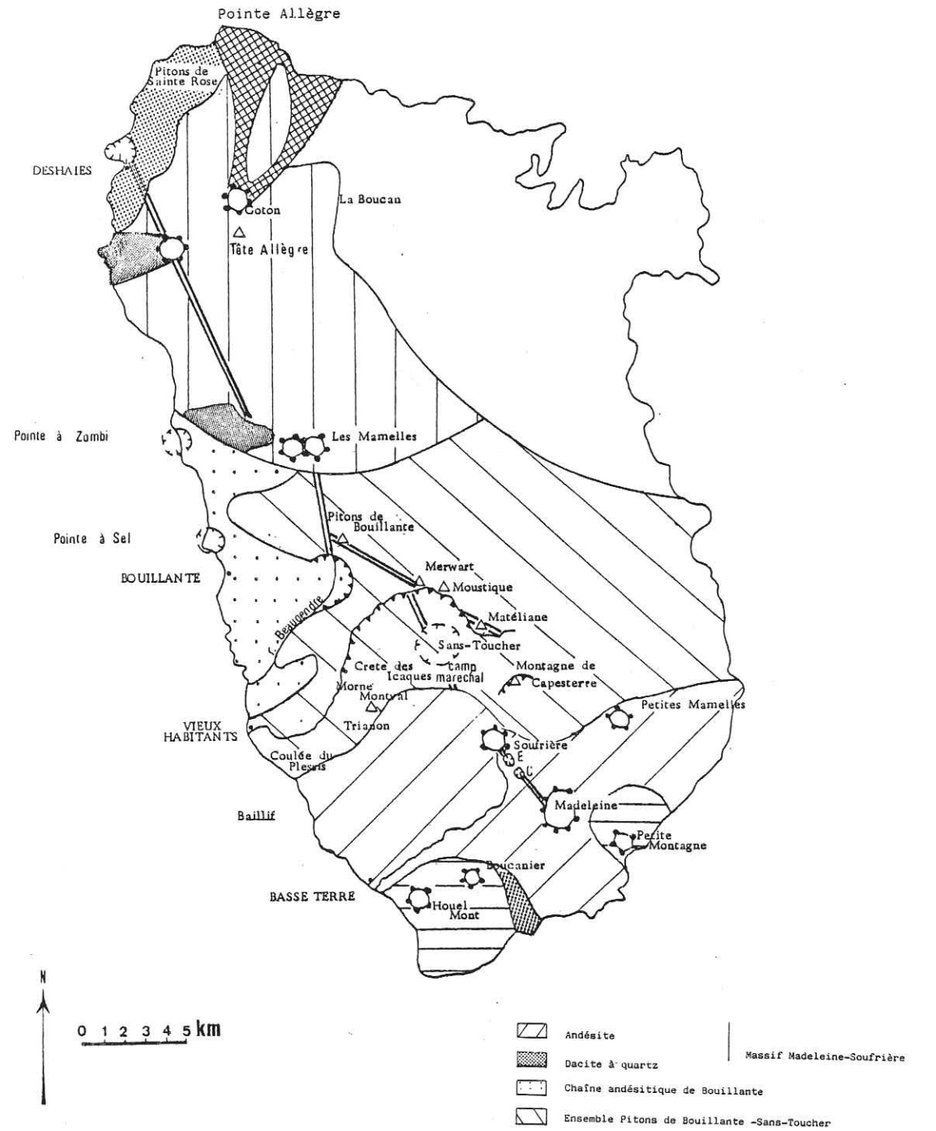


Fig. **9** .Carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre.

D'après Westercamp ,1980 (modifiée)

Enfin, plus au Sud, le volcanisme du Sans-Toucher marquerait le stade ultime de l'activité de la chaîne, avec les épaisses coulées andésitiques de la Crête des Icaques, du Trianon, du Morne Montval, et la coulée du Plessis. (fig. 9) (GADALIA, 1983)

Les datations des différents laboratoires, bien que donnant des écarts importants, placent l'activité du massif Pitons de Bouillante-Sans-Toucher au Pléistocène : BELLON (1974) trouve des âges allant de 0,5 à 1,7 Ma et BAUBRON (1974) obtient des valeurs s'étalant de 1,9 à 2,5 Ma. Les datations faites sur le camp Maréchal, appartenant au Sans-Toucher,donnent des âges de2,5 Ma (BAUBRON, 1974) et 1,7 Ma (BELLON, 1974). Pour cette raison, et à cause de la présence de cristaux de quartz rappelant les nuées ardentes du Nord, DAGAIN (1981) · verrait le Sans-Toucher comme un témoin très méridional de la chaîne septentrionale.

2.3. Les Monts Caraïbes : (fig. 10)

Ils constituent le massif le plus méridional de l'île de Basse-Terre ; c'est un ensemble massif, trapu, très difficile d'accès, couronné par de nombreux dômes et présentant des particularités remarquables.

. au point de vue dynamisme, ils ont enregistré une longue activité sous-marine avant d'émerger. Leur évolution débute par des brêches pyroclastiques à alternances de niveaux fins et grossiers, de type maar, riches en enclaves de socle et de roches sédimentaires. Ils sont recouverts de cendres grossières basaltiques à la base desquelles s'intercalent quelques coulées de laves de même nature, peu épaisses. Puis, de sous-marine, l'activité devient aérienne, effusive ; cela se termine par la montée des dômes : Houel Mont et Boucanier. Le volcan de la Petite Montagne a un développement comparable aux Monts Caraïbes (WESTERCAMP, 1980, DAGAIN, 1981), et il est rattaché à ces derniers.

. au point de vue structural, un axe tectonique ENE-WSW passe par les Monts Caraïbes, la Petite Montagne et probablement les Petites Mamelles, alors que l'orientation générale des volcans du reste de l'île est NNW-SSE.

. au point de vue géochimique, ce sont des laves plus basiques que celles du reste de l'île : basaltes à olivine , augite, et labrador, andésites à augite, hyperstène, pauvres en olivine et xénocristaux d'amphiboles. (WESTERCAMP, MERVOYER,1976)

. L'activité des Monts Caraïbes est postérieure à 1,9 Ma, datation de la microfaune des calcaires de la ravine Blondeau (BERGGREN, dans ANDREIFF,1974). Les datations K - Ar confirment en gros cette donnée. Cependant, elles varient selon les auteurs entre 1,4 Ma et 2,6 Ma (BELLON, 1974) et entre 1,37 et 1,77 Ma (BRIDEN ,1978) ; de plus la coulée datée à 1,37 Ma par BRIDEN est mesurée à 2,6 Ma par BELLON. Malgré ces divergences, DAGAIN (1981) estime que les datations sont représentatives de la période d'activité des Monts Caraïbes, qu'il place à 1,5 Ma environ.

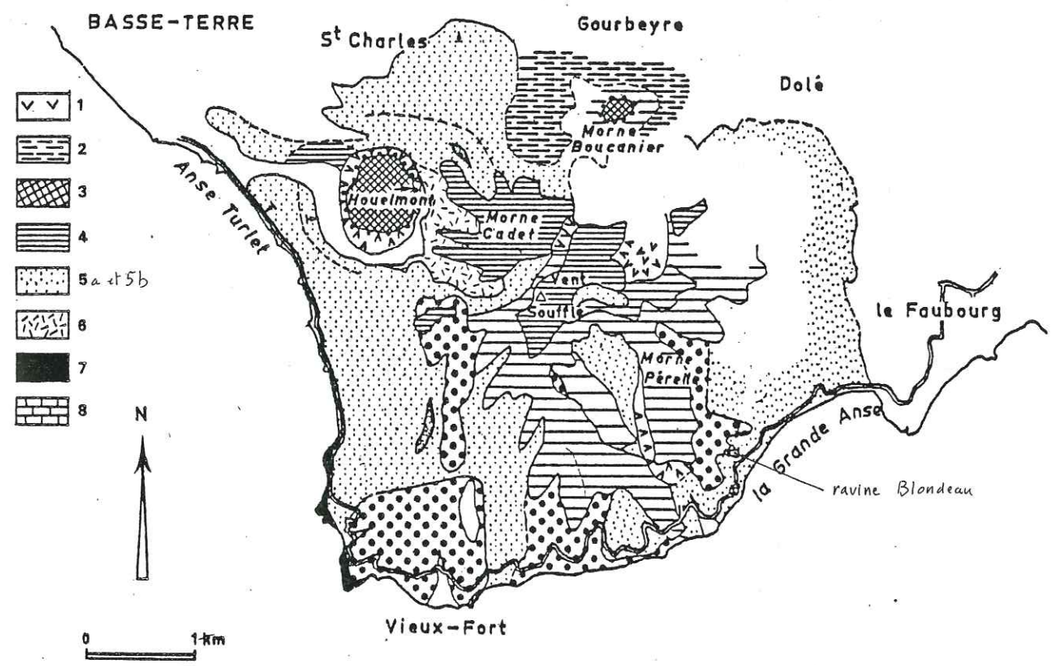


Fig. 10 Carte géologique simplifiée des Monts Caraïbes

(Westercamp 1980).

1. éboulis - 2. formations profondément remaniées et altérées (dépôts lacustres) - 3. dôme andésitique final - 4. coulées de lave (plus le figuré est resséré, plus la coulée est récente) - 5a. dépôt direct des cendres grossières hyaloclastiques de Rivière - Sens - 5b. dépôt remanié des cendres hyaloclastiques - 6. lahar - 7. coulées basaltiques - 8. calcaires récifaux plio-pléistocènes.

Pour GADALIA (1983), il y aurait contemporaneité de l'activité de la chaîne andésitique de Bouillante et des Monts Caraïbes, car à Baillif des cendres des Monts Caraïbes sont posées sur des nuées ardentes attribuées à la chaîne andésitique de Bouillante, alors qu'à Belost, le contraire se produit.

Mais, les datations effectuées par DAGAIN (1981) sur la chaîne andésitique de Bouillante laissent à penser que ce dernier épisode serait récent (deux coulées sont datées à 460 000 ans et moins de 200 000 ans), et postérieur aux Monts Caraïbes datés à 1,5 Ma.

2.4. La Chaîne andésitique de Bouillante et le début du cycle récent Madeleine-Soufrière :

Pour une meilleure compréhension, ces deux épisodes seront présentés dans un même paragraphe, et sont illustrés par le tableau n° 1 et les cartes (fig.11, 12, 13, 16, 17).

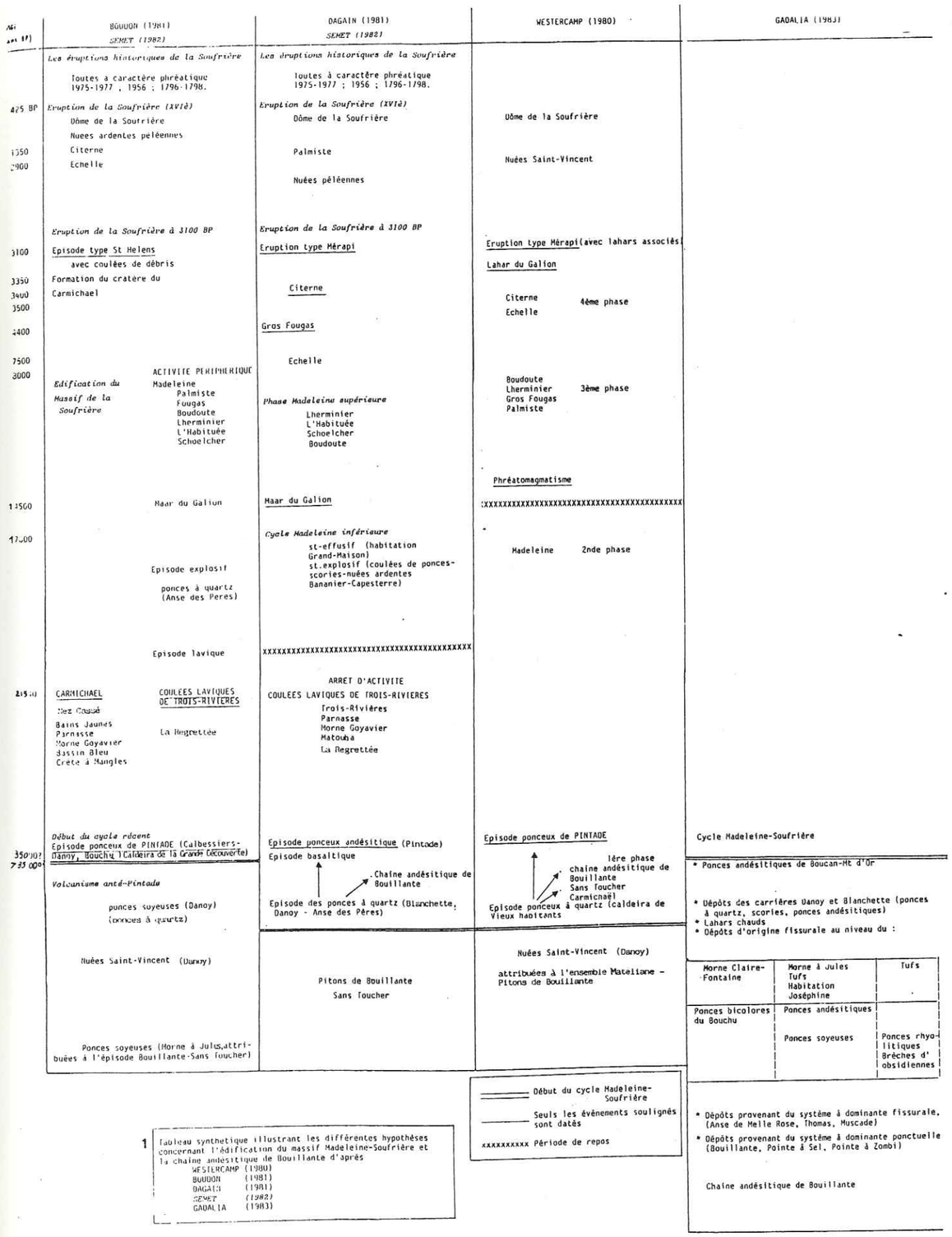
Les différentes hypothèses exposées sont souvent assez différentes. Il faut préciser que les conditions de travail dans le Sud de la Basse-Terre, et surtout autour du massif de la Soufrière, sont rendues délicates par :

- les difficultés d'accès dues au couvert végétal très abondant,
- l'absence de corrélations en raison de la discontinuité des coupes,
- la multiplicité des centres éruptifs et la relative monotonie pétrographique des produits.

Le début du cycle récent Madeleine-Soufrière débute selon les auteurs :

- par un épisode de ponces dacitiques à quartz, unique sur tout le Sud de la Basse-Terre, visible dans la carrière Danoy et à l'anse des Pères (WESTERCAMP, 1980, DAGAIN, 1981),
- ou par l'épisode ponceux andésitique de Pintade, postérieur aux dacites à quartz de la carrière Danoy (BOUDON, 1981). Pour cet auteur, il y a deux niveaux de dacites à quartz ; le premier, visible dans la carrière Danoy (épisode des ponces soyeuses), est rattaché aux premiers stades de l'édification de la Soufrière, tandis que le second niveau observé à l'anse des Pères, est attribué au volcanisme périphérique de la Madeleine.

Pour GADALIA (1983), il existe plusieurs niveaux de ponces dacitiques à quartz. Les premiers niveaux (ponces à quartz associées aux ponces soyeuses du Morne à Jules, ponces à quartz de la carrière Danoy) sont attribués au volcanisme andésitique de Bouillante. Le niveau de l'anse des Pères est rattaché au cycle récent Madeleine-Soufrière.



1 Tableau synthétique illustrant les différentes hypothèses concernant l'édification du massif Madeleine-Soufrière et la chaine andésitique de Bouillante d'après
WESTERCAMP (1980)
BOUDON (1981)
DAGAIN (1981)
SEMET (1982)
GADALIA (1983)

Pour WESTERCAMP(1980), et DAGAIN (1981), tous les niveaux de dacites à quartz du Sud de la Basse-Terre se seraient mis en place en une seule fois. Cet épisode cataclysmique serait responsable de la formation de la Caldeira de Vieux-Habitants (épisode des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher). Il constituerait la base stratigraphique du cycle récent de la Soufrière et de la chaîne andésitique de Bouillante.

Remarque : Pour WESTERCAMP (1980), la Montagne de Capesterre, le massif du Sans-Toucher avec ses énormes coulées (crête des Icaques, Morne Montval), le volcan Carmichaël avec le Nez-Cassé, le morne du Col, feraient partie du cycle Sans-Toucher - Carmichaël, postérieur à la caldeira de Vieux-Habitants. (Fig. **11** et **13**).

2.4.1. La chaîne andésitique de Bouillante :

Elle est située en bordure de la mer caraïbe et limitée à l'Est par l'ensemble des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher, sur lequel elle s'appuie. Elle s'arrête à la Pointe à Zombi au Nord, et au Sud selon les auteurs, vers la Grande Rivière des Vieux-Habitants, (DAGAIN, 1981) ou vers la rivière des Pères (GADALIA, 1983) (cartes n° **11**, **12**).

Sa direction générale d'allongement est NNW-SSE, parallèlement à l'axe tectonique central de l'île.

La Chaîne andésitique de Bouillante se différencie dans d'autres épisodes éruptifs par :

- la multiplicité des centres éruptifs qui s'échelonnent le long de la côte caraïbe selon des fissures ENE-WSW, obliques à la direction générale de la chaîne ;

- la taille relativement restreinte de ces centres ;

- l'abondance des produits subaquatiques. La présence de plusieurs appareils mi-aériens, mi-sous-marins, maintenant émergés et la mise en évidence d'une série de volcans au large de Bouillante (mission océanographique de l'I. P. G.) laissent à penser que le niveau de la mer a oscillé pendant cet épisode, de façon importante : un banc de calcaire lagunaire ayant été trouvé au lieu-dit Thomas, à 150 mètres d'altitude (GADALIA, 1983);

- la différenciation des produits émis des basaltes aux rhyolites, en passant par les dacites.

L'activité de cette chaîne commence par l'édification de petits volcans monogéniques (ex : Pointe à Zombi et Pointe à Sel), puis le volcanisme andésitique se généralise dans les centres précédents et plus en amont. D'abondantes coulées de laves assez fluides se mettent en place en alternance avec des émissions d'hyaloclastites et de ponces aériennes.

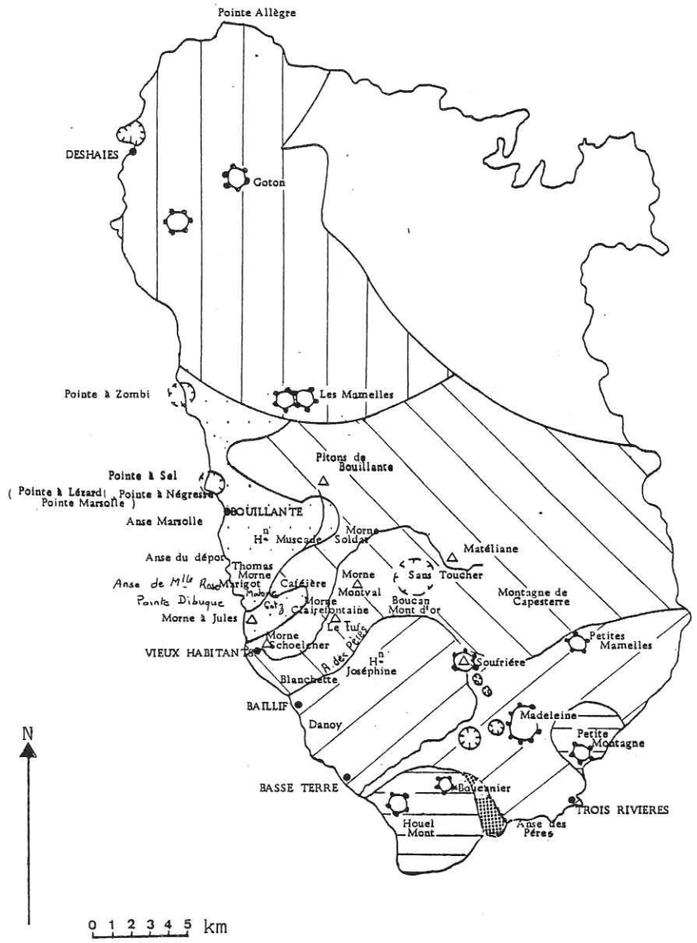


Fig. **11** .carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre.

D'après Westercamp(1980)

GADALIA (1983) reconnaît trois groupes parmi les différents édifices de la chaîne (tableau 1 et carte 11)

- Les systèmes à dominante ponctuelle : Pointe à Zombi, Pointe à Sel, Pointe à Lézard, dépression de Bouillante.

L'activité se manifeste sous plusieurs formes :

- dynamisme strombolien : abondance de scories soudées (Pointe à Zombi, Pointe à Négresse, Pointe à Sel, Pointe Marsolle).

- dynamisme subaquatique , hyaloclastites, brèches de maar (Caféière, Habitation Muscade, Malendure, Rivière de Bouillante). Les volcanites sont variées : cendres basaltiques, andésites à deux pyroxènes, ponces bicolores, andésites acides ;

- dynamisme effusif moins exprimé, à la Pointe Lézard et à l'anse Marsolle.. GADALIA (1983) considère la zone de Bouillante comme le résultat d'une explosion phréatomagmatique, type maar, hypothèse s'appuyant sur la morphologie des terrains et l'abondance des indices d'activité hydrothermale (fumerolles, sources chaudes qui ont donné lieu à des forages d'exploitation).

Les datations effectuées sur le volcanisme de la Pointe à Zombi d'une part (2,05 Ma BAUBRON, 1982), sur la Pointe à Sel d'autre part (0,84 Ma BAUBRON, 1982), sur la Pointe à Lézard (1,11 Ma BRIDEN, 1978), ne permettent pas d'émettre l'idée d'une migration d'activité du Nord vers le Sud.

- Les systèmes à dominante fissurale : (Muscade-Thomas, Matone-anse de Mademoiselle Rose, Morne Marigot-Pointe Dibuque)

Ils fonctionnent tous selon la direction ENE-WSW. L'activité se manifeste sous plusieurs formes :

- activité strombolienne (Thomas)

- dynamisme explosif :
  - . nuées ardentes péléennes (Thomas),
  - . nuées ardentes type Saint-Vincent (Morne Marigot),
  - . projections de hyaloclastites pliniens ponceux (Thomas)

- dynamisme effusif :
  - . andésites basaltiques (Muscade),
  - . andésites (Morne Marigot),
  - . andésites acides (Matone).

Les produits sont toujours les mêmes : andésites basiques, ponces bicolores, andésites acides. Vers le Sud, la gamme de roches présentes se restreint (andésite à deux pyroxènes , andésites acides).

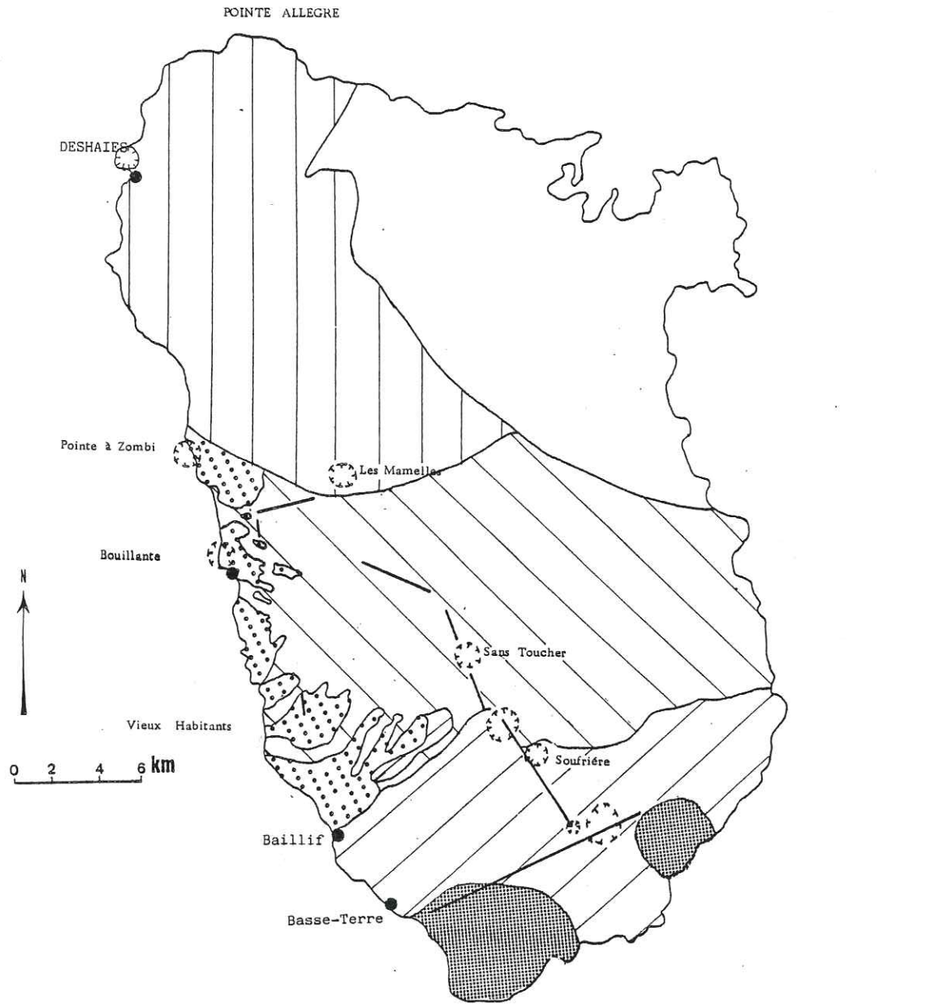


Fig. 12 .carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre.
D'après Gadalia ,1983.

- Le complexe de Vieux-Habitants :

Cette région a les mêmes traits que les systèmes émissifs précédents ; cependant, ses caractéristiques propres lui attribuent une histoire volcanologique étalée dans le temps et l'espace.

Le premier épisode de cette région, attribué à la chaîne andésitique de Bouillante, est la coulée de ponces bicolores de Vieux-Habitants, issue soit d'une fissure ou d'un centre au niveau du Morne Clairefontaine, soit d'un appareil central de grande taille au Sans-Toucher. Cette dernière hypothèse souffre de l'absence de jalons entre les affleurements connus et le centre d'émission.

Les retombées ponceuses dacitiques : Plusieurs épisodes de retombées de ponces vont se succéder dans cette région sans qu'il soit possible de leur attribuer une origine unique.

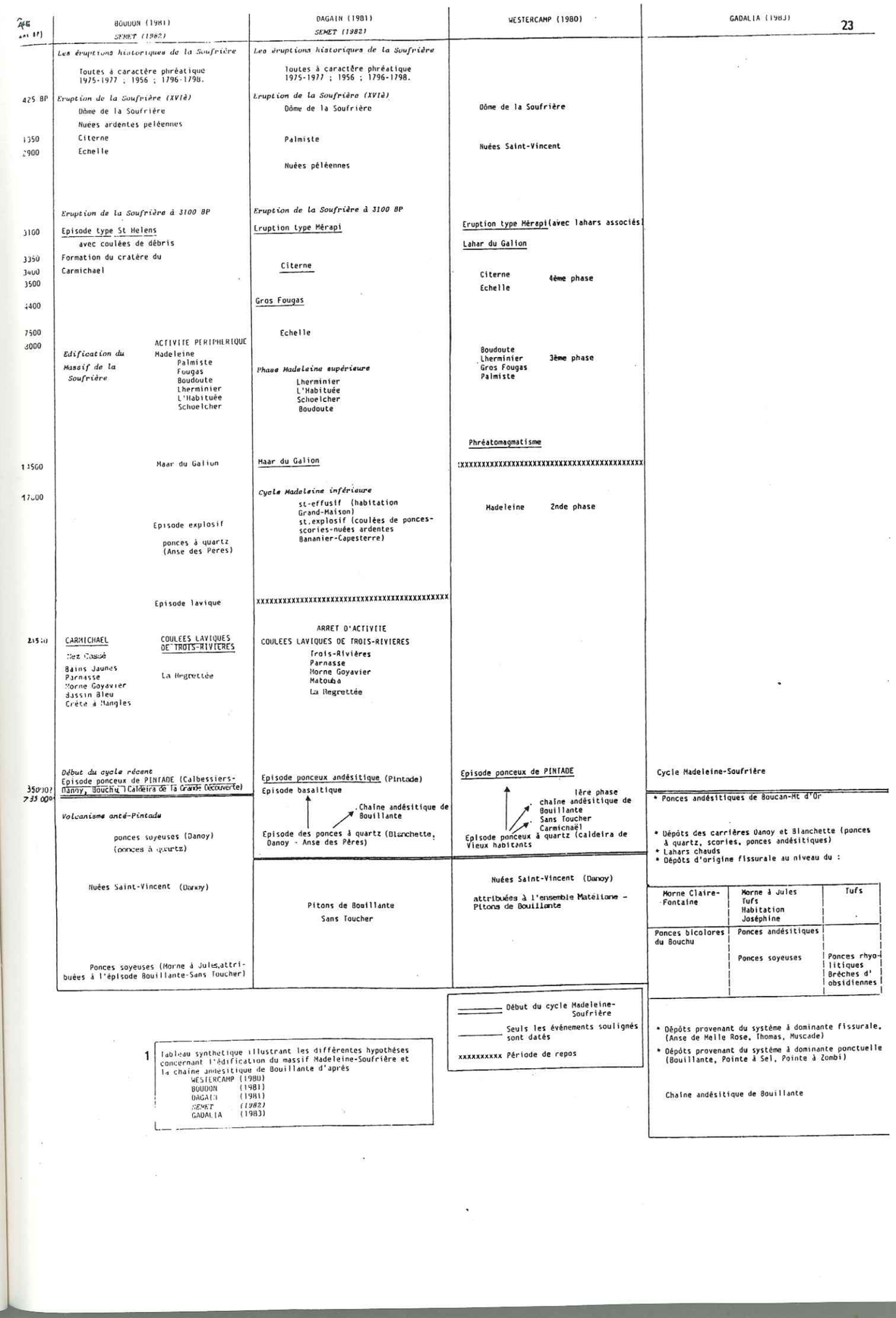
Les premières retombées sont dacitiques, finement vésiculées (ponces soyeuses). Elles peuvent être attribuées à trois centres : le Morne à Jules, auquel on peut rattacher le dyke de Morandais, le volcan Getz et le volcan de Tuf. Puis des retombées de ponces quartzifères à hornblende associées à des hyaloclastites se mettent en place. Ces deux types de dépôts sont intimement liés sur le terrain.

Le volcanisme rhyolitique de Tuf : entre les épisodes pliniens de ponces dacitiques soyeuses et quartzifères, s'intercalent les formations rhyolitiques dans la région du Morne Clairefontaine. Le volcan de Tuf a produit des brèches à éléments grossiers d'obsidienne, des hyaloclastites à lapilli d'obsidienne et des ponces satinées.

Parallèlement aux dépôts décrits précédemment, des produits se mettent en place de façon très localisée. Ce sont les dépôts des carrières Blanchette et Danoy. GADALIA (1983) les rattache au volcanisme de la chaîne andésitique de Bouillante en raison de leur position géographique et stratigraphique, et de leur pétrographie (fig. n° **14** et n° **15**).

Enfin, des dépôts pliniens de ponces andésitiques d'épaisseur variable coiffent les ponces dacitiques à quartz du Sud de la chaîne andésitique de Bouillante. Ce sont les ponces andésitiques de Boucan Mont d'Or. La distribution des dépôts suggère une éruption importante à partir d'une zone proche de la Grande Découverte, et pouvant correspondre au début de l'activité du massif Madeleine-Soufrière. Mais, leur chimisme (étude des éléments majeurs) les rattacherait à la chaîne andésitique de Bouillante.

Les datations effectuées sur cet ensemble, mais sans précision sur les lieux de prélèvements, donnent des âges entre 0,9 et 1,24 Ma (BRIDEN, 1978). DAGAIN fournit trois datations dues à BOUDRON (1980) : le cône volcanique de Pointe à Sel (840 000 ans) et deux coulées: la Rivière Colas (460 000 ans) et l'Anse du Dépôt (moins de 200 000 ans). Ces derniers âges indiquent un volcanisme plus récent que ne le laissaient supposer les datations de BRIDEN. (1978)



1 Tableau synthétique illustrant les différentes hypothèses concernant l'édification du massif Madeleine-Soufrière et la chaine andésitique de Bouillante d'après
WESTERCAMP (1980)
BOUDON (1981)
DAGAIN (1981)
SEMET (1982)
GADALIA (1983)

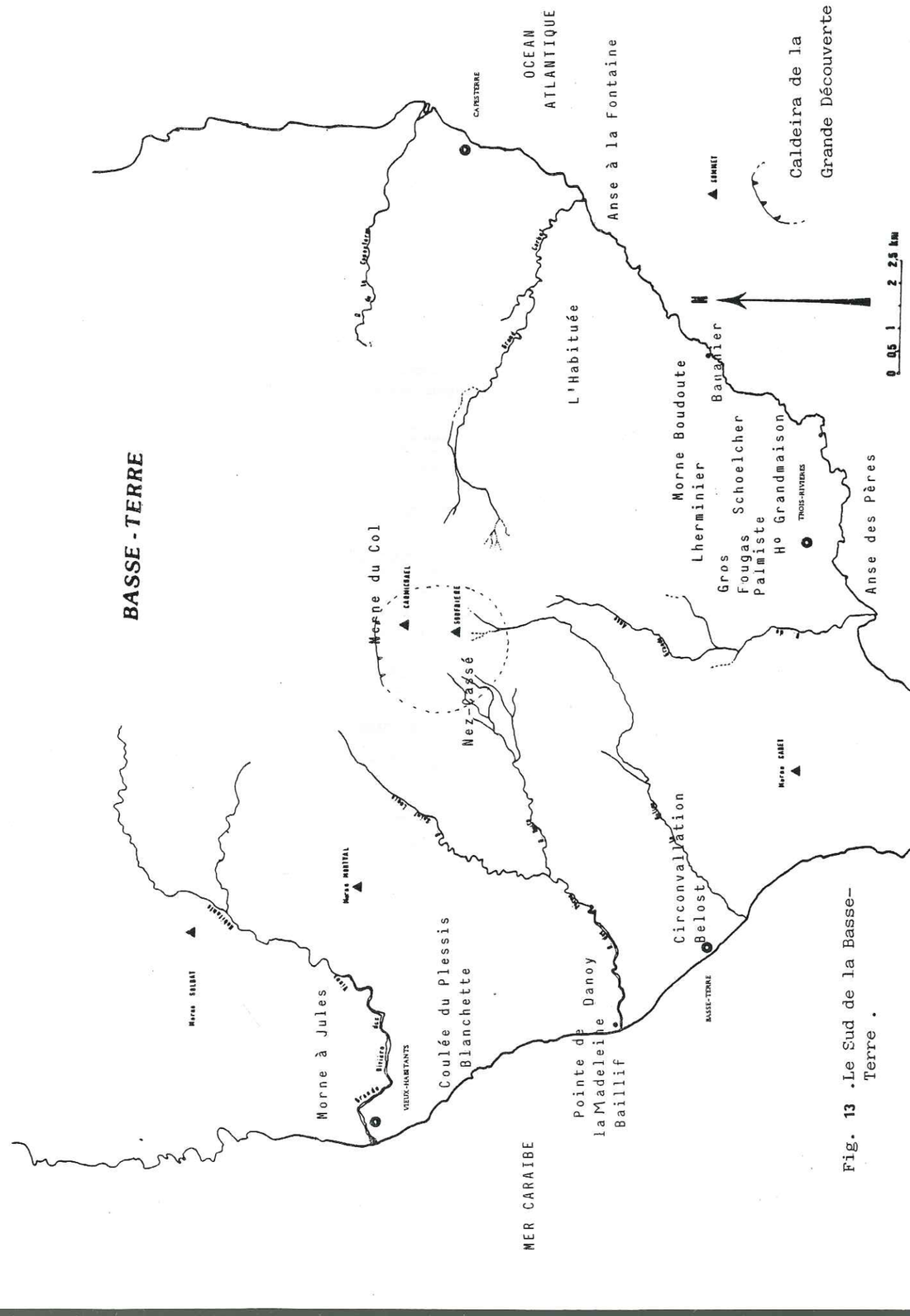


Fig. 13 .Le Sud de la Basse-Terre .

2.4.2. Le cycle récent Madeleine-Soufrière :

2.4.2.1. Les événements anté-Pintade :

. Pour DAGAIN (1981), le niveau unique de ponces à quartz de la Basse-Terre constitue la base stratigraphique du cycle récent de la Soufrière. Il s'appuie pour cela sur la coupe de la carrière Blanchette, qui montre de bas en haut un épisode à quartz puis un épisode basaltique, suivi d'un épisode andésitique, assimilable aux ponces de Pintade (tableau **1** + coupe **14**). L'absence de discordance entre les niveaux suggère une seule phase éruptive dont le centre serait situé dans la zone Carmichaël-Soufrière.

La succession dacite-basalte-andésite s'expliquerait par le modèle du magma mixing de SPARKS et al.(1979) et celui de refusion développé par WESTERCAMP (1979), dans lequel une chambre magmatique différenciée par cristallisation fractionnée recevrait l'apport d'un stock basaltique profond par le rejeu d'accidents tectoniques. A ce moment-là,seuls les stocks magmatiques qui sont à la température du solidus seraient mobilisables. Les dacites représenteraient le magma juvénile non contaminé par le basalte. Les ponces rubanées résulteraient du mélange mécanique entre magma acide et magma basaltique intrusif. Puis, la colonne de magma ferait éruption en expulsant les termes basaltiques, ensuite les termes andésitiques.

. BOUDON (1981) observe sur la côte sous le vent (entre Basse-Terre et Vieux-Habitants), sous les ponces de Pintade, plusieurs niveaux éruptifs, sans chronologie précise :

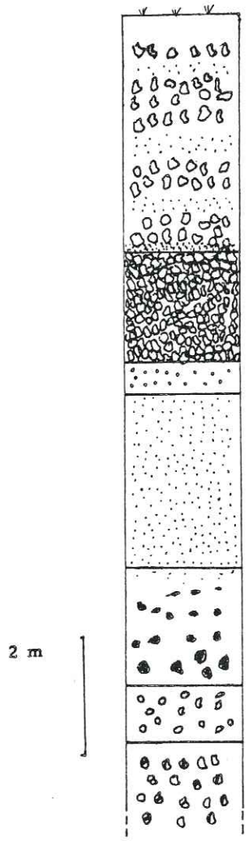
- Les ponces soyeuses du Morne à Jules, qu'il attribuerait à l'épisode Bouillante-Sans-Toucher ;

- Les niveaux pyroclastiques scoriacés, observés uniquement dans la rivière des Pères, la rivière Noire, et la pointe de la Madeleine, sont recouverts dans la rivière Noire par des ponces liées à l'événement de Pintade. Ce sont des unités métriques à décamétriques, de couleur sombre, où les blocs décimétriques, grossièrement vésiculés, baignent dans une matrice cendreuse fine.

- Les nuées Saint-Vincent sont visibles dans la carrière Danoy (coupe **15**, carte **13**), dans la rivière Saint-Louis et près de Vieux-Habitants. La puissance des dépôts est de 8-9m, en une seule venue. Le point d'émission se situerait dans le secteur Soufrière-Carmichaël. Dans la rivière Saint-Louis, aucun repère stratigraphique n'a permis de déterminer leur position. Dans la carrière Danoy, elles sont recouvertes par les dacites à quartz par l'intermédiaire de retombées ponceuses et cendreuses (coupe **15**).

- Les ponces dacitiques à quartz automorphes et bipyramidés, ou ponces soyeuses de la carrière Danoy, constituent trois unités métriques, séparées par des niveaux de retombées aériennes (coupe **15**). La présence de ponces rubanées a été interprétée comme le résultat d'un mélange de magmas BOUDON (1981). Elles sont séparées des ponces de Pintade par des retombées aériennes et par un lahar à gros blocs.

CARRIERE BLANCHETTE



Alternance décimètrique de ponces et lapilli blancs

Scories de petite taille , jointives.
E 1103 e
niveau à lapilli noirs

Cendres fines noires,litées

Ponces blanches à noires de petite taille
E 1103 c

Ponces de petite taille,pauvres en minéraux, blanches
E 1103 b

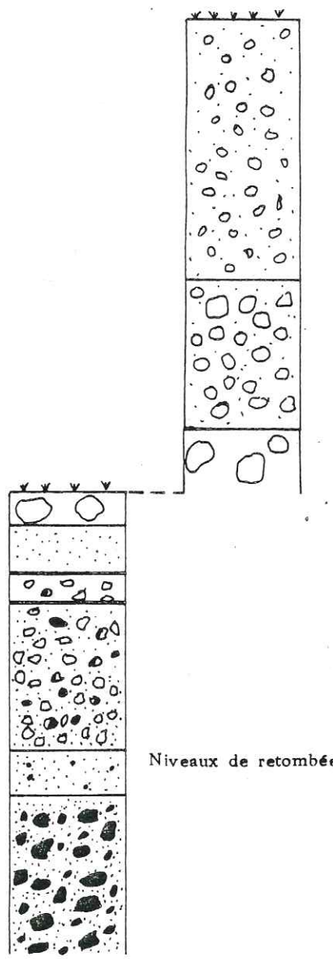
Ponces blanches de petite taille(4-5cm), de dacites à quartz .Présence d'individus rubané

E 1103 a

Les dépots de la carrière Blanchette reposent sur la coulée du Plessis.

Fig. 14 . Coupe de la carrière Blanchette
Les numéros (E 1103 a à e) représentent les échantillon étudiés.

CARRIERE DANOY



Coulée de petites ponces

PONCES DE PINTADE

Coulée de grosses ponces
Ponces de taille variable , grisâtres
F 901

Lahar

Retombées aériennes de cendres et de ponces associées aux coulées de ponces soyeuses.

Niveaux de retombées

Coulées de ponces soyeuses séparées par des niveaux de retombées aériennes .
Ponces soyeuses :blanches fibreuses de taille centimétrique contenant des cristaux de plagioclases . de pyroxènes et de quartz automorphes bipyramidés. (F 802 g_1)
Présence de ponces rubanées et noires(F 802 g_2)

Nuée Saint-Vincent
Blocs de scories , de laves, tous de teinte noire et d' élements arrondis ou anguleux de lave claire.
(F 802 a_1 :scorie;F 802 a_2 : lave .

Fig. 15 . Coupe de la carrière Danoy
Les numéros d'échantillons (F 901, F 802 g, F 802 a) représentent les échantillons étudiés.

Dans la rivière des Pères, leur position stratigraphique n'a pu être précisée.

. Quant à WESTERCAMP (1980) s'il place l'unique épisode à quartz à la base de la chaîne andésitique , de l'ensemble Matéliane-Sans-Toucher et du cycle récent Madeleine-Soufrière, il interprète les nuées Saint-Vincent comme les dernières manifestations de l'ensemble des Pitons de Bouillante.

2.4.2.2. : L'évènement ponceux de Pintade

Si pour tous les auteurs, cet événement ne constitue pas la base du cycle récent en Guadeloupe (WESTERCAMP,1980, DAGAIN,1981), tous le reconnaissent comme un événement majeur.

En effet, on trouve des ponces de Pintade depuis Vieux-Habitants jusqu'à Basse-Terre, et de Trois-Rivières à Capesterre, et jusqu'à l'altitude de 440 mètres dans la rivière Noire (BOUDON,1981)(fig.**16**).

Deux types de dépôts ont été rattachés à l'épisode de Pintade :

- Les retombées aériennes, cendreuses et ponceuses, situées sur le versant ouest du massif. La coupe de Boucan Mont-d'Or illustre cet épisode avec une succession de strates d'épaisseur métrique, montrant les alternances de dépôts cendreux et ponceux. (BOUDON,1981, DAGAIN,1981)

- Les coulées de ponces ont en général une épaisseur d'une vingtaine de mètres, sauf dans la rivière Noire, et dans la rivière des Pères, où l'épaisseur peut atteindre 50 m. Elles reposent souvent sur des lahars anciens. Elles sont surmontées par des formations diverses.(BOUDON,1981)

  - le tuf de maar de l'épisode Madeleine (distillerie Belost)
  - la coulée de débris de l'épisode 3 000 ans (Circonvallation, Rivière des Pères);
  - des nuées péléennes d'origine non précisée (rivière Noire) ;
  - les coulées de base du volcanisme de Madeleine (Trois-Rivières-Capesterre).

L'extension des ponces de Pintade est importante et leur volume aussi (plusieurs km^3). Le centre d'émission se situerait pour DAGAIN (1981) dans la zone Carmichaël-Soufrière. Le volume important des pyroclastites est lié à l'effondrement d'une caldeira dont il ne subsisterait plus que le mur nord : Grande Découverte, Morne du Col, et dénommée caldeira de la Grande Découverte. (BOUDON,1981) (carte **13**)

2.4.2.3. : Les événements post-Pintade

Ils sont caractéristiques du massif Madeleine-Soufrière.

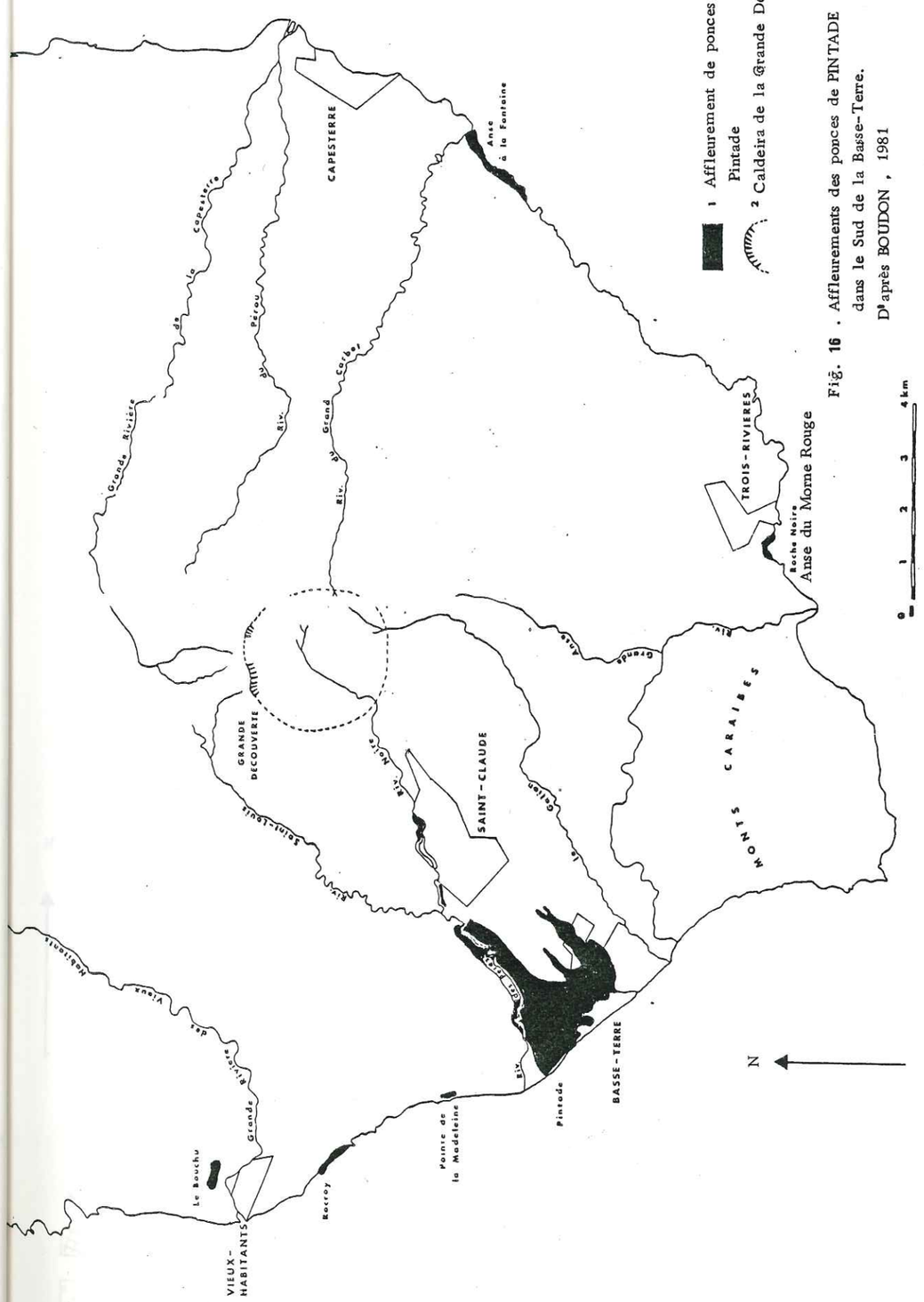


Fig. **16** . Affleurements des ponces de PINTADE dans le Sud de la Basse-Terre.
D'après BOUDON , 1981

Pour DAGAIN (1981) le volcanisme est d'origine fissurale et se place le long d'un axe majeur NNW-SSE (carte **17**), matérialisé par l'alignement Soufrière-Echelle-Citerne-Madeleine.

Cette particularité est bien illustrée par la phase succédant à l'épisode Pintade, et responsable de la construction de l'ensemble des coulées de Trois-Rivières. Celles-ci affleurent uniquement à l'Est et au Sud du massif, et forment le substratum de nombreux dômes et coulées plus récents . Elles peuvent atteindre la mer aux alentours de la commune de Trois-Rivières (coulée de la Regrettée). Certaines d'entre elles se situent à des altitudes relativement élevées dans le massif (en contrebas de la Soufrière : Bains Jaunes, Parnasse, Morne Goyavier, Fond Bernard, Nez Cassé). Elles proviennent de plusieurs centres éruptifs échelonnés le long de l'axe volcanique NNW-SSE . (fig. **17**)Entre ces coulées et la phase suivante (Madeleine), DAGAIN met en évidence un arrêt d'activité ponctué par des lahars.

BOUDON (1981) groupe ces coulées en deux ensembles :

- celles situées dans la partie haute du massif (Bains jaunes, Parnasse Goyavier...) appartiendraient à l'épisode de l'édification du Carmichaël, qui suit les ponces de Pintade, et seraient intracaldeiriques. Le dôme du Nez Cassé correspondrait à l'une des dernières phases ;

- celles situées aux alentours de Trois Rivières appartiendraient à un épisode volcanique périphérique (épisode Madeleine), dont elles constitueraient une partie du premier stade. En effet, parallèlement à l'activité du massif de la Soufrière, se déroulerait un volcanisme périphérique dans la région de Moscou-Madeleine. Le second stade serait représenté par les coulées de ponces dacitiques à quartz de l'anse des Pères, très différentes de celles de la carrière Danoy (taille plus grande des ponces, aspect moins soyeux, quartz non bipyramidés, rareté de l'amphibole, abondance de grands phénocristaux). Certains individus sont rubanés. La matrice est peu abondante. L'épaisseur du dépôt est d'une dizaine de mètres. Des argiles à quartz, visibles plus à l'Est, à l'anse à la Fontaine, sont attribuées aux retombées aériennes ponceuses qui auraient précédé la mise en place des coulées pyroclastiques. Une dépression au niveau de la plaine de Moscou, remplie de dépôts lacustres, laisse supposer la présence d'une ancienne caldeira, liée aux ponces de l'anse des Pères.

Une phase phréatomagmatique (maar du Galion), sépare la phase explosive précédente de la dernière phase, effusive, pendant laquelle se mettent en place de puissantes coulées (Schoelcher-Montchappée, Habituée, Morne Boudoute, Lherminier, Palmiste, Gros Fougas) (fig. **13**)

Pour DAGAIN, le cycle Madeleine est la suite des manifestations volcaniques du massif Madeleine-Soufrière, mais décalées vers l'Est sur l'axe NNW-SSE.

Le cycle Madeleine inférieureest un stade effusif, mal défini, commançant avec la coulée de l'Habitation Grandmaison. Le stade explosif touche principalement l'Est du massif entre Bananier et Capesterre (coulées de ponces et scories). Une phase éruptive de type maar sépare cet épisode de l'épisode Madeleine supérieur, essentiellement effusif.

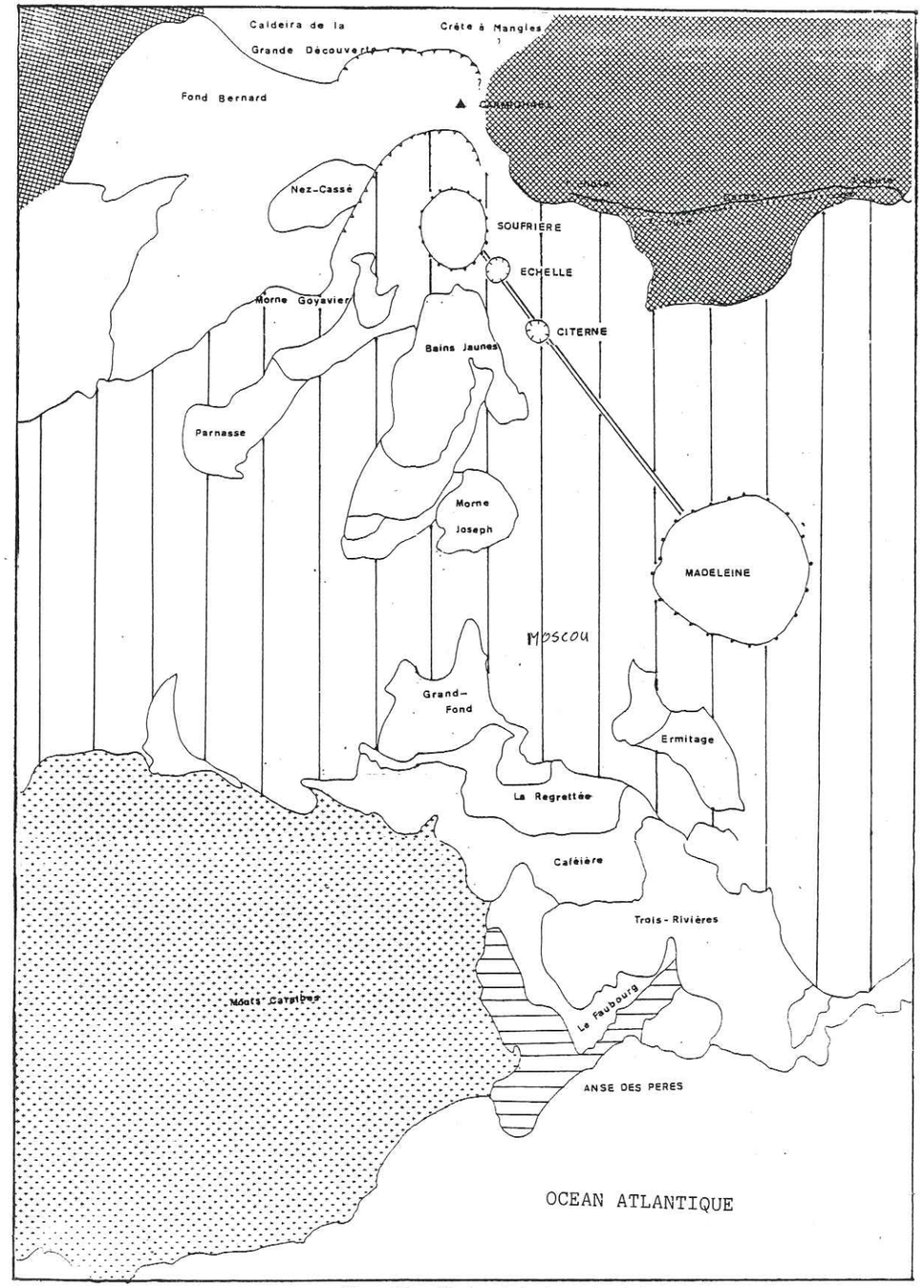


Fig. **17** . Carte géologique simplifiée du Sud-Est de la **Basse-Terre.** D'après DAGAIN (1981) et BOUDON (1981).

Les formations attribuées aux épisodes post-Pintade par ces deux auteurs sont pour la plupart identiques, à quelques exceptions près: dacites à quartz de l'anse des Pères, Gros Fougas, Palmiste (tableau **1**). Les dépôts de coulées de ponces visibles dans la rivière du Grand Carbet, interprétés par DAGAIN comme les témoins de l'épisode Madeleine inférieure, pourraient correspondre aux niveaux attribués (sous réserve) par BOUDON à l'édification du Carmichaël.

L'activité de la Soufrière s. str. succède au cycle Madeleine et ses différentes phases ont pu être datées par ^{14}C (PATERNE, 1980). Le premier épisode est, soit l'édifice du volcanisme de l'Echelle (WESTERCAMP, 1980, DAGAIN, 1981), soit l'éruption à 3 100 ans BP. (BOUDON, 1981) (tableau **1**). Quels que soient les auteurs, ceux-ci s'accordent pour reconnaître à cette dernière un caractère majeur de type Saint-Helens (BOUDON, 1981) ou de type Mérapi (WESTERCAMP, 1980, DAGAIN, 1981). L'éruption de la Soufrière du XVIè Siècle constitue actuellemnt le dernier épisode magmatique ; les éruptions récentes et jusqu'en 1977 sont uniquement phréatiques.

2.4.2.4. Les datations absolues disponibles sur ces événements :

Hormis l'épisode récent de Madeleine pour lequel les datations au ^{14}C sont possibles, les autres formations n'ont pas pu être datées directement.

Une limite inférieure pour le cycle récent pourrait être donnée pour la datation de la coulée du Plessis sur laquelle reposent les dépôts de Blanchette (hypothèse DAGAIN, 1981). Trois datations ont donné 1,1Ma (BAUBRON, 1974) 1,35 Ma (BELLON, 1974) 1,3 Ma (BRIDEN, 1978).

Selon WESTERCAMP (1980) , l'épisode cataclysmique des ponces à quartz se serait déroulé entre 1 Ma et 500 000 ans.

Les ponces de Pintade ont fait l'objet d'essais de datations au ^{14}C (PATERNE, 1980). Les résultats donnent des âges supérieurs à 38 500 ans BP.

Aucune coulée pyroclastique ou lavique n'a été datée directement. Des bois pris dans des nuées ardentes et des coulées de cendres, attribuées sous réserve par BOUDON au Carmichaël, donnent des âges de 21 340 ans BP et 22 911 $\pm$ 240 ans BP. Rappelons que l'édification du Carmicaël serait contemporaine des coulées de Trois-Rivières (BOUDON, 1981).

Les données ^{14}C situent la phase Madeleine inférieure entre 29 800 ans et 17 800 ans, le maar du Galion aux alentours de 14 500 ans et la phase Madeleine supérieure entre 12 700 et 8 500 ans BP.

2.5. Problèmes posés par les formations guadeloupéennes - Solutions pour les résoudre.

De cette présentation, il ressort que la connaissance de la Guadeloupe souffre d'une absence de chronométrie qui permettrait de séparer les cycles d'activité et surtout de préciser la durée des temps de repos qui les séparent. Cette étude chronologique, jointe à l'étude minéralogique et géochimique devrait permettre de situer les épisodes explosifs dans le déroulement de chacun des cycles, et de faire des corrélations horizontales entre ces niveaux repères.

Déjà, plusieurs interrogations sur les niveaux ponceux sont posées :

1. A quoi rattacher les ponces soyeuses du Morne à Jules : à la chaîne andésitique de Bouillante ou aux Pitons de Bouillante-Sans-Toucher ?

2. A quoi attribuer les dépôts de Blanchette et de la carrière Danoy : à la chaîne andésitique de Bouillante, ou au cycle récent Madeleine-Soufrière ? Ont-ils une parenté ?

3. Existe-t-il un ou plusieurs niveaux de ponces à quartz dans le Sud de la Basse-Terre ?

4. Quelle est leur position stratigraphique et à quoi appartiennent-ils ? A la chaîne andésitique, à l'ensemble Sans-Toucher-Carmichaël, au cycle récent, ou à l'épisode périphérique Madeleine ?

5. En raison de la difficulté de corrélations des dépôts, les niveaux attribués à l'événement de Pintade et que l'on retrouve dans tout le Sud de la Basse-Terre, de Vieux-Habitants à Basse-Terre, et de Trois-Rivières à Capesterre, appartiennent-ils tous au même niveau ?

Pour pallier le manque de datations concernant ces épisodes, il était nécessaire de trouver une ou plusieurs méthodes de datations couvrant la fourchette de temps 1 Ma.-35 000 ans (limite supérieure du ^{14}C.)

La méthode K - Ar a été utilisée. Les mesures ont été faites au Centre des Faibles Radioactivités (C.F.R.), où cette méthode, adaptée aux âges jeunes, a été mise au point. Elle ne concerne que les laves, fraîches et massives (cf. tableau **2** + Carte **18**).

Les essais tentés sur les ponces par cette méthode ayant été infructueux, une autre méthode a été choisie : il s'agit de la thermoluminescence, retenue en raison de la présence de quartz dans certains niveaux ponceux dacitiques. Les mesures ont été faites au C. F. R. (cf. tableau **3** + carte **18**).

Les niveaux ponceux ont par ailleurs fait l'objet d'une étude minéralogique fine (microsonde) et d'une étude géochimique complète (majeurs et traces), dont les résultats apportent de nombreuses réponses aux questions posées (cf. tableau **4** + carte **18**).

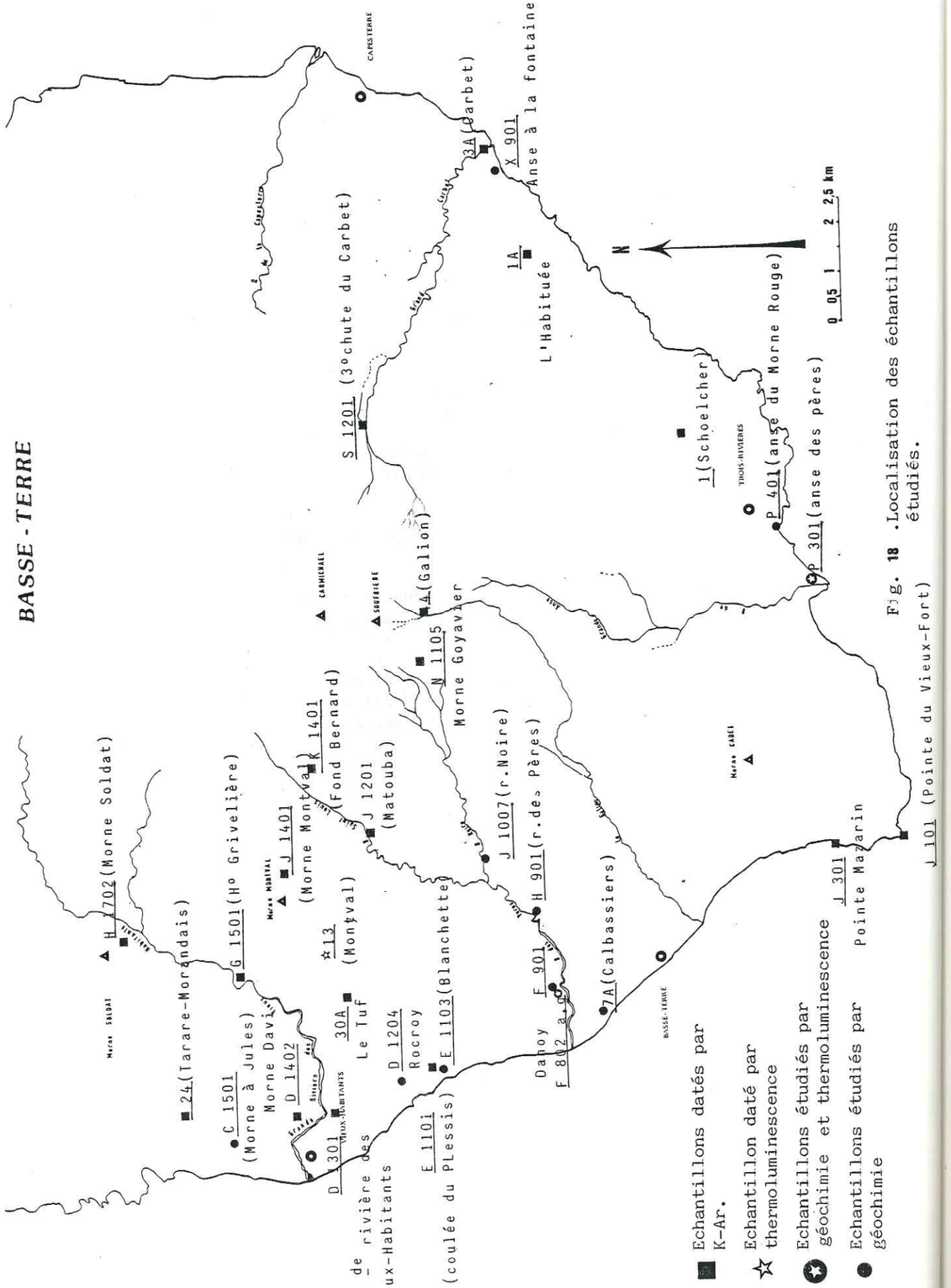


Fig. 18 .Localisation des échantillons étudiés.

N°	Localisation	Coordonnée U.T.M. X,Y,Altitude	Phase volcanique
1 A	L'habituée	650,75 E ; 1 771,4 N ; 100 m	coulée de lave de la Madeleine inférieure âge zéro pour K.Ar
1	Schoelcher	647 E ; 1 768,07 N ; 240 m	coulée de lave de la Madeleine inférieure âge zéro pour K.Ar
3 A	Carbet	652,8 E ; 1 772,20 N ; 20 m	22 000 BP (ponce) âge zéro pour .Ae
4	Galion	643,4 E ; 1 773,62 N ; 1 020 m	Eruption XVIe siècle (ponce) âge zéro pour K.Ar
N 1105	Morne Goyavier	642,45 E ; 1 773,70 N ; 1 040 m	cycle récent coulée Trois Rivières Carmicaël
K 1401	Fond Bernard	640,4 E ; 1 775,9 N ; 640 m	cycle récent coulée Trois Rivières
S 1201	3ème chute du Carbet	647,25 E ; 1 774,8 N ; 420 m	cycle récent ?
J 1201	Matouba	639,00 E ; 1 774,9 N ; 520 m	cycle récent ?
D 1301	Grande Rivière des Vieux Habitants	633,25 E ; 1 775,8 N ; 60 m	Pitons de Bouillante - Sans-Toucher
J 1401	Morne Montval	638,2 E ; 1 776,6 N ; 760 m	Pitons de Bouillante - Sans-Toucher dernière phase
G 1501	Habitation Grivelière	636,10 E ; 1 777,5 N ; 240 m	Pitons de Bouillante - Sans-Toucher
H 1702	Morne Soldat	637,2 E ; 1 779,6 N ; 320 m	Pitons de Bouillante - Sans-Toucher substratum de chaîne andésitique
E 1101	Coulée de Plessis	634,25 E ; 1 773,8 N ; 60 m	Pitons de Bouillante - Sans-Toucher derniers épisodes
30 A	Le Tuf	635,7 E ; 1 775,35 N ; 300 m	Chaîne andésitique (zone de Vieux-Habitants)
D 1402a	Morne Davi	633 E ; 1 776,4 N ; 30 m	Pitons de Bouillante - Sans-Toucher
24	dyke de Tarare-Morandais	633,3 E ; 1 778,7 N ; 65 m	Chaîne andésitique de Bouillante Contemporain du volcan de Morne à Jules
J 101	Pointe du Vieux Fort	638,85 E ; 1 764 N ; 20 m	Base des Monts Caraïbes
J 301	Pointe Mazarin	638,65 E ; 1 765,20 N, 20 m	Base des monts Caraïbes

Tableau 2 Echantillons datés par potassium-argon

N°	Localisation	X Y (UTM) altitude	Phase volcanique
F 802 g_1	Carrière Danoy	634,2 E 1 770,90 N 40 m	Dacite à quartz - base cycle récent ? - chaîne andésitique de Bouillante ?
P 301a	Anse des Pères	644,05 E 1 765,5 N 5 m	Dacite à quartz - base cycle récent ? - phase Madeleine ?
13	Montval	636,5 E 1 775,75 N 420 m	Dacite à quartz - chaîne andésitique de Bouillante ? - base cycle récent ?

Tableau **3** Echantillons datés par thermoluminescence.

N°	Localisation	X ; Y ; altitude	Episode volcanique	Faciès
F 901 b_1 F 901 b_2	Carrière Danoy	636,2 E 1 771,07 N 60 m	Ponces andésitiques Pintade	gris blanc
H 901 a H 901 b	Rivière des Pères	637,45 E 1 771,5 N 160 m	Pintade	noire clair
J 1007/A J 1007/B	Rivière Noire	638,4 E 1 772,5 N 340 m	Pintade	clair foncé
D 1204	Grand Croix - Rocroy	634 E 1 774,5 N 40 m	Pintade	clair
7 A	Calbassiers	635,35 E 1 770,1 N 20 m	Pintade	clair
X 901	Anse à la Fontaine	652,40 E 1 771,85 N 10 m	Pintade	clair
P 401 a P 401 b	Anse du Morne Rouge	645, E 1 766,35 N 0 m	Pintade	blanc mixte
F 802 g_1 F 802 g_2	Carrière Danoy	634,2 E 1 770,90 N 40 m	Dacite à quartz Base du cycle récent ? Chaîne andésitique de Bouillante ?	clair foncé
P 301a P 301b	Anse des Pères	644,05 E 1 765,5 N 5 m	Dacite à quart Base de cycle récent ? Cycle Madeleine ?	clair mixte
E 1103 a E 1103 b E 1103 c E 1103 e	Carrière Blanchette	634,25 E 1 773,35 N 50 m	ponces andésitiques à dacitiques base de Soufrière ? chaîne andésitique de Bouillante ?	clair clair noire clair
F 802 a_1 F 802 a_2	Carrière Danoy	634,2 E 1 770,90 N 40 m	Nuée Sain-Vincent chaîne andésitique de Bouillante ? Cycle récent ?	scorie lave
C 1501	Morne à Jules	632,8 E 1 777,75 N 60 m	Pitons de Bouillante ? Chaîne andésitique de Bouillante ?	ponce soyeuse

Tableau **4** échantillons étudiés par microsonde

CHAPITRE 2

I. METHODE DU POTASSIUM-ARGON

1. INTRODUCTION.

1.1. Nécessité d'une étude adaptée aux âges jeunes;

^{14}C, Dans la fourchette de temps 500 000 - 35 000 ans (limite supérieure du peu de méthodes de datations sont disponibles ; les principales sont :

- le déséquilibre radioactif $^{234}U/^{230}Th$,
- les traces de fission,
- la thermoluminescence.

Or, il est important d'utiliser une méthode de datation adaptée au Pléistocène . En effet, les données volcanologiques, paléoclimatiques, mais aussi les variations du champ magnétique terrestre correspondant à cette période offrent, par la proximité dans le temps, une meilleure conservation, et plus de détails qu'aucune autre période géologique.

En Guadeloupe, les éruptions ponceuses majeures semblent correspondre au début d'un nouveau cycle éruptif après un hiatus d'activité volcanique pouvant atteindre le million d'années. Elles sont suivies, en général, par une activité soutenue de type péléen ou effusif. L'âge de ces cycles est encore inconnu, ainsi que leur durée. De même, certaines corrélations stratigraphiques sont encore incertaines. L'exemple le plus typique est donné par la position du ou des niveaux de ponces à quartz, qui varie selon les auteurs (cf. tableau 1). Quant à la position des cycles les uns par rapport aux autres, elle n'est pas clairement définie.

De façon plus générale, la connaissance précise de la chronologie des événements éruptifs est indispensable pour une reconstitution des éruptions (étude de l'histoire volcanique d'un massif, des variations chimiques des produits émis au cours du temps, etc…, et pour l'évolution des structures volcaniques liées à ces éruptions, toutes données nécessaires à l'étude des champs géothermiques.

Il paraît nécessaire de développer pour le Pléistocène une méthode de datation offrant une précision meilleure que la dizaine de milliers d'années ; cela a été entrepris au laboratoire de géochronologie du Centre des Faibles Radioactivités (C. F. R.) de Gif/Yvette par MM CASSIGNOL, CORNETTE, DAVID et GILLOT.

