



HAL
open science

Etude structurale et pétrographique des dykes de la vallée del Bove (Etna, Sicile, Italie)

Dominique Compare

► **To cite this version:**

Dominique Compare. Etude structurale et pétrographique des dykes de la vallée del Bove (Etna, Sicile, Italie). Volcanologie. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1981. Français. NNT : . tel-00766319

HAL Id: tel-00766319

<https://theses.hal.science/tel-00766319>

Submitted on 18 Dec 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.

205.142
1981
295

double

SN

205142
1981
295

Thèse de Doctorat

UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE
DE GRENOBLE

Spécialité : Géologie appliquée
Option : Pétrologie - Métallogénie

ÉTUDE STRUCTURALE ET PÉTROGRAPHIQUE
DES DYKES DE LA VALLÉE DEL BOVE
(ETNA, SICILE, ITALIE)

DOMINIQUE COMPARE



Décembre 1981

Travail réalisé dans le cadre du
Programme Interdisciplinaire de Recherche sur la Préviation
et la Surveillance des Eruptions Volcaniques.

PIRPSEV - CNRS

Bulletin PIRPSEV n°119. bis

205142

1981

295

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE
ET MEDICALE DE GRENOBLE

THESE DE DOCTORAT DE SPECIALITE
SPECIALITE : GEOLOGIE APPLIQUEE
OPTION : PETROLOGIE - METALLOGENIE

ETUDE STRUCTURALE ET PETROGRAPHIQUE
DES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE
(ETNA, SICILE, ITALIE)

par Dominique COMPARE

Soutenu publiquement le 21 décembre 1981 devant
la Commission d'Examen

R. MICHEL : Président
J.B. MURRAY : Invité
N. VATIN-PERIGNON : Rapporteur
G. BUFFET : Examineur
G. KIEFFER : Examineur



STUDI DI DUE GEOLOGI FRANCESI SULL'ETNA

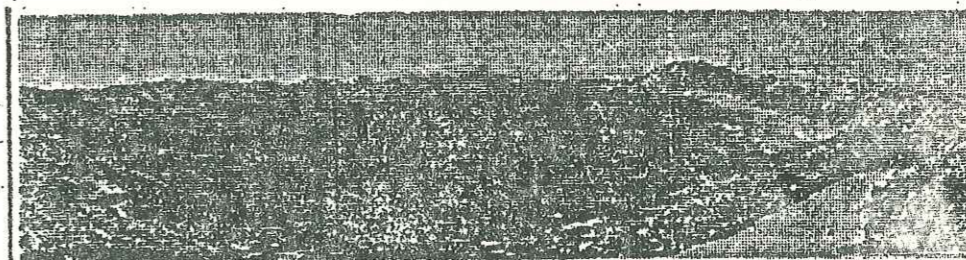
Alla ricerca delle origini della Valle del Bove

L'ampio squarcio sul versante orientale del nostro vulcano sarebbe stato provocato da una serie di esplosioni vulcaniche scaglionate in diverse decine di migliaia di anni

Da qualche giorno si trovano sull'Etna, per una serie di ricerche e di studi sulla Valle del Bove, due giovani geologi francesi: Ghislaine Adline e Dominique Compère, dell'Institut Dolomien di Grenoble (Laboratoire de pétrologie-volcanologie). La loro permanenza si protrarrà per diverse settimane e dovrebbe servire a fare luce sulle origini della sconfinata Valle del Bove che sorge sul versante orientale del nostro vulcano.

Com'è noto, la Valle del Bove, orientata con direzione ovest-est, più che una valle, è un vastissimo squarcio sul fianco della montagna; ha forma ellittica, misura un perimetro di oltre venti chilometri, una larghezza di circa quattro chilometri e una lunghezza di circa nove chilometri; da tre parti è limitata da ripide pareti di roccia basaltica che variano da un minimo di 600 metri di altezza a un massimo di 1.200 metri; fino all'anno scorso, quasi al suo centro troneggiavano due piccoli rilievi montagnosi — i Monti Centenari — ma le ultime eruzioni li hanno fatto in gran parte scomparire, seppellendoli sotto la lava.

Differenti ipotesi sono state prospettate da tempo per



Una panoramica dell'immensa Valle del Bove.

spiegare la sua formazione — erosione glaciale, caldera di sprofondamento e così via dicendo — ma le recenti ricerche di taluni studiosi (fra i quali il francese Kieffer) propendono a pensare che essa risulterebbe da una successione di eruzioni esplosive, sicuramente freatiche o freatomagmatiche, scaglionate in diverse decine di migliaia di anni, l'ultima delle quali rimonterebbe a poco più di cinquemila anni addietro. La Valle del Bove, dunque, sarebbe il risultato delle ultime eruzioni di un antico centro eruttivo dell'Etna: il Trifoglietto.

Infatti, prima ancora di occupare l'attuale posto — sostengono Adline e Compère — l'Etna si è spostato dal bordo del mare lonto verso l'interno delle terraferme (dove oggi si trova), cam-

biando la composizione chimica delle lave, che sono diventate più basaltiche.

La Valle del Bove, sottolineano ancora i due geologi francesi, è limitata a nord e a sud da pareti che mostrano le strutture geologiche di antichi centri eruttivi. Al centro, la Valle conserva parecchie centinaia di « dicchi » (un « dicco » è un'intrusione magmatica all'interno di una frattura), che l'anno scorso sono stati studiati da Kieffer, Adline, Compère e altri dal punto di vista geografico e geologico.

I due geologi francesi, quindi, durante questa loro permanenza sull'Etna, studieranno questi « dicchi », la loro ripartizione e le strutture geologiche visibili lungo le pareti della Valle: sperano, così, di venire a capo della storia dei differenti edi-

fici vulcanici etnei situati nella Valle del Bove e che precedettero l'attuale Mongibello.

RÉSUMÉ

La Valle del Bove, vaste dépression de 5 sur 7 km; entaillant le flanc est de l'Etna (Sicile-Italie), présente la particularité de renfermer plusieurs centaines de dykes, témoins des centres éruptifs qui s'y sont succédés.

L'étude stratigraphique montre que les dépôts de la partie nord-occidentale de la Valle del Bove, auparavant rattachés aux formations Trifoglietto 2, pour leur presque totalité appartiennent en fait à un autre appareil éruptif où alternaient des phases effusives et des phases explosives à caractère souvent phréatomagmatique. Seuls les 20 m de la partie supérieure de la paroi peuvent être rattachés à des événements post-Trifoglietto présentant une ressemblance avec ceux constituant le sommet de la paroi sud.

L'étude structurale et pétrographique des dykes montre que six familles peuvent être individualisées, divisibles en deux groupes. Les dykes de ces deux groupes sont constitués d'une lave leucocrate alcaline à tendance potassique moyennement ou peu différenciée: le premier groupe, constitué de trois ensembles: 1) le premier ensemble regroupe deux dykes qui pourraient être les témoins de l'ancien centre éruptif du Calanna, centré dans la Valle di Calanna. La lave est une mugéarite potassique; 2) le second ensemble est constitué de dykes d'hawaïtes localisés dans la partie nord orientale de la vallée et dont le point d'émission devait être situé dans la partie centrale orientale de la Valle del Bove; 3) le troisième ensemble est formé de dykes d'hawaïtes ou de mugéarites émis par le centre du Trifoglietto qui se trouvait, il y a plus de 50 000 ans, dans la partie sud-occidentale de la Valle del Bove.

Ce premier groupe de filons est séparé d'une assez longue période (peut-être 35 000 ans) d'un second groupe de filons post-Trifoglietto, constitué lui aussi de trois ensembles: 4) le quatrième ensemble rassemble des mugéarites porphyriques à grands phénocristaux de plagioclase: la biancavillite, dont l'émission peut-être datée d'environ 15 000 ans. Ces laves peuvent aller jusqu'aux benmoréites; 5 et 6) enfin les cinquième et sixième ensembles sont constitués de mugéarites pratiquement aphanitiques, pouvant aller jusqu'aux benmoréites.

Les centres d'émission de ces filons du second groupe, post-Trifoglietto, étaient situés, il y a moins de 15 000 ans, à quelques kilomètres au Sud-Est du Cratère central actuel.

S O M M A I R E

- INTRODUCTION	4
I- CADRE GEOGRAPHIQUE	4
II- CADRE GEOLOGIQUE	4
III- TRAVAUX ANTERIEURS	9
IV- BUTS ET METHODE DE L'ETUDE	11
IV.1- Buts de cette étude	11
IV.2- Cartographie et échantillonnage	11
- CHAPITRE I - INVENTAIRE DES FORMATIONS DE LA VALLE DEL BOVE	12
I- RELATIONS STRATIGRAPHIQUES	12
II- LES DIFFERENTES FORMATIONS DE L'ENCAISSANT DES FILONS	16
a) Les coulées	16
b) Les sills	17
c) Les pyroclastites	17
III- LES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE	17
- CHAPITRE II - ETUDE PETROGRAPHIQUE DES DYKES	18
I- ENSEMBLE 1	18
I.1- Caractères macroscopiques	18
I.2- Caractères microscopiques	18
. Les phénocristaux	18
. La mésostase	18
. Les minéraux d'altération	18
II- ENSEMBLE 2	18
II.1- Caractères macroscopiques	18
II.2- Caractères microscopiques	20
. Les phénocristaux	20
. La mésostase	20
. Les minéraux d'altération	20
III- ENSEMBLE 3	20
III.1- Caractères macroscopiques	20
. La lave altérée	20
. La lave saine	20
. La lave des "corps intrusifs"	22
III.2- Caractères microscopiques	22
. Les phénocristaux	22
. La pâte microlitique	24
. Les minéraux d'altération	24
IV- ENSEMBLE 4	24
IV.1- Caractères macroscopiques	24
IV.2- Caractères microscopiques	24
. Les phénocristaux	25
. La mésostase	25
. Les minéraux d'altération	25
V- ENSEMBLE 5	25
V.1- Caractères macroscopiques	25
V.2- Caractères microscopiques	27
. Les phénocristaux	27
. La pâte	27
. Les minéraux d'altération	27
VI- ENSEMBLE 6	27
VI.1 - Caractères macroscopiques	27
VI.2 - Caractères microscopiques	27
. Les phénocristaux	27
. La mésostase	27
. Les minéraux d'altération	29
VII - CONCLUSION A L'ETUDE PETROGRAPHIQUE	29

- CHAPITRE III - ETUDE STRUCTURALE DES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE	30
. ENSEMBLE 1	30
. ENSEMBLE 2	30
. ENSEMBLE 3	32
. ENSEMBLE 4	32
. ENSEMBLES 5 & 6	35
1. Ensemble 5	35
2. Ensemble 6	35
. CONCLUSION A L'ETUDE STRUCTURALE DES FAMILLES DES DYKES	40
- CHAPITRE IV - ETUDE PETROCHIMIQUE DES DYKES	41
I - METHODOLOGIE	41
II - CLASSIFICATION DES ROCHES ET APPROCHE PETROCHIMIQUE DES FILONS	41
III - LES FAMILLES DES FILONS	43
III.1- Ensemble 1	43
III.2- Ensemble 2	43
III.3- Ensemble 3	43
III.4- Ensemble 4	47
III.5- Ensemble 5	47
III.6- Ensemble 6	47
IV - TABLEAU RECAPITULATIF	47
V - LES OXYDES MAJEURS ET LES ELEMENTS EN TRACES Ba, Rb et Sr	48
V.1- Diagrammes oxydes majeurs /D.I. et oxydes majeurs /S.I.	48
V.2- Les éléments en traces: Ba, Rb et Sr dans les dykes	48
V.3- Conclusion à l'étude pétrochimique des dykes	53
- CONCLUSIONS GENERALES	54
I - LES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE DANS LE COMPLEXE ETNEEN	54
II - ROLE ET INCIDENCE SUR L'EVOLUTION DE L'ETNA	56
- ANNEXE 1: NOMENCLATURE DES DYKES	57
- ANNEXE 2: ANALYSES CHIMIQUES	68
- ANNEXE 3: DESCRIPTION DETAILLEE DES COUPES ETUDIEES	72
- BIBLIOGRAPHIE	76

INTRODUCTION

I- CADRE GEOGRAPHIQUE

L'Etna constitue le plus haut volcan d'Europe en activité persistante. Il s'agit d'un vaste strato-volcan composite culminant à l'altitude de 3 350 m et couvrant une superficie de 1 200 km². Ses dimensions sont d'environ 45 km du N au S et 35 km d'W en E. Il est situé sur la côte est sicilienne; son sommet se trouve à 30 km environ au NW de la ville de Catane.

Le présent mémoire concerne une vaste dépression entaillant le flanc est du volcan entre 1 300 et 2 800 m d'altitude et nommée la "Valle del Bove" (vallée du boeuf), (fig.1).

Cette dépression, grossièrement orientée W-E est limitée au Nord, au Sud et à l'Ouest par des parois abruptes dont la hauteur peut dépasser 1 000 m (flanc ouest). Sa partie est s'ouvre en pente relativement douce, brisée par quelques ressauts, en direction de la mer Ionienne (le premier de ces ressauts représente le flanc ouest d'une autre dépression succédant vers l'Est à la Valle del Bove: la "Valle di Calanna").

Les dimensions de la vallée sont de 7,5 km avec la valle di Calanna (W-E) sur 5,5 km (N-S). Son fond topographique est constitué d'une vaste surface relativement plane, s'étendant entre 1 400 m et 1 800 m d'altitude (d'W en E).

II- CADRE GEOLOGIQUE (fig.4)

L'Etna représente un vaste strato-volcan dont l'activité débute au Riss (il y a environ 250 000 ans; KIEFFER, 1971, 1981), par un volcanisme de nature tholéiitique (TANGUY, 1966, 1980). Ce volcanisme édifie au Turrhénien (entre -230 000 et -75 000 ans environ) un premier grand volcan nommé Etna primordial (KIEFFER, 1974a, 1981), ayant pu correspondre à un volcan-bouclier de type hawaïen (KIEFFER et TANGUY, 1976; KIEFFER, 1981) et dans lequel s'observe le passage progressif des laves tholéiitiques aux laves alcalines (TANGUY, KIEFFER, CONDOMINES, 1977; KIEFFER, 1981). Ce premier centre étnéen disparaît, laissant une caldeira d'une quinzaine de kilomètres de diamètre (KIEFFER, 1974a), dans laquelle apparaissent de nouveaux centres éruptifs dont le plus important à certainement été le Trifoglietto (Trifoglietto II de KLERKX, 1968, 1970). La succession des centres éruptifs conduit finalement à l'apparition vers le NW du système du Mongibello. C'est dans la caldeira de ce nouveau centre, formé il y a environ 14 000 ans (KIEFFER, 1979), que s'édifièrent, sur les cendres et coulées qui la comblèrent, les bouches éruptives actuelles.

L'Etna s'est édifié sur un horst, constitué de terrains essentiellement tertiaires mais aussi secondaires, surélevé au quaternaire d'environ 800 m d'altitude et dont les mouvements de surrection se poursuivent toujours actuellement (KIEFFER, 1972). Le flanc oriental de l'édifice étnéen a été découpé en gradins limités par des failles grossièrement orientées N-S et à plongement vers l'Est (KIEFFER, 1981, fig.2). Un glissement bloc à bloc vers l'Est du substratum pourrait expliquer le déplacement des centres éruptifs. Enfin, le volcanisme étnéen se trouve situé à l'intersection de plusieurs systèmes de failles (ROMANO, 1979) dont le plus important fonctionnant actuellement et responsable d'un bon nombre d'éruptions est sans doute la "rift-zone" (KIEFFER, 1975a) nom donné à une zone de fissures orientée grossièrement N-S, par analogie aux "rift-zones" des grands volcans hawaïens.

Sur le flanc est du cône étnéen actuel s'ouvre la Valle del Bove (fig. 1 et 2). Différentes hypothèses ont été proposées pour essayer d'expliquer sa formation. Pour certains, il s'agirait d'une caldeira formée par un effondrement consécutif à la vidange ou au déplacement d'un réservoir magmatique sous-jacent (KLERKX, 1968, 1970). Pour d'autres elle serait due à un épisode d'érosion glaciaire (VAGLIASINDI, 1949). Mais l'étude morphologique de la vallée et la découverte de dépôts détritiques et pyroclastiques abondants situés entre l'extrémité est de la vallée et la mer (fig.3) ont amené certains chercheurs (KIEFFER, 1969) à considérer qu'il s'agissait

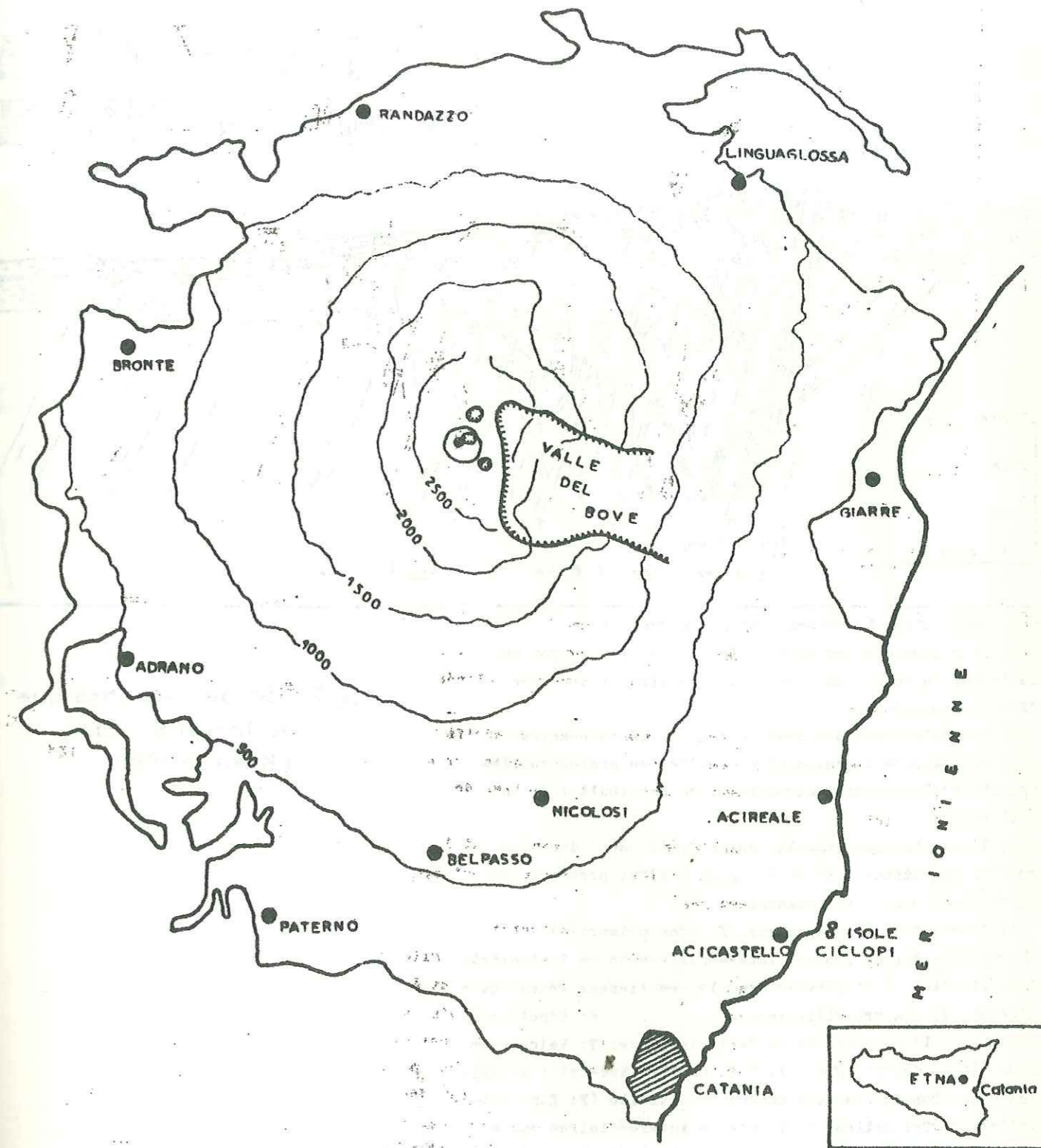
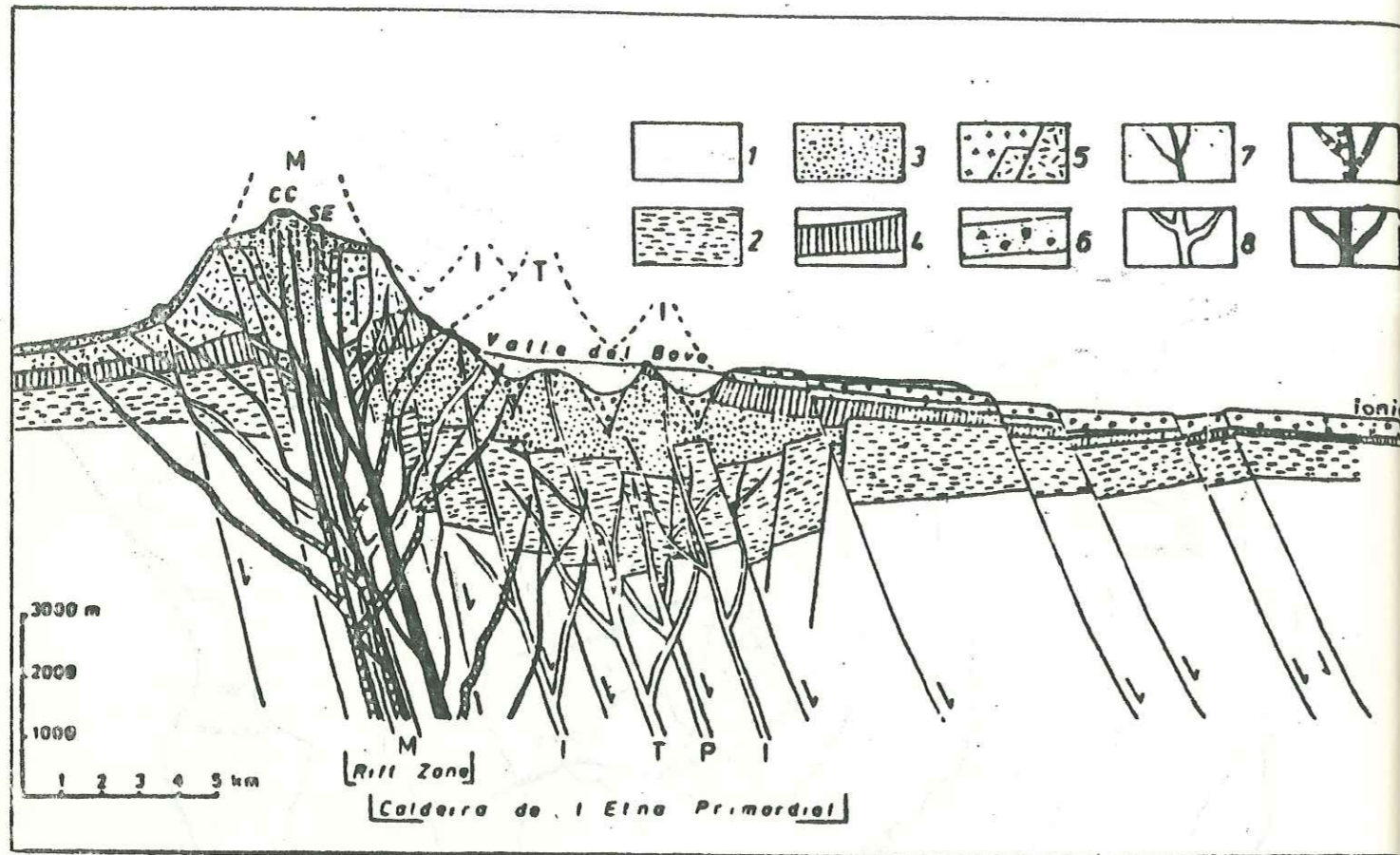


Fig.1: Situation de la Valle del Bove

Légende:

— Limite des coulées
 ● cratères actuels

0 5 10 km



Coupe schématique à travers l'Etna suggérant :

a) le glissement tectonique bloc à bloc vers l'Est du substratum du volcan sur des failles également inclinées vers l'Est en profondeur;

b) le déplacement des centres d'activité successive;

c) le plongement également vers l'Est en profondeur des conduits d'alimentation magmatique, en particulier de la "rift zone";

d) l'organisation actuelle de la "rift zone" dont les conduits magmatiques situés les plus à l'Est prennent progressivement plus d'importance;

1: Substratum non volcanique; 2: Etna primordial;

3: Trifoglietto; 4: Centres intermédiaires entre Trifoglietto et Mongibello; 5: Mongibello avec le remplissage récent de la caldeira, le Cratère Elliptique;

6: Dépôts corrélatifs de l'ouverture de la Valle del Bove; 7: Volcanisme actuel (C C: Cratère Central; S E: Cratère Sud-Est); 8: Dyke d'alimentation des anciens centres d'activité (P: Etna Primordial; T: Trifoglietto; I: Centres intermédiaires entre Trifoglietto et Mongibello; N: Mongibello); 9: Dykes d'alimentation magmatique des bouches actives actuelles, mais fonctionnant de moins en moins depuis quelques siècles; 10: Dyke d'alimentation magmatique des bouches actives actuelles, prenant de plus en plus d'importance depuis quelques siècles.

(KIEFFER 1981)

Fig. 2: Coupe schématique à travers l'Etna (Kieffer 1981)

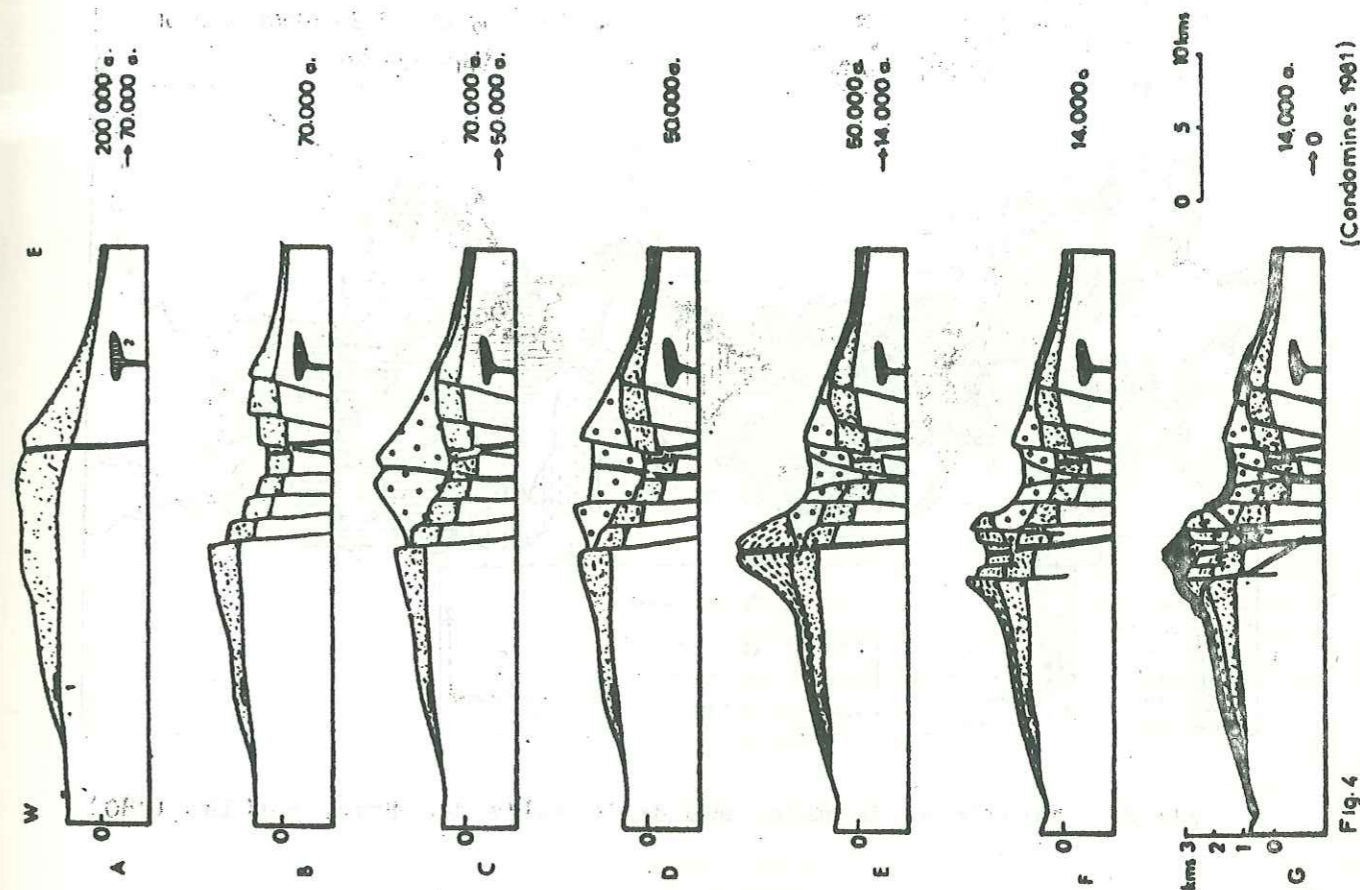


Fig. 4

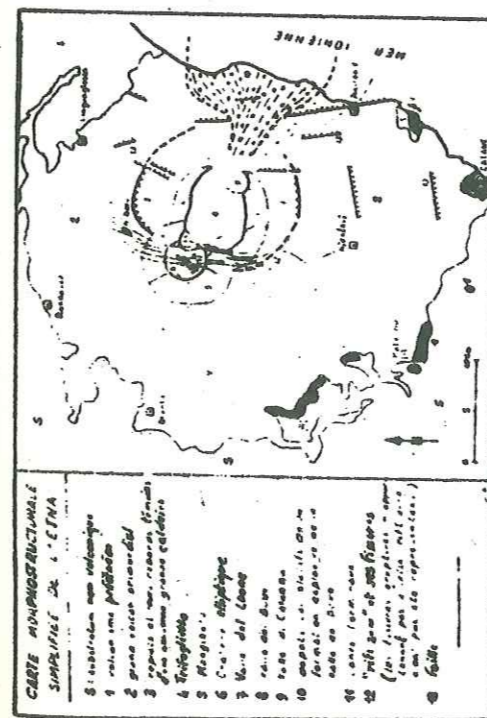


Fig. 3

Légende de la fig. 4

Evolution schématique de l'Etna depuis 200 000 ans d'après la coupe de KIEFFER, 1975).

A - Edification de l'Etna primordial

B - Formation de la caldeira de l'Etna primordial

C - Construction du Trifoglietto

D - 1ère phase de formation de la caldeira de la "Valle del Bove".

E - Edification du Mongibello et poursuite de l'activité explosive dans la "Valle del Bove".

F - Formation de la caldeira du "cratère elliptique" et dernières phases d'ouverture de la "Valle del Bove".

G - Construction de l'Etna actuel dans la caldeira du "cratère elliptique".

(Condomines 1981)

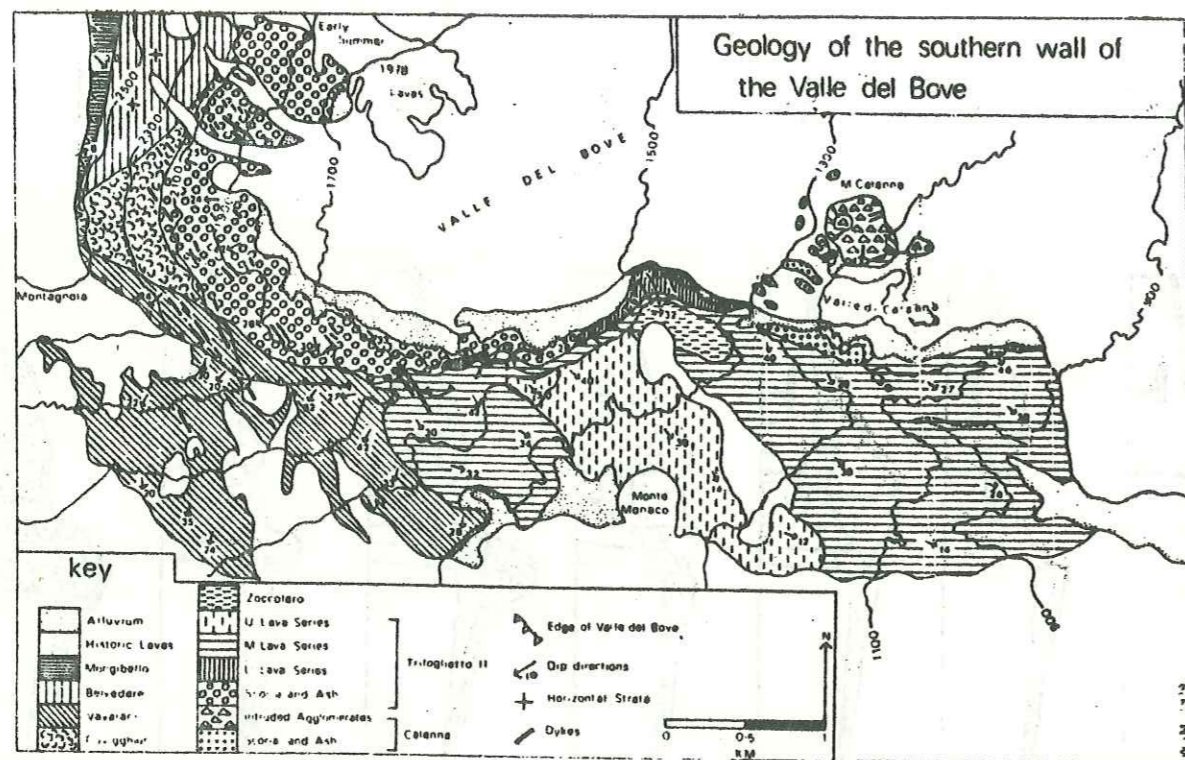


Fig.5: Géologie de la paroi sud de la Valle del Bove (McGUIRE 1980)

davantage d'une structure résultant de plusieurs phases (au moins quatre) d'éruptions sans doute phréatiques ou phréatomagmatiques de type "bandaïen" (KIEFFER, 1969 et 1981). Les premières phases d'ouverture de la Valle del Bove remonteraient à quelques dizaines de milliers d'années (KIEFFER, 1977) et les dernières phases à quelques milliers d'années: éruption de 1 470 av. J.C. ? (KIEFFER, 1981).

Avant l'apparition du volcanisme étnéen, un volcanisme pré-étnéen a existé du Sicilien au Riss aux environs d'Acicastello et Acireale (fig.1) où l'on en retrouve aujourd'hui les témoins (KIEFFER, 1976a, 1981). Ce volcanisme a donné des épanchements sous-marins de basaltes essentiellement tholéiitiques (TANGUY, 1966, 1978).

III- TRAVAUX ANTERIEURS

A partir de 1850, divers auteurs (LYELL 1858, GEMMELLARO 1860, VON WALTERHAUSEN 1880) s'accordent à voir dans la Valle del Bove les traces d'un ancien centre éruptif, antérieur à l'actuel Mongibello.

