

# Société de Volcanologie Genève

Case postale 298

CH-1225 CHENE-BOURG

CCP 12-16235-6



## REUNION MENSUELLE

Notre prochaine réunion mensuelle aura lieu comme de coutume le deuxième lundi du mois, soit le **13 janvier 1992**, à **20h30**, à la maison de Quartier de St Jean (39-41, rue de St Jean, GE). Elle aura pour thème:

### LES VOLCANS DE L'ILE DE LA REUNION

Comme vous le savez, l'excursion SVG de 91 a eu lieu dans cette île de l'océan indien. Nous voudrions partager l'expérience de ce voyage avec les membres qui n'ont pu y participer. Nous vous invitons, participants photographes, à venir nous présenter une sélection de vos meilleures diapositives (une trentaine, au maximum) prises lors de cette sortie. Veuillez contacter A. De Chambrier (022, 44. 73. 84) pour coordonner cette soirée.

La réunion mensuelle du 10 février 1992 sera sans doute une **SPECIALE ERUPTION ETNA**

*VOLCANS INFORMATION VOLCANS INFORMATION VOLCANS INFORMATION VOLCANS IN*

#### **\*\*\*Activité volcanique**

##### ETNA EN ERUPTION

Au moment où ces lignes sont écrites (20.12.91), les informations sont encore assez succinctes et sujettes à rectification. La nuit de 13-14 décembre une forte activité strombolienne au cr. SE a accompagné l'ouverture de fissures, orientées NNW-SSE, qui ont émis des coulées en direction de la Vallée del Bove (flanc est du volcan). Les points d'émissions se sont fixés vers 2300 à 2100 m d'altitude, en contre-bas du bord de la paroi W de la Vallée del Bove, dans une pente d'une dénivellation de 1,000 m très raide. Le 17 décembre, les laves avaient apparemment déjà atteint l'altitude de 1500 m, détruisant malheureusement, un des rares sites dépourvus de lave récente de cette superbe vallée. La présence de neige et des laves à plus de 1000 °C a provoqué de nombreuses explosions phréatiques. L'approche d'une coulée progressant rapidement sur un terrain enneigé présente d'ailleurs **un danger réel**. Pensez-y, si vous avez la chance de vous rendre sur place.

#### **\*\*\*Livres sur les volcans**

Deux nouveautés: "**Volcanologie**" J.M. BARDINTZEFF, Massons 235p.,1991, absolument indispensable à tous ceux qui veulent avoir une vision moderne de la volcanologie. "**Les Volcans**" J. MURRAY & D. HARDY, Grande Encyclopédie Illustrée, Ed ATLAS, 188p, (grand format, prix: 76.-), 1991. Ce dernier livre a le parti pris de ne pas avoir de photos, mais seulement des dessins, ce qui lui donne un côté "retro" assez original, mais dont le texte doit être de qualité, car écrit par un volcanologue scientifique brillant, J. Murray. Nous aurons peut-être l'occasion de revenir sur ces deux ouvrages importants.

# Société de Volcanologie Genève

Case postale 298

CH-1225 CHENE-BOURG

CCP 12-16235-6



## HOMMAGE A VIVIANNE CLAVEL



Comme vous le savez probablement tous, le Dr Vivianne Clavel, membre SVG, a trouvé une mort tragique, le 24 octobre 1991, lors d'une éruption du volcan Lokon au nord des îles Célèbes (Indonésie). A ce jour, son corps n'a pas été retrouvé, ceci malgré de nombreuses expéditions de recherche effectuées par les indonésiens.

Lors de cette éruption, des villages des environs du volcan ont été gravement sinistrés, les toits des maisons se sont effondrés sous le poids des cendres ou ont été percés par la chute de pierres incandescentes, les champs cultivés dévastés, les récoltes anéanties. Pendant des mois, cette population ne peut donc compter sur aucun revenu.

En hommage à la mémoire de Vivianne et en guise de remerciement aux équipes de secours, il a semblé à notre comité de son devoir de **faire appel à votre générosité** pour venir à l'aide de cette population durement touchée. Nous prions donc tous ceux d'entre vous qui désirent **faire un don**, de le rajouter au versement de votre cotisation 1992, si possible d'ici le 15 janvier prochain.

De tous coeur nous vous en remercions.

Nous transmettrons la somme ainsi récoltée à Madame Esther Stäheli, coopérante Suisse, vivant dans la région depuis plus de 7 ans et travaillant à l'hôpital de Tomohon, village distant à peine de 5 km du Lokon. Elle avait été chargée par l'ambassade Suisse à Djakarta d'établir un rapport sur les recherches effectuées pour retrouver Vivianne et sur les circonstances de sa disparition. C'est elle qui a signalé les pressants besoins de la population sinistrée par l'éruption du Lokon.