Ce chapitre est consacré à la méthode K-Ar décrivant son principe, ses originalités, son champ d'application, et les résultats obtenus sur nos échantillons guadeloupéens.

1. 2. Principe.

La radiométrie utilise la transformation par radioactivité naturelle d'un isotope radioactif en un isotope stable (noyau radiogénique). La vitesse de désintégration est une caractéristique des noyaux radioactifs, indépendante des paramètres extérieurs tels que température, pression ou chimisme.

Le nombre d'atomes parents N, à l'instant t est fonction du nombre initial No d'atomes au temps t = o

$$No = Ne^{-\lambda t} \qquad (1)$$

D étant le nombre d'atomes radiogéniques, on peut écrire :

$$\frac{dD}{dt} = -\frac{dN}{dt} \qquad (2) \qquad No = N + D \qquad (3)$$

En subsistant (3) dans (1), on a

$$D = N\,(e^{\lambda t} - 1) \qquad (4)$$

La relation donnant l'âge peut s'écrire :

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{D}{N} + 1\right) \qquad (5)$$

La vitesse de désintégration d'un isotope est définie par la constante λ, ou par le temps de demi-vie (période T) qui est le temps nécessaire à la transformation de la moitié des atomes d'origine.

$$N = \frac{No}{2} \qquad \text{et } T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

En connaissant le nombre d'atomes radiogéniques, et le nombre d'atomes radioactifs actuellement présents, on peut connaître l'âge de la roche, à condition que le système constitué par celle-ci soit resté fermé. Dans la méthode K-Ar, il s'agit de déterminer le nombre d'atomes d'argon radiogéniques ($^{40}Ar^{*}$) et le nombre d'atomes ^{40}K dans la roche.

La méthode K-Ar est bien adaptée aux roches volcaniques : une coulée de lave, parce qu'elle est complétement dégazée lors de sa mise en place, et qu'elle se refroidit rapidement, déterminant un temps zéro précis, constitue un cas idéal.

On peut alors appliquer la relation donnant l'âge :

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{D}{N} + 1\right) \qquad (6)$$

Dans ce cas du ^{40}K, on a $^{40}Ar^{*} + {}^{40}Ca = {}^{40}K\,(e^{-\lambda t} - 1)$

$$^{40}Ar^{*} = \frac{\lambda_e}{\lambda_\beta + \lambda_e}\ {}^{40}K\ \left(e^{\lambda t} - 1\right)$$

$$t = \frac{1}{\lambda_\beta + \lambda_e} \ln\left[1 + \frac{\lambda_\beta + \lambda_e}{\lambda_e} \times \frac{^{40}Ar^{*}}{^{40}K}\right]$$

ou $\lambda_\beta = 4{,}962\ 10^{-10}\ an^{-1} = \lambda_{Ca}$

$\lambda_e = 0{,}581\ 10^{-10}\ an^{-1} = \lambda_{Ar}$

$\lambda_\beta + \lambda_e = 5{,}543\ 10^{-10}\ an^{-1} = \lambda_K$ (STEIGER et JAGER, 1977)

L'argon mesuré grâce au spectromètre de masse correspond à la somme de l'argon radiogénique et de l'argon de contamination.

L'argon de contamination provient des lignes d'extraction, de purification et de mesure de l'argon, et de la roche elle-même. La composition isotopique de la contamination est celle de l'atmosphère.

L'argon radiogénique est déduit, après soustraction de l'argon de contamination, de l'argon total. Dans le cas des roches très jeunes, il est difficile de mesurer l'argon radiogénique dont le pourcentage est toujours très faible (1 % voir moins de l'argon total). Il faut donc pouvoir apprécier de très faibles différences entre la composition isotopique de l'argon extrait de l'échantillon et celle de l'argon atmosphérique.

D'autre part, les roches peuvent quelquefois contenir de l'argon hérité. Sa présence se traduit dans les mesures de laves d'âge zéro, par un âge apparent (excès d'argon) (DALRYMPLE, 1969, KRUMMENACKER, 1970, GILLOT et al.,1982). L'excès d'argon influe particulièrement sur les mesures d'âges jeunes. Dans le tableau **5** , le calcul montre l'influence qu'une même quantité d'argon hérité a sur des roches d'âge croissant.

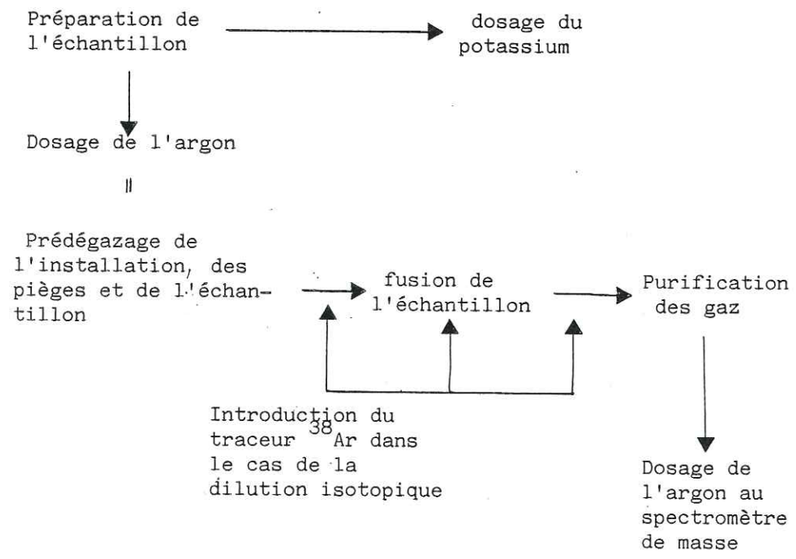
Age de la roche (1% K) ans	12 000	50 000	100 000	500 000	10^6
Nombre d'atomes d'Ar* dans 1 gramme de roche	$1,2\ 10^{10}$	$5,22\ 10^{10}$	$10,45\ 10^{10}$	$50,90\ 10^{10}$	$104,5\ 10^{10}$
Nombre d'atomes d'argon hérité	$1,8\ 10^{10}$	$1,8\ 10^{10}$	$1,8\ 10^{10}$	$1,8\ 10^{10}$	$1,8\ 10^{10}$
Nombre total d'argon mesuré	$3\ 10^{10}$	$7,02\ 10^{10}$	$12,25\ 10^{10}$	$52,70\ 10^{10}$	$106,3\ 10^{10}$
% d'argon hérité	60 %	25,6 %	14,70 %	3,4 %	1,6 %

Tableau 5

Influence d'une quantité d'argon hérité (choisie arbitrairement dans la littérature : datation du Puy de la Vache, CASSIGNOL et al., 1982), sur des roches d'âges croissants.

1.3. Description succinte de la technique de datation K-Ar.

La méthode conventionnelle K-Ar peut être découpée comme suit :



1. Prédégazage des échantillons : la roche totale est broyée, tamisée et lavée. La fraction choisie varie peu selon les laboratoires (0,315 mm - 0,400 mm au laboratoire de Grenoble ; 0,250 mm - 0,500 mm au C. F. R.)

2. Le dosage du potassium et de l'argon se fait à l'aide de deux aliquotes de la même fraction.

3. Pour extraire et analyser l'argon de la roche, la procédure est la suivante :

   - prédégazage : il a pour but d'éliminer autant que possible l'argon de contamination provenant de l'installation et de la roche. Pour cela, on chauffe la rampe, les pièges (titane, cuivre, oxyde de cuivre éventuellement) et les charbons actifs sous pompage. L'échantillon est dégazé à une température pouvant aller de l'ambiante à 250°C;

   - la fusion de l'échantillon s'effectue au moyen d'un générateur haute fréquence apériodique, qui permet de chauffer le creuset métallique qui contient l'échantillon. Les gaz sont ainsi libérés et piégés dans le charbon actif réfrigéré par l'azote liquide ;

- dans le cas de la dilution isotopique, l'échantillon ^{38}Ar est introduit avant, pendant ou après la fusion ;

- la purification consiste à éliminer par des moyens physiques (pièges froids servant à condenser l'eau ou le CO_2), ou des moyens chimiques (réaction des gaz actifs sur un métal:U, Ti, Cu, CuO chauffés).Après cette opération, seuls demeurent les gaz rares, l'argon étant le plus abondant.

- Ainsi purifié, l'argon peut alors être analysé au spectromètre de masse.

2. MESURE DU POTASSIUM.

Le potassium est dosé par la méthode absorption atomique, proposée par WALSCH ,(1955), sur un appareil PERKIN-ELMER 303.

Dans cette méthode, la solution potassique est nébulisée dans une flamme chaude air-acéthylène. L'énergie de la flamme dissout les molécules en atomes. La flamme est traversée par un pinceau lumineux provenant d'une source qui émet la raie de résonance caractéristique du potassium. Les atomes absorbent, pour passer à l'état excité, l'énergie de leur raie de résonance. Cette absorption est corrélée à la concentration de l'élément par la relation :

$I = I_o e^{-klc}$ ou I = intensité recueillie après traversée de la flamme

I_o = intensité de la raie de résonance émise par la source

k = facteur expérimental dépendant du réglage de l'appareil

c = concentration en atomes de l'élément à doser

La différence d'intensité enregistrée entre la source d'émission et le photomultiplicateur qui enregistre I correspond à l'intensité absorbée par les atomes de potassium passant à l'état excité. En pratique, il faut tout d'abord mettre en solution l'échantillon. Cela se fait par :

1. attaque d'une prise de 100 à 500 mg (selon la teneur en potassium de l'échantillon), de la fraction servant au dosage de l'argon, par un mélange d'acides fluorhydrique, perchlorique et nitrique en solution aqueuse, dans un creuset en téflon placé sur une plaque chauffante , jusqu'à évaporation ;

2. mise en solution en milieu chlorhydrique, après rinçage, du résidu sec.

A la fin de cette opération, nous obtenons 100 ml de solution chlorhydrique 0,6N. La même opération est effectuée dans un creuset vide afin de réaliser un blanc d'analyse (les blancs, pour des séries successives effectuées dans les mêmes conditions, sont comparés entre eux et permettent de fixer un zéro de mesure). Puis 2 ml de cette solution sont dilués en présence d'une solution de césium concentré à 10 000 ppm. En effet, les éléments qui accompagnent le potassium dans l'échantillon provoquent des perturbations dans les mesures (nommées effet de matrice). Les interférences les plus importantes sont dues aux éléments Fe, Al et Ca qui réduisent l'absorption et Na qui l'augmente. Elles sont corrigées par l'addition dans la solution, d'un tampon d'ionisation (solution de césium dans notre cas) qui sert à augmenter l'absorption en diminuant l'effet d'ionisation de l'élément à doser.

A la fin de la préparation, une solution ayant un taux de K compris entre 0 et 5 µg/ml est obtenue. Elle sera nébulisée dans la flamme. La valeur d'absorption mesurée est comparée à celles obtenues par des solutions de concentration connues en K, mesurées dans les mêmes conditions, pour déduire la concentration en K de la solution. En tenant compte des facteurs de dilution et du poids de la prise d'attaque, on déduit la teneur en K_2O de l'échantillon.

3. MESURE DE L'ARGON.

3.1. Conditions de mesures.

Les mesures sont faites au spectromètre de masse (180°C, 6 cm de rayon, 3 500 Gauss), utilisé selon le mode statique.

3.1.1. Maintien du vide résiduel à un niveau minimum et constant - Purification des échantillons.

La présence de getters tout le long de la ligne d'introduction dans le spectromètre, et dans la cellule elle-même est une des originalités de la méthode. Constitués d'un alliage aluminium-zirconium, ils entretiennent la qualité du vide pour tous les gaz actifs.

La présence de getters dans la cellule du spectromètre de masse maintient le vide résiduel à un niveau minimum et constant (inférieur au 1/10 000 du pic d'argon 40 dans un remplissage moyen, 10^{-6} cc d'argon dans les conditions normales). Quand les getters ne sont pas alimentés, la résiduelle du spectromètre (masses autres que l'argon, désorbées par les structures métalliques : 16 - 28 - 44) croît, et constitue une fraction importante de la pression du gaz dans la cellule, 30 % parfois (CASSIGNOL et al., 1978).

3.1.2. Stabilité et reproductibilité des conditions de mesures d'argon.

3.1.2.1. : Stabilité des paramètres de source.

Pour que le niveau des signaux soit constant et reproductible, les paramètres de source doivent rester identiques durant toute la durée des mesures. Leur stabilité est assurée à mieux que le 1/1 000.

Le courant électronique, la tension d'accélération des ions et des électrons sont à tout instant régulés et surveillés. Grâce à des voltmètres digitaux, chacun des paramètres peut être réglé manuellement et rétabli dans sa position initiale en cas de variation intempestive. Par ces moyens, toutes les mesures sont faites dans les mêmes conditions.

De plus, l'alimentation électrique du spectromètre est régulée par un groupe alternateur qui assure à l'ensemble des appareils une tension régulière. Enfin, la pièce est climatisée dans les limites de variation de plus ou moins 1°C durant la journée.

Grâce à la constance des signaux d'argon, il est possible d'utiliser pour les mesures des circuits d'amplification à constante de temps élevée, plus précis.

3.1.2.2. Mesures en double collection.

La mesure en collection simultanée assure une permanence dans les conditions de déflection du faisceau qui n'implique ni balayage ni division de la tension ou de l'intensité du champ magnétique.

La précision devient au moins deux fois meilleure que dans le cas du peak-switching (CASSIGNOL et al., 1982). Actuellement, seules les masses 40 et 36 sont mesurées ; ces signaux sont échantillonnés toutes les secondes : les amplificateurs des deux voies 40 et 36 sont reliés à un ordinateur qui traite les données.

3.1.2.3. Diminution des effets de mémoire.

Pour diminuer l'effet de mémoire, le spectromètre de masse n'est jamais éteint, et la cellule du spectromètre jamais vide : on y introduit , entre chaque mesure, une quantité d'argon atmosphérique comparable aux échantillons mesurés. Il s'établit alors un équilibre entre l'implantation et la désorption d'ions des parois du spectromètre de masse. En effet, si l'on vide le spectromètre de masse et qu'ensuite on le maintient isolé, on assiste à une remontée des signaux d'argon due à la désorption des ions implantés dans les structures métalliques bombardées par les faisceaux d'ions (phénomène de mémoire). Si l'on remplit à nouveau le spectromètre à une forte pression d'argon, les signaux d'argon vont décroître (implantation des ions) jusqu'à atteindre un nouvel équilibre implantation/désorption. Ainsi, les signaux n'évoluent pas. Cela est illustré par la figure 19 , qui représente les signaux de 36 d'un échantillon et du minéral-étalon Gl-O (glauconite). Celui-ci est très peu contaminé. Il contient à peu près 10 fois moins de 36 que l'argon atmosphérique ayant servi au remplissage de la cellule. L'équilibre dans celle-ci est en partie détruit, et on observe la variation des signaux de 36.

Sous ces conditions, le signal d'argon est constant, reproductible, et représentatif de la quantité d'argon introduite. L'utilisation de l'étalon interne d'argon 38 est alors inutile. En effet, dans la méthode classique, du fait de l'évolution des signaux (variation de 10 % en une heure, DALRYMPLE et LANPHERE, 1969), il n'y a pas de relation entre les pressions partielles des isotopes, et la hauteur des pics obtenus. L'argon 38 calibré, en introduisant une quantité connue dans le calcul, permet de déduire la quantité d'argon radiogénique. Dans notre cas, les signaux étant constants, reproductibles et représentatifs de la quantité d'argon, le spectromètre de masse est utilisé à la manière d'un instrument de mesure directe : les signaux de ^{40}Ar et de ^{36}Ar sont comparés, lors de mesures indépendantes, aux signaux d'une prise d'argon atmosphérique, puis d'une prise d'argon connue.

Remarque : Ne pas utiliser l'étalon ^{38}Ar présente l'avantage de ne pas modifier la réponse du spectromètre de masse en introduisant un gaz étranger non isobare de l'argon (CASSIGNOL et al., 1982) ; en effet, si dans la cellule d'un spectromètre travaillant sur de l'argon atmosphérique et aligné sur le ^{40}Ar on introduit de l'argon 38, on constate une baisse sensible du pic ^{40}Ar (10 % environ). De plus, la présence d'hélium modifie également la réponse du spectromètre : 20 % d'excès apparent d'argon 40 dans la mesure d'un gaz provenant d'une roche d'âge nul, ne pouvant apporter aucun artefact succeptible de vieillir l'âge (il s'agit d'un calcul biliaire). L'élimination de l'hélium rétablit le rapport isotopique de l'argon atmosphérique. L'hélium s'introduit dans la rampe par perméation à travers la paroi du doigt de quartz contenant la mousse de titane : le quartz est perméable à l'hélium lorsqu'il est chauffé à température élevée (900°C dans notre cas).

3. 2. Principes des mesures.

Le principe des mesures est basé sur le fait que les signaux d'argon n'évoluent pas, qu'ils sont reproductibles et qu'ils sont représentatifs de la pression partielle de l'isotope considéré. La quantité d'argon radiogénique est connue par comparaison des signaux d'argon de l'échantillon à une quantité d'argon atmosphérique mesurée dans les mêmes conditions de pression. Ceci n'est valable que si l'argon de contamination a une composition atmosphérique.

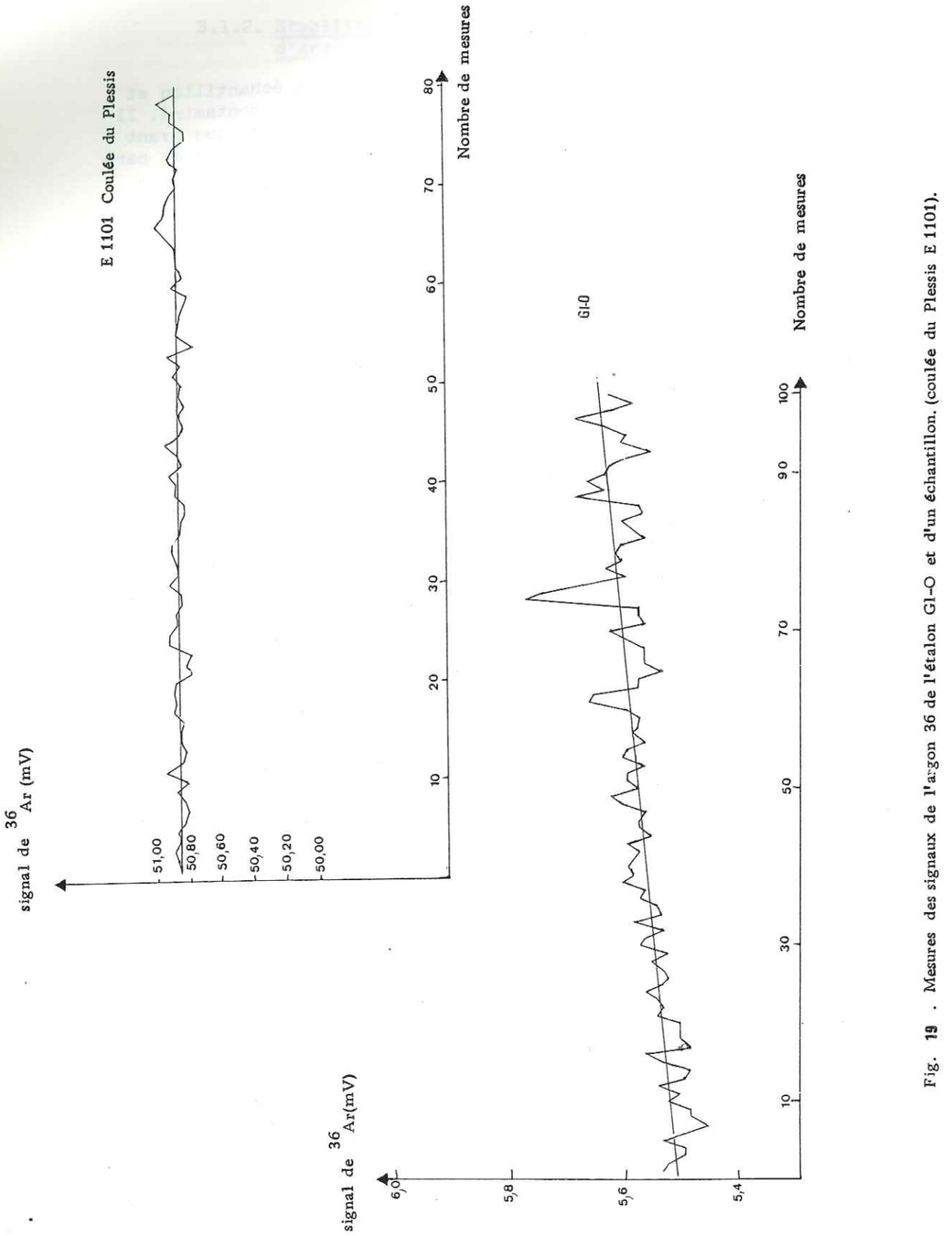


Fig. 19 . Mesures des signaux de l'argon 36 de l'étalon Gl-O et d'un échantillon. (coulée du Plessis E 1101).

3.2.1. Composition de l'argon de contamination.

Pour étudier la composition de l'argon de contamination et les problèmes liés au chronomètre potassium-argon (héritage d'argon...), on utilise des roches d'âge zéro (coulées de laves historiques par exemple).

Les premières études ont été faites avec un spectromètre de masse ayant une mémoire en argon 38 du fait de l'utilisation du spike (DALRYMPLE,1969). Cet auteur mesure le rapport isotopique $^{40}Ar/^{36}Ar$ dans la fourchette d'erreur du rapport isotopique atmosphérique instrumental. Les seules exceptions à cette loi correspondent à des datations sur des roches porphyriques ou sur des roches contenant des xénolithes. Ces roches contiennent de l'argon hérité.

Les travaux de KRUMMENACKER (1970), à l'aide du rapport $^{38}Ar/^{36}Ar$ confirment la composition de l'argon de contamination.

CASSIGNOL et al. (1978, 1982), à l'aide d'un spectromètre de masse n'ayant jamais vu d'étalon d'argon 38, vérifient que le rapport $^{38}Ar/^{36}Ar$ des roches d'âge zéro est identique au rapport atmosphérique, aux erreurs instrumentales près.

3.2.2. Mesures au spectromètre de masse.

La cellule du spectromètre de masse est vidée. On y introduit l'échantillon. L'argon 40 et l'argon 36 sont mesurés (100 mesures de chaque en général).

L'argon de l'échantillon est remplacé par de l'argon atmosphérique introduit dans les mêmes conditions de pression : on peut en effet, grâce à un volume variable, obtenir le même signal que celui de l'échantillon. Le taux d'argon radiogénique est déduit de la comparaison des rapports isotopiques.

$$T\ \% = \frac{Re - Ra}{Ra} \times 100$$

Re = Rapport isotopique de l'échantillon

Ra = Rapport isotopique de l'argon atmosphérique

On mesure ensuite une dose d'argon calibrée grâce à l'étalon Gl-O. Sa comparaison avec l'échantillon permet de connaître le nombre d'atomes 40 dans celui-ci. Avec le taux d'Ar*, on connaîtra le nombre d'atomes d'argon radiogénique.

L'isotope 40 étant environ 300 fois plus important que l'isotope 36, il est important de connaître son influence sur la forme du signal de ce dernier. En effet, il peut provoquer des artefacts positifs ou négatifs

sur la ligne de base de l'isotope 36. Pour connaître la valeur de la ligne de base du ^{36}Ar, on envoie de l'argon 40 dans la cellule du spectromètre de masse, sous pompage dynamique. Grâce à une vanne-fuite réglable, le signal de l'argon 40 est choisi identique à celui de l'échantillon. Le peu d'argon 36 restant dans la cellule ou la ligne est préférentiellement pompé .Ainsi, on a le niveau de la ligne de base du ^{36}Ar en présence du signal du ^{40}Ar.

La relation entre hauteur du signal et nombre d'atomes introduits n'est pas une simple proportionnalité : la réponse du spectromètre varie avec la pression régnant dans la cellule. On y introduit des doses d'argon atmosphérique . On construit ainsi le diagramme de linéarité (fig. **20**). Les valeurs de l'échantillon et de la dose calibrée sont portées sur cette courbe. Le nombre d'atomes de l'échantillon sera connu par extrapolation parabolique. La précision obtenue sera meilleure que le pour cent.

Toutes les données sont directement traitées par ordinateur.

Remarque : puisque la réponse du spectromètre de masse varie en fonction de la pression dans la cellule, la mesure de l'échantillon s'accompagne obligatoirement de la mesure de l'argon atmosphérique.

3.3. Précision de l'analyse d'argon.

Trois sources d'erreurs sont possibles :

- sur la mesure du potassium (K) ;
- sur la calibration (Cal) ;
- sur le taux d'Ar* (T).

on peut écrire :

$$\frac{\sigma^2 \hat{a}ge}{\hat{a}ge^2} = \left(\frac{1-T}{T}\right)^2 \frac{\sigma^2 Ar}{Ar^2} + \frac{\sigma^2 Cal}{Cal^2} + \frac{\sigma^2 K}{K^2} \qquad (1)$$

L'erreur sur la calibration est de 0,5 % (erreurs sur les mesures de Gl-O, CASSIGNOL et al., 1977).

L'erreur sur la mesure du potassium est de 2 % .

L'erreur sur le pourcentage d'Ar* est calculée :

$$\left(\frac{1-T}{T}\right)^2 \cdot \left(\frac{\sigma^2 Re}{Re^2} + \frac{\sigma^2 Ra}{Ra^2}\right) \qquad (2)$$

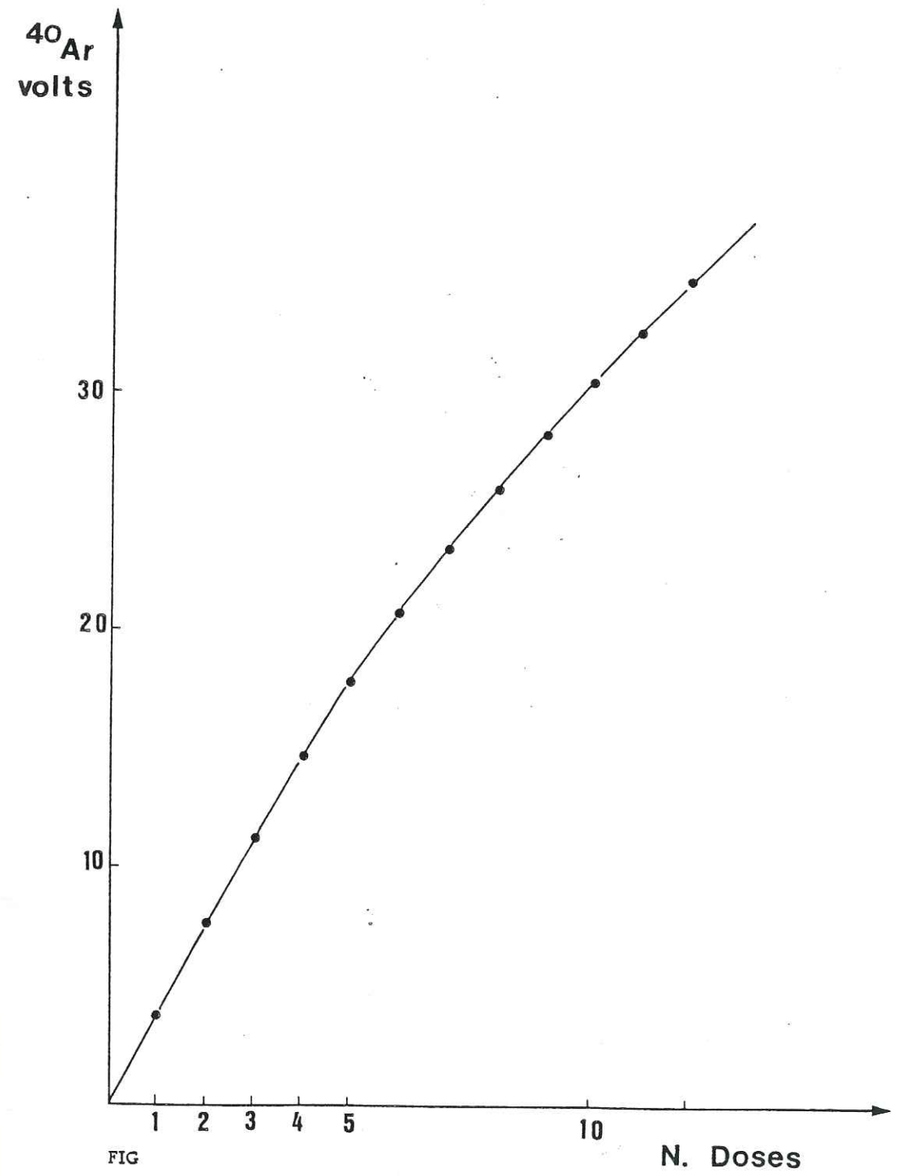


Fig. **20** . Réponse du spectromètre de masse en fonction de la pression régnant dans la cellule (linéarité).

Re = Rapport isotopique de l'échantillon

Ra = Rapport isotopique atmosphérique

Grâce à la régularité des mesures, et à la collection simultanée, l'erreur sur le taux de Ar* correspond à l'erreur sur les rapports isotopiques, et essentiellement sur le ^{36}Ar. La précision sur le 36 Ar est moins bonne que sur le ^{40}Ar, puisqu'il est au moins 300 fois moins abondant. Le rapport signal/bruit de fond est pour le 36 de 1 000 ; le bruit de fond est d'environ 0,03 mV, le ^{36}Ar se mesure sur 30 mV (le ^{40}Ar sur 10 V).

La précision sur le signal de ^{40}Ar est de quelques dix millièmes, celle sur le ^{36}Ar reste meilleure que le millième.

De plus, $\frac{^{40}Ar}{^{36}Ar}$ ech $\simeq$ $\frac{^{40}Ar}{^{36}Ar}$ atm. dans le cas des roches jeunes

$$(2) \quad \text{devient} \quad \sqrt{2\left(\frac{(100 - Ar^*\%)}{Ar^*\ \%} \times \%\ \text{erreur}\ \frac{^{40}Ar}{^{36}Ar}\right)^2} \qquad (3)$$

Des mesures d'argon faites à la même pression montrent une précision à 0,11 % près sur le rapport isotopique (2 σ) (260 $\pm$ 0,5 par exemple). L'erreur sur la mesure du taux d'Ar* correspondant à l'erreur faite sur la correction de la contamination : (Re - Ba)/ Re x 100, celle-ci est égale à 0,15 % ($\sqrt{2\ (Ra)^2}$) , ce qui correspond à une limite de détectabilité à 0,15 % d'Ar*.

(3) devient alors $\dfrac{0,15\ \%}{Ar^*\ \%}$

Cette erreur est l'erreur principale dans le cas de laves très jeunes, et donc très contaminées.

Le tableau (n° 6) exprime l'erreur absolue faite sur l'âge en fonction du taux d'Ar*. Sur le diagramme (fig. 21) en abscisse l'erreur sur l'âge et en ordonnée le taux d'Ar*, on constate que l'erreur absolue tend vers $\pm$ 2,06 %, quand le taux d'argon radiogénique devient » à 10 %. (composition de l'erreur absolue sur le potassium ($\pm$ 2 %) et sur la calibration ($\pm$ 0,5 %).

La limite de détectabilité de 0,15 % d'argon radiogénique correspond typiquement à un âge de 5 000 ans d'un basalte à 1 % de potassium normalement contaminé (c'est-à-dire quelques 10^{12} atomes d'argon/g d'échantillon). Dans tous les cas, le blanc d'analyse (manipulation effectuée avec un creuset vide) est de 1 X 10^{13} atomes d'argon, c'est-à-dire que même pour un échantillon non contaminé, la limite de détectabilité sera d'environ 10^{10} atomes d'argon radiogénique.

erreurs \ % Ar*	1 %	2 %	5 %	10 %	15 %	20 %
Sur calibration (%) (1)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sur potassium (%) (2)	2	2	2	2	2	2
Total (1)+(2) (%)	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Sur % Ar* (3) (%)	20	10	4	2,00	1,33	1
Sur âge $\sqrt{(1)^2+(2)^2+(3)^2}$ (%)	20,10	10,21	4,5	2,87	2,45	2,29

Tableau 6

Erreurs absolues sur les âges en fonction du pourcentage d'Ar*.

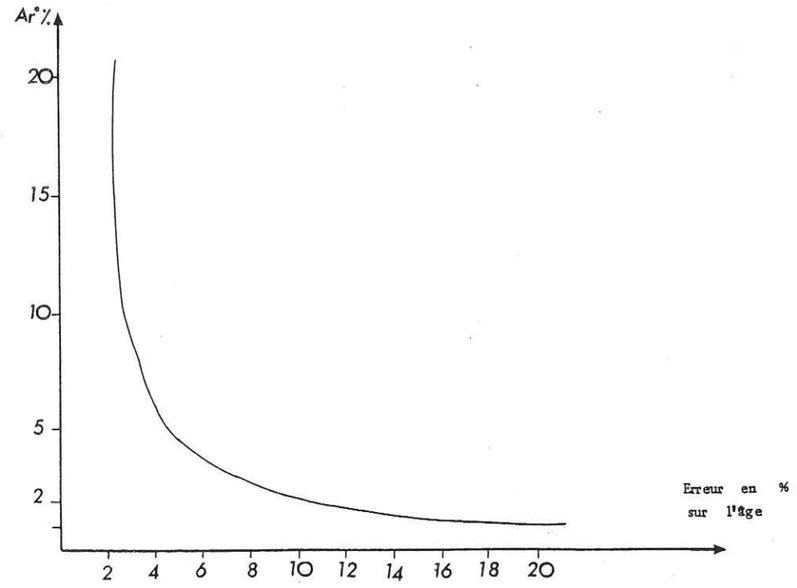


Fig. 21 . Erreur sur l'âge en fonction du taux d'argon radiogénique.

3.4. Traitements des échantillons.

A partir des données décrites dans les paragraphes précédents , on peut affirmer que toute dispersion supérieure à 0,15 % dans les mesures des rapports isotopiques d'un échantillon doit être recherchée dans la roche elle-même, ou dans sa préparation.

3.4.1. Excès d'argon - Préparation des échantillons.

Les problèmes dus à l'excès d'argon peuvent être résolus en enlevant les phénocristaux et les xénolithes des échantillons. Seule la mésostase est conservée (CASSIGNOL et GILLOT, 1982).

Le basalte de la coulée du Puy de la Vache (Massif Central), prélevé à Saint-Saturnin, a donné 30 000 $\pm$ 6 000 ans sur roche totale. Une fois les phénocristaux d'augite enlevés (5%), il donne 12 000 $\pm$ 6 000 ans. Un âge obtenu sur bois brûlé par ^{14}C donne 7 800 ans $\pm$ 300 . (CASSIGNOL et al., 1982).

De même, sur une vieille coulée de la Chaîne des Puys, prélevée à Egaules, la roche totale donne un âge variant de 110 000 à 380 000 ans. La mésostase donne un âge de 75 000 $\pm$ 8 000 ans, avec une dispersion des mesures ne dépassant pas la fourchette d'erreur (CASSIGNOL et al., 1982).

L'argon hérité se trouve dans les phénocristaux et dans les enclaves (CURTIS, 1966, DAMON, 1967, DALRYMPLE, 1969, MAC DOUGALL, 1969, KRUMMENACHER, 1970, GILLOT et al., 1982, CASSIGNOL et al., 1982). La mésostase et les minéraux formés tardivement, (sanidine) ne contiennent pas d'argon hérité. Dans le cas des xénolithes, l'argon provient de la désintégration du ^{40}K de la roche d'où est tirée l'enclave. L'argon hérité des phénocristaux proviendrait de la désintégration ^{40}K dans les chambres magmatiques. Il régnerait ainsi dans ces chambres de fortes pressions partielles d'argon, favorisant son piégeage dans les minéraux.

Le tri de la mésostase s'effectue sur la fraction 250 -500 μ de la roche totale, à l'aide de liqueurs denses (bromoforme ou di-iodométhane). Leur emploi n'influe pas les mesures (cf. paragraphe 3-6).

3.4.2. Conditions de prédégazage.

Le but du prédégazage est d'obtenir un échantillon le moins contaminé possible. L'argon de contamination est plus rapidement mobilisable que l'argon radiogénique lors d'un étuvage. Les températures de chauffage pratiquées peuvent atteindre 250°C. Deux phénomènes peuvent se produire lors d'un étuvage.

3.4.2.1. Fractionnement isotopique de l'argon de contamination.

MAC DOUGALL (1976) étuve les mêmes roches (laves mio-pliocènes d'Islande) à 100 et 250°C. Les échantillons étuvés à cette dernière température donnent des âges trop élevés, non reproductibles, avec des écarts de 10 % entre les taux d'Ar*. Les mêmes échantillons, étuvés à 100°C. donnent des résultats reproductibles. L'étuvage est donc responsable de la dispersion des résultats.

En effet, l'argon 40 et l'argon 36 n'ont pas le même comportement vis-à-vis de la température de prédégazage . Il y a départ préférentiel d'argon 36 lors du chauffage de l'échantillon. Ce phénomène tend à enrichir préférentiellement le milieu en isotope 40, et donc à le vieillir artificiellement (MAC DOUGALL, 1976, BAKSI, 1974, GOURINARD, 1975).

3.4.2.2. Départ de l'argon radiogénique.

ODIN et al. (1976) observent que le minéral-étalon Gl-O, chauffé à 250 - 300°C pendant 15 heures, perd de l'argon radiogénique : 20,9 10^{-6} cc/g de roche au lieu de 24,8 10^{-6} cc/g normalement.

CASSIGNOL et GILLOT (1982) observent qu'un départ d'argon radiogénique peut se produire lors d'un étuvage : le même échantillon (basalte microlitique), chauffé à 200°C, ou laissé à la température ambiante, donnera des âges différents : 1,7 Ma et 2,3 Ma, alors que le rapport isotopique 38Ar/36 Ar est dans les deux cas de composition atmosphérique.

Au C. F. R., le spectromètre de masse est capable de détecter des taux d'argon radiogénique très faibles (0,15 %). Le choix s'est alors porté sur un prédégazage à la température ambiante .Ainsi la composition isotopique de l'argon de contamination est-elle moins sujette à caution.

3.5. Manipulations mode opératoire.

Huit modules peuvent être fixés sur la ligne de prédégazage.

Un module est constitué par (fig.**22**)

- un four cylindrique en verre, contenant le creuset en molybdène dans lequel l'échantillon sera placé (poids maximal : 20 grammes). Un creuset ne sert qu'une fois ;
- un doigt de silice contenant des grains de charbon actif et un autre du titane
- un dispositif nommé "queue de cochon", qui servira lors de la mesure du spectromètre de masse ;

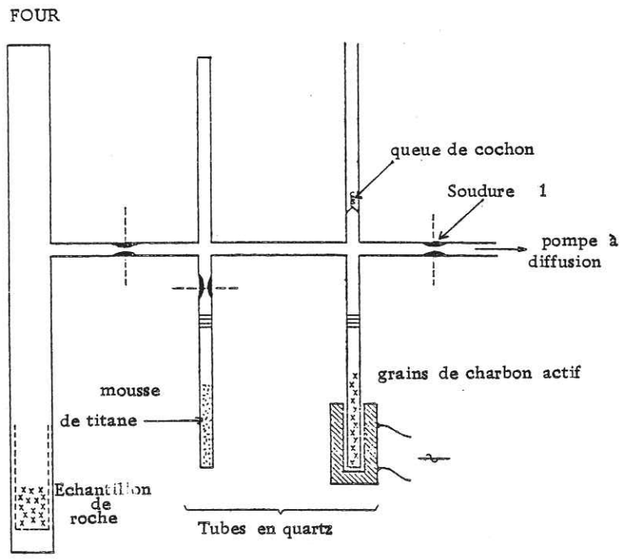
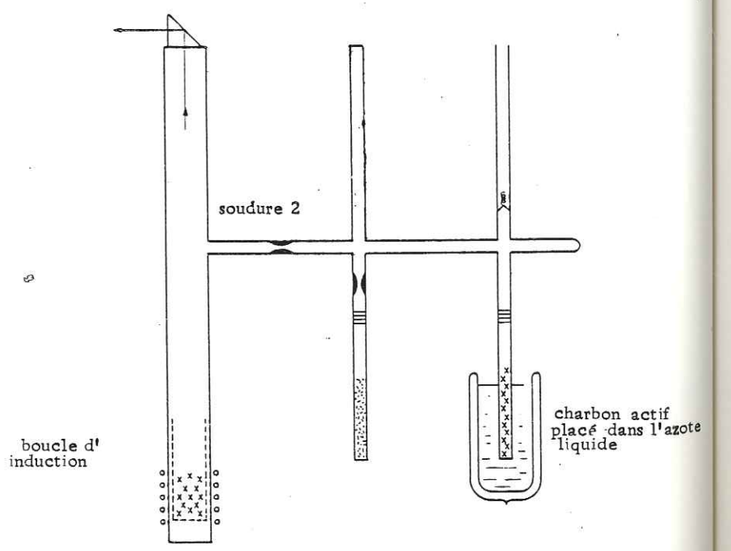


Fig. 22 . Schéma d'un module. Stade du prédégazage. (d'après CASSIGNOL et al. 1978)

Fig. 23 . Schéma d'un module.

Stade de la fusion de l'échantillon. (d'après CASSIGNOL et al ., 1978)



- une tubulure en verre assemblant le tout, et pourvue de rétrécissements servant à séparer les différentes parties du module après leur utilisation.

3.5.1. Prédégazage. (fig. 22)

Les modules sont montés sur la rampe de prédégazage. Les charbons sont portés à 500°C pendant 24 heures, puis les titanes sont portés à 900°C. Ceci ne se fait pas simultanément pour éviter de contaminer les titanes par ce qui sort des charbons. L'échantillon est prédégazé à la température ambiante. La ligne elle-même est étuvée pendant toute l'opération.

Quand le prédégazage est terminé, avant de séparer les modules de la ligne (soudure 1), le pompage par diffusion est isolé, le vide est parachevé par cryopompage sur charbon actif. Il permet d'assurer un vide propre puisqu'il n'utilise pas de fluide moteur. Il consiste en un doigt de silice dans lequel est placé du charbon actif, porté à la température de l'azote liquide.

3.5.2. La fusion. (fig. 23)

Le four en verre contenant le creuset est placé à l'intérieur d'une boucle d'induction reliée à un générateur haute-fréquence. Le charbon actif est plongé dans l'azote liquide. Il recueillera les gaz relâchés par l'échantillon pendant sa fusion. Le titane reste à la température ambiante. A la fin de l'opération, on sépare le four du reste du module (soudure 2).

3.5.3 Purification (fig. 24)

Le titane est placé dans le four à 850°C, le charbon est porté à la température de 350°C et relâche tous ses gaz. Les gaz actifs vont être piégés par le titane à 850°C ; en se refroidissant, celui-ci piège l'hydrogène. Cette opération dure une heure en général.

A la fin de la purification, on sépare le doigt de titane du reste du module (soudure 3), alors que le charbon actif est placé dans l'azote liquide.

3.5.4. Mesures au spectromètre de masse. (fig. 25)

Les modules sont rassemblés par peigne de 8 unités. Celui-ci sera monté sur la rampe d'introduction au spectromètre de masse. La portion de rampe où sont montés les peignes est étuvée pendant une nuit sur getters.

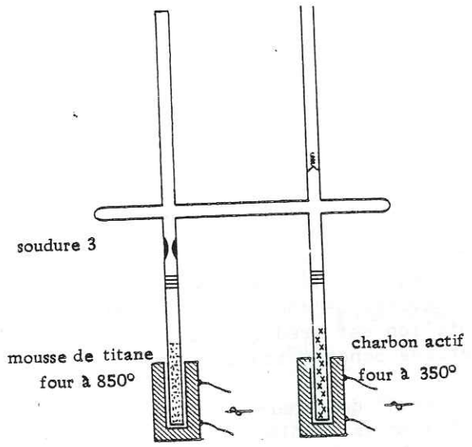


Fig. 24 . Schéma d'un module.
Stade de la purification. (d'après CASSIGNOL et al., 1978)

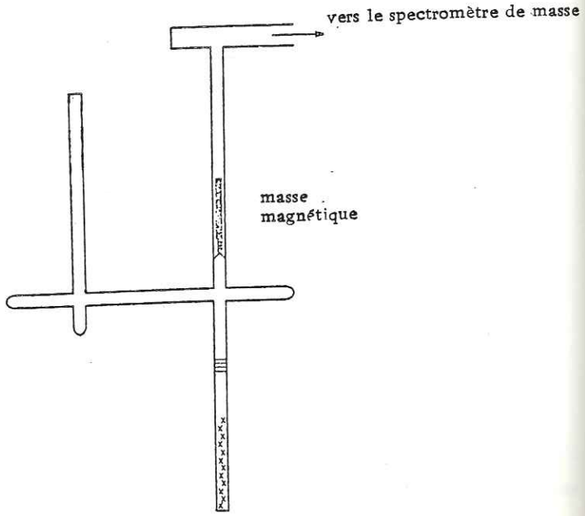


Fig. 25 . Schéma d'un module.
Stade de la mesure
(d' après CASSIGNOL et al., 1978)

Le résidu d'argon est ensuite éliminé par pompage à diffusion, et parachevé par cryopompage.

3.5.4.1. Description de la rampe d'introduction. (fig. 26)

Derrière la vanne 10 (V10), se trouve la portion de rampe où sont montés les peignes (M).

La vanne 12 donne accès au système de pompage dynamique (pompe à diffusion d'huile : DP, pompe à palettes : MP . La vanne V2 donne accès au spectromètre de masse MS, avec sa pompe cryogénique (FACT), et la vanne V3 au volume variable (VV).

Derrière V4 et V5, deux doigts de silice contiennent des charbons actifs (C 1 et C 2), et derrière V 11, la pompe cryogénique C3.

Enfin, derrière V8, V9 et W sont placées diverses bonbonnes.

- B 1 et B 2 sont les bonbonnes d'argon atmosphérique, pipetté en quantité donnée, mais différente pour chacune d'elles grâce aux doubles vannes W 1 et W 2 ;

- le dispositif de la bonbonne E 1 permet de prélever l'atmosphère du laboratoire et de purifier des quantités constantes d'argon. La bonbonne E 2, qui contient de l'argon atmosphérique, permet d'introduire directement dans la rampe d'introduction une quantité connue d'argon. La bonbonne E 2 est remplie grâce au dispositif de E 1 ;

- la bonbonne A contient l'argon 40 qui servira lors de l'établissement du niveau de la ligne de base de l'argon 36.

Remarque : Des getters, (g_1 à g_{13}), sont placés dans toutes les portions de lignes isolables par vannes pour assurer partout le vide résiduel le plus bas possible.

Le pompage final de la ligne d'introduction est toujours terminé par un pompage cryogénique, pour les raisons invoquées au paragraphe 3.5.1. La cellule du spectromètre est elle aussi équipée d'un dispositif de cryopompage (fig. 27). Il permet de vider complètement la cellule du spectromètre en vingt secondes. On introduit le gaz à mesurer immédiatement après, par une vanne à voie de 20 mm (V_2). Cette vitesse de manoeuvre permet de laisser vide le spectromètre de masse le moins longtemps possible, et de limiter l'évolution de la mémoire. (cf. paragraphe 3.1.2.3) Les pompes cryogéniques sont régénérées en les réchauffant sous pompage à diffusion. Cela se fait à chaque changement de peigne.

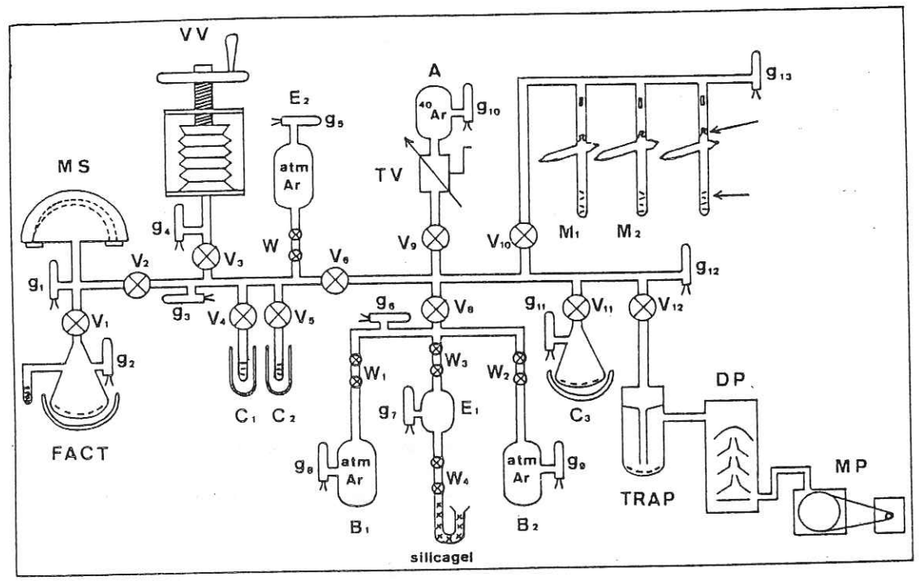
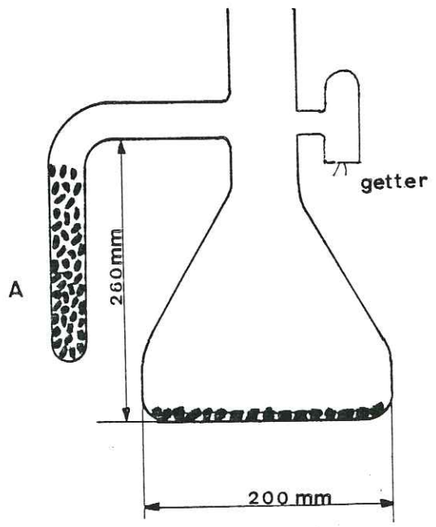


Fig. 26 . Schéma de la rampe d'introduction. (CASSIGNOL et GILLOT , 1982)

Légende: MS spectromètre de masse ; FACT:pompe cryogénique ; VV:volume variable .
B et E : bonbonnes ;C: doigts de silice contenant du charbon actif ;
A: bonbonne d'argon 40 ;
V:vannes ; W:doubles vannes ;TV : vanne-fuite réglable;
DP:pompe à diffusion d'huile, MP:pompe à palettes;
M: modules;
g:getters

Fig. 27 . Dispositif de cryopompage de la cellule du spectromètre de masse. (d'après CASSIGNOL et al., 1978)



3.5.4.2. Mesures.

La portion de rampe où se situent les peignes est isolée (V10), la queue de cochon cassée, et les gaz libérés continuent d'être purifiés par les getters. Le reste de la rampe d'introduction est soumise à un cryopompage.

Puis, on isole les parties de rampe ne servant pas (V9, V3, V2, V8, V11, V12, V5) pendant le temps que les gaz vont être attirés sur charbon actif. Pour ce faire, on ouvre V10. Le gaz va être attiré par le charbon actif C1 placé dans l'azote liquide (99 % des gaz sont attirés). Le reste du gaz va être attiré par le second charbon actif C2 mis en service cinq minutes après le premier.

L'hélium est alors éliminé (cf. paragraphe 2.2). Les charbons actifs C1 et C2 restent dans l'azote liquide. On ouvre alors la vanne V12 (pompage dynamique), pendant 5 minutes. L'hélium est pompé. Comme d'habitude, on finira sur le pompage cryogénique. On répète cette opération deux fois.

Le gaz est alors prêt pour la mesure. On a vérifié auparavant que toutes les parties de la rampe avaient été soumises au cryopompage.

On introduit en général le gaz dans le spectromètre de masse en utilisant le petit volume, (V6, W, V9, V2) en se réservant la possibilité d'une introduction dans un volume plus grand, en ouvrant V6 vers le volume compris entre V9, V10, V11, V12, ou voire de procéder par détentes successives. Ces manoeuvres ne provoquent pas de fractionnement isotopique.

L'introduction des gaz dans la cellule se fait par la vanne V2, et l'équilibre est immédiat. La mesure commence après celle-ci, la cellule est vidée par cryopompage (FACT). L'argon atmosphérique est pipetté de B1 ou B2 par les doubles vannes. La hauteur du signal de l'argon 40 est alignée sur la valeur de l'argon 40 de l'échantillon grâce au volume variable.

La dose calibrée pipettée de E2 et étalonnée grâce au minéral-étalon gl-0, est introduite dans le même volume que l'échantillon, ce qui permet la comparaison directe de signaux d'argon 40. Pour cette comparaison on tient compte de la réponse du spectromètre de masse pour des doses pipettées de B1 ou B2 et introduites successivement (linéarité).

3.6. Exemples comparant deux méthodes géochronologiques appliquées aux âges jeunes : le ^{14}C et la thermoluminescence.

3.6.1. Comparaison avec le ^{14}C. âges zéro.

Des datations sont faites sur mésostase ou sur minéraux (sanidine ou leucite) de roches d'âge historique ou datées par ^{14}C. (GILLOT et al., 1982. tableau **7**)

Les résultats révèlent la bonne concordance entre les deux méthodes. La validité des procédures employées (prédégazage de l'échantillon à la température ambiante, tri de la mésostase...) est mise en évidence par les résultats sur les âges zéro.

3.6.2. Comparaison avec la thermoluminescence. (tableau **8**).

GUERIN et al. (1981) ont comparé les âges obtenus grâce à la thermoluminescence et au potassium-argon, sur les laves du Mont Dore et du Cézallier. Les résultats sont résumés sur le tableau **8.** Les coulées 30 R et 30N, datées par les deux méthodes, ont donné des âges très concordants, ce qui a permis aux auteurs d'utiliser la moyenne des deux résultats.

4. RESULTATS

4.1. Mesures des âges zéro.

Avant de commencer l'étude chronométrique d'une province volcanique, il est nécessaire de déterminer la précision que l'on peut espérer obtenir des matériaux échantillonnés.

Dans le Sud de la Basse-Terre, l'abondance des pyroclastites marquant la chaîne andésitique de Bouillante et le début du cycle éruptif récent, et l'absence de repères chronologiques nous ont conduit à savoir s'il était possible de dater les ponces.

Des mesures ont été faites sur des échantillons d'âge zéro ou datés par ^{14}C par l'intermédiaire de bois brûlés (ponces du XVIe siècle, ponces du Carbet datées à 20 000 ans). L'argon analysé dans les ponces du XVIe siècle est de moins de 0,15 % (limite de détectabilité). Toutefois, la grande quantité d'argon total que contiennent ces ponces ne permet pas d'espérer une grande précision sur l'âge : la limite d'analyse est de $\pm$ 65 000 ans pour le taux limite de 0,15 % d'argon radiogénique. De plus, dans ce cas de ces échantillons contaminés et vésiculaires, de petits effets de fractionnement sont toujours à craindre lors du prédégazage, l'argon 36 étant plus labile que l'argon 40. Cela rend les mesures illusoires, surtout dans la période de temps où elles sont supposées s'être mises en place (500 000 - 35 000 ans).

	Matériel (% K)	$^{40}Ar^*$ (%) ($\pm$ 0,2)	$^{40}Ar^*$ $10^{10}at.g^{-1}$	Age K.Ar Milliers d'années	Age connu (années)
A	Mésostase (6,00)	0,04	< 3,2	<5,1	1302 AD
		0,00	< 2,5	<4,0	
	Sanidine (9,00)	0,18	1,1	1,2 $\pm$ 1,3	
		0,00	< 1,3	<1,5	
B	Sanidine (10,55)	0,90	3,6	3,3 $\pm$ 0,8	3,700 $\pm$ 200 ^{14}C
		1,18	4,7	4,2 $\pm$ 0,8	
C	Sanidine (10,54)	10,43	17,0	15,4 $\pm$ 0,7	entre 11 000 et
		8,80	15,5	14,1 $\pm$ 0,7	12 000 a (^{14}C)
		3,55	16,7	15,1 $\pm$ 0,9	
D	Sanidine (11,19)	8,90	40,7	34,8 $\pm$ 0,9	entre 28 000 et
		9,70	39,8	34,0 $\pm$ 0,9	35 000 a ^{14}C
E	Mésostase (5,00)	0,05	<2,1	<4,0	1944 AD
	Leucite (15,00)	0,00	<7,9	<5,0	
F	verre (5,00)	0,00	<1,1	<2,0	autour de 1,400a BP
		0,08	<1,6	<3,0	
G	Mésostase (5,00)	0,25	0,8	1,5 $\pm$ 1,2	flanc du Volcano
		0,29	0,9	1,7 $\pm$ 1,2	moderne
	Sanidine (10,00)	0,00	<1,6	<1,5	
H	Mésostase (4,03)	0,20	2,1	5,0 $\pm$ 5,0	Base du Stromboli
		0,25	2,7	6,5 $\pm$ 5,0	moderne
I	Mésostase	0,00	<1,1	<7,0	1971 AD
J	Mésostase	0,00	<0,8	<5,0	XVe siècle AD
K	Mésostase	0,60	1,9	13,0 $\pm$ 4,3	7 800 $\pm$ 300 ^{14}C
		0,35	1,3	9,5 $\pm$ 5,4	

A:coulée d'Arso(Ischia).B:dôme trachitique de Caprara,Champs Phlégréens.
C:niveau de ponces corrélé avec le Tuf Jaune Napolitain,Champs Phlégréens.
D:ignimbrite campanienne.E:coulée de 1944 du Vésuve.F:Obsidienne , Lipari.
G:coulée trachitique du flanc sud du Volcano moderne,îles éoliennes.
H:coulée de shoshonite de la base du Stromboli moderne.I:coulée de l'Etna de 1971.J:coulée du VI°siècle de l'Etna.K:coulée du Puy de la Vache Massif Central.

Tableau **7** .Comparaisons entre âges ^{14}C , données historiques et âges potassium-argon.(GILLOT et al.,1982)

Analyses par spectrométrie γ

	U (10^{-6})	Th (10^{-6})	K (%)
30 R.....	2,08±0,10	7,38±0,40	1,54±0,06
30 N.....	2,19±0,10	7,71±0,42	1,58±0,06

Ages « thermoluminescents »

	Paléodose (krad)	D_e (mrad/an)	D_β (mrad/an)	D_γ (mrad/an)	Age B.P (10^3 ans)
30 R.....	19,71± 1,28	134,8± 22,7	178,6±5,3	100,0±2,8	46,0± 3,9
30 N.....	23,40± 1,25	152,7± 23,5	184,5±5,3	104,0±2,9	51,3± 4,1

Ages « potassium-argon »

		1	2	3	4
	K(%)	^{40}Ar(%)	^{40}Ar (10^{10} at.g^{-1})	Ages (10^3 ans)	Ages moyens
30R°.....	1,65±0,10	1,7	7,98	46,3± 5,4	45,8± 4,5
		2,0	7,82	45,4± 4,5	
30N°.....	1,65±0,06	1,7	9,05	52,8± 6,1	51,9± 4,4
		1,6	8,74	51,0± 6,3	

Tableau **8** .Comparaisons entre âges obtenus par thermoluminescence et âges obtenus par potassium-argon.(GUERIN et al.,1981).
30 R,30 N : deux couleés superposées dans la vallée de la Rhue.

Le même test a été effectué sur des coulées de laves d'âge connu par ^{14}C (PATERNE, 1980). Il s'agit des coulées de SCHOELCHER (n° 1), L'Habituée (n° 1A), appartenant à l'épisode Madeleine supérieure, daté entre 12 700 et 8 500 BP. Les résultats obtenus sont résumés sur le tableau, ci-après :

N°	Localisation	âge ^{14}C	nombre d'atomes $^{40}Ar^*/g$	Limite de détectabilité : 0,15 % Ar^*	résultats
1	SCHOELCHER	12 700 - 8 500 ans	2,27 10^{13} at.	< 0,15 %	< 35 000 ans
1A	HABITUEE	12 700 - 8 500 ans	7,38 10^{12} at.	< 0,15 %	< 10 000 ans

La coulée de Schoelcher, très vacuolaire, présente un taux de contamination plus important que la coulée de L'Habituée, massive.

Les résultats obtenus nous ont incité à ne travailler que sur des coulées de laves les plus massives possible.

4.2. Résultats.

Les âges des échantillons que nous avons datés sont inscrits dans le tableau 9 .

Echantillon	Localisation	Formation	Phase analysée	% K	% $^{40}Ar^*$	âges (ans)
N 1105	Morne Goyavier	Cycle récent	Mésostase	1,214 %	1,345 1,131	108 000 ± 11 000 93 000 ± 9 000 100 000 ± 10 000 ans
S 1201	Carbet (3ème chute)	Pitons de Bouillante-Sans-Toucher	Mésostase	1,006 %	3,76 5,55	132 000 ± 6 000 127 000 ± 4 500 129 000 ± 5 000 ans
K 1401	Coulée du Fond Bernard	Cycle récent	Mésostase	0,926 %	4,151 3,54	149 000 ± 6 000 137 000 ± 6 000 143 000 ± 6 000 ans
30 A	Tuf	Chaîne andésitique de Bouillante	verre	1,624 %	11,07 9,813	334 000 ± 8 000 316 000 ± 8 000 325 000 ± 8 000 ans
24	Tarare-Morandais	Chaîne andésitique de Bouillante	Mésostase	0,711 %	2,74 2,81	855 000 ± 50 000 872 000 ± 50 000 863 000 ± 50 000 ans
J 101	Pointe Vieux Fort	Monts Caraïbes	Mésostase	0,644 %	5,61 5,46	469 000 ± 16 000 475 000 ± 16 000 472 000 ± 16 000 ans
J 301	Pointe Mazarin	Monts Caraïbes	Mésostase	0,408 %	3,485	555 000 ± 26 000
E 1101	Coulée du Plessis	Pitons de Bouillante-Sans-Toucher	Mésostase	0,745 %	7,22	600 000 ± 17 000
J 1401	Morne Montval	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,735 %	11,5 14,8	630 000 ± 15 000 613 000 ± 15 000 620 000 ± 15 000 ans
J 1201	Saut d'eau du Matouba	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,488 %	12,4 17,10	642 000 ± 13 000 616 000 ± 14 000 629 000 ± 13 000 ans
D 1402a	Morne Davi	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,866 %	2,24 2,44	721 000 ± 47 000 750 000 ± 48 000 735 000 ± 47 000 ans
D 1301	Grande Rivière des Vieux-Habitants	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,733 %	12,92 10,72	777 000 ± 18 000 792 000 ± 20 000 784 000 ± 19 000 ans
G 1501	Habitation Grivelière	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,583 %	22,51 21,64	955 000 ± 20 000 944 000 ± 20 000 949 000 ± 20 000 ans
H 1702	Morne Soldat	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,516 %	7,14 8,36	1 030 000 ± 30 000 1 017 000 ± 20 000 1 023 000 ± 25 000 ans

Tableau 9 Ages obtenus par la méthode K.Ar

II LA THERMOLUMINESCENCE

1. INTRODUCTION.

Dans l'histoire récente de la Guadeloupe, les ponces représentent une fraction très importante des produits émis et la chronologie des événements éruptifs passe par la connaissance de l'âge de ces ponces, ce qui permettrait leur corrélation.

La méthode potassium-argon ne permettant pas, dans la fourchette de temps qui nous intéresse (35 000 - 500 000 ans), de dater ces ponces, nous avons utilisé la thermoluminescence, développée au Centre des Faibles Radioactivités (C.F.R.), où des études sur des quartz ont permis des datations de coulées de laves (VALLADAS et GILLOT 1978, GILLOT et al.1978).

2. LE PRINCIPE DE LA THERMOLUMINESCENCE.

2.1. Le principe de base.

Certains minéraux, le quartz, la fluorine, le feldspath par exemple, émettent de la lumière quand on les chauffe, et quand ils ont été préalablement soumis à un rayonnement nucléaire. Au cours d'une seconde chauffe, ils n'émettent plus de lumière, mais en émettent à nouveau, après une nouvelle irradiation. Ce phénomène est appelé thermoluminescence.

Dans la nature, les roches sont continuellement irradiées par les radioéléments qu'elles contiennent, l'uranium, le thorium et leurs descendants, et le potassium 40. Ces radioéléments ionisent les atomes, et les électrons libérés se fixent dans des défauts du système cristallin des minéraux (appelés pièges), d'où ils ne peuvent sortir sans apport d'énergie. Le nombre d'électrons piégés croît avec le temps, puisque le rayonnement ne cesse d'agir. Lors d'une chauffe, les électrons libérés de leur piège retrouvent les atomes qui les avaient perdus. Au cours de cette réorganisation, ils excitent des centres luminogènes. La quantité de lumière émise est d'autant plus grande que la quantité de rayonnement a été plus importante, et donc que le temps d'irradiation a été plus long.

La quantité de rayonnement reçue par le cristal est exprimée par la dose d'irradiation. Lorsque le rayonnement a perdu 100 ergs/gramme de matière traversée, celle-ci a reçu par définition un rad.

Les familles de l'uranium et du thorium émettent des rayonnements α, β et γ, et le potassium 40 des rayonnements β et γ. A cela, il convient d'ajouter les rayonnements cosmiques. Si l'on utilise les doses spécifiques délivrées par les différents rayonnements des familles radioactives et du potassium (BELL, 1979) pour calculer la dose annuelle reçue par la lave, on constate que 70 % environ de la dose reçue provient des α. Cependant, l'expérience a montré (AITKEN, 1975) que ceux-ci produisent moins de thermoluminescence que les β (dix fois moins environ à dose égale). Il en résulte que la contribution des α à la dose annuelle totale ne représente que 30 %, le reste étant dû aux β, aux γ et aux rayonnements cosmiques. De plus, les α ont un parcours moyen de l'ordre de 10μ, celui des β et des γ atteignent respectivement 1 mm et 30 cm, dans des corps de densité 2,8. Les α pénétrent donc peu les gros minéraux et n'y laissent qu'une faible dose moyenne.

En évaluant par l'intensité de la thermoluminescence la dose reçue par le minéral depuis la dernière chauffe (appelée paléodose D), et en calculant la dose reçue annuellement (dose annuelle d), on peut déterminer l'âge du minéral :

$$\text{Age} = \frac{D}{d}$$

Pour les roches volcaniques, la paléodose D correspond à la dose reçue depuis leur mise en place.

La datation par thermoluminescence met en oeuvre :

- un tri du minéral et sa préparation,
- la mesure de la paléodose et le calcul de la dose annuelle.

2.2. Mesure de la thermoluminescence (TL) (fig. 28)

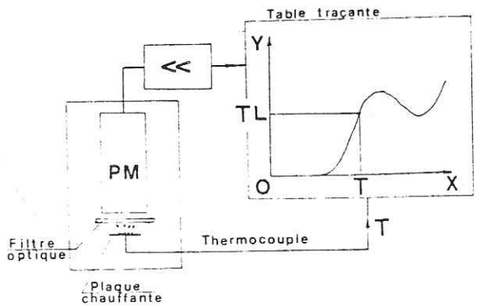


Fig. 28 . Schéma de l'appareil de mesure de thermoluminescence.
(VALLADAS 1979)

L'échantillon est placé sur une plaque chauffante, dans une enceinte obscure. La montée en température se fait en présence d'un gaz inerte, afin d'éviter l'action de l'oxygène qui favorise la triboluminescence, laquelle résulte du traitement mécanique subi par le minéral. Un photomultiplicateur détecte les photons émis par l'échantillon, et les transforme en impulsions électriques. Les courbes de TL sont obtenues sur une table traçante XY, dont l'axe des X est associé à la température et l'axe des Y à l'émission lumineuse. La vitesse de montée en température est ordinairement voisine de 10° C/ seconde.

Seule la thermoluminescence développée à température élevée ($>$ 300°C) peut être reliée à la dose totale. En dessous de cette température, la thermoluminescence enregistrée ne correspond qu'à une fraction de la dose reçue, une partie des électrons piégés ayant été libérée spontanément au cours du temps. Ce phénomène est appelé fading thermique.

Un exemple de courbe de thermoluminescence est donné en figure 30. La courbe 1 représente la thermoluminescence naturelle (TLN) d'un échantillon de quartz. Elle présente un pic marqué vers 400°C, puis l'émission thermique du support croît rapidement au-delà de cette température ("corps noir"). Une deuxième chauffe de l'échantillon ne montre plus de thermoluminescence, et seule l'émission thermique du support se répète (courbe 2). Après une irradiation artificielle au laboratoire du même échantillon, suivie d'une nouvelle chauffe, on enregistre la courbe 3 qui montre le même pic vers 400° C que la courbe de TLN.

Le test du plateau permet de vérifier, comme on le verra plus loin, que la paléodose D est indépendante de la température à laquelle la thermoluminescence a été mesurée. Cela revient à contrôler que la thermoluminescence naturelle a bien pour origine l'action du rayonnement : la TLN a alors le même profil en fonction de la température que la thermoluminescence artificielle (TLA). Le rapport TLN/TLA est alors constant en fonction de la température. (fig 29)

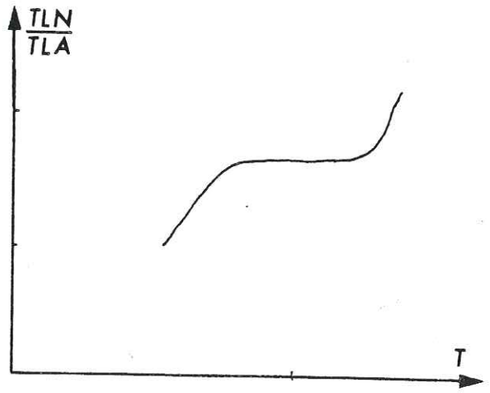


Fig. 29 . Test du plateau

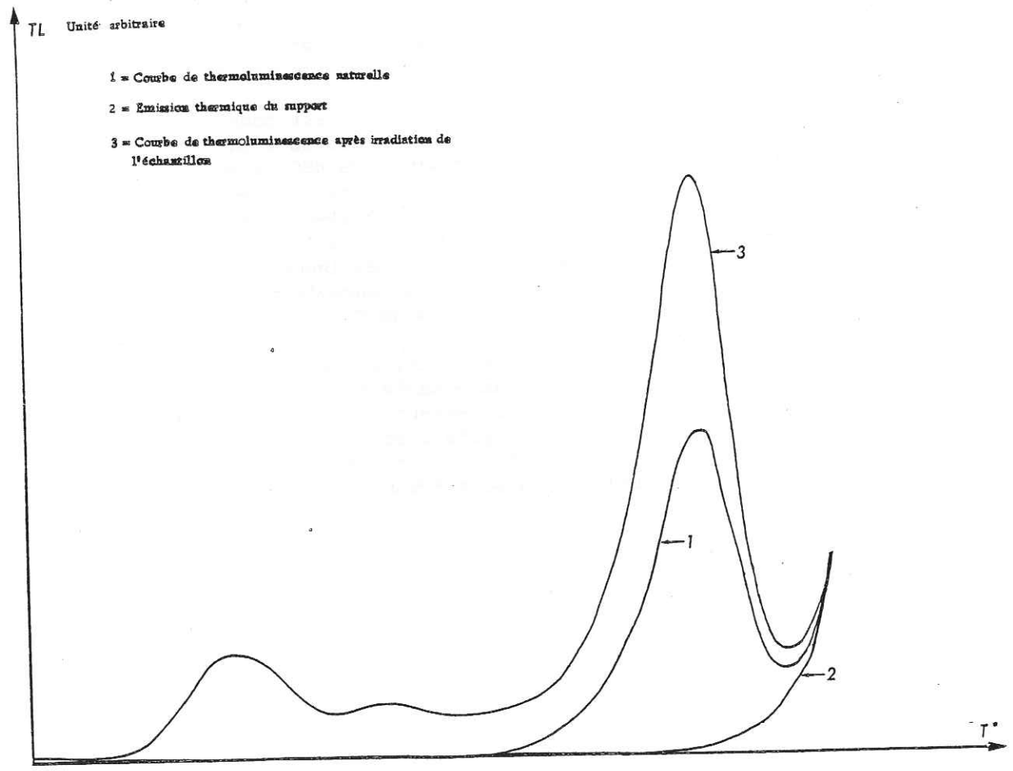


Fig. **30** . Courbes de thermoluminescence .