. LYELL (1858) déduit de la nature des laves et de l'orientation des formations visibles dans les parois de la vallée l'existence d'un ancien centre éruptif qu'il nomme **axe ou cône du Trifoglietto**. Il donne également le nom d'axe du **Mongibello** au centre éruptif actif à son époque.

. KLERKX (1968) met en évidence l'existence de quatre centres éruptifs successifs dans l'histoire étnéenne, et ceci sur des critères lithologiques ou structuraux.

-Le **Calanna** dont le cratère était localisé à l'emplacement de l'actuelle Valle di Calanna (fig.6) ;

-Le **Trifoglietto I** qui était situé dans la partie nord orientale de la valle del Bove;

-Le **Trifoglietto II**, situé dans la partie sud-ouest de la Valle del Bove;

-Le **complexe post-Trifoglietto** qui rassemble des formations laviques et tufacées que l'on trouve au sommet de la paroi occidentale de la vallée et qui doivent être issues de centres éruptifs ouverts sur le flanc ouest du Trifoglietto.

. LO GIUDICE (1970), à la suite d'une étude des produits volcaniques compris entre le Trifoglietto II et le Mongibello et affleurant le long de la paroi sud-occidentale de la Valle del Bove, individualise un nouveau centre éruptif situé à l'intérieur de la vallée quelque part aux environs de la partie basse du Canalone della Montagnola: le **complexe du Vavalci**.

. LO GIUDICE, ROMANO et STURIALE (1975) identifient dans la paroi occidentale de la vallée deux nouvelles unités volcaniques comprises entre les dépôts du Trifoglietto II et ceux du Mongibello: 1) le **complexe du Belvédère**, postérieur au complexe de Vavalci, et individualisé à partir de critères stratigraphiques et morphologiques. 2) Le **centre éruptif de la Serra Giannicola Piccola** individualisé par la présence de dykes se recoupant orthogonalement au sein de pyroclastites. Il serait antérieur au complexe du Belvédère, mais ne présenterait pas de relations directes avec le complexe du Vavalci.

. Enfin Mc GUIRE (1980) identifie à son tour, suivant des critères stratigraphiques et pétrographiques deux nouveaux centres: 1) Le **Cuvigghiani**: il s'agit d'un cône de pyroclastites dont les témoins se retrouvent dans le flanc ouest de la Valle del Bove. Il apparaît lithostratigraphiquement situé entre les complexes de Vavalaci et du Belvédère. 2) Le **Zoccolaro** formé d'unités de lave scoriacée coiffant le sommet du Monte Zoccolaro, et situé entre le Belvédère et le Mongibello (mais cette position est incertaine et il se peut que l'unité du Zoccolaro puisse être corrélée avec le Vavalaci (Mc. GUIRE, communication personnelle).

La succession de ces unités volcaniques peut donc être résumée de la façon suivante (de l'unité la plus ancienne à l'unité la plus récente) :

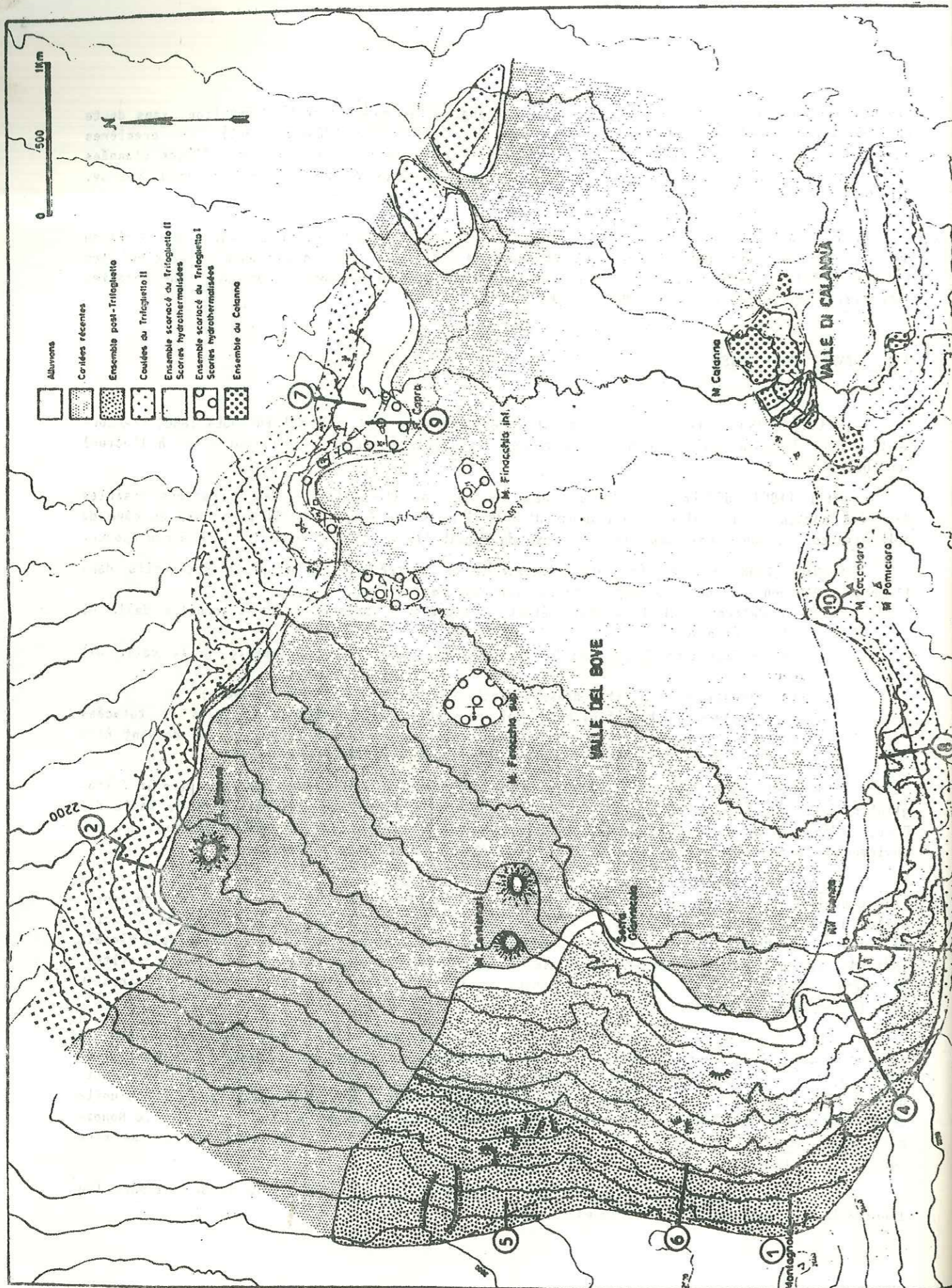


Fig. 6 : Carte géologique de la Valle del Bove (KLERKX 1970)
(et situation des coupes levées)

- Le Calanna; centré dans la Valle di Calanna.
- Le Trifoglietto I, le Trifoglietto II, le Vavalaci, le Cuvigghiuni (?); centrés dans la Valle del Bove;
- puis le Belvédère, le Zoccolaro et le Mongibello.

Les divers auteurs précités, font en outre souvent mention des nombreux dykes présents dans les flancs de la vallée et de leurs éventuelles relations avec les différents centres éruptifs

IV- BUTS ET METHODES DE L'ETUDE

IV.1- Buts de cette étude

Si la Valle del Bove a fait l'objet de nombreux travaux stratigraphiques et pétrographiques au cours des 15 dernières années (KLERKX, 1968, 1970, 1971; LO GUIDICE, ROMANO, STURIALE, 1975; KIEFFER, 1969, 1970, 1971, 1973b, 1977, 1981; Mc GUIRE, 1980), aucune étude détaillée concernant ses dykes n'a encore été entreprise. Le travail essentiel de ce mémoire a donc consisté en une étude structurale et pétrographique des filons de la vallée avec levé d'une carte des dykes et échantillonnage systématique. Leur regroupement en familles a donc été entrepris et leurs caractéristiques décrites. Ce travail est complété par l'étude des coupes stratigraphiques détaillées effectuées sur les flancs nord et sud de la Valle del Bove.

IV.2- Cartographie et échantillonnage

Cartes topographiques

- Monte Etna Nord 1/25 000e; feuille 262III N.O., Institut Géographique Militaire (Italien); édition 3, 1969; Monte Etna Sud 1/25 000e; feuille 262III S.O., Institut Géographique Militaire édition 2, 1969; Agrandissements locaux au 1/10 000e des cartes précédentes.

Cartes géologiques

- Carte géologique de la Valle del Bove, KLERKX 1968, 1970; Carta geologica del Monte Etna 1/50 000ème; Consiglio nazionale delle ricerche. Progetto finalizzato geodinamico; Istituto internazionale di vulcanologia (Catania) 1979. The Geology of the southern wall of the Valle del Bove, Mount Etna. 1/20 000e (Mc GUIRE, 1980).

Echantillonnage

674 échantillons ont été prélevés dont 510 parmi les filons. Le système de numérotation suivant a été utilisé:

- . pour les échantillons de dykes: d, suivi du numéro du dyke, suivi de l'année de campagne de terrain. Lorsque plusieurs échantillons ont été prélevés, le numéro du dyke est suivi des lettres a ou b (échantillon prélevé au centre, ou à l'éponte du dyke). Exemple: échantillon d 246 b 79;
- . pour les autres échantillons: A, suivi du numéro de l'échantillon, suivi de l'année d'échantillonnage. Exemple: échantillon A.104.80.

CHAPITRE I

INVENTAIRE DES FORMATIONS DE LA VALLE DEL BOVE

I - RELATIONS STRATIGRAPHIQUES

De nombreux travaux existent sur la stratigraphie de la Valle del Bove (LYELL, 1858, VON WALTERSHAUSEN, 1880, KLERKX, 1968, 1970, CRISTOFOLINI et LO GIUDICE, 1969, LO GIUDICE, 1970, CRISTOFOLINI, 1973, LO GUIDICE et al., 1975, ROMANO et STURIALE, 1976, ROMANO, 1979, 1980, Mc GUIRE, 1980a,b), mais les travaux récents proposant une synthèse (Mc GUIRE, 1980a,b) concernent uniquement les flancs sud et ouest de la vallée (fig.5). Le relevé de différentes coupes (10 au total, fig.6) en des points intéressants de la vallée a donc été entrepris pour tenter un essai de corrélation des flancs sud et nord. (COMPARE, 1981).

Une dizaine de centres éruptifs ont été individualisés par les précédents auteurs dans l'enceinte de la Valle del Bove et de la Valle di Calanna. Le plus important d'entre eux fut le Trifoglietto 2.

L'ordre chronologique adopté est celui des travaux de Mc GUIRE (1980), mais ont été également utilisés, ceux de KLERKX, 1969, 1970, CRISTOFOLINI et LO GUIDICE, 1969, LO GUIDICE 1970, LO GUIDICE et al., 1975, ROMANO et STURIALE, 1976, ROMANO, 1980. La stratigraphie du plus ancien au plus récent est résumée p 11.

Commentaire: L'existence de certains de ces centres éruptifs, dans leur acceptation classique est contestée. C'est le cas des centres du Trifoglietto 1 dont l'existence pourrait en fait avoir été postérieure à celle du Trifoglietto 2 (KIEFFER, 1977, et communication personnelle) et du Vavalaci qui pourrait n'avoir jamais existé, du moins tel qu'il a été décrit par CRISTOFOLINI et LO GIUDICE, 1969, (KIEFFER, 1975b).

Etude détaillée des coupes

Deux coupes types, l'une située sur le flanc sud de la vallée (au Sud du refuge G. Menza, le long du flanc est de la Serra dell'Acqua, entre les altitudes 1 700 et 2 015 m: coupe 3, fig.6), l'autre sur le flanc nord (au Nord du Monte Simone, à l'extrémité ouest de la Serra delle Concazze, entre les altitudes 2 150 et 2 207 m: coupe 2, fig.6) ont été étudiées en détail et comparées:

- Coupe 3 (annexe 3, planche 1): elle peut-être divisée en trois ensembles (de bas en haut):

1: Episode explosif du Trifoglietto 2, formé d'une alternance de coulées et de dépôts pyroclastiques provenant d'explosions successives avec, à leur base, des dépôts présentant les caractéristiques des coulées autobréchifiées: fig.9 (KIEFFER, 1981 et communication personnelle);

2: Episode effusif du Trifoglietto 2, formé essentiellement de coulées de lave porphyrique à augite;

3: Episodes post-Trifoglietto formés de laves d'abord porphyriques à plagioclases, parfois à augite et olivine: biancavillite ? (mugéarite porphyrique à plagioclase, KIEFFER, 1974b), puis finement porphyriques.

- Coupe 2 (cf. annexe 3)

1) La coupe débute par une vingtaine de mètres de dépôts pyroclastiques, avec intercalation dans la partie inférieure de coulées porphyriques (n° 31), sur 2,5 m.

2) L'ensemble supérieur est constitué d'une alternance de coulées peu épaisses (30 cm) porphyriques et bulleuses, et de scories (30 m au total).

Fig.7 : Valle del Tripodo: pointement de lave du type 3 (Trifoglietto 2) n°3. (en a) et sill associé (en b).

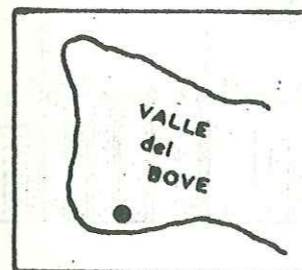


Fig.8 : Coulées autobréchifiées de la base du Trifoglietto 2 (Serra dell'Acqua)

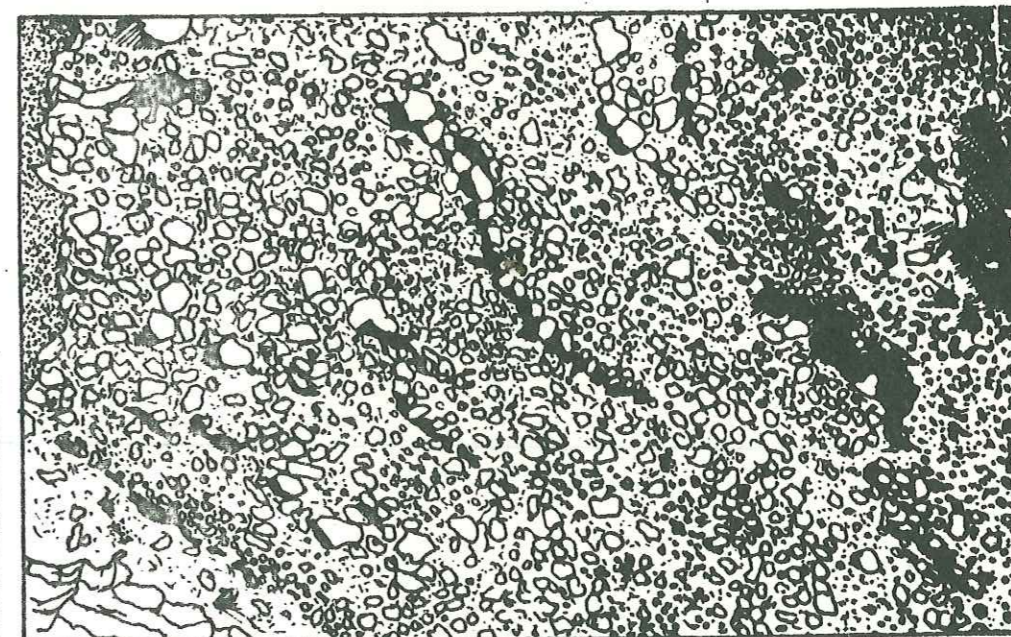
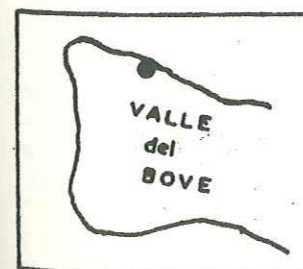
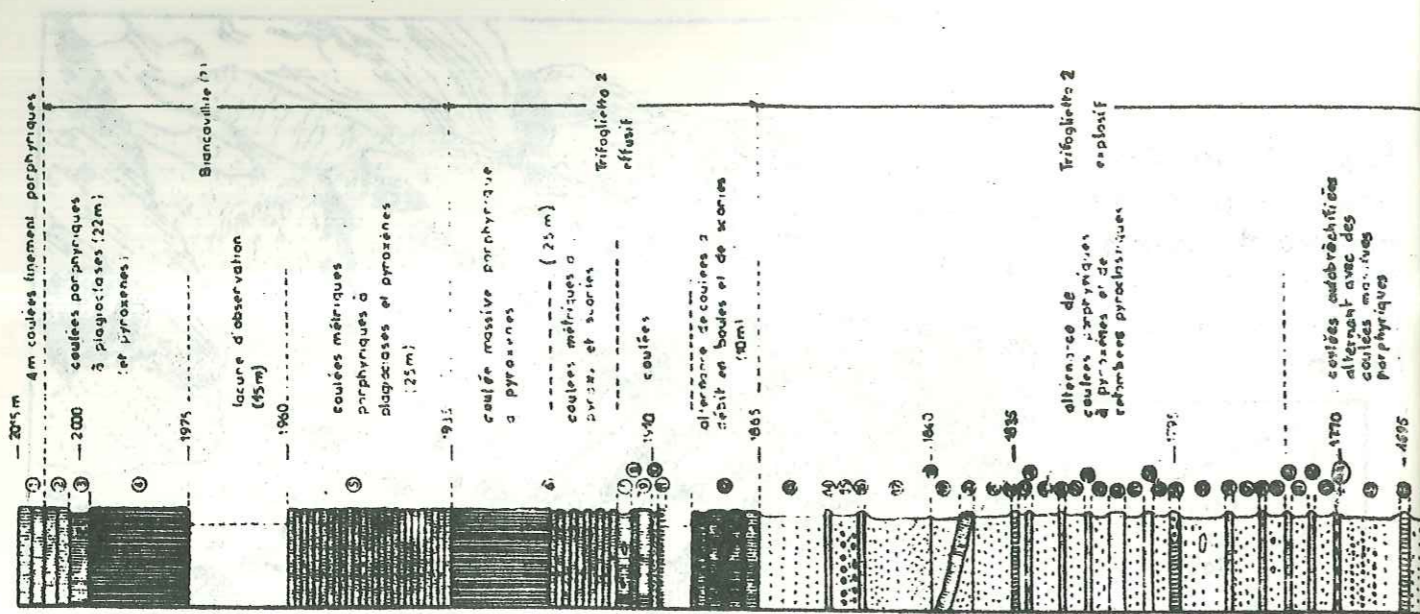


Fig.9 : Bombes en chou-fleur du flanc nord-occidental de la Valle del Bove (niveau 17, coupe 2)





COUPE n. 3 ravin SINO MENZA

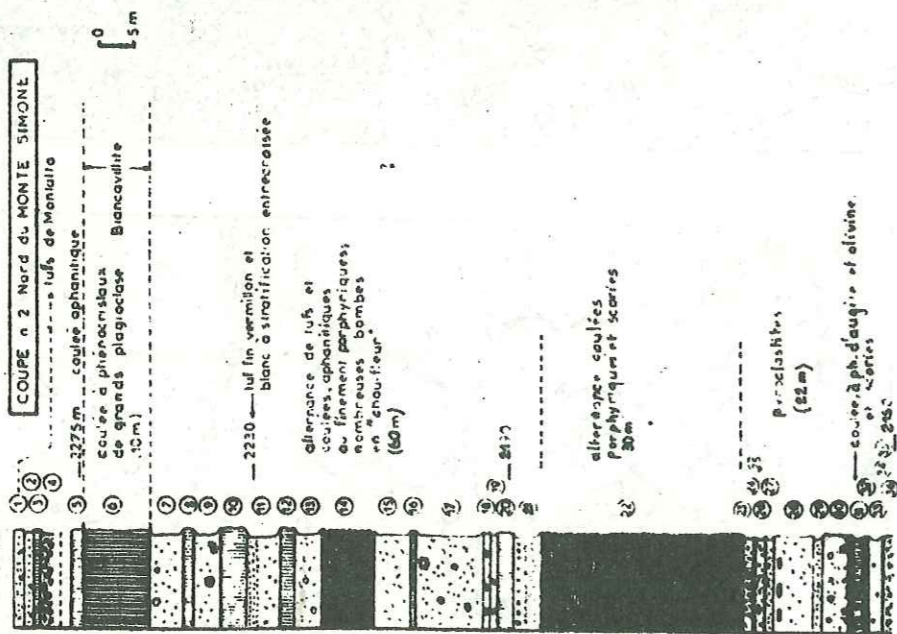


PLANCHE 1

3) L'unité qui suit est composée d'une alternance de coulées finement porphyriques et de tufs renfermant fréquemment des bombes en chou-fleur jusqu'à 1m de diamètre (fig.9) sur 60 m environ. Vers 2 230 m d'altitude se détache un niveau de tufs à stratification entrecroisée et alternance de passées rouge brique et blanc crème.

4) La coulée sus-jacente (10m environ) est formée d'une lave gris foncé à grands plagioclases rappelant la biancavillite.

5) La coupe est ensuite reprise plus à l'Ouest où l'on trouve un ensemble de dépôts pyroclastiques parmi lesquels s'interstratifie une coulée de lave porphyrique noire à plagioclases (biancavillite?). Les tufs gris blancs stratifiés coiffant cet ensemble renferment à leur base des morceaux de lave ponceuse noire, semblables à celle de Montalto, (datée à 14 180 ± 260 ans B.P.) (KIEFFER, 1979).

- Comparaison des deux coupes étudiées

La coupe 3 peut être divisée en trois grands ensembles que l'on ne retrouve pas dans la coupe 2.

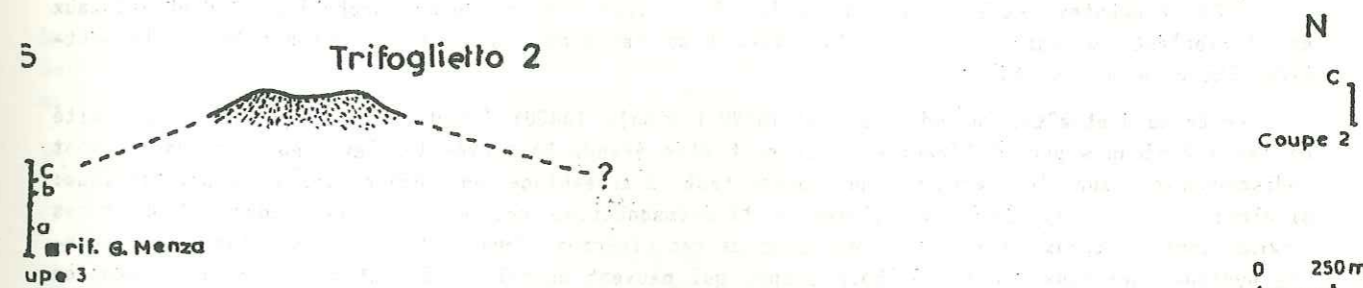


Fig. 10: SITUATION DU TRIFOGLIETTO 2 PAR RAPPORT AUX COUPES 2 ET 3 (d'après M^e Guire)

- a: TRIFOGLIETTO 2 EXPLOSIF
- b: TRIFOGLIETTO 2 EFFUSIF
- c: DEPOTS POST-TRIFOGLIETTO

L'essentiel des laves des coulées de la coupe 3, vraisemblablement rattachables au Trifoglietto 2, présente un faciès et un débit en boules caractéristiques que l'on retrouve dans certains dykes de la vallée (ensemble 3) et dans quelques pointements de laves affleurant à la base du flanc sud de la vallée et dans la Serra Cuvighiuni (Ch.2), mais pas dans les coulées de la coupe 2. Dans la coupe 2 existent de nombreux niveaux renfermant des bombes en fuseau, alors qu'aucune bombe n'a été trouvée dans la coupe 3. Chaque coupe renferme des niveaux repères qui lui sont propres.

En conclusion, les divergences entre les deux coupes suggèrent que la presque totalité de leurs dépôts ne sont pas contemporains et n'appartiennent pas au même appareil éruptif.

Seuls, les 20 m de formations du haut de la coupe 3, rattachables à des événements post-Trifoglietto présentent une certaine ressemblance pétrographique avec les coulées de la coupe n°2. Mais en tous cas, la majorité des dépôts de la coupe n°3, rattachable au Trifoglietto 2 ne se retrouve pas au Nord le long de la coupe n°2. Ceci peut être expliqué par la position des anciens centre éruptifs, par rapport aux flancs de la vallée (fig.10). En effet, l'ancien centre du Trifoglietto 2 était vraisemblablement situé dans la partie sud-ouest de la Valle del Bove actuelle (fig.5 et 45), alors que les complexes post-Trifoglietto occupaient une position centrale ou décalée vers le Nord (donc plus proche du flanc nord) sur le rebord ouest de la vallée. La position du Trifoglietto et des centres qui lui sont postérieurs est déduite de l'étude des dykes de la Valle del Bove (Ch.III) l'édification du Trifoglietto est décrite par Mc GUIRE (1980a).

Les dépôts de la partie nord-ouest de la Valle del Bove sont rattachables à un centre éruptif où alternaient les phases effusives et des phases explosives à caractère souvent phréatomagmatique.

Ce type de manifestation, relativement courant parmi les éruptions historiques, voire actuelles de l'Etna (KIEFFER, 1981), a certainement joué un rôle important dans l'histoire étnéenne et notamment dans l'ouverture de la Valle del Bove (KIEFFER, 1969, 1977, 1981).

Enfin, l'étude des dépôts de la partie supérieure de la coupe n°3 (Gino Menza) montre que les dykes de l'ensemble 4 (biancavillite) ont pu se mettre en place en deux phases, la seconde donnant une lave toujours porphyrique, à grands plagioclases, mais à mésostase beaucoup plus foncée (noire).

II - LES DIFFERENTES FORMATIONS DE L'ENCAISSANT DES FILONS (Compare, 1981)

a) Les coulées

Très fréquentes, elles sont constituées d'une lave plus ou moins porphyrique à phénocristaux de plagioclase, d'augite, parfois d'olivine. Plus rarement, la lave est aphanitique. Elle peut être plus ou moins bulleuse.

Le terme d'etnaïte, introduit par RITTMANN (1963a), TANGUY (1980), s'applique à une majorité de laves étnéennes peu différenciées. Il peut être étendu "à toutes les laves porphyriques souvent indiscernables sur le terrain, qui présentent l'assemblage de phénocristaux caractéristique: plagioclase + clinopyroxène + olivine + titanomagnétite, cet ordre correspondant, à de rares exceptions près, aux quantités respectives de ces minéraux. Dans certains échantillons, on rencontre quelques cristaux d'une amphibole brune, qui peuvent occasionnellement atteindre une dimension de plusieurs centimètres".

Mais "Une espèce beaucoup moins commune est représentée par des laves subaphanitiques intermédiaires ou acides ne renfermant que de rares et petits phénocristaux (= micro-phénocristaux) semblables à ceux des étnaïtes. Ces laves aphanitiques, dont la composition chimique est souvent très voisine de celle des types porphyriques, leur sont systématiquement associées: elles ont succédé, en particulier, aux laves "acirara" riches en grands cristaux de plagioclase homogène. On peut donc les considérer comme représentant les termes les plus évolués d'une même sorte de différenciation".

On trouve localement, dans des dépôts vraisemblablement post-Trifoglietto, des coulées constituées d'une lave présentant beaucoup de ressemblance avec une autre lave décrite par KIEFFER (1974b) sur le versant sud-ouest de l'Etna: la biancavillite.

" Du point de vue pétrographique, cette lave se rattache aux lati-andésites qui se retrouvent dans plusieurs des anciens grands centres éruptifs du massif étnéen. Mais elle ne revêt que deux faciès clairs parmi ceux que nous connaissons dans cette zone pour ce groupe de laves: un faciès porphyrique caractérisé par de gros phénocristaux de plagioclase et dont le type précis (biancavillite) n'existe en place dans l'Etna que dans cet ensemble du versant sud-ouest et un faciès aphanitique plus commun. Ces roches, outre la présence d'augite verdâtre et d'olivine souvent oxydée en bordure, se distinguent par leur richesse en cristaux automorphes d'apatite brune pléochroïque, minéral précédemment étudié à Biancavilla et dans les produits du Trifoglietto et que nous avons retrouvé dans pratiquement toutes les formations différenciées du volcan des plus anciennes aux plus récentes. Le faciès aphanitique nous a encore montré (Poggio La Naca) une proportion notable de petites lamelles déchiquetées de biotite. Il faut insister sur le fait que ces deux faciès se retrouvent dans des points d'émission alors que, dans ce secteur, les autres faciès de laves lati-andésitiques appartiennent à des coulées sans doute venues de loin (...)"

Enfin, signalons la présence, notamment à la base des dépôts explosifs visibles du Trifoglietto 2 (coupe 3 du flanc sud-ouest), de niveaux de lave qui présentent les caractéristiques des coulées autobréchifiées (KIEFFER, 1981).

b) Les sills

Nous en avons identifié cinq, constitués de laves que l'on retrouve parmi les dykes de la vallée, tous intrusifs dans des dépôts pyroclastiques (fréquemment dans des coulées autobréchifiées).

L'un deux, formé de lave du Trifoglietto 2 et intrusif dans des pyroclastites du même centre éruptif (coulées autobréchifiées ?) semble se raccorder à un corps intrusif affleurant un peu en contrebas (fig.7).

c) Les pyroclastites

Assez abondantes, elles se présentent sous la forme de dépôts ocre-jaune, beige-clair ou brun-foncé. Elles sont fréquemment stratifiées et présentent parfois un granoclassement inverse. Les éléments peuvent être homogènes ou hétérogènes. Elles renferment parfois des bombes volcaniques ou fréquemment en chou-fleur (fig.9) (ceci pour le flanc nord-ouest de la Valle del Bove).

III - LES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE

L'étude pétrographique et structurale qui suit permet de distinguer plusieurs ensembles de venues contemporaines qu'il est possible de rattacher à une période de l'histoire étnéenne.

CHAPITRE II

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES DYKES

Six familles, correspondant à six périodes distinctes ont été individualisées. Des critères simples de recoupement permettent d'établir une chronologie relative pour quatre de ces ensembles (3, 4, 5 et 6). En revanche, la chronologie des ensembles 1 et 2 repose sur l'analyse de critères plus subjectifs.

I- ENSEMBLE 1

I.1- Caractères macroscopiques (éch.type : d.313a.80)

La lave est gris-beige, légèrement bulleuse, à structure microlitique peu porphyrique. Les phénocristaux sont des pyroxènes en baguettes noir-brillant, plus ou moins trapues (1-5 mm) et des feldspaths (1 mm environ).

I.2- Caractères microscopiques (lames minces: d.313a.80 et d.316.80)

La roche est leucocrate, à structure microlitique porphyrique (fig. 14).

- **Les phénocristaux** sont essentiellement représentés par des plagioclases, quelques uns zonés et dont l'altération est identique à celle des plagioclases des Biancavillites (cf. p. 24). Un plagioclase montrant une structure globulaire (colloform plagioclase tecoblastoid, AUGUSTITHIS, 1978, fig.13) a été trouvé dans l'éch. d. 316.80. Ce type de structure s'explique par une précipitation colloïdale avec croissance zonale autour des vacuoles renfermant des restes plus ou moins assimilés de composantes mésostasiques. Le plagioclase ainsi formé représente une phase de solution ("solution phase") pendant et après la phase finale du stade orthomagmatique de la cristallisation du magma riche en fluides (AUGUSTITHIS, 1978). Il existe également des clinopyroxènes, des minéraux opaques en sections automorphes, très rarement de l'olivine et de l'apatite. Ces phénocristaux sont soit isolés, soit groupés en assemblages: clinopyroxènes/ minéraux opaques/apatite; plagioclases entre eux. L'apatite cristallise en premier, suivie de la titanomagnétite (minéraux opaques). La cristallisation du clinopyroxène apparaît ensuite sans que l'on puisse la situer par rapport à celles du plagioclase et de l'olivine. On constate néanmoins que le plagioclase apparaît après l'olivine.

- **La mésostase**, assez sombre, un peu bulleuse est composée essentiellement de microlites de plagioclases, mais aussi de baguettes de clinopyroxène, de sections automorphes de minéraux opaques (titanomagnétite), de baguettes très allongées de mica, avec inclusions de minéraux opaques, de beaucoup d'aiguilles d'apatite et de quelques olivines.

- **Les minéraux d'altération** sont surtout localisés dans les vacuoles de la lave. L'analcite (?) y apparaît en premier suivie de la formation d'oxydes de fer, puis de carbonates parfois fibroradiés (aragonite). Les oxydes de fer sont également présents dans la mésostase.

II- ENSEMBLE 2

II.1- Caractères macroscopiques (éch.types: d.351.80, d.353.80, d.363.80)

La lave est gris foncé, à structure microlitique porphyrique, les phénocristaux visibles étant des pyroxène automorphes d'un noir brillant (1 à 5 mm), des cristaux de feldspath de 1 à 2 mm et des olivines (1 à 1,5 mm).

