

SOCIÉTÉ DE VOLCANOLOGIE GENEVE

C.P. 6423, CH-1211 GENEVE 6, SUISSE (FAX 022/786 22 46)

SVG

10/98 Bulletin mensuel



GENEVE



Photo H. Valenti ©

SOMMAIRE BULLETIN SVG 10/98

| | | |
|---|--------------------------------------|--------|
| Nouvelles de la Société | Réunion mensuelle | p.1 |
| | Calendrier | p.1 |
| | Conférence SVG | p.1 |
| | Action "Enfants de Montserrat" | P.1 |
| | Carte de membre rappel +matériel | p.1 |
| Volcans-Infos | | p.2 |
| | Voyages Volcaniques | p.2 |
| | Livre+video+CD-ROM | p.2 |
| | Conférence | p.2 |
| Activité volcanique | | |
| | Cerro Azul (Galapagos) | p.3 |
| | EnBref-EnBref | p.3 |
| | Stromboli | p.3-4 |
| | Etna | p.4 |
| Science et volcans (Nlle rubrique) | | |
| | Cotopaxi+Mt Rainier+Kauai+Geyser | p.5-6 |
| Photo Mystère | | p.6 |
| Récit Voyage | | |
| | Volcans de la Bolivie à la Patagonie | p.6-12 |
| Point de Mire | | |
| | Pluies acides à Ambrym (Vanuatu) | p.13 |
| Volcano-Philatélie | | p.14 |
| Dossier du Mois | | |
| | Volcans et Satellites | C1-C5 |
| Zoom actualité | | |
| | Etna | C5 |

En plus des membres du comités de la SVG, les personnes suivantes ont participé à ce bulletin: un grand merci à T. Basset (récit de voyage+ dossier du mois), B.Poyer (volcano-philatélie), P.Barois (Stromboli), M.Haefeli (dactylo) ainsi que toutes les personnes qui aident bénévolements pour l'assemblage et les envois. Leurs efforts rendent possible ce bulletin.

DERNIERES MINUTES DERNIERES MINUTES DERNIERES MINUTES DERNIERES

Misti (Pérou) : découverte de six momies incas congelées, vieilles de +500ans, dans la région sommitale (5822m), ce qui fait de ce volcan un des lieux au monde le plus riche en offrande humaines incas [AP+Reuter].

Guagua Pichincha (Equateur) : le vendredi 2 octobre une recrudescence d'activité s'est produite sur ce volcan situé à 10 km au NW de Quito, provoquant une vague d'inquiétudes parmi la population proche du volcan. Nous n'avons pas plus de détail sur l'activité qui s'est produite.



Pichincha

DERNIERES MINUTES DERNIERES MINUTES DERNIERES MINUTES DERNIERES

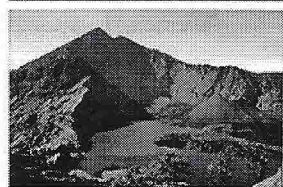


Photo de couverture : vue du volcan Rindjani (Lombok, Indonésie) (Photo H. Valenti)



NOUVELLES DE LA SOCIETE -NOUVELLES DE LA SOCIETE -NOUVELLES

Nous continuons nos réunions mensuelles **chaque deuxième lundi** du mois. La prochaine séance aura donc lieu le:

lundi 12 octobre à 20h00

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

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

Elle aura pour thème:

**VOLCANS
D'INDONESIE**

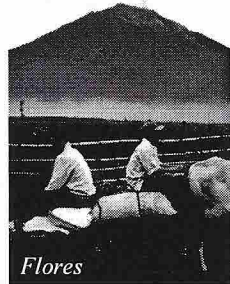


Photo H. Valenti

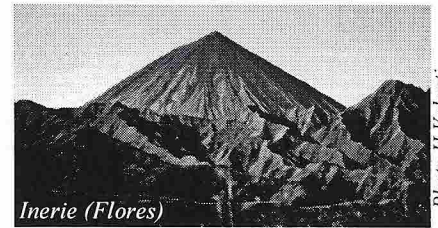


Photo H. Valenti



Pour cette séance d'octobre nous allons donner carte blanche à Mr Hugo Valenti. Il a effectué un vaste périple de 10 mois dans l'archipel indonésien de Sumatra aux Molluques, entre 1996 et 1998. En plus de l'ascension d'une vingtaine de volcans, nous repartirons avec ses diapositives dans cette région du globe si riche en contrastes.

Comme mentionné dans un bulletin précédent, nous allons vous proposer notre maintenant traditionnel calendrier volcan de la SVG. Cette année, nous vous avons opté pour un format plus grand (A3 couché) mettant plus en valeur les photos spectaculaires de volcans que nous allons sélectionner pour vous. Cela implique bien sûr un prix un peu plus élevé, soit de 40.- SFR (+frais d'envois si nécessaire, soit pour nos membres français 160.- FF (+ frais d'envois et/ou de chèque)). Nous vous rappelons aussi qu'en achetant ce calendrier, vous soutenez la SVG, dont le budget est toujours sur le fil du rasoir... Le tirage sera forcément limité, hâtez-vous de le commander !

Nous avons le plaisir de vous inviter à une nouvelle conférence de la SVG, le vendredi 27 novembre, à 18h30 au Muséum d'Histoire Naturelle. Nous aurons le privilège de recevoir le Dr. J.P. Eissen, chercheur à l'ORSTOM de Brest, qui viendra nous parler de ses travaux sur le volcanisme explosif au Pérou. Il vient spécialement pour la SVG, mettez donc bien cette date de côté, pour ne pas la manquer.

Notre collecte de fonds pour les enfants de Montserrat se poursuit jusqu'à la fin octobre. Mais d'hors et déjà nous vous félicitons de votre participation, plus de 2000.- SFR ont déjà été recueillis, ce qui est tout à fait remarquable. Si vous voulez encore participer n'hésitez pas, vous pouvez encore le faire jusqu'au 31 octobre, enversant sur notre CCP 12-16235-6, avec la mention «Enfants de Montserrat». Merci de tout coeur.

Nous vous rappelons que vous avez la possibilité de commander une carte de membre de la SVG qui sera valable 3 ans. Pour l'obtenir, il vous suffit de régler la somme de 150.Frs (3 cotisations annuelles à 50.- Frs) et d'envoyer une photo passeport à l'adresse suivante: Marc Baussière, 3, rue Henri-Mussard, 1208 Genève. Votre nouvelle carte vous parviendra avec le bulletin du mois suivant.

Nous vous rappelons également que la SVG dispose d'un peu de matériel de terrain, qu'elle peut mettre à votre disposition, sous certaines conditions. Il y a entre autres une petite cane pyrométrique (thermocouple permettant de mesurer des températures), masques à gaz, un GPS, des cartes, etc. D'ailleurs, ce matériel s'est enrichi, suite à un voyage au Vanuatu de quelques membres, qui ont fait don d'un lot de grosses cordes spéléo (plus de 500m), ainsi que du matériel d'assurage. De plus, nous disposons aussi d'une paire de jumelle télémètre permettant de quantifier quelques peu vos observations sur les volcans. Tout ce matériel est à votre disposition au bon vouloir et soumis à une décision souveraine du comité de la SVG ou du propriétaire du matériel. Il est clair que ce genre de prêt ne peut fonctionner que sur la base de la confiance et implique une remise en état du matériel prêté.

REUNION MENSUELLE

MOIS PROCHAIN

Nous aurons, pour la séance de novembre, la deuxième et dernière partie du voyage Alaska - Terre de Feu de Thierry et Valérie Stähli

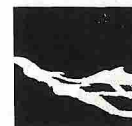
CALENDRIER SVG 99: grand format A3

CONFERENCE SVG : Volcans du Pérou, le 27 novembre, Muséum d'Histoire Naturelle GE

COLLECTE ENFANTS DE MONTSERRAT : une belle réussite, continuez votre effort

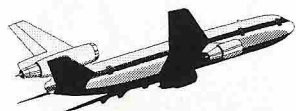
RAPPEL : carte de membre + matériel SVG disponible





VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS

VOYAGES VOLCANIQUES : Chili, avril 99



Nous avons reçu d'un membre SVG, une demande pour un voyage au Chili : «des personnes seraient-elles intéressées par un séjour au CHILI, durant avril 1999 ? Le séjour durerait au moins quatre semaines. L'objectif serait de faire l'ascension de quelques volcans du Nord. Le Parinacota, le Guallatire, l'Incañabur, et l'Ojos del Salado, avec visite d'autres sites de cette région évidemment. Contacter : Eric FRISCOURT, tél./Fax 059 4.50.36.90.07. depuis la Suisse, ou 04.50.36.90.07 ou encore e-mail: efrisc@club-internet.fr »■

Indonésie, août 99

[Remarque : comme d'habitude cette rubrique «voyages volcaniques» n'engage en aucune manière la responsabilité de la SVG pour la qualité de ces voyages organisés]

«Volcans, hommes et nature d'Indonésie» à Sumatra, Java, Bali, accompagné par Jacques-Marie Bardintzeff. Au programme: les volcans Merapi et Kérinci à Sumatra, Krakatoa, Bromo, Semeru, Kawa-Idjen à Java, Batur à Bali. **2-21 août 1999** (départ de Paris, de Genève ou de Zürich). Nomade-Expérience (renseignements: Mme Catherine Blein), CP 312, Grande-Rue 26, 1630 Bulle-Suisse, tél 00 41 26 913 98 00 ou 00 41 26 912 19 20, fax 00 41 26 913 17 00, e-mail itn@bluewin.ch■

LIVRES SUR LES VOLCANS

«Volcans vus de l'espace»



Les éditions Nathan ont publié à la mi-septembre «Volcans vus de l'espace», un ouvrage que trois agents du BRGM, François Girault, Philippe Bouysse et Jean Philippe Rançon, ont préparé depuis quelques années. Dans ce livre de 192 pages relié, couv. photo coul. avec jaquette coul. (format 29.5 cm sur 24.5 sur 2 cm), le contexte géodynamique, la géologie et l'histoire de 40 volcans sont décrits; chaque site est illustré par une image Spot et un cliché couleur■

VIDEO : Eruptions Stories

Claude Lesclingand

Un film vidéo 15 mn VHS SECAM, images J.M. Bardintzeff et J.-P. Kloster, réalisé en partenariat avec Nashvert Production par PRO-LP à Colombes (prix ttc 100 FF + 30 FF/port).

PRO-LP, 7 Av. des Deux Soeurs, F92700-Colombes, France

[Extrait d'une analyse de Jean Féraud]

Ce film résolument pédagogique est destiné principalement aux classes du Primaire et des Collèges, et à la vulgarisation ou au renforcement des notions les plus fondamentales de la volcanologie auprès du public non-spécialiste. Le volcanologue Jacques-Marie Bardintzeff, en bon professeur, nous énonce avec clarté ce qu'il faudrait savoir "par cœur", successivement des volcans effusifs, les Rouges, puis des volcans explosifs, les Gris, puis il nous donne un aperçu sur l'originalité d'un volcanisme très peu connu, celui des carbonatites (les volcans aux laves couleur d'encre qu'il appelle les Noirs et Blancs). Illustrant le propos avec simplicité, par des séquences agréables il nous promène successivement à Hawaii, sur l'Etna, au Stromboli, de Rabaul au Tauruvur, au Semeru, au Pinatubo, puis à l'Ol Doiño Lengai. Les images sont bien sélectionnées, et le commentaire centré sur l'essentiel : laves pahoehoe en train de sourdre lobe par lobe, bouches émettant des salves de bombes incandescentes et des coulées, explosions vulcaniennes, caldeiras, lac acide, cendres, ponces, lahars■

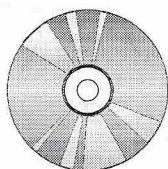
TV & VOLCANS : des émissions sur TV Cinq

Il y a quelques rendez-vous TV volcaniques sur la CINQ : d'abord une émission s'appelant "Forum Terre" passant tous les mardis et vendredis à 13h15 et samedis 10h, avec ce mois-ci un sujet sur le projet français VULCANIA; puis l'émission "Les Dessous de la Terre", qui passe tous les dimanches à 12h, avec en particulier le 18 octobre un spécial Piton de la Fournaise et le 25 octobre un sujet sur les Vanuatu■

CONFERENCE : "Les Volcans de l'Alaska à la Terre de Feu"

Il y a aussi une conférence à ne pas manquer : "Les Volcans de l'Alaska à la Terre de Feu". Le temps d'une soirée, vous parcourrez les plus beaux volcans d'Anchorage à Ushuaia, en passant par les parcs nationaux de l'Ouest des Etats-Unis, par l'Amérique Centrale et la Patagonie. Organisation Bibliothèques Municipales de la Ville de Genève, vendredi 16 octobre 98 à 19h à la bibliothèque municipale de la Jonction, 22 Bvd Carl-Vogt, GE. Entrée libre, verre de l'amitié■

CD-ROM & VOLCANS



Nous voudrions vous signaler l'existence d'un CD-ROM (pour PC et Mac), à vocation éducative, s'intitulant "Volcanoes : Mt Ruapehu and New Zealand Volcanism". Il donne des informations générales sur les volcans, comme les différents types de volcans et d'éruptions, les risques volcaniques, la surveillance et la recherche et les champs géothermiques. Il y a aussi une partie spécifique sur le volcan Ruapehu. Son prix est de 29.95 NZD\$ + 15 NZD\$ et vous pouvez le commander soit par Fax au numéro suivant 0064 7 3776001 ou sur le web: www.stimulus.co.nz/order.html■



ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE

Le 15 septembre dernier, une éruption fissurale, latérale (entre 1500m et 1600m d'altitude) s'est déclenchée sur le flanc sud du volcan Cerro Azul, à l'extrémité SW de l'île Isabela aux Galápagos (Equateur). Elle a d'abord été signalée par des observations satellites puis confirmée sur place par des membres du parc national. Quelque 2 semaines plus tard l'activité semble se poursuivre (observation du 01.10.98) : plusieurs cônes de scories se construisent sur une fissure éruptive longue de 500 m, orientée NW-SE. Au moins deux coulées de laves fluides se propagent vers les côtes. De mauvaises conditions météo (brouillards locaux) gênent les observations, cependant il semble y avoir eu deux autres centres d'activité, dans et sur le bord de la caldera, qui couronne le sommet du volcan bouclier Cerro Azul. Aucun village n'est menacé, par contre, les scientifiques se font du souci pour les tortues géantes (env. 735), dont certaines espèces sont uniques. Une évacuation partielle semble être en cours.

