

UNE METHODOLOGIE POUR LA TELEOBSERVATION DES VOLCANS ACTIFS

M. LARDY*, J. TABBAGH**, C. PAMBRUN***.

I - Nous nous sommes fixé deux objectifs pour comprendre et mieux appréhender les éruptions volcaniques.

1°- Etude sur le long terme

A partir de l'étude du comportement passé d'un édifice volcanique pendant une longue période par des études géologiques comportant :

- un travail détaillé de terrain
- des études en laboratoire à partir d'échantillons (pétrologiques, volcano-sédimentologiques, datations chronologiques ... par ex.).

Une telle approche caractérise l'évolution des produits émis, la fréquence et le dynamisme des éruptions.

D'où l'élaboration d'un modèle d'évolution future et de scénarios susceptibles de se produire.

2°- Etude sur le court terme

Elle passe par exemple par une surveillance instrumentale qui peut se faire à partir des modifications de certains paramètres géophysiques ou géochimiques perceptibles en surface.

Le meilleur accès aux mesures physico-chimiques sur des sites isolés comme le sont beaucoup de volcans passe par l'utilisation des techniques spatiales, qui offrent l'avantage d'alléger les dispositifs de transmission et d'enregistrement des données.

Les techniques spatiales nous offrent des moyens d'approfondissement et l'élargissement des investigations nécessaires en volcanologie.

Pour parvenir à comprendre et à modéliser le fonctionnement d'un volcan, pour combiner une veille permanente nécessaire à une expérimentation physico-chimique continue ainsi qu'au pilotage d'investigations lourdes et approfondies (tomographie sismologique par exemple), mais limitées dans le temps, il est nécessaire de faire appel aux techniques spatiales en prenant en compte suffisamment de volcans actifs et représentatifs du volcanisme terrestre.

* M. LARDY : ORSTOM

** J. TABBAGH : CNRS - CTIV

*** C. PAMBRUN : IPG P.

A ces enjeux scientifiques s'ajoutent les enjeux tout aussi fondamentaux de la surveillance opérationnelle de volcans dangereux et qui font appel aux mêmes moyens méthodologiques et technologiques ainsi qu'à la contribution solidaire de la communauté scientifique internationale.

Les moyens d'investigation lourds mis en place sur quelques dizaines de volcans laboratoires des pays développés, ne peuvent être multipliés sur les quelque 600 volcans actifs du Globe.

L'idée de pouvoir assurer la surveillance des volcans situés dans les pays en développement à l'aide de systèmes simples et fiables a intéressé l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) dont la spécificité est de travailler en direction des pays en développement.

Après l'expérience de télésurveillance par ARGOS, montée sur l'Etna en 1982, nous avons établi en 1985 des contacts avec le CNET et le PIRPSEV qui ont conduit à l'installation, en septembre 1986, d'un premier observatoire sur l'îlot volcanique Matthews (Sud-Ouest Pacifique), suivi en septembre 1988 d'un second observatoire sur Hunter, autre îlot de la région.

II - Les outils utilisés.

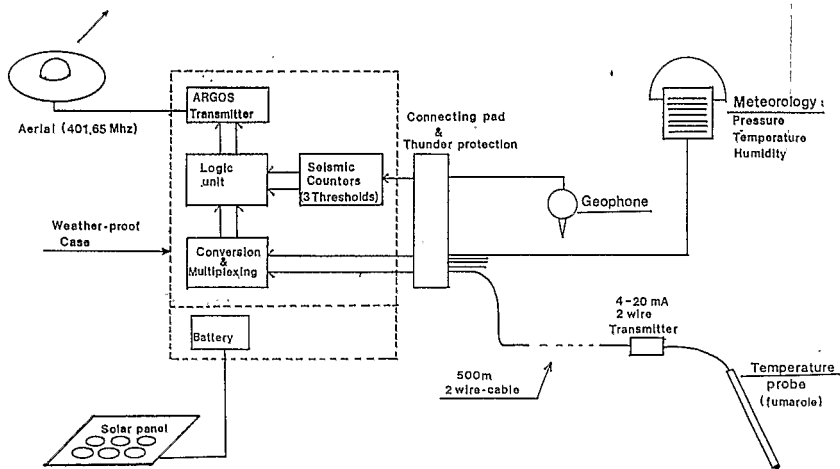
Cette téléobservation s'appuie sur trois outils :

1° - Un outil d'acquisition SADAN-TSA

Caractérisé par une très faible consommation, l'essentiel est consommé par l'émetteur de la balise ARGOS (10 mA permanents).