D'avance, encore une fois, merci

*P. Vetsch* (pdt SVG)

# Société de Volcanologie Genève

Case postale 298

CH-1225 CHENE-BOURG

CCP 12-16235-6



SVG Informations No 1, 1992

LA SURVEILLANCE GEOCHIMIQUE DES VOLCANS

H.Gaudru



## LA SURVEILLANCE GEOCHIMIQUE DES VOLCANS

La prévision des éruptions volcaniques reste et restera encore pour un moment un pari difficile. Les "prévoyeurs" d'éruption doivent, en effet, apporter une réponse exhaustive aux trois questions fondamentales: "Comment?", "Où?" et "Quand?" aura lieu la prochaine éruption. Si des investigations concernant l'activité éruptive passées peuvent fournir des informations pouvant répondre plus ou moins aux 2 premières questions, le problème reste entier avec le mot "Quand". En fait, il est pratiquement impossible d'indiquer correctement le moment précis d'une éruption, même s'il est possible maintenant d'évaluer les probabilités d'un nouvel événement éruptif.

L'approche des conditions favorables à une certaine forme d'éruption peut être détectée au moyen des changements se rapportant aux phénomènes de sismicité et de déformation du sol. Ces méthodes ont été le plus souvent utilisées pour la prévision volcanologique au cours des temps récents (Kilauea, Mont St. Helens, Nevado Del Ruiz). Cependant cette approche n'est pas la panacée car les éruptions des volcans Usu, Asama, Ontake, Oshima (Japon) et Ebeko (Kourilles), à titre d'exemple, ont pratiquement eu lieu sans précurseur sismique. Au contraire, à Long Valley, Rabaul, au Tacana, ou aux Champs Phlégréens, l'activité sismique n'a pas été suivie par un phénomène éruptif.

La surveillance géochimique peut, comme dans les cas mentionnés plus haut, apporter une contribution significative à la prévision volcanologique. L'utilisation conjointe de la géophysique et de la géochimie peut certainement assurer une plus grande compréhension des probabilités d'éruptions. Mais la géochimie, à elle seule, est aussi en mesure de fournir des données permettant des prévisions. En effet, aussi longtemps que des processus mineurs d'extrusion se produisent à grandes profondeurs, ils n'engendrent ni sismicité significative ni déformation du sol; mais par contre des variétés de gaz peuvent être libérées vers la surface et fournir des informations essentielles. En conséquence, la considération des modifications observées dans la composition chimique des fluides volcaniques apparaît dans ce cas comme un outil efficace des futurs programmes de surveillance.

### Les gaz volcaniques

Initialement dissous dans le magma, les gaz volcaniques s'en échappent avant, pendant, mais aussi après l'éruption. Leur composition change au cours de leurs trajets ascensionnels par refroidissement et par réaction avec l'atmosphère, avec l'hydrosphère ou avec les terrains traversés. Par exemple, au voisinage d'une chambre de magma, l'eau se trouvant à 1 ou 2 km de la surface atteint son point d'ébullition dans la relation pression/température. Dans cette zone, il se produit un transfert des gaz magmatiques ( $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ) dans la phase vapeur qui migre alors, indépendamment, jusqu'à la surface pour former des fumerolles.

La nature de ces émissions gazeuses est en grande partie liée à la température.

A titre indicatif:

- Entre 500° et 1000°C, les fumerolles seront dites sèches ou anhydres - vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) inférieure à 10% - elles seront riches en H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, F et composés (HF, SiF<sub>4</sub>), Cl et composés (HCl, NaCl, FeCl<sub>3</sub>).

- Entre 300° et 500° C, les fumerolles auront tendances à être plus acides, plus riches en H<sub>2</sub>O avec H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> ET HCl.

- Entre 100° et 300°C, les fumerolles seront composées en grande partie de vapeur d'eau (jusqu'à 90% d'H<sub>2</sub>O) et d'autres composants variés comme l'acide borique (H<sub>2</sub> B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, des gaz rares tels l'Hélium (He) et l'Argon (Ar), des composés d'Ammonium (NH<sub>4</sub>) et souvent H<sub>2</sub>S qui donne par réaction avec l'oxygène des dépôts de soufre jaune.

- Les fumerolles de température plus basse sont souvent liées à des sources thermales riches en H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>.

Surveillance et instrumentation.

La surveillance géochimique peut s'effectuer en continu ou en discontinu.

La surveillance discontinue consiste en des échantillonnages périodiques avec analyse en laboratoire. L'appareillage comprendra entre autre des chromatographes à phase gazeuse, des spectromètres de masse multi-élémentaires (éléments isotopiques), des instruments de mesure COSPEC...

La surveillance continue se fait à l'aide de thermocouples (température), de capteurs électrochimiques, de détecteur Radon (alpha), détecteur d'Hélium, détecteurs CO<sub>2</sub>... Les données sont ensuite télétransmises vers le centre de traitement.