[Réf. Stromboli OnLine: <http://www.ezinfo.ethz.ch/ezinfo/volcano/others98/galapagos.html>
<http://volcano1.pgd.hawaii.edu/goes/Azul/background.html>]

Kilauea : l'éruption se poursuit avec une nouvelle arrivée de lave dans l'océan, suite à une pause vers la mi-août, de nouveaux tunnels de lave se sont mis en place dans un champ de lave, né après le blocage de la mi-août. Plusieurs effondrements se sont produits sur des cônes de scories sur le flanc ouest du Pu'u' O'O'.

Guatemala: nouveau paroxysme au **Pacaya** le 18 septembre : après une phase calme suivant le paroxysme du 20 mai dernier, de faibles explosions stromboliennes ont recommencé le 5 septembre et ont augmenté progressivement d'intensité, en parallèle les tremors enregistrés croissaient. C'est vers 18h30, le 18 septembre que l'activité a de nouveau culminé, avec des explosions, dont les retombées de cendres sur la capital vont provoquer la fermeture provisoire de l'aéroport et une nouvelle fois l'évacuation de plusieurs villages au pied du volcan. Des dommages aux cultures sont à nouveau à déplorer. La croissance du dôme du **Santiaguito** (nord du pays), avec ses explosions périodiques, se poursuit. En juillet dernier, plusieurs lahars se sont propagés dans les rivières sur le flanc SW, occasionnant des dommages [Gustavo Chigna, Insivumeh].

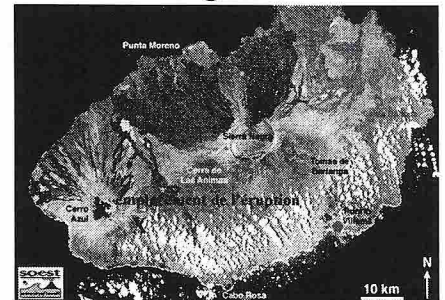
Piton de la Fournaise : selon le site de la Maison du Volcan, l'éruption s'est arrêtée le 21 septembre avec la disparition du panache vapeur sortant du Piton Kapor et l'absence de tremor. Depuis, aucune indication de reprise d'activité ne semble s'être produite, ce qui confirme selon toute vraisemblance la fin de la plus longue éruption historique connue de ce volcan (197 jours, soit 6 mois et 12 jours et non pas 8 mois comme écrit par erreur dans le bull. SVG 9/98).

[...] La météo ne cesse de se dégrader dans la journée, le ciel se remplit d'orages. Les pêcheurs annulent le tour de l'île en barque que nous avions programmé. Moi même n'envisage plus l'ascension ayant déjà vécu le calvaire d'un orage au sommet. Les guides refusent également d'emmener leur groupe quotidien d'une cinquantaine de personnes. En fait, peu de touristes iront ce soir au sommet, la plupart prenant la sage décision de différer leur ascension. Mon groupe cautionne ma décision d'annuler l'ascension. Seul, l'un d'eux, niant l'évidence, veut tenter l'ascension. Je trouve donc des chambres chez l'habitant pour mes gens raisonnables et suis obligé d'accompagner le réfractaire.

Au niveau du sémaphore Labronzo, ce que j'avais prévu se vérifie : le volcan dégaze sous forme de vapeur, l'eau qu'il a reçu par intermittence en courtes averses dans la journée et un très puissant panache blanc s'élève des cratères rendant illusoire tout espoir d'observer les explosions dans l'hypothèse tout aussi illusoire que l'orage épargne le volcan. Brusquement, j'aperçois une énorme gerbe de projectiles incandescents jaillir du panache de vapeur pourtant épais et s'élever haut dans le ciel à une hauteur d'au moins 300 m au-dessus du sommet du volcan. Dans les 2 secondes qui suivent, un énorme coup de canon, sec et bref, retentit. Il est 19h15. L'une des bombes, énorme (j'évalue sa taille à celle d'une petite voiture) s'élève, tirant dans son

[*P. Barois est l'auteur de différents livres dont le dernier «Le tour du Monde des Volcans» est disponible en librairie ou directement chez l'auteur, 16, rue Degeyer, F-74160 Allues les Marais, au prix de 120.-FF +25.-FF frais de port]

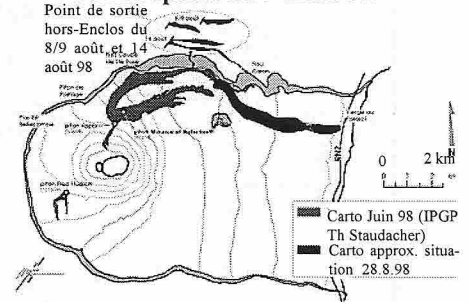
CERRO AZUL (GALAPAGOS) : importantes coulées, tortues géantes évacuées



Cerro Azul sur l'extrémité SW de l'île Isabela (Galapagos)

EN BREF--EN BREF : Kilauea, Guatemala, Piton de la Fournaise

Cartographie sommaire des coulées de l'éruption du 9 mars 98



Un document : MAISON DU VOLCAN

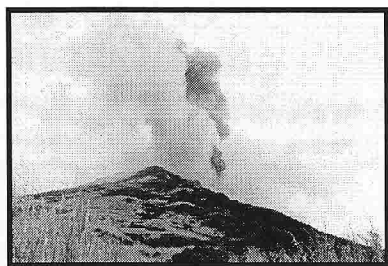
[Réf. www.runtel.fr/mdv/]

STROMBOLI le paroxysme du mardi 8 septembre 1998 P. Barois*

Ce témoignage, sous forme d'un récit, a pour but essentiel de mettre en garde les randonneurs qui montent au sommet du Stromboli. Malgré son activité régulière et relativement calme, il ne faut pas oublier que le Stromboli est un volcan et qu'il peut être pris de convulsions très violentes allant jusqu'à menacer les villages. Au cours de ce siècle d'ailleurs, à plusieurs reprises, ces derniers ont été atteints par le feu du volcan. D'autre part, même s'il est d'altitude modeste, il faut garder à l'esprit que le Stromboli est une montagne, avec tous les dangers qui lui sont associés : météo, randonnée plutôt difficile, etc. Il ne faut donc jamais se lancer tête baissée dans une ascension sans avoir au préalable analysé tous ces paramètres.



Photo P. Barois



Explosion à Stromboli le 8 septembre à 19h15, depuis Semaphore Labronzo, 3 mn après le paroxysme.

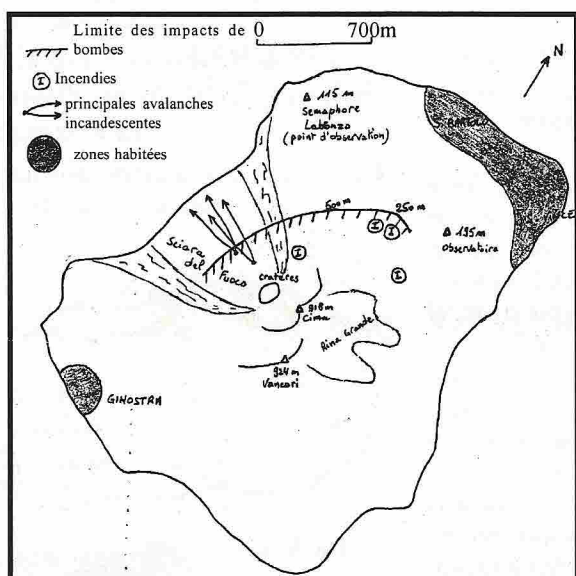


Schéma P. Barois

sillage un tourbillon de fumée noire, s'écrase à mi-pente de la Sciarra del Fuoco et explose sous la violence du choc en multiples fragments provoquant une avalanche de feu jusque dans la mer. Parallèlement, j'observe des points incandescents dans le tiers supérieur du vieux volcan Vancori. Un panache de cendre brune s'élève du cratère nord responsable de ce paroxysme et se dirige vers les villages du nord de l'île. Puis, un sourd grondement accompagne de grosses volutes moutonnées, épaisses et très sombres qui s'élèvent à une centaine de mètres de hauteur. Plusieurs incendies se sont déclenchés sur les flancs de la montagne comme en témoignent les panaches de fumées qui s'élèvent de la végétation. Certains, sur le versant nord invisible depuis le sémaphore, semblent s'être déclenchés à basse altitude (voir croquis). Le long panache de cendre de l'éruption s'est maintenant dilué dans l'atmosphère, au-dessus de la mer. Avec le soir qui tombe, la lueur rouge des incendies est bien visible tandis que l'orage cette fois gronde et que des éclairs ceignent toute l'île au large.

Dans les villages, les membres du groupe restés dans la pension témoignent : " il y a eu un bruit énorme qui a fait vibrer le sol et les murs des maisons, le toit en roseau de la

terrasse s'est soulevé, un souffle a balayé l'espace tandis que les personnes, un court instant prises de panique, couraient dans tous les sens se demandant ce qui se passait avant de se rendre compte qu'il s'agissait du volcan. Le tocsin s'est alors mis à sonner ". Une autre personne raconte : " j'ai couru à l'extérieur et j'ai vu des pierres rouges dégringoler les pentes du volcan, enflammant instantanément la végétation en décrivant de longues traînées de feu. J'ai vu aussi une dernière bombe tomber du ciel et s'écraser au sol, puis la cendre s'est abattue sur nos têtes, crépitant sur les toits ". Ces observations depuis les villages distants à vol d'oiseaux d'au moins 1,5 km, permettent d'évaluer, en fonction de la vitesse du son et du temps de réaction des témoins, à 15 voire 20 secondes le temps de chute de certaines bombes. J'ose à peine imaginer ce qui a dû se passer dans la zone sommitale. Normalement, nous aurions dû y être! Cette fois, mon réfractaire s'est résigné, il renonce à l'ascension... La dizaine de personnes présentes sur les pentes de la montagne redescendent. Les carabiniers accourus en hâte au sémaphore interdisent à quiconque de monter. Nous redescendons. Vers 250 m

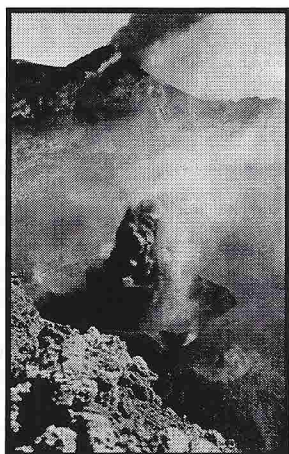
d'altitude, sur le versant séparant les villages de San Vincenzo et de San Bartolo, un incendie fait rage. Mais bientôt, des trombes d'eau s'abattent sur toute l'île et l'éteignent. La météo nous a peut-être sauvé la vie. A ma connaissance, ce paroxysme, plus violent que celui du 23 août, n'a fait aucune victime. Au matin, un hélicoptère de la Sécurité Civile est à Stromboli et déjà, plusieurs journaux italiens ont relaté l'événement également retransmis sur les chaînes de télévision et de radio.

ETNA : 3 cratères actif ! . . .

Le mois de septembre à l'Etna a surtout été marqué par la reprise d'activité au cratère SE. Pendant environ 6 semaines, depuis la fin juillet, peu ou pas d'explosion avait été signalé au cr. SE. Cette période de calme apparent a interrompu plusieurs mois d'activité permanente (explosions stromboliennes et courtes coulées). C'est le 15 septembre que de violentes explosions, projetant des bombes à plus de 300 m de hauteur, ont détruit en grande partie le cône interne du SE, découpant un cratère de 80m dans la base de ce cône. Après cette phase fortement explosive, le cratère SE a repris son activité strombolienne permanente, d'intensité variable, et avec parfois de nouvelles coulées subterminales. Il est donc de nouveau

dans une phase de construction, reformant le cône interne. Fin septembre, la taille de ce cône dépassait déjà celle de son prédécesseur. Le 5 octobre, des scientifiques ont observé de l'activité explosive de dégazage dans tous les cratères sommitaux de l'Etna à l'exception du NE. [Réf. site web B. Behncke www.geo.mtu.edu/~boris/ETNA-news.html]

Photo S. Poteaux



Explosion de cendre, bord de la Bocca Nuova, 06/09/98 (voir aussi p.C5 Zoom Actualité)

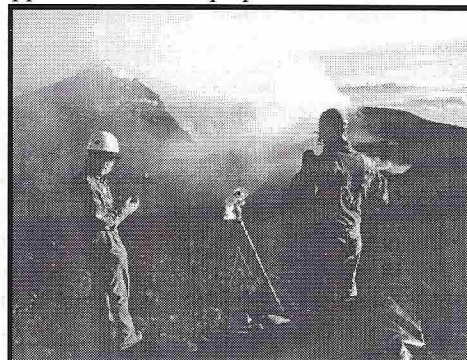


Photo R. Dougoud

Depuis le cratère NE...