L'étude des variations de la TL avec la dose montre en général, aux faibles doses, une variation de la thermoluminescence de type parabolique, montrée par la figure **31** .

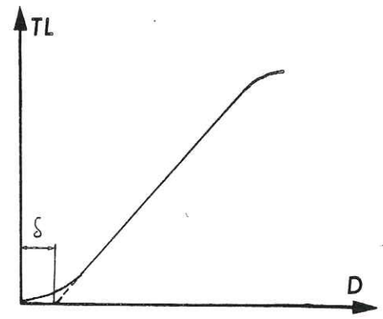


Fig. **31**

Comportement supralinéaire aux faibles doses .

Ce comportement est dit supralinéaire et oblige d'ajouter à la paléodose la dose δ obtenue par extrapolation de la partie linéaire de la courbe. (FLEMMING, 1970).

3. PREPARATION DES ECHANTILLONS, MESURE DE LA PALEODOSE - CALCUL DE LA DOSE ANNUELLE.

3. 1. Choix des échantillons.

Une étude menée sur les plagioclases extraits des laves de Guadeloupe (GUERIN, PETIT, 1983), a montré qu'ils ont une faible sensibilité au rayonnement, et que la TL cesse de croître à des niveaux de doses faibles (phénomène appelé saturation de la TL). Dans ces conditions, la précision d'un âge est limitée à 20 % entre 100 000 et 700 000 ans B.P. En dessous de 100 000 ans, la TL ne représente qu'un ordre de grandeur. Le choix de l'échantillonnage s'est porté sur les quartz des ponces dacitiques (cf. chapitre 1). Les trois quartz sélectionnés sont extraits des échantillons suivants :

- ponces soyeuses de la carrière Danoy (F 802 g1),
- ponces dacitiques à quartz de l'Anse des Pères (P 301a),
- ponces à quartz de Montval .

La ponce soyeuse de la carrière Danoy contient des quartz automorphes, bipyramidés, assez limpides, de dimension supérieure au millimètre. Dans les autres échantillons, les quartz sont brisés, plurimillimétriques, limpides. Les ponces présentent un aspect frais, à part celle de Montval.

3.2. Préparation des échantillons.

Pour obtenir une population suffisamment homogène, nous avons trié les quartz de dimension comprise entre 1 et 2 mm. Il en résulte un rapport assez bien défini entre la dose β moyenne reçue par les grains, et celle régnant dans la ponce. Rappelons qu'une partie du rayonnement ne pénètre pas entièrement le grain. De plus , la contribution des α est négligeable en raison de leur faible parcours.

Après un broyage doux au mortier d'agate, pour rendre négligeable la triboluminescence, seule la population 125-80 a été conservée.

3.3. Mesure de la paléodose.

3.3.1. Mesure de la thermoluminescence

. Conditions de mesure :

- masse de l'échantillon par mesure : 3 mg
- vitesse de chauffe : 10 °/s
- filtre optique : vert ($\lambda \simeq 550$ nm)

Celui-ci permet de sélectionner un pic de thermoluminescence vers 400° C, bien défini, libre de l'interférence des pics voisins (VALLADAS, 1980). De plus, le débit de dose de la source artificielle utilisée au laboratoire (200 rad/mn) est environ 10^9 fois plus intense que celui de la source naturelle de l'environnement du minéral. Il a été constaté cependant qu'à dose totale égale, les thermoluminescences engendrées par la source naturelle ou artificielle sont en général égales, en particulier dans le cas où un filtre vert est utilisé.

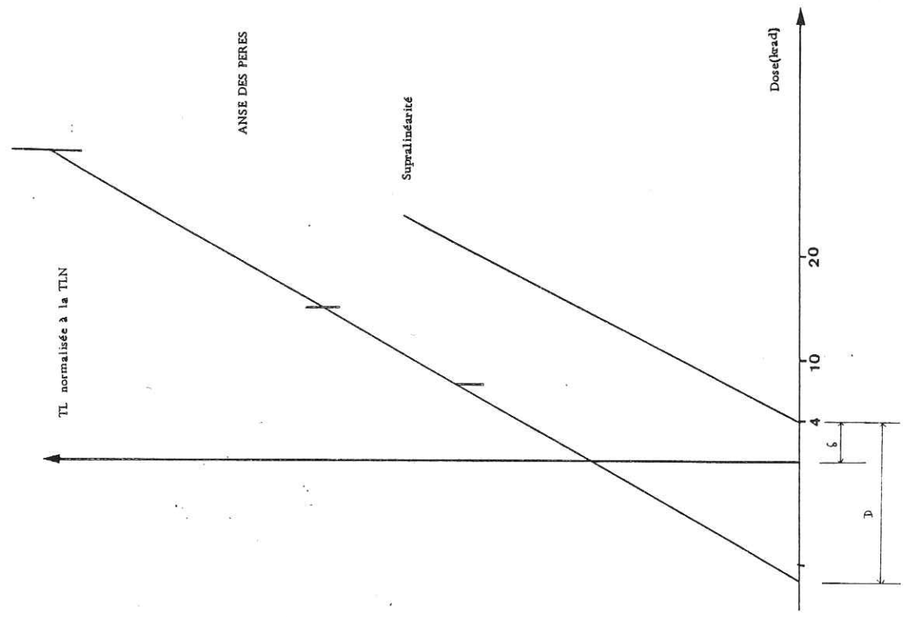
. On effectue d'abord les mesures de thermoluminescence naturelle , puis celles de thermoluminescence de l'échantillon exposé à des doses artificielles connues qui s'ajoutent à la dose D déjà reçue (paléodose). La figure **32** montre ces courbes de thermoluminescence relatives au quartz de l'anse des Pères (P 301). Les doses artificielles ajoutées à la paléodose D sont résumées dans le tableau ci-dessous :

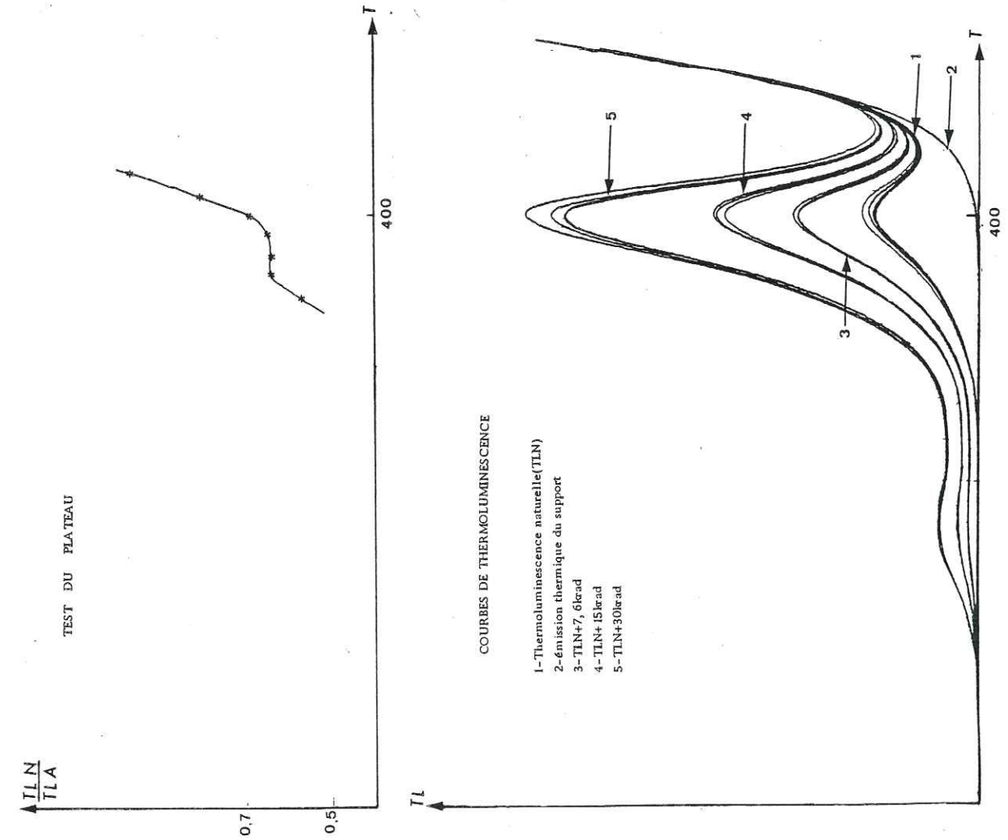
	Carrière Danoy	Anse des Pères	Morne Montval
doses (krad)	7,6 ; 15 ; 30	7,6 ; 15 ; 30	10 ; 20

Fig. **32** .Ccurbes de thermoluminescence relatives au quartz de l'anse des Pères.

Fig. **33** .Test du plateau sur la mesure de thermoluminescence du quartz de l'anse des Pères.

Fig. **34** .Mesure de la paléodose (anse des Pères).





. Le test du plateau étant positif, (figure 33), il est possible de construire le diagramme exprimant la TL en fonction de la dose (figure 34). On constate que l'intensité de la TL varie linéairement avec la dose, ce qui veut dire que le seuil de saturation n'est pas atteint ; donc une extrapolation linéaire est possible pour trouver la paléodose D.

3.3.2. Mesure de la supralinéarité.

A l'échantillon chauffé une fois sont appliquées des doses croissantes. Les courbes obtenues sont analogues à celles de la figure 32 . Le diagramme TL en fonction de la dose permet de connaître la dose δ . (figure 34)

3.3.3. Résultats

Les diagrammes 34, 35 et 36 montrent respectivement les déterminations des 3 quartz étudiés, tenant compte de la correction δ . Les résultats sont rassemblés sur le tableau n° 10

Tableau n° 10 - Paléodoses

	Ponces soyeuses de la Carrière Danoy F 802 g1	Ponces dacitiques à quartz de l'Anse des Pères P 301	Ponces à quartz de Montval 13
D	32 krad	11,2 krad	12,7 krad
δ	4 krad	4 krad	3 krad
D + δ	36 $\pm$ 2 krad	15,2 $\pm$ 1 krad	15,7 $\pm$ 1,0 krad

3.4. Calcul de la dose annuelle .

Elle consiste en la détermination de

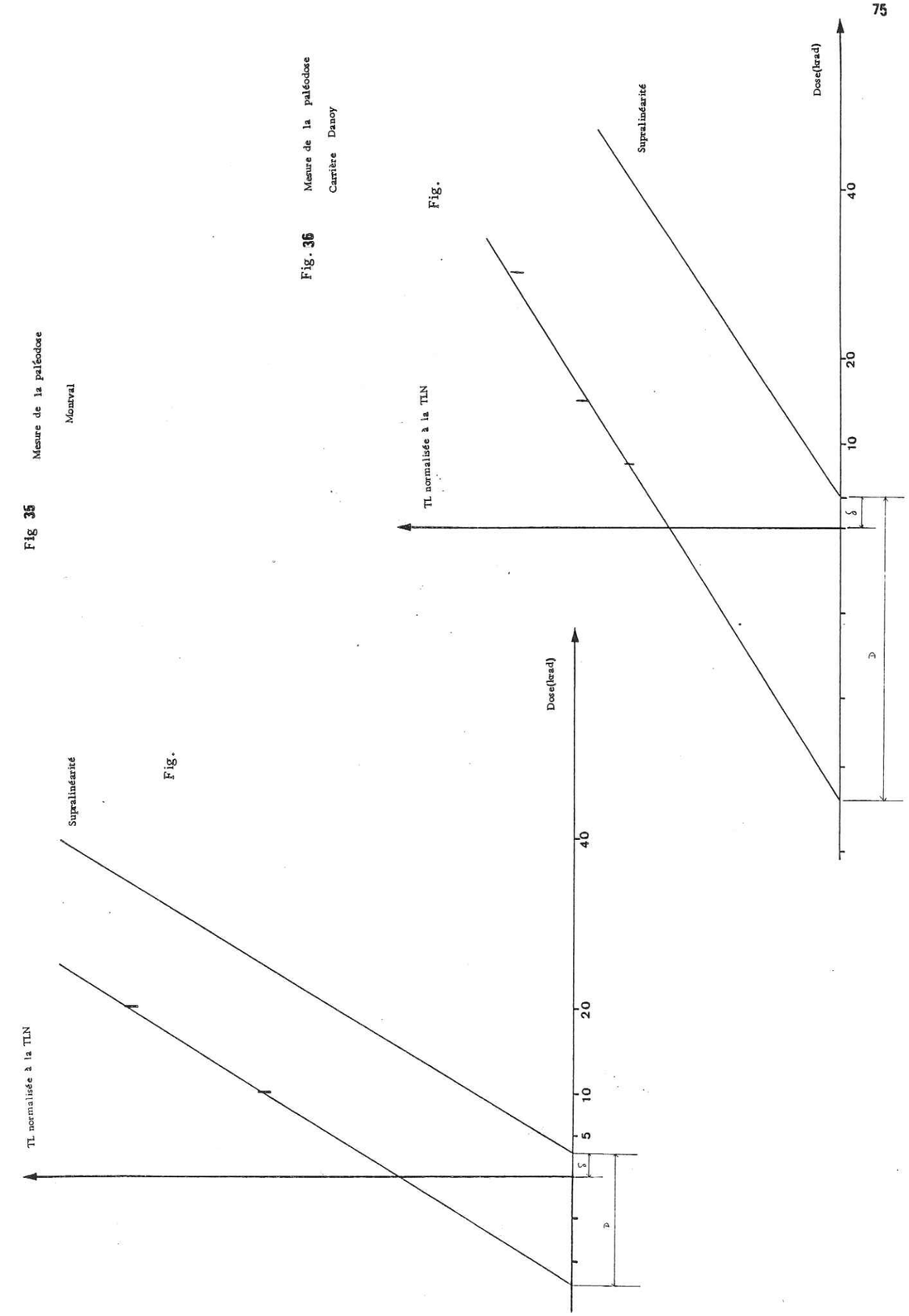
- d_i (dose interne), représentant l'action des rayons de faibles parcours (α et β)
- d_e (dose externe), représentant l'action des rayons γ et des rayons cosmiques.

La dose totale est $d = d_i + d_e$.

Nous allons détailler le calcul pour l'échantillon de l'Anse des Pères.

Fig 35 Mesure de la paléodose Montval

Fig. 36 Mesure de la paléodose Carrière Danoy



3.4.1. Calcul de la dose interne d_j.

Elle va être calculée à partir des concentrations mesurées des radioéléments de la roche.

. La dose β moyenne reçue par un grain s'exprime par :

$$d_\beta = N_U \cdot d_U^\beta \cdot [U] + N_{Th} \cdot d_{Th}^\beta [Th] + N_K \cdot d_K^\beta \cdot [K]$$

N_u, N_{Th} et N_K sont les facteurs permettant de passer de la dose β moyenne dans la matrice à la dose β moyenne reçue par le grain de quartz. Par exemple, on a pour des grains supposés sphériques de diamètre moyen 1,93 mm, $N_u = 0,456$, $N_{Th} = 0,447$ et $N_K = 0,429$. Comme les grains ne s'éloignent pas d'une forme sphérique, l'erreur dépendant de l'hypothèse sphérique est pratiquement négligeable.

d_U^β, d_{Th}^β, d_K^β sont les doses annuelles émises respectivement par U, Th et ^{40}K.

$[U]$, $[Th]$ et $[K]$ sont les concentrations en U, Th et K de la roche.

Le bilan des doses annuelles spécifiques figure sur le tableau n° **11** , ci-après :

Tableau **11** Doses annuelles spécifiques (in BELL,1979)

	Doses (mrad/an)		
	d^α	d^β	d^γ
U/ppm	278,3	14,62	11,48
Th/ppm	73,8	2,86	5,14
K/%		83,07	24,92

Les doses émises par U et Th ont été calculées dans le cas où le seul élément gazeux des deux chaînes radioactives, le radon, reste piégé dans la roche.

Pour vérifier cette hypothèse, U et Th ont été dosés selon deux méthodes différentes :l'activation neutronique et la gammamétrie.

En effet, comparer les résultats obtenus nous indique l'état de déséquilibre des deux chaînes, l'activation neutronique dosant directement ces éléments, tandis que la gammamétrie les dose par l'intermédiaire des éléments de fin de chaîne, qui représentent 95 % de la dose γ totale dans le cas de l'uranium, et 65 % dans le cas du thorium. Le potassium a été dosé par absorption atomique et par gammamétrie. Les résultats obtenus sont donnés par le tableau **12** .

	Gammamétrie			Activité neutronique	Absorption atomique		Moyennes pondérées		
	U ppm	Th ppm	K %	U ppm	Th ppm	K %	U ppm	Th ppm	K %
P 301a				0,78	3,00	1,15			
Anse des Pères				10 %	10 %	2 %			
F 802g1 Carrière Danoy	1	3,2	1,2	0,88	2,85	1,33	0,96	3,12	1,3
	(7 %)	(7 %)	(5 %)	(10 %)	(10 %)	(2 %)	(5,7 %)	(5,7 %)	(1,85 %)
13 Montval	1,13	4,1	1,26			1,13			1,137
	(8,4 %)	(6 %)	(5 %)			(2 %)			(1,35 %)

Tableau n°**12**

Concentrations de U, Th, K des trois échantillons avec leurs erreurs (%)

Le fait que la concentration obtenue par gammamétrie soit compatible avec celle obtenue par activation neutronique permet de conclure que le radon est resté piégé dans la roche.

La dose β moyenne pour le quartz de l'anse des Pères est égale à
$d = 14,62 \times 0,78 + 2,86 \times 3 + 83,07 \times 1,15 = 115,5$ mrad.
A cause du diamètre moyen des grains de quartz égale à 1,93 mm, d_β se réduit à 49,97 mrad.

. La dose émise par les particules α est négligeable en raison de leur parcours petit par rapport à la taille des grains.

3.4.2. Calcul de la dose externe d_e.

La dose reçue par les grains est

$$d_\gamma = d_U^\gamma \cdot [U] + d_{Th}^\gamma \cdot [Th] + d_K^\gamma \cdot [K]$$

où d_U^γ, d_{Th}^γ et D_K^γ sont respectivement les doses annuelles émises par les radioéléments U, Th, ^{40}K.

$$d_\gamma = 11,48 \times 0,78 + 5,14 \times 3 + 24,92 \times 1,15 = 53,03 \text{ mrad}$$

La concentration des rayons cosmiques varie en fonction de la latitude, de l'altitude, de la profondeur du prélèvement (PRESCOTT et al., 1982). A la profondeur où ont été prélevés les échantillons (≃ 1m) et au niveau de la mer, les rayons cosmiques apportent une contribution de 13 mrad par an.*

Le tableau **13** indique les valeurs des doses annuelles reçues par les échantillons.

		U	Th	K	dose totale mrad
P 301 a	dose β	5,19	3,8	40,98	49,97
Ø = 1,93 mm	dose γ	8,95	15,42	28,66	53,03
	rayons cosmiques	13			13
	Total				116
F 802g$_1$	dose β	8,25	5,21	65,44	78,89
Ø = 1,27 mm	dose γ	11,02	16,03	32,39	59,44
	rayons cosmiques	15			15
	Total				153,68
13	dose β	8,51	5,96	47,88	62,35
Ø = 1,57 mm	dose γ	12,97	21,07	28,33	62,37
	rayons cosmiques	20			20
	Total				144,72

Tableau **13** Doses annuelles reçues par les échantillons, exprimées en mrad.

*La variation en fonction de la latitude est négligeable dans cette région.

3.4.3. Effet de l'imprégnation en eau dans le calcul de la dose annuelle.

Jusqu'à présent, nous avons supposé les ponces sèches. Mais, si elles contiennent de l'eau, l'action des rayonnements est modifiée. Il faut alors appliquer la formule suivante : (ZIMMERMAN, 1971)

$$\text{dose dans échantillon humide} = \frac{\text{dose dans échantillon sec}}{\left[\frac{\text{poids humide}}{\text{poids sec}} - 1\right] \times \alpha + 1}$$

où $\alpha = \dfrac{\mu \text{ eau } (g/cm^2)}{\mu \text{ éch. sec } (g/cm^2)} = 1,14$ dans le cas des rayonnements γ

μ = coefficient moyen d'absorption des γ.

et où $\alpha = \dfrac{\left[\frac{dT}{dx}\right]_{eau} (g/cm^2)}{\left[\frac{dT}{dx}\right]_{\text{éch. sec}} g/cm^2} = 1,25$ dans le cas des rayonnements β

$\frac{dT}{dx}$ = perte spécifique d'énergie moyenne des β.

Les variations de la valeur α exprime l'influence de l'hydrogène de l'eau. En effet, l'hydrogène a un rapport $\frac{Z}{A} = 1$, sensiblement égal à la moitié de celui des éléments lourds contenus dans la roche.

Les ponces ont été prélevées sèches. Cependant, au cours d'un essai de porosité dans un porosimètre à eau, leur masse a augmenté de la moitié de la masse sèche.

Leurs conditions de dépôts correspondent à une mise en place à l'air libre. Mais, elles ont pu être temporairement immergées au cours de période de transgression.

Ce phénomène est connu aux Petites Antilles. Il peut avoir deux origines :

- le niveau de la mer varie plus ou moins régulièrement avec des amplitudes plus ou moins fortes pour des raisons climatiques : à la Barbade, (fig. **37**), BROECKER et al. (1968) ont étudié trois terrasses, datées à l'aide de coraux à 82 000, 103 000 et 122 000 ans (mesure du rapport $^{230}Th/^{234}U$). Ces données, comparées à une courbe de paléo-température, montre une bonne coïncidence entre périodes chaudes et niveau de mer élevé (fig. **38**). En Haïti, le niveau de la mer est

passé successivement de + 5m (130 000 ans) à - 10m (108 000 ans) et - 13m (80 000 ans, DODGE et al., 1983). En Guadeloupe, plusieurs terrasses ont été datées par $^{230}Th/^{234}U$ (HOANG C. T., BATTISTINI PETIT, communication personnelle) : à la Désirade, un niveau situé à 3 mètres au-dessus du niveau de la mer a fourni un âge de 120 000 ans ± 10 000.

- En Dominique, des récifs pléistocènes affleurent entre 30 et 190 m au-dessus du niveau actuel de la mer (MARTIN-KAYE, 1960). A Saint-Eustache, des calcaires d'un âge compris entre 70 000 et 20 000 ans, affleurent à 20 mètres d'altitude. (D'ARCO, 1982). En Guadeloupe, un mince banc de calcaire affleure à plus de 150 mètres d'altitude à Thomas (carte n° **11**), dans la zone de la chaîne andésitique (ANDREIEFF,in GADALIA , 1983)

- Des pillows-lavas ont été trouvés sur les coulées de Trois-Rivières à l'altitude de 250 m (GADALIA, 1983).
  Ces soulèvements sont plutôt à rattacher à des mouvements dont l'origine est interne, magmatique, soit locale au niveau d'une île, soit régionale au niveau d'un ensemble volcanique. Il est alors délicat d'étendre les observations d'une île à l'autre. Cependant, les événements datés par BROECKER (1969), DODGE et al. (1983) et HOANG, d'origine climatique, et ressentis à l'échelle régionale, ont pu concerner la Basse-Terre. De plus, les pillows-lavas trouvés par GADALIA (1983) sur les coulées de Trois-Rivières attestent que l'île de la Basse-Terre a subi des mouvements eustatiques assez importants (altitude des pillows-lavas 250 m).

Nous considérons alors une immersion de l'ordre de 10 000 ans (variation du niveau de la mer d'origine climatique, fig.**38**) ; du fait de la tectonique locale, nous devons envisager une immersion de plus longue durée.Nous avons admis une période d'immersion totale de 15 000 ans ± 15 000, cette valeur couvrant l'hypothèse que la Basse-Terre n'a pas connu d'immersion, ou au contraire une immersion prolongée.

En raison de l'altitude de leur prélévement, 420 m, les ponces de Montval n'ont probablement pas été immergées. En revanche, il est plus que probable que celles de la carrière Danoy (prélevées à 40 m) et celle de l'anse des Pères (prélevées à 5 m) ont dû l'être. Dans ces deux derniers cas, les ponces auraient contenues de l'eau dont la quantité peut être évaluée par l'essai de porosité .

Les doses annuelles "humides" des ponces de l'anse des Pères et de la carrière Danoy sont données par le tableau n° **14** ci-après.

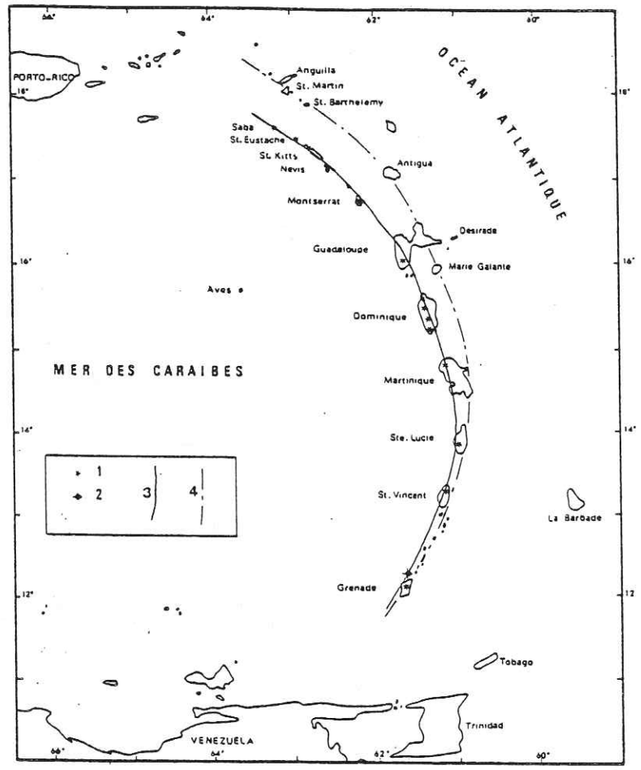


Fig. **37** . Arc insulaire des Petites Antilles
1- volcans avec éruptions historiques
2-Kick'em Jenny, volcan sous marin en activité
3-Arc interne
4-Arc externe

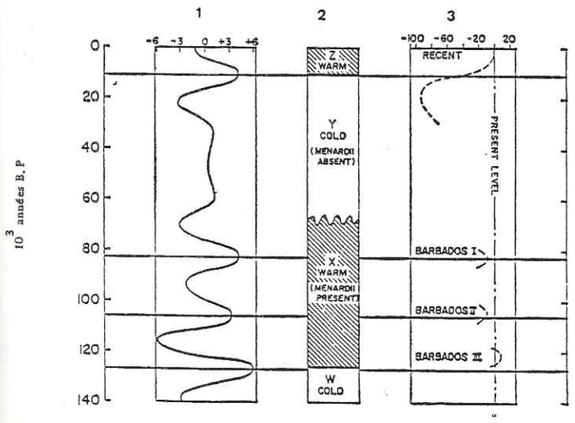


Fig.**38.** Corrélations entre courbe d'ensoleillement pour l'hémisphère nord (1), température de la surface de l'océan atlantique (2), et courbe de fluctuations du niveau de l'océan.(3)
Dans Broecker et al (1968).

	hypothèse humide		dose annuelle (mrad)
Ponces de l'anse des Pères	d_β mrad	38,75	72,52
	d_γ mrad	33,77	
Ponces de la Carrière Danoy	d_β mrad	54,05	91,91
	d_γ mrad	37,86	

Tableau **14** Doses annuelles dans l'hypothèse humide

3.5. Résultats - discussion.

L'équation de l'âge est $t = \frac{D}{d}$

Les ponces de Montval n'ayant pas été immergées, nous pouvons calculer leur âge avec la dose annuelle sèche. Nous obtenons le résultat suivant :

	D krad	d mrad	âge ans
Montval	15,7 $\pm$ 1	144,72 $\pm$ 8,6	108 000 $\pm$ 10 000 ans

Tableau.**15** résultats de la mesure par TL des ponces de Montval

Dans le cas des ponces de l'anse des Pères et de la carrière Danoy, nous considérons une immersion de l'ordre de 15 000 ans $\pm$ 15 000. Les âges obtenus sont alors les suivants :

	D krad	d (sèche) mrad	d (humide) mrad	Age dans hypothèse humide
Anse des Pères	15,2 $\pm$ 1	116 $\pm$ 9	72,52	140 000 ans
Carrière Danoy	36 $\pm$ 2	153,7 $\pm$ 7,6	91,01	244 000 ans

Tableau **16** : Ages dans l'hypothèse humide

Deux sortes d'erreurs sont faites sur ces mesures :

- l'erreur systématique, que l'on fait en considérant ou non un temps d'immersion, qui est égale à la différence entre l'âge de la ponce dans l'hypothèse humide (140 000 ans) et l'âge de la ponce dans l'hypothèse sèche (131 000 ans), qui est égale à 9 000 ans.

- l'erreur statistique que l'on fait lors des mesures, qui est égale à $\pm$ 14 000 ans.

Les résultats sont présentés sur le tableau **17**:

	âge	erreur systématique	erreur statistique
Anse des Pères	140 000 ans	$\pm$ 9 000 ans	$\pm$ 14 000 ans
Carrière Danoy	244 000 ans	$\pm$ 10 000 ans	$\pm$ 18 000 ans

Tableau **17** Résultats des mesures des âges des ponces de la carrière Danoy et de l'anse des Pères par la méthode de la thermoluminescence.

Echantillon	Localisation	Formation	Phase analysée	% K	% $^{40}Ar^{*}$	âges (ans)	
N 1105	Morne Goyavier	Cycle récent	Mésostase	1,214 %	1,345 1,131	108 000 ± 11 000 93 000 ± 9 000	100 000 ± 10 000 ans
S 1201	Carbet (3ème chute)	Pitons de Bouillante-Sans-Toucher	Mésostase	1,006 %	3,76 5,55	132 000 ± 6 000 127 000 ± 4 500	129 000 ± 5 000 ans
K 1401	Coulée du Fond Bernard	Cycle récent	Mésostase	0,926 %	4,151 3,54	149 000 ± 6 000 137 000 ± 6 000	143 000 ± 6 000 ans
30 A	Tuf	Chaîne andésitique de Bouillante	verre	1,624 %	11,07 9,813	334 000 ± 8 000 316 000 ± 8 000	325 000 ± 8 000 ans
24	Tarare-Morandais	Chaîne andésitique de Bouillante	Mésostase	0,711 %	2,74 2,81	855 000 ± 50 000 872 000 ± 50 000	863 000 ± 50 000 ans
J 101	Pointe Vieux Fort	Monts Caraïbes	Mésostase	0,644 %	5,61 5,46	469 000 ± 16 000 475 000 ± 16 000	472 000 ± 16 000 ans
J 301	Pointe Mazarin	Monts Caraïbes	Mésostase	0,408 %	3,485	555 000 ± 26 000	
E 1101	Coulée du Plessis	Pitons de Bouillante-Sans-Toucher	Mésostase	0,745 %	7,22	600 000 ± 17 000	
J 1401	Morne Montval	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,735 %	11,5 14,8	630 000 ± 15 000 613 000 ± 15 000	620 000 ± 15 00 a
J 1201	Saut d'eau du Matouba	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,488 %	12,4 17,10	642 000 ± 13 000 616 000 ± 14 000	629 000 ± 13 0
D 1402a	Morne Davi	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,866 %	2,24 2,44	721 000 ± 47 000 750 000 ± 48 000	735 000 ± 47 0
D 1301	Grande Rivière des Vieux-Habitants	Pitons de Bouillanté Sans-Toucher	Mésostase	0,733 %	12,92 10,72	777 000 ± 18 000 792 000 ± 20 000	784 000 ± 19
G 1501	Habitation Grivelière	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,583 %	22,51 21,64	955 000 ± 20 000 944 000 ± 20 000	949 000 ± 20 00 an
H 1702	Morne Soldat	Pitons de Bouillante Sans-Toucher	Mésostase	0,516 %	7,14 8,36	1 030 000 ± 30 000 1 017 000 ± 20 000	1 023 000 ± 25 00 an

Tableau 9 Ages obtenus par la méthode K.Ar

III INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS PAR POTASSIUM-ARGON ET THERMOLUMINESCENCE

1. PITONS DE BOUILLANTE-SANS-TOUCHER. (fig. 39)

Les datations faites sur cette phase s'étalent de 600 000 ans à 1,02 Ma (tableau 9), et confirment ainsi la mise en place pléistocène de ce massif. Le volcanisme du Sans-Toucher marque le stade ultime de l'activité des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher : les datations effectuées sur le Morne Montval (620 000 ans ± 15 000) et la coulée du Plessis (600 000 ans ± 17 000), attribuées au Sans-Toucher, le confirment. La coulée du Saut d'eau du Matouba pourrait être rattachée à ce stade ultime en raison de son âge (629 000 ans ± 13 000).

Les différentes datations antérieures de la coulée du Plessis : 1,1 Ma (BAUBRON, 1974), 1,35 Ma (BELLON, 1974) et 1,3 Ma (BRIDEN , 1978) ne concordent pas avec notre mesure (600 000 ans). Il semble que cette différence puisse s'expliquer par l'échantillonnage de deux coulées différentes : il y a en effet superposition d'une coulée ancienne et d'une coulée récente, et le point d'échantillonnage de BRIDEN correspond à l'ancienne coulée.

Pour notre part, nous avons échantillonné la coulée du Plessis (coordonnées UTM 634,25 E ; 1773,8 N ; altitude 60 m) ; l'âge de celle-ci concorde parfaitement avec les données de terrain : le Morne Montval et la coulée du Plessis représentant le stade ultime d'activité des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher, et ayant des âges voisins.

L'hypothèse de WESTERCAMP (1980), selon laquelle les ponces à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères formeraient un seul et unique niveau au début de l'épisode Sans-Toucher-Carmichaël, ne paraît pas actuellement devoir être retenue ; en effet, les deux niveaux de ponces à quartz ont donné deux âges différents à 244 000 ans (carrière Danoy) et 140 000 ans (anse des Pères), tous deux plus jeunes que les coulées récentes.

2. LES MONTS CARAIBES.

Ils témoignent d'une activité phéatomagmatique subaquatique de type surtseyen. Les produits de la phase initiale sont des brèches fines et des lapilli hyaloclastiques riches en éléments de socle (andésites, calcaires). Puis l'activité devient mixte : explosive (plus de cendres et lapilli) et effusive (minces coulées basaltiques), pour se poursuivre

par l'émission d'abondantes coulées plus différenciées (andésites) et se terminer par la montée de dômes (Houel Mont).

Deux coulées basaltiques (analyses en annexe I) ont donné des âges de 472 000 ans ± 16 000 ans (Pointe de Vieux-Fort) et 555 000 ans ± 26 000 (Pointe Mazarin). Ces âges, assez voisins indiqueraient que le début d'activité magmatique des Monts Caraïbes a été assez rapide ; ensuite , les phases effusives andésitiques et la mise en place des dômes correspondraient à des stades de différenciation plus étalés dans le temps.

3. LA CHAINE ANDESITIQUE DE BOUILLANTE ET LE CYCLE RECENT.

En se basant sur les datations des ponces à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères, on peut affirmer qu'il existe certainement plusieurs niveaux ponceux à quartz dans le Sud de la Basse-Terre. De ce fait, l'hypothèse de WESTERCAMP (1980), reprise par DAGAIN (1981), selon laquelle la chaîne andésitique de Bouillante serait postérieure à une seule et unique grosse éruption ponceuse à quartz, paraît devoir être écartée. Il reste cependant à préciser la position de ces deux éruptions ponceuses dans la chronologie des événements volcaniques récents.

3.1. La chaîne andésitique de Bouillante..

Les deux datations K-Ar effectuées sur des laves attribuées à la chaîne andésitique concernent l'obsidienne rhyolitique de Tuf et le dyke de Tarare (fig. **39** et tableau **9**), ce dernier étant lié pour GADALIA (1983) au volcanisme du Morne à Jules.

L'âge de l'obsidienne rhyolitique de Tuf (325 000 ans ± 8 000) peut être considéré comme représentatif de la période d'activité du Morne à Jules, de Getz et de Tuf dans la zone de Vieux-Habitants (fig.**39**), puisque ces dépôts apparaissent sur le terrain étroitement intriqués (cf chap.1) Quant au dyke de Tarare, daté à 863 000 ans ± 50000, il n'appartient certainement pas au volcanisme du Morne à Jules, mais pourrait correspondre à une phase d'activité antérieure de la chaîne andésitique de Bouillante ou à la phase des Pitons de Bouillante-Sans-Toucher.

La datation de l'obsidienne rhyolitique de Tuf confirme ce que DAGAIN (1981) avait déduit des datations de la Pointe à Sel (840 000 ans), de la coulée de la Rivière Colas (460 000 ans) et de l'anse du Dépôt (moins de 200 000 ans, BAUBRON, 1980), à savoir, une activité de la chaîne andésitique de Bouillante globalement plus récente que ne laissaient supposer les datations de BRIDEN (1978).

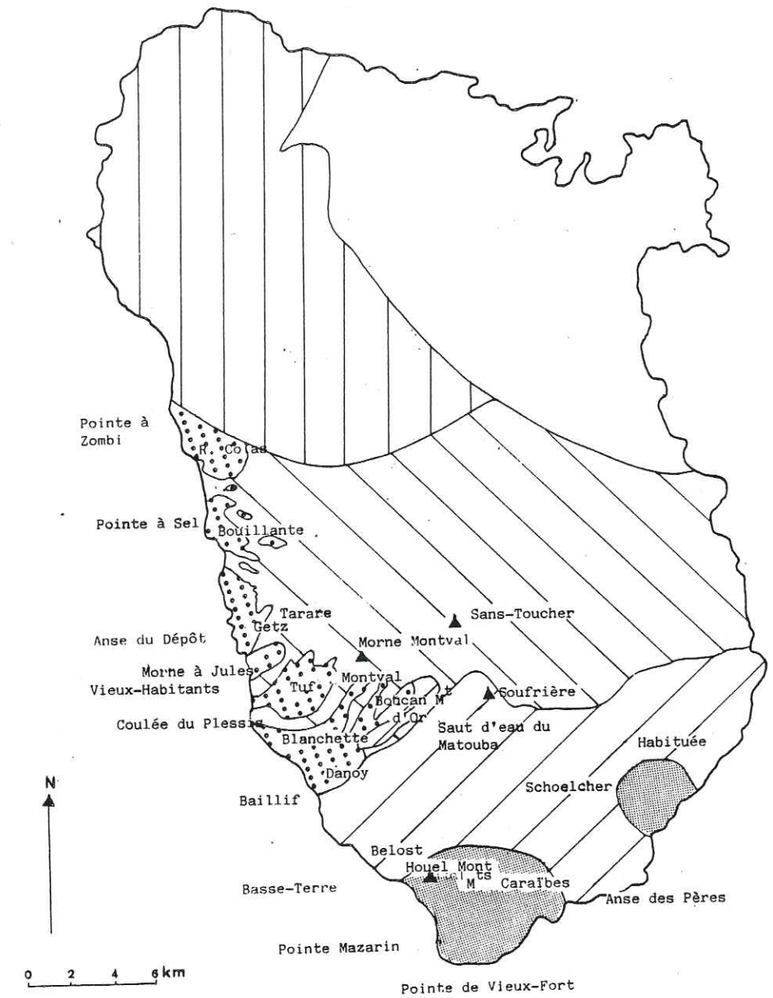


Fig. **39** .Carte des ensembles volcaniques de la Basse-Terre.D'après GADALIA (1983).

L'ensemble des âges obtenus sur les Monts Caraïbes (472 000 et 555 000 ans, présente étude) et sur la chaîne andésitique de Bouillante (325 000 ans, (présente étude), 840 000 ans et 460 000 ans (BAUBRON, 1980)) confirment une activité simultanée de ces deux centres éruptifs, comme le suggèrent les affleurements de Belost, où les niveaux attribués aux Monts Caraïbes sont couverts par des dépôts de la chaîne andésitique de Bouillante, et de Baillif où l'inverse est observé.

3.2. Le début du cycle récent.

. Les coulées andésitiques du Morne Goyavier, du Fond Bernard et de la 3e chute du Carbet, que nous avons datées entre 143 000 et 100 000 ans, forment un seul épisode (carte 40) :

- les faciès de ces laves sont comparables : roches porphyriques à phénocristaux de plagioclases, d'orthopyroxènes millimétriques, de clinopyroxènes ; les oxydes de fer-titane sont en microcristaux, en inclusions dans les pyroxènes, et en microlites dans la pâte microcristalline ;

- sur le terrain, les coulées du Morne Goyavier et du Fond Bernard sont groupées, dans la même phase effusive par BOUDON (1981) et DAGAIN (1981), aux coulées de Bains Jaunes, Parnasse, Crête à Mangles, Nez Cassé, Morne Joseph, groupe que nous appelerons par la suite:"groupe nord", et auquel nous associons les coulées du Carbet (âge de la 3ème chute : 129 000 ans $\pm$ 5 000). Vers le Sud, les coulées de Trois-Rivières font partie du même ensemble éruptif (coulées de la Regrettée, Le Faubourg, Trois-Rivières, Caféière, Grand Fond, Ermitage :groupe Sud.) (DAGAIN, 1981). Toutes ces coulées sont considérées comme contemporaines. Pour BOUDON (1981), les coulées du groupe sud, bien que du même âge que celles du groupe nord, représenteraient le premier stade de l'épisode Madeleine, avec un centre d'émission situé vers la plaine de Moscou, ce qui veut dire qu'il y aurait eu deux centres éruptifs fonctionnant simultanément ou en alternance (puisque les produits ne se recouvrent pas) : la Grande Découverte au Nord et la plaine de Moscou au Sud. Il semble en effet difficile d'attribuer l'ensemble des coulées des deux groupes à un seul centre d'émission. DAGAIN (1981), explique que toutes les coulées seraient issues de centres situés sur l'axe volcanique NNW-SSE, matérialisé par l'alignement Soufrière-Echelle -Citerne-Madeleine. Les datations ne confirment pas l'hypothèse de BOUDON (1981), puisque les coulées du groupe sud, contemporaines des coulées du groupe nord, datées entre 143 000 ans $\pm$ 6 000 et 100 000 ans $\pm$ 10 000 (présente étude), font partie pour cet auteur du même cycle éruptif (cycle Madeleine) que l'ensemble composant les coulées de Schoelcher, L'Habituée (datées entre 12 700 et 8 500 ans par ^{14}C, PATERNE, 1980).

L'ensemble des coulées des groupes sud et nord semble appartenir au même stade éruptif, compris entre 150 000 et 100 000 ans, leur centre d'émission serait principalement la caldeira de la Grande Découverte (BOUDON, 1981) et d'autres centres situés sur l'axe volcanique NNW-SSE.

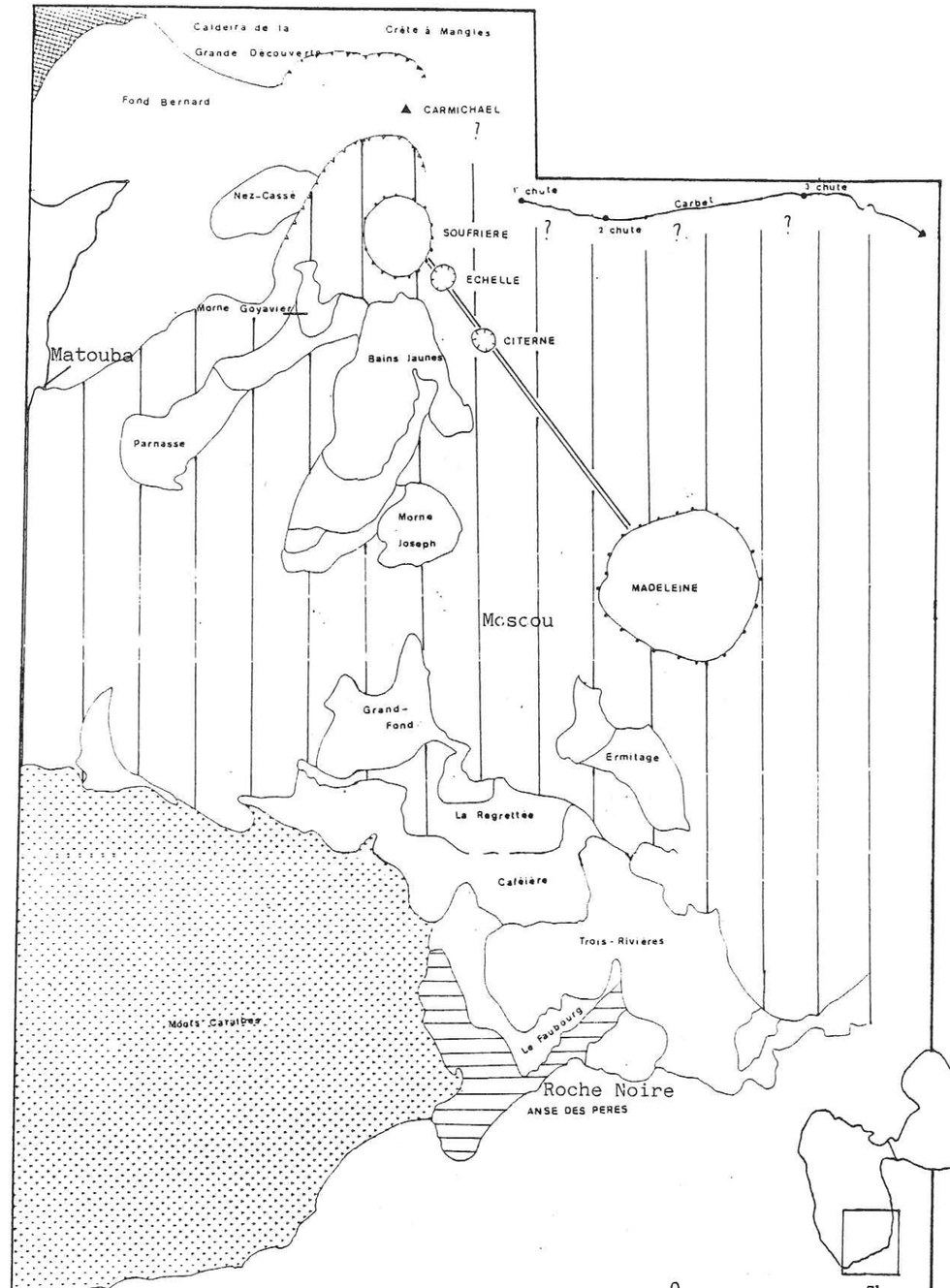


Fig. 40 .Carte géologique simplifiée du Sud-Est de la Basse-Terre. D'après DAGAIN (1981), BOUDON (1981) et présente étude.

Le dôme du Carmichaël, situé dans la caldeira de la Grande Découverte, peut être associé à cet ensemble (BOUDON, 1981). Entre l'émission des coulées des deux groupes et la première manifestation volcanique suivante (Madeleine : vers 27 000 ans (DAGAIN, 1981) ou 12 700 ans (BOUDON, 1981), tableau), il y aurait un arrêt de l'activité volcanique pendant 70 000 ans au minimum.

. l'âge obtenu par les ponces à quartz de l'anse des Pères à 140 000 ± 14 000 les rattache au même cycle éruptif que les coulées des groupes nord et sud, bien qu'il n'y ait aucun rapport stratigraphique direct entre tous ces niveaux.

Nous admettrons que les ponces à quartz de l'anse des Pères correspondent à la phase explosive initiale du début du cycle récent. Les âges obtenus à 140 000 ans ± 14 000 pour les ponces à quartz, et 143 000 ans ± 6 000 pour les plus anciennes coulées du groupe nord, confortent notre hypothèse.

. La position stratigraphique des ponces de Pintade reste posée :

- DAGAIN (1981) observe dans la rivière Grande-Anse un affleurement altéré de ponces pouvant appartenir à l'épisode de Pintade. Ces ponces affleurent sous les coulées du groupe Sud.

- BOUDON (1981) observe que les ponces rattachées à l'épisode Pintade et affleurant entre Roche Noire et Trois-Rivières, sont recouvertes par les mêmes coulées de laves du groupe sud.

Ces deux arguments de terrain plaident en faveur de la position sous-jacente des ponces de Pintade par rapport aux coulées du groupe nord et sud.

Dans la région de Matouba, la coulée du Fond Bernard recouvre directement la coulée du Saut d'eau du Matouba, appartenant au massif du Sans-Toucher, et que nous avons datée à 629 000 ans ± 13 000. (tableau **9**). Si les ponces de Pintade avaient précédé la coulée du Fond Bernard, on aurait dû les trouver entre le substratum (représenté par les coulées du Saut d'eau du Matouba), et la coulée du Fond Bernard. Ce n'est pas le cas. Mais, elles ont pu être érodées. Inversement, si les ponces de Pintade étaient postérieures aux coulées des groupes nord et sud, on devrait trouver des affleurements de ponces dessus. Il n'en est rien. Elles ont pu également être érodées. Une autre explication possible est que ces coulées de ponces soient coupées de leurs racines comme c'est le cas à Sainte-Lucie (CHEVALLIER et al., 1983). Compte tenu de ces arguments, la position stratigraphique des ponces appartenant à l'événement de Pintade sous les coulées des groupes nord et sud reste la plus probable.

La position stratigraphique des ponces de Pintade par rapport aux ponces à quartz de l'anse des Pères n'est pas connue. On admettra simplement qu'elles font partie du même cycle éruptif :

- les ponces de Pintade ne peuvent provenir que d'un secteur éruptif central (Grande Découverte-Carmichaël), à cause de leur répartition géographique (BOUDON, 1981)

- Elles sont recouvertes par les coulées des groupes nord et sud et reposent sur des produits plus anciens, soit des lahars, soit des ponces à quartz de la carrière Danoy (244 000 ans ± 18 000), position en tout point identique aux ponces à quartz de l'anse des Pères. (140 000 ans ± 14 000).

On admettra que ces coulées pyroclastiques, ponces à quartz de l'anse des Pères et ponces de Pintade font partie du même cycle éruptif, dont elles en constituent la phase initiale, sans toutefois pouvoir pour autant déterminer l'antériorité des unes par rapport aux autres.

BOUDON (1981) et DAGAIN (1981) associent les retombées ponceuses andésitiques de Boucan- Mont d'Or (fig. **39**) à l'épisode ponceux de Pintade, et considèrent les premières comme la phase plinienne accompagnant les coulées pyroclastiques (modèle de SPARKS, 1976) ; elles proviendraient de la zone de la Grande Découverte (BOUDON, 1981 GADALIA, 1983). En effet, BOUDON observe une structure dans la région de la Grande Découverte - Morne du Col, qu'il interprête comme une caldeira consécutive aux éruptions ponceuses et dont il ne resterait que le mur nord. Les ponces à quartz de l'anse des Pères, appartenant au même cycle éruptif que les ponces de Pintade, pourraient provenir également de la caldeira de la Grande Découverte.

Dans la fourchette de temps 150 000 - 100 000 ans, nous avons mis en évidence une phase éruptive importante, dont le centre éruptif est la caldeira de la Grande Découverte, et qui aurait débuté par une activité explosive de grande envergure, donnant les ponces à quartz de l'anse des Pères, les ponces andésitiques de Boucan-Mont d'Or et les ponces de Pintade et qui se serait terminée par un épisode lavique important (groupes nord et sud). Nous appellerons cette phase éruptive la phase Carmichaël puisque le dôme du Carmichaël se construit au cours de cette phase.

Des problèmes restent posés :

- Quelle est la position des ponces à quartz de la carrière Danoy ? L'âge obtenu par thermoluminescence (244 000 ans) inciterait à les placer dans la chaîne andésitique de Bouillante ;

- Quelle est la position des dépôts de la carrière Blanchette, attribuables soit à la chaîne andésitique, soit à la phase initiale du cycle récent ? (DAGAIN, 1981)

- Quelle est l'aire de répartition du niveau ponceux de Pintade ?

L'étude minéralogique fine et géochimique des niveaux ponceux devrait permettre de tenter de résoudre ces trois problèmes et de confirmer ou d'infirmer les résultats acquis par datation.

- Quel est l'âge des ponces dacitiques à quartz de Montval ?

Nous avons daté ces ponces à 108 000 ans $\pm$ 10 000 par la thermoluminescence (tableau 15). Cet âge semble incompatible avec leur position stratigraphique dans la zone de Vieux-Habitants. (GADALIA, 1983): les produits dacitiques à quartz et sans quartz sont étroitement imbriqués et par conséquent indissociables ; leur âge peut être estimé par la rhyolite de Tuf aux alentours de 325 000 ans (tableau 9).

L'âge obtenu sur les ponces à quartz de Montval les attribuerait plutôt à la phase Carmichaël, ce qui pourrait indiquer leur rajeunissement au cours de cette phase. Il faut envisager les effets éventuels d'une élévation de température due à l'activité du volcan proche (par conduction chimique, hydrothermalisme...). En effet, la stabilité de la thermoluminescence (pic à 380°C sur lequel est mesurée la paléodose), varie rapidement avec la température. Ainsi, lorsque la température reste inférieure à 50 ou 60°C, on peut être assuré de la stabilité pour des durées géologiques, mais des mesures préliminaires ont montré que vers 100°C, on assiste à un déclin de la TL d'environ 50 % en 1 000 ans (G. GUERIN, communication personnelle).

Une telle température a pu être atteinte lors de phénomènes hydrothermaux qui se seraient produits dans la zone de Vieux-Habitants lors de la phase Carmichaël, et être ainsi responsable du rajeunissement des ponces de Montval. Un moyen sûr de vérifier cette hypothèse serait de prélever ces dacites à quartz de façon systématique, et de les dater par thermoluminescence. On devrait voir varier latéralement les effets de ce réchauffement (s'il a existé) : tous les niveaux ne devraient pas être atteints de manière égale par le réchauffement et nous devrions obtenir des âges échelonnés entre 325 000 ans environ et 100 000 ans.

N°	Localisation	X ; Y ; altitude	Episode volcanique	Faciès
F 901 b_1 F 901 b_2	Carrière Danoy	636,2 E 1 771,07 N 60 m	Ponces andésitiques Pintade	gris blanc
H 901 a H 901 b	Rivière des Pères	637,45 E 1 771,5 N 160 m	Pintade	noire clair
J 1007/A J 1007/B	Rivière Noire	638,4 E 1 772,5 N 340 m	Pintade	clair foncé
D 1204	Grand Croix - Rocroy	634 E 1 774,5 N 40 m	Pintade	clair
7 A	Calbassiers	635,35 E 1 770,1 N 20 m	Pintade	clair
X 901	Anse à la Fontaine	652,40 E 1 771,85 N 10 m	Pintade	clair
P 401 a P 401 b	Anse du Morne Rouge	645, E 1 766,35 N 0 m	Pintade	blanc mixte
F 802 g_1 F 802 g_2	Carrière Danoy	634,2 E 1 770,90 N 40 m	Dacite à quartz Base du cycle récent ? Chaîne andésitique de Bouillante ?	clair foncé
P 301a P 301b	Anse des Pères	644,05 E 1 765,5 N 5 m	Dacite à quart Base de cycle récent ? Cycle Madeleine ?	clair mixte
E 1103 a E 1103 b E 1103 c E 1103 e	Carrière Blanchette	634,25 E 1 773,35 N 50 m	ponces andésitiques à dacitiques base de Soufrière ? chaîne andésitique de Bouillante ?	clair clair noire clair
F 802 a_1 F 802 a_2	Carrière Danoy	634,2 E 1 770,90 N 40 m	Nuée Sain-Vincent chaîne andésitique de Bouillante ? Cycle récent ?	scorie lave
C 1501	Morne à Jules	632,8 E 1 777,75 N 60 m	Pitons de Bouillante ? Chaîne andésitique de Bouillante ?	ponce soyeuse

Tableau 4 échantillons étudiés par microsonde

CHAPITRE 3

ETUDE GEOCHIMIQUE DES NIVEAUX PONCEUX

Les ponces, quelles qu'elles soient, hormis celles qui contiennent du quartz, et dans la fourchette de temps où elles se sont mises en place, ne sont pas datables. De plus, comme il a été vu précédemment, les différents auteurs se basant sur les observations de terrain, ne sont pas d'accord sur la position stratigraphique des différents niveaux ponceux (exemple des ponces dacitiques de la carrière Danoy attribuées par DAGAIN (1981) et BOUDON (1981) au cycle récent, et par GADALIA (1983) à la chaîne andésitique de Bouillante .

La géochimie de ces niveaux ponceux doit apporter des éléments nouveaux confirmant ou infirmant les corrélations obtenues par les autres méthodes d'investigation. En effet, les ponces appartenant à des lignées magmatiques différentes, ont des caractères chimiques propres, qui vont être exploités à des fins de corrélation ou de discrimination.

1. CORRELATIONS DES NIVEAUX PONCEUX (Tableau 4)

1.1. Etude de la composition chimique des roches totales.

Les analyses de roches totales (Annexe I) ont été faites au Laboratoire de Géologie de Grenoble, par fluorescence X (analyste F. Keller) (spectromètre CGR alpha 2020 Automatique, tube Rh, tension 50 kV, 50 mA. Détecteurs : compteurs à scintillation et/ou compteur proportionnel à flux gazeux. Cristaux : LIF 100, LIF 220, ADP, TLAP, PET. Temps de comptage : 40 secondes sur les rapports étalon-échantillon. Etalons internationaux). Les erreurs relatives sur les différents éléments sont notées en annexe I, ainsi que les analyses chimiques.

La convention suivante a été utilisée pour chaque groupe pétrographique :

basaltes : $SiO_2 < 53\ \%$ en pourcentage pondéral

andésites basiques : $53\ \% < SiO_2 < 57\ \%$

andésites : 57 % < SiO_2 < 63 %

dacites : 63 % < SiO_2 < 68 %

rhyolites : SiO_2 > 68 %

Sur les diagrammes des oxydes /SiO_2 (diagr. **41-48**), les ponces attribuées à l'événement Pintade (n° 1 à 11), se regroupent bien. Les faciès clairs des ponces à quartz (n° 12 et 14) tombent dans le champ des dacites; la scorie et la lave de la nuée ardente Saint-Vincent (n° 20 et 21) sont des andésites proches du champ des ponces attribuées à l'épisode Pintade ; le faciès noir des dacites à quartz de la carrière Danoy (n° 13) est voisin des points de la nuée Saint-Vincent. Les produits de la carrière de Blanchette (n° 16 à 19) présentent une composition étalée, du basalte à la dacite, en passant par l'andésite ; les ponces du Morne à Jules ont une composition andésitique.

De plus, sur ces diagrammes, on note une évolution linéaire très classique des séries calco-alcalines (EWART, 1976) : les teneurs en MgO, Fe_2O_3, CaO, et Al_2O_3 sont négativement corrélées à la teneur en SiO_2, alors que l'inverse se produit pour Na_2O et K_2O ; enfin, P_2O_5 reste à peu près constant.

Les variations constatées sont compatibles avec une évolution magmatique dominée par la cristallisation fractionnée des pyroxènes, magnétites et plagioclases. L'apatite reste un minéral accessoire, de cristallisation précoce.

Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de ces diagrammes :

- les ponces Pintade (n° 1 à 11) forment un groupe assez homogène;
- les dacites à quartz (n°12 à 15) semblent différentes ;
- les dépôts de Blanchette (n° 16 à 19) paraissent n'appartenir à aucun des groupes précédents (ponces à quartz ou ponces de Pintade). Il en est de même pour les ponces du Morne à Jules (n°22) Les dépôts de la carrière Blanchette et le faciès blanc des dacites à quartz de la carrière Danoy ont des teneurs globalement plus faibles en MgO et TiO_2 que les ponces de Pintade et les nuées ardentes Saint-Vincent ;
- celles-ci ont un comportement chimique voisin des ponces de Pintade.

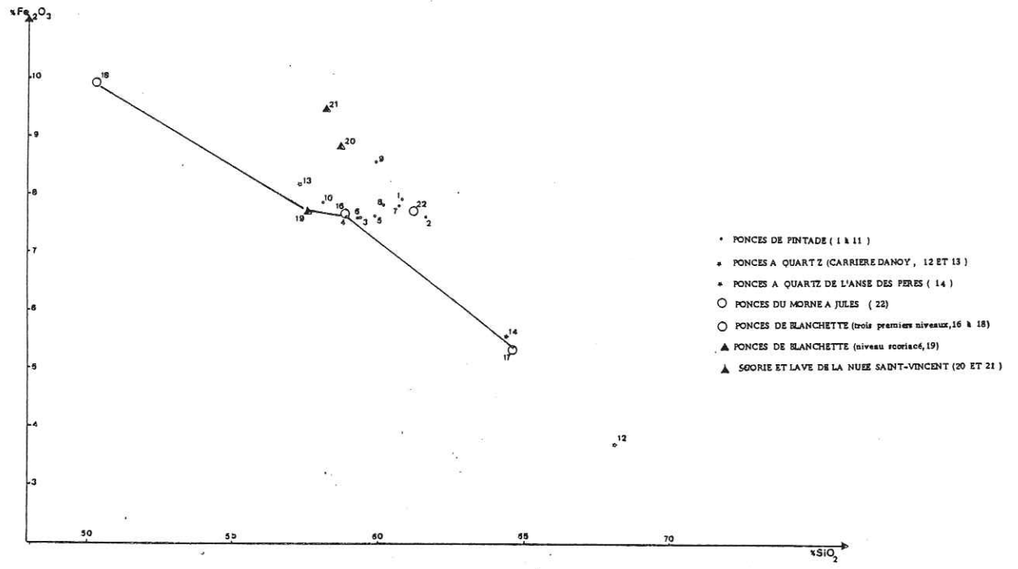
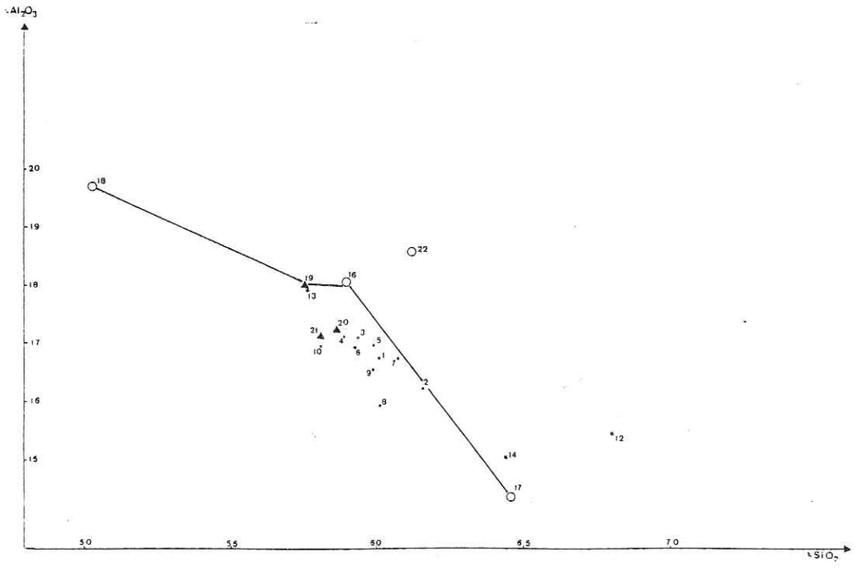


Fig. **41** . Position des ponces étudiées dans le diagramme Fe_2O_3 / SiO_2. Légende ci-dessus.

Fig. **42** . Position des ponces étudiées dans le diagramme Al_2O_3 / SiO_2. Même légende que pour le diagramme **41** .



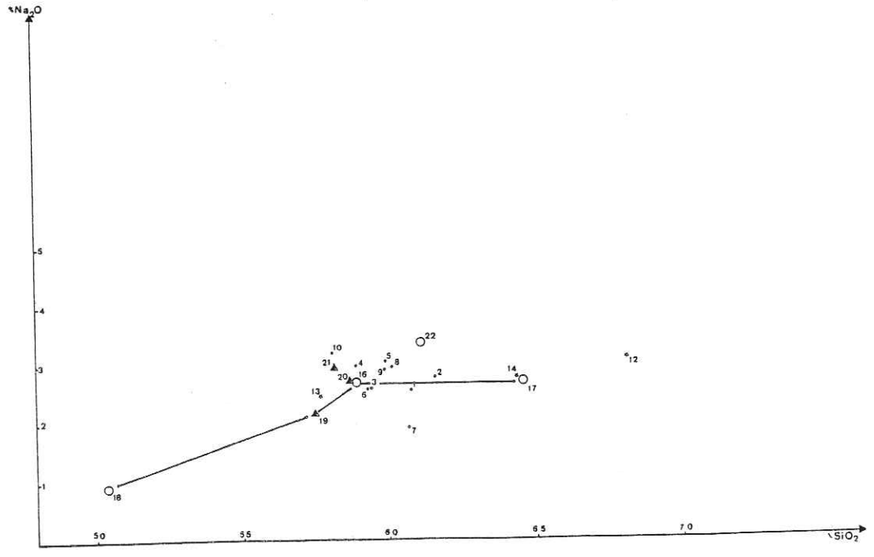


Fig. 43 . Position des ponces étudiées dans le diagramme Na_2O / SiO_2.
Meme légende que pour le digramme 41.

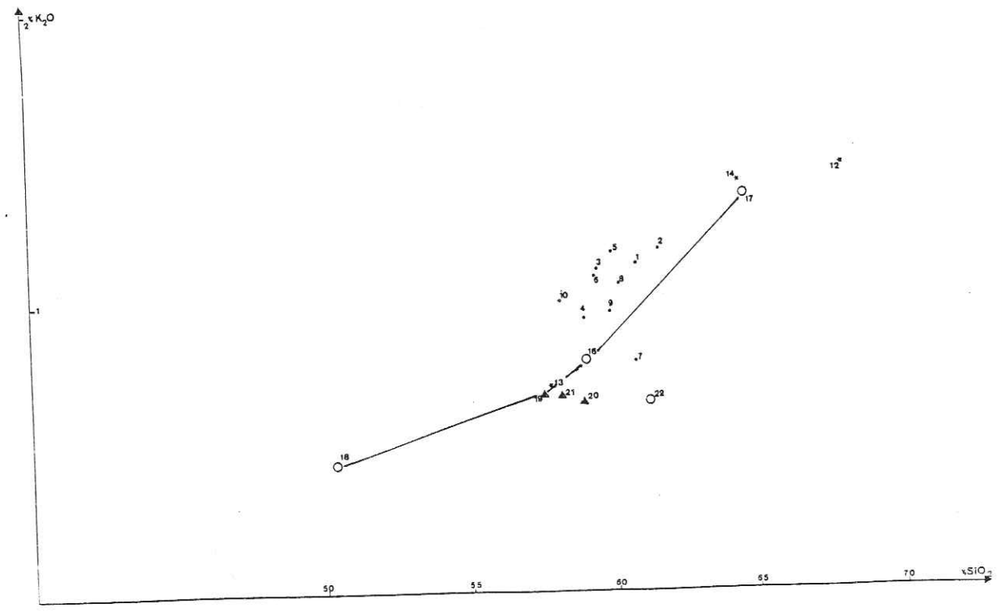


Fig. 44 . Position des ponces étudiées dans le diagramme K_2O / SiO_2.
Même légende que pour le diagramme 41 .

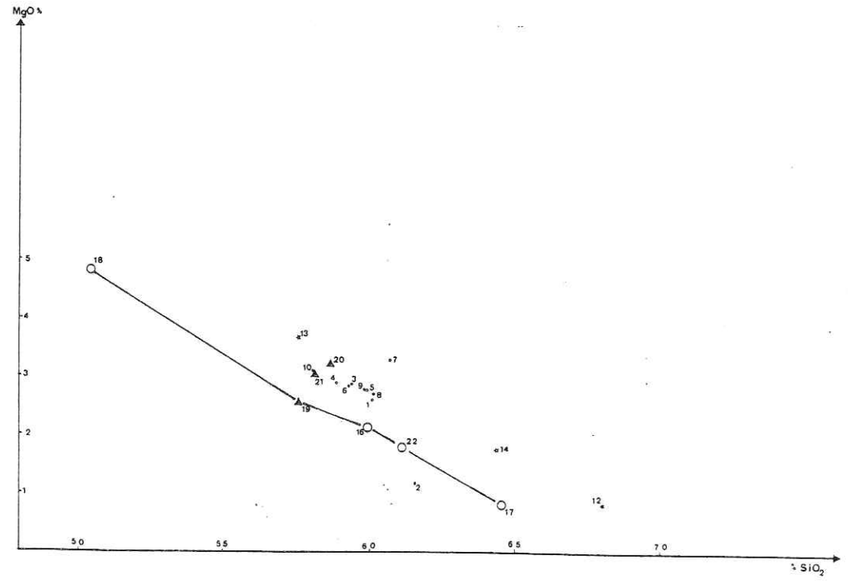


Fig. 45 . Position des ponces étudiées dans le daigramme MgO / SiO_2.
Même légende que pour le diagramme 41 .

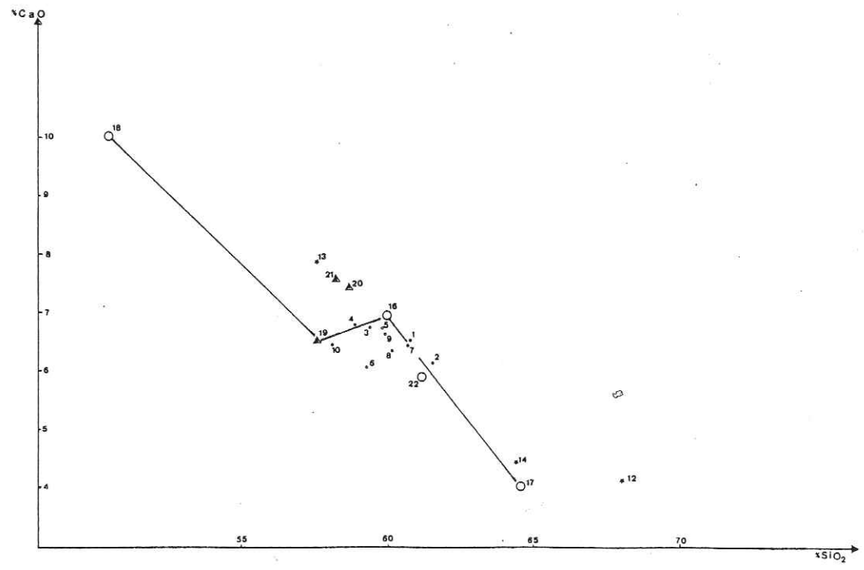


Fig. 46 . Position des ponces étudiées dans le diagramme CaO / SiO_2.
Même légende que pour le diagramme 41.

050 031143 4

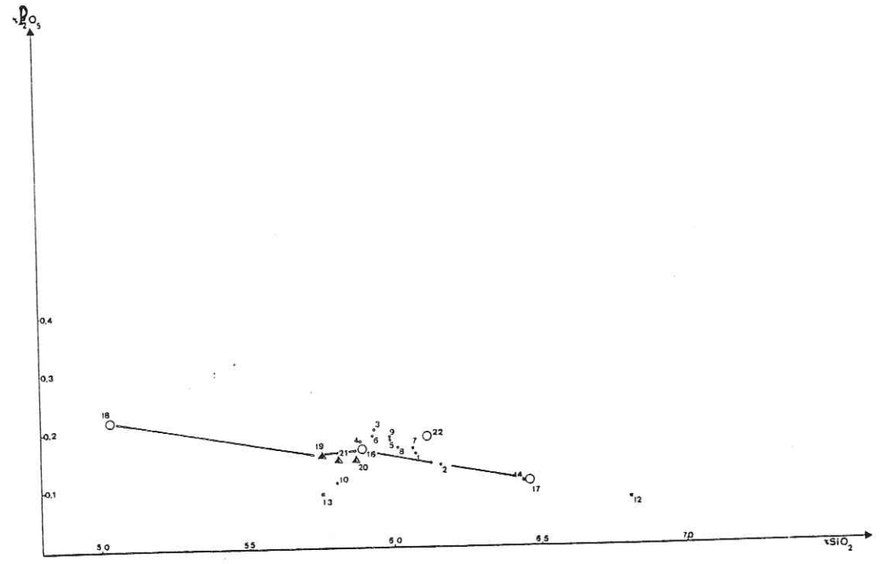


Fig. 47 . Position des ponces étudiées dans le diagramme P_2O_5 / SiO_2.
Même légende que pour le diagramme 41.

