

SOCIETE DE VOLCANOLOGIE GENEVE
C.P. 298, CH-1225 CHENE-BOURG, SUISSE (FAX 022/786 22 46)

SVG

3/96 Bulletin mensuel



GENEVE



Photo M. Caillet

Réalisé grâce au
soutien financier de
BADECO SA.,
fabrique d'outillages
pour bijoutiers, 8 rue de
la Coulouvronière,
Genève

SOMMAIRE

Réunion Mensuelle	p.1
Nouvelles de la Société	p.1-2
Conférence	p.1
Excursion de la SVG	p.1
AG + Repas	p.1
Projecteur diapositives	p.1
Questionnaire sur la SVG	p.2
Cassettes vidéo	p.2
Volcans-Infos	p.2
Software	p.2
Thèse volcanique	p.2
Voyage	p.2
Nouvelle chaîne de volcans sous-marins	p.2
Activité volcanique	p.3-4
Kilauea	p.3
Soufriere Hill (Montserrat)	p.4
Ruapehue (Nlle Zélande)	p.4
Akutan (Alaska)	p.4
Photo-Mystère	p.5
Point de Mire	p.6-8
Les systèmes basaltiques (3ième partie)	p.6-8
Volcano-Philatélie	p.9-10
Dossier du Mois: volcans Est Indonésiens	C-1 - C4
Zoom Actualité: Kilauea	C-4

En plus des membres du comités de la SVG, les personnes suivantes ont participé à ce bulletin: B. Poyer (volcano-philatélie), Adrienne Baussière (point de mire) & M.Caillet.

Dernière minute: apparition d'un dôme de lave dans le cratère du Popocatepetl (Mexique). Le 29 mars 1996 des scientifiques mexicains ont vu, au cours d'un survol, un dôme de lave en croissance dans la partie Est du plancher du cratère. Le 1 avril, il avait déjà 600 m² et remplissait une dépression intracratérique, née de la destruction d'un dôme de l'éruption de 1920-27. Le 5 mars dernier, des explosions de cendres avaient de nouveau été observées, avec un flux de SO₂ très élevé (15000 t/j). [info. H.Delgados Granados, Inst. Geofisica, Mexico, sur internet 4.4.96].

Photo de couverture : arrivée de lave du Kilauea dans l'océan, en février 1996 à Kamokuna.



Nous continuons nos réunions mensuelles, celle d'avril aura lieu exceptionnellement le troisième lundi du mois.

La prochaine séance aura donc lieu le:

lundi 15 avril

dans notre nouveau lieu de rencontre situé dans la salle paroissiale de:

l'église de St-Nicolas-de-Flue
(57, rue Montbrillant 1202 Genève)

Elle aura pour thème:

**VOLCANS
D'HAWAII ET
D'INDONESIE**

Nous allons partir, ou repartir pour certains, à la découverte de ces paysages volcaniques grâce à un montage de diapositives, effectué par Mme Esther Clavel, à partir du matériel recueilli par sa fille.

La prochaine réunion, aura lieu le 13 mai 1996 (deuxième lundi du mois) et sera consacrée à la basse Californie et aux volcans du Mexique.

NOUVELLES DE LA SOCIETE - NOUVELLES DE LA SOCIETE - NOUVELLES DE LA SOCIETE - NOUVE

Notre prochaine conférence aura lieu le 3 mai au Muséum d'Histoire Naturelle et sera consacrée aux volcans indonésiens, avec une présentation du Professeur Vincent de Clermont-Ferrand. Mettez cette date de côté, nous vous enverrons bientôt une circulaire.

Après bien des discussions, le comité de la SVG a décidé de vous proposer de partir à la découverte des volcans des Canaries. Notre excursion annuelle aura lieu du 26 décembre 1996 au 5 janvier 1997. Un programme détaillé et tous les renseignements nécessaires vous seront fournis en temps utile.

Après un rappel des activités proposées durant l'année écoulée, l'assemblée a approuvé les comptes 95. Le comité in corpore a été réélu par acclamation à l'exception de Mme Anne-Lise Aeschmann qui, pour des raisons personnelles, ne se représentait pas. Le comité continuera son travail pour un nouveau mandat de trois ans. En ce qui concerne les divers, les remarques se sont concentrées sur le projecteur, les cotisations, le voyage SVG, la gestion du bar et bien sûr le bulletin mensuel.

Une fois de plus, le vice-président nous a concocté et préparé un succulent repas. Un grand MERCI au cuisinier et "à ses marmitons". L'ambiance était chaleureuse et parfois surchauffée (il y avait 65 convives) et de nombreux contacts se sont établis, resserrant les liens entre les membres. Le repas reste un point fort de nos activités.

A la suite de l'assemblée générale, le comité a pris la décision de faire l'acquisition d'un nouveau projecteur de diapositives. Comme vous avez pu le constater, les finances de la société ne sont pas inépuisables et c'est pourquoi nous nous permettons de joindre un bulletin vert à cet envoi. Tous les dons, grands et petits, seront les bienvenus.

**REUNION
MENSUELLE**

**ATTENTION
CHANGEMENT DE
DATE**

MOIS PROCHAIN

CONFERENCE SVG

**EXCURSION SVG: LES
CANARIES**

**ASSEMBLÉE
GÉNÉRALE**

REPAS



**PROJECTEUR
DIAPOSITIVES,
COLLECTE DE FONDS**



QUESTIONNAIRE

Vous trouverez joint à ce bulletin un questionnaire qui, nous l'espérons, sera bien accueilli. Il nous permettra de connaître votre avis sur de nombreux sujets et d'améliorer ainsi un peu plus la qualité de nos activités. Nous vous remercions de bien vouloir lui consacrer quelques instants et nous vous prions de nous le retourner **D'ICI AU 30 AVRIL** à l'adresse suivante: Société de Volcanologie Genève, Case postale 298 CH-1225, Chêne-Bourg

CASSETTES VIDÉO

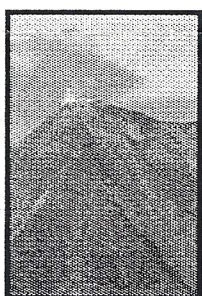
Afin d'inventorier et de remettre de l'ordre dans les nombreuses cassettes vidéo que possède la SVG, nous vous prions instamment de rapporter toutes celles que vous avez empruntées **d'ici à la réunion du mois de mai**. Pour les personnes qui ne pourraient être présentes, il suffit de les envoyer à l'adresse suivante: Ariane FAVRE, 29 Camille Martin, 1203 Genève

VOLCANS INFOS -VOLCANS INFOS -VOLCANS INFOS -VOLCANS INFOS -VOLCANS INF

BANQUE DE DONNEES SUR LES VOLCANS

Nous voudrions vous signaler un programme informatique (PC & Mac) s'intitulant "**Geodynamics Database**", regroupant des informations (archive multimédia) sur plus de 1500 volcans (noms, positions altitude, nombre d'éruptions, type d'activité etc) et sur des dizaines de milliers de tremblements de terre. Il y a des possibilités de produire des cartes et des profils à partir des données topographiques. Il est vendu par ROCKWARE EUROPE, (P.O. Box 621, CP 2501, The Hague, The Netherlands, Fax. +31-70-3649916).