SCIENCES ET VOLCANS SCIENCES ET VOLCANS SCIENCES ET VOLCANS

[Des dizaines, voire des centaines d'articles relatant les résultats de la recherche scientifique en volcanologie sont publiés chaque mois dans des revues spécialisées. Ces articles sont écrits par et pour des spécialistes et sont pour la plupart inaccessibles au grand public, tant par la diffusion restreinte de certaines revues que par le jargon complexe utilisé par les volcanologues. Quelques-uns de ces articles sont pourtant susceptibles d'intéresser le grand public, et en particulier les lecteurs avertis du bulletin de la SVG. C'est pour cette raison que nous avons décidé de créer cette nouvelle rubrique intitulée «*Sciences et Volcans*». Elle a pour but de vous faire partager les plus récents développements de la volcanologie moderne. Nous espérons la faire paraître régulièrement, en principe tous les deux mois.

Nous serions heureux de connaître votre opinion sur cette nouvelle rubrique, sur son contenu et sur sa forme. N'hésitez donc pas à nous faire part de vos critiques, positives ou négatives. Elles serviront à nous améliorer (c'est toujours possible!). Merci d'avance! Et si des personnes désirent collaborer à cette rubrique, elles sont les bienvenues.] [Ndlr. «*L'instiguateur*» et le responsable de cette rubrique est T. Basset]



GIGANTESQUE COULÉE DE BOUE AU COTOPAXI (EQUATEUR)...

T. Basset

Le **Cotopaxi** est un des plus imposants édifices volcaniques des Andes équatoriennes. Il culmine à 5890 m d'altitude et est recouvert d'une calotte glaciaire. Depuis 1532, ses 30 éruptions ont déjà généré d'importantes coulées de boue (appelées aussi lahars) dont les conséquences sur les populations avoisinantes ont parfois été dramatiques. Pourtant ces coulées historiques semblent bien modestes par rapport à celle qui s'est produite il y a environ 4500 ans. En suivant son dépôt, des volcanologues équatoriens et américains ont pu établir qu'elle avait parcouru 326 km jusqu'à la ville d'Esmeraldas, pour finalement se jeter dans l'Océan Pacifique. A 40 km du volcan, sa vitesse a été estimée à environ 70 km/h et son débit maximal entre 2.6 et 6 millions de m³ à la seconde, largement supérieur à celui de l'Amazone. Quant à son volume, il est d'environ 3.8 km³, suffisant pour recouvrir la superficie du lac Léman d'une couche de 6.5 mètres d'épaisseur.

C'est un glissement du flanc supérieur nord du Cotopaxi, suivi de l'émission quasi instantanée d'une nuée ardente qui a provoqué la fusion d'une partie du glacier. Le mélange des produits brûlants de la nuée ardente avec l'eau de fonte du glacier expliquent la formation de cette gigantesque coulée de boue.

Référence: **MOTHES P.A., HALL M.L., JANDA R.J. (1998) The enormous Chilllos Valley Lahar: an ash-flow-generated debris flow from Cotopaxi Volcano, Ecuador. Bull. Volcanol., vol. 59, p. 233-244.**

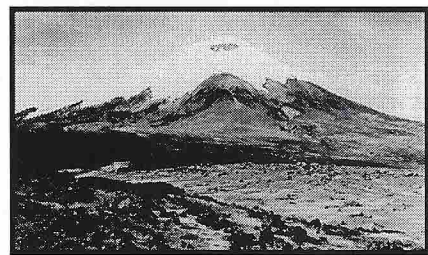


Photo P.A. Mothes et al., 97

Flanc N du Cotopaxi (5890m), la barre rocheuse visible sous le sommet serait la cicatrice d'un vaste glissement de terrain (P.A. Mothes et al., 1997)

Le **Mont Rainier** est situé au nord-ouest des Etats-Unis, dans la chaîne des Cascades. Il est également recouvert d'une calotte glaciaire et a été à l'origine d'une coulée de boue encore plus gigantesque il y a 5600 ans. Son volume a été estimé à un minimum de 4 km³ et sa vitesse maximale proche de sa source a été calculée à plus de 200 km/h!

Une intrusion magmatique et une activité explosive aurait contribué à déstabiliser un grand volume de l'édifice volcanique. Un glissement de terrain catastrophique se serait alors produit et se serait rapidement transformé en coulée de boue par mélange avec une grande quantité d'eau. Cette eau proviendrait en partie de la fonte du glacier mais surtout de l'intérieur même du volcan qui aurait contenu d'importantes nappes phréatiques. Le volcan a perdu 500 m d'altitude lors de cet événement.

Les coulées de boue du Cotopaxi et du Mont Rainier font partie des plus grands phénomènes de ce type survenu sur la Terre ces 10'000 dernières années.

Référence: **VALLANCE J.W., SCOTT K.M. (1997) The Osceola mudflow from Mount Rainier: sedimentology and hazard implications of a huge clay-rich debris flow. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 109, p. 143-163.**

... ET AU MONT RAINIER (ETATS-UNIS)

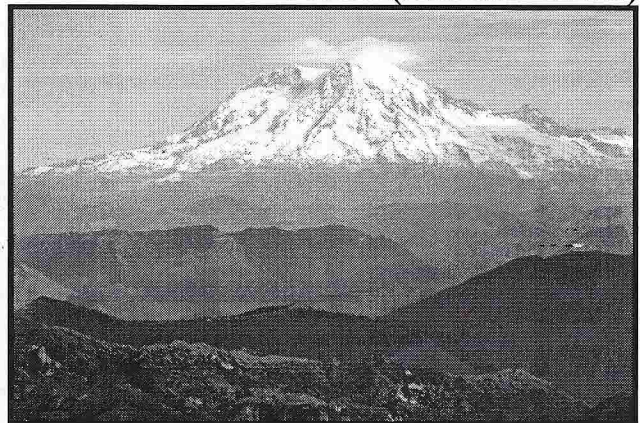
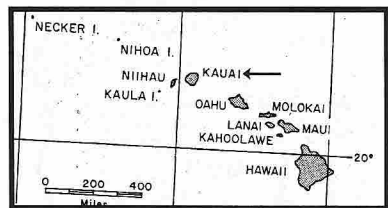


Photo T. Basset

Le Mt Rainier, Washington, USA



L'HISTOIRE GEOLOGIQUE DE KAUAI (HAWAII) REMISE EN CAUSE



Référence: HOLCOMB R.T., REINERS P.W., NELSON B.K., SAWYER N.-L. E. (1997) Evidence for two shield volcanoes exposed on the island of Kauai, Hawaii. *Geology*, vol. 25, p. 811-814.

L'INTIMITE DU PLUS CELEBRE GEYSER DU MONDE DEVOILEE

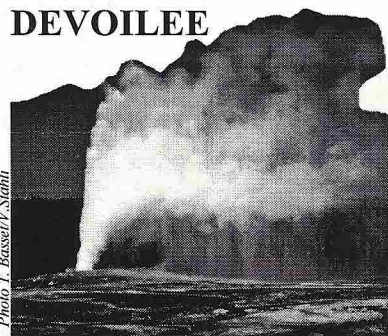


Photo T. Bassen/T. Ståhl
Old Faithfull, Yellowstone, USA

Depuis le milieu du XIX^e siècle, les géologues ont toujours considéré l'île de Kauai dans l'archipel d'Hawaii comme le reste d'un simple et unique volcan bouclier. Cette interprétation vient d'être remise en cause par des scientifiques américains de l'université de Washington (Seattle) qui ont effectué de nouvelles analyses sur la chimie et le magnétisme de certaines roches de l'île.

Selon eux, leurs nouvelles données ne peuvent s'expliquer que si on imagine un scénario intégrant deux volcans boucliers s'étant succédés dans le temps. La séquence imaginée est la suivante: 1. construction d'un premier volcan bouclier; 2. effondrement de ce volcan vers le sud-est; 3. édification d'un second volcan bouclier sur le flanc effondré du premier volcan; 4. effondrement du second volcan vers l'est cette fois-ci.

Cependant, cette hypothèse n'intègre pas certaines observations comme la présence de dépôts d'effondrement situés au nord de Kauai ou la grande concentration en filons le long de la côte nord-ouest. Mais les auteurs envisagent déjà un scénario encore plus complexe, faisant intervenir un troisième volcan bouclier qui aurait été situé sur la partie nord de l'île. Cette nouvelle hypothèse est en cours d'étude. Affaire à suivre...

Le Old Faithfull, le fameux geyser situé dans le parc national du Yellowstone (état du Wyoming, Etats-Unis), a été le théâtre d'expériences originales entre 1983 et 1993. Des sondes ont été descendues à l'intérieur de son conduit. Celui-ci a ainsi pu être examiné pour la première fois par une caméra vidéo descendue jusqu'à 14 m de profondeur. Ces observations ont révélé un conduit très irrégulier, très loin d'être cylindrique. Il ressemble plutôt à une fissure, généralement de plus d'un mètre de longueur et de quelques décimètres de largeur.

La température la plus élevée mesurée régulièrement à 21.7 m sous la surface (profondeur maximale atteinte par les sondes) était de 118 degrés. Cependant, des températures plus élevées, de 129.5 degrés, ont été enregistrées durant quelques secondes au début des éruptions. Elles suggèrent un apport d'eau encore plus profond lors de l'activité du geyser. Ces températures sont semblables à celles mesurées en 1949, ce qui signifie que la chaleur fournie au geyser n'a pas varié significativement durant le dernier demi-siècle.

Référence: HUTCHINSON R.A., WESTPHAL J.A., KIEFFER S.W. (1997) In situ observations of Old Faithful Geysers. *Geology*. vol. 25, p. 875-878.

PHOTO MYSTERE PHOTO MYSTERE PHOTO MYSTERE PHOTO MYSTERE



Photo H. Sigurdsson

Le dôme d'un volcan, qui est entré tragiquement en éruption en 1902, en même temps que la terrible éruption de la Mt Pele, de quel volcan s'agit-il ? (Rép. p.14)



RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE

BOLIVIE.....AMERIQUE DU SUD :

3ième et dernière partie DE BOLIVIE A LA PATAGONIE

Texte : T. Basset et V. Stähli

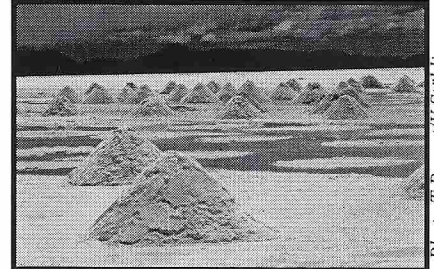
Notre séjour en Bolivie a débuté par 10 jours de repos à La Paz pour nous remettre de nos expériences altiplaniques péruviennes et chiliennes. Nous avons profité de notre seconde visite dans ce pays pour découvrir des régions que nous ne connaissions pas encore: Cochabamba, Santa Cruz, Sucre, la véritable capitale de la Bolivie, et Potosi. Ensuite nous sommes allés à Uyuni dans le but de visiter le salar du même nom et le sud-Lipez. Nous connaissions déjà ces paysages de l'altiplano bolivien mais ils nous avaient tellement plu que nous désirions les revoir. Ils sont restés magnifiques et spectaculaires mais la fréquentation par les touristes est devenue très importante. Alors qu'il n'y avait pas d'agence de voyage à Uyuni il y a 8 ans, maintenant on en compte 17! 17 agences qui proposent toutes, sans exception, le même circuit avec le même horaire. Autant dire qu'en haute saison c'est une véritable caravane de véhicules tout terrain qui quitte chaque jour Uyuni. Ce circuit de 4 jours est devenu très à la mode depuis 5 ans et les horreurs liées à tous les développements touristiques rapides ont déjà commencé. 2 hôtels ont été construits en plein salar. Et d'autres vont suivre. Tout cela nous a laissés songeurs et nous a fait prendre conscience de la responsabilité que nous avons, en tant que touristes, sur la détérioration des paysages, des milieux naturels et d'une manière générale, des cultures que nous visitons. Long sujet de réflexion. Lorsque l'on aborde le salar d'Uyuni, le plus grand désert de sel de la planète, on a l'impression de passer subitement dans un espace à deux dimensions. Rien n'émerge de cette plaine infinie, éclatante de blancheur. On roule des kilomètres sans que le paysage ne change, toujours ébloui par les cristaux de sel qui scintillent dans la lumière du soleil. On a l'impression de ne pas avancer, de s'être perdu dans un monde aux limites inconnues. Puis soudain une «île» sombre surgit du désert blanc comme par enchantement, rompant la monotonie de ce paysage minéral. Le sentier qui serpente entre les cactus géants et les blocs de rochers volcaniques amène au sommet de la colline. Vue imprenable sur cette ancienne mer intérieure dont il ne reste que les produits de son évaporation. Il n'y a rien à voir. Tout est blanc. Fascination. Au loin les montagnes semblent flotter sur l'horizon et se reflètent dans l'air vibrant au-dessus de la plaine de sel. Le silence, l'immobilité, la pureté de ces lieux perdus au milieu de nulle part sont surréalistes.