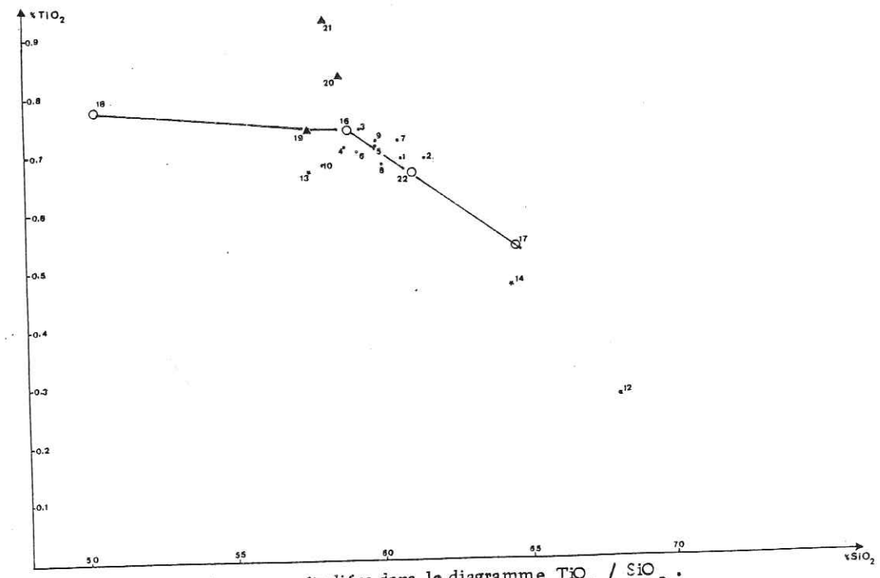


Fig. 48 . Position des ponces étudiées dans le diagramme TiO_2 / SiO_2.
Même legende que pour le diagramme 41.

1.2. Etude minéralogique des niveaux ponceux.

Les mesures ont été faites à l'aide de la microsonde CAMEBAX de l'université des Sciences et Techniques de Montpellier (Responsable Cl. Merlet). Les conditions d'analyse sont les suivantes : analyses acquises par spectrométrie de dispersion de longueur d'onde avec un temps de comptage de 16 s. pour Cr, Na et K, et de 10 s. pour Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca et Ti. L'intensité du faisceau est de 10 nA et la tension d'accélération de 15 kV. Les standards utilisés sont des métaux purs et des standards composites (silicates). L'erreur statistique est fonction sur chaque élément du nombre de coups enregistré pour chaque mesure. Par exemple, l'erreur pour SiO_2 est de 1 % (nombre de coups > 2 000).

La description des affleurements de ponces est en annexe II. Les numéros (1 à 22) rappellent les numéros d'échantillons dans les diagrammes.

1:F 901 b_1	CARRIERE DANOY	FACIES FONCE	
2:F 901 b_2	CARRIERE DANOY	FACIES CLAIR	
3:H 901 a	RIVIERE DES PERES	FACIES FONCE	
4:H 901 b	RIVIERE DES PERES	FACIES CLAIR	
5:J 1007/A1	RIVIERE NOIRE	FACIES CLAIR	
6:J 1007/B2	RIVIERE NOIRE	FACIES FONCE	PONCES DE PINTADE
7:D 1204	ROCROY		
8:7A	CALBASSIERS		
9:X 901	ANSE A LA FONTAINE		
10:P 401 a	ANSE DU MORNE ROUGE	FACIES CLAIR	
11:P 401 b	ANSE DU MORNE ROUGE	FACIES RUBANE	
12:F 802 g_2	CARRIERE DANOY	FACIES CLAIR	
13:F 802 g_3	CARRIERE DANOY	FACIES FONCE	
14:P 301 a	ANSE DES PERES	FACIES CLAIR	DACITES A QUARTZ
15:P 301 b	ANSE DES PERES	FACIES RUBANE	
16:E 1103 a	CARRIERE BLANCHETTE	1°NIVEAU DE PONCES	
17:E 1103 b	CARRIERE BLANCHETTE	2°NIVEAU DE PONCES	
18:E 1103 c	CARRIERE BLANCHETTE	3°NIVEAU DE PONCES	
19:E 1103 e	CARRIERE BLANCHETTE	NIVEAU DE SCORIES	
20:F 802 a_1	CARRIERE DANOY	NUEE SAINT-VINCENT,SCORIE	
21:F 802 a_2	CARRIERE DANOY	NUEE SAINT-VINCENT,LAVE	
22:C 1501	MORNE A JULES		

Les analyses de verres obtenues à la microsonde sont consignées en annexe IV.

1.2.1. Les ponces soyeuses du Morne à Jules.(22) (tableau 18)

Elles sont de petite taille (2 à 5 cm de diamètre) de teinte blanchâtre, fibreuses (d'où leur appellation de ponces soyeuses). Elles sont pauvres en minéraux.

Les plagioclases, de taille inférieure ou égale au demi-millimètre, sont automorphes et de composition An 38 à An 53. Quelques individus sont zonés normalement (fig. 49).

Les orthopyroxènes sont automorphes , voisins du millimètre et de composition En 42 à En 49 avec les coeurs à En 48 et les bordures à En 40-49 (zonation normale). Aucun clinopyroxène n'a été analysé. (fig. 50)

Les magnétites sont en granules peu abondants, quelques-uns millimétriques, avec un pourcentage d'ulvospinelle à 43 % (fig. 51)

La mésostase vitreuse représente 80 à 90 % de la roche, mais n'a pu être analysée.

La composition minéralogique de ces ponces confirme les résultats obtenus sur les roches totales, à savoir leur indépendance par rapport aux autres groupes de ponces.

C1501

	* 1(1) * 1(AB)* 2(5) * 2(AB)* 2(AN)* 3(1) *
TO	* 52.36* 50.70* 56.12* 58.26* 60.13* 55.58* 58.13*
AL2O3	* 29.27* 28.53* 28.06* 26.19* 25.21* 25.58* 26.96*
FEO	* 0.25* 0.25* 0.23* 0.26* 0.21* 0.34* 0.34*
MNO	* 0.03* 0.01* 0.07* 0.04* 0.02* 0.00* 0.03*
MGO	* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.02*
CAO	* 12.61* 13.19* 10.25* 8.56* 7.41* 9.06* 8.76*
NA2O	* 5.02* 4.56* 5.01* 6.07* 6.60* 5.30* 6.04*
K2O	* 0.10* 0.08* 0.09* 0.11* 0.13* 0.13* 0.12*
TIO2	* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00*
CR2O3	* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.00* 0.02*
NB OX	* 32* 32* 32* 32* 32* 32* 32*
SI	* 10.281* 10.351* 10.895* 10.868* 10.999* 10.366* 10.349*
AL	* 5.796* 5.819* 5.938* 5.536* 5.292* 5.613* 5.647*
FE3	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
FE2	* 0.038* 0.034* 0.034* 0.039* 0.031* 0.053* 0.053*
MN	* 0.001* 0.002* 0.011* 0.006* 0.003* 0.013* 0.005*
MG	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.005*
CA	* 1.300* 1.635* 1.975* 1.648* 1.417* 1.810* 1.709*
NA	* 1.911* 3.189* 1.744* 2.111* 2.229* 1.913* 2.081*
K	* 0.022* 0.018* 0.021* 0.025* 0.030* 0.031* 0.027*
TI	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
P	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
CR	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
OR	* 0.59* 0.47* 0.55* 0.67* 0.79* 0.82* 0.71*
AB	* 32.46* 56.98* 46.63* 55.78* 61.18* 50.76* 54.55*
AN	* 66.96* 42.55* 52.81* 43.55* 38.02* 48.42* 44.74*
AN %	* 67.3* 42.75* 53.11* 43.84* 38.33* 48.62* 45.04*

Plagioclases

C1501

	* 1(1-MG* 1(1+MG* 2(5) * 2(-MG* 2(+MG*
SIO2	* 52.13* 52.47* 52.64* 52.36* 52.61*
AL2O3*	0.51* 0.26* 0.34* 0.03* 0.02*
FEO	* 28.61* 28.35* 30.79* 30.21* 28.95*
MNO	* 1.50* 1.52* 1.63* 1.78* 1.57*
MGO	* 15.67* 15.91* 14.36* 13.96* 15.13*
CAO	* 1.70* 1.45* 1.34* 1.31* 1.28*
NA2O	* 0.04* 0.07* 0.07* 0.02* 0.03*
K2O	* 0.00* 0.01* 0.00* 0.00* 0.00*
TIO2	* 0.10* 0.12* 0.00* 0.00* 0.00*
CR2O3*	0.00* 0.00* 0.01* 0.00* 0.00*
NB OX*	6* 6* 6* 6* 6*
SI	* 2.013* 2.018* 2.014* 2.021* 2.005*
AL	* 0.022* 0.010* 0.015* 0.001* 0.002*
FE3	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
FE2	* 0.920* 0.908* 0.982* 1.032* 0.919*
MN	* 0.049* 0.050* 0.053* 0.058* 0.049*
MG	* 0.905* 0.917* 0.854* 0.800* 0.901*
CA	* 0.058* 0.060* 0.055* 0.054* 0.055*
NA	* 0.002* 0.002* 0.002* 0.001* 0.002*
K	* 0.001* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
TI	* 0.003* 0.004* 0.000* 0.000* 0.000*
P	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.002* 0.004*
CR	* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000* 0.000*
EN %	* 48.3* 48.9* 45.2* 42.2* 48.8*

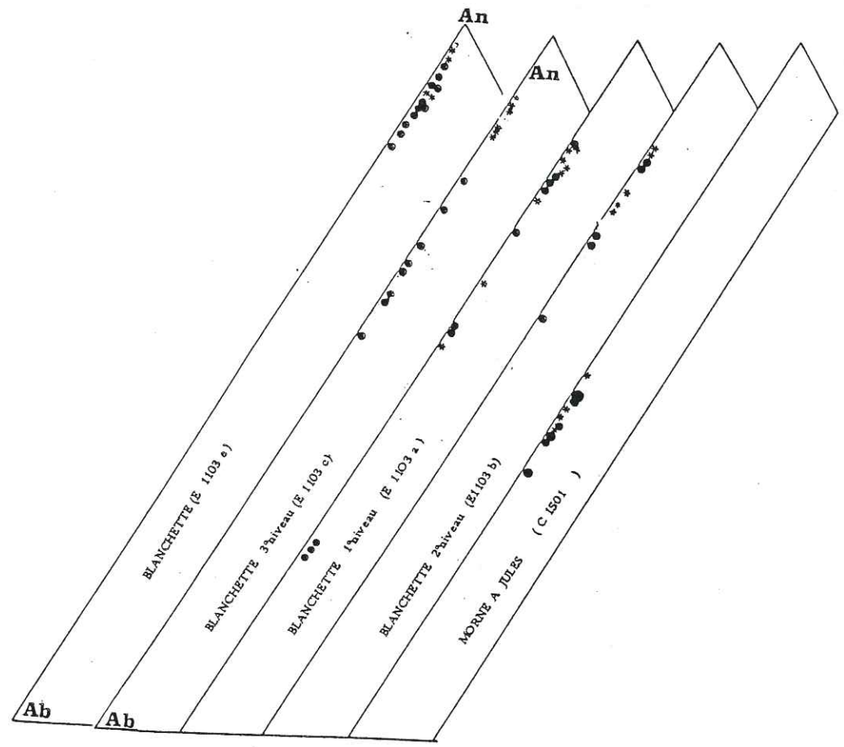
orthopyroxènes

C1501

	* 1(1) *
SIO2	* 0.26*
AL2O3*	1.91*
FEO	* 75.75*
MNO	* 0.85*
MGO	* 0.61*
CAO	* 0.00*
NA2O	* 0.00*
K2O	* 0.00*
TIO2	* 18.20*
CR2O3*	0.00*
NB OX*	32*
SI	* 0.092*
AL	* 0.709*
FE3	* 0.000*
FE2	*22.957*
MN	* 0.256*
MG	* 0.336*
CA	* 0.000*
NA	* 0.000*
K	* 0.000*
TI	* 3.789*
P	* 0.000*
CR	* 0.000*
REPART FER CARMICHAEL	
FE2O3*	37.63*
FEO	* 41.08*
SOM	43.0*CARMICHAEL
SOM	41.1*ANDERSON
REPART FER CARMICHAEL	
FE2O3*	*
FEO	* *
SOM	*CARMICHAEL
SOM	*ANDERSON

magnétite

Tableau 18 . Moyennes des analyses de plagioclases, d'orthopyroxènes et de magnétites de C 1501 (Morne à Jules).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses.
1:coeurs des phénocristaux : 2:bordures des phénocristaux : 3:microlites.



* Coeurs des phénocristaux
● Bordures des phénocristaux, microphénocristaux , microlites et inclusions.

Fig. 49 . Position des plagioclases des ponces du Morne à Jules , et de la carrière Blanchette dans le diagramme An-Ab-Or.

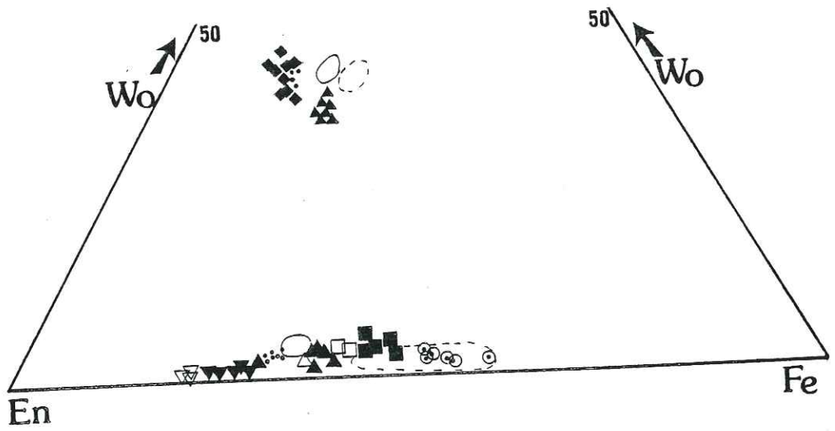
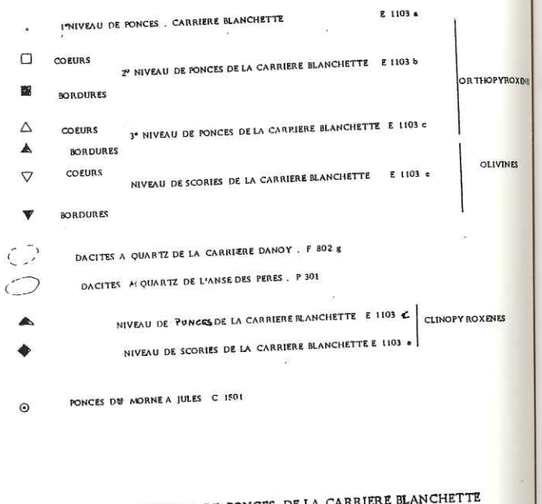


Fig. **50** . Position des pyroxènes et les olivines des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme En-Fe-**Wo**. Légende ci-contre.



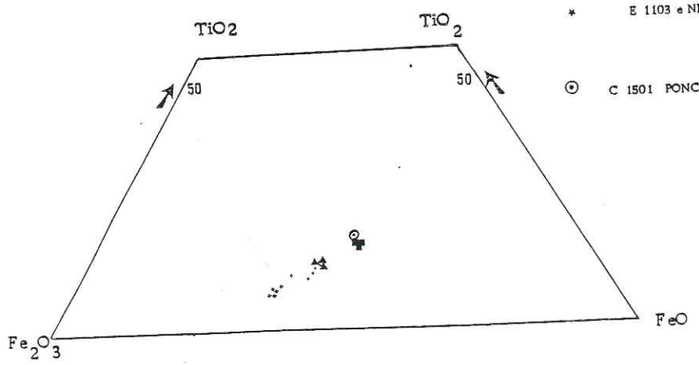


Fig. **51** . Position des magnétites des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme Fe_2O_3-FeO-TiO_2.

1.2.2. La nuée Saint-Vincent de la carrière Danoy. (n°20 et 21)

Sur le tableau **24** sont résumées les observations microscopiques faites sur ce niveau, sur les diagrammes **52** à **55** , les compositions des différents minéraux et des verres et sur les tableaux **19** à **23** , les analyses.

Les minéraux sont comparables dans la scorie et la lave (diagr. n° **52** , **53** , **55**). Les plagioclases de la scorie ont une composition plus basique (An 60-An 95), avec des individus à zonation inverse (bordures An 75 coeurs An 65) et zonés normalement. Le plagioclase de la scorie montrant des coeurs à An 90 sont certainement hérités (diagr. **52**).

BOUDON (1981) compare les dépôts basiques de la carrière Danoy à ceux de l'éruption de la Soufrière de Saint-Vincent en avril 1979 (BARDINTZEFF et CLOCCHIATTI, 1980), au cours de laquelle une phase explosive immédiatement suivie de l'extrusion d'un dôme a pulvérisé l'ancien dôme de 1971. Dans ce modèle, la scorie représenterait le magma juvénile, alors que la lave appartiendrait au dôme existant avant l'éruption.

F802A1	* 1(1)	* 2(5)	* 2(-MG*	2(+MG*
SIO2 *	52.83*	53.49*	53.46*	53.10*
AL203*	1.10*	1.11*	0.67*	0.99*
FEO *	24.95*	23.02*	24.01*	21.52*
MNO *	1.07*	0.95*	1.04*	0.74*
MGO *	19.16*	20.80*	19.82*	21.89*
CAO *	1.70*	1.62*	1.65*	1.63*
NA20 *	0.00*	0.04*	0.00*	0.02*
K20 *	0.00*	0.01*	0.00*	0.02*
TIO2 *	0.89*	0.15*	0.10*	0.20*
CR203*	0.22*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	6*	6*	6*	6*
SI *	1.963*	1.980*	1.997*	1.980*
AL *	0.048*	0.048*	0.029*	0.043*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.773*	0.710*	0.747*	0.663*
MN *	0.034*	0.030*	0.033*	0.023*
MG *	1.068*	1.155*	1.110*	1.217*
CA *	0.068*	0.064*	0.066*	0.065*
NA *	0.000*	0.003*	0.000*	0.001*
K *	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*
TI *	0.025*	0.004*	0.003*	0.006*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.006*	0.000*	0.000*	0.000*
EN % *	57.0*	61.0*	58.7*	63.9*

F802A2	* 1(3)	* 1(-MG*	1(+MG*	2(3)	* 2(-MG*	2(+MG*	3(4)	* 3(-MG*	3(+MG*	
SIO2 *	52.91*	53.15*	52.68*	52.94*	52.07*	52.30*	52.97*	52.77*	53.00*	
AL203*	0.96*	1.03*	0.95*	1.12*	0.92*	1.61*	1.16*	1.23*	1.11*	
FEO *	22.44*	22.98*	22.17*	22.27*	22.97*	22.53*	22.39*	22.35*	21.70*	
MNO *	0.94*	0.81*	0.91*	0.91*	1.01*	0.79*	0.78*	0.83*	0.69*	
MGO *	21.17*	21.15*	21.41*	20.35*	19.99*	20.39*	20.67*	20.20*	21.10*	
CAO *	1.58*	1.52*	1.65*	1.56*	1.49*	1.80*	1.52*	1.50*	1.53*	
NA20 *	0.05*	0.03*	0.07*	0.00*	0.01*	0.00*	0.03*	0.04*	0.04*	
K20 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.04*	0.00*	
TIO2 *	0.07*	0.10*	0.04*	0.16*	0.21*	0.13*	0.15*	0.11*	0.18*	
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.03*	0.00*	
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	
SI *	1.977*	1.975*	1.972*	1.983*	1.982*	1.966*	1.984*	1.990*	1.985*	
AL *	0.042*	0.045*	0.042*	0.049*	0.041*	0.071*	0.051*	0.055*	0.049*	
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2 *	0.699*	0.712*	0.692*	0.717*	0.720*	0.706*	0.699*	0.699*	0.677*	
MN *	0.030*	0.025*	0.029*	0.029*	0.032*	0.025*	0.025*	0.026*	0.022*	
MG *	1.136*	1.179*	1.202*	1.143*	1.141*	1.150*	1.161*	1.142*	1.185*	
CA *	0.063*	0.061*	0.062*	0.063*	0.061*	0.073*	0.061*	0.061*	0.061*	
NA *	0.004*	0.002*	0.005*	0.000*	0.001*	0.000*	0.002*	0.003*	0.003*	
K *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*	0.000*	
TI *	0.002*	0.003*	0.001*	0.004*	0.006*	0.004*	0.004*	0.003*	0.005*	
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	
EN % *	62.0*	61.5*	62.5*	60.5*	60.0*	61.1*	61.6*	61.2*	62.9*	

Tableau **19** . Moyennes des analyses d'orthopyroxènes de F 802 a1 et de F 802 a2 (nuée Saint-Vincent).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

-MG signifie individu le moins magnésien ; +MG signifie individu le plus magnésien.
1:coeurs des phénocristaux ; 2:bordures des phénocristaux ; 3:microlites .

FE0201

	* 1(5)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(AB)*	2(AN)*	3(AB)*	3(AN)*	4( )	* 4(AB)*	4(AN)*	5(3)	* 5(AB)*	5(AN)*	6(7)	* 6(AB)*	6(AN)*
SIO2	* 46.85*	45.25*	46.17*	54.86*	54.50*	52.53*	52.36*	50.64*	51.83*	50.24*	53.13*	53.55*	52.87*	50.73*	53.39*	47.62*
AL203*	34.79*	35.66*	35.43*	28.77*	29.06*	29.91*	30.29*	30.94*	30.62*	31.43*	29.72*	29.32*	30.03*	31.15*	28.80*	33.65*
FEO *	0.36*	0.44*	0.36*	0.49*	0.59*	0.37*	0.55*	0.56*	0.61*	0.59*	0.90*	0.96*	0.70*	0.60*	0.70*	0.63*
MNO *	0.03*	0.04*	0.00*	0.01*	0.05*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.03*	0.08*	0.00*	0.02*	0.05*	0.00*
MGO *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	18.84*	18.47*	18.95*	11.33*	11.88*	12.65*	13.37*	14.61*	14.42*	14.83*	12.71*	12.43*	13.07*	14.62*	12.15*	17.66*
NA20 *	0.70*	1.10*	0.62*	4.51*	4.52*	3.75*	3.77*	2.99*	3.14*	2.70*	3.93*	4.29*	3.97*	3.03*	4.30*	1.71*
K20 *	0.01*	0.00*	0.01*	0.12*	0.08*	0.10*	0.12*	0.08*	0.07*	0.09*	0.09*	0.09*	0.12*	0.08*	0.11*	0.08*
TIO2 *	0.00*	0.04*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.04*	0.11*	0.00*	0.00*	0.00*	0.03*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.08*	0.00*	0.05*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 8.312*	8.371*	8.219*	9.861*	9.793*	9.584*	9.480*	9.261*	9.384*	9.187*	9.604*	9.665*	9.545*	9.345*	9.736*	8.667*
AL	* 7.629*	7.542*	7.756*	6.084*	6.143*	6.420*	6.452*	6.657*	6.522*	6.762*	6.320*	6.256*	6.372*	6.778*	6.179*	7.295*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.060*	0.068*	0.056*	0.073*	0.088*	0.056*	0.083*	0.085*	0.092*	0.090*	0.136*	0.144*	0.106*	0.091*	0.106*	0.096*
MN	* 0.005*	0.006*	0.000*	0.002*	0.008*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*	0.000*	0.005*	0.012*	0.000*	0.003*	0.008*	0.000*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 3.741*	3.661*	3.778*	2.278*	2.287*	2.473*	2.594*	2.863*	2.797*	2.906*	2.467*	2.383*	2.528*	2.855*	2.374*	3.444*
NA	* 0.251*	0.394*	0.137*	1.568*	1.572*	1.324*	1.321*	1.058*	1.100*	0.956*	1.375*	1.422*	1.387*	1.060*	1.518*	0.602*
K	* 0.002*	0.000*	0.002*	0.028*	0.018*	0.023*	0.028*	0.019*	0.016*	0.021*	0.021*	0.021*	0.028*	0.017*	0.026*	0.017*
TI	* 0.000*	0.006*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.005*	0.015*	0.000*	0.000*	0.000*	0.006*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.011*	0.000*	0.007*	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR	* 0.06*	0.00*	0.06*	0.71*	0.47*	0.61*	0.70*	0.47*	0.41*	0.54*	0.54*	0.54*	0.70*	0.47*	0.65*	0.46*
AB	* 6.29*	9.71*	4.72*	40.49*	40.54*	34.66*	33.51*	26.86*	28.11*	24.62*	35.65*	37.00*	35.18*	27.11*	38.74*	14.92*
AN	* 93.65*	90.29*	95.32*	58.80*	58.99*	64.73*	65.79*	72.66*	71.47*	74.84*	63.82*	62.58*	64.12*	72.42*	60.60*	84.72*
AN %	* 93.71*	90.29*	95.28*	59.22*	59.27*	65.12*	66.25*	73.01*	71.77*	75.25*	64.16*	62.71*	64.59*	72.78*	61.00*	85.11*

Tableau **20** . Moyennes des analyses de plagioclases de F 802 a_1 (nuée Saint-Vincent, carrière Danoy).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
1:coeurs de la première famille de phénocristaux et 2: bordures associées; 3:coeurs de seconde famille de phénocristaux et 4: bordures associées; 5 : inclusions ; 6 : microlites .

F802A2

	* 1(3)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(7)	* 2(AB)*	2(AN)*	3(8)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 51.99*	51.49*	52.06*	52.25*	54.54*	51.50*	52.69*	54.21*	50.96*
AL203*	30.14*	29.57*	30.37*	19.76*	29.82*	20.64*	29.90*	29.24*	31.83*
FEO *	0.45*	0.48*	0.37*	0.49*	0.43*	0.40*	0.50*	0.42*	0.60*
MNO *	0.02*	0.04*	0.00*	0.04*	0.14*	0.00*	0.02*	0.00*	0.04*
MGO *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	13.59*	13.21*	13.96*	13.03*	12.54*	14.16*	13.14*	12.04*	14.96*
NA20 *	3.64*	3.51*	3.57*	3.79*	4.49*	3.55*	3.82*	4.36*	2.94*
K20 *	0.07*	0.08*	0.03*	0.08*	0.10*	0.00*	0.07*	0.08*	0.09*
TIO2 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.05*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.10*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.475*	9.513*	9.441*	10.614*	9.684*	10.406*	9.558*	9.771*	9.184*
AL	* 6.462*	6.427*	6.490*	4.722*	6.229*	4.907*	6.381*	6.200*	6.749*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.068*	0.074*	0.058*	0.083*	0.064*	0.067*	0.076*	0.063*	0.090*
MN	* 0.005*	0.006*	0.000*	0.007*	0.021*	0.000*	0.003*	0.000*	0.006*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.654*	2.615*	2.712*	2.636*	2.386*	3.066*	2.554*	2.325*	2.889*
NA	* 1.249*	1.255*	1.263*	1.490*	1.543*	1.388*	1.341*	1.521*	1.026*
K	* 0.016*	0.019*	0.007*	0.021*	0.023*	0.000*	0.016*	0.018*	0.021*
TI	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.003*	0.007*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.002*	0.014*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR	* 0.42*	0.49*	0.17*	0.48*	0.57*	0.00*	0.41*	0.48*	0.53*
AB	* 31.87*	32.27*	31.54*	34.28*	39.05*	31.17*	34.29*	39.36*	26.06*
AN	* 67.72*	67.24*	68.28*	65.24*	60.38*	68.83*	65.30*	60.17*	73.41*
AN %	* 68.00*	67.57*	68.40*	65.55*	60.72*	68.83*	65.57*	60.45*	73.80*

Tableau **21** . Moyennes des analyses de plagioclases de F 802 a_2 (nuée Saint-Vincent , carrière Danoy).
1:coeurs des phénocristaux ; 2: bordures des phénocristaux; 3: microlites.

F802A1

	* 1(1)	* 2(6)	* 2(-CA*	2(+CA*	3(4)	*
SIO2	* 51.51*	52.80*	51.87*	52.70*	52.58*	
AL203*	1.09*	1.69*	2.02*	2.06*	1.75*	
FEO *	12.80*	11.64*	11.51*	11.10*	11.82*	
MNO *	0.57*	0.54*	0.54*	0.46*	0.57*	
MGO *	12.74*	13.37*	13.77*	13.84*	13.10*	
CAO *	19.53*	20.04*	19.35*	20.42*	19.51*	
NA20 *	0.31*	0.36*	0.64*	0.39*	0.37*	
K20 *	0.00*	0.09*	0.40*	0.00*	0.01*	
TIO2 *	0.42*	0.34*	0.41*	0.37*	0.05*	
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.05*	
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	
SI	* 1.950*	1.965*	1.941*	1.950*	1.978*	
AL	* 0.084*	0.074*	0.091*	0.090*	0.069*	
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2	* 0.404*	0.361*	0.359*	0.342*	0.371*	
MN	* 0.018*	0.017*	0.017*	0.014*	0.018*	
MG	* 0.724*	0.747*	0.773*	0.767*	0.751*	
CA	* 0.792*	0.799*	0.776*	0.809*	0.787*	
NA	* 0.023*	0.026*	0.046*	0.028*	0.020*	
K	* 0.000*	0.004*	0.019*	0.000*	0.000*	
TI	* 0.012*	0.009*	0.012*	0.010*	0.001*	
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	
LE BAS						
CA	* 41.57*	42.48*	42.27*	42.68*	41.45*	
MG	* 36.90*	38.20*	38.84*	39.15*	38.57*	
FE	* 21.53*	19.35*	18.89*	18.18*	19.98*	
D.H.Z						
CA	* 40.88*	41.54*	40.31*	41.85*	40.94*	
MG	* 37.34*	38.80*	40.16*	39.71*	38.98*	
FE	* 21.78*	19.65*	19.54*	18.44*	20.18*	

F802A2

	* 1(5)	* 1(-CA*	1(+CA*	2(3)	* 2(-CA*	2(+CA*
SIO2	* 52.42*	52.15*	52.20*	52.11*	51.98*	52.38*
AL203*	1.74*	1.96*	1.66*	1.87*	1.83*	1.99*
FEO *	11.48*	11.57*	11.09*	11.38*	11.75*	11.22*
MNO *	0.52*	0.55*	0.54*	0.61*	0.67*	0.53*
MGO *	13.29*	13.20*	13.45*	13.31*	12.90*	13.35*
CAO *	20.17*	19.20*	20.20*	19.96*	19.63*	20.13*
NA20 *	0.30*	0.24*	0.30*	0.30*	0.33*	0.28*
K20 *	0.01*	0.01*	0.03*	0.00*	0.00*	0.01*
TIO2 *	0.34*	0.46*	0.31*	0.27*	0.40*	0.41*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.01*	0.00*
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	* 1.962*	1.966*	1.962*	1.959*	1.962*	1.962*
AL	* 0.077*	0.087*	0.073*	0.083*	0.081*	0.086*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.358*	0.363*	0.347*	0.357*	0.370*	0.344*
MN	* 0.016*	0.018*	0.017*	0.019*	0.021*	0.016*
MG	* 0.746*	0.746*	0.758*	0.751*	0.735*	0.759*
CA	* 0.809*	0.775*	0.814*	0.804*	0.794*	0.794*
NA	* 0.022*	0.018*	0.022*	0.022*	0.024*	0.020*
K	* 0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*
TI	* 0.010*	0.013*	0.009*	0.008*	0.011*	0.011*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*
LE BAS						
CA	* 42.58*	41.31*	42.70*	42.30*	42.08*	42.09*
MG	* 38.23*	38.86*	38.70*	38.45*	37.81*	39.26*
FE	* 19.19*	19.83*	18.60*	19.25*	20.11*	18.65*
D.H.Z						
CA	* 41.92*	40.75*	42.01*	41.65*	41.35*	41.47*
MG	* 38.67*	39.23*	39.16*	38.83*	38.28*	39.68*
FE	* 19.41*	20.02*	18.83*	19.47*	20.37*	18.85*

Tableau **22** . Moyennes des analyses de clinopyroxènes de F 802 a_1 et de F 802a_2 (nuée Saint-Vincent)
-CA signifie individu le moins calcique;+CA signifie individu le plus calcique.
Même légende que pour le tableau **21** .

F802A1

	* 1(1)	* 2(1)	* 3(6)	* 3(-FE*	3(+FE*
SIO2	* 0.31*	0.00*	0.26*	0.41*	0.15*
AL203*	2.98*	2.81*	3.17*	2.84*	3.20*
FEO *	76.54*	76.96*	76.5 *	76.28*	78.48*
MNO *	0.46*	0.51*	0.47*	0.49*	0.46*
MGO *	2.46*	1.77*	2.15*	1.74*	2.00*
CAO *	0.00*	0.00*	0.01*	0.02*	0.00*
NA20 *	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
K20 *	0.04*	0.01*	0.01*	0.00*	0.00*
TIO2 *	12.35*	12.77*	12.04*	11.94*	11.39*
CR203*	0.01*	0.00*	0.02*	0.06*	0.03*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 0.073*	0.000*	0.001*	0.148*	0.052*
AL	* 1.218*	1.158*	1.290*	1.205*	1.312*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	*22.161*	22.464*	22.291*	22.317*	22.783*
MN	* 0.135*	0.151*	0.139*	0.149*	0.135*
MG	* 1.282*	0.930*	1.127*	0.941*	1.045*
CA	* 0.000*	0.000*	0.004*	0.008*	0.000*
NA	* 0.000*	0.014*	0.007*	0.000*	0.000*
K	* 0.018*	0.004*	0.004*	0.000*	0.000*
TI	* 3.218*	3.355*	3.155*	3.229*	2.976*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.003*	0.000*	0.006*	0.017*	0.008*
REPART FER CARMICHAEL					
FE203*	42.29*	41.25*	42.24*	40.28*	44.28*
FEO *	38.48*	39.83*	38.56*	38.02*	38.63*
XULV	36.9*	38.2*	36.3*	37.2*	34.0*CARMICHAEL
XULV	31.3*	34.2*	31.3*	33.0*	29.2*ANDERSON

F802A2

	* 3(1)	* 3(3)	* 3(-FE*	3(+FE*
SIO2	* 0.18*	0.25*	0.24*	0.24*
AL203*	2.86*	2.85*	2.53*	3.04*
FEO *	74.86*	76.33*	75.25*	77.33*
MNO *	0.41*	0.54*	0.58*	0.52*
MGO *	1.89*	1.71*	1.65*	1.21*
CAO *	0.02*	0.01*	0.00*	0.02*
NA20 *	0.00*	0.01*	0.03*	0.00*
K20 *	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*
TIO2 *	12.05*	11.09*	12.53*	8.60*
CR203*	0.04*	0.01*	0.00*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*
SI	* 0.065*	0.083*	0.086*	0.090*
AL	* 1.208*	1.208*	1.065*	1.339*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	*22.399*	22.725*	22.435*	24.121*
MN	* 0.124*	0.164*	0.175*	0.164*
MG	* 1.013*	0.924*	0.838*	0.679*
CA	* 0.000*	0.004*	0.000*	0.000*
NA	* 0.000*	0.007*	0.021*	0.000*
K	* 0.005*	0.000*	0.000*	0.000*
TI	* 3.245*	2.998*	3.362*	2.420*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.011*	0.003*	0.000*	0.000*
REPART FER CARMICHAEL				
FE203*	40.70*	42.95*	40.35*	46.20*
FEO *	38.23*	37.68*	38.94*	35.75*
XULV	37.2*	34.1*	38.3*	27.2*CARMICHAEL
XULV	32.8*	29.7*	34.3*	23.8*ANDERSON

Tableau **23** . Moyennes des analyses de magnétites de F 802 a_1 et de F 802 a_2 (nuée Saint-Vincent).
-FE signifie individu le moins ferrifère ; +FE signifie individu le plus ferrifère.
1:phénocristaux;2:microlites;3:inclusions.

	F 802a$_1$ (n° 20)	F 802u$_2$ (n°21)
Localisation	Carrière Danoy I	Carrière Danoy I
Description macroscopique	- scorie noire vitreuse, porphyrique, en blocs pluridécimétriques - phénocristaux de plagioclases millimétriques	- lave porphyrique, en blocs pluricentimétriques - phénocristaux de plagioclases millimétriques - Vésiculation moyenne
Description microscopique Plagioclases	- automorphes, plurimillimétriques et microlitiques - Composition An 60 à An 95 peuvent être zonés zonation normale : coeurs An 90 bordure : An 60 zonation inverse : coeurs An 65 bordure An 75 - Les microlites ont une composition An 60- An 85	- automorphes, millimétriques - Composition An 58 - An 75 peuvent être zonés (zonation normale) coeurs de composition voisine de An 68 - certains individus sont corrodés
Clinopyronèxes	- subautomorphes avec quelques fois des golfes de corrosion, millimétriques - composition Wo 41-42 - En 36-36 - individus non zonés - inclusions de plagioclases, magnétites, orthopyroxène	- automorphes, millimétriques peuvent être corrodés - composition Wo 42- En 38 - les orthopyroxènes et les clinopyroxènes et les plagioclases peuvent être groupés en glomérophyres - inclusions de magnétites et plagioclases
Orthopryroxènes	- automorphes plurimillimétriques - composition proche de En 60 - Inclusions de magnétites	- automorphes, millimétriques - composition de En 60 Quelques individus légèrement zonés (zonation normale): coeurs En 61 - En 63 bordures En 60 - En 60 microlites : composition En 61 - En 63 - inclusions de plagioclases et de magnétites
Magnétites	- individus globuleux, de taille millimétrique à inframillimétrique - composition : 34 à 38% d'ulvospinelle qu'elles soient dans la mésostase ou en inclusions - Inclusions de pyroxènes et de plaglioclases	- individus globuleux millimétriques à inframillimétriques - composition : 27 à 37 % d'ulvospinelle qu'elles soient dans la mésostase ou en inclusions
Olivines	- en petits et rares cristaux	- en petits et rares cristaux
Mésostase	- vitreuse - représente 50 % de la roche - verres rhyolitiques (70 % à 75 % SiO_2) de même composition dans la mésostase ou en inclusion	- vitreuse - représente 40 à 50 % de la roche verres rhyolitiques (69 à 72 % SiO_2)

Tableau 24 Nuée Saint-Vincent

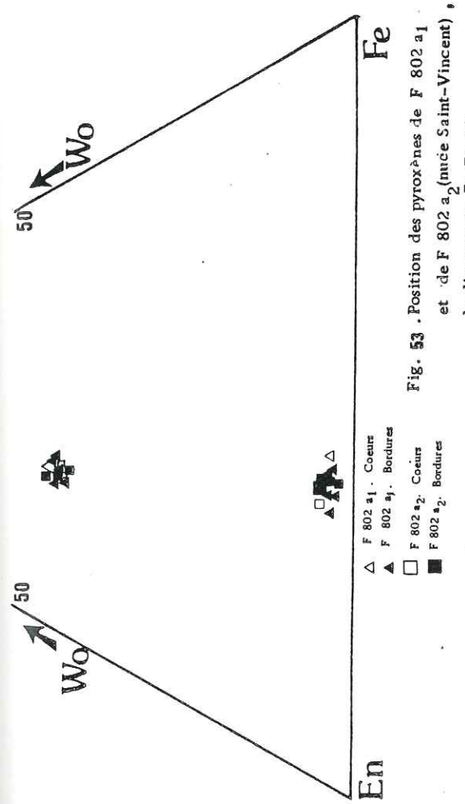


Fig. 53 . Position des pyroxènes de F 802 a$_1$ et de F 802 a$_2$ (nuée Saint-Vincent) , dans le diagramme En-Fe-Wo.

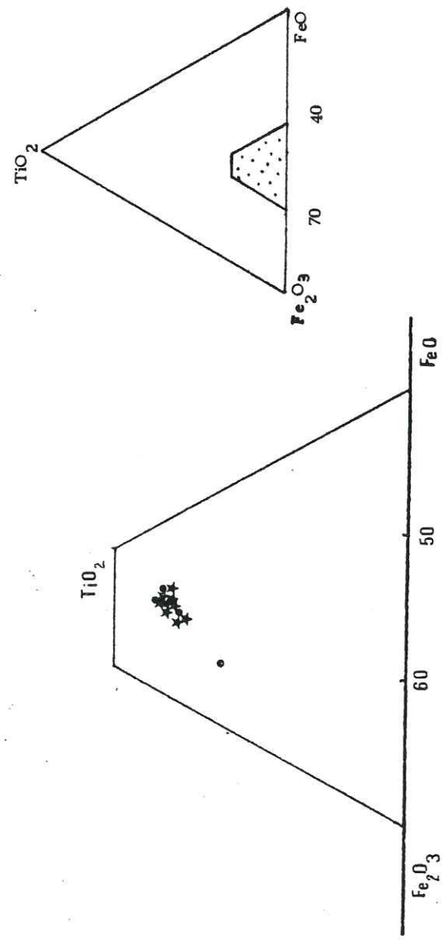


Fig. 54 . Position des magnétites de F 802 a$_1$ et de F 802a$_2$ dans le diagramme TiO_2 -Fe_2O_3-FeO.

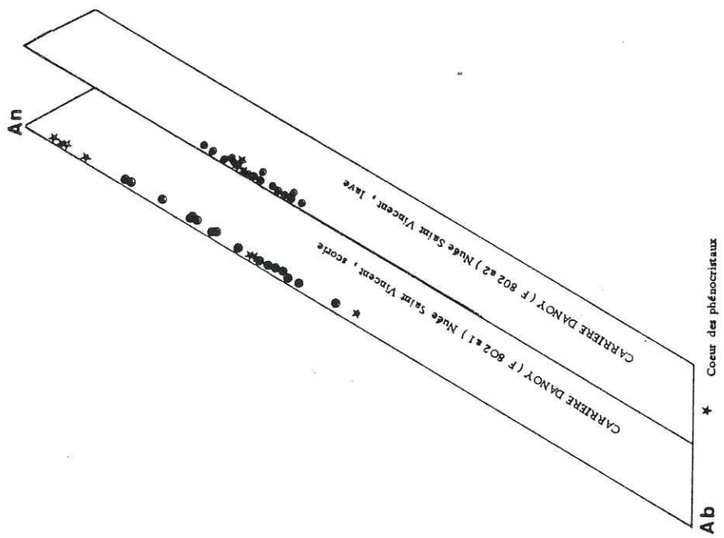


Fig. 52 . Position des plagioclases de F 802 a1 et de F 802 a$_2$ dans le diagramme An-Ab-Or.

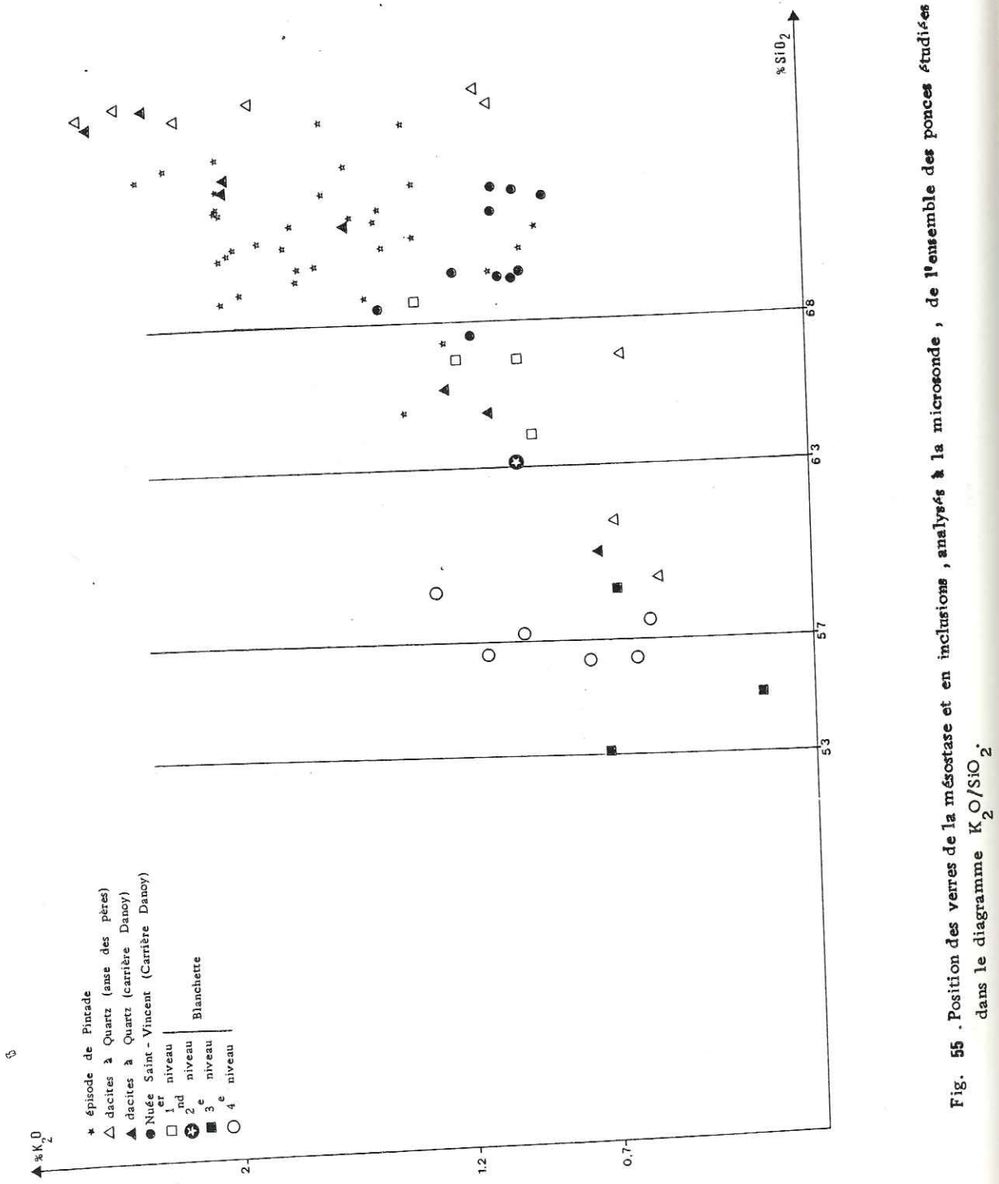


Fig. **55** . Position des verres de la mésostase et en inclusions , analysés à la microsonde , de l'ensemble des ponces étudiées dans le diagramme K_2O/SiO_2.

1.2.3. Les dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères. (n° 12, 13 , 14, 15) (tableaux **25** à **34** , fig. **55** à **58**)

Les deux niveaux de ponces dacitiques à quartz se différencient par :

1. La taille et l'aspect des ponces,

2. La composition des minéraux : plagioclases moins basiques dans le faciès blanc de la dacite de l'anse des Pères P 301 a (An 40-50) que dans le faciès blanc de la dacite de la carrière Danoy F 802g_1 (An 40-80), orthopyroxènes (En 57 dans P 301a, En 45- En 60 dans F 802g1) dans les magnétites et les ilménites (20 à 25 % d'ulvospinelle et 15 à 17 % d'hématite dans P 301a et 36 à 37 % d'ulvospinelle et 6 % d'hématite dans F 802g_1).

3. La rareté de l'amphibole dans la ponce de l'anse des Pères,

4. La différence de taille et de forme des quartz (taille voisine de 2 mm, forme quelconque pour les quartz des ponces de l'anse des Pères, taille voisine de 1,2 mm et quartz bipyramidés pour les ponces de la carrière Danoy),

5. La nature des verres de la mésostase, globalement plus acide dans la ponce de l'anse des Pères.

F802G2

	* 1(-CA*	1(+CA*
SIO2 *	52.80*	52.16*
AL2O3*	1.50*	1.52*
FEO *	11.93*	12.98*
MNO *	0.63*	0.54*
MGO *	12.93*	12.41*
CAO *	20.72*	20.98*
NA2O *	0.24*	0.32*
K2O *	0.00*	0.00*
TIO2 *	0.35*	0.42*
CR2O3*	0.02*	0.02*
NB OX*	6*	6*
SI *	1.967*	1.952*
AL *	0.066*	0.067*
FE3 *	0.000*	0.000*
FE2 *	0.370*	0.405*
MN *	0.020*	0.017*
MG *	0.722*	0.692*
CA *	0.827*	0.841*
NA *	0.017*	0.023*
K *	0.000*	0.000*
TI *	0.010*	0.012*
P *	0.000*	0.000*
CR *	0.001*	0.001*
LE BAS		
CA *	43.14*	43.59*
MG *	36.92*	35.13*
FE *	19.94*	21.28*
D.H.Z		
CA *	42.64*	42.73*
MG *	37.25*	35.55*
FE *	20.12*	21.53*

P301B

	* 1(3)	1(-CA*	1(+CA*
SIO2 *	53.37*	53.35*	53.06*
AL2O3*	0.91*	0.67*	1.16*
FEO *	11.01*	11.67*	10.83*
MNO *	0.51*	0.51*	0.52*
MGO *	13.24*	13.02*	13.59*
CAO *	20.86*	20.68*	21.08*
NA2O *	0.26*	0.30*	0.25*
K2O *	0.00*	0.01*	0.01*
TIO2 *	0.12*	0.19*	0.11*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	6*	6*	6*
SI *	1.994*	1.997*	1.977*
AL *	0.040*	0.030*	0.051*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.343*	0.364*	0.336*
MN *	0.016*	0.016*	0.017*
MG *	0.742*	0.731*	0.760*
CA *	0.835*	0.829*	0.842*
NA *	0.019*	0.022*	0.018*
K *	0.000*	0.000*	0.000*
TI *	0.003*	0.005*	0.003*
P *	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*
LE BAS			
CA *	43.68*	43.30*	43.60*
MG *	37.96*	37.05*	38.51*
FE *	18.36*	19.37*	17.89*
D.H.Z			
CA *	43.13*	42.74*	44.07*
MG *	38.33*	37.67*	38.87*
FE *	18.54*	19.59*	18.06*

Tableau **25** . Moyennes des analyses de clinopyroxènes des dacites à quartz de la carrière Danoy (F 802 g) et de l'anse des Pères (P 301).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures .
-CA signifie individu le moins calcique;+CA signifie individu le plus calcique.
1:phénocristaux (coeurs).

F802G1

	1(1) *	1(AB)*	1(AN)*	2(1B)*	2(AB)*	2(AN)*	3(1) *	3(AB)*	3(AN)*
SIO2 *	54.11*	56.17*	49.56*	55.52*	52.77*	56.00*	57.25*	58.70*	53.12*
AL203*	28.35*	25.35*	36.58*	28.61*	27.37*	31.36*	27.59*	26.80*	30.37*
FEO *	0.28*	0.25*	0.10*	0.36*	0.24*	0.50*	0.47*	0.36*	0.42*
MNO *	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.10*	0.00*	0.03*	0.04*	0.04*
MGO *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	11.23*	9.25*	15.76*	10.91*	8.94*	14.55*	10.22*	8.63*	12.91*
NA2O *	5.60*	6.16*	2.65*	5.26*	6.94*	3.34*	5.21*	6.28*	4.18*
K2O *	0.11*	0.18*	0.02*	0.14*	0.18*	0.06*	0.21*	0.18*	0.05*
TIO2 *	0.01*	0.00*	0.02*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
CR2O3*	0.01*	0.00*	0.03*	0.02*	0.00*	0.08*	0.04*	0.00*	0.07*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	*10.478*	10.306*	8.810*	9.940*	10.365*	9.598*	10.189*	10.409*	9.540*	
AL	* 5.101*	5.379*	7.737*	6.026*	5.584*	6.323*	5.777*	5.591*	6.409*	
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2	* 0.042*	0.037*	0.059*	0.054*	0.035*	0.071*	0.070*	0.053*	0.073*	
MN	* 0.002*	0.000*	0.000*	0.002*	0.015*	0.000*	0.005*	0.006*	0.006*	
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CA	* 2.178*	1.775*	3.002*	2.073*	1.661*	2.672*	1.949*	1.640*	2.481*	
NA	* 1.733*	2.102*	0.911*	1.823*	2.329*	1.108*	1.795*	2.155*	1.451*	
K	* 0.027*	0.041*	0.005*	0.032*	0.040*	0.013*	0.040*	0.041*	0.011*	
TI	* 0.001*	0.000*	0.003*	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR	* 0.001*	0.000*	0.004*	0.003*	0.000*	0.011*	0.006*	0.000*	0.010*	
OR	* 0.66*	1.06*	0.12*	0.81*	0.99*	0.35*	1.26*	1.06*	0.27*	
AB	* 46.03*	53.78*	23.23*	46.17*	57.80*	29.21*	47.34*	56.19*	36.89*	
AN	* 53.31*	45.16*	76.64*	53.02*	41.21*	70.44*	51.40*	42.75*	62.84*	
AN %	* 55.09*	45.86*	76.70*	53.45*	41.63*	70.69*	52.06*	43.21*	63.10*	

F802G2

	1(1) *	2(3) *	2(AB)*	2(AN)*	3(1) *	4(3) *	4(AB)*	4(AN)*	5(1) *	5(AB)*	5(AN)*	6(1) *	7(1) *	7(AB)*	7(AN)*
SIO2 *	55.89*	56.44*	56.92*	55.92*	44.90*	46.05*	46.92*	46.14*	52.45*	45.15*	44.48*	47.38*	52.98*	54.62*	50.59*
AL203*	27.96*	28.18*	27.17*	28.67*	33.31*	35.39*	34.40*	36.36*	29.52*	34.34*	35.53*	33.71*	30.38*	28.00*	31.96*
FEO *	0.21*	0.46*	0.51*	0.39*	0.39*	0.55*	0.72*	0.38*	0.52*	0.61*	0.83*	0.59*	0.42*	0.31*	0.37*
MNO *	0.03*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.02*	0.00*	0.01*	0.00*
MGO *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	10.84*	10.36*	9.93*	10.60*	19.52*	18.56*	18.08*	17.64*	12.11*	18.22*	19.26*	16.67*	10.72*	11.00*	14.20*
NA2O *	5.10*	5.38*	5.62*	5.13*	0.53*	0.20*	1.24*	0.15*	0.85*	0.07*	0.59*	1.99*	5.04*	4.91*	2.97*
K2O *	0.11*	0.10*	0.14*	0.11*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.02*	0.00*	0.00*	0.39*	0.10*	0.07*
TIO2 *	0.00*	0.02*	0.00*	0.03*	0.06*	0.02*	0.00*	0.00*	0.01*	0.06*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
CR2O3*	0.00*	0.02*	0.00*	0.06*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.02*	0.02*	0.00*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	*10.051*	10.066*	10.211*	9.982*	8.430*	8.382*	8.545*	8.200*	9.252*	8.401*	8.193*	8.701*	9.545*	9.827*	9.196*
AL	* 5.915*	5.913*	5.734*	6.021*	7.357*	7.527*	7.370*	7.581*	6.025*	7.517*	7.699*	7.254*	6.443*	6.179*	6.716*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.031*	0.068*	0.075*	0.058*	0.061*	0.083*	0.109*	0.083*	0.079*	0.095*	0.081*	0.090*	0.065*	0.048*	0.056*
MN	* 0.005*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.089*	1.980*	1.909*	2.027*	3.926*	3.620*	3.520*	3.580*	3.227*	3.634*	3.870*	3.260*	2.494*	2.338*	2.872*
NA	* 1.775*	1.857*	1.951*	1.772*	0.193*	0.317*	0.437*	0.150*	0.220*	0.349*	0.210*	0.702*	1.733*	1.709*	1.342*
K	* 0.025*	0.023*	0.032*	0.025*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*	0.007*	0.000*	0.000*	0.021*	0.023*	0.016*
TI	* 0.000*	0.003*	0.000*	0.004*	0.000*	0.003*	0.000*	0.000*	0.001*	0.002*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.002*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR	* 0.65*	0.59*	0.82*	0.66*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.18*	0.00*	0.00*	0.54*	0.58*	0.41*
AB	* 45.34*	48.12*	50.14*	46.34*	4.68*	8.05*	11.02*	3.79*	5.73*	8.75*	5.14*	17.74*	34.75*	43.00*	30.20*
AN	* 53.71*	51.29*	49.04*	53.00*	95.32*	91.95*	88.98*	96.02*	92.75*	91.07*	94.86*	82.26*	64.72*	56.34*	73.39*
AN %	* 54.06*	51.60*	49.45*	53.35*	95.32*	91.95*	88.98*	96.02*	92.81*	91.23*	94.86*	82.26*	65.07*	56.67*	73.59*

Tableau **26** . Moyennes des analyses de plagioclases des dacites à quartz de la carrière Danoy.

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

AB signifie individu le plus acide;AN signifie individu le plus basique.

Pour F 802 g_1 : 1 :coeurs; 2: bordures ; 3 : microlites .

Pour F 802 g_2 : 1:coeurs de la première famille de phénocristaux et 2: bordures associées ; 3 :coeurs de la seconde famille de phénocristaux et 4 : bordures associées; 5 :cristaux non zonés ; 6: micolites ; 7:microlites.

F301A

	1(2) *	1(AB)*	1(AN)*	2(2) *	2(AB)*	2(AN)*	3(3) *	3(AB)*	3(AN)*
SIO2 *	58.53*	58.24*	57.89*	58.43*	58.84*	56.04*	52.28*	58.64*	57.17*
AL203*	26.50*	26.18*	26.92*	26.91*	26.42*	28.02*	26.39*	26.42*	26.57*
FEO *	0.25*	0.14*	0.37*	0.20*	0.24*	0.26*	0.27*	0.24*	0.27*
MNO *	0.02*	0.00*	0.00*	0.03*	0.05*	0.00*	0.01*	0.05*	0.00*
MGO *	0.00*	0.01*	0.00*	0.01*	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	8.84*	8.12*	9.48*	9.41*	8.58*	10.33*	9.15*	8.58*	9.69*
NA2O *	6.22*	6.49*	5.71*	5.77*	6.17*	5.24*	5.92*	6.17*	5.76*
K2O *	0.27*	0.24*	0.20*	0.23*	0.34*	0.19*	0.20*	0.34*	0.28*
TIO2 *	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*
CR2O3*	0.03*	0.03*	0.00*	0.23*	0.01*	0.00*	0.01*	0.01*	0.01*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	*10.419*	10.470*	10.341*	10.351*	10.451*	10.073*	10.016*	10.451*	10.301*
AL	* 5.550*	5.537*	5.625*	5.600*	5.539*	5.925*	5.948*	5.539*	5.632*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.037*	0.021*	0.055*	0.020*	0.036*	0.039*	0.043*	0.036*	0.041*
MN	* 0.003*	0.000*	0.000*	0.004*	0.008*	0.000*	0.002*	0.008*	0.000*
MG	* 0.000*	0.003*	0.000*	0.003*	0.000*	0.005*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 1.686*	1.564*	1.811*	1.706*	1.638*	1.789*	1.978*	1.638*	1.871*
NA	* 2.143*	2.258*	2.039*	1.978*	2.128*	1.823*	2.195*	2.128*	2.009*
K	* 0.061*	0.060*	0.068*	0.052*	0.077*	0.044*	0.049*	0.077*	0.064*
TI	* 0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.004*	0.004*	0.000*	0.032*	0.001*	0.000*	0.002*	0.001*	0.001*
OR	* 1.58*	1.54*	1.74*	1.36*	2.01*	1.13*	1.19*	2.01*	1.63*
AB	* 55.08*	58.17*	52.04*	51.84*	55.37*	47.28*	53.25*	55.37*	50.93*
AN	* 43.34*	40.29*	46.21*	46.80*	42.62*	51.59*	45.56*	42.62*	47.43*
AN %	* 44.03*	40.92*	47.03*	47.45*	43.50*	52.18*	46.11*	43.50*	48.22*

1:coeurs ; 2 :bordures ; 3 : microlites .

F301B

	1(14)*	1(AB)*	1(AN)*	2(3) *	2(AB)*	2(AN)*	3(7) *	3(AB)*	3(AN)*	4(7) *	4(AB)*	4(AN)*
SIO2 *	45.02*	44.91*	45.05*	52.82*	54.86*	49.90*	50.08*	54.04*	52.72*	54.04*	55.62*	57.33*
AL203*	35.52*	35.27*	35.39*	30.59*	29.92*	31.65*	30.51*	29.73*	31.22*	28.93*	28.26*	26.29*
FEO *	0.84*	0.44*	0.42*	0.56*	0.30*	0.99*	0.34*	0.39*	0.33*	0.62*	0.37*	1.30*
MNO *	0.03*	0.00*	0.02*	0.09*	0.00*	0.00*	0.02*	0.07*	0.01*	0.01*	0.00*	0.00*
MGO *	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.01*	0.01*	0.00*	0.10*
CAO *	19.51*	19.24*	19.81*	13.58*	11.85*	16.20*	11.66*	11.15*	12.67*	12.60*	11.29*	12.23*
NA2O *	0.57*	0.66*	0.47*	3.75*	4.51*	2.56*	4.92*	5.36*	4.32*	3.89*	4.49*	2.90*
K2O *	0.01*	0.00*	0.02*	0.11*	0.13*	0.07*	0.15*	0.16*	0.15*	0.17*	0.11*	0.61*
TIO2 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.03*	0.05*	0.07*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*
CR2O3*	0.01*	0.03*	0.00*	0.01*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.02*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.251*	8.273*	8.256*	9.474*	9.763*	9.048*	9.713*	9.800*	9.441*	9.767*	10.003*	10.270*
AL	* 7.689*	7.644*	7.630*	6.456*	6.243*	6.752*	6.259*	6.130*	6.577*	6.152*	5.979*	5.540*
FE2	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE3	* 0.067*	0.068*	0.064*	0.084*	0.044*	0.150*	0.051*	0.059*	0.049*	0.093*	0.055*	0.194*
MN	* 0.005*	0.000*	0.002*	0.014*	0.000*	0.000*	0.003*	0.011*	0.002*	0.002*	0.000*	0.000*
MG	* 0.003*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.003*	0.003*	0.003*	0.003*	0.000*	0.027*
CA	* 3.831*	3.797*	3.890*	2.604*	2.259*	3.147*	2.252*	2.174*	2.431*	2.440*	2.175*	2.347*
NA	* 0.202*	0.235*	0.167*	1.291*	1.553*	0.898*	1.720*	1.881*	1.497*	1.361*	1.563*	1.005*
K	* 0.002*	0.000*	0.005*	0.025*	0.030*	0.016*	0.035*	0.037*	0.034*	0.039*	0.025*	0.139*
TI	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.004*	0.007*	0.010*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.003*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.001*	0.004*	0.000*	0.001*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.003*
OR	* 0.06*	0.00*	0.12*	0.64*	0.77*	0.40*	0.86*	0.91*	0.87*	1.02*	0.67*	3.99*
AB	* 5.01*	5.84*	4.11*	32.94*	40.43*	22.12*	42.93*	45.97*	37.79*	35.44*	41.53*	28.79*
AN	* 94.93*	94.16*	95.78*	66.42*	58.80*	77.48*	56.21*	53.13*	61.35*	63.54*	57.80*	67.21*
AN %	* 94.99*	94.16*	95.89*	66.85*	59.26*	77.79*	56.70*	53.61*	61.88*	64.20*	58.19*	70.01*

1: famille basique(phénocristaux) ; 2 :coeurs des phénocristaux de la seconde famille de phénocristaux et 3 : bordures associées ; 4 :microlites .

Tableau **27** . Moyennes des analyses de plagioclases des dacites à quartz de l'anse des Pères .

F802D1

	1(9) *	1(-FE)*	1(+FE)*
SIO2 *	46.12*	46.03*	48.32*
AL203*	7.48*	7.56*	7.41*
FEO *	19.83*	18.58*	20.35*
MNO *	0.44*	0.41*	0.50*
MGO *	10.96*	11.15*	10.34*
CAO *	10.58*	10.68*	10.55*
NA2O *	1.63*	1.80*	1.60*
K2O *	0.23*	0.17*	0.21*
TIO2 *	1.63*	1.61*	1.55*
CR2O3*	0.02*	0.07*	0.00*
H2O *	2.00*	2.00*	2.00*

NB OX*	24*	24*	24*
SI *	6.916*	6.895*	6.923*
AL *	1.320*	1.332*	1.303*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	2.465*	2.329*	2.534*
MN *	0.056*	0.052*	0.062*
MG *	2.385*	2.501*	2.319*
CA *	1.700*	1.714*	1.620*
NA *	0.473*	0.488*	0.463*
K *	0.044*	0.032*	0.040*
TI *	0.183*	0.181*	0.171*
P *	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.002*	0.008*	0.000*
AMPHIBOLES			
TI 23*	0.167*	0.167*	0.167*
SI 23*	7.752*	7.752*	7.752*
MG/(+M*	0.548*	0.571*	0.534*

P301F

	1(7) *
SIO2 *	49.41*
AL203*	31.04*
FEO *	11.12*
MNO *	0.26*
MGO *	10.70*
CAO *	19.16*
NA2O *	0.54*
K2O *	0.05*
TIO2 *	1.64*
CR2O3*	0.00*
H2O *	2.02*

NB OX*	24*
SI *	7.047*
AL *	1.336*
FE3 *	0.000*
FE2 *	1.508*
MN *	0.041*
MG *	2.268*
CA *	2.999*
NA *	0.148*
K *	0.004*
TI *	0.174*
P *	0.000*
CR *	0.000*

Tableau **28** . Moyennes des analyses d' amphiboles des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères.

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses.

-FE signifie individu le moins ferrifère

+FE signifie individu le plus ferrifère.

1:phénocristaux ; 2 : microlites .

F80263

	1(3) *	1(-MG*	1(+MG*	2(5) *	2(-MG*	2(+MG*
SIO2	* 51.93*	51.27*	50.21*	52.45*	51.40*	52.71*
AL203*	0.69*	2.43*	1.66*	0.71*	0.39*	0.86*
FEO	* 29.85*	28.32*	35.45*	28.66*	31.60*	29.70*
MNO	* 1.16*	1.27*	0.86*	1.02*	1.53*	0.67*
MGO	* 15.10*	15.26*	10.92*	16.82*	14.93*	20.73*
CAO	* 1.22*	1.20*	1.25*	1.39*	1.33*	1.44*
NA20	* 0.03*	0.02*	0.05*	0.00*	0.02*	0.00*
K20	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.03*
TIO2	* 0.08*	0.08*	0.12*	0.13*	0.13*	0.08*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	0.01*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	* 1.956*	1.951*	1.98*	1.977*	1.988*	1.916*
AL	* 0.031*	0.109*	0.073*	0.031*	0.018*	0.037*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.941*	0.928*	0.799*	0.837*	1.018*	0.900*
MN	* 0.054*	0.062*	0.027*	0.032*	0.050*	0.021*
MG	* 0.981*	0.988*	1.070*	1.064*	0.866*	1.130*
CA	* 0.055*	0.051*	0.050*	0.056*	0.055*	0.056*
NA	* 0.002*	0.002*	0.006*	0.001*	0.001*	0.000*
K	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*
TI	* 0.003*	0.001*	0.004*	0.004*	0.004*	0.002*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*
EN %	* 51.8*	50.8*	58.4*	55.0*	44.8*	55.1*

F8 202

	3(3) *	3(-MG*	3(+MG*	4(3) *	4(-MG*	4(+MG*
SIO2	* 52.36*	51.17*	52.53*	51.62*	52.00*	52.06*
AL203*	0.71*	0.85*	1.12*	1.02*	0.74*	0.71*
FEO	* 25.83*	26.77*	24.89*	27.62*	25.85*	25.83*
MNO	* 1.10*	1.17*	0.91*	1.08*	0.97*	1.10*
MGO	* 18.40*	17.95*	19.25*	17.67*	18.37*	18.40*
CAO	* 1.35*	1.36*	1.35*	1.37*	1.32*	1.35*
NA20	* 0.02*	0.03*	0.04*	0.02*	0.02*	0.02*
K20	* 0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*
TIO2	* 0.10*	0.10*	0.07*	0.11*	0.09*	0.09*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	* 1.980*	1.960*	1.980*	1.982*	1.978*	1.980*
AL	* 0.031*	0.039*	0.050*	0.032*	0.033*	0.031*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.911*	0.775*	0.783*	0.887*	0.807*	0.911*
MN	* 0.035*	0.057*	0.029*	0.035*	0.031*	0.035*
MG	* 1.040*	1.120*	1.090*	1.017*	1.090*	1.040*
CA	* 0.055*	0.051*	0.050*	0.053*	0.055*	0.055*
NA	* 0.005*	0.000*	0.003*	0.001*	0.001*	0.005*
K	* 0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.002*	0.000*
TI	* 0.005*	0.003*	0.003*	0.003*	0.005*	0.005*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*
EN %	* 53.1*	58.0*	57.6*	52.8*	56.5*	53.1*

P301A

	1(3) *
SIO2	* 53.04*
AL203*	0.34*
FEO	* 21.59*
MNO	* 1.31*
MGO	* 17.31*
CAO	* 1.13*
NA20	* 0.02*
K20	* 0.01*
TIO2	* 0.03*
CR203*	0.01*

NB OX*	6*
SI	* 2.079*
AL	* 0.016*
FE3	* 0.000*
FE2	* 0.705*
MN	* 0.043*
MG	* 1.010*
CA	* 0.047*
NA	* 0.002*
K	* 0.001*
TI	* 0.001*
P	* 0.000*
CR	* 0.000*
EN %	* 57.6*

P301B

	1(3) *	1(-MG*	1(MG*	2(5) *	2(-MG*	2(+MG*	3(1) *
SIO2	* 52.58*	52.55*	52.63*	53.63*	53.09*	55.30*	53.80*
AL203*	0.30*	0.39*	0.35*	0.52*	0.56*	0.53*	0.48*
FEO	* 26.56*	27.00*	25.76*	24.73*	24.37*	25.27*	25.12*
MNO	* 1.31*	1.20*	1.52*	0.98*	0.96*	0.95*	0.81*
MGO	* 17.93*	17.30*	18.36*	19.86*	19.24*	20.51*	19.97*
CAO	* 1.16*	1.20*	1.21*	1.10*	1.21*	1.12*	1.09*
NA20	* 0.03*	0.01*	0.02*	0.01*	0.00*	0.00*	0.04*
K20	* 0.03*	0.00*	0.00*	0.02*	0.06*	0.03*	0.03*
TIO2	* 0.03*	0.04*	0.04*	0.09*	0.05*	0.03*	0.09*
CR203*	0.04*	0.07*	0.00*	0.01*	0.06*	0.00*	0.01*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	* 2.005*	2.012*	2.004*	2.000*	2.003*	2.006*	2.000*
AL	* 0.017*	0.018*	0.016*	0.023*	0.025*	0.023*	0.021*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.844*	0.862*	0.818*	0.775*	0.782*	0.764*	0.778*
MN	* 0.042*	0.039*	0.049*	0.031*	0.031*	0.029*	0.025*
MG	* 1.025*	0.994*	1.049*	1.111*	1.089*	1.116*	1.114*
CA	* 0.047*	0.049*	0.049*	0.044*	0.049*	0.044*	0.043*
NA	* 0.002*	0.001*	0.001*	0.001*	0.000*	0.000*	0.003*
K	* 0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.003*	0.001*	0.001*
TI	* 0.001*	0.001*	0.001*	0.003*	0.001*	0.001*	0.003*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.001*	0.002*	0.000*	0.000*	0.002*	0.000*	0.000*
EN %	* 53.6*	52.5*	54.8*	58.0*	57.3*	58.5*	58.1*

Tableau **29** . Moyennes des analyses d ' orthopyroxènes des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères.
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
-MG signifie individu le moins magnésien; +MG signifie individu le plus magnésien .
1:coeurs ; 2:bordures ; 3:microlites ; 4:inclusions.

