

RAPPORTS DE MISSION<sup>6</sup>  
SCIENCES DE LA TERRE  
GEOLOGIE-GEOPHYSIQUE

N° 22

1990

Rapport des missions volcanologiques  
sur les îles Ambrym et Tanna (Vanuatu)  
du 2 au 25 septembre 1990

*Report on the volcanological field work  
on Ambrym and Tanna Islands (Vanuatu)  
from 2 to 25 september 1990*

Jean-Phillipe EISSEN  
Michel MONZIER  
Claude ROBIN  
Christian PICARD  
Claude DOUGLAS

Document de travail

RAPPORTS DE MISSIONS  
SCIENCES DE LA TERRE  
GEOLOGIE-GEOPHYSIQUE

N° 22

1990

Rapport des missions volcanologiques  
sur les îles Ambrym et Tanna (Vanuatu)  
du 2 au 25 septembre 1990

*Report on the volcanological field work  
on Ambrym and Tanna Islands (Vanuatu)  
from 2 to 25 september 1990*

\* Jean-Philippe EISSEN  
\* Michel MONZIER  
\* Claude ROBIN  
\*\* Christian PICARD  
\*\*\* Claude DOUGLAS

\* ORSTOM / NOUMEA, NOUVELLE-CALEDONIE  
\*\* UNIVERSITE FRANÇAISE DU PACIFIQUE, NOUMEA,  
NOUVELLE-CALEDONIE  
\*\*\* MISSION ORSTOM, PORT-VILA, VANUATU

The logo for ORSTOM, featuring the word "ORSTOM" in a stylized, bold, sans-serif font. The letters are filled with a halftone dot pattern, giving it a textured appearance.

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1990

Eissen, J-P.  
Monzier, M.  
Robin, C.  
Picard, C.  
Douglas, C.

Rapport des missions volcanologiques sur les îles Ambrym et Tanna (Vanuatu)  
du 2 au 25 septembre 1990

*Report on the volcanological field work on Ambrym and Tanna Islands (Vanuatu)  
from 2 to 25 september 1990*

Nouméa : ORSTOM, Décembre 1990, 23 p.

*Rapp. Missions : Sci. Terre : Géol.-Géophys. ; 22*

VOLCANOLOGIE; GEOLOGIE; PETROLOGIE; LAVE; ECHANTILLONNAGE /  
VANUATU; AMBRYM ILE; TANNA ILE

Imprimé par le Centre ORSTOM  
de Nouméa  
Décembre 1990



ORSTOM Nouméa  
REPROGRAPHIE

## INTRODUCTION / INTRODUCTION

Ces missions à Ambrym et Tanna marquent le coup d'envoi du programme de volcanologie que l'UR 1F de l'ORSTOM, en association avec d'autres intervenants français ou étrangers, compte développer durant les prochaines années sur quelques édifices actifs du Vanuatu (Fig. 1).

Ces missions avaient pour objectifs :

- l'observation détaillée des formations constituant ces îles, et en particulier de leur volcans actifs, dans le but d'en déchiffrer l'histoire et d'en comprendre l'évolution pétrologico-volcanologique. L'accent a été plus particulièrement mis sur l'étude des formations pyroclastiques, peu abordée jusqu'ici, et qui ont joué un rôle fondamental dans la genèse de ces îles;

- la réalisation d'un échantillonnage représentatif des différents types rocheux rencontrés (laves, pyroclastites, enclaves grenues, ...) pour études détaillées au laboratoire (observations microscopiques, analyses des éléments majeurs et des traces, rapports isotopiques, datations géochronologiques K/Ar et par traces de fission, modélisation, ...);

- une reconnaissance préliminaire des formations récentes et de leur chronologie fine en vue d'une future cartographie orientée sur la zonéographie des risques volcaniques.

*These first field works on Ambrym and Tanna islands mark the beginning of the volcanological program that ORSTOM's Research Unit 1F intends to develop in the next few years, in cooperation with other french or foreign laboratories, on some active volcanoes of Vanuatu (Fig. 1).*

*Their objectives were :*

*- detailed observation of the formations constituting the islands, and especially of their active volcanoes, in order to understand their history and petro-volcanological evolution. Special interest was devoted to the pyroclastic formations, which had never been well studied previously, since they seem to play a fundamental role in the construction of these islands;*

*- the realisation of a complete representative sampling set of the different rock types observed (lavas, pyroclastics, igneous xenoliths, ...) for further detailed studies (thin section description, geochemical major and trace elements analyses, isotopic studies, K/Ar and fission tracks geochronological datations, modelisation, ...);*

*- a large preliminary survey of the recent deposits and their detailed chronology with the objective to produce, in the near future, maps of volcanologic risks.*

## FINANCEMENT / FUNDING

Les missions des participants ORSTOM ont été entièrement financées par l'UR 1F. La mission de C. Picard a été financée par l'Université Française du Pacifique (Nouméa, Nouvelle Calédonie).

*The missions of the ORSTOM participants have been entirely financed on the own budget of the UR (Research Unit) 1F. The mission of C. Picard was funded by the "Université Française du Pacifique" (Nouméa, New Caledonia).*

### **AMBRYM du 4 au 20 Septembre 1990**

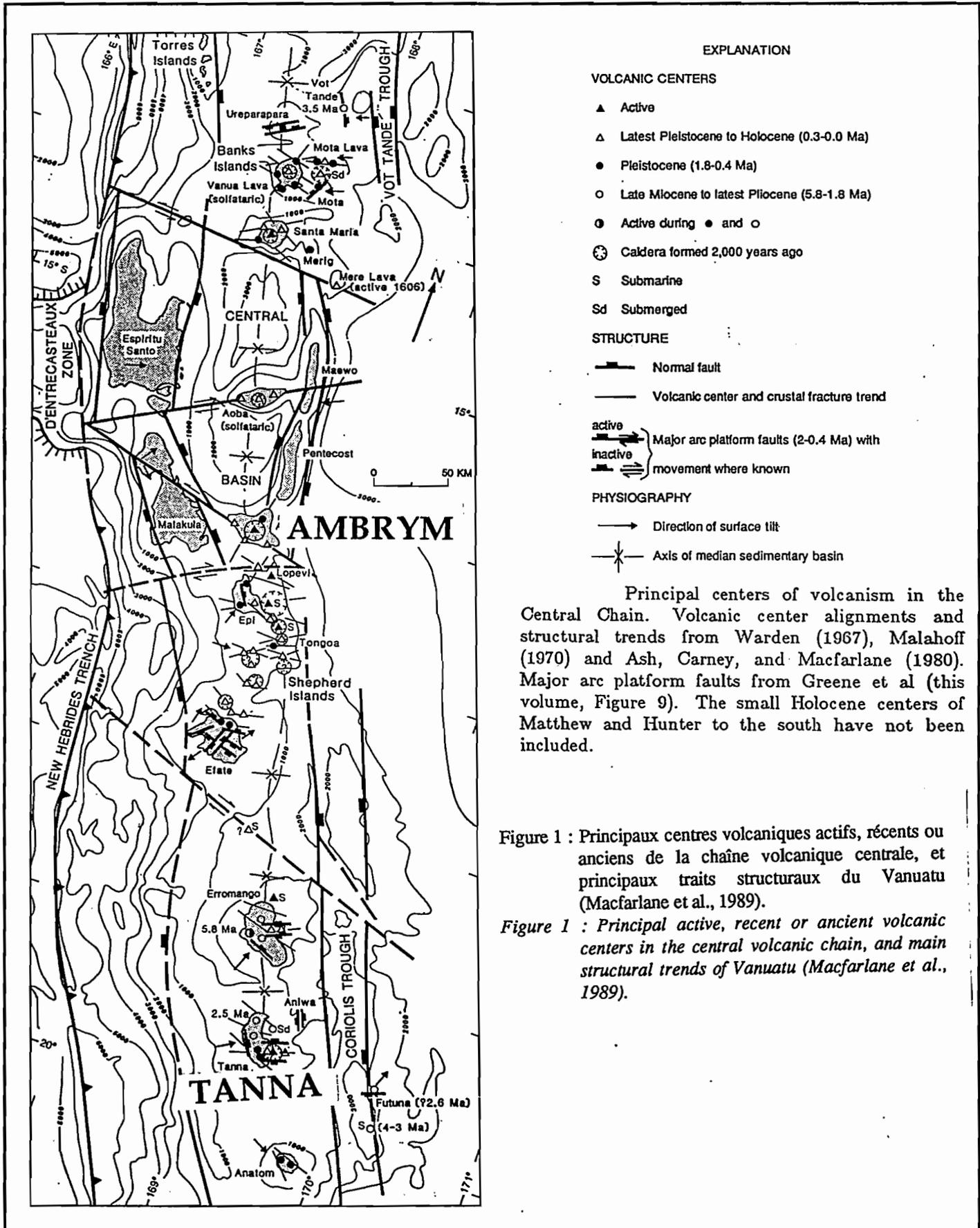
### ***AMBRYM from 4 to 20 September 1990***