Grande modularité dans l'interfaçage : courant, tension, données numériques.

En 1987, une série d'une dizaines d'unités a été commercialisée.



MATEMSIS : DATA ACQUISITION SYSTEM

ORSTOM Noumea, Nouvelle Calédonie

CNET Lannion, France

PIRPSEV Paris, France

Figure 1

2°- Un système de collecte de données :

C'est le système ARGOS qui a été retenu; il est opérationnel et très fiable.

- Sous les latitudes de Matthews /Hunter, on compte 9 passages de satellites par jour.

- Une mesure est réalisée toutes les 4 heures par le système d'acquisition de données (SADAN).

- Les données sont mises à la disposition de l'utilisateur dans une fourchette de deux à quatre heures. Au niveau des variations qui nous intéressent, on peut parler d'une réception en temps quasi réel.

3°- Une banque pour la gestion des données :

La centralisation, le traitement, l'archivage des informations et la constitution d'une base de données accessibles dans le plus court délai à l'ensemble de la communauté scientifique sont assurés par le CTIV (CRG) et fonctionnent depuis 1982, année où l'Etna a été équipé d'un système prototype.

L'acquisition est assurée automatiquement une fois par jour depuis le CTIV vers le centre serveur ARGOS de Toulouse; il recueille les fichiers de données à travers le réseau TRANSPAC. Ces données sont stockées puis envoyées automatiquement au CIRCE où elles sont traitées. Un ensemble de logiciels permet de trier ces données, d'éliminer les doubles et de constituer un fichier de données brutes par balise et par mois. Un traitement plus complet est également effectué de manière à éliminer les erreurs de transmission, à calculer les valeurs des paramètres physiques à partir de formules de conversion et des constantes d'étalonnage, afin de créer un fichier de données interprétées par balise et par mois. A tout moment chaque membre de la communauté scientifique peut accéder à ces données, le CIRCE pouvant être appelé par l'ensemble des moyens télématiques micro + modem, réseau EARN, MINITEL ...

Tous les participants, par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique commutée sur un réseau, ont accès aux données.

III - Deux sites expérimentaux :

Matthews et Hunter sont deux volcans situés par 22° 21 S - 171° 22 E (zone océanique où la plaque Australienne subduque sous la plaque Pacifique), soit à environ 500 km à l'est de Nouméa. Ils ont une activité fumerollienne et sont géologiquement rattachés à l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides.

Chaque îlot mesure environ 1.200 m de long sur 500 m de large; les hauteurs, 200 m pour Matthews et 300 m pour Hunter,

correspondent aux sommets d'édifices volcaniques immergés d'environ 1.600 m de hauteur.

Des mesures de sismicité locale, de températures fumerolliennes, de flux thermique sont installées dans les zones les plus actives du cône occidental pour Matthews; elles sont complétées par des mesures météorologiques. Un ensemble de quinze paramètres est transmis par la balise ARGOS. De nouvelles mesures sont enregistrées toutes les 4 heures et sont transmises toutes les 2'30 par la balise ARGOS.

La dernière éruption de Matthews remonte aux années 40.