Notre route s'est poursuivie vers la laguna Colorada, aux eaux incroyablement rouges, où nous avons vécu notre deuxième tempête de neige en un mois! Ce temps était de nouveau considéré comme exceptionnel pour la saison et était, selon les météorologues boliviens, une conséquence indirecte du «El Niño», cette perturbation climatique de l'Océan Pacifique qui affecte cette année les côtes occidentales de l'Amérique du Sud. C'est dans la neige que nous avons continué notre progression vers le sud, pour atteindre finalement la laguna Verde, notre dernière étape en territoire bolivien. Ce lac aux eaux vert-émeraude est situé au pied du Licancabur (5960 m), un volcan que Valérie avait déjà gravi 8 ans plus tôt. Nous sommes restés un jour à nous promener autour de cette lagune, dans des paysages altiplaniques dont nous ne nous lassions pas, avant de rejoindre San Pedro de Atacama au Chili.

La Bolivie est un pays que nous aimons beaucoup surtout pour sa très forte proportion (environ 60%) de population indigène. Les gens sont néanmoins beaucoup plus réservés qu'au Pérou et ont le contact nettement moins facile avec les étrangers. Les paysages volcaniques de l'altiplano sont magnifiques et, avec le salar d'Uyuni, justifient à eux seuls un voyage dans ce pays.

CHILI

Après avoir visité l'altiplano du côté bolivien, nous ne rêvions que d'une chose: le découvrir du côté chilien. Cette fois nous nous sommes donnés les moyens de le visiter à notre guise en louant un véhicule tout terrain. Notre premier objectif fut le volcan Lascar (5154 m) que nous espérions gravir. Malheureusement lorsque nous sommes arrivés en fin d'après-midi à la laguna Lejia (4300 m), non loin de l'édifice volcanique, le vent soufflait avec une telle violence qu'il nous empêcha d'y établir notre campement comme initialement prévu. Nous nous sommes également rendus compte que la piste d'accès au volcan était devenue impraticable à cause des récentes chutes de neige. Par conséquent nous avons décidé de rejoindre le climat plus favorable du



Exploitation de sel au salar d'Uyuni (Bolivie)



Licancabur et La Laguna Verde (Bolivie)



Altiplano bolivien sous la neige

Photo T. Basset/V. Stähli

Photo T. Basset/V. Stähli

Photo T. Basset/V. Stähli

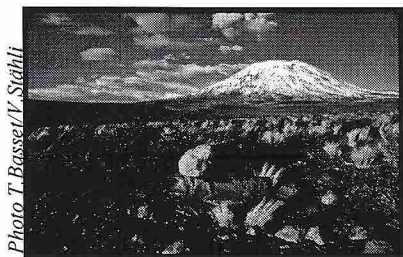


Photo T. Basset/V. Stähli

Lascar, enneigé (Chili)



Photo T. Basset/V. Stähli

Bolivie



Photo T. Basset/V. Stähli

Bolivie

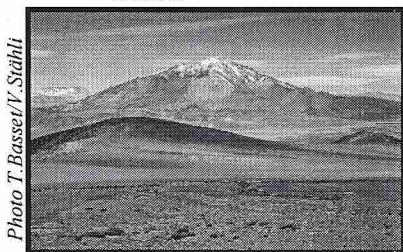


Photo T. Basset/V. Stähli

Volcan Socompa (6051m) Chili/
Argentina

Photo T. Basset/V. Stähli

Geysir del Tatio (Chili)

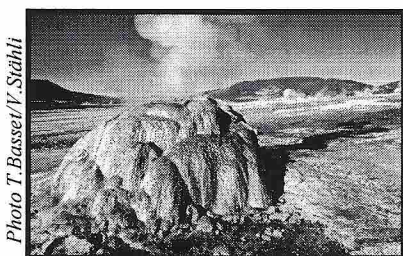


Photo T. Basset/V. Stähli

Geysir del Tatio (Chili)

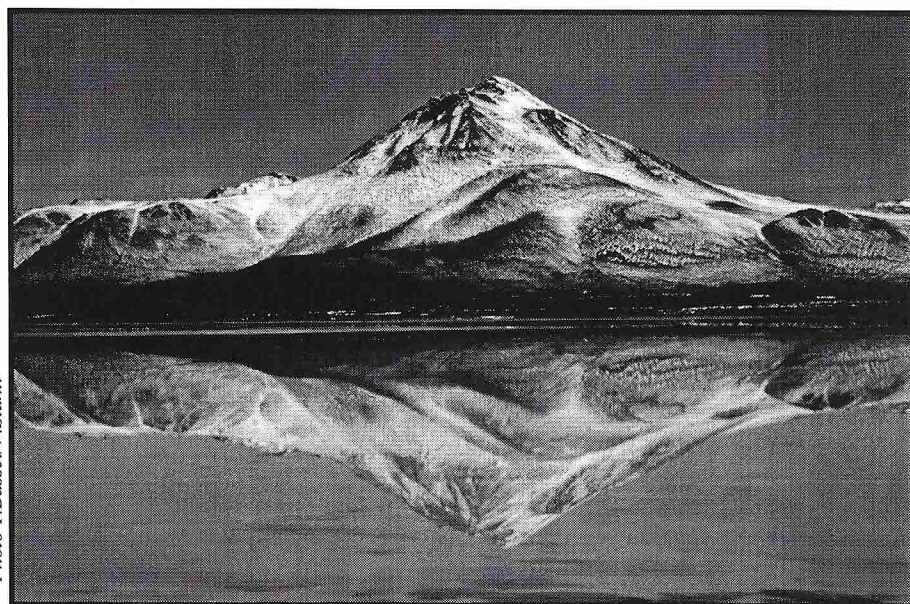


Photo T. Basset/V. Stähli

Région de la Laguna Verde (Bolivie)

salar d'Atacama, mais ce ne fut pas sans difficulté. Notre autonomie d'essence nous empêchait de rebrousser chemin et le col à passer pour accéder directement au salar était devenu impraticable, le vent ayant accumulé d'énormes congères de neige sur la piste. C'est finalement en cherchant péniblement des passages hors pistes convenables, mais souvent sur des pentes abruptes et verglacées, que nous avons pu traverser le col et nous mettre à l'abri de ce climat glacial et inhospitalier. Nos efforts furent récompensés par un superbe coucher du soleil dont les dernières lumières éclairèrent les flancs enneigés du Lascar et tous les autres volcans de la région.

Nous nous sommes rendus ensuite au volcan Socompa (6051 m), situé au sud de San Pedro sur la frontière avec l'Argentine. La piste qui y mène passe tout d'abord à travers la plaine immaculée du salar d'Atacama, puis monte peu à peu sur les hauts plateaux andins, empruntant des vallées désertiques spectaculaires. La géologie est ici imprimée en couleurs vives sur les falaises des montagnes alors qu'en-dessous les éboulis ont des teintes plus pastel, aux dégradés subtils, formant des dessins abstraits en fonction des caprices de l'érosion. Après 5 heures de pistes poussiéreuses, sans croiser un seul véhicule, nous sommes arrivés en vue du Socompa. Nous y étions venus pour y observer son gigantesque dépôt d'avalanche de débris, qui s'est révélé moins spectaculaire que celui du Parinacota, bien que son extension et son volume soient probablement plus importants. Par contre le cadre où il se trouve est, une fois de plus magnifique!

Après cette brève incursion proche de la frontière argentine, nous sommes remontés jusqu'à l'extrême nord du Chili en longeant la frontière avec la Bolivie. Nous avons visité tout d'abord les geysers du Tatio situé à 4300 mètres d'altitude. On trouve sur ce site géothermique plusieurs dizaines de sources thermales ayant une activité de geysers plus ou moins prononcés. Il est souvent dit (ou écrit) que leur activité est plus forte le matin que le soir. Or, pour les avoir vus à ces deux moments de la journée, cela ne m'a pas paru évident. Par contre, ce que l'on peut observer clairement le matin, ce sont des panaches de vapeurs beaucoup plus marqués dû au fort contraste thermique entre l'air ambiant et les eaux chaudes. C'est donc probablement la plus grande importance de ces panaches aux premières heures de la journée qui fait croire à une activité cyclique. Les geysers les plus vigoureux atteignaient un mètre de hauteur et certains avaient construit de jolies concrétions siliceuses. Si ils ne sont pas comparables à leurs homologues nord-américains du Yellowstone, ils valent néanmoins largement le déplacement.

Plus au nord nous sommes allés visiter les restes de deux anciennes mines de soufre



accrochées aux pentes supérieures des volcans Ollagüe (5870 m encore en activité fumerollienne) et Aucanquilcha (6176 m, inactif). Elles servaient à approvisionner les usines de traitement du minerai de cuivre de la gigantesque mine à ciel ouvert du Chuquicamata, située non loin de là, en plein désert d'Atacama. Le soufre est en effet un élément très utile aux processus physico-chimiques permettant d'extraire le cuivre de la roche. Mais des nouvelles technologies mises en place récemment à Chuquicamata ont considérablement réduit ses besoins en soufre, provoquant la fermeture de la plupart des «azuferas» du nord-Chili. Ces exploitations ont cependant eu leur âge d'or vu l'importance des installations abandonnées sur place. Des systèmes de transports aériens par câble sont encore visibles. Ils étaient utilisés pour emmener le minerai au pied du volcan, proche de la ligne de chemin de fer reliant l'altiplano à la ville de Calama. Des villages entiers avaient été construits pour loger les centaines d'ouvriers travaillant aux mines. Il n'en reste maintenant que des ruines poussiéreuses livrées aux intempéries et à l'usure du temps. Ces villages fantômes sont les ultimes témoins de ce qui fut les exploitations minières le plus hautes de la planète!

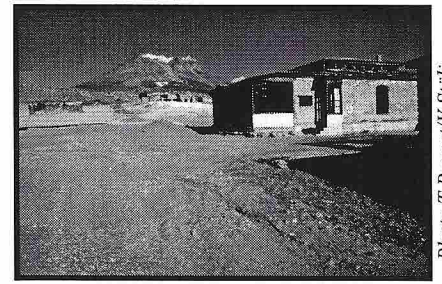


Photo T. Basset/V. Stähli

Volcan Ollagüe

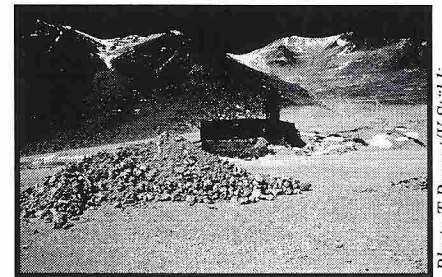


Photo T. Basset/V. Stähli

Ancienne exploitation de soufre sur le volcan Aucanquilcha

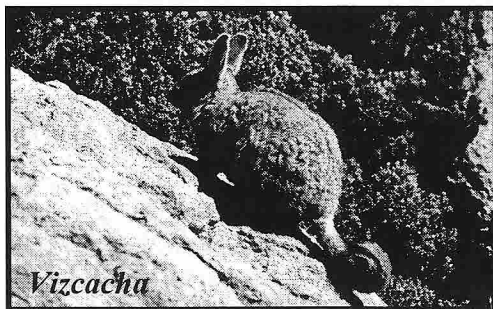


Photo T. Basset/V. Stähli

Vizcacha

En continuant notre route vers le nord, nous avons pu constater à quel point la faune de ces régions semi-désertiques est abondante. On peut facilement y observer, outre les célèbres lamas et alpagas, des vigognes, des guanacos, des vizcachas, des nandus, des condors et des milliers de flamands roses. Quant aux villages, ils sont rares, souvent temporairement abandonnés par leurs habitants qui gardent dans les plaines environnantes leurs troupeaux de moutons ou de lamas. Ils sont toujours édifiés autour d'une magnifique petite église blanche aux murs en adobe, à la charpente en bois de cactus et au toit en chaume, ce qui leur donne un charme très particulier, caractéristique de cette région du Chili.

Les paysages traversés étaient toujours aussi splendides: salars étincelants, lacs colorés, volcans enneigés, sources thermales et profonds canyons se côtoyaient pour le plus grand plaisir des yeux. Certaines coulées de lave étaient si épaisses (plusieurs centaines de mètres) qu'elles semblaient sortir d'un autre monde. Et quelquefois les immenses espaces, la clarté extraordinaire de l'atmosphère et les formes étranges des roches sculptées par l'eau et le vent dans des vieilles ignimbrites nous donnaient l'impression fantastique de nous déplacer dans un tableau de Salvador Dali. En arrivant au Parinacota, notre ultime étape sur l'altiplano chilien, nous avons remarqué un graffiti sprayé sur un rocher en bord de route qui disait: «attention ovni». Nous n'avons pas été surpris car nous étions d'accord: si des extraterrestres devaient débarquer ce serait certainement ici qu'ils le feraient! Durant tout notre long séjour sur les hauts plateaux andins, du Pérou au Chili, nous avons eu l'impression constante de vivre dans un monde à part, presque irréel. Ce surréalisme ne se réduit pas aux seuls espaces naturels et est caractéristique de l'Amérique du Sud, le continent où tout peut arriver selon certains écrivains. Gabriel Garcia Marquez (prix Nobel de littérature), pour l'illustrer, racontait comment un jour en Patagonie un cirque s'était soudainement fait soulever par les vents du Sud, emportant avec lui des girafes, des clowns, des trapézistes, des lions et des tigres jusqu'en haute mer! Et bien justement, nous y allons en Patagonie!! Et on espère bien y voir des cirques s'envoler!?!!