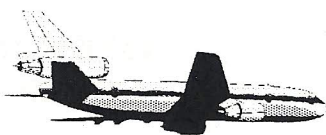
THÈSE VOLCANIQUE



*Volcan Fuego,
voisin menaçant de
l'Acatenango*

Le mois passé, nous avons eu le plaisir de suivre la conférence de T. Basset sur les volcans du Guatemala. Certains d'entre vous pourraient donc être intéressés de lire sa thèse, fruit d'un travail de plusieurs années, exemple moderne d'étude intégrée sur un grand volcan de la Ceinture du Feu du Pacifique : "**Histoire éruptive et évaluations des aléas du volcan Acatenango (Guatemala)**" de T. Basset, 240p. (En vente au Département de Minéralogie, 13 rue des Maraîchers, 1211 Genève 4, tél. 022/7026111, fax 022/3205732, prix 30.- FS)

VOYAGES



L'agence de voyage Géo-Découverte propose **aux membres de la SVG** des conditions très favorables pour des **vols sur Catania**, pour les volcans de Sicile, avec des arrangements vol + voiture (pour une semaine) à seulement **650.- FS**, des conditions à ne pas manquer! Renseignements + inscriptions **Géo-Découverte SA**, 65, rue de Lausanne, CH-1202 Genève, tél. 022/738.19.30, fax 022./731.08.02

NOUVELLE CHAÎNE DE VOLCANS SOUS- MARINS DÉCOUVERTE

Une équipe internationale de scientifiques a mis en évidence l'existence d'une nouvelle chaîne de volcans sous-marins de 2000 km de long, au SW de l'île de Pâques. Cette chaîne a été appelée "**The Foundation Seamount**". Mme Jacqueline Mammerickx, professeur au Scripps Institution of Oceanography en Californie et codirigeante de l'expédition dans le Pacifique SW a annoncé " il s'agit d'une des plus grosse structure volcanique découverte dans les fonds océaniques". R. Hekinian, océanographe français, autre leader de l'expédition, a déclaré qu'une visite sur le site est indispensable pour confirmer l'existence des ces volcans. Ceux-ci ont été mis en évidence grâce à des satellites de l'US Navy, détectant les variations de hauteurs des océans et la présence de structures sous-marines. L'équipe de scientifiques a pris des photos et échantillonnés 37 différents volcans. Certains d'entre eux s'élèvent à plus de 4000m au-dessus du fond océanique. Cette chaîne serait la manifestation d'un point chaud.

*Réf. Science v.285p.809 1995, S. Mattox
sur web Volcano Word*



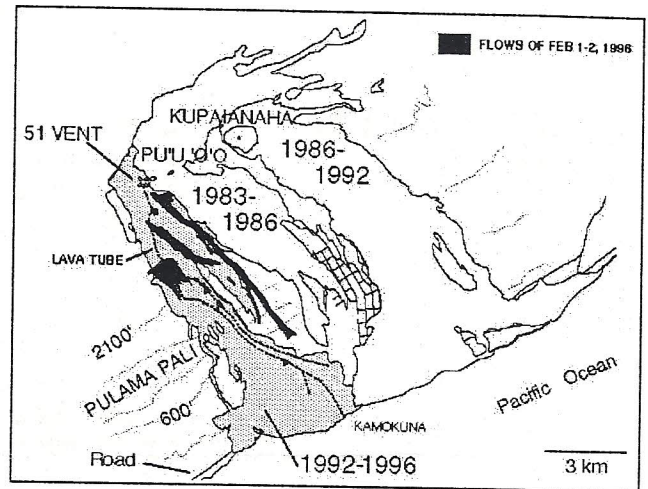
ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCA

Voici quelques informations recueillies lors de notre récent voyage à Hawaii. La principale activité se situe, bien sûr, aux alentours du Pu'u O'o et nous confirmons la qualité des informations de P. Rollini proposées dans le bulletin de janvier quant à l'accès le plus direct au cratère. Pour compléter son itinéraire, notons qu'il reste 1,3 km depuis la sortie de la forêt (GPS) jusqu'au cratère et qu'il faut compter entre 30 à 40 minutes de marche. En sortant de la forêt, marcher 200 mètres en direction du Pu'u O'o et lorsque l'on arrive vers les laves aa, tirer à gauche afin de rejoindre des laves pahoehoe qui mènent au sommet. Le chemin est plus ou moins balisé avec des bâtons en bois, des kerns et des banderoles. Pour un retour nocturne, prévoir le double de temps car on a vite fait de s'égarer sur les laves. En raison des forts dégazages du cratère, nous avons campé au bord des laves aa dans de la cendre.

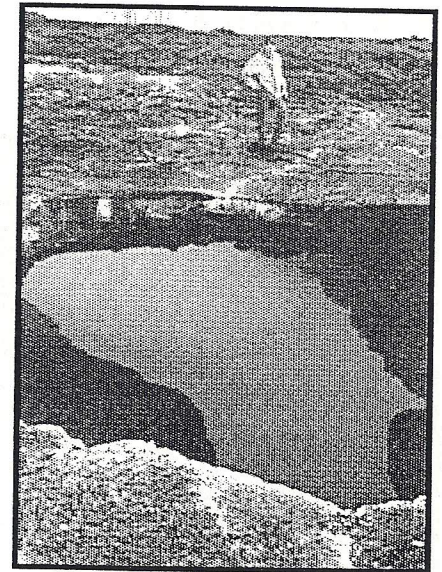
Le 5 mars, un intense dégazage émanait du cratère. Après quelques heures d'attente, le vent a soufflé de manière à dégager le cratère pendant une heure, ce qui nous a permis d'observer le lac de lave. Celui-ci se situait entre 90 et 100 mètres de profondeur, avec un diamètre de 40-50 mètres. L'un des membres, déjà présent en février 1993, constata qu'il avait considérablement baissé et diminué. L'activité observée fut la suivante : au fond du cratère, d'une part, le lac de lave, à l'intérieur d'un petit puits, d'autre part, une bouche active, incandescente de plus ou moins 2 mètres de diamètre. Toutes les 20 minutes, la bouche entraînait en éruption strombolienne, projetant des lambeaux de lave presque jusqu'à la hauteur de la lèvre du cratère (voir p. C-4). Après 2 minutes, elle s'arrêtait. Alors le lac augmentait son activité et toute sa surface devenait incandescente. Puis, il se calmait, se croûtait partiellement jusqu'au cycle suivant. Nous avons pu observer quatre fois ce phénomène avec une visibilité variable. Ensuite, le vent a tourné, bouchant le cratère. Une heure trente plus tard, le lac s'est dégagé l'espace de 20 secondes, ce qui nous a permis de voir un grand changement dans sa morphologie : il était monté de 15 à 25 mètres, avait débordé de son puits et sa surface avait quadruplé. Soudain, «comme si quelqu'un enlevait le bouchon», il se vida pour revenir à sa situation précédente. Le dégazage ne nous a pas permis d'en voir davantage. Suite à cet événement, nous avons attendu deux heures sans que le fond du cratère ne se dégage, et sommes rentrés à la tente. Le lendemain matin, 6 mars 1996, nous avons vu le lac pendant 3-4 heures. Le débordement avait très nettement laissé sa trace et la bouche était obstruée. Le lac restait très actif. Le long du tracé des tunnels de lave, qui descendent à l'océan, se trouvaient toujours quelques magnifiques skylights. Les laves se jetaient à la mer en une quinzaine d'endroits répartis sur 200-300 mètres. La côte était très instable : en l'espace d'une nuit, nous avons constaté la disparition d'une grande plaque de lave, de 50 mètres de long sur au moins 150 mètres de large, ce qui confère au rivage un aspect très changeant et dangereux. En surface, une multitude de petites coulées étaient éparpillées, du bord de la mer au début de la pente, soit sur environ 2000 mètres. Elles coulaient un peu partout, mais en petite quantité. Elles brûlaient de la petite végétation, herbes, broussailles, ... côté est, et un hélicoptère faisait la navette pour les éteindre.

OBSERVATIONS AU PU'U O'O LES 5 ET 6 MARS 1996

Texte et photo M. Caillet



Carte des coulées, avec celles émisent début février (voir bull. SVF, 2,96) (source HVO, Volcano Watch 26.02.96)

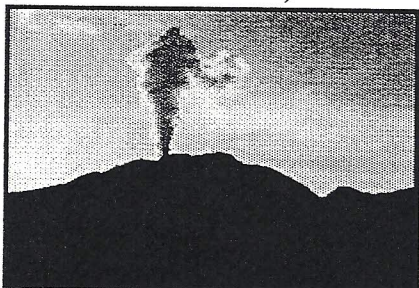


Skylight de grande taille

(L'éruption du Kilauea se poursuit donc avec des coulées dans l'océan à Kamokuna. Début mars, 2 tremblements de terre ont été ressentis : le 2 mars un de magnitude 3.6 à une profondeur d'environ 8 km sous le flanc Sud du Kilauea; l'autre, le 5 mars de magnitude 4.0 à 21 km sous Volcano Village. [réf. Volcano Watch 8 March 96 sur Internet]).