On peut ainsi observer les modifications des paramètres avant et pendant une éruption; par exemple, augmentation de température, modification des composants élémentaires et des composants moléculaires et isotopiques, augmentation des taux de SO<sub>2</sub>...

Les teneurs prédominantes des gaz volcaniques sont celles d' H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> et des gaz sulfureux, H<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>.

Le soufre est essentiellement présent quant à lui sous la forme de SO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>S (on peut négliger la présence d'autres formes élémentaires S, ou S vapeur.

On trouve ensuite les composants HCl et HF, puis l'Hélium, l'Argon et l'Azote. Ces trois derniers gaz dits inertes peuvent être d'utiles traceurs sur l'origine des émanations gazeuses, ainsi que le Radon. L'Hydrogène, le Méthane et le Monoxyde de Carbone sont aussi présents.

## UN EXEMPLE DE SURVEILLANCE GEOCHIMIQUE: VULCANO

Depuis 1977, l'île de Vulcano est affectée par une lente mais croissante augmentation de l'activité volcanique. Les phénomènes observés comprennent l'augmentation du nombre des fumerolles et de leur température, l'augmentation de la température des eaux, l'accroissement du taux des émissions de CO<sub>2</sub> à la base du cône de la Fossa, des changements de composition isotopique des gaz indiquant une augmentation du flux de chaleur. Il y a également ouverture de nouvelles fissures sur les pentes de la Fossa, aggravant les risques d'éboulement comme cela s'est déjà produit en avril 1988. Durant le même temps on observait seulement une légère déformation du sol et la sismicité demeurait à un niveau assez bas.

Depuis 1988, l'île de Vulcano est donc l'objet d'une surveillance accrue, notamment dans le domaine géochimique. Cette intense surveillance a permis d'accroître de façon significative la quantité et la qualité des observations. Un grand nombre de paramètres nouveaux sont contrôlés régulièrement sur un maximum de fumerolles grâce à de nouvelles techniques.

En 1984, l'IGF avait installé 2 stations de mesures automatiques de température et de capacité réductrice (RC) des gaz des fumerolles. En 1989, le système a encore été amélioré avec 2 nouvelles stations à Vulcano Porto permettant la surveillance en continu des taux de CO<sub>2</sub> provenant du sol. Ces données sont transmises vers l'IGF Palerme toutes les 15 mn. Des fluctuations de température et des variations de haute et basse fréquence ont été notées dans la RC et mis en corrélation avec la sismicité locale (Badalamenti et Al., 1988). Au niveau du CO<sub>2</sub>, les données indiquent des taux relativement bas en 1989, avec cependant des augmentations et des fluctuations depuis 1990 (Fig.1), demeurant néanmoins assez loin des seuils considérés comme dangereux.

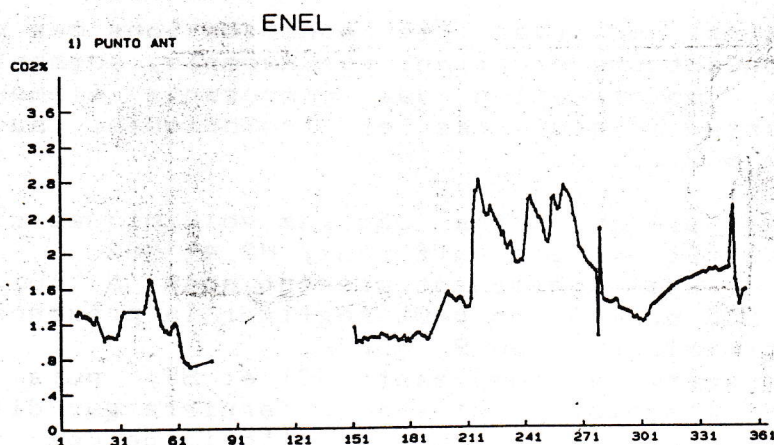


Fig.1 - Moyenne journalière d'émission de CO<sub>2</sub> à Vulcano Porto (1990).

En plus de ces mesures en continu, des campagnes géochimiques périodiques ont eu lieu de 1987 à 1990. Elles montrent un accroissement maximum de température allant de 330 ° C à 607 ° C. Actuellement, en 1991, des fumerolles atteignent des températures avoisinant les 650 ° C (Fig.2). Des modifications chimiques ont également été relevées durant cette période.

- de mi-1987 à juin 1988 on notait une diminution des gaz "secs" tandis que les températures augmentaient légèrement.

- Entre juillet et septembre 1988, la tendance se renversait avec un accroissement du rapport gaz/vapeur, du CO<sub>2</sub>, du N<sub>2</sub>, du SO<sub>2</sub> et des concentrations en Hélium. Le taux de H<sub>2</sub>S demeurant relativement constant tandis que HF et HCl réagissait presque réciproquement par rapport aux gaz "secs".