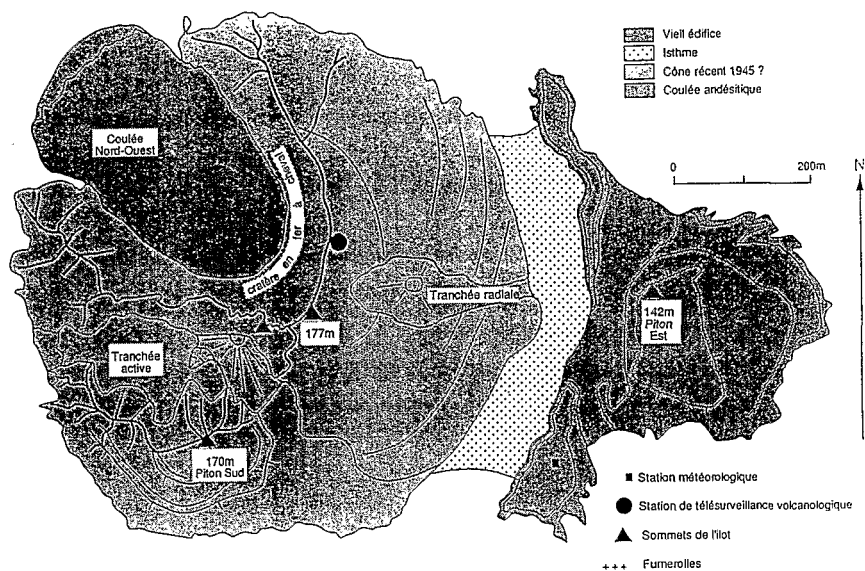


Figure 2

Îlot volcanique
Matthews en 1990
(document ORSTOM)

MATTHEWS

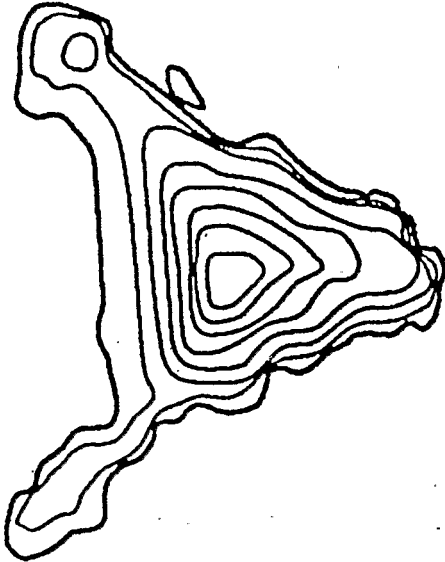


Figure 3

Ile Matthew en 1929
(Carte de la Marine n° 2032)
C'est à quelques détails près,
le vieil édifice de la carte de
Matthews de la fig. 2

IV - Examen de quelques résultats obtenus depuis 4 ans :

Matthews et Hunter ont une activité uniquement fumerollienne. Ils ont l'avantage de représenter une bonne base expérimentale pour tester des matériels. L'environnement marin, les gaz acides, les passages de cyclones représentent des agressions permanentes que nous avons essayé de surmonter de manière la plus économique possible.

L'importance d'un suivi météorologique parfois nécessaire dans la validation de mesures (dérives thermiques) aussi bien que dans les modifications et perturbations engendrées sur les capteurs par des chutes d'eau météoriques ou par le vent, apparaît clairement à l'observation des diagrammes ci-dessous :

Comptages sismiques : Par exemple, les édifices de Hunter et Matthews dont seulement 1 à 2 dixièmes émergent de l'océan se trouvent soumis aux oscillations de la mer engendrées par le vent.

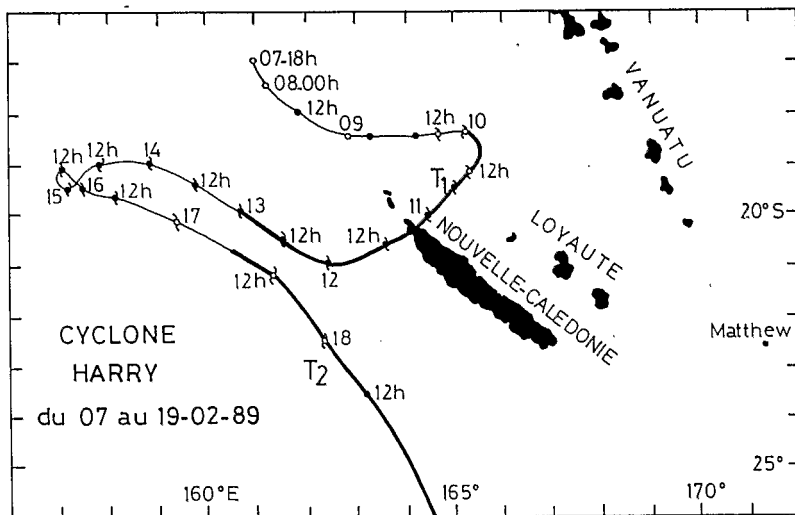


Figure 4

Trajectoire du cyclone HARDY (document Service Météorologique de Nouvelle Calédonie).
La partie de la trajectoire T1 incrémente les détections de l'histogramme C1 de la figure 5, et T2 ceux de la même figure.