La fin de notre voyage n'a pas été très riche d'un point de vue volcanologique, les conditions climatiques ayant été désastreuses dans la région des lacs. Un seul exemple: nous avons attendu 7 jours à Puno pour gravir le volcan Villarica, et finalement

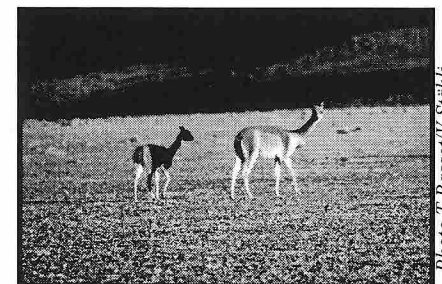


Photo T. Basset/V. Stähli

Vigognes

La fin de notre voyage n'a pas été très riche d'un point de vue volcanologique, les conditions climatiques ayant été désastreuses dans la région des lacs. Un seul exemple: nous avons attendu 7 jours à Puno pour gravir le volcan Villarica, et finalement

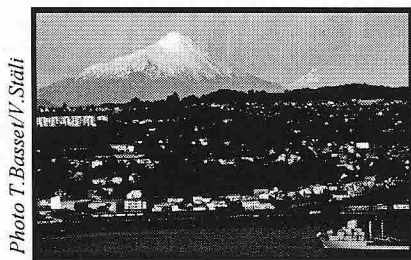


Photo T. Bassel/V. Ståhl

Volcan Osorno (Chili), vu depuis Puerto Montt



Photo T. Bassel/V. Ståhl

Bolivie

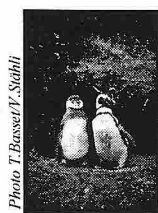


Photo T. Bassel/V. Ståhl

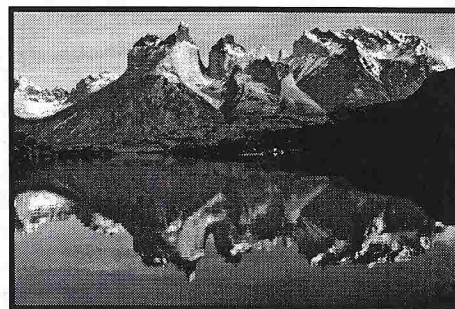


Photo T. Bassel/V. Ståhl

Torres del Paine (Chili)

nous sommes partis chercher le soleil ailleurs sans jamais l'avoir aperçu! Nous avons pu néanmoins visiter d'autres volcans, comme le Llaima, dans le très beau parc national de Conguillo, et le Lonquimay.

Ce n'est qu'en Patagonie que nous avons retrouvé le soleil. Disposant cette fois-ci de conditions météorologiques exceptionnelles pour cette région réputée si inhospitalière, nous y avons découvert l'extrémité sud de la chaîne des Andes: le glacier Perito Moreno, le massif granitique du Fitz Roy et les citadelles du plus beau parc national d'Amérique du Sud, Torres del Paine. Finalement, notre projet s'est achevé le 3 janvier 1998 lorsque nous sommes arrivés à Ushuaïa en Terre de Feu, 17 mois après avoir quitté Anchorage en Alaska.

Notre rêve s'achevait là, au bord du canal de Beagle, la tête pleine de souvenirs, le cœur plein d'émotions.

INFORMATIONS PRATIQUES

Puracé (4640 m), Los Coconucos, Nevado de Huila (5750 m), COLOMBIE Pour des renseignements sur l'activité et l'accès à ces volcans on peut contacter l'observatoire volcanologique d'Ingeominas (service géologique colombien) à Popayan, calle 5 B # 2 - 14, tél: 24-20-57 ou 24-02-10.

Galeras (4276 m), COLOMBIE Le volcan Galeras est inclus dans un parc national qui est malheureusement fermé au public à cause des mines abandonnées par l'armée dans la zone sommitale, près des antennes. Cette interdiction n'est signalée aux touristes qu'à 3700 m d'altitude, le long de la piste qui part à l'est de Pasto et qui mène au volcan. A cet endroit il y a une barrière, un poste de police et une station de rangers. Il n'est pas possible de monter plus haut. Ne pas tenter de passer outre l'interdiction, les mines représentant un réel danger, un accident fatal s'étant déjà produit. Cette situation peut cependant évoluer et on peut obtenir des renseignements fiables à l'observatoire volcanologique d'Ingeominas à Pasto, Cra 31 # 18 -07, tél: 23-85-56. Utile également pour se renseigner sur l'activité des volcans du sud de la Colombie comme l'Azufral, le Cumbal et le Chiles. C'est également à l'observatoire que se vendent les meilleures cartes postales de la région.

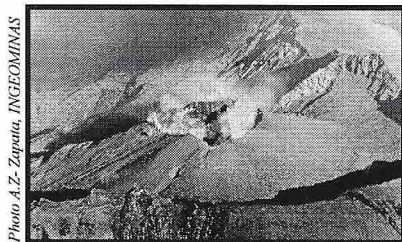


Photo A.Z. Zapata, INGEOMINAS

Le Galeras, en septembre 1990

La meilleure saison pour visiter les volcans colombiens est généralement comprise entre décembre et mars sauf si sévit le «El Niño».

Laguna Cuicocha (3070m) et volcan Cotacachi (4939m), EQUATEUR Des informations générales sur l'activité et l'accès des volcans d'Equateur peuvent être obtenues à Quito à l'Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, Ladron de Guevara s/n, Edificio Ing. Civil 6 ième étage; tél: 56-78-47 ou 55-34-98.

La Laguna Cuicocha et le Cotacachi sont situés dans le parc national Cotacachi-Cayapas. Généralement, en arrivant à la lagune, on ne paye pas l'entrée au parc. Le sentier (bien marqué) autour du lac fait 8 km et prend 4 -5 heures. Attention aux voleurs, faire le tour de préférence en groupe de plus de 3 -4 personnes. Au bord de la lagune hôtel «El Mirador» où se trouve Ernesto qui est guide au volcan Cotacachi. 10 heures de marche depuis la lagune. On peut le contacter par téléphone au (06) 91-51-52 au village de Cotacachi, demander Maria Fernanda.



Difficile de visiter ce volcan avec les transports publics. Pas de bus réguliers jusqu'au village de Lloa, et ensuite il faut marcher 6 heures jusqu'au refuge, situé 200 mètres sous le cratère. Il n'est pas toujours ouvert. Le mieux est de louer un véhicule tout terrain à Quito (de 45 à 55 US\$ / jour) pour accéder au refuge. Depuis le centre de Quito prendre la grande Avenida Occidental en direction du sud. Passer 3 tunnels et après la caserne militaire tourner à droite au panneau «El Cinto-Lloa». Aller jusqu'au village de Lloa d'où on prend la piste qui mène au refuge du Guagua Pichincha. L'aller en véhicule prend 2 heures. Depuis le refuge 30 min. de marche jusqu'au rebord du cratère, un peu plus jusqu'au sommet.

Guagua Pichincha (4794 m), EQUATEUR

Facilement accessible depuis Latacunga où des personnes offrent leurs services dans les hôtels pour emmener les touristes au parc national. Environ 60 US\$ / jour pour une voiture tout terrain avec chauffeur. Le parc ouvre de 8h00 à 15h30. Entrée environ 5 US\$. Possibilité de dormir dans le parc aux camping ou au refuge.

Cotopaxi (5897 m), EQUATEUR

En véhicule possible de faire une boucle Latacunga-Saquisili-Toacazo (volcan Iliniza)-Sigchos-Chugchilan-Laguna Quilotoa-Zumbahua-Pujili-Latacunga, 200 Km, 2 jours minimum. En bus et à pied (3 jours minimum): bus Latacunga-Chugchilan (4 heures), Chugchilan-Quilotoa à pied en 7 heures, Quilotoa-Zumbahua à pied en 3 heures; bus Zumbahua-Latacunga (2 heures). Possible de faire la visite en une journée en bus (partir très tôt) ou en voiture depuis Latacunga en passant par Zumbahua. Hôtel à Chugchilan: Black Sheep Inn tenu par des américains mais confortable. Pensions au bord de la caldeira, notamment celle de Jorge Latacunga, équatorien, très basique mais accueil chaleureux. Jorge guide autour de la lagune, 6-7 heures de marche, éviter de le faire seul.

Laguna Quilotoa (3800 m), EQUATEUR

La municipalité d'Arequipa organise plusieurs fois par année des ascensions au Misti (parfois sur d'autres volcans de la région) notamment pour la fête nationale fin juillet et à mi-août. Renseignements à l'office du tourisme sur la place centrale, excursion à 15 US\$ / pers. Pour faire le Misti (ou d'autres sommets des environs) on peut contacter Carlos Zarate (père) à travers l'office du tourisme. On peut aussi contacter son fils (même nom, ne pas confondre!) à travers la bibliothèque de l'alliance française où travaille sa femme qui parle français. Alliance Française: Santa Catalina 208, tél: 21-55-79. Il est guide de haute montagne et guide du Misti pour environ 200 US\$ (2-3 personnes, 2 jours). Pour des renseignements sur l'activité volcanique contacter l'Instituto Geofísico del Peru à Arequipa, Urbanización La Marina B-19, Cayma, tél: 25-13-73. Le téléphone de l'IGP à Lima est le (014) 37-50-55.

Misti (5852 m), PEROU

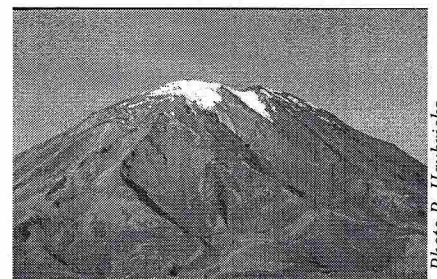


Photo R. Haubrichs

El Misti (Pérou)

Possible de faire une ballade seul au pied de ces 2 volcans depuis Chivay. Chercher un véhicule tout terrain pour se faire amener à la base sud du Sabancaya à 4400 m d'altitude au lieu-dit Sallalli. 2 h simple aller. Pour se faire poser et venir se faire reprendre 1 ou 2 jours plus tard environ 80 US\$. On peut aller admirer la momie Juanita au musée de l'Universidad Católica de Santa María à Arequipa du lundi au samedi de 9 à 13 h et de 15 à 19 h.

Sabancaya (5980 m), Ampato (6310 m), PEROU

En dehors des circuits touristiques, bus seulement de nuit. Un seul hôtel très simple à Andagua mais possibilité de dormir et de manger chez l'habitant. Sans son propre véhicule les déplacements sont difficiles dans la vallée.

Vallée des Volcans (3600 m), PEROU

Possibilité de le faire seul en dormant 2 nuits sous tente. Prendre bus Arequipa-Ubinas à l'av. Sepulvera. Descendre au «cruze para ir al volcan». On y arrive vers 13 h. Prendre la piste qui va à la laguna Piscococha. Après 45 min. de marche bifurcation, prendre à droite. 45 min. plus tard autre bifurcation, prendre à droite, la piste se dirige vers le volcan. 45 min. plus tard on arrive sur un grand replat à 4600 m, possibilité d'y camper. La piste se termine à 4800 m. et ensuite suivre les traces des pas jusqu'au cratère environ 4 heures de marche. Pour le retour un bus part d'Ubinas pour Arequipa tous les jours à 8h30 et arrive au «cruze» vers 10 h. (Vérifier horaires).

Ubinas (5672 m), PEROU



Parinacota (6350 m), CHILI Possible de le faire en 1 jour depuis Arica avec une agence de voyage (on fait le parc national de Lauca, pas le sommet du Parinacota!). En bus prendre ceux qui font Arica-La Paz et descendre soit au village Parinacota ou au lac Chungara. Aux deux endroits refuge Conaf (rangers chiliens) avec possibilité d'y dormir ou de camper. 12 US\$ / tente / nuit et dans le refuge 12 US\$ / pers. / nuit.

Sud-Lipez, altiplano bolivien 17 agences à Uyuni proposent toutes le même circuit avec les mêmes horaires: salar d'Uyuni-laguna Colorada-laguna Verde et retour en 4 jours. Prix variant entre 60 et 85 US\$ / pers avec transport et repas mais pas le logement (3 US\$ / pers. / nuit). Une des meilleures agences est Colque. Il est possible de se faire poser à la laguna Verde (possibilité de dormir, bon sac de couchage essentiel!) et de passer ensuite à San Pedro de Atacama au Chili pour 10 US\$ / pers. supplémentaires.

Altiplano du nord-Chili A San Pedro de Atacama il y a des nombreuses agences de voyage qui proposent des tours sur les volcans souvent à des prix pas très raisonnables. Exemples: volcan Lascar (sommet), 50 US\$ / pers., 6 pers. minimum incluant transport, déjeuner mais pas de guide! Geysers du Tatio 20 US\$ / pers. en minibus. Si on est plusieurs il est plus rentable de louer un véhicule à Calama. La meilleur agence est IQSA Abaroa 1484, tél: 31-02-81 ou 31-07-86. Loue d'excellents véhicules 4*4, le prix est fonction de la durée de la location. Pour 2 semaines, 73 US\$ / jour tout compris. Si on désire sortir des sentiers battus demander un bidon d'essence, une roue de secours supplémentaire, une corde et des chaînes peuvent être utiles.