F80262

	1(3) *	1(-MG*	1(+MG*
SIO2	* 39.54*	39.73*	39.92*
AL203*	0.01*	0.00*	0.02*
FEO	* 22.24*	23.92*	22.47*
MNO	* 0.41*	0.43*	0.35*
MGO	* 38.16*	37.81*	39.08*
CAO	* 0.12*	0.13*	0.16*
NA20	* 0.02*	0.01*	0.00*
K20	* 0.01*	0.00*	0.02*
TIO2	* 0.03*	0.06*	0.14*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	4*	4*	4*
SI	* 1.012*	1.016*	1.011*
AL	* 0.000*	0.000*	0.001*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.478*	0.511*	0.476*
MN	* 0.009*	0.009*	0.007*
MG	* 1.465*	1.443*	1.485*
CA	* 0.003*	0.004*	0.004*
NA	* 0.001*	0.000*	0.000*
K	* 0.000*	0.000*	0.001*
TI	* 0.001*	0.000*	0.003*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*
FO %	* 74.5*	73.5*	75.5*

P301B

	1(3) *	1(-MG*	1(+MG*
SIO2	* 39.78*	39.12*	40.20*
AL203*	0.01*	0.03*	0.00*
FEO	* 20.52*	20.32*	20.52*
MNO	* 0.31*	0.37*	0.20*
MGO	* 39.90*	38.91*	40.28*
CAO	* 0.17*	0.15*	0.21*
NA20	* 0.00*	0.02*	0.00*
K20	* 0.01*	0.04*	0.01*
TIO2	* 0.00*	0.00*	0.00*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	4*	4*	4*
SI	* 1.014*	1.015*	1.016*
AL	* 0.000*	0.001*	0.000*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.436*	0.440*	0.432*
MN	* 0.007*	0.008*	0.004*
MG	* 1.525*	1.515*	1.527*
CA	* 0.005*	0.004*	0.006*
NA	* 0.000*	0.001*	0.000*
K	* 0.000*	0.001*	0.000*
TI	* 0.000*	0.000*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*
FO %	* 77.5*	77.2*	77.8*

Tableau **30** . Moyennes des analyses d'olivines des dacites à quartz de la carrière Danoy (F 802 g) et de l'anse des Pères (P 301).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses.
-MG signifie individu le moins magnésien
+MG signifie individu le plus magnésien.
1:Phénocristaux

F80263

	1(3) *	1(-FE*	1(+FE*	2(5) *	2(+FE*	3(FE*	3(+FE*
SIO2	* 51.93*	51.27*	50.21*	52.45*	51.40*	52.71*	
AL203*	0.69*	2.43*	1.66*	0.71*	0.39*	0.86*	
FEO	* 29.85*	28.32*	35.45*	28.66*	31.60*	29.70*	
MNO	* 1.16*	1.27*	0.86*	1.02*	1.53*	0.67*	
MGO	* 15.10*	15.26*	10.92*	16.82*	14.93*	20.73*	
CAO	* 1.22*	1.20*	1.25*	1.39*	1.33*	1.44*	
NA20	* 0.03*	0.02*	0.05*	0.00*	0.02*	0.00*	
K20	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.03*	
TIO2	* 0.08*	0.08*	0.12*	0.13*	0.13*	0.08*	
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	0.01*	

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	
SI	* 1.956*	1.951*	1.98*	1.977*	1.988*	1.916*	
AL	* 0.031*	0.109*	0.073*	0.031*	0.018*	0.037*	
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2	* 0.941*	0.928*	0.799*	0.837*	1.018*	0.900*	
MN	* 0.054*	0.062*	0.027*	0.032*	0.050*	0.021*	
MG	* 0.981*	0.988*	1.070*	1.064*	0.866*	1.130*	
CA	* 0.055*	0.051*	0.050*	0.056*	0.055*	0.056*	
NA	* 0.002*	0.002*	0.006*	0.001*	0.001*	0.000*	
K	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	
TI	* 0.003*	0.001*	0.004*	0.004*	0.004*	0.002*	
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	
EN %	* 51.8*	50.8*	58.4*	55.0*	44.8*	55.1*	
REPART FER CARMICHAEL							
FE203*	43.89*	42.51*	42.98*	42.23*	42.42*	42.07*	43.01*
FEO	* 31.19*	32.09*	31.79*	31.30*	31.45*	31.13*	31.55*
%ULV	37.5*	38.2*	37.4*	37.6*	37.6*	37.5*	37.1%CARMICHAEL
%ULV	35.7*	36.3*	35.5*	36.8*	35.7*	35.5*	35.1%ANDERSON
REPART FER CARMICHAEL							

F80262

	2(3) *	2(-FE*	2(+FE*	2(4) *	2(+FE*	3(4) *	3(-FE*	3(+FE*
SIO2	* 52.29*	52.25*	52.33*	51.62*	52.00*	52.06*		
AL203*	0.71*	0.80*	1.12*	1.02*	0.74*	0.71*		
FEO	* 25.83*	26.77*	24.89*	27.62*	25.85*	25.83*		
MNO	* 1.10*	1.17*	0.91*	1.08*	0.97*	1.10*		
MGO	* 18.40*	17.95*	19.25*	17.67*	18.37*	18.40*		
CAO	* 1.35*	1.36*	1.35*	1.37*	1.32*	1.35*		
NA20	* 0.02*	0.03*	0.04*	0.02*	0.02*	0.02*		
K20	* 0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*		
TIO2	* 0.10*	0.10*	0.07*	0.11*	0.09*	0.09*		
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*		

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	
SI	* 1.980*	1.960*	1.980*	1.982*	1.978*	1.980*	
AL	* 0.031*	0.039*	0.050*	0.032*	0.033*	0.031*	
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2	* 0.911*	0.775*	0.783*	0.887*	0.807*	0.911*	
MN	* 0.035*	0.057*	0.029*	0.035*	0.031*	0.035*	
MG	* 1.040*	1.120*	1.090*	1.017*	1.090*	1.040*	
CA	* 0.055*	0.051*	0.050*	0.053*	0.055*	0.055*	
NA	* 0.005*	0.000*	0.003*	0.001*	0.001*	0.005*	
K	* 0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.002*	0.000*	
TI	* 0.005*	0.003*	0.003*	0.003*	0.005*	0.005*	
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	
EN %	* 53.1*	58.0*	57.6*	52.8*	56.5*	53.1*	

F80262

	3(3) *	3(-FE*	3(+FE*	3(4) *	3(-FE*	3(+FE*
SIO2	* 0.29*	0.25*	0.20*	0.45*	0.33*	0.27*	0.25*	0.25*
AL203*	4.19*	3.95*	2.10*	2.01*	1.73*	2.04*	2.08*	2.09*
FEO	* 77.44*	74.62*	79.88*	77.38*	79.13*	77.85*	77.23*	78.82*
MNO	* 0.56*	0.65*	0.46*	0.47*	0.70*	0.61*	0.61*	0.60*
MGO	* 2.15*	4.00*	1.21*	2.07*	1.00*	1.07*	1.02*	1.13*
CAO	* 0.06*	0.00*	0.00*	0.07*	0.00*	0.05*	0.00*	0.16*
NA20	* 0.01*	0.00*	0.00*	0.03*	0.00*	0.03*	0.05*	0.06*
K20	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.03*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*
TIO2	* 10.49*	7.20*	12.42*	10.67*	12.51*	12.35*	12.57*	12.23*
CR203*	0.03*	0.00*	0.00*	0.26*	0.00*	0.01*	0.00*	0.04*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 0.101*	0.085*	0.070*	0.157*	0.081*	0.096*	0.089*	0.081*
AL	* 1.714*	3.312*	2.064*	1.166*	0.721*	0.856*	0.875*	0.868*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	*22.436*	21.000*	22.278*	22.870*	23.365*	23.130*	23.017*	23.184*
MN	* 0.165*	0.186*	0.136*	0.140*	0.210*	0.184*	0.184*	0.179*
MG	* 1.121*	2.035*	0.635*	1.096*	0.531*	0.572*	0.547*	0.598*
CA	* 0.022*	0.000*	0.000*	0.026*	0.000*	0.019*	0.000*	0.061*
NA	* 0.007*	0.000*	0.014*	0.020*	0.000*	0.021*	0.035*	0.041*
K	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.014*	0.000*	0.000*	0.000*	0.005*
TI	* 2.735*	1.852*	3.257*	2.823*	3.325*	3.302*	3.372*	3.238*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.008*	0.000*	0.000*	0.072*	0.000*	0.003*	0.000*	0.011*
REPART FER CARMICHAEL								
FE203*	44.46*	47.18*	45.47*	45.01*	42.89*	42.01*	41.18*	42.93*
FEO	* 32.42*	32.16*	40.76*	37.32*	40.53*	40.04*	40.17*	40.18*
%ULV	32.1*	23.6*	36.4*	32.2*	36.8*	37.0*	37.9*	36.3%CARMICHAEL
%ULV	26.5*	11.0*	33.5*	27.0*	34.1*	34.2*	35.2*	33.4%ANDERSON

1:phénocristaux ; 2:microlites ; 3:inclusions.

P301A

	1(4) *	1(-FE*	1(+FE*
SIO2	* 0.18*	0.20*	0.14*
AL203*	1.79*	1.90*	1.74*
FEO	* 80.71*	79.62*	82.22*
MNO	* 0.47*	0.47*	0.47*
MGO	* 0.97*	1.06*	0.98*
CAO	* 0.21*	0.00*	0.01*
NA20	* 0.02*	0.00*	0.07*
K20	* 0.02*	0.02*	0.01*
TIO2	* 8.18*	8.46*	7.57*
CR203*	0.02*	0.03*	0.02*

NB OX*	32*	32*	32*
SI	* 0.067*	0.075*	0.053*
AL	* 0.790*	0.843*	0.769*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*
FE2	*25.280*	25.033*	25.735*
MN	* 0.149*	0.150*	0.149*
MG	* 0.546*	0.600*	0.552*
CA	* 0.084*	0.000*	0.004*
NA	* 0.015*	0.000*	0.051*
K	* 0.010*	0.010*	0.305*
TI	* 2.300*	2.392*	2.132*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.006*	0.009*	0.006*
REPART FER CARMICHAEL			
FE203*	49.73*	48.50*	51.55*
FEO	* 36.15*	36.02*	35.32*
%ULV	24.8*	25.9*	22.7%CARMICH
%ULV	21.8*	22.7*	19.7%ANDERSON

P301B

	1(4) *	1(-FE*	1(+FE*	2(-FE*	2(+FE*	3(4) *	3(-FE*	3(+FE*
SIO2	* 0.76*	1.61*	0.20*	0.12*	0.37*	0.21*	0.16*	0.22*
AL203*	5.74*	6.35*	6.00*	2.04*	2.01*	1.96*	2.27*	1.89*
FEO	* 74.14*	72.37*	75.41*	80.87*	81.59*	81.04*	78.14*	83.88*
MNO	* 0.33*	0.25*	0.33*	0.49*	0.30*	0.39*	0.37*	0.56*
MGO	* 3.30*	3.57*	3.66*	1.69*	1.53*	1.12*	1.44*	0.83*
CAO	* 0.35*	0.47*	0.16*	0.00*	0.03*	0.12*	0.21*	0.07*
NA20	* 0.03*	0.07*	0.00*	0.07*	0.00*	0.03*	0.03*	0.01*
K20	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.01*
TIO2	* 7.61*	7.63*	7.58*	9.47*	9.64*	8.01*	9.23*	5.40*
CR203*	0.01*	0.01*	0.02*	0.04*	0.14*	0.03*	0.08*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 0.338*	0.558*	0.070*	0.043*	0.132*	0.078*	0.059*	0.084*
AL	* 2.377*	2.589*	2.478*	0.863*	0.845*	0.862*	0.992*	0.851*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	*21.752*	20.902*	22.058*	24.367*	24.293*	25.237*	24.195*	26.761*
MN	* 0.098*	0.073*	0.098*	0.150*	0.091*	0.123*	0.116*	0.181*
MG	* 1.743*	1.856*	1.927*	0.917*	0.820*	0.628*	0.803*	0.477*
CA	* 0.132*	0.175*	0.060*	0.000*	0.011*	0.048*	0.084*	0.029*
NA	* 0.020*	0.047*	0.000*	0.049*	0.055*	0.022*	0.022*	0.007*
K	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.009*	0.005*
TI	* 2.009*	1.983*	1.996*	2.528*	2.583*	2.245*	2.572*	1.551*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.003*	0.003*	0.006*	0.011*	0.039*	0.009*	0.023*	0.000*
REPART FER CARMICHAEL								
FE203*	46.41*	45.06*	47.74*	48.82*	48.75*	50.10*	46.56*	55.47*
FEO	* 32.37*	31.82*	32.45*	36.93*	37.72*	35.95*	36.24*	33.95*
%ULV	24.7*	25.3*	24.1*	28.0*	28.3*	24.2*	28.4*	16.3%CARMICHAEL
%ULV	15.1*	14.8*	13.5*	23.5*	24.6*	21.0*	24.6*	13.3%ANDERSON

1:inclusions.

1:microlites partie claire ; 2:microlites partie foncée ;
3:inclusions.

Tableau **31** . Moyennes des analyses des magnétites des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères.
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
-FE signifie individu le moins ferrifère ; + FE signifie individu le plus ferrifère .

F80261
* 1 * 1 *

SIO2 * 0.07* 0.13*
AL203* 0.08* 0.02*
FEO * 48.61* 47.68*
MNO * 1.22* 1.03*
MGO * 1.21* 1.20*
CAO * 0.18* 0.14*
NA2O * 0.00* 0.00*
K2O * 0.00* 0.01*
TIO2 * 50.73* 50.75*
CR203* 0.00* 0.00*

NB OX* 6* 6*
SI * 0.004* 0.007*
AL * 0.005* 0.001*
FE3 * 0.000* 0.000*
FE2 * 2.027* 2.004*
MN * 0.052* 0.044*
MG * 0.091* 0.091*
CA * 0.010* 0.000*
NA * 0.000* 0.000*
K * 0.000* 0.001*
TI * 1.704* 1.719*
P * 0.000* 0.000*
CR * 0.000* 0.000*
REPART FER CARMICHAEL
FE203* * *
FEO * * *
%ULV * * *CARMICHAEL
%ULV * *ANDERSON
REPART FER CARMICHAEL
FE203* 7.01* 5.27*
FEO * 42.30* 42.48*
%HE * 6.5* 5.4*CARMICHAEL
%HE 7.0* 5.8*ANDERSON

F80262
* 1(4) * 1(-TI* 1(+TI*

SIO2 * 0.09* 0.10* 0.04*
AL203* 0.17* 0.22* 0.15*
FEO * 46.98* 46.37* 48.07*
MNO * 0.75* 0.71* 0.70*
MGO * 3.08* 3.52* 2.64*
CAO * 0.04* 0.04* 0.03*
NA2O * 0.01* 0.00* 0.00*
K2O * 0.00* 0.01* 0.00*
TIO2 * 47.85* 47.50* 48.22*
CR203* 0.00* 0.00* 0.00*

NB OX* 6* 6* 6*
SI * 0.010* 0.010* 0.010*
AL * 0.010* 0.013* 0.009*
FE3 * 0.000* 0.000* 0.000*
FE2 * 2.008* 1.986* 2.042*
MN * 0.033* 0.031* 0.030*
MG * 0.227* 0.271* 0.202*
CA * 0.002* 0.002* 0.001*
NA * 0.001* 0.000* 0.000*
K * 0.000* 0.001* 0.000*
TI * 1.842* 1.835* 1.843*
P * 0.000* 0.000* 0.000*
CR * 0.000* 0.000* 0.000*
REPART FER CARMICHAEL
FE203* * * *
FEO * * * *CARMICHAEL
%ULV * * * *ANDERSON
%ULV * * *
REPART FER CARMICHAEL
FE203* 11.18* 11.59* 11.14*
FEO * 36.72* 35.94* 38.04*
%HE * 10.5* 10.9* 10.4*CARMICHAEL
%HE 12.0* 12.7* 11.7*ANDERSON

1:inclusions.

F301B
* 1(1) *

SIO2 * 0.12*
AL203* 0.19*
FEO * 49.34*
MNO * 0.51*
MGO * 2.33*
CAO * 0.24*
NA2O * 0.07*
K2O * 0.00*
TIO2 * 42.62*
CR203* 0.00*

NB OX* 6*
SI * 0.007*
AL * 0.012*
FE3 * 0.000*
FE2 * 2.245*
MN * 0.024*
MG * 0.191*
CA * 0.014*
NA * 0.007*
K * 0.000*
TI * 1.746*
P * 0.000*
CR * 0.000*
REPART FER CARMICHAEL
FE203* * *
FEO * * *
%ULV * *CARMICHAEL
%ULV *ANDERSON
REPART FER CARMICHAEL
FE203* 17.29*
FEO * 33.78*
%HE * 16.9*CARMICHAEL
%HE 18.8*ANDERSON

1:inclusion

F301A
* 1(1) * 2(1) * 3(1) *

SIO2 * 0.14* 0.08* 0.06*
AL203* 0.22* 0.14* 0.17*
FEO * 49.99* 50.89* 50.33*
MNO * 0.55* 0.72* 0.54*
MGO * 2.11* 2.13* 2.07*
CAO * 0.00* 0.01* 0.00*
NA2O * 0.09* 0.00* 0.00*
K2O * 0.00* 0.00* 0.08*
TIO2 * 44.66* 44.77* 45.59*
CR203* 0.00* 0.00* 0.00*

NB OX* 6* 6* 6*
SI * 0.007* 0.004* 0.003*
AL * 0.014* 0.009* 0.010*
FE3 * 0.000* 0.000* 0.000*
FE2 * 2.211* 2.236* 2.201*
MN * 0.025* 0.032* 0.024*
MG * 0.168* 0.168* 0.163*
CA * 0.000* 0.001* 0.000*
NA * 0.009* 0.000* 0.000*
K * 0.000* 0.000* 0.005*
TI * 1.779* 1.771* 1.794*
P * 0.000* 0.000* 0.000*
CR * 0.000* 0.000* 0.000*
REPART FER CARMICHAEL
FE203* * * *
FEO * * * *CARMICHAEL
%ULV * * * *ANDERSON
%ULV * * *
REPART FER CARMICHAEL
FE203* 15.55* 16.74* 14.95*
FEO * 35.79* 35.83* 36.38*
%HE * 14.8* 15.7* 14.1*CARMICHAEL
%HE 16.3* 17.4* 15.5*ANDERSON

1:coeurs ; 2:bordures ; 3:inclusions.

Tableau **32** . Moyennes des analyses d 'ilménites des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères .
-TI signifie individu ayant la teneur en titane la moins élevée,
+TI signifie individu ayant la teneur en titane la plus elevée.
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

	$F\ 802g_1$ (n° 12)	$F\ 802g_2$ (n° 13)
Localisation	Carrière Danoy	Carrière Danoy
Description macroscopique	- ponces de petite taille - patine ocre, cassure blanche, aspect soyeux - roche porphyrique : phénocristaux de quartz, pyroxènes, plagioclases,	- ponces de petite taille - patine ocre, cassure grise, plus compacte que les ponces blanches - roche porphyrique : phénocristaux de plagioclases et de pyroxènes.
Description microscopique Plagioclases	- subautomorphes, millimétriques - composition : coeur : An 45 - An 80 bordures, microlites : An 40 - An 65 zonation normale - groupement plagioclases-orthopyroxènes	- subautomorphes - plurimillimétriques à inframillimétriques - phénocristaux non zonés à An 90, inversement zoné : coeur : An 85 bordure : An 88 - 96 et normalement zonés avec les bordures à An 53-An 50 - microlites 2 sortes : An 50-70 et An 80-85 - inclusions de clinopyroxènes, orthopyroxènes et magnétite.
Clinopyroxène	- en très rares petits cristaux non analysés	- petits cristaux subautomorphes - composition : Wo42 - En36 - groupements clinopyronènes-orthopyroxènes-magnétite plagioclases-clinopyroxènes magnétite- clinopyroxènes
Orthopyroxènes	- subautomorphes - taille moyenne millimétrique - composition : En45 - En 60 coeurs : En45- En 55 bordures : En_{52} - En 60 zonation inverse - groupement orthopyroxènes-magnétites	- dépassent rarement le demi-millimètre. - composition : En 50- En60, qu'ils soient dans la mésostase ou en inclusion - inclusion d'ilménites de magnétites - groupement plagioclases-orthopyroxènes
Magnétites	- taille demi-millimétrique à inframillimétrique - composition : 36 - 37 % d'ulvospinelle dans les minéraux de la mésostase et en inclusions dans les clinopyroxènes .	- taille demi-millimétrique à inframillimétrique - composition : 26-37 % d'ulvospinelle dans les cristaux de la mésostase 32 à 37 % d'ulvospinelle dans les cristaux en inclusions - association plagioclases-magnétites
Ilménites	- la seule ilménite analysée est en inclusion dans une amphibole - composition : 6 % d'hématite	- les deux ilménites analysées sont en inclusion dans un orthopyroxène - 10 % d'hématite
Amphiboles	- 2 mm au-maximum - composition voisine de $\frac{M}{M+F} = 50$ - inclusions de verre et d'ilménite - groupement amphibole-magnétite	
Quartz	- millimétriques, - automorphes, bipyramidés,	
Olivines		- 1 mm au maximum - Composition voisine de Fo74 identique en micro-cristal ou en phénocristal - groupement olivine-magnétite
Mésostase	- vitreuse, - verres rhyolitiques (75 % de SiO_2)	- cryptocristalline

Tableau **33** Ponces à quartz de la Carrière Danoy

Localisation	P 301a (n° 14)	P 301b (n° 15)
Description macroscopique	- ponces grises à noires en patine, blanches en cassure - roche porphyrique : phénocristaux de quartz, pyroxènes et rares feldspaths	- ponces grises à noires en patine, gris clair en cassure; avec un léger rubannement - roche porphyrique, phénocristaux de quartz, pyroxènes et très rares olivines,
Description microscopique Plagioclases	- quelques individus plurimillimétriques; la plupart des cristaux est microlitique - composition bien groupée entre An 40 - An 50 avec une zonation inverse	- taille inframillimétrique - rares individus millimétriques - composition : 2 compositions An 90 - 96 (phénocristaux et glomérophyres) - An 50 - An 75 (phénocristaux et microlites) - pas de différence entre partie foncée et claire de la ponce
Clinopyroxènes	- clinopyroxènes peu abondants	- microlitiques - composition augitique En 37 - Wo 40 - inclusions d'ilménites et de magnétites
Orthopyroxènes	- automorphes atteignant le millimètre - composition centrée autour de En 57	- automorphes millimétriques à inframillimétriques - composition : coeurs : En62 - En 55 bordures : En57 - En 60 zonation inverse (partie noire) - groupement orthopyroxènes-clinopyroxènes
Magnétites	- inframillimétrique - composition : 20 à 25 % d'ulvospinelle (magnétites analysées sont incluses dans les orthopyroxènes)	- $\frac{1}{10}$ de millimètre - composition : 24 % d'ulvospinelle dans la partie claire de la ponce 24 - 28 % dans la partie foncée 15 % en inclusions
Ilménites	- microlites dans la mésostase - composition 15 à 17 % d'hématite	- la seule ilménite analysée est en inclusion dans les pyroxènes
Amphiboles		- une amphibole, de taille inférieure au millimètre, analysée dans la partie claire $\frac{M}{F+M} = 0,63$
Quartz	- plurimillimétriques - cristaux arrondis à golfes de corrosion	- plurimillimétriques - forme globulaire
Olivines		- taille inférieure au millimètre, analysée dans la partie sombre voisine de Fo 77
Mésostase	- vitreuse - représente 80 % de la roche - verres hyperacides : 75 à 80 % SiO_2	- vitreuse - représente 80 % de la roche - verres dacitiques et rhyolitiques 60 à 78 % SiO_2

Tableau **34** Ponces à quartz de l'anse de Pères

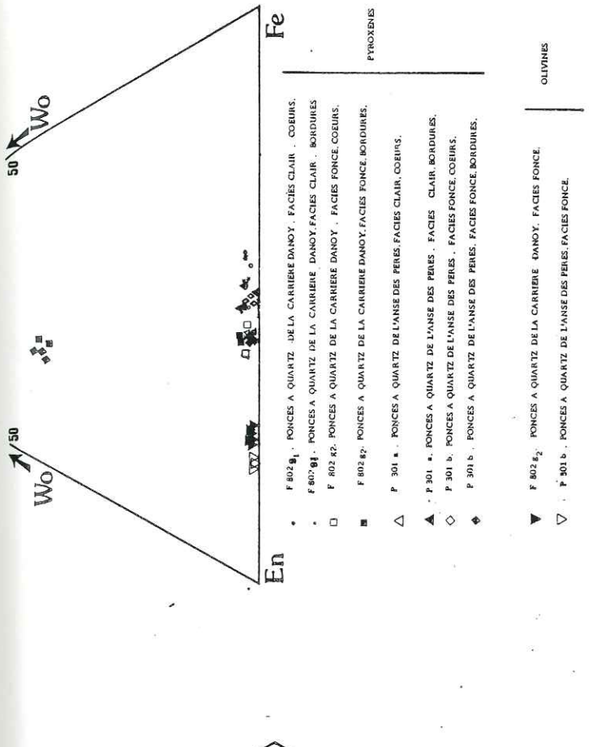


Fig. 57 . Position des pyroxènes et des olivines des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères dans le diagramme En-Fe-Wo.

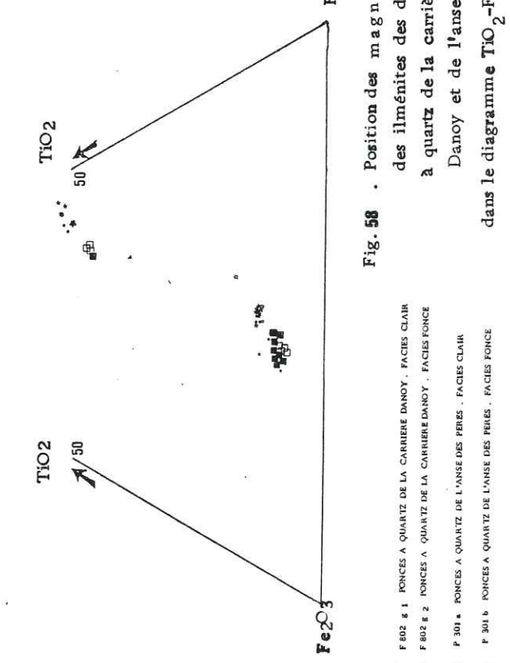
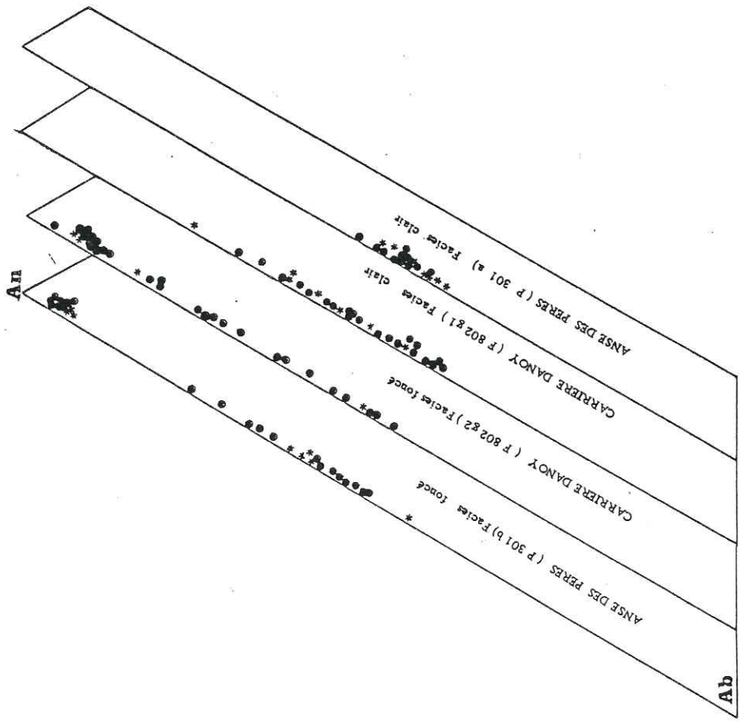


Fig. 58 . Position des magnétites, des ilménites des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères. dans le diagramme TiO_2-Fe_2O_3-FeO.

· F 802 ε 1 PONCES A QUARTZ DE LA CARRIERE DANOY . FACIES CLAIR
• F 802 ε 2 PONCES A QUARTZ DE LA CARRIERE DANOY . FACIES FONCE
□ P 301 a PONCES A QUARTZ DE L'ANSE DES PERES . FACIES CLAIR
■ P 301 b PONCES A QUARTZ DE L'ANSE DES PERES . FACIES FONCE



* Coeurs de phénocristaux.

• Bordures des phénocristaux, microphénocristaux, microlites et inclusions.

Fig. 56 . Position des plagioclases des dacites à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères dans le diagramme An-Ab-Or.

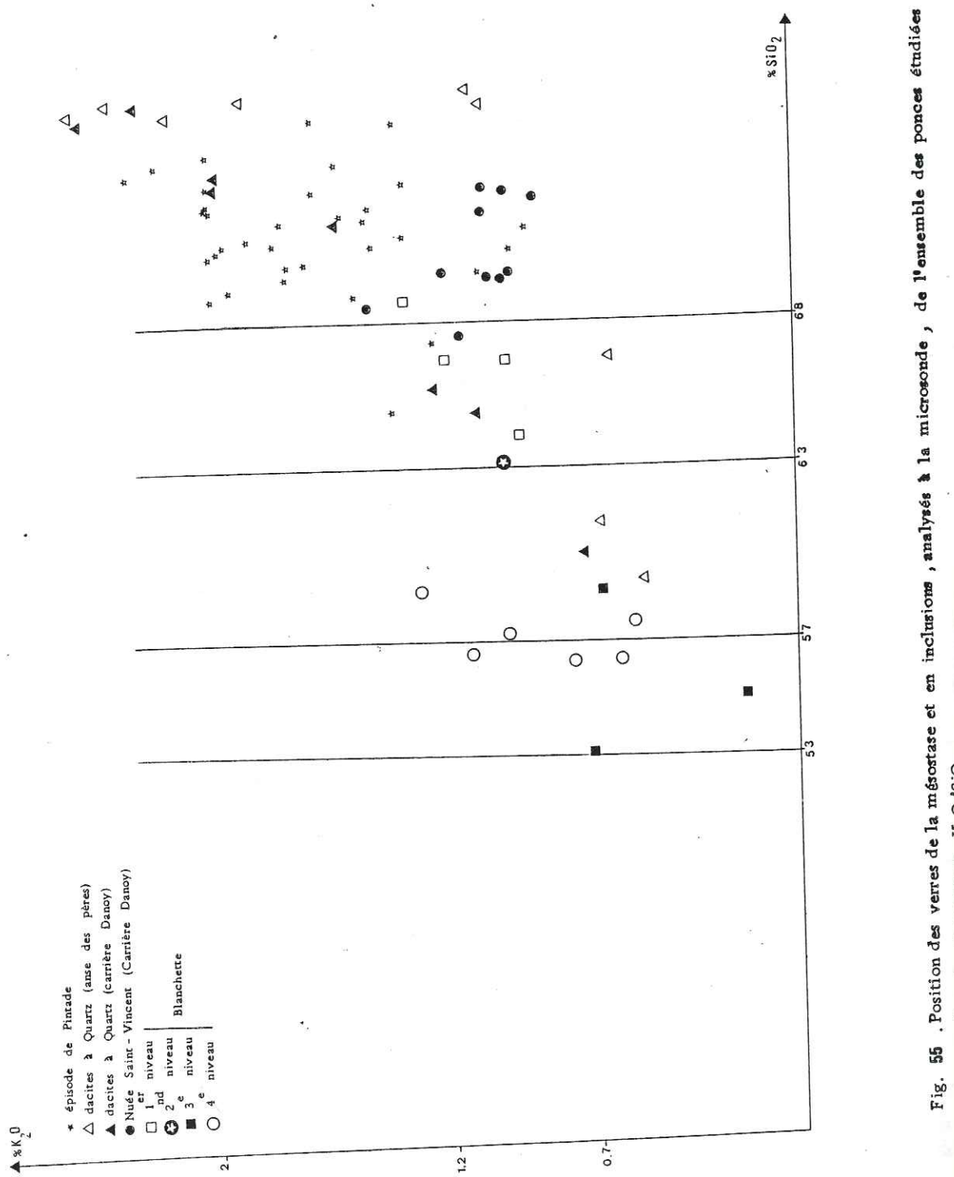


Fig. 55 . Position des verres de la mésostase et en inclusions, analysés à la microsonde, de l'ensemble des ponces étudiées dans le diagramme K_2O/SiO_2.

1.2.4. La carrière Blanchette (n° 16, 17, 18, 19)
(tableaux **35** à **42** , fig. **59** à **61**)

Les dépôts de la carrière Blanchette se différencient des autres dépôts ponceux par plusieurs caractères :

1. la faible épaisseur de chaque niveau ponceux ou cendreux et la succession sans discontinuité de ces couches ; par comparaison, dans la carrière Danoy, les niveaux sont plus épais (métriques à plurimétriques),

2. la composition globale de chaque niveau ponceux qui ne se rattache à aucun autre groupe : dacites à quartz ou scorie Saint-Vincent,

3. la basicité des plagioclases, plus élevée que celle des dacites à quartz de l'anse des Pères et de la carrière Danoy,

4. les clinopyroxènes sont plus magnésiens que ceux des dacites à quartz et de la nuée Saint-Vincent. Les orthopyroxènes sont globalement plus magnésiens que les orthopyroxènes des ponces à quartz de la carrière Danoy,

5. la composition de la mésostase vitreuse est moins acide que celle des dacites à quartz, même en ce qui concerne le second niveau de ponces de composition dacitique, et que celle de la nuée Saint-Vincent.

Les dépôts de la carrière Blanchette s'individualisent donc nettement sans possibilité de les corréler avec aucun autre niveau ; l'hypothèse selon laquelle il n'y aurait eu qu'un seul épisode ponceux à quartz n'est à nouveau pas vérifiée.

E1103A
* 1(12) * 1(AB)* 1(AN)* 2(4) * 2(AB)* 2(AN)* 3(3) * 3(AB)* 3(AN)*

SIO2 *	48.23*	50.55*	44.23*	53.75*	53.08*	52.72*	63.00*	63.30*	62.21*
AL203*	32.80*	31.20*	32.51*	29.43*	29.18*	29.49*	23.50*	23.48*	23.37*
FEO *	0.61*	0.54*	0.54*	0.36*	0.31*	0.41*	0.12*	0.10*	0.14*
MNO *	0.02*	0.00*	0.00*	0.01*	0.02*	0.02*	0.03*	0.04*	0.02*
MGO *	0.02*	0.03*	0.04*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	15.84*	14.98*	15.78*	11.78*	10.33*	12.91*	5.12*	4.96*	5.34*
NA20 *	2.00*	2.92*	1.53*	4.38*	4.64*	3.80*	8.11*	8.22*	8.22*
K20 *	0.03*	0.05*	0.06*	0.07*	0.04*	0.09*	0.38*	0.42*	0.36*
TIO2 *	0.00*	0.06*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.11*	0.00*	0.03*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI *	8.879*	9.201*	8.599*	9.735*	9.853*	9.618*	11.120*	11.151*	11.076*
AL *	7.104*	6.700*	7.428*	6.271*	6.266*	6.329*	4.880*	4.862*	4.895*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.094*	0.082*	0.087*	0.054*	0.047*	0.062*	0.018*	0.015*	0.021*
MN *	0.003*	0.000*	0.000*	0.002*	0.003*	0.003*	0.004*	0.006*	0.003*
MG *	0.006*	0.008*	0.012*	0.003*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA *	3.124*	2.921*	3.284*	2.286*	2.020*	2.523*	0.968*	0.936*	1.019*
NA *	0.713*	1.022*	0.575*	1.535*	1.639*	1.342*	2.770*	2.803*	2.833*
K *	0.007*	0.012*	0.015*	0.016*	0.009*	0.021*	0.086*	0.094*	0.082*
TI *	0.000*	0.008*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.015*	0.000*	0.004*
OR *	0.18*	0.29*	0.30*	0.42*	0.25*	0.54*	2.24*	2.46*	2.08*
AB *	18.54*	25.97*	14.85*	40.01*	44.68*	34.53*	72.44*	73.11*	72.02*
AN *	81.28*	73.74*	84.77*	59.57*	55.07*	64.93*	25.32*	24.42*	25.90*
AN % *	81.43*	73.96*	85.10*	59.82*	55.21*	65.29*	25.90*	25.04*	26.45*

E1103B
* 1(5) * 1(AB)* 1(AN)* 2(5) * 2(AB)* 2(AN)*

SIO2 *	47.99*	49.55*	47.06*	49.54*	53.18*	46.94*
AL203*	33.86*	32.00*	33.26*	31.80*	29.30*	33.86*
FEO *	0.50*	0.48*	0.39*	0.57*	0.60*	0.53*
MNO *	0.02*	0.00*	0.07*	0.01*	0.00*	0.00*
MGO *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO *	16.28*	15.30*	16.95*	15.67*	12.31*	17.13*
NA20 *	2.14*	2.81*	1.71*	2.39*	4.42*	1.87*
K20 *	0.03*	0.05*	0.04*	0.04*	0.05*	0.00*
TIO2 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.02*	0.06*
CR203*	0.01*	0.01*	0.04*	0.02*	0.07*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI *	8.828*	9.049*	8.701*	9.070*	9.659*	8.615*
AL *	7.112*	6.875*	7.235*	6.849*	6.261*	7.311*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.077*	0.073*	0.060*	0.087*	0.091*	0.081*
MN *	0.003*	0.000*	0.011*	0.002*	0.000*	0.000*
MG *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA *	3.209*	3.011*	3.354*	2.956*	2.396*	3.369*
NA *	0.762*	0.993*	0.612*	1.060*	1.554*	0.671*
K *	0.007*	0.012*	0.009*	0.009*	0.012*	0.000*
TI *	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.003*	0.008*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.001*	0.001*	0.006*	0.003*	0.010*	0.000*
OR *	0.18*	0.29*	0.24*	0.33*	0.29*	0.00*
AB *	19.16*	24.73*	15.39*	26.32*	39.23*	16.62*
AN *	80.67*	74.98*	84.37*	73.44*	60.48*	83.38*
AN % *	80.81*	75.20*	84.57*	73.62*	60.66*	83.38*

1:individus de la première famille
2:individus de le seconde famille } parties noires et blanches
3:feldspaths potassiques (partie blanche)

E1103C
* 1(2) * 1(AB)* 1(AN)* 2(AB)* 2(AN)* 3(5) * 3(AB)* 3(AN)*

SIO2 *	47.26*	46.38*	46.86*	51.96*	51.62*	52.20*	54.18*	51.02*
AL203*	34.28*	34.20*	35.18*	30.53*	31.29*	30.16*	28.32*	31.18*
FEO *	0.62*	0.61*	0.58*	0.78*	0.72*	0.68*	0.36*	0.56*
MNO *	0.03*	0.00*	0.01*	0.00*	0.03*	0.01*	0.02*	0.00*
MGO *	0.01*	0.01*	0.01*	0.00*	0.06*	0.05*	0.06*	0.04*
CAO *	16.85*	16.76*	18.00*	13.32*	14.10*	11.65*	11.13*	13.46*
NA20 *	1.49*	1.50*	0.94*	3.50*	3.25*	3.86*	4.46*	3.29*
K20 *	0.02*	0.02*	0.03*	0.10*	0.05*	0.12*	0.13*	0.06*
TIO2 *	0.00*	0.04*	0.01*	0.03*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI *	8.638*	8.616*	8.408*	9.436*	9.307*	9.569*	9.830*	9.317*
AL *	7.372*	7.395*	7.588*	6.523*	6.637*	6.504*	6.152*	6.699*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.094*	0.093*	0.089*	0.118*	0.108*	0.104*	0.130*	0.084*
MN *	0.003*	0.000*	0.002*	0.000*	0.005*	0.002*	0.005*	0.000*
MG *	0.003*	0.003*	0.003*	0.000*	0.016*	0.014*	0.016*	0.011*
CA *	3.300*	3.300*	3.536*	2.592*	2.724*	2.398*	2.164*	2.634*
NA *	0.527*	0.534*	0.334*	1.230*	1.134*	1.370*	1.566*	1.164*
K *	0.005*	0.005*	0.007*	0.023*	0.012*	0.028*	0.030*	0.014*
TI *	0.000*	0.006*	0.001*	0.004*	0.003*	0.000*	0.000*	0.000*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR *	0.12*	0.12*	0.18*	0.60*	0.30*	0.76*	0.80*	0.57*
AB *	13.76*	13.90*	8.60*	31.99*	29.31*	37.10*	41.66*	30.52*
AN *	86.12*	85.98*	91.21*	67.40*	70.39*	62.90*	57.54*	69.12*

E1103E
* 1(4) * 1(AB)* 1(AN)* 2(8) * 2(AB)* 2(AN)* 3(3) * 3(AB)* 3(AN)*

SIO2 *	46.28*	46.09*	45.23*	45.91*	46.39*	45.31*	46.87*	41.17*	46.59*
AL203*	34.58*	34.55*	35.81*	34.27*	34.91*	35.60*	34.86*	34.34*	32.52*
FEO *	0.58*	0.51*	0.41*	0.60*	0.75*	0.53*	0.77*	0.99*	0.44*
MNO *	0.02*	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	0.02*	0.03*	0.06*	0.00*
MGO *	0.03*	0.06*	0.00*	0.04*	0.09*	0.02*	0.03*	0.06*	0.00*
CAO *	17.63*	17.52*	18.76*	17.89*	16.99*	18.55*	17.42*	16.94*	17.39*
NA20 *	1.01*	1.01*	0.49*	0.95*	1.19*	0.58*	1.19*	1.30*	1.08*
K20 *	0.02*	0.03*	0.01*	0.02*	0.04*	0.02*	0.01*	0.00*	0.01*
TIO2 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CR203*	0.01*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI *	8.514*	8.504*	8.290*	8.430*	8.506*	8.315*	8.533*	8.069*	8.710*
AL *	7.480*	7.500*	7.722*	7.554*	7.530*	7.686*	7.466*	7.918*	7.153*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.083*	0.078*	0.063*	0.104*	0.115*	0.081*	0.117*	0.162*	0.069*
MN *	0.003*	0.000*	0.000*	0.003*	0.000*	0.025*	0.006*	0.008*	0.018*	0.000*
MG *	0.008*	0.017*	0.000*	0.011*	0.003*	0.010*	0.000*	0.000*	0.000*
CA *	3.435*	3.463*	3.684*	3.520*	3.338*	3.647*	3.398*	3.557*	3.584*
NA *	0.360*	0.361*	0.174*	0.338*	0.422*	0.206*	0.419*	0.493*	0.391*
K *	0.005*	0.007*	0.002*	0.005*	0.009*	0.005*	0.002*	0.000*	0.002*
TI *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.002*	0.000*
CR *	0.001*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR *	0.12*	0.18*	0.06*	0.12*	0.25*	0.12*	0.06*	0.00*	0.06*
AB *	9.27*	9.41*	4.50*	8.74*	11.20*	5.34*	10.98*	12.18*	9.83*
AN *	90.61*	90.40*	95.44*	91.14*	88.55*	94.54*	88.96*	87.82*	90.11*

Tableau **35** . Moyennes des analyses de plagioclases des ponces (E 1103 a, b, c) et de la scorie (E 1103 e) de Blanchette.
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
AB signifie individu le plus acide ;AN signifie individu le plus basique.
1:coeurs des phénocristaux ; 2:bordures des phénocristaux ; 3:microlites.

E1103A
* 1(5) * 1(-MG* 1(+MG* 2(-MG* 2(+MG*

SIO2 *	54.12*	54.15*	53.92*	53.40*	53.43*
AL203*	1.54*	1.50*	1.71*	1.47*	1.47*
FEO *	18.85*	19.57*	17.81*	19.52*	18.29*
MNO *	0.66*	0.81*	0.63*	0.79*	0.59*
MGO *	23.48*	23.81*	24.05*	23.08*	23.77*
CAO *	1.53*	1.48*	1.92*	1.57*	1.43*
NA20 *	0.03*	0.02*	0.04*	0.03*	0.09*
K20 *	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.03*
TI02 *	0.22*	0.19*	0.20*	0.22*	0.15*
CR203*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*
SI *	1.975*	1.962*	1.800*	1.966*	1.970*
AL *	0.066*	0.064*	0.067*	0.064*	0.064*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.573*	0.591*	0.496*	0.599*	0.562*
MN *	0.020*	0.025*	0.018*	0.025*	0.018*
MG *	1.285*	1.294*	1.705*	1.274*	1.315*
CA *	0.060*	0.057*	0.069*	0.062*	0.056*
NA *	0.002*	0.001*	0.002*	0.002*	0.006*
K *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*
TI *	0.006*	0.005*	0.005*	0.006*	0.004*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
EN % *	68.4*	67.8*	70.9*	67.2*	69.4*

E1103B
* 1(-MG* 1(+MG* 2(-MG* 2(+MG*

SIO2 *	52.38*	53.61*	53.36*	53.13*	52.79*	52.95*	53.48*
AL203*	1.07*	0.74*	0.69*	0.84*	0.76*	0.62*	0.62*
FEO *	25.60*	25.94*	24.83*	23.15*	24.82*	26.35*	23.49*
MNO *	1.12*	1.04*	1.06*	0.97*	1.03*	1.09*	0.80*
MGO *	19.13*	18.48*	17.76*	20.21*	18.62*	17.74*	19.87*
CAO *	1.49*	1.56*	1.61*	1.67*	1.75*	1.59*	1.64*
NA20 *	0.05*	0.03*	0.06*	0.07*	0.08*	0.08*	0.09*
K20 *	0.00*	0.00*	0.02*	0.03*	0.00*	0.00*	0.00*
TI02 *	0.25*	0.09*	0.26*	0.19*	0.17*	0.27*	0.15*
CR203*	0.10*	0.09*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI *	1.967*	1.989*	2.009*	1.988*	1.997*	2.002*	2.003*
AL *	0.047*	0.033*	0.031*	0.037*	0.034*	0.028*	0.027*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.801*	0.817*	0.794*	0.722*	0.782*	0.830*	0.733*
MN *	0.036*	0.033*	0.034*	0.031*	0.033*	0.035*	0.025*
MG *	1.078*	1.048*	1.002*	1.134*	1.057*	1.006*	1.116*
CA *	0.060*	0.063*	0.066*	0.067*	0.071*	0.064*	0.066*
NA *	0.004*	0.002*	0.004*	0.005*	0.006*	0.006*	0.007*
K *	0.000*	0.000*	0.001*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*
TI *	0.007*	0.003*	0.007*	0.005*	0.005*	0.008*	0.004*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.003*	0.003*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
EN % *	56.3*	55.2*	55.2*	60.1*	56.4*	53.8*	59.5*

E1103C
* 1(1) * 2(AB)* 2(-MG* 2(+MG* 3(5) * 3(-MG* 3(+MG*

SIO2 *	52.70*	53.74*	52.60*	51.72*	53.30*	49.50*
AL203*	1.91*	1.59*	1.16*	1.19*	0.82*	1.24*
FEO *	19.38*	19.08*	20.96*	21.78*	20.92*	22.01*
MNO *	0.54*	0.56*	0.65*	0.68*	0.65*	0.68*
MGO *	23.33*	24.01*	21.88*	20.99*	22.79*	19.30*
CAO *	1.63*	1.46*	1.93*	1.80*	1.43*	1.72*
NA20 *	0.04*	0.02*	0.03*	0.03*	0.03*	0.05*
K20 *	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*
TI02 *	0.16*	0.17*	0.17*	0.19*	0.19*	0.23*
CR203*	0.04*	0.00*	0.04*	0.01*	0.05*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI *	1.947*	1.961*	1.967*	1.964*	1.973*	1.963*
AL *	0.083*	0.068*	0.051*	0.053*	0.036*	0.058*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.597*	0.580*	0.653*	0.689*	0.645*	0.727*
MN *	0.017*	0.017*	0.021*	0.022*	0.020*	0.023*
MG *	1.293*	1.314*	1.222*	1.196*	1.265*	1.140*
CA *	0.065*	0.057*	0.077*	0.076*	0.057*	0.073*
NA *	0.003*	0.001*	0.002*	0.002*	0.002*	0.004*
K *	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*
TI *	0.004*	0.003*	0.005*	0.004*	0.005*	0.007*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.001*	0.000*	0.001*	0.000*	0.001*	0.000*
EN % *	67.8*	68.7*	64.6*	62.7*	65.5*	60.5*

Tableau **36** . Moyennes des analyses d'orthopyroxènes des ponces (E 1103 a, b, c) de Blanchette.
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
-MG signifie individu le moins magnésien ;+MG signifie individu le plus magnésien.
1:coeurs ;2:bordures ; 3:microlites.

E1103E
* 1(3) * 1(-MG* 1(+MG* 2(7) * 2(-MG* 2(+MG*

SIO2 *	39.91*	39.92*	39.79*	39.73*	38.75*	39.49*
AL203*	0.02*	0.05*	0.02*	0.02*	0.03*	0.02*
FEO *	21.19*	21.31*	20.84*	25.08*	26.79*	23.33*
MNO *	0.33*	0.34*	0.31*	0.48*	0.58*	0.42*
MGO *	40.81*	40.64*	40.99*	37.10*	36.38*	38.48*
CAO *	0.12*	0.11*	0.13*	0.15*	0.19*	0.15*
NA20 *	0.00*	0.01*	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*
K20 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*
TI02 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.04*	0.00*

NB OX*	4*	4*	4*	4*	4*	4*
SI *	1.003*	1.004*	1.002*	1.015*	0.999*	1.003*
AL *	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.444*	0.447*	0.437*	0.534*	0.575*	0.496*
MN *	0.007*	0.007*	0.007*	0.010*	0.013*	0.009*
MG *	1.539*	1.533*	1.548*	1.421*	1.406*	1.473*
CA *	0.003*	0.003*	0.004*	0.004*	0.005*	0.004*
NA *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
K *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
TI *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*
FO % *	77.3*	77.2*	77.7*	72.3*	70.5*	74.5*

Tableau **37** . Moyennes des analyses d'olivines des scories de Blanchette.
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
-MG signifie individu le moins magnésien ;+MG signifie individu le plus magnésien.
1:coeurs ; 2:bordures.

E1103A
* 1(4) * 1(-CA* 1(+CA*

SIO2 *	51.72*	51.31*	51.14*
AL203*	2.61*	2.37*	2.72*
FEO *	9.54*	10.17*	9.12*
MNO *	0.37*	0.42*	0.38*
MGO *	14.19*	13.99*	13.97*
CAO *	19.82*	19.11*	20.50*
NA20 *	0.20*	0.29*	0.29*
K20 *	0.01*	0.00*	0.00*
TIO2 *	0.48*	0.54*	0.51*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	32*
SI *	1.945*	1.946*	10.295*
AL *	0.111*	0.106*	0.644*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.299*	0.321*	1.530*
MN *	0.012*	0.013*	0.065*
MG *	0.800*	0.796*	4.218*
CA *	0.798*	0.777*	4.421*
NA *	0.015*	0.021*	0.113*
K *	0.000*	0.000*	0.000*
TI *	0.014*	0.015*	0.077*
P *	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*
LE BAS			
CA *	42.27*	41.37*	43.82*
MG *	41.59*	41.27*	40.77*
FE *	16.14*	17.36*	15.41*
D.H.Z			
CA *	41.82*	40.71*	43.20*
MG *	41.91*	41.73*	41.22*
FE *	16.27*	17.56*	15.58*

E1103C
* 1(3) * 2(-CA* 2(+CA* 3(3) * 3(-CA* 3(+CA*

SIO2 *	52.40*	51.87*	51.65*	52.68*	51.55*	51.90*	50.95*
AL203*	1.87*	1.86*	1.90*	1.61*	1.92*	2.08*	1.93*
FEO *	12.55*	12.23*	12.49*	12.39*	12.71*	13.31*	12.08*
MNO *	0.33*	0.43*	0.44*	0.45*	0.44*	0.53*	0.44*
MGO *	14.17*	14.13*	14.31*	14.45*	14.23*	14.49*	14.06*
CAO *	18.00*	18.12*	17.60*	18.74*	17.89*	17.64*	18.28*
NA20 *	0.26*	0.25*	0.25*	0.23*	0.26*	0.26*	0.27*
K20 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.03*	0.03*
TIO2 *	0.52*	0.45*	0.45*	0.46*	0.43*	0.48*	0.39*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.05*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI *	1.960*	1.956*	1.953*	1.956*	1.947*	1.938*	1.944*
AL *	0.082*	0.083*	0.085*	0.070*	0.085*	0.091*	0.087*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.391*	0.384*	0.394*	0.383*	0.400*	0.414*	0.384*
MN *	0.010*	0.014*	0.014*	0.014*	0.014*	0.017*	0.014*
MG *	0.795*	0.799*	0.812*	0.805*	0.806*	0.812*	0.805*
CA *	0.721*	0.732*	0.713*	0.746*	0.724*	0.706*	0.747*
NA *	0.019*	0.018*	0.018*	0.017*	0.019*	0.019*	0.020*
K *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.001*	0.001*
TI *	0.015*	0.013*	0.013*	0.013*	0.012*	0.013*	0.011*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*
LE BAS							
CA *	38.22*	38.53*	37.49*	38.79*	37.87*	36.88*	38.99*
MG *	41.05*	41.04*	41.61*	40.97*	41.04*	41.33*	40.81*
FE *	20.74*	20.44*	20.90*	20.24*	21.08*	21.89*	20.20*
D.H.Z							
CA *	37.61*	37.94*	36.90*	38.27*	37.24*	36.22*	38.32*
MG *	41.45*	41.43*	42.00*	41.32*	41.47*	41.66*	41.26*
FE *	20.94*	20.63*	21.10*	20.41*	21.30*	22.12*	20.42*

E1103E
* 1(5) * 1(-CA* 1(+CA* 2(4) * 2(-CA* 2(+CA*

SIO2 *	51.39*	51.59*	51.40*	51.05*	51.36*	51.28*
AL203*	3.50*	3.20*	2.73*	3.36*	3.16*	4.39*
FEO *	8.09*	9.65*	8.32*	8.41*	9.24*	7.95*
MNO *	0.27*	0.28*	0.26*	0.25*	0.34*	0.22*
MGO *	14.86*	15.12*	14.85*	15.36*	15.22*	14.64*
CAO *	19.86*	18.99*	20.53*	20.09*	19.30*	21.21*
NA20 *	0.24*	0.23*	0.22*	0.22*	0.28*	0.19*
K20 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
TIO2 *	0.40*	0.42*	0.45*	0.42*	0.41*	0.45*
CR203*	0.00*	0.00*	0.03*	0.03*	0.00*	0.14*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI *	1.914*	1.923*	1.928*	1.918*	1.924*	1.890*
AL *	0.153*	0.140*	0.120*	0.146*	0.138*	0.190*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	0.276*	0.300*	0.260*	0.259*	0.286*	0.244*
MN *	0.008*	0.009*	0.008*	0.008*	0.011*	0.007*
MG *	0.830*	0.865*	0.835*	0.849*	0.847*	0.809*
CA *	0.792*	0.758*	0.825*	0.796*	0.770*	0.837*
NA *	0.017*	0.017*	0.016*	0.016*	0.020*	0.014*
K *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
TI *	0.014*	0.012*	0.013*	0.012*	0.011*	0.012*
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.000*	0.000*	0.001*	0.001*	0.000*	0.004*
LE BAS						
CA *	42.08*	40.18*	43.24*	42.10*	40.80*	44.53*
MG *	43.14*	43.83*	42.96*	44.04*	43.80*	42.34*
FE *	14.78*	16.00*	13.80*	13.85*	15.32*	13.13*
D.H.Z						
CA *	41.56*	39.66*	42.77*	41.63*	40.26*	44.13*
MG *	43.53*	44.21*	43.32*	44.40*	44.26*	42.64*
FE *	14.91*	16.14*	13.91*	13.97*	15.48*	13.23*

1:phénocristaux

1:coeurs ; 2:bordures ; 3:microlites.

Tableau **38** . Moyennes des analyses des clinopyroxènes des ponces (E 1103 a, c) et des scories (E 1103 e) de Blanchette.

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

-CA signifie individu le moins calcique, +CA signifie individu le plus calcique.

E1103A
* 1(1) *

SIO2 *	0.15*
AL203*	0.20*
FEO *	44.20*
MNO *	3.52*
MGO *	3.45*
CAO *	0.04*
NA20 *	0.00*
K20 *	0.02*
TIO2 *	48.59*
CR203*	0.00*

NB OX*	6*
SI *	0.008*
AL *	0.012*
FE3 *	0.000*
FE2 *	1.864*
MN *	0.151*
MG *	0.262*
CA *	0.002*
NA *	0.000*
K *	0.001*
TI *	1.844*
P *	0.000*
CR *	0.000*
REPART FER CARMICHAEL	
FE203*	*
FEO *	*
%ULV '	*CARMICHAEL
%ULV	*ANDERSON
REPART FER CARMICHAEL	
FE203*	11.23*
FEO *	34.09*
%HE '	10.4*CARMICHAEL
%HE	13.0*ANDERSON

Tableau **39** . Analyse d'ilménite des ponces (E 1103 a) de Blanchette.

1:microcristal.

E1103A
* 1(5) * 1(-FE* 1(+FE*

SIO2 *	0.31*	0.47*	0.24*
AL203*	4.23*	3.92*	4.45*
FEO *	75.17*	74.15*	76.44*
MNO *	0.39*	0.36*	0.32*
MGO *	2.79*	2.84*	2.79*
CAO *	0.04*	0.08*	0.00*
NA20 *	0.02*	0.00*	0.04*
K20 *	0.01*	0.03*	0.00*
TIO2 *	9.86*	10.97*	10.43*
CR203*	0.01*	0.00*	0.03*

NB OX*	32*	32*	32*
SI *	0.110*	0.166*	0.083*
AL *	1.767*	1.626*	1.810*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	22.247*	21.783*	22.025*
MN *	0.117*	0.107*	0.108*
MG *	1.486*	1.502*	1.551*
CA *	0.015*	0.030*	0.000*
NA *	0.014*	0.000*	0.027*
K *	0.005*	0.014*	0.000*
TI *	2.626*	2.900*	2.705*
P *	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.003*	0.000*	0.008*
REPART FER CARMICHAEL			
FE203*	44.35*	42.31*	44.64*
FEO *	35.28*	36.07*	36.26*
%ULV '	30.8*	34.1*	31.0*CARMICHAEL
%ULV	23.6*	27.3*	24.5*ANDERSON

E1103B
* 1(1) * 2(+FE* 2(-FE*

SIO2 *	0.29*	0.33*	0.33*
AL203*	2.54*	2.43*	2.43*
FEO *	74.84*	76.06*	75.53*
MNO *	0.50*	0.42*	0.54*
MGO *	1.58*	1.55*	1.52*
CAO *	0.00*	0.02*	0.00*
NA20 *	0.08*	0.05*	0.00*
K20 *	0.01*	0.03*	0.00*
TIO2 *	15.15*	15.26*	15.58*
CR203*	0.05*	0.07*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*
SI *	0.100*	0.112*	0.112*
AL *	1.027*	0.972*	0.973*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	21.439*	21.560*	21.428*
MN *	0.145*	0.121*	0.155*
MG *	0.815*	0.791*	0.776*
CA *	0.000*	0.007*	0.000*
NA *	0.053*	0.033*	0.000*
K *	0.004*	0.013*	0.000*
TI *	3.906*	3.893*	3.978*
P *	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.014*	0.019*	0.000*
REPART FER CARMICHAEL			
FE203*	36.37*	37.08*	36.34*
FEO *	42.10*	42.69*	42.83*
%ULV '	45.4*	45.1*	46.2*CARMICHAEL
%ULV	42.2*	42.1*	43.1*ANDERSON

1:phénocristaux

E1103C
* 2(4) * 2(-FE* 2(+FE*

SIO2 *	0.32*	0.62*	0.25*
AL203*	3.09*	3.30*	3.21*
FEO *	74.40*	72.94*	75.30*
MNO *	0.48*	0.46*	0.50*
MGO *	2.73*	3.14*	2.84*
CAO *	0.11*	0.13*	0.00*
NA20 *	0.02*	0.03*	0.05*
K20 *	0.01*	0.02*	0.00*
TIO2 *	11.39*	10.94*	11.54*
CR203*	0.01*	0.04*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*
SI *	0.114*	0.221*	0.088*
AL *	1.295*	1.387*	1.329*
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*
FE2 *	22.085*	21.712*	22.077*
MN *	0.144*	0.139*	0.149*
MG *	1.459*	1.482*	1.499*
CA *	0.042*	0.050*	0.000*
NA *	0.014*	0.021*	0.034*
K *	0.005*	0.009*	0.000*
TI *	3.043*	2.931*	3.045*
P *	0.000*	0.000*	0.000*
CR *	0.003*	0.011*	0.000*
REPART FER CARMICHAEL			
FE203*	42.31*	42.24*	42.87*
FEO *	36.32*	34.93*	36.71*
%ULV '	35.0*	34.1*	35.0*CARMICHAEL
%ULV	28.4*	26.3*	28.2*ANDERSON

E1103E
* 1(5) * 1(-FE* 1(+FE* 3(-FE* 3(+FE*

SIO2 *	0.41*	0.69*	0.32*	0.29*	0.23*
AL203*	5.28*	5.05*	5.62*	5.24*	5.75*
FEO *	75.68*	74.08*	76.88*	76.57*	76.70*
MNO *	0.32*	0.37*	0.28*	0.46*	0.43*
MGO *	3.04*	3.60*	4.05*	4.00*	4.18*
CAO *	0.11*	0.25*	0.07*	0.04*	0.02*
NA20 *	0.02*	0.04*	0.03*	0.00*	0.00*
K20 *	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*
TIO2 *	6.41*	6.12*	5.78*	5.93*	6.67*
CR203*	0.00*	0.00*	0.00*	0.06*	0.00*

NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI *	0.140*	0.253*	0.114*	0.104*	0.081*	
AL *	2.236*	2.168*	2.351*	2.216*	2.370*	
FE3 *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2 *	22.670*	22.659*	22.777*	22.934*	22.448*	
MN *	0.097*	0.115*	0.084*	0.140*	0.127*	
MG *	2.073*	1.982*	2.160*	2.157*	2.176*	
CA *	0.042*	0.098*	0.027*	0.015*	0.008*	
NA *	0.014*	0.020*	0.021*	0.000*	0.000*	
K *	0.000*	0.009*	0.000*	0.000*	0.000*	
TI *	1.730*	1.685*	1.594*	1.599*	1.752*	
P *	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR *	0.000*	0.000*	0.000*	0.017*	0.000*	
REPART FER CARMICHAEL						
FE203*	50.04*	49.17*	51.65*	51.73*	50.96*	
FEO *	30.55*	29.83*	30.40*	30.01*	31.04*	
%ULV '	20.4*	19.9*	10.9*	18.7*	20.7*CARMICHAEL	
%ULV	8.7*	8.6*	6.4*	6.1*	8.1*ANDERSON	

Tableau **40** . Moyennes des analyses de magnétites des ponces (E 1103 a, b, c) et des scories (E 1103 e) de Blanchette.

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

-FE signifie individu le moins ferrifère; +FE signifie individu le plus ferrifère.

1:microlites ; 2 :inclusions ; 3:phénocristaux.

	E 1103 a (N°16) 1er niveau de ponces	E 1103 b (n° 17) 2nd niveau de ponces
Localisation	Carrière Blanchette	Carrière Blanchette
Description macroscopique	- ponces de petite taille (2 à 3 cm max.) de couleur marron en patine, gris foncé en cassure. - très peu porphyrique ; les rares phénocristaux de feldspath sont millimétriques - présence de rubannements légers	- ponces de petite taille, (3-4 cm max.) de teinte blanche, jointives entre elles, très vésiculées - roche pauvre en minéraux et peu porphyrique : rares phénocristaux de pyroxènes demi-millimétriques et de plagioclases de même taille
Description microscopique Plagioclases	- cristaux millimétriques, de forme quelconque, - composition : Les phénocristaux se partagent en deux groupes : 1er groupe An 60 2ème groupe An 80-90 Groupement monophasés de plagioclases An 60. Pas de différence entre parties - fedspath alcalin de composition An 26 analysé	- cristaux dépassant très rarement le $\frac{1}{2}$ mm subautomorphes - composition : Cristaux zonés bordures: An 55 An 85 coeurs : An 75 An 85 Zonation normale Groupements monophasés de plagioclases
Clinopyroxènes	- microlitiques, - composition = Wo 42 En 41 pour les cristaux de la partie claire.	
Orthopyroxènes	- cristaux dépassant rarement le demi-millimètre - composition : En 65 En 70 pour les cristaux de la partie claire. Individus non zonés - Inclusion de magnétite - les orthopyroxènes et les clinopyroxènes sont groupés en glomérophyres	- globuleux, demi-millimétriques, - composition En 50-En 60, avec les bordures comprises entre En 56-En 60 Zonation normale, - Inclusion de magnétites - Groupements de plagioclases et d'orthopyroxènes
Magnétites	- globuleuses dans la mésostase, - composition assez bien groupée : 29 à 34 % d'ulvospinelle	- microlites - composition autour de 46 % d'ulvospinelle qu'elles soient dans la mésostase ou en inclusion
Ilménites	- dans la mésostase - composition : 10 % d'hématite - analyse faite dans partie claire	
Olivines	- présence d'une olivine dans la partie noire	
Quartz	- inframillimétriques, - globuleux	
Mésostase	- vitreuse dans la partie foncée et dans la partie claire - composition : 66 % à 69 % de SiO_2 dans partie claire - Aucune analyse n'a pu être effectuée dans la partie foncée.	- microcristalline

Tableau 41 Carrière Blanchette

	E 1103c (n°18) 3ème niveau de ponces	E 1103e (n°19) niveau de scories
Localisation	Carrière Blanchette	Carrière Blanchette
Description macroscopique	- ponces de petite taille (3-4 cm max.) ocre en patine, noire en cassure - roche porphyrique : phénocristaux de plagioclases, plus rarement de pyroxènes - structure peu vésiculée	- scorie noire de petite taille (3-4 cm max.) noire en patine et en cassure - roche peu porphyrique : rares phénocristaux de plagioclases, et, quelques phénocristaux de ferromagnésiens - structure peu scoriacée
Description microscopique Plagioclases	- taille millimétrique pour les plus gros individus cassés et/ou corrodés - composition : homogène quand ils ne sont pas zonés : An 58 - An 70 sinon: zonation normale : bordure : An 70 coeurs : An 92 - Inclusions de magnétites	- rares phénocristaux millimétriques. microlites - composition : An 89 - An 98 zonation normale : coeurs An 95 - 98 microlites et bordures : An 94 - 99
Clinopyroxènes	- subautomorphes - taille inférieure ou égale au demi-millimètre. - composition groupée Wo 38 . En 41 qu'ils soient en phéno ou en microcristaux - inclusions de magnétites	- forme quelconque cristalline à globuleux taille pouvant atteindre le demi-millimètre. microlites - composition groupée Wo 38-45 - En 40-45 composition zonée : coeurs Wo 40-45 - En 43-45 ordure : Wo 38-44 - En 42-45
Orthopyroxènes	- taille atteignant le millimètre - composition : En 58 - En 68 - Groupement glomérophyre d'orthopyroxènes, clinopyroxènes et magnétites, en petit cristaux ($\frac{1}{10}$mm) - inclusions de magnétites	
Magnétites	- globuleux de petite taille - composition bien groupée 36 % d'ulvospinelle	- de petite taille et microlites - composition groupée, de 18 à 20 % d'ulvospinelle
Ilménites		
Olivines		- rares exceptions millimétriques la plupart des cristaux sont microlitiques, - composition : coeurs : Fo 77 bordures : Fo 71-76
Quartz		
Mésostase	- vitreuse - verres de composition basalto-andésitique : SiO_2 entre 53 et 58 % .	- vitreuse - verres de composition andésitique : SiO_2 voisin de 56 % (une exception à 50 % analysée dans la mésostase)

Tableau 42 Carrière Blanchette

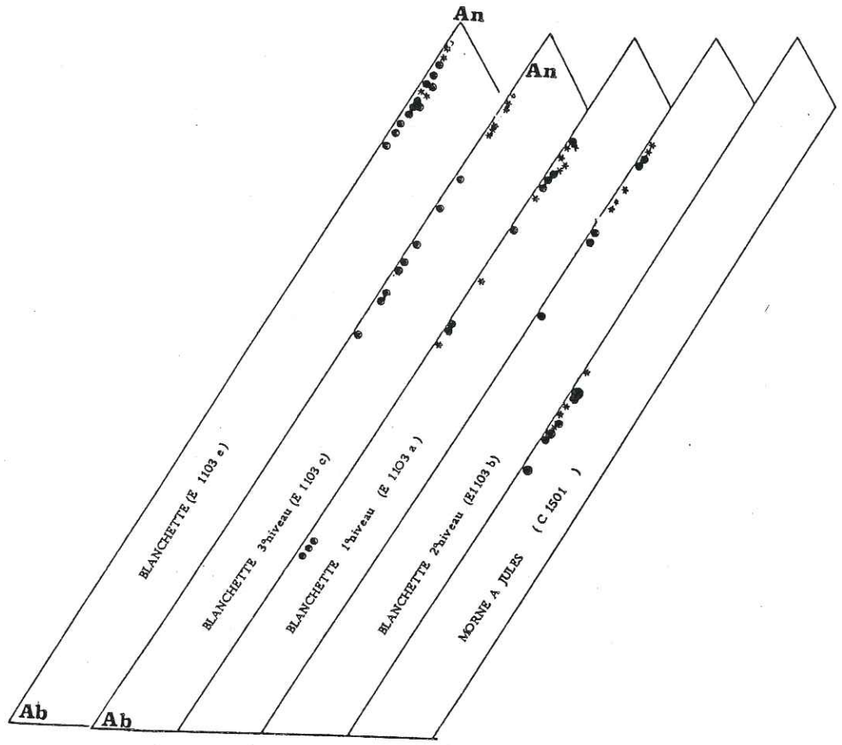


Fig. 59 . Position des plagioclases des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme An-Ab-Or.

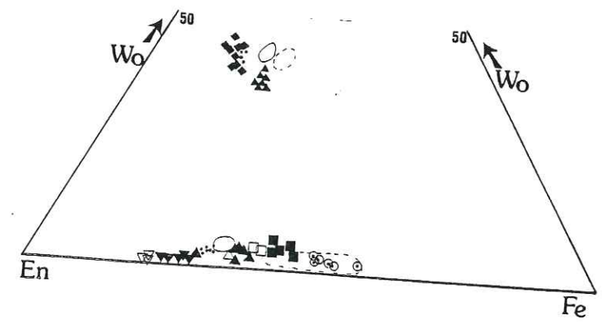
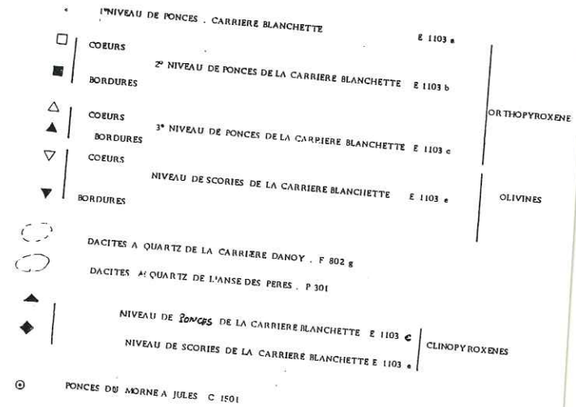


Fig. 60 . Position des pyroxènes et des olivines des ponces de la carrière Blanchette et du Morne à Jules dans le diagramme En-Fe-Wo.



