

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

SVG

6/97 Bulletin mensuel



GENEVE

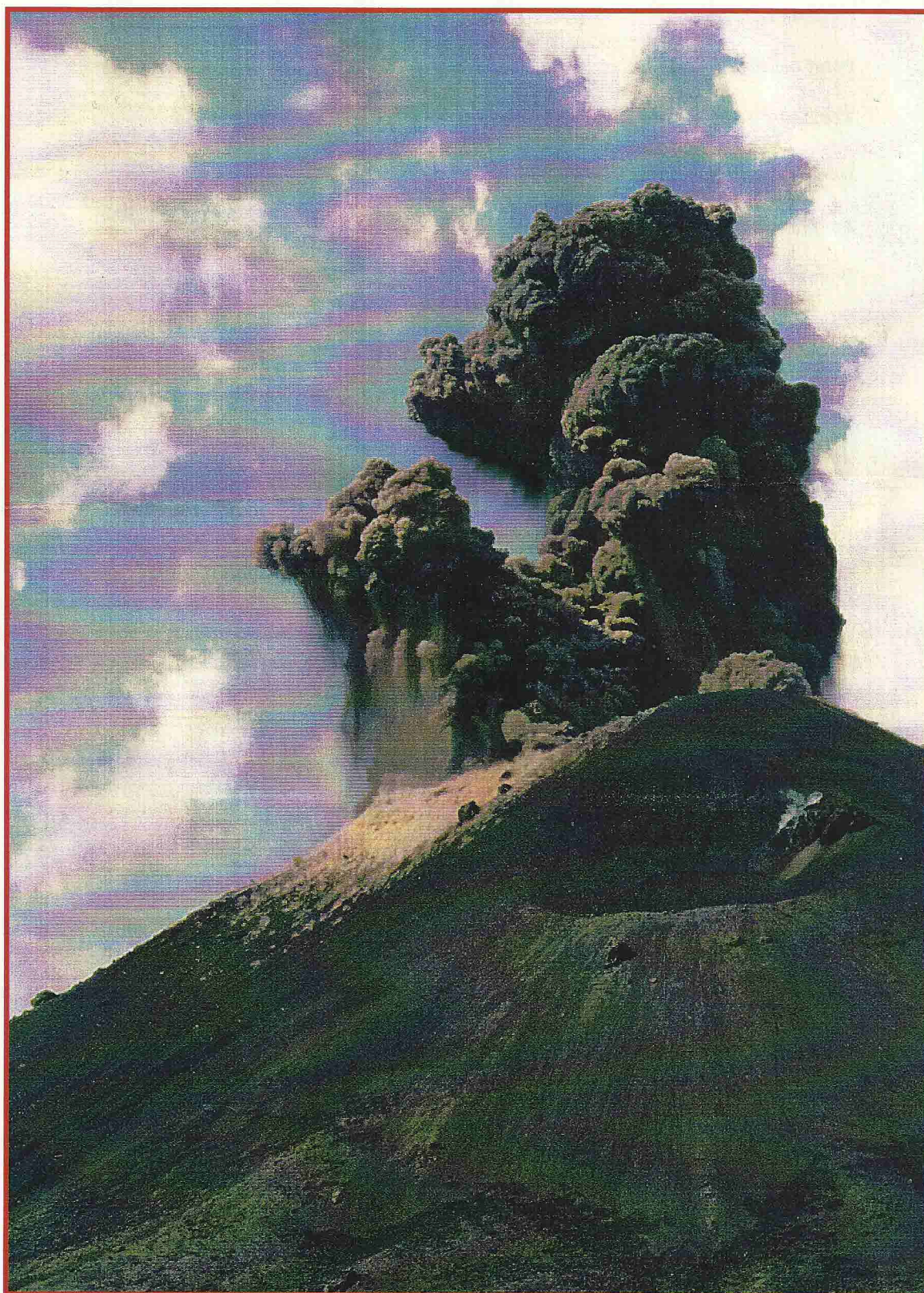


Photo Guy de Saint Cyr ©

SOMMAIRE

Volcans-Infos		p.1
	Congrès IUS	p.1
	Musée des volcans (Aurillac)	p.1
	Vidéo volcan	p.1
Activité volcanique		p.1-2
	Etna	p.1
	Popocateptl (Mexique)	p.2
	Karangetang (indonésie)	p.2
	Montserrat	p.2
Récit de voyage:		p.3-7
	Exploration lac de lave Ambrym (Vanuatu)	p.3-7
Point de Mire		p. 8-13
	L'éruption en cours de Montserrat	p. 8-13
Volcano-Philatélie		p.13-14
Dossier du Mois		
	Volcans du Kamchatka	C1-C4
Zoom Actualité		
	L'éruption du Pu'u O'o	C5-C6
Document		
	Lac de lave du Marum, Vanuatu	C6

En plus des membres du comités de la SVG, les personnes suivantes ont participé à ce bulletin: Inès et Franck Tessier (Vanuatu), B.Poyer (Montserrat & philatélie), R.Schlüssel (Pu'u O'o) et les personnes qui aident bénévolements pour les corrections, l'assemblage et les envois. Leurs efforts rendent possible ce bulletin.

DERNIERES MINUTES- DERNIERES MINUTES DERNIERES MINUTES

Eruption du Pu'u O'O: les coulées s'approchent de nouveau de l'océan.

Une coulée a franchi la rupture de pente de la grande faille Pulama Pali, dans la région SW de district de Royal Garden. Elle provient d'une bouche au pied SW du Pu'u O'o et pourrait atteindre l'océan dans la région Kamoamo. Le 10 juillet elle était à 1,6 km de la côte, à l'altitude de seulement 120 ft (36m) [Info. I.Tengan, HVO, Volcano Listserv] (voir aussi p. C-5-6).

DERNIERES MINUTES- DERNIERES MINUTES DERNIERES MINUTES

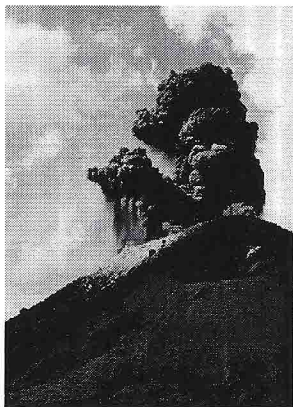
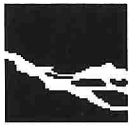


Photo de couverture :Explosion à L'Anak Krakatoa, le 31 mai 1997. Photo Guy de Saint-Cyr (Aventure & Volcans) .

Adresse: 73, cours de la Liberté, 69003, Lyon,tél.
0033 4 78.60.51.11

**Aventure
et
Volcans**
Randonnées & Découvertes
sur les volcans en activité



VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS

Comme nous l'avions mentionné dans un précédent bulletin, du 10 au 17 août aura lieu à la Chaux-de-Fonds (Neuchâtel) un congrès international de Spéléologie, réunissant 60 pays différents et qui a lieu tous les 4 ans. Il y aura, le 15 août (de 9h à 18h), une session avec des présentations sur des études concernant les tunnels de lave, en particulier à Hawaii (lieu : au Gymnase, NW de la ville). Il y a des possibilités de s'inscrire pour une journée spécifique. Parallèlement au congrès se déroulera SPELEMEDIA, festival international multi-media sur la spéléologie et les images souterraines. Cette manifestation originale promet d'être très spectaculaire, avec des images en 3D.

A Aurillac, dans le Cantal, le Muséum des volcans vient d'ouvrir ses portes. Situé dans le château de St Etienne qui domine la ville, il est composé de quatre salles, chacune organisée autour d'un thème: «Une planète agitée...la Terre» (trois maquettes), «Le Cantal sur une terre qui change» (histoire géologique du Cantal), «Des volcans et des hommes» (Surtsey, Islande, 1973) et «Le Cantal, volcan aménagé» (évolution du massif du Cantal de l'époque glaciaire à nos jours).

L'éruption qui a commencé à Montserrat en 1995 est en passe de devenir, pour les volcans gris, l'une des mieux documentées du siècle (après celles du St. Helens et du Pinatubo) grâce à l'implantation immédiate du Montserrat Volcano Observatory (MVO) et au travail des équipes associées. Le dôme d'andésite qui poursuit sa formidable croissance lente et silencieuse, entrecoupée seulement de spectaculaires coulées pyroclastiques (nuées ardentes) est devenu la passion de David Lea. La présente cassette est la troisième d'une série où il s'applique à retracer la chronologie de l'éruption. Les images (extraordinaires) illustrent remarquablement le dynamisme éruptif. Agrémentées de l'interview de volcanologues et d'habitants, elles évoquent aussi les conséquences humaines et socio-économiques au plan local. La moitié de l'île a en effet été évacuée dans l'attente d'une éventuelle explosion paroxysmale (The Big One). Plymouth, la capitale blanchie par les cendres, seul port de l'île, est devenue une ville fantôme, condamnée à être reléguée comme l'ont été St-Pierre de la Martinique après 1902 ou Basse Terre après 1976.

Cette vidéo offre une qualité esthétique et pédagogique remarquable. Celle-ci la désigne au plus large public (enseignants des écoles, collèges, lycées et universités, volcanologues professionnels ou amateurs, et tous les curieux du grand public qui seront étonnés de découvrir de près les fameuses nuées ardentes et leurs effets de dévastation quasi-instantanés, dans le cadre merveilleux des îles Caraïbes.

Techniquement, les prises de vues dénotent dans ce volume III une grande maîtrise du caméscope, des enchaînements visuels et du sens du reportage, agrémentée de la musique de Clover Lea. Les nuées ardentes sont parmi les mieux filmées au monde. En VO cette cassette III et les vol. I et II sont disponibles à la SVG pour les enrégés (*). Mais les interviews en anglais des habitants évacués, pourtant très intéressants au plan humain, sont longs et difficiles à suivre. C'est pourquoi David Lea prépare une version en français (60 mn) qui bénéficiera des coupures nécessaires. Les non-anglophones et les puristes pourront attendre ce prochain «Best of David Lea» qui sera adapté au public francophone pour l'achat par correspondance.

ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE

Un regain d'activité est signalé à l'Etna, avec des explosions stromboliennes au cratère SE visibles depuis Catania (visibles (avec un peu de chance...) aussi sur la camera "live" (Montagnola) sur le web). Un cône interne se construit (voir Bull. SVG 2/97 et LAVE, 67), duquel sortent parfois de courtes coulées. Par ailleurs, des observateurs au sommet, le 14 et le 24 juin, signalent une activité explosive quasi-continue par des bouches, alignées NS-SE au fond de la Bocca Nuova et également la présence éphémère de coulées intracratériques. La plupart des projections restent à l'intérieur du cratère. La Voragine et le cratère NE semblent plus calmes.

CONGRÈS SPÉLÉO session sur les tunnels de lave



Rens. Wanda Stryjenska, 2
rue Sillem, CH-1207
Geneve,
tbitterli@datacomm.ch

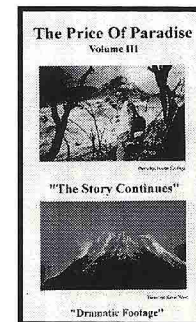
<http://www.unine.ch/UIS97/>

MUSÉUM DES VOLCANS

Muséum des Volcans, Château St Etienne,
15000 Aurillac (mi-février fin octobre du mardi
au samedi de 10h à 12h et de 14h à 18h, juillet-
août ouverture supplémentaire le dimanche de
14h à 18h)

VIDÉO SUR LES VOLCANS

L'éruption de Soufriere Hills,
Montserrat : The price of
Paradise, vol. III:
the story continues David Lea
Revue J. Feraud



Prix: 30.- US\$
(port inclu)

Cette cassette et
les autres
volumes (I,II)
peuvent être
commandés, en
précisant le
volume désiré
et en envoyant
un chèque en
dollars à :
David Lea,
P.O.Box 758,
Oldsmar,
Florida, U.S.A.
34677

(*) les trois volumes sont disponible à l'emprunt aux séances mensuelles de la SVG

ETNA : explosions visibles depuis Catania

Réf. Dr J.C. Tanguy et B. Behncke <http://www.geomar.de/personal/bbehncke/STROMBOLI.html>



POPOCATEPETL : nouveau paroxysme

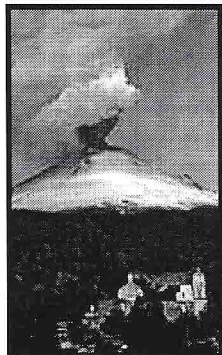


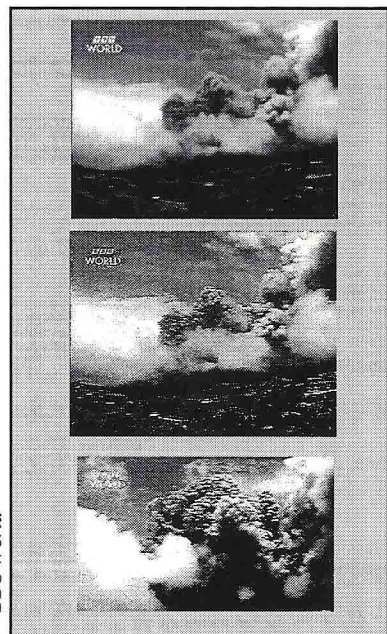
Photo CNN-web

[Réf. <http://washingtonpost.com>; Stromboli On-Line
<http://www.ezinfo.ethz.ch/ezinfo/volcano/>]

KARANGETANG (INDONESIE) : évacuation d'un village

[Réf. Agence France-Presse et <http://www.nando.net> et <http://www.geology.link.com/today/>]

MONTSERRAT : violente activité, premières victimes



BBC World

Images TV BBC-World du panache
associé aux nuées ardentes du 25 juin

Réf. Special report 03-29 June 1997 draft
pyroclastic flow activity on 25 June 1997
<http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/west.indies/soufriere/govt/>

Le 30 juin dernier, une nouvelle et violente phase explosive s'est produite sur le géant mexicain, provoquant des retombées de cendres sur la ville de Mexico City, distante d'environ 70 km du volcan. Elle fut suffisamment importante pour provoquer la fermeture provisoire de l'aéroport international de la capitale mexicaine. C'est la première fois depuis plus de 70 ans que des retombées de cendres viennent perturber la vie des habitants de cette cité géante (zone urbaine de 22 millions personnes). C'est durant l'après-midi du 30 juin que cette violente activité explosive s'est produite, projetant des laves incandescentes à plus de 450 mètres de haut et libérant un panache de cendre qui est monté à environ 12000 mètres et des retombées jusqu'à des villes en bordure du Golf du Mexique, comme Veracruz à plus de 250 km du volcan. De plus, un lahar important (dépôt 3 m épaisseur) s'est propagé sur le flanc du volcan, sans faire heureusement des victimes. Ce nouveau paroxysme, depuis le réveil en décembre 1994 du volcan a soulevé une nouvelle fois des rumeurs d'évacuation, pouvant affecter plus de 300.000 personnes.