Photo P. Francis

Le volcan Lascar

Volcan Villarica, CHILI On peut le visiter depuis Pucón. De très nombreuses agences proposent l'ascension en groupes de 5-10 personnes pour environ 45\$/personne. Elles fournissent absolument tout le matériel.

Volcan Llaima, CHILI Situé dans le parc national Conguillo. Accès depuis Melipenco. Bus Temuco-Melipenco. Le parc est officiellement ouvert de fin novembre à mi-mars mais possibilité de camper même hors saison (gratuit mais sans aucun service). En pleine saison 15\$/nuit pour camper. Il n'y a pas de transport public régulier depuis Melipenco mais on peut se faire amener au parc par des particuliers.

Volcan Lonquimay, CHILI Accès depuis Malalcahuello, 15 km au sud du volcan. Bus Temuco- Malalcahuello, 3h1/2. 2 hôtels et un camping à Malalcahuello. Transport par des particuliers jusqu'au refuge au pied du volcan où il est possible de dormir. Les pistes qui mènent au Llaima et au Lonquimay sont en très bon état.

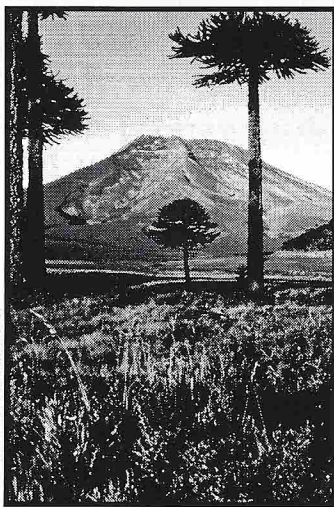


Photo R. Haubrichs

Le Lonquimay

[Ndlr: Voilà, nous sommes arrivés à la fin de ce périple de globe-trotter que Thierry et Valérie nous ont fait vivre grâce à leurs lettres, des dizaines de pages écrites au cours de ce trajet. Le hasard veut que soit justement en octobre 1998 (Bull. SVG 10/98) que nous avons commencé à publier ce récit de voyage fleuve d'abord en Asie puis de l'Alaska à la Terre de Feu. Nous profitons donc de remercier les auteurs et ne pouvons qu'espérer que d'autres membres SVG prennent le relais (encore un petit mot d'excuse à Valérie pour avoir écrit son nom de famille de 150 manières différentes...)]



Photo J. Metzger



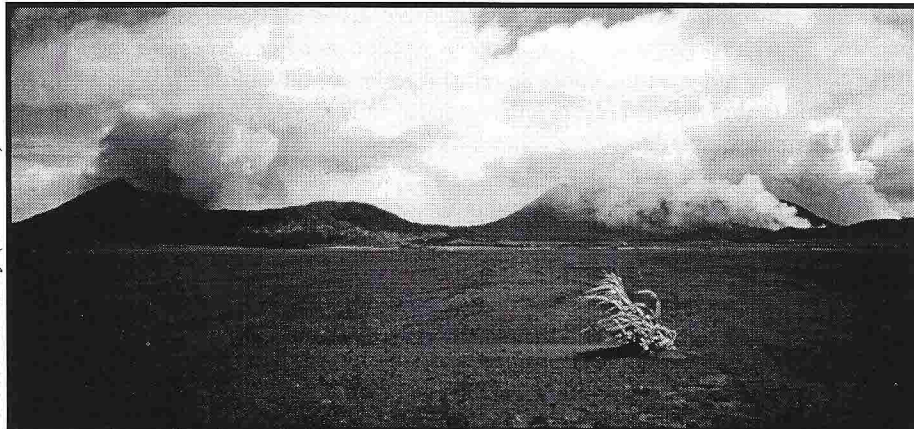
POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE -

Entre les paroxysmes connus de 1888, 1894, 1913/14, 1929, 1951/52,... et les périodes de fortes activités enregistrées ces dernières années (1934, 1957, 1962, 1972...) ¹ les dégazages des cratères du Benbow et du Marum sont permanents. Les vents dominants, alizés du sud-est, entraînent les panaches vers la zone Nord-Ouest inhabitée. Le changement, en début d'année, de la direction des vents dominants (Est, nord-est), associé à une importante pluviométrie a provoqué le "lessivage" des panaches et causés la production de pluies acides dans les régions ouest et sud-ouest de l'île.

PLUIES ACIDES SUR AMBRYM

LARDY M., CHARLEY D.,
GINESTE P.
ORSTOM-PORT VILA

Photo M. Lardy (ORSTOM)



Les panaches volcaniques du Marum (à droite) et du Benbow

La forte pluviométrie enregistrée dans la zone sommitale depuis le début de l'année (450 cm en moins de 6 mois) conduit à penser que la moyenne annuelle mesurée depuis cinq ans (590 cm) sera dépassée en 1998.

Les observations de mars et de juin confirment les forts dégazages permanents (photos ci-jointes) associés pour partie aux fortes pluies ; le trémor (permanent sur AMBRYM) est resté à son niveau habituel.

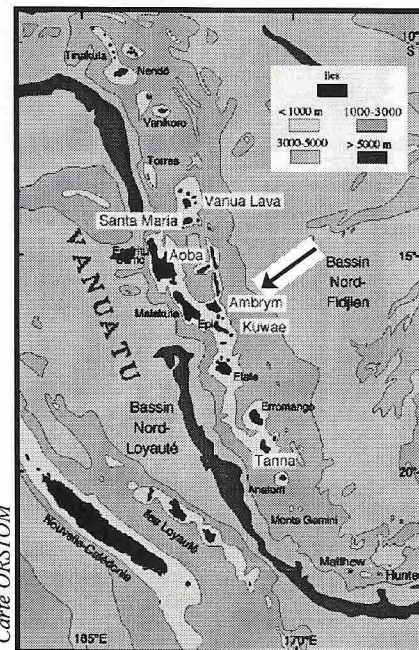
Un rapport de 1979 ² rapporte pour la même région des pluies acides comme cette année, avec en complément des dépôts de cendre dans cette même région (Ouest :sud-ouest).

Pour évaluer l'impact des pluies acides, nous avons entrepris avec l'aide des villageois et à l'occasion de deux missions ³ une récolte des eaux de pluies (voir carte ci-jointe), et nous avons constaté que beaucoup d'eaux sont trop acides pour être consommées ⁴ (pH entre 3 et 4).

Dans un rapport remis au bureau chargé de la gestion des catastrophes naturelles, nous suggérons que les villageois prennent en charge le contrôle du pH des eaux destinées à l'alimentation, (appareillage peu coûteux, ou utilisation de papier pH).

Les pluies acides se remanifesteront sans qu'il soit possible de les prévoir; elles sont associées à l'activité permanente de ce volcan et aux conditions météorologiques.

L'activité éruptive des quatre cratères d'Ambrym représente une menace permanente particulièrement pour l'Ouest d'AMBRYM (environ 3000 habitants); la zone nord-est est la plus protégée des manifestations du volcan, sauf des pluies acides. L'extrémité Est ne subit pas l'acidité des pluies mais des interactions magma-eau de mer pourraient provoquer de violentes explosions.



Carte ORSTOM

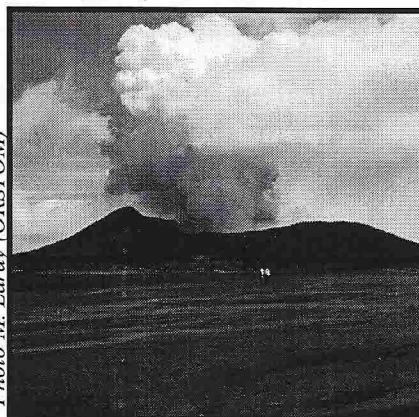


Photo M. Lardy (ORSTOM)

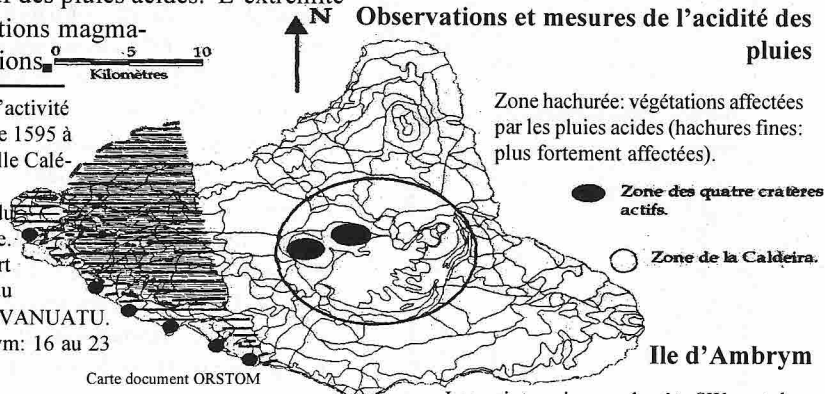
Panache volcanique du Benbow

¹ - EISSEN JP., BLOT C., LOUAT R. ; (1991). Chronologie de l'activité volcanique historique de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides de 1595 à 1991. Rapport no2-1991, Sciences de la Terre, ORSTOM Nouvelle Calédonie.

² - SAOS JL. ; (1979). Eruption du Benbow février 1979 ; rapport du département des Ressources Minérales et de l'Hydraulique Rurale.

³ - LARDY M., CHARLEY D., GINESTE P., BORE JM. 1- 1998. Rapport sur l'examen de quelques pluies sur l'île d'Ambrym et mission du 16 mars 1998. Rapport N1/1998, Sciences de la Terre ORSTOM-VANUATU. - Wallez S., Garaebiti E. ; 1998. Rapport de mission sur Ambrym: 16 au 23 juin 1998 (prélèvements d'échantillons et enquêtes).

⁴ - Eau potable : en pH doit-être compris entre 6,5 et 8,5.



Observations et mesures de l'acidité des pluies

Zone hachurée: végétations affectées par les pluies acides (hachures fines: plus fortement affectées).

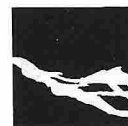
● Zone des quatre cratères actifs.

○ Zone de la Caldeira.

Ile d'Ambrym

Les points noirs sur la côte SW sont des villages, où des mesures de pH ont été effectuées

[Ndr : Des mesures de pH, en 1997 sur les bords même des cratères ont données des valeurs fortement acides, pH de 2 ! (voir Bull. SVG 10/97)]



VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE VOLCANO-PHILATELIE

Calderas (suite et fin)

B.Poyer

Suite du Bull. SVG 6/98, p11-12



Fig.1



Fig.2



Fig.3

Epiphénomènes volcaniques : Sources chaudes

lère partie (Sources chaudes, terrasses, cheminées, geysers)



Fig.4



Fig.5

Réponse PHOTO-MYSTÈRE: c'est un dôme dans le cratère de la Soufrière de St Vincent, sur l'arc insulaire des Antilles, 1971-72

Dernière catégorie à évoquer: les calderas sommitales. Nombre de strato-volcans possèdent deux cratères sommitaux, voire plus, emboîtés les uns dans les autres. L'image courante est celle du Vésuve, dont l'emplacement était autrefois occupé par le Monte Somma. Celui-ci explosa en 79, laissant comme vestige un vaste mur circulaire peu élevé. Le cône actuel du Vésuve a poussé ensuite et donné au volcan l'aspect d'une montagne à deux sommets. Le magma montant a emprunté pratiquement le même conduit. Ce scénario se retrouve à l'Asama puisque la partie sommitale du volcan fut détruite par une éruption très explosive suivie d'effondrements. Cette dépression a été en partie remplie par un nouveau cône niché en son centre.

Il faut admettre que certains cônes se recouvrent et continuent de croître ensemble. Ainsi, sur le timbre représentant le Kilimandjaro, émis par la Tanzanie en 1995, Fig 1, YT 1887, on distingue la caldera sommitale composée de trois cratères emboîtés de dimensions décroissantes.

Mais, dans la plupart des cas, il est plus facile au magma de percer une nouvelle cheminée que de se frayer une voie à travers la colonne de roche solidifiée. Cependant la structure des grands stratovolcans présente une extrême complexité au point que Von Wolff l'avait baptisé «montagnes doubles» les volcans de type Somma, et les avaient répartis en sous-groupes selon la situation concentrique ou excentrique de la caldera et des cônes secondaires. C'est le cas de l'Etna avec ses bouches sommitales alimentées par des conduits séparés, de même que du Stromboli, du Poas et de tant d'autres, parmi lesquels nous détachons le timbre de Tristan Da Cunha, YT 209 de 1976, Fig 2, qui met en évidence la caldera sommitale. Comme ce fut le cas pour Niuafou, la population de l'île, dont le surnom est «La Désolation», fut évacuée lors de l'éruption de 1961 et ne regagna sa terre qu'en 1963 (à lire «Les bienheureux de La Désolation» de H. Bazin, exprimant les réactions humaines face à l'éruption).

Pour conclure sur ce long chapitre relatif aux calderas, on pourra sourire en pensant à l'immense dépression de Tengger (Java), que les Indes Néerlandaises légendèrent sur un beau timbre de 1945 «cratère du volcan Bromo», YT 289, Fig 3, qui contient une particularité : c'est le seul volcan actif au monde que l'on gravit en montant un escalier!