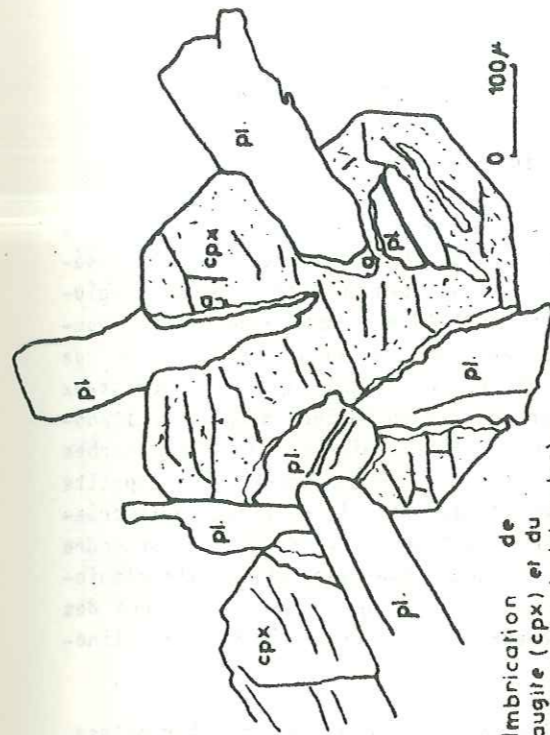


Fig.34 Imbrication de l'augite (cpx) et du plagioclase (pl.: labrador) a= marge réactionnelle (ensemble 6, éch. d.138-79)

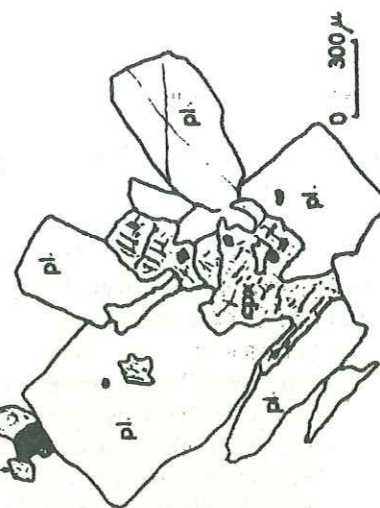


Fig.35 & 36 Relations entre phénocristaux: synchronisation du clinopyroxène (cpx: augite) et du plagioclase (pl.: labrador).
op= min. opaques, ap.: apatite
am= amphibole (?)
(e.6, éch. d.123-79 et d.65-79)

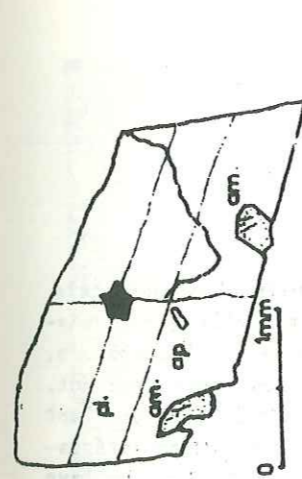
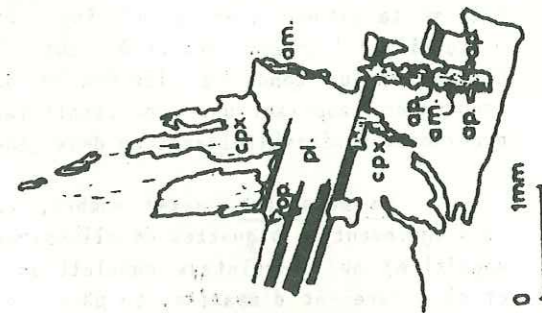


Fig.11 Amphibole (?) inséparable dans un plagioclase de l'ensemble 6 (éch. d.190-79)
am.: amphibole
ap.: apatite
pl.: plagioclase



Fig.12 Gloméroporphyre (cpx= clinopyroxène, pl= plagioclase, ap=apatite, ens.2, éch. d.352-80)

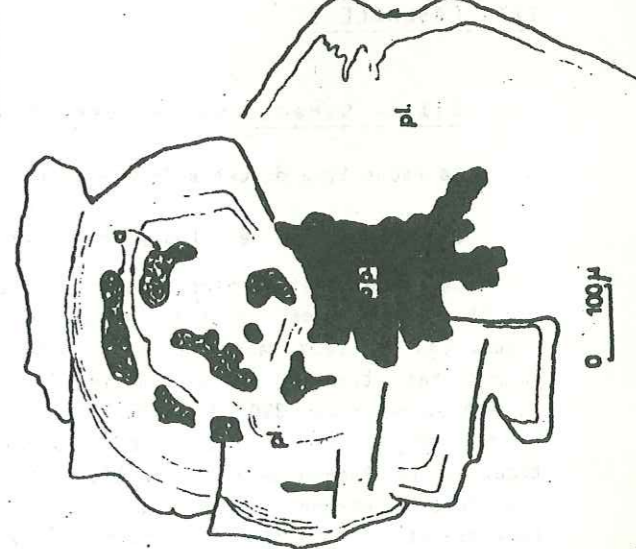


Fig.13 Plagioclase montrant une structure globulaire ("colloform plagioclase tecoblastoid")
pl.: plagioclase
op.: m. opaque
a.: restes de la mésostase renfermant de l'olivine ou du pyroxène.
ens.1, éch. d.316-80

II.2- Caractères microscopiques (lames minces: d.352.80, d.353.80)

La roche est leucocrate à structure microlitique porphyrique (fig.15).

- Les **phénocristaux** sont essentiellement représentés par des **plagioclases** (Labrador An 60) fréquemment altérés comme ceci a été décrit pour l'ensemble 4 (fig.29). Là aussi une syncrystallisation des plagioclases et des clinopyroxènes pourrait expliquer l'aspect des phénocristaux de plagioclase. Les **clinopyroxènes** (augite), souvent zonés, avec mâcles en sablier, sont généralement nombreux. Les **minéraux opaques** (titanomagnétite) sont présents en sections automorphes, ainsi que l'apatite, l'olivine et parfois des amphiboles brunes (éch. d.353.80, d.354.80). Les phénocristaux sont isolés ou en assemblages plus ou moins complexes: clinopyroxènes à inclusions d'apatite/titanomagnétite; augites/minéraux opaques/plagioclases; glomérophyre d'augite/minéraux opaques; gerbes complexes de plagioclases seuls; clinopyroxènes seuls; comme pour les autres ensembles, l'apatite cristallise la première, sa cristallisation se poursuivant jusqu'à la pâte microlitique, puis cristallise la titanomagnétite, l'olivine et les plagioclases sans que l'on puisse préciser leur ordre d'apparition l'un par rapport à l'autre (il a été trouvé dans un même échantillon des petits plagioclases, inclus dans des olivines et des olivines incluses dans des plagioclases, ainsi que des structures rappelant une syncrystallisation de ces deux minéraux). Enfin, apparaissent les clinopyroxènes, vraisemblablement en deux générations.

- La **mésostase**, assez sombre, est composée essentiellement de microlites de plagioclase, mais également de baguettes de clinopyroxènes, de sections automorphes de minéraux opaques (titanomagnétite) ou en cristaux squelettiques, de sections automorphes d'olivine, fréquemment creuses, et plus rarement d'apatite. La pâte renferme de nombreuses aiguilles à forte réfringence (pyroxène, apatite ?). Sont également présentes des baguettes d'un minéral à faible biréfringence et à extinction droite, dont il est difficile de préciser la nature en l'absence d'analyse à la microsonde.

- Les **minéraux d'altération** sont présents dans la mésostase sous forme d'amas de serpentinites, de plages informes d'oxydes de fer et de carbonates (vraisemblablement calcite ou aragonite).

III- ENSEMBLE 3

III.1- Caractères macroscopiques

La roche type de cet ensemble a été rencontrée sous deux aspects, altérée et saine.

La lave altérée (éch.types: d.100.79, d.328a.80)

Cet aspect est le plus fréquent. La lave est vert amande, fréquemment enduite d'une pellicule rouille de 1 à 2 mm, caractéristique de ce type de filons. La structure est microlitique porphyrique. Les cristaux, assez abondants, sont de deux types: le feldspath, en baguettes blanchâtres, automorphes, trapues, de 2 à 4 mm; le pyroxène en cristaux souvent automorphes, noir brillant, de 1 à 20 mm (dyke 320) leur taille moyenne étant de 3 à 5 mm. Ces cristaux, dont le noir brillant se détache très bien sur le vert amande de la pâte microlitique constituent une seconde caractéristique de ce type d'intrusions. Ils peuvent parfois être réduits en nombre et en taille. La lave peut-être légèrement bulleuse et les cavités renferment parfois des minéraux d'altération ou de fumerolisation tapissant les parois; oxydes de fer en concrétions mamelonnées (éch. d.344a.80, d.347.80) en "crêtes de coq" creuses (éch. d.100.80), calcite (éch. d. 347.80), zéolites, (caractères optiques de la scolécite) remplissant partiellement les cavités (éch. d. 344a.80).

La lave saine (éch. d.44a.79, d.77.79, d.140a.79)

Moins fréquente, elle diffère de la précédente par une teinte vert sombre tirant sur le gris; la pellicule rouille de surface existe également. Structure et composition minéralogiques restent les mêmes, mais la teinte vert sombre masque les phénocristaux. La roche est en général plus homogène, plus massive, avec une cassure esquilleuse. Elle n'est pas bulleuse.



Fig.17 Aspect microscopique ens.4 (éch d2a.79, x25; L.P., F = feldspath)



Fig.18 Aspect microscopique: ens.5 (éch d323a.80, L.P.)

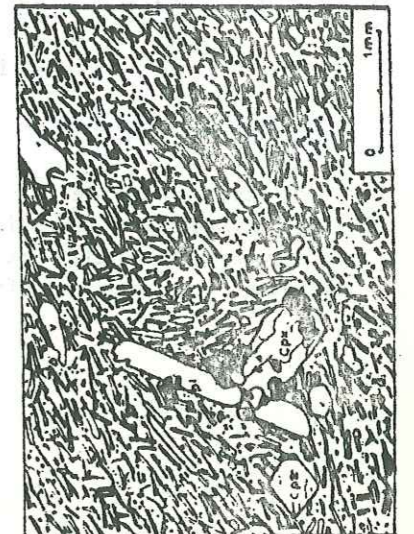


Fig.19 Aspect microscopique de la lave de l'ens.6 (éch. d325a.80, x25, v = vacuole, LN)

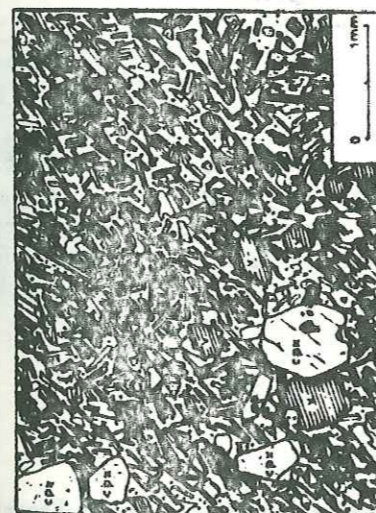


Fig.14 Aspect microscopique et copique: e1 (éch. d316.80, x25, L.P., ap=apatite)



Fig.15 Aspect microscopique: e2 (éch. d352-80, x25, L.P., ol=olivine, ox = oxydes de fer)

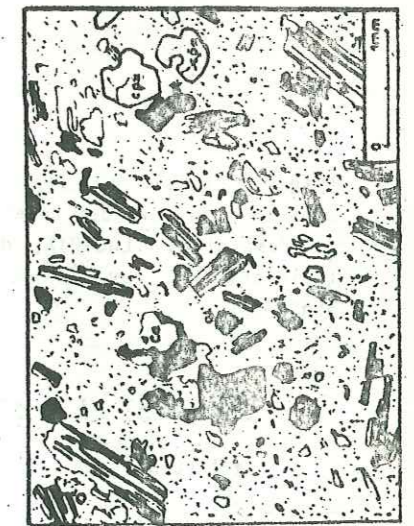


Fig.16 Aspect microscopique de la lave de l'ensemble 3 (éch. d328a-80, x25, L.P.; pl=labrador, cpx=augite, ca=calcite, al=cpx ou olivine altérée en serpentines)

Remarque: certains échantillons (d.47a et b-79) permettant l'observation du passage entre roches non altérée et altérée, montrent que celui-ci, très net, se fait sur 5 mm environ et entraîne une variation de couleur de la lave.

La lave des "corps intrusifs"

Assez semblable à celle des dykes, elle présente fréquemment le débit caractéristique en blocs arrondis mentionné dans le Chapitre 1. Ceci est particulièrement vrai pour le plus important de ces corps intrusifs, situé dans la Serra Cuvigghiu. La lave de cette intrusion est relativement bulleuse et ces bulles renferment fréquemment de l'aragonite en agrégats fibro-radiés centimétriques

Fig.20: Lamelles de phlogopites dans des intrusions du Trifoglietto 2

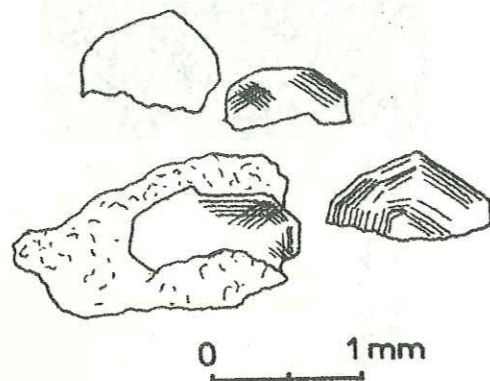


Fig.21: Aragonite fibro-radiée dans une vacuole de lave intrusive du Trifoglietto 2



(fig.21) ainsi que les lamelles millimétriques beiges de phlogopite (?) (fig.20) présentant, dans le plan 001, des teintes de polarisation, bleues, anormales. Ces minéraux résultent de l'action de fumerolles (LACROIX, décrit ainsi, en 1893, des "lames hexagonales d'un mica blond clair" tapissant les cavités de laves trachytiques ou andésitiques en enclaves dans des trachytes du Mont Dore).

III.2- Caractères microscopiques (lames types: d.328a.80, d.43)

La lave possède une structure microlitique porphyrique (fig.16).

- **Les phénocristaux** sont surtout représentés par de très nombreux plagioclases (Labrador An 60) souvent zonés, avec fréquemment de belles syneusis (fig. 23). Ils se présentent en lattes isolées, ou en amas et sont souvent altérés. Mais il existe également de nombreux clinopyroxènes (augite) souvent zonés, seuls ou en assemblages: (dont de belles gerbes) clinopyroxènes/minéraux opaques/olivine, ou clinopyroxène/feldspaths/olivine, et qui peuvent être altérés, cette altération allant jusqu'à la pseudomorphose du cristal, des cristaux d'olivine, souvent altérés, des minéraux opaques (titanomagnétite), en sections polygonales isolées, ou associés à d'autres minéraux (fig.22), quelques phénocristaux d'apatite incolore, également en inclusion dans les autres phénocristaux.



Fig.25: Cristallisations squelettiques de minéraux opaques (titanomagnétite) (dykes de l'ensemble 4, éch. d.39a-79, d.41a-79)

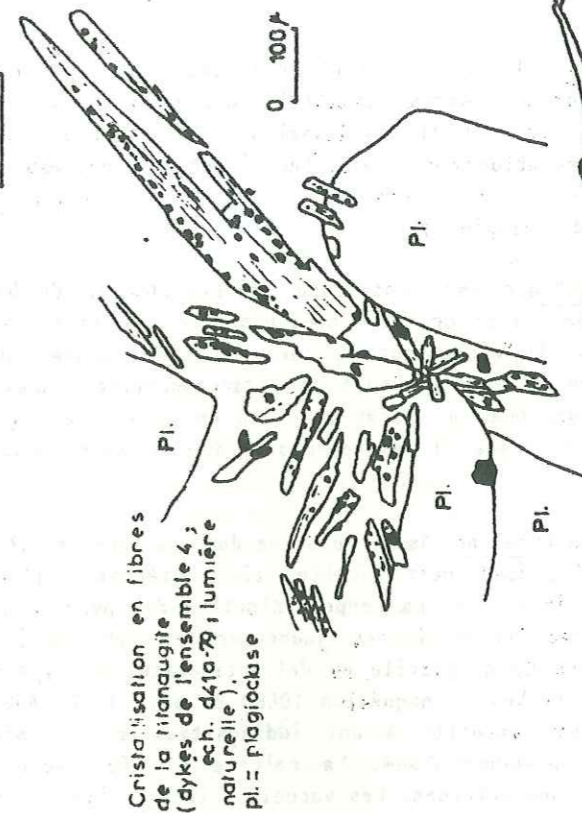


Fig.26: Crystallisation en fibres de la titanaugite (dykes de l'ensemble 4, éch. d.41a-79; lumière naturelle). pl. = plagioclase

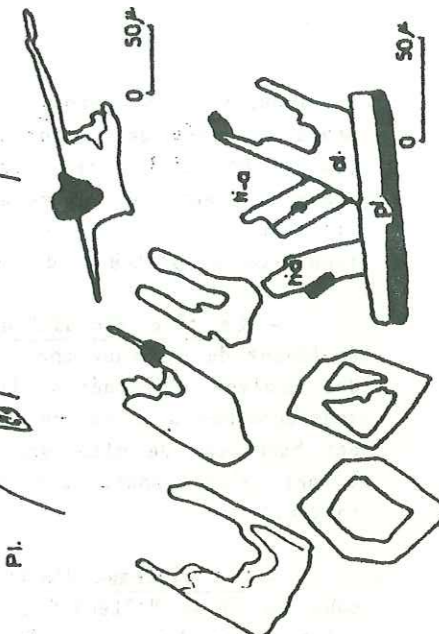


Fig.27: Crystallisation de l'olivine en "queue d'hirondelle" (swallowtail), olivines creuses; association avec la titanaugite (h-a) (dykes de l'ens.4, éch. d.41a-79).



Fig.22: Cristal automorphe d'apatite (ap.) inclus dans un minéral opaque (m.op., titanomagnétite)

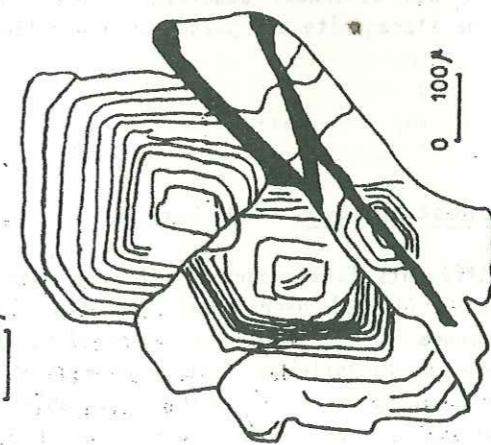


Fig.23: Exemple de syneusis dans un plagioclase d'une lave alcaline du Trifoglietto 2 (dyke n°118)

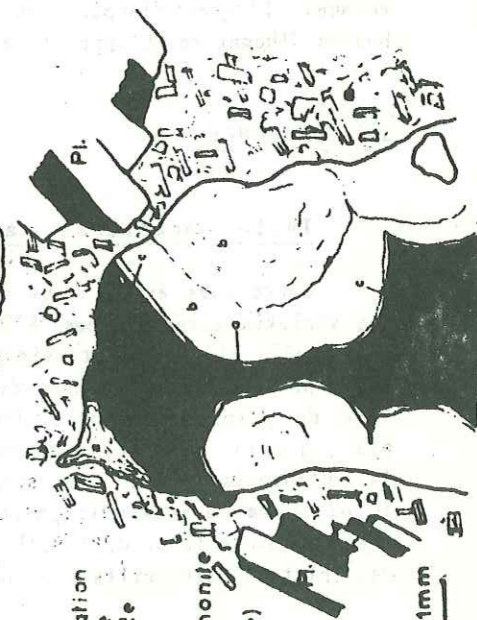


Fig.24: Minéraux d'altération dans une vacuole de lave latébasaltique de la Rocca Musara (dyke n°347)
a: bordure de limonite
b: hématite(?)
c: carbonate (calcite)

olivines, minéraux opaques, fig.22). On peut également trouver parmi les phénocristaux, l'**amphibole brune** entourée de sa bordure opaque caractéristique d'oxydes de fer, et plus rarement de mica (lame d.101, d.317.80). L'ordre de cristallisation semble avoir été: apatite/titanomagnétite/plagioclases (au moins deux générations)/clinopyroxènes (2 générations)/amphibole brune. L'ordre d'apparition de l'olivine est difficile à établir mais semble postérieur à l'apparition de la titanomagnétite, et peut-être des plagioclases.

- **La pâte microlitique** est constituée essentiellement de baguettes de plagioclase, mais également de minéraux opaques en grains à contours géométriques (sections losangiques, carrées...). Une analyse effectuée à la microsonde sur des sections opaques de la mésostase d'une lave du sous-ensemble 4 a montré qu'il s'agissait de titanomagnétite (annexe 2). Il s'y trouve également des baguettes de clinopyroxène, de rares sections de micas, de nombreuses aiguilles d'un minéral à fort relief (apatite, pyroxène ?) se superposant aux autres minéraux et quelques minéraux d'altération.

- **Les minéraux d'altération.** Assez nombreux dans la lave de cet ensemble, particulièrement sous sa forme "altérée" précédemment décrite, ils confèrent à l'ensemble de la lame mince une teinte jaune brun caractéristique. La serpentinitisation des pyroxènes, mais également des olivines est fréquente, avec formation de fibres jaune-vert en L.P. et à extinction droite, ayant des caractères voisins de ceux du chrysotile ou de l'antigorite. Ce type d'altération semble d'ailleurs particulier aux olivines riches en magnésium (DEER et al., 1962, AUGUSTITHIS, 1978). Cette serpentinitisation est fréquemment associée à une iddingsitisation. Un minéral peut ainsi être altéré jusqu'à être totalement pseudomorphosé. La calcite est également fréquente. L'hématite existe parfois, en plages brun-rouge informes. Les vacuoles, lorsqu'elles existent, renferment des minéraux d'altération ou de fumerolisation (notamment les corps intrusifs et les dykes de la Rocca Musara): aragonite, en amas fibro-radiés blancs, centimétriques (déterminée au R.X.), zéolites en amas millimétriques cristallisés et incolores (analcime, $1,46 < n < 1,50$; détermination J. GIRAULT) ou scolécite (détermination J. GIRAULT) en amas fibro-radiés infra-millimétriques; minéraux opaques en masses mamelonnées millimétriques présentant, au microscope des teintes rouge-sang (hématite?) et souvent associées à des carbonates (calcite? fig.24), calcite et phlogopite en lamelles millimétriques. L'ordre d'apparition de ces minéraux vacuolaires semble avoir été: phlogopite/analcime/boules d'hématite. L'apparition de l'aragonite est postérieure à celle de l'analcime.

IV- ENSEMBLE 4

IV.1- Caractères macroscopiques (éch.types: d.326a.90, d.1b.79, d.39a.79)

Cette lave existe sous différents faciès dont le plus représentatif sera décrit avec mentions des variations rencontrées. KIEFFER (1974b) décrit une lame trouvée en coulées à Biancavilla (la biancavillite) que nous considérerons être la même. La caractéristique essentielle de cette lave - par rapport aux autres dykes de la Valle del Bove - est en effet l'existence de gros phénocristaux de plagioclases pris dans une pâte de coloration variable; noir, gris foncé, lie-de-vin plus ou moins gris. La pâte est parfois un peu bulleuse et peu prendre un aspect satiné. Souvent les plagioclases sont les seuls phénocristaux en individus automorphes ou xénomorphes de 1 à 10 mm (4 mm en moyenne); parfois, en prismes aplatis plus ou moins circulaires, orientés et alors très abondants (éch. d.281.80). Outre les plagioclases, il existe également en proportions moindres, des cristaux noir-brillant de 1 à 6 mm de pyroxène et des cristaux vert-olive de 1 à 3 mm d'olivine.

IV.2- Caractères microscopiques (lames minces: d.326.80, d.2a, d.39a, d.95)

La structure de la lave est microlitique porphyrique (fig.17).

- **Les phénocristaux** sont surtout représentés par des plagioclases (Labrador An 60) parfois zonés, avec localement de belles syneisis. Dans certains échantillons (d.95a.79) les plagioclases (Labrador An 64 dans ce cas) montrent de nombreuses cavités limitées par des bordures parallèles aux lignes de clivage des mâcles polysynthétiques (fig.29). Ces cavités sont occupées par un matériel vitreux fréquemment associé à des clinopyroxènes qui peuvent également occuper totalement la cavité. Cette structure se rencontre lorsqu'un phénocristal de plagioclase enferme des composants préexistants de la mésostase qui sont ensuite corrodés et en partie assimilés par le feldspaths (AUGUSTITHIS, 1978). Dans ce cas, les éléments de cette transformation, non assimilés par le phénocristal peuvent être poussés le long des clivages. Mais dans notre cas, il a été trouvé des clinopyroxènes remplissant totalement des cavités aux formes géométriques compliquées (fig. 29): syncristallisation du plagioclase et du clinopyroxène? Mais également des clinopyroxènes cristallisés dans des fractures traversant le phénocristal: cristallisation postérieure à celle du plagioclase. Par injection de matériel de la mésostase dans les fractures, et les plans de clivage du minéral (AUGUSTITHIS, 1978)? Les clinopyroxènes sont également présents (augite), ainsi que de l'olivine, de la titanomagnétite (analyse microsonde 1, annexe 2), et de l'apatite brune (fig.30, éch. d.2a.79) pléochroïque, renfermant des minéraux opaques disposés parallèlement aux faciès de cristal (KLERKX, 1966). Il faut souligner la présence de cette apatite brune dans la lave d'un dyke, car KLERKX (1966) notait à son propos "les apatites brunes ne se trouvent que dans les coulées, dans les dykes et les intrusions n'existe qu'une apatite claire..." Enfin, sont présents quelques phénocristaux automorphes d'apatite incolore, souvent en inclusions dans des olivines ou des clinopyroxènes.

Fréquemment, ces minéraux sont groupés, parfois en glomérophyres: feldspaths/olivine avec inclusions d'apatite; olivine/apatite/minéraux opaques; assemblages de plagioclases.

- **La mésostase** est composée essentiellement de microlites de plagioclase (Labrador An 59, éch. d.95a.79), associées à des clinopyroxènes, des olivines parfois très nombreuses, en cristaux automorphes, ou montrant une cristallisation en queue d'aronde (swallowtail, fig.27), et des minéraux opaques (titanomagnétite: analyse microsonde 3, annexe 2) en sections automorphes, ou en assemblages squelettiques (fig.25). Dans certains échantillons (d.41a, d.39a, d.188.79) à pâtes particulièrement sombre existe également de la titanaugite (Analyse 1, annexe 2) en baguettes fibreuses très abondantes, lie-de-vin pâle, faiblement pléochroïques en L.N. et fréquemment bordées de sections automorphes de minéraux opaques (fig.26). Cette cristallisation particulière de la titanaugite se trouve toujours associée aux cristaux squelettiques de titanomagnétite et aux cristaux en queue d'aronde d'olivine, qui sont, quant à eux, les signes d'un refroidissement très rapide (COX et al. 1979). C'est donc à ce phénomène que nous attribuerons la morphologie de ce minéral. Enfin, mentionnons l'existence de fines aiguilles à fort relief: apatite?. L'ordre d'apparition des minéraux semble avoir été: Apatite-Titanomagnétite-Olivine-Clinopyroxène et plagioclase (en deux générations; fig.28), (en fait, l'on trouve des clinopyroxènes englobés par des plagioclases, mais également quelques petits plagioclases inclus dans des clinopyroxènes.)

- **Les minéraux d'altération.** De nombreuses plages brunes de minéral opaque sont présentes, et parfois en dépôt sur les parois de vacuoles inframillimétriques. Plus rarement existent des accumulations fibreuses de serpentines.

V- ENSEMBLE 5

V.1- Caractères macroscopique (éch.types: d.323a.80, d.45.79)

La roche est grise, homogène, pratiquement aphanitique à part quelques rares cristaux de pyroxène (1-2 mm) ou de feldspath (2 à 4 mm) et présente des alignements de vacuoles qui lui confèrent un aspect strié.

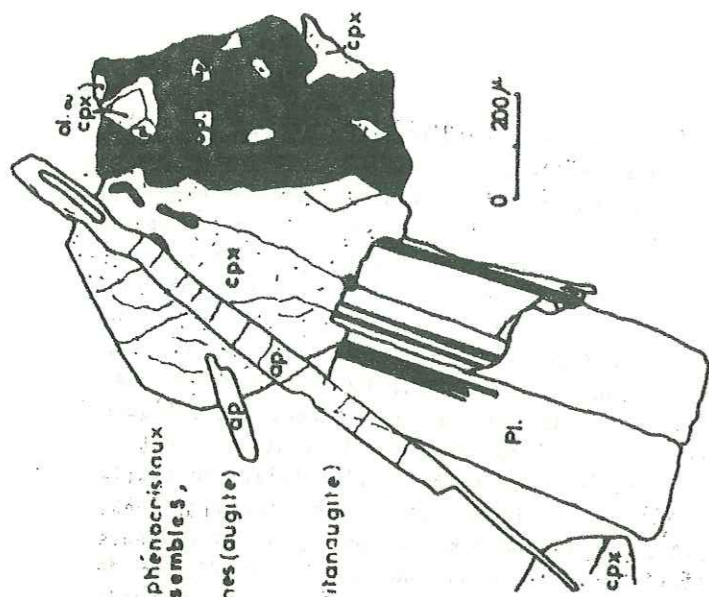


Fig.31 Relations entre phénocristaux (éch. d.40a-79, ensemble 5, trachyandésite).
 cpx : clinopyroxènes (augite)
 ol : olivine
 pl : labrador
 ap : apatite
 op : m. opaque (titanaugite)

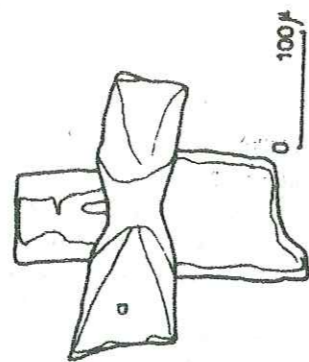
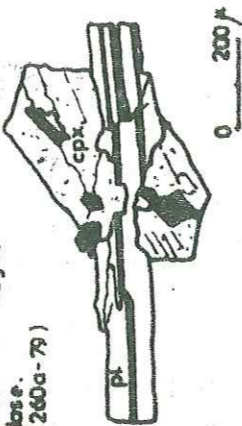


Fig.32 Interpénétration de deux phénocristaux d'augite (cristallisations simultanées; a macle en sablier). (e.5, éch. d.45a-79)

Fig.33 Synchronisation de l'augite et du plagioclase. (e.5, éch. d.260a-79)



(les Fig. 34, 35, 36 se trouvent en p. 19)

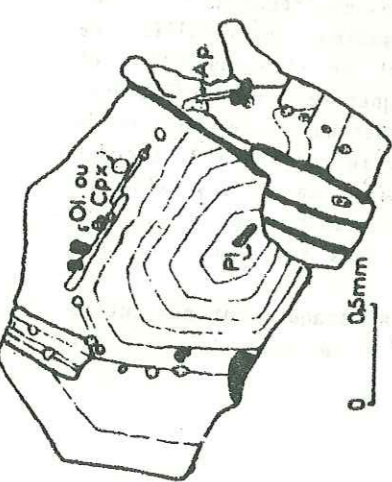


Fig.28 Plagioclase zone; deux temps de cristallisation. (ensemble 4; éch. d.326a-80)

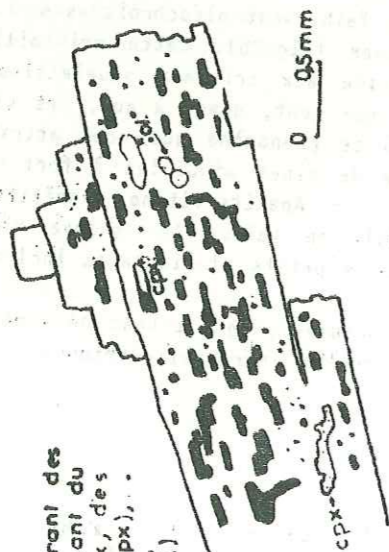


Fig.29 Plagioclase montrant des cavités renfermant du matériel vitreux; des clinopyroxènes (cpx). (ensemble 4; éch. d.95a-79, L.N.)

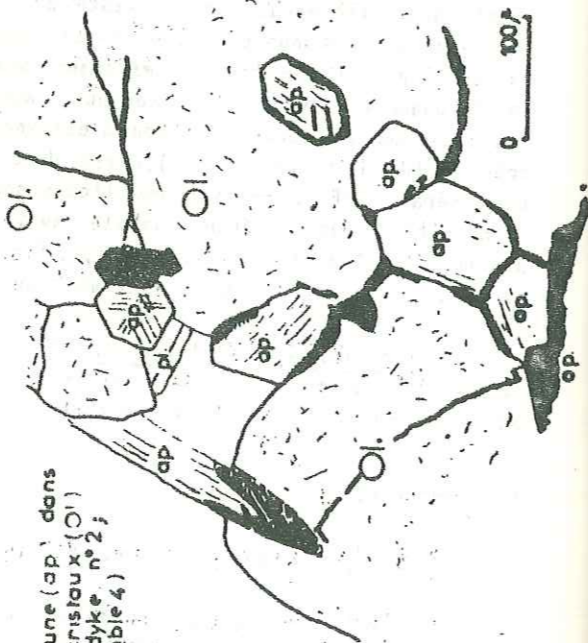


Fig.30 Apatite brune (ap) dans des phénocristaux (O) d'olivine. (dyke n°2; ensemble 4)

V.2- Caractères microscopiques (lames types: d.323a.80, d.45a, d.40a fig.18).

- Les phénocristaux, lorsqu'ils sont présents sont des plagioclases (Labrador An 55), des clinopyroxènes en sections automorphes (fig. 32 et 33), des olivines en sections automorphes, des minéraux opaques (titanomagnétite) également automorphes, quelques apatites, parfois en cristaux très allongés (fig.31), et plus rarement quelques sections d'amphibole brune (éch.d.176.79) entourées d'une bordure opaque d'oxydes de fer. Ces minéraux existent également en assemblages: plagioclases seuls; plagioclases et olivines; olivine et titano-magnétite; clinopyroxènes et titanomagnétite. L'ordre de cristallisation de ces minéraux a été le suivant: apatite/titano-magnétite/olivine/première génération de plagioclase (?)/synchronisation des plagioclases et des clinopyroxènes (fig.33). Il semble d'ailleurs y avoir deux générations de clinopyroxènes.

- La pâte est microlitique généralement aphanitique. L'essentiel est constitué de microlites de plagioclases, mais également de clinopyroxènes en baguettes, de nombreuses sections automorphes d'olivine, de minéraux opaques en sections automorphes ou en cristaux très allongés. Il existe également de fines aiguilles à fort relief (apatite), quelques rares sections pléochroïques de mica.

- Les minéraux d'altération sont inexistants, mises à part quelques rares plages d'oxydes de fer.

VI- ENSEMBLE 6

VI.1- Caractères macroscopiques (éch.types: d.325a.80, d.151a.79, d.190a.79)

La lave de cet ensemble présente beaucoup de ressemblances avec celle précédemment décrite (ensemble 5). Elle est grise, homogène, généralement assez bulleuse et pratiquement aphanitique. Occasionnellement sont présents quelques phénocristaux de feldspath (1-2 mm) et de pyroxène (2 mm). Outre la présence de vacuoles, la lave présente un aspect satiné caractéristique. Les vacuoles sont millimétriques ou centimétriques et, le plus souvent, orientées parallèlement aux épontes.

VI.2- Caractères microscopiques (lames minces types: d.325a,d.190,d.127a)

La roche est leucocrate, à structure microlitique faiblement porphyrique (fig.19).

- Les phénocristaux, peu nombreux, sont composés de plagioclases (Labrador An 64), parfois zonés, de clinopyroxènes de quelques olivines en sections automorphes, de minéraux opaques (titanomagnétite) également en sections automorphes, d'apatite (incolore) et de rares sections d'un minéral brun, parfois pléochroïque, en L.N. qui peut être de l'amphibole (éch. d.190.79 et d.65.79; fig.36 et 11). L'ordre d'apparition de ces minéraux est le suivant: l'apatite semblant avoir synchronisé avec l'amphibole (fig.36: on trouve également de l'apatite incluse dans l'amphibole. Elle a en tout cas cristallisé avant le plagioclase de seconde génération et est instable dans la mésostase: fig.11). La titanomagnétite cristallise ensuite puis: olivine/première génération de plagioclase ?/synchronisation du clinopyroxène et du plagioclase (seconde génération ? fig.35 et 36). Ils peuvent également exister en assemblages constitués de: plagioclases seuls, plagioclases/olivine, plagioclase/clinopyroxène (avec inclusions de titanomagnétite et d'apatite); clinopyroxène/olivine, olivine/apatite/titanomagnétite.