Une nouvelle éruption a débuté, le 19 avril, sur ce volcan isolé des îles Sanghie (nord de l'Indonésie). Des explosions et des coulées de lave ont provoqué l'évacuation en juin d'environ 400 personnes d'un village. Malheureusement trois personnes ont été tuées probablement par une coulée pyroclastique issue de l'effondrement du front d'une coulée visqueuse. Ce strato-volcan de 1784 m d'altitude est un des volcans le plus actif de Sulawesi Nord. Son activité est caractérisé par des explosions stromboliennes et des coulées, mais également par des coulées pyroclastiques et des lahars. Plus de 40 éruptions ont été répertoriées depuis 300 ans.

Le 25 juin dernier, l'éruption de la Soufriere Hills de Montserrat a pris une tournure tragique avec la mort de neuf personnes et la disparition de treize autres. Un survivant a été retrouvé, avec des brûlures, le 8 juillet (13 jours après l'éruption). Les équipes de secours travaillent dans des conditions difficiles, vu l'épaisseur des dépôts et surtout le risque de nouvelles nuées ardentes.

C'est à 12h55 (heure locale), le 25 juin et durant 25 minutes qu'une série de coulées pyroclastiques se sont propagées sur le flanc nord du volcan, suivant le tracé des vallées, atteignant presque la mer. Entre 100 et 150 maisons ont été détruites dans différents villages touchés par les nuées ardentes.

Ces tragiques événements sont la conséquence d'un déplacement, vers la mi-mai, de la zone de croissance du dôme, vers la partie nord de l'English Crater. Fin mai, le dôme avait rempli cette partie du cratère et les premiers éboulements s'échappaient pour la première fois en direction du nord. Début juin, certains de ces éboulements généraient des coulées pyroclastiques, qui pouvaient parcourir plusieurs kilomètres au fond des différentes vallées entaillant ce flanc du volcan. Les responsables du MVO (Montserrat Volcano Observatory) avaient déjà en mai modifié les zones à risques maximum pour y inclure ces régions septentrionales. Toutes les observations (sismiques, déformations, etc) suggéraient, avec des phases cycliques d'inflations et de déflations, que le dôme était dans une phase de croissance rapide et que la pression interne de la cheminée d'alimentation était élevée. Ces événements importants n'ont donc pas été une surprise pour les scientifiques du MVO, qui avaient lancé des avertissements au public dans leurs rapports quotidiens de début juin.

Ces coulées pyroclastiques du 25 juin proviennent de l'effondrement d'environ 4 à 7 millions de m³ de lave du dôme. Il n'y a pas eu de véritable composante explosive durant cet épisode, mais cela reste l'activité la plus violente depuis le réveil du volcan. Les dépôts ont recouvert une surface de plus de 4 Km², avec parfois des épaisseurs suffisantes pour recouvrir complètement des maisons. Les vitesses mesurées (à partir d'un film vidéo) pour une nuée dans sa partie finale (distale) se propageant en terrain plat, ont atteint plus de 100 km/h. Des mesures de vitesses pour des nuées ardentes dans la Tar River, partie haute ont atteint des valeurs impressionnantes de 60 à 80 m/s (210 à 280 Km/h!) [Scientific Report 66, 7.6.97, MVO].

Contrairement à des phases précédentes, le niveau d'activité est resté élevé même après ces puissantes nuées ardentes.



RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT

Cratère du Benbow

Le nombre de volcans actifs et la caldera de 2 lacs de lave actifs font du Vanuatu un site privilégié. L'environnement humain et naturel y est aujourd'hui encore préservé. Depuis plusieurs années maintenant, la caldera d'Ambrym attire les spécialistes en matière de volcanologie. Le cratère du Benbow est l'un des deux cratères en activité comportant en son sein, un lac de lave permanent. Cependant, du fait des difficultés d'observation du lac logé au fond du cratère il s'est avéré indispensable d'utiliser des moyens techniques adéquats pour pouvoir se rapprocher de celui-ci. C'est ce que nous nous sommes proposés de faire lors de notre dernière expédition du mois d'avril 1997. **Nous attirons l'attention du lecteur sur le caractère engagé -et non sans risques- que revêt cette descente: elle s'adresse uniquement à des spécialistes des manoeuvres de cordes, connaissant parfaitement le terrain volcanique de surcroît.** Les informations rapportées ici conservent leur caractère informatif et ne sont en aucun cas des «recettes» prêtes à l'emploi. Après une première reconnaissance effectuée en août 1996 dans le cratère du Benbow, nous décidions d'y retourner pour tenter d'approcher le lac de lave. C'est donc avec environ 400 mètres de cordes, une trentaine d'amarrages et plus de 200 kg de matériel, au total, que nous avons organisé une véritable petite expédition sur la caldera d'Ambrym.

L'objectif de cette mission était double: d'une part, explorer le fond du cratère pour en faire une description sommaire et observer l'activité du lac de lave en situation rapprochée; d'autre part, tenter de réaliser un prélèvement de lave afin de déterminer ses caractéristiques. Nous avons pu atteindre notre premier objectif sans réussir à concrétiser le second, le lac étant bien moins accessible qu'il ne paraissait. Nous sommes restés à pied d'oeuvre sur la caldera et à l'intérieur du cratère pendant 12 jours consécutifs, dont 11 jours de pluie incessante. Cet article a pour objet de souligner les principaux problèmes d'ordre technique et matériel relatifs à l'exploration du cratère et de rapporter des éléments d'observation de l'activité volcanique.

Un premier problème, d'ordre technique, qui s'était déjà posé lors d'une 1er reconnaissance sur le site, était celui du choix adéquat des amarrages. Il est vrai que le terrain volcanique n'est pas propice à l'utilisation des ancrages traditionnels (type spéléo ou montagne). Pour constituer l'ancrage de tête sur le bord du cratère nous avons mis au point un système facile à installer et fiable sur le plan de la sécurité: il s'agit d'une cornière métallique en T de 1,80 m enfoncée à l'aide d'une masse dans la cendre sur les 3/4 de sa longueur au minimum; cette cornière est placée dans la contre-pente du bord du cratère et légèrement inclinée dans le sens opposé à la traction (voir schéma). Un corps mort, constitué d'un sac à gravats rempli de cendres et/ou de blocs compacts, était relié au piquet d'amarrage par une élingue métallique de 3m afin d'exercer une traction permanente sur ce dernier dans une direction opposée à celle de la corde. Le corps mort, qui peut être enterré dans la cendre, constitue également le premier point d'amarrage pour la corde en amont de l'ancrage de la cornière. Pour des raisons de sécurité, l'ensemble du système peut être doublé pour respecter ainsi la règle classique du double amarrage en tête de puits. En dépit de toutes les précautions d'usage, la corde est continuellement exposée aux frottements et aux chutes de pierres; c'est la raison pour laquelle, il est conseillé de prévoir une autre corde indépendante sur laquelle on place un noeud -ou un appareil- autobloquant permettant d'enrayer une chute éventuelle.

Pour éviter les nombreux frottements de la corde, il est nécessaire de fractionner la descente. Pour cela, nous avons envisagé l'utilisation d'une vis sans fin fabriquée initialement pour les ancrages des bateaux; le principe a été retenu avec la construc-

EXPLORATION DES LACS DE LAVE DE LA CALDERA D'AMBRYM ARCHIPEL DU VANUATU

F. Tessier et I. Margaritis

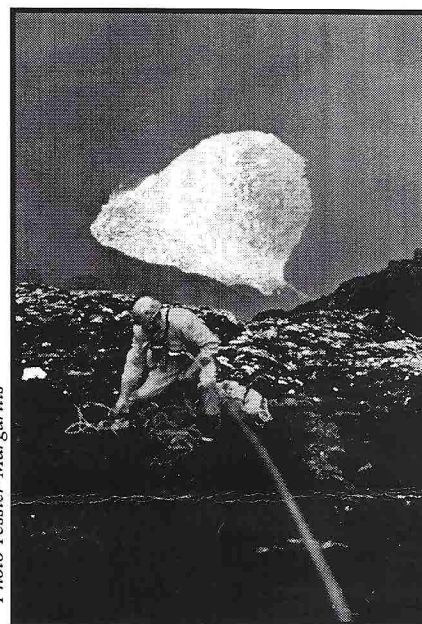


Photo Tessier-Margaritis

Descente dans le cratère du Benbow, 14 avril 1997

Matériel & techniques

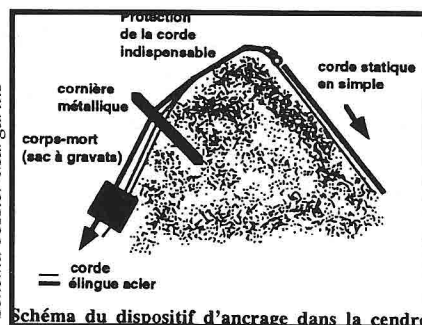


Schéma Tessier-Margaritis

Schéma du dispositif d'ancrage dans la cendre

Erratum: dans notre article «Visite au volcan Ambrym» du Bull. SVG 5/97 et la carte jointe, nous avons marqué MERUM à la place de MARUM, pour le cône voisin du Benbow dans la caldera d'Ambrym



[* Réf. «Un système d'ancrage dans les sols volcaniques» P. Fortin, LAVE, No 67, juin 1997]

tion d'un modèle original conçu par Pierre Fortin dont l'utilisation s'avère efficace. Le modèle que nous avons testé avait une poignée en forme de T et une longueur de 55 cm (voir article P. Fortin, Lave juin 97*). Ce type d'amarrage peut être rapidement mis en place dans les terrains meubles (mêmes tassés) et semble d'assez grande fiabilité. Cependant l'acier est un matériau qui conduit la chaleur et il faut éviter les zones d'activité fumerollienne. La longueur de la vis pourrait être augmentée et il serait avantageux de pouvoir disposer de vis de longueur différente en fonction de la nature du terrain. Si la nature du terrain se prête assez bien à l'utilisation des ancrages à vis, il n'en est pas de même pour les quelques blocs de rochers à spiter: en effet, ces derniers sont soit trop tendres, soit trop riches en éléments métalliques, ce qui rend impossible toute tentative d'utilisation d'un tamponnoir normal. Il est préférable d'utiliser une perceuse à accus équipée d'une mèche au tungstène.

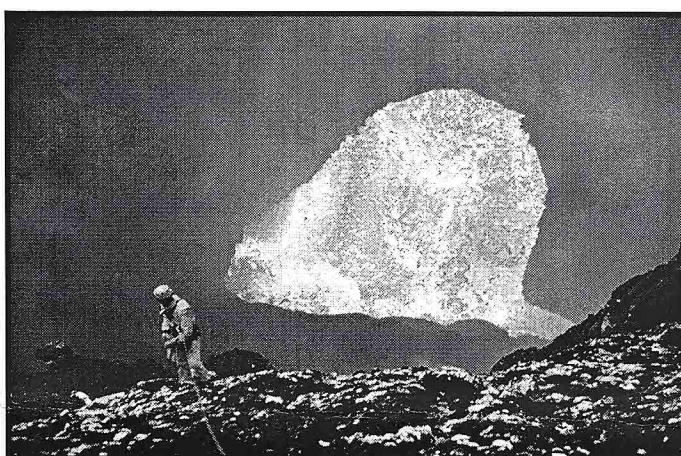


Photo Tessier-Margaritis

Descente dans le Benbow, 14 avril 97

Après 8 mois d'exposition à l'atmosphère acide du cratère et bien que situées à l'extérieur de celui-ci, les chevilles autoforrantes classiques étaient complètement corrodées à l'extérieur comme à l'intérieur du pas de vis et, par conséquent, inutilisables. Il est impératif d'utiliser des matériaux inoxydables. Il en est de même pour les plaquettes et les vis qui rouillent en quelques dizaines d'heures. L'utilisation d'élingues en acier et d'échelles souples type spéléo, très pratique dans les cratères, est soumise également au problème de la corrosion. Il faut être extrêmement attentif à l'état du matériel qui se dégrade très rapidement. A signaler également le risque de corrosion chimique pour les appareils photographiques: nous avons utilisé un appareil étanche dont le verre de visée externe a été entièrement dépoli en 20 heures! Il est très probable que l'acide fluorhydrique soit responsable de cette corrosion rapide. Ceci reste à confirmer par des prélèvements de gaz sur le terrain.

