

RAPPORTS DE MISSIONS
SCIENCES DE LA TERRE
GEOLOGIE - GEOPHYSIQUE

N° 14

1989

Mission à Vanuatu sur le Yasur Ile de Tanna
Les 6 et 7 Septembre 1989

* Michel LARDY

** Jean-Claude WILLY

* ORSTOM, Nouméa, Nouvelle Calédonie

** ORSTOM, Port - Vila, Vanuatu

ORSTOM

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
CENTRE DE NOUMEA

16 JANV. 1990

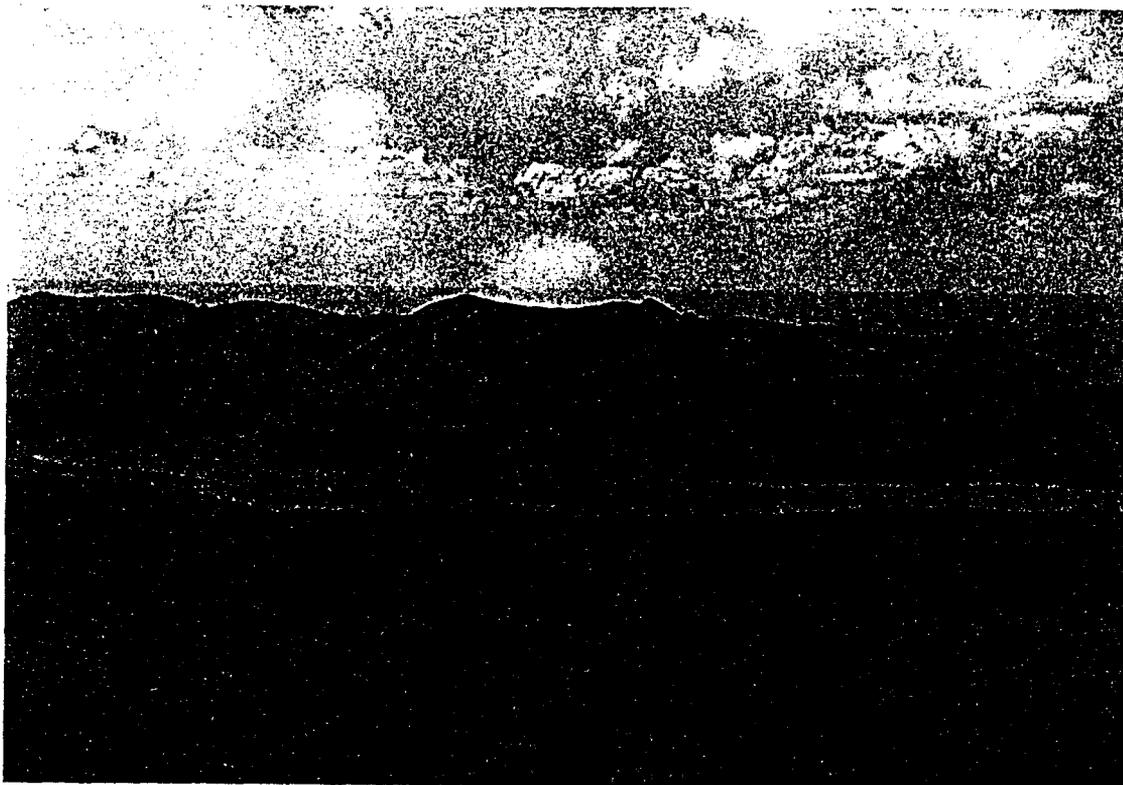
ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 27.394 dx3

Cote : A

" Une île sans colons et sans plantations, où règnent un volcan sacré - le Yasur - et l'ombre insaisissable d'un prophète mélanésien. La plus fascinante sans doute de tout l'archipel et, peut-être, d'Océanie. Des forêts s'y mélangent à des plaines de cendre, et sur de grands plateaux envahis de fougères blanches courent encore des escadrons de chevaux sauvages. "

J.C. Guillebaud, un voyage en Océanie, Ed. Seuil, coll. points, série actuels, juillet 1980.



Le Yasur vu du point V, fig. n° 2 .

Mission à Vanuatu
sur le Yasur, Ile de Tanna
les 6 et 7 septembre 1989

Michel LARDY (x) - Jean-Claude WILLY (xx)

(x) Centre ORSTOM de Nouméa - Nouvelle-Calédonie
(xx) Mission ORSTOM de Port-Vila - Vanuatu.

S O M M A I R E

- AVANT-PROPOS
- PARCOURS
- ACTIVITE DANS LE CRATERE
- LE LAC SIWI
- VEGETATION
- SISMOLOGIE
- SURVEILLANCE
- CONCLUSION
- BIBLIOGRAPHIE
- ANNEXE - ANALYSE DE L'EAU DU LAC SIWI