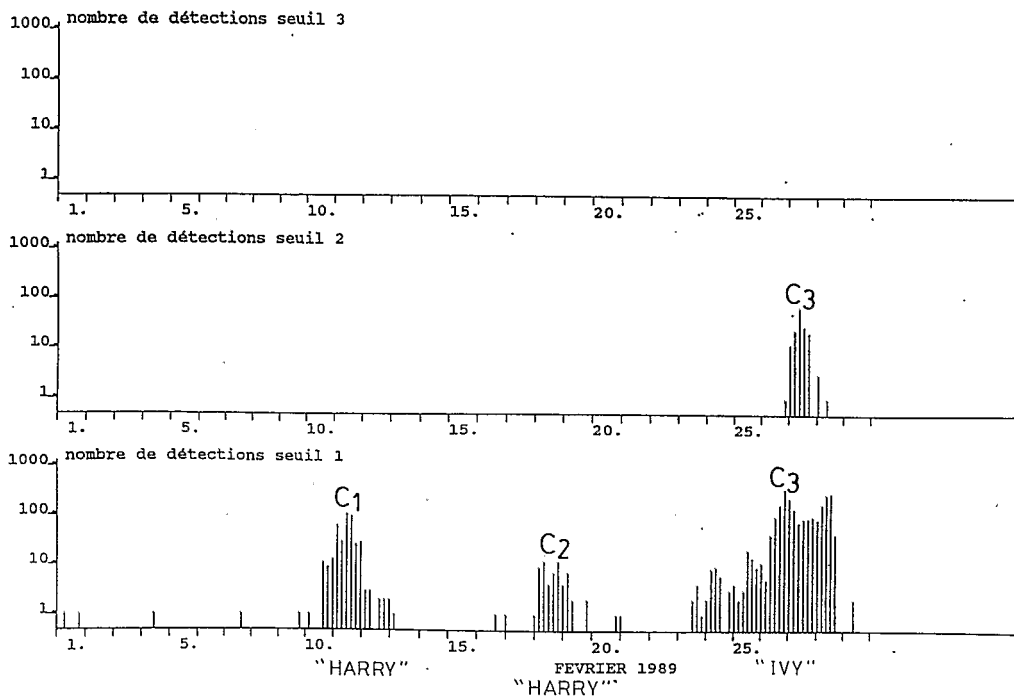


Figure 5

Les comptages C1 et C2 sont générés par le cyclone Harry (fig. 4). On remarque l'absence de comptages du 13 au 17 février, dû à l'éloignement vers l'ouest de "Harry".