L'utilisation de masques à gaz dans les cratères de la caldera d'Ambrym peut s'avérer très utile. Nous avons, cette année, particulièrement souffert de l'inefficacité de nos masques lors du contournement de la première terrasse à l'intérieur du cratère du Benbow; la concentration inhabituelle de gaz lors de notre progression était due en grande partie à l'absence de vent à cet endroit. Par ailleurs, l'étanchéité du masque doit être parfaite et le débit des valves inspiratoires et expiratoires suffisant pour permettre une élévation du débit ventilatoire en rapport avec la progression en terrain varié. Il ne faut pas hésiter à essayer le masque et vérifier son étanchéité ainsi que ses performances au cours d'une hyperventilation volontaire. L'utilisation de masque intégral, qui couvre complètement le visage, permet de se protéger contre les pluies acides.

Quand on souhaite se rapprocher d'un lac de lave en fusion au centre d'un cratère on imagine difficilement qu'un endroit pareil puisse être le théâtre de véritables crues. Lorsqu'il pleut beaucoup et longtemps, le cratère du Benbow joue véritablement le



rôle d'entonnoir pour les eaux de pluie. Il semble d'ailleurs exister un seuil au delà duquel la capacité d'absorption du cratère est dépassée. Après des précipitations importantes, toutes les ravines du cratère voient leur débit augmenter considérablement. L'écoulement d'eau se fait en direction de la 1^{er} terrasse pour former un ensemble de rivières qui alimente un superbe lac dont le diamètre augmente proportionnellement à la quantité d'eau tombée. Il est vrai que la période d'avril est encore pluvieuse mais l'importance des précipitations qui caractérisent ce site doit nous faire réfléchir. Ce phénomène de crue est à anticiper au moment du choix des sites de descente et du positionnement de la corde: il faut se méfier des goulets d'étranglement qui peuvent canaliser une grande quantité d'eau.

Certaines roches érodées par les précipitations pluvieuses sont très agressives pour les cordes et on doit absolument éviter les frottements; les cordes de diamètre important (11 mm type Industrie), résistantes à l'abrasion, nous ont donné entière satisfaction. Il faut éviter tout contact entre la corde et la cendre humide qui adhère parfaitement à la gaine et qui accélère l'usure de celle-ci en utilisation.

Description

Pour nous rendre sur la caldera d'Ambrym, nous avons affrété, cette fois ci, un Cessna pour 2 personnes et la totalité de l'équipement (environ 200 kg de matériel); cette solution très pratique a permis de gagner du temps, elle reste cependant assez onéreuse. Nous avons inauguré depuis un atterrissage avec un plus gros appareil (icelandair) qui autorise un fret plus important mais qui coûte également plus cher... L'atterrissage dans la caldera n'est pas toujours réalisable et il faut penser à l'imprévu. Pour l'anecdote, nous avons dû repousser de 2 jours notre départ en raison d'un problème de pression d'huile dans le train d'atterrissage de l'avion... nous avons échappé de justesse à la commande d'une pièce détachée en Australie... L'atterrissage direct sur la caldera n'est pas incompatible avec une descente à pieds si on décide de rester quelques jours sur place. Il est alors de bon usage d'utiliser les services des porteurs (au minimum 2) pour le retour au village, ce que nous avons fait. On peut également faire le choix de les garder pendant toute la durée du camp, ce qui peut se révéler très enrichissant et utile en cas de problème; il faut alors prévoir pour eux de la nourriture, une tente et des vêtements contre la pluie. Comparativement aux régions de l'Himalaya il n'y a pas de tradition de portage au Vanuatu; il ne faut donc pas s'étonner de leur refus de porter une charge trop lourde ou encore de leur départ précipité en cas de pluie sur la caldera Il faut toujours garder à l'esprit que si les conditions atmosphériques ne sont pas bonnes, c'est tout simplement parce que le volcan est fâché... Lors d'une très récente mission sur le Benbow, nous avons eu le plaisir de voir un de nos porteurs descendre sur la 1^{er} terrasse et enchaîner le début de la descente vers la seconde terrasse avec pour seule et unique motivation, celle de nous aider et de voir le lac de lave (bravo Jimmy !).

Comme l'année précédente nous avons choisi de dresser un camp de base en contrebas du Benbow, ceci afin d'éviter la traversée de la caldera Cet emplacement présente cependant l'inconvénient d'être exposé aux vents dominants qui soufflent parfois avec violence et aux nombreuses ravines qui drainent les eaux de pluie. La température, à l'intérieur de la caldera, est généralement plus basse que sur les bords de celle-ci du fait de l'exposition au vent. Nous avons installé un autre camp, plus léger, sur la première terrasse du Benbow (voir croquis): le site a été choisi pour être protégé des crues, des chutes de pierres et des gaz. Le cadre est grandiose, bien qu'un peu austère, mais probablement très agréable lorsqu'il ne pleut pas. Le camp est utile si l'on sou-



Photo Tessier-Margaritis

Cratère Benbow depuis son bord externe

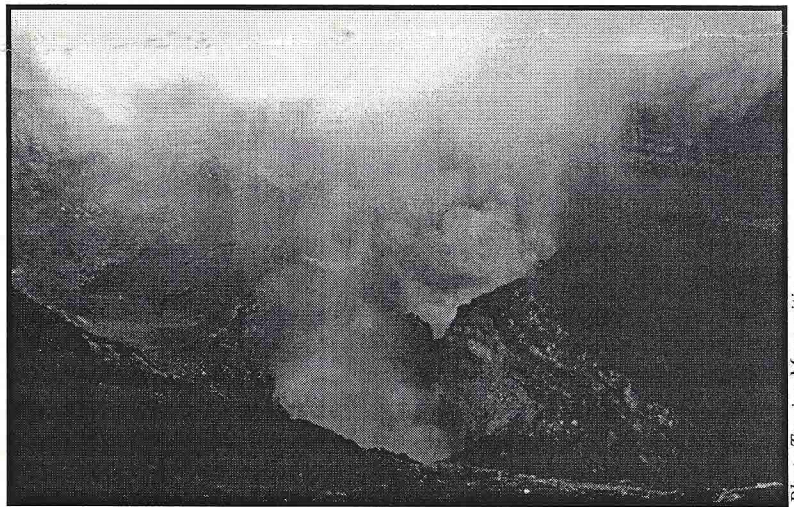
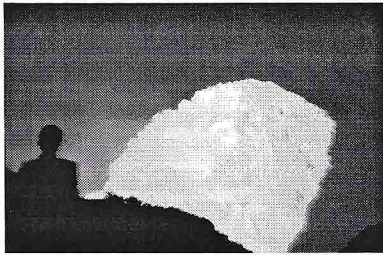


Photo Tessier-Margaritis

Intérieur du cratère Benbow, vu depuis la terrasse 1, montrant les puits actifs



Photo Tessier-Margaritis



Vue exceptionnelle depuis le «balcon»
(voir schéma ci-dessous), terrasse No 3

haïte rester plusieurs jours, il nécessite cependant toujours une charge supplémentaire puisqu'il faut non seulement s'abriter mais également s'alimenter. En ce qui nous concerne, le poids a été un inconvénient majeur, nécessitant parfois plusieurs séances de portage. La légèreté est un facteur important de succès: plus léger on progresse plus facilement et plus rapidement. Dans le cratère on ne peut compter que sur soi-même. Une équipe de 3 personnes constituée, à notre avis, l'effectif idéal pour transporter le matériel et assurer une sécurité en cas de problème.

Après une descente de 180 m environ le long de parois déclives, on accède à une 1^{ère} terrasse (voir croquis). Il faut contourner ensuite le cratère principal par la droite en franchissant de nombreuses ravines et contourner encore le petit cratère Nord: compter 1/2 heure pas trop chargé (LAVE 63, 1996). On arrive ainsi au sommet du cône de cendre qui jalonne le cratère principal et permet d'avoir une vue plongeante sur le lac de lave (observatoire). Pour accéder à la 2^{ème} terrasse, il faut compter environ 100 m de descente avec une première partie inclinée, la deuxième étant plus verticale (ancrages délicats); après quoi on se trouve au sommet d'une belle pente de cendres décline également. On se rapproche ainsi du lac dont le bruit se trouve considérablement amplifié. Une belle ravine sur la droite (fumerolles visibles) permet d'effectuer la descente sur la 3^{ème} et dernière terrasse (3 spits au

sommet, fractionnements sur élingues en acier, 70 m de corde). Ce parcours est délicat du fait de la présence de gros blocs instables et de la difficulté de devoir fractionner dans des terrains friables. Une dernière pente de cendres constituant probablement les bords d'un ancien cratère -ou d'un ancien lac de lave permet d'accéder au «balcon» (voir croquis), qui surplombe le lac de quelques dizaines de mètres. L'accès au balcon est délicat et des projections intempestives de lave peuvent s'y produire. A cet endroit, le sol tremble en permanence; ce phénomène est très perceptible si on s'assoit quelques instants. D'énormes blocs jalonnent le parcours et constituent la preuve de l'instabilité du terrain (rester sur la droite). Après 18h d'exploration dans le cratère nous étions récompensés de nos efforts, fascinés par le spectacle. L'agitation très importante du magma en surface est due en grande partie à un ressac permanent provoqué par les parois encaissantes du lac. Parfois la pression des gaz est telle qu'elle provoque la chute

d'énormes quantités de matière, notamment au niveau de la partie supérieure du pont rocheux. Il est frappant de constater l'alignement des différentes bouches actives du Benbow qui montre qu'il s'agit bien d'une même unité dans laquelle le magma joue le rôle de fluide dynamique.

Au cours de la remontée, depuis le fond du cratère du Benbow, nous avons remarqué l'existence d'un lueur permanente au niveau de la deuxième bouche du cratère qui laisse supposer que le point d'effusion de la lave puisse se faire à cet endroit. Le pont rocheux qui sépare les deux bouches semble gêner la sortie du magma poussé par la pression des gaz, le seul échappatoire étant le lac de lave. Cette observation permet d'expliquer la formation d'une cascade de lave qui alimente le lac en permanence et qui génère un courant unidirectionnel très visible à l'oeil nu. On peut se poser la question de savoir si le lac est véritablement un cul de sac pour la lave ou si le magma continue à s'écouler en suivant une ligne de fracture privilégiée.

Un mois après notre descente, l'un d'entre nous était à nouveau sur les lieux pour constater que le lac s'était agrandi et qu'une explosion s'était produite, pour témoins ces particules de lave fraîche qui recouvraient les pentes du cratère à l'intérieur comme

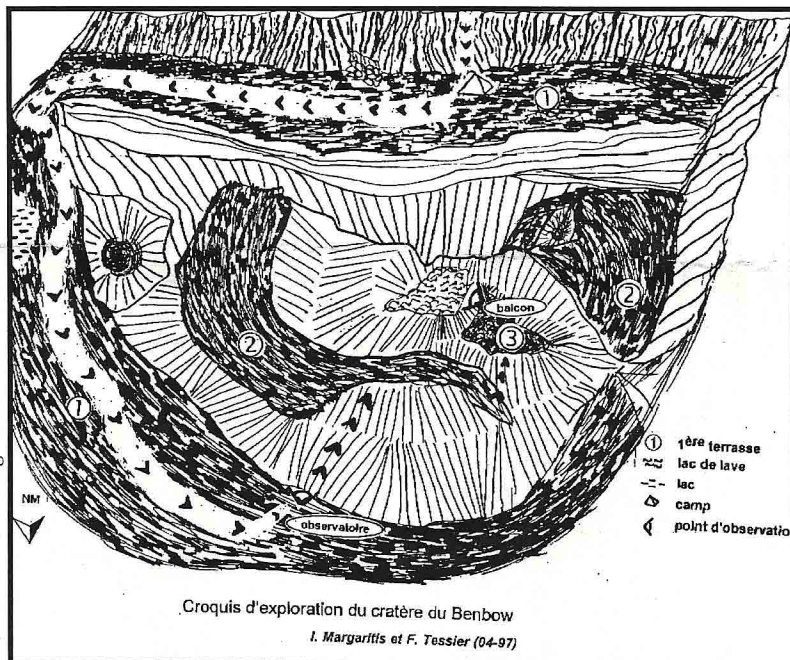


Schéma Tessier-Margaritis

Croquis d'exploration du cratère du Benbow
I. Margaritis et F. Tessier (04-97)



à l'extérieur de celui-ci.

Le lac de lave du Marum est situé non loin de son homologue, le Benbow. Le complexe volcanique est cependant plus vaste avec plusieurs cratères actifs. Une descente de reconnaissance dans le puits-cratère du Niri Mbwelesu Taten (19/04/97) nous a permis de percevoir des bruits d'explosion lointains suivis immédiatement par une recrudescence d'émission de gaz. Aucune activité lavique visible n'était perceptible à cette date.