## PARTICIPANTS / PARTICIPANTS

J.P. Eissen, M. Monzier, C. Robin, C. Picard, et C. Douglas

## TRAVAUX ANTERIEURS / PREVIOUS WORKS

AMBRYM, est une île triangulaire de dimension maximum 44 x 30 km, allongée selon deux directions de fracture N120 et N5, et située par 16°15'S et 168°05'E (Fig. 1). C'est un grand stratovolcan, essentiellement basaltique, de 1270 m d'altitude, mais dont la hauteur totale par rapport aux fonds marins environnants avoisine 3800 m. Elle est couronnée par une caldéra de 12 km de diamètre, appelée "la plaine de cendres", légèrement inclinée vers l'est (entre 700 et 600 m d'altitude) et supposée vieille de 2000 ans (McCall et al. 1970). Cette caldéra présente deux cônes volcaniques résurgents principaux, le MARUM (alt. 1270 m) et le BENBOW (alt. 1159 m). Le MARUM possède plusieurs cônes adventifs comme le MBUELESU, le TIRI TAMO, le TIRI TATEN (Fig. 2; Lardy et Marty, 1990). L'activité historique se concentre dans ces cratères ainsi que le long de fissures, orientées généralement N100, sur les flancs des cônes principaux (Fig. 2). Certains de ces cratères sont régulièrement occupés par un lac de lave qui se vidange soit sous forme d'émissions cendreuses, parfois très abondantes (Saos, 1979), soit sous forme de coulées de laves intra-caldéra, soit beaucoup plus rarement sous forme de coulées extra-caldéra. Le volcan d'Ambrym, en activité quasi permanente, a donné lieu à de nombreuses éruptions historiques importantes comme celles de



Principal centers of volcanism in the Central Chain. Volcanic center alignments and structural trends from Warden (1967), Malahoff (1970) and Ash, Carney, and Macfarlane (1980). Major arc platform faults from Greene et al (this volume, Figure 9). The small Holocene centers of Matthew and Hunter to the south have not been included.

Figure 1 : Principaux centres volcaniques actifs, récents ou anciens de la chaîne volcanique centrale, et principaux traits structuraux du Vanuatu (Macfarlane et al., 1989).

Figure 1 : Principal active, recent or ancient volcanic centers in the central volcanic chain, and main structural trends of Vanuatu (Macfarlane et al., 1989).

1888, 1894, 1913-14, 1929, 1937, 1942, 1952-53, etc (Eissen et al., 1989). Des éruptions intermittentes se produisent presque chaque année depuis 40 ans, mais limitées actuellement à des chutes de cendres et parfois à des coulées de lave intra-caldéra. Par exemple en 1986, deux nouveaux petits cônes, situés à mi-chemin entre le MARUM et le mur est de la caldéra, ont émis une coulée basaltique d'un volume de l'ordre de  $5.10^5$  m<sup>3</sup>. De même, en mai 1988, le MBUELESU était occupé par un lac de lave (Melchior, 1988). Puis le NIRI TATEN, un nouveau cratère formé sur le flanc sud du MARUM, a émis à partir du 9-10 Août 1988 des coulées basaltiques intra-caldéra d'un volume total de l'ordre de quelques  $10^6$  m<sup>3</sup> (Douglas, 1988) qui se sont écoulées sur plusieurs km en direction du sud de la caldéra. L'éruption était terminée le 24 Août lors de la visite de l'observateur mais la lave était encore chaude. Une nouvelle petite éruption avec coulée de lave intra-caldéra a également eu lieu en 1989 (Eissen et al., 1989).

Il s'agit, sans aucun doute du grand volcan le plus fréquemment actif de tout l'arc des Nouvelles-Hébrides (Vanuatu). L'île comptant 6176 habitants pour une superficie de 666 km<sup>2</sup>, soit une densité de 9,3 hab./km<sup>2</sup>, il représente une menace non négligeable pour la population locale qui a d'ailleurs été partiellement évacuée à plusieurs reprises lors des plus importantes éruptions de ce siècle (en 1914-15 et en 1929). Les dégâts les plus importants ont été causés; 1- par les coulées de laves extra-caldéra, heureusement peu fréquentes, principalement en 1914-15 (destruction de la mission et du dispensaire de Craig Cove ayant fait au moins 6 victimes) et en 1929 dans la même région avec une intensité semblable, et 2- par des dépôts de cendres assez fréquents, souvent accompagnés de pluies acides, qui détruisent la végétation, les plantations, et les jardins vivriers comme lors de l'éruption de 1979 dans la région de Lalinda (Saos, 1979).

Cependant, aucune des éruptions historiques n'a été de l'ampleur de celle ayant créée la caldéra d'Ambrym, éruption régionale majeure, qui a probablement complètement remodelé la morphologie de toute l'île, et qui serait, géologiquement parlant, très récente : 2000 ans BP (McCall et al., 1970).

L'île d'Ambrym a déjà fait l'objet d'une étude géologique et géophysique complète il y a près de 25 ans (Stephenson et al., 1966; McCall et al., 1970, Malahoff et al., 1970), et une carte géologique a été levée lors de ces études de terrain (Macfarlane Ed., 1976). Une étude pédologique a également été réalisée avec établissement de cartes pédologique, des formes du relief, et de la végétation (Quantin, 1973).

McCall et al. (1970) ont proposé le scénario suivant pour la formation de cette île dont toute l'histoire serait récente (moins de 1 Ma) : une première phase magmatique pré-caldéra aurait eu lieu le long d'un axe N 5, édifiant les plus anciens volcans de l'île, le Tuvio et le Vetlam formés de basaltes, d'ankaramites, de quelques andésites basiques, et de

formations pyroclastiques. Puis le Dalahum et le Woosantapaliplip (Tower Pic), tous deux recoupés par la suite par la caldéra, se sont formés à partir d'agglomérats, scories, et rares coulées à dominante basaltique. Selon ces auteurs, la caldéra se serait ensuite formée par subsidence tranquille, accompagnée d'une abondante émission de lapilli. Ils estiment la hauteur totale de l'effondrement à au moins 600 m et l'ont daté à 2000 ans BP (datations C<sup>14</sup> sur 4 échantillons prélevés en 2 endroits différents; McCall et al., 1970). Des relevés gravimétriques, essentiellement effectués dans la caldéra et le long des côtes, montrent dans la caldéra une anomalie négative de 10 à 14 mgal par rapport à l'extérieur de la caldéra. Malahoff (1970) suggère que le remplissage de la caldéra soit essentiellement formé de cendres. Toute l'activité récente post-caldéra s'est produite le long du "rift" est-ouest qui traverse toute l'île d'une extrémité à l'autre. Cette structure, très bien marquée morphologiquement (Fig. 2), est également soulignée par des grandes linéations magnétiques est-ouest repérés à partir de relevées aéromagnétiques (Malahoff, 1970).

Cependant, ces travaux récents n'ont pas été faits par des "volcanologues" *sensu stricto*, mais par des géologues et des géophysiciens, plutôt généralistes. Comme la volcanologie de terrain a beaucoup évolué ces vingt dernières années, une approche nouvelle de cet édifice et une ré-interprétation de ses formations, en mettant l'accent sur les pyroclastites, se justifiait totalement.