SOUFRIERE HILL (MONTSERRAT)



Panache de vapeur du Soufrière Hill
(21.12.95, photo MVO)

L'activité à la Soufrière de Montserrat (c.f. bull SVG, 11,95) se poursuit avec des éboulements du dôme, provoquant parfois des panaches importants. Le 26 mars dernier, une série d'avalanches se sont déroulées sur le flanc Est du dôme, libérant des cendres qui se sont propagées le long d'une rivière jusqu'à environ 1 km du dôme et incendiant des arbres morts. Ces avalanches proviennent de la base d'une aiguille de lave, en pleine croissance, du dôme, au NW de Castle Peak. Pas de composante explosive réelle n'a été observée durant ces phénomènes. La sismicité suggère que ces événements ont été discontinus. Entre le 25 et 26 mars, l'aiguille principale du dôme, à présent point culminant, s'est élevée de 9 m. Le 29 mars, le même type d'activité se poursuivait, légèrement moins intense. La sismicité reste changeante et résulte en partie des avalanches.

[Réf. Observatoire Volcanologique Montserrat (MVO) sur internet]

RUAPEHU (NLE- ZÉLANDE)

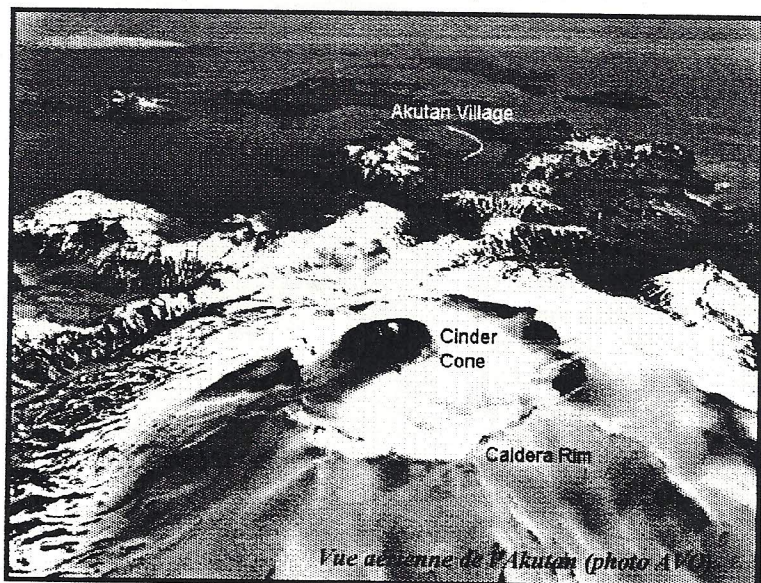
[B. Scott, 28.03.96, media release V96/1
sur internet]

Le 26 et 27 mars, des scientifiques se sont rendus au sommet de ce volcan et ont pu observer malgré les abondantes vapeurs la présence d'une petite île dans le lac de cratère du Ruapehu, près de sa bordure SW. Elle représente la partie supérieure d'une extrusion de lave, en cours de mise en place dans le fond du cratère. De nombreuses et vigoureuses émissions de vapeur et de gaz chargées de sédiments jaillissent du bord de cette extrusion de lave, dont la partie au-dessus du lac est de dimensions réduites: 15 m de haut sur 20 m de large. Le niveau du lac reste environ 80 m en dessous du point de débordement et sa température est d'environ 50 °C. L'activité sismique au Ruapehu avait diminué ces derniers mois, en comparaison avec les mois de septembre et d'octobre 1995, mais restait plus élevée qu'avant l'éruption. Cette activité avait changé de caractère, le 25 février, marquant sans doute le début de la phase intrusive-extrusive de lave. L'apparition de l'île semble être la manifestation en surface d'un processus ayant donc débuté, il y a 4 à 5 semaines. Cette nouvelle phase de l'éruption de septembre 1995, montre que celle-ci n'est pas terminée.

CRISE VOLCANO- TECTONIQUE À L'AKUTAN (ALASKA)

Une importante crise sismique s'est déclenchée sur le volcan Akutan dans les Aléoutiennes, à 180 Km à l'Est de l'extrémité de la péninsule de l'Alaska, à 1225 km au SW d'Anchorage. Le village d'Akutan (max 750 habitants) se trouve à seulement 13 km à l'Est du volcan. C'est un strato-volcan avec une caldera au sommet (altitude 1303m) de 2 km de diamètre, au sein de laquelle s'est construit un cône de scories. C'est un des volcans les plus actifs des Aléoutiennes.

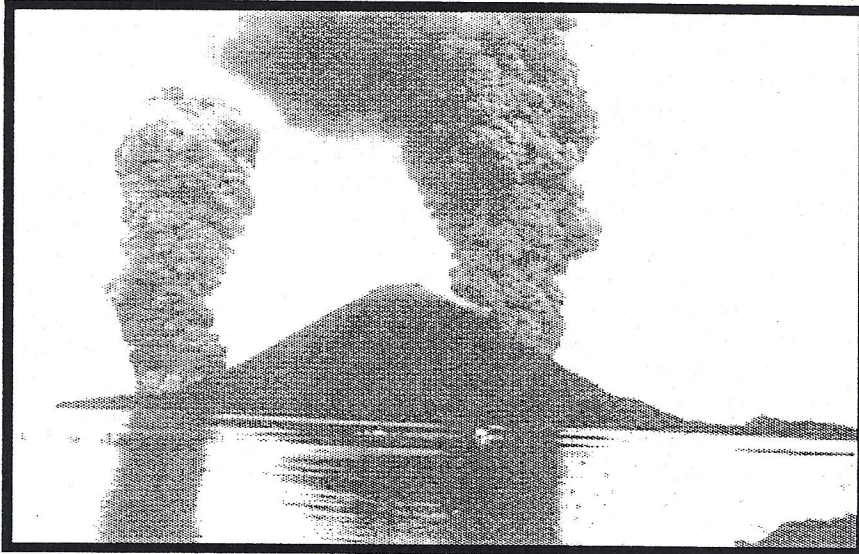
Le dimanche 10 mars, les habitants d'Akutan ont commencé à ressentir des tremblements de terre. C'est leurs observations qui ont permis de quantifier le début de la crise, en l'absence de tout sismographe sur l'île. L'observatoire volcanologique d'Alaska (AVO) a rapidement envoyé des spécialistes, avec leurs instruments, qui ont qualifié la crise de volcano-tectonique, plutôt que véritablement lié à une montée du magma (c-à-d purement volcanique). La crise se poursuit, avec des intensités variables, inquiétant la population. Les mauvaises conditions météo empêchent l'observation directe du volcan. Le 22 mars, 5 stations sismiques ont été déployées sur le volcan et envoient leurs informations directement à l'AVO à Anchorage, où l'activité est suivie en directe. [Réf. AVO, 29.03.96 internet]



Vue aérienne de l'Akutan (photo AVO)



PHOTO-MYSTERE-PHOTO-MYSTERE-PHOTO-MYSTERE-PHOTO-MYSTERE-PHOTO-MYSTERE-



Eruption en 1988 au paradis des épices, avec une activité sur deux flancs du volcan, un vrai dilemme pour un observateur, de quel volcan s'agit-il et question subsidiaire où iriez-vous avec cette activité ?