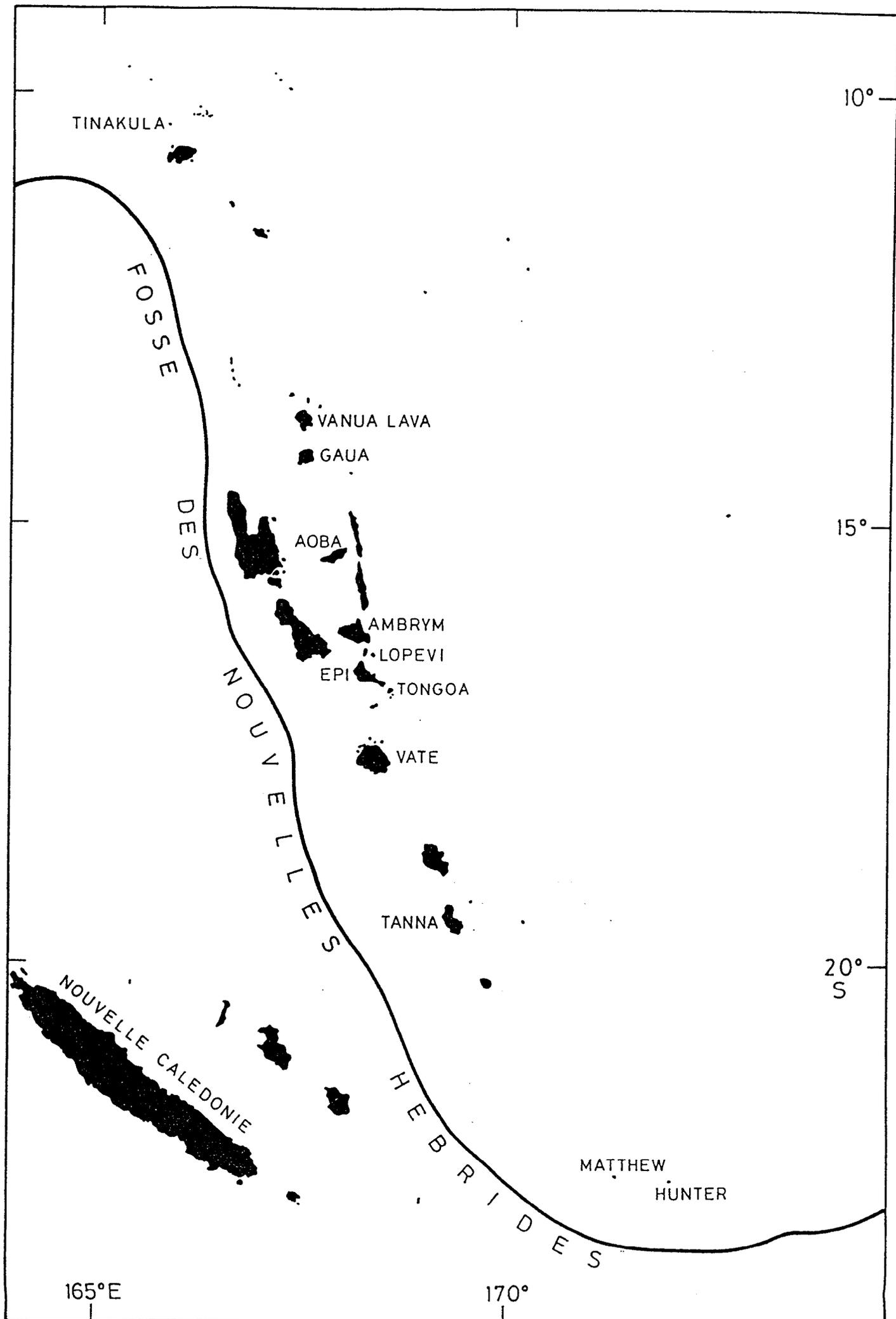


Fig. n° 1

AVANT-PROPOS

Le volcan de Tanna, malgré une activité soutenue depuis sa découverte par J. COOK en 1774, n'a été l'objet que de quelques visites et missions de scientifiques dans les décennies récentes, hors la surveillance assurée par le Geological Survey de 1958 à 1980 (J.N. CARNEY, A. MACFARLANE, 1979) (1).

C'est à la demande du gouvernement de Vanuatu, suite à des dommages causés sur la végétation et dans les cultures proches du Yasur depuis les cyclones Uma (1987) et Bola (1988) qu'une équipe néo-zélandaise (2) s'est rendue du 6 au 14 septembre 1988 sur Tanna.

En 1987, le gouvernement de Vanuatu a élaboré avec l'ORSTOM un projet de surveillance volcano-météorologique sur différents édifices de l'archipel; en mai 1988 le représentant du Ministère des Affaires Etrangères (MAE) à Port-Vila confirmait aux autorités vanuataises l'approbation par Paris d'une première tranche de financement.

En fait aucun crédit n'a encore été affecté à ce jour; malgré cela nous avons effectué une brève mission exploratoire les 6 et 7 septembre 1989 sur l'île de Tanna. C'est avec l'intention d'équiper le Yasur d'un système de surveillance permanent que nous l'avons observé.

Quelques photos et commentaires essayeront de préciser l'évolution et l'activité du volcan depuis le passage de MM. NAIRN, SCOTT et GIGGENBACH en 1988 et compléteront nos propositions.

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement Monsieur C.S. CHENEY, directeur du Service des Mines à Vanuatu, qui nous a permis d'obtenir une aide efficace auprès des autorités du gouvernement provincial de Tanna; nous exprimons notre gratitude à ces dernières pour le local et le véhicule (4x4) qu'elles ont mis à notre disposition.

Merci à Jack qui nous a conduits de Lenakel au Yasur, avec gentillesse et savoir-faire sur des routes parfois très abimées.

Merci également à J.P. EISSEN et M. MONZIER pour leur lecture critique.

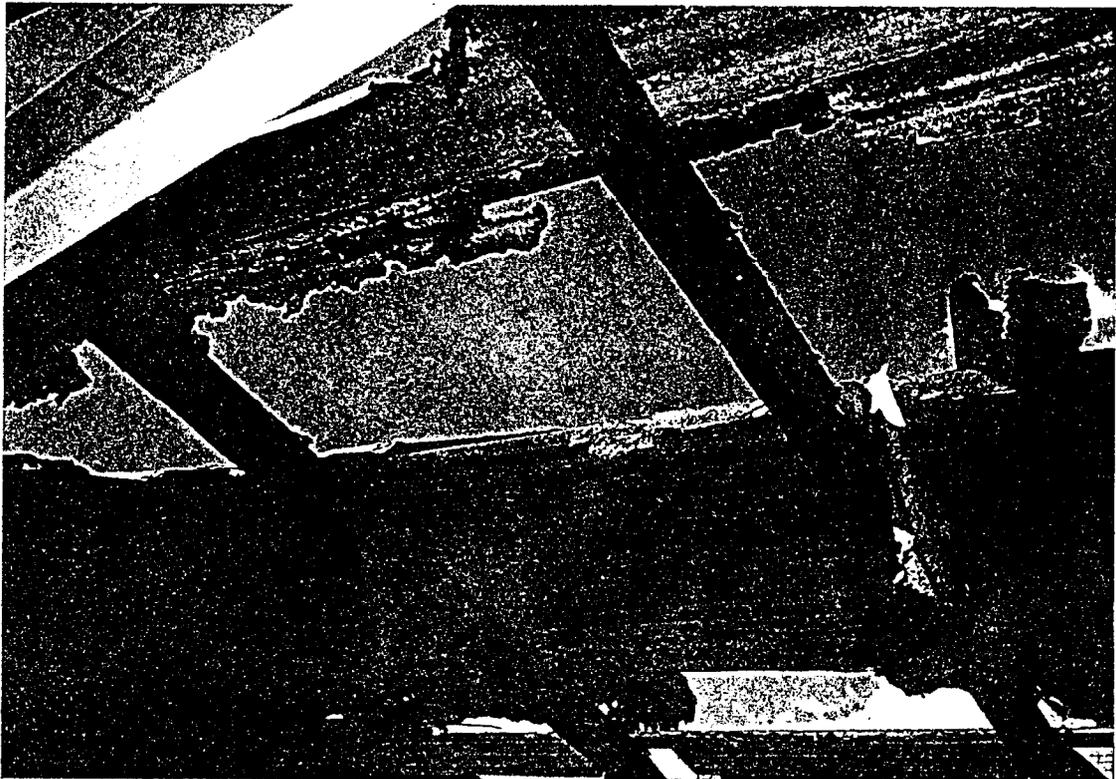
Les impressions traduites dans ce rapport pourront paraître manquer de rigueur scientifique puisqu'elles ne sont généralement pas étayées par des mesures; elles se veulent simplement une base de discussion avant d'entamer des travaux de surveillance complétés par la reconstitution historique des éruptions dans les districts de Waesisi, White Sands et Port Resolution.