*AMBRYM is a triangular island of 44 x 30 km dimensions, elongated following two fracture directions N120 and N5. It is situated by latitude 16°15'S and longitude 168°05'E (Fig. 1). It is a large, dominantly basaltic, stratovolcano with an altitude of 1270 m above sealevel and some 3800 m over the nearby sea bottom. The island is crowned by a 12 km diameter caldera, the so-called "the ash plain", gently dipping eastward (from 700 m to 600 m of altitude), and whose formation is dated at 2000 BP (McCall et al., 1970). In the caldera stand the two main volcanic cones, the MARUM (alt. 1270 m), and the BENBOW (alt. 1159 m), and several adjacent cones like the MBUELESU, the TIRI TAMO, the TIRI TATEN, on the MARUM flanks (Fig. 2; Lardy and Marty, 1990). The historic activity is concentrated in these craters as well as along fissures, generally oriented N100, along the flanks of the main cone (Fig. 2). Some of these craters are frequently occupied by lava lakes which drain out, as relatively frequent ash falls, sometimes very heavy (Saos, 1979), or as intra-caldéra lava flows, or less frequently as extra-caldéra lava flows. This volcano, almost continuously active, had a large number of historical eruptions e.g. in 1888, 1894, 1913-14, 1929, 1937, 1942, 1952-53, etc (Eissen et al., 1989). In intermittent activity almost every years since the fifties, this activity is the most frequently limited to ash falls and sometimes to intra-caldéra lava flows. As an example, in 1986, two new small cones, situated half-way between the MARUM and the eastern caldera wall, emitted a basaltic lava flow of a volume of about  $5.10^3$  m<sup>3</sup>. In May 1988, the MBUELESU was occupied by a lava lake (Melchior, 1988). From*

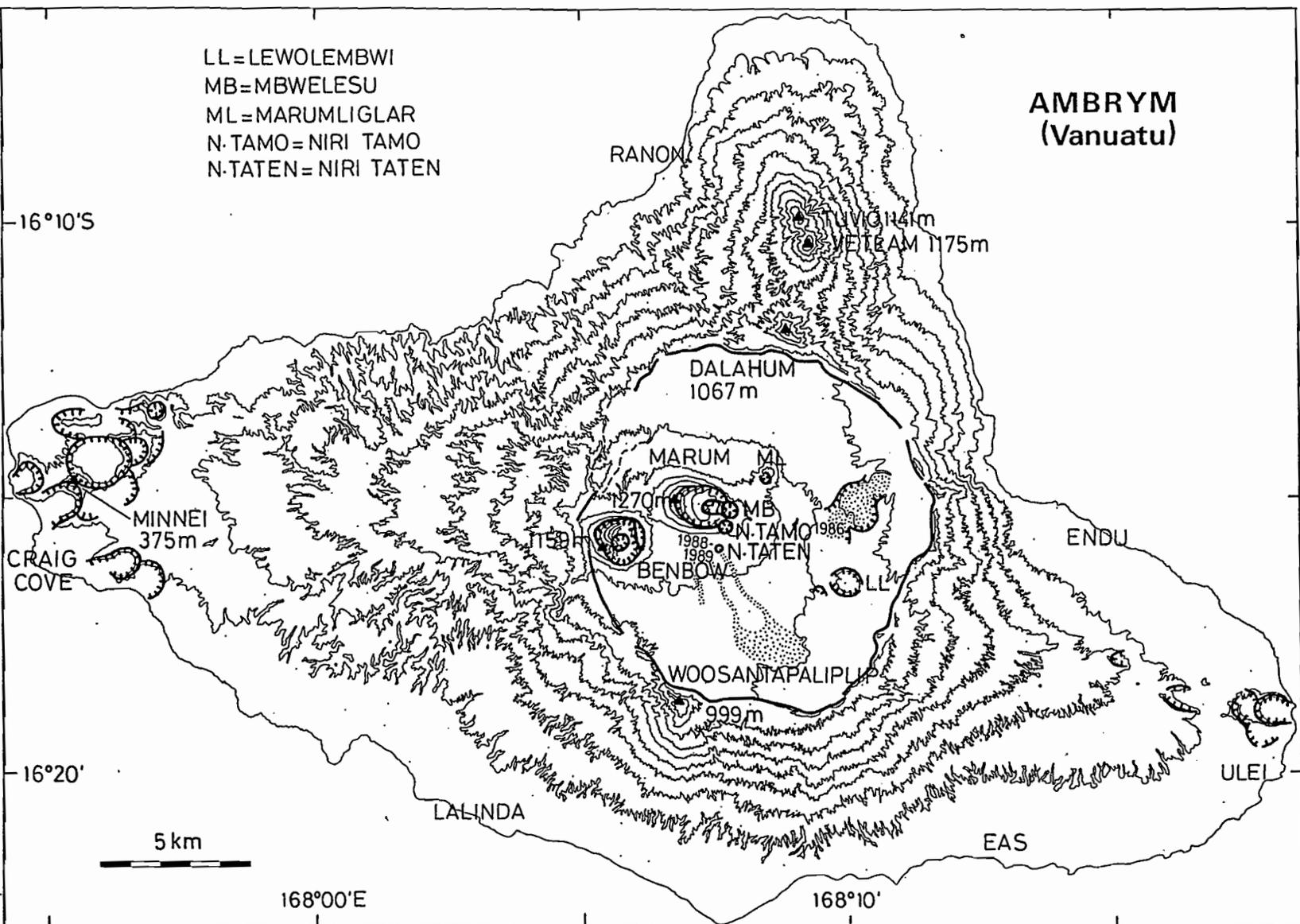


Figure 2 : Carte simplifiée d'Ambrym avec les principaux sommets cités dans le texte; courbes de niveaux tous les 100 m. La limite de la caldeira ainsi que les cônes volcaniques récents ou actifs sont soulignés en gras. Les toponymes NIRI (MBUELESU) TAMO (= fils aîné du MBUELESU) et NIRI TATEN (= fils cadet du MBUELESU) ont été proposés par Lardy et Marty (1990) après discussion avec les habitants de Lalinda. Les zones d'émission et les coulées de laves de 1986 et 1988-89 ont été représentées en pointillés. Fond topographique simplifié d'après la carte de l'IGN de 1966.

The external limit of the caldera as well as the recent or active volcanic cones are underlined in bold. Toponyms NIRI (= MBUELESU) TAMO (= older son of MBUELESU) and NIRI TATEN (= younger son of MBUELESU) were proposed by Lardy and Marty (1990) after discussion with local inhabitants of Lalinda. The emission zones and the 1986 and 1988-89 lava flows have been outlined with dots. Simplified topographic map after the 1966 IGN map.

August 9-10<sup>th</sup>, the NIRI TATEN, a new cone situated on the southern flank of the MARUM, emitted several intra-caldera basaltic lava flows of a total volume of a few  $10^6$  m<sup>3</sup> (Douglas, 1988), which extended for several km towards the southern part of the caldera. The eruption was finished when the volcano was visited on August 24<sup>th</sup> by the observer, but the lava was still hot. A similar eruption took place in 1989 with emission of an intra-caldera lava flow (Eissen et al., 1989).

It is probably the most frequently active large volcano of the New Hebrides (Vanuatu) arc. Ambrym island has a population of some 6176 inhabitants. With a superficies of 666 km<sup>2</sup>, it corresponds to a population density of 9,3 inhabitants / km<sup>2</sup>. Thus, this volcano represents a serious threat for the local population, who has been partially evacuated several times during the most important eruptions of this century (in 1914-15, and in 1929). The most important destructions result from 1- extra-caldera lava flows, fortunately unfrequent, e.g. in 1914-15 (destruction of the mission and of the dispensary of Craig Cove with at least 6 casualties), and in 1929 in the same area with a similar intensity, and 2- much more frequent heavy ash falls, often associated with acid rains, which destroy the forest, the plantations and the gardens as in the Lalinda area in 1979 (Saos, 1979).

But none of the historic eruptions reached the intensity of the Ambrym caldera-event, a regionally major eruption, which probably completely modified the morphology of the island, and may be, geologically speaking, very recent ; 2000 BP (McGall, 1970).

A complete geological and geophysical study was already devoted to the Ambrym island some 25 years ago (Stephenson et al., 1966; McCall et al., 1970, Malahoff et al., 1970). A geological map was also established during this work (Macfarlane Ed., 1976). Parallely, a pedological study was also conducted with the edition of a pedological map, a relief forms map, and a vegetation map (Quantin, 1973).