Réponse page 8

POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE -

Les rift zones, leurs orientations et leurs intensités

La plupart des éruptions basaltiques sont issues de fissures et pratiquement tous les systèmes de volcans basaltiques ont des fissures éruptives. L'action de pression hydraulique interne du magma ouvre facilement des fissures qui sont les moyens de transport «naturels» du magma peu visqueux (Emermann & Marret, 1990). Elles s'étendent facilement sur des dizaines de kilomètres et sont principalement concentrées dans les rift zones. Le magma solidifié dans une fissure forme un dyke. Les dykes ont un grand potentiel de survie et dans les régions fortement érodées, ils peuvent être les seuls vestiges d'un système volcanique.

Distribution radiale et fasciculaire (en faisceaux parallèles)

Les volcans basaltiques qui possèdent une chambre basaltique sont les lieux privilégiés des "excursions" (ou déplacements) magmatiques qui génèrent des dykes ou autres intrusions et qui parfois débouchent sur une éruption volcanique. Une "excursion" magmatique intervient lorsque la paroi ou le toit de la chambre magmatique se rompt et que s'échappe une partie du magma. Une rupture se produit lorsque la chambre magmatique gonfle suite à une arrivée de magma profond ou à une *vésiculation* (formation de bulles de gaz, suite à changement de pression). Les "excursions" magmatiques sont un critère important dans la croissance d'un volcan. Elles contribuent fortement à la détermination de la morphologie du volcan et à la présence des systèmes géothermiques actifs.

Pour un volcan qui n'est pas arc-bouté à un volcan voisin et qui apparaît dans une zone où n'existe aucune contrainte d'extension régionale, les excursions magmatiques ont pour conséquence de générer des fissures radiales.

Les fissures radiales résultent de la pression exercée sur les parois par un gonflement de la masse magmatique, pression créant des tensions tangentielles sur les parois de

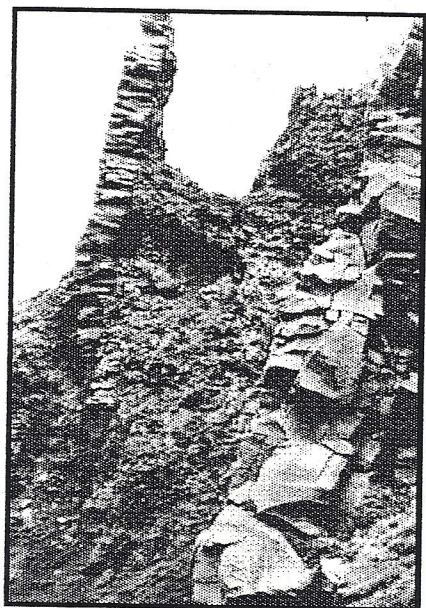
**LES SYSTEMES DE
VOLCANS
BASALTIQUES**

3ième partie

[Autres parties publiées dans le Bull. SVG de Nov., 1995 et de Fev, 96]

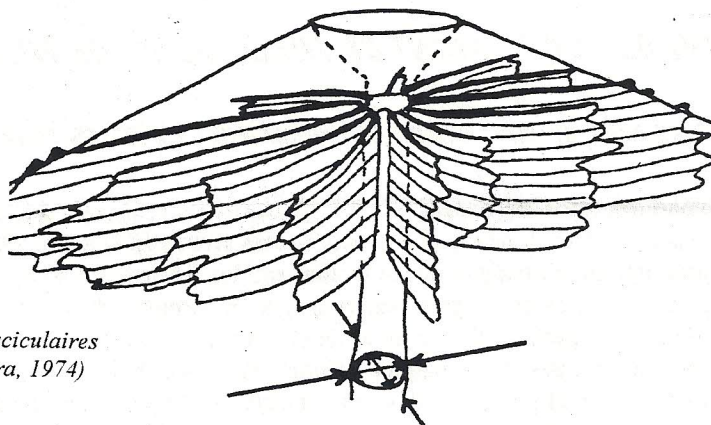
Par **George P.L. WALKER**,
Centre Hawaïen de Volcanologie, Département de Géologie et de Géophysique, Ecole des Sciences et la Technologie de la Terre et des Océans, Université d'Hawaïi.

Traduction: Marc & Adrienne Baussièrè



Dykes parallèles Valle del Bove, Etna
(photo Vetsch)

la chambre magmatique. Les défauts dans les roches des parois se matérialisent par des fractures perpendiculaires aux parois qui, dans le cas idéal, donneront des fissures radiales rectilignes et qui divergent d'un point commun. La densité des dykes serait uniforme dans toutes les directions à distance égale du centre et irait en décroissant à cause de la divergence et de la propagation limitée des dykes. Il est certain que peu de volcans basaltiques suivent ce cas idéal. Les fissures tendent à se concentrer plus dans certains secteurs que dans d'autres, certaines d'entre elles s'incurvent en s'éloignant du centre, de sorte qu'elles deviennent approximativement parallèles. Le terme de «fasciculaire» (du latin fascia: gerbe de bois, de blé...) est proposé dans le cas où les fissures sont concentrées en deux sections opposées à 180° et qui tendent à être parallèles lorsque l'on s'éloigne du centre. Les exemples classiques d'un réseau radial de dykes sont celui du volcan érodé Spanish Peaks dans le Colorado (Ode 1957) et celui du volcan actif Tristan Cunha (Chevalier & Verwoerd 1987). Des exemples de fissures fasciculaires se trouvent aux Galápagos (Chadwick & Howard 1991); dans le cas des volcans en relation avec les phénomènes de subduction, ceux qui en contiennent sont entre autres le mont Fuji (Nakamura 1977), le Hakone (Kuno 1964) et le Shitara (Takada 1988).



Dykes fasciculaires
(Nakamura, 1974)

Contraintes régionales



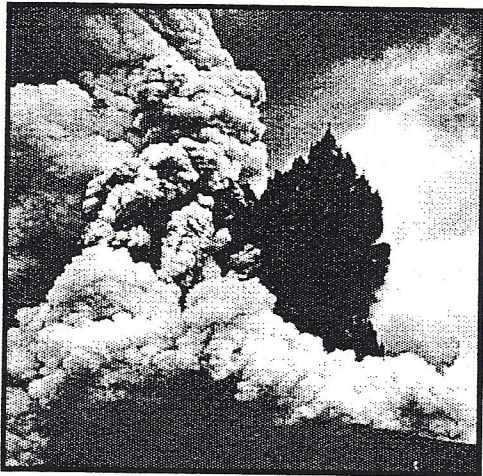
Dykes en échelons Valle del Bove, Etna
(photo Vetsch)

La plupart des volcans polygéniques et des plateaux de basalte possèdent des rift zones. Ce sont des zones d'extension étroites dans lesquelles le sol se fend et où les failles et les fissures se concentrent. Les rift zones sont au-dessus du réseau de dykes. L'orientation et l'espacement des fissures en leur sein varient fortement.

Les orientations de quelques rift zones sont déterminées par des contraintes régionales. Un bon exemple en est l'Islande où les rifts sont parallèles à l'axe de la ride médio-atlantique.

Dans le cas de volcans liés à la subduction et qui possèdent des rift zones, les rifts sont orientés perpendiculairement à la zone de subduction et parallèlement à la direction de convergence des plaques. Nakamura *et al.* (1977) les considèrent comme des traceurs significatifs des trajectoires des contraintes régionales. Lo Giudice *et al.* (1982) montra que deux des multiples rift zones de l'Etna s'adaptent à l'orientation des failles de cisaillement conjuguées, failles inclinées d'environ 35° de part et d'autre de la direction de la plaque convergente.