M. LARDY

Novembre 1989



L'école primaire à Kitow



Le toit de l'école de Kitow

P A R C O U R S

Des pluies abondantes ont retardé notre départ le 6 septembre et ce n'est qu'en début d'après-midi que nous avons quitté le centre administratif de Lenakel pour le Yasur.

Il faut compter un peu plus d'une heure de route pour couvrir la trentaine de kilomètres qui séparent Lenakel du sommet du Yasur; la route n'est difficile qu'à partir du col (point V, fig. 2) où l'on découvre le volcan (photo de couverture) jusqu'à la plaine des cendres (bordure ouest de White Sands, fig. 2) sur 5 à 6 km; après avoir fait le tour en bordure du lac Siwi (nord et est), on accède au sommet du cratère par une route praticable uniquement (à ce moment) par un véhicule tous terrains.

Quatre fumerolles à une centaine de mètres avant la fin de la piste (côté est) surmontent une petite plaine de cendres et donnent des températures comprises entre 67°C et 77°C. Au-delà de la plaine dans la zone sud-est, la végétation a souffert, plus à l'est la couleur des arbustes (majorité de pandanus) ne semble pas altérée.

La visibilité dans le cratère est très réduite par l'importante quantité de vapeur d'eau due aux chutes de pluie des dernières heures, il nous est quand même possible d'apercevoir, depuis l'ouest du cratère, trois événements rougeoyants. On compte une moyenne de 16 explosions par heure; des chiffres identiques seront donnés pour une période différente par des touristes australiens. Cette valeur est en légère diminution par rapport aux comptages établis en septembre 1988 par les scientifiques du New Zealand Geological Survey : 21 explosions par heure en moyenne issus de quatre événements.

Le 7 septembre, le temps est très beau, c'est un paysage superbe que l'on découvre avant la descente vers White Sands; un morceau de piste est en réparation et une nouvelle route en construction.

Nous nous arrêtons à Kitow, dernier village avant le lac Siwi; un bureau de poste, une école, un atelier de forge et mécanique, un terrain de sport, des cases, des cocotiers, le tout posé sur un sol de cendres. L'accueil est chaleureux, nous demandons à visiter l'école toute proche. Une classe se déroule en plein air, l'instituteur assis sur une chaise, les enfants sur des nattes autour de lui; un autre maître fait son cours dans une case couverte de végétaux. Le toit de tôle des classes est totalement percé probablement par des pluies acides. La tôle ondulée n'est sans doute pas le matériau le mieux adapté à la région.

C'est avec regret que nous nous séparons de ces enfants joyeux qui ne semblent pas particulièrement "stressés" par la vie scolaire. Un des habitants nous confirme qu'il sera possible d'être hébergés au village si nous travaillons dans la région. Le téléphone automatique pourra faciliter les contacts avec Port-Vila, mais pourrait également être utilisé pour transmettre des données (nous y reviendrons dans un chapitre ultérieur).

Au bord du lac on prélève un flacon d'eau (voir analyse en annexe et position sur la carte , fig. 2, point E)

T. air : 17°C

T. eau : 27°C.

Avant d'accéder au cratère, nous partons vers Port Resolution avec l'intention de prélever quelques échantillons d'eaux chaudes pour S. BIGOT (Univ. Paris VI). La mer est haute, le temps va nous manquer; juste un moment pour observer les bouches de vapeur (voir rapport I.A. NAIRN et al., 1988). La végétation dans toute cette région (au vent dominant) ne semble pas affectée par les gaz émis par le volcan, les pluies acides et les chutes de cendres.

A midi nous sommes au sommet du Yasur, le temps est clair et la vue sur la région superbe; après un frugal repas coupé par la visite de "touristes" mélanésiens (en fait des gens de la région qui escaladent de temps à autre les pentes du Yasur), nous partons faire un tour de cratère, qui se prolongera jusqu'à la nuit. Après 18 heures, le rouge colore le fond du cratère : les lambeaux de lave éjectés des bouches A et B (voir fig. 3) impriment leur trajectoire parabolique dans le noir de la nuit. Vers 21 heures nous rejoignons l'hotel-restaurant de Lenakel, le gérant australien nous précise que des cendres du Yasur (distant de 20 km à vol d'oiseau) tapissent souvent le fond de la piscine. C'est après une heure de vol, le lendemain, que nous regagnerons Port-Vila.

ACTIVITE DANS LE CRATERE

C'est à partir de la carte figurant dans le rapport de nos collègues néo-zélandais que nous commenterons l'activité des mares de lave situées environ 200 mètres en contrebas de la lèvre du cratère.

On considère que le cratère du Yasur contient trois bouches (A, B, C, fig. 3), chacune renferme un ou plusieurs événements. La photo n° 2 prise du côté N-E nous montre 5 événements qui appartiennent tous à la bouche B; nous considérerons que les deux petits événements verticaux de même que les 2 petits événements horizontaux n'en font que deux, soit 3 événements pour la bouche B.