McCall et al. (1970) proposed the following scenario for the formation of the island which should be very young (less than 1 My): A first pre-caldera magmatic phase was established along a NS axis, leading to the formation of the older volcanoes of the island : Mt Tuvio and Mt Vetlam (the older centers, made of basalts, ankaramites, few basic andesites, and pyroclastic formations). Mt Dalahum and Woosantapaliplip (Tower Pic), presently cut by the caldera wall, then formed, dominantly by basaltic agglomerates, tuffs, and rare lava flows. To McCall et al. (1970), the caldera then formed by slow subsidence associated with the abundant emission of lapilli deposits. They estimate the total high of the collapse to at least 600 m and dated this event to 2000 BP (C<sup>14</sup> dating of four samples from two different places, McCall et al., 1970). Gravimetric data, mainly collected inside the caldera and along the coasts, show a 10 to 14 mgal negative anomaly associated with the caldera. Malahoff (1970) suggested that the filling of the caldera was essentially made of ash deposits.

All the recent post-caldera activity concentrated along the east-west "rift" which crosses the whole island from one extremity to the other. This structure, well marked in the morphology (Fig. 2), is also underlined by magnetic lineations identified from an aeromagnetic survey (Malahoff, 1970).

None of the recent works was done by "volcanologists" *sensu stricto*, but rather by geologists and geophysicists. As field volcanology has evolved a lot during the last 20 years, a new approach of this volcano and a reinterpretation of its deposits, especially of the pyroclastites, was fully justified.

## DEROULEMENT DE LA MISSION - MISSION LOG

02/9/1990 : Vol Nouméa - Vila.

*Flight Nouméa-Vila.*

03/9/1990 : Achats de nourriture et préparation du matériel nécessaire à la mission. Entrevue avec C. Mortimer, Directeur du Service de Géologie, des Mines et de l'Hydraulique Rurale à Vila, pour lui exposer les buts de cette mission.

*Food shopping and material packing. Discussion with C. Mortimer, Head of the Geology, Mines and Rural Water Resources Department in Vila, to discuss with him of the objectives of our survey.*

04/9/1990 : Vol Vila / Craig Cove (Ambrym), transfert en taxi local à Lalinda. Tri du matériel et de la nourriture, préparatifs pour la montée à la caldéra du lendemain.

*Flight Vila-Craig Cove (Ambrym), and transfert using local taxi to Lalinda. Preparation of the packages (food and material) to be used during our stay in the caldera.*

05/9/1990 : Montée à la caldéra avec guides et porteurs. Installation du campement au même site qu'en septembre 1989 (Monzier et Douglas, 1989). Début d'échantillonnage dans la caldéra, sous la pluie.

*Ascent to the caldera with guides and porters. Installation of the camp at the same site as the one used for the september 1989 reconnaissance (Monzier and Douglas, 1989). First sampling in the caldera under rainfall.*

06/9/1990 : Travail dans la caldéra; pluie et vent toute la journée. Reconnaissance de la partie sud et est de la caldéra jusqu'au déversoir du Wisal (Fig. 2).

*Work in the caldera. Rain and wind during all the day. Long reconnaissance walk in the south and east of the caldera to the Wisal fall (Fig. 2).*

07/9/1990 : Temps épouvantable, pluie et vent pendant toute la journée. Cette journée a été perdue car il est impossible de travailler sous un tel déluge.

*Very heavy rainfalls and winds during all the day. This day was lost because it was impossible to work in such weather conditions.*

08/9/1990 : Traversée complète de la caldeira jusqu'aux cônes et coulées apparus en 1986. Echantillonnage de toutes les coulées de lave recoupées. Pluie durant toute la journée.

*Complete crossing of the caldera to the 1986 cones and flows. Sampling of all the lava flows crossed. Rain during all the day.*

09/9/1990 : Le temps semble s'améliorer. Etude des formations pyroclastiques du BENBOW et des coulées sous-jacentes, puis observation de la zone d'émission des coulées de 1988-89.

*Slightly better weather. Study of the pyroclastics of BENBOW and underlying lava flows, then observation of the 1988-89 cones and flows.*

10/9/1990 : Etude des formations pyroclastiques du LEWOLEMBWI. Pluie toute la journée.

*Study of the pyroclastics of LEWOLEMBWI. Rain during all the day.*

11/9/1990 : Rangement du matériel et pliage du campement, descente sur Lalinda. Echantillonnage les formations pyroclastiques et laviques affleurant le long du Creek Pesouma. Nuit à Lalinda.

*Packing of material, camp and samples, and descent down to Lalinda. Sampling of the pyroclastics and lava flows all along the Pesouma creek. Night in Lalinda.*

12/9/1990 : Travail sur la côte sud d'Ambrym, entre Lalinda et Eas. Echantillonnage des laves et des formations pyroclastiques qui les recouvrent. Arrivée à Eas (Siège du Conseil de Gouvernement Local d'Ambrym) à la nuit, exténués après une journée passée sous la pluie. Nuit à Eas.

*Work along the south coast of Ambrym, between Lalinda and Eas. Sampling of the lavas and pyroclastics which often overly them. Arrival to Eas (Local Government Council) at night, very tired, after a full day under the rain. Night in Eas.*

13/9/1990 : Travail autour de Endu et le long de la côte jusqu'à la cascade du Wisal-Wadadao. Nuit à Eas.

*Work around Endu along the coast up the the waterfall of Wisal-Widadao rivers. Night in Eas.*

14/9/1990 : Vol Ulei- Craig Cove et retour à Lalinda.

*Flight between Ulei and Craig Cove, and return to Lalinda.*

15/9/1990 : Travail et échantillonnage entre Lalinda et Craig Cove et vers Ouro-Lolimari. Départ de C. Picard pour Vila, puis Nouméa. Nuit à Craig Cove.

*Work and sampling between Lalinda and Craig Cove, near Ourololimari. Departure of C. Picard who returns to Vila, then Nouméa. Night in Craig Cove.*

16/9/1990 : Le bateau pour Ranon n'est pas là (c'est dimanche !). Dans l'après-midi, montée au Pic Minnei. Grand beau temps, très belle vue sur la caldéra. Nuit à Craig Cove.

*The speed boat for Ranon is not here (it is Sunday !). During the afternoon, ascent of the Pic Minei. Beautiful weather, and clear view toward the caldera. Night in Craig Cove.*

17/9/1990 : Le "Benbow", bateau du Gouvernement Local d'Ambrym est arrivé. Travail et échantillonnage détaillé sur la côte nord-ouest d'Ambrym, entre Craig Cove et Ranon. Très beaux affleurements de formations pyroclastiques et des coulées récentes venant le plus souvent du "rift" ouest d'Ambrym. Nuit à Ranon.

*The Ambrym Local Government speed boat "Benbow" is here. Detailed observations and sampling along the north-west coast between Craig Cove and Ranon. Beautiful outcrops of pyroclastic formations and recent lava flows coming most often from the western "rift" of Ambrym. Night in Ranon.*

18/9/1990 : Travail dans le creek Weyam, près de Maronron. Nuit à Ranon.

*Exploration of the Weyam creek, near Maronron. Night in Ranon.*

19/9/1990 : En bateau, travail détaillé sur la côte nord-ouest d'Ambrym, jusqu'à Metanwar, puis retour sur Craig Cove avec un arrêt à la Baie Baritié pour complément d'échantillonnage. Nuit à Craig Cove.

*In speed boat, detailed work and sampling along the north-west coast, up to Metanwar. Then return to Craig Cove with a stop in Baritié Bay for complementary sampling. Night in Craig Cove.*

20/9/1990 : Rangement du matériel et des échantillons. Vol de Craig Cove à Vila.

*Packing of material and samples. Flight from Craig-Cove to Vila.*

21/9/1990 : Premier compte rendu oral de notre mission à Ambrym et présentation des objectifs de notre reconnaissance à Tanna à C. Mortimer, Directeur du Service de Géologie, des Mines et de l'Hydraulique Rurale à Vila. Retour M. Monzier à Nouméa et départ de J. P. Eissen, C. Robin, et C. Douglas pour Tanna.