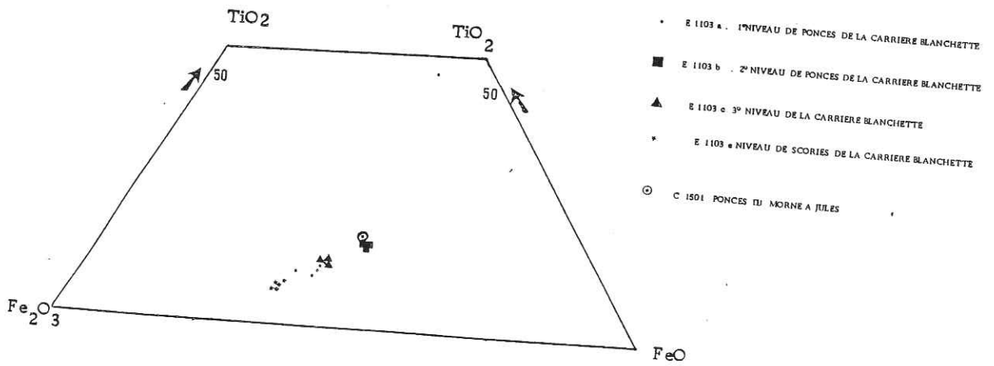


Fig. 61 . Position des magnétites des ponces du Morne à Jules et de la carrière Blanchette dans le diagramme Fe_2O_3-FeO-TiO_2.

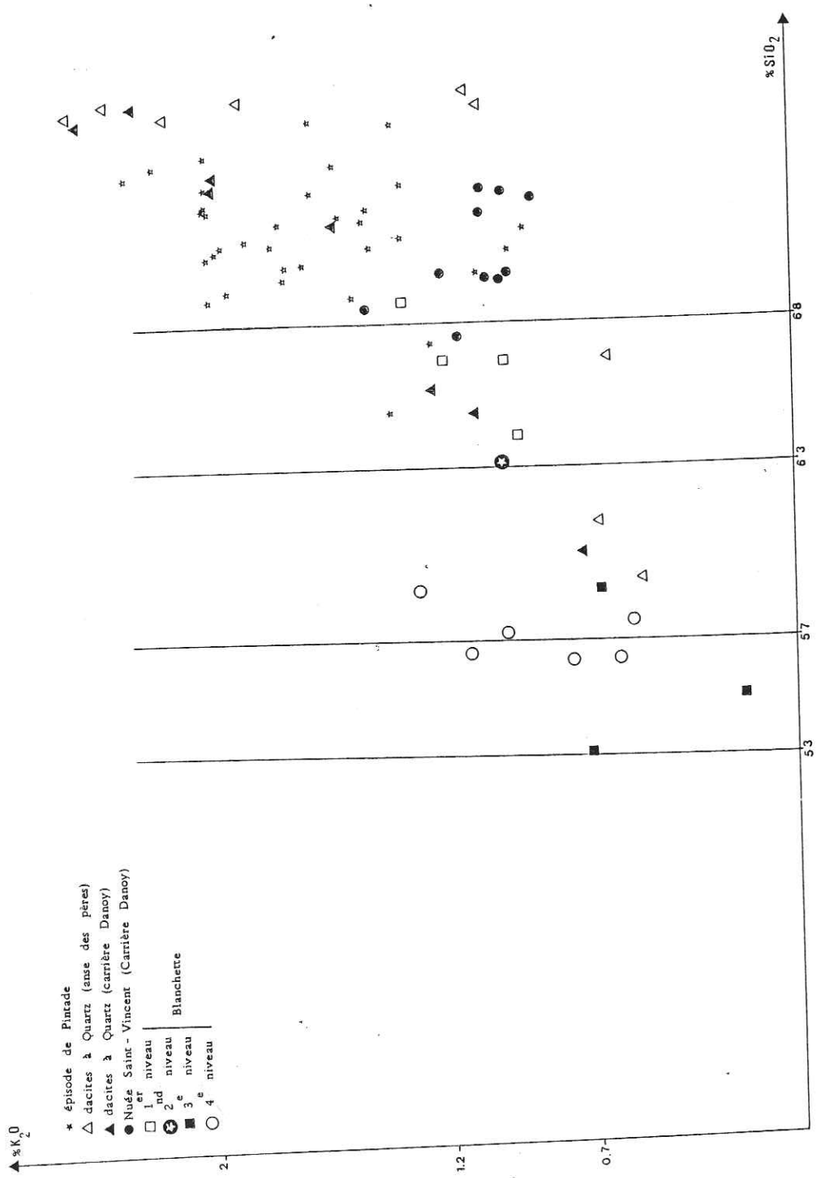


Fig. 55 . Position des verres de la mésostase et en inclusions, analysés à la microsonde, de l'ensemble des ponces étudiées dans le diagramme K_2O/SiO_2.

1. 2. 5. L'événement ponceux de Pintade. (n° 1 à 11) (tableaux **43** à **57**) (fig. **62** à **65**)

Les niveaux ponceux attribués à l'épisode Pintade se différencient nettement des autres niveaux ponceux précédemment étudiés, tant par l'organisation des affleurements (puissance d'un dépôt 20 m en moyenne, avec des venues décamétriques), que par la taille, la couleur, la structure et la paragénèse des ponces (absence de quartz, d'olivine, d'amphibole).

Tous les niveaux étudiés attribués à l'affleurement à l'événement de Pintade, présentent les mêmes caractéristiques géochimiques, avec cependant quelques différences en ce qui concerne les niveaux de Rocroy (n° 7) :

1. les feldspaths, en observation microscopique sont en individus souvent automorphes et renfermant des inclusions de clinopyroxènes, magnétites et verres. La composition des plagioclases s'étend de An55 à An90 (fig. **62**) ;

2. les pyroxènes présentent des compositions groupées entre En57 et En66 pourles orthopyroxènes et Wo46 En34 et Wo39-En41 pour les clinopyroxènes (fig. **63** et **64**) ;

3. les oxydes de Fe-Ti sont uniquement des magnétites (fig. **65**). Aucune ilménite n'a été analysée ;

4. les verres inclus dans les minéraux ou dans la mésostase ont des compositions relativement groupées, avec des teneurs en SiO_2 élevées, supérieures pour la plupart à 70 %. (fig. **55**)

Les ponces de Rocroy (n°7) présentent des feldspaths de composition plus groupée que les autres ponces. Les orthopyroxènes sont moins magnésiens, les clinopyroxènes légèrement plus ferrifères. Ces ponces ne semblent pas appartenir à l'ensemble des ponces attribuées à l'événement de Pintade.

Les diagrammes de variations des compositions minérales montrent des lignées distinctes des autres groupes et compatibles avec une même parenté magmatique.

	* 1(8)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(13)*	2(AB)*	2(AN)*	3(6)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 54.25*	54.79*	53.49*	55.95*	55.69*	52.57*	52.52*	55.71*	50.23*
AL2O3*	29.04*	29.13*	28.63*	29.49*	28.30*	30.39*	30.00*	27.21*	31.34*
FEO	* 0.49*	0.37*	0.44*	0.48*	0.52*	0.54*	0.52*	0.45*	0.57*
MNO	* 0.03*	0.08*	0.03*	0.02*	0.00*	0.04*	0.01*	0.00*	0.04*
MGO	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO	* 12.12*	11.89*	12.55*	12.07*	11.00*	13.44*	12.80*	10.94*	14.02*
NA2O	* 4.37*	4.69*	3.81*	4.38*	4.96*	3.98*	3.98*	4.84*	3.30*
K2O	* 0.11*	0.14*	0.08*	0.13*	0.13*	0.15*	0.13*	0.26*	0.04*
TIO2	* 0.01*	0.06*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.781*	9.810*	9.770*	9.719*	9.985*	9.472*	9.544*	10.107*	9.210*
AL	* 6.160*	6.121*	6.169*	6.259*	5.975*	6.442*	6.414*	5.800*	6.761*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.073*	0.053*	0.067*	0.072*	0.078*	0.081*	0.079*	0.068*	0.087*
MN	* 0.005*	0.013*	0.005*	0.003*	0.000*	0.006*	0.002*	0.000*	0.006*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.003*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.337*	2.458*	2.339*	2.115*	2.595*	2.492*	2.127*	2.127*	2.754*
NA	* 1.605*	1.607*	1.548*	1.527*	1.723*	1.388*	1.400*	1.700*	1.171*
K	* 0.020*	0.019*	0.030*	0.030*	0.030*	0.035*	0.030*	0.060*	0.009*
TI	* 0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR	* 0.105*	0.081*	0.078*	0.078*	0.078*	0.081*	0.079*	0.068*	0.087*
AB	* 26.40*	30.26*	15.32*	31.26*	40.32*	21.18*	33.54*	37.18*	26.32*
AN	* 73.18*	69.26*	84.50*	67.44*	58.86*	78.63*	65.98*	61.85*	73.68*
AN %	* 73.49*	69.59*	84.65*	68.33*	59.35*	78.78*	66.30*	62.45*	73.68*

1
1:coeurs des phénocristaux ; 2:bordures des phénocristaux zonés et phénocristaux non zonés ;

H901A

	* 1(3)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(10)*	2(AB)*	2(AN)*	3(3)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 51.05*	51.70*	51.35*	53.28*	54.92*	52.76*	53.33*	54.69*	51.57*
AL2O3*	31.21*	31.02*	31.35*	29.86*	28.89*	30.50*	29.67*	29.16*	30.27*
FEO	* 0.53*	0.60*	0.64*	0.57*	0.55*	0.60*	0.64*	0.64*	0.69*
MNO	* 0.03*	0.00*	0.02*	0.01*	0.04*	0.00*	0.02*	0.00*	0.02*
MGO	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.03*
CAO	* 14.25*	13.94*	14.45*	12.69*	11.92*	13.43*	12.70*	12.18*	13.35*
NA2O	* 3.18*	3.29*	2.96*	4.09*	4.42*	3.67*	4.13*	4.45*	3.72*
K2O	* 0.06*	0.04*	0.06*	0.12*	0.16*	0.09*	0.12*	0.15*	0.11*
TIO2	* 0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.05*	0.00*	0.02*	0.05*	0.03*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.65*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.275*	9.358*	9.285*	9.612*	9.843*	9.493*	9.625*	9.743*	9.418*
AL	* 6.671*	6.606*	6.670*	6.337*	6.092*	6.456*	6.300*	6.104*	6.504*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.095*	0.091*	0.096*	0.086*	0.082*	0.090*	0.096*	0.096*	0.105*
MN	* 0.005*	0.000*	0.003*	0.002*	0.006*	0.000*	0.003*	0.000*	0.003*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.774*	2.704*	2.800*	2.453*	2.287*	2.589*	2.456*	2.337*	2.612*
NA	* 1.118*	1.153*	1.036*	1.420*	1.533*	1.278*	1.443*	1.536*	1.315*
K	* 0.014*	0.009*	0.014*	0.028*	0.037*	0.021*	0.028*	0.034*	0.026*
TI	* 0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.007*	0.000*	0.003*	0.007*	0.004*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.003*	0.091*	0.000*
OR	* 0.36*	0.24*	0.36*	0.71*	0.95*	0.53*	0.70*	0.98*	0.65*
AB	* 28.63*	29.82*	26.91*	36.51*	39.73*	32.37*	36.75*	38.41*	33.37*
AN	* 71.00*	69.94*	72.73*	62.78*	59.32*	66.59*	63.55*	59.11*	66.00*
AN %	* 71.27*	70.11*	72.99*	63.20*	59.89*	66.95*	63.99*	60.24*	66.52*

H901B

	* 1(5)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(16)*	2(AB)*	2(AN)*	3(6)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 50.82*	52.30*	47.57*	52.57*	53.65*	48.80*	52.48*	52.56*	50.46*
AL2O3*	31.51*	30.87*	33.38*	29.95*	28.92*	32.42*	29.64*	28.37*	31.34*
FEO	* 0.53*	0.45*	0.48*	0.61*	0.45*	0.53*	0.61*	0.59*	0.68*
MNO	* 0.05*	0.05*	0.03*	0.02*	0.04*	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*
MGO	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO	* 14.77*	13.81*	17.14*	13.60*	11.92*	15.22*	13.29*	12.26*	14.92*
NA2O	* 2.95*	3.34*	1.72*	3.49*	4.52*	2.27*	3.74*	4.08*	2.95*
K2O	* 0.07*	0.08*	0.03*	0.22*	0.14*	0.03*	0.08*	0.16*	0.00*
TIO2	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*	0.02*	0.04*	0.00*
CR2O3*	0.02*	0.04*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.04*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.215*	9.422*	8.724*	9.524*	9.755*	8.986*	9.556*	9.723*	9.194*
AL	* 6.722*	6.543*	7.202*	6.384*	6.186*	7.023*	6.350*	6.176*	6.718*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.080*	0.068*	0.069*	0.092*	0.068*	0.081*	0.093*	0.091*	0.103*
MN	* 0.008*	0.008*	0.005*	0.003*	0.006*	0.000*	0.002*	0.002*	0.000*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.869*	2.666*	3.368*	2.640*	2.322*	3.003*	2.593*	2.430*	2.913*
NA	* 1.035*	1.165*	0.611*	1.224*	1.591*	0.809*	1.318*	1.461*	1.040*
K	* 0.016*	0.018*	0.007*	0.051*	0.032*	0.007*	0.019*	0.038*	0.000*
TI	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.001*	0.000*	0.003*	0.006*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.003*	0.006*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.006*	0.000*
OR	* 0.41*	0.48*	0.18*	1.30*	0.82*	0.18*	0.47*	0.96*	0.00*
AB	* 26.40*	30.26*	15.32*	31.26*	40.32*	21.18*	33.54*	37.18*	26.32*
AN	* 73.18*	69.26*	84.50*	67.44*	58.86*	78.63*	65.98*	61.85*	73.68*
AN %	* 73.49*	69.59*	84.65*	68.33*	59.35*	78.78*	66.30*	62.45*	73.68*

Tableau **43** . Moyennes des analyses de plagioclases de F 901 b (carrière Danoy) et de H901 (Rivière des Pères).

1:coeurs des phénocristaux;2:bordures des phénocristaux;3 : microlites;4:inclusions

Les numéros entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses. Ab signifie :individu le moins basique;An signifie individu le plus basique.

J1007A1

	* 1(3)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(3)	* 2(AB)*	2(AN)*	3(9)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 49.66*	51.95*	48.28*	49.52*	51.60*	49.07*	51.28*	55.85*	49.01*
AL2O3*	32.17*	31.17*	33.56*	31.74*	31.18*	32.62*	31.11*	29.33*	32.57*
FEO	* 0.58*	0.58*	0.63*	0.65*	1.01*	0.59*	0.61*	0.48*	0.69*
MNO	* 0.05*	0.06*	0.01*	0.05*	0.10*	0.00*	0.02*	0.03*	0.00*
MGO	* 0.05*	0.07*	0.04*	0.02*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*
CAO	* 15.91*	13.70*	17.04*	15.20*	14.03*	16.03*	14.32*	11.26*	16.23*
NA2O	* 2.68*	3.55*	2.03*	2.70*	3.36*	2.20*	3.25*	4.71*	2.10*
K2O	* 0.04*	0.07*	0.03*	0.06*	0.11*	0.09*	0.11*	0.25*	0.06*
TIO2	* 0.00*	0.00*	0.01*	0.02*	0.01*	0.00*	0.10*	0.00*	0.00*
CR2O3*	0.01*	0.00*	0.03*	0.01*	0.05*	0.00*	0.01*	0.03*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.013*	9.351*	8.745*	9.074*	9.298*	8.944*	9.286*	9.890*	8.935*
AL	* 6.935*	6.608*	7.152*	6.842*	6.610*	6.995*	6.627*	6.110*	6.985*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.078*	0.083*	0.075*	0.099*	0.152*	0.090*	0.092*	0.071*	0.105*
MN	* 0.008*	0.008*	0.002*	0.008*	0.015*	0.000*	0.003*	0.004*	0.000*
MG	* 0.016*	0.019*	0.011*	0.005*	0.000*	0.000*	0.003*	0.003*	0.000*
CA	* 3.093*	2.643*	3.307*	2.994*	2.709*	3.131*	2.773*	2.136*	3.170*
NA	* 0.941*	1.237*	0.700*	0.958*	1.172*	0.776*	1.139*	1.614*	0.741*
K	* 0.014*	0.016*	0.007*	0.014*	0.025*	0.021*	0.025*	0.057*	0.014*
TI	* 0.000*	0.000*	0.001*	0.003*	0.001*	0.000*	0.014*	0.000*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.001*	0.000*	0.004*	0.001*	0.007*	0.000*	0.001*	0.004*	0.000*
OR	* 0.25*	0.17*	0.17*	0.35*	0.65*	0.53*	0.64*	1.48*	0.36*
AB	* 23.79*	31.75*	17.61*	24.21*	30.00*	19.76*	28.89*	42.40*	18.88*
AN	* 75.96*	67.08*	82.22*	75.44*	69.35*	79.71*	70.47*	56.11*	80.77*
AN %	* 76.14*	68.12*	82.38*	75.71*	69.80*	80.13*	70.92*	56.96*	81.05*

J1007B1

	* 1(8)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(5)	* 2(AB)*	2(AN)*	4(1)	* 3(1)	*
SIO2	* 49.46*	49.48*	47.48*	52.90*	53.49*	49.43*	54.27*	55.04*	
AL2O3*	32.16*	30.47*	33.60*	30.27*	29.31*	30.47*	29.36*	28.35*	
FEO	* 0.57*	0.56*	0.42*	0.58*	0.59*	0.56*	0.79*	0.54*	
MNO	* 0.03*	0.01*	0.01*	0.01*	0.00*	0.01*	0.06*	0.04*	
MGO	* 0.04*	0.06*	0.00*	0.03*	0.04*	0.06*	0.08*	0.06*	
CAO	* 15.23*	14.11*	17.13*	12.77*	11.66*	14.11*	11.34*	10.99*	
NA2O	* 2.67*	3.11*	1.58*	3.96*	4.53*	3.11*	4.47*	4.98*	
K2O	* 0.06*	0.05*	0.02*	0.09*	0.14*	0.05*	0.13*	0.15*	
TIO2	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	
SI	* 9.035*	9.235*	8.707*	9.547*	9.712*	9.231*	9.741*	9.882*	
AL	* 6.912*	6.890*	7.249*	6.427*	6.261*	6.696*	6.200*	6.094*	
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
FE2	* 0.087*	0.087*	0.064*	0.083*	0.089*	0.087*	0.118*	0.081*	
MN	* 0.005*	0.003*	0.002*	0.002*	0.000*	0.002*	0.009*	0.006*	
MG	* 0.011*	0.017*	0.000*	0.008*	0.011*	0.017*	0.022*	0.016*	
CA	* 2.781*	2.822*	3.365*	2.469*	2.268*	2.823*	2.277*	2.114*	
NA	* 0.944*	1.123*	0.561*	1.383*	1.592*	1.124*	1.583*	1.724*	
K	* 0.014*	0.012*	0.005*	0.021*	0.032*	0.012*	0.030*	0.034*	
TI	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
CR	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	
OR	* 0.36*	0.30*	0.12*	0.54*	0.83*	0.30*	0.77*	0.89*	
AB	* 23.97*	28.39*	14.27*	35.71*	40.90*	28.39*	40.23*	44.51*	
AN	* 75.68*	71.31*	85.62*	63.75*	58.27*	71.31*	58.99*	54.60*	
AN %	* 75.95*	71.52*	85.72*	64.10*	58.76*	71.52*	59.45*	55.09*	

D1204

	* 1(3)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(3)	* 2(AB)*	2(AN)*	3(3)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 54.33*	53.66*	52.45*	52.34*	53.10*	50.13*	53.92*	55.04*	53.27*
AL2O3*	29.05*	28.78*	30.78*	30.49*	29.31*	31.34*	29.33*	28.15*	30.35*
FEO	* 0.57*	0.41*	0.48*	0.54*	0.47*	0.40*	0.53*	0.45*	0.56*
MNO	* 0.02*	0.03*	0.00*	0.00*	0.04*	0.00*	0.01*	0.00*	0.03*
MGO	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO	* 11.80*	11.91*	13.55*	13.20*	12.42*	14.39*	12.23*	11.48*	12.58*
NA2O	* 4.74*	5.03*	3.99*	4.05*	4.44*	3.41*	4.39*	4.62*	4.07*
K2O	* 0.09*	0.08*	0.06*	0.35*	0.04*	0.05*	0.19*	0.32*	0.11*
TIO2	* 0.05*	0.25*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.03*	0.04*	0.04*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.04*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.786*	9.692*	9.417*	9.460*	9.656*	9.182*	9.717*	9.941*	9.583*
AL	* 6.156*	6.024*	6.504*	6.462*	6.270*	6.753*	6.218*	5.982*	6.410*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.058*	0.072*	0.102*	0.081*	0.071*	0.073*	0.080*	0.058*	0.084*
MN	* 0.003*	0.005*	0.000*	0.000*	0.006*	0.000*	0.002*	0.000*	0.005*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.285*	2.142*	2.608*	2.556*	2.420*	2.824*	2.361*	2.222*	2.439*
NA	* 1.653*	1.733*	1.320*	1.417*	1.563*	1.209*	1.531*	1.615*	1.414*
K	* 0.021*	0.013*	0.014*	0.081*	0.009*	0.012*	0.044*	0.074*	0.025*
TI	* 0.007*	0.034*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.004*	0.005*	0.005*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.000*	0.005*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
OR	* 0.32*	0.43*	0.34*	1.99*	0.23*	0.29*	1.11*	1.89*	0.65*
AB	* 41.75*	45.08*	34.32*	34.95*	39.15*	29.89*	38.90*	41.30*	36.46*
AN	* 57.93*	54.49*	65.34*	63.06*	60.62*	69.82*	59.99*	56.81*	62.89*
AN %	* 58.03*	54.71*	65.56*	64.34*	60.76*	70.02*	60.66*	57.90*	63.30*

7A

	* 1(3)	* 1(AB)*	1(AN)*	2(3)	* 2(AB)*	2(AN)*	3(6)	* 3(AB)*	3(AN)*
SIO2	* 51.13*	52.99*	48.77*	49.80*	50.70*	48.60*	50.65*	52.80*	48.36*
AL2O3*	30.97*	29.76*	32.67*	31.58*	31.26*	32.26*	31.34*	30.11*	33.09*
FEO	* 3.54*	0.55*	0.48*	0.65*	0.66*	0.60*	0.67*	0.69*	0.56*
MNO	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.05*	0.02*	0.00*	0.00*
MGO	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
CAO	* 14.24*	12.43*	16.21*	15.08*	14.22*	16.08*	14.47*	13.22*	15.52*
NA2O	* 3.39*	4.29*	2.49*	2.89*	3.44*	2.43*	3.24*	3.98*	2.36*
K2O	* 0.07*	0.14*	0.05*	0.09*	0.13*	0.00*	0.04*	0.05*	0.00*
TIO2	* 0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.05*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*
CR2O3*	0.06*	0.04*	0.10*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*	32*
SI	* 9.165*	9.604*	8.891*	9.080*	9.227*	8.925*	9.217*	9.530*	8.920*
AL	* 6.531*	6.346*	7.007*	6.774*	6.693*	6.970*	6.710*	6.384*	7.140*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 0.529*	0.083*	0.073*	0.099*	0.100*	0.092*	0.102*	0.104*	0.080*
MN	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.108*	0.000*	0.000*	0.003*	0.000*	0.000*
MG	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CA	* 2.735*	2.414*	3.166*	2.946*	2.773*	3.154*	2.821*	2.555*	3.227*
NA	* 1.176*	1.505*	0.879*	1.020*	1.212*	0.854*	1.141*	1.388*	0.791*
K	* 0.016*	0.032*	0.012*	0.021*	0.030*	0.000*	0.009*	0.012*	0.000*
TI	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.003*	0.007*	0.000*	0.000*	0.961*	0.000*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.008*	0.005*	0.014*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.003*	0.000*
OR	* 0.41*	0.82*	0.29*	0.53*	0.75*	0.00*	0.23*	0.00*	0.00*
AB	* 29.95*	38.09*	21.66*	25.58*	30.18*	21.44*	28.73*	35.17*	19.88*
AN	* 69.64*	61.09*	78.05*	73.89*	69.07*	78.56*	71.03*	64.83*	80.12*
AN %	* 69.93*	61.60*	78.28*	74.28*	69.59*	78.56*	71.28*	64.77*	80.12*

Tableau **44** . Moyennes des analyses des plagioclases de J 1007 (Rivière Noire) , de D 1204 (Rocroy) et de 7A (Calbassiers).

Même légende que pour le tableau **43** .

1:coeurs et bordures (individus non zonés) .

Tableau **45** Moyennes des analyses de plagioclases de X901 (anse à la Fontaine) et de P 4·01 (anse du Morne Rouge)
Même légende que pour le tableau **43** .

F 901 b 1

	1(4)	1(-MG*	1(+MG*	2(4)	2(-MG*	2(+MG*
SIO2	52.63*	54.04*	53.17*	52.63*	52.45*	52.74*
AL203*	1.09*	1.10*	1.02*	1.09*	1.01*	0.88*
FEO	24.66*	24.49*	24.78*	24.66*	25.17*	24.50*
MNO	0.90*	0.91*	0.91*	0.90*	0.90*	0.91*
MGO	20.19*	19.73*	20.70*	20.19*	19.45*	20.79*
CAO	1.42*	1.45*	1.37*	1.42*	1.55*	1.38*
NA2O	0.06*	0.02*	0.02*	0.06*	0.00*	0.04*
K2O	0.01*	0.04*	0.00*	0.01*	0.00*	0.01*
TIO2	0.20*	0.17*	0.25*	0.20*	0.23*	0.19*
CR2O3*	0.01*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.965*	1.993*	1.964*	1.965*	1.972*	1.966*
AL	0.048*	0.048*	0.044*	0.048*	0.045*	0.038*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.767*	0.753*	0.763*	0.767*	0.789*	0.758*
MN	0.028*	0.028*	0.028*	0.028*	0.029*	0.029*
MG	1.131*	1.092*	1.147*	1.131*	1.092*	1.157*
CA	0.057*	0.057*	0.054*	0.057*	0.062*	0.055*
NA	0.004*	0.001*	0.001*	0.004*	0.000*	0.003*
K	0.000*	0.002*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
TI	0.006*	0.005*	0.007*	0.006*	0.006*	0.005*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CN	58.7*	58.3*	59.2*	58.7*	57.3*	59.8*

H 901 a

	1(9)	1(-MG*	1(+MG*	2(1)	2(-MG*	2(+MG*
SIO2	53.38*	52.54*	54.16*	51.40*	52.71*	52.79*
AL203*	0.87*	0.83*	0.91*	0.86*	0.93*	1.03*
FEO	22.85*	23.43*	21.51*	25.01*	24.29*	24.46*
MNO	0.86*	0.94*	0.70*	0.95*	0.85*	0.72*
MGO	21.44*	21.09*	22.34*	20.75*	19.89*	19.53*
CAO	1.53*	1.57*	1.58*	1.44*	1.45*	1.56*
NA2O	0.04*	0.01*	0.04*	0.06*	0.07*	0.08*
K2O	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.02*	0.03*
TIO2	0.20*	0.20*	0.24*	0.23*	0.20*	0.28*
CR2O3*	0.01*	0.00*	0.03*	0.00*	0.00*	0.00*
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.974*	1.964*	1.980*	1.968*	1.980*	1.989*
AL	0.039*	0.037*	0.039*	0.039*	0.041*	0.045*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.704*	0.730*	0.655*	0.799*	0.758*	0.765*
MN	0.027*	0.030*	0.022*	0.031*	0.027*	0.023*
MG	1.183*	1.103*	1.225*	1.192*	1.121*	1.099*
CA	0.061*	0.063*	0.062*	0.059*	0.058*	0.063*
NA	0.003*	0.001*	0.003*	0.004*	0.005*	0.006*
K	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.002*
TI	0.006*	0.006*	0.006*	0.006*	0.006*	0.008*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*
CN	61.9*	60.9*	64.4*	61.7*	58.3*	58.3*

H 901 b

	1(4)	1(-MG*	1(+MG*	2(3)	2(-MG*	2(+MG*
SIO2	52.71*	52.79*	52.63*	52.69*	52.60*	52.62*
AL203*	0.93*	1.03*	0.85*	0.93*	0.93*	0.96*
FEO	24.29*	24.46*	23.24*	23.73*	24.15*	23.66*
MNO	0.85*	0.72*	0.79*	0.91*	1.08*	0.82*
MGO	19.89*	19.53*	20.07*	20.20*	19.04*	20.39*
CAO	1.45*	1.56*	1.43*	1.48*	1.47*	1.49*
NA2O	0.07*	0.08*	0.03*	0.02*	0.06*	0.00*
K2O	0.02*	0.03*	0.04*	0.02*	0.03*	0.00*
TIO2	0.20*	0.17*	0.12*	0.07*	0.12*	0.12*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	0.07*	
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.974*	1.964*	1.980*	1.983*	1.996*	1.992*
AL	0.039*	0.037*	0.029*	0.039*	0.041*	0.042*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.758*	0.765*	0.732*	0.742*	0.757*	0.730*
MN	0.027*	0.023*	0.025*	0.029*	0.034*	0.026*
MG	1.121*	1.099*	1.138*	1.142*	1.117*	1.149*
CA	0.058*	0.063*	0.058*	0.059*	0.059*	0.060*
NA	0.005*	0.006*	0.002*	0.001*	0.004*	0.000*
K	0.001*	0.002*	0.002*	0.001*	0.002*	0.000*
TI	0.006*	0.005*	0.003*	0.002*	0.003*	0.003*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.002*	0.000*
CN	58.8*	58.3*	60.0*	59.7*	58.5*	60.1*

J 1007 /A1

	3(7)	3(-MG*	3(+MG*	4(4)	4(-MG*	4(+MG*	5(1)	5(-MG*	5(+MG*
SIO2	53.06*	52.22*	53.04*	53.28*	53.10*	54.13*	53.51*	53.13*	52.92*
AL203*	0.94*	0.96*	0.70*	0.88*	0.88*	0.88*	0.91*	0.94*	0.82*
FEO	22.81*	23.79*	22.44*	21.80*	22.57*	20.87*	21.05*	22.34*	22.20*
MNO	0.81*	1.07*	0.91*	0.72*	0.78*	0.86*	0.74*	0.77*	0.85*
MGO	20.74*	19.76*	20.20*	20.26*	21.64*	23.29*	21.36*	20.85*	21.38*
CAO	1.44*	1.52*	1.44*	1.49*	1.48*	1.38*	1.69*	1.58*	1.59*
NA2O	0.03*	0.00*	0.01*	0.02*	0.06*	0.00*	0.01*	0.05*	0.00*
K2O	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.03*	0.00*	0.00*	0.10*	0.02*
TIO2	0.17*	0.18*	0.18*	0.21*	0.22*	0.14*	0.14*	0.11*	0.02*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.03*	0.00*	0.00*	0.00*	0.06*
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.977*	1.973*	1.968*	1.969*	1.963*	1.974*	1.976*	1.987*	1.980*
AL	0.041*	0.042*	0.034*	0.038*	0.038*	0.038*	0.040*	0.041*	0.036*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.710*	0.751*	0.681*	0.671*	0.697*	0.634*	0.654*	0.696*	0.692*
MN	0.025*	0.034*	0.029*	0.023*	0.024*	0.026*	0.023*	0.024*	0.027*
MG	1.435*	1.388*	1.335*	1.334*	1.203*	1.274*	1.195*	1.170*	1.200*
CA	0.057*	0.062*	0.057*	0.059*	0.059*	0.054*	0.068*	0.063*	0.063*
NA	0.002*	0.000*	0.001*	0.004*	0.000*	0.001*	0.004*	0.000*	0.004*
K	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.005*	0.001*
TI	0.005*	0.005*	0.005*	0.006*	0.006*	0.004*	0.004*	0.003*	0.001*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*
CN	58.8*	58.8*	63.5*	63.8*	62.3*	65.8*	63.8*	61.7*	62.5*

J 1007/B2

	1	1
SIO2	52.36*	52.14*
AL203*	1.44*	1.04*
FEO	21.95*	23.25*
MNO	0.71*	0.89*
MGO	21.90*	20.99*
CAO	1.65*	1.57*
NA2O	0.04*	0.09*
K2O	0.04*	0.01*
TIO2	0.20*	0.25*
CR2O3*	0.02*	0.00*
NB OX*	6*	6*
SI	1.949*	1.957*
AL	0.063*	0.046*
FE3	0.000*	0.000*
FE2	0.681*	0.727*
MN	0.022*	0.028*
MG	1.223*	1.175*
CA	0.066*	0.063*
NA	0.003*	0.007*
K	0.002*	0.000*
TI	0.006*	0.007*
P	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*
CN	58.0*	61.0*

7A

	3(5)	4(1)	2(3)	2(-MG*	2(+MG*
SIO2	52.42*	51.76*	52.42*	52.85*	53.34*
AL203*	1.05*	1.14*	0.75*	0.96*	0.86*
FEO	23.79*	25.23*	23.23*	23.38*	21.51*
MNO	0.89*	0.87*	0.94*	0.85*	0.86*
MGO	19.96*	19.43*	19.85*	21.32*	
CAO	1.42*	1.52*	1.50*	1.52*	1.44*
NA2O	0.11*	0.02*	0.05*	0.04*	0.04*
K2O	0.06*	0.04*	0.02*	0.05*	0.00*
TIO2	0.20*	0.17*	0.12*	0.07*	0.12*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	0.07*
NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.979*	1.989*	1.983*	1.996*	1.992*
AL	0.047*	0.038*	0.051*	0.033*	0.038*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.771*	0.768*	0.701*	0.736*	0.671*
MN	0.027*	0.026*	0.028*	0.030*	0.027*
MG	1.101*	1.090*	1.159*	1.123*	1.122*
CA	0.058*	0.069*	0.061*	0.064*	0.058*
NA	0.008*	0.001*	0.004*	0.003*	0.003*
K	0.003*	0.002*	0.001*	0.002*	0.000*
TI	0.006*	0.005*	0.003*	0.002*	0.003*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.002*
CN	58.0*	57.8*	61.4*	59.5*	63.1*

Tabeau **46** . Moyennes des analyses d'orthopyroxènes de F 901 b (carrière Danoy) , de H 901 (rivière des Pères), de J 1007 (rivière Noire) et de 7A(Calbassiers).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses.
1:phénocristaux (individus non zonés); 2: microlites ;
3:coeurs des phénocristaux ; 4:bordures des phénocristaux;
5:inclusions.

D 1204

	1(-MG*	1(+MG*	2(5) *	2(-MG*	2(+MG*	3(1) *	4(3) *	4(-MG*	4(+MG*	2(3) *
SIO2 *	53.12*	52.30*	52.85*	52.13*	52.78*	53.12*	53.27*	53.33*	52.78*	53.33*
AL203*	0.89*	0.58*	1.00*	1.08*	0.87*	0.87*	0.07*	0.65*	0.52*	0.81*
FEO *	25.42*	25.33*	25.71*	25.28*	25.24*	25.49*	22.32*	23.52*	23.99*	23.36*
MNO *	1.22*	0.78*	1.12*	1.14*	1.11*	1.22*	0.30*	1.04*	1.20*	1.00*
MGO *	19.11*	19.25*	19.11*	19.05*	19.47*	19.11*	21.07*	20.44*	20.19*	21.19*
CAO *	1.40*	1.48*	1.44*	1.42*	1.56*	1.40*	1.33*	1.25*	1.16*	1.27*
NA20 *	0.00*	0.06*	0.05*	0.00*	0.00*	0.01*	0.07*	0.03*	0.00*	0.02*
K20 *	0.01*	0.04*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.01*	0.00*	0.02*
TIO2 *	0.06*	0.03*	0.17*	0.18*	0.21*	0.06*	0.02*	0.00*	0.10*	0.10*
CR2O3*	0.00*	0.03*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.12*	0.10*

NB OX*	32*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	*10.661*	1.994*	1.975*	1.972*	1.975*	1.988*
AL	* 0.209*	0.026*	0.044*	0.040*	0.038*	0.039*
FE3	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	* 4.239*	0.793*	0.804*	0.797*	0.787*	0.795*
MN	* 0.206*	0.025*	0.036*	0.036*	0.035*	0.039*
MG	* 5.721*	1.089*	1.075*	1.081*	1.093*	1.073*
CA	* 0.299*	0.060*	0.058*	0.058*	0.063*	0.056*
NA	* 0.000*	0.004*	0.004*	0.004*	0.000*	0.000*
K	* 0.003*	0.002*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
TI	* 3.409*	0.001*	0.005*	0.005*	0.006*	0.002*
P	* 0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	* 0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FR %	* 56.3*	57.1*	56.2*	56.5*	57.1*	56.3*

X 901

	1(-MG*	1(+MG*	2(3) *	2(-MG*	2(+MG*	3(4) *	3(-MG*	3(+MG*
SIO2 *	53.12*	52.29*	53.31*	53.15*	52.87*	53.30*	53.34*	53.29*	53.46*
AL203*	0.80*	0.37*	0.89*	0.92*	0.95*	1.15*	1.25*	1.07*	0.88*
FEO *	23.33*	24.48*	22.45*	22.91*	24.73*	20.86*	22.19*	22.01*	21.75*
MNO *	0.92*	0.89*	0.84*	0.92*	0.98*	0.84*	0.89*	0.99*	0.86*
MGO *	20.55*	20.12*	20.98*	20.90*	20.39*	22.10*	21.35*	20.78*	21.64*
CAO *	1.35*	1.40*	1.54*	1.52*	1.64*	1.52*	1.59*	1.59*	1.61*
NA20 *	0.02*	0.02*	0.02*	0.03*	0.00*	0.05*	0.01*	0.00*	0.00*
K20 *	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.02*
TIO2 *	0.18*	0.09*	0.17*	0.16*	0.18*	0.20*	0.25*	0.26*	0.16*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.06*	0.03*	0.10*	0.01*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.983*	1.981*	1.993*	1.980*	1.964*	1.980*	1.972*	1.977*	1.984*
AL	0.039*	0.030*	0.039*	0.040*	0.042*	0.050*	0.054*	0.047*	0.038*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.634*	0.705*
FE2	0.735*	0.763*	0.693*	0.711*	0.765*	0.640*	0.686*	0.028*	0.031*
MN	0.029*	0.028*	0.026*	0.029*	0.031*	0.026*	0.028*	0.031*	0.027*
MG	1.133*	1.120*	1.166*	1.168*	1.135*	1.220*	1.184*	1.156*	1.205*
CA	0.058*	0.059*	0.061*	0.061*	0.065*	0.063*	0.063*	0.064*	0.059*
NA	0.002*	0.001*	0.001*	0.002*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
K	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.004*	0.001*	0.000*	0.000*
TI	0.005*	0.002*	0.005*	0.004*	0.005*	0.006*	0.007*	0.000*	0.000*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.004*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*	0.001*	0.003*	0.000*
FR %	60.0*	58.8*	61.8*	61.2*	58.8*	64.7*	62.5*	61.1*	63.3*

P 401 a

	1	2(3) *	2(-MG*	2(+MG*	3(1) *	4(3) *	4(-MG*	4(+MG*	2(3) *
SIO2 *	53.27*	53.33*	52.78*	53.33*	53.74*	52.11*	51.31*	53.03*	53.33*
AL203*	0.07*	0.65*	0.52*	0.81*	0.62*	1.31*	0.68*	0.69*	0.65*
FEO *	22.32*	23.52*	23.99*	23.36*	22.72*	21.56*	22.10*	21.76*	23.52*
MNO *	0.30*	1.04*	1.20*	1.00*	0.75*	0.88*	0.86*	0.95*	1.04*
MGO *	21.07*	20.44*	20.19*	21.19*	20.64*	19.97*	20.00*	20.71*	20.44*
CAO *	1.33*	1.25*	1.16*	1.27*	1.52*	1.83*	1.32*	1.72*	1.25*
NA20 *	0.07*	0.03*	0.00*	0.02*	0.01*	0.13*	0.03*	0.02*	0.03*
K20 *	0.02*	0.01*	0.00*	0.02*	0.02*	0.01*	0.00*	0.03*	0.01*
TIO2 *	0.20*	0.07*	0.10*	0.12*	0.10*	0.10*	0.10*	0.29*	0.07*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	2.007*	1.995*	1.990*	1.970*	2.004*	1.984*	1.991*	1.990*	1.995*
AL	0.003*	0.029*	0.023*	0.035*	0.027*	0.059*	0.031*	0.030*	0.029*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.698*	0.798*	0.754*	0.722*	0.706*	0.684*	0.717*	0.680*	0.733*
MN	0.025*	0.036*	0.038*	0.031*	0.024*	0.028*	0.028*	0.030*	0.033*
MG	1.191*	1.157*	1.142*	1.179*	1.154*	1.141*	1.164*	1.177*	1.147*
CA	0.054*	0.062*	0.047*	0.050*	0.061*	0.075*	0.055*	0.069*	0.050*
NA	0.005*	0.002*	0.000*	0.001*	0.001*	0.010*	0.002*	0.001*	0.002*
K	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.001*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*
TI	0.006*	0.002*	0.003*	0.003*	0.003*	0.005*	0.003*	0.000*	0.002*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FR %	62.2*	63.9*	59.0*	61.0*	61.3*	61.6*	61.0*	62.4*	60.0*

P 401 b
partie claire

	1(1) *	2(1) *	3(1) *
SIO2 *	53.67*	53.72*	54.29*
AL203*	0.69*	0.55*	0.78*
FEO *	21.90*	22.28*	22.61*
MNO *	0.83*	0.94*	0.95*
MGO *	21.86*	21.67*	21.64*
CAO *	1.50*	1.25*	1.47*
NA20 *	0.06*	0.03*	0.07*
K20 *	0.00*	0.00*	0.00*
TIO2 *	0.00*	0.07*	0.13*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*
SI	1.988*	1.994*	1.988*
AL	0.030*	0.024*	0.034*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.678*	0.688*	0.690*
MN	0.026*	0.029*	0.026*
MG	1.215*	1.205*	1.189*
CA	0.060*	0.050*	0.058*
NA	0.004*	0.002*	0.005*
K	0.000*	0.000*	0.000*
TI	0.000*	0.002*	0.004*
P	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*
FR %	62.4*	62.7*	62.4*

P 401 b
partie sombre

	1(-MG*	1(+MG*	2(3) *	2(-MG*	2(+MG*	3(1) *	3(-MG*	3(+MG*	4(3) *
SIO2 *	53.68*	53.84*	53.84*	54.03*	53.88*	54.24*	52.76*	53.67*	53.72*	54.29*
AL203*	0.78*	0.75*	0.75*	0.64*	0.67*	0.65*	0.71*	0.69*	0.55*	0.78*
FEO *	22.63*	22.63*	22.05*	22.27*	22.84*	22.07*	22.10*	21.90*	22.28*	22.61*
MNO *	0.79*	0.78*	0.84*	0.86*	0.86*	0.94*	0.95*	0.83*	0.94*	0.95*
MGO *	21.23*	21.33*	21.82*	21.10*	21.47*	21.63*	21.64*	21.86*	21.67*	21.64*
CAO *	1.43*	1.45*	1.29*	1.53*	1.22*	1.42*	1.47*	1.50*	1.25*	1.47*
NA20 *	0.00*	0.00*	0.06*	0.00*	0.03*	0.05*	0.07*	0.06*	0.03*	0.07*
K20 *	0.10*	0.10*	0.01*	0.04*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
TIO2 *	0.13*	0.10*	0.02*	0.00*	0.06*	0.02*	0.13*	0.00*	0.00*	0.00*
CR2O3*	0.16*	0.10*	0.02*	0.00*	0.06*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.990*	1.990*	1.986*	1.997*	1.995*	2.009*	1.978*	1.983*	1.980*	1.988*
AL	0.034*	0.033*	0.040*	0.028*	0.029*	0.028*	0.031*	0.030*	0.024*	0.034*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.731*	0.697*	0.846*	0.686*	0.705*	0.601*	0.690*	0.693*	0.688*	0.690*
MN	0.032*	0.025*	0.030*	0.027*	0.027*	0.011*	0.024*	0.026*	0.029*	0.026*
MG	1.174*	1.177*	1.150*	1.193*	1.176*	1.193*	1.216*	1.215*	1.205*	1.189*
CA	0.051*	0.057*	0.069*	0.051*	0.053*	0.048*	0.057*	0.060*	0.050*	0.058*
NA	0.000*	0.007*	0.009*	0.004*	0.002*	0.000*	0.000*	0.004*	0.002*	0.005*
K	0.000*	0.000*	0.004*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
TI	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*	0.004*	0.000*	0.000*	0.000*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.003*	0.001*	0.000*	0.000*	0.002*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*
FR %	59.0*	62.0*	54.8*	62.6*	61.7*	63.3*	63.0*	60.0*	62.7*	62.4*

Fig. **47** . Moyennes des analyses d'orthopyroxènes de D 1204 (Rocroy), de X 901 (anse à la Fontaine), et de P 401 (anse du Morne Rouge).
Même légende que pour le tableau. **46**

D 1204

	4(-CA*	4(+CA*	5(3) *	5(-CA*	5(+CA*
SIO2 *	52.59*	52.32*	52.12*	52.11*	52.24*
AL203*	1.33*	1.53*	1.54*	1.92*	1.21*
FEO *	12.06*	12.36*	12.01*	12.32*	12.05*
MNO *	0.50*	0.72*	0.55*	0.51*	0.66*
MGO *	13.00*	13.21*	12.94*	13.19*	12.75*
CAO *	20.28*	20.58*	20.48*	20.34*	20.56*
NA20 *	0.26*	0.28*	0.25*	0.26*	0.28*
K20 *	0.02*	0.07*	0.01*	0.00*	0.03*
TIO2 *	0.22*	0.34*	0.33*	0.41*	0.25*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.974*	1.951*	1.960*	1.945*	1.971*
AL	0.059*	0.067*	0.068*	0.084*	0.054*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.377*	0.384*	0.376*	0.383*	0.379*
MN	0.016*	0.023*	0.017*	0.016*	0.021*
MG	0.732*	0.739*	0.730*	0.738*	0.722*
CA	0.816*	0.822*	0.825*	0.813*	0.831*
NA	0.019*	0.020*	0.018*	0.019*	0.020*
K	0.001*	0.003*	0.000*	0.000*	0.001*
TI	0.006*	0.010*	0.009*	0.011*	0.007*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
LE BAS					
CA	42.61*	42.47*	42.39*	42.24*	43.20*
MG	37.33*	37.10*	37.10*	37.49*	36.54*
FE	20.05*	20.43*	20.02*	20.27*	20.25*
D.H.Z					
CA	42.03*	41.78*	42.34*	41.69*	42.56*
MG	37.72*	37.55*	37.45*	37.35*	36.75*
FE	20.26*	20.67*	20.21*	20.46*	20.48*

7A

	1(1) *	3(3) *	3(-CA*	3(+CA*
SIO2 *	51.73*	51.98*	52.48*	51.52*
AL203*	1.36*	1.73*	1.70*	1.73*
FEO *	11.44*	11.22*	10.83*	11.38*
MNO *	0.46*	0.53*	0.50*	0.65*
MGO *	12.83*	13.30*	13.69*	12.82*
CAO *	19.47*	19.61*	19.33*	19.92*
NA20 *	0.03*	0.20*	0.36*	0.23*
K20 *	0.00*	0.02*	0.02*	0.00*
TIO2 *	0.41*	0.32*	0.41*	0.59*
CR2O3*	0.00*	0.05*	0.00*	0.15*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.983*	1.965*	1.973*	1.952*	1.984*
AL	0.061*	0.077*	0.075*	0.077*	0.065*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.365*	0.353*	0.339*	0.375*	0.359*
MN	0.015*	0.017*	0.016*	0.021*	0.017*
MG	0.738*	0.759*	0.772*	0.728*	0.755*
CA	0.800*	0.794*	0.778*	0.808*	0.802*
NA	0.002*	0.020*	0.026*	0.017*	0.012*
K	0.000*	0.001*	0.001*	0.000*	0.000*
TI	0.012*	0.009*	0.012*	0.017*	0.009*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.001*	0.000*	0.004*	0.000*
LE BAS					
CA	41.77*	41.93*	41.69*	42.33*	43.01*
MG	38.42*	39.03*	39.94*	37.36*	37.94*
FE	19.81*	19.04*	18.37*	20.30*	19.05*
D.H.Z					
CA	41.70*	41.20*	40.85*	41.83*	44.49*
MG	39.47*	39.46*	40.51*	37.69*	38.30*
FE	18.83*	19.25*	18.64*	20.48*	17.21*

P 401 a

	1(6) *	1(-CA*	1(+CA*	2(1) *	3(1) *
SIO2 *	52.33*	52.49*	52.66*	52.58*	52.41*
AL203*	1.35*	1.62*	1.27*	1.54*	1.57*
FEO *	12.34*	12.69*	12.24*	12.00*	10.58*
MNO *	0.58*	0.56*	0.69*	0.64*	0.52*
MGO *	13.34*	13.42*	13.09*	13.91*	14.10*
CAO *	19.71*	19.13*	20.20*	19.69*	19.79*
NA20 *	0.28*	0.32*	0.26*	0.25*	0.32*
K20 *	0.01*	0.00*	0.02*	0.00*	0.02*
TIO2 *	0.29*	0.24*	0.22*	0.37*	0.23*
CR2O3*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.967*	1.966*	1.972*	1.957*	1.966*
AL	0.060*	0.071*	0.056*	0.067*	0.069*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.386*	0.396*	0.382*	0.372*	0.333*
MN	0.018*	0.018*	0.022*	0.020*	0.017*
MG	0.752*	0.754*	0.735*	0.777*	0.795*
CA	0.794*	0.768*	0.811*	0.785*	0.792*
NA	0.020*	0.023*	0.019*	0.018*	0.016*
K	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.001*
TI	0.008*	0.007*	0.006*	0.010*	0.009*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
LE BAS					
CA	41.32*	40.38*	42.16*	40.73*	41.43*
MG	38.15*	38.49*	37.34*	39.38*	40.29*
FE	20.54*	21.13*	20.50*	19.89*	18.28*
D.H.Z					
CA	40.67*	39.66*	41.57*	40.18*	40.92*
MG	38.55*	38.96*	37.72*	39.74*	41.04*
FE	20.78*	21.38*	20.71*	20.08*	18.04*

P 401 b
partie claire

	1(1) *	2(3) *	3(2) *
SIO2 *	52.25*	51.97*	51.88*
AL203*	1.56*	1.65*	1.57*
FEO *	11.78*	11.81*	12.76*
MNO *	0.52*	0.47*	0.58*
MGO *	13.76*	13.67*	13.27*
CAO *	18.72*	19.52*	19.60*
NA20 *	0.28*	0.25*	0.36*
K20 *	0.03*	0.00*	0.00*
TIO2 *	0.44*	0.38*	0.46*
CR2O3*	0.00*	0.00*	0.03*

NB OX*	6*	6*	6*	6*	6*
SI	1.968*	1.970*	1.959*	1.945*	1.946*
AL	0.072*	0.069*	0.073*	0.067*	0.090*
FE3	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
FE2	0.388*	0.370*	0.365*	0.399*	0.384*
MN	0.016*	0.017*	0.015*	0.018*	0.016*
MG	0.778*	0.778*	0.773*	0.747*	0.759*
CA	0.778*	0.756*	0.780*	0.780*	0.787*
NA	0.019*	0.023*	0.034*	0.026*	0.022*
K	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*
TI	0.012*	0.012*	0.011*	0.012*	0.013*
P	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
CR	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*
LE BAS					
CA	40.69*	40.05*	41.84*	41.15*	41.39*
MG	39.72*	40.05*	39.49*	37.75*	38.29*
FE	19.59*	19.90*	18.67*	21.10*	20.42*
D.H.Z					
CA	40.67*	39.56*	40.66*	40.36*	40.63*
MG	40.12*	40.51*	39.91*	38.36*	38.72*
FE	19.20*	19.93*	19.43*	21.30*	20.65*

P 401 b
partie sombre

	1(-CA*	1(+CA*
SIO2 *	52.63*	52.45*
AL203*	1.22*	1.81*
FEO *	11.74*	11.75*
MNO *	0.53*	0.53*
MGO *	13.35*	12.75*
CAO *	19.23*	19.35*
NA20 *	0.27*	0.26*
K20 *	0.02*	0.02*
TIO2 *	0.30*	0.40*
CR2O3*	0.02*	0.01*

NB OX*	6*	6*
SI	1.976*	1.971*
AL	0.054*	0.080*
FE3	0.000*	0.000*
FE2	0.367*	0.368*
MN	0.017*	0.018*
MG	0.780*	0.719*
CA	0.774*	0.799*
NA	0.020*	0.019*
K	0.001*	0.001*
TI	0.008*	0.011*
P	0.000*	0.000*
CR	0.001*	0.000*
LE BAS		
CA	40.55*	42.57*
MG	39.93*	37.35*
FE	19.52*	20.08*
D.H.Z		
CA	39.99*	41.92*
MG	40.25*	37.76*
FE	19.76*	20.32*

Tableau **48** . Moyennes des analyses de clinopyroxènes de D 12 04 (Rocroy), de 7A (Calbassiers) de P 401 (anse du Morne Rouge), de F 901 (carrière Danoy) et de H 901 (rivière des Pères).

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses.

1:phénocristaux non zonés ; 2:microlites ; 3:inclusions ; 4:coeurs de phénocristaux ; 5:bordures des phénocristaux.

-CA signifie individu le moins calcique ; +CA signifie individu le plus calcique.

J 1007 / B2

	1	2
SIO2	50.80%	51.65%
AL203%	1.46%	1.84%
FEO	12.52%	12.12%
MNO	0.49%	0.47%
MGO	13.66%	13.50%
CAO	19.33%	19.17%
NA20	0.31%	0.35%
K2O	0.01%	0.01%
TIO2	0.41%	0.42%
CR203%	0.00%	0.00%
NB OX%	%	%
SI	1.928%	1.941%
AL	0.065%	0.081%
FE3	0.000%	0.000%
FE2	0.404%	0.411%
MN	0.016%	0.015%
MG	0.778%	0.761%
CA	0.786%	0.772%
NA	0.023%	0.025%
K	0.000%	0.000%
TI	0.012%	0.012%
P	0.000%	0.000%
CR	0.000%	0.000%
LE BAS		
CA	40.34%	40.20%
MG	38.76%	38.35%
FE	20.90%	21.46%
D-H.Z		
CA	39.64%	39.41%
MG	39.22%	38.85%
FE	21.14%	21.74%

J 1007 / A1

	1	2
SIO2	52.91%	52.02%
AL203%	1.68%	1.00%
FEO	10.60%	11.01%
MNO	0.57%	0.56%
MGO	14.01%	13.72%
CAO	20.44%	20.70%
NA20	0.24%	0.24%
K2O	0.05%	0.00%
TIO2	0.38%	0.40%
CR203%	0.00%	0.00%
NB OX%	%	%
SI	1.961%	1.951%
AL	0.073%	0.072%
FE3	0.000%	0.000%
FE2	0.327%	0.341%
MN	0.018%	0.017%
MG	0.779%	0.764%
CA	0.812%	0.827%
NA	0.017%	0.017%
K	0.002%	0.000%
TI	0.011%	0.003%
P	0.000%	0.000%
CR	0.000%	0.000%
LE BAS		
CA	42.51%	42.93%
MG	39.83%	38.96%
FE	17.66%	18.18%
D-H.Z		
CA	41.93%	42.43%
MG	40.24%	39.23%
FE	17.83%	18.34%

Tableau **49** . Moyennes des analyses de clinopyroxènes de J 1007 (rivière noire)
1:phénocristaux; 2:microlites.

P 401 b partie claire / P 401 b partie foncée / P 401 a

	3(5) 1	3(-FE) 1	3(+FE) 1	4(1) 1	3(4) 1	3(-FE) 1	3(+FE) 1	4'(1) 1	1
SIO2	0.19%	0.23%	0.04%	0.20%	0.19%	0.23%	0.16%	0.27%	0.2
AL203	2.21%	2.40%	1.96%	2.34%	2.68%	2.64%	2.40%	2.20%	2.11
FEO	76.02%	72.15%	77.69%	77.78%	74.92%	73.57%	77.45%	75.82%	76.14
MNO	0.47%	0.38%	0.55%	0.40%	0.46%	0.49%	0.44%	0.57%	1.65
MGO	1.33%	1.21%	1.79%	1.61%	2.12%	2.09%	1.74%	2.23%	0.01
CAO	0.02%	0.06%	0.01%	0.05%	0.04%	0.03%	0.05%	0.00%	0.30
NA20	0.15%	0.20%	0.00%	0.00%	0.02%	0.05%	0.03%	0.00%	0.00
K20	0.11%	0.11%	0.02%	0.00%	9.71%	11.99%	11.48%	12.43%	11.47
TIO2	12.22%	11.57%	12.98%	9.71%	11.99%	11.48%	12.43%	13.22%	0.00
CR203	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	
NB OX%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SI	0.050%	0.060%	0.010%	0.074%	0.068%	0.084%	0.056%	0.095%	0.228
AL	0.931%	1.063%	0.814%	1.015%	1.131%	1.139%	0.992%	0.908%	0.897
FE3	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000
FE2	22.302%	20.262%	22.953%	23.897%	22.399%	22.491%	22.672%	22.154%	22.435
MN	0.142%	0.110%	0.164%	0.125%	0.132%	0.152%	0.131%	0.169%	0.127
MG	0.703%	1.061%	0.940%	0.890%	1.141%	1.150%	1.022%	1.173%	0.895
CA	0.008%	0.024%	0.004%	0.020%	0.015%	0.000%	0.019%	0.000%	0.004
NA	0.133%	0.645%	0.000%	0.057%	0.021%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000
K	0.050%	0.041%	0.009%	0.000%	0.009%	0.023%	0.013%	0.000%	0.000
TI	3.295%	3.157%	3.389%	2.685%	3.226%	3.159%	3.275%	3.477%	3.115
P	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000
CR	0.006%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.003%	0.000%	0.000%	0.000
REPORT	FER CARMICHAEL								
FE203%	41.58%	39.87%	42.26%	45.89%	41.28%	40.76%	42.46%	40.79%	42.51
FEO	38.60%	36.31%	39.66%	36.48%	37.77%	36.70%	39.24%	39.11%	37.80
2(1)	37.1%	34.5%	37.7%	29.7%	36.7%	35.9%	36.7%	39.3%CARMICHAE	35.1
2(2)	32.9%	31.7%	33.6%	25.5%	31.8%	30.8%	32.5%	34.3%ANDERSON	31.

Tableau **50** . Moyennes des analyses de magnétites de P 401 (anse du Morne Rouge).
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.
1:phénocristaux , microlites et inclusions . 2:phénocristaux ;3:microlites ;
4: inclusions.

-FE signifie individu ayant la teneur en fer la moins élevée;
+FE signifie individu ayant la teneur en fer la plus élevée.

H 901 a / H 901 b / F 901 b1 / F 901 b2 / J 1007 / A1

	1(5) 1	1(-FE) 1	1(+FE) 1	1(2) 1	1(-FE) 1	1(-FE) 1	1(2) 1	(1-FE) 1	1(+FE) 1	1(10) 1	1(-FE) 1	1(+FE) 1	3 1	2(-FE) 2	2(+FE) 2	3(-FE) 3	3(+FE)
SIO2	0.22%	0.34%	0.25%	0.02%	1.07%	0.23%	0.23%	0.28%	0.15%	0.21%	0.20%	0.27%	0.63%	0.21%	0.17%	0.22%	0.15%
AL203%	2.58%	2.18%	2.80%	2.58%	2.44%	2.73%	2.56%	2.71%	2.45%	2.28%	2.37%	2.51%	2.11%	0.66%	2.80%	2.94%	2.02%
FEO	77.51%	76.71%	79.76%	77.42%	73.71%	79.79%	77.38%	72.25%	79.59%	79.06%	78.73%	79.99%	76.14%	76.12%	79.99%	75.78%	76.12%
MNO	0.50%	0.30%	0.60%	0.52%	0.55%	0.51%	0.55%	0.45%	0.61%	0.59%	0.60%	0.56%	0.45%	0.58%	0.48%	0.53%	0.27%
MGO	1.94%	1.59%	1.81%	1.83%	1.63%	1.98%	1.60%	1.94%	1.80%	1.51%	1.60%	1.46%	1.65%	2.07%	2.00%	2.12%	1.64%
CAO	0.05%	0.00%	0.03%	0.01%	0.02%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%
NA20	0.03%	0.07%	0.11%	0.04%	0.06%	0.02%	0.05%	0.05%	0.02%	0.01%	0.02%	0.04%	0.00%	0.03%	0.00%	0.01%	0.00%
K20	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.04%	0.02%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%
TIO2	12.21%	12.42%	10.54%	12.00%	10.13%	12.18%	11.90%	12.93%	13.04%	12.71%	12.54%	11.58%	11.49%	11.86%	11.72%	12.29%	10.73%
CR203%	0.04%	0.11%	0.02%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.02%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.01%
NB OX%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%
SI	0.094%	0.128%	0.088%	0.007%	0.398%	0.079%	0.082%	0.101%	0.051%	0.223%	0.070%	0.094%	0.220%	0.085%	0.062%	0.077%	0.055%
AL	1.062%	0.909%	1.161%	1.073%	1.062%	1.099%	1.068%	1.155%	0.984%	0.931%	0.978%	1.030%	0.897%	1.111%	1.165%	1.200%	1.213%
FE3	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
FE2	22.599%	22.510%	23.426%	22.824%	22.839%	22.761%	22.965%	21.815%	22.638%	22.836%	22.821%	23.350%	22.933%	22.525%	22.684%	22.050%	23.103%
MN	0.148%	0.111%	0.179%	0.155%	0.173%	0.140%	0.165%	0.138%	0.176%	0.173%	0.135%	0.165%	0.137%	0.174%	0.143%	0.156%	0.083%
MG	1.018%	0.865%	0.957%	0.970%	0.909%	1.017%	0.851%	1.054%	0.722%	0.785%	0.835%	0.764%	0.895%	1.103%	1.061%	1.110%	0.899%
CA	0.019%	0.000%	0.011%	0.004%	0.008%	0.000%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.004%	0.000%	0.004%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
NA	0.020%	0.049%	0.075%	0.027%	0.043%	0.013%	0.034%	0.035%	0.013%	0.007%	0.013%	0.027%	0.000%	0.021%	0.000%	0.007%	0.000%
K	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.018%	0.000%	0.000%	0.000%	0.018%	0.000%	0.000%
TI	3.204%	3.378%	2.783%	3.203%	2.825%	3.127%	3.165%	3.514%	3.338%	3.308%	3.271%	3.030%	3.115%	3.159%	3.111%	3.349%	2.941%
P	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
CR	0.011%	0.031%	0.006%	0.000%	0.000%	0.005%	0.003%	0.006%	0.000%	0.003%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
REPORT	FER CARMICHAEL													0.022%	0.000%	0.011%	0.000%
FE203%		30.03%	36.67%	42.76%	42.40%	44.45%	42.66%	37.78%	43.15%	42.88%	42.93%	44.87%	42.51%	42.35%	42.98%	40.75%	42.99%
FEO		30.68%	37.79%	38.99%	35.55%	39.78%	38.99%	38.25%	40.76%	40.47%	40.09%	39.61%	37.98%	38.01%	38.33%	39.10%	37.43%
2(1)		38.3%	30.7%	36.1%	32.3%	35.4%	35.8%	40.6%	37.7%	37.2%	36.9%	34.9%	35.1%	35.2%	35.2%	39.6%	33.3%CARMICHAEL
2(2)		34.7%	26.0%	31.8%	27.9%	30.8%	31.9%	36.2%	33.6%	33.6%	33.1%	30.4%	31.1%	30.7%	30.6%	33.7%	29.4%ANDERSON

J 1007 / B2 / D 1204 / 7A / X 901

	2(5) 1	2(+FE) 1	2(-FE) 1	4(1) 1	2 11	2(+FE) 1	4(1) 1	2(-FE) 1	2(+FE) 1	3,1). 1	4(1) 1	2(10) 1	2(-FE) 1	2(+FE) 1	4(1) 1
SIO2	0.17%	0.22%	0.13%	0.23%	0.49%	0.17%	0.12%	0.00%	0.96%	0.00%	0.33%	0.26%	0.18%	0.29%	0.22%
AL203	2.85%	2.89%	3.01%	2.78%	3.84%	2.41%	2.37%	1.83%	2.57%	2.52%	2.92%	2.74%	1.73%	2.73%	2.69%
FEO	76.72%	77.53%	75.78%	76.46%	75.29%	78.45%	78.58%	70.81%	74.13%	72.91%	76.29%	76.64%	73.76%	78.25%	78.47%
MNO	0.50%	0.45%	0.53%	0.48%	0.62%	0.51%	0.64%	0.76%	0.52%	0.58%	0.54%	0.53%	0.54%	0.59%	0.62%
MGO	2.08%	2.19%	2.07%	1.63%	1.49%	1.53%	1.33%	1.77%	1.90%	1.52%	1.28%	1.94%	1.29%	1.97%	1.73%
CAO	0.05%	0.07%	0.01%	0.34%	0.19%	0.03%	0.02%	0.06%	0.02%	0.28%	0.02%	0.00%	0.01%	0.02%	0.01%
NA20	0.03%	0.00%	0.11%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.08%	0.02%	0.00%	0.01%	0.02%
K20	0.02%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%
TIO 2	11.48%	11.25%	11.68%	11.29%	13.36%	13.57%	13.03%	15.30%	13.14%	10.80%	11.47%	11.43%	12.26%	11.27%	10.28%
CR203%	0.03%	0.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
NB OX%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%
SI	0.060%	0.079%	0.046%	0.082%	0.173%	0.058%	0.042%	0.000%	0.337%	0.297%	0.287%	0.093%	0.067%	0.102%	0.079%
AL	1.187%	1.199%	1.259%	1.173%	1.485%	0.974%	0.969%	0.775%	1.060%	1.102%	1.201%	1.149%	0.845%	1.129%	1.136%
FE3	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
FE2	22.700%	22.779%	22.453%	22.850%	21.716%	22.449%	22.762%	21.238%	21.659%	22.580%	22.370%	22.730%	22.865%	22.920%	23.471%
MN	0.150%	0.134%	0.159%	0.145%	0.185%	0.177%	0.188%	0.231%	0.154%	0.182%	0.160%	0.160%	0.170%	0.175%	0.188%
MG	1.105%	1.158%	1.104%	0.977%	0.921%	0.788%	0.694%	1.064%	0.799%	0.848%	1.028%	1.037%	0.720%	1.039%	0.931%
CA	0.019%	0.026%	0.004%	0.131%	0.072%	0.011%	0.007%	0.023%	0.008%	0.112%	0.007%	0.000%	0.004%	0.000%	0.000%
NA	0.021%	0.000%	0.078%	0.000%	0.014%	0.000%	0.000%	0.000%	0.014%	0.000%	0.054%	0.014%	0.000%	0.000%	0.004%
K	0.009%	0.000%	0.036%	0.000%	0.000%	0.000%	0.018%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.009%	0.014%
TI	3.049%	2.975%	3.107%	3.037%	3.547%	3.495%	3.398%	4.130%	3.455%	3.011%	3.007%	3.056%	3.420%	2.972%	2.767%
P	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
CR	0.008%	0.000%	0.020%	0.000%	0.000%	0.005%	0.000%	0.014%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
REPORT	FER CARMICHAEL														
FE203%	43.32%	44.18%	42.16%	42.66%	38.34%	41.25%	41.85%	34.28%	38.97%	40.75%	43.10%	43.08%	39.41%	44.58%	46.29%
FEO	37.93%	40.77%	37.84%	38.06%	39.78%	41.53%	40.92%	39.76%	39.06%	36.33%	38.00%	37.37%	38.29%	38.13%	37.26%
2(1)	34.6%	33.7%	35.6%	34.6%	41.1%	39.7%	38.4%CA	42.2%	40.3%	34.6%	34.7%	34.7%	38.4%	33.6%	31.0%CARMICHAEL
2(2)	29.6%	28.5%	30.6%	30.2%	37.5%	36.2%	35.1%AN	42.7%	36.0%	30.5%	29.9%A	29.9%	35.1%	28.7%	26.4%ANDERSON

Tableau. **51** Moyennes des analyses de magnétites de H 901(rivière des Pères), de F 901 (carrière Danoy) , de J 1007 (rivière Noire), de D1204 (Rocroy), de 7A (Calbassiers) et de X 901 (anse à la Fontaine).
Même légende que pour le tableau **50** .