- La mésostase est essentiellement composée de microlites de plagioclase, montrant parfois une structure fluidale voire trachytique, mais également de baguettes de clinopyroxène, parfois orientées, de sections automorphes de minéraux opaques, parfois en assemblages squelettiques, de sections automorphes d'olivine et de fines aiguilles à forte réfringence (apatite ?).

PHÉNOCRISTAUX						
MINÉRAUX \ -ENSEMBLES	1	2	3	4	5	6
plagioclase						
clinopyroxène						
titanomagnétite						
olivine						
apatite						
amphibole						
biotite						
apatite brune						
barkévite						
MESOSTASE						
plagioclases						
clinopyroxènes						
titanomagnétite						
olivine						
apatite						
biotite						
orthopyroxènes*						
titanaugite						

Fig. 37: Répartition des minéraux dans les dykes

(*: sous réserve de vérifications)

- Les minéraux d'altération sont inexistants ou limités à quelques oxydes de fer, carbonates (aragonite) et rares sections d'analcime (?) tapissant les vacuoles de la lave.

VII- CONCLUSION A L'ETUDE PETROGRAPHIQUE (fig. 37)

L'étude des dykes de la Valle del Bove montre que la lave est généralement leucocrate, à structure microlitique aphanitique (voire trachytique) ou porphyrique. Dans ce cas le feldspath est représenté par du Labrador (An 50) et le ferromagnésien dominant est un clinopyroxène. Ces minéraux sont accompagnés de titanomagnétite, d'apatite, d'olivine, en cristaux automorphes et présents dans toutes les catégories de filons. Moins fréquemment existent également, diverses sortes d'amphibole brune, (ensemble 2, 3, 4 et 5), dont l'apparition traduit l'existence et l'influence de la pression d' H_2O du milieu ambiant, de l'apatite brune (ensemble 4) et du mica (ensemble 3).

La mésostase peut également renfermer, outre des plagioclases, des clinopyroxènes (en. 4) de l'apatite et de la titanomagnétite, quelques sections automorphes* (ens. 4, 5, 6, 2 et 1) et du mica (ens. 3, 5 et 1). Il s'agit donc de roches intermédiaires entre les basaltes et les andésites s.l. (LACROIX-1933, FOUCAULT et RAOULT-1980) comme le remarque TANGUY (1966) pour les laves des coulées étnéennes historiques, il existe d'ailleurs un terme pour ces roches particulières étnéennes (peu différenciées) qu'il est difficile de bien situer dans les classifications: c'est celui d'étnafite (lave basique porphyrique de la série alcaline de l'Etna, RITTMANN, 1963, TANGUY, 1980).

Il existe un certain nombre de dykes qu'il reste difficile de classer parmi les filons types. Il s'agit, pour l'essentiel, de filons constitués d'une lave aphanitique à grain très fin, gris foncé ou noir mat (dykes 18, 33, 61, 166, 295 et 76, 271, 280, 303, 312). Notons enfin l'existence, au Nord de la Serra Pirciata d'un dyke (?) constitué de lave scoriacée bordeaux à phénocristaux plurimillimétriques de plagioclases (dyke 298).

* d'olivine

CHAPITRE III

ÉTUDE STRUCTURALE DES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE

Il existe une disproportion entre le volume des laves émises et celui du magma résiduel qui va obstruer la fissure éruptive en fin d'émission; un échantillon de ce dernier ne donnera donc qu'une image très partielle et très spécifique dans l'histoire du volcan. Ainsi, sur l'Etna en 1981, une éruption latérale qui ouvrit une fracture de 8 km de longueur entre 2 600 et 1 150 mètres d'altitude sur le flanc du volcan a rejeté environ 20 millions de mètres-cubes de lave en moins d'une semaine.

363 filons ont été cartographiés et échantillonnés dans l'enceinte de la Valle del Bove; la majorité étant concentrée dans sa partie sud-ouest. Ils se répartissent comme suit:

ENSEMBLE 1 : Monte Calanna

Deux dykes (313 et 316) ont été isolés dans cet ensemble, en raison de leur aspect pétrographique et de leur localisation.

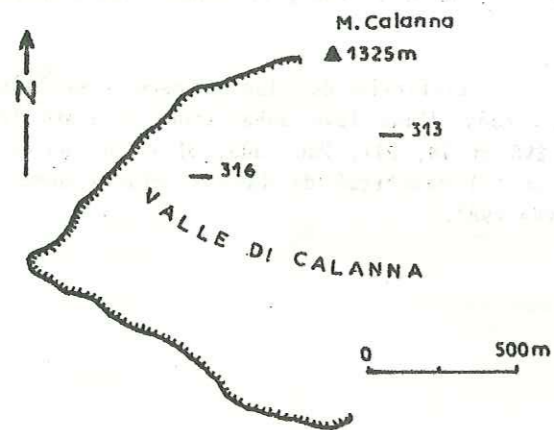


Fig.38: Dykes du type 1

Leur épaisseur est de 1 et 1,2 m. Le filon 316 est débité en prismes perpendiculaires aux épontes. Ils sont tout deux situés dans la partie ouest de la valle di Calanna (fig.38) l'un (d 313) au S.SE du Monte Calanna, l'autre (d 316) au N du Salto della Grumeta. Tous deux sont orientés ouest-est. La chronologie relative de cet ensemble par rapport aux suivants est incertaine. En effet, aucun recoupement entre les dykes n'a été observé.

ENSEMBLE 2

Remarque concernant les ensembles 1 et 2: pour les ensembles suivants, les recoupements entre dykes permettent d'établir une chronologie relative, mais malheureusement, ceux des ensembles 1 et 2 se trouvent localisés en des points de la vallée où n'affleure aucun filon d'un autre type qui puisse être recoupant ou recoupé.

L'ensemble 2 constitue un groupe un peu à part, tant par la localisation de ses filons, limitée aux environs de la Rocca Capra sur le flanc nord-est de la vallée (fig.39), que par leurs caractères microscopiques. Il regroupe 12 dykes (3,3 % du total) ayant une épaisseur moyenne de 1,2 m. variant de 0,2 à 2,5 m., et un débit en plaques parallèlement aux épontes. Ils sont localisés dans la partie nord-ouest de la vallée, en contrebas du Monte Cesara. Le dyke n° 314 de la Valle di Calanna, au Sud-Est du Monte Calanna semble se rattacher à cette génération. Une direction majeure N15 apparaît pour les filons (fig.40), mais les dykes semblent converger vers un point virtuel situé aux environs de 1 400 mètres d'altitude au milieu de la vallée (presque à son extrémité est). Aucun filon de ce type n'a malheureusement été trouvé recoupé ou recoupant d'autres dykes.

Fig.39: Dykes de la Rocca Capra (flanc N-E)

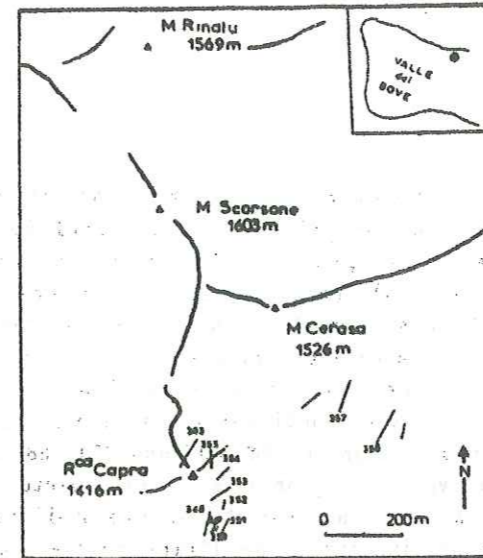


Fig.40: Répartition des orientations de dykes de l'ensemble 2

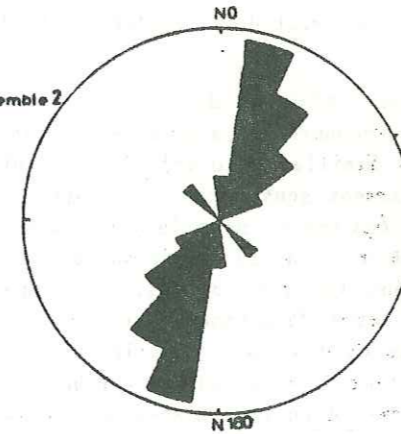


Fig.41 Répartition des orientations de dykes de l'ensemble 3 (le cercle correspond à 50% des dykes)

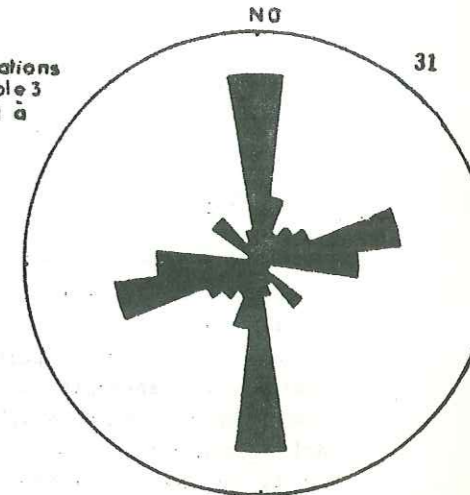


Fig.42: Dykes de l'ensemble 4 (cercle: 30%)

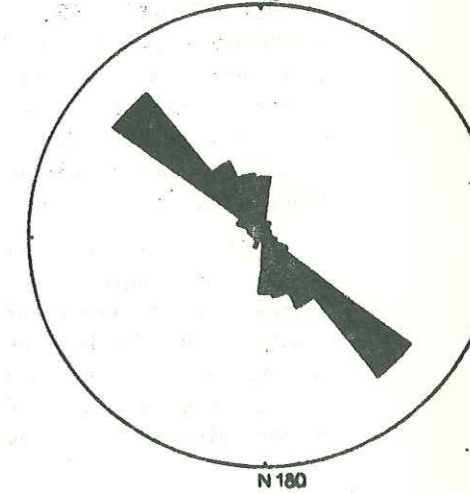


Fig.43: Répartition des orientations de dykes de l'ensemble 5 (le cercle correspond à 30% des dykes)

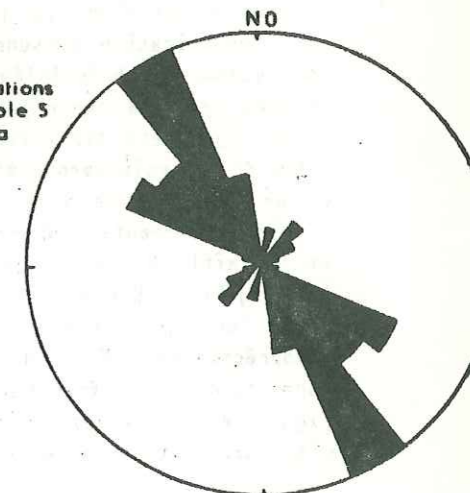
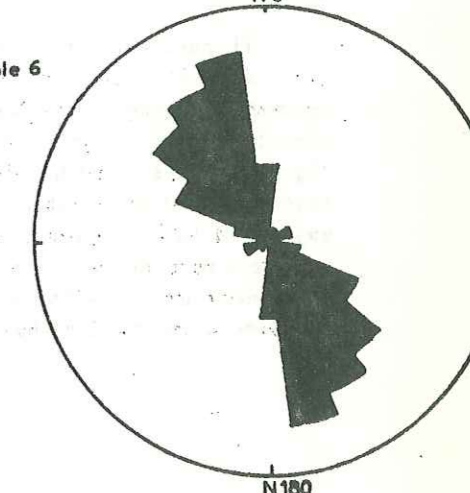


Fig.44: Dykes de l'ensemble 6 (cercle: 30%)



ENSEMBLE 3

Il rassemble près de 20 % des dykes observés à l'affleurement, soit 70 spécimens inventoriés. Ceux-ci sont en général massifs, ou découpés en blocs demi-métriques (voire pluridécimétriques ou métriques), et assez épais (leur épaisseur moyenne est de 2,6 m, mais nous avons rencontré plusieurs filons dont l'épaisseur était d'une dizaine de mètres). La patine de la roche constitutive confère à l'ensemble une teinte générale brun-orangé très caractéristique. Ce type d'intrusion est essentiellement localisé dans la partie sud-ouest de la vallée (fig.45) aux environs du Piano del Trifoglietto (secteurs 56, 57, 58, fig. 69). On en retrouve néanmoins en d'autres endroits de la vallée: Monte Pomiciaro, Rca Musarra, Serracozzo, (flanc nord) serra Giannicola Grande, et la disposition de l'ensemble suggère (comme l'observèrent également VON WALTERHAUSEN 1880 et plus récemment KLERKX, 1968-1970) que tous les dykes de ce type convergent vers un point virtuel, situé à 800-900 m au N.NW de l'ancien refuge Gino Menza (fig. 45). Ce résultat concorde d'ailleurs avec deux autres observations: 1) la carte des anomalies gravimétriques de l'Etna montre une "forte anomalie positive centrée sur la Valle del Bove" (KLERKX, EVRARD, 1970) et plus précisément à environ 1 km à l'W du refuge G.MENZA; 2) l'étude stratigraphique de la Valle del Bove conduit à imaginer un centre éruptif très important localisé dans la partie sud-ouest de la vallée (LYELL 1858, KLERKX 1968, 1970, Mc GUIRE 1980a et b).

Il n'a pas été trouvé de dykes de ce type recoupant d'autres dykes. Au contraire, partout où une chronologie relative établie sur des critères de recoupements a pu être établie, ces filons apparaissent toujours comme recoupés par ceux d'autres familles (fig.46). Il est intéressant de constater que la lave propre à ces dykes affleure également sous forme de pointements localisés au bas du flanc sud de la vallée (fig.45 et 47), mais également, pour le plus important d'entre eux, le long de la Serra Cuvigghiuni à l'altitude de 2 150 m., dans la partie sud-ouest de la vallée. Morphologiquement, ces pointements apparaissent soit sous la forme de collines d'une dizaine de mètres de hauteur (fig.47, affleurements 3, 5 et 6), voire davantage (Serra Cuvigghiuni) où la roche est massive, sans stratification (sauf dans le cas du n°6, où il semble exister une stratification N 150-60 NE, la lave reposant sur des pyroclastites du type coulées autobréchifiées (KIEFFER, communication personnelle. On désigne sous le terme de coulée autobréchifiée une coulée de lave visqueuse, bréchifiée par les contraintes occasionnées lors de l'écoulement, Mac DONALD, 1972) et vers lesquels convergent des filons (fig. 47, affl. 3 et 6), soit sous forme d'un affleurement où se rejoignent des filons (fig.47, affl. 2 et 4, fig. 48). La lave y acquiert parfois (cas d'un autre de ces pointements situé à 2 020 m d'altitude dans le talweg à l'Ouest de la Serra del Acqua, et de celui de la Serra Cuvigghiuni) un débit caractéristique en blocs très arrondis. Certains de ces pointements semblent servir de point d'alimentation à des dykes (affl.2, fig.47, dykes 47,48,49 et 50; affl. 4, dykes 317 et 361; affl. 6, dykes 263 et 264), mais aussi à des sills (affl. 3 et 4, fig.47). Une lave présentant des caractéristiques assez semblables se trouve en coulées massives (de 1,5 m à une dizaine de mètres interstratifiées dans des niveaux pyroclastiques (laves autobréchifiées, KIEFFER, communication personnelle) à différents niveaux de la Valle del Bove appartenant à la formation scoriacée basale du Trifoglietto 2 (KLERKX 1968, Mc GUIRE 1980 a, b, fig. 6 et 5). Assez fréquemment ces coulées diminuent d'épaisseur latéralement pour finalement disparaître et passer à des pyroclastites.

ENSEMBLE 4

Il rassemble 104 filons, soit 28,5% du total. Ceux-ci ont une épaisseur moyenne de 1,5 m (au point étudié), mais peuvent varier de 0,3 à 5 m. Le débit de la lave est quelconque (blocs massifs, prismes, plaques parallèles aux épontes, frites perpendiculaires aux épontes, etc.). Ces filons sont localisés, pour l'essentiel, dans la partie sud-ouest de la vallée (secteurs 29, 32, 47, 57, fig. 69), mais existent également aux environs du Monte Pomiciaro au Sud-Est et sur le flanc nord (Serracozzo et Nord-Est de la Valle del Leone, fig.49). Ils sont orientés selon une direction majeure N 135 qui regroupe 42,6 % des filons (fig; 42), mais si l'on considère l'ensemble des dykes et de leurs orientations, ils semblent se répartir en deux groupes qui convergent l'un vers le Nord-Ouest de la vallée en un point situé à 1 250 m au Sud-Est du cratère central actuel, l'autre toujours vers le Nord-Ouest, mais en un point virtuel situé à 1 km au Sud-Ouest du précédent

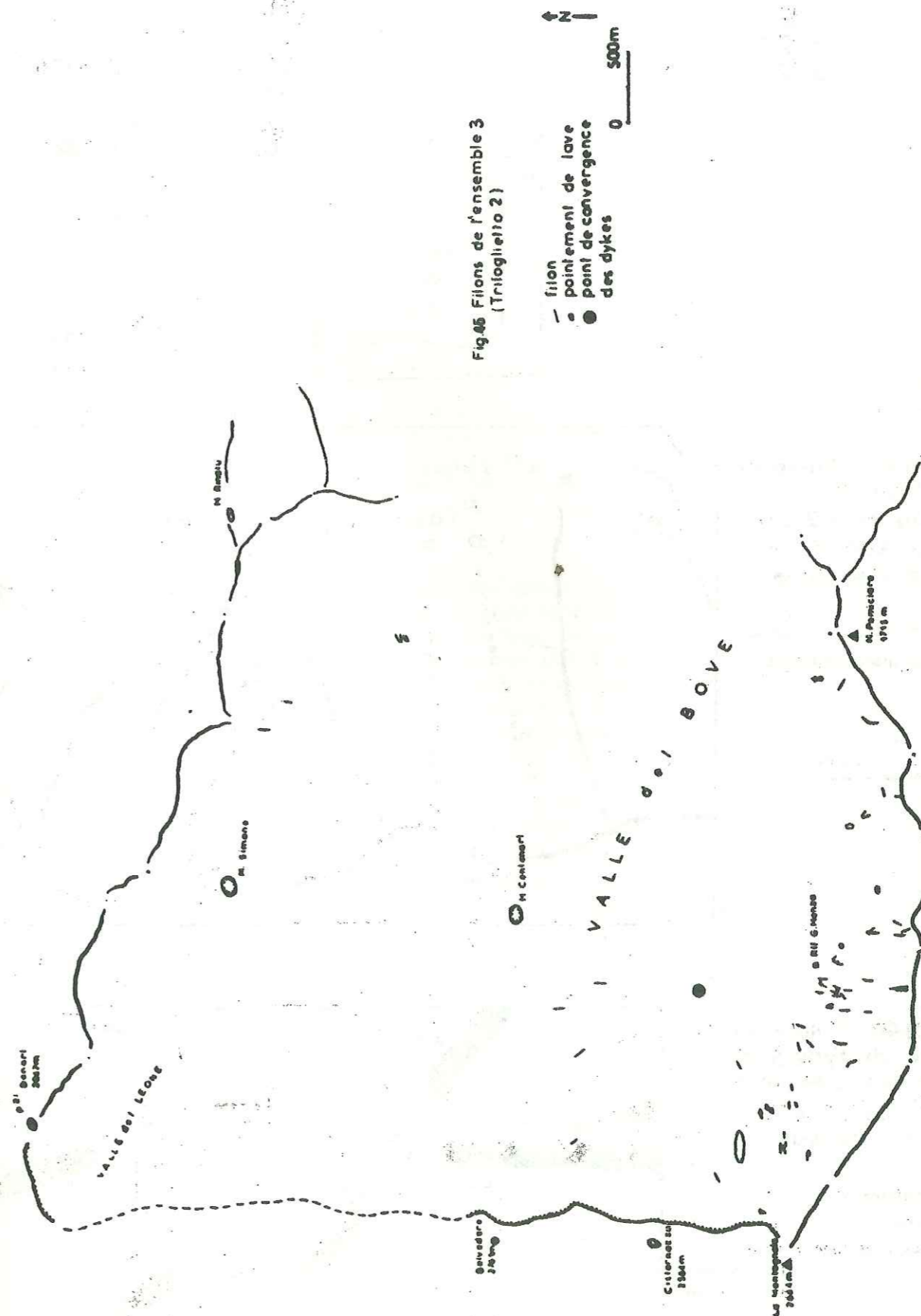


Fig.46 Recoupements entre dykes (Serra Pirciata). Vue schématique de dessus.

d328:	ensemble 3
d326:	" 4
d323:	" 5
d324:	" 5
d327:	" 6
d325:	" 6

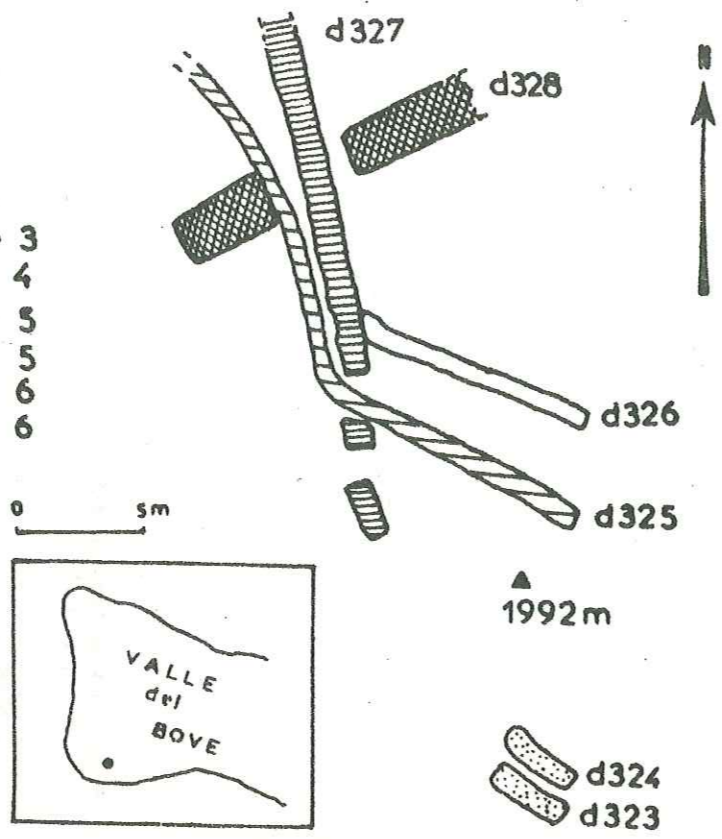


Fig.47 Pointements de lave du Trifoglietto 2 du flanc sud de la Valle del Bove

⊙ pointement de lave
 — filons du type 3

0 200m

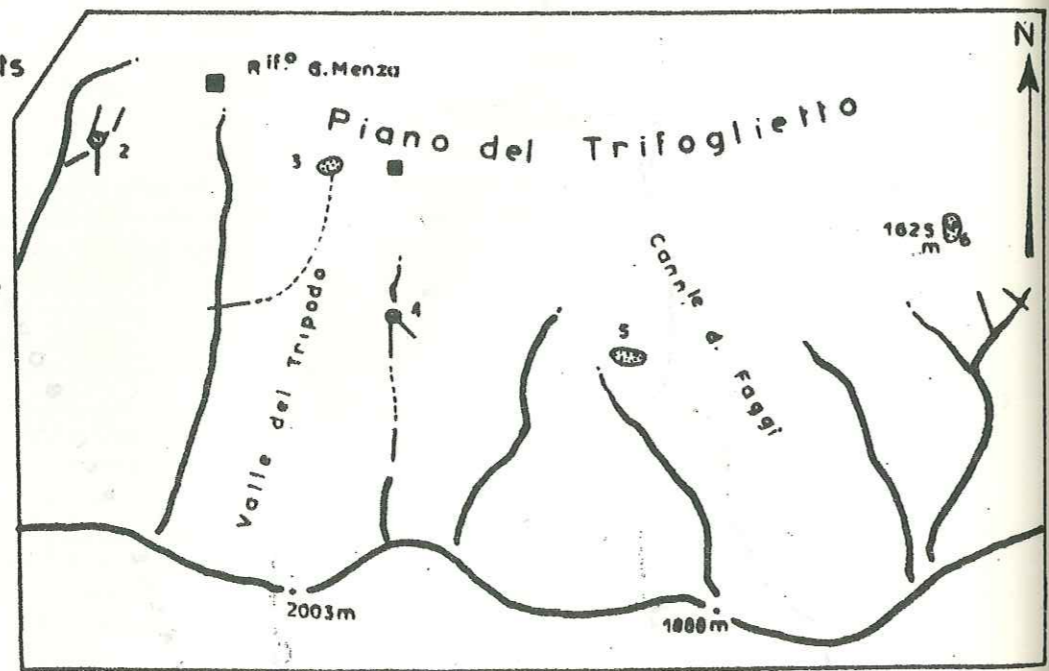
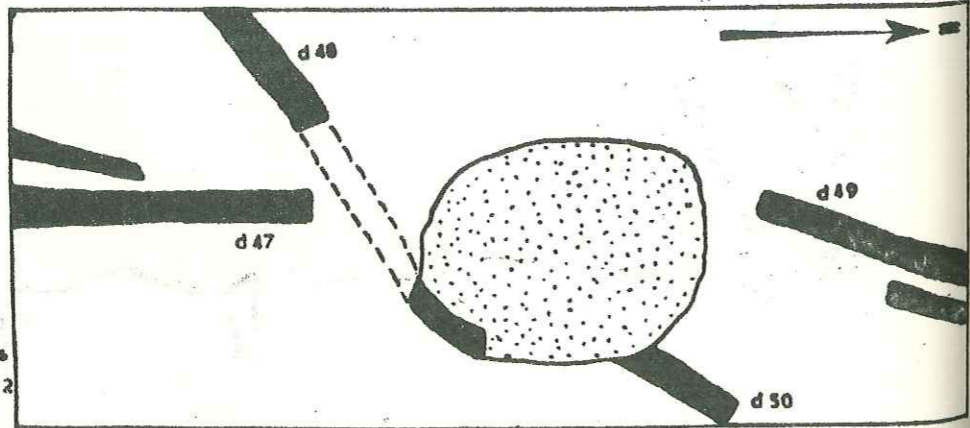


Fig.48 : Pointement de lave du type 3 et filons associés (n° 2, fig.47). Vue schématique de dessus

⊙ pointement
 ■ dyke
 encaissant (en blanc) : dépôts pyroclastiques du Trifoglietto 2



(fig. 49, points 1 et 2). Les dykes de ce second ensemble recoupent dans cinq cas seulement ceux de l'ensemble 3 (dykes 41, 95, 98, 152, 331 recoupant 42, 139, 99, 154 et 330) et dans un ou deux autres cas (dykes 181 et peut-être 105 recoupant les dykes 180 et 107) sont recoupés par ceux d'autres ensembles (ensemble 6 dans les exemples cités). Chronologiquement, la génération de filons de type 4 serait juste postérieure à celle du type 3. Ce résultat est d'ailleurs confirmé par les coupes levées sur les flancs nord-ouest et sud-ouest de la vallée où des coulées d'une lave analogue à celle des filons de ce sous-ensemble se situent stratigraphiquement au-dessus des terrains du Trifoglietto 2. Des coulées semblables se retrouvent sur le versant sud-ouest de l'Etna (KIEFFER, 1974b, et y présentent deux faciès: l'un porphyrique à gros phénocristaux de plagioclase (biancavillite) et l'autre aphanitique. C'est le faciès biancavillite qui existe dans les filons décrits précédemment, et ce nom leur a donc été conservé. L'émission de biancavillite a été datée d'environ 15 000 ans (KIEFFER, 1979).

ENSEMBLE 5 et 6

La différence entre les dykes de ces ensembles est moins marquée que par rapport aux ensembles précédents. Il s'agit en effet d'une génération de filons aphanitiques constitués d'une lave grise (description précise au Chapitre 1). La lave de cet ensemble 5 présente un aspect grenu très reconnaissable. Elle présente parfois, à l'échelle des linéations parallèles correspondant à des alignements de bulles. Celle de l'ensemble 6, outre le fait qu'elle soit fréquemment bulleuse, présente, quant à elle, un aspect satiné caractéristique. Ces différences d'aspect, souvent retrouvées parmi ces filons aphanitiques, les ont fait subdiviser en deux ensembles (5 et 6). Il a de plus été trouvé un dyke (310) de l'ensemble 6 recoupant (de façon incertaine, malheureusement) un dyke de l'ensemble 5 (311). Par contre 4 recoupements entre dykes aphanitiques de l'ensemble 6 ont été trouvés (dykes 110, 307, 309 et 325 recoupant les 111, 308, 307 et 327, fig.46). Parmi ceux-ci, les recoupements entre dykes 307, 308 et 309 indiquent l'existence probable de trois générations de filons aphanitiques de type 6.

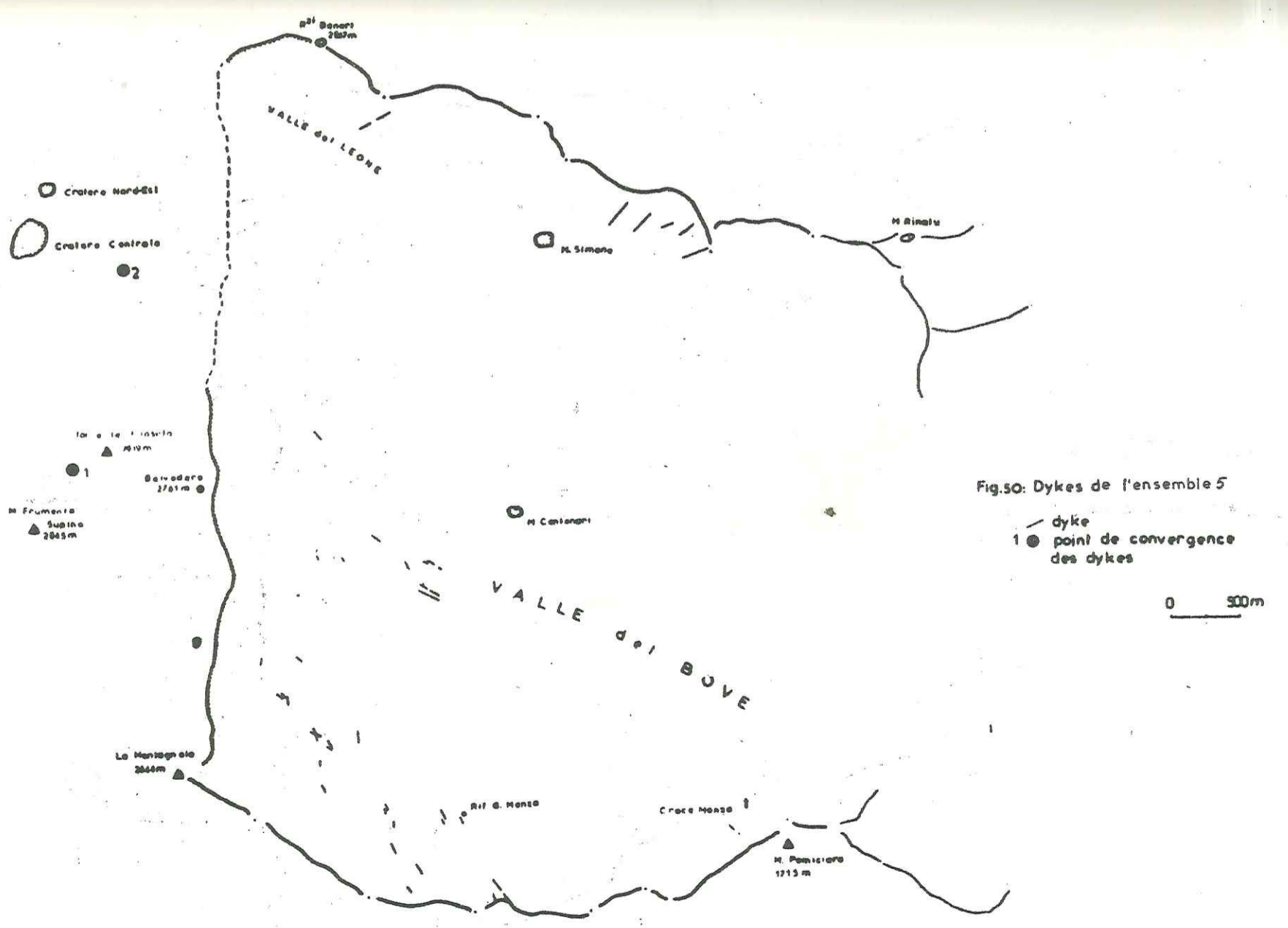
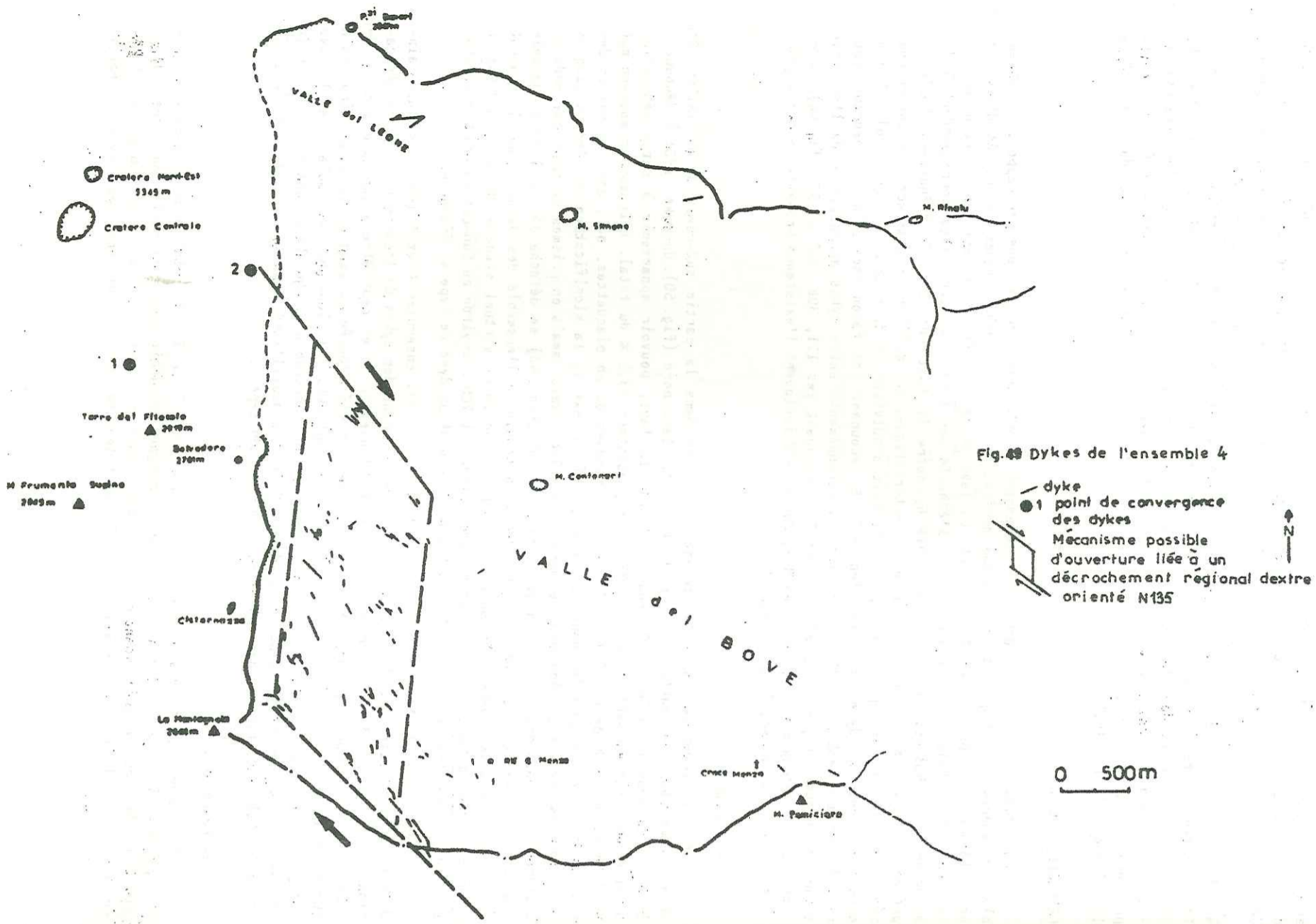
1- Ensemble 5

Ces intrusions sont essentiellement localisées dans la partie sud-ouest de la vallée. On en retrouve néanmoins quelques filons le long du flanc nord (fig. 50). Un dyke (n°315) découpant le Monte Calanna et orienté NO semble, d'après la lave, pouvoir appartenir à cette génération d'intrusions. Cet ensemble réunit 48 filons représentant 13,5 % du total. L'épaisseur moyenne est de 1,40 m, variant de 0,3 à 4 m, le débit en plaques ou en plaquettes, qui, dans la moitié des cas, sont orientées parallèlement aux épontes (cf. annexe 1, la signification des termes plaques et plaquettes) et moins fréquemment en prismes et blocs, mais jamais en prismes allongés perpendiculairement aux épontes. Une direction majeure N 150 (fig. 43) se détache là aussi de l'ensemble des filons et en regroupe 30%. Mais lorsque l'on considère l'ensemble des dykes, ceux-ci semblent se répartir en deux groupes convergeant, l'un vers un point virtuel situé à 700 m au Sud-Est du cratère central actuel, l'autre vers un point situé à 1 700 m environ au Sud-Est du cratère central (fig.50). Aucun dyke de ce type n'a été trouvé recoupant un dyke de type 4. Néanmoins:

- des dykes de l'ensemble 6 recoupent des dykes des ensembles 4 et 5 (de façon incertaine dans ce dernier cas); des dykes de l'ensemble 5 recoupent des dykes de l'ensemble 3. Cette génération de filons est donc postérieure à celle de l'ensemble 3, et peut être antérieure à celle de l'ensemble 6. Aucune lave aphanitique de ce type n'a été trouvée le long de la coupe Gino Menza (Chapitre 1) entre les formations effusives du Trifoglietto 2 (filons de l'ensemble 3) et la lave sus-jacente qui rappelle beaucoup la biancavillite de l'ensemble 4. Une lave aphanitique apparaît au contraire au sommet de la coupe, au-dessus de la "biancavillite". Nous considérons donc la génération de filons du type 5 comme postérieure à celle du type 4.