- A la fin de 1988 le rapport gaz/vapeur retournait vers les valeurs de début 1988.

- De la fin 1989 à la fin 1990, un nouvel accroissement de ce rapport était observé avec une augmentation correspondante en taux de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, et H<sub>2</sub>. Dans les plus chaudes fumerolles, ces variations sont accompagnées par un accroissement de H<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>.

Depuis 1982, on observe une très nette extension des surfaces de fumerolles (de 70 m<sup>2</sup> à 400 m<sup>2</sup>), et 30 points d'émissions ainsi qu'une augmentation de leur activité. Ces fumerolles, associées à l'ouverture de nouvelles fractures, se sont développées surtout sur la partie Nord du rebord du cratère et à l'intérieur de celui-ci. Cette extension s'est poursuivie de 1989 à 1990 avec l'apparition de nouvelles zones d'émission, portant leur nombre à 50 sur une surface de 650 m<sup>2</sup>.

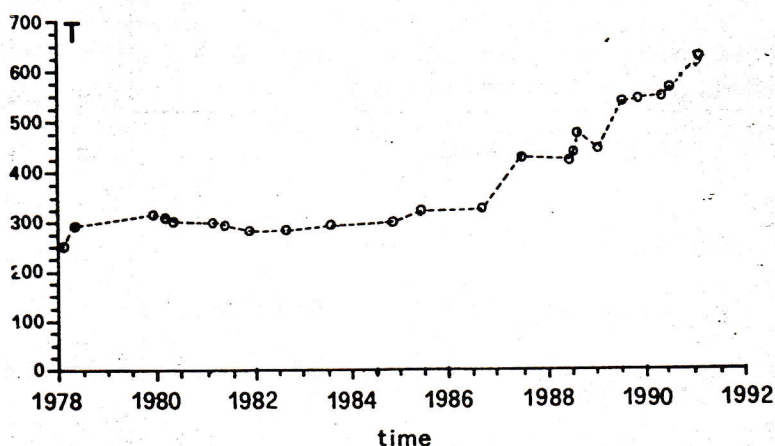


Fig.2 - Variations des températures maximum au cratère de la Fossa de 1978 à la fin 1990. (650 ° C, le 30 juin 1991).

Le flux de vapeur des fumerolles s'est accru également entre 1987 et 1990, avec une pointe en mai-sept 1988 (1100 tonnes/jour). Après un minimum en juin 1989 (360 t/j), le débit des émissions se situe actuellement autour de 500 à 700 t/j.

La concentration en Hélium est passée de 700 Moles/jour en octobre 1989 à 1750 Moles/j en juin 1990 pour retourner ensuite à un niveau précédemment enregistré.

Le flux de SO<sub>2</sub> a été mesuré par les procédés COSPEC et LIDAR Dial Technique (IIV Enel, Univ. Rome). Des variations de 45 à 125 t/j ont été enregistrées de l'été 1988 à l'Automne de la même années. En octobre 1989 cette valeur était de 30 t/j.

En juin 1990 la libération d'énergie thermique convective au niveau du cratère était estimée à  $4 \times 10^{19}$  ergs/j.

Ces exemples fragmentaires du résultat de quelques études géochimiques montrent l'intérêt de cette méthode d'investigation.

#### CONCLUSION

les données géochimiques, corrélées avec celles de la géophysique, montrent bien que depuis quelques années la Fossa de Vulcano présente des signes potentiels de réactivation avec un lent, mais constant accroissement conduisant vers la probabilité d'une éruption. Les très hautes températures atteintes par les fumerolles du cratère indiquent que le magma n'est sans doute pas loin de la surface (4 km est la profondeur maximum pour les séismes localisés sous le cratère). Cependant, il n'y a pas actuellement de signes évidents d'une migration du magma vers la surface.

Il n'y a donc pas, semble t'il une menace immédiate d'éruption. Le danger à ce jour est surtout en relation avec les risques d'éboulements dus aux profondes fractures affectant la partie Nord-Est du cône et la possibilité d'une soudaine libération de pression qui suivra. Ce glissement pourrait alors libérer des gaz toxiques. Des barrières de protection ont été installées pour protéger les maisons se trouvant à la base du cône et des simulations de libération de CO<sub>2</sub> ont été réalisées. Le volcan reste sous haute surveillance.

HENRY GAUDRU (S.V.G.)

#### Bibliographie sommaire:

Volcanological Research in Italy, F.Barberi, 1991.

Soil SO<sub>2</sub> output in the Island of Vulcano 1984-1988, B.Badalamenti et Al., 1988.

New sensors for volcanic gases determination, L. Campanella et Al., 1988.