Lors d'un récent séjour au Vanuatu, j'ai pu effectuer une première descente dans le cratère du Marum (11/06/97) jusqu'à proximité du lac de lave. Les difficultés techniques inhérentes à la progression sont identiques à celles du Benbow. Cependant, l'accès au lac de lave est plus direct du fait qu'il n'existe qu'une seule terrasse encombrée de gros blocs. Les chutes de pierres sont fréquentes et sont difficilement prévisibles. Le volcan avait une activité inhabituelle -de type explosif- avec des projections de



Photo Tessier-Margaritis

Descente d'exploration dans le cratère Marum, le 11 juin 97

lave à distance. Il est intéressant de constater le changement brutal d'activité en 2 jours d'intervalle: en effet, lors d'une première visite, le volcan avait une activité volcanique habituelle, centrée autour d'un ressac incessant du lac de lave et associée à quelques vomissures de lave bruyantes dans un petit orifice situé dans le cratère adjacent plus au Nord. Le jour de l'exploration du Marum, cette dernière bouche était calme au profit - semble-t-il - d'une recrudescence d'activité du lac de lave du Marum. Curieusement, le niveau moyen du lac était descendu d'une dizaine de mètres et on pouvait observer une séparation entre 2 bouches individualisées. L'écoulement de la lave était également visible au fond d'une petite bouche située à quelques dizaines de mètres du lac de lave principal. Les observations visuelles de la lave permettent de dire qu'elle est très fluide avec une couleur qui passe du rouge au jaune d'or. Les explosions du volcan, accompagnés de détonations sourdes (basses fréquences) ont été à l'origine d'une grosse avalanche de blocs modifiant sensiblement la topographie interne du cratère du côté Sud. La descente dans le cratère a nécessité une douzaine d'heures d'exploration et l'itinéraire est encore incertain et reste non équipé actuellement. Il est prévu de dresser une topographie du cratère et d'établir une fiche d'équipement complète. Au cours de mon approche du lac, j'ai pu récupérer, sans aucune difficultés, des échantillons de lave éjectée par la pression des gaz avant même qu'elle ne retombe sur le sol (voir aussi p. C-6).

Le complexe volcanique du Marum

1er descente dans le cratère

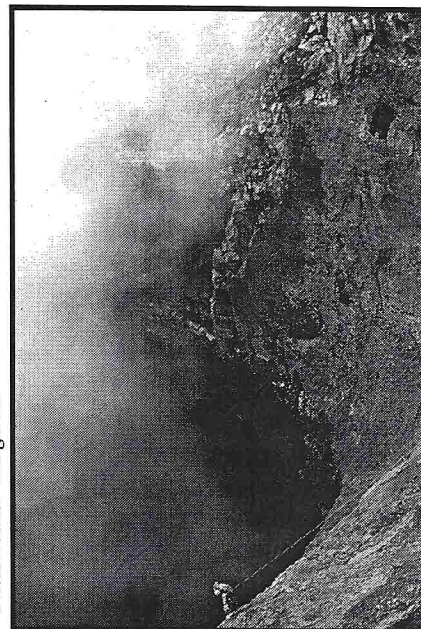


Photo Tessier-Margaritis

Reconnaissance dans le Niri Mbwelesu Taten, 18 avril 97

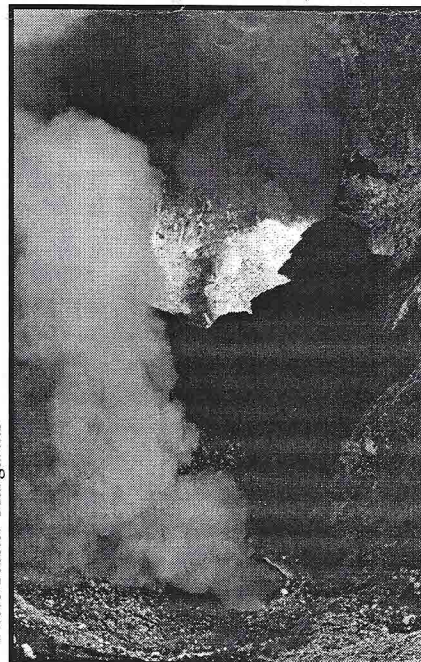


Photo Tessier-Margaritis

Lac de lave, fortement agité, et bouche de dégazage dans le fond du Marum, le 11 juin 97

Ces missions doivent leur réussite au concours des pilotes de l'Air-club de Port-Vila ainsi qu'à M. G. Bourdet Directeur Commercial de la compagnie aérienne VANAIR.

Nous tenons à remercier les porteurs du village de Lalinda le chef, R. Wilfried et sa famille.

Nous tenons également à remercier P. Fortin pour la réalisation et le prêt des ancrages et Michel Lardy (représentant de l'ORSTOM en république du Vanuatu, département de volcanologie) pour son aide sur place.

Info-Internet : textes et photos seront bientôt disponibles (mi juillet 97) sur le serveur de l'UFR STAPS (Université de Nice Sophia-Antipolis).

Adresse: [www http: //mili.unice.fr/ufirstaps/](http://mili.unice.fr/ufirstaps/) (rubrique STAPS DECOUVERTE)



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

L'ERUPTION EN Histoire

COURS DE MONTSERRAT

(notes de voyage)
par Bernard POYER

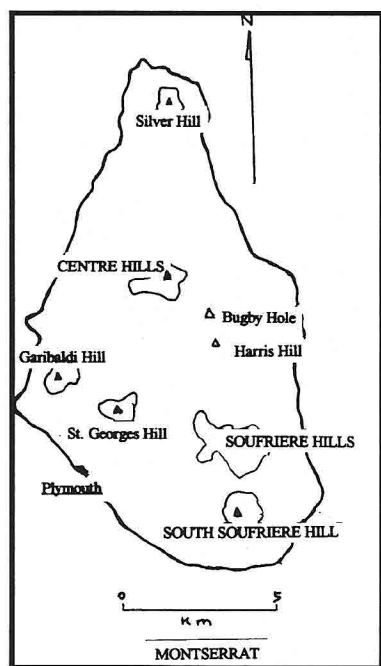
Ce texte de mai 1997 était prémonitoire puisque vient de survenir un important écroulement du dôme faisant les premières victimes depuis le début de l'éruption.



Le nom de Montserrat avait traversé les siècles sans laisser jusqu'ici d'empreinte particulière dans l'histoire mondiale. C'est le nom que C. Colomb donna à une petite île des Antilles dont il longeait les côtes, à midi, le 11 novembre 1493. Lors de ce second voyage il avait déjà croisé au large de la Dominique, puis de Marie-Galante et de la Guadeloupe, et il se dirigeait alors vers le Nord-Ouest, naviguant sous le vent, en laissant défiler à tribord un chapelet d'îles qu'il baptisait tour à tour du nom d'un saint. Il appela donc l'une d'elles «Santa Maria de Montserrate», de la Vierge Noire du Monastère bénédictin dans le massif montagneux de Montserrat de la Catalogne, près de Barcelone.

L'Histoire nous apprend que l'Angleterre, l'Espagne la France et les Pays-Bas se disputèrent âprement la possession de ces nouvelles terres, et que les colons et les esclaves eurent sans cesse de la peine à vivre de leurs récoltes, les besoins des marchés européens étant capricieux. Le passé chronologique de Montserrat de 1600 à nos jours n'est pas aisé à reconstituer car les changements successifs de pavillon se sont effectués lors de batailles et d'incendies, ces événements ayant eu pour conséquence la destruction d'une partie des archives. A cela il faut ajouter que, depuis 1650, l'île fut balayée par plus de 40 cyclones. A ce propos on a relevé dans les dossiers une conséquence géologique: à plusieurs reprises des pans de Fort Ghaut (1737 - 1981) se seraient écroulés. Et puis, comme si les malheurs n'avaient pas assez frappé cette île, il y eut des raids de corsaires, en 1755 et 1821 des épidémies de fièvre jaune, en 1849 de variole, en 1852 de choléra, et, maintes fois les maladies attaquèrent les plantations. Enfin, pour aggraver les conditions de séjour dans l'Arc des Antilles, des phénomènes tectoniques font de cette région l'une des plus turbulentes de la Terre.

Volcanologie et sismologie ... Montserrat fait partie de ces volcans sous-marins générés par la subduction de la plaque atlantique sous la plaque Caraïbe Ses laves, nées dans la zone de Benioff, se classent dans la série magmatique acide, avec, pour manifestation majeure, des andésites.



Carte schématique de Montserrat
(dessin B. Poyer)

Il y a 25 millions d'années de violentes éruptions firent émerger la partie septentrionale de l'arc intérieur des Iles-Sous-Le-Vent (Leeward Islands), dont Montserrat. C'est à 11 millions d'années avant notre ère que les dimensions de l'île se fixèrent à celles observées de nos jours. Les plus anciennes roches se rencontrent à Bugby et à Harris (S-E de Centre Hills).

A 1,55 millions d'années le volcanisme siège à Silver Hill. Il semble que Centre Hills fut la région suivante à se former (pas de datation radiométrique), incluant St. Patrick's Hill (actuel Garibaldi Hill).

South Soufriere Hills s'est édifié il y a 40 000 ans engendrant des coulées de lave à plusieurs époques. Au même moment, ou peut-être un peu plus tard, Roche's Mt. est apparu.

De 24 à 17 000 ans Soufriere Hills a surgi, avec quatre pics distincts: Gage's et Perche's Mt, suivis par Chance Peak et Galway's Mt. L'English Crater est né parmi eux, mais Cassel Peak (Castel Peak), venu plus tard, fit une brèche dans la paroi du cratère. St. George's Hill naquit également à cette époque.

On peut affirmer que les habitants de Montserrat se considéraient épargnés par le volcanisme. Les premiers colons s'étaient installés en 1632 en un point actuellement nommé Olde Towne. Il fallait que ce soit situé près du rivage, pour la défense, dans une vallée alimentée en eau, et au sol fertile. Ils vécurent néanmoins soumis à des conquêtes, des cyclones et à des périodes de sécheresse.

Bientôt ils apprirent qu'un autre fléau les guettait: les séismes. On en compte pas moins de 11 importants depuis 1672, dont l'un d'une magnitude de 7,7 en 1974, et un autre de 6,6 en 1985. En plus des importantes destructions, des glissements de terrain



modifièrent la topographie.

Au fil des années on découvrait à Montserrat la présence, ou la naissance, de très nombreuses sources chaudes.

Le volcanisme actif touchait alors les autres îles. En 1692 le Mt. Misery, de St. Kitts, en avril 1812 la Soufrière de St. Vincent, en 1843 la Soufrière de la Guadeloupe (les séismes qui suivirent firent des victimes et de gros dégâts à Montserrat; le flanc Ouest de Chance Peak s'écroula et Gage's Upper Soufriere apparut). En 1902 la Montagne Pelée de la Martinique et la Soufrière de St. Vincent eurent des éruptions majeures (Montserrat alluma alors ses lumières à midi).

De ces quatre volcans, certes, la Montagne Pelée fut le grand centre d'intérêt, mais l'avancée dans les sciences de la Terre et les progrès récents en tectonique des plaques eurent tôt fait de placer l'Arc des Antilles dans les premiers rangs des régions volcano-tectoniques à haut risque. Compte tenu de la potentialité de prochaines éruptions, des réseaux d'observations permanents furent installés et toutes les disciplines de la géologie s'appliquèrent à comprendre chacun des phénomènes locaux afin de pouvoir un jour se prononcer.

Lorsqu'on circule à Montserrat la morphologie du massif de Soufrière Hills, la puissance des couches de dépôts mises à jour dans les falaises côtières, les coulées devenues apparentes dans les tranchées pratiquées pour les routes, ainsi que les sources chaudes sont autant de marqueurs donnant à penser à un volcanisme latent, prêt à un réveil sollicité par la subduction sous-jacente.

De quand date la dernière éruption à Montserrat? On pense qu'elle a dû se produire il y a 1 000 ou 2 000 ans. Quelques probabilités, non confirmées par les archives, pourraient situer une éruption au XVIème siècle, peut-être avant la colonisation.

A l'évidence, récemment, se produisirent des signes avant-coureurs enregistrés sous forme d'essaims de séismes, suivant de curieux cycles (tous les 30 ans) d'intense activité sismique dans les années 1930 - 1960 et 1990. Ce qui engageait à soupçonner une progression de magma frais à peu de profondeur sous Soufriere Hills.

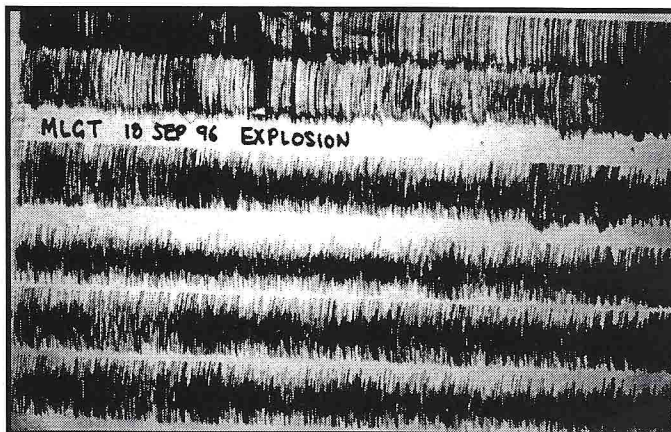
Dans les nouvelles fissures pratiquées, les eaux pluviales commencèrent effectivement à s'infiltrer de plus en plus avant. L'eau des nappes phréatiques, entrant en contact avec les roches à haute température, se surchauffa et gagna la surface en juillet 1995 dans de puissants jets de vapeur, panaches blancs au début, puis rapidement gris car chargés de roche andésitique pulvérisée.