A l'inverse de celles situées en Islande, les rift zones des Açores, au sud-ouest de la ride médio-atlantique, sont disposées perpendiculairement à l'axe de la ride et sont parallèles aux horsts et aux graben de la zone de fracture principale qui s'étend vers le détroit de Gibraltar (zone de fracture est des Açores). Cette zone d'extension, décrite par Krause & Watkins (1970) comme une faille transformante «qui prend



l'eau», est du point de vue sismique très active et semble être intimement liée dans le temps aux principaux tremblements de terre. La dernière éruption, celle de **Capelinhos** (1957) proche de la pointe ouest de Faial, était accompagnée de tremblements de terre et d'un affaissement de près d'un mètre du graben traversant l'île (Machado *et al.* 1962). Sur Sao Miguel, les fissures éruptives de l'holocène orientées vers le nord-ouest (comme partout aux Açores), ont une distribution en échelon et sont situées

Eruption Capelinhos photo Tazieff

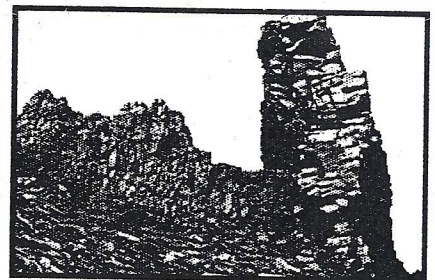
dans une large bande de terre s'étendant vers l'ouest parallèlement à l'axe longitudinal de l'île. Booth *et al.* (1978) supposèrent que ces fissures sont des fractures de cisaillement dues à un mouvement latéral vers la droite au-dessus d'une faille s'étendant vers l'ouest.

A Hawaii, les fissures éruptives et les dykes sont concentrés dans d'étroites rift zones que l'on peut suivre, pour certaines d'entre elles, sur 50 kilomètres à l'air libre et sur 70 kilomètres sous la mer. Fiske & Jackson (1973) supposent que leur importance est faible, qu'elles ont peu de corrélation avec une tension régionale ou structurale et ils considèrent ces rift zones comme induites par les tensions gravitationnelles générées par la hauteur des volcans et qu'elles provoquent des fissures le long de l'axe longitudinal de l'édifice.

Sur l'Etna, l'effet gravitationnel généré par l'édifice volcanique explique particulièrement bien l'orientation des fissures proches de la Valle del Bove[...] L'augmentation nette de la vitesse de formation de nouvelles fissures ces dernières années a certainement des implications dangereuses (Mc Guire *et al.* 1990). Sao Jorge dans les Açores illustre également bien les effets dus à l'édifice. L'île est un étroit horst et l'abrupte bordure de la faille escarpée côté nord culmine à 800 mètres. Les éruptions tendent à sortir de fissures localisées proche de la crête du horst en s'étendant parallèlement à sa longueur. Il est à remarquer que les tensions gravitationnelles dues à l'édifice volcanique agissent uniquement à un niveau superficiel alors qu'au contraire, les tensions régionales agissent à des niveaux plus profonds.

Constatant le grand nombre de dykes presque parallèles distribués de manière non gaussienne (non aléatoire) dans le complexe de dykes du Koolau sur Oahu, Walker (1986, 1992) proposa un mécanisme dans lequel des dykes peu ou non vésiculés forment une zone de haute densité au milieu d'une zone de lave vésiculée de plus faible densité. Des lieux de flottabilité neutre existent de chaque côté et au sommet de la zone de forte densité et canalisent vers eux les intrusions, augmentant ainsi la zonation de densité. De plus, certains dykes mis en place antérieurement ont des plans de faiblesse sur leurs bords ou parallèlement à ceux-ci et ces plans de faiblesse sont exploités pour la mise en place postérieure de nouveaux dykes, ce qui augmente encore leur localisation dans une zone restreinte. Le terme de «complexe d'intrusion cohérente» a été proposé pour ces complexes de petites intrusions de haute densité (Walker 1992) dans lesquels on reconnaît deux types appelés complexe de dykes et complexe de intrusive-sheet. Environ la moitié des principaux volcans basaltiques décrits possèdent ce dernier type de complexe. La formation d'un complexe de dykes

Contrainte gravitationnelle



Intersection dykes paroi W de la Valle del Bove, Etna (photo Vetsch)

Facteur de flottabilité



nécessite que le volcan soit capable de s'étendre suffisamment pour s'adapter aux dykes. Si ce n'est pas le cas, un complexe de intrusive-sheet (cone-sheet) adapté à la croissance en épaisseur du volcan se développe. Des études récentes (Gautneb & Gudmundsson 1992, Walker, 1993) montrent que les cone-sheet ont des propriétés relativement similaires aux dykes, tant par leur ampleur que par le fait que leur vecteur de dilatation soit perpendiculaire au plan de l'intrusion.

Walker (1990) observa que, le long des îles hawaïennes, les rift zones tendent à être alignées alternativement parallèlement au mouvement de la plaque Pacifique au-dessus du point chaud et parallèlement aux principales failles transformantes telles celles de la zone de fractures de Milokai. Ces failles sont des plans de faiblesse exploités par le magma du point chaud. Les rift zones de Samoa sont alignées ouest nord-ouest parallèlement à la direction du mouvement de la plaque à l'exception de celles de Tutuila qui sont alignées est nord-est, direction grossièrement parallèle à celle de la faille transformante des Fidji du nord. On suppose qu'une extension de cette faille était en cours lorsque le point chaud se trouva aligné sur Tutuila lors du mouvement de la plaque (Walker & Eyre, en préparation).

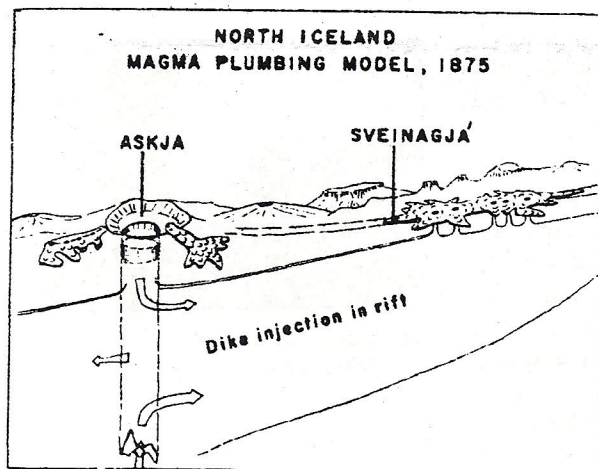
Autres facteurs

Vitesse de développement d'un rift

Pendant l'éruption du Mauna Loa de 1984, la région sommitale commença à se casser et les fissures se propagèrent rapidement sur 15 kilomètres le long de la rift zone nord-est à une vitesse moyenne de 1,2 km/h (Lockwood *et al.* 1987). L'éruption sommitale du Kilauea de 1959-1960 fut suivie, 24 jours plus tard, par une activité dans le rift 47 kilomètres en aval (McDonald 1962). Au cours de sa dernière éruption de 1983, une fissure dans le flanc du strato-volcan Miyakejima s'étendit latéralement sur 4,5 kilomètres à une vitesse comprise entre 1,5 et 2,4 km/h (Aramaki *et al.* 1986).

De temps en temps, des essais de tremblements de terre apparaissent dans des rift zones et ont des focus et des épacentres qui migrent progressivement le long du rift, ce qui laisse supposer qu'ils marquent une propagation latérale de dykes en biseaux (bladed dyke). En Islande en 1978, les épacentres de tels essais migrèrent sur une distance de 27 kilomètres à partir du Krafla à une vitesse moyenne de 1,6 km/h (Einarsson & Brandsdottir, 1980). Les focus d'une autre crise sismique, en août 1981 (une parmi les nombreuses des années 80), situé dans la rift zone sud-ouest du Kilauea, migrèrent sur 12 kilomètres le long du rift à une vitesse de 2,6 km/h (Klein *et al.* 1987). Ces tremblements de terre n'ont pas été suivis d'éruption, le dyke n'ayant pas atteint la surface. De tels essais sismiques sont des signes clairs, bien qu'indirects, d'"excursion" latérale du magma.

Les éruptions basaltiques en 1874-1875 du Sveinagja en Islande, situé entre 50 et 70 kilomètres de l'Askja et l'effondrement simultané de la caldera de ce dernier est une preuve plus tangible de la migration latérale du magma (Sigurdsson & Sparks 1978).