2- Ensemble 6

Il rassemble 70 filons observés correspondent à près de 20% du total. Leur épaisseur moyenne de 1,05 m peut varier de 0,3 à 2,5 m. Tous les types de débit sont représentés dans ces filons, avec tout de même une prédominance pour un débit en blocs. Cet ensemble diffère du précédent par une lave très bulleuse avec un aspect satiné. Les filons de ce type sont localisés dans la partie



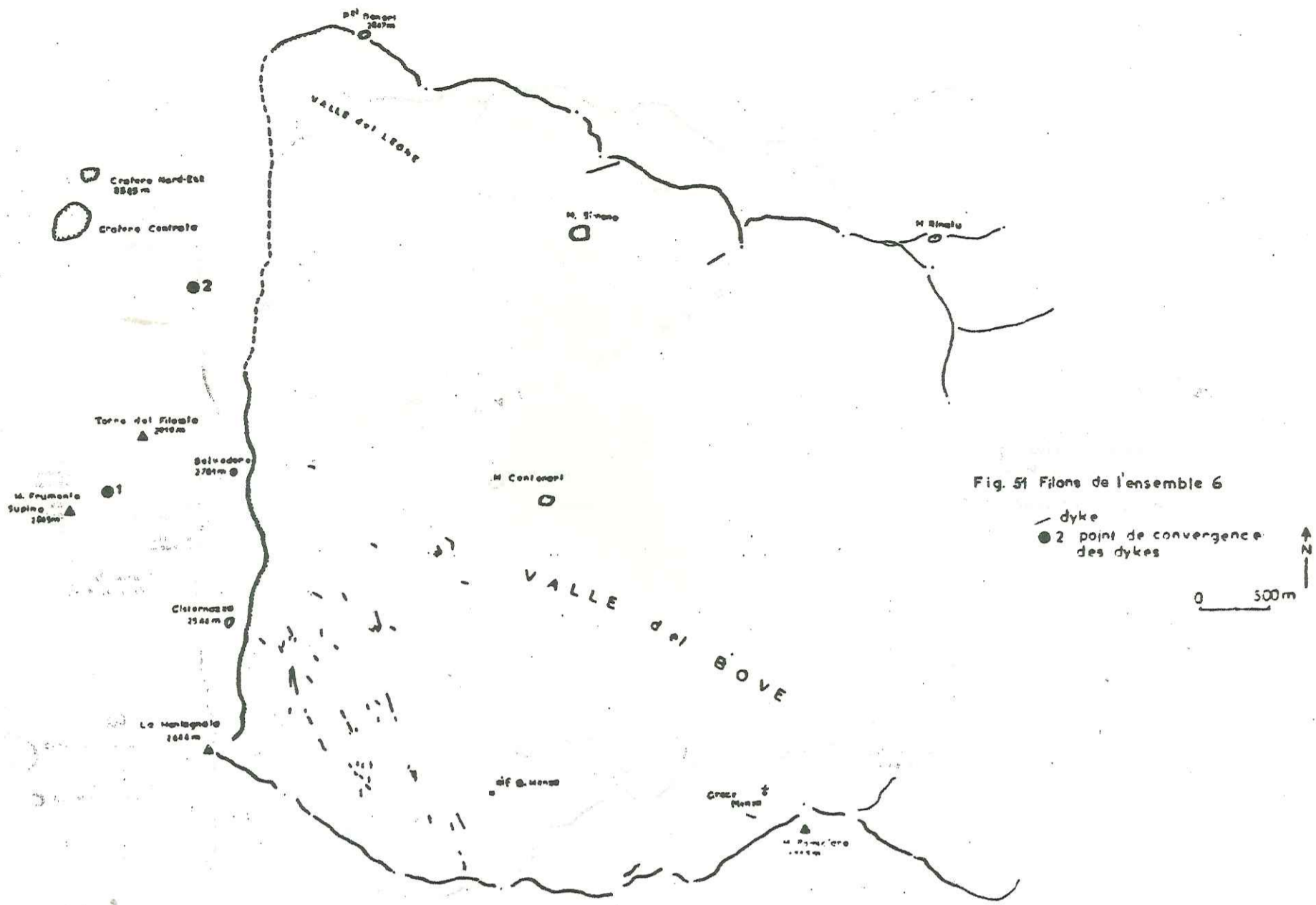


Fig. 51 Filons de l'ensemble 6

— dyke
 ● 2 point de convergence des dykes

0 500m

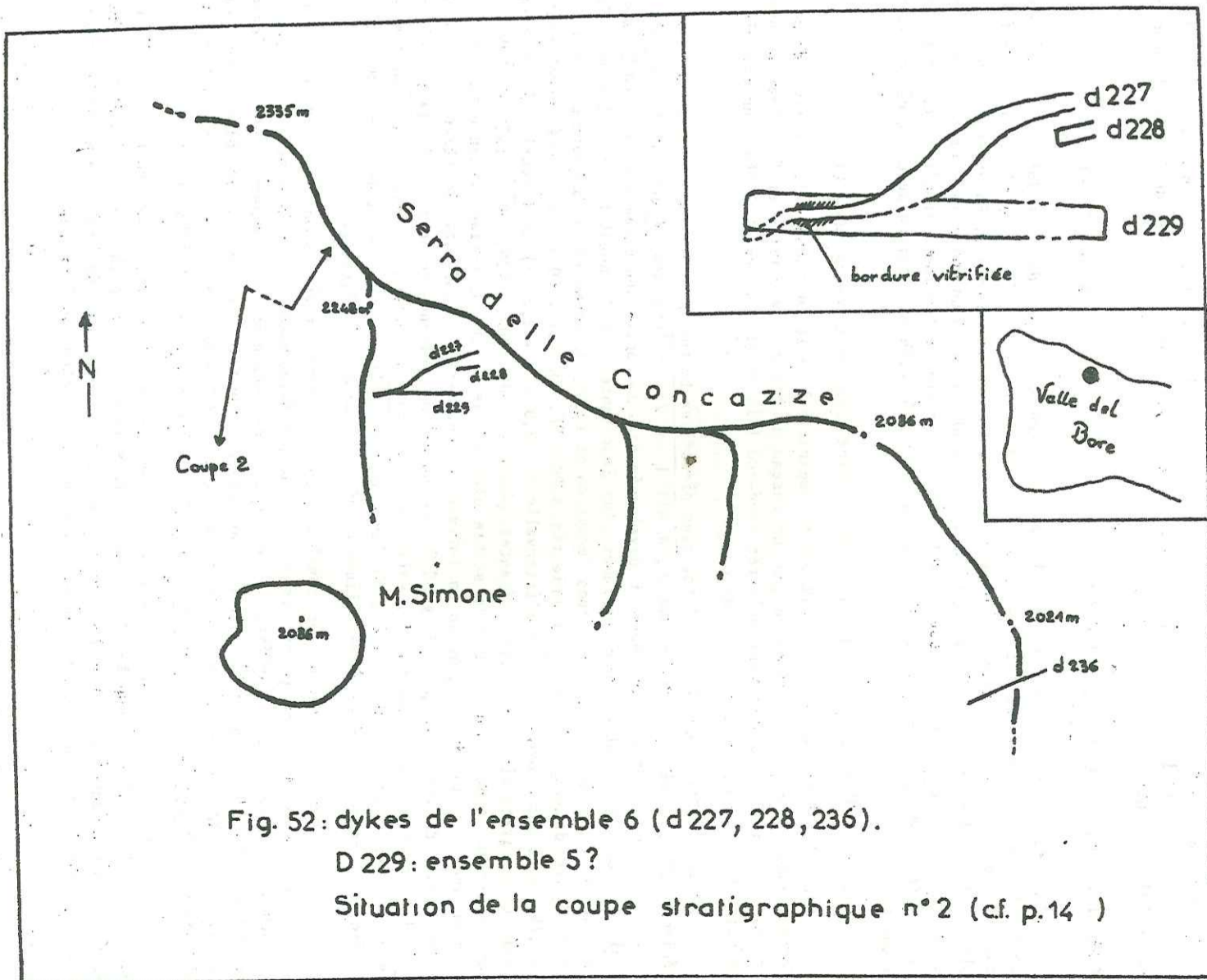


Fig. 52: dykes de l'ensemble 6 (d227, 228, 236).

D 229: ensemble 5?

Situation de la coupe stratigraphique n°2 (cf. p.14)

sud-ouest de la vallée, mais existent aussi dans sa partie sud-est (E-NE du Monte Pomiciaro: dyke 261), ainsi que sur le versant nord (Serracozzo et arête située au Nord du Monte Simone: dyke 227, 228 et 236, fig. 52). Comme pour les deux types précédents, une direction majeure: N 165 (fig.44) apparaît et les dykes considérés dans leur totalité semblent ^{converger} vers deux points virtuels (fig.51), l'un à 1 km au Sud-Est du cratère central, l'autre à 1 950 m. au Sud-Sud Est du cratère central. Un dyke de cet ensemble en recoupe peut-être un autre de l'ensemble 5. Certains se recoupent parfois entre eux mais n'ont jamais été trouvés recoupés par d'autres filons de nature différente, ceci dans l'enceinte de la vallée; cet ensemble intrusif sera donc considéré comme le plus récent de la Valle del Bove.

CONCLUSION A L'ETUDE STRUCTURALE DES FAMILLES DE DYKES

Plusieurs ensembles de dykes ont donc été individualisés dans la Valle del Bove. Mais il convient, pour certains de ces ensembles (4, 5 et 6) de bien faire la part entre les effets des contraintes volcano-tectoniques et les effets de la tectonique régionale. En effet, si pour l'ensemble 3, les filons semblent être répartis radialement autour d'un point virtuel situé au Nord-Est du refuge Gino Menza, et ceci sous l'effet de contraintes volcaniques locales, pour d'autres ensembles (4, 5 et 6), il existe une direction majeure S.SE-N.NW en relation avec une direction tectonique régionale.

Plusieurs directions structurales peuvent être mises en évidence sur l'Etna:

KIEFFER (1975a) décrit une "rift-zone" comparable à celles des appareils boucliers de Hawaï. correspondant à une zone délimitée par un réseau de fissures éruptives et "ponctuée de nombreux points de sortie", grossièrement orientée nord-sud (fig.3) et traversant l'Etna sur une vingtaine de kilomètres, de Nicolosi au Monte-Nero.

ROMANO (1979) reconnaît sur l'Etna cinq directions tectoniques principales ayant un caractère régional (N-S, N.NW-S.SE, NE-SW, NW-SE, E-W): 1 et 2) le long des directions N-S et N.NW-S.SE (cette dernière étant particulièrement développée dans la partie sud-orientale du volcan), semblent avoir eu lieu des éruptions périphériques plus importantes par la quantité des matériaux émise et par la superficie recouverte par les laves (éruption de 1 669 par exemple): la majeure partie des dykes de la Valle del Bove serait ainsi orientée N.NW-S.SE. En fait, 89 filons représentant seulement le 1/4 des dykes appartiennent à l'intervalle N 142,5 - N 172,5; 3) la direction NE-SW a été le siège de manifestations éruptives récentes (éruptions de 1809, 1879, 1911, 1923 et 1949), ceci sur le versant septentrional où elle semble plus active. Cette direction présente sur le haut du versant nord-oriental du Mongibello un infléchissement vers l'E.NE-W.SW (éruptions de 1865, 1928, phase finale de 1971) qui peut être dû à des mouvements volcano-tectoniques; 4) la direction NW-SE subordonnée aux trois autres; 5) enfin la direction E-W surtout rencontrée dans un linéament, en partie recouverte par des coulées de laves du Mongibello récent, et le long de laquelle il est difficile de rencontrer des manifestations éruptives à caractère régional.

Il est aussi intéressant de constater que ces contraintes régionales n'auraient joué un grand rôle sur la mise en place des filons que postérieurement au Trifoglietto 2, auquel nous rattachons l'ensemble 3. En effet, la part des dykes, orientés exclusivement nord-sud (intervalles NO-N 17,5 et N 172,5 - 180) ne représente que 25 % du total de ceux rattachables au Trifoglietto II, contre 32 % orientés est-ouest (intervalle N 67,5 - N 97,5, fig. alors qu'à partir de l'ensemble 4 (biancavillite) apparaît la direction majeure S.SE - N.NW (fig. 42 et 49).

Sur la figure 49, une relation possible avec un mécanisme de décrochement virtuel selon une direction NNW - SSE est évoquée, mais ceci ne constitue qu'une hypothèse qui devra être confrontée aux principaux événements tectoniques récents qui ont affecté l'Est de la Sicile et le Sud de l'Italie, structures sous marines mises en évidences dans ce secteur méditerranéen.

CHAPITRE IV

ÉTUDE PÉTROCHIMIQUE DES DYKES

I - METHODOLOGIE

L'étude pétrochimique des dykes de la Valle del Bove repose sur l'interprétation de 19 analyses chimiques dont 17 ont été réalisées à l'Institut Dolomieu par Fx (laboratoire de G. VIVIER, analyste F. KELLER spectromètre CGR Alpha 2020 automatique). 17 de ces analyses portent sur les dykes. En raison du manque ou de l'absence totale de précision sur le lieu exact de prélèvement de l'échantillon, seules quatre analyses publiées sur les dykes de la Valle del Bove dans la littérature (ROMANO et STURIALE, 1976) sont utilisables dans le cadre de ce mémoire. Deux seulement sont retenues.

D'autres analyses (TANGUY, 1978 ; ROMANO et STURIALE, 1976 ; KLERKX, 1971) concernant les laves des centres éruptifs précédemment définis dans la vallée sont également utilisées. La liste complète des analyses avec leur provenance figure en annexe 2.

II - CLASSIFICATION DES ROCHES ET APPROCHE PETROCHIMIQUE DES FILONS

Diverses classifications ont été envisagées (LACROIX, 1933 ; RITTMANN, 1963 ; MAC DONALD et KATSURA, 1964 ; STRECKEISEN, 1967 ; IRVINE et BARAGAR, 1971 ; I.U.G.S., 1972 ; MIDDLEMOST, 1972 1980 ; DE LA ROCHE et al., 1980 ; MAURY et al., 1980), mais toutes ne sont pas toujours adaptées aux roches étnéennes.

Effectivement, les roches constitutives des filons étudiés appartiennent aux produits de différenciation de la suite alcaline, comme en témoigne le report des échantillons sur un diagramme binaire ($K_2O + Na_2O = f(SiO_2)$) (fig. 53). Ce résultat est en accord avec l'évolution chimique des laves étnéennes. Leur composition est tholéiitique au cours de la phase volcanique pré étnéenne (il y a plus de 200 000 ans) puis alcaline avec encore quelques venues tholéiitiques lors de la construction de l'Etna primordial (200 000 - 700 000 ans), puis franchement alcaline avec des montées de laves parfois très différenciées (Trifoglietto, Mongibello : cratère Elliptique) (TANGUY, 1966 ; KIEFFER et TANGUY, 1976 ; CONDOMINES, 1981) allant jusqu'aux trachytes (TANGUY, 1973).

Le rapport Na_2O/K_2O est voisin de 2 (fig.54), mais l'observation du diagramme An-Ab-Or (fig. 56) et sa comparaison avec des séries classiques semble indiquer une tendance potassique. Ce caractère ne reflète cependant pas la tendance générale de la série étnéenne qui est plus sodique que potassique, avec K_2O/Na_2O généralement inférieur à 0,5 (TANGUY, 1980, fig. II.B), et se rapproche ainsi de la série alcaline d'Hawaï. Nous conserverons donc, sans les préciser, les termes de "basalte-alcalin, hawaïte, mugéarite, benmoréite, trachyte", définis par MUIR et TILLEY (1961) ou Mac DONALD et KATSURA (1964), et leurs limites en fonction de l'indice de différenciation (D.I.) telles qu'elles ont été proposées par MAURY (1976; cf., fig. 61).

Le report des échantillons sur le double triangle Q-A-P-F de STRECKEISEN (1967) pose également quelques problèmes. D'une part, un tel report se fait en tenant compte de la composition modale de l'échantillon. Or celle-ci, en raison de la finesse de mésostase, n'est pas possible à déterminer sur des laves basaltiques. Cependant, l'utilisation de la composition virtuelle de la roche, déterminée par le calcul de la norme C.I.P.W. LACROIX, permet une bonne approximation de la nature de la lave, à condition que l'on connaisse la nature du plagioclase (par une détermination optique par ex.) (GIORGI, 1979: reports d'un échantillon de granite du Massif Central). Mais quelle que soit la méthode de détermination du pourcentage des minéraux envisagée, la controverse existe toujours pour savoir si l'albite doit être reportée sur le pôle A (feldspaths alcalins) ou sur le pôle P (plagioclases). Il semble généralement admis que l'albite (jusqu'à An 05) doive être reportée sur le pôle A des feldspaths alcalins, le domaine des plagioclases commençant à An 05. Mais dans

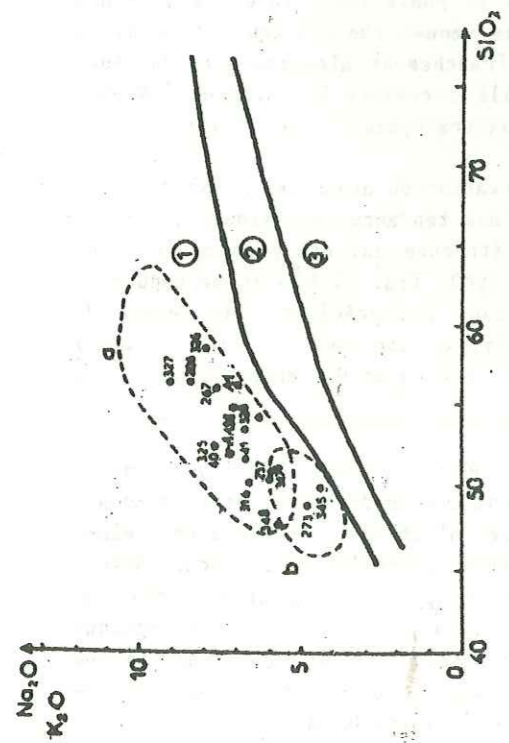


Fig. 53: Diagramme (Na₂O+K₂O)/SiO₂
 1: domaine alcalin
 2: domaine des basaltes riches en alumine
 3: domaine tholéitique
 a: domaine des étnaites
 b: domaine des étnaites de transition
 (Mc Donald & Katsura 1964, Kuno 1966, Tanguy & al. 1977, Teygey 1979).

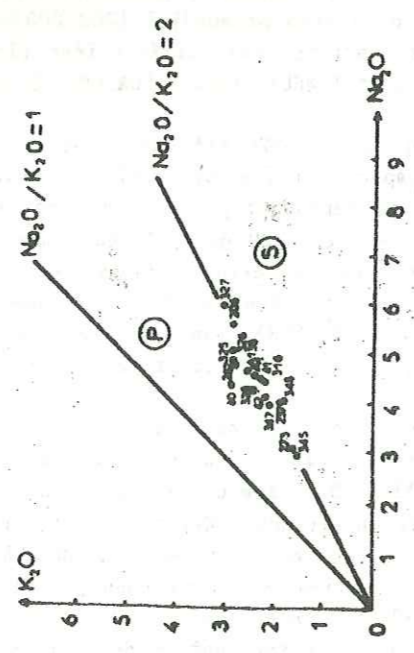


Fig. 54: Diagramme K₂O/Na₂O
 1: la droite Na₂O/K₂O=2 sépare un domaine alcalin sodique (S) d'un domaine alcalin potassique (P)
 (Tricot 1975, Maury & al. 1980)

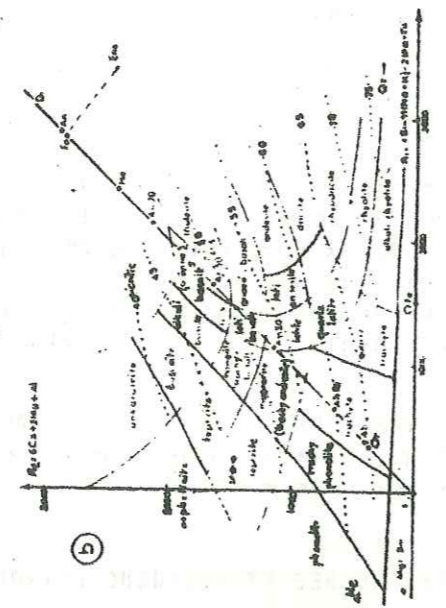
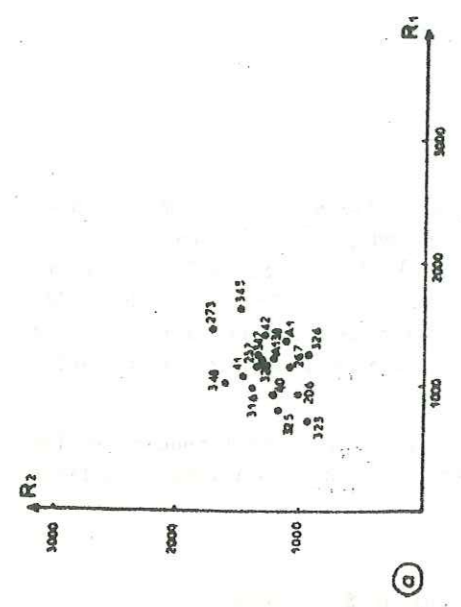


Fig. 55: Report des éch. sur un diagramme R1-R2 (a)
 (R1= 4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti); R2= 6Ca+2Mg+Al)
 b- Classification des roches éruptives en fonction des paramètres R1-R2 (LE LA ROCHE & al. 1980)

le cas de nos échantillons de dykes, la teneur en albite normative apparaît comme relativement élevée (entre 20 et 50 en pourcentage/poids), alors qu'une détermination de la nature des plagioclases par la méthode de MICHEL-LEVY donne systématiquement un plagioclase An 50 (Labrador). Le report sur le double triangle Q-A-P-F, effectué en plaçant l'albite normative dans les plagioclases donne des résultats relativement concordants avec ceux des autres classifications (cf. fig. 58 et 59), ainsi qu'avec le report d'analyses de laves des centres éruptifs de la Valle del Bove (KLERKX, 1971 - ROMANO & STURIALE, 1976 - TANGUY, 1978).

Par référence à un système de classification couramment usité seront mentionnées les appellations correspondantes dans la classification R1-R2 de LA ROCHE et al. (1980) (fig. 55). Les laves montrent une très faible tendance à l'enrichissement en fer sur un diagramme A.F.M. (fig. 57) explicable par l'apparition précoce (dès les termes les plus basiques: hawaïtes) de phénocristaux de minéraux opaques (titanomagnétite). La titanomagnétite est en effet présente dans toutes les laves étudiées sous forme de phénocristaux automorphes de cristallisation précoce (juste postérieure à celle de l'apatite). De nombreux micro-cristaux automorphes ou squelettiques de titanomagnétite se retrouvent également dans la mésostase (cf. Ch.1). L'enrichissement de fer se vérifie également lorsque l'on considère les divers ensembles étnéens dans les diagrammes A.F.M. (fig. 57b et c) où la série "présente une tendance à l'enrichissement en fer modéré et l'évolution magmatique est grossièrement parallèle à celle du magma basaltique alcalin d'Hawaï: seuls les termes basiques manquent ou sont peu représentés" (KLERKX, 1971).

III- LES FAMILLES DE FILONS

Le nombre réduit d'analyses par famille de dykes ne permet pas une approche statistique du comportement géochimique des filons étudiés. Les informations apparentes n'en gardent pas moins leur valeur ponctuelle et comparative.

III.1- Ensemble 1

Le seul représentant de cet ensemble (d.316) est une hawaïte ou trachybasalte aphanitique dont le D.I. est de 49 et la teneur en silice de 50%.

III.2- Ensemble 2

Deux analyses seulement ont été réalisées: d.348: hawaïte (trachybasalte) et MES 275: (ROMANO et STURIALE, 1976) hawaïte (trachybasalte).

Ces laves figurent parmi les moins évoluées des différents ensembles et sont donc proches des basaltes, avec des D.I. de 41 et 46 et une teneur en SiO₂ voisine de 49%. Parmi les oxydes majeurs (fig. 60): K₂O a une teneur relativement faible (1,7%) et MgO est assez élevé (4,6%) par rapport aux teneurs des autres ensembles de dykes. Ceci est parfaitement concordant avec le caractère peu différencié de la lave et est bien mis en évidence dans les diagrammes éléments majeurs/indices de différenciation (fig. 62).

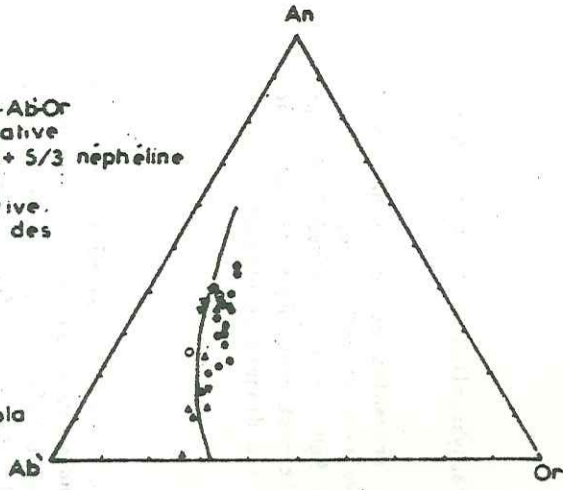
III.3- Ensemble 3

Il réunit 8 analyses réparties comme suit (cf. annexe 2): d.328 (roche altérée): mugéarite (lati-basalte); d.42 (roche saine): hawaïte (limite lati-basalte/andési-basalte); d.345 (Rca Musarra): hawaïte (andési-basalte); d.347 (Rca Musarra): hawaïte (andési-basalte); d.237 (Flanc nord): hawaïte (trachy-basalte); A1 (pointement n°3, fig. 47): mugéarite (latite); A 138 (coulée): mugéarite (latite); MES 291 (ROMANO et STURIALE, 1976): mugéarite (trachy-basalte).

Ce sont des roches relativement peu différenciées avec une teneur moyenne en SiO₂ de 53%. Leur indice de différenciation D.I. est de l'ordre de 50 pour les échantillons des coeurs de dykes les plus représentatifs (d.328 et d.42), mais varie entre 36 (d.345 de la Rocca Musarra) et 57 (A1: pointement de lave n°3, fig. 47). On notera que les laves des dykes de la Rocca Musarra, ainsi que celui du flanc nord se classent avec celles de l'ensemble 2, parmi les laves filoniennes les moins différenciées de la Valle del Bove (D.I.: 36 et 45), (ces filons sont localisés dans la partie nord-est de la Valle del Bove; cf. fig. 45). Les laves de cet ensemble sont celles qui sont

Fig. 56. Diagramme An-Ab-Or
 An: Anorthite normative
 Ab: Albite normative + 5/3 néphéline normative
 Or: Orthose normative.
 Comparaison avec des séries classiques

- dykes
- Trifoglietto
- Serra Giannicola Piccola
- Vavalaci-Belvedere
- Mongibello
- Etnaite



(Tanguy 1978, Romano & Sturiale 1976, Klerkx 1971, Irvine & Baragar 1971)

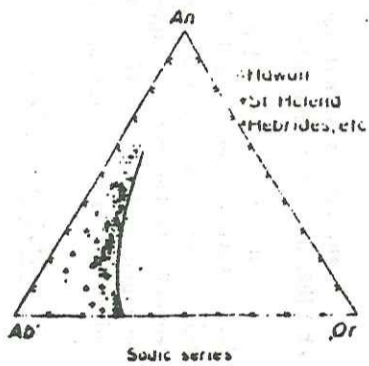
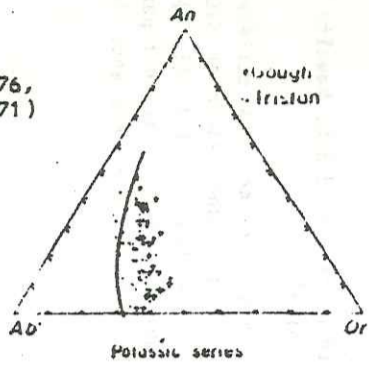
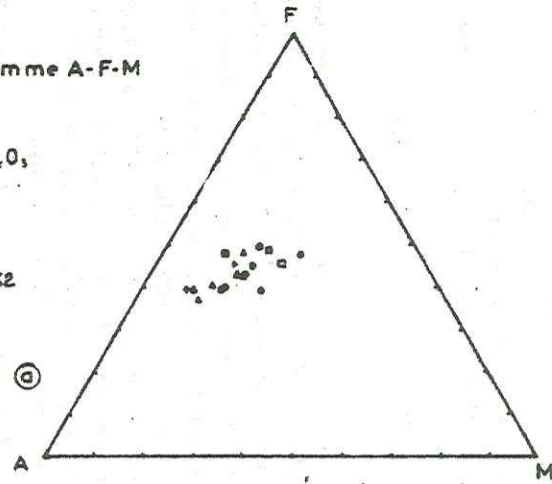


Fig. 57: Diagramme A-F-M

A = Na₂O + K₂O
 F = FeO + 0.9 Fe₂O₃
 M = MgO

Légende: cf. fig. 62



Comparaison avec des séries basaltiques classiques:

- Etniennes (b, c)
- Hawaïennes (c)
- Ile de Gough (c)

(Klerkx 1971)

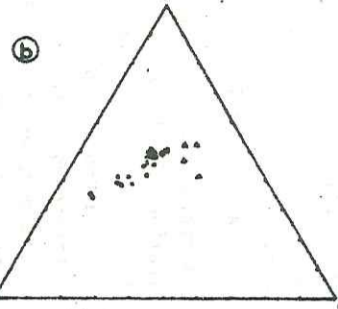
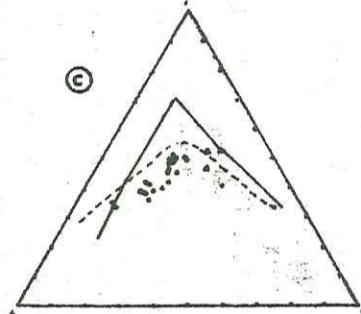


Diagramme A-F-M (A = Na₂O + K₂O, F = FeO + 0.9 Fe₂O₃, M = MgO) montrant la distribution géométrique des principaux types de l'Etna:

- Trifoglietto I
- Trifoglietto II
- zones tétraédriques
- zones tholémitiques pré-étniennes



Les données magnétiques de l'Etna comparées à d'autres séries basaltiques (cf. fig. 62) sont présentées dans le diagramme A-F-M. Les données magnétiques de l'Etna sont comparées à celles de l'Ile de Gough, l'Ile de Hawaii, etc. (cf. fig. 62).