Ce qui confirme que Soufriere Hills est à classer parmi les volcans «polygéniques» dont l'histoire est longue, évolutive et répétitive, comportant des éruptions séparées par des temps de sommeil plus ou moins prolongés.

Soufriere Hills est donc, selon l'expression de Alain de Goër de Hervé, un «volcan rechargeable»!

Juillet 1995: le processus d'une éruption, initialement phréatomagmatique suivie de l'extrusion d'un dôme andésitique, s'enclenchait à Soufriere Hills. Montserrat avait son volcan actif. Les Montserratiens, subissant un nouveau fléau, prenaient des dispositions soit pour quitter leur île frappée par cette crise inopinée, soit pour y demeurer en s'organisant.

Montserrat intéresse maintenant le monde scientifique puisque, d'une part, nous assistons, selon une projection lente, au réveil progressif d'un volcan, et que, d'autre part, en volcanologie, l'unité événementielle de base est l'éruption. A sa seconde année d'existence il n'y a heureusement aucune victime à déplorer malgré explosions et avalanches ardentes, cela grâce aux recommandations, pressantes et renouvelées, édictées par le gouvernement sur propositions du MVO (Montserrat Volcano Observatory),



Tracé sismique du 18/9/96 de l'enregistreur, situé à Long Ground (photo B. Poyer)

Prémices

Eruption

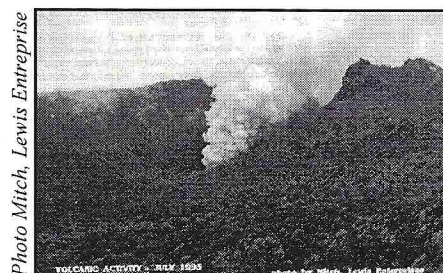


Photo Mitch, Lewis Entreprise

Début de l'éruption avec une bouche de dégazage entre la paroi sud de l'English Crater et l'ancien dôme, Castle Peak, à présent enseveli sous le nouveau dôme



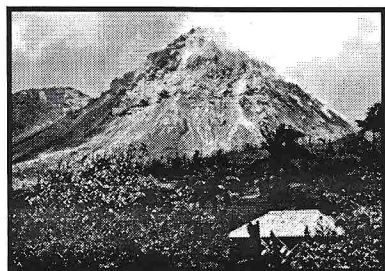


Photo J.C. Tanguy

L'impressionnante masse du dôme actif vu depuis Long Ground, 31.3.97

des bulletins de ce dernier se terminant même parfois par «Individuals who go beyond the...are risking death» (oct 1996).

Le nom de Montserrat n'aura donc pas traversé notre siècle sans laisser à son tour une empreinte volcanique remarquable.

Depuis la réactivation du volcan (18 juillet 1995) des opérations pluridisciplinaires se développent autour de cette éruption, en liaison avec les équipes du MVO. D'abondantes informations toujours très détaillées en provenance du MVO, complétées par les compte rendus des visiteurs scientifiques, circulent sur les réseaux informatiques et alimentent les bulletins. Les rapports de deux réunions spécialisées ont déjà été publiés. Nous sommes ainsi fort bien renseignés; Soufriere Hills est devenu un «volcan laboratoire» fournissant un champ d'étude permanent.

Faits marquants

Cette éruption entrera bientôt dans sa troisième année. Aussi nous semble-t-il nécessaire, avant de relater notre troisième visite sur le terrain, de reprendre succinctement la chronologie des faits, car le phénomène se déroule en plusieurs phases.

- Juillet 1995. Ouverture d'événements d'où jaillissent de puissants et assourdissants jets de vapeur surchauffée (au sommet de Soufriere Hills). Rapidement ces événements éjectent du matériel pulvérisé (cendres). Création immédiate du MVO.

- Août 1995. Chutes de cendres (se poursuivant de nos jours). Puis, définition de zones selon les risques potentiels, et évacuations. Explosions phréatiques. Séismes (pas assez forts cependant pour être tous ressentis par les êtres humains).

- Fin 1995. Extrusion d'un dôme andésitique bréchantique (se poursuivant de nos jours). Celui-ci, logé au sein de la caldera de English Crater, la comble progressivement par ses éboulements périphériques (avalanches sectorielles). Cet édifice se dresse de ce fait à une place déjà occupée par Castel Peak.

- Mars 1996. Ecoulements partiels du dôme et de ses aiguilles lorsque ceux-ci sont trop hauts et trop pentus. Les avalanches se circonscrivent dans la partie Est de l'enceinte en fer à cheval d'English Crater. Les avalanches gravitaires et les nuées pyroclastiques empruntent la Tar River.

- Avril 1996. L'activité se déplace sur le flanc Nord-Ouest du dôme, l'ancienne caldera se remplit des éboulis. Il y a risque de comblement puis de débordement par-dessus la lèvre, et d'avalanches vers Plymouth. Il est constaté que la hauteur du dôme dépasse celle du point le plus haut de l'île (Chances Peak). Des séries de coulées pyroclastiques dans la Tar River génèrent des nuages de cendres atteignant 2700m. Tonnerre et éclairs sont associés à ces nuages chargés électriquement par la vitesse de friction des particules.

- Septembre 1996. Ecoulement d'environ un quart de dôme dans la Tar River. Constitution d'une langue de terre évasée, en forme de delta, gagnée sur la mer. Explosion. Projection de blocs. Colonne éruptive atteignant 12300m. Fermeture temporaire de l'aéroport de Pointe à Pitre, à la Guadeloupe, suite aux chutes de cendres et de lapillis. Récemment, sous la pression du dôme évolutif, de larges fissures apparaissent dans le mur Sud-ouest de la caldera (Galway's Wall). Un risque de blast vers le Sud est évoqué, qui emprunterait la White River. Nouveau tracé des contours des zones dangereuses sur la carte de l'île. Des avalanches dévalent White River. La pente de dôme se confond avec celle du contrefort extérieur de Galway's Wall.

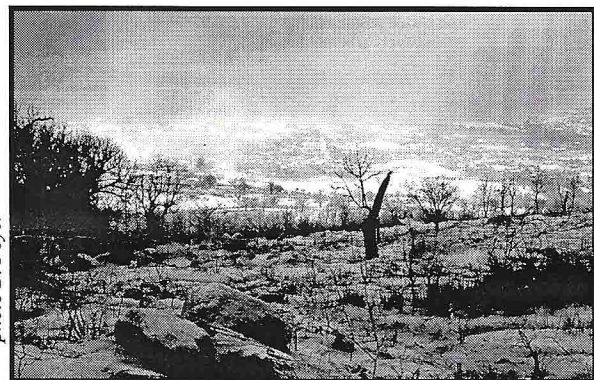


photo B. Poyer

Vue de Plymouth et ses environs, en montant vers Gages

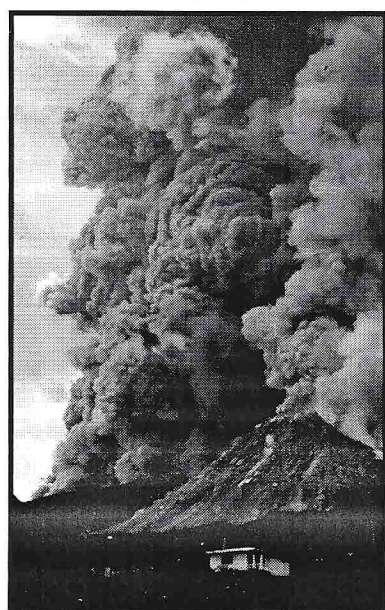


Photo J.C. Tanguy

Panache d'une nuée s'écoulant, dans la White River, le 1 avril 97



Malgré la crise qui se poursuit, les habitants gardent l'espoir d'un rapide retour à la normale tout en ayant eu à accepter contre leur gré des changements dans leur vie. De larges zones du Sud de l'île sont évacuées, la plupart recouvertes d'une épaisse couche de cendres grises et fines, tout à fait semblable à du ciment. Cette poudre impalpable est diffusée en permanence par les panaches du volcan, et le vent marin la soulève en de volumineux et denses tourbillons qui rendent toute circulation routière et pédestre hasardeuse et pénible.

La cendre s'infiltré partout : yeux, nez bouche, chevelure, vêtements et chaussures. Et dans les régions de l'île soumises aux retombées (évacuées) les protections consistent à porter un casque, des lunettes couvrantes et un masque. Les variations des masses d'air en altitude emportent les cendres vers les zones épargnées dans lesquelles résident les réfugiés, et ces fines particules s'insinuent dans les habitations mêmes, toutes issues fermées. Epousseter est une occupation constante. La population était loin d'imaginer, il y a deux ans, qu'elle aurait à écouter à la radio deux fois par jour le bulletin volcanologique, et à inclure dans son langage courant de nouveaux termes tels que tremors, séismes hybrides, signaux d'avalanches, nuées pyroclastiques, jargon devenu partie du vocabulaire. Même le mot «cendre» donne un verbe en anglais, «porter un masque quand il cendre!» (when it is ashing!), et un adjectif, «conduire prudemment dans les conditions cendreuses!» (in ashy conditions!). On se doute bien que les bébés ont aussi à inclure «cendre» dans les tout premiers mots à apprendre. . . Les parties Ouest et Sud de l'île sont invivables, presque impraticables tant la cendre est comparable à une chute de neige poudreuse qui recouvre tout. Les roues patinent, les pare-brises sont abrasés par l'utilisation des essuie-glaces.

L'éruption fait planer sur cette immensité silencieuse et déserte le risque d'un cataclysme qui peut frapper d'un instant à un autre. Et pourtant, il y a une soixantaine de personnes, éparpillées autour du volcan, qui ont refusé l'évacuation (les autorités n'ayant pas encore osé utiliser la force).

Si la population des secteurs menacés a trouvé refuge ailleurs, il n'en est pas de même pour tous les animaux domestiques, notamment les chiens. Certains sont restés sur place, attachés, car ils ne pouvaient pas être réinstallés avec leurs maîtres dans des familles d'accueil déjà à l'étroit. Ces bêtes tournent, enchaînées inquiètes et apeurées dans cet enfer gris. Périodiquement, une équipe fait le tour des points d'attache et fournit eau claire ainsi qu'une ration de croquettes.

Sur une population de 11 000 habitants, 2 000 se sont expatriés, 5 000 sont relogés dans le Nord de l'île et environ un millier de ces évacués vivent encore dans les écoles et les églises. Les enfants suivent leur scolarité sous les tentes.

Observations

Lors de notre séjour, fin avril - début mai, nous avons tenté d'apercevoir, en remontant les vallées Sud-Ouest, au-dessus de St. Patrick, le contrefort Sud de English Crater (Galway's Wall), qui est en phase d'éboulement. En raison du manque de visibilité vers la paroi, les vents rabattant les stratus sur nous, nous n'avons pas longtemps insisté, d'autant plus que la présence de dépôts récents et les aléas dans ce secteur étaient de bons prétextes pour s'éloigner.

Après avoir longtemps surveillé le comportement du dôme dans la partie égeulée Est de English Crater (en étalant nos observations sur plusieurs jours et plusieurs heures durant, en des points fixes situés à Harris Lookout et Bethel) nous sommes convenus que l'absence d'activité dans Tar River en cette période précise pouvait permettre une courte, mais très prudente, approche.

Ayant dépassé Long Ground et garé le véhicule dans le sens approprié à un prompt éloignement, nous étions à Tar River en quelques minutes. La partie haute du dôme était masquée par les nuages. Seule sa base était visible, percée çà et là de fumerolles.

Aperçus sur le contexte actuel



photo B. Poyer

Tourbillons de cendre dans les rues de Plymouth

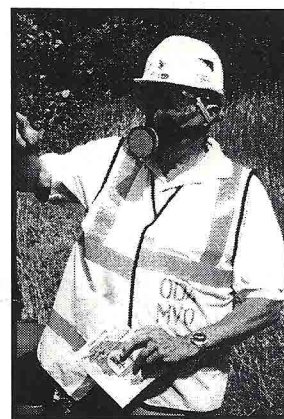


Photo J. Feraud

L'auteur armé jusqu'aux dents !