Structure interne Askja (Sigurdsson *et al.* 1978)

A suivre

Réponse photo-mystère: Il s'agit du volcan Banda Api aux Molluques. Quant à la position on vous laisse le choix... le sommet semble ne pas manquer de sel...



VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE

Mythes et légendes (suite)

De nombreux temples jalonnent les grands volcans sacrés du Japon, ce pays aux huit millions de dieux. Le royaume du dieu Soleil est le célèbre FUJI, le symbole de pureté et d'éternité, que plus de 100 000 croyants gravissent chaque année. Comme le catalogue comporte des centaines de types de timbres sur ce volcan, les énumérer ici serait sans intérêt. La dernière éruption, en 1707, est trop lointaine pour avoir été reprise sur un timbre. Le YT 880, diffusé en 1967, a été choisi. Fig 1. Valeur 7 sfr. Oeuvre de Taikan Yokoyama, pour l'année internationale du tourisme.



Fig 1

L'Aso accueille aussi beaucoup de pèlerins en quête de pureté.

Il est des individus dont la résistance est amoindrie: vieillards solitaires, hommes d'affaires ruinés ou amoureux déçus. Ils viennent alors se jeter dans le cratère Mihara-Yama du volcan Oshima.

A Java subsiste une légende selon laquelle la fille d'un roi aimait le Merbabu. Toutefois, le Mérapi s'était déjà épris d'elle et pour que la belle ne soit pas approchée par son préféré, le Mérapi lui barra la route avec des nuées ardentes et des lahars (l'écart entre les deux monts est de 10 km).



Fig 2

A Bali, tous les cent ans, se déroule une grande cérémonie: l'Eka Dasa Rudra, qui a lieu au pied du volcan Agung, dans le temple hindouiste du Besakih. Après six cents ans de sommeil, voilà que le volcan entre en éruption. Il semble que cette année-là, en 1963, année de la nouvelle cérémonie, les rites ouvrant la fête soient un peu négligés par les officiants. La vengeance des dieux est terrible. Les Balinais conclurent à l'irritation des dieux du Bien. Ce sont alors 1184 personnes qui périrent dans les nuées ardentes et les coulées de boue. Des croyants pensent qu'un nouveau cataclysme surviendra lors de la prochaine cérémonie. La Fig 2, YT 346, représente le timbre, émis en 1963, par l'Indonésie en faveur des victimes des calamités.

Au Salvador, une éruption sous-lacustre survint en 1879 dans le lac ILOPANGO (Islas Quemadas). Les indigènes considérèrent que la déesse qui y séjourne s'était mise en colère, irritée que le gouvernement y ait mis en service une embarcation à

vapeur. Aussi la divinité s'apaisa lorsqu'ils eurent sacrifié un jeune enfant, jeté pieds et poings liés dans le lac. Celui-ci est à la Fig 3. YT 139 de 1896. Valeur 0,50 sfr.

Nous le constatons, les grands thèmes de la tragédie classique: amour, rivalités et combats dramatiques, se retrouvent dans les moeurs à travers les siècles et en tous points du globe, avec une personnalisation des volcans.

Au Pérou, un volcan se réveille en 1600: le Huaynaputina. Il dort de nouveau depuis. En raison de la chute de cendres, Arequipa, située à 70 km de là, au pied du Misti, est plongée dans l'obscurité. La population y voit la fin du monde décidée par Dieu en colère, pour la punir de ses péchés. Des couples illégitimes se marient, les débiteurs s'empressent de régler leurs dettes. Pour les Indiens, c'était la réaction de leur volcan contre les Espagnols. Ils tuèrent donc cochons, poules et moutons et se livrèrent à des orgies en attendant la mort. Cependant il leur semble curieux que le Misti ne se réveille point pour aider le Huaynaputina à chasser les colons. L'explication était la suivante: le Misti était devenu chrétien, les Espagnols l'ayant baptisé Saint François. Les Postes



Fig 3

n'ont représenté que le MISTI, en 1932 sous les numéros YT 279 à 283 et en Aériens en 1974. YT 379. Fig 4. Valeur 0,50 sfr.



Fig 4

Présent

A/Italie ETNA

La variabilité de l'activité du volcan le rend imprévisible dans son comportement. L'accalmie observée de temps à autre dans les productions aux cratères est interprétée comme des signes précurseurs d'une explosion importante. Aussi l'accès à la partie sommitale n'est alors pas recommandée aux touristes, d'autant plus que les guides refusent l'accompagnement.



Il n'existe que deux timbres sur la région de l'Etna. L'un est de 1977, YT 1299, et le second émis en 1989 est le YT 1819. C'est ce dernier que nous reproduisons à la Fig 5. Valeur 2 sfr. Il s'intitule GIARDINI NAXOS. Lorsque l'on se tient sur les gradins du théâtre grec de Taormina, on voit, au loin devant soi, l'Etna et, en contrebas, le golfe de Giardini où s'étendait l'antique cité de Naxos, la première colonie grecque de la Sicile, fondée en 735 avJC et détruite trois cents ans plus tard par Syracuse.



Fig 5

B/Montserrat SOUFRIERE HILLS

Dans l'Arc des Antilles, les habitants de la petite île de Montserrat vivaient paisiblement entre deux cyclones et n'imaginaient pas que leur volcan, qui dormait depuis 1630, leur donnerait des soucis avec son réveil tumultueux le 18 juillet 1995. Bien que peu d'habitants soient menacés (moins de 5000), et que la situation géographique des lieux soit éloignée de nos grands centres d'intérêt, l'information détaillée sur cet événement a parfaitement circulé.



Fig 6

Des nouvelles récentes parviennent régulièrement sur l'évolution de la crise. A ce jour, celle-ci n'a pas provoqué de modification notable à l'édifice tel qu'on le voit depuis la mer et tel qu'il est représenté sur les timbres.

Le massif concerné est constitué de deux mamelons d'une hauteur inférieure à 1000m: Chances Peak à gauche et South Soufrière à droite. L'Administration a émis une série de dix valeurs en 1932. La Fig 6 est le YT 77. Valeur 2 sfr. Cette même série de dix éléments a reparu en 1982. La zone active actuelle (Castle Peak) est située à la petite pointe que l'on devine entre les dômes. Une carte de l'île est apparue dans un timbre de 1951. YT 118.

C/ Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF) SAINT PAUL

Au sud de la Nouvelle Amsterdam, près du 40° Sud, il est une île volcanique française, code 0304-03, dont la forme révèle un stratovolcan, et sur laquelle la dernière éruption se produisit en 1793. Sa surface ne dépasse pas 7km². Elle est inhabitée mais ce ne fut pas toujours le cas. Rares sont les documents qui la rappellent comme tristement célèbre à la suite de l'épisode tragique des "oubliés" de Saint Paul en 1930-31. Après des faillites en métropole, les personnes travaillant à la conserverie furent oubliées. Les survivants ont été sauvés plus d'un an plus tard par des bâtiments de la Marine.

Les TAAF ont émis en 1969 un timbre pour la Poste Aérienne représentant remarquablement l'ILE SAINT PAUL. YT PA17. Valeur 85 sfr.



Fig 7

YT: Catalogues Yvert et Tellier

B. Poyer



DOSSIER DU MOIS - DOSSIER DU MOIS - DOSSIER DU MOIS - DOSSIER DU MOIS - DOSSIE

Si tous les volcans indonésiens se ressemblent plus ou moins par leur type d'activité, ils cachent en fait des situations tectoniques assez différentes. L'arc volcanique indonésien se décompose en fait plusieurs parties assez distinctes : A l'Ouest, l'arc de la Sonde regroupe les îles de Sumatra, Java, Bali, Lombok, Sumbawa et Flores et à l'Est, l'arc de Banda, plus modeste comprend entre autres Timor, Damar, Teon, Serua...