La source chaude est une condensation de vapeur jaillissant sous forme de source thermale. Elle se rencontre non seulement dans les zones volcaniques récentes mais également, et surtout là où des volcans sont éteints. Au dernier stade de leur perte de chaleur les masses jadis en fusion dégagent

vapeurs et gaz à haute température. Il s'agit principalement de vapeur d'eau surchauffée qui, mélangée de quantités considérables de CO₂ emprunte des fissures et perd une partie de chaleur par conduction dans les roches avoisinantes. Les matières dissoutes (acide carbonique, hydrogène sulfuré, silice) proviennent d'un lessivage de la roche encaissante, formant près de leur point de sortie des dépôts multicolores. Les eaux chaudes traversent parfois des roches sédimentaires et attaquent leurs parties les plus solubles. Parmi les milliers de sources chaudes de la Terre certaines ont fait l'objet d'une émission philatélique. Citons, entre autres, le Chili (El Tatio, dans lesquelles Katia Krafft cuisait ses repas, YT 658 de 1984), la Dominique (Boiling Lake, YT 95 de 1938), la Nlle Zélande ("Champagne Pool", YT 1228 de 1993, Fig 4), la Papouasie Nlle Guinée (Ferguson Island, YT 486 de 1985) ou encore l'Islande (Hverarond Vid Namaskard, YT 658 de 1989).

De tous les timbres je retiens ici celui qui représente l'une des 143 sources chaudes qui parsèment l'Algérie d'ouest en est sur 950 km le long du parallèle 36N : HAMMAM EL-MESKHOUTHIN ou «Bains des Maudits», à 12 km dans l'ouest de Guelma (province de Constantine). Les sources ont laissé des dépôts calcaires le long d'une faille de 2 km, incrustant les parois de leur cratère et élevant constamment leur niveau d'émergence. La muraille pétrifiée mesure 400 m sur une hauteur de 8 m. Les sources, qui ont un débit de 1650 l/sec, plus que n'en verse aucune fontaine thermale en France, sortent à une température exceptionnellement élevée, de 95°C (YT 925 de 1988) Fig 5 [La découverte de ces sources fut le point de départ, en 1962, de mes études en volcanologie]



DOSSIER DU MOIS DOSSIER DU MOIS DOSSIER DU MOIS

Pendant très longtemps les hommes ont pensé que la Terre était plate. Les grandes explorations du XVe siècle, associées aux observations des savants, les ont ensuite définitivement persuadés que la Terre était ronde. Ils l'ont imaginée dès lors parfaitement sphérique, comme un ballon de football. Pourtant dès le XVIe siècle, les scientifiques se doutaient déjà que la Terre n'avait pas une forme géométrique aussi simple. Newton supposait qu'elle devait plutôt se rapprocher d'un ellipsoïde. La preuve définitive de l'aplatissement de la Terre aux pôles fut amenée au XVIIIe siècle par deux expéditions françaises parties mesurer la longueur d'un degré de méridien en Laponie et au Pérou, à des latitudes très différentes.

Aujourd'hui on sait qu'à l'échelle des temps géologiques, la planète se comporte comme un fluide en rotation: elle s'aplatit aux pôles sous l'effet de la force centrifuge et, en compensation, possède un renflement à l'équateur. Ainsi le rayon polaire mesure 6356.751 km. Il est plus court que le rayon équatorial de 21.385 km. La figure mathématique la plus proche du globe terrestre est par conséquent bien un ellipsoïde. Mais des données satellitaires accumulées depuis plus de 30 ans ont révélé quelques anomalies dans cette forme si parfaite. La modélisation du champ de gravité terrestre a permis de mettre en évidence et de préciser les contours irréguliers de notre planète.

LES FONDS OCEANIQUE EXPLORES PAR SATELLITES

Texte: *Thierry Basset*

Les données fournies par les satellites en orbite autour de la Terre ont permis d'établir une nouvelle carte des fonds océaniques d'une qualité exceptionnelle. Surprise! Des milliers de volcans, inconnus jusqu'à présent, ont été découverts.

La gravimétrie: un outil puissant pour l'exploration de notre planète

Comme tout objet, la Terre possède une certaine masse et selon les lois de la gravitation universelle, elle attire d'autres corps vers elle. Cette force qui nous attire en direction du centre de la planète et qui nous permet de toujours avoir les pieds sur Terre est l'attraction terrestre ou la gravité. Elle est perceptible en tout point de la planète. C'est ce qui permet aux habitants des antipodes, qui vivent en permanence la tête en bas, de ne pas "tomber" dans le vide intersidéral!

La Terre possède donc un champ de gravité. La gravimétrie est la méthode géophysique qui consiste à mesurer et à étudier les variations de ce champ. Elle est très souvent utilisée en exploration minière pour détecter des corps rocheux souterrains, invisibles en surface. En effet, une masse rocheuse - un gisement d'or par exemple - ayant une densité différente des roches environnantes, perturbe la valeur de la gravité. Cette valeur est différente que celle qu'on aurait mesurée si le corps n'avait pas été là. Les géophysiciens détectent alors une anomalie gravimétrique qui les renseigne sur la présence du gisement, et plus généralement sur la structure du sous-sol.

La valeur de la gravité peut également être perturbée par l'existence de reliefs importants. Des mesures de gravité effectuées à Genève donneraient des résultats différents si les Alpes n'existaient pas (en supposant une structure du sous-sol identique). C'est ainsi que les notions de reliefs et de champ de gravité sont étroitement liées. Par conséquent, les études gravimétriques globales, effectuées au niveau de la planète toute entière, peuvent amener des données importantes non seulement sur la structure interne de la planète mais aussi sur sa forme et ses reliefs.

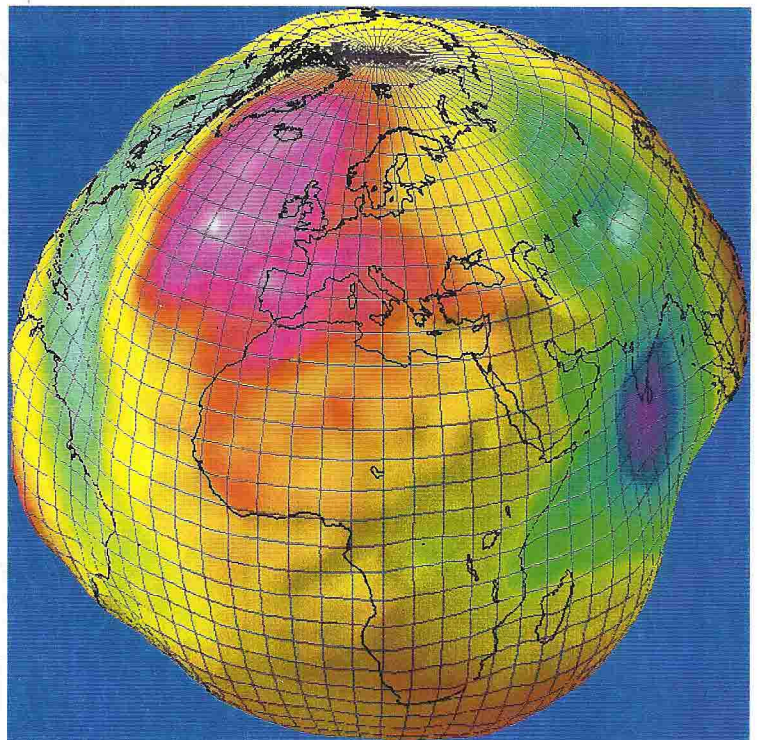


Fig. 1 - Les variations du champ de gravité terrestre sont visualisées par ce géoïde qui correspond à la forme qu'aurait la Terre si elle était entièrement recouverte d'océans. Le facteur d'amplification verticale est de 1'000'000; il permet de mettre en évidence les creux et les bosses de la surface du géoïde (géoïde GRIM5 établi par R. Biancale du Groupe de Recherche de Géodésie Spatiale de Toulouse et P. Schwintzer du GeoForschungsZentrum de Postdam). © GRGS et GFZ



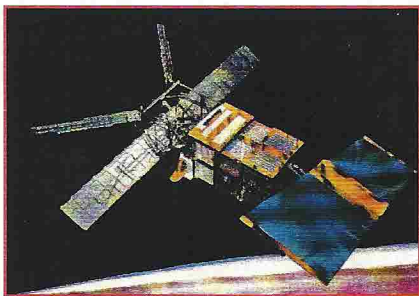
Les courants de convection du manteau perturbent l'orbite des satellites!

Si la Terre était sphérique et de densité homogène, les satellites en orbite autour de la Terre décriraient une ellipse parfaitement régulière. Or les mesures dites de "poursuite", permettant de déterminer à quelques centimètres près la trajectoire d'un satellite, indiquent que les satellites se déplacent selon une trajectoire beaucoup plus compliquée. Ces perturbations sont provoquées principalement par les variations de gravité créées par la distribution hétérogène des masses à l'intérieur de la planète. La trajectoire du satellite, perturbée en permanence, reflète donc le champ de gravité terrestre. Les scientifiques ont récemment calculé ce champ pour l'ensemble de la planète en réunissant des millions de mesures de poursuite de 35 satellites placés sur des orbites d'inclinaisons différentes.

Les variations du champ de gravité peuvent être visualisées grâce à une surface appelée "géoïde terrestre". Cette surface coïncide avec le niveau moyen des océans. En la comparant à l'ellipsoïde de référence (la forme mathématique censée représenter au mieux la forme de la Terre), on constate qu'elle est assez irrégulière. Elle passe parfois au-dessus, parfois au-dessous de l'ellipsoïde de référence, avec une amplitude verticale maximale de 100 mètres et selon des ondulations de plusieurs milliers de kilomètres d'extension. L'irrégularité de cette surface pleines de creux et de bosses est particulièrement bien mise en évidence à la figure 1. La plus grande bosse est centrée sur la Nouvelle Guinée, alors que la seconde, de moindre amplitude, englobe l'Atlantique et l'Afrique. Par contre l'Asie et l'océan Indien correspondent à un vaste creux tout comme le continent Antarctique et l'Amérique du Nord.

A quoi correspondent ces grandes ondulations? Les scientifiques ont trouvés la réponse à cette question en comparant le géoïde avec la carte du manteau déterminée par des études sismologiques (le manteau est la partie interne de la Terre située entre 30 et 2900 km de profondeur). Ils ont ainsi remarqué une corrélation entre la situation des creux et des bosses et, respectivement, les zones froides et les zones chaudes du manteau. Ces vastes bombements sont donc une conséquence directe des grands mouvements de masse (appelés aussi courants de convection) qui animent le manteau. Ce sont eux qui perturbent l'orbite des satellites.

Quant aux ondulations de plus faible extension, entre 500 et 3000 km, elles reflètent des structures plus superficielles, comme les limites des plaques lithosphériques. L'analyse des perturbations de la trajectoire des satellites ne donne cependant pas accès à des structures inférieures à 500 km. Pour mettre en évidence les détails du relief terrestre à l'échelle de la dizaine de kilomètres, les scientifiques font appel à une autre méthode, l'altimétrie spatiale.



Satellite ERS-1

L'altimétrie spatiale pour détecter les reliefs sous-marins

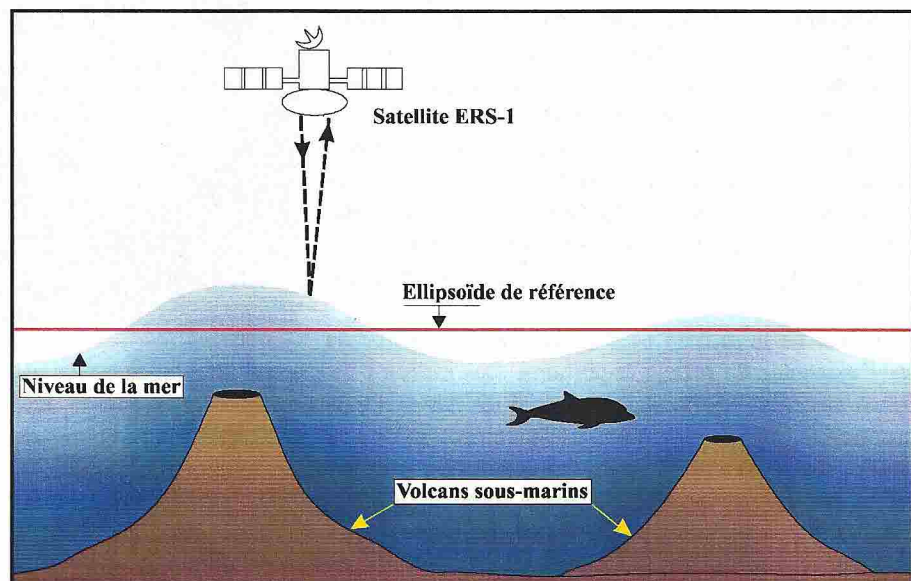


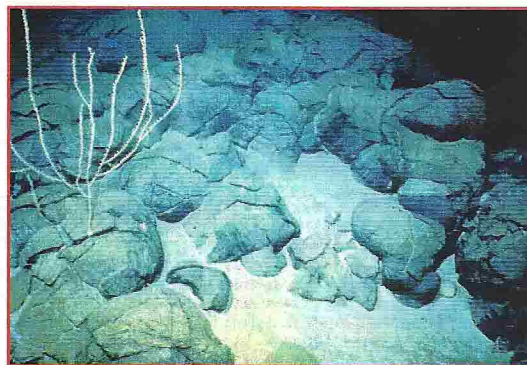
Fig. 2 - Schéma illustrant le principe de l'altimétrie spatiale. Un satellite à 800 km d'altitude envoie une onde radioélectrique pour détecter les irrégularités de la surface de l'océan créées par les reliefs sous-marins. La précision de telles mesures est de l'ordre de quelques centimètres (l'échelle verticale n'est pas respectée).