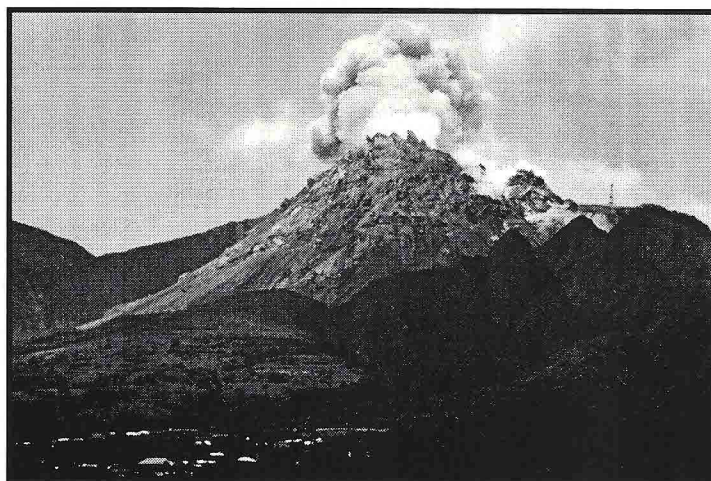
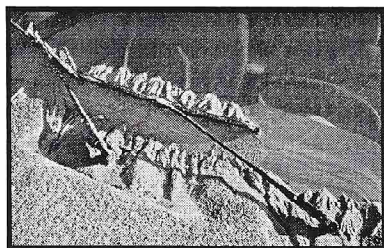


Photo J.C. Tangay

Etat du dôme, vu depuis le NE, le 6 avril 1997



Pare-brise à Plymouth

Photo J. Feraud

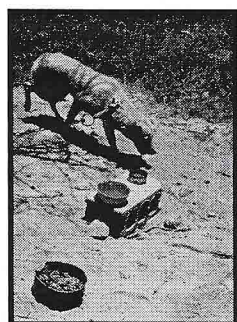
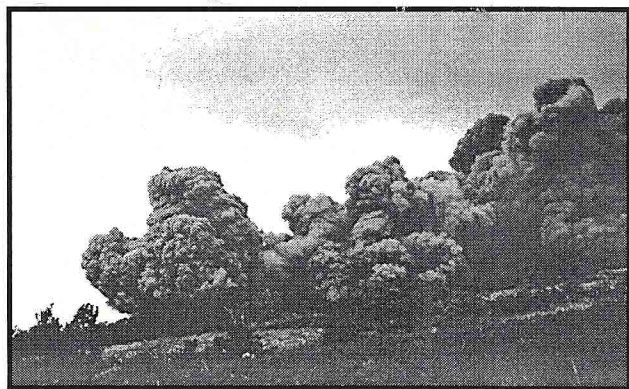


Photo B. Poyer

L'arrête sur laquelle nous nous tenions (Nord-Est) se trouvait au tiers supérieur du vallon. Ce dernier, devenu un large couloir de dépôts pyroclastiques, est de couleur ivoire. Pas un brin de végétation. Tout est arraché depuis la grande nuée de septembre 1996. Aux limites latérales des nuées qui se sont succédé, subsistent les squelettes des arbres calcinés. Certains demeurent toujours dressés, ébranchés, d'autres sont enchevêtrés, arrachés par le puissant souffle. Le relief est criblé de blocs. Au sol, la surface externe des roches est brun-rouge, signe d'une intense cuisson. Une canette de bière est enchâssée dans l'ignimbrite jusqu'au goulot, mais celui-ci, exposé à la nuée, est courbé, tordu par le flux de chaleur qui devait atteindre plusieurs centaines de degrés. Il n'y a pas d'empilements d'éjecta constituant d'importantes strates pyroclastiques (tephra) provenant du site éruptif, les sporadiques explosions ne dispersant les retombées de blocs que sur des aires limitées et selon des épaisseurs négligeables.

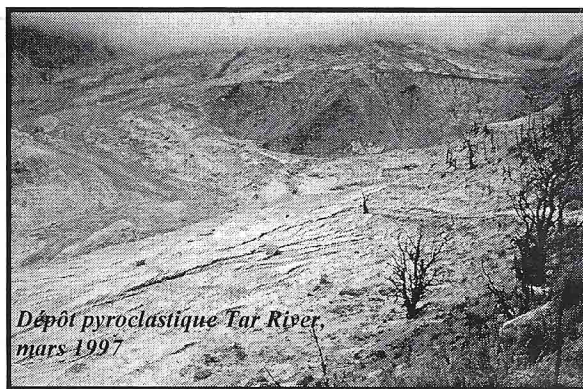
En demeurant attentifs à discerner les moindres signaux qui accompagneraient une avalanche ardente survenant dans les régions supérieures, notre séjour a duré moins d'une heure. Loin en contrebas le delta créé par les roches déversées dans la mer, s'étalait en une large galette claire. Pas un bruit, ni quelque présence. Seule, gisait près de nous ce qui reste d'une grande maison traditionnelle, complètement dévastée, sans toit, ni portes et fenêtres. Autour de nous s'inscrivaient encore dans le sol les cratères d'impact provoqués par les éjecta de l'explosion (les échantillons de ces roches, collectés sur place, révèlent que les gaz exsolus lors de la remontée du magma ont fait éclater les cristaux d'amphiboles).

Il est une image singulière qui frappe: c'est, comme cela fut déjà observé à la Montagne Pelée et à l'Unzen, ainsi que dans les paysages empruntés par les nuées en général, le fait qu'à un mètre près tout peut demeurer intact. Ainsi, si le bâtiment près de nous avait été édifié quelques mètres plus à l'écart il aurait été sans doute épargné, car, à très



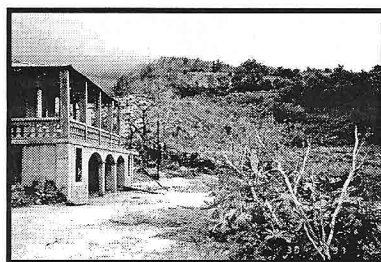
Coulée pyroclastique, Tar River, le 31 mars 1997

Photo J.C. Tanguy



Dépôt pyroclastique Tar River, mars 1997

Photo B. Poyer



Tar River, en bordure de la zone affectée, mars 1997

Photo B. Poyer

courte distance de celui-ci on observait des arbres vivants, verts et feuillus (des rescapés de la Montagne Pelée avaient déjà rapporté qu'une nuée touchant un bord de route, pouvait laisser l'autre bord sauf tant la muraille du blast a un rebord net).

Durant notre visite à Montserrat nous avons pu assister à l'entretien des balises de Global Positioning Systems (GPS) qui permettent de mesurer les déplacements du sol entre deux points du massif. Les écarts portent sur plusieurs millimètres par semaine. De même, le MVO nous a invités à participer à des relevés de pluviométrie au pied de Gages et dans Plymouth. Il s'agissait de recueillir les précipitations sous le vent du cratère de manière à apprécier le niveau d'acidité des gaz. La teinte des feuilles des plantes, dans la région, avait tourné au brun en raison de la présence d'aérosols acides (SO₂) dans les émanations. Il est en effet essentiel de contrôler fréquemment leurs effets sur les hommes et les animaux. Les concentrations dans les gaz, lors de notre passage, étaient encore au dessous des niveaux pouvant affecter la santé. Les analyses sur les échantillons d'eau potable présentaient également des normes rassurantes.

A l'époque de notre visite l'attention se portait un peu moins sur le flanc Est du dôme



(Tar River), les regards étant plutôt concentrés vers la croissance de ce dernier sur son flanc Ouest, risquant de provoquer des avalanches par-dessus Gages, vers Plymouth. L'observation de la progression de l'extrusion montre qu'il y a donc des déplacements assez fréquents du centre de poussée.

Parmi toutes les menaces régnant sur l'ensemble de la région par suite de la croissance continue du dôme, demeurent celles des chutes d'une partie de celui-ci en raison de l'excès de son volume et de sa pente, auxquelles s'ajoute un risque majeur consistant en l'éventuel effondrement d'un flanc de la caldera. Cet effondrement dépendant de la capacité de résistance que l'enclos peut encore opposer à la pression constante, la pente du dôme se confondant maintenant avec des parties du contrefort de English Crater. Si la rupture survient, elle sera soudaine et pourrait entraîner la libération d'une poche de gaz (Galway's Wall, sur le flanc Sud, par exemple). Le scénario, quoique imprévisible, peut toujours être évoqué, puisqu'il en a été presque ainsi en septembre 1996 (lors de l'écroulement d'une grosse partie du dôme): avalanche empruntant Tar River jusqu'au rivage et colonne éruptive de grande altitude avec explosion projetant radialement des blocs.

Tout aussi à craindre sont les «lahars», qui devraient surgir à la saison des pluies, à compter de septembre. Les eaux pluviales vont remanier les importantes retombées et les dépôts vont s'accumuler dans les gorges. La mise en mouvement des cendres, lors du mélange avec les eaux superficielles, pourrait créer des masses de boues qui, déferlant vers l'aval, sortiront des lits en emportant les obstacles freinant leur progression vers l'Ouest (Plymouth) et le Sud-Ouest.

Ces notes, rédigées au retour de voyage, peuvent être altérées en fonction du comportement du volcan. On a vu qu'il a modifié son axe d'activité depuis cette année, de manière imprévisible. Il est intéressant de poursuivre l'observation de cette éruption, et de découvrir quel sera son devenir: déclin, ou bien entrer dans un nouveau modèle?

(Certains passages de cet article peuvent amener des lecteurs à considérer imprudent le fait d'avoir circulé dans des zones à risque. L'auteur consacre, en tout cas, du temps à acquérir préalablement une connaissance des phénomènes du volcan à approcher: histoire - contexte - symptômes rapports scientifiques et observations sur place. Après, c'est une question de chance. Toutefois, la recherche de la connaissance ne doit pas nécessairement inciter à tenter l'expérience. Néanmoins, la passion a ses raisons...).

Evolution ?

Bibliographie sommaire

Sociologie :

- *Montserrat - Marion M. Wheeler. 1988 - Volcano - Cathy Buffonge 1997*
- *Video «The price of paradise». David Lea. 1997*

Volcanologie :

- *MVO. Rapports périodiques*
- *MVO/VSG. Réunion du 27/11/1996*
- *«Les dômes de lave: construction et destruction». Séance SGF. Paris 13/03/1997 Remerciements à Jean Feraud pour la relecture de ces notes*
- *Mai 1997*

VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE

Nous avons observé, dans un précédent article, le mécanisme de la subduction (Iles Salomon). Il faut malheureusement se contenter de cette unique coupe qui figure grossièrement une marge continentale active et un arc insulaire. Une autre lacune est l'inexistence de timbres représentant les coupes des phénomènes «collision - volcanisme intraplaque - points chauds, et volcanisme crustal». Nous nous contenterons de distinguer, plus loin, les édifices, visibles en surface, issus de tous ces systèmes.

Marge continentale - Arc insulaire

Lorsque le magma basaltique n'atteint plus la surface, la force volcanique s'exprime par des éruptions explosives pliniennes, courtes, à caractère phréatomagmatique; puis l'activité prend définitivement fin. Le cratère se comble alors et s'obstrue par une couche d'argile permettant la formation d'un lac (maar). Ces dépressions, ni larges, ni profondes, sont notamment observées dans la Chaîne des Puys, dans l'Eifel, en Turquie, en Nouvelle-Zélande, aux Philippines et dans les Monts Albains près de Rome. Il n'y a pas d'images de ce type de lac de cratère à part celle du Berekhat Ram situé dans le volcanique plateau du Golan (Israël) YT 534 de 1973-75. Fig 1. Ce lac est une énigme pour les géologues: il n'est alimenté d'aucune source et il n'a pas de déversoir; or son niveau demeure invariable quelle que soit la saison.

Maars



Fig. 1



Volcans explosifs (dits «gris»)



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Volcans effusifs (dit «rouges»)



Fig. 5



Fig. 6



Nous ne prenons pas le risque d'énumérer dans ce chapitre important tous les timbres figurant les volcans de ce type, car leur nombre est grand. Seuls les plus représentatifs apparaissent ici. Les autres seront présentés, par région, lorsque nous ferons le tour du monde.

Le volcanisme explosif, que nous connaissons bien maintenant, est issu en grande partie de la «digestion» d'une croûte océanique qui s'enfonce lentement sous une autre croûte, que celle-ci soit continentale ou elle-même océanique, selon une pente appelée Plan de Benioff. Il suffit donc de repérer sur le globe les lieux où se situent les marges et les arcs insulaires, et de rechercher les pays ayant émis des timbres sur les volcans liés à cette nature de volcanisme (Rittmann les classifiait en «Série Pacifique»).

Le volcanisme des Andes et de la Cordillère nord-américaine, fortement explosif, est représenté par le cône du MOMOTOMBO (1260m) au Nicaragua. Le premier timbre que le Nicaragua a sorti, en 1862, représente ses armoiries qui consistent en une chaîne de montagnes avec le Momotombo coiffé d'un bonnet phrygien. L'image qui ressort le mieux pour cette page est celle du YT 52 de 1893. Fig 2. Ce volcan apparaît d'une manière encore plus satisfaisante en poste aérienne de 1929. YT 5. Fig 3.

Un volcan d'arc insulaire dont l'activité explosive permanente mobilise toute une région du Japon est le SAKURAJIMA au sud de l'île de Kyushu YT 709 de 1962. Fig 4.

Plus près de nous, il faut penser au Mont ARARAT (5165m), que la République Socialiste Soviétique d'Arménie a illustré sur son timbre de 1921-22. YT 118. Fig 5. (Certains auteurs attribuent plus son activité à une collision plutôt qu'à une subduction

Moins nombreux que les volcans explosifs, ils se situent sur les dorsales océaniques (accrétion) ou bien à la verticale des panaches issus du noyau (points chauds). Par opposition aux volcans gris qui ont la particularité de surgir à la surface du globe selon un tracé linéaire, les cratères effusifs, eux, naissent bien plus éparés sur les dorsales et nettement isolés quand ils percent l'écorce en des points clairsemés (Rittmann les range dans la «Série Atlantique»).

L'Islande émerge à l'extrémité septentrionale de la dorsale médio-atlantique. Parmi les timbres polychromes islandais commémorant les éruptions effusives de l'Hekla, Surtsey et Heimaey, nous présentons l'un de ceux se rapportant à l'activité survenue en janvier 1975 sur l'île de HEIMAEY à proximité du bourg Vestmannaeyjar. Au cours d'une nuit, une fissure de 1800m de long s'était silencieusement ouverte, lançant d'une vingtaine de bouches des fontaines de lave à 150m de haut. YT 454 de 1975. Fig 6.