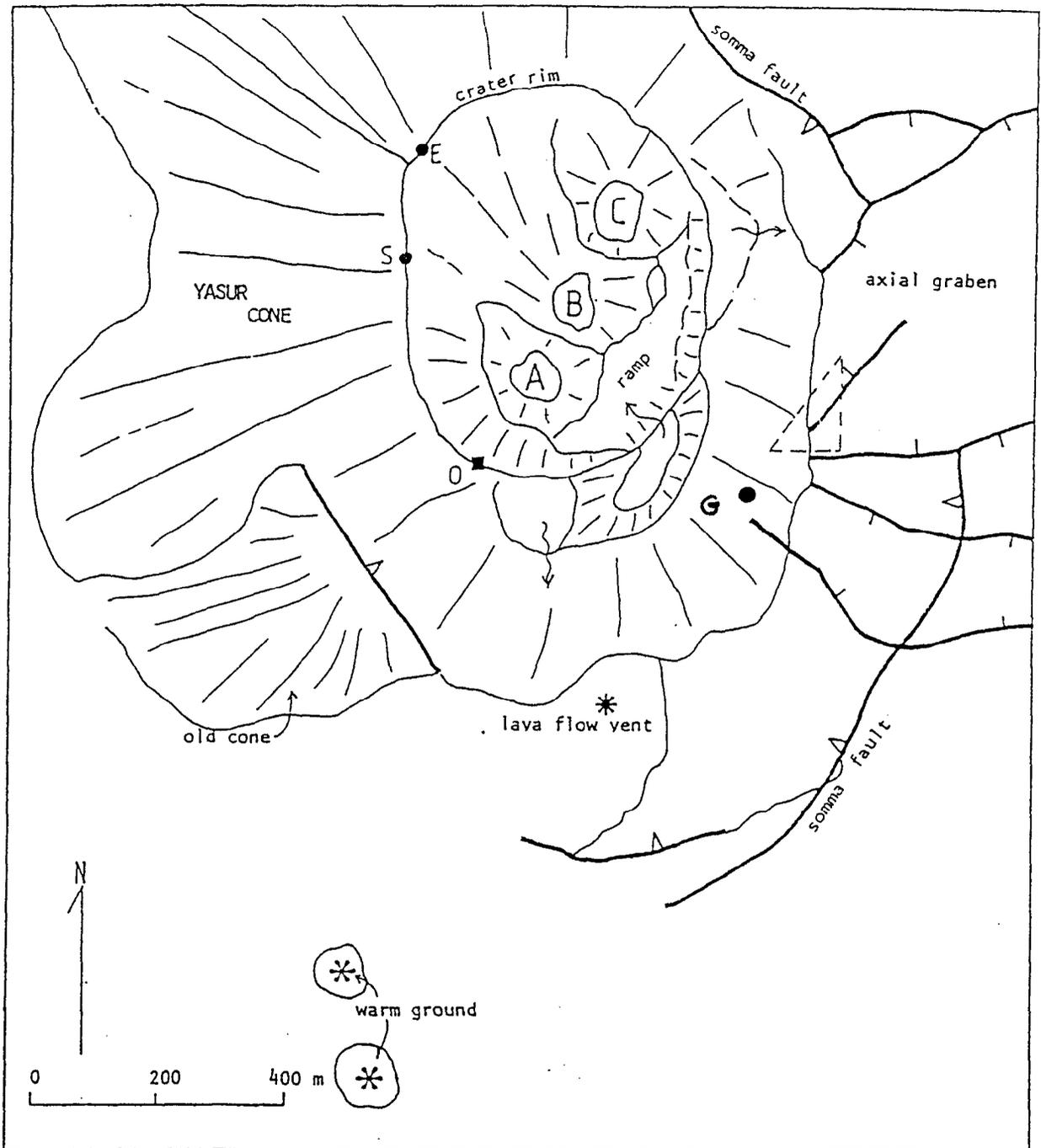
Par rapport aux observations de 1988, nous pouvons dire :

- La bouche A (fig. 3) éjecte régulièrement des lambeaux de lave à une centaine de mètres de hauteur, voire quelquefois jusqu'en bordure d'un replat facilement accessible à pied depuis le sommet (20 mètres en dessous). Cette bouche très active produit de fortes explosions toutes les dix minutes environ.

- La bouche B contient 3 événements, les 2 événements verticaux 2 A (V) et les 2 événements horizontaux 2 B (H) semblent avoir une activité simultanée [photo 3 : 2A (V)]. L'événement 3 bien visible de la bordure du cratère a une activité explosive caractérisée par l'expulsion de cendres et de scories (panache photo 3), en dehors du cratère. La mare de lave qui occupe la partie nord de la bouche B est séparée des événements 2A (V), 2 B (H) par un mur construit à partir des produits expulsés par l'événement 3. La photo n° 4 illustre la phase finale d'une explosion.

- L'événement 4 (n° 5) de la bouche C (fig. 3) ne libère que des gaz. La bouche est rougeoyante la nuit.

- Enfin l'événement 5 signalé comme une fumerolle dans le rapport du "NZ Geological Survey" (fig. 17, p. 22) semble avoir disparu. Cette bouche de dégazage était signalée dans les observations faites par A. MELCHIOR (3) le 14 mai 1988.



Map of Yasur crater area, drawn from 1986 aerial photographs. A, B, C, are the three subcraters within Yasur main crater; O marks the usual observation point and origin for crater depth determinations. S and E are sites of gas plume bubble samplers. The warm ground areas to south occur on tops of small cones adjacent to the access road. The dashed triangle is approximate location of the deformation pattern.

Fig. n° 3 - Carte extraite du rapport de I.A. NAIRN, B.J. SCOTT et F. GIGGENBACH (N.Z. Geological Survey).



Photo n° 2 : Bouche B. de la fig. 3

Sensiblement au centre les 2 événements verticaux 2A (V) et les 2 horizontaux (2B (H)). L'événement 3 à droite est le plus actif avec l'événement 1 (Bouche A) à l'extrémité gauche de la photo.



Photo n° 3 : Explosion simultanée de l'événement 2A (V.)
Le panache de cendres et scories provient de l'événement 3.