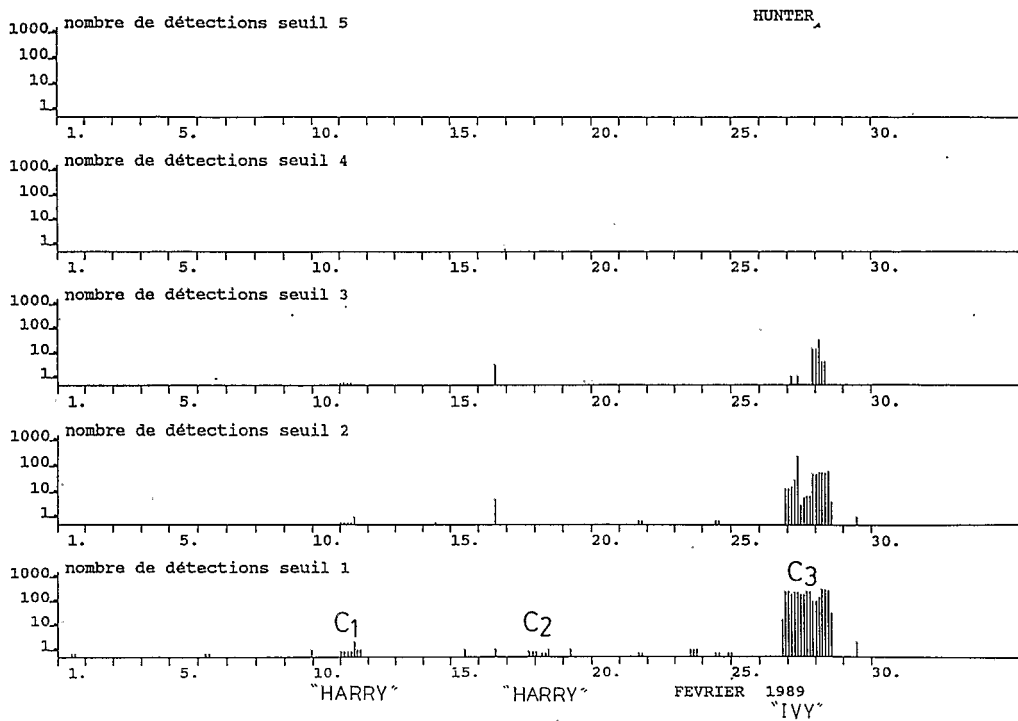


Figure 7

L'édifice de Hunter est moins sensible aux oscillations de la mer. Le niveau du seuil 3 est équivalent à celui du seuil 1 de Matthews (fig. 5)

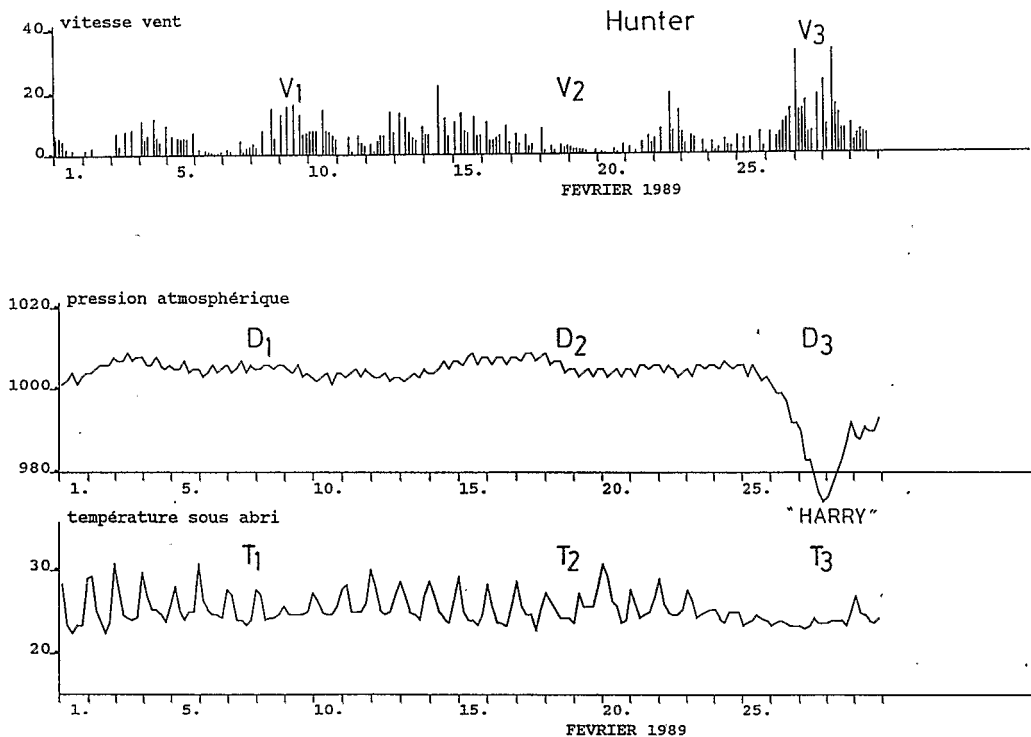


Figure 8

La dépression cyclonique Harry (D_3) est marquée à la fois par une baisse de la pression atmosphérique D_3 , une augmentation de la vitesse du vent (V_3) est un lissage des variations diurnes de température (T_3)

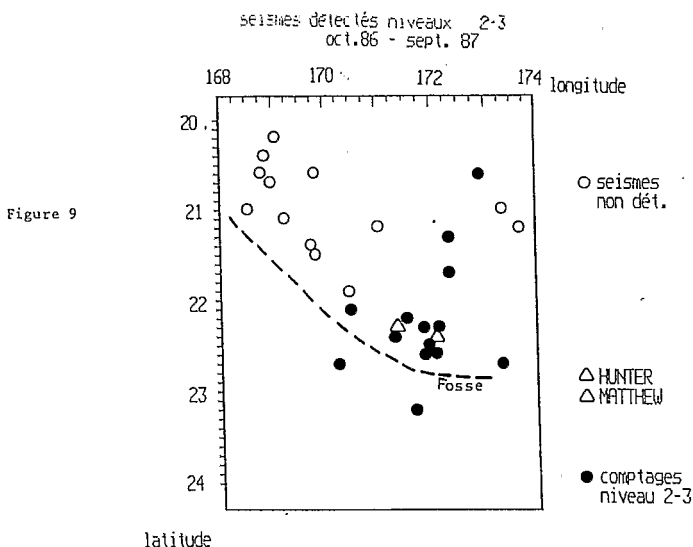
Les comptages sont obtenus à l'aide d'un géophone centré sur 4,5 Hz qui enregistre les mouvements verticaux et rapides du sol, d'amplitude croissante à plusieurs seuils de détection (bande de 2 à 25 Hz).