La partie Nord-Est de l'Indonésie (Sulawesi et Moluques), quant à elle, se trouve, au vu de travaux récents, dans une situation géotectonique assez particulière. Cette région s'est en effet développée au milieu d'une interaction complexe de 4 grandes plaques lithosphériques (Eurasie, Mer des Philippines, Indiennes et Pacifique) et de nombreuses autres plus petites. L'arc volcanique des Sangihe dans la région de la Mer des Moluques comprend la partie Ouest du seul exemple connu d'une collision faciale entre deux arcs insulaires. Ce «face à face» étonnant engendre une double subduction entre l'arc de Halmahera et l'arc des Sangihe (voir figure 1). La double zone de plongement marque la subduction d'une petite plaque lithosphérique océanique, la plaque de la mer des Moluques, laquelle est simultanément engloutie le long de ses marges Est et Ouest. La zone de Benioff plonge avec un angle de 45° et s'étend jusqu'à 230 km sous la plaque de la mer des Philippines vers l'Est mais plonge encore plus abruptement avec un angle allant de 55 à 65° jusqu'à une profondeur de 680 km sous la plaque de l'Asie du Sud-Est sur laquelle s'est édifié l'arc volcanique (Cardwell et al., 1980). La différence de longueur des zones sismiques entre l'Est et l'Ouest de l'arc pourrait être relié soit à une durée plus longue ou à une vitesse plus rapide de la subduction Ouest sous l'arc des Sangihe. L'arc de Halmahera est l'arc externe le plus court de l'affrontement. Sur la grande île d'Halmahera on trouve deux volcans très actifs de cette région, le Gamkonora et le Dukono et plusieurs autres, régulièrement ac-

TECTONIQUE ET VOLCANISME DE L'EST INDONÉSIEN

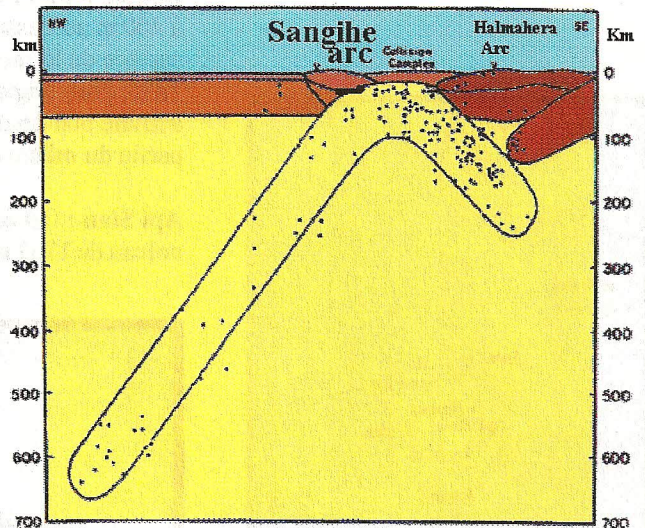


Fig.1 Coupe schématique double subductions de Silver & Moore (1978)



Volcan Dukono Photo V. Clavel

la plus au Sud, entre le volcan Awu sur l'île de Tahuna et le volcan Soputan sur la grande île de Sulawesi. Le front volcanique qui marque l'arc se trouve entre 100 et 110 km au-dessus du sommet de la zone de Benioff qui va de Tongkoko au volcan sous-marin Banua Wuhu, et les volcans sont localisés à environ 70 km derrière ce front. L'activité volcanique de cette zone est caractérisée par des produits de nature basaltique à dacitique.

Dans la partie qui va du Nord de Sulawesi à l'île de Tahuna dans l'archipel des Sangihe, on trouve un grand nombre de volcans dont la plupart ont connu des phases éruptives au cours de l'histoire récente.

tifs, comme le Makian ou le Gamalama sur de petites îles. L'arc des Sangihe, quant à lui, d'une longueur de 550 km et d'une largeur d'environ 70 km s'étend du Sud de l'île de Mindanao aux Philippines jusqu'aux groupes des îles Kawio et Sangihe au Nord-Est de Sulawesi. Plus de 25 volcans quaternaires s'égrènent tout au long de cet arc, mais le volcanisme actif actuel est confiné dans les 330 km de sa partie



Explosion dans le cratère du Dukono Photo Aventure & Volcans



DESRIPTIF SOMMAIRE DES VOLCANS DE L'ARC DES SANGIHE (DU NORD AU SUD)

Awu : situé sur l'île de Tahuna, le volcan Awu s'élève à 1312 m au-dessus du niveau de la mer (3300 m depuis le plancher océanique). Ce volcan andésitique possède un large cratère de 1800 m x 1400 m pour une profondeur d'environ 390 m actuellement occupé par un lac. Plus de 15 phases éruptives explosives s'y sont produites depuis 1640 dont certaines ont été très meurtrières.

Banua Wuhu : Ce volcan sous-marin est situé à 45 km au Sud de l'Awu et s'élève à 400 m au-dessus du plancher océanique. Il est actuellement à environ 5 m sous la surface de la mer, mais il a émergé plusieurs fois au cours de son histoire. Depuis 1835, cinq éruptions y ont été enregistrées dont la dernière certaine en 1919. Une activité non-confirmée a été signalée en 1968. L'île adjacente de Mahengetang fait partie du même édifice.

Api Siau : Cet édifice appelé également Karangetang est un impressionnant strato-volcan de 1762 m de hauteur (2700 m au-dessus du plancher océanique) qui occupe

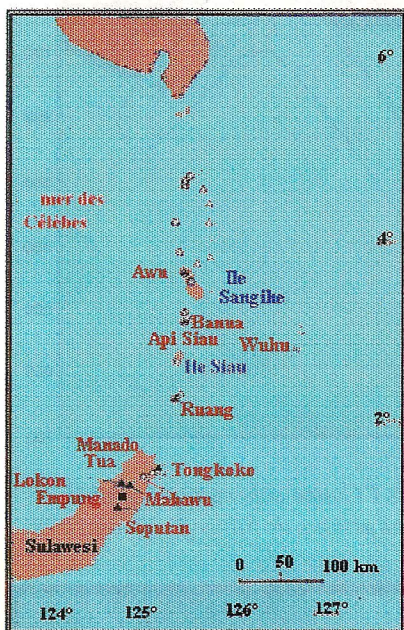


Fig. 2 - Carte de localisation des volcans de l'arc des Sangihe.



Cône de l'Api Siau photo H. Gaudru, 1994

la partie Nord de l'île de Siau. Le sommet est constitué de 5 cratères accolés, alignés sur une direction Nord-Sud, dont le plus grand mesure 350 m de diamètre. L'activité du volcan a été fréquente depuis 1675 principalement au niveau de la zone des cratères. En 1976 une coulée de lave en blocs de 0.2 km³ s'est épanchée sur le flanc Sud. En 1979, une explosion a donné naissance à un nouveau cratère sur le flanc Nord-Nord-Ouest à environ 1300 m d'élévation. En 1994, deux dômes actifs occupaient respectivement le Nord-Est et le Sud-ouest de la zone sommitale. La petite île de Makalehi, à 20 km à l'Ouest de Siau présente la morphologie d'une jeune structure volcanique avec un petit lac de cratère à son sommet, mais aucune datation n'y a été encore effectuée.

Ruang : Ce volcan, le plus au Sud de l'archipel des Sangihe, culmine à 722 m au-dessus du niveau de la mer (1700 m au-dessus du plancher océanique). Son sommet est occupé par un cratère d'environ 500 m de diamètre partiellement rempli par le dôme de l'activité de 1949. De fréquentes éruptions s'y sont produites depuis 1808, la plus récente étant l'émission de cendres depuis le cratère sommitale en 1976.

Au Nord-Est du Ruang, on trouve l'île de Tahulandang, ancien volcan éteint au cratère brêché vers le Nord. Il semblerait que ce centre éruptif appartienne au même édifice que le Ruang.