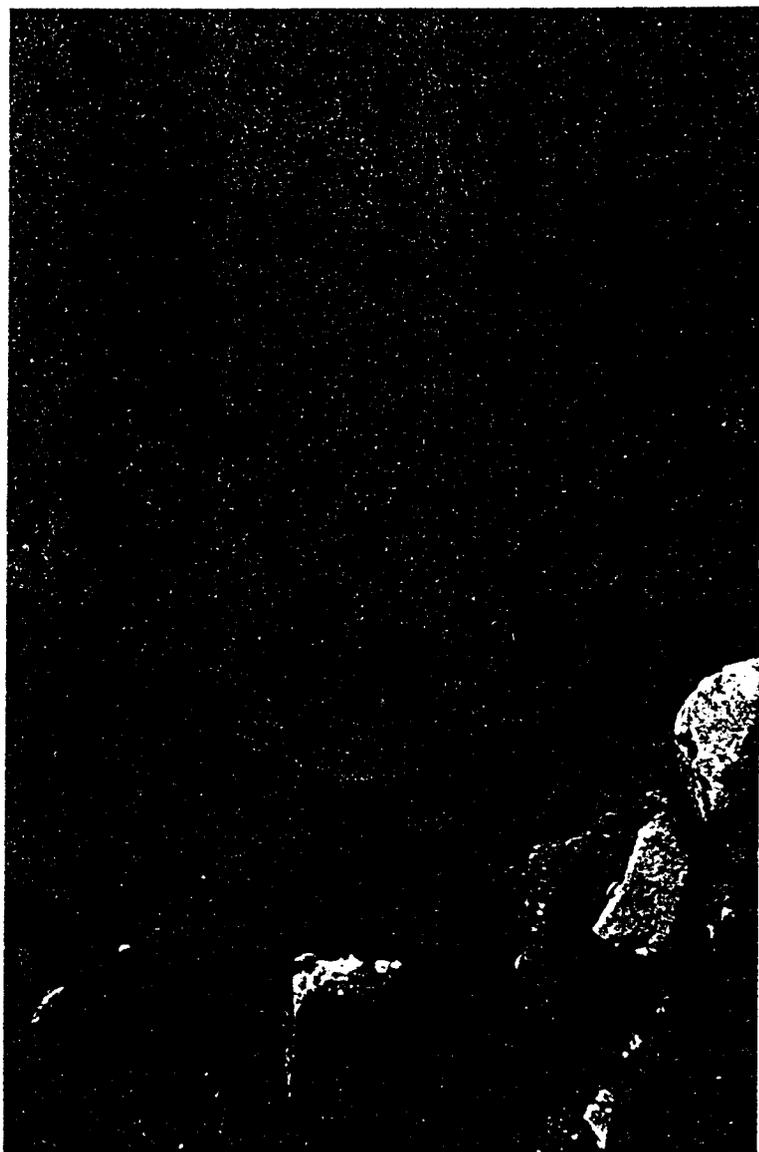


Photo n° 4

Phase finale d'une explosion
de l'évent 3 (Bouche B)



Photo n° 5 - Bouche C, libération de gaz.

L A C

Le lac Siwi (lac de retenue) qui semble peu profond, est encombré de nombreux troncs d'arbres transportés pendant les cyclones Uma et Bola, visibles sous forme de taches sur la photo n° 6. Le niveau maximum atteint par le lac est marqué par la présence de dépôts de débris végétaux sur ses bordures.

Les mesures des variations de débits des rivières qui alimentent le lac, et une estimation de l'évaporation devraient permettre une première approche des causes des variations de niveaux (infiltration sans doute prépondérante).

L'analyse du prélèvement d'eau fait le 7 septembre pourra être comparée avec celle de septembre 88 (voir annexe.)

L. MOLLARD, géophysicien de la mission ORSTOM de Port-Vila, nous a rappelé que l'équipe néo-zélandaise (2) avait émis l'idée d'utiliser le lac comme inclinomètre. A partir de mesures de hauteur d'eau judicieusement placées, on peut imaginer qu'un gonflement du sol pourrait entraîner un basculement E-W par exemple et une variation du niveau d'eau (diminution à l'est, augmentation à l'ouest). La stabilité des points de mesures, fondamentale dans ce dispositif, semble délicate à mettre en oeuvre, le sol n'étant constitué que de cendres.



Photo n° 6 (point Ph 1 sur la fig. 2)

Extrémité N-E du lac Siwi. Le niveau maximum est apparent.
La végétation vers le haut et à droite est "brûlée".



Photo n° 7 (point Ph 2 sur la fig. 2)

Région de Sulfur bay. Cocotiers étêtés par les cyclones
et végétation endommagée par le volcan.

VEGETATION

Le beau temps a permis de prendre la photo n° 7 (point Ph 2 sur la fig. 2). Si l'étêtage d'une partie des cocotiers résulte du passage des derniers cyclones, la zone où la végétation est morte (en marron sur les photos 6 et 7), est attribuée à l'association des gaz émis par le Yasur et aux pluies. Les variations des régimes des vents n'ont pas été étudiées pour la période 1987-1988 aux alentours du Yasur; seule la station météorologique de l'aéroport de Tanna située sur la côte ouest de l'île, à 20 km, enregistre les variations de vitesse et direction du vent.

Les résultats des analyses des sols de la région de Sulfur Bay [p. 48 du rapport I.A. NAIRN et al. (2)] semblent peu affectés par les gaz du Yasur. On pourrait penser qu'un réchauffement du sol (dégagement thermique par conduction ? conduits hydrothermaux ?) aurait pu également endommager la végétation entre Yasur et le village d'Ipeukel (fig. n° 2).

La réalisation d'un embryon de carte thermique complétée d'un sondage électrique pourrait peut-être orienter une investigation plus poussée ! La mesure de la pluviométrie autour du volcan et l'analyse chimique des eaux de pluies mériteraient également d'être tentées.

Comme il est précisé dans les recommandations du rapport de I.A. NAIRN et al. (1988), l'installation d'une station météorologique proche du Yasur paraît indispensable.

Des corosivimètres étudiés au CNET à Lannion (service environnement) très simples à mettre en oeuvre, pourraient aussi être installés dans la région.

SISMOLOGIE

Le bref enregistrement du bruit de fond réalisé sur le flanc du cône, à proximité du sommet du cratère (point G, fig. 3), était destiné à conserver sur bande magnétique les signatures des séismes superficiels liés aux explosions. Le rapport de NAIRN et al. (1988) proposait d'établir une corrélation entre les explosions et la quantité de gaz libéré dans l'atmosphère; cette idée a orienté notre brève expérimentation.

I - Rappel :

MINAKAMI classe les séismes associés aux volcans actifs en quatre catégories :

- 1)- type A, profonds dits "classiques" (avec ondes P et S)
- 2)- type B, superficiels
- 3)- type E, liés aux explosions superficielles
- 4)- enfin les trémors (vibrations sismiques quasi périodiques, souvent monochromatiques).

II - Sur le Yasur :

Des enregistrements de séismes et une étude du bruit sismique ont été réalisés à trois reprises (1959, 1988, 1989).