Le premier seuil est réglé au-dessus du bruit permanent du volcan. Le but recherché est l'obtention d'un dispositif sensible à l'activité interne du volcan.

Périmètre de détection :

Nous avons essayé de déterminer le périmètre de détection des géophones dont la fréquence (2-25 Hz) limite le périmètre de détection à des séismes proches (locaux, régionaux); aussi avons-nous établi une relation entre les séismes de la région détectés par le réseau mondial et le comptage enregistré sur Matthews dans la fourchette horaire d'enregistrement qui correspond au passage successif de deux satellites.

En ne retenant que les séismes importants (magnitude entre 4 et 6), on obtient la carte suivante :



On observe que les détections se font dans un rayon de 200 à 250 km autour de Matthews. Les très gros séismes, d'une magnitude égale ou supérieure à 6 et distants de plus de 250 km de Matthews (entre 1986 et 1990) n'ont jamais été enregistrés par le système.

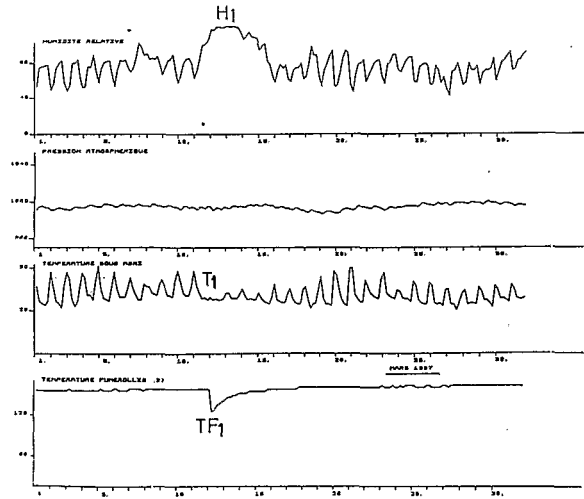
Température des fumerolles :

Les variations de température des fumerolles supérieures à 100° témoignent du passage de pluies abondantes qui modifient

la température des gaz dans les conduits qui alimentent les fumerolles.

Figure 10

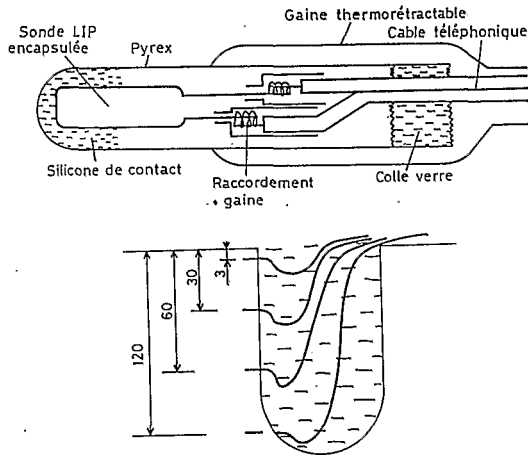
L'observation de l'humidité relative (HI) pendant la période du 11 au 15 mars 1987 indique de fortes pluies qui se traduisent par une baisse de température de la fumerolle (TF1, diagramme du bas). Il faudra une dizaine de jours pour que la fumerolle retrouve sa température initiale de 145°C



Température de sols :

L'exploitation des données fait l'objet d'une communication présentée par A. TABBAGH : "Soil temperature and fluxes, implication for the volcanic structures, example of Matthews and Hunter" (page n°).