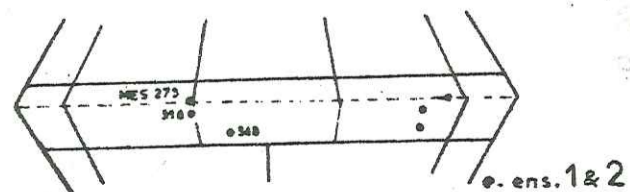
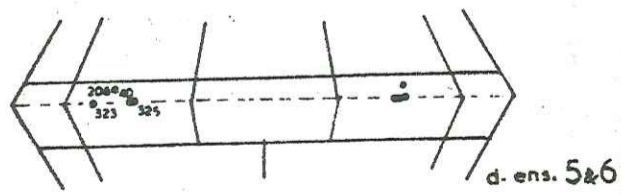
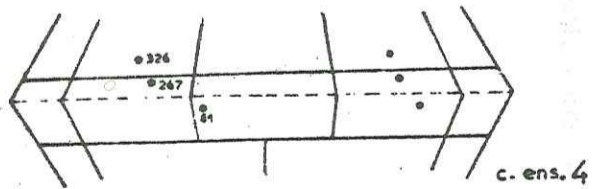
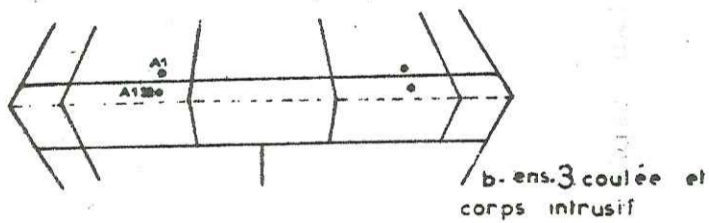
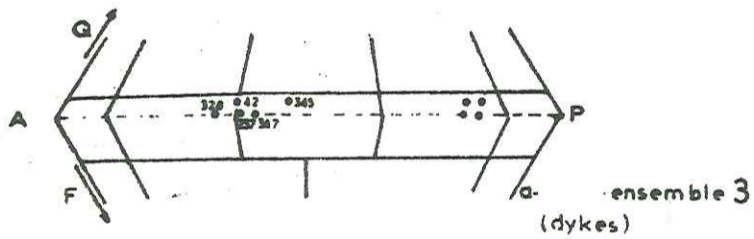


Fig. 58: Report des éch. sur le double triangle Q-A-P-F (STRECKEISEN 1967) éch. numérotés: pôles A=felds. alcalins + albite; éch. non numérotés: mêmes éch. avec pôles A=felds. alcalins sans albite (pôle P=plagio. An05-An100 + albite); Composition normative (C.I.P.W.).

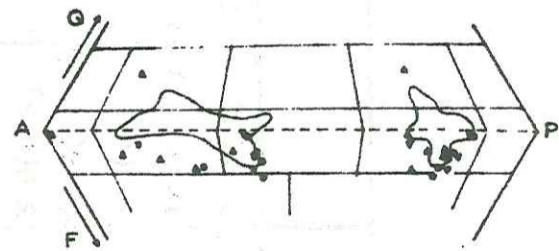


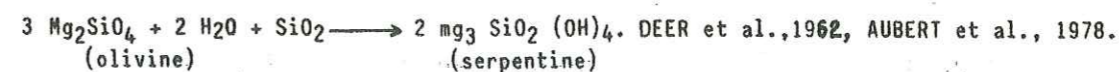
Fig. 59 (Diagramme Q-A-P-F (STRECKEISEN 1967): comparaison avec des éch. des centres éruptifs classiques de l'Etna. (TANGUY 1978, ROMANO & STURIALE 1976, KLERKX 1971.)

- Trifoglietto
- Serra Giannicola Piccola
- Vavalaci-Belvedere
- Mongibello
- Etnaite
- Domaine des filons étudiés

ensembles	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	50,2	48,9(1,1)	52,7(2,2)	55,4(3,5)	54,2(3)	54,6(2,8)
Al ₂ O ₃	18,8	18(0,3)	18,1(0,7)	18,8(1,5)	16,9(1,2)	17,7(0,6)
Fe ₂ O ₃ _T	9,08	10,3(0,03)	8,3(1)	7,5(0,6)	9,2(2,5)	8,6(2)
MnO	0,16	0,16(0,01)	0,15(0,04)	0,16(0,01)	0,19(0,007)	0,2(0,03)
MgO	2	4,6(0,7)	3,6(0,9)	2,2(0,7)	2,8(0,8)	2,3(1)
CaO	8,8	8,9(1,2)	7,4(0,7)	6,4(2)	5,8(1,7)	6(0,8)
Na ₂ O	4,5	4,2(0,2)	4,2(0,6)	4,7(0,2)	5,1(1,1)	5,2(0,5)
K ₂ O	2,17	1,7(0,14)	2,1(0,3)	2,6(0,3)	2,9(0,1)	2,9(0,02)
TiO ₂	1,8	2(0,1)	1,3(0,4)	1,4(0,03)	1,7(0,3)	1,6(0,06)
P ₂ O ₅	0,9	0,7(0,2)	0,5(0,1)	0,6(0,05)	0,7(0,3)	0,8(0,2)
H ₂ O ⁺	1,4	0,6(0,08)	1,9(0,9)	0,3(0,3)	0,2(0,3)	0,8(0,5)

Fig. 60: Moyennes et écarts types des oxydes majeurs dans les ensembles de dykes

les plus hydratées: 2% en moyenne d H₂O. Ceci explique la forte proportion des minéraux d'altération hydrothermale, notamment les serpentines et l'iddingsite qui peuvent contenir respectivement 14 et 9% d'H₂O; c'est ainsi que les olivines peuvent s'altérer suivant la réaction:



III.4- Ensemble 4

Trois analyses appartiennent à ce type (annexe 2): d.326: benmoréite (latite); d.267: mugéarite (latite); d.41a: hawaïte (trachybasalte).

Les laves sont relativement plus différenciées (fig.61) avec des teneurs moyennes en SiO₂ de 55%. La lave de Biancavilla, à gros phénocristaux de plagioclases, appelée biancavillite (KIEFFER 1974b) se rattache aux lati-andésites et semble appartenir au même événement que les filons du type 4. Les teneurs en éléments majeurs sont peu différentes de celles des autres ensembles (fig.60).

III.5- Ensemble 5

Deux analyses seulement ont été effectuées (annexe 2): d.323: benmoréite (trachyte, limite avec trachyandésite); d.40a: mugéarite (trachyandésite).

Il s'agit de roches moyennement différenciées ($\bar{x}_{\text{SiO}_2} = 54$) dont le D.I. est très variable: 53 et 68. Les teneurs en éléments majeurs sont voisines de celles des autres groupes (fig.60).

III.6- Ensemble 6

Deux analyses seulement ont été effectuées (annexe 2): d.325: mugéarite (trachyandésite); d.206: benmoréite (trachyandésite).

Ces échantillons présentent le même type de différenciation que dans le sous-ensemble précédent, c'est-à-dire des laves intermédiaires moyennement différenciées qui présentent les mêmes caractéristiques.

IV - TABLEAU RECAPITULATIF (fig.61)

di: →	0	35	50	65	80	100
$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} < 0,5$	Basalte alcalin sodique	Hawaïte	Mugéarite	Benmoréite	Trachyte	
	$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} > 0,5$	Basalte alcalin potassique	K-hawaïte	K-mugéarite	K-benmoréite	trachyte
Trachyandésite (sens international)			Iristanite			
Trachyandésite (sens français)			Doréite	Sancyite		
Ensembles						
1			●			
2		—				
3		—				
4		—	—			
5			—	—		
6				—	—	

Fig.61: Répartition des ensembles de dykes dans la classification des séries alcalines de MAURY (1976)

V - LES OXYDES MAJEURS ET LES ELEMENTS EN TRACES Ba, Rb et Sr

V.1 - DIAGRAMMES OXYDES MAJEURS/D.I. et OXYDES MAJEURS/S.I.
(fig. 62 et 63)

Indice de différenciation: D.I. = Orthose + Albite + Quartz + Feldspathoïdes normatifs;

$$\text{Indice de solidification: S.I.} = \frac{\text{MgO}}{\text{MgO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}} \times 100$$

Remarque: Il est important de noter que si il a existé un réservoir profond primitif qui a ensuite migré dans l'espace à la faveur de dislocations crustales (TANGUY, 1980), il a vraisemblablement pu, dans l'histoire étnéenne, s'individualiser des chambres magmatiques secondaires qui ont alimenté les différentes familles de filons de la Valle del Bove. Ce fut notamment le cas pour le Trifoglietto (TANGUY, 1980). Cette hypothèse est appuyée par la distance importante (plusieurs kilomètres) séparant les points de convergence des filons (fig. 68) et par l'espace de temps séparant l'émission de certains ensembles de dykes (environ 35 000 ans entre les dykes du type 3 et ceux du type 4).

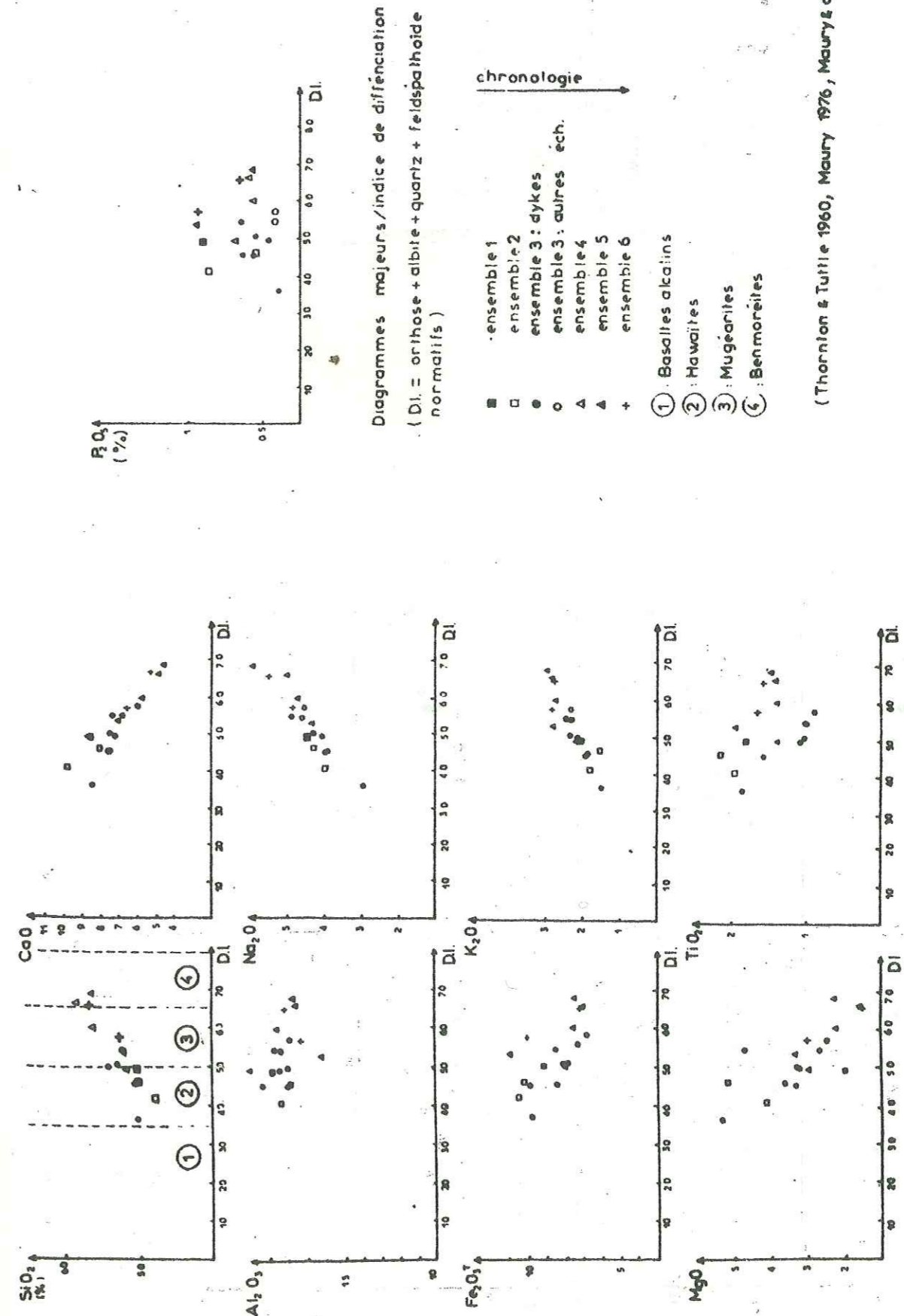
Les diagrammes oxydes majeurs/D.I. et oxydes majeurs/S.I. mettent en évidence deux groupes de filons, l'un regroupant les ensembles 1, 2 et 3, l'autre les ensembles 4, 5 et 6. Le premier est constitué essentiellement d'hawaïtes et de quelques mugéarites, alors que le second est surtout constitué de mugéarites (et de laves allant jusqu'aux benmoréites, cf. fig.61) donc de laves plus différenciées, correspondant aux ensembles de filons les plus récents. Les données chronologiques (KIEFFER, 1979 - CONDOMINES, 1981) montrent que ces deux groupes ont pu être séparés d'un laps de temps d'environ 35 000 ans (fig.68) qui expliquerait la nature plus différenciée des produits les plus récents (notons la position anormale, dans les diagrammes oxydes majeurs/indice de solidification, du point d.316, représentant de l'ensemble 1).

Les différents diagrammes oxydes majeurs/D.I. montrent de bonnes corrélations positives pour SiO₂, Na₂O et K₂O ET NEGATIVES POUR CaO. Ils montrent par contre une totale dispersion pour TiO₂, P₂O₅ et Al₂O₃ et une dispersion partielle pour Fe₂O₃ Total. Ceci peut être interprété par la cristallisation de la titanomagnétite, de l'apatite et des ferromagnésiens tout au cours du processus de la différenciation, mais de façon désordonnée: ces minéraux ne cristalliseraient pas au même stade dans les différentes chambres magmatiques superficielle. La minéralogie (Ch.I, fig.37) montre d'ailleurs que ces minéraux sont présents dans tous les ensembles de dykes, en phénocristaux et dans la mésostase. De plus l'observation des diagrammes Al₂O₃, TiO₂, P₂O₅/FeO^I/MgO (fig.64) montre, outre, l'apparition de deux groupes de filons (avec toujours, dans ce cas, la position anormale du point d.316) une totale dispersion.

V.2 - LES ELEMENTS EN TRACES, Ba, Rb et Sr DANS LES DYKES

Les diagrammes Rb/D.I. et Sr/D.I. montrent une assez grande dispersion, alors que le diagramme Ba/D.I. montre une bonne corrélation positive (fig.65). Ceci se retrouve dans les diagrammes Ca/Sr et K/Rb (fig.66) qui montrent une très mauvaise corrélation entre les éléments. Le diagramme K/Ba montre au contraire une très bonne corrélation positive, puis un plafonnement aux environs de 3,5 % de H₂O et 1 100 ppm de Ba (fig.67).

Ceci, en accord avec le diagramme K₂O/D.I. peut s'expliquer par le fait que les laves atteignent à peine le stade benmoréitique, donc qu'il y a peu de minéraux potassiques, mis à part quelques rares micas; les feldspaths sont en grande majorité représentés par des labradors An 55-64.



(Thornion & Tuttle 1960, Maury 1976, Maury & al. 1980.)

Fig.62 : Diagrammes oxydes majeurs / D.I.

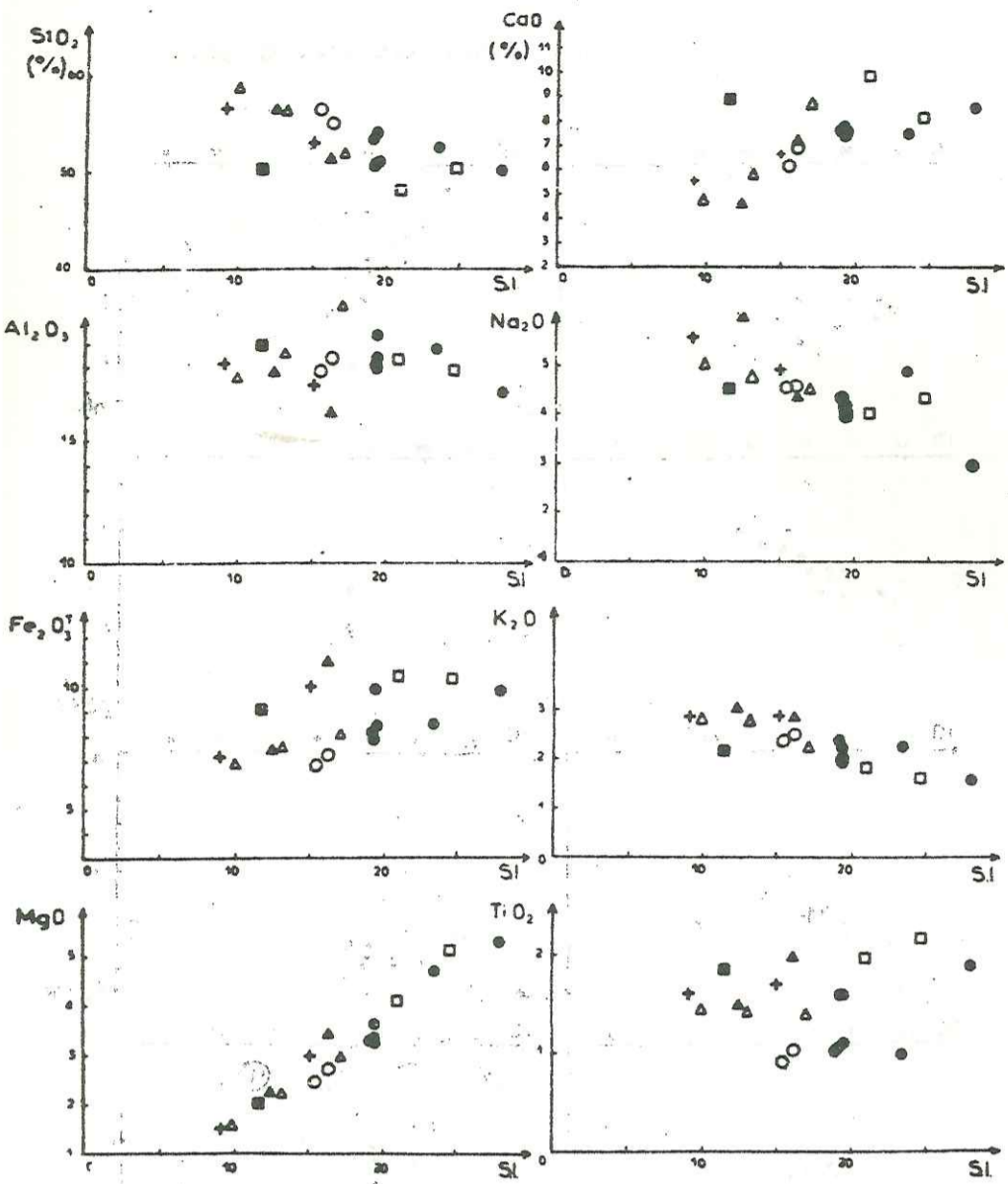
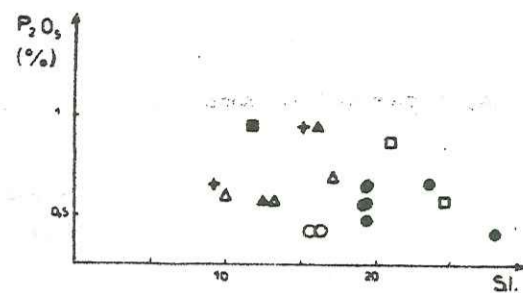


Fig. 63 Diagrammes majeurs/indice de solidification



Diagrammes majeurs/indice de solidification

$$SI = \frac{MgO}{MgO + FeO + Fe_2O_3 + Na_2O + K_2O} \times 100$$

(Tegye 1979)

- Chronologie ↓
- : ensemble 1
 - : ensemble 2
 - : ensemble 3: dykes
 - : ensemble 3: autre éch.
 - ▲ : ensemble 4
 - △ : ensemble 5
 - + : ensemble 6

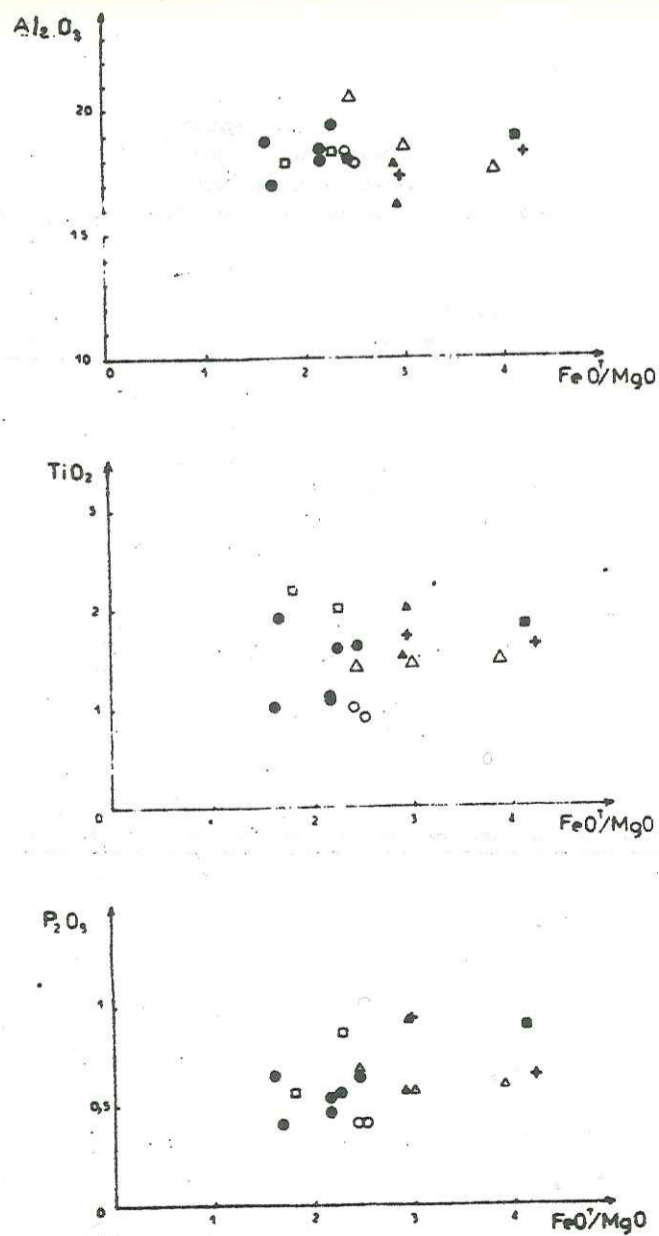
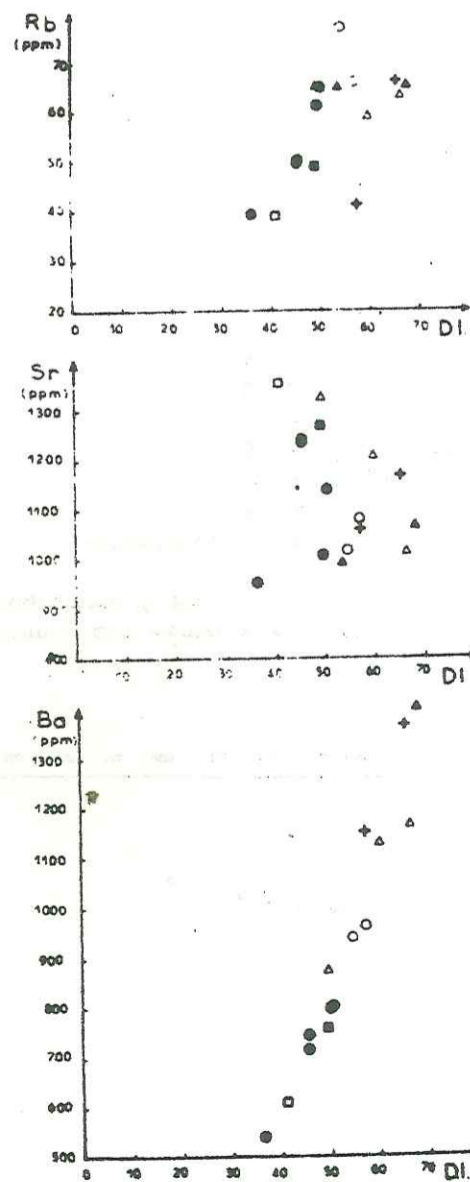


Fig. 64 Diagrammes Al₂O₃, TiO₂, P₂O₅ / FeO^T(total) / MgO

Fig. 65 Diagrammes éléments trace / indice de différenciation (DI) (légende cf Fig. 67)



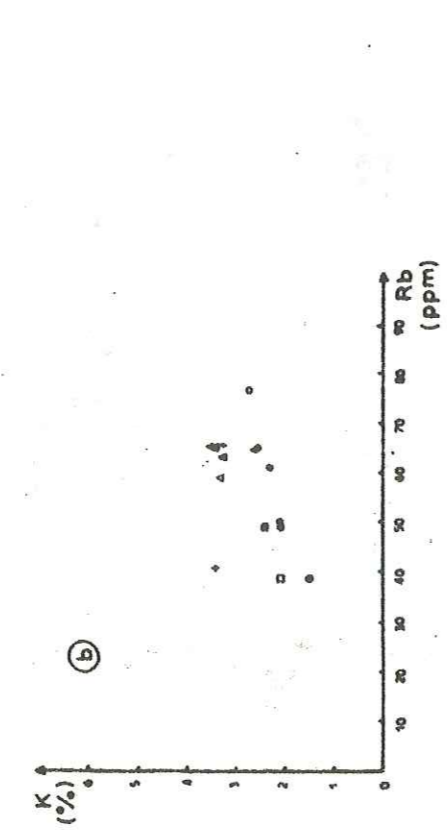
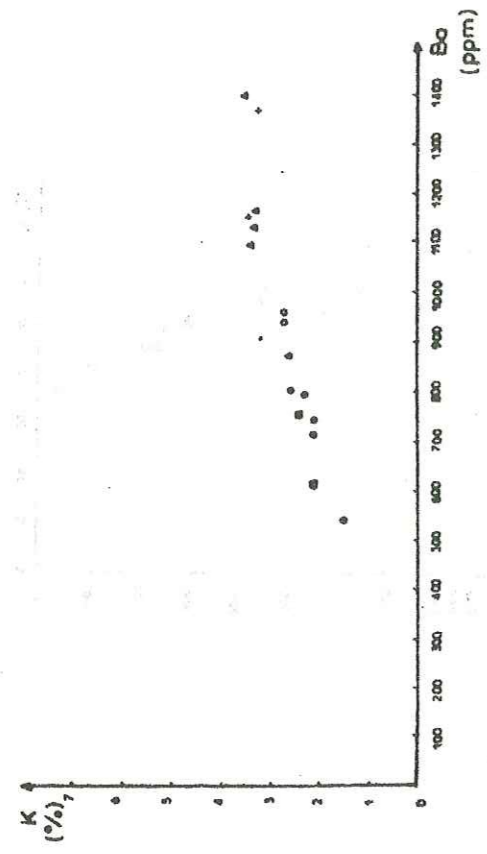
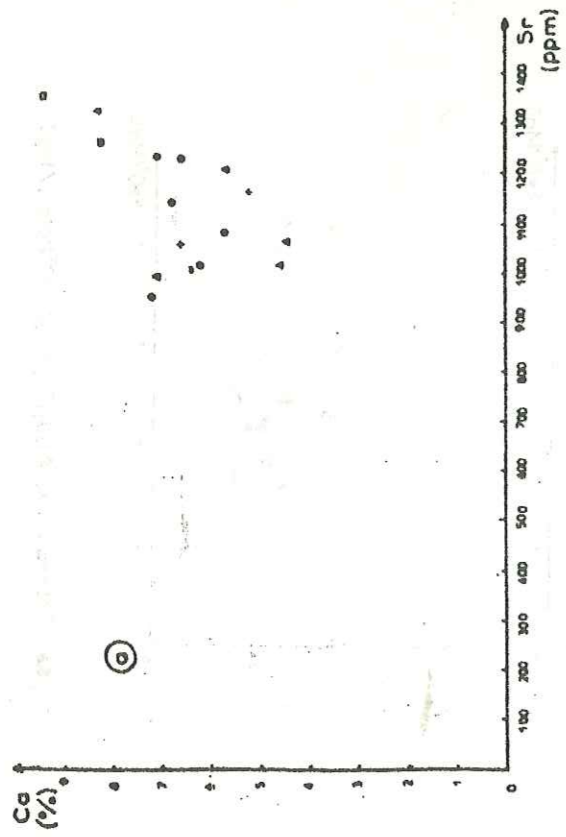


Fig.67 Géochimie des éléments en trace :
diagramme K-Ba

-ensembles: 1 ■
2 □
3 ● (dykes)
3 ○ (autres éch.)
4 ▲
5 △
6 +

Fig.68 : Géochimie des éléments en traces :
a. diagramme Ca-Sr
b. diagramme K-Rb
légende : cf. fig.

VI - CONCLUSION A L'ETUDE PETROCHIMIQUE DES DYKES

Les laves filoniennes de la Valle del Bove appartiennent aux termes basiques et intermédiaires de la série alcaline moyennement potassique, allant des hawaïtes aux benmoréïtes (fig.61). La majorité de ces laves moyennement leucocrates, tombe dans le champ des étnaïtes (TANGUY, 1980-TANGUY et al., 1977, fig. 53). Deux échantillons tombent sur le diagramme dans le domaine des étnaïtes de transition (d.345 et d.273), tout en conservant cependant un rapport K_2O/Na_2O de 0,5. Dans le double triangle de STRECKEISEN, ces roches tombent systématiquement, en accord avec les échantillons des centres éruptifs classiques étnéens, dans le champ des mugéarites, voire des mugéarites quartziques ("quartz-mugéarite", fig.58 et 59).

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

I - LES DYKES DE LA VALLE DEL BOVE DANS LE COMPLEXE ETNEEN (fig.68)

L' étude structurale et pétrographique des filons de la Valle del Bove permet d'individualiser six ensembles de dykes auxquels, pour quatre d'entre eux (n° 3, 4, 5 et 6) peut-être attribuée une chronologie relative en accord avec les résultats de l'étude stratigraphique. Pour les deux autres (n°1 et 2) subsiste le problème de les intégrer dans l'histoire étnéenne. Leur isolement dans la partie orientale de la Valle del Bove fait qu'aucun recoupement ne permet de les situer chronologiquement par rapport aux autres ensembles. Cette situation géographique particulière et des critères pétrographiques seront utilisés pour tenter de les insérer dans l'histoire évolutive de cette vallée.

1/ Les deux représentants de l'ensemble 1 sont ainsi rattachés au centre éruptif le plus ancien de la Valle del Bove, soit le Calanna, car ils sont en effet situés dans la partie occidentale de la Valle di Calanna et possèdent un faciès très différent des autres filons. Notons cependant d'une part la position du point d.316, dans les diagrammes oxydes majeurs/S.I. et Al_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 / FeO / MgO , parmi les laves les plus évoluées, d'autre part, la ressemblance de cette lave avec certaines laves récentes datées d'environ 15 000 ans (KIEFFER, communication personnelle).

2/ Le centre éruptif succédant au Calanna est, d'après KLERKX (1968) le Trifoglietto 1, dont il situe le centre dans la partie nord-est de la vallée (fig.6), à l'Ouest de la Rocca Capra. Il existe effectivement tout un ensemble de dykes (ensemble 2), à composition de hawaïte, donc assez proche d'une souche originelle peu différenciée, qui affleure dans la partie nord-est de la Valle del Bove (fig.39). Mais le point virtuel (si l'on rattache à cet ensemble le dyke 314 de la Valle di Calanna) vers lequel convergent les dykes est situé à plus d'un kilomètre au S-SE du centre défini par KLERKX. La position très orientale de cet ensemble dans la vallée et le caractère peu différencié de la lave font que cet ensemble 2 peut être considéré comme antérieur à l'ensemble 3. S'agit-il du Trifoglietto 1 de KLERKX ? Il s'agit en tout cas d'un centre éruptif vraisemblablement antérieur au Trifoglietto 2, situé dans la partie la plus orientale de la Valle del Bove, sensu stricto.

3/ L'ensemble 3 est le plus ancien individualisé parmi les filons restant. Ses caractères structuraux et pétrographiques le rattachent au Trifoglietto 2 (KLERKX, 1968). Ce centre a certainement été le plus important de la valle del Bove et peut être du complexe étnéen lui-même (KLERKX 1968, 1970 - Mc GUIRE, 1980a). Les dykes qu'il a alimentés peuvent ainsi atteindre une puissance d'une dizaine de mètres, fait spécifique à cet ensemble. On en retrouve également des corps intrusifs plus importants, au nombre de 6, alimentant parfois des dykes ou des sills. Il pourrait s'agir de cheminées d'alimentation d'anciens cratères adventifs, dont les cônes aurait été érodés dans l'histoire ultérieure du volcan. Les produits pyroclastiques qu'il a émis sont dispersés selon un ellipsoïde de 2 km de large sur 3 km de long, étiré en direction ouest-est (Mc GUIRE, 1980a): ce fait s'explique par l'influence des vents, notamment ceux des hautes altitudes, qui ont tendance à donner des aires de retombée "ovales, voire très allongées et étroites" (TAZIEFF, 1972a). La répartition des filons, en accord avec la stratigraphie et la géophysique (KLERKX et EVRARD, 1970) montre que ce volcan était centré au Sud-Ouest de la Valle del Bove actuelle, à environ 800-900 m au N-NW du refuge G. Menza. CONDOMINES (1981) donne un âge de 70 000 à 50 000 ans pour "la construction du Trifoglietto".