La terminaison de l'arc des Sangihe, sur la partie Nord de la grande île de Sulawesi, comprend 4 volcans historiquement actifs: Tongkoko, Mahawu, Lokon-Empung et Sopotan, et 4 volcans actuellement inactifs, mais morphologiquement jeunes le Duasudara, le Klabat, le Manado Tua, et l'Ambang. Une vaste caldera, celle de Tondano, 30 x 20 km occupe cette partie de Sulawesi. Selon des études récentes, il apparaîtrait que les volcans Lokon-Empung, Mahawu et Sopotan soit localisés sur le rebord supposé de cette caldera d'effondrement.

Tongkoko : Ce volcan s'élève à 1149 m au-dessus du niveau de la mer et occupe la partie la plus au Nord de l'île de Sulawesi. Sa partie sommitale est constituée par une vaste dépression de 1,4 km x 1 km allongée sur une direction Nord-Ouest - Sud-Est. Un dôme de basalte andésitique occupe une partie du plancher de la caldera. Sur le flanc Est on trouve un cône parasite, le Batuangus, siège de l'activité depuis 1801. Sa dernière activité a été caractérisée par l'émission d'une coulée de lave en 1880. Un autre dôme de dacite de 3 km de diamètre marque le flanc Sud-Est du volcan.

Le Duasudara, un volcan éteint se trouve, non loin du Tongkoko, dans la direction Sud-Ouest.

A 10 km vers l'Ouest-Sud-Ouest du Duasudara, un autre volcan de forme conique, le Klabat atteint l'altitude de 1995 m au-dessus du niveau de la mer.

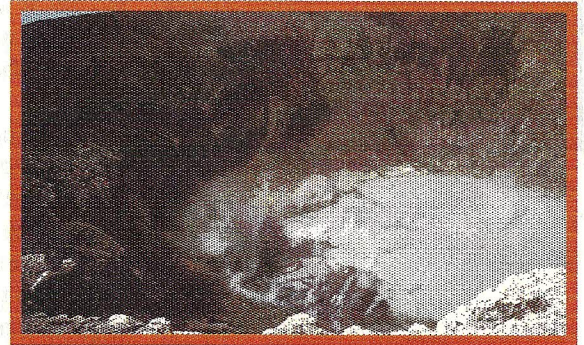
Mahawu : situé à environ 30 km au Sud-ouest du Tongkoko, ce volcan qui culmine à 1331 m au-dessus du niveau de la mer présente la particularité de posséder un lac dans son cratère sommital. Ce cratère de 500 m de diamètre et d'environ 150 m de profondeur renferme en effet un lac d'acide vert-pâle dont le volume a été estimé à 40.000 m³. Ce lac est environné par de très actives zones de solfatares comprenant des fumerolles, des marmites d'eau chaude, des bassins de boue et des geysers. Quatre éruptions y ont eu lieu depuis 1789, dont la plus récente en 1904 sous la forme d'une éruption phréato-magmatique. Des lahars ont dévalé les pentes du volcan en 1958 en tuant une personne.

Lokon-Empung : Cet édifice, situé à 35 km au Sud-Ouest du Tongkoko est en réalité un ensemble de 4 centres éruptifs distincts alignés selon une direction N10°Est. Le plus ancien et le point culminant de l'ensemble est le Mont Lokon qui atteint l'altitude de 1580 m au-dessus du niveau de la mer. L'activité s'est ensuite déplacée soit vers le Sud, où l'on trouve le dôme de rhyolite appelé Irang, dans les parties basses du Lokon, ou vers le Nord où s'est édifié le cône de l'Empung. De fréquentes activités se sont produites sur l'Empung entre 1350 et 1800. Mais l'activité la plus récente est confinée au niveau du cratère de Tompaluan, une dépression de 350 m x 300 m et d'une profondeur d'environ 150 m située sur le col entre les volcans Lokon et Empung. Sa dernière période d'activité explosive remonte à 1991.

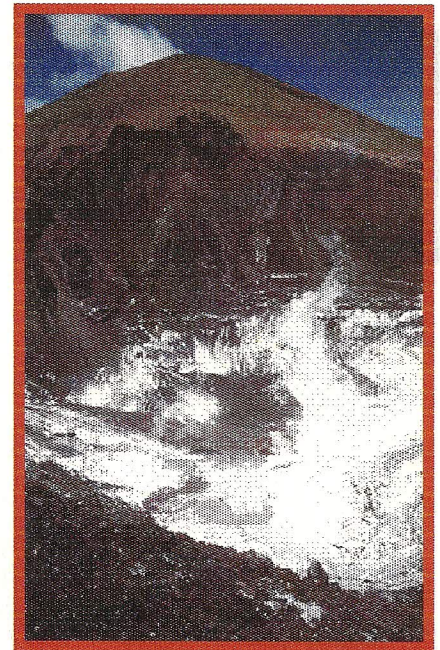
La petite île de Manado Tua, au large de la ville de Manado, est également un jeune cône volcanique qui n'a pas eu d'activité historique.

Sopotan : Situé à 50 km au Sud-Ouest du Tongkoko, le Sopotan est le plus au Sud de l'arc. Ce volcan culmine à 1789 m au-dessus du niveau de la mer, mais à environ 1100 au-dessus des plaines environnantes. Ce strato-volcan est ses cônes parasites sont composés de tephra et de coulées basaltiques à olivine. Avant 1900, l'activité était confinée à sa partie sommitale, mais en 1901, l'activité a migré à un cône adventif sur le flanc Nord-Ouest du volcan, le Aesopot. En 1915, l'activité s'est déplacée d'environ 500 mètres vers le Sud-Est en donnant naissance à un autre cône, le Aesopot Weru. Par la suite, l'activité a de nouveau été localisée au niveau du cratère. Actuellement le cratère du Sopotan est rempli par un impressionnant

SULAWESI



Lac d'acide du Mahawu (Sulawesi)
photo H. Gaudru, 1994



Cratère du Tompaluan, volcan
Lokon-Empung photo H.
Gaudru, 1994



Bibliographie sommaire
Volcanism accompanying arc-arc collision in the Molucca sea, Indonesia, M.G. Morrice et Al., 1981
Volcanoes of the World, T. Simkin and L. Siebert, 1994
Volcanic hazards related to Tondano caldera, F. Lecuyer, A. Gourgaud et P. Vincent, 1995
Les volcans indonésiens, Sulawesi et Moluques, H. Gaudru, 1993

Texte du dossier du mois
 Henry Gaudru

dôme de lave dépassant de plusieurs dizaines de mètres la lèvre Nord et Nord-Ouest. Le Soputan a connu plus de 25 éruptions depuis 1785.

Ambang : Cet édifice andésitique apparemment éteint se trouve à 50 km au Sud-Ouest du Soputan. Il culmine à 1795 m au-dessus du niveau de la mer. Une activité non confirmée s'y serait produite en 1845 (?)



Cratère du Soputan (Photo V. Clavel)

Una Una ou Colo : Ce petit édifice de 500 m de hauteur, situé au milieu du bassin de Gorontolo, occupe une situation assez particulière par rapport aux autres volcans. Cette île volcanique avait connu quelques éruptions explosives ou phréatiques au cours de son histoire (1898, 1938), mais quand le volcan est entré en éruption en 1983 ce fut presque une surprise. L'une des plus violentes éruptions de ce siècle dans cette région généra un panache de 15 km de hauteur et occasionna des retombées de cendres à plus de 900 km vers le Sud-Est de Kalimantan.

ZOOM - ACTUALITE ZOOM - ACTUALITE ZOOM - ACTUALITE ZOOM - ACTUALITE ZOOM

ACTIVITÉ DU KILAUEA EN FÉVRIER 1996

Photos M. Caillet

Dans cette rubrique nous aimerions donner la priorité à l'image en fonction d'un sujet ayant une certaine actualité

Lac de lave du Pu'u O'o, bien agité après la pause de février



Arrivée en surface des laves sur la plaine cotière