*First oral summary of the results of our work on Ambrym and presentations of the objectives of our reconnaissance on Tanna to C. Mortimer, Head of the Geology, Mines and Rural Water Resources Department in Vila. M. Monzier flies back to Nouméa whereas J.P. Eissen, C. Robin and C. Douglas fly to Tanna.*

## ACTIVITE VOLCANIQUE / VOLCANIC ACTIVITY

Le temps, extrêmement mauvais lors du séjour de la mission dans la caldéra (pluie et vent, visibilité souvent très réduite) a seulement permis d'observer l'intérieur du cratère du BENBOW, à la faveur de l'éclaircie du 9 septembre. Il n'y avait pas de lac de lave et l'activité était faible, consistant en dégazages intermittents, peu puissants. Le MBWELESU et les cratères qui le bordent au sud (NIRI TAMO et NIRI TATEN, Fig. 2), très rarement visibles, n'ont pas été approchés, mais une activité moyenne a été notée dans la nuit du 8 au 9 septembre (quelques explosions et lueurs rouges) et dans la journée du 9 (petits nuages de cendres). Le 16 septembre M. Lardy (ORSTOM) et B. Marty (CNRS), qui se trouvaient dans la caldéra pour réaliser des enregistrements sismiques, des mesures de températures et pour prélever des gaz, ont décrit en détail l'activité au MBWELESU, NIRI TAMO et NIRI TATEN (Lardy et Marty, 1990). D'épaisses volutes de nuages blancs ou gris clair ont été observés le 17 septembre depuis un bateau longeant la côte nord-ouest de l'île. Ces nuages, en provenance probablement du MBWELESU ou des cratères adjacents, étaient accompagnés de chutes de cendres sur l'île.

*The very poor weather conditions during all our stay in the caldera (rain and wind, often very low visibility) allowed us to observe only the crater of BENBOW, during a short period of slightly better conditions (September 9<sup>th</sup>). The activity was low, and no lava lake was observed. There were only some gas emissions, but of relatively low intensity for such a volcano. The MBUELESU crater and the nearby craters on its southern rim (NIRI TAMO and NIRI TATEN, Fig. 2), only occasionally visible, have not been visited, but some moderate activity was observed during the night between September 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup>, with few stronger explosions, red glows, and during the day time of September 9<sup>th</sup>, several small ash clouds. On September 16<sup>th</sup>, our colleagues, M. Lardy (ORSTOM) and B. Marty (CNRS), who were in the caldera for some seismic recordings and gas samplings, described in more details the activity of MBUELESU, NIRI TAMO, and NIRI TATEN (Lardy and Marty, 1990). From a boat travelling along the north-western coast, thick white and light grey clouds and light ash showers falling on the island were observed on September 17<sup>th</sup>, coming presumably from MBUELESU or adjacent craters.*

## ECHANTILLONNAGE / SAMPLING

Les différents sites où des échantillons ont été prélevés sont notés sur la carte (Fig. 3). Compte tenu de l'épaisse couverture végétale qui garnit les flancs de l'île (forêt à palmiers, fougères arborescentes, ...), la quasi totalité des affleurements reportés se trouve soit, pour les produits récents, dans la caldéra où la végétation est absente ou peu développée, soit, pour les produits plus anciens, le long du tour de côte, sur des falaises ou des pointes

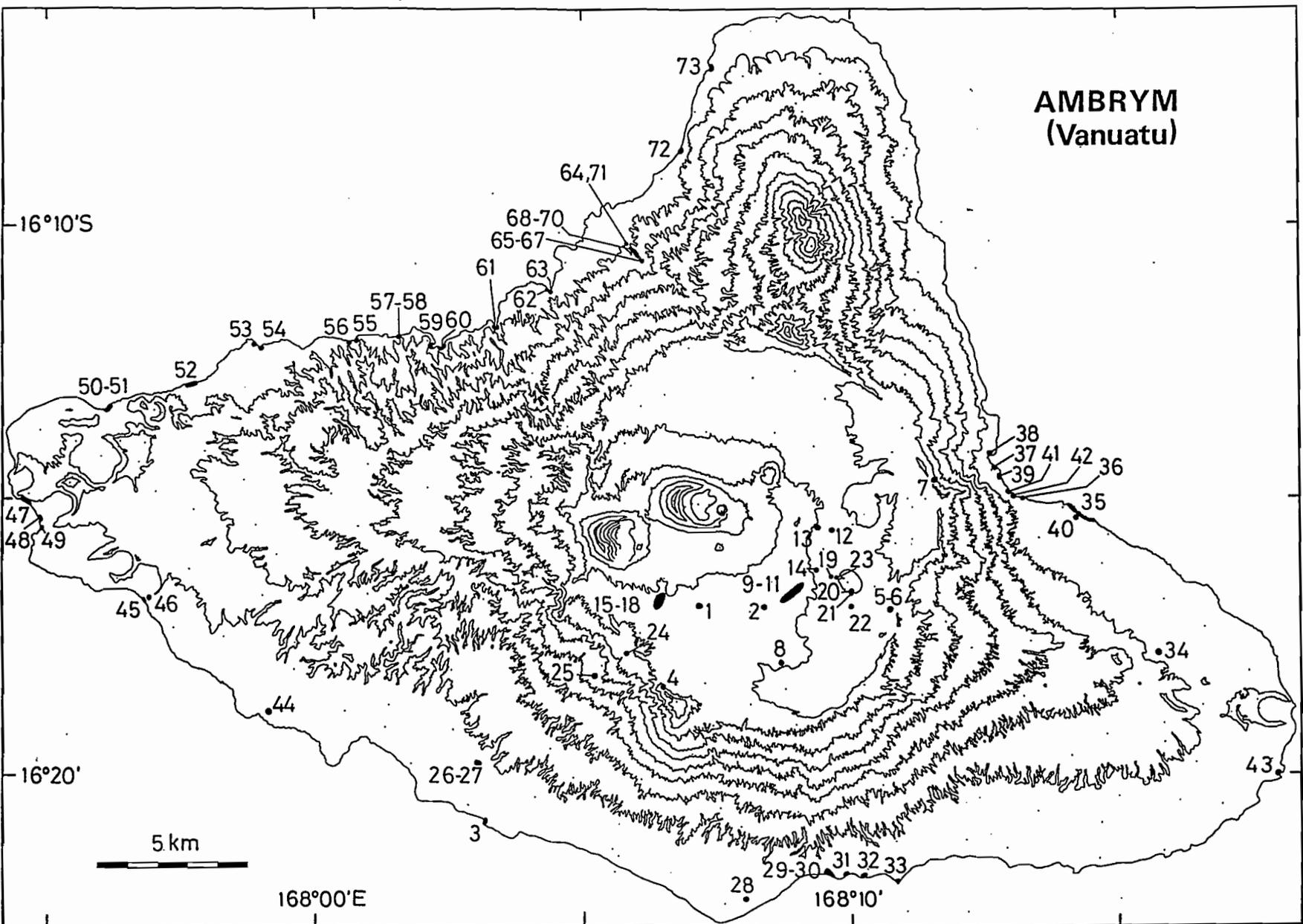


Figure 3 : Echantillonnage réalisé sur Ambrym pendant la mission de 1990 (ce rapport) et celle de 1989 (Monzier et al., 1989).

Figure 3 : Sampling on Ambrym island during the 1990 (this report) and the 1989 (Monzier et al., 1989) missions.

rocheuses. Ceci est à retenir pour l'étude ultérieure d'autres îles : celle d'Aoba en particulier, prévue pour juillet 1991, et où la couverture végétale est bien plus dense qu'à Ambrym, y compris dans la caldéra. L'essentiel des travaux sur cette île portera donc sur le tour de côte, et sera réalisé à pied ou à partir d'un canot à moteur; un vol entre les deux terrains d'aviation situés aux deux pointes extrêmes de l'île d'Aoba sera également à prévoir.

Actuellement (novembre 1990) au Centre ORSTOM de Nouméa, les plaquettes pour réalisation de lames minces, les poudres pour analyses chimiques, et pour les datations géochronologiques sont en cours de préparation. Les premiers résultats analytiques sont attendus pour le premier semestre 1991.