	F 901 b_2 (n° 2)	F 901 b_1 (n° 1)
Localisation	Carrière Danoy	Carrière Danoy
Description macroscopique	- fibreuses blanchâtres, pouvant atteindre 10 cm - roche porphyrique : phénocristaux de pyroxènes et de plagioclases	- ponces fibreuses grises, décimétriques - roche porphyrique : phénocristaux de pyroxènes plagioclases assez petits.
Description microscopique Plagioclases	- taille inférieure au millimètre - composition An 55-An 70 zonation normale	- automorphes - microlites - composition An 55-An 80, identique en inclusion ou dans la mésostase coeurs An 61 - 76 zonation normale bordure An 60-An 70
Clinopyroxènes	- présents mais non analysés	- taille tout au plus millimétrique minéraux les plus gros de la lame - microlites - composition bien groupée Wo 41 - En 38 - Inclusions de magnétites / plagioclases (An 58-60)
Orthopyroxènes	- taille 3-4 mm automorphes - composition centrée autour de En 58 - Inclusion de magnétites	- présents mais non analysés
Magnétites	- maximum ½ mm - composition entre 34 et 37 % d'ulvospinelle	- maximum ½ mm microlites - composition : 35 à 40 % d'ulvospinelle dans la mésostase - inclusion d'orthopyroxènes
Mésostase	- vitreuse - les verres analysés sont inclus dans les plagioclases et les orthopyroxènes composition : autour de 75 % SiO_2	- vitreuse - composition des verres est rhyolitique 70 - 75 % SiO_2 que ce soit en inclusion (clinopyroxènes, magnétites) ou dans la mésostase

Tableau 52 Evénement ponceux de Pintade

	H 901 b (n° 4)	H 901 a (n° 3)
Localisation	Rivière des Pères	Rivière des Pères
Description macroscopique	- ponce grise, décimétrique, assez vésiculée - roche porphyrique, avec des phénocristaux de pyroxènes, et plus rares phénocristaux de plagioclases	- roche noire, scoriacée, décimétrique - roche porphyrique : phénocristaux de plagioclases et de ferromagnésiens
Description microscopique Plagioclases	- taille tout au plus millimétrique, microlites automorphes, peuvent être cassés - composition : An 60 à An 85 coeur des cristaux : An 70 - An 85 bordures microlites : An 60 An 80 zonation normale - groupements monophasés de plagioclases, polyphasés de plagioclases-orthopyroxènes, plagioclases-magnétites - inclusions de clinopyroxènes et de magnétites	- millimétriques à microlitiques - composition : - plagioclases non zonés : An 60-66 ou An 70-75 - plagioclases zonés : coeur : An 73 périphérie : An 60-66 - groupement plagioclases-clinopyroxènes
Clinopyroxènes	- taille millimétrique - composition Wo 41- En 38 - groupements polyphasés magnétites-clinopyroxènes plagioclases en microcristaux	- taille millimétrique à microlitique - composition : Wo 40- En 37 - 40 - contiennent des plagioclases de composition An 65, et des magnétites
Orthopyroxènes	- quelques individus sont millimétriques subautomorphes - composition centrée autour de En 58 En 60 Pas de zonation observée. groupements polyphasés d'orthopyroxènes-magnétites - Inclusions de magnétites	- taille maximum 1,5 mm automorphes à subautomorphes - composition : En 60 - En 64 qu'ils soient dans la pâte ou en inclusion - inclusions de magnétites
Magnétites	- peuvent être demi-millimétriques à microlitiques - composition : 32 à 36 % d'ulvospinelle groupements polyphasés plagioclases-magnétites	- peuvent atteindre le demi-millimètre. globuleuses, microlites - composition : de 37 à 39 % d'ulvospinelle
Mésostase	- vitreuse - verres rhyolitiques : 69 à 74 % de SiO_2 - verres inclus dans les orthopyroxènes : 73 % de SiO_2	- vitreuse - verres rhyolitiques : 69 à 75 % de SiO_2 - verres dans les plagioclases : 68 - 70 % de SiO_2

Tableau 53 Evénement ponceux de Pintade

	J 1007/A1 (n°5)	J 1007/B2 (n°6)
Localisation	Rivière Noire	Rivière Noire
Description macroscopique	- ponce blanchâtre, vésiculée, fibreuse pouvant atteindre 10 cm. - roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases millimétriques et pyroxènes plus petits	- ponce grise vésiculée, de taille décimétrique - roche porphyrique à petits cristaux de plagioclases et pyroxènes.
Description microscopique Plagioclases	- taille millimétrique à inframillimétrique - composition An 55 - An 85 coeurs An 68 - 80 bordures An 55 - 85 zonation normale pour les individus zonés - groupement plagioclase - magnétite	- taille inférieure au millimètre, automorphes - composition : An 55 - An 85 les coeurs sont plus basiques : An 60 - An 85 les bordures : An 60 - An 70 zonation normale - groupements monophasiques de plagioclases.
Clinopyroxènes	- taille inférieure au demi-millimètre automorphe - composition voisine sur Wo 40-42- En 38-40	- taille inférieure au demi-millimètre - coeurs Wo 40 - 42 - En 40
Orthopyroxènes	- taille ne dépasse pas le ¼ millimètre sont automorphes - Composition An 58 à 65	- taille inférieure au demi-millimètre automorphes - composition centrée sur En 61
Magnétites	- les plus gros cristaux ne dépassent pas le demi-millimètre composition : 35 % d'ulvospinelle - les inclusions et les cristaux de la mésostase : 35 % à 37 % d'ulvospinelle	- taille inférieure au mm composition uniforme : 35 % d'ulvospinelle - groupements en glomérophyres de magnétites-clinopyroxènes- quartz, de magnétites-clinopyroxènes et de magnétites orthopyroxènes.
Mésostase	- vitreuse - composition des verres de 67 à 76 % SiO_2 dans plagioclases : 68 à 76 % de SiO_2 dans orthopyroxènes : 70 à 72 % de SiO_2 dans clinopyroxènes : 71 à 75 % de SiO_2 dans mésostase : 69 à 72 % de SiO_2	- vitreuse - composition des verres de 69 à 75 % SiO_2 dans plagioclases : 72 à 75 % SiO_2 dans mésostase : 69 à 72 % SiO_2

Tableau 54 Episode ponceux de Pintade

	7A (n°8)	D 1204 (n° 7)
Localisation	Calbassiers	Rocroy
Description macrocospique	- ponces pluricentimétriques couleur ocre en patine, cassure grise - structure vésiculée - roche porphyrique avec phénocristaux de pyroxènes	- ponces, patine rose-brune , cassure grise-beige - structure vésiculée , fluidale, - roche prophyrique ; phénocristaux de pyroxènes millimétriques et de plagioclases millimétriques.
Description microscopique Plagioclases	- automorphes, taille inférieure au mm - composition : An 60 à An 80 coeur An 60 à An 75 bordures et microlites : An 64 à An 80 zonation inverse - Inclusion d'orthopyroxènes et de clinopyroxènes	- peuvent atteindre le millimètre automorphes souvent cassées - composition : An 55 - An 70 coeurs : An 55-66 bordures : An 60 - An 70 zonation inverse. Les microlites ne dépassent pas An 63 - groupements monophasés de plagioclases Inclusion de magnétite
Clinopyroxènes	- taille millimétrique, subautomorphes - composition centrée sur Wo 41 - En 35-40	- atteignent 2-4 mm , automorphes à subautomorphes - composition homogène : Wo 42-43 En 37 - inclusion de clinopyroxènes
Orthopyroxènes	- taille millimétrique, subautomorphes, - composition centrée sur En 57- En 63 - groupements : orthopyroxènes-plagioclases, - Inclusion de magnétites	- en général plus petits que les clinopyroxènes atteignent toutefois le millimètre - composition centrée sur En 56 - 57 - groupements monophasés d'orthopyroxènes, polyphasés d'orthopyroxènes-plagioclases
Magnétites	- taille ½ millimètre au maximum globuleuses - composition : de 34 à 47% d'ulvospinelle	- dimension maximum 2 millimètres globuleuses - composition 31 à 38 % d'ulvospinelle
Mésostase	- vitreuse - composition de verres est dacitique de 65 à 68 % de SiO_2	- vitreuse - composition des verres est dacitique à rhyolitique 66 à 70 % de SiO_2 (inclusion dans clinopyroxènes : 69 % SiO_2)

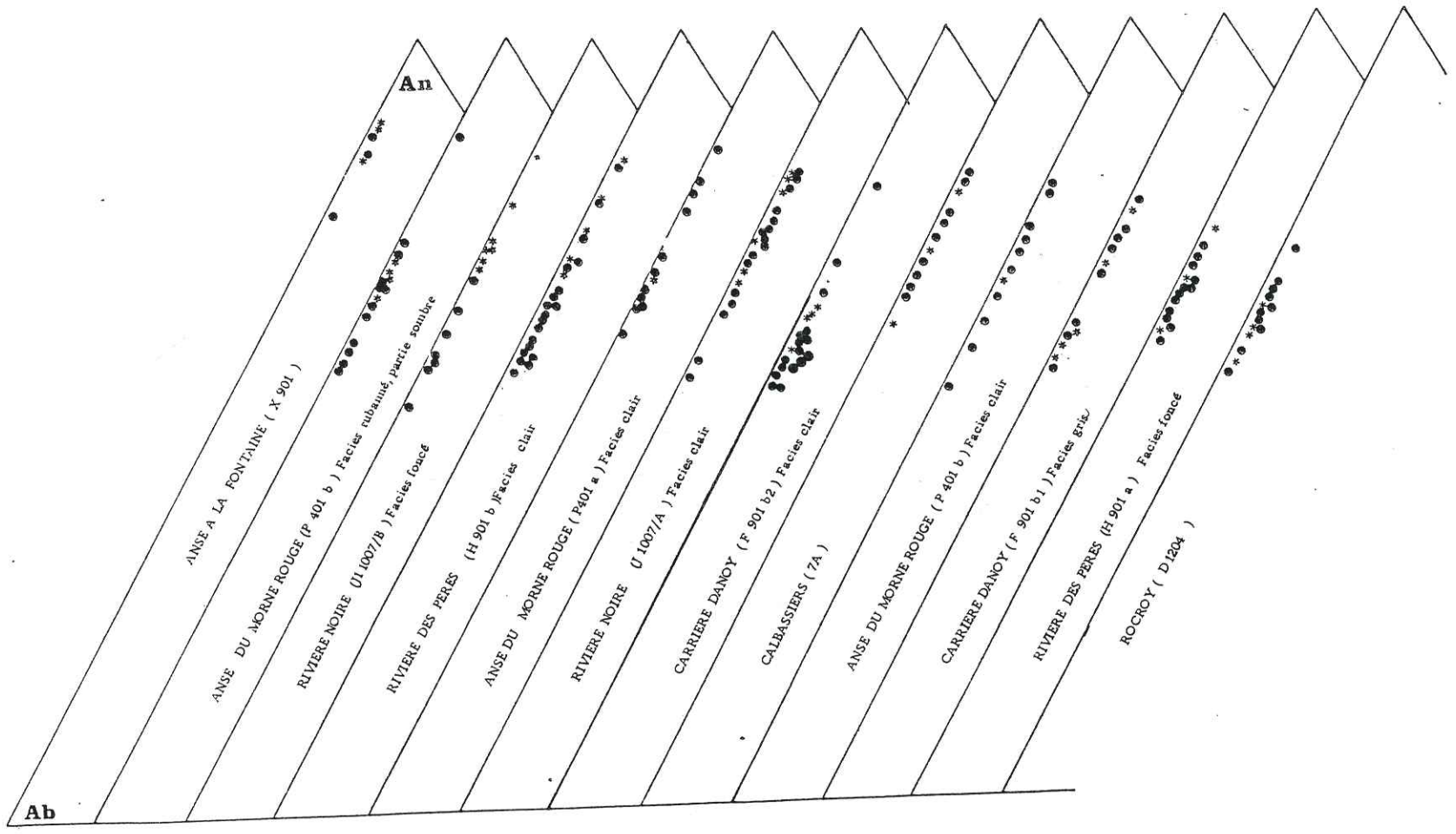
Tableau 55 Evénement ponceux de Pintade

	P 401 a (n°10)	P 401 b (n°11)
Localisation	Anse du Morne Rouge	Anse du Morne Rouge
Description macroscopique	- ponces blanches vésiculées pluricentimétriques - roche porphyrique. : petits phénocristaux de ferromagnésiens et de plagioclases (1mm) - roche altérée	- ponces rubanées décimétriques, vésiculées - roche porphyrique : phénocristaux de plagioclases, pyroxènes
Description microscopique Plagioclases	- taille inférieure au millimètre, microlites, rarement automorphes. Gros cristaux corrodés - composition : An 60 - An 85 coeurs : An 68 - An 80 microlites bordures : An 60 - An 85 Zonation inverse - inclusions inverse de clinopyroxènes, d'orthopyroxènes, magnétites.	- taille pouvant atteindre le millimètre, automorphes, cristaux plus gros dans la partie sombre que dans la partie claire. - composition : partie claire : coeurs An 57 microlites, bordures : 59 - 80 zonation normale partie foncée : coeurs 66 - 70 microlites, bordures : 60 - 75 zonation normale et inverse
Clinopyroxènes	- taille maximum : ¼ mm microlites à automorphes - composition Wo 45-En 38	- taille millimétrique automorphes - composition : Wo 42 45 - En 36 - 40 - inclusion de magnétites groupement plagioclases-clinopyroxènes
Orthopyroxènes	- taille pouvant atteindre 2mm, microlites - composition autour de En 60 - En 62 coeurs En 62 microlites bordures En 59 - En 61 Zonation normale - inclusions de magnétites	- taille millimétrique automorphes - Composition : En 62 - 63 partie blanche En 61 - 63 partie noire - inclusions de magnétites et de plagioclases
Magnétites	- taille 1/4 millimètre. minéraux globuleux - composition : 35% d'ulvospinelle pour les cristaux	- taille maximum ½ millimètre globuleux - composition : partie sombre : 35 - 39% d'ulvospinelle partie claire : 29 - 37% d'ulvospinelle - groupement magnétites - orthopyroxènes - clinopyroxènes
Mésostase	- vitreuse représente 50 % de la roche - verre de la mésostase : 72 % de SiO_2 - verre inclus dans orthopyroxènes : 76 - 78 % SiO_2	- vitreuse - verre inclus dans plagioclases : 67 - 69 % de SiO_2

Tableau **56** Evénement ponceux de Pintade

	X 901 (n° 9)	
Localisation	Anse à la Fontaine	
Description macroscopique	- ponce grise, vésiculée décimétrique - roche porphyrique ; phénocristaux de pyroxènes et de plagioclases	
Description microscopique plagioclases	- petits cristaux automorphes (inférieurs au millimètre) - composition An 80 - 90 minéraux rares - Inclusions de magnétites	
Clinopyroxènes	- présents mais non analysés	
Orthopyroxènes	- millimétriques, automorphes - composition En 59 - En 65 individus non zonés - groupements polyphasés d'orthopyroxènes magnétites - contiennent quelquefois des magnétites	
Magnétites	- demi-millimétriques globuleuses - composition homogène située entre 31 et 34 % d'ulvospinelle - inclusion d'orthopyroxènes	
Mésostase	- vitreuse - verres analyses dans la mésostase sont rhyolitiques 71 % de SiO_2	

Tableau **57** Evénement ponceux de Pintade



● Bordure des phénocristaux, microphénocristaux, microlites, et inclusions.

• Coeurs des phénocristaux.

Fig. **62** . Position des plagioclases des ponces de Pintade dans le diagramme An-Ab-Or. Les différents échantillons sont classés par An croissant.

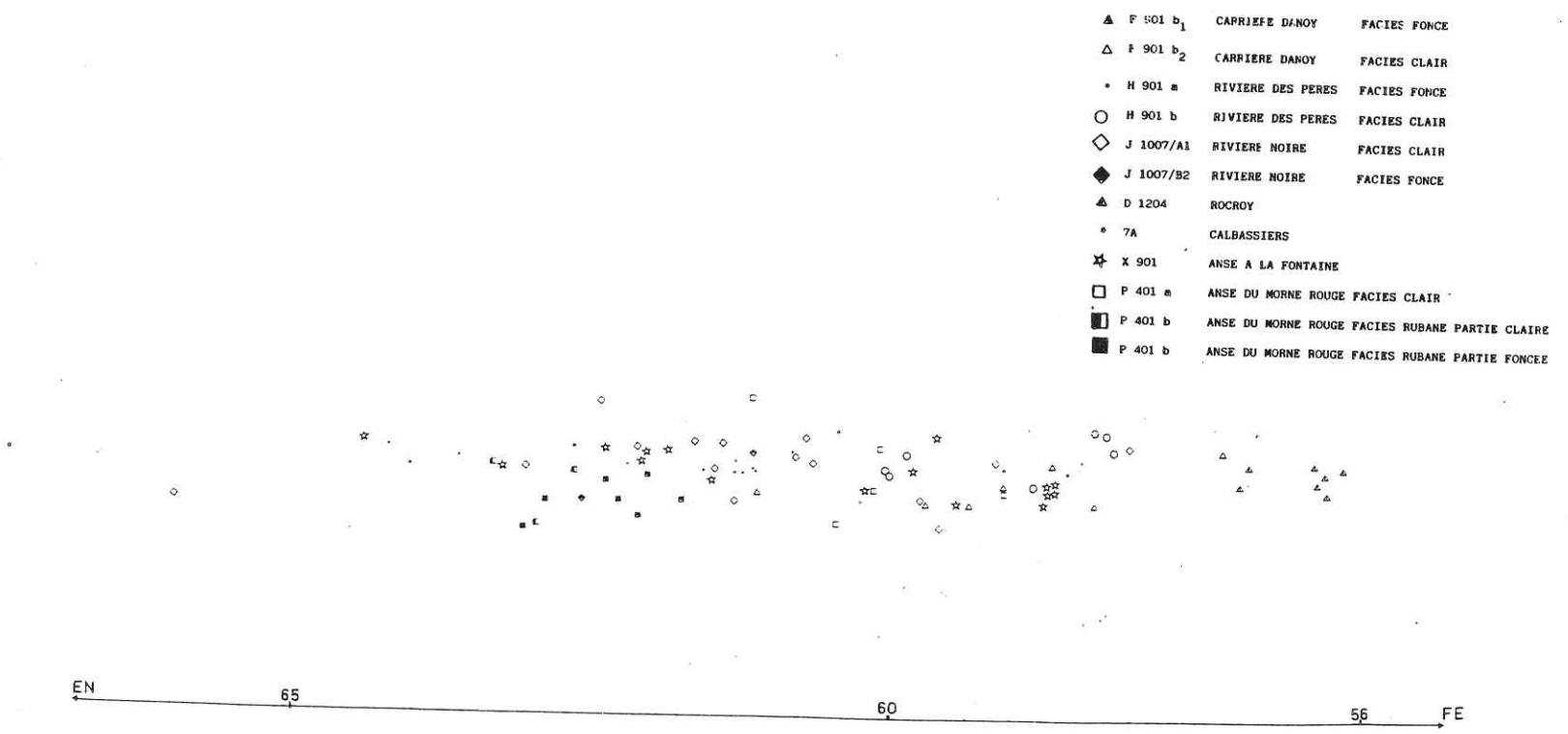
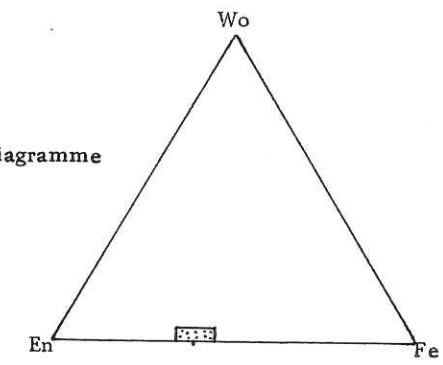
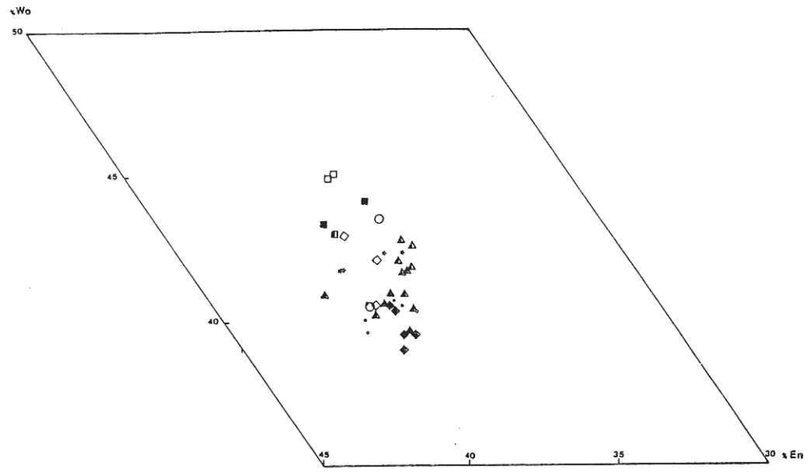


Fig. **63** . Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade dans le diagramme Wo-En-Fe.





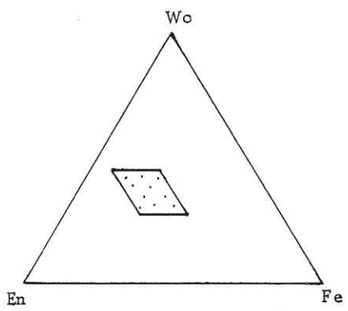
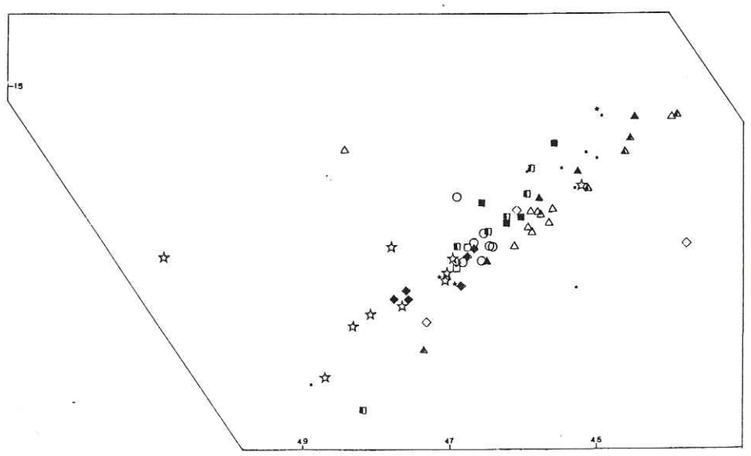


Fig. 64 . Position des clinopyroxènes des ponces de Pintade dans le diagramme Wo-En-Fe.
Même légende que pour la figure 63.



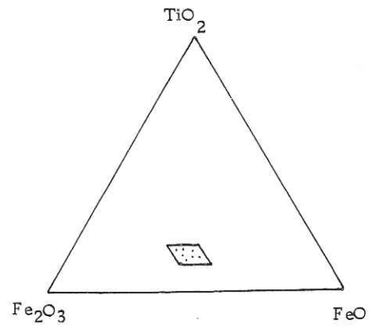


Fig. 65 . Position des magnétites des ponces de Pintade dans le diagramme TiO_2-Fe_2O_3-FeO.
Même légende que pour la figure 63.

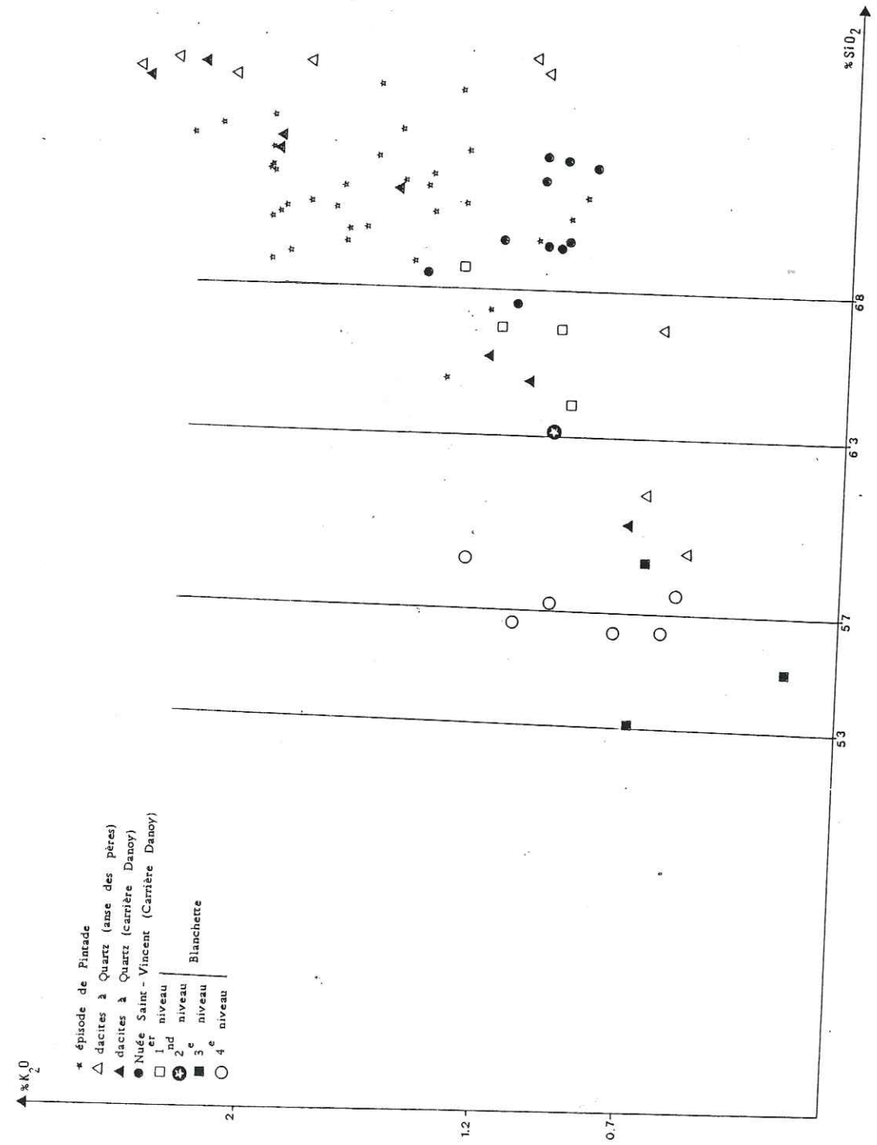


Fig. 55 . Position des verres de la mésostase et en inclusions, analysés à la microsonde, de l'ensemble des ponces étudiées dans le diagramme K_2O/SiO_2.

1. 3. Les pyroxènes.

Ce sont les marqueurs les plus intéressants de l'évolution magmatique, car ils sont présents à tous les stades de celle-ci. (Basaltic Volcanism Study Project, (1981), REUBER, (1982)).

La différenciation s'exprime par un enrichissement en Fe des pyroxènes, donc par la diminution du rapport Mg/(Mg + Fe). Il paraît significatif de reporter les teneurs de certains éléments chimiques, en fonction de ce rapport, de manière à pouvoir dégager les corrélations qui apparaissent.

Le choix s'est porté sur les éléments ayant des teneurs supérieures à 0,3 % (Al, Mn et Ca). Le chimisme des clinopyroxènes ne dépendant pas uniquement du rapport Mg/Mg + Fe, nous avons choisi de travailler sur les orthopyroxènes.

Les compositions de ceux-ci dans les ponces de Pintade et les dacites à quartz de l'anse des Pères sont portées sur les diagrammes **67** (Al/Mg/(Mg + Fe)), **66** (Mn/Mg/(Mg + Fe)) et **68** (Ca/Mg/(Mg + Fe)), tandis que les ponces du Morne à Jules, de la carrière Blanchette et les dacites à quartz et la nuée Saint-Vincent de la carrière Danoy sont sur les diagrammes **69** (Al/Mg/Mg + Fe), **70** (Mn/Mg/(Mg + Fe)) et **70** (Ca/Mg/(Mg +Fe)).

On observe sur les diagrammes **66** à **70** d'assez bonnes corrélations, positives pour Ca et Al, négatives pour Mn. La dacite à quartz de l'anse des Pères (n°14 et 15) se situe en dehors du nuage de points représentant les dépôts de Blanchette (n°16 à 19), de la carrière Danoy (n°12 et 13) et du Morne à Jules (n°22) et les ponces de Rocroy(n° 7).

Il en est de même en ce qui concerne la ponce à quartz de la carrière Danoy (n° 12 et 13) sur les diagrammes où sont portées les ponces de Pintade (n° 1 à 6 et 8 à 11) et les dacites à quartz (14 ,15) de l'anse des Pères.

Les dacites à quartz de l'anse des Pères et les ponces de Pintade paraissent avoir subi la même évolution magmatique, tandis que les ponces du Morne à Jules, les ponces à quartz et la nuée Saint-Vincent de la carrière Danoy, les dépôts de la carrière Blanchette et la ponce de Rocroy se regroupent dans une même lignée volcanique.

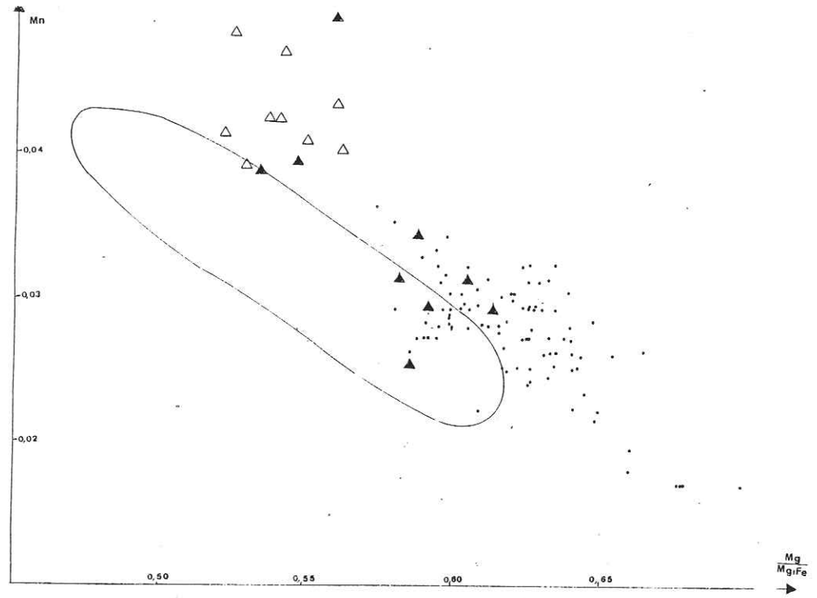


Fig. **66** . Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade et des dacites à quartz de l'anse des Pères dans le diagramme Mn/Mg/Mg+Fe.
Légende ci-dessous.

△ P 301 a DACITES A QUARTZ DE L'ANSE DES PERES; FACIES CLAIR
▲ P 301 b DACITES A QUARTZ DE L'ANSE DES PERES; FACIES FONCE
· PONCES DE PINTADE
⬭ F 802 g DACITES A QUARTZ DE LA CARRIERE DANOY

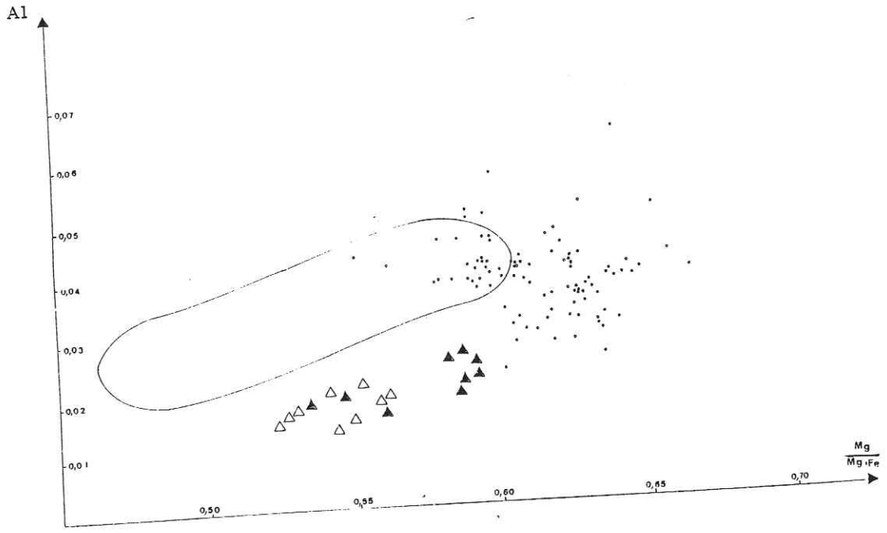


Fig. 67 . Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade et des dacites à quartz de l'anse des Pères dans le diagramme Al/Mg/Mg+Fe;.

Même légende que pour le diagramme 66 .

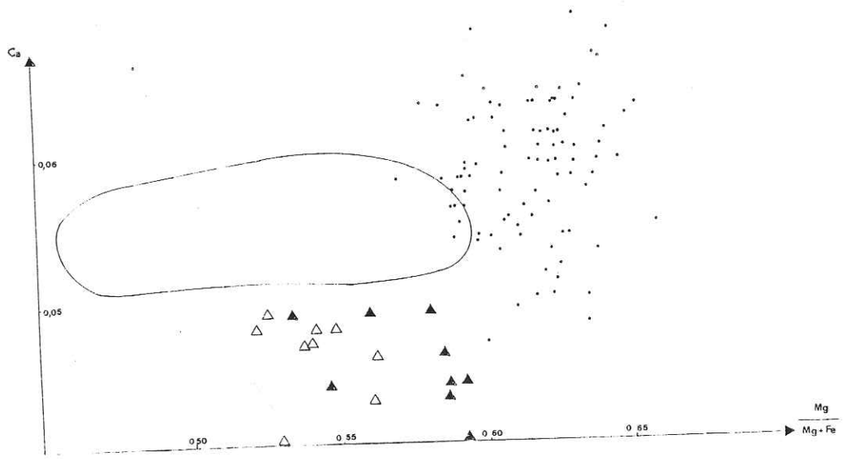
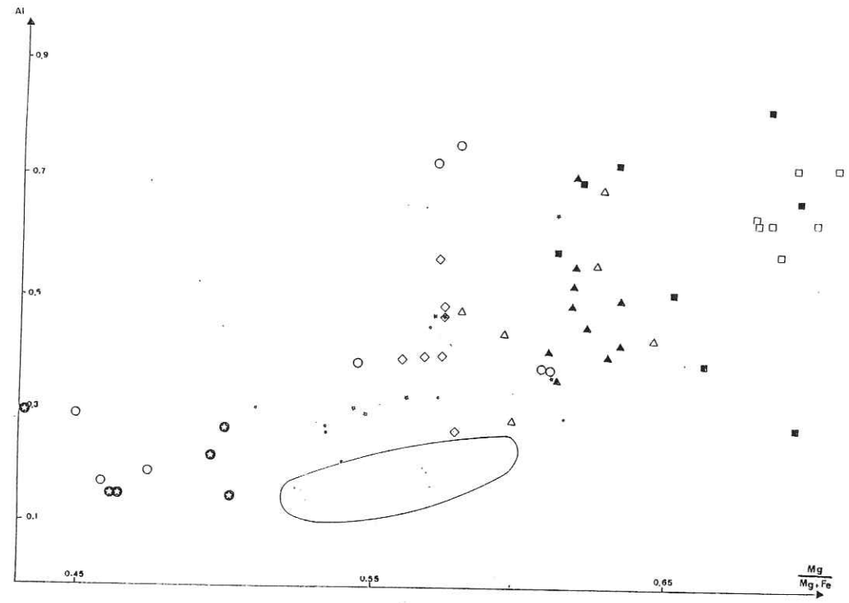


Fig. 68 . Position des orthopyroxènes des ponces de Pintade et des dacites à quartz de l'anse des Pères dans le diagramme Ca/ Mg/Mg+Fe.

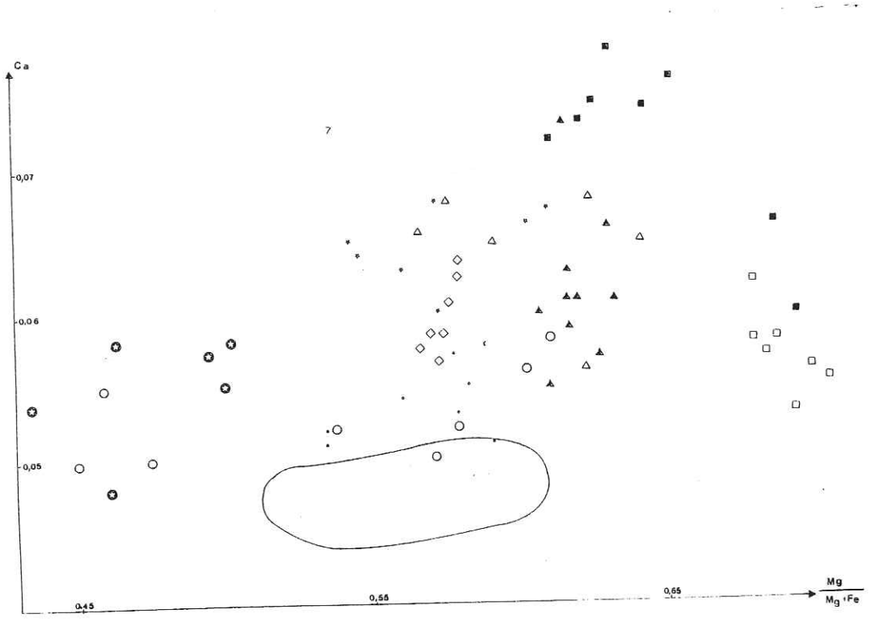
Même légende que pour le diagramme 66 .



○ F 802 a1 DACITES A QUARTZ (CARRIERE DANOY), FACIES CLAIR
• F 802 a2 DACITES A QUARTZ (CARRIERE DANOY),, FACIES FONCE
◘ C 1501 PONCES DU MORNE A JULES
□ E 1103 a 1e NIVEAU
▪ E 1103 b 2e NIVEAU
■ E 1103 c 3e NIVEAU
} BLANCHETTE
△ F 802 a1 NUEE SAINT-VINCENT
▲ F 802 a2 NUEE SAINT-VINCENT
◇ D 1204 PONCES DE ROCROY
⬭ P 301 DACITES A QUARTZ DE L'ANSE DES PERES

Fig. 69 . Position des orthopyroxènes des ponces de Rocroy , du Morne à Jules et des carrières Blanchette et Danoy dans le diagramme Al/Mg/Mg+Fe.

Légende ci-contre.



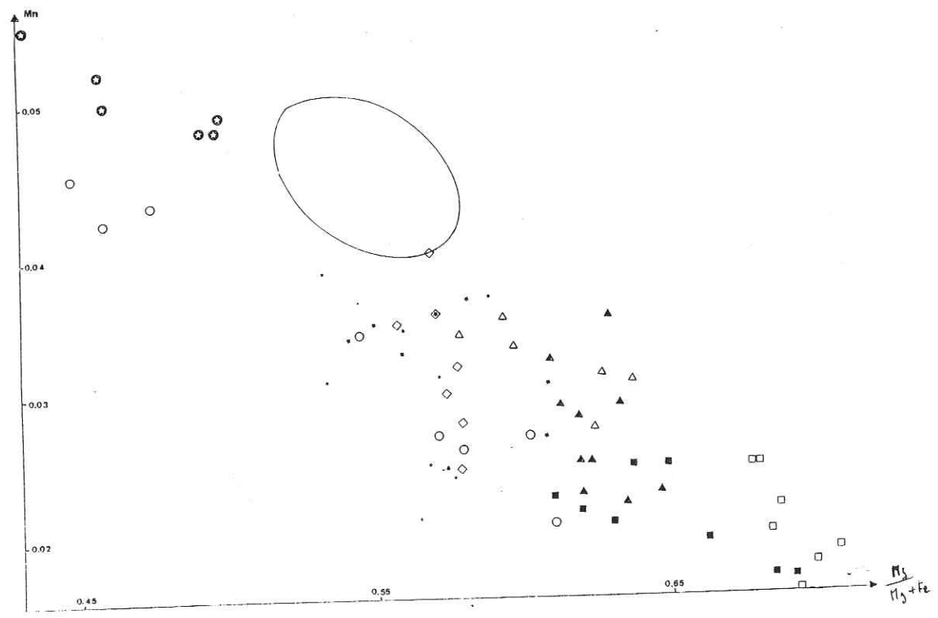


Fig. 70 . Position des orthopyroxènes des ponces de Rocroy, du Morne à Jules , de la carrière Blanchette, et de la carrière Danoy dans les diagrammes Ca/Mg/Mg+Fe, et Mn/Mg/Mg+Fe.

1. 4. les éléments en traces .

Les éléments Sc, Cr, Fe, Co, Ni, Rb,Sr,Zr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Th et U, ont été dosés au laboratoire de Pierre Süe (SACLAY) par J.L JORON.

Les éléments en traces n'ont pas été analysés dans tous les échantillons (analyses en annexe I) ; toutefois, les analyses disponibles sont en nombre nettement suffisant pour confirmer les résultats obtenus par la microsonde. Les ponces bicolores de Vieux-Habitants, visibles au BOUCHU (fig. **16**) attribuées par BOUDON (1981) à l'épisode de Pintade, et par GADALIA, (1983) à la chaîne andésitique de Bouillante, ont été portées sur les diagrammes (n°23 à 24) (description de l'affleurement et description macroscopique en annexe II).

Les lignées magmatiques issues d'un même magma-parent par différenciation , par exemple par cristallisation fractionnée, présentent des corrélations caractéristiques entre leurs éléments en traces. On peut donc espérer que des dépôts volcaniques d'origine différente présentent des corrélations différentes et spécifiques, et qu'elles nous permettront de mettre en évidence des regroupements de gisements qui ne peuvent pas l'être par d'autres méthodes.

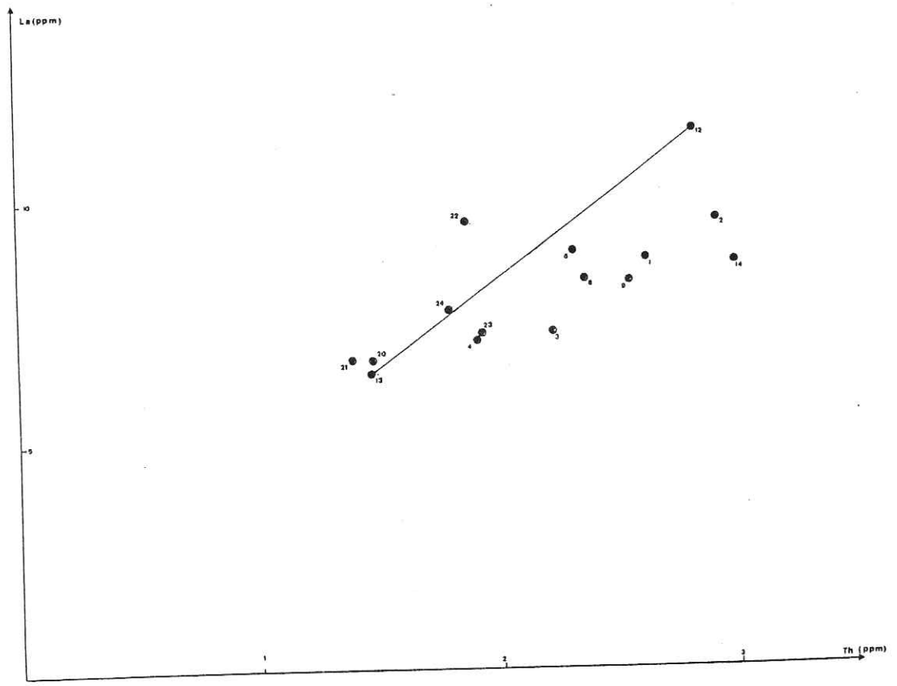
Les éléments hygromagmaphiles, tels que Ba, Sr, Rb, Ce, La, Ta, Th..., se concentrent préférentiellemnt dans le liquide magmatique, et lors d'une évolution par cristallisation fractionnée, comme c'est le cas des laves étudiées (PELLETIER, 1976, BROWN, 1977, § 1,2,4) on observe une corrélation linéaire, passant par l'origine, entre des éléments hygromagmaphiles. (TREUIL, 1973).

Avec la plupart de ces éléments, il apparaît une corrélation linéaire unique entre tous les gisements, et de ce fait, leur emploi n'est pas discriminant. Cependant, le diagramme La/Th (fig. **71**) présente plusieurs alignements de points qui pourraient représenter différentes familles magmatiques. Ainsi :

- les ponces de Pintade : (n° 1 à 6 et 8 à 11) et celle de l'anse des Pères (n° 14) ont globalement un rapport La/Th inférieur à celui des ponces de la carrière Danoy (n°12et 13), de la nuée Saint-Vincent (n°20 et 21) et des ponces du Morne à Jules (n° 22) ;

- les ponces bicolores de Vieux-Habitants (n°23 à 24) ne se placent pas toutes dans l'alignement des ponces type Pintade ;

- l'alignement des faciès mélangés, blanc (12) et noir (13) de la dacite à quartz de la carrière Danoy sur une droite passant par l'origine, suggère l'évolution des deux faciès par cristallisation fractionnée, à partir d'un magma parental, comme cela a été démontré dans d'autres séries. (TREUIL 1973).



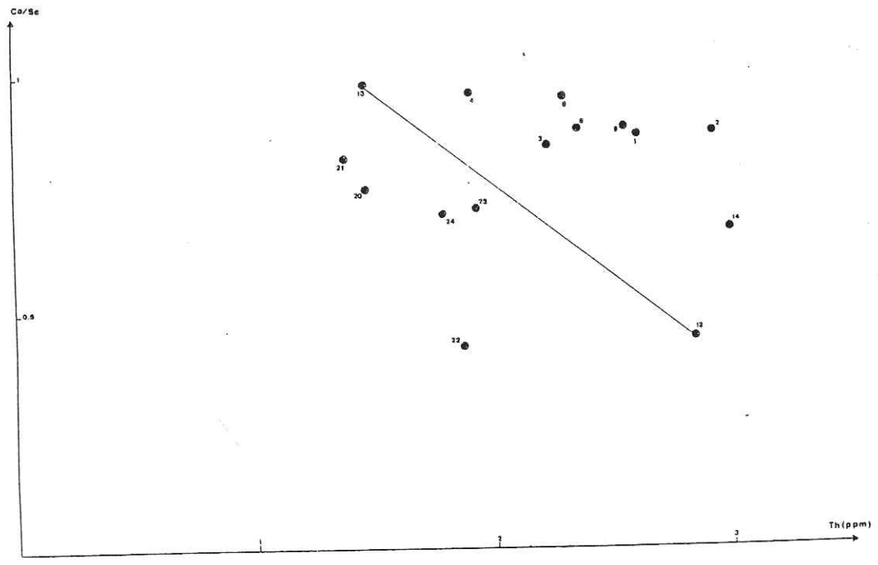


Fig. 71 . Diagrammes La/Th et Co/Sc /Th . Ponces de Pintade (1 à 6 et 8 à 11) des ponces à quartz (anse des Pères et carrière Danoy , 12 à14), de la nuée Saint-Vincent (carrière Danoy, 20 à 21), des ponces du Morne à Jules (22) et des ponces du Bouchu (23 à 24) .

Les éléments de transition, tels que Ni, Ca, Fe, Cu, Zn, Mn, Al Sc sont sensibles à la nature des phases qui apparaissent. Le scandium s'associe au cobalt et au fer dans les pyroxènes (TREUIL, 1973, STEINBERG et al., 1979). La teneur en éléments non hygromagmaphiles doit donc refléter les différentes concentrations de minéraux dans les ponces étudiées, ce qui est mis en évidence sur le diagramme Co/Sc/Th, le plus discriminant :

- les ponces de Pintade : (n° 1 à 6 et 8 à 11) s'alignent avec un rapport Co/Sc constant et compris entre 0,85 et 0,95 ;

- en revanche, les ponces et les scories de la carrière Danoy (n° 12, 13, 20, 21), les ponces soyeuses du Morne à Jules (n° 22) ont des rapports variables entre 0,42 et 0,98, et constituent un alignement différent du précédent. Les ponces bicolores de Vieux-habitants (n° 23 à 24) s'intègrent dans ce dernier alignement ;

- les ponces de l'anse des Pères (n° 14 [illegible]), que nous avons rattachées à la phase Carmichaël, ne sont pas dans le prolongement des ponces de Pintade, comme le suggéraient l'étude des pyroxènes et le diagramme La/Th. Cependant, il est possible que les plus faibles teneurs en Sc et Co de ces ponces entraînent au cours de leur dosage des erreurs analytiques non négligeables. Elles se trouvent malgré tout proches de l'alignement des ponces de Pintade.

L'étude de quelques éléments en trace mêne aux mêmes conclusions que l'étude minéralogique des niveaux ponceux, à savoir :

- les ponces de Pintade forment un groupe homogène, tant au point de vue chimique que minéralogique. Les ponces à quartz de l'anse des Pères, appartiennent à la même lignée magmatique ;

- les ponces à quartz de la carrière Danoy la nuée Saint-Vincent et les ponces du Morne à Jules se regroupent dans une même lignée volcanique, à laquelle on peut adjoindre les dépôts de la carrière Blanchette (étude des pyroxènes), les ponces bicolores de Vieux-Habitants et les ponces de Rocroy.

2. CONCLUSION.

La composition chimique des laves et leur étude minéralogique permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

- les ponces de Pintade présentent des caractéristiques qui leur sont propres, hormis les ponces de Rocroy (organisation des affleurements, taille décimétrique et couleur grise des ponces, paragenèse sans quartz, amphibole et olivine ; aucune ilménite n'a été analysée) et sont bien regroupées dans le diagramme oxydes /SiO_2. L'étude des orthopyroxènes (diagramme des teneurs en Ca, Al et Mn/Mg/Mg + Fe) et des éléments en traces (diagramme La/Th et Co/Sc/Th) confirme ces observations et permet d'apparenter les dacites à quartz de l'anse des Pères aux ponces de Pintade. Ces niveaux appartiennent à la même lignée magmatique. L'ensemble de ces données confirme le modèle obtenu à partir des datations et des données de terrain, où les ponces à quartz de l'anse des Pères et les ponces de Pintade font partie de la même phase Carmichaël ;

- les ponces de Rocroy sont différentes des ponces de Pintade ; elles s'apparentent plutôt aux dépôts de la chaîne andésitique de Bouillante (étude des orthopyroxènes), dans laquelle on retrouve des épisodes de retombées ponceuses andésitiques dans le secteur de Vieux-Habitants (GADALIA, 1983). De même, les ponces du Bouchu, attribuées par BOUDON, (1981) à l'épisode ponceux de Pintade, sont à rattacher à la chaîne andésitique de Bouillante, comme l'indiquent les diagrammes La/Th et Co/Sc/Th Les ponces de Pintade n'affleureraient alors qu'entre Baillif et Basse-Terre et entre Trois-Rivières et Capesterre (fig. 72), ce qui réduit leur aire de répartition d'un quart environ par rapport à la surface proposée par BOUDON (1981) ;

- les ponces à quartz de l'anse des Pères et de la carrière Danoy diffèrent par leur âge, leur structure, leur composition minéralogique au niveau des plagioclases, magnétites, ilménites et amphiboles, ainsi que par la taille et la forme des quartz, et leurs teneurs en éléments en traces ;

- les dépôts des carrières Danoy, Blanchette et du Morne à Jules, avec leurs caractéristiques propres concernant leur composition globale et leurs caractéristiques minéralogiques particulières, ont des caractères communs : taille réduite des affleurements, localisation de ceux-ci sur la côte caraïbe, produits différenciés. L'étude des orthopyroxènes et des éléments en traces montre une bonne corrélation de ces niveaux, permettant de les attribuer à la chaîne andésitique de Bouillante. Nous rejoignons en cela l'hypothèse de GADALIA,(1983), également en ce qui concerne l'appartenance des ponces du Bouchu à cette même chaîne ;

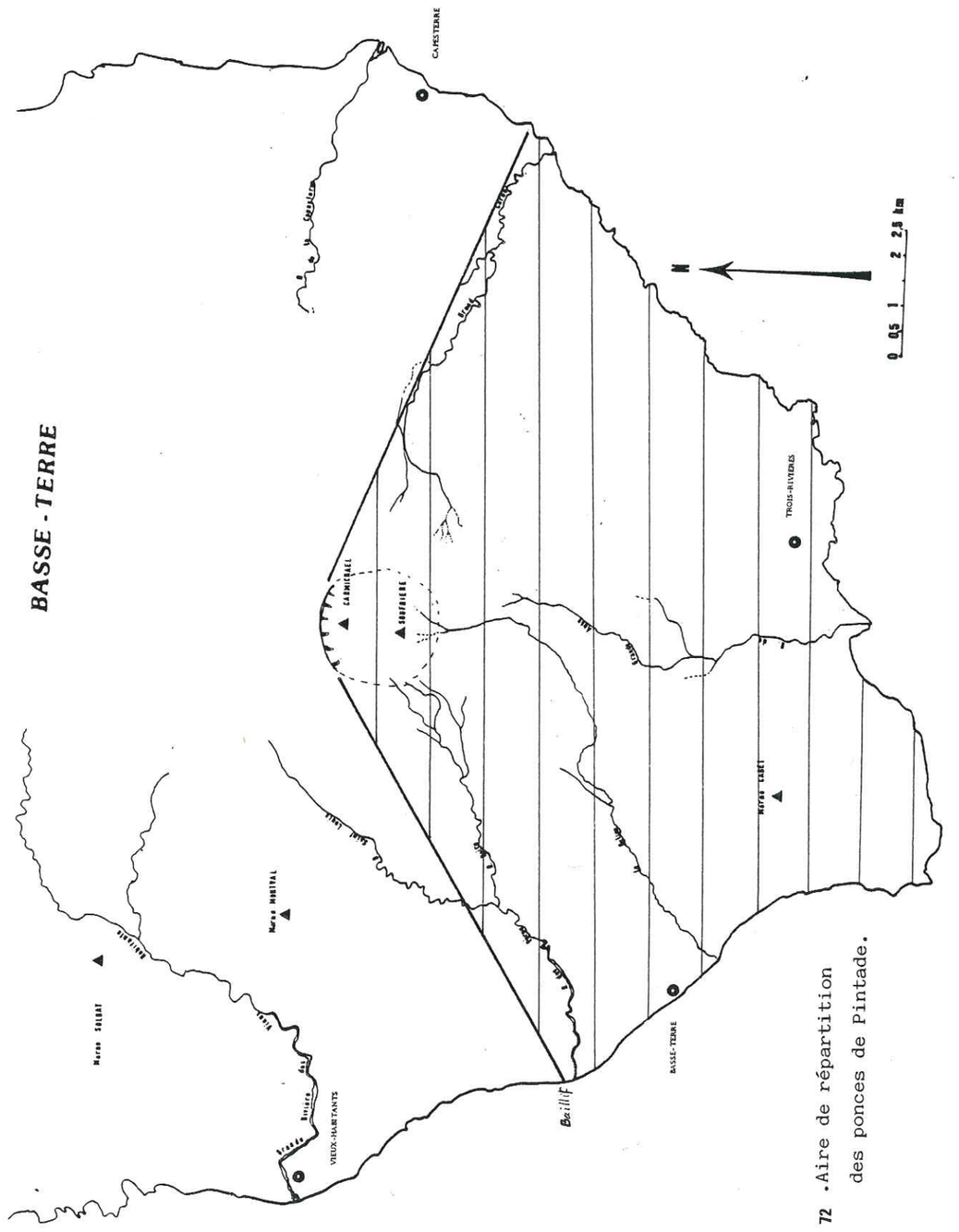


Fig. 72 .Aire de répartition des ponces de Pintade.

- les dépôts attribués au volcan de Tuf, de Getz et du Morne à Jules se sont mis en place simultanément (intrications des dépôts sur le terrain, GADALIA, 1983) et l'âge de l'activité volcanique de ces centres est représenté par la datation de l'obsidienne de Tuf (325 000 ans). Les dépôts des carrières Blanchette et Danoy font partie du même cycle éruptif et l'âge de 244 000 ans (ponces à quartz de la carrière Danoy) les place dans les derniers épisodes de la chaîne andésitique.

3. MELANGES MAGMATIQUES.

La présence de rubannement dans les ponces des différents niveaux que nous avons étudiés incite à se poser la question de son origine.

Il n'est pas dans notre propos de mener une étude exhaustive sur le phénomène de mélange magmatique, les analyses à la microsonde effectuées sur les niveaux de ponces étant destinés à apporter des éléments de corrélations venant s'ajouter à l'étude géochronologique. Cependant, certaines données laissent à penser que dans certains cas, il y a eu effectivement mélange de magmas.

Historiquement, depuis les recherches de KUNO (1950) sur le volcan Hakone, d'ANDERSON (1976), de SUKUYAMA (1979) sur le Shirouma-Oike, de Luhr et Carmichaël (1980) sur le Colima, et de bien d'autres, on pense que le mécanisme de déclenchement d'une phase volcanique explosive est souvent lié à l'injection d'un magma basique et chaud dans une chambre superficielle plus différenciée. La supression de gaz occasionnée dans la chambre magmatique pourrait être responsable du déclenchement de l'éruption, lequel suivrait de très prés l'injection de magma basique. Dans le cas d'éruptions pyroclastiques de faible volume (1 à 10 km3), ce modèle est fréquemment démontré.

Dans le cas d'éruptions mettant en jeu des volumes pyroclastiques plus importants (10 à 100 km3), les variations des compositions chimiques des matériaux émis, allant des produits acides vers les produits les plus basiques, sont attribuables à la vidange complète d'une chambre magmatique zonée (SMITH, 1979). Dans ce modèle de zonation d'une chambre de grand volume, le ou les mécanismes de déclanchement de l'éruption est (sont) mal connu (s).

Dans le cas étudié ici, le volume le plus important de matériau pyroclastique émis est celui des ponces de Pintade ; celles-ci affleurent de Baillif à Basse-Terre et de Trois-Rivières à Capesterre (fig. 72) et représentent un volume d'environ 2 km3, en tenant compte du fait que la moitié au moins des matériaux ponceux a été entraîné en mer. La caldeira de la Grande Découverte associée à cette émission a un diamètre voisin de 2,5 km. En ce qui concerne les ponces à quartz, le calcul approximatif des volumes mis à jeu au cours de l'éruption est pratiquement impossible : les ponces à quartz n'affleurent qu'autour de l'anse des Pères (fig. 40) et il est possible qu'elles soient le résultat d'une éruption provenant peut-être d'une chambre encore plus superficielle, indépendante de celle qui donnera les ponces de Pintade . On remarque que le rubannement des ponces à quartz est bien mieux marqué que celui des ponces de Pintade, ce qui concorde avec les observations faites ailleurs en Guadeloupe (SEMET et al., à paraître), démontrant que les effets de mélanges sont d'autant plus visibles que les volumes seront moins importants. En ce qui concerne le premier niveau de Blanchette, les ponces montre un rubannement ténu.

Les indices de mélanges sont sensibles sur les échantillons dacitiques à quartz, mais peuvent se présenter également dans les autres niveaux ponceux (Pintade et Blanchette) :

- présence de ponces rubanées dans les ponces de Pintade, à l'anse du Morne Rouge par exemple, dans les faciès dacitiques à quartz de la carrière Danoy et de l'anse des Pères, et dans le premier niveau de la carrière Blanchette ;

- chimisme des parties claires et sombres : dans le mesure du possible, nous avons effectué l'analyse chimique globale des parties claires et des parties sombres de chaque échantillon lorsqu'elles étaient séparables et séparées dans la nature. Les individus finement rubanés n'ont pas été analysés. (tableau 58)

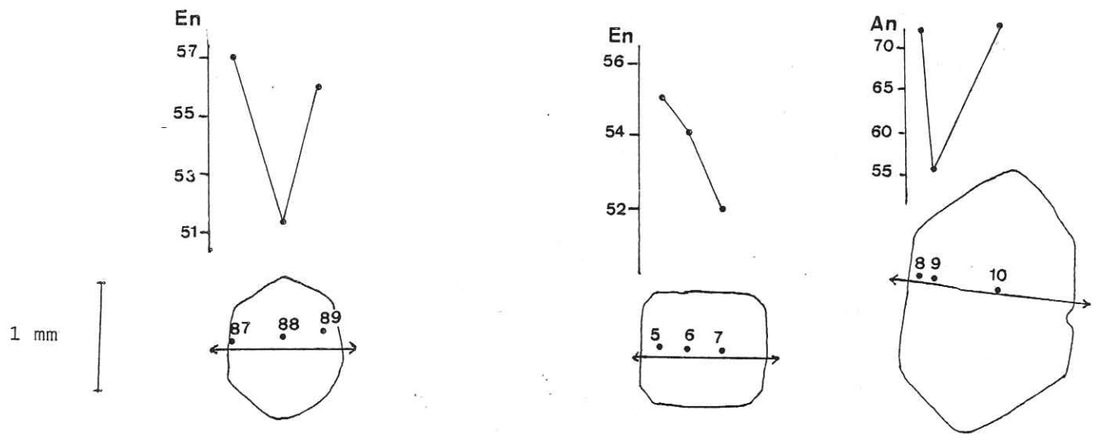
	Partie sombre	Partie claire
F 802g$_1$ ponces à quartz Carrière Danoy	57,64 % SiO_2	68,03 % SiO_2
F 901 ponces de Pintade Carrière Danoy	60,80 % $\pm$ 4,86 SiO_2	61,62 % $\pm$ 4,92 SiO_2
H 901 ponces de Pintade Rivière des Pères	59,40 % $\pm$ 4,75 SiO_2	58,90 % $\pm$ 4,71 SiO_2
J 1007 ponces de Pintade	59,31 % $\pm$ 4,72 SiO_2	59,90 % $\pm$ 4,79 SiO_2

Tableau 58 teneurs en SiO_2 des faciès clairs et sombres des ponces

On remarque que les faciès clairs et sombres des ponces de Pintade ne sont pas sensiblement différents du point de vue chimique. Par contre, la partie claire de la ponce à quartz de la carrière Danoy est dacitique, alors que la partie noire est andésitique.

- observations sur les minéraux :

. zonation inverse des phénocristaux (pyroxènes et plagioclases)



Orthopyroxène	Orthopyroxène	Plagioclase
Dacites à quartz	Dacites à quartz	Dacites à quartz
de l'anse des pères	de l'anse des Pères	de la carrière Danoy
faciès rubané	faciès blanc	Faciès sombre

Fig. 73 .Traversées de phénocristaux.

En ce qui concerne les plagioclases, seules les analyses effectuées sur des points immédiatement voisins sont représentatives de la dernière évolution magmatique.

. déséquilibre des assemblages minérologiques :

* présence d'olivine et de quartz dans les ponces rubanées de l'anse des Pères (P 301b),

  quartz dans les parties claires, olivines dans les parties sombres

* même observation pour le 1er niveau de la carrière Blanchette E 1103a.

* variations importantes et bimodales de la composition des feldspaths :

ponces à quartz de l'anse des Pères, faciès foncé :

An 90 - 95 (Labrador - Bytownite)
An 50 - An 75 -Andésine)

ponces à quartz de la carrière Danoy, faciès foncé :

An 90 Bytownite
An 50 - 70 Andésine

1er niveau de la carrière Blanchette

An 20 - 30
An 50 - 80 Andésine

Ces observations permettent d'envisager un phénomène de mélange de magma à l'origine du déclenchement des éruptions ponceuses. Ce phénomène paraît plus évident dans le cas des ponces à quartz et de la carrière Blanchette (chimisme des roches totales, minéraux associés) que dans celui des ponces de Pintade. Cela pourrait s'expliquer par un volume de chambre magmatique plus important pour les ponces de Pintade (volume des pyroclastites : 2 km3) que dans le cas des dacites à quartz et des dépôts de la carrière Blanchette.

CHAPITRE 4

CONCLUSIONS GENERALES

CHRONOLOGIE DES DIFFERENTS EPISODES ERUPTIFS DU SUD DE LA BASSE-TERRE.

Grâce aux données chronométriques et géochimiques, nous pouvons proposer une chronologie des différents épisodes éruptifs du Sud de la Basse-Terre (tableau **59** et fig. **74**)

Les dépôts du cycle Pitons de Bouillante-Sans-Toucher constituent dans le Sud de la Basse-Terre le substratum de la chaîne andésitique de Bouillante, et des dépôts du cycle récent. Ses dernières manifestations sont datées entre 629 000 ans (coulée du Saut d'eau du Matouba), et 600 000 ans (coulée du Plessis).

Les Monts Caraïbes et la chaîne andésitique de Bouillante ont une activité contemporaine comme le suggèrent les datations: 555 000 ans et 472 000 ans pour le volcanisme initial des Monts Caraïbes, 244 000 ans (carrière Danoy), 325 000 ans (obsidienne de Tuf) (présente étude) et 840 000 ans (Pointe à Sel, BAUBRON, 1980) pour la chaîne andésitique de Bouillante. Les dacites à quartz de la carrière Danoy font partie des derniers épisodes de la chaîne andésitique, l'âge fourni par les quartz (244 000 ans) représente la fin d'activité de la chaîne andésitique de Bouillante.

Les ponces andésitiques de Boucan Mont d'Or reposent directement sur les dépôts de la chaîne andésitique de Bouillante (GADALIA, 1983) ; les ponces de Pintade de la carrière Danoy reposent sur les dacites à quartz, appartenant également à la chaîne andésitique de Bouillante. Il y aurait eu entre la fin de l'activité de la chaîne andésitique de Bouillante, et le début de la phase Carmichaël, un hiatus d'activité volcanique, long d'environ 90 000 ans au cours duquel se remobilisent les produits précédemment émis, donnant lieu à des lahars. (carrière Danoy, rivière des Pères etc...)

Les ponces à quartz de l'anse des Pères appartiennent à la phase Carmichaël, qui débute par un épisode explosif de grande envergure, au cours duquel se mettent en place les ponces dacitiques à quartz de l'anse des Pères et les ponces andésitiques de Pintade, accompagnées des retombées pliniennes de Boucan Mont d'Or. Actuellement, aucun argument géochronologique ou stratigraphique ne permet d'attribuer une antériorité des unes par rapport aux autres, bien que les données de terrain et les données géochimiques les apparentent au même cycle éruptif. Nous serions tentés de placer les ponces à quartz de l'anse des Pères statigraphiquement sous les ponces de Pintade, car leur faible extension pourrait s'expliquer par une

Age (ans BP)	BOUDON (1981) / SEMET (1982)	DAGAIN (1981) / SEMET (1982)	WESTERCAMP (1980)	GADALIA (1983)
	Les éruptions historiques de la Soufrière	*Les éruptions historiques de la Soufrière*		
	toutes à caractère phréatique 1975-1977 ; 1956 ; 1796-1798.	toutes à caractère phréatique 1975-1977 ; 1956 ; 1796-1798.		
425 BP	*Eruption de la Soufrière (XVIè)*	*Eruption de la Soufrière (XVIè)*		
	Dôme de la Soufrière	Dôme de la Soufrière	Dôme de la Soufrière	
	Nuées ardentes pélèennes			
1350	Citerne	Palmiste	Nuées Saint-Vincent	
2900	Echelle	Nuées pélèennes		
	Eruption de la Soufrière à 3100 BP	*Eruption de la Soufrière à 3100 BP*		
3100	Episode type St Helens	Eruption type Mérapi	Eruption Type Mérapi(avec lahars associés)	
	avec coulées de débris		Lahar du Galion	
3350	Formation du cratère du	Citerne	Citerne 4ème phase	
3400	Carmichael		Echelle	
3500		Gros Fougas		
4400				
7500		Echelle		
8000	ACTIVITE PERIPHERIQUE		Boudoute	
	Edification du Massif de la Soufrière — Madeleine, Palmiste, Fougas, Boudoute, Lherminier, L'Habituée, Schoelcher	*Phase Madeleine supérieure* — Lherminier, L'Habituée, Schoelcher, Boudoute	Lherminier 3ème phase, Gros Fougas, Palmiste	
			Phréatomagmatisme	
13500	Maar du Galion	Maar du Galion	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	
17300		*Cycle Madeleine inférieure*		
	Episode explosif — ponces à quartz (Anse des Pères)	st-effusif (habitation Grand-Maison) st.explosif (coulées de ponces-scories-nuées ardentes Bananier-Capesterre)	Madeleine 2nde phase	
	Episode lavique	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
21500	CARMICHAEL — Mez Cassé, Bains Jaunes, Parnasse, Morne Goyavier, Bassin Bleu, Crête à Nangles — COULEES LAVIQUES DE TROIS-RIVIERES — La Regrettée	ARRET D'ACTIVITE — COULEES LAVIQUES DE TROIS-RIVIERES — Trois-Rivières, Parnasse, Morne Goyavier, Matouba, La Regrettée		
350'00? 735 000	*Début du cycle récent* — Episode ponceux de PINTADE (Calbessiers-Nanny, Bouchu, Chaudière de la Grande Découverte)	Episode ponceux andésitique (Pintade) — Episode basaltique — Chaine andésitique de Bouillante — Episode des ponces à quartz (Blanchette, Danoy - Anse des Pères)	Episode ponceux de PINTADE — 1ère phase chaine andésitique de Bouillante, Sans Toucher, Carmichaël — Episode ponceux à quartz (caldeira de Vieux habitants)	Cycle Madeleine-Soufrière
	Volcanisme anté-Pintade			* Ponces andésitiques de Boucan-Mt d'Or
	ponces soyeuses (Danoy) (ponces à quartz)			* Dépôts des carrières Danoy et Blanchette (ponces à quartz, scories, ponces andésitiques)
	Nuées Saint-Vincent (Danoy)	Pitons de Bouillante, Sans Toucher	Nuées Saint-Vincent (Danoy) attribuées à l'ensemble Matéliane - Pitons de Bouillante	* Laharz chauds * Dépôts d'origine fissurale au niveau du :
	Ponces soyeuses (Morne à Jules, attribuées à l'épisode Bouillante-Sans Toucher)			Morne Claire-Fontaine — Morne à Jules, Tufs, Habitation Joséphine — Tufs
				Ponces bicolores du Bouchu — Ponces andésitiques — Ponces soyeuses — Ponces rhyolitiques, Brèches d'obsidiennes
			Début du cycle Madeleine-Soufrière	* Dépôts provenant du système à dominante fissurale, (Anse de Helle Rose, Thomas, Muscade)
			Seuls les événements soulignés sont datés	* Dépôts provenant du système à dominante ponctuelle (Bouillante, Pointe à Sel, Pointe à Zombi)
			xxxxxxxxx Période de repos	Chaine andésitique de Bouillante

1 Tableau synthétique illustrant les différentes hypothèses concernant l'édification du massif Madeleine-Soufrière et la chaine andésitique de Bouillante d'après
WESTERCAMP (1980)
BOUDON (1981)
DAGAIN (1981)
SEMET (1982)
GADALIA (1983)

ans	EPISODES ERUPTIFS		
425 B.P	SOUFRIERE		C
	ECHELLLE		Y
10 000	MADELEINE SUPERIEURE		C
29 000	MADELEINE INFERIEURE		L
	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

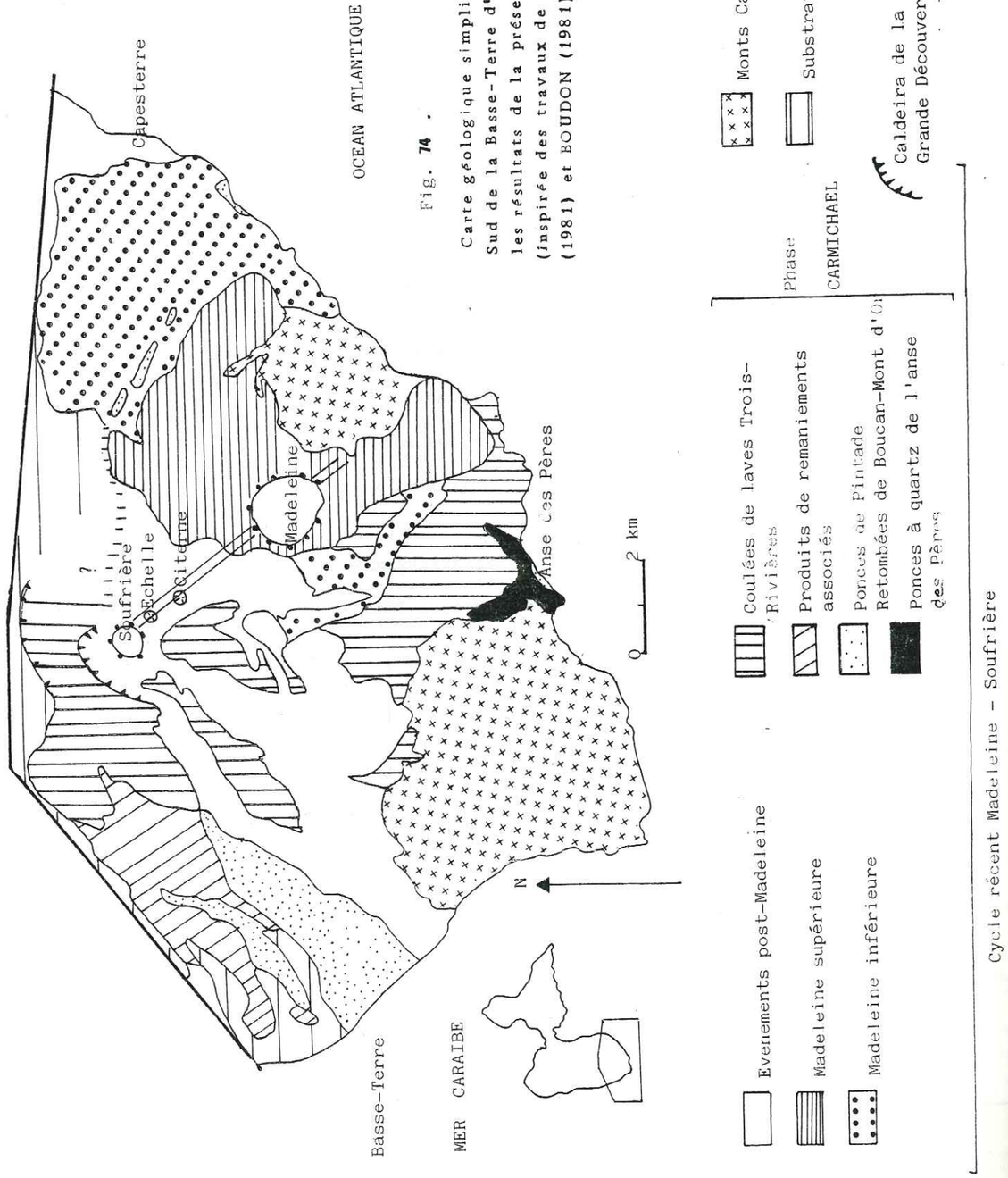


Fig. 74 .

Carte géologique simplifiée du Sud de la Basse-Terre d'après les résultats de la présente étude (inspirée des travaux de DAGAIN (1981) et BOUDON (1981)).

éruption dirigée ou/et une canalisation des produits dans un paysage accidenté (rappelons qu'un long hiatus d'activité volcanique vient de s'écouler).

La présence des ponces à quartz à l'anse des Pères, et des ponces andésitiques dans le Sud de la Basse-Terre permet de localiser le centre d'émission sur les sommets du massif, au niveau de la Grande-Découverte-Morne du Col, aux lieux attribués par BOUDON (1981) à l'emplacement de la caldeira ouverte après l'émission des ponces à quartz et des ponces andésitiques.

L'activité se poursuit par des épisodes effusifs, certaines coulées s'étalent dans la caldeira et en débordant (Morne Goyavier, Fond Bernard, Chutes du Carbet, Bains Jaunes, Parnasse...) ; d'autres ont atteint la mer (coulées du groupe sud), à partir de centres éruptifs dispersés sur l'axe tectonique NNW-SSE. Ces coulées marquent la fin de l'activité explosive et effusive (pyroclastites - caldeira - coulées), appelée phase Carmichaël datée entre 100 000 et 150 000 ans.