A- En avril-mai 1959, BLOT et TAZIEFF (1961) décrivent :

- des séismes de type B, qui enregistrés à différentes distances du cratère, donnent une première phase de courte période de :

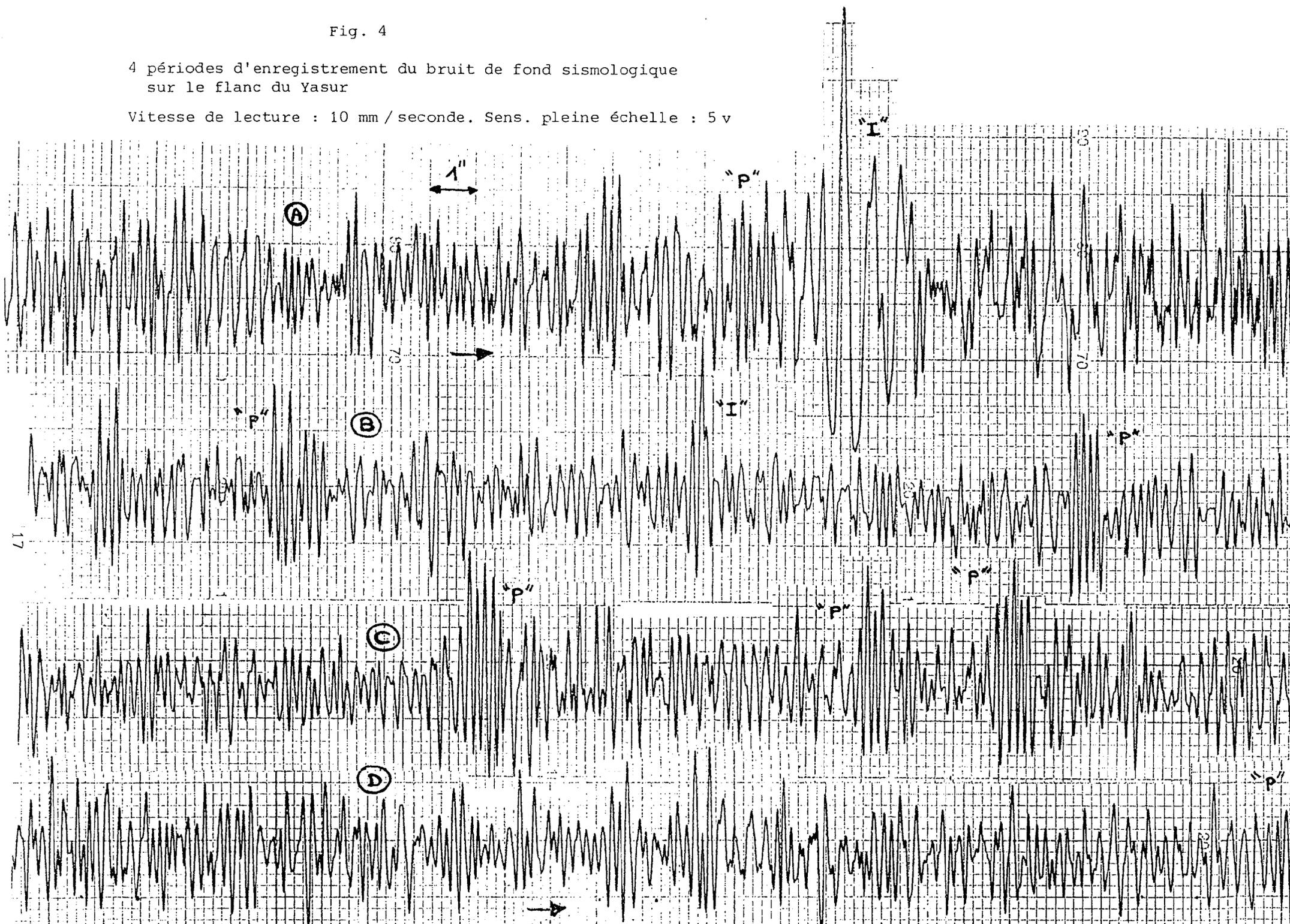
- . 20 Hz à 400 m
- . 10 Hz à 1,5 km
- . 4 Hz à 3,15 km
- . 2 Hz à 5 km

suivie d'une deuxième phase de période plus courte encore et de plus grande amplitude, de durée variable correspondant à l'onde sonore de l'explosion survenue dans le cratère. Le rapport BLOT, TAZIEFF (1961) précise également que la "vitesse" de l'onde aérienne est parfaitement mise en évidence sur les séismogrammes... où elle arrive avec régularité 7 secondes après le premier impétus, à 3 km du cratère.

Fig. 4

4 périodes d'enregistrement du bruit de fond sismologique
sur le flanc du Yasur

Vitesse de lecture : 10 mm/seconde. Sens. pleine échelle : 5 v



- séismes volcaniques vrais (type A) comportant l'arrivée d'ondes P et S. Ces séismes se situent à une profondeur plus grande que les secousses d'explosion superficielle, et à plusieurs centaines de mètres au sud-est du cratère;

- une agitation microséismique dont la période croît avec la distance (8 Hz à 1 km du cratère).

B- En septembre 1988, NAIRN et al. (1988) réalisent des enregistrements en deux endroits différents :

1)- à 3 km du cratère et à proximité du lac, ils distinguent deux variantes aux séismes volcaniques du type B :

a- les enregistrements de fréquences 2 - 2,5 Hz, d'une durée inférieure à 15", qu'il corrèlent avec l'activité de l'événement 3 (Bouche B, fig. 3; photos n° 2 et 3, page 11)

b- des enregistrements de fréquences comprises entre 2 et 4 Hz suivis d'une impulsion croissante en amplitude et en fréquence et marquant l'arrivée d'une onde aérienne dont la période se situe entre 5 et 7 Hz. La durée totale de ces événements est d'environ 20". Ces séismes sont attribués aux explosions des événements 1,2 (A et B) et 4.

2)- A proximité du cratère, à environ 400 m, ils enregistrent des trémors d'amplitude constante avec une fréquence de vibration située entre 2 et 4 Hz, et leur similitude avec les séismes du type B leur suggère une source d'excitation commune.

C- Lors de notre mission du 7 septembre 1989, nous avons enregistré 45 min de signal à partir de 12 h 45 (heure locale)

1)- matériel utilisé :

- . un géophone vertical 4,5 Hz, type L25B, MP
- . un ampli-filtre (gain 50000)
- . un modulateur (3900 Hz)
- . un "walkman" (SONY)

2)- sur les enregistrements restitués (fig. 4) au retour de la mission sur un enregistreur graphique (Bande passante - 12 db à 10 Hz), nous observons :

a)- des signaux basses fréquences entre 2 et 3 Hz, fig. 4 (courbes A, B et D). On peut peut-être corrélérer les points "I" (courbes A et B) avec les explosions de l'événement 3 (fig. 3, zone B), mais nous n'avons malheureusement pas enregistré simultanément le bruit des explosions et les mouvements du sol;

b)- des signaux à environ 4 Hz (sur l'ensemble des diagrammes) avec des pulsations autour de 7 Hz (courbes B et C, zones "P") qui pourraient correspondre à la fourchette 5-7 Hz dans le rapport NAIRN et al. (1988).

L'enregistreur graphique utilisé atténue les fréquences élevées (~ 5 db à 4 Hz, ~ 9 db à 7 Hz), mais seul le rapport des amplitudes est faussé.