Les produits émis sont surtout abondants le long du flanc sud (KLERKX, 1968, 1970 - Mc GUIRE, 1980 a et b), mais ne se retrouvent pas le long du flanc nord. Les dykes sont formés d'une lave plus différenciée que celle de l'ensemble 2 (hawaïtes et mugearites). Si les dykes 237 et 239 que l'on trouve sur le flanc nord appartiennent effectivement à cet ensemble, la coupe levée sur ce

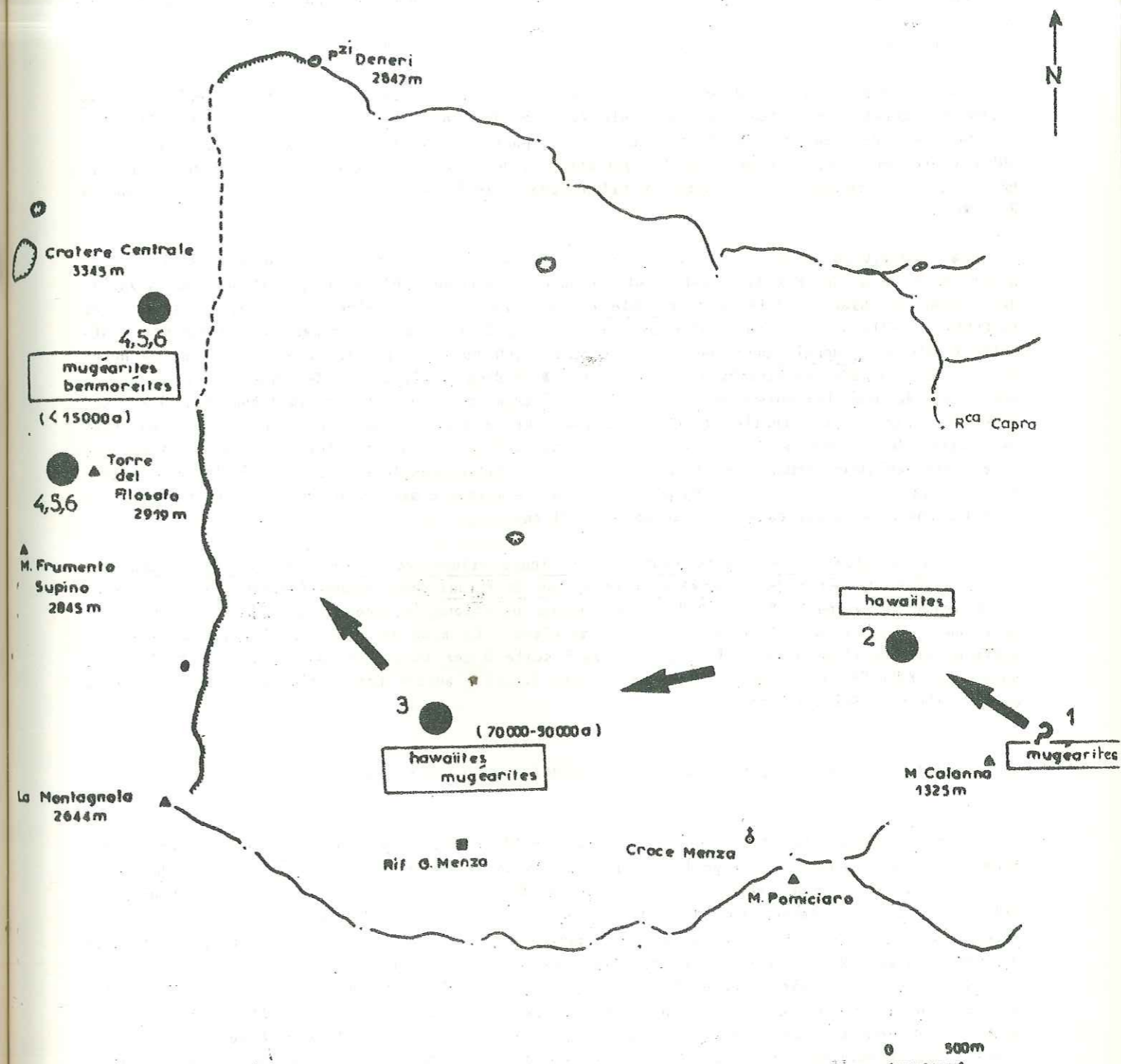


Fig.68 : Déplacement dans l'espace des points de convergence des dykes et évolution du chimisme des laves (âges : Kieffer 1979, Condomines 1981. L'âge de 15000a est celui probable des dykes de biancavillite, ceux de 70000-30000a sont ceux de l'édification du complexe du Trifoglietto.)

flanc montrant qu'il ne s'agit pas des dépôts du Trifoglietto 2, ceci implique un âge plus ancien - anté Trifoglietto 2 - pour les dépôts visibles de la base orientale du flanc nord. On peut donc envisager avant la formation du Trifoglietto 2, l'existence d'un centre éruptif grossièrement situé au SE du Monte Simone (on trouve beaucoup de pendages N 130-25 E dans les dépôts de la coupe 2) et pour lequel les éruptions phréatomagmatiques auraient joué un rôle important.

Notons enfin que les dykes du flanc nord et de la Rca Musarra, que l'on a inclus dans cet ensemble figurent (avec ceux de l'ensemble 2) parmi les moins différenciés de la Valle del Bove et convergent vers un point virtuel situé dans sa partie centrale (un peu au Nord). S'agit-il d'un autre centre éruptif, antérieur au Trifoglietto 2 ? On remarquera, néanmoins, le manque de ressemblance (aspect macroscopique) entre le filon échantillonné du flanc nord (n° 237) et ceux de la Rca Musarra.

4/ L'activité se déplace ensuite vers le Nord-Ouest (fig. 68) et le nouveau centre, situé à environ 1 km au Sud-Est du Cratère Centrale actuel est responsable de l'apparition dans la vallée des filons de biancavillite de l'ensemble 4. Cet événement peut être daté d'environ 15 000 ans (KIEFFER, 1979). Ce nouveau centre est le premier, défini par ses dykes, de l'ensemble post-Trifoglietto et pourrait correspondre au Vavalaci (LO GUIDICE, 1970). Il est important de noter qu'avec lui apparaît une direction majeure S.SE - N.NW dans l'orientation des dykes. Cette direction est conservée pour les ensembles suivants (5 et 6) et semble jouer un rôle important dans les éruptions historiques et actuelles (KIEFFER, 1975a). Les nouvelles laves sont encore plus évoluées que celles de l'ensemble 3 et atteignent les benmoréites, sans toutefois dépasser le stade des laves intermédiaires. Deux générations de ce type de filons semblent avoir existé, la seconde donnant des laves à mésostase beaucoup plus foncée par la présence massive d'augite titanifère fibreuse à inclusions de minéraux opaques ou de matière vitreuse.

5/ L'activité reste ensuite centrée à quelques kilomètres au Sud-Est du Cratère Central actuel d'où sont émises deux nouvelles générations de filons aphanitiques (ensemble 5 et 6), selon la direction privilégiée S.SE - N.NW. Trois venues de filons du second type aphanitique (6) sont observables. Les laves vont cette fois aux benmoréites. La mise en place de filons de lave plus différenciée de l'époque post-Trifoglietto fait suite à une longue période (environs 35 000 ans, datations: KIEFFER-1979, CONDOMINES, 1981) durant laquelle aucune trace d'intrusion n'est visible, depuis celles du Trifoglietto 2.

II - RÔLE ET INCIDENCE SUR L'ÉVOLUTION DE L'ETNA

Des phénomènes de glissement vers l'Est des blocs tectoniques de plus en plus occidentaux formant le substratum sont généralement invoqués pour expliquer la migration d'Est en Ouest des centres éruptifs étnéens (fig.2, ROMANO-1970, KIEFFER, 1981). Il semble difficile de préciser l'incidence de cette tectonique sur la formation ou la disparition des centres auxquels se rattachent les ensembles 1 et 2. En revanche, la brusque apparition, il y a environ 15 000 ans d'une direction majeure N.NW - S.S.E parmi les dykes peut être révélatrice de la reprise d'une activité distensive de la tectonique régionale: après une longue période d'activité, centrée dans la partie sud-ouest de la vallée actuelle, un nouveau bloc tectonique s'isole et s'effondre à l'Est, détruisant les anciens conduits éruptifs et provoquant le déplacement de l'activité volcanique plus à l'Ouest (cette ouverture pouvant être liée au jeu dextre d'une zone de décrochement le long d'une direction NNW - S95.)

ANNEXE 1

Nomenclature des dykes

LEGENDE ET COMMENTAIRES

- Numéro** : Chaque dyke a été numéroté de 1 à 363, numéro auquel a été ajouté le nombre 79 ou 80 selon l'année d'étude du filon sur le terrain (1970 ou 1980). Cette numérotation a été reportée sur la carte hors-texte.
- Situation** : Ce nombre permet de situer approximativement le dyke recherché par un quadrillage de la Valle del Bove, chaque secteur étant numéroté de 1 à 63. (cf. fig.69).
- Altitude** : Exprimée en mètres, elle représente l'altitude à laquelle les mesures et observations ont été effectuées, et donne une indication quant à la situation du dyke dans la vallée.
- Type** : L'ensemble des dykes de la Valle del Bove a été subdivisé en six ensembles (Chapitre 1) correspondant à différents "types" pétrographiques.
- Orientation** : Il s'agit de l'orientation moyenne du dyke. Lorsque celle-ci change de façon significative, les différentes orientations sont alors données.
- Épaisseur** : Souvent variable pour une même intrusion, la valeur donnée dans le tableau, exprimée en mètres, est une valeur moyenne estimée au point d'observation du dyke.
- Débit** : Le terme de plaque est employé ici pour désigner un bloc relativement aplati, et dont l'épaisseur est décimétrique à pluri-décimétrique;
 - Le terme de plaquette répond à la même définition, mais l'épaisseur est de l'ordre du centimètre.
 - Le terme de prisme désigne un volume de roche assez régulier et relativement prismé.
 - Le terme de frite désigne des fragments de roche très allongés et à faces polygonales.
 - Enfin le terme de bloc désigne un débit quelconque.

Abréviations concernant

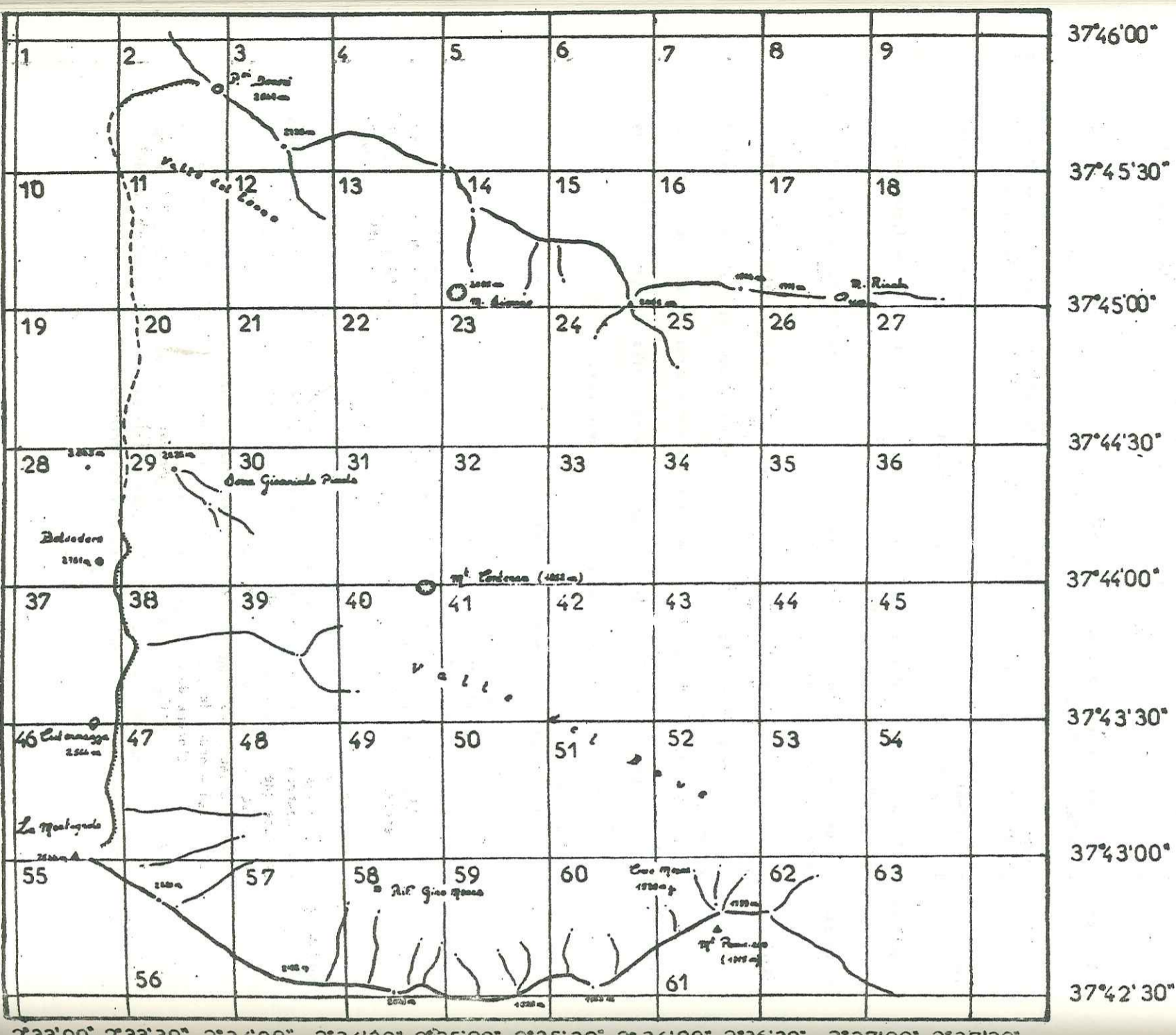
- la dimension moyenne des blocs débités:

m : métrique
 $\frac{1}{2}$ m : demi-métrique
 dm : décimétrique
 cm : centimétrique

pluri-m (dm, cm) : de plusieurs mètres (décimètres, centimètres)

- L'orientation des blocs débités: // parallèle à l'orientation du dyke, de ses épontes. C'est généralement le cas des plaques, plaquettes et prismes aplatis.
 ⊥ perpendiculaire à l'orientation du dyke, de ses épontes. Cas des "frites", prismes allongés.

- Bulles** : Lorsqu'elles sont présentes, les symboles suivants ont été utilisés:
 000 : nombreuses bulles; 00: bulles, en quantité moyenne; 0: quelques bulles ; (Toutes de forme quelconque). III - nombreuses bulles; II - bulles en quantité moyenne ; I - quelques bulles aplaties ou allongées.
 (10) - diamètre ou longueur (moyen=10, maximum=→10 exprimé en mm).
 (mm, cm) - ordre de grandeur de la bulle: de l'ordre du mm ou de quelques mm; de l'ordre du cm ou de quelques cm.
 //,obl. - les bulles allongées ou aplaties observées en section, ont un grand axe apparent parallèle (//) ou oblique (obl.), par rapport aux épontes du dyke.
 ép. - les bulles sont localisées plus particulièrement aux épontes.



QUADRILLAGE DE LA "VALLE DEL BOVE"

LEGENDE :

- Ligne de crête avec point coté.
- Flanc ouest de la vallée et sa prolongation sous des coulées.
- 1, ..., 63 Numéro repérant chaque secteur délimité.

Echelle : 0 1 km

Latitudes et longitudes : Ellipsoïde international orienté à Rome N. Mario.

Fig. 69

2°33'00" 2°33'30" 2°34'00" 2°34'30" 2°35'00" 2°35'30" 2°36'00" 2°36'30" 2°37'00" 2°37'30"

Número	Situation	Altitude	Type	Orientation	Ep.	Débit	Bulles	Récoupé par	LM	Analyse
1-79	38	2625	4	N175-vert.	1,5-2		000 (→100)		X	
2-79	29	2630	4	N165-vert.					X	
3-79	38	2615	6?	N145/210-vert.					X	
4-79	38	2510	4	N155-80E		plaquettes //			X	
5-79	38	2490	4	N140-85E	2	plaquettes //			X	
6-79	38	2485	4	N135	2	plaquettes		7-79		
7-79	38	2485	4	N70-vert.		blocs anguleux				
8-79	38	2460	4	N25-80E	1	prismes				
9-79	38	2460	4	NO	1-1,5	blocs inégaux			X	
10-79	38	2450	4	NO-vert.	4				X	
11-79	38	2440	4	N140-vert.	2	prismes 1/2m.	000		X	
12-79	38	2370	3	N140	4	plaques //	I //		X	
13-79	38	2320	4	N165-75E	3	frites ⊥				
14-79	38	2310	4	N170-80E	1	blocs 1/2m.	II //			
15-79	38	2350	4	N50-vert.	1,5	prismes 1/2m.//				
16-79	38	2310	5	N145-vert.	4	prismes, plaquettes			X	
17-79	38	2310	5	N165-vert.	3	plaquettes				
18-79	38-39	2300		N130-25à35N-NE	1,2					
19-79	38	2400	4	N150-vert.	2-3	plaques dm			X	
20-79	38	2380	4	N150-vert.	1-1,2				X	
21-79	39	2250	6?	N140-vert.	1	prismes dm		21-79	X	
22-79	39	2250	6?	N140-vert.	1	prismes dm			X	
23-79	39	2250	6	N120-vert.	1-2	prismes pluridm			X	
24-79	39	2230	5	N145-vert.	2,5					
25-79	39	2230	4	N135-vert.	4	prismes m				
26-79	39	2180	4	N145-vert.	1	blocs 1/2m				
27-79	39	2170	4	N120-75N-NE	1-2	blocs 1/2 m.				
28-79	39	2160	4	N130-75NE		prismes 1/2 m.	0			
29-79	39	2140	4	N120-80NE	1					
30-79	39	2115	4	N145-vert.	1,7	plaquettes //			X	
31-79	39	2115	4?	N145-vert.	1,7	blocs 1/2 m	II // (mm)			
32-79	39	2010	5	N125-vert.	2	blocs 1/2 m	ep N.NE			
33-79	39	2010	5	N140	0,5	prismes dm	00 // ?			
34-79	39	2010	6?	N150-vert.	0,6	frites ⊥ cm	0 // ?		X	
35-79	39	2010	4	N140-vert.	0,8		0			
36-79	39	2010	4?	N145-80N.NE	2-4	plaques cm				
37-79	39	2005	4	N135-vert.		frites dm ⊥				
38-79	58	1700	5	N155-vert.	0,6	plaquettes cm			X	
39-79	58	1690	4	N175-55W	0,5	frites			X	X
40-79	58	1710	5	N165-vert.	2	prismes dm			X	X
41-79	58	1710	4	N160-vert.	1	frites dm			X	X

42-79	58	1700	3	N15-vert.	4,2	blocs 1/2 m		41-79	X
43-79	58	1705	3	N80-55S	3	prismes 1/2 m			X
44-79	58	1685	3	NO-70E	1,2	prismes pluridm			X
45-79	58	1695	5	N155-vert.	1,5	plaquettes //			X
46-79	58	1735	3	N20-70E		blocs 1/2 m			
47-79	58	1760	3	NO-vert.	3-4	prismes 1/2 m			
48-79	58	1765	3	N50-70SE		prismes pluridm			
49-79	58	1760	3	120-vert.	3-4				
50-79	58	1760	3	N40-vert.	1,5-5				
51-79	58	1700	3	NO-vert.	3-10	blocs 1/2 m			
52-79	58	1710	3	N 05-vert.	5				
53-79	59	1740	6	N30/60-vert.	2-3	prismes pluridm	OO (mm)		
54-79	58	1740	3	NO-vert.	4-5	prismes 1/2 m			
55-79	58	1740	4	N160-60W	1	frites dm ⊥	O (cm)		
56-79	58	1743	5	N150-vert.	0,4				
57-79	58	1685	3	N135-50W	1	blocs pluridm			X
58-79	57	1780	4	N120-vert.	2,2	frites 1/2 m			
59-79	57	1770	3	NO-vert.	2,5	blocs m			
60-79	57	1770	3	N165-vert.					
61-79	57	1775	6?	N145-80NE	2	prismes pluridm	OO		
62-79	57	1780	3	NO-vert.	2	prismes 1/2 m			X
63-79	57	1790		NO-vert.	0,6				
64-79	57	1850	5	N140-vert.	1	plaques cm //			X
65-79	57	1890	6	N160-vert.		plaques cm //			X
66-79	57	1870	3	NO-vert.	1		OO		X
67-79	47	2435	4	N130-vert.	0,5	plaques cm //			
68-79	47	2320	4	N140-vert.	1			69-79	
69-79	47	2320	4	N140-vert.			O (mm → 300)		X
70-79	47	2360	4	N140/100 vert.	2	plaques cm //centre			X
71-79	47	2280	6	NO-70E	0,6	prismes pluridm	OOO		
72-79	47	2285	4	NO-vert.	0,6				
73-79	47	2220	6	N170-vert.	1,5-2	plaquettes courbes	II (cm) //		X
74-79	47	2200	6	N150-vert.		blocs pluridm			
75-79	47	2165	6?	N150-vert.		blocs 1/2 m	I (mm) //		X
76-79	47	2170	5 ou 6?	N140-vert.		blocs m			
77-79	47	2160	3	N90-75S			OOO	76/79, 79	X
78-79	47	2160	6	N145-vert.		prismes 1/2 m			
79-79	47	2100	4	N170-vert.		prismes pluridm			X
80-79	47	2100	4?	NO-vert.	1	blocs 1/2 m			
81-79	47	2090	6	N150-vert.		frites m ⊥	II //		
82-79	47	2085	5	N120-70NE		plaques pluridm			X
83-79	47	2085	5	N160-vert.		plaques pluridm			X
84-79	47	2105		N155-vert.	0,6	prismes pluridm			X

85-79	47	2070		N150-70NE	1					
86-79	47	2080	6	N120/140/150vert.	1	plaques dm	I (mm) //ép.			
87-79	47	2045	3	N70-vert.	1	prismes 1/2 m	I (mm, cm) //			
88-79	47	2045	3	N70-vert.	1	prismes 1/2 m				
89-79	47	2045	6?	N150-70E		blocs 1/2 m				
90-79	47	2040	5	N170-80E	1,5	prismes pluridm aplatis				X
91-79	48	2005	4	N140-80NE	1,5	prismes 1/2 m				X
92-79	48	1990	5	N125-80NE	0,8	prismes aplatis				X
93-79	48	1990	5	N150-vert.	1	plaques cm //	III ép. (7)			X
94-79	47-48	1990	4	N130-vert.	2,5	blocs 1/2 m				X
95-79	47-48	1992	4	N160-vert.	1,5	blocs 1/2 m				X
96-79	47-48	1990	6	N160-vert.	1,5	blocs 1/2 m	I (mm, cm) //			
97-79	47-48	1985	6	N130-vert.	1,5	blocs pluridm				
98-79	48	1980	4	N165-80NE		blocs 1/2 m				
99-79	48	1940	3	N90-vert.	1,5	plaques cm //		98-79		
100-79	48	1970	3	N90-vert.	3	blocs allongés m		98-79		
101-79	48	1970	3	N90-80S	3	blocs pluridm				X
102-79	48	1970	3	N90-vert.		prismes pluridm //				
103-79	48	1980	4	N110-vert.	3	blocs 1/2 m	II (cm) ép.			
104-79	48	1980	4	N130-80E	2	plaquettes				
105-79	39	1980	6	N160-vert.	1	blocs massifs	II (1-10) //			
106-79	39	1980	4	N130-vert.	0,8					
107-79	39	2100	4	N130-vert.	0,3	prismes ⊥	OO, II // (mm)			
108-79	48	2100	6	N120-vert.	0,7		II (mm) //			X
109-79	39-48	2125	4	N140-vert.	1-1,5	plaques, prismes (ep,) ⊥				X
110-79	48	2100	6	N120/90-80N	0,8	prismes pluridm	I (mm) //			
111-79	48	2100	6	N140-vert.	0,8	plaques // pluridm				
112-79	48	2040	6?	N150-vert.	1	blocs 1/2 m	III (1-70) //	110-79?		
113-79	48	2040		N70-vert.	0,3	prismes ⊥		113-79?		
114-79	48	2030	4	N145-vert.	5	blocs m	I (mm)			
115-79	48	2050		N140-vert.	1		OO			
116-79	48	2050	4	N140-vert.	1	prismes ⊥ pluridm	II, obl.			X
117-79	48	2050	4	N140-vert.	1		III //			
118-79	56	2240	3	N95-80N	1,9	blocs 1/2 m, m	III (mm, cm) //			X
119-79	56	2240	3	N90-vert.	1,2	blocs pluridm	II, //			
120-79	56	2175	4	N145-vert.	0,8	blocs m	OOO			
121-79	56	2180	4	N135-vert.			OOO (mm)			
122-79	56	2175	4	N145-vert.		blocs m	II //			
123-79	56	2120	6	N145-80NE	0,8-1	blocs 1/2 m	OO (mm)			X
124-79	56	2110	5	N150-vert.	0,8-2	blocs pluri dm				
125-79	56	2120	6	N145-vert.	0,5	blocs pluri dm ⊥	OO (<mm)			
126-79	56-57	2080	6	N170-vert.	0,6		II //			
127-79	57	2050	6	N165-vert.		prismes //	II (mm) //			X
128-79	57	2045	6	N170-vert.	0,6	prismes				

129-79	57	2025	3	N70-vert.	3	plaques pluricm //			
130-79	48-57	2020		N165-vert.	1,5	//			
131-79	57	2020	6?	N125-vert.	0,7	prismes I			X
132-79	48	2025	3	N90-vert.	3-4	prismes //		130-79?	
133-79	57	1990	4	NO-80E	1,8	blocs m	00 (mm)		
134-79	57	1990	6	N165-vert.		blocs m	II' obl.		
135-79	47	2190	3	N70-80S	4-5	prismes //		76-79	
136-79	47	2180	3	N100-80N	6	prismes arrondis		78-79?	
137-79	47	2130	3	N80-80N	10	prismes arrondis			X
138-79	47-48	2010	6	N130-80NE	1		I (mm) // obl.		X
139-79	47-48	2025	3	N90-vert.	3	blocs dm arrondis		95/138-79	
140-79	47	2010	3	N80-75S	10	plaques dm//			X
141-79	47	2010	3	N80-75S	3	blocs m	III (cm) obl.		
142-79	47	2010	3	N80-75S	0,8				
143-79	57	1953	3	N80-85S	1	plaques dm	II (cm) //		
144-79	48	1910	4	N160-vert.	3	blocs pluricm	00 (mm)		X
145-79	48	1900	6?	N140-vert.	3		III (5,500) // I		
146-79	48	1920	4	NO-vert.	0,9	blocs pluridm	0 (mm)		
147-79	48	1930		N160-vert.	1	plaquettes cm			
148-79	48	1930	6	N170-vert.	0,3				
149-79	48	1880	5	N170-vert.	2	blocs 1/2 m ou m			X
150-79	48	1875	4	N140-80E			I (250) //		
151-79	48	1875	6	N160-vert.		blocs pluri dm	III //		X
152-79	48	1870	4	N140-vert.	0,5	massif			
153-79	48	1900	4	N130-vert.	1,2	massif blocs			
154-79	48	1870	3	N60-vert.		blocs arrondis		152/148-79	
155-79	47	2440	3	N65-60NW	1-1,5				
156-79	47	2440	3	N75-80N	0,3				
157-79	47	2435	4?	N60-80S	0,6				
158-79	47	2435	4	N85-vert.	0,5		I //		
159-79	47	2420	3	N40-vert.	1				
160-79	47	2348		N170-vert.	0,5				
161-79	47	2330	4	N155-vert.	1	blocs m	00 (mm)		X
162-79	47	2330		N170-vert.	1-1,5	prismes 1/2 m //			
163-79	47	2310	4	NO/30-vert.	1		III (mm) //		
164-79	47	2310	6	N175/160-vert.		plaques //	II (3-30) //		X
165-79	47	2300	6	N165-vert.	1,5	blocs m	II (cm) //		X
166-79	47	2300		N20-80W	0,2	blocs dm			
167-79	47	2295	3?	N60-vert.	6	plaques //		162/165-79	
168-79	47	2290	4	N150-75E	1		0 (cm), cavités		
169-79	47	2300	4	N150-75E		prismes pluridm			
170-79	47	2280	4?	N20/120/30-vert.	0,6	massif	000 (mm)		

171-79	47	2270	6	N120-80NE/N30-80SW	1		00 (mm) //		
172-79	47	2270	4	N 140vert. N160-80SW					
173-79	47	2242	4?	N120-vert.	1,5-2		III (mm) //		
174-79	47	2210	6	N140-80NE		plaquettes	II (mm, cm) //		
175-79	47	2203	5	N130-80NNE		plaques //	I (1-20) //		
176-79	47	2172	5	N140-80N.NE	0,9	plaques //			X
177-79	47	2160	5	N170	1,5	blocs 1/2 m	00 (mm)		
178-79	38	2580	4	N15-vert.	2	blocs 1/2 m	III (mm) //		
179-79	38	2575	4	N30-vert.	2	blocs 1/2 m	II (0,5-20)		
180-79	38	2460	4	N135-vert.	1	blocs pluridm	0 (0,5)	181-79	
181-79	38	2330	6	N120-vert.	0,5		000		
182-79	38	2310	4	N140-80NE	1,2	massif	III obl.		
183-79	47	2215	6	N170-vert.	1	blocs pluridm	II (→20) obl.		
184-79	38-47	2170	4	N150-80NE	3-4	plaques //	00 (3)		X
185-79	47	2155	5	N130-80NE	1	plaques //	II (2-30) //		X
186-79	47	2155	6	N130-80NE	1-2	blocs pluridm	000 (0,5- 10)		
187-79	48	2015	4	N140-50E	1				
188-79	48	2000	4	N155-vert.	1,8	en "pelures d'oignons"	0 (1-10)		X
189-79	48	2000		N150-vert.	1,5				
190-79	48	1980	6	N150-vert.	2	prismes pluridm	II (1-20) //		X
191-79	48	1950	6	N130-vert.	1		II (cm) //		X
192-79	48	1950		N130-vert.	1	plaques courbes			X
193-79	39	2065	4	N140-75NE	1,5	prismes pluridm	0 (2-30)		
194-79	39	2050		N140-vert.	0,9	plaques			
195-79	39	2050		N140-vert.	2	plaques //			X
196-79	39	2055	4	N130-vert.	0,9	blocs 1/2 m			
197-79	39	2010		N150-vert.	2	plaques //			X
198-79	39	2025	4	N150-vert.	1,8	frites I			
199-79	39	2015	5?	N150-vert.	1	plaques //	I (1-6) //		
200-79	39	2020	6	N140-vert.	1	blocs 1/2 m	I (cm) obl.		
201-79	39	2025		N170	0,5	Frites I			X
202-79	39	2025	6	N130-vert.	1	blocs 1/2 m			X
203-79	35	2025	6	N145-vert.	0,8	blocs pluridm	II (cm) //		
204-79	39	2000	4?	N140-vert.	0,9		II (mm) //		
205-79	39	1990	5	N150-vert.	1-1,2	plaques //			X
206-79	39	1980	6	N150-80NE	1,5-2		III (40) //		X
207-79	39	1975	5?	N110-vert.	1,8	plaques //			
208-79	39	1970	6	N125/NO-vert.	1,8	prismes	I (2-8) //		X
209-79	39	1950	3	NO-vert.	3,5	massif			
210-79	39	1870	5	N110-vert.	2	prismes pluridm	I (1-10) //		

211-79	40	1870	5	N120-vert.		prismes, plaques massif	I (10) obl. ép.	X	
212-79	39-40	1805	5	N120-vert.	1,7	massif	II (cm) // ép.		
213-79	39-40	1826	6	N110	0,5-1,2	prismes pluridm			
214-79	39-40	1805	5	N115-vert.	2	plaques			
215-79	40	1770	3	NO					
216-79	40	1760	4	N60-vert.	1-1,7	massif	000 (cm)		
217-79	56	2160	4	N140-vert.	2	blocs m	II (1-30) //		
218-79	57	2065	6	N140-vert.	2-2,5	blocs 1/2 m		X	
219-79	57	2043	6 ?	N170-vert.	1,5	massif	00 (0,5-10)		
220-79	57	2020	6	NO-vert.	0,6			X	
221-79	57	2020	4	N160-vert.		blocs 1/2 m	000 (mm)		
222-79	57	2005	6	N170-vert.	0,4	plaques //		X	
223-79	57	2005	4	N120-80NE	0,5				
224-79	57	1970	4	N140-80NE	0,4	massif	III (mm) obl		
225-79	57	1950	6 ?	N150-vert.	0,8	prismes L	III (1-20) en arcs de cercle	X	
226-79	57	1895		N130	1,20	blocs 1/2 m	II //	X	
227-79	14	2160	6	N75-vert.	2		II (1-10) //		
228-79	14	2160	6	N80-vert.	1				
229-79	14	2120	5 ?	N90-vert.	1,2	blocs anguleux		X	
230-79	14	2000	5	N45-vert.	2,5	plaques			
231-79	15	1950	5	N45-80N.NE	1,5	plaques			
232-79	15	1940	4	N80-vert.	2		00 (cm)	X	
233-79	15	1915	5	N65-vert.					
234-79	15	1920	5	N50-vert.	1,2	prismes pluri dm			
235-79	15-24	1870	5	N65-vert.	1-2	plaques //	III (mm) //		
236-79	15-24	1870	6	N60-vert.	2	blocs m	III (cm) //		
237-79	15-24	1845	3	N175-vert.	1,5	blocs 1/2 m		X	X
238-79	15-24	1780	4 ?	N30-80SE	0,3				
239-79	15-24	1770	3	N10-vert.	1,5	plaques //		X	
240-79	29	2405	6	N110-65S	2	blocs pluridm			
241-79	29	2360	4	N160-vert.	1-2	blocs anguleux		X	
242-79	29	2290	4	N130-vert.	1		00		
243-79	29	2295	4	N135-vert.	1-1,2		II (cm) //	X	
244-79	29	2310	4	N145-vert.	1-1,2	blocs pluridm, m	I (2-5) //		
245-79	29	2325	5	N140-vert.	1,4	blocs anguleux			
246-79	29	2325	4	N135-vert./80NE	1	blocs m	00 (mm)	X	
247-79	29-30	2305	4	N140-vert.	0,5-4				
248-79	29	2305	4	N120/130-vert.	1,4	plaques //			
249-79	38	2320	4	N175-80S	2-2,5	plaques	I (mm) //		
250-79	38	2290	4	N140-vert.	2	plaques			
251-79	38	2285	4	N150-vert.	3-4	plaques (local)			
252-79	38	2230	4	NO-70W	1,1	prismes L	00 (mm)	X	

253-79	38	2225	6	N150-vert.	1		II (cm) en arc de cercle		
254-79	38	1990	6	N120-vert.		-blocs anguleux	III (mm) //	X	
255-79	39-48	1985	4	N150-vert.		prismes pluridm L	I (mm), obl.	X	
256-79	39-48	1940		N150-vert.	2,5	blocs, frites			
257-79	61	1575		N155-vert.	1	blocs m.		X	
258-79	61	1565	4	N130-vert.	1,6	massif	0 (5-6)		X ?
259-79	60-61	1545	3	N120-vert.	5	prismes hexa L	00 (mm, cm)	X	
260-79	60	1548	5	N125-80W	0,6	prismes pluridm	II (20-30) //	X	
261-79	60	1570	6	N115-vert.	1,2	blocs 1/2 m L	II (cm) //		
262-79	60	1595	3 ?	N185-45W	10	prismes hexa L	Fentes pluridm //		
263-79	59	1600	3	N130-75SSW	1	plaques //	II (mm) //		
264-79	59	1615	3	N160-vert.	1,7	blocs anguleux	000 (mm)		
265-79	47	2335	6	N150-vert.	1,5				(269-79)
266-79	47	2335	6	NO-vert.	1		II (mm) //	X	
267-79	47	2340	4	NO-vert.	0,6	blocs //		X	X
268-79	47	2355	6	NO-vert.	0,8	blocs 1/2 m	II en arc de cercle		
269-79	47	2335	4 ?	N10-vert.	0,25	massif	00 (mm)		
270-79	47	2330		NO-vert.	1,5	blocs dm arrondis	0 (20) ép.	X	
271-79	47	2330	5	N10-80SW	0,9	plaquettes //		X	
272-79	47	2315	6	N130-vert.	0,6	plaques //		X	
273-79	47	2320		N140-vert.	3	plaques //	0 (mm) ép.		X
274-79	47	2275	4	N155-vert.	1,2			X	
275-79	47	2310	6 ?	NO-80SW	0,5		III (mm) //		
276-79	47	2200	6	N140-vert.		plaques //		X	
277-79	59	1750	3	NO-80E	3	blocs émoussés		X	
278-79	59-60	1750	3	N75-45S	2-3				
279-79	60	1765	4 ?	N120-vert.	1			X	
280-79	59	1780	5 ?	N40-vert.	1,8	frites L			
281-80	12	2575	4	N60-60S	0,6		II //		
282-80	12	2575	4	N90-60S	0,4		00		
283-80	3-12	2560		N60-60S	0,3		I (mm) //		
284-80	3-12	2565	5	N70-60N	0,6	plaquettes //	I I //		
285-80	3-12	2565		N100/70-60N	0,9	plaques //			
286-80	57	2070	4	N150-vert.	2		00 (mm)		
287-80	58	2020	3	NO-vert.	1,5	massif	00 (mm)		
288-80	58	2025	3	N170-vert.	2	blocs m			
289-80	57	2040	4	N160	1				
290-80	57	2025	5	N140-80SW	1,6		II (mm, 10-100) //		
291-80	58	2000		N160-vert.	0,5x2				
292-80	13-14	2140		N90-85S	1		00 (mm)		
293-80	58	1935		N5-85W	0,7		II (mm) //		