Entre la phase Carmichaël et la phase suivante (Madeleine), un hiatus d'activité volcanique est souligné par des lahars. (DAGAIN, 1981)

La phase suivante est soit la phase Madeleine inférieure (DAGAIN, 1981) avec les coulées d'Habitation Grand-Maison, et des produits d'activité explosive (coulées de ponces, nuées ardentes et remaniements visibles entre Capesterre et Bananier), soit la phase Madeleine (activité périphérique, BOUDON, 1981), avec les coulées Schoelcher, Palmiste, Habituée, mises en place entre 12 700 et 8 500 ans.

L'hiatus d'activité serait de l'ordre de 70 000 ans au minimum. Cette valeur est vérifiée si les ponces de Pintade sont effectivement antérieures aux coulées des groupes nord et sud, et si des deux groupes sont contemporains, comme le suggèrent les données de terrain.

La suite de l'activité volcanique a été étudiée par PATERNE (1980), BOUDON (1981) et DAGAIN (1981), et figure sur le tableau **1** . Il s'agit de l'activité récente du cycle Madeleine-Soufrière (tous les événements ont pu être datés par ^{14}C) qui se termine par la formation du dôme de la Soufrière au XVIe siècle. (VINCENT et al., 1979)

1:F 901 b_1	CARRIERE DANOY	FACIES FONCE
2:F 901 b_2	CARRIERE DANOY	FACIES CLAIR
3:H 901 a	RIVIERE DES PERES	FACIES FONCE
4:H 901 b	RIVIERE DES PERES	FACIES CLAIR
5:J 1007/A1	RIVIERE NOIRE	FACIES CLAIR
6:J 1007/B2	RIVIERE NOIRE	FACIES FONCE — FONCES DE PINTADE
7:D 1204	ROCHOY	
8:7A	CALHASSIERS	
9:X 901	ANSE A LA FONTAINE	
10:P 401 a	ANSE DU MORNE ROUGE	FACIES CLAIR
11:P 401 b	ANSE DU MORNE ROUGE	FACIES RUBANE
12:F 802 g_2	CARRIERE DANOY	FACIES CLAIR
13:F 802 g_3	CARRIERE DANOY	FACIES FONCE
14:P 301 a	ANSE DES PERES	FACIES CLAIR — DACITES A QUARTZ
15:P 301 b	ANSE DES PERES	FACIES RUBANE
16:E 1103 a	CARRIERE BLANCHETTE	1°NIVEAU DE PONCES
17:E 1103 b	CARRIERE BLANCHETTE	2°NIVEAU DE PONCES
18:E 1103 c	CARRIERE BLANCHETTE	3°NIVEAU DE PONCES
19:E 1103 e	CARRIERE BLANCHETTE	NIVEAU DE SCORIES
20:F 802 a_1	CARRIERE DANOY	NUEE SAINT-VINCENT,SCORIE
21:F 802 a_2	CARRIERE DANOY	NUEE SAINT-VINCENT,LAVE
22:C 1501	MORNE A JULES	
K 1401	COULEE DU FOND BERNARD	
N 1105	MORNE GOYAVIER	
S 1201	3EME CHUTE DU CARBET	
1A	COULEE DE L'HABITUEE	
SCHOELCHER	COULEE DE SCHOELCHER	

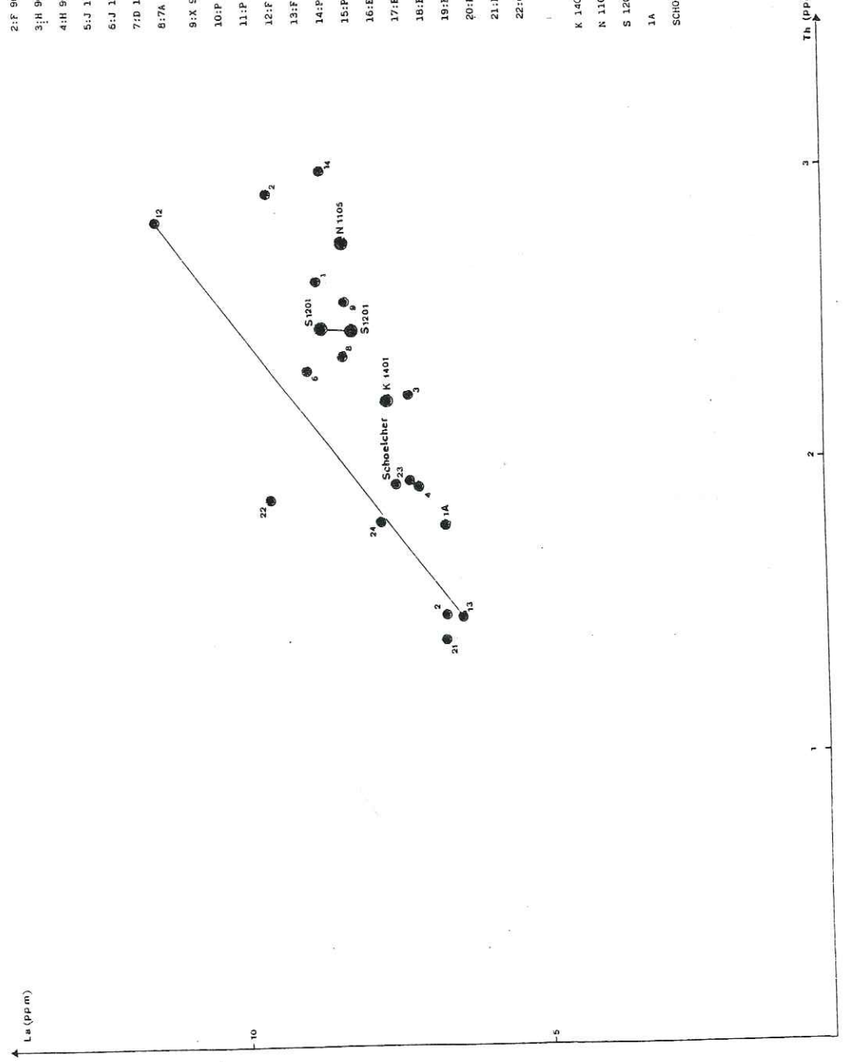


Fig. 75 .Position des échantillons de ponces étudiées à la microsonde et des coulées du Morne Goyavier,Fond Bernard,Carbet(3°chute),Schoelcher,Habituée dans le diagramme La/Th.

Il nous revient d'avoir défini une phase Carmichaël, pendant laquelle la physionomie actuelle de la Guadeloupe se dessine. En effet, les dépôts de cette phase reposent sur un substratum appartenant au cycle Pitons de Bouillante-Sans-Toucher et à la chaîne andésitique de Bouillante, et forment le massif actuel de la Soufrière s. l., sur lequel se greffe-ront plus tard la Madeleine, l'Echelle, la Citerne et le dôme de la Sou-frière lui-même.

La phase Carmichaël fait bien partie du cycle récent Madeleine-Soufrière en raison de :

1. son âge (150 000 à 100 000 ans) ;

2. la parenté géochimique de ses produits avec les dépôts posté-rieurs : sur le diagramme La/Th, les coulées du Morne Goyavier, Fond Bernard, les ponces de Pintade, les coulées de la Madeleine, (Schoelcher et L'Habituée) se regroupent le long du même aligne-ment ; (Fig. **75**)

3. son lieu d'activité, centré sur la caldeira de la Grande Décou-verte - Morne du Col et postérieurement étalé le long de l'axe volcanique NNW-SSE, matérialisé par l'alignement Soufrière-Echelle - Citerne - Madeleine.

ANNEXES

Annexe I Analyses chimiques.

Les erreurs sur les mesures sont les suivantes ( )

Si	8 %
Al	3 %
Fe	2 %
Mg	5 %
Ca	2 %
Na	3 %
Ti	5.%
K	3 %
P	4 %

Le calcul du partage du fer a été effectué pour obtenir 75% de FeO et 25% de Fe_2O_3 (pourcentage moléculaire) pour les roches totales et 50 % de FeO et de Fe_2O_3 pour les verres analysés à la microsonde.

	L'Habituée 1A	Schoelcher 1	Morne Goyavier N 1105	3ème chute du Carbet S 1201	Fond Bernard x 1401	LE BOUCHU D 1401 b	D 1401 n
SiO_2	54,70	55,71	59,55	59,98	58,39	61,28	59,23
Al_2O_3	18,41	19,45	17,17	17,05	16,93	16,53	16,43
Fe_2O_3	7,37	6,46	7,92	6,97	8,97	7,70	9,10
MnO	0,18	0,17	0,17	0,17	0,15	0,18	0,20
MgO	4,07	3,57	2,59	3,05	3,02	2,33	3,03
CaO	8,47	8,03	5,82	6,46	7,23	6,43	6,49
Na_2O	2,27	2,25	2,09	2,53	2,22	2,32	3,16
K_2O	0,69	0,74	1,06	1,06	0,88	0,95	0,79
TiO_2	0,73	0,67	0,74	0,84	0,82	0,72	0,80
Pe_2O_5	0,16	0,12	0,14	0,16	0,22	0,11	0,12
P.F.	0,63	0,60	2,15	0,71	0,34	1,74	0,92
	99,80	99,97	99,44	100,98	99,19	100,29	100,27
Q	13,30	15,41	25,43	21,06	20,69	25,28	18,10
Or	4,07	4,37	6,26	6,26	5,20	5,61	4,66
An	38,00	39,05	27,95	31,00	33,63	31,18	28,31
Ab	19,20	19,03	17,68	21,40	18,78	19,63	26,73
Ne							
Le							
Ka							
Co		0,63	2,33	0,37		0,25	
Wo							
Diop	1,65				0,41		1,59
Hed	0,75				0,23		0,93
Ens	9,37	8,89	6,45	7,59	7,32	5,80	6,80
Fe	4,92	4,79	4,31	4,85	4,72	4,22	4,56
Fo							
Fa							
Mt	5,43	4,90	4,59	5,20	5,19	4,46	5,27
He							
Il	1,38	1,27	1,40	1,59	1,55	1,36	1,51
Sp							
Pe							
Ru							
Ap	0,37	0,28	0,33	0,37	0,52	0,26	0,28
H_2O	1,19	1,12	2,63	1,25	0,88	2,21	0,92
Sc	22.6	22.5	19.9	25.7	24.9	18.4	18.2
Cr	6	6	8	12	-	6	-
Fe	9.8	8.9	7.6	8.8	8.3	7.3	7.2
Co	22	22	18	19	18	13	13
Ni	3.4	4.2	4.8	2.4	3.2	.6	-
Rb	14	16	26	24	21	28	21
Sr	314	318	177	174	172	194	198
Zr	71	60	115	111	82	102	102
Sb	.05	-	.07	.08	.06	.09	.08
Cs	.49	.29	.42	.54	.46	.69	.71
Ba	106	130	160	161	142	140	134
La	6.8	7.5	8.1	8.7	7.7	7.7	7.2
Ce	-	-	19.4	18.0	20.7	17.3	17.7
Sm	-	-	-	-	-	-	-
Eu	.98	.93	1.04	1.09	.94	.91	.97
Tb	.43	.47	.64	.62	.54	.56	.56
Yb	-	-	-	-	-	-	-
Lu	-	-	-	-	-	-	-
Hf	-	-	3.1	3.0	2.6	2.8	2.8
Ta	.16	.18	.25	.23	.21	.19	.18
Th	1.79	1.98	2.73	2.46	2.21	1.79	1.93
U	.49	.52	.88	.74	.61	.59	.57

	Tuf 30A	Tarire 24	Pointe du Vieux-Fort J 101	Pointe Mazarin J 301	Coulée du Plessis E 1101	Montval 13
SiO_2	74,94	55,74	53,78	47,69	57,26	64,77
Al_2O_3	12,85	16,48	19,30	19,66	18,41	15,70
Fe_2O_3	2,82	9,17	10,30	12,21	8,73	5,21
MnO	0,07	0,20	0,21	0,18	0,19	0,10
MgO	0,29	2,20	2,89	5,77	2,30	1,10
CaO	1,98	5,20	9,43	11,90	7,44	3,57
Na_2O	4,55	3,14	2,67	1,14	2,94	2,50
K_2O	1,89	0,73	0,46	0,32	0,82	1,37
TiO_2	0,19	1,07	0,99	1,05	0,94	0,41
P_2O_5	0,01	0,20	0,28	0,23	0,19	0,01
P.F.	1,18	0,88	0,27	0,22	0,53	4,70
	100,75	99,02	100,01	100,37	99,79	99,45
Q	35,98	22,70	11,44	5,49	16,33	34,38
Or	11,16	4,31	2,71	1,89	4,84	8,09
An	9,05	24,49	39,31	47,58	34,61	17,64
Ab	38,50	26,56	22,59	9,64	24,87	21,15
Ne						
Le						
Ka						
Co		1,54				3,63
Wo						
Diop	0,19		2,76	5,72	0,51	
Hed	0,39		1,86	2,31	0,35	
Ens	0,63	5,47	5,91	11,71	5,49	2,73
Fe	1,46	4,66	4,56	5,43	4,37	2,95
Fo						
Fa						
Mt	1,63	5,32	5,97	7,07	5,06	3,01
He						
Il	0,36	2,03	1,88	1,99	1,78	0,77
Sp						
Pe						
Ru						
Ap	0,02	0,47	0,65	0,54	0,44	0,02
H_2O	1,35	1,43	0,37	0,32	1,06	4,70
Sc				37.9	22.1	
Cr				27	5	
Fe				11.8	8.3	
Co				35	16	
Ni				5.0	2.0	
Rb				2	14	
Sr				268	208	
Zr				39	96	
Sb				-	.87	
Cs				.87	.17	
Ba				53	125	
La				3.1	8.1	
Ce				9.0	17.1	
Sm				-	-	
Eu				.69	1.27	
Tb				.35	.81	
Yb				-	-	
Lu				-	-	
Hf				1.0	2.7	
Ta				.05	.18	
Th				.70	1.41	
U				.16	.36	

	Morne Montval J 1401	Saut d'eau du Matouba J 1201	Morne Dair D 1402a	Grande Rivière aux Vieux habitants D 1301	Habitation Grivelière G 1501	Morne Soldat H 1702
SiO_2	61,24	58,06	57,14	59,69	55,30	56,47
Al_2O_3	19,69	19,07	19,89	19,84	18,83	18,57
Fe_2O_3	5,18	8,49	7,63	6,91	9,13	8,14
MnO	0	0,17	0,15	0,16	0,18	0,18
MgO	0,85	1,44	2,08	1,48	2,22	2,13
CaO	7,24	7,72	8,54	8,29	8,32	8,39
Na_2O	3,56	3,40	2,81	2,59	3,26	3,21
K_2O	0,84	0,63	0,90	0,69	0,58	0,57
TiO_2	0,59	0,77	0,77	0,70	0,96	0,82
P_2O_5	0,26	0,23	0,22	0,24	0,30	0,27
PF	0,73	0,51	0,93		0,28	1,03
Total	100,18	99,61	101,06	100,60	99,37	99,78
Q	20,15	16,43	15,04	21,00	12,57	15,45
Or	4,96	3,13	5,31	4,07	3,52	3,36
An	34,22	35,20	39,00	39,56	35,03	34,57
Ab	30,12	26,76	23,77	21,91	27,56	27,16
Ne						
Le						
Ka						
Co	0,38			0,33		
Wo						
Diop		0,62	0,94		2,01	0,15
Hed		0,70	0,64		1,51	0,11
Ens	2,11	3,29	4,74	3,68	4,59	5,23
Fe	2,43	4,27	3,71	3,71	3,98	4,29
Fo						
Fa						
Mt	3,00	4,91	4,42	4,00	5,29	4,71
He						
Il	1,12	1,46	1,46	1,32	1,82	1,55
Sp						
Pe						
Ru						
Ap	0,61	0,54	0,52	0,56	0,71	0,63
H_2O	1,05	1,03	1,39	0,41	0,83	1,53
Sc	18.9	19.3	19.1	18.4	22.7	20.8
Cr	-	5	3	7	2	-
Fe	4.8	8.8	7.4	7.8	8.7	7.6
Co	5	13	15	12	17	13
Ni	-	1.8	1.8	.6	2.7	.6
Rb	18	18	16	16	9	11
Sr	241	253	286	263	283	240
Zr	120	97	116	130	93	81
Sb	.05	.02	.10	.09	.05	.04
Cs	.28	.25	.68	.23	.27	.15
Ba	136	96	111	135	85	110
La	8.1	6.9	7.9	7.9	6.6	5.6
Ce	20.8	14.6	22.2	19.1	17.1	15.7
Sm	-	-	-	-	-	-
Eu	1.22	1.23	1.21	1.17	1.28	1.21
Tb	.71	.72	.71	.73	.66	.61
Yb	-	-	-	-	-	-
Lu	-	-	-	-	-	-
Hf	3.2	2.5	3.8	3.8	2.3	1.9
Ta	.22	.19	.28	.28	.16	.14
Th	1.64	.92	1.42	1.34	.89	.82
U	.58	.38	.49	.44	.29	.24

	Morne à Jules C 1501	Nuée Saint Vincent Carrière Danoy F 802a$_1$ scorie	Nuée Saint Vincent Carrière Danoy F802a$_2$ lave	Ponces à quartz Carrière Danoy F 802g$_1$ faciès blanc	Ponces à quartz Carrière Danoy F 802g$_2$ faciès noir	Anse des Pères P 301a faciès blanc
SiO_2	61,17	58,74	58,16	68,03	57,64	64,39
Al_2O_3	18,57	17,24	17,16	15,49	17,95	15,11
Fe_2O_3	7,71	8,87	9,46	3,70	8,27	5,53
MnO	0	0,20	0,19	0,10	0,16	0,14
MgO	1,78	3,17	3,06	0,80	3,64	1,76
CaO	5,93	7,42	7,60	4,15	7,88	4,47
Na_2O	3,35	2,73	2,93	3,55	2,43	2,75
K_2O	0,67	0,65	0,68	1,46	0,71	1,41
TiO_2	0,66	0,83	0,93	0,33	0,67	0,47
P_2O_5	0,19	0,15	0,14	0,08	0,09	0,11
PF	0,01	0,40	0,64	1,89	0,54	3,21
Total	100,03	100,39	101,00	100,43	100,00	99,02
Q	22,47	16,59	16,82	30,99		29,67
Or	3,95	3,84	4,01	8,62		8,33
An	28,17	32,86	31,79	20,06		21,45
Ab	28,34	23,10	24,79	30,03		23,26
Ne	-	-	-	-		-
Le	-	-	-	-		-
Ka	-	-	-	-		-
Co	2,00	-	-	-		-
Wo	-	-	-	0,71		1,19
Diop	-	1,57	2,57	-		-
Hed	-	0,84	1,49	-		-
En	4,43	7,16	6,42	-		-
Fe	4,00	4,41	4,28	1,99		4,38
Fo	-	-	-	2,07		3,14
Fa	-	-	-	-		-
Mt	4,46	5,14	5,48	-		-
He	-	-	-	2,14		3,20
Il	1,25	1,57	1,76	-		-
Sp	-	-	-	0,62		0,89
Pe	-	-	-	-		-
Ru	-	-	-	-		-
Ap	0,44	0,35	0,33	-		-
H_2O	0,48	0,93	1,21	0,18		0,26
				3,01		3,21
Total	100,05	100,41	101,00	100,47		99,02
Sc	9.4	22.4	23.8	9.8	20.7	14.9
Cr	9	14	14	4	11	6
Fe	4.1	8.3	9.8	3.4	8.8	5.4
Co	4	17	18	4	28	10
Ni	-	3.8	3.8	.5	5.8	4.8
Rb	23	13	14	30	17	29
Sr	154	218	220	177	198	159
Zr	126	93	95	153	92	120
Sb	.14	.05	.05	.10	.07	.11
Cs	.85	.45	.48	1.83	.55	.98
Ba	165	105	123	234	116	218
La	9.6	6.7	6.7	11.4	6.4	8.6
Ce	26.2	19.4	15.8	25.8	11.8	20.2
Sm	-	-	-	-	-	-
Eu	1.20	1.10	1.12	1.16	.99	.80
Tb	.86	.58	.59	.78	.56	.41
Yb	-	-	-	-	-	-
Lu	-	-	-	-	-	-
Hf	3.8	2.4	2.4	4.2	2.5	3.8
Ta	.25	.19	.19	.31	.18	.26
Th	1.87	1.47	1.38	2.85	1.46	3.00
U	.64	.41	.42	.88	.44	.78

ANALYSES CHIMIQUES - PONCES TYPE PINTADE

	7 A Cubassiers	F901 b_2 Carrière Danoy faciès clair	F901 b_1 faciès foncé	J 1007/A Rivière Noire faciès clair	J 1007/B Rivière Noire faciès foncé	D 1204 Racroy	P 401a Anse du Morne Rouge faciès clair	X 901 Anse à la Fontaine
	60,13	61,42	60,81	59,90	59,31	60,73	58,11	59,86
	15,95	16,23	16,74	16,99	16,95	16,77	16,60	16,56
	7,82	7,42	7,91	7,63	7,51	7,82	7,65	8,54
	0,17	0,07	0	0,19	0,18	0,17	0,16	0
	2,69	1,27	2,69	2,75	2,83	3,27	3,09	2,77
	6,36	6,16	6,55	6,79	6,14	6,45	6,44	6,64
	2,95	2,77	2,54	3,04	2,57	1,91	3,19	2,79
	1,06	1,19	1,13	1,17	1,09	0,80	1	0,97
	0,68	0,69	0,69	0,71	0,70	0,72	0,68	0,72
	0,17	0,14	0,16	0,18	0,19	0,17	0,11	0,19
	1,77	1,40	1,38	1,08	2,97	2,01	3,62	1,12
	99,30	99,25	100,61	100,44	100,43	100,13	100,89	100,18
	20,50	24,70	22,36	18,37	21,46	26,28	16,33	20,49
	5,26	7,03	6,67	6,31	6,44	5,22	5,90	5,73
	27,14	28,33	30,93	28,22	28,22	30,68	28,00	29,29
	24,96	23,43	21,49	25,72	21,74	16,16	26,99	23,60
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	0,83	1,44	-	-
	1,71	0,51	0,29	1,72	-	-	1,74	0,99
	0,97	0,57	0,14	0,92	-	-	0,86	0,53
	5,90	2,92	6,57	6,05	7,04	8,14	6,88	6,43
	3,53	3,71	4,01	3,73	4,13	4,29	3,90	4,13
	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,94	4,42	4,58	4,42	4,34	4,55	4,55	4,94
	1,15	1,31	1,31	1,34	1,32	1,36	1,29	1,39
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,40	0,33	0,37	0,42	0,44	0,40	0,26	0,44
	2,23	1,85	1,85	1,53	3,40	2,48	4,12	1,44
	99,38	99,16	100,60	100,44	100,42	100,83	100,88	100,16
	20,5	17.1	17.2		17.9			19.2
	15	13	10		9			16
	8.5	7.2	7.2		7.8			8.1
	18	15	15		17			17
	3.2	1.8	2.8		2.4			2.8
	22	28	23		22			22
	242	172	169		172			215
	181	105	104		115			187
	.87	.89	.88		.16			.88
	.77	.94	.81		.79			.89
	145	166	137		155			154
	8.3	9.5	8.7		8.9			8.2
	-	25.6	25.3		20.7			23.6
	-	-	-		-			-
	1.10	.96	.97		.98			1.01
	.61	.64	.61		.61			.62
	-	-	-		-			-
	-	-	-		-			-
	2.8	3.5	3.2		3.1			3.1
	.23	.27	.25		.24			.24
	2.36	2.93	2.62		2.32			2.55
	.68	.82	.71		.75			.78

ANALYSES CHIMIQUES - BLANCHETTE

	E 1103 a ponce	E 1103 b ponce	E 1103 c ponce	F901 a Riv. des Pères faciès foncé	F901 b Rivière des Pères faciès clair	E 1103 d scorie
	58,98	64,58	50,36	59,40	59,90	57,58
	18,08	14,89	19,73	17,10	17,13	17,99
	7,65	5,32	9,59	7,70	7,59	7,70
	0,15	0,12	0,17	0,17	0,19	0,24
	2,15	0,82	4,80	2,97	2,92	2,55
	6,96	4,09	10,16	6,75	6,90	7,05
	2,71	2,72	0,93	2,58	2,99	2,15
	0,81	1,37	0,45	1,11	0,95	0,68
	0,74	0,54	0,78	0,74	0,71	0,74
	0,17	0,11	0,22	0,20	0,18	0,16
	1,78	4,74	2,66	1,63	1,61	2,28
	100,19	99,09	100,13	100,15	99,98	99,11
	20,60	32,54	12,52	21.3	17,7	22,01
	4,78	8,09	2,65	-	8	4,01
	33,41	19,57	48,33	8.0	8.2	33,93
	22,93	23,01	7,86	18	17	18,19
	-	-	-	6.0	3.0	-
	-	-	-	21	18	-
	0,49	1,75	1,28	207	223	-
	-	-	-	95	98	-
	5,35	2,04	0,36	.89	.87	1,10
	4,11	2,84	0,74	154	.65	0,55
	-	-	11,78	7.2	125	6,75
	-	-	5,49	16.9	7.1	3,89
	4,43	3,08	-	-	18.7	-
	1,40	1,02	5,72	1.01	.90	4,34
	-	-	1,48	.51	.52	1,40
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	0,40	0,26	0,32	0,47	0,42	0,37
	2,23	5,06	3,24	1,98	2,08	2,82
	100,19	99,30	100,16	100,15	99,98	99,13
	Total					
	Q					Sc
	Or					Cr
	An					Fe
	Ab					Co
	Ne					Hi
	Lc					Rb
	Ka					Sr
	Co					Zr
	Bo					Sb
	Diop					Cs
	Hbd					Ba
	En					La
	Fs					Ce
	Fo					Sm
	Fa					Eu
	Mt					Tb
	Hm					Yb
	Il					Lu
	Sp					Hf
	Pc					Ta
	Au					Th
	Ap					U
	H_2O					

Annexe II Description des affleurements de ponces étudiées en géochimie

1. Morne à Jules .

Affleurement d'une dizaine de mètres de hauteur constitué de deux écoulements ponceux, séparés par un niveau de retombées aériennes de cendres et de ponces.

2. Carrière Danoy. (nuée Saint-Vincent, ponces à quartz, ponces andésitiques (coupe n° **15**)

2.1. Nuée Saint-Vincent

- Puissance du dépôt 8-9 m, en une seule venue.
- Dépôt constitué de blocs de nature et de taille variées , baignant dans une matrice cendreuse gris sombre, abondante. Les blocs sont représentés par :

  (1). des éléments arrondis ou argileux, de lave claire andésitique (arrachés au substratum),

  (2). des scories de teinte sombre type F 802a_1,

  (3). des laves plus massives type F 802a_2.

- La nuée est surmontée directement par les ponces dacitiques à quartz.

2.2. Les ponces dacitiques à quartz .

- Trois unités ponceuses d'épaisseur métrique séparées par des niveaux fins de retombées aériennes

- Ponces de petites tailles (5cm maximum) baignant dans une matrice cendreuse abondante (rapport volume $\frac{\text{cendres}}{\text{ponces}} = 3$). Les ponces de teinte blanche prédominent largement, mais quelques individus gris ou rubanés sont présents.

Les ponces dacitiques sont séparées des ponces de Pintade par un lahar.

2.3 Ponces de Pintade .

L'épaisseur moyenne des ponces mises en place par écoulement est d'une vingtaine de mètres, parfois plus quand elles sont canalisées. Les affleurements sont caractérisés par :

- absence de litage et de granoclassement,
- présence de states d'épaisseur métrique à décamétrique , correspondant à une seule venue,
- présence de pipes de dégazage dans certaines coulées,

Les ponces baignent dans une matrice cendreuse plus ou moins abondante selon l'écoulement. Leur dimension varie d'une coulée à l'autre ; elles peuvent atteindre 30 à 40 cm de diamètre.

Entre la Pointe de l'Hermitage et l'anse du Val de l'Orge, les ponces de Pintade forment une falaise d'une vingtaine de mètres de hauteur. La ponce de Rocroy (D 1204) provient de cette zone (fig. 16)

4. Carrière Blanchette.

La puissance du dépôt est de 7 à 8 mètres, avec alternance pluri-décimétrique de niveaux ponceux ou scoriacés. Les ponces et les scories sont toutes de petite taille (4cm maximum)

De bas en haut, la coupe est la suivante :

- 3 niveaux ponceux d'à peu près même épaisseur (20 à 40 cm) (E 1103 a, E1103 b, E 1103 c),
- 1 niveau de cendres noires pulvérulentes, d'épaisseur 80 cm,
- 1 niveau de scories jointives (40 cm d'épaisseur) (E 1103e),
- 1 niveau cendreux blanc,
- 1 dernier niveau ponceux blanc, surmonté d'un lahar.

5. Ponces bicolores de Vieux-Habitants. (carrière du Bouchu)

Coulées de ponces, en plusieurs venues, affleurement d'une hauteur totale d'une quinzaine de mètres. Les ponces sont de taille pluricenti-métrique, blanches, noires, ou rubanées.

D 1401 b : ponce rose à blanche en paline vésiculée, blanche en cassure, porphyrique avec phénocristaux millimétriques de feldspaths et de pyroxènes automorphes. Quelques individus de feldspaths atteignent 2-3 mm. La mésostase représente 80 % de la roche ;

D 1401 n : scorie vésiculée, décimétrique, noire en cassure et patine, porphyrique ; phénocristaux millimétriques de plagioclases et de pyroxènes automorphes ; la pâte représente 30 à 50 % de la roche ; quelques individus sont moins vésiculés et contiennent moins de cristaux (la pâte représente 70 à 80 % de la roche)

Annexe III Description des échantillons datés par K.Ar et thermoluminescence

1A. Coulée de l'Habituée.

650,75 E ; 1771,4 N ; 100 m
Age zéro pour K-Ar
roche noire en pature et cassure
porphyrique à phénocristaux de pyroxènes et plagioclases millimétriques

1. Coulée Schoelcher.

647 E ; 1 768,07 N ; 240 m
Age zéro pour K-Ar
andésite grise, assez vésiculée,
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases et de pyroxènes

3A. Ponces datées à 22 000 ANS BP. Embouchure du Carbet

652,8 E ; 1772,20 N, 20 m
ponces blanches, de taille décimétrique

4. Ponces de l'éruption du XVIXè siècle.

643,4 E ; 1773,62 N ; 1020 m
ponces bicolores à bandes grises et noires de taille décimétrique altérées en surface.
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases et de pyroxènes.

N 1105. Morne Goyavier.

642,45 E ; 1773,70 N ; 1040 m
Coulées de Trois-Rivières - Carmichaël
Roches grise en patine et cassure
Roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases et ortho et clino-pyroxènes millimétriques automorphes
Magnétites présentes à tous les stades de la cristallisation.
Pâte microcristalline

K 1401. Fond Bernard.

640,4 E ; 1775,9 N ; 640 m
Coulées de Trois-Rivières
Roche grise en cassure
Roche porphyrique - phénocristaux de plagioclases automorphes, contenant de nombreuses inclusions (dusty zone) et de pyroxènes, millimétriques.
Les clinopyroxènes peuvent être entourés par les orthopyroxènes
Les magnétites sont à tous les stades de la cristallisation
Mésostase microcristalline

S 1201. 3è chute du Carbet.

647,25 E ; 1774,8 N ; 420 m
cycle récent ,
lave andésitique verdâtre en patine, noire en cassure.
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases millimétriques et pyroxènes (ortho et clinopyroxènes)
magnétites à tous les stades de la cristallisation.
mésostase microcristalline.

J 1201. Saut d'eau du Matouba-Matouba.

639 E ; 1774,9 N ; 520 m
cycle récent ?
lave de couleur grise, massive
débit général en larges lauzes.
roche peu porphyrique, contenant quelques phénocristaux de plagioclases ne dépassant pas le demi-millimètre.

D 1301. Grande Rivière des Vieux-Habitants.

633,25 E ; 1775,8 N ; 60 m
Pitons de Bouillante -Sans-Toucher
Andésite grise en patine et cassure
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases plurimillimétriques et de pyroxènes (ortho et clinopyroxènes) millimétriques, dont certains sont altérés.

G 1501. Habitation Grivelière.

636,10 E ; 1777,5 N 240 m
Pitons de Bouillante-Sans-Toucher
roche à patine rouille, cassure gris clair, fraîche,
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases.

H 1702. Morne Soldat.

637,2 E ; 1779,6 N ; 320 m
Pitons de Bouillante-Sans-Toucher
lave rouille enpatine gris clair en cassure, fraîche,
roche aphyrique. Les minéraux sont des plagioclases (de taille de l'ordre du 1/10° de mm) et les pyroxènes (plus nombreux)

E 1101. Coulée du Plessis.

634,25 E ; 1773,8 N ; 60 m
Pitons de Bouillante-sans-Toucher
lave foncée en patine, de cassure gris clair
débit conchoïdale
lave aphyrique avec quelques microlites de pyroxènes visibles.

30 A. Le Tuf.

635,7 E ; 1775,35 N ; 300 m
chaîne andésitique de Bouillante
échantillon à alternance d'obsidiennes (lapilli)
de verre blanc soufflé, avec quelques phénocristaux de plagioclases.
La datation a été effectuée sur le verre brun.

D 1402a. Morne Davi.

633 E ; 1776,4 N, 30 m
Pitons de Bouillante - Sans-Toucher
roche noire en cassure et patine, légèrement vacuolaire,
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases (millimétriques) et pyroxènes automorphes,
mésostase vitreuse

24. Dyke de Tarare - Morandais.

633,3 E ; 1778,7 N ; 65 m
chaîne andésitique de Bouillante/Pitons de Bouillante-Sans-Toucher
lave marron en patine et en cassure
Débit en larges lauzes
roche aphyrique

J 101. Pointe du Vieux-Fort.

638,85 E ; 1764 N ; 20 m
Monts Caraïbes
lave grise en cassure et patine
roche porphyrique à phénocristaux de plagioclases automorphes plurimillimétriques, et de pyroxènes automorphes inframillimétriques .
magnétites.

J 301. Pointe Mazarin.

678,65 E ; 1765,20 N ; 20 m
Monts Caraïbes
lave grise en cassure et patine
roche porphyrique à nombreux pnénocristaux automorphes de plagioclases millimétriques, et pyroxènes inframillimétriques.

13. Montval.

635,5 E ; 1775,75 N ; 420 m
chaîne andésitique de Bouillante
ponces à quartz, pouvant être altérées, de couleur jaune à ocre
roche porphyrique à phénocristaux de pyroxènes millimétriques, quartz plurimillimétriques de forme quelconque. Présence d'amphiboles.

P 301a Anse des Pères.

644,05 E ; 1765,5 N ; 5 m
ponces grises à noires en patine, blanche en cassure,
roche porphyrique : phénocristaux de quartz, pyroxènes et rares feldspaths

F 802g_1 Carrière Danoy.

634,2 E ; 1770,90 N ; 40 m
ponces de petite taille,
patine ocre, cassure blanche, aspect soyeux,
roche porphyrique ; phénocristaux de quartz bipyramides, pyroxènes et plagioclases.

ANNEXE IV : ANALYSES CHIMIQUES DES VERRES OBTENUS A LA MICROSONDE

	F 802a$_1$(1)	F 802a$_2$ (1)	F 802g$_1$(1) faciès blanc	P301a (1) faciès blanc	P 301b (1) partie sombre faciès rubané	P301b (1) partie claire faciès rubané	E 1103 a(1)	E 1103 c (1)	E 1103e (1)
SiO_2	72,56	69,74	75,99	75,07	75,98	75,89	64,20	58,74	56,30
Al_2O_3	14,37	14,60	12,06	11,01	12,84	12,00	15,27	15,65	22,36
FeO	4,22	6,19	1,68	1,89	2,61	2,20	6,70	9,65	4,99
MnO	0,23	0,15	0,	0,08	0,09	0,11	0,16	0,25	0,07
MgO	0,82	1,25	0,15	0,10	0,37	0,35	1,98	1,93	1,39
CaO	3,17	4,23	1,47	1,21	2,56	2,28	5,07	6,84	10,14
Na_2O	2,03	1,17	2,36	1,67	2,34	1,07	2,16	2,83	3,27
K_2O	1,00	1,06	2,26	2,90	2,35	1,89	0,96	0,68	0,62
TiO_2	0,58	0,58	0,22	0,10	0,38	0,39	0,67	0,96	0,58
P_2O_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	99,27	99,60	96,02	94,17	99,70	96,33	97,68	98,26	100,09
Q	48,91	47,95	50,66	51,51	47,38	57,02	34,14	23,42	12,35
Or	5,90	6,26	13,35	17,13	13,88	11,16	5,67	4,01	3,66
An	15,72	20,98	6,31	6	12,70	11,31	25,15	27,99	44,50
Ab	17,17	9,90	19,96	14,13	19,80	9,05	18,27	23,94	27,66
Co	4,18	3,83	3,41	2,92	1,79	4,04	1,45		
Diop								4,62	4,51
Hed									
Ens	2,04	3,11	0,37	0,24	0,92	0,87	4,93	2,66	1,36
Fe									
Mt	3,54	4,80	1,13	3,00	1,96	1,54	5,79	8,41	3,89
He	0,67	1,26	0,45	0,01	0,57	0,56	0,97	1,35	1,01
Il	1,10	1,48	0,41	0,18	0,72	0,74	1,27	1,82	1,10
	Nuée Saint-Vincent		Dacites à quartz Carrière Danoy		Dacites à quartz Anse des Pères		1er niveau de ponces	Blanchette 3e niveau de ponces	scories

(1) verre de la mésostase

ANALYSES CHIMIQUES DES VERRES (ANALYSES REPRESENTATIVES)

	E 1103 e(1)	F 901b$_1$ (1) faciès blanc	F 901b$_1$ (2) faciès blanc	F 901b$_1$ (3) faciès blanc	F 901b$_2$ (4) faciès foncé	H 901b(1) faciès clair	H 901b (5) faciès clair	H 901a (1) faciès foncé	H 901a (4) faciès foncé
SiO_2	50,46	75,13	73,18	75,65	75,56	70,92	73,40	73,69	68,81
Al_2O_3	4,70	13,46	12,93	13,59	12,27	13,63	12,56	13,34	18,47
FeO	14,32	3,28	2,78	3,56	2,29	4,05	3,97	3,58	2,80
MnO	0,50	0,12	0,11	0,12	0,08	0,12	0,08	0,15	0,01
MgO	15,36	0,64	0,10	0,42	0,47	0,79	0,32	0,62	0,52
CaO	12,88	2,61	1,91	2,40	2,07	3,42	2,37	2,54	4,90
Na_2O	0,33	1,66	1,91	1,55	2,20	1,66	2,04	1,89	1,83
K_2O	0,09	1,65	2,37	1,59	2,65	1,77	1,82	1,55	1,15
TiO_2	0,70	0,48	0,50	0,65	0,36	0,48	0,40	0,61	0,46
TOTAL	100,42	99,28	96,00	99,80	98,12	97,14	97,25	98,23	99,16
Q	9,10	52,61	48,75	54,78	47,48	45,98	49,01	50,39	42,48
Or	0,53	9,75	14,00	9,39	15,65	10,45	10,75	9,15	6,79
An	11,07	12,94	9,47	11,90	10,26	16,96	11,75	12,60	24,30
Ab	2,79	14,04	16,16	13,11	18,61	14,04	17,26	15,99	15,48
Co		4,19	3,75	4,95	2,01	2,76	2,92	3,93	5,30
Diop	41,11								
Hed									
Ens	19,19	1,59	0,24	1,04	1,17	1,96	0,79	1,54	1,29
Fe									
Mt	15,00	2,54	1,90	2,34	1,66	3,35	3,35	2,55	1,69
He	0,26	0,67	0,74	1,02	0,55	0,68	0,62	0,88	0,90
Il	1,32	0,91	0,94	1,23	0,68	0,91	0,75	1,15	0,87
	Blanchette scorie	Ponces de Pintade Carrière Danoy				Ponces de Pintade Rivière des Pères			

(1) verre de la mésostase
(2) verre inclus dans les clinopyroxènes
(3) verre inclus dans les magnétites
(4) verre inclus dans les plagioclases
(5) verre inclus dans les orthopyroxènes

ANALYSES CHIMIQUES DES VERRES (ANALYSES REPRESENTATIVES)

	D 1204 (1)	D 1204 (2)	P 401a (1) faciès clair	P 401 b (5) faciès clair	P 401b (1) faciès foncé	P 401b (4) faciès foncé	X 901 (1)
SiO_2	70,59	69,19	72,29	76,30	73,57	67,49	71,61
Al_2O_3	14,71	15,18	13,09	11,11	13,02	16,80	14,80
FeO	2,89	1,95	2,64	2,22	2,38	1,85	4,46
MnO	0,12	0,17	0,16	0,11	0,03	0,03	0,04
MgO	0,49	0,33	0,48	0,30	0,52	0,49	0,91
CaO	1,89	2,96	2,66	1,61	2,69	1,94	3,23
Na_2O	3,93	3,86	2,29	2,02	2,77	4,45	2,60
K_2O	0,93	1,53	2,01	2,30	2,18	5,32	1,77
TiO_2	0,24	0,36	0,39	0,38	0,43	0,04	0,38
TOTAL	96,04	95,44	96,19	96,52	97,75	98,54	100,14
Q	39,19	34,04	44,86	51,85	42,57	16,35	41,43
Or	5,79	9,04	11,87	13,59	12,58	31,43	10,45
An	9,37	14,68	13,19	7,98	12,34	9,62	16,02
Ab	33,25	32,66	19,37	17,09	23,43	37,65	22,00
Co	3,74	1,79	2,31	2,37	1,21	0,19	2,73
Diop							
Hed							
Ens	1,22	0,82	1,19	0,74	1,29	1,22	2,26
Fe							
Mt	2,75	1,57	2,19	1,64	1,36	1,94	3,83
He	0,23	0,35	0,43	0,51	0,81	0,02	0,66
Il	0,45	0,68	0,74	0,72	0,81	0,07	0,72
	Ponces de Pintade Rocroy		Ponces de Pintade Anse du Morne Rouge				Ponces de Pintade Anse à la Fontaine

(1) verre de la mésostase
(2) verre inclus dans les clinopyroxènes
(3) verre inclus dans les magnétites
(4) verre inclus dans les plagioclases
(5) verre inclus dans les orthopyroxènes

ANALYSES CHIMIQUES (ANALYSES REPRESENTATIVES) DES VERRES

	J 1007/A1 (1)	J 1007/A1 (4)	J 1007/A1 (5)	J 1007/A1 (2)	J 1007/B2 (4)	J 1007/B2 (1)	7A (1)
	faciès blanc				faciès foncé		
SiO_2	71,21	71,58	72,13	75,24	75,51	72,23	68,15
Al_2O_3	15,03	14,33	14,68	13,38	13,69	14,06	14,16
FeO	4,82	4,52	4,65	2,82	1,62	4,20	5,06
MnO	0,13	0,19	0,12	0	0,04	0,01	0,20
MgO	1,08	0,89	0,76	0,07	0,25	0,95	0,98
CaO	3,73	3,43	3,83	2,16	1,92	3,16	3,90
Na_2O	1,51	0,96	1,31	1,37	1,93	2,42	3,50
K_2O	1,34	1,31	0,83	1,32	2,11	1,90	1,65
TiO_2	0,49	0,53	0,64	0,59	0,44	0,54	0,62
TOTAL	99,70	98,11	99,30	97,16	97,63	99,78	98,57
Q	47,69	52,30	51,99	57,48	51,72	42,69	31,93
Or	7,91	7,74	4,90	7,80	12,46	11,22	9,75
An	18,50	17,01	19,00	10,71	9,52	15,67	18,05
Ab	12,77	8,12	11,08	11,59	16,33	20,47	29,61
Co	4,31	5,09	4,66	5,77	4,74	2,27	
Diop							1
Hed							
Ens	2,68	2,21	1,89	0,17	0,62	2,36	1,97
Fe							
Mt	4,19	4,04	3,53	1,31	0,59	2,97	4,23
He	0,67	0,55	1,01	1,17	0,78	1,05	0,81
Il	0,93	1	1,21	1,12	0,83	1,02	1,17
	Ponces de Pintade Rivière Noire						Ponces de Pintade Calbassiers

(1) verre dans la mésostase
(2) verre inclus dans les clinopyroxènes
(3) verre inclus dans les magnétites
(4) verre inclus dans les plagioclases
(5) verre inclus dans les orthopyroxènes

ANALYSES CHIMIQUES DES VERRES (ANALYSES REPRESENTATIVES)

BIBLIOGRAPHIE

AITKEN, M.J., BOWMAN, S.G.E. (1975). Thermoluminescent dating : assessment of α particules contribution. Archaeometry, 17 (1), p. 132-138.

ANDERSON, A.T. (1976). Magma Mixing : petrological process and volcanological tool. J. Volcanol. Geotherm.Res., 1 : 3-33.

ANDERSON, T.H., SCHMIDT, V.A. (1983). The evolution of Middle America and the Gulf of Mexico. Caribbean Sea region during Mesozoïc time. Geol. Soc. of America Bull., v. 94, p. 941-966, 18 figs., 1 table, Août 1973.

ASH-FLOW TUFFS (1979). Edited by C.F. CHAPIN, et W.E. ELSTON

AUBOIN, J., BLANCHET, R., STEPHAN, J.F., TARDY, M. (1977). Tethys (Mesogée) et Atlantique : données de la géologie. C.R. Acad. Sc., Paris, t. 285, (24 Octobre 1977).

ARCULUS, R.J. (1976). Geology and geochemistry of the alkali-andesite association of Grenada, Lesser Antilles island arc. Geol. Soc. Americ.Bull., 87, 612-624.

BAKSI, A.K. (1973). Quantitative Unspiked Argon Runs in K.Ar dating. Can. Journal of Earth Sciences, vol. 10 (9), 1973.

BAKSI, A.K. (1973). K.Ar Dating-Loading Techniques in Argon Extraction works and Sources of Air Argon Contamination. Can.Journal of Earth Sciences, vol.10, (11). 1973.

BAKSI, A.K. (1974). Isotopic fractionation of a loosely held atmospheric argon component in the Picture Gorge Basalts. E.P.S.L., 21 (1974) 431-438.

BALLARD, R.D., BRYAN, W.B., DAVIS, K., DEBOER,J., DELONG, S., DICK, M.J.B., EMERY, K.O., FOX, P., SPYDELL, R., STOUP, J., THOMPSON, G., WRIGHT, R., UCHIPI, E. (1979). Geological and geophysical investigation of the Mid Cayman Rise spreading center : initial results and observations. Proc. 2nd. Maurice Ewing symposium A.G.U.

BASALTIC VOLCANISM STUDY PROJECT (1981). Basaltic volcanism on the Terrestrial Planets., Pergamon Press. Inc., New York, 1286 pp.

BAUBRON, J.C. (1974, 1980). Ages conventionnels sur roche totale par la méthode K.Ar. Analyses BRGM, non publié.

BAUBRON, J.C., BOUYSSE, P., MAURY, R., WESTERCAMP, D. (1979). L'îlot de Redonda, un jalon de l'arc volcanique récent des Petites Antilles. Bull. B.R.G.M., IV, n° 3/4, 1979, pp. 273-283.

BECKINSALE, R.D., GALE, M.H. (1969). A reappraisal of the de-cay constants and braching ratio of 40K. Earth and Planet. Sci. Letters, 6/4, 289-294.

BELL, W.J. (1977). Thermoluminescence dating : revised dose-rate data. Archeometry, 19, 99.

BELL, W.T. (1979). Thermoluminescence dating : radiation, dose-rate data. Archeometry, 21,2, 243-245 (1979).

BELLIZZIA, A., BLANCHET, R., BECK, C., STEPHAN, J.F. (1980). La chaîne caraïbe du Mésozoïque à l'Actuel, tectogenèse et modèle d'évolution géodynamique. Colloque C5 : Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys (1980).

BELLON, H. (1974). Ages conventionels sur roche totale par la méthode K.Ar. Analyses, Univer. Paris-Sud Orsay, non publié.

BERGER, E. (1981). Enclaves ultramafiques, mégacristaux et leurs basaltes-hôtes en contexte océanique (Pacifique Sud) et continental (Massif Central français). Thèse d'état - Orsay(1981).

BIJU-DUVAL, B., MASCLE, A., MONTADERJ., L, WANNESSON, J. (1978). Seismic investigations in the Colombia, Venezuela, and Grenada basins and on the Barbados Ridge for the future IPOD Drilling. Geologie en Mijnbow, vol. 57 (2), pp. 105-116 (1978).

BIJU-DUVAL, B. (1980). De la Téthys aux mers intra-alpines actuelles. Introduction.Colloque C5 : géologie des chaînes alpines issues de la Téthys (1980) PP. 232-237.

BOUDON, G. (1979-1980). Levés géologiques sur le massif de la Soufrière de Guadeloupe. Rapport interne IPG, non publié.

BOUDON, G. (1981). Reconstitution des différents épisodes éruptifs du volcanisme quaternaire de la Guadeloupe. Rapport interne I.P.G., non publié.

BOUYSSE, P. (1979). Caractères morphostructuraux et évolution géodynamique de l'arc insulaire des Petites Antilles. Bull. B.R.G.M., IV, 1979, pp. 185-210.

BRIDEN , J.C., REX, D.C., FALLER, A.M., TOMBLIN, J.K., (1978). K/Ar geochronology and paleomagnetism of volcanic rocks in the Lesser Antilles island arc. Philos. Trans. r.. Soc., London, 291, A 1383, 485-528.

BROWN, G.N., HOLLAND, J.G., SIGURDSSON, H., TOMBLIN, J.F., ANGULUS, R.J. (1977). Geochemistry of the Lesser Antilles volcanism island arc. Geoch. cosmochimica Acta, 41, pp. 785-801.

BUNCE, T.E., PHILLIPS, J.D., CHASE, R.L., BOWIN, C.O, (1970). The Lesser Antilles arc and the eastern margin of the Caribbean Sea. In : The Sea, vol. 4, Part 2, A.E., MAXWELL Ed., (Wiley. Inter science N.Y.) 359-385.

BUTTERLIN, J. (1977). Geologie structurale de la région des Caraïbes. Mexique, Amérique Centrale, Antilles (Cordillère caraïbe). Ed. Masson, Paris.

CASSIGNOL, C., DAVID, B., GILLOT, P.Y., (1977). Contribution au dosage de l'Argon dans l'échantillon de glauconite Gl-O. Geostandarts newletter, vol. I, n°2, Oct. 1977.

CASSIGNOL, C., CORNETTE, Y., DAVID, B., GILLOT, P.Y. (1978). Technologie potassium-argon, Rapport CEA-R, 4908, 1978.

CASSIGNOL, C. (1979). Quelques recherches sur la méthode potassium-argon. Bull. Assoc. franç. étude. quat., 1979, 1.2., p. 27-33.

CASSIGNOL,; C., GILLOT, P.Y. (1982). Range and effectiveness of unspiked potassium-argon dating experimental groundwork and applications. In numeral dating in stratigraphy ed. by G.S. Odin, 1982, John Wiley and Sons.

CHEVALLIER, L., VATIN-PERIGNON, N. BLANC, F. (1983). Les cycles éruptifs récents dacitiques de la Soufrière de Sainte-Lucie - Petites Antilles. Dynamisme, structures et chronologie. PIRPSEV ,1983.

CLARK, T.F. (1978). Buoyant orean floor and the evolution of the Caribbean. Journal of geophysical research, vol. 83, n° B8, pp. 3949-3954.

CLARK, T.F. (1978). Heat flow in the eastern Caribbean . Journal of geophysical research, vol. 83, n° B 12.

CLOCCHIATTI, R., MERVOYER, B., (1 976). Contribution à l'étude des cristaux de quartz de la Guadeloupe. Bull. BRGM, 2nd série, section 4, 311-324.

COCUSSE, P.L. (1983). La Soufrière de Guadeloupe. Etude pétrologique. D.E.A.. Lille, 1983.

CURTIS, G.H. (1966). The problem of contamination in obtaining Accurate Dates of young geologic Rocks. In Potassium Argon dating, compiled by O.A. SCHAEFFER and J. ZAHRINGER. Ed. Springer Verlag, Berlin, Hedeilberg, 1 vol., 234 p., New York.

DAGAIN, J. (1981). La mise en place du massif volcanique Madeleine-Soufrière, Basse Terre de Guadeloupe, Antilles. Thèse 3è Cycle, Université de Paris-Sud, Orsay, 1981.

DALRYMPLE, G.B., MOORE, J.G. (1968). Argon 40 : Excess in submarine Pillow Basalts from Kilauea Volcano, Hawaï. Science 161 (1968) 1132-1135.

DALRYMPLE, G.B. (1969). 40/36 Ar Analyses of historic lava flows. E.P.S.L. 6 (1969) 47-55.

DALRYMPLE, G.B., LANPHERE, M.A. (1969). Potassium-Argon dating. Principles, techniques and applications to geochronology . W.H. FREMAN AND COMPANY, Ed., 1 vol., 258 p., San Francisco.

D'ARCO, PH. (1982). Contribution à l'interprétation géothermométrique et géobaromêtrique des paragenèses calco-alcalines de l'arc des Petites Antilles; cristallisation fractionnée de la série du Quill, Ile de Saint-Eustache). Thèse 3è Cycle, Brest, 1982.

DEMEULEMEESTER, P. (1982). Contribution à l'étude radiométrique à l'argon et au strontium des massifs cristallins externes (Alpes françaises). Distribution cartographique des âges sur biotites et amphiboles. Thèse 3è Cycle, Grenoble, 1982.

DOREL, J. (1978). Seismicité et structure de l'arc des Petites Antilles et du bassin atlantique. Thèse d'Etat, Université Pierre et Marie Curie (1978).

ENGEL, A.E., ENGEL, C.J., HAVENS, R.G. (1965). Chemical characteristics of oceanic basalts and the upper mantle. Geol. Soc. Americ. Bull, vol. 76, pp. 719-734.

EWART, A. (1976). Mineralogy and chemistry of modern orogenic lavas. Some statistics and implications. Earth. Planet. Sci.Letters, vol. 31, 417-432.

FLEMMING, S.J. (1970). Study of thermoluminescence in supplementing radiocarbon dating. Archaeometry, 9, 1970

GADALIA, A. (1983). Prospection géothermique de la zone Bouillante-Vieux Habitants (Guadeloupe). Exploitation géologique. Rapport interne BRGM (1983).

GERLACH, D.C., GROVE, T.L. (1982). Petrology of Medecine Lake Highland volcanics : Characterisation of Endmembers of Magma Mixing . Contrib. Mineral. Petrol. (1982) 80 : 147-159.

GILLOT, P.Y. (1974). Chronométrie par la méthode potassium-argon de laves des Causses et du Bas-Languedoc : interprêtations. Thèse Université Paris-Sud, Orsay, 1974.

GILLOT, P.Y., CHIESA, S., PASQUARÉ, G., VEZZOLI L. (1982).<33 000 yr K-Ar dating of the volcano-tectonic horst of the Isle of Ischia, Gulf of Napoli. Nature, vol. 299, n° 5880, 242-244 (1982).

GILLOT, P.Y., NATIVEL, P. (1982). K.Ar chronology of the ultimate activity of Piton des Neiges volcano, Réunion island, Indian océan. Journal of volcanology and geothermal Research, 13 (1982), 131-146.

GILLOT, P.Y., VALLADAS, G., REYSS, J.L. (1978). Dating of lavas flow using a granitic enclave. Application to the Laschamp magnetic event. PACT, 3, 1978.

GOURINARD, Y. (1975). Méthode potassium-argon et chronologie quaternaire. Bull. Assoc. franc. étude quat., 1975, 2, p. 83-89.

GROVE, T.L., GERLACH, D.G., SANDO, W.T., (1982). Origin of Calc.Alkaline series lavas at Medicine Lake volcano by fractionation, assimilation and mixing. Contrib. Mineral. Petrol. (1982), 80 : 160-182.

GUERIN, G., GILLOT, P.Y., LE GARREC, M.J., BROUSSE, R. (1981). Age subactuel, des dernières manifestations éruptives du Mont-Dore et du Cezallier. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 292 (19.03.1981).

GUERIN, G., PETIT, R.H. (1983). Datation par thermoluminescence des laves de la Guadeloupe : quelques problèmes. C.R. Acad. Sci., 1983.

GUERIN, G., VALLADAS, G. (1980). Thermoluminescence dating of plagioclases. Nature 206, vol. 2 (86), p. 697-699.

HAMILTON, E.I. (1965). Applied geochronology. Academic Press, Inc., Londres, Ltd.

HOUTZ, R.E., LUDWIG, W.L. (1977). Structure of the Colombia Basin , Caribbean sea, from the profiler-sonobuoy measurements. J.G.R., vol. 82, n° 30.

KEARY, P., PETER, G., WESTBROOK, G.K. (1975). Geophysical maps of the eastern Caribbean. Journal of the geophysical society, vol. 131, part 3, may 1975.

KRUMMENACHER, D. (1970). Isotopic composition of argon in modern volcanic rocks. E.P.S.L. 8 (1970), 109-117.

KUNO, H. (1950). Petrology of Hakone volcano and the adjacent areas, Japan. Geol. Soc. Am. Bull., 61 : 957-1020.

LACROIX, (1936). Les caractères lithologiques des Petites Antilles. Livre jubilaire cinquantenaire. Soc. Géol. Belgique, Liège, 1924, p. 969-976.

LADD, J.W. (1976). Relative motion of South America and Caribbean tectonics. Geol. Soc. Americ. Bull, 87, pp. 969-979.

LADD, J.W., WATKINS, J.S. (1978). Active margin structure within the north slope of the Muertos trench. Geologie en Mijnbown, sp. issue , vol. 57 (2), pp. 225-260.

LADD, J.W., WATKINS, J.J. (1978). Tectonic development of the trench arc complexes on the norhtern and southern margins of the Venezuela Basin. In J.S. WATSKINS et al. editors : "Geologic investigations of continental slopes and rises". Studies in Geology Americ. Assoc. Petrol. Geol (TUBA).

LADD, J.W. (1980). Caribbean plate Tectonics. Colloque C5, géologie des chaînes alpines issues de la Têthys., pp. 244-248.

LUDWIG, W.I., HOUTZ, R.E., EDWING, J.I. (1975). Profiler sonobuoy measurements in Columbia and Venezuela Basins, Caribbean sea. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., vol. 59, n°1, pp. 115-123.

LURH, J.F., CARMICHAEL, I.S.E. (1980). The Colima Volcanic complex, Mexico. Contrib. Mineral. Pétrol., 71, 343-372 (1980).

LUYENDYCK, B.P. (1970). Dips of downgoing lithospheric plates beneath island arcs. Geol. Soc. Americ. Bull., vol. 81, pp. 3411-3416.

MAC DOUGALL, I., POLACH, H.A., STIFF, J.J. (1969). Excess radiogenic argon in young subaerial basalts from the Auckland volcanic field, New Zealand. Geochimica and Cosmochimica Acta, 1969, vol.33, pp. 1485-1520.

MAC DOUGALL, I., WATKINS, N.D., KRISTJANSSON, L. (1976). Geochronology and paleomagnetism of a miocene-pliocene lava sequence at Bassastadaa, Eastern Iceland. American Journal of Science, vol. 276, 1978, pp. 1098-1095.

MALFAIT B.T., DINKELMAN, M.G. (1972). Circum Caribbean tectonic and igneous activity and the evolution of the Caribbean plate. Geol. Soc. Americ. Bull., vol. 83, n°2, pp. 251-272.

MARTIN-KAYE, P.H.A. (1956 à 1961). Geological survey of the Windword Islands. Rapports d'avancement non publié des Géologues du Gouvernement, n° 1-12.

MARTIN-KAYE, P.H.A. (1969). A summary of the geology of the Lesser Antilles. Overseas geol. miner. Resources, G.B., 10, pp. 172-206.

MASCLE, A., BIJU-DUVAL, B., LETOUZEY, J., BELLIZZIA, A., AUBOUIN, J., BLANCHET,R., STERHAN, J.F., BECK, C. (1979). Estructura y evolucion de los margines este y sur del Caribe. Analisis de los problemas del Caribe. Bull. BRGM, (2), IV, 314, 1979.

MATTSON, P.H. (1979). Subduction, buyoant braking, flipping and strikeslip fault in the Northern Carribean. J. Geol., U.S.A., 87, pp. 293-304.

MATTSON, P.H., LEWIS, J.F. (1980). Structural trends and tectonic history of the Northern Caribbean. Colloque C5 , Géologie des chaînes alpines issues de la Têthys, pp. 30-37.

MAURY, R.C. (1976). Contamination (par l'encaissant et les enclaves) et cristallisation fractionnée des séries volcaniques alcalines, continentales (Massif Central français) et océaniques (Pacifique Central) : l'origine des laves acides. Thèse d'Etat, Orsay, 1976.

MURPHY, A.J., SYKES, L.R., DONNELLY, T.W. (1970). Preliminary survey of the microseismicity of the northern Caribbean. Geol. Soc. Americ. Bull. (81), pp. 2459-2464.

MOLNAR, P. , SYKES, L. (1969). Tectonics of the Caribbean and Middle America regions. Geol. Soc. Amer. Bull., 80 (9), pp. 1639-1686.

ODIN, G.S. et collaborateurs (1976). La glauconite Gl-O, étalon interlaboratoires pour l'analyse radiochronologique. Analusis , 1976, v.4, n°6, pp. 287-291.

O'HARA, M.J. (1977). Geological evolution during fractionnal crystallisation of a periodically refilled magma chamber. Nature, 266 : 503-507.

PATERNE, M.(1980). Chronologie des éruptions du massif de la Soufrière (Guadeloupe-Petites Antilles). Essai de comparaisons des périodes d'activité volcanique de quelques régions volcaniques. Thèse 3è Cycle, Bordeaux (1980).

PELLETIER, B. (1976). Contribution à l'étude du volcanisme d'arcs insulaires en Martinique.Bull. BRGM IV (4), 1976, pp. 267-296.

PISANI, C., DELLA PORTA, P. (1967). A non evaporable getter cartridge for use in UHV systems and in Appendage pumps. Al nuovo Cimento, suppl., vol.5, pp. 261-273, 1967.

PITMAN, W.C., TALWANI (1972). Sea floor spreading in the north Atlantic. Geol. Soc.Americ. Bull., 83, pp. 619-646.

PRESCOTT, J.R., STEPHAN, L.G. (1982). The contribution of cosmic radiation to the environmental dose for TL dating. PACT, vol.6, p. 17.

REA, W.J., BAKER, P.E. (1980). The geochimical characteristics and conditions of petrogenesis of the volcanic rocks of the Northem Lesser Antilles. A review. Bull. volc.special review, vol. 43 (2), 1980, pp. 325-336.

REUBER, I. (1982). Générations successives de filons grenus dans le complexe ophiolitique d'Antalya (Turquie). Origine, évolution et mécanisme d'injection de liquides. Thèse, Université de Strasbourg.

ROEDER, D.H. (1975). Tectonics effect of dip changes in subduction zones. Americ. J.S., 275, pp. 252-264.

SAKUYAMA, M. (1979). Evidence of magma mixing petrological study of shiroumaoike calc-alkaline andesite volcano, Japan. J. volc. géoth. Research, 5, 1979, pp. 179-208.

SAUNDERS, J.B. et al. (1974). Cruise synthetics. Leg 15. Initial reports of the D.S.D.P. (JOIDES). Nath. Sci. Found. Washington, vol. XV, pp. 1077-1111.

SAUNDERS, J.B. (1980). The development of the Caribbean with special reference to the southern margin and Venezuela Basin. Colloque C5 : Géologie des chaînes alpines issues de la Têthys (1980), pp. 236-243.

SCHELL, B.A., TARR, A.C. (1978). Plate tectonics of the northeastern Caribbean sea region. Geol. en Minjbouw, sp. issue, vol. 57 (2), pp. 319-322.

SEMET, M., VATIN-PERIGNON, N., VINCENT, P., JORON, J.L. Magma mixing once moore, its involment in triggering the 16 th. century volcanic activity at the Soufrière, Gaudeloupe (FWI). (à paraître).

SEMET, M. (1982). La Soufrière de Guadeloupe : présentation générale et programme PIRPSEV 1982. Programme PIRPSEV, 1982.

SMITH, A.L., ROOBOL, M.J., GUNN, M.J. (1980). The Lesser Antilles. A discussion of the island arc magmatism. Bull. volc. special issue, vol. 43, n°2, 1980, pp. 287-302.

SPARKS, J.R.J., SIGURDSSON, H., WILSON, L. (1977). Magma mixing : a mechanism for triggering acid explosive eruptions. Nature, 267, 5609, pp. 315-318.

STEIGER, R.H., JAGER, E. (1977). Subcommission on geochronology : convention of the use of decay constants in geo and cosmochronology. Earth and Planet. Sci. Letters, 36, 1977, pp. 359-362.

STEINBERG, M., TOURAY, J.C., TREUIL, M., MASSARD, P. (1979). Geochimie, principes et méthodes. Tome II : cristallochimie et éléments en traces. Doin ed., Paris, 1979.

TOKSÖZ, N. (1980). La subduction de la lithosphère. Dans " La dérive des continents" diffusion Belin.

TOMBLIN, J.F. Dacites of the Lesser Antilles. In Trondhjemites, dacites and related rocks, ed. F. Barker, pp. 601-608.

TREUIL, M., VARET, J. (1973). Critères pétrologiques, géochimiques et structuraux de la genèse et de la différenciation des magmas basaltiques : exemple de l'Afar. Thèse de Doctorat d'Etat, orsay, 1973.

VALLADAS, G., GILLOT, P.Y. (1978). Dating of the Olby lava flow using heated quartz pebbles : some problems. PACT, 2, 1978.

VALLADAS, G. (1979). La datation des roches par la thermoluminescence. Applications. Bull. Assoc. from. Etude Quat., 1979, 1-2, pp. 43-52.

VALLADAS, G. (1979). Some observations of the thermoluminescence response dependance of quartz on dose rate. Processings of the 19th International symp. Archaeometry and archaological prospection, London, 28-31, march 1979.

VALLADAS, G., FERREIRA, G. (1980). On the dose-rate dependance of the thermoluminescence response of quartz. Nuclear Inst. and Meth., 175, p. 216-218.

VATIN-PERIGNON, N., BLANC-PETIT,F. (1983). Preliminary results about the last eruptive Cycle in the Madeleine-Soufrière Massif (Southern Guadeloupe. French West. Indies. Terra cognita, 3, 1983, pp. 153-154.

VINCENT, P.M., VATIN-PERIGNON, N., SEMET, M., CHEMINEE, J.L. (1979). Le dôme de la Soufrière (Guadeloupe) : son âge et son mode de mise en place. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 288, 1979.

WALSCH, A. (1955). The application of absorption atomic spectra to chemical analyses. Spectrochimica acta, 7, 108.

WESTBROOK, G.K. (1975). The structure of the crust and upper mantle in the region of Barbados and the Lesser Antilles. Geophys. J.R., Act. Soc., 1975, 43, 201-242.

WESTERCAMP, D. (1977). Levés géologiques, évaluation et zonation des risques volcaniques à la Soufrière de la Guadeloupe. Rapport interne BRGM, 77 Ant. 29, pp. 1-32.

WESTERCAMP, D. (1977). Evolution des séries volcaniques de Martinique et des arcs insulaires des Petites Antilles dans leur contexte structural. 8th. Carib. geol. conf. Curaçao, résumé, pp. 227-228.

WESTERCAMP, D. (1979). Diversité, contrôle structural et origine du volcanisme récent dans l'arc insulaire des Petites Antilles. Bull. BRGM, 2è série, IV, 3/4, pp. 211-226.

WESTERCAMP, D. (1980/81). Assessment of volcanic hazards at Soufrière de Guadeloupe, FWI. Bull. BRGM, IV (2) - 1980-81, pp. 187-192.

WESTERCAMP, D., MERVOYER, B. (1976). Les séries volcaniques de la Martinique et de la Guadeloupe, Petites Antilles françaises. Rapports stratigraphiques et pétrographiques. Bull. BRGM, 2è série, 4, pp. 229-242.

WESTERCAMP, D., TOMBLIN, J.F. (1979). Le volcanisme récent et les éruptions historiques de la partie centrale de l'arc insulaire des Petites Antilles. Bull. BRGM, section IV, n° 3/4, 1979, pp. 293-319.

WESTERCAMP, D., TAZIEFF, H. (1980). Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin, La Désirade. Guides géologiques régionnaux (ed. Masson), 1980.

ZIMMERMAN, C., KUDO, A.M. (1976). The role of pargasitic horneblende in andesite genesis, Rio Grande Rift, New-Mexico. Geol. Soc. Amer., Abstr., 10, p. 522.

ZIMMERMAN, D.W., (1971). TL dating using fine grains from pottery. Archeometry, 13, (1), p. 29.

THESE DE 3e CYCLE

Titre de l'ouvrage :

CORRELATIONS CHRONOLOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES FORMATIONS VOLCANIQUES DU SUD DE LA BASSE-TERRE DE GUADELOUPE (PETITES ANTILLES)

– début du cycle récent –

Nom de l'auteur : Françoise BLANC

Etablissement : Université Scientifique et Médicale de Grenoble

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

RESUME

Cette étude, effectuée dans le cadre des Observatoires Volcaniques de l'Institut de Physique du Globe de Paris et des programmes de Recherche du CNRS sur l'Histoire des volcans actifs, contribue à la chronologie des événements récents du Sud de la Basse-Terre de Guadeloupe (Petites Antilles) pour laquelle des lacunes importantes subsistaient du fait de mauvaises conditions d'affleurements.

Les méthodes employées sont : 1) le potassium-argon (CFR, Gif), 2) la thermoluminescence (CFR, Gif) et 3) la géochimie des majeurs et des traces utilisée en tant que critère de corrélation des différents dépôts (Grenoble, Saclay).

1) La méthode du potassium-argon, dans son adaptation aux périodes récentes (inférieure à 1 Ma) a permis d'obtenir l'âge des coulées de laves massives basaltiques à andésitiques, appartenant au cycle Pitons de Bouillante – Sans-Toucher, aux Monts Caraïbes et à la phase initiale du cycle récent Madeleine – Soufrière.

2) La méthode de la thermoluminescence sur quartz a été utilisée pour la datation de certains niveaux ponceux dacitiques à quartz appartenant à la Chaîne andésitique de Bouillante et au cycle récent Madeleine – Soufrière.

3) Les éléments majeurs, incompatibles (La, Th) et de transition (Sc, Co) des niveaux ponceux et les analyses des phases minérales à la microsonde ont permis d'établir ou de préciser des corrélations jusqu'ici rendues aléatoires par les conditions de terrain, de regrouper dans un même cycle des niveaux attribués à des cycles différents, et de déceler des indices de mélanges magmatiques.

Les résultats obtenus modifient la chronologie de la Basse-Terre comme suit :

– la fin du cycle des Pitons de Bouillante – Sans Toucher est aux environs de 600 000 ans,
– celle de la Chaîne andésitique de Bouillante est proche de 244 000 ans,
– et le début de l'activité des Monts Caraïbes se situe aux environs de 500 000 ans.

Le résultat le plus important concerne le début du cycle récent Madeleine – Soufrière pour lequel une *phase Carmichäel* est datée entre 150 000 et 100 000 ans ; son activité débute par un épisode explosif (ponces à quartz de l'anse des Pères et ponces andésitiques de Pintade) et se poursuit par un épisode effusif de grande importance (coulées de Trois Rivières, groupes nord et sud). Entre la fin de la phase Carmichäel et le début de la phase Madeleine, une période d'accalmie est mise en évidence ; sa durée est voisine de 70 000 ans.

MOTS-CLES

Chronologie ; corrélation ; formation volcanique ; potassium-argon ; thermolumicescence ; géochimie ; microsonde ; mélande magmatique ; phase Carmichäel ; cycle récent Madeleine – Soufrière ; Basse-Terre de Guadeloupe ; Petites Antilles.