Comparaisons :

Il est difficile de comparer l'ensemble des données, les matériels utilisés étant trop différents; BLOT et TAZIEFF ont utilisé des sismographes courtes périodes (1") et des géophones de prospection à 20 Hz. On obtient ainsi pour l'agitation microsismique : 14 Hz sur le flanc du cône, un peu plus de 8 Hz à une distance de 850 m du cratère.

Les séismomètres de NAIRN et al. sont des 1 Hz (MP, L-4C). Celui de l'ORSTOM a une fréquence nominale de 4,5 Hz.

L'activité du volcan en avril 1959 (BLOT, TAZIEFF) était jugée calme, 5 secousses par heure. En 1988, au moins 4 fois plus importante et plus de 3 fois en 1989 par rapport à 1959.

Il y a des similitudes dans les signaux décrits (du type B) entre les enregistrements de 1959 et ceux de 1988 à 3 km environ du cratère :

- une première phase de fréquence à 4 Hz pour BLOT et TAZIEFF et entre 2 et 4 Hz pour NAIRN et al.

- une deuxième phase croissante en amplitude et en fréquence (5-7 Hz pour NAIRN et al., pas de valeur dans le rapport BLOT et TAZIEFF).

Sur le bref enregistrement réalisé en septembre 1989 sur le flanc du cratère (fig. 3, point G), on retrouve des signaux (ensemble des courbes de la fig. 4) entre 2 et 4 Hz et des pulsations entre 5 et 7 Hz de plus forte amplitude. Bien qu'enregistrés à proximité du cratère on retrouve une similitude avec les descriptions données ci-dessus.

Une étude spectrale reste à faire pour l'ensemble des signaux enregistrés. Il est bon également de se souvenir qu'un enregistrement graphique sur le terrain est indispensable pour les "manips" ultérieures ...

Enfin, les tremors pour NAIRN et al., d'amplitude constante ont une fréquence située entre 2 et 4 Hz. Les signaux de la fig. 4 (courbe D) font ressortir en dehors des périodes pulsées (fréquence et amplitude plus élevées) des signatures situées entre 3 et 5 Hz. Là encore une étude spectrale reste à faire.

Pour conclure on peut dire qu'une investigation à partir d'enregistrements simultanés en plusieurs points devra être faite. Il importera de bien distinguer les séismes d'origine superficielle (type B), des explosions (type E) et des séismes volcaniques (type A); une carte de répartition du bruit sismologique autour du Yasur sera également réalisée.

Le comptage des explosions à partir des mouvements du sol (enregistrés sur un seul site) nécessite d'ajuster le gain et les seuils pour ne compter que les séismes superficiels associés aux seules explosions libérant des gaz et des cendres. Les séismes volcaniques profonds (type A) et ceux d'origine tectonique alimentant également les compteurs, (les différences d'amplitude avec les ondes des séismes d'explosion semblent peu marquées courbes A et B, zones "I"), le système de comptage actuel des unités SADAN (détection de 8 arches) ne discriminerait pas les seuls impétus d'explosions. Il faudra donc, soit modifier le système de comptage actuel, soit imaginer d'autres méthodes de détection d'explosions.

PROJET DE SURVEILLANCE DU YASUR

a)- Mesures permanentes :

La mise en place d'une unité SADAN-TSA à proximité de l'édifice, à l'est /sud-est du cratère (couverture végétale) ne devrait pas poser de réels problèmes; elle serait suffisamment éloignée des événements pour éviter gaz et projections.

Comme cela a déjà été noté plus haut, un ensemble de mesures météorologiques (pression, humidité relative, température, pluviométrie, vitesse et direction du vent), devra être installé. Des extensions de mesures de pluviométrie peuvent être envisagées, mais sans nécessité de les transmettre automatiquement; le concours des populations locales sera sollicité et de même que pour des mesures d'éventuelles chutes de cendres.

Des mesures de température du sol pour estimation à terme du flux de chaleur pourront facilement être installées dans un sol aussi homogène (4 sondes sur un axe vertical).

Les mesures de températures de fumerolles ne peuvent être aussi facilement envisagées, les plus chaudes se trouvant à l'intérieur du cratère, dont l'accès est difficile et dangereux, sauf dans sa partie nord /nord-est.

Une méthode de comptage par enregistrements de mouvements du sol, ou de variations de pression de l'air, ou du dépassement d'un seuil acoustique résultant des explosions dans le cratère, devra être choisie pour suivre les variations de l'activité du Yasur; il devrait être possible, à partir de ces mesures, (2) d'obtenir une estimation de la quantité de gaz libéré par le volcan.

Des comptages de séismes (type A et B*) ne résultant pas des explosions superficielles (type E*) devront être envisagés.

Une bonne différenciation des séismes profonds ou superficiels dans la méthode de comptage paraît nécessaire, ainsi qu'une étude des tremors (2), (5).

b)- Mesures épisodiques

L'étude des séismes volcaniques, suite aux travaux de BLOT TAZIEFF (1961), devrait être réactualisée. La mise en place d'un réseau sismologique pendant plusieurs semaines est absolument nécessaire, si possible lors d'une phase d'activité soutenue.

* Minakami, voir chapitre sismologie.

Les mesures de débit de SO₂ (dioxyde de soufre) proposées par le N.Z. Geological Survey à l'aide d'un appareil COSPEC (utilisation aérienne et au sol) devraient être corrélés avec des enregistrements de séismes. Ces mesures nécessiteront des compétences extérieures à l'ORSTOM; il sera nécessaire d'obtenir la collaboration d'un géochimiste spécialiste des gaz.

Cette liste de mesures n'est pas exhaustive, des prélèvements réguliers de gaz, d'eaux, de sols sont envisageables. Une bonne formation des personnels permanents de l'ORSTOM à Port Vila devrait permettre d'assurer la pérennité de certaines de ces mesures.

c)- Transmission des données

- par satellite :

Les mesures de météorologie, de températures de sol et de comptages sismiques réactualisées toutes les quatre heures seront transmises via le système ARGOS. Elles seront disponibles environ deux à trois heures après le passage d'un satellite au centre de Toulouse (France). Il sera possible de les récupérer par des moyens télématiques classiques. CLS (ARGOS) en assure également la distribution vers des pays demandeurs.

La solution de disposer d'une station de réception secondaire (~ 300000 FF) permet de récupérer au moment du passage du satellite l'ensemble des données. Compte tenu des trajectoires du satellite et de la distance qui sépare la balise du récepteur secondaire, tous les messages ne peuvent être reçus par cette station.

Nous devons donc envisager de maintenir l'alimentation d'une banque de données à partir de Toulouse.