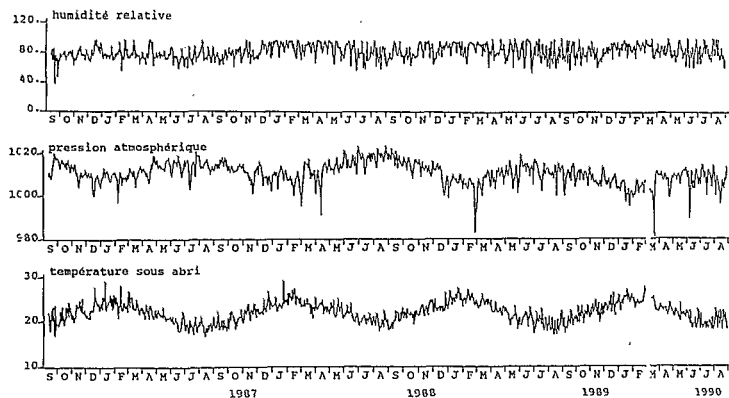
Les sondes sont disposées comme indiqué sur la figure ci-dessous :



Structure et
Fig. 11 : disposition des sondes -

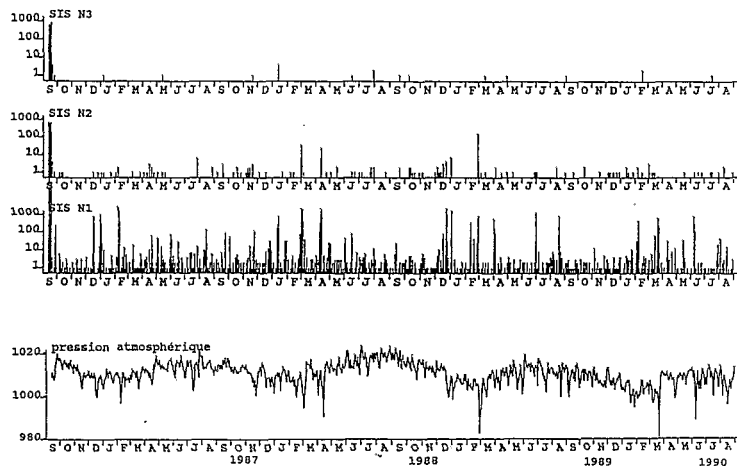
Météorologie

Figure 12



Variations de pression, humidité relative et température enregistrées sur Matthews entre le 1er octobre 1986 et le 1er octobre 1990.

Figure 13



La corrélation entre la signature des dépressions cycloniques au travers de la mesure de pression atmosphérique est, la plupart du temps, en phase avec les comptages sismiques de la figure ci-dessus.

Conclusion

A l'observation des différents diagrammes, l'enregistrement de données météorologiques nous paraît nécessaire pour la validation de mesures tels que les comptages sismiques, la température des fumerolles et les températures de sols.

Les 8.766 acquisitions obtenues sans interruption depuis quatre ans (1 toutes les 4 heures), témoignent de la fiabilité des outils utilisés et d'une bonne résistance des installations dans un milieu hostile. Les émetteurs ARGOS utilisés font également preuve d'une excellente fiabilité (aucune panne en 4 ans, soit près de 9 millions d'émissions d'une durée d'une seconde toutes les 2 minutes et demie).

Le système ARGOS est, quant à lui, devenu tout à fait opérationnel et d'une grande convivialité avec l'utilisateur.

La banque mise en place par le CTIV nous est apparue comme un outil indispensable au bon fonctionnement de telles opérations de surveillance de volcans, en nous débarassant des tâches de routine; l'accès aux différents fichiers (brutes, interprétés, Minitel) se fait sans problème depuis les territoires du Pacifique.

Ces opérations de surveillance doivent se poursuivre sur des volcans plus actifs de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides à partir de 1991.

GLOSSAIRE

CIRCE : Centre inter-régional
ARGOS : Collecte et localisation de données satellitaires
CNET : Centre national d'étude destélécommunications
CRG : Centre de recherches géophysiques, Garchy (CNRS)
EARN : European academic research network
PIRPSEV : Programme interdisciplinaire de recherche sur la
prévision et la surveillance des éruptions volcaniques
TRANSPAC : Transmission de données par paquets
CTIV : Centre de téléobservation informatisée des volcans



Lardy M., Tabbagh J., Pambrun C.:

Une méthodologie pour la téléobservation des volcans actifs

Tiré à part des
Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie.
Volume 4 - 1991

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35 411 ep 1

Cote : B — M PHS