*The sampling sites are reported on the map (Fig. 3). Since the vegetal cover of the flanks of the island (palm trees, fern trees, coconut trees, ...) is very dense, almost all the visited outcrops are either in the caldera for the recent products, where the vegetation is partially absent or very light, or along the coasts of the island for the older products. This fact is to be taken into account for the preparation of the study of other islands, as Aoba (Ambae) study scheduled for July 1991, where the vegetal cover is even denser on the flank as well as in its caldera. Most of the work should then concentrate along the coastlines, either by foot exploration or using speed boats. A flight between the two airports situated at the two opposite parts of the island of Aoba is also scheduled.*

*Today (November 1990), samples collected on Ambrym island are being processed at the ORSTOM Center of Nouméa for thin sections, geochemical, and geochronological analyses. The first analytical results should be ready within the first semester of 1991.*

## CONCLUSION / CONCLUSION

Cette première mission nous a permis de réaliser que trop peu d'intérêt avait été accordé jusqu'à présent aux produits pyroclastiques. L'observation du rempart de la caldéra n'a pas confirmé le modèle, classique pour les grands édifices basaltiques, d'une caldéra formée par effondrements successifs liés à la vidange d'une chambre par des émissions effusives latérales et centrales. A l'exception de la paroi nord où un ancien stratovolcan est recoupé (le Dalahum), le mur de la caldéra est uniquement constitué par des pyroclastites. L'étude des pentes externes a confirmé le rôle important joué par les pyroclastites dans le développement de l'appareil. Les pentes sont trop fortes pour être celles d'un volcan bouclier et, bien que largement disséquées par l'érosion, elles n'exposent pas de planèzes. L'observation des photos aériennes et de la topographie des flancs de l'appareil suggère un recouvrement important par des matériaux friables. Sur le terrain, les flancs paraissent essentiellement constitués de tufs. Les seules exceptions sont des coulées, issues de la caldéra

ou des rifts latéraux, et qui de sont écoulées dans les principales vallées. Le volcan lavique de base n'affleure qu'à faible altitude sur le pourtour de l'île.

*This first field work on Ambrym allow us to realize that, until today, not enough work was devoted to the study of pyroclatic formations. The observation of the caldera wall did not confirm the classical model for large basaltic edifices of a caldera formed by successive collapses linked with the draining of a magma chamber by successive lateral or central lava emissions. Except for the northern wall where an old stratovolcano is cut out (Mt Dalahum), the external wall of the caldera is made of pyroclastites. The study of the external slopes confirmed the major role of pyroclastites in the development of the volcano. The slopes are too steep to be those of a shield volcano, and, even if they are deeply eroded, they did not show large lava flows. Aerial photographs observations and flank topography suggest a thick cover of friable material. In fact, the main formations outcropping on the flanks are made of tuffs. The only exceptions are lava flows following the main valleys, coming from caldera or from the lateral rifts. The basal lavic volcano outcrops only at very low altitude, along the coasts of the island.*

### **TANNA, du 21 au 24 Septembre 1990**

### ***TANNA, from September 21<sup>st</sup> to 24<sup>th</sup> 1990***

Le but de cette brève mission à Tanna était une reconnaissance et la réalisation d'un échantillonnage préliminaire des formations volcaniques de l'île, en mettant l'accent, comme à Ambrym, sur les dépôts pyroclastiques.

*The objectives of the brief mission on Tanna was a reconnaissance and to collect a preliminary sample set of the volcanic formations of this island, and more especially, as on Ambrym, of its pyroclastic formations.*

### **PARTICIPANTS / PARTICIPANTS**

J. P. Eissen, C. Robin, et C. Douglas

### **TRAVAUX ANTERIEURS / PREVIOUS WORKS**

L'île de Tanna, située par 19°32' Sud et 169°21' Est (Fig. 1), présente une allure générale en forme de croissant de 80 par 14 km, une altitude de 1084 m et d'une hauteur

totale par rapport aux fonds marins environnants d'environ 3500 m. Elle résulte de la succession de plusieurs périodes d'activité volcanique et de croissance récifale (Fig; 4) (Carney et Mcfarlane, 1979) : 1) la formation de Green Hill (Pliocène supérieur), exposant des laves sub-aériennes basaltiques au nord et des pyroclastites d'andésites basiques à l'est, 2) les calcaires récifaux de Tanna (Plio-Pléistocène à récent) formés en trois phases successives de croissance associées à une surrection de l'île, 3) les volcanites de Tukosmeru (Pléistocène supérieur) formant un grand stratovolcan occupant tout le sud de l'île et une épaisse série de pyroclastites andésitiques occupant sa partie centrale et nord, et enfin 4) l'unité de Siwi (Pléistocène supérieur à récent) formée d'andésites-basiques et d'andésites, qui s'est développée dans la partie SE de l'île. Cette unité comprend la formation volcanique de Yenkahe, le volcan éteint Ombus et le volcan actif YASUR (Fig. 4). YASUR est un petit stratovolcan basaltique très actif, haut de 365 m, de diamètre à la base de l'ordre de 3 km, situé à proximité du lac Siwi. La formation du Yasur comprend d'une part le cône pyroclastique asymétrique du volcan s.s., d'autre part la plaine de cendre qui s'étend au nord. Ce volcan est en activité permanente depuis plus de deux siècles (témoignages directs), probablement 800 ans, voire 1400 ans (datations C<sup>14</sup>, Nairn et al., 1988). Il semble caractérisé par un rythme saisonnier : les explosions sont plus nombreuses en saison sèche (Carney et Mcfarlane, 1979). Lors de ces périodes plus actives il peut présenter des inconvénients pour les populations environnantes par ses importantes émissions de cendres accompagnées parfois de pluies acides qui détruisent la végétation (Nairn et al., 1988; Lardy and Willy, 1989). On a également observé sur ses flancs des glissements en masse, sous l'effet de fortes pluies, mais dont l'extension, pour les plus récents (en 1919 et en 1973), est resté très limitée. L'île très peuplée compte 15397 habitants pour une superficie de 561 km<sup>2</sup>, soit une densité de 27,4 hab./km<sup>2</sup>. Les régions côtières au nord du Yasur (White Sands) et au sud (Imareukak et Yakwaraka), sont assez peuplées, leur distance respective au volcan étant de 3 km, et environ 10 km à vol d'oiseau.

*The Tanna island (19°32'S - 169°21'E ; Fig. 1), exhibits a general crescent shape of 80 x 14 km, with an altitude of 1084 m above sealevel, and a total high of some 3500 m compared to nearby seabottom. It results from a succession of several periods of volcanic activity and of reef growth (Fig. 4) (Carney and Macfarlane, 1979) : 1) the Green Hill formation (Upper Pliocene), sub-aerial basaltic lavas in the north, and basic andesite pyroclastics in the east; 2) Tanna reef limestones (Plio-Pleistocene to recent) formed by three successive growth phases associated with the island uplift; 3) the Tukosmeru volcanites (Upper Pleistocene) forming a large stratovolcano occupying the whole southern part of the island, a thick andesitic pyroclastic series in the central and northern part of the island, and; 4) the Siwi unit (Upper Pleistocene to actual) made of basic andesites and andesites, developed in the southeastern part of the island. This unit comprises the Yenkahe volcanites, the old Ombus volcano, and the active YASUR volcano (Fig. 4). YASUR is a small basaltic,*