294-80	58	1810	3	N0/30-vert.	0,8	prismes //		295-80		
295-80	58	1730	5	N150-vert.	0,3	plaquettes //				
296-80	57	2075	4	N0/140-vert.	0,3		0 (mm)			
297-80	57	2030	3	N130/150-vert.	1					
298-80	57	2035	ponce	N35-vert.	0,2		lave scoriacée			
299-80	57	1940	3	N30-80E/N10-85E	2					
300-80	57	1915	5	N170/85W	2	plaques //				
301-80	38	2645		N165-vert.			00 (mm, cm)			
302-80	46	2505		N150-70NW	0,5	plaques //	0 (40-50)			
303-80	47	2465		N30/150-80W	0,4		0			
304-80	47	2455	6	N130-vert.	0,8					
305-80	47	2390	4	N05-80E	1	prismes				
306-80	47	2390	6	N150-vert.	0,5					
307-80	47?	2350	6	N170-vert.	0,5			309-80		
308-80	47?	2350	6	N110-vert.	0,4		00	307-80		
309-80	47?	2350	6	N140-vert.	0,4					
310-80	47?	2350	6	N150-vert.	0,8		II //			
311-80	47?	2350	5?	N20-vert.	1			310-80?		
312-80	37-38	2560	5?	N130-vert.		blocs				
313-80	54	1085	4	N95-55N	1,2		II (1-15) obl.		X	
314-80	54	1060	2	N140-85E	1	plaques (en v)	0 (30-40)		X	
315-80	54	1300	5	N0-60W	0,5	plaques //			X	
316-80	62	1255	1	N90-vert.	1	prismes I			X	X
317-80	58	1735	3	N0-vert.	1,2				X	
318-80	58	1720	3	horiz/N130-25S	1					
319-80	58	1795	5	N140-85NE	1	plaques //				
320-80	58	1740	3	N150-85NE	1,2	prismes //		319-80?		
321-80	58	1715	3	N30-vert.		prismes pluridm				
322-80	57	2100	6	N170-80SW	1,5		III (1-15) obl.			
323-80	57	1990	5	N150-80SW	2	prismes //	Fentes //		X	X
324-80	57	1990	5	N150-80SW	2	prismes //	Fentes //			
325-80	57	1985	6	N120-vert.	0,6				X	X
326-80	57	1985	4	N110-60NE	0,6				X	X
327-80	57	1985	6	N0-70W	1,2	prismes //				
328-80	57	1980	3	N50-vert.	2,5	blocs //		325-80		
329-80	57	1915	6	N110-45NNEsill?	0,7			325/327-80X		X
330-80	57	1910	3	N75-80S	2	boules	II (cm) //			
331-80	57	1900	4	N140-vert.	2			331-80		
332-80	58	1945	5	N150-80SW	0,6		II ép.//			
333-80	56	2420		N110-vert.	1,6	plaquettes //, localt	I obl.			
334-80	57	1785	3	N20-85E						
335-80	57	2030	4	N140-vert.	1		II (20) //			

66

336-80	57	1940	5	N150-vert.	1	plaquettes	0			
337-80	57	1940	5	N140-vert.						
338-80	57	1865	6	N160-vert.	0,9	prismes dm, plaques	000 (1-10) centre			
339-80	57-58	1860	4	N130-80N		blocs m	III // ép.			
340-80	57-58	1845	6	N150-vert.	0,5	prismes dm	00			
341-80	58	1815	3	N0-80E	>2					
342-80	61	1620	4	N120-vert.	1					
343-80	62	1580	6?	N140-vert.	1,7		00		X	
344-80	34	1510	3	N60-80N	2,5	blocs 1/2 m	000 (→ 40)		X	
345-80	34	1515	3	N80-60N	1,5	prismes //				
346-80	34	1515	3	N60-80W	1,5	prismes //				X
347-80	34	1520	3	N60-vert.	1,2	blocs //	II (1-15)		X	X
348-80	35	1340	2	N15-80E		plaques //			X	X
349-80	35	1340	2	N30-vert.		plaques //				
350-80	35	1340	2	N40-80E						
351-80	36	1320	2	N10-vert.		plaques //				
352-80	36	1310	2	N10-vert.	0,2				X	
353-80	35-36	1310	2	N55-vert.	1,5				X	
354-80	35-36	1310	2	N40-80NW					X	
355-80	35	1330	2	N0-80W	0,3	plaques //				
356-80	26	1360		N105-70N	1,2				X	
357-80	27	1350	2	N20-80W	2,5	prismes //				
358-80	27	1350	2	N30-70W	1,5	plaques //, localt	00			
359-80	4-5-13- 14 (angle)		4	N130-20NEsill	1,8	plaques //				
360-80	58	1805	5	N120-vert.	1	plaques //	00 (1-40)			
361-80	58	1805	3	N0-vert.				360-80		
362-80	58		3-5		5	plaques //				
363-80	26-35	1350	2	N30-vert.	1,5	plaques //			X	

67

ANNEXE 2
Analyses chimiques

Remarques

Les analyses réalisées à l'Institut Dolomieu ont été faites par fluorescence X sur un spectromètre CGR Alpha 2020 automatique dans le Laboratoire de G. VIVIER; analyse: F. KELLER.

Les analyses faites à la microsonde ont été réalisées à l'Ecole des Mines de Fontainebleau, sur un appareil CAMEBAX; analyste: M. FROT.

Pour les analyses réalisées à l'Institut Dolomieu, le fer est dosé en Fe_2O_3 total. Les teneurs en Fe_2O_3 et en FeO ont donc été estimées selon le calcul suivant:

$$Fe_2O_3 = TiO_2 + 1,5 \text{ (IRVINE et BARAGAR, 1971);}$$

$$Fe_2O_3 \text{ restant} \times 0,9 = FeO \text{ estimé (PECHER, 1976);}$$

Les calculs des normes CIPW ont été donc effectués en tenant compte de ces estimations (sur un calculateur WANG 2200). Il aurait été plus juste dans ce cas de modifier en conséquence la valeur de la perte au feu (correspondant dans les tableaux à H_2O) afin de compenser la différence de masse induite lors du remplacement de Fe_2O_3 par Fe_2O_3 estimé et FeO estimé, correction dont il n'a pas été tenu-compte dans le cadre de ce mémoire.

Nature des échantillons

- ensemble 1 - d.316-80; centre du dyke; Salto della Giumenta;
- ensemble 2 - d.348 80; centre du dyke; Rocca Capra;
- ensemble 3 - d. 42a-79; centre du dyke; non altéré; Pointe nord de la Serra del Acqua;
- d.237 79; centre du dyke; non altéré; Serracozzo (paroi nord);
- d.328a-80; centre du dyke; Serra Pirciata;
- d.345-80; centre du dyke ; Rca Musarra;
- d.347-80; centre du dyke; Rca Musarra; roche plus claire;
- A1 ; pointement de lave n°3 de la figure 7; Valle del Tripodo; Trif.
- A 138 coulée de lave du Trif.2, interstratifiée dans les coulées autobréchifiées, au Sud du refuge de G. Menza (1735 m);
- d.41a-79; centre du dyke ; pointe nord de la Serra del Acqua;
- ensemble 4 - d.267.79; centre du dyke; paroi à l'Est de la Cisternazza
- d.326a-80 ; centre du dyke; Serra Pirciata;
- ensemble 5 - d.40a-79; centre du dyke; Pointe nord de la Serra del Acqua;
- d.323a-80; centre du dyke; Serra Pirciata;
- d.206-79; centre du dyke.
- ensemble 6 - d.325a-80; centre du dyke; Serra Pirciata;
- d.273a-79 -centre du dyke ; paroi à l'Est de la Cisternazza

Analyses de ROMANO et STURIALE

- MES 275 : dykes de la Rca Capra (ensemble 2)
- MES 291 : dyke N-NW, à l'Ouest du M. Zoccolaro (d.258 ?)
- MES 117 : coulée de lave de la Serra Giannicola Piccola
- MES 125 : coulée de lave de la Serra Giannicola Piccola
- MES 65 : coulée de lave de la partie occidentale de la Valle del Bove; complexe Vavalaci-Belvedere
- MES 76 : coulée de lave du complexe Vavalaci-Belvedere
- MES 135 : coulée de lave de la partie occidentale de la Valle del Bove; complexe Vavalaci-Belvedere
- MES 79 : coulée de lave du complexe Vavalaci-Belvedere
- MES 138 : coulée de lave de la partie occidentale de la Valle del Bove; complexe Vavalaci-Belvedere
- MES 18 : coulée de lave, à proximité du cratère de 1819; Mongibello

- MES 37 : coulée de lave au Nord de la Montagnola: Mongibello
- MES 177 : coulée de lave à l'Ouest du Monte Vetore: Mongibello
- MES 212 : lave de l'éruption de 1780, à proximité de Fossa della Nave; produits volcaniques historiques
- MES 317 : lave de l'éruption de 1634, au Sud du Monte Salto del Cane; produits volcaniques historiques

Analyses de TANGUY 1978

- 1047 : coulée d'étnaïte de 18 000 ans d'âge (Valle del Simeto, Ponte Maccarone, Etna SW)
- 1268 : coulée riche en plagioclase, Valle dell'Alcantara, nord de Castiglione; Etna Nord) Etnaïte

Analyses de KLERKX 1971

- 65/21 : coulée de la phase A du Trifoglietto
- 65/55 : coulée terminale de la phase C du Trifoglietto

Analyses à la microsonde

Elles sont effectuées sur une lame mince de l'échantillon d.41a-79 (Pointe nord de la Serra del Acqua)

- 1/ clinopyroxène en baguettes aciculaires dans la mésostase: → titanaugite
- 2/ clinopyroxène en baguettes aciculaires dans la mésostase: au contact avec un phénocrystal → titanaugite
- 3/ minéral opaque dans la mésostase → titanomagnétite
- 4/ phénocrystal de minéral opaque → titanomagnétite
- 5/ clinopyroxène en baguettes aciculaires en bordure d'un phénocrystal → titanaugite

ANNEXE 3

Description détaillée des coupes étudiées

Remarques

- Le terme de "tuf" a été employé dans cette description pour désigner une roche formée par accumulation de projections volcaniques.

Il n'implique pas, dans ce cas, une certaine taille des éléments constitutifs. La taille et la nature de ces derniers a été précisée, dans la mesure du possible, lors de la description des différentes couches.

- Le terme de "coulée" ou "lave" a été préféré à tout autre terme précis, car il reste très difficile, à défaut de lame mince et d'analyse géochimique de mettre un nom précis sur une lave aphanitique, aphyrique ou porphyrique. Nous avons vu, en outre, (Ch.IV) que la composition de la lave peut varier au sein d'une même famille de dykes, entraînant des noms de roches différents. AUBOUIN et al. (1975) écrivent à ce sujet: "Aussi, la seule attitude possible est celle de ceux qui refusent, sur le terrain, de donner un nom précis à une roche aphanitique, à l'exception de quelques unes d'entre elles (phonolites, rhyolites...)"

- Les numéros des descriptions renvoient au schéma de la coupe étudiée, au Chapitre I.

Coupe n°3 (fig. 6 : Serra dell'Acqua, flanc sud de la Valle del Bove).

Formation 1

1 - 4 m: coulées massives formant la crête: lave gris-bleuté à fins cristaux feldspathiques et pyroxéniques. Ces coulées ont été rattachées à la formation du Vavalaci (LO GIUDICE 1970). Pendage N 75 - penté sud, éch. A5-80.

Formation 2

2 - 4 m: coulées porphyriques à plagioclases de 5 mm. Elles ont également été rattachées au Vavalaci dans la littérature. N 110-25S.

3 - 3 m: lave ponceuse

4 - 15 m: lave noirâtre à gros plagioclases (biancavillite?); éch. A4-80

5 - 25 m: lave gris clair à porphyrique à augite, plagioclase et un peu d'olivine (biancavillite?) éch. A 24-80

Formation 3

6 - 25 m: lave massive porphyrique à augite. Dans les 10 mètres de la base, cette lave, en coulées métriques alterne avec des niveaux scoriacés métriques; N 90-30S, éch. A 25-80 (pris à l'altitude de 1 925 m).

7: lave rose-orangé

8: 1 m de coulée

9: 2 m de coulée

10: 1 m de tuf volcanique à éléments homogènes dont la granulométrie augmente vers le bas; éch. A 124-80

11: 1 m de coulée

12: 10 m où alternent une lave à débit en boules et des scories; pendage N 90-35 S

Formation 4

13: 10 m de tuf gris beige, stratifié et composé de blocs décimétriques d'une lave verdâtre homogène, bulleuse, à phénocristaux noirs; pendage: N 100-30S; éch. A 125-80 (pris vers le haut).

14: 1 m de lave

15: 4 m de tufs à blocs de 0,3 m

16: 1 m de coulée

17: 10 m de tufs gris-beige bien stratifiés (N 90-30S). Ils sont discordants sur l'unité sous-jacente. Présence de phénocristaux d'augite; éch. A 126-80 et A 127-80 (prélevé à 2 m de la base)

18: 0,15 m de tufs très fins, gris clair, indurés contenant des augites et peu d'éléments; N 30-25 SE; éch. 128-80

19: tuf gris beige

20: 2 m de coulée

21: 6 m de tufs beige-jaune à éléments décimétriques scoriacés noirs; éch. A 130-80

22: 1 m de coulée; N 105-20 S

23: 1 m de tuf gris-beige

24: 1 m de coulée

25: 4 m de tufs jaune-ocre à éléments homogènes de lave scoriacée gris-foncé

26: 1 m de coulée

27: 3 m de tufs: ciment beige orangé renfermant des blocs décimétriques de lave scoriacée brun lie de vin offrant parfois un contact diffus avec le ciment (ils prennent alors une teinte orangée): autopneumatolytisation (KIEFFER, communication personnelle) éch. A 131-80

28: 1-2,5 m de coulée

29: 2,5 m de coulée

30: 2,5 m de coulée

31: 3 m de tufs

32: 1,5 m de coulée

33: 2,5 m de tufs

34: 1,5 m de coulée qui peut passer latéralement à des dépôts pyroclastiques évoquant une coulée autobréchifiée

35: 7 m de tuf blanc-crème à blocs décimétriques de lave scoriacée lie de vin, localement autopneumatolytisation

36: 1 m de coulée qui peut disparaître latéralement

37: 4 mètres de tufs blanc-rose stratifié (ce niveau est totalement recoupant par rapport aux deux niveaux supérieurs 35 et 36); éch. A 133-80

38: 1 m de coulée

39: 3 m de tuf blanc-jaune à éléments moyens de 5-10 cm; stratifié, et à cristaux d'augite. Faciès pipernoïde; éch. A 134-80

- 40: 1 m de coulée. Tendence à l'autobréchification
- 41: 2,5 m de pyroclastites stratifiées brun-jaune offrant l'apparence de coulées autobréchifiées
- 42: 1 m de coulée disparaissant vers le Nord
- 43: 3m de coulées autobréchifiées (?)
- 44: 1 m d'un niveau à gros blocs; N 70-50S
- 45: 9 m de dépôts pyroclastiques de type coulée autobréchifiée à ciment jaune-blanc et renfermant des blocs décimétriques anguleux et homogènes de lave bulleuse vert-d'eau éch. A 135-80
- 46: 2 m de coulée
- 47: coulées autobréchifiées jusqu'au bas de la coupe. Ces dépôts renferment des coulées massives disparaissant latéralement et des blocs de lave allongés parallèlement à la stratification

Coupe n°2 (fig. 6 ; Nord du Monte Simone, flanc nord-ouest de la Valle del Bove):

- 1: 1,5 m de tufs gris blanc stratifiés et renfermant à la base des morceaux de lave poncée noire: tufs du Montalto; éch. A 22-80, W 120-25 NE
- 2: 1,5 m de tufs jaune-blanc à éléments de 0,1 à 0,3 m: lave noire à phénocristaux blancs
- 3: 1 m de lave noire à gros phénocristaux blancs : biancavillite (?); éch. A 21-80
- 4: 2 m arrondis de 0,15 m séparés par un tuf fin induré, jaune vert.
- Reprise de la coupe plus à l'Ouest latéralement**
- 5: 2 m de coulée de lave aphanitique gris-vert à enclave de lave sous-jacente; N 160-20 NE, éch. A 20-80
- 6: 10m- lave gris bleuté à plagioclases de 4 mm, disposés parallèlement à la stratification: biancavillite (?), éch. A 19-80
- 7: 5 m de tufs ocres vers le bas, à éléments hétérogènes de 3 m, beige terne vers le haut, à éléments décimétriques (de 1 à 80 cm) de lave verte à phénocristaux blancs orientés; éch. A 123-80
- 8: 1,5 m de coulée; éch. A 18-80
- 9: 4 m de tufs à éléments scoriacés bruns de 1 à 10 cm, homogènes vers le bas, hétérogènes vers le haut. Ce niveau renferme des bombes en chou fleur de 0,4 m (ainsi qu'une bombe en fuseau); N 160-20 NE, éch. A 122-80
- 10: 4 m de coulée avec scories, à débit local en blocs arrondis; éch. A 17-80
- 11: 5 m de tufs avec, de haut en bas:
 - . 1,5 m de tuf ocre beige à éléments décimétriques de lave verdâtre à phénocristaux blancs, éch. A 120-80
 - . 1,5 m de tuf ocre à éléments scoriacés bruns de 1,5 cm; éch. A 121-80
 - . 2 m de tufs vermillon et blanc à stratification entrecroisée, pulvérulents et renfermant des éléments arrondis centimétriques; éch. A 16-80
- 12: 2 m de coulée; éch. A 15-80
- 13: 4 m de tufs orangés sur 0,3 m à la base, puis verdâtres au centre. Ils renferment des éléments hétérogènes de 1 à 20 cm (moyenne de 2 cm) de lave noire à phénocristaux blancs; N 135-30 E, éch. A 119-80

- 14: 8 m d'alternance de coulées ½ métrique et de niveaux scoriacés. Elles s'épaississent vers le Sud-Est. Présence de tufs, intercalés localement, et d'une bombe; éch. A 14-80
- 15: 5,5 m de tufs ocres à éléments moyens de 3 cm. Ils sont jaunes à éléments noirs sur 0,2 m à la base, puis à éléments oranges, bruns et noirs au-dessus. N 150-25 E.
- 16: 1 m de coulée massive disparaissant vers le Sud-Est.
- 17-10 m: tufs jaune-orangé à éléments de 1 à 50 cm (moyenne de 4 cm) et renfermant des bombes en chou-fleur (jusqu'à 1 m de diamètre); éch. A 118-80.
- 18: 1 m de tuf jaune-violacé à gros éléments (2-20 cm) de lave aphanitique vert-sombre et renfermant des bombes en chou-fleur; N. 165-30 E, éch. A 117-80
- 19: 1 m de tuf ocre-jaune à éléments scoriacés bruns de 1 à 3 cm. Ils renferment également des bombes en chou fleur de 0,3 m; éch. A 116-80
- 20: 2,5 m de coulée massive limitée par deux bandes scoriacées; couleur brun-rouge, éch. A 12-80
- 21: 4 m de tuf ocre-jaune à éléments dont la granulométrie augmente vers le haut (de 2 à 20 cm)
- 22: 30 m d'une alternance de coulées massives de 0,3 m avec bulles centimétriques parallèles à la stratification et de niveaux scoriacés rosâtres; éch. A 10-80 vers le bas, A 11-80, 8 à 10 m plus haut
- 23: 0,5 m de tuf orangé à éléments noirs scoriacés centimétriques; NO-15E, éch. A 144-80
- 24: 1,5 m de tuf gris-beige à éléments anguleux de 2 à 20 cm;
- 25: 0,15 à 0,2 m de tuf vert-jaune à quelques éléments centimétriques de lave scoriacée grise
- 26: 1,5 m de brèche à éléments de lave bulleuse grise de 2 à 10 cm; teinte grise
- 27: 1,2 m de tuf gris-clair-violacé à éléments de 2 à 5 cm, homogènes, de lave bulleuse grisâtre avec fines baguettes de plagioclases. Quelques éléments ½ métriques parallèles à la stratification sont également présents. N 130-20 NE, éch. A 113-80
- 28: 6 m de tuf bréchique gris noir à éléments de 2 à 10 cm de lave scoriacée noire. Vers le sommet: blocs métriques parallèles à la stratification
- 29: 1,5 m de tuf gris-clair à éléments de lave noire bulleuse à olivine, de 2 à 4 cm; éch. A 112-80
- 30: 4 m de brèche gris-violacé à éléments hétérogènes de 1 à 100 cm
- 31: 2,5 m d'une alternance de coulées de 0,2 m de lave grise à phénocristaux millimétriques d'augite et d'olivine, et de niveaux scoriacés bordeaux; éch. A 111-80
- 32: 0,4 m de tuf, couleur brique à éléments orange vif de 2 à 150 mm
- 33: 2 m de tuf grisâtre à éléments hétérogènes (lave aphanitique bulleuse vert sombre et lave bulleuse brun-rouge de quelques mm à 0,5 m); éch. A 110-80; N 40-25 SE à la limite supérieure
- 34: 5 cm de tuf marron foncé à éléments millimétriques
- 35: 20 cm de tuf noir et jaune à éléments de 1 cm (maximum)
- 36: brèche bleu gris foncé à éléments anguleux de 2 à 15 cm de lave aphanitique (métrique localement)

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT G., GUILLEMIN C., PIERROT R. (1978).- Précis de minéralogie. Ed. Masson et B.R.G.M. Paris.
- AUBOUIN J., BROUSSER., LEHMAN J.P. (1975).- Précis de géologie 1: pétrologie, 2ème édition. Ed. Dunod, Université
- AUGUSTITHIS S.S. (1978).- Atlas of the textural patterns of basalts and their genetic significance. Elsevier Scientific Publishing Company
- BLANCHARD J.P., BOYER P., GAGNY C. (1979).- Un nouveau critère de sens de mise en place dans une caisse filonienne: le "pincement" des minéraux aux épontes; (orientation des minéraux dans un magma en écoulement). *Tectonophysics* 53, (1979), pp. 1-25
- BOLFA J. (1980).- Contribution à l'étude des éléments ferromagnétiques de coulées historiques des laves de l'Etna (Sicile). *Festband Ramdhor*, Stuttgart
- Carta geologica del Monte Etna (1979), échelle 1/50 000ème. Consiglio nazionale delle ricerche. Progetto finalizzato geodinamica. Istituto Internazionale di vulcanologia (Catania)
- COMPARE D. (1981).- Rapport de missions 1979-1980. Recherches sur les dykes et leur encaissant dans la Valle del Bove à l'Etna (Sicile-Italie). *Bull. P.I.R.P.S.E.V. (CNRS-INAG)*, n°37, Paris.
- CONDONINES M. (1981).- Chronologie et géochimie du volcanisme récent. L'apport du déséquilibre radioactif 230 Th-238 U. Thèse d'Etat, Univ. Paris 7.
- COX K.G., BELL J.D., PANKHURST R.J. (1979).- The interpretation of igneous rocks. G. ALLEN & Unwin LTD 40, Museum Street, London WC1A 1 LU
- CRISTOFOLINI R. (1973).- Recent trends in the study of Etna. *Phil. Trans., R. Soc. London A* 274, pp. 17-85
- CRISTOFOLINI R., LO GIUDICE A. (1969).- Le latitandesiti di un complesso intermedio fra Trifoglietto e Mongibello, affiorante tra la Valle del Bove ed Adrano-Biancavilla (Etna). *Rend. della Soc. Ital. di Min. e Petro.*, vol. XXV.
- DEER W.A., HOWIE R.A., ZUSSMAN M.A. (1962).- *Rock forming minerals*. Ed. Longmans
- DE LA ROCHE H., LETERRIER P., GRANDCLAUDE P., MARCHAL M. (1980).- A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagram and major element analyses. Its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29 pp. 183-210
- FOUCAULT A., RAOULT J.F. (1980).- *Dictionnaire de géologie*. Ed. Masson
- GAGNY C. (1978).- Quelques réflexions sur la pétrologie structurale appliquée à l'étude des filons.
- GEMMELLARO C. (1860).- La vulcanologia dell'Etna. *Atti. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, série II vol. XV, pp.27-140 2 pl.
- IRVINE T.N., BARAGAR W.R.A. (1971).- A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sc.*, 8 pp. 523-548
- I.U.G.S. (1972).- Sub-commission on the nomenclature and systematics of igneous rocks preliminary meeting. Berne 11.14 avril
- KIEFFER G. (1969).- Origine explosive de la Valle del Bove (Etna Sicile). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 259, pp. 1938-1941
- KIEFFER G. (1970).- Une ultime phase d'activité explosive de la Valle del Bove (Etna) vieille de 5 000 + 130 ans et ses enseignements sur l'histoire récente du grand volcan sicilien. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 270, pp.3198-3201

- KIEFFER G. (1971).- Dépôts et niveaux marins fluviatiles de la région de Catane (Sicile). *Méditerranée*, 5-6, pp. 591-627
- KIEFFER G. (1972).- Succession, ampleur et modalités des mouvements tectoniques récents à la base orientale de l'Etna (Sicile). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.275, pp. 1339-1342
- KIEFFER G. (1973).- Une éruption à caractères katmaiens à l'origine de coulées ponceuses et de coulées de ponces, responsable de la formation de la caldeira du Cratère Elliptique de l'Etna (Sicile). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 277, pp. 2321-2324
- KIEFFER G. (1974a).- Existence probable d'une caldeira d'une quinzaine de kilomètres de diamètre dans la structure de l'Etna (Sicile). *Géologie Méditerranéenne*, t.1, n°4, p. 133-138.
- KIEFFER G. (1974b).- Un aspect particulier du volcanisme ancien de l'Etna (Sicile). Les éruptions lati-andésitiques fissurales du versant sud-ouest. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 278, pp. 1549-1552.
- KIEFFER G. (1975a).- Sur l'existence d'une "rift-zone" à l'Etna (Sicile). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 220, pp. 263-266
- KIEFFER G. (1975b).- Les dernières éruptions acides de l'Etna (Sicile). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.280, pp. 1349-1352
- KIEFFER G. (1977).- Données nouvelles sur l'origine de la Valle del Bove et sa place dans l'histoire volcanologique de l'Etna. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 285, pp. 1391-1394
- KIEFFER G. (1979).- L'activité de l'Etna pendant les derniers 20 000 ans. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.288, pp. 1023-1026
- KIEFFER G. (1981).- Exposé des résultats obtenus dans le cadre d'un projet de recherche portant essentiellement sur la volcanologie de l'Etna. *P.I.R.P.S.E.V. (C.N.R.S.-I.N.A.G.)*
- KIEFFER G., TANGUY J.C. (1976).- Présence de tholéiites porphyriques à la base de l'Etna primordial. Leur importance magmatologique, volcanologique et morphostructurale. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.283, pp. 1703-1706
- KLERKX J. (1966).- La cristallisation de l'apatite dans les laves de l'Etna. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t.89, bull. 5-10, pp. 449-459
- KLERKX J. (1968).- Etude géologique et pétrologique de la Valle del Bove (Etna). Thèse d'Université de Liège, Belgique.
- KLERKX J. (1970).- La caldera de la Valle del Bove: sa signification dans l'évolution de l'Etna (Sicile). *Bull. Volc.* XXXIV, fasc.3.
- KLERKX J. (1971).- Considérations sur l'évolution magmatique de l'Etna. *Ann. de la Soc. Géol. de Belgique*, t.94, pp.139-151
- KLERKX J., EVRARD P. (1970).- Les anomalies gravimétriques de l'Etna (Sicile) et l'évolution du Trifoglietto. *Ann. de la Soc. Géol. de Belgique*, t.93, p. 145-147
- KONAR P.D. (1972a).- Mechanical interaction of phenocrysts and differentiation of igneous dykes and sills. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83, pp. 973-988
- KONAR P.D. (1972b).- Flow differentiation in igneous dikes and sills: profites of velocity and phenocryst concentration. *Geol. Soc. Bull.* 83, pp. 3443-3448
- KUNO H. (1966).- Lateral variation of basalt magma across continental margins and island arcs. *Bull. Volc.*, t. 29, p. 195-222
- LACROIX A. (1893).- *Minéralogie de la France et de ses colonies*. Librairie Polytechnique, Bauchie et Cie, Ed. Paris.

- LACROIX A. (1933).- Classification des roches éruptives. Extrait d'un mémoire intitulé: "Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine". Bull. Serv. Géol. de l'Indochine, Vol. XX, fasc. 3, Hanoi, 1933-Paris, 1933.
- LO GIUDICE, A. (1970). Caratteri petrografici et petrochimici delle lave del Complesso di Vavalaci (Etna). Estratto dai Rendiconti della Soc. Italiana di Min. e Petro., vol. XXVI, pp. 687-731
- LO GIUDICE, A., ROMANO R., STURIALE C. (1975).- Geologia e petrologia delle vulcaniti delle pareti occidentali della Valle del Bove (Etna). Estratto dai Rendiconti della Soc. Ital. di Min. Petr., vol. XXX (2), p. 801-838
- LYELL C. (1858).- On the structure of lavas which have consolidated on steep slopes: with remarks on the mode of origin of Mount Etna, and on the theory of "craters of elevations". Proceedings of the Royal Society - June 10th 1858, p. 703-787
- MAC DONALD G.A. (1972).- Volcanoes. P. rentice Hall. Englewood Cliffs, 510 p.
- MAC DONALD G.A., KATSURA T. (1964).- Chemical composition of hawaiian lavas. J. Petr., 5, p. 82-133
- MAC GUIRE W.J. (1980a).- The volcanic geology of the southern wall of the Valle del Bove, Mt Etna (Sicily). Thèse ph. D. Luton, Angleterre
- MAC GUIRE W.J. (1980b).- Geology of the Valle del Bove. In: United Kingdom Research on Mount Etna 1977-79. The Royal Society, 1980
- 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 de Doctorat d'Etat, Paris Sud, Orsay, 455 p.
- MAURY R.C., BROUSSE R., VILLEMANT B., JORON J.L., TREUIL M., (1980).- Cristallisation d'un magma basaltique alcalin. La série de la Chaîne des Puy (Massif Central-France). I- Pétrologie. Bull. Soc. Min. Crist. 103, p. 250-266
- MIDDLEMOST E.A.K. (1972).- A simple classification of volcanic rocks. Bull. Volc. vol. 36, n°2, p. 382-397
- MIDDLEMOST E.A.K. (1980).- A contribution to the nomenclature and classification of volcanic rocks. Geol. Mag. 177, p. 51-57
- MUIR I.D., TILLEY C.E. (1961).- Mugearites and their place in alkali igneous rocks series. J. Geol. 69, pp. 186-202
- NEWALL G., RAST N., (1969) (Editeurs).- Mechanism of igneous intrusion. Geological Journal Special Issue n°2. Liverpool Geol. Society Ed. Liverpool, Letterpress Limited, 1970.
- PECHER A. (1976).- Données sur la construction et l'utilisation de quelques diagrammes pétrographiques et géochimiques. Institut Dolomieu Grenoble, ser. Doc. Int., n°72, D 21.
- PICHLER H. (1970).- Volcanism in eastern Sicily and the Aeolian Islands. In Geology History of Sicily (Petroleum exploration soc. of Libya). Edité par W. Alvarez, e. K.H.A., Gohrbandt Tripoli 1970, p. 261
- RITTMANN A. (1963).- Les volcans et leur activité. Paris Masson, 462 p.
- ROMANO R. (1970).- Tectonic control on magmatic differentiation: an exemple. Bull Volc. t.34, fasc.4 p. 823-832
- ROMANO R. (1979?).- Presentazione della nuova carta geologica dell'Etna. Istituto Internazionale di Vulcanologia. C.N.R. Catania
- ROMANO R. (1980).- Evolution of etnean volcanism. In: United Kingdom Research on Mount Etna 1977-1979. The Royal Society, 1980.

- ROMANO R., STURIALE C., (1976).- Geologia della Favoleta "Monte Etna Sud" (F.262-III.S0). Bull. Soc. Geol. It., 94, 1975, p. 1109-1148
- STRECKEISEN A.L. (1967).- Classification and nomenclature of igneous rocks. N. Jb. Min. Abh., 107 (2-3), p. 144-240
- TANGUY J.C. (1966).- Contribution à la pétrographie de l'Etna (laves historiques et affleurements pré-étnéens). Thèse 3ème cycle, Paris
- TANGUY J.C. (1973).- Une coulée de trachyte dans l'Etna. C.R. Acad. Sc., Paris, t.277, p. 2605-2608
- TANGUY J.C. (1978).- Tholeiitic basalt magmatism of Mount Etna and its relation with the alkaline series. Contributions to min. and petr., 66, p. 51-67
- TANGUY J.C. (1980).- L'Etna - Etude pétrologique et paléomagnétique. Implications volcanologiques. Thèse Doctorat d'Etat. Université Pierre et Marie Curie (Paris 6e)
- TANGUY J.C., KIEFFER G., CONDOMINES M. (1977).- Passage progressif du volcanisme tholéiitique au volcanisme alcalin à l'Etna. 5ème R.A.S.T., Rennes
- TAZIEFF H. (1972a).- Horizons pyroclastiques. Mém. B.R.G.M., n°77, p. 467-472
- TAZIEFF H. (1972b).- L'Etna et les volcanologues. Ed. Arthaud France
- TEGUEY M. (1979).- Utilisation de la géochimie majeure pour la cartographie des terrains cristallins. Possibilités de traitement automatique des analyses au B.R.G.M.- Documents du B.R.G.M. n°12
- THORNTON C.P., TUTTLE O.F. (1960).- Chemistry of igneous rocks: part I, differentiation index. Am. Journ. Sc. 258, p. 664-684
- TRICOT P. (1975).- Quelques précisions sur les nouveaux termes à utiliser pour les laves intermédiaires des sous-séries alcalines sodiques. Travaux du Département de Géologie et Min. de l'U.E.R. Sc. Ex. et Nat. de Clermont-Ferrand, série doc. 1975, n°3
- VAGLIASINDI C. (1950).- Concerning glaciation on Mount Etna. J. Geol., 58, 284
- VIVIER G. (1981).- Cours de géochimie - Publication interne - Institut Dolomieu
- VON WALTERSHAUSEN S.W. (1880).- Der Aetna - Engelmann Ed. Leipzig, 371 p.
- ZELLER C. (1963).- Contribution à l'étude des éléments ferromagnétiques des coulées de 693 avant J.C. et de 1381 ap. J.C. des laves de l'Etna. Bull. Soc. Fr. Min. et Crist., vol. 87