La mise en place de stations régionales comme celle qui fonctionne actuellement pour la récupération des balises sur tout le territoire australien, pourrait modifier l'organisation proposée ci-dessus.

- par ligne téléphonique :

Pour Tanna il est possible d'envisager une solution différente : nous avons vu que le village de Kitow, éloigné d'environ 4 km du cratère, dispose d'une liaison téléphonique automatique. Il serait possible à cette distance de récupérer à l'aide d'un petit récepteur ARGOS (TELONICS) les messages émis par la balise du Yasur [fig. 2 de (S) à (R)]; un micro-ordinateur en assurerait la gestion et transmettrait vers Port Vila via un modem, les données recueillies toutes les quatre heures.

De plus, la modification de la fréquence des observations (jusqu'à une mesure toutes les 2 min 30) permettrait en cas de crise, de mieux suivre l'évolution de certains paramètres mesurés.

Les frais totaux pour une telle installation se situeraient dans une fourchette comprise entre 50 et 55000 FF (récepteur, antenne, micro-ordinateur, modem et alimentation).

Un modem couplé à un microordinateur est à prévoir à la réception.

Une telle installation ne peut se faire qu'avec la participation des services de télécommunications de Vanuatu.

La transmission des données serait donc assurée d'une part par le système ARGOS, avec récupération de celles-ci au centre CLS de Toulouse, et d'autre part les mêmes données seraient transmises par le réseau téléphonique vers Port-Vila; elles pourraient être reçues à la mission ORSTOM de Vanuatu, puis distribuées, pour partie, vers le service de la météorologie.

Cette méthode permettrait de recevoir par la voie téléphonique, et sans délai, les mesures faites sur le Yasur; elle assurerait (en cas de coupure de la ligne téléphonique) la transmission des informations par voie satellitaire et leur mise à disposition dans un délai de 2 à 3 heures; dans ce cas les données pourraient être récupérées auprès du centre ARGOS de Toulouse par voie télématique ou télex.

La station de réception secondaire n'est pas indispensable pour assurer en temps réel la surveillance de Yasur.

CONCLUSIONS

Des mois d'observation seront nécessaires pour essayer de comprendre les modifications et les évolutions des cycles éruptifs du Yasur. Les causes des dommages occasionnés à la végétation devraient être à terme mieux cernées : pluies acides ?, dégagement thermique par conduction ?, circuits hydrothermaux (convection) ? ...

Le Yasur est situé dans une caldeira dont il conviendra de retracer l'histoire afin de comprendre comment le volcan a fonctionné dans le passé et d'espérer mieux appréhender son comportement futur.

Tous les travaux devraient nécessiter la collaboration d'équipes pluridisciplinaires; l'ORSTOM, compte tenu de son implantation à Vanuatu et d'une bonne connaissance de la région, en assurerait la maîtrise d'oeuvre.

Le Yasur est un des volcans actifs les plus accessibles au monde; les travaux de surveillance ne pourront en être que facilités. La possibilité de télémétrer les données sur Port Vila est sans doute à retenir, elle sera doublée par une transmission par voie satellitaire (pas de matériel supplémentaire à prévoir, mais des frais de gestion pour la récupération et la mise à disposition des données sont à envisager).

Le maintien de la mesure de tous les paramètres pendant des passages de cyclones (souvent 2 par an), est impératif.

En conclusion, la demande expresse du gouvernement de Vanuatu, l'accord des chefs coutumiers et des autorités locales, l'expérience acquise par l'ORSTOM en matière de téléobservation, l'ensemble de collaborations scientifiques franco-françaises déjà amorcées devraient concourir à la mise en place de la surveillance permanente du Yasur, à l'aube de la décennie "risques naturels".

R E F E R E N C E S

- (1)- J.N. CARNEY, A. MACFARLANE, 1979 - Geology of Tanna, Aneytyum, Futuna, Aniwa, New Hebrides Government Geological Survey Regional Report, 71 p.
- (2)- I.A. NAIRN, B.J. SCOTT, W.F. GIOGGENBACH - Yasur volcano investigations, VANUATU, sept. 1988, NEW ZEALAND GEOLOGICAL SURVEY, DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH, Dec. 88, pp. 1-74.
- SEAN BULLETIN, v. 13, n° 12, Dec. 31, 1988.
- (3)- A. MELCHIOR, 1988 - Observations sur le cratère du volcan Yasur à Tanna, note du 14 mai 1988, 1 page.
- (4)- Cl. ALLEGRE, 1987 - "Les fureurs de la Terre" - Odile JACOB, éditeur.
- (5)- Cl. BLOT et H. TAZIEFF, 1961 - Quelques résultats de séismologie volcanique au volcan Yalme dans l'île de Tanna. Bulletin de l'Académie royale des sciences d'O.M., Bruxelles, 7 : 270-279.

ANNEXE

20/11/89

ANALYSE D'EAUX

Centre ORSTOM de NOUMEA	DOSSIER	LARDY	
	Demandeur	LARDY	
Laboratoire de CHIMIE 05	Arrivé le:	11/9/89	
	Origine	VANUATU	
Référence	TANNA	(LAC SIWI)	
N° Labo	point E fig.2		
Conductivité (µ S/cm)	115		
pH	6.32		
m mole eq./l			
CO3=			
HCO3-	0.05		
Cl-	0.54		
SO4=	0.33		
NO3-			
HF04= (mg/l)			
Somme A-	0.92	0.00	0.00
Somme C+	0.91	0.00	0.00
m mole eq./l			
Ca++	0.35		
Mg++	0.21		
K+	0.06		
Na+	0.29		
NH4+			

Analyses extraites du rapport I.A. NAIRN et al.,
1988 - pages 52 et 53

Sampling location, date, temperatures, isotopic compositions,
and silica temperatures for water and steam samples collected in the Siwi
area.

location	date	degC	dD ‰	d18O ‰	τSiO ₂ degC	Ref.
LS Lake Siwi	8. 9.88	24.8	-12.5	-3.01	-	a
KT Kitow, tap water	9. 9.88	21.0	-30.2	-5.59	-	a

Chemical compositions (in mg/kg) of the water samples listed
in Table 10.

	degC	pH	Li	Na	K	Rb	Mg	Ca	Al	B	HCO ₃	SiO ₂	SO ₄	Cl
LS	25	5.38	.002	9	2	.033	3.27	4.7	.890	0.02	0.2	29	8	31
KT	22	8.12	.001	15	7	.008	7.10	8.5	.061	0.03	58	76	13	21
SW	seawater		.170	10560	380	.125	1270	400	.200	4.60	140	-	2710	19000