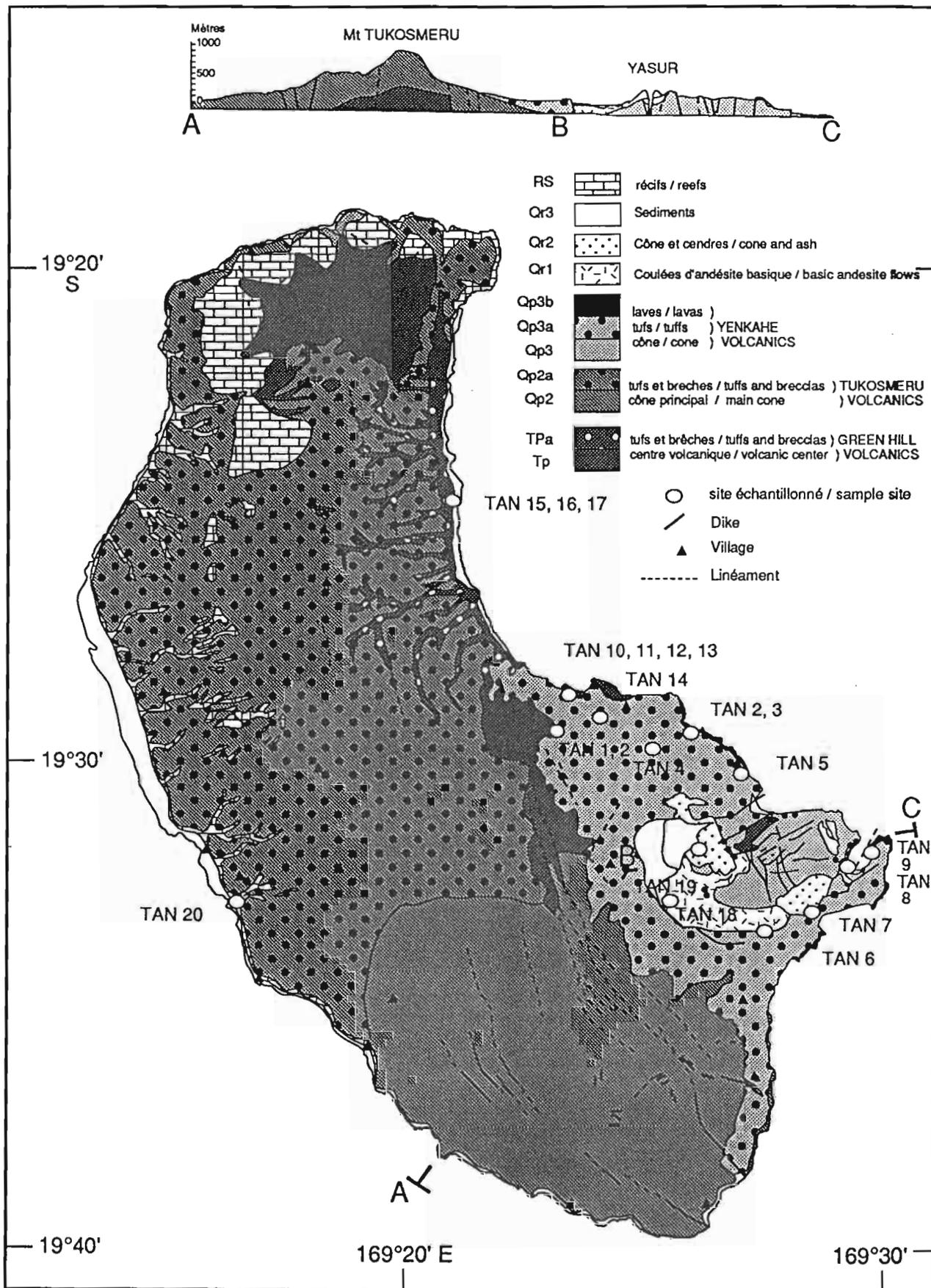


Figure 4 : Sites échantillonnés sur l'île de Tanna au cours de la mission de Septembre 1990. Carte géologique simplifiée d'après Macfarlane (1978).

Figure 4 : Sampling sites on Tanna island during the September 1990 field work. Simplified geological map after Macfarlane (1978).

very active, stratovolcano of 365 m height, and of 3 km of basal diameter, situated near the Siwi lake. The Yasur volcanites are made of the asymmetrical pyroclastic cone of the volcano s.s., and of the ash plain extending northward. The volcano is in permanent activity since more than two centuries (direct testimonies), probably 800 years, and perhaps 1400 years ( $C^{14}$  dating, Nairn et al., 1988). This activity seems to be characterized by more numerous explosions after heavy rains (Carney and Macfarlane, 1979). During these periods of high activity, the volcano can present some threat to the local inhabitants by its heavy ash falls, sometimes associated with acid rains which destroy the vegetation (Nairn et al., 1988; Lardy and Willy, 1989). Under heavy rainfalls, some debris flows of limited extent have been noted on the YASUR flanks, e.g. in 1919 and in 1973. The island has a relatively large population (15.397 inhabitants) on a superficies of 561 km<sup>2</sup> (i.e. 27.4 inhabitants / km<sup>2</sup>). The coasts of the north of YASUR, in the White Sands area, and towards the south, Imareukak and Yakwaraka areas, have a dense population, their relative distance to the volcano being of 3 km and ca. 10 km in direct line, respectively.

## DEROULEMENT DE LA MISSION-MISSION LOG

21/9/1990 : Vol Port-Vila / Burton Field (Tanna), puis route en taxi vers la région de Whitesands (est de Tanna). Arrivée à Enimah (Kitow) et installation au Keiuaiu bungalows. Dans l'après-midi, travail et échantillonnage des formations récentes dans la région du Loanvialou et de Loonasounan, sous de fortes averses.

*Flight Vila - Burton field (Tanna), then by the road (taxi) to the eastern part of the island, in the Whitesands area. Arrival in Enimah (Kitow) and installation in the Keiuaiu bungalows. During the afternoon, work and sampling of the recent formations in the Loanvialou and Loonasounan areas, under a few heavy showers.*

22/9/1990 : Observations et échantillonnages à Telekey, au nord de Sulfur Bay, puis à Port Resolution. Levée d'une coupe complète de l'ignimbrite "Siwi" à Telekey, qui affleure par ailleurs en d'autres endroits dans la région. Puis travail sur des tufs sous-marins dans la région de Port Resolution, le tout sous une pluie intermittente.

*Observations and sampling in Telekey, north of Sulfur Bay, then at Port Resolution areas. Sampling of a full section of the "Siwi" ignimbrite near Telekey, which also outcrops in other places around the area, then work on submarine tuffs in the Port Resolution area, always under some light showers.*

23/9/1990 : Travail sur la côte est de Tanna entre Waesisi et Lenuingao, puis vers Ombus et au pied du Yasur. Pluie toute la journée.

*Work on the east coast of Tanna between Waesisi and Lenuingao, then near Ombus and near Yasur active volcano. Rainfall during the whole day.*

24/9/1990 : Rapide échantillonnage près de Lenakel. Vol Burton Field / Port-Vila; discussions avec Vanair pour faire revenir les échantillons d'Ambrym, bloqués depuis plusieurs jours à Craig Cove. Ils seront finalement récupérés en fin de journée après moult péripéties !

*Fast sampling near Lenakel. Flight from Burton Field to Vila. Talk with Vanair administration to bring back by air freight the rock samples blocked in Craig Cove (Ambrym) since 6 days. Finally they arrived in Vila late in the afternoon after a lot of technical problems.*

25/9/1990 : Vol retour à Nouméa, avec 150 kg d'échantillons.

*Flight back to Nouméa, with 150 kg of samples.*

## ACTIVITE VOLCANIQUE / VOLCANIC ACTIVITY

Compte tenu du peu de temps disponible et de la météorologie très mauvaise, l'activité du Yasur n'a pu être suivie. Nos collègues, M. Lardy (ORSTOM) et B. Marty (CNRS), ont séjourné sur le Yasur ou à proximité immédiate, du 8 au 12 septembre 1990, pour des études sismologiques, des mesures de températures, des prélèvements de gaz et d'eaux ainsi que pour la recherche d'un site favorable à l'installation de la future station automatique de surveillance du volcan utilisant le système ARGOS. Ils ont décrit en détail l'activité du YASUR à cette période dans leur rapport de mission (Lardy et Marty, 1990).

*Taking into account the lack of time and the very poor meteorological conditions, we had no time to record the activity of YASUR volcano. Our colleagues, M. Lardy (ORSTOM) and Marty (CNRS), spent 5 days on and around this volcano between September 8 and 12, 1990, for sismological studies, temperatures measurements, gas samplings, and search for a favorable site to install a future automatic volcanological monitoring station using the ARGOS system. They described in details the activity of YASUR at this period in their field report (Lardy et Marty, 1990).*

## ECHANTILLONNAGE / SAMPLING

Vingt sites ont été échantillonnés lors de cette rapide reconnaissance sur Tanna (Fig. 4). Comme pour les échantillons ramenés d'Ambrym, les plaquettes pour lames minces et les poudres pour analyses et datations sont en cours de préparation au Centre ORSTOM de Nouméa.