Au nord du rift est africain, les trois axes dépressionnaires qui se rencontrent engendrent un volcanisme fissural dont l'illustration est fournie par l'éruption de

l'ARDOUKOBA en novembre 1978 dans le rift de l'Assal. L'éruption dura moins d'une semaine et fut peu violente. Elle provenait de la création de fissures parallèles à la mer Rouge, signe de l'étirement du rift formant un nouvel élargissement en faveur du futur océan qui pénétrera entre les plaques. La Fig 7 montre l'un des timbres produits par la jeune République de Djibouti en 1979. YT 498. *à suivre*

Fig. 7

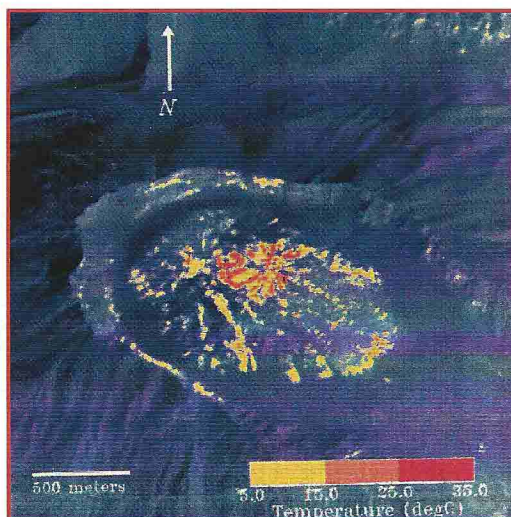


DOSSIER DU MOIS - DOSSIER DU MOIS - DOSSIER DU MOIS - DOSSIER DU MOIS -

Des scientifiques des Etats-Unis et de l'ancienne Union Soviétique ont accompli conjointement une campagne d'acquisition de photos aériennes infrarouges des volcans lointains de la péninsule du Kamchatka, zone politiquement assez sensible.

La carte des températures du volcan Bezmyanny, qui montre bien une croissance lente d'un dôme de lave et un cratère d'effondrement ouvert vers le SE, illustre l'excellente qualité des images obtenues. Ces efforts de collaboration, qui ont aboutit

à l'obtention d'images scanner thermiques, infrarouges et multispectrales (TIMS, thermal infrared multispectral scanner) de 29 volcans actifs de la chaîne est de la péninsule du Kamchatka, ont permis d'obtenir de nouvelles informations sur les âges, les étendues et les morphologies des dépôts volcaniques de cette partie du monde. Ils ont aussi fourni des données quantitatives sur le flux thermique de ces volcans actifs et des zones géothermiques ponctuant cette chaîne volcanique. Ces données donnent ainsi un niveau de référence qui permettra de calibrer les futures éruptions.



PREMIERE CAMPAGNE DE SURVEILLANCE INFRAROUGE DES VOLCANS DU KAMCHATKA

Par: D.C. Pieri et al.,
bulletin EOS, vol. 78,
no 12, mars 97

Carte de température du Bezmyanny établie début septembre 1993, un mois avant son éruption.

Ces données TIMS ont mesuré les émissions infrarouges de cinq groupes majeurs de volcans:

a) le Klyuchevskaya Groupe.

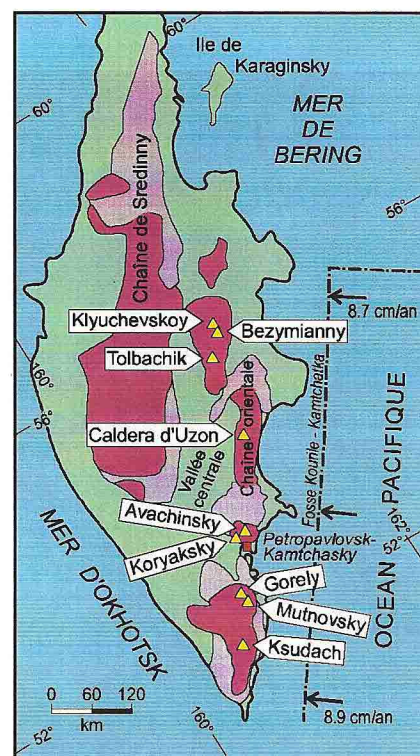
Ce groupe inclut les volcans Klyuchevskoy, Bezmyanny et Tolbachik. Le Klyuchevskoy, qui est le plus haut volcan actif d'Eurasie (...) et qui émet 60 millions de mégatonnes de matériel juvénile par année, a fait éruption le 30 septembre 1994 et généré un panache qui atteint 18,5 Km d'altitude. Le Bezmyanny dont le blast latéral de 1956, semblable à celui du Mt St Helens, a donné naissance à une structure d'effondrement en forme de fer à cheval (sector collapse), a fait éruption en octobre 1993 et en 1995. L'éruption majeur du Tolbachik entre 1971 et 1976 a culminé dans ce qu'on appelle "La Grande Eruption Fissural du Tolbachik" (GTFE, "Great Tolbachik Fissure Eruption")... L'image TIMS des cônes principaux de la partie nord du GTFE a permis aux scientifiques de différencier chaque coulée qui se sont succédées et superposées au cours de l'éruption.

b) Uzon Caldera.

Cette zone géothermale fait partie d'une série de calderas emboîtées qui se sont formées entre 110.000 et 20.000 ans et fournissent principalement des coulées andésitiques et rhyolitiques. La "Geyser Valley" avec plus de 100 geysers actifs, est connue comme le "Yellowstone" du Kamchatka. L'activité la plus récente à Uzon a eu lieu en 1986 avec des éruptions phréatiques qui ont donné naissance à plusieurs lacs d'eau chaude.

c) Avachinsky et Koryaksky.

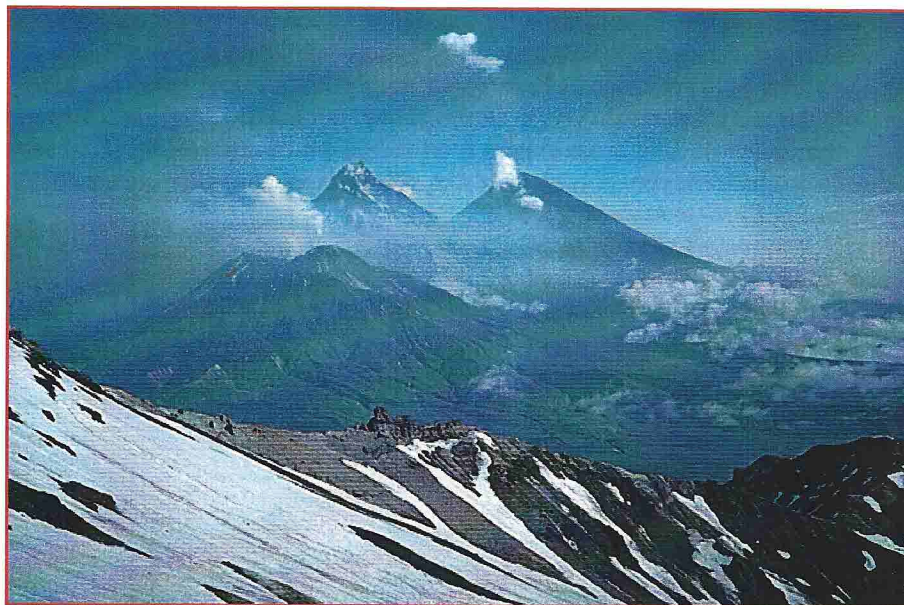
Ces deux volcans sont étroitement surveillés par les volcanologues russes car la cité de Petropavlovsk-Kamchatsky (250.000 habitants) n'est distante que de 30 km. Ces stratovolcans andésitiques sont actifs depuis l'Holocène (-10.000 ans). L'Avachinsky dont la dernière éruption date de 1991, est très actif avec un taux moyen



zone de volcanisme ancien (Néogène)
zone de volcanisme jeune (Quaternaire)



d'émission de lave de 1 million m³/an sur les derniers 3.000 ans. Le Koryaksky a eu une faible éruption phréatique en 1956.



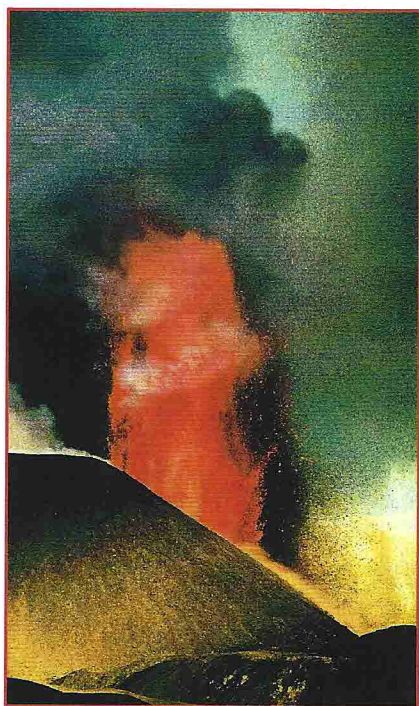
Les volcans Bezymianny (au deuxième plan), Kamen (à gauche au fond) et Klyuchevskoy (à droite au fond). (Photos J.-B. Ballet)

d) Gorely et Mutnovsky.

Ces volcans ont été actifs durant l'Holocène (avec des produits allant des basaltes aux rhyolites) et sont actuellement de bons sujets pour l'exploration géothermale.

e) Ksudach.

C'est un large complexe de calderas emboîtées contenant un vaste lac avec des rives parsemées de sources chaudes. Son éruption du 15 mars 1907 a déposé 0.8 km³ de ponce dacitique, couvrant une zone de plus de 200 km².



Eruption de 1975 au volcan Tolbalchik.
(Photo V. Gippenreiter)

LES PAYS COLLABORENT, MAIS PAS LA MÉTÉO!

La collaboration de 1993 est le fruit d'accords scientifiques conclus en 1988 entre les USA et l'ancienne Union Soviétique. ... L'Académie Russe des Sciences a invité des volcanologues américains pour une campagne sur le terrain et la préparation d'une mission aéroportée dans la région. En septembre 1990, les autorités russes fournissaient un support hélicoptéré pour l'équipe américaine qui alla inspecter les volcans actifs de la chaîne volcanique est. Auparavant, un tel accès avait été interdit pour des raisons politiques. L'année suivante, d'autres géologues américains sont retournés pour effectuer une reconnaissance au sol avant la mission aérienne. Le survol a été programmé sous les auspices de la NASA en collaboration avec le US Geological Survey et l'Académie des Sciences. Pour cette mission, la NASA a fourni un Learjet (biturbines) qui a transporté les instruments de surveillance TIMS ainsi qu'une caméra métrique Zeiss. Un colonel russe des forces aériennes servait de copilote responsable des communications et de la navigation dans l'espace aérien russe. Le Learjet est arrivé le 15 août 1993 à l'aéroport de Yelezovositué à 25 km au NE de Petropavlovsk-Kamchatsky et a eu l'autorisation gouvernementale d'opérer pendant un mois au Kamchatka. Bien que le temps en août soit en principe favorable, 2 typhons ont heurté la péninsule et bloqué le jet pendant deux semaines. Durant la première semaine de septembre, seulement 4 jours et demi de vols combinés avec des reconnaissances au sol ont pu se dérouler.



Trente-sept lignes de vol de données TIMS ont été prises à des altitudes comprises entre 2.800 et 7.100 m avec des résolutions TIMS d'environ 5 à 18 mètres/pixel et des bandes de largeur comprise entre 5 et 15 km en fonction de l'altitude réelle au-dessus du terrain.

Les données TIMS aériennes ont été calibrées simultanément par des mesures au sol faites avec un radiomètre portable courant. Des températures de référence in situ ont été mesurées sur des sites sélectionnés à l'Uzon, ainsi qu'aux lacs glaciaires d'altitude de la région du Tolbachik. Elles ont été en plein accord avec les températures dérivées des mesures TIMS.

L'émissivité contrastée des différentes unités volcaniques est fonction de l'altération plus moins importante des produits volcaniques (parties cristallines et vitreuses). Des données TIMS ont permis à Hawaii et en Italie de différencier des coulées d'âges variés, de séparer des laves aa et pahoehoe et d'avoir des signatures spectrales contrastées en fonction de coulées se trouvant dans des micro-climats différents [...] Les différences d'émissivité pour des coulées d'âges différents sont visibles sur les images TIMS de la fissure éruptive du Tolbachik.

L'échelle dynamique des instruments TIMS a été parfois dépassée par certains éléments car les températures dans certains sites étaient soit trop chaudes soit trop froides. Par exemple, les neiges tombées lors d'une dépression météorologique récente sur les flancs du Klyuchevskoy contrastaient fortement avec les zones très chaudes du cratère sommital (saturation chaude) et d'une coulée vieille d'un mois. Des zones isolées saturées, soit dans le chaud soit dans le froid, apparaissaient donc occasionnellement dans les zones mesurées. Cependant, en dépit de cette saturation instrumentale locale, tant les distributions que les températures ont pu être calculées pour beaucoup de zones à fortes émissions thermiques. La distribution des températures des eaux chaudes (de 30°C à 40°C) des lacs a été déterminée pour différents éléments de la caldera de l'Uzon et de la "Geyser Valley". Une nouvelle zone de températures anormalement élevées a été confirmée par les mesures TIMS à l'extrémité est de la caldera de l'Uzon. Cependant, la neige a compromis les mesures TIMS pour la cartographie thermique des pentes supérieures des volcans Avachinsky et Koryaksky. Les mesures sur les volcans Mutnovsky et Gorely, bien que couverts de neige sur les pentes supérieures, montrent la répartition des points chauds, comme d'ailleurs les contrastes d'émissivité entre les coulées de lave et les dépôts pyroclastiques. Les mesures thermiques du panache du Klyuchevskoy prises au sol par radiomètre sont cohérentes avec les mesures aériennes pour un panache calme et froid en équilibre thermique avec l'air ambiant. Des montages mosaïques

CARTOGRAPHIE THERMIQUE SELON LES DONNÉES TIMS

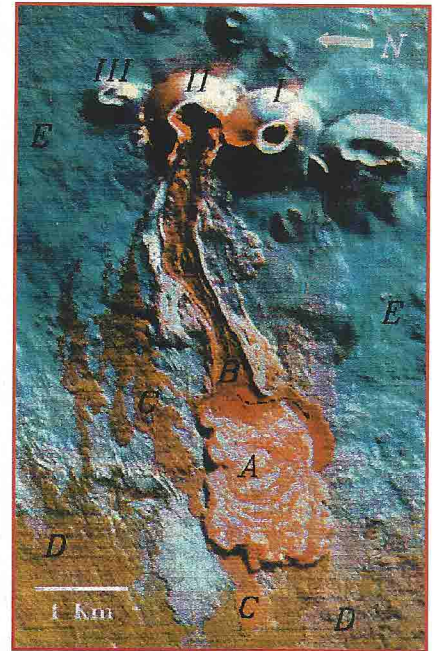
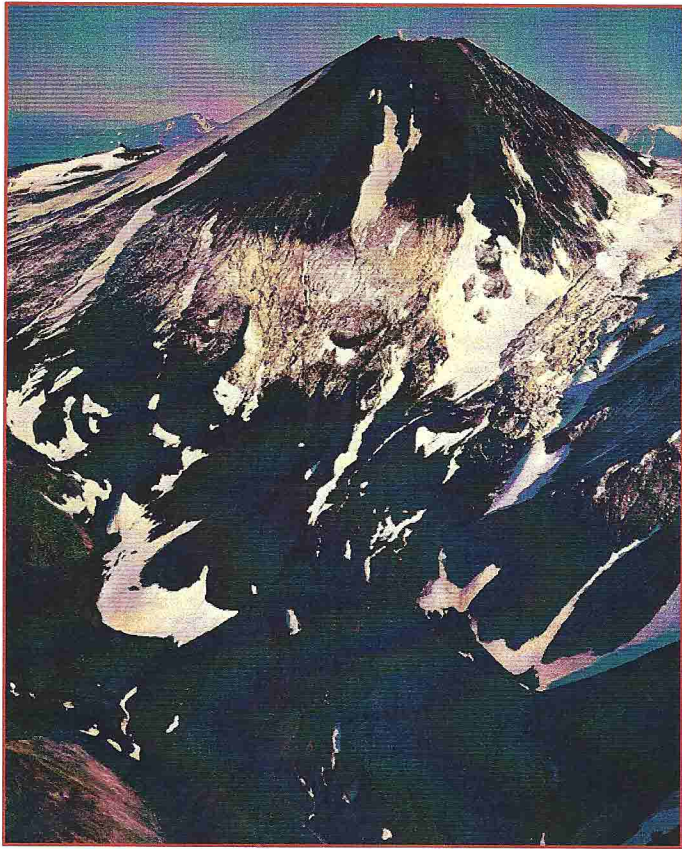


Image TIMS des cônes de scories et des coulées de l'importante éruption du Tolbachik 1975-76. Un traitement numérique postérieur a permis de bien mettre en évidence les dépôts de cette éruption.

Vues du dôme actif à l'intérieur du cratère du Bezymianny, alt. 3000 m. (Photo gauche: web, photo droite V. Gippenteiter)





Le volcan Avachinsky (alt. 2738 m), près de Petropavlovsk. (Photo V. Gippenreiter)

des mesures TIMS ont été faits pour le groupe volcanique du Klyuchevskoy, pour les volcans Mutnovsky et Gorely ainsi que pour la caldera de l'Uzon. De tels montages sont en préparation pour les volcans Avachinsky et Tolbachik.

DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

Au centre de la NASA à Ames, Palo Alto, Californie, 573 photos aériennes prises en proche infrarouge stéréo Zeiss des volcans de la chaîne est du Kamchatka ont été étudiées sous la direction du général de brigade Valery Zakharin de l'état-major russe. Toutes les mesures des différentes missions peuvent être distribuées sans restriction par la NASA. Les photos stéréographiques ont été particulièrement utiles pour la comparaison de la topographie avant et après l'éruption de 1993 du Bezymianny. Comme des mesures de SO_2 des années précédentes existaient déjà pour les volcans Klyuchevskoy et Bezymianny, nous avons essayé de mesurer le flux de SO_2 en utilisant l'absorption spectrale dans la bande des 8-9 μ m. Cependant, durant les mesures TIMS, le flux sur ces deux volcans était inférieur au seuil de détection par ce type de méthode. Lorsque les données TIMS, la topographie digitalisée et l'imagerie satellitaire seront combinées dans une seule banque de données digitales pour cette région, les volcanologues disposeront d'un outil puissant de

cartographie des dépôts volcaniques, d'estimation des risques volcaniques, ainsi qu'une base de référence pour quantifier les futures changements topographiques provoqués par les éruptions. Le retour à la mi-septembre 1993 du Learjet aux USA a marqué la fin de 5 années de travail fructueux tant sur le plan scientifique, politique qu'administratif entre les deux pays concernés. Ce succès est de bonne augure pour de futures collaborations.



Le volcan Klyuchevskoy (alt. 4750 m), au N de la Chaîne orientale. (Photo J.-B. Ballet)

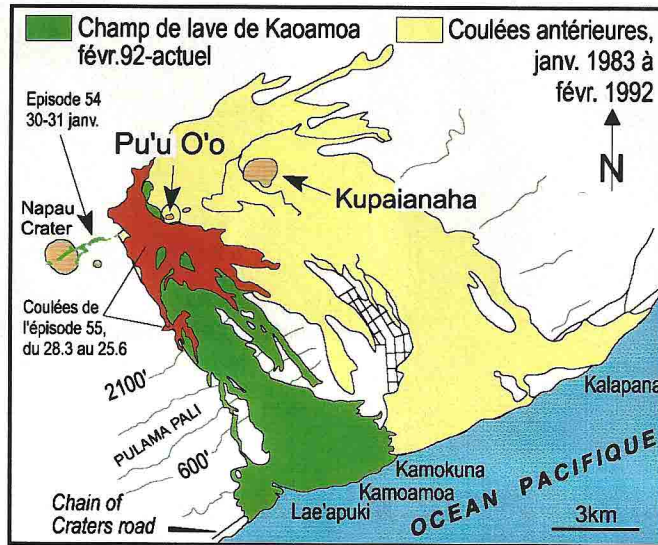
La caldera de Ksudach au Sud de la péninsule du Kamchatka, avec au centre le cône de Stubel et le lac Klyuchevoye. (Photo V. Gippenreiter)





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

L'activité du Kilauea se poursuit en alternant des périodes d'éruptions avec des épanchements de lave plus ou moins importants et des pauses irrégulières variant de plusieurs heures à plusieurs jours (jusqu'à 2 semaines). L'activité se concentre sur 3 points principaux, alternant les éruptions entre l'intérieur SW du Pu' O'o, le petit cône formé lors de l'épisode 53 et un nouvel événement formé lors d'une forte activité entre les 6 et 10 juin (voir photo). Cet événement dépassant une vingtaine de mètres de hauteur s'est développé à proximité de l'ancien événement de l'épisode 51, sur le flanc SW du Pu' O'o. Les nouvelles coulées de lave ont recouvert tout le flanc SW à NW du Pu' u O'o. Ce nouveau cratère se situe sur la fissure principale de la SW rift zone qui, selon les géologues s'écartait dans la première moitié de l'année 1997 jusqu'à 20 cm par mois.



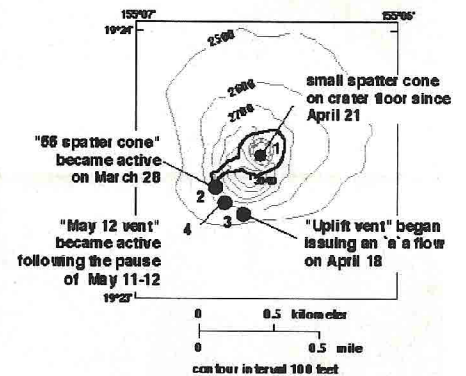
La forte activité entre les 6 et 10 juin s'est manifestée par l'éjection continue de lave à une hauteur variant entre 30 et 40 mètres. Les importantes quantités de lave ne se sont pas dirigées vers l'océan, mais au contraire, en deux coulées principales de 1,5 et 2,3 km chacune, se propageant vers le N et le NW jusqu'à la forêt de Glenwood et incendiant partie de celle-ci. L'une des deux coulées de lave a obstrué la voie d'accès par le chemin de South-Glenwood. J'ai tenté d'approcher la région active par ce trail, mais sans succès; les laves se sont frayées un passage jusque dans la forêt. Heureusement, il s'agit de lave pahoehoe; à peine refroidie, l'accès par cette voie plus courte et non-surveillée sera à nouveau possible.

L'effondrement du Pu' u O'o se poursuit. Le 15 et 16 juin, une partie du flanc SW du cône s'est effondrée, créant de spectaculaires épanchements de lave le 16 juin. L'ac-

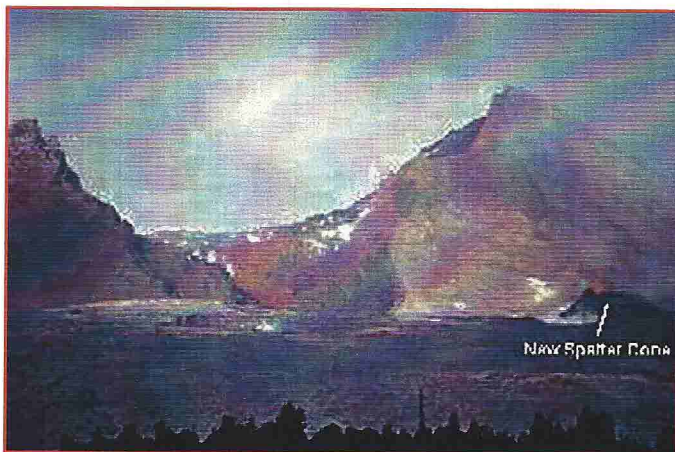
KILAUEA: OBSERVATIONS AU PU'U O'O LES 10, 11, 16 ET 17 JUIN 1997.

R. SCHLUSSEL

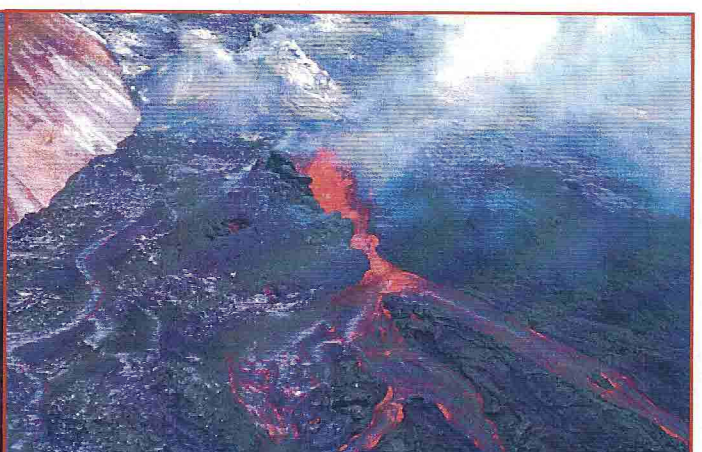
Carte des coulées établie et mise à jour (25.6.97) par l'USGS-HVO.
<http://hvo.wr.usgs.gov/geology/update2.html>



Carte des bouches actives établie le 13.5.97 par l'USGS-HVO.



Vue du flanc ouest du Pu'u O'o montrant le bord effondré du cratère et le nouveau spatter cône, 28.4.97. (Photo S. O'Meara)



Bouche émissive au pied sud-ouest du cône du Pu'u O'o, le 10.6.97. (Photo R. Schlüssel)



cès à la région active reste interdit; les permis ne sont accordés que jusqu'au point culminant le Napau Crater. La descente dans le Napau Crater est interdite en raison des risques d'une nouvelle éruption dans le rift même (wall eruption) qui traverse ce cratère de part en part.

Vue du lac de lave occupant tout le cratère du Pu'u O'o, le 29 mars 97. (Photo P. Martin, D. Drouère, Aventure & Volcans)



Vue de l'intérieur du cratère du Pu'u O'o, début mai 97. (Photo USGS, HVO)

DOCUMENT-DOCUMENT-DOCUMENT-DOCUMENT-DOCUMENT-DOCUMENT-DOCUMENT



Forte activité de fontaines de lave dans le cratère du Marum (volcan Ambrym, Vanuatu). Photo prise au cours de la première descente d'exploration dans ce cratère le 11 juin 97, c.f. article de F. Tessier et I. Margaritis en p. 3.