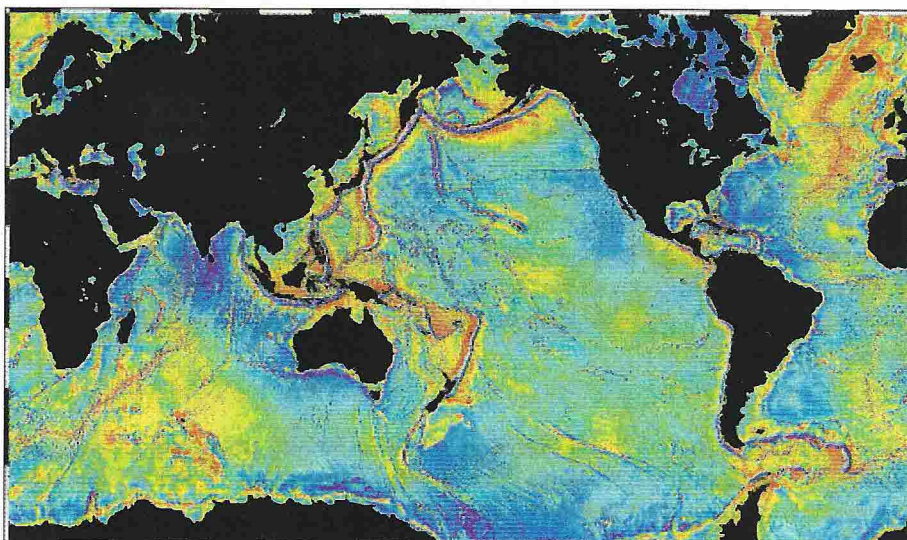
L'idée de l'altimétrie spatiale est de cartographier avec une très haute résolution la surface des océans de manière à déterminer les creux et les bosses de la surface des océans. Dans ce cas, les creux et les bosses témoignent de l'effet de la gravité créé par les reliefs sous-marins. Tout excès de matière lié par exemple à la présence d'un volcan sous-marin se traduit par une augmentation locale de la force d'attraction terrestre. La surface de l'océan forme alors une bosse dont l'amplitude dépend de la taille du volcan. A titre d'exemple, un édifice volcanique haut de 2 km et d'un rayon de 20 km créera une bosse de 2 m de hauteur. A l'inverse, tout déficit de matière provoque des creux à la surface des océans (figure 2).

Les satellites peuvent détecter ces variations locales du niveau marin grâce à un appareil appelé altimètre radar. Cet appareil émet une onde radioélectrique qui se réfléchit à la surface de l'eau et revient au satellite. Le temps aller-retour du signal permet de déterminer l'altitude du satellite au-dessus de la mer. Parallèlement, les mesures de poursuite permettent de situer très précisément le satellite par rapport à l'ellipsoïde de référence. On déduit ensuite la hauteur entre le niveau de la mer et l'ellipsoïde de référence. Les techniques actuelles ont une précision de l'ordre de 3 centimètres.

Les données permettant l'élaboration de telles cartes sont issues de deux satellites: *ERS-1* et *Geosat*. Le premier est un satellite civil mis en orbite par l'Agence Spatiale Européenne en 1991. En 1994 il a été déplacé vers une orbite dite "géodésique" pour réaliser une cartographie à haute résolution de la surface des océans. En une année il a cartographié la Terre jusqu'à des latitudes de 81° nord et sud avec des profils espacés de 8 km. *Geosat* est un satellite militaire américain, lancé en 1985 afin de recueillir des informations pour le guidage des missiles et des sous-marins. Grâce à ces 14 révolutions journalières, il a pu cartographier toute la planète jusqu'à des latitudes de 72°, avec des profils espacés de 6 km. Mais ses données ont longtemps été classifiées. Il a fallu attendre que les Européens soient sur le point de sortir leurs cartes issues d'*ERS-1* pour que les américains se décident enfin à lever le secret sur leurs résultats. A eux deux, ces satellites ont couvert en quelques mois pratiquement toute la surface des océans, soit 350 millions de kilomètres carrés. Pour obtenir un résultat similaire, un navire océanographique spécialement équipé pour mesurer la topographie des fonds sous-marins, naviguant à une vitesse moyenne de 12 nœuds (22 km/h), mettrait 125 ans!



Laves en coussins sur la dorsale médio-atlantique (photo IFREMER)



Une image des fonds océaniques d'une qualité exceptionnelle

Fig. 3 – Carte globale des anomalies de gravité. La résolution de la carte est de 10 km (carte établie par W. Smith et D. Sandwell). © NOAA et SIO



Deux géophysiciens américains, W. Smith de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* et D. Sandwell de la *Scripps Institution of Oceanography (SIO)*, ont traité l'ensemble des données recueillies par *Geosat* et *ERS-1*. Ils ont établi dans un premier temps une carte de la surface des océans qu'ils ont ensuite transformée par calculs en carte des anomalies de gravité (figure 3). Ces données gravimétriques se sont révélées quasiment aussi précises que celles mesurées en mer par des navires océanographiques. L'écart entre les valeurs obtenues par ces deux méthodes d'acquisition n'est que de cinq millièmes de la valeur moyenne de l'attraction terrestre.



Fig. 4 – Carte globale des fonds sous-marins. Les dorsales océaniques (en jaune-vert) et les alignements de volcans sous-marins ressortent particulièrement bien. La résolution est de 12.5 km (carte établie par W.Smith et D. Sandwell). © NOAA et SIO

W. Smith et D. Sandwell ont ensuite comparé leurs données gravimétriques avec des données topographiques sous-marines précises dans des zones bien définies. Ils ont ainsi trouvé la relation existant entre les anomalies gravimétriques et la topographie sous-marine ce qui leur a permis de transformer l'ensemble de leurs données gravimétriques en données topographiques. La nouvelle carte des fonds océaniques était née! (figure 4)

Enfin, la précision et la résolution de la carte ont été testées sur une zone très isolée et mal connue du Pacifique Sud. Un navire s'est rendu dans la zone pour lever de manière très précise (à quelques mètres près) la topographie sous-marine. Les résultats ont été comparés et il s'est avéré que la nouvelle carte présentait une résolution jamais égalée jusqu'à présent. Tous les objets de tailles supérieures à 12.5 km de diamètre y figurent.

La découverte de milliers de volcans sous-marins

Les nouvelles images des fonds océaniques, gravimétrique et topographique, sont donc d'une qualité exceptionnelle, absolument inégalée jusqu'ici. Toutes les structures géologiques de plus de 10 à 15 km de larges sont révélées. Auparavant la plus grande partie d'entre elles était encore inconnue. C'était notamment le cas d'une multitude



de volcans sous-marins qui ont été découverts grâce aux satellites. En publiant leur carte topographique, W. Smith et D. Sandwell ont tout simplement doublé le nombre d'édifices volcaniques sous-marins connus de plus de 1000 m de haut! On estime maintenant leur nombre à environ 9000 pour l'ensemble des océans. Et il existe certainement des dizaines de milliers d'édifices volcaniques plus petits.

C'est dans les zones particulièrement peu explorées, comme le Pacifique Sud, qu'ont été découvert le plus grand nombre de volcans. A cet égard, la découverte de la "Foundation Seamounts" est particulièrement remarquable. Cette région, située aux alentours de 36 degrés de latitude sud et de 115 degrés de longitude ouest, était relativement peu connue jusqu'en 1991. Cette année-là, la seule inspection visuelle de données d'anomalies gravimétriques de la région éveilla l'attention de J. Mammerickx, un chercheur à la *Scripps Institution of Oceanography*. Il soupçonna immédiatement l'existence d'une chaîne de volcans sous-marins qu'il nomma "Foundation Seamounts". En 1995, un premier navire océanographique effectua des relevés topographiques découvrant 44 nouveaux volcans de 1500 à 4000 mètres de hauteur. 11 de ces volcans ont des sommets situés à moins de 500 mètres de la surface. La nouvelle carte des fonds océaniques a non seulement confirmé la présence d'une véritable chaîne volcanique, mais elle a aussi permis de localiser plus de 50 nouveaux volcans s'égrenant sur une distance d'environ 1600 km. La comparaison de l'ancienne carte topographique des "Foundation Seamounts" avec la carte produite par W. Smith et D. Sandwell est particulièrement saisissante (figure 5). A n'en pas douter, la volcanologie est une des grandes gagnantes de ce nouveau pas en avant dans l'exploration et la connaissance des fonds océaniques.

La carte de W. Smith et D. Sandwell n'a pourtant pas fini de nous surprendre car l'ensemble des informations qu'elle contient est certainement loin d'avoir été totalement exploité. Les deux chercheurs américains ont mis à disposition de la communauté scientifique une véritable mine d'informations qui trouve déjà des applications non seulement dans la recherche scientifique, mais également dans la navigation militaire et civile et jusque dans l'exploration pétrolière. Ils nous rappellent également que depuis quelques années, les satellites sont devenus des outils indispensables à l'exploration de notre planète, et en particulier des fonds océaniques.

Mis en commun, navires, bathyscaphes et satellites se révèlent être d'une efficacité extraordinaire pour percer les mystères des abysses. Il est certain qu'ils permettront dans un proche avenir de produire des cartes globales des fonds océaniques encore plus précises. L'exploration de notre planète n'est donc pas encore terminée ... de nombreux autres volcans restent à découvrir!

Remerciements

Nous remercions le Dr Richard Biancale, directeur du *Département de Géodésie Terrestre et Planétaire, groupe de Recherche de Géodésie Spatiale (GRGS)* associée à l'Université Paul Sabatier et au CNRS de Toulouse qui nous a aimablement autorisé à publier l'image du géoïde GRIM5 ainsi que le Dr David T. Sandwell de la *Scripps Institution of Oceanography (SIO)* qui nous a autorisé à publier les différentes cartes des fonds océaniques.

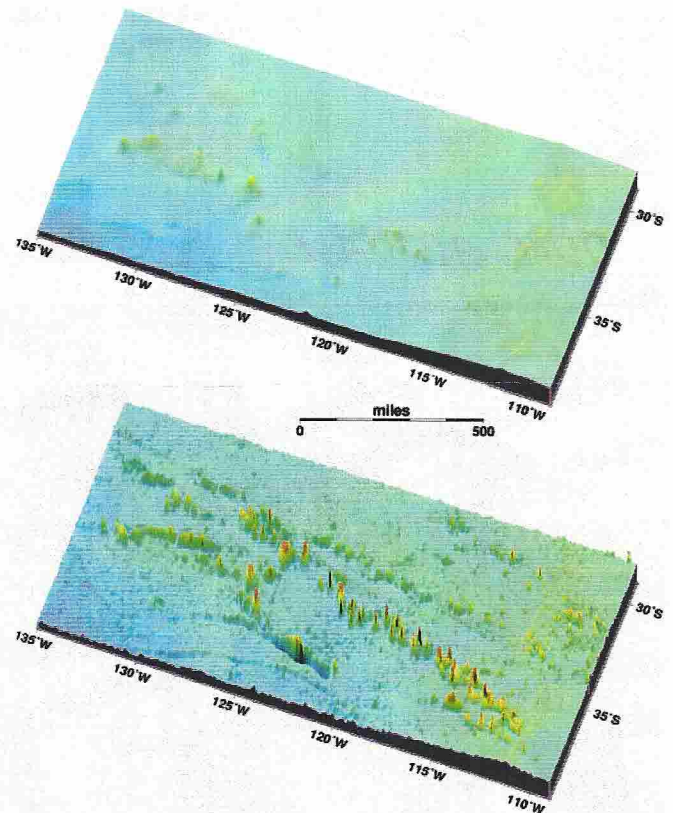


Fig. 5 - Comparaison entre l'ancienne (en haut) et la nouvelle (en bas) carte bathymétrique de la "Foundation Seamounts" situé dans le Pacifique Sud. Des dizaines de nouveaux volcans ont été découverts (carte établie par W. Smith et D. Sandwell). © NOAA et SIO



Pour en savoir plus:

CAZENAVE A., LE MEUR H. (1998) Les déformations de la Terre. *La Recherche* n° 305, p. 58-61.

FRANCHETEAU J. (1996) Le fond des océans révélé depuis l'espace. *La Recherche* n° 290, p. 30-31.

SANDWELL D.T., SMITH W.H.F. (1997) Marine gravimetry anomaly from Geosat and ERS satellite altimetry. *J. Geophys. Res.*, vol. 102, n° B5, p. 10039-10054.

SMITH W.H.F., SANDWELL D.T. (1997) Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. *Science*, vol. 277, p. 1956-1962.

[HTTP://www.obs-mip.fr/omp/umr5562/groupe/geophy_interne/geodesie_spa/fgeodesie_spa.html](http://www.obs-mip.fr/omp/umr5562/groupe/geophy_interne/geodesie_spa/fgeodesie_spa.html)

[HTTP://topex.ucsd.edu/marine_topo](http://topex.ucsd.edu/marine_topo)

[HTTP://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/seafloor.html](http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/seafloor.html)

ZOOM ACTUALITE ZOOM ACTUALITE ZOOM ACTUALITE



*Vue du cratère de la Bocca Nuova (Etna) prise le 6 sept. 98, par S. Poteau.
Au deuxième plan, le panache gris correspond à l'activité dans le cratère central (Voragine).*