*Some twenty sites have been sampled during this short reconnaissance on Tanna island (Fig. 4). As for the Ambrym samples, they are presently processed, at the ORSTOM*

*Center of Nouméa, for thin section confection and crushing for geochemical and geochronological analyses.*

## CONCLUSION / CONCLUSION

Les principales observations concernent :

L'unité volcanique Siwi ; Une coupe réalisée près de Telekey complète vers le bas la séquence de tufs et dépôts ignimbritiques antérieurement décrite (Nairn et al., 1988).

Nos observations de terrain nous conduisent à nous interroger sur l'origine proposée pour ces ignimbrites, ainsi que toute la structure et la disposition du volcanisme de Tanna. Mais des travaux complémentaires seront nécessaires avant de pouvoir proposer une nouvelle interprétation.

*The main observations concern :*

*The Siwi volcanic Unit ; a section done near Telekey completes the lower part of the previously described sequence (Nairn et al., 1988).*

*Our field observations lead us to new questioning about the previously proposed origin of these ignimbrites as well as of the whole structure and volcanism disposition on Tanna island. However, complementary work is needed before being able to propose an eventual new interpretation.*

## REMARQUES GENERALES / GENERAL REMARKS

Cette première mission a révélé tout l'intérêt des édifices volcaniques actifs du Vanuatu. En particulier, les grandes caldéras aériennes et sous-marines présentent à cet égard un intérêt majeur autant du point de vue purement scientifique des mécanismes de ce type d'éruption, que du point de vue de l'évaluation des risques encourus lors de ce type d'éruption majeure.

De nouvelles missions à terre ou en mer devraient dans les années à venir nous permettre de caractériser ce type de volcanisme et ainsi de mieux en évaluer l'impact des éruptions passées.

*This first work revealed the great interest of the actives volcanoes of Vanuatu. The large aerial and submarine calderas are especially interesting as well as from the purely*

*scientific point of view to understand their eruptive mechanisms, as well as to evaluate the potential treat represented by this kind of eruption.*

*New investigations on the field as well as out at sea should allow us in the following years to characterize this type of volcanism and thus better evaluate the impact of past eruptions.*

## REMERCIEMENTS / ACKNOWLEDGMENTS

Nous tenons à remercier le Gouvernement du Vanuatu, les Conseils des Gouvernements Locaux d'Ambrym et de Tanna, ainsi que C. Mortimer, Directeur de la Géologie, des Mines et de l'Hydraulique Rurale, pour le soutien apporté à la réalisation de cette mission. Nous remercions également nos collègues C. Reichenfeld, F. Bondoux, M. Chauvin (décédé accidentellement au cours du mois de Septembre), D. Nakedau, et J.C. Willy du Centre ORSTOM de Port-Vila pour l'aide apportée à la préparation de cette mission et les contacts radio journaliers qui ont permis d'assurer la sécurité et le bon déroulement de l'opération. Merci aussi à tous nos guides et porteurs du village de Lalinda (Ambrym), au pilote du bateau gouvernemental d'Ambrym, ainsi qu'à Monsieur Singh, du Gouvernement local de Tanna et Monsieur Gibson, Chef Mécanicien de la plantation de café de Ymnakayip, sur Tanna, pour l'aide qu'ils nous ont apporté. Enfin, nous remercions Air Calédonie International pour le transport gracieux des 150 kg d'échantillons prélevés.

*We would like to thank very much the Vanuatu Government, the Councils of the Local Government of Ambrym and Tanna, as well as C. Mortimer, Head of the Geology, Mines and Rural Water Resources Department in Vila, for their help and support in the realisation of these missions. Special thanks also to our colleagues C. Reichenfeld, F. Bondoux, M. Chauvin (accidentally deceeded in September 1990), D. Nakedau, and J.C. Willy of the ORSTOM Center of Vila for their continuous help and the daily radio contact during the mission, very helpful for the security and the good conditions of this work. Thanks also to our guides and porters from the Lalinda village (Ambrym), to the pilots of the governmental speed boat of Ambrym, to Mr Singh, of the Local Government of Tanna, and to Mr Gibson, chief mechanician of the Ymnakayip coffee plantation (Tanna) for their useful help. Finnally, we thank Air Caledonie International for the free transportation of 150 kg of rock samples.*

## BIBLIOGRAPHIE / REFERENCES

- Carney J. et Macfarlane A., 1979 - Geology of Tanna, Anatom, Futuna and Aniwa. *New Hebrides Geol. Survey Report*, 71 p.
- Douglas C., 1988 - Rapport de mission à Ambrym (Vanuatu) du 23 au 25 août 1988. Port-Vila : ORSTOM, 1 page, 1 carte.
- Eissen J.P., Lardy M., Monzier M., Molard L. et Douglas C., 1989 - Ambrym volcano, Vanuatu: recent eruption history. *Smithsonian Institution, Sean Bulletin*, 14 : 4 (April 30).
- Lardy M., et J.C. Willy, 1989 - Mission à Vanuatu sur le Yasur, Ile de Tanna, les 6 et 7 septembre 1989. *Nouméa : ORSTOM : Rapp. Missions : Sci. Terre : Géol.-Géophys.*, 14, 20 p.
- Lardy M., B. Marty, et J.C. Willy, 1990 - Rapport de fin de mission à Vanuatu, Septembre 1989, Volcans Yasur (Tanna) et Marum (Ambrym). *Nouméa : ORSTOM : Rapp. Missions : Sci. Terre : Géol.-Géophys.*, 21, 18 p.
- Macfarlane A., Carney J.N., Crawford A.J., et Greene H.G., 1988. Vanuatu - A review of the on shore geology. In, *Geology and Offshore Resources of Pacific Island Arcs. Vanuatu Region. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series*, Vol. 8 : 45-91.
- Macfarlane A. Ed, 1976 - Geology of Pentecost and Ambrym, Geological map, 1/100.000 Series, New Hebrides Geol. Survey, Sheet 6.
- Macfarlane A. Ed, 1978 - Geology of Tanna, Aneityum, Futuna and Aniwa, Geological map, 1/100.000 Series, New Hebrides Geol. Survey, Sheet 11.
- Malahoff A., 1970 - Gravity and magnetic studies of the New Hebrides Island Arc. *New Hebrides Geol. Survey Report*, 67 p.
- McCall G.J.H., Le Maître R.W., Malahoff A., Robinson G.P. et Stephenson P.J., 1970 - The geology and geophysics of the Ambrym caldera, New Hebrides. *Bull. Volcanol.*, 34 : 681-696.
- Melchior A., 1988 - Mission de reconnaissance volcanologique à Tanna et Ambrym en mai 1988. Rapport de mission. Document ORSTOM Port Vila (non publié).
- Monzier M., et Douglas C., 1989 - Rapport de mission à Ambrym (Vanuatu) du 26 au 30 septembre 1989. *Nouméa : ORSTOM : Rapp. Missions : Sci. Terre : Géol.-Géophys.*, 11, 26 p.
- Nairn I.A., B.J. Scott et W.F. Giggenbach, 1988 - Yasur volcano investigations, Vanuatu, Sept. 1988. New Zealand Geological Survey, Depart. of Scientific and Industrial Research, 74 p.

- Quantin P., 1973 - Ambrym et Tanna (Archipel des Nouvelles-Hébrides); Carte Pédologique (1/100.000), des formes du relief, géologique et de la végétation (1/200.000). in : *Atlas Pédologique des Nouvelles-Hébrides*, Paris : ORSTOM.
- Saos J. 1979 - Eruption du Benbow. Service des Ressources Minérales et de l'Hydraulique Rurale des Nouvelles Hébrides, Rapport de Mission, (rapport non publié). 4 pp + 1 carte.
- Stephenson P.J., Mc Call G.J.H., Le Maître R.W., et Robinson G.P., 1968 - The Ambrym Island Research Project. in Warden (ed.) : *New Hebrides Geol. Surv. Ann. Rept. for 1966*, 9-15.

Centre ORSTOM de Nouméa  
B.P A5 Nouméa Cédex Nouvelle Calédonie

